

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

デザイン・ガイド

# iC2-Micro 周波数変換器



drives.danfoss.com | **iC2**





# 内容

## 1 導入と安全性

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1.1 本デザインガイドの目的    | 9  |
| 1.2 補助的リソース        | 9  |
| 1.3 計画および設計サポート資料  | 9  |
| 1.4 バージョン履歴        | 9  |
| 1.5 安全記号           | 10 |
| 1.6 医療機器           | 10 |
| 1.7 一般的な安全に関する考慮事項 | 10 |
| 1.8 有資格技術者         | 12 |

## 2 承認および認証

|              |    |
|--------------|----|
| 2.1 製品の承認と認証 | 13 |
| 2.2 基準       | 14 |
| 2.3 輸出管理規制   | 14 |

## 3 iC2-Micro 周波数変換器

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 3.1 使用目的                            | 16 |
| 3.2 ブロック図                           | 16 |
| 3.3 パワー・ドライブ・システム用エコデザイン            | 17 |
| 3.3.1 概要                            | 17 |
| 3.3.2 電力損失と効率性                      | 18 |
| 3.4 パワー・ハードウェア                      | 19 |
| 3.5 コントロールとインターフェイス                 | 19 |
| 3.5.1 コントロール端子                      | 19 |
| 3.5.2 RJ45 ポートおよび RS485 終端スイッチ      | 20 |
| 3.5.3 コントロールパネルとコントロールパネル 2.0 OP2   | 21 |
| 3.5.4 コントロールパネルのボタンとインジケータ          | 22 |
| 3.5.5 コントロールパネル 2.0 OP2 のボタンとインジケータ | 24 |
| 3.5.6 端子カバーのスライドドア                  | 25 |
| 3.6 アプリケーションソフトウェア                  | 26 |
| 3.6.1 iC2-Micro アプリケーションソフトウェアの概要   | 26 |
| 3.6.2 基本機能                          | 27 |
| 3.6.2.1 基本機能の概要                     | 27 |
| 3.6.2.2 指令信号の処理                     | 27 |

|          |                  |    |
|----------|------------------|----|
| 3.6.2.3  | 2つのセットアップ        | 27 |
| 3.6.2.4  | ランプ              | 27 |
| 3.6.2.5  | クイック停止           | 27 |
| 3.6.2.6  | 回転方向の制限          | 27 |
| 3.6.2.7  | モーター相スイッチ        | 27 |
| 3.6.2.8  | ジョグモードでのインチャージ   | 27 |
| 3.6.2.9  | 周波数バイパス          | 27 |
| 3.6.2.10 | 自動再スタート          | 28 |
| 3.6.2.11 | フライング・スタート       | 28 |
| 3.6.2.12 | 主電源降下            | 28 |
| 3.6.2.13 | 動的なバックアップ        | 28 |
| 3.6.2.14 | 共振制動             | 28 |
| 3.6.2.15 | 機械的ブレーキ・コントロール   | 28 |
| 3.6.2.16 | コントローラー          | 28 |
| 3.6.3    | IO コントロールと読み出し   | 29 |
| 3.6.4    | モーター・コントロール機能    | 29 |
| 3.6.4.1  | モーター・コントロール機能の概要 | 29 |
| 3.6.4.2  | モーター・タイプ         | 29 |
| 3.6.4.3  | 負荷特性             | 29 |
| 3.6.4.4  | モーター・コントロールの原則   | 29 |
| 3.6.4.5  | モーター銘板とカタログ      | 29 |
| 3.6.4.6  | 自動モーター適合 (AMA)   | 29 |
| 3.6.4.7  | 自動エネルギー最適化 (AEO) | 29 |
| 3.6.5    | 負荷の制動            | 29 |
| 3.6.5.1  | 負荷の制動に関する概要      | 29 |
| 3.6.5.2  | 抵抗器ブレーキ          | 30 |
| 3.6.5.3  | 過電圧コントロール (OVC)  | 30 |
| 3.6.5.4  | 直流ブレーキ           | 30 |
| 3.6.5.5  | 交流ブレーキ           | 30 |
| 3.6.5.6  | 直流保持             | 30 |
| 3.6.5.7  | 負荷分散             | 30 |
| 3.6.6    | 保護機能             | 30 |
| 3.6.6.1  | グリッド保護           | 30 |
| 3.6.6.2  | ドライブ保護機能         | 30 |
| 3.6.6.3  | モーター保護機能         | 31 |
| 3.6.6.4  | 外部接続コンポーネントの保護   | 31 |
| 3.6.6.5  | 自動定格ディレーティング     | 31 |
| 3.6.7    | 監視機能             | 31 |

|         |                     |    |
|---------|---------------------|----|
| 3.6.7.1 | 監視機能の概要             | 31 |
| 3.6.7.2 | 速度監視                | 31 |
| 3.6.7.3 | イベントログと動作カウンター      | 31 |
| 3.6.8   | ソフトウェアツール           | 31 |
| 3.6.8.1 | ソフトウェアツール概要         | 31 |
| 3.6.8.2 | MyDrive® Select     | 32 |
| 3.6.8.3 | MyDrive® Harmonics  | 32 |
| 3.6.8.4 | MyDrive® ecoSmart™  | 32 |
| 3.6.8.5 | MyDrive® Insight    | 32 |
| 3.7     | ブレーキ機能              | 32 |
| 3.7.1   | 機械的保留ブレーキ           | 32 |
| 3.7.2   | ダイナミック・ブレーキ         | 32 |
| 3.7.3   | ブレーキ抵抗器の選択          | 33 |
| 3.7.3.1 | はじめに                | 33 |
| 3.7.3.2 | ブレーキ抵抗の算出           | 33 |
| 3.7.3.3 | Danfoss 推奨ブレーキ抵抗の算出 | 34 |
| 3.7.3.4 | ブレーキ機能付きコントロール      | 35 |

## 4 仕様

|         |                    |    |
|---------|--------------------|----|
| 4.1     | 電気データ              | 36 |
| 4.1.1   | 主電源 1x100-120 V 交流 | 36 |
| 4.1.2   | 主電源 1x200-240 V 交流 | 36 |
| 4.1.3   | 主電源 3x200-240 V 交流 | 37 |
| 4.1.4   | 主電源 3x380-480 V 交流 | 37 |
| 4.2     | 一般技術データ            | 39 |
| 4.2.1   | 保護と機能              | 39 |
| 4.2.2   | グリッド側              | 39 |
| 4.2.3   | モーター出力とモーター・データ    | 40 |
| 4.2.4   | トルク特性              | 40 |
| 4.2.5   | 制御 I/O             | 40 |
| 4.2.5.1 | 制御 I/O の概要         | 40 |
| 4.2.5.2 | デジタルおよびパルス入力       | 40 |
| 4.2.5.3 | デジタルおよびパルス出力       | 41 |
| 4.2.5.4 | アナログ入力             | 41 |
| 4.2.5.5 | アナログ出力             | 42 |
| 4.2.5.6 | リレー出力              | 42 |
| 4.2.5.7 | 補助電圧               | 42 |



|                          |    |
|--------------------------|----|
| 4.2.6 RS485シリアル通信        | 43 |
| 4.2.7 周囲条件               | 43 |
| 4.2.7.1 周囲条件の概要          | 43 |
| 4.2.7.2 保管時の周囲条件         | 43 |
| 4.2.7.3 輸送中の周囲条件         | 44 |
| 4.2.7.4 動作中の周囲条件         | 44 |
| 4.3 ヒューズと遮断器             | 44 |
| 4.4 電源コネクタ               | 45 |
| 4.5 騒音                   | 46 |
| 4.6 EMC コンプライアンスレベル      | 47 |
| 4.6.1 EMC コンプライアンスレベルの概要 | 47 |
| 4.6.2 エミッション条件           | 48 |
| 4.6.3 EMC 耐性条件           | 48 |
| 4.7 EMC 適合性およびモーター・ケーブル長 | 49 |
| 4.8 dU/dt 条件             | 50 |
| 4.9 ディレーティング             | 51 |
| 4.9.1 ディレーティングの概要        | 51 |
| 4.9.2 手動ディレーティング         | 51 |
| 4.9.3 自動定格ディレーティング       | 55 |

## 5 外装寸法

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 5.1 IP20/ オープンタイプエンクロージャのサイズと寸法  | 56 |
| 5.2 IP21/UL タイプ 1 エンクロージャのサイズと寸法 | 57 |
| 5.3 NEMA 1 エンクロージャのサイズと寸法        | 58 |

## 6 機械的設置に関する考慮事項

|                     |    |
|---------------------|----|
| 6.1 出荷内容            | 59 |
| 6.2 製品ラベル           | 59 |
| 6.2.1 製品ラベルの概要      | 59 |
| 6.2.2 ドライブの製品ラベル    | 59 |
| 6.2.3 パッケージラベル      | 60 |
| 6.3 廃棄に関する注意事項      | 61 |
| 6.4 設置までの保管         | 61 |
| 6.4.1 コンデンサのリフォーミング | 61 |
| 6.4.2 安全な輸送と保管      | 62 |
| 6.5 設置の前提条件         | 63 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 6.5.1 設置の前提条件の概要         | 63 |
| 6.5.2 動作環境               | 63 |
| 6.6 メンテナンスに関する考慮事項       | 64 |
| 6.6.1 定期メンテナンス           | 64 |
| 6.6.2 予防保全に関する推奨事項       | 64 |
| 6.6.3 整備時のアクセス           | 66 |
| 6.6.4 ヒートシンクとファンの保守と整備   | 67 |
| 6.7 機械的設置                | 67 |
| 6.7.1 取り付けに関する考慮事項       | 67 |
| 6.7.2 取り付け場所             | 67 |
| 6.7.3 取り付け方向             | 68 |
| 6.7.4 推奨されるネジとボルト        | 68 |
| 6.7.5 穴あけパターン            | 69 |
| 6.7.6 設置におけるドライブの配置      | 70 |
| 6.7.7 冷却                 | 70 |
| 6.7.8 整備時のアクセスのための推奨スペース | 71 |

## 7 電氣的設置に関する考慮事項

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 7.1 電氣的設置に関する注意事項              | 73 |
| 7.2 配線図                        | 74 |
| 7.3 グリッドタイプと保護                 | 75 |
| 7.3.1 グリッドタイプ                  | 75 |
| 7.3.2 保護接地の電流および等電位化 / 漏洩電流の電流 | 75 |
| 7.3.3 PE 電流測定                  | 76 |
| 7.3.4 残留電流デバイス (RCD) 保護        | 77 |
| 7.3.5 絶縁監視装置                   | 78 |
| 7.4 EMC 準拠設置                   | 78 |
| 7.4.1 EMC 準拠設置のガイドライン          | 78 |
| 7.4.2 電源ケーブルおよび接地              | 80 |
| 7.4.3 コントロール・ケーブル              | 81 |
| 7.5 電気絶縁                       | 81 |
| 7.6 接地漏洩電流                     | 82 |
| 7.7 モーターの設置                    | 84 |
| 7.7.1 モーター選択に関する考慮事項           | 84 |
| 7.7.2 サポートモーター・タイプ             | 84 |
| 7.7.3 モーター絶縁                   | 84 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 7.7.4 軸受電流                  | 84  |
| 7.7.5 モーター熱保護               | 85  |
| 7.8 極端な運転条件                 | 86  |
| 7.9 電源ケーブル                  | 87  |
| 7.9.1 電源ケーブルに関する考慮事項        | 87  |
| 7.9.2 トルク要件                 | 88  |
| 7.10 電气的設置                  | 88  |
| 7.10.1 主電源、モーター、接地接続        | 88  |
| 7.10.2 モーターへの接続             | 90  |
| 7.10.3 交流主電源への接続            | 90  |
| 7.10.4 コントロール端子の種類          | 91  |
| 7.10.5 コントロールワイヤサイズとストリップ長さ | 92  |
| 7.10.6 ケーブル・シールド接続          | 93  |
| 7.10.7 負荷分散/ブレーキ            | 95  |
| <br>                        |     |
| 8 ご注文方法                     |     |
| 8.1 モデルコード                  | 97  |
| 8.2 付属品、スペア部品の注文            | 97  |
| 8.3 ブレーキ抵抗器の注文              | 99  |
| 8.3.1 はじめに                  | 99  |
| 8.3.2 ブレーキ抵抗器10% の注文        | 99  |
| 8.3.3 ブレーキ抵抗器40% の注文        | 100 |

## 1 導入と安全性

### 1.1 本デザインガイドの目的

本デザインガイドは、次のような有資格担当者を対象としています。

- プロジェクト及びシステムエンジニア。
- デザイン・コンサルタント。
- アプリケーション及び製品スペシャリスト。

このデザイン・ガイドには、iC2-Micro 周波数変換器 をモーター・コントロール及び監視システムに組み込む上で不可欠な、機能に関する技術情報が記載されています。その目的は、ドライブをシステムに統合するための設計上の考慮事項と計画用データを提供することです。ドライブの選択及び多様なアプリケーションならびに設置のオプション情報も記されています。設計段階で詳細な製品情報を見直すことで、最適な機能と効率を備えた熟考されたシステムの開発が可能になります。

このガイドは世界中の人が読むことを想定しています。したがって、どの国においても 国際単位と英単位の両方が表示されます。

### 1.2 補助的リソース

iC2-Micro 周波数変換器 の機能の理解、製品の安全な設置と操作に役立つ補助的リソースが用意されています。

- この操作ガイドには、ドライブの設置、試運転、保守に関する情報が記載されています。
- アプリケーション・ガイドでは、プログラム方法に関する情報を説明し、全パラメーターを解説します。
- 可変周波数ドライブについて知っておくべき事実は、<http://www.danfoss.com> からダウンロードできます。
- その他の補足資料、図面、ガイドは、<https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/> で入手できます。

Danfoss 製品ドキュメントの最新バージョンは、<http://drives.danfoss.com/downloads/portal> からダウンロードできます。

### 1.3 計画および設計サポート資料

Danfoss は、製品ライフサイクル全体を通じてサポートされる統合された製品環境へのアクセスを提供します。

#### ドキュメント

iC2-Micro 周波数変換器 の操作ガイド、アプリケーション・ガイド、デザインガイドは [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) からダウンロードできます。印刷版のガイドもご注文いただけます。

#### 図面

各ドライブの 2D および 3D 図面、および配線図は、標準ファイル形式で利用できます。

#### ソフトウェア

iC2-Micro 周波数変換器 の設定ファイルが利用可能です。MyDrive® Suite は、システム設計からサービスまで、ドライブのライフサイクル全体をサポートするツールを提供します。MyDrive® Suite は <https://suite.mydrive.danfoss.com/> で入手できます。

#### コンフィギュレータ

製品コンフィギュレータは、製品の選択に役立ちます。プロセスが完了すると、製品コンフィギュレータは関連文書とアクセサリのリストを提供します。

### 1.4 バージョン履歴

本ガイドは、定期的な見直しと更新が行われます。改善のためにあらゆるご提案を受け付けています。

本ガイドの元の言語は英語です。

表 1: バージョン履歴

| バージョン                    | 注釈            |
|--------------------------|---------------|
| AJ402315027937、バージョン0401 | 一般リリース 4 の更新。 |

## 1.5 安全記号

以下は、Danfoss 文書で使用されている記号です。

**危険**

回避できなかった場合に、死亡事故や深刻な人身事故を招く危険な状況を示します。

**警告**

回避できなかった場合に、死亡事故や深刻な人身事故を招く可能性のある危険な状況を示します。

**注意**

回避できなかった場合に、軽微あるいは中小程度の人身傷害を招く可能性のある危険な状況を示します。

**注意**

重要と考えられるが、ハザードに関連しない情報を示します（例えば、物的損害に関連するメッセージ）。

このガイドには、高温表面および火傷の危険、高電圧および電気ショックに関連する ISO 警告記号、および指示を参照する記号も含まれています。

|  |                           |
|--|---------------------------|
|  | ISO 警告記号 - 高温表面および火傷の危険   |
|  | ISO 警告記号 - 高電圧および電気ショック   |
|  | 取扱説明書を参照するための ISO アクション記号 |

## 1.6 医療機器

**警告**

### 電磁妨害

可変周波数ドライブとフィルタは、最大 300 GHz の電磁干渉を発生させ、ペースメーカーやその他の埋め込み医療機器の機能に影響を与える可能性があります。

## 1.7 一般的な安全に関する考慮事項

可変周波数ドライブを設置または操作する際は、取扱説明書に記載されている安全情報に注意してください。設置と操作に関する安全ガイドラインの詳細については、ドライブの操作ガイドを参照してください。



## 安全操作のガイドライン

- ドライブは、システム内の唯一の安全装置としては適していません。追加の監視および保護装置が、地域の安全ガイドラインと事故防止規制に従ってドライブ、モーター、アクセサリに設置されていることを確認してください。
- 自動故障リセット機能を起動したり、限界値を変更したりする前に、再起動後に危険な状況が生じないことを確認してください。自動リセット機能が有効になっている場合、モーターは自動故障リセット後に自動的に始動します。
- ドライブの動作中および主電源が接続されているときは、すべてのドアとカバーを閉じて、端子箱をねじ止めたままにしてください。
- 動作インジケーターが点灯しなくなっても、ドライブのコンポーネントとアクセサリは通電したまま、主電源に接続されている可能性があります。

### 警告

#### 安全意識の欠如

本ガイドは、怪我、機器またはシステムの損傷を防ぐために重要な情報を提供します。この情報に従わないと、死亡事故や重大な傷害事故、装置の深刻な損傷につながる可能性があります。

- 使用に存在する危険と安全対策を完全に理解してください。
- ドライブの電氣的作業を行う前に、ドライブへの電源をすべてロックアウト・タグアウトしてください。

### 警告



#### 危険な電圧

可変周波数ドライブが交流主電源に接続されている場合または直流端子に接続されている場合は危険な電圧を含んでいます。有資格技術者でない人が、設置、スタートアップ、保守を誤って行った場合、死亡事故や重大な傷害事故を招くことがあります。

- 設置、始動、保守は、有資格技術者のみが行ってください。

### 警告



#### 放電時間

ドライブの直流リンク・コンデンサは、ドライブの電源が入っていないときでも充電されています。警告表示ランプが点灯していない場合でも、高電圧が存在する可能性があります。

- モーターを停止し、バッテリーバックアップ、UPSおよび他のドライブに接続されている直流リンク接続も含めて、交流主電源、永久磁石式モーターおよびリモート直流リンク電源の接続をすべて外してください。
- 点検・修理を実施する前に、コンデンサが完全に放電されるまで待機し、それを測定してください。
- 最低待機時間は、放電時間の表に指定されています。

表 2: 放電時間

| エンクロージャーサイズ                 | 最小待機時間 (分) |
|-----------------------------|------------|
| MA01c-MA02c および MA01a-MA03a | 4          |
| MA04a-MA05a                 | 15         |



注意

**内部故障により危険**

ドライブの内部故障は、ドライブを正しく閉じないと、深刻な傷害事故を招くことがあります。

- 電力を供給する前に、すべての安全カバーが適切に配置され、しっかりと固定されていることを確認します。



注意

**高温表面**

ドライブには、ドライブの電源がオフになった後でも高温を保ち続ける金属部品があります。ドライブの高温を示すマーク（黄色の三角）に違反したときは、重大なやけどを引き起こすことがあります。

- 母線などの内部部品には、ドライブの電源がオフになった後でも非常に高温であり続けるものがあります。
- 高温マーク（黄色の三角）が付いた外側の部分には触れないでください。これらの領域は、ドライブの使用中小および電源を切った直後に高温になります。

## 1.8 有資格技術者

ユニットをトラブルのない状態で安全に操作できるようにするため、この機器の輸送、保管、組み立て、設置、プログラム、設定、保守、および廃棄は、証明された技能を持つ有資格者にのみ認められています。

証明された技能を有する人員とは:

- 有資格電気技術者、または有資格電気技術者によるトレーニングを受けた者であって、関連する法律および規則に従った装置、システム、工場および機械の操作経験を適切に有する人物。
- 健康および安全/事故防止に関する基本規則を理解している人物。
- 機器に付属するすべての取扱説明書に定める安全ガイドライン（特に、ドライブの操作ガイドに記載された指示事項）を読んで理解している人物。
- 特定のアプリケーションに適用される一般的基準および専門的基準について十分な知識を有する人物。

## 2 承認および認証

### 2.1 製品の承認と認証

iC2-Micro 周波数変換器 は必要な規格および指令に準拠しています。製品が持つ承認と認証の詳細については、製品タイプラベルと <http://www.danfoss.com> を参照してください。

証明書と適合宣言書は、ご要望に応じて、または <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/> から入手できます。

表 3: ドライブに適用される承認と認証

| 承認                                                                                  | 説明                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ドライブは、欧州経済領域における拡張単一市場に関する関連指令および関連規格に準拠しています。詳細情報については、を参照してください。                                                                                                                                                                            |
|    | Underwriters Laboratory (UL) マークは、標準化された試験に基づく製品の安全性とその環境に関する主張を示します。ドライブは UL 61800-5-1 に準拠しています。UL ファイル番号については、製品ラベルを参照してください。<br>UL 承認 CCN LZGH2/8 は、A2L 冷媒を使用する冷凍・空調設備で使用するための火災防止保護部品を対象とし、最終製品の通常または予想される異常な動作条件下で構成されています。              |
|   | CSA/cUL 承認は、定格電圧が 600 V 以下のドライブ用です。関連する UL/CSA 規格に準拠することにより、関連する情報やマーキングと共に安全設計が行われ、提供された操作ガイドまたは設置ガイドに従ってドライブが設置および保守されている場合、機器が電気的および熱安全性に関する UL 規格を満たすことが保証されます。このマークは、製品が必要なすべてのエンジニアリング仕様および試験に準拠していることを示します。コンプライアンス証明書は、ご要望に応じて提供されます。 |
|  | ドライブは、英国の関連規制および関連規格に準拠しています。<br><b>UKCA 連絡先情報：</b><br>Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, Great Britain                                                                                                                                        |
|  | RCM マークは、電磁適合性(EMC)の該当する技術標準への適合を示します。RCM マークへの適合は、オーストラリアとニュージーランドで電気装置や電子機器を販売する際に求められます。RCM マーク規制の取り決めは、伝導および放射エミッションのみを扱っています。ドライブについては、EN/IEC 61800-3 で指定された放射制限が適用されます。適合宣言はご要望に応じてのご提供となります。                                           |
|  | ドライブは、モロッコ市場の関連指令および関連規格に準拠しています。フランス語版の製品ガイドは <a href="https://www.danfoss.com/en/service-and-support/">https://www.danfoss.com/en/service-and-support/</a> からダウンロードしてください。                                                                  |
|  | 韓国認証 (KC) マークは、製品が関連する韓国規格に準拠していることを示します。                                                                                                                                                                                                     |

表 4: ドライブに適用される EU 指令

| EU 指令                                                                                                           | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 低電圧指令<br>(2014/35/EU)                                                                                           | 低電圧指令の目的は、意図した用途で正しく設置および保守された電気機器を操作する際に、電気機器によって引き起こされる危険から人、家畜、財産を保護することです。この指令は、電圧範囲が 50~1000 V AC（交流）及び 75~1500 V DC（直流）の電気装置に適用されます。                                                                                                                                                                       |
| EMC 指令<br>(2014/30/EU)                                                                                          | EMC (電磁適合性) 指令の目的は、電磁干渉を少なくして、電気装置及び設置の電磁波耐性を強化することです。EMC 指令の基本的な保護要件には、電磁干渉 (EMI) を発生させる装置、あるいは EMI の影響を受ける可能性のある操作を伴う装置は、電磁干渉の発生を制限するように設計され、設置や保守が正しく行われて目的に沿って使用された場合に適度なレベルの EMI 耐性を持つことが謳われています。<br>単独またはシステムの一部として使用される電気装置デバイスは、CE マークが付いている必要があります。システムには CE マークは必要ありませんが、EMC 指令の基本的な保護要件に適合しなければなりません。 |
| ErP 指令<br>(2009/125/EC)                                                                                         | ErP 指令は、エネルギー関連製品の欧州エコデザイン指令です。この指令は、ドライブを含むエネルギー関連製品のエコデザイン要件を設定し、最小限のエネルギー効率基準を確立することにより、製品のエネルギー消費と環境への影響を削減することを目的としています。                                                                                                                                                                                    |
| RoHS 指令<br>(2014/30/EU)                                                                                         | 有害物質の制限 (RoHS) 指令は、電子および電気製品の製造における有害物質の使用を制限する EU 指令です。詳細は <a href="http://www.danfoss.com">www.danfoss.com</a> をご覧ください。                                                                                                                                                                                        |
| 電気・電子機器廃棄物指令 (2012/19/EU)<br> | 電気・電子機器廃棄物指令 (WEEE 指令) は、あらゆる種類の電気製品の収集、リサイクル、回収の目標を設定しています。                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 2.2 基準

設置は、例えば NEC NFPA 70 または IEC 60364 規格シリーズなどの国内規制に準拠していなければなりません。

ドライブの設置と動作のガイドラインとして、以下の規格を推奨します。

- **EN IEC 61800-2: 2021年 可変速電力パワー・ドライブ・システム - パート 2**：一般要件 - 低電圧可変速交流パワー・ドライブ・システムの定格仕様。
- **EN IEC 61800-3: 2018年 可変速電力パワー・ドライブ・システム - パート 3**：EMC 要件および特定の試験方法。
- **EN IEC 61800-5-1: 2021年 可変速電力パワー・ドライブ・システム - パート 5-1**：安全要件 - 電気、熱、エネルギー。
- **EN IEC 61800-9-2: 2023年 可変速電力パワー・ドライブ・システム - パート 9-2**：パワードライブシステム、モータースターター、パワーエレクトロニクスおよびその駆動用途向けのエコデザイン - パワードライブシステムおよびモータースターター向けのエネルギー効率インジケータ。
- **EN IEC UL 60335-2-40: 2022年 家庭用および類似の電気機器 - パート 2-40**：電動ヒートポンプ、空調設備、除湿機の特別要件 - 付録 JJ、A2L 冷媒の発火を防ぐためのリレーおよび類似コンポーネントの許容可能な開放。

適合宣言書は [www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/](http://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/) で入手できます。

## 2.3 輸出管理規制

可変周波数ドライブは、地域および/または国の輸出管理規制の対象となる場合があります。EU と米国にはいわゆるデュアルユース製品（軍事用と非軍事用の両方の製品）に関する規制があり、現在は 600 Hz 以上で動作する能力を持つ可変周波数ドライブが含まれています。これらの製品はまだ販売できますが、ライセンスやエンドユーザーステートメントなどの一連の対策が必要です。

米国には、300～600 Hz の動作能力を持つ可変周波数ドライブに関する規制もあり、一部の国での販売が制限されています。米国の規制は、米国で製造された、米国または米国経由で輸出された、または米国含有量が 25% を超える、または一部の国では 10% を超えるすべての製品に適用されます。ECCN 番号は、輸出管理規制の対象となるすべての可変周波数ドライブを分類するために使用されます。ECCN 番号は、可変周波数ドライブに付属の文書に記載されています。可変周波数ドライブを再輸出する場合、関連する輸出管理規制に準拠していることを確認するのは輸出者の責任です。

さらに詳しい情報 についてはDanfoss にお問い合わせください。

## 3 iC2-Micro 周波数変換器

### 3.1 使用目的

ドライブは、以下を意図した電子モーターコントローラーです。

- システムフィードバック、又は外部コントローラーからのリモートコマンドに反応して、モーター速度の制御を行うこと。パワー・ドライブ・システムは、ドライブとモーターで構成されています。
- システム及びモーター状態監視。

ドライブは、モーター過負荷保護のために使用することもできます。

設定によっては、ドライブを独立的な用途に用いることができる一方で、より大きな装置や設置物の一部として用いることも可能です。

ドライブは、地域の法規に従って、住居環境、工業環境及び商業環境にて使用することができます。

#### 注意

住居環境では、この製品は無線干渉を生じさせる可能性があり、追加的な緩和措置が必要になる場合があります。

#### 予期される誤用

ドライブを、指定の動作条件・動作環境に準拠していない用途に使用しないでください。「仕様」の章に指定されている条件を遵守してください。

### 3.2 ブロック図

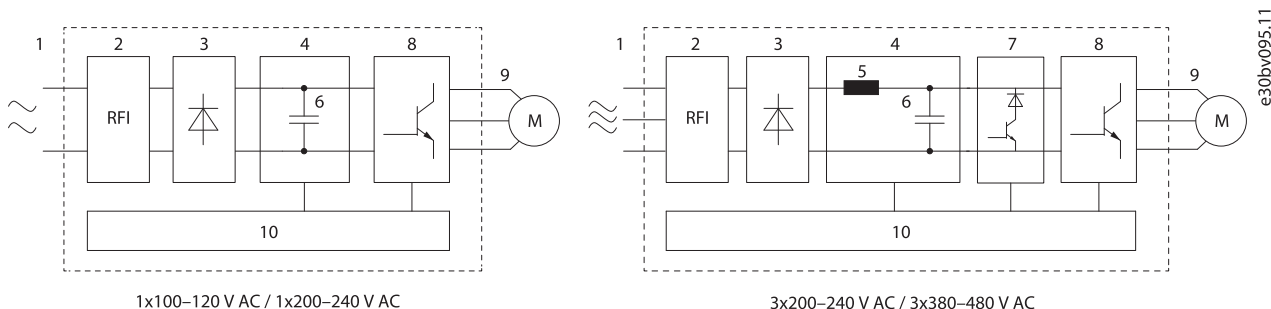


図 1: iC2-Micro 周波数変換器のブロック図

表 5: 各コンポーネントの機能

| 面積 | コンポーネント                | 機能                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 主電源入力                  | ドライブに対する交流主電源                                                                                                                                                                  |
| 2  | RFI フィルター              | RFI フィルターは、電磁両立性の規制要件を満たすために使用されます。                                                                                                                                            |
| 3  | 整流器                    | 整流器ブリッジがインバーターに電力供給するため交流を直流に変換します。                                                                                                                                            |
| 4  | 直流バス                   | 中間直流バス回路は、直流電流を操作します。                                                                                                                                                          |
| 5  | 直流リアクター <sup>(1)</sup> | <ul style="list-style-type: none"><li>直流リンク電流をフィルタリングします。</li><li>主電源トランジエント保護を提供します。</li><li>2乗平均平方根(RMS)電流を減じます。</li><li>ラインに反映する力率を上昇させます。</li><li>交流入力の高調波を減じます。</li></ul> |



表 5: 各コンポーネントの機能 (?????)

| 面積 | コンポーネント                  | 機能                                                                                                    |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | キャパシター・バンク               | • 直流電力を保持します。<br>• ショート電力損失に対するライド・スルー保護を提供します。                                                       |
| 7  | ブレーキ・チョッパ <sup>(2)</sup> | ブレーキ・チョッパは、負荷がエネルギーを戻すときに直流リンクで直流電圧を制御するために使用されます。                                                    |
| 8  | インバーター                   | 制御された可変出力をモーターへ供給するために、直流を制御されたPWM 交流波形へ変換します。                                                        |
| 9  | モーターへの出力                 | モーターに供給される制御された3相出力です。                                                                                |
| 10 | コントロール回路                 | • 効率良い運転と制御のため、入力電源、内部処理、出力、及びモーター電流は監視されます。<br>• ユーザー・インターフェイスと外部指令は監視され、実行されます。<br>• 状況の出力と制御が行えます。 |

1) 直流リアクターは、エンクロージャーサイズ MA05a にのみ適用されます。

2) ブレーキ・チョッパはエンクロージャーサイズ MA01a には適用されません。

### 3.3 パワー・ドライブ・システム用エコデザイン

#### 3.3.1 概要

システム全体のエネルギー効率は重要であり、欧州経済領域の拡大単一市場では、関連する法律に準拠することが必要です。

周波数変換器は IEC 61800-9-2 および EN 50598-2 に従って効率クラス IE0 から IE2 に分類されています。規格に従い、電力損失は、に示すように、8つの負荷点における定格皮相出力電力のパーセンテージとして測定されます。この情報は、システムの他の要素に関する情報とともに、システムレベル効率 (IES) を計算するために使用することができます。

損失の原因となる要素については、[3.3.2 電力損失と効率性](#) に記載されています。

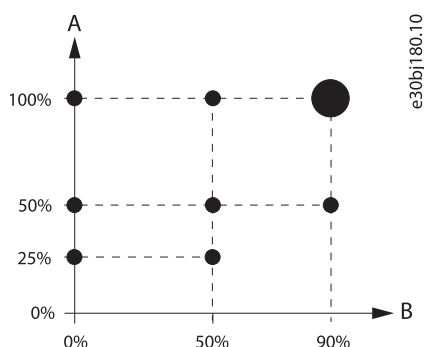


図 2: IEC 61800-9-2 (EN 50598) に準拠した動作点

周波数変換器には、100% の定格トルク発生電流と 90% の定格モーター固定子周波数における効率クラスと電力損失が表示されています。

[MyDrive® ecoSmart™](#) は以下に使用できます。

- IEC 61800-9-2 で定義されている部分負荷データを検索します。
- 周波数変換器とパワー・ドライブ・システムの効率クラスと部分負荷効率を計算します。
- 部分負荷損失データと IE および IES 効率クラスを文書化するレポートを作成します。

### 3.3.2 電力損失と効率性

システム内の電力損失の原因となる要素はに示されています。

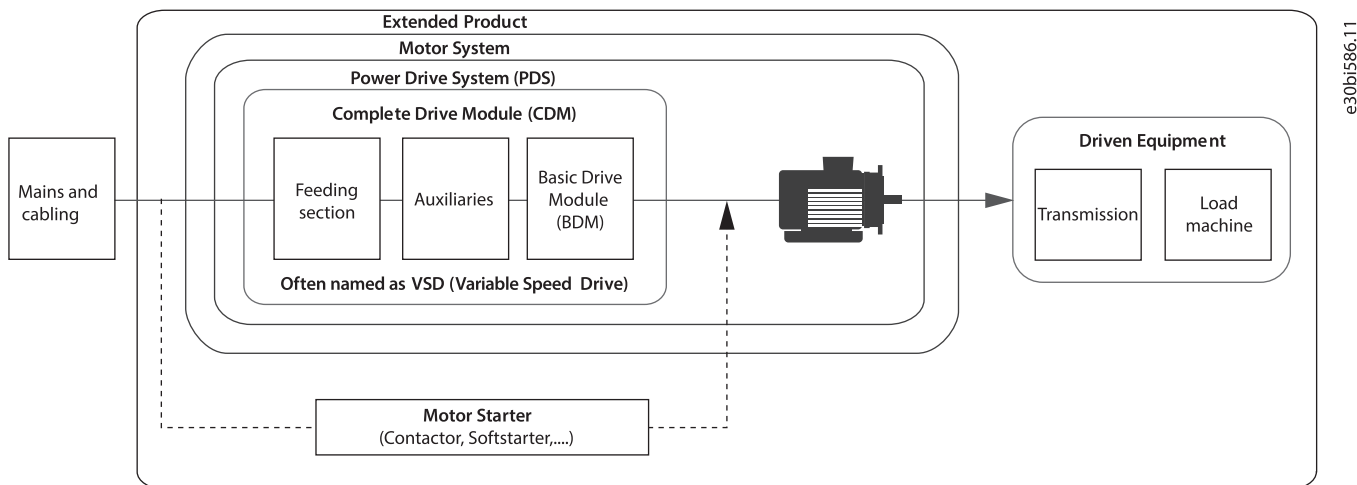


図 3: ドライブ・システムの設計

以下の構成部品はシステムに損失を引き起こす可能性があります：

- 主電源ケーブル。
- 外部入力フィルター（取り付けられている場合）。
- 周波数変換器。内蔵フィルター含む。
- 外部出力フィルター（取り付けられている場合）。
- モーター・ケーブル
- モーター。

周波数変換器自体は、システムの損失全体の一部のみを提供します。

#### 主電源ケーブル

主電源ケーブルの損失は、主にケーブルの抵抗によって引き起こされます。損失を最小限に抑えるには、ケーブルの長さを短くし、定格電流に適したサイズにする必要があります。

#### 外部入力フィルター

外部に追加された入力フィルターは、システム内の損失を増加させます。負荷分散セットアップで複数のドライブ間の負荷のバランスを取るために使用されるラインリアクタは、通常、約 1% の電圧降下があり、全負荷で最大 1% の損失を引き起こします。

専用高調波フィルターは通常、2～5% の損失をもたらします。

#### 周波数変換器

周波数変換器の損失は負荷によって異なります。特定の分類と電力損失データは製品ラベルに表示されています。詳細は [MyDrive® ecoSmart™](#) を参照してください。

#### 外部出力フィルター

外部に接続された出力フィルターはシステムに損失をもたらします。

- 正弦波フィルターは、出力周波数の PWM パターンを抑制し、正弦波出力をもたらします。結果として生じる損失は負荷に依存し、最大電力の 1～1.5% まで増加します。長いモーター・ケーブルを備えた設置で正弦波フィルターを使用すると、全体的な効率が向上します。

- dU/dt フィルターは PWM パターンの電圧上昇時間を制限します。その結果、フィルターはシステムに損失をもたらします。損失は負荷に依存し、最大電力の 0.5~1% まで増加します。
- コモン・モード・コアは、モーター・ケーブルの高周波ノイズを低減します。その結果、限定された損失がシステムに加わります。

### モーター・ケーブル

モーター・ケーブルの損失は主に抵抗損失によって引き起こされますが、周波数変換器のスイッチング周波数により、接地への容量結合によっても損失が引き起こされます。容量結合による損失は、モーター・ケーブルを慎重に選択し、ケーブルの長さをできるだけ短く保つことで低減できます。周波数変換器の出力に正弦波フィルターを使用すると、容量負荷による損失が低くなります。

### モーター

モーター損失は、選択したモーターの種類と効率カテゴリーによって異なります。IEC60034-30-1 は IE1 から IE4 までのさまざまな効率クラスを定義しています。

## 3.4 パワー・ハードウェア

iC2-Micro 周波数変換器 は、幅広い設置場所に適合するように設計されています。ユニットにはさまざまな保護等級が用意されているため、キャビネット内、機械に直接、専用の制御室に、あるいは自由に設置するのに適しています。

- IP20/オープンタイプは、密閉型キャビネットや同様のセットアップへの設置用に設計されています。
- IP21/UL タイプ 1（オプションとして IP21/タイプ 1 変換キット）は、屋内設置用に設計されています。

iC2-Micro 周波数変換器 は幅広い温度範囲での使用に適しています。動作温度範囲は、定格低減なしで、-20 °C ~ +55 °C (-4 °F ~ +131 °F)、および -10 °C ~ +50 °C (14 °F ~ +122 °F) です。

iC2-Micro 周波数変換器 のモーター出力は、短絡、地絡、過負荷から保護されています。熱監視は、モーターを保護するためにも提供されます。出力の無制限切り替えにより、接触器の使用またはドライブとモーター間の切断が可能になります。

統合フィルターは EMC 性能を最適化してグリッド上の高調波を低減し、出力要件に適合させます。内蔵 EMC フィルターは EMC 関連の設置要件に適合するように構成できます。含まれるもの：

- フィルターなしのドライブ（C4 準拠モデル）。
- 産業用ネットワーク（C2 準拠モデル）および家庭用設置（C1 準拠モデル）で使用するためのフィルター付きドライブ。

## 3.5 コントロールとインターフェイス

### 3.5.1 コントロール端子

- コントロール・ケーブルの端末は、すべてドライブ前部の端子カバーの下にあります。
- コントロール端子とスイッチの概要については、端子カバーの裏側を参照してください。

#### 注意

- ドライバーを使用して端子カバーを取り外します。を参照してください。

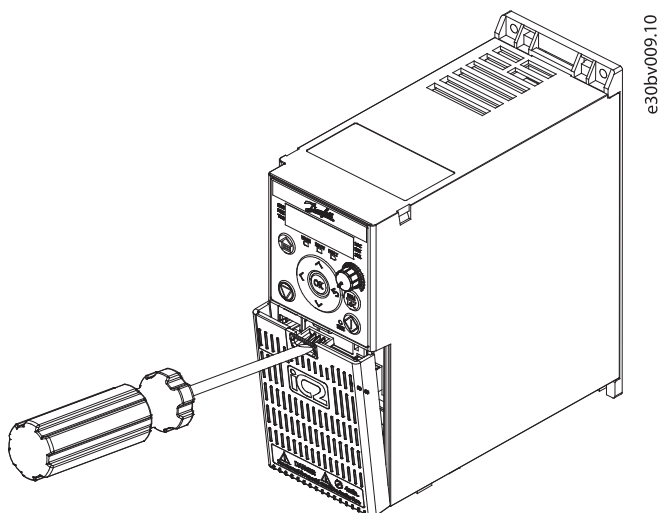


図 4: 端子カバーの取り外し

iC2-Micro 周波数変換器のコントロール端子は、すべてに示されています。

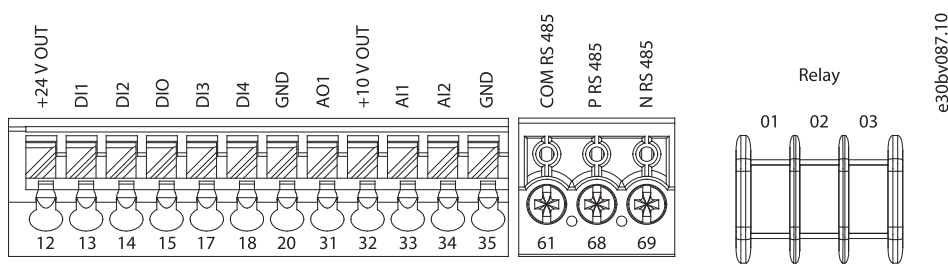


図 5: コントロール端子概要

### 3.5.2 RJ45 ポートおよび RS485 終端スイッチ

ドライブには Modbus 485 プロトコルに準拠した RJ45 ポートがあります。RJ45 ポートは以下の接続に使用されます。

- 外部コントロールパネル（コントロールパネル 2.0 OP2）
- クイックアダプター USB-C/RJ45 OAX00 経由の PC ツール（MyDrive® Insight）

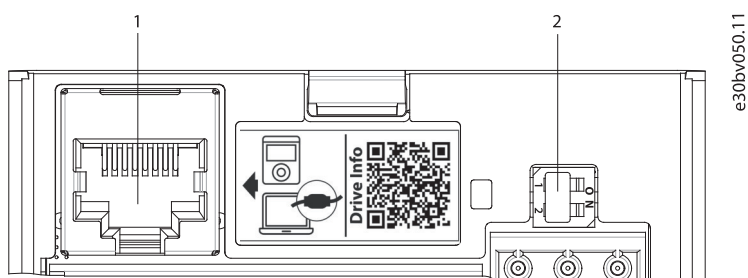


図 6: RJ45 ポートおよび RS485 終端スイッチ

- |            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| 1 RJ45 ポート | 2 RS485 終端スイッチ（ON=RS485 終端、OFF= 開） |
|------------|------------------------------------|

#### 注意

RJ45 ポートは、最大 3 m (9.8 ft) のシールドされた CAT5e ケーブルをサポートします。このケーブルは、ドライブを PC に直接接続するのに使用 **しません**。この注意に従わないと、パソコンが損傷する可能性があります。

## 注意

- ドライブがフィールドバスの末端にある場合、RS485 終端スイッチをオンに設定する必要があります。
- ドライブの電源が入っているときは RS485 終端スイッチを操作しないでください。

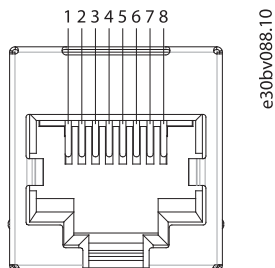


図 7: RJ45 のピン定義

|   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|
| 1 | 5 V 電源  | 2 | 5 V 電源  |
| 3 | GND     | 4 | RS485_P |
| 5 | RS485_N | 6 | GND     |
| 7 | 予約済み    | 8 | 予約済み    |

## 3.5.3 コントロールパネルとコントロールパネル 2.0 OP2

ドライブには、次の 2 種類のコントロールパネルがあります。

- **コントロールパネル** 内蔵されており、デフォルトでドライブに付属しています。コントロールパネルのボタンとインジケータについては、[3.5.4 コントロールパネルのボタンとインジケータ](#) を参照してください。
- **コントロールパネル 2.0 OP2**：ユーザーエクスペリエンスを向上させるオプション（アクセサリ）のコントロールパネル。このタイプのコントロール・パネルは、パラメーターによるドライブの設定、ドライブの状態の監視、イベント通知の視覚化を容易にします。コントロールパネル 2.0 OP2 のボタンとインジケータについては、[3.5.5 コントロールパネル 2.0 OP2 のボタンとインジケータ](#) を参照してください。

コントロールパネル 2.0 OP2 のより詳細な概要は次のとおりです。

- 2.03" モノクロ・ユーザーインターフェイス。
- ドライブの状態を識別する視覚 LED。
- ドライブの制御およびローカルとリモート操作の簡単な切り替え。
- パラメーター、選択、ステータスをより明確に表示する多言語ディスプレイ。
- パラメーター表示は、英数字、特殊文字、整数、浮動小数点、選択リスト、アプリケーションデータを設定するためのコマンドをサポートします。
- ドライブのパラメーター設定を他のドライブにコピーして、試運転を容易に行うことができます。
- 取り付けキットオプションを使用したキャビネットドアへの設置。

### 3.5.4 コントロールパネルのボタンとインジケータ

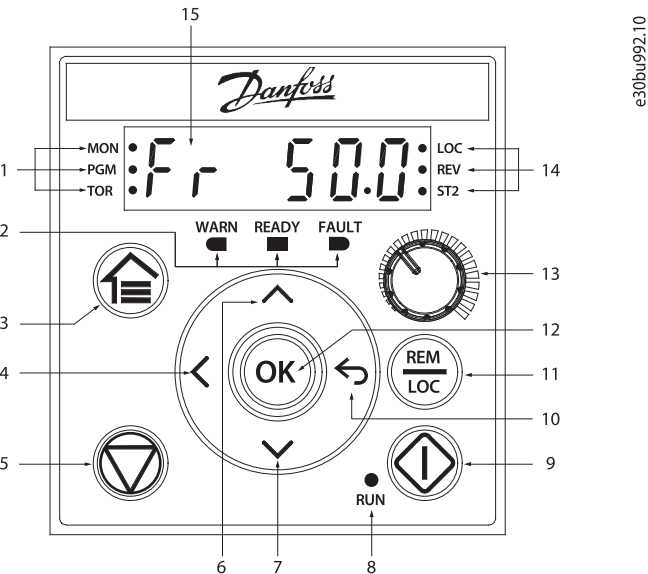


図 8: コントロールパネル

|    |             |    |          |
|----|-------------|----|----------|
| 1  | 状態表示        | 2  | 作動表示     |
| 3  | ホーム / メニュー  | 4  | 左        |
| 5  | 停止 / リセット   | 6  | 上        |
| 7  | 下           | 8  | 運転表示     |
| 9  | スタート        | 10 | Back(戻る) |
| 11 | リモート / ローカル | 12 | OK(確定)   |
| 13 | ポテンシオメーター   | 14 | 状態表示     |
| 15 | メインディスプレイ   |    |          |

表 6: 操作ボタンとポテンシオメーター

| 名称          | 機能                                                                                |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ホーム / メニュー  | ステータス表示とメインメニューへ切り替えができます。<br>長押しすると、パラメーターをすばやく読み取り、編集するためのショートカットメニューにアクセスできます。 |
| されます。       | 状態/パラメーターグループ/パラメータ番号を切り替え、パラメーター値を調整します。                                         |
| 左           | カーソルを 1 ビット左に移動します。                                                               |
| Back(戻る)    | メニュー構造の前のステップに移動するか、パラメーター値の調整中に設定をキャンセルします。                                      |
| OK(確定)      | 操作を確定します。                                                                         |
| リモート / ローカル | リモートモードとローカルモードを切り替えます。                                                           |
| スタート        | ローカルモードでドライブを始動します。                                                               |
| 停止 / リセット   | ローカルモードでドライブを停止します。<br>ドライブをリセットして不具合をクリアします。                                     |
| ポテンシオメーター   | 速度指令信号値がポテンシオメーターとして選択されている場合に速度指令信号値を変更します。                                      |



表 7: 状態表示ランプ

| 名称  | 機能                            |
|-----|-------------------------------|
| MON | オン：メインディスプレイにはドライブの状態が表示されます。 |
| PGM | オン：ドライブはプログラミング状態です。          |
| TOR | オン：ドライブはトルクモードです。             |
|     | オフ：ドライブは速度モードです。              |
| LOC | オン：ドライブはローカルモードです。            |
|     | オフ：ドライブはリモートモードです。            |
| REV | オン：ドライブは逆方向です。                |
|     | オフ：ドライブは前進方向です。               |
| ST2 | をご参照ください。                     |

表 8: 作動表示ランプ

| 名称    | 機能                  |
|-------|---------------------|
| WARN  | 警告が発生すると点灯し続けます。    |
| READY | ドライブの準備が完了すると点灯します。 |
| FAULT | エラーが発生すると点滅します。     |

表 9: 運転表示ランプ

| 名称  | 機能                                                  |
|-----|-----------------------------------------------------|
| RUN | オン：ドライブは通常動作中です。                                    |
|     | オフ：ドライブが停止しました。                                     |
|     | 点滅：モーター停止プロセスで；またはドライブがRUNコマンドを受信しましたが、周波数出力がありません。 |

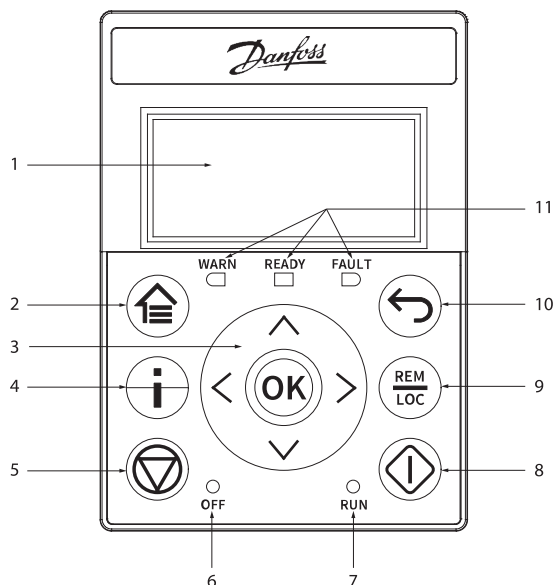
表 10: マルチセタアップ表示ランプ

| ST2                      | オフ   | オン   | 点滅   | すばやい点滅 |
|--------------------------|------|------|------|--------|
| アクティブ設定 <sup>(1)</sup>   | 設定 1 | 設定 2 | 設定 1 | 設定 2   |
| プログラミング設定 <sup>(2)</sup> | 設定 1 | 設定 2 | 設定 2 | 設定 1   |

1) パラメーター P 6.6.1 Active Setup でアクティブ設定を選択します。

2) パラメーター P 6.6.2 Active Setup でプログラミング設定を選択します。

## 3.5.5 コントロールパネル 2.0 OP2 のボタンとインジケータ



e30bv123.10

図 9: コントロールパネル 2.0 OP2 の概要

表 11: コントロールパネル要素の説明

| 番号 | 要素の名前      | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | ディスプレイ     | コンテンツと設定へのアクセスを提供します。ディスプレイには、ドライブの状態に関する詳細情報が表示されます。                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2  | ホーム / メニュー | <ul style="list-style-type: none"><li>ステータス表示とメインメニューへ切り替えができます。</li><li>長押しすると、パラメーターをすばやく読み取り、編集するためのショートカットメニューにアクセスできます。</li></ul>                                                                                                                                                                                              |
| 3  | 矢印と [OK]   | <ul style="list-style-type: none"><li><b>矢印</b>: さまざまな画面とメニューをナビゲートし、パラメーター値を調整します。</li><li><b>[OK]</b>: コントロールパネルディスプレイの選択とデータを確定します。</li></ul>                                                                                                                                                                                    |
| 4  | Info(情報)   | ホーム画面の Info ボタンを押すと、ドライブの種類、注文したモデルコード、ドライブのシリアル番号、アプリケーションバージョンなどのドライブ情報が表示されます。                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5  | 停止 / リセット  | ドライブの動作を停止します。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6  | OFF LED    | インジケータには以下の状態があります。 <ul style="list-style-type: none"><li><b>常時オン</b>: 以下の場合、インジケータはこの状態になります。<ul style="list-style-type: none"><li>ドライブが変調せず、ドライブがフリーランしています。</li><li>停止またはフリーラン信号が適用されます。ランプ時間、保護、停止機能により、この状態が長くなります。</li></ul></li><li><b>オフ</b>: ドライブが動作中で、スタート信号が適用され、出力がアクティブです。これにはランプ、速度指令信号での運転、および AMA も含まれます。</li></ul> |
| 7  | RUN LED    | インジケータには以下の状態があります。 <ul style="list-style-type: none"><li><b>オン</b>: ドライブは通常動作中です。</li><li><b>オフ</b>: ドライブが停止しました。</li><li><b>点滅</b>: 以下の場合、インジケータはこの状態になります。<ul style="list-style-type: none"><li>モーター停止プロセス中（立ち下がり）。</li><li>ドライブがRUNコマンドを受信しましたが、周波数出力はありません。</li></ul></li></ul>                                                |

表 11: コントロールパネルエレメントの説明 (?????)

| 番号 | 要素の名前    | 説明                                                                                                                                                                                                    |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | 運転       | ドライブの動作を開始します。                                                                                                                                                                                        |
| 9  | REM/LOC  | ドライブのリモート操作とローカル操作を切り替えます。                                                                                                                                                                            |
| 10 | Back(戻る) | 以前に表示した画面または現在のメニューより上のメニューレベルに移動します。                                                                                                                                                                 |
| 11 | ドライブ状況表示 | <p>関連する LED は、ドライブのステータスを示します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• [WARN]: 黄色の点灯は警告を示します。</li> <li>• [READY]: 緑色の点灯は、ドライブの準備ができていていることを示します。</li> <li>• [FAULT]: 赤色の点滅は、不具合を示します。</li> </ul> |

### 3.5.6 端子カバーのスライドドア

RJ45 ポートの保護カバーであるスライドドアは、ドライブの端子カバー上に設計されています。ドライブがキャビネットドアに設置可能なコントロールパネル 2.0 OP2 オプションに接続されている場合、スライドドアを取り外して端子カバーがドライブに残っていることを確認し、安全な動作を確保します。

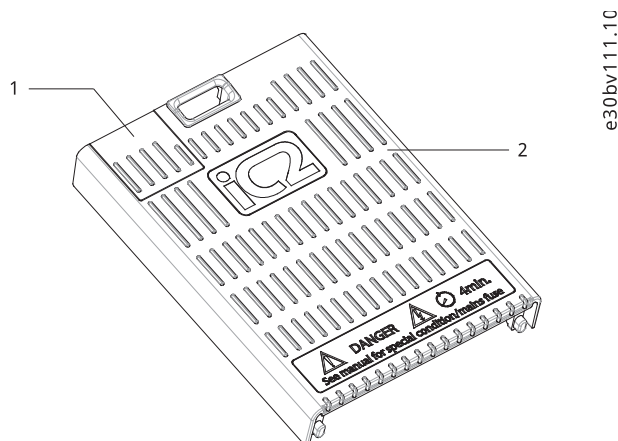


図 10: 端子カバーのスライドドア

|   |        |   |       |
|---|--------|---|-------|
| 1 | スライドドア | 2 | 端子カバー |
|---|--------|---|-------|

#### 分解

1. ドライバーを使用して端子カバーを取り外します。 [3.5.1 コントロール端子](#)を参照してください。
2. 端子カバーの内側から、ドライバーでスロットを押してスライドドアを解除し、スライドさせて外します。

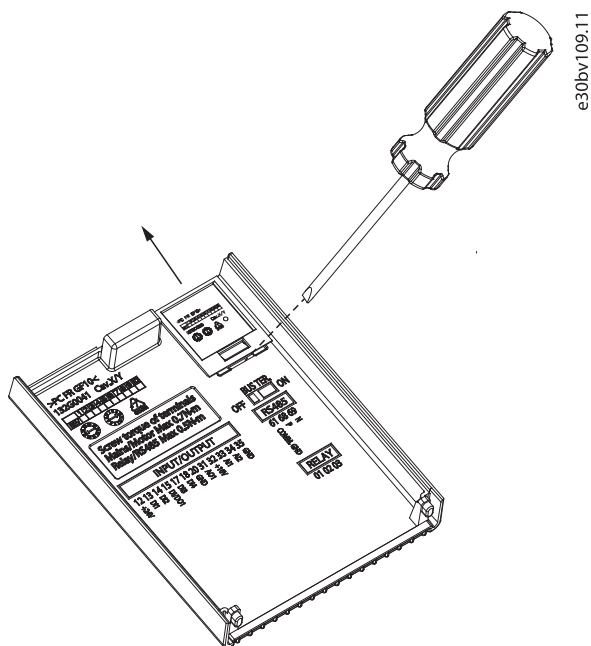


図 11: スライドドアの取り外し

## 再組立て

1. スライドドアを端子カバーにスライドさせます。

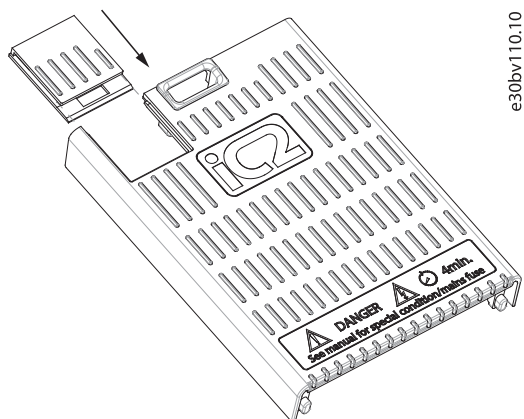


図 12: スライドドアの取り付け

## 3.6 アプリケーションソフトウェア

### 3.6.1 iC2-Micro アプリケーションソフトウェアの概要

アプリケーションソフトウェアは、iC2-Micro 周波数変換器 に付属するデフォルトおよび標準ソフトウェアです。機能については、以下のセクションで簡単に説明します。

- 基本機能
- コントローラー
- 保護機能
- ソフトウェアツール

## 3.6.2 基本機能

### 3.6.2.1 基本機能の概要

アプリケーション・ソフトウェアは、ドライブがiC2-Micro ドライブを使用して任意のアプリケーションを制御することを可能にする幅広い基本機能で構成されています。

### 3.6.2.2 指令信号の処理

アプリケーション制御のニーズに適合する複数のソースからの指令信号を自由に定義できます。

以下の指令信号があります。

- アナログ入力
- パルス入力としてのデジタル入力
- フィールドバスからの指令信号
- 内部の設定
- コントロールパネルからのローカル指令信号
- コントロールパネル内蔵ポテンショメーター

指令信号を追加して、周波数変換器に基準を生成することができます。最終指令信号は、-100% から 100% までスケールされます。

### 3.6.2.3 2つのセットアップ

周波数変換器には2つの設定があります。各セットアップは、さまざまな用途のニーズに合わせて個別にパラメーター化できます。

運転中にセットアップを切り替えることができ、迅速な切り替えが可能です。

### 3.6.2.4 ランプ

周波数変換器ではリニア、正弦ランプ、正弦2ランプがサポートされています。リニアランプは一定の加速を提供します。正弦ランプは、加速プロセスの開始時と終了時にソフトな遷移を伴う非線形加速を提供します。

### 3.6.2.5 クイック停止

状況によっては、アプリケーションをすばやく停止する必要がある場合があります。この目的のため、ドライブは同期モーター速度から 0 RPM までの特定の減速ランプ時間をサポートします。

### 3.6.2.6 回転方向の制限

モーターの回転方向は、意図しない回転方向を回避するため、1方向（時計回りまたは反時計回り）のみに運転するように事前設定できます。

### 3.6.2.7 モーター相スイッチ

モーター相ケーブルが設置中に間違った順序で設置された場合は、回転方向が変わることがあります。これにより、モーター相の順序を変更する必要がなくなります。

### 3.6.2.8 ジョグモードでのインテング

周波数変換器には、試運転、保守、または整備中に使用するための事前定義された速度設定があります。ジョグモード動作はプリセット速度に設定されます。

### 3.6.2.9 周波数バイパス

動作中に特定のモーター周波数をバイパスできます。この機能は、機械の機械的共振を最小限に抑えて回避し、システムの振動と騒音を制限するのに役立ちます。

### 3.6.2.10 自動再スタート

軽微な不具合やトリップの場合、ドライブは自動再スタートを行い、ドライブの手動リセットが不要になります。これにより、リモート制御システムでの自動運転が強化されます。自動再スタートを使用する際は、危険な状況が発生しないようにしてください。

### 3.6.2.11 フライング・スタート

フライング・スタートにより、ドライブは、モーターの制御を引き継ぐ前に、自由回転モーターと同期できます。実際の速度でモーターの制御を引き継ぐことで、システムへの機械的ストレスを最小限に抑えます。例えば、この機能はファンや遠心分離機の用途に関連します。

### 3.6.2.12 主電源降下

ドライブが動作を継続できない主電源降下の場合は、トリップ、フリーラン、コントロールされた立ち下がりなどの事前定義されたアクションを選択できます。

### 3.6.2.13 動的なバックアップ

動的なバックアップにより、システム内に十分なエネルギーがある場合、例えば慣性として、または負荷を下げる際に、ドライブが制御状態を維持できます。これにより、機械のコントロール済み停止が可能になります。

### 3.6.2.14 共振制動

高周波数モーターの共振雑音は、共振制動を使用することにより排除することができます。選択した周波数の制動を自動または手動で行うことができます。

### 3.6.2.15 機械的ブレーキ・コントロール

単純なホイスト、パレタイザー、立体倉庫、下り坂コンベアなどの用途では、モーターがドライブによって制御されていない場合や電源がオフのときに、機械的ブレーキを使用して負荷を静止状態に保ちます。

機械的ブレーキ・コントロール機能は、機械的ブレーキの作動と作動解除を制御することにより、機械的ブレーキと負荷を保持するモーターとの間のスムーズな移行を保証します。

### 3.6.2.16 コントローラー

ドライブには、実際の用途の最適な制御を提供する3種類のコントローラーがあります。コントローラーは以下をカバーします。

- プロセス制御
- 速度コントロールオープンループ
- トルク制御オープンループ

#### プロセスコントローラー

プロセスコントローラは、例えば、一定の圧力、流量、または温度が必要なシステム内のプロセスを制御できます。アプリケーションからのフィードバックはドライブに接続され、実際の出力値を提供します。コントローラーは、出力がモーター速度をコントロールすることによって提供される速度指令信号と一致していることを確認します。速度指令信号ソースとフィードバック信号が変換され、実際の制御値にスケールリングされます。

#### 速度コントローラー

オープンループ速度コントロールは、モーターの回転速度を正確に制御します。

オープンループモード（速度の外部フィードバック信号なし）では、外部センサーは不要です。オープンループ速度コントロールにより、設置と試運転が容易になり、センサーの不具合のリスクを排除します。

#### トルク・コントローラー

内蔵のトルク・コントローラーは、トルクの最適な制御を提供し、オープンループ制御をサポートします。

### 3.6.3 IO コントロールと読み出し

ドライブのハードウェア構成に応じて、デジタルおよびアナログ入力、デジタルおよびアナログ出力、リレー出力が利用可能です。I/O は、ドライブからアプリケーションを制御するために設定および使用できます。

すべての I/O はドライブのフィールドバスによってアドレス指定されるため、すべての I/O はリモート I/O ノードとして使用できます。

### 3.6.4 モーター・コントロール機能

#### 3.6.4.1 モーター・コントロール機能の概要

モーター・コントロールは、最も基本的なアプリケーションから高性能モーター・コントロールを必要とするアプリケーションまで、幅広いアプリケーションに対応します。

#### 3.6.4.2 モーター・タイプ

ドライブは、次のような標準的なモーターをサポートします。

- 誘導モーター
- 永久磁石モーター

#### 3.6.4.3 負荷特性

実際の用途のニーズに合わせて、さまざまな負荷特性がサポートされています。

- **可変トルク**：負荷が速度の 2 乗に比例する、ファンと遠心ポンプの典型的な負荷特性。
- **一定トルク**：速度範囲全体にわたってトルクが必要な機械に使用される負荷特性。代表的な用途の例としては、コンベア、押出成形機、デカンタ、コンプレッサー、ウインチなどがあります。

#### 3.6.4.4 モーター・コントロールの原則

用途のニーズに合わせて、モーターを制御するさまざまな制御原理を選択できます。

- 特殊制御のための U/f 制御
- 汎用アプリケーションニーズ向けの VVC+ 制御

#### 3.6.4.5 モーター銘板とカタログ

実際のドライブの典型的なモーター・データは工場出荷時に事前設定されているため、ほとんどのモーターを動作させることができます。試運転中、実際のモーター・データはドライブの設定に入力され、モーター・コントロールを最適化します。

#### 3.6.4.6 自動モーター適合 (AMA)

自動モーター適合 (AMA) は、シャフト性能を向上させるためのモーター・パラメーターの最適化を提供します。モーターの銘板データと停止状態におけるモーターの測定値に基づいて、主要なモーター・パラメーターが再計算され、モーター・コントロール・アルゴリズムの微調整に使用されます。

#### 3.6.4.7 自動エネルギー最適化 (AEO)

自動エネルギー最適化 (AEO) 機能は、実際の負荷点でのエネルギー消費量の低減に焦点を当てて制御を最適化します。

### 3.6.5 負荷の制動

#### 3.6.5.1 負荷の制動に関する概要

ドライブによって制御されるモーターを減速させる場合、様々な機能を使用できます。特定の機能は、用途と停止する必要性に基づいて選択されます。



### 3.6.5.2 抵抗器ブレーキ

高速または連続ブレーキが必要な用途では、通常、ブレーキ・チョッパー付きのドライブフィットが使用されます。アプリケーションのブレーキ中にモーターによって生成された余分なエネルギーは、接続されたブレーキ抵抗器に消散されます。ブレーキ性能は、特定のドライブ定格と選択されたブレーキ抵抗器によって異なります。

### 3.6.5.3 過電圧コントロール (OVC)

ブレーキ時間が重要でない場合、または負荷が変動する場合は、過電圧コントロール (OVC) 機能を使用してアプリケーションの停止を制御します。ドライブは、定義された立ち下がり時間内にブレーキをかけることが不可能な場合に立ち下がり時間を延長します。この機能は、巻き上げ用途、高慣性システム、または連続ブレーキが必要な場合には使用しないでください。

### 3.6.5.4 直流ブレーキ

低速でブレーキをかける場合は、直流ブレーキ機能を使用してモーターのブレーキ制動を改善できます。交流電流に少し直流電流を加え、ブレーキ能力をわずかに増加させます。

### 3.6.5.5 交流ブレーキ

モーターが非周期的に動作する用途では、交流ブレーキを使用してブレーキ時間を短縮することができます。これは、誘導モーターでのみサポートされています。ブレーキ中にモーターの損失が増加すると、余分なエネルギーが消失します。

### 3.6.5.6 直流保持

直流保持は、停止状態でローターに制限された保持トルクを提供します。

### 3.6.5.7 負荷分散

一部の用途では、2 台以上のドライブが同時に用途を制御しています。ドライブの 1 つがモーターを減速している場合、モーターを駆動するドライブの直流リンクに過剰なエネルギーを供給し、総エネルギー消費量を削減することができます。この機能は、例えば、小型パワーサイズのドライブがジェネレータモードで動作するデカンタや梳綿機などで有効です。

## 3.6.6 保護機能

### 3.6.6.1 グリッド保護

ドライブは、適切な動作に影響を与える可能性のある電力グリッドの状態から保護されます。

グリッドは位相不均衡と位相損失を監視します。アンバランスが内部限界を超えると警告が表示され、ユーザーは適切な措置を開始できます。

グリッドの電圧不足または過電圧の場合、状況が臨界制限を維持または超過すると、ドライブは警告を発し、動作を停止します。

### 3.6.6.2 ドライブ保護機能

ドライブは動作中に監視および保護されます。

内蔵温度センサーが実際の温度を測定し、ドライブを保護するための関連情報を提供します。温度が公称温度条件を超えると、定格値のデレーティングが適用されます。温度が許容動作範囲外になると、ドライブは動作を停止します。

モーター電流は 3 相すべてで連続的に監視されます。2 相間の短絡または接地不具合が発生した場合、ドライブはこれを検出し、直ちに電源を切ります。運転中に出力電流が許容時間より長く定格値を超えている場合、ドライブは停止し、過負荷警報を報告します。

ドライブの直流リンク電圧が監視されます。危険レベルを超えると警告が発せられ、ドライブが停止します。状況が解決されない場合、ドライブは警報を発します。

### 3.6.6.3 モーター保護機能

ドライブは、モーターとアプリケーションを保護するさまざまな機能を提供します。

出力電流測定は、モーターを保護するための情報を提供します。過電流、短絡、地絡、モーター相接続の喪失を検出し、関連する保護を開始することができます。

速度、電流、トルク制限の監視は、モーターとアプリケーションをさらに保護します。

ロックされたローター保護は、モーターのローターがブロックされた状態でドライブが始動しないようにします。

モーター熱保護は、実際の負荷に基づくモーター温度の計算として、または PTC などの外部温度センサーによって提供されます。

### 3.6.6.4 外部接続コンポーネントの保護

ブレーキ抵抗器などの外部接続オプションを監視できます。

ブレーキ抵抗器は、熱過負荷、短絡、接続不足を監視します。

### 3.6.6.5 自動定格ディレーティング

ドライブの自動定格ディレーティングにより、公称動作条件を超えても動作を継続できます。これに影響を与える典型的な要因は、温度、高い直流リンク電圧、高モーター負荷、または 0 Hz に近い動作です。定格値のディレーティングは、通常、スイッチング周波数の低下またはスイッチパターンの変化として適用され、結果として熱損失が低下します。

## 3.6.7 監視機能

### 3.6.7.1 監視機能の概要

ドライブには、動作条件、グリッド条件、ドライブ履歴データに関する情報を提供する幅広い監視機能が装備されています。この情報にアクセスすると、運転条件の分析や故障の特定に役立ちます。

### 3.6.7.2 速度監視

動作中はモーター速度を監視できます。速度が最小および最大限度を超えると、ユーザーに通知され、適切なアクションを開始できます。

### 3.6.7.3 イベントログと動作カウンター

イベントログは、最近登録された不具合へのアクセスを提供し、ドライブで何が起きたかを分析するための関連情報を提供します。

動作カウンターは、ドライブの使用状況に関する情報を提供します。動作時間、運転時間、使用 kWh、電源投入回数、過電圧、過温度などの値は、利用可能な読み出しの例です。

## 3.6.8 ソフトウェアツール

### 3.6.8.1 ソフトウェアツール概要

Danfoss は、可変周波数ドライブの操作を容易にし、最高レベルのカスタマイズを実現するように設計されたデスクトップソフトウェアツールスイートを提供します。

API と Danfoss デバイスインターフェイスにより、ツールを独自のシステムやビジネスプロセスに統合できます。MyDrive® ツールは、システム設計からサービスまで、ドライブのライフサイクル全体をサポートします。一部のツールは無料で利用でき、一部はサブスクリプションが必要です。

MyDrive® ツールの詳細については、MyDrive のドキュメントを参照してください。

### 3.6.8.2 MyDrive® Select

MyDrive® Select は、計算されたモーター負荷電流、周囲温度、電流制限に基づいて周波数変換器のサイズを決定します。サイジング結果はグラフ形式と数値形式で表示でき、効率、電力損失、インバーター負荷電流の計算が含まれます。結果のドキュメントは .pdf または .xls 形式で利用でき、MyDrive® Harmonics にインポートして、高調波歪みの評価や、最も認められている高調波規格や推奨事項への適合性検証に使用できます。

MyDrive® Select は web ベースのツールとして [select.mydrive.danfoss.com](https://select.mydrive.danfoss.com) からご利用いただけます。また、アプリストアからダウンロードできるモバイルデバイスアプリとしても利用できます。

### 3.6.8.3 MyDrive® Harmonics

MyDrive® Harmonics は、設置に高調波緩和ソリューションを追加するメリットを推定し、システムの高調波歪みを計算します。評価は、新規設置の場合と既存の設置を拡張する場合の両方で実行できます。

無料バージョンでは、予想される一般的なシステム性能の概要をすばやく確認できます。MyDrive® Harmonics のエキスパートバージョンにはサブスクリプションが必要です。高調波プロジェクトの保存と共有、MyDrive® Select からプロジェクトのインポート、Danfoss 高調波緩和製品の追加など、より多くの機能を利用できるようになります。

### 3.6.8.4 MyDrive® ecoSmart™

MyDrive® ecoSmart™ は IEC 61800-9 に準拠し、使用されているドライブのエネルギー効率とシステム効率クラスを決定します。

MyDrive® ecoSmart™ は、選択したモーター、負荷点、可変周波数ドライブに関する情報を使用して、スタンドアロン・ドライブ (CDM) またはモーター付きドライブ (PDS) いずれかの Danfoss 可変周波数ドライブの効率クラスと部分負荷効率を計算します。

MyDrive® ecoSmart™ は、ウェブベースのツールとして [ecosmart.mydrive.danfoss.com](https://ecosmart.mydrive.danfoss.com) から、またアプリストアからダウンロードできるモバイルデバイスアプリとしてご利用いただけます。

### 3.6.8.5 MyDrive® Insight

MyDrive® Insight は、ドライブの試運転、エンジニアリング、監視のためのソフトウェアツールです。MyDrive® Insight は、パラメーターの設定、ソフトウェアのアップグレード、機能的な安全機能と状態ベースの監視の設定に使用できます。

MyDrive® Insight 内でのバックアップの作成、バックアップからのシステム復元、データロギングは、ストレージデバイスとして microSD カードの使用をサポートします。

## 3.7 ブレーキ機能

### 3.7.1 機械的保留ブレーキ

機械的保留ブレーキがモーター・シャフトに直接実装されている場合には、静的ブレーキがかかります。

#### 注意

保留ブレーキが安全チェーンに含まれている場合、ドライブは機械的ブレーキの安全な制御を提供できません。

- ブレーキ・コントロールの冗長回路を設備全体に含みます。

### 3.7.2 ダイナミック・ブレーキ

ダイナミック・ブレーキは以下によって成立します:

- 抵抗器ブレーキ: ブレーキ IGBT は、モーターのブレーキ・エネルギーを接続されているブレーキ抵抗器に伝達することで、過電圧をあるしきい値以下に維持します(パラメーター **P 3.2.1 Enable Brake Chopper = [1] Enable**)。パラメーター **P 3.2.2 Brake Chopper Voltage Reduce** のしきい値を、3x380-480 V の 70 V 範囲で調整します。

- 交流ブレーキ: ブレーキ・エネルギーは、モーターの損失状態を変化させることで、モーター内に分散されます。交流ブレーキ機能は、モーターが過熱するため、高サイクル周波数のアプリケーションでは使用できません（パラメーター P 3.2.1 Enable Brake Chopper = [1] Enable）。
- 直流ブレーキ: 交流電流に加えられた過変調直流電流は、渦電流ブレーキとして機能します（パラメーター P 5.7.3 DC Brake Time ≠ 0 秒）。

### 3.7.3 ブレーキ抵抗器の選択

#### 3.7.3.1 はじめに

回生ブレーキの高い要求に対処するには、ブレーキ抵抗器が必要です。ブレーキ抵抗器を使用すると熱は必ずブレーキ抵抗器に吸収され、ドライブには吸収されません。

各ブレーキ時間に抵抗器に伝達される運動エネルギーの量が分かっていない場合、サイクル時間とブレーキ時間に基づいて平均出力を計算します。抵抗器断続負荷サイクルは、抵抗器がアクティブとなる負荷サイクルを表します。一般的なブレーキサイクルはに示されています。

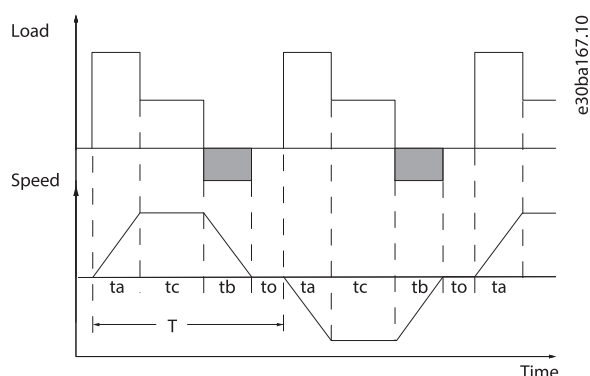


図 13: 一般的なブレーキサイクル

抵抗器の断続負荷サイクルは以下のように計算します:

$$\text{負荷サイクル} = t_b / T$$

$t_b$  は、秒単位の減速時間です。

$T$  = サイクル時間、単位秒

表 12: 高過負荷トルクレベルでの制動

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| サイクル時間（秒）                     | 120 |
| 100% トルクでのブレーキ負荷サイクル          | 連続  |
| オーバートルク（150/160%）時のブレーキ負荷サイクル | 40% |

Danfoss は、負荷サイクルが 10%、及び 40% のブレーキ抵抗器を用意しています。10% の負荷サイクルの場合、サイクル時間の 10% に相当するブレーキ電力をブレーキ抵抗器が吸収できます。残るサイクル時間の 90% は、余分な熱を放散するために使用されます。

#### 注意

抵抗器が、必要とされるブレーキ時間に適するように設計されていることを確認します。

#### 3.7.3.2 ブレーキ抵抗の算出

ブレーキ抵抗器の最大許容負荷は所定の断続使用サイクルにおけるピーク電力で表され、次のように計算できます。

$$R_{br}[\Omega] = \frac{U_{dc,br}^2 \times 0.83}{P_{peak}}$$

ここで

$$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br}[\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}[W]$$

示されているように、ブレーキ抵抗器の性能は、直流リンク電圧 ( $U_{dc}$ ) に依存します。

表 13: ブレーキ抵抗のしきい値

| サイズ         | ブレーキ作動 $U_{dc,br}$ | 切断前の警告 | 切断 (トリップ) |
|-------------|--------------------|--------|-----------|
| 3x380–480 V | 770 V              | 800 V  | 800 V     |

しきい値は、パラメーター **P 3.2.2 Brake Chopper Voltage Reduce** で、70 V 範囲で調整できます。

#### 注意

減少値が大きいほど、ジェネレータの過負荷に対する反応が早くなります。直流リンク電圧に過電圧に問題がある場合のみ使用してください。

#### 注意

ブレーキ抵抗器が 800 V の電圧に対応できることを確認してください。

### 3.7.3.3 Danfoss 推奨ブレーキ抵抗の算出

Danfoss では、次の式に従ってブレーキ抵抗  $R_{rec}$  を計算することを推奨します。推奨ブレーキ抵抗は、ドライブが 150% の最高ブレーキ・トルク ( $M_{br}(\%)$ ) にてブレーキを実行できることを保証します。

$$R_{rec}[\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100 \times 0.83}{P_{motor} \times M_{br}(\%) \times \eta_{VLT} \times \eta_{motor}}$$

$\eta_{motor}$  は通常 0.80 (≤7.5 kW/10 hp) です。0.85(11–22 kW/15–30 hp)。

$\eta_{VLT}$  は通常 0.97 です。

iC2-Micro 周波数変換器では、150% ブレーキトルクでの  $R_{rec}$  は次のように記述されます。

$$480V: R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}} [\Omega] \leq 7.5 \text{ kW (10 hp) シャフト出力のドライブ用。}$$

$$480V: R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}} [\Omega] \text{ 11–22 kW (15–30 hp) シャフト出力のドライブ用。}$$

#### 注意

ブレーキ抵抗器の抵抗は、Danfossで推奨されている値を超えないようにしてください。これを超えた抵抗値を持つブレーキ抵抗器の場合、安全上の理由からドライブが切断される恐れがあるため 150% のブレーキ・トルクが達成されないことがあります。抵抗は  $R_{min}$  より大きくなければなりません。

#### 注意

ブレーキトランジスタにて短絡が発生した場合には、主電源スイッチや接触器を使用してドライブの主電源を切断し、ブレーキ抵抗器での電力消費を防止してください。ドライブは接触器を制御できます。

#### 注意

ブレーキ中は熱くなるため、ブレーキ抵抗器には触れないでください。火災の危険を避けるため、ブレーキ抵抗器を安全な環境に置いてください。

### 3.7.3.4 ブレーキ機能付きコントロール

ブレーキはブレーキ抵抗器の短絡から保護されており、ブレーキ・トランジスタはその短絡が確実に検出されるように監視されています。リレー／デジタル出力を使用して、ドライブの不具合による過負荷からブレーキ抵抗器を保護できます。

さらに、ブレーキにより、過去 120 秒間の一時電力や平均電力を読み取ることができます。ブレーキは、電力印加を監視し、**パラメーター P 3.3.3 Brake Resistor Power Limit** で選択された制限を超えないようにすることもできます。



#### 警告

ブレーキ電力の監視は安全機能ではありません。ブレーキ電力が限度を超えないようにするには、サーマルスイッチが必要です。ブレーキ抵抗器の回路は、接地漏洩保護されていません。

過電圧コントロール (OVC) (専用ブレーキ抵抗器) は、**パラメーター P 2.3.1 Overvoltage Controller Enable** で代替ブレーキ機能として選択できます。この機能はすべてのユニットで有効です。この機能を使用すれば、直流リンク電圧が増加した場合でもトリップを確実に回避できます。これを行うには、直流リンクからの電圧を制限するために出力周波数を増加させます。これは、例えば、立ち下がり時間が短すぎる状態でドライブのトリップを回避するために便利な機能です。この場合、立ち下り時間が延長されます。

#### 注意

OVC は、永久磁石モーターの運転時に有効にできます (**パラメーター P 4.2.1.1 Motor Type** が [1] PM、Non-salient SPM に設定されている場合)。

## 4 仕様

### 4.1 電気データ

#### 4.1.1 主電源 1x100-120 V 交流

表 14: 主電源 1x100-120 V 交流

| 通常過負荷 150%、1 分間                   |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|
| 周波数変換器                            | 02A4  | 04A8  |
| 軸出力の代表値 [kW]                      | 0.37  | 1.1   |
| 軸出力の代表値 [hp]                      | 0.5   | 1.5   |
| エンクロージャーサイズ                       | MA01c | MA02c |
| 出力電流                              |       |       |
| 連続 (3x200–240 V 交流) [A]           | 2.4   | 4.8   |
| 断続(3x200～240 V 交流) [A]            | 3.6   | 7.2   |
| 最大ケーブル・サイズ                        |       |       |
| (主電源、モーター)[mm <sup>2</sup> / AWG] | 4/10  |       |
| 最大入力電流                            |       |       |
| 連続 (1x100–120 V) [A]              | 11.6  | 25.6  |
| 断続 (1x100-120 V) [A]              | 17.4  | 38.4  |
| EMC フィルター・タイプ                     | C4    |       |
| 環境                                |       |       |
| 電力損失 [W] <sup>(1)</sup>           | 18    | 24    |
| 効率 [%] <sup>(1)</sup>             | 97.4  | 98.2  |

1) IEC 61800-9-2 および EN 50598-2 に準拠した100%の定格トルク発生電流と90%の定格モーター固定子周波数で測定されます。

#### 4.1.2 主電源 1x200-240 V 交流

表 15: 主電源 1x200-240 V 交流

| 通常過負荷 150%、1 分間                  |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 周波数変換器                           | 02A2  | 04A2  | 06A8  | 09A6  |
| 軸出力の代表値 [kW]                     | 0.37  | 0.75  | 1.5   | 2.2   |
| 軸出力の代表値 [hp]                     | 0.5   | 1.0   | 2.0   | 3.0   |
| エンクロージャーサイズ                      | MA01c | MA01c | MA02c | MA02a |
| 出力電流                             |       |       |       |       |
| 連続 (3x200–240 V 交流) [A]          | 2.2   | 4.2   | 6.8   | 9.6   |
| 断続(3x200～240 V 交流) [A]           | 3.3   | 6.3   | 10.2  | 14.4  |
| 最大ケーブル・サイズ                       |       |       |       |       |
| (主電源、モーター)[mm <sup>2</sup> /AWG] | 4/10  |       |       |       |
| 最大入力電流                           |       |       |       |       |
| 連続 (1x200–240 V) [A]             | 6.1   | 11.6  | 18.7  | 26.4  |



表 15: 主電源 1x200-240 V 交流 (?????)

|                         |       |      |      |      |
|-------------------------|-------|------|------|------|
| 断続 (1x200-240 V) [A]    | 8.3   | 15.6 | 26.4 | 37   |
| EMC フィルター・タイプ           | C1/C4 |      |      |      |
| 環境                      |       |      |      |      |
| 電力損失 [W] <sup>(1)</sup> | 16    | 31   | 46   | 61   |
| 効率 [%] <sup>(1)</sup>   | 97.5  | 97.6 | 97.6 | 97.9 |

1) IEC 61800-9-2 および EN 50598-2 に準拠した100% の定格トルク発生電流と 90% の定格モーター固定子周波数で測定されます。

### 4.1.3 主電源 3x200-240 V 交流

表 16: 主電源 3x200-240 V 交流

|                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 通常過負荷 150%、1 分間                   |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 周波数変換器                            | 02A4  | 04A2  | 07A8  | 11A0  | 15A2  | 24A2  | 31A0  | 46A2  |
| 軸出力の代表値 [kW]                      | 0.37  | 0.75  | 1.5   | 2.2   | 3.7   | 5.5   | 7.5   | 11    |
| 軸出力の代表値 [hp]                      | 0.5   | 1.0   | 2.0   | 3.0   | 5.0   | 7.5   | 10    | 15    |
| エンクロージャサイズ                        | MA01a | MA01a | MA02a | MA03a | MA03a | MA04a | MA04a | MA05a |
| 出力電流                              |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 連続 (3x200-240 V 交流) [A]           | 2.4   | 4.2   | 7.8   | 11    | 15.2  | 24.2  | 31    | 46.2  |
| 断続(3x200~240 V 交流) [A]            | 3.6   | 6.3   | 11.7  | 16.5  | 22.8  | 36.3  | 46.5  | 69.3  |
| 最大ケーブル・サイズ                        |       |       |       |       |       |       |       |       |
| (主電源、モーター)[mm <sup>2</sup> / AWG] | 4/10  |       |       |       |       | 16/6  |       |       |
| 最大入力電流                            |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 連続 (3x200-240 V) [A]              | 3.8   | 6.7   | 12.5  | 17.7  | 24.3  | 33.0  | 42.0  | 42.0  |
| 断続 (3x200-240 V) [A]              | 5.7   | 8.3   | 18.8  | 26.6  | 35.3  | 49.5  | 63.0  | 63.0  |
| EMC フィルター・タイプ                     | C4    |       |       |       |       |       |       |       |
| 環境                                |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 電力損失 [W] <sup>(1)</sup>           | 21    | 36    | 53    | 80    | 92    | 162   | 228   | 385   |
| 効率 [%] <sup>(1)</sup>             | 97.3  | 97.4  | 97.9  | 97.7  | 97.5  | 97.7  | 97.6  | 97.3  |

1) IEC 61800-9-2 および EN 50598-2 に準拠した100% の定格トルク発生電流と 90% の定格モーター固定子周波数で測定されます。

### 4.1.4 主電源 3x380-480 V 交流

表 17: 主電源 3x380-480 V 交流、MA01a-MA02a

|                      |       |       |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 通常過負荷 150%、1 分間      |       |       |       |       |       |       |
| 周波数変換器               | 01A2  | 02A2  | 03A7  | 05A3  | 07A2  | 09A0  |
| 軸出力の代表値 [kW]         | 0.37  | 0.75  | 1.5   | 2.2   | 3.0   | 4.0   |
| 軸出力の代表値 [hp]         | 0.5   | 1.0   | 2.0   | 3.0   | 4.0   | 5.5   |
| エンクロージャーサイズ          | MA01a | MA01a | MA01a | MA02a | MA02a | MA02a |
| 出力電流                 |       |       |       |       |       |       |
| 連続 (3x380-440 V) [A] | 1.2   | 2.2   | 3.7   | 5.3   | 7.2   | 9.0   |

表 17: 主電源 3x380–480 V 交流、MA01a–MA02a (?????)

|                                   |       |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|-------|------|------|------|------|------|
| 断続 (3x380–440 V) [A]              | 1.8   | 3.3  | 5.6  | 8.0  | 10.8 | 13.7 |
| 連続 (3x440–480 V) [A]              | 1.1   | 2.1  | 3.4  | 4.8  | 6.3  | 8.2  |
| 断続 (3x440–480 V) [A]              | 1.7   | 3.2  | 5.1  | 7.2  | 9.5  | 12.3 |
| 最大ケーブル・サイズ                        |       |      |      |      |      |      |
| (主電源、モーター)[mm <sup>2</sup> / AWG] | 4/10  |      |      |      |      |      |
| 最大入力電流                            |       |      |      |      |      |      |
| 連続 (3x380–440 V) [A]              | 1.9   | 3.5  | 5.9  | 8.5  | 11.5 | 14.4 |
| 断続 (3x380–440 V) [A]              | 2.6   | 4.7  | 8.7  | 12.6 | 16.8 | 20.2 |
| 連続 (3x440–480 V) [A]              | 1.7   | 3.0  | 5.1  | 7.3  | 9.9  | 12.4 |
| 断続 (3x440–480 V) [A]              | 2.3   | 4.0  | 7.5  | 10.8 | 14.4 | 17.5 |
| EMC フィルター・タイプ                     | C2/C4 |      |      |      |      |      |
| 環境                                |       |      |      |      |      |      |
| 電力損失 [W] <sup>(1)</sup>           | 17    | 25   | 34   | 48   | 58   | 74   |
| 効率 [%] <sup>(1)</sup>             | 97.3  | 97.8 | 98.0 | 98.3 | 98.5 | 98.3 |

1) IEC 61800-9-2 および EN 50598-2 に準拠した100%の定格トルク発生電流と90%の定格モーター固定子周波数で測定されます。

表 18: 主電源 3x380–480 V 交流、MA03a–MA05a

|                                   |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 通常過負荷 150%、1 分間                   |       |       |       |       |       |       |
| 周波数変換器                            | 12A0  | 15A5  | 23A0  | 31A0  | 37A0  | 43A0  |
| 軸出力の代表値 [kW]                      | 5.5   | 7.5   | 11    | 15    | 18.5  | 22    |
| 軸出力の代表値 [hp]                      | 7.5   | 10    | 15    | 20    | 25    | 30    |
| エンクロージャーサイズ                       | MA03a | MA03a | MA04a | MA04a | MA05a | MA05a |
| 出力電流                              |       |       |       |       |       |       |
| 連続 (3x380–440 V) [A]              | 12    | 15.5  | 23    | 31    | 37    | 43    |
| 断続 (3x380–440 V) [A]              | 18    | 23.5  | 34.5  | 46.5  | 55.5  | 64.5  |
| 連続 (3x440–480 V) [A]              | 11    | 14    | 21    | 27    | 34    | 40    |
| 断続 (3x440–480 V) [A]              | 16.5  | 21.3  | 31.5  | 40.5  | 51    | 60    |
| 最大ケーブル・サイズ                        |       |       |       |       |       |       |
| (主電源、モーター)[mm <sup>2</sup> / AWG] | 4/10  |       | 16/6  |       |       |       |
| 最大入力電流                            |       |       |       |       |       |       |
| 連続 (3x380–440 V) [A]              | 19.2  | 24.8  | 33    | 42    | 34.7  | 41.2  |
| 断続 (3x380–440 V) [A]              | 27.4  | 36.3  | 47.5  | 60    | 49    | 57.6  |
| 連続 (3x440–480 V) [A]              | 16.6  | 21.4  | 29    | 36    | 31.5  | 37.5  |
| 断続 (3x440–480 V) [A]              | 23.6  | 30.1  | 41    | 52    | 44    | 53    |
| EMC フィルター・タイプ                     | C2/C4 |       |       |       |       |       |
| 環境                                |       |       |       |       |       |       |

表 18: 主電源 3x380-480 V 交流、MA03a-MA05a (?????)

|                         |      |      |      |      |      |     |
|-------------------------|------|------|------|------|------|-----|
| 電力損失 [W] <sup>(1)</sup> | 104  | 127  | 213  | 285  | 358  | 466 |
| 効率 [%] <sup>(1)</sup>   | 98.3 | 98.4 | 98.2 | 98.3 | 98.2 | 98  |

1) IEC 61800-9-2 および EN 50598-2 に準拠した100%の定格トルク発生電流と90%の定格モーター固定子周波数で測定されます。

## 4.2 一般技術データ

### 4.2.1 保護と機能

- 過負荷に対する電気モーターの熱保護。
- ヒートシンクの温度を監視することにより、過温度の場合にドライブが確実にトリップします。
- ドライブはモーター端末 U、V、W の短絡に対して保護されています。
- モーター相が損失している場合には、ドライブはトリップして故障を発生します。
- 主電源相が損失している場合には、(負荷によって) ドライブはトリップするか警告を発します。
- 直流リンク電圧を監視することにより、直流リンク電圧が低すぎたり高すぎたりするとドライブが確実にトリップします。
- ドライブはモーター端子 U、V、W の地絡に対して保護されています。

### 4.2.2 グリッド側

表 19: 主電源

| 機能                    | データ                                                                                                                     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 供給電圧                  | 1x100-120 V 交流 ±10%、トルク性能低下時では-15%、モーターの種類によって異なります。                                                                    |
|                       | 1x200-240 V 直流 ±10%、トルク性能低下時では-15%、モーターの種類によって異なります。                                                                    |
|                       | 3x380-480 V 直流 ±10%、トルク性能低下時では-15%、モーターの種類によって異なります。                                                                    |
| グリッドタイプ               | TN、TT、IT、接地デルタグリッド。詳細情報については、 <a href="#">7.3.1 グリッドタイプ</a> を参照してください。グリッドタイプに関連するパラメーターの詳細については、アプリケーション・ガイドを参照してください。 |
| 供給周波数                 | 50/60 Hz ±5%                                                                                                            |
| 主電源相間の一時的な最大アンバランス    | グリッドインピーダンスに応じて、定格電圧の 3%。                                                                                               |
| 変位力率                  | 単一に近似 (>0.98)                                                                                                           |
| 放電したドライブからの入力電源スイッチオン | MA01a-MA03a：最大 2 回/分                                                                                                    |
|                       | MA04a-MA05a：最大 1 回/分                                                                                                    |
| 環境                    | 過電圧カテゴリー III/汚染度 2                                                                                                      |

## 4.2.3 モーター出力とモーター・データ

表 20: モーター出力 (U、V、W)

| 機能                   | データ                                                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 出力電圧                 | 供給電圧の 0~100%                                                                             |
| 出力周波数 <sup>(1)</sup> | 誘導モーター<br>• 0-200 Hz (VVC+モード)<br>• 0-500 Hz (U/fモード)<br>PM モーター<br>• 0-400 Hz (VVC+モード) |
| 周波数分解能               | 0.001 Hz                                                                                 |
| 出力側スイッチング            | ±0.003 Hz                                                                                |

1) 電圧、電流、コントロールモードに依存します。

## 4.2.4 トルク特性

表 21: トルク特性

| 機能                | データ                  |
|-------------------|----------------------|
| 過負荷トルク            | 150% で 10 分ごとに 60 秒間 |
| 始動時の過負荷トルク        | 200% で 1 秒間          |
| トルク立ち上がり時間 (VVC+) | 50 ms                |

## 4.2.5 制御 I/O

### 4.2.5.1 制御 I/O の概要

この章では、制御 I/O の一般仕様について説明します。

iC2-Micro 周波数変換器 の標準構成は次のとおりです。

- 4つのデジタル入力。
- 1つのデジタル I/O（デジタル入力または出力のいずれかを選択）。
- 2つのアナログ入力（電圧または電流）。
- 1つのアナログ出力（電流）。
- 1リレー出力（NC/NO）。
- デジタルおよびアナログ I/O 用 24 V および 10 V 基準。

特に指定がない限り、すべてのコントロール入力と出力は供給電圧およびその他の高電圧端子から PELV 電気絶縁されています。

### 4.2.5.2 デジタルおよびパルス入力

コントロール入力と出力は、特に指定がない限り、供給電圧やその他の高電圧端子から PELV 電気絶縁されています。

表 22: デジタルおよびパルス入力

| 機能       |                    | データ                                                   |
|----------|--------------------|-------------------------------------------------------|
| 端子番号     |                    | T13、T14、T15 <sup>(1)</sup> 、T17、及び T18 <sup>(2)</sup> |
| デジタル入力   | 論理                 | PNP または NPN を選択可能                                     |
|          | 電圧レベル              | 0/24 V                                                |
|          | PNP                | • 0: <5 V DC<br>• 1: >11 V DC                         |
|          | NPN                | • 0: >19 V DC<br>• 1: <13 V DC                        |
|          | 最大許容電圧             | 28 V 直流                                               |
|          | 入力抵抗               | 約 4 kΩ                                                |
| サーミスター入力 | PTC <sup>(3)</sup> | DIN 44081/DIN 44082 に準拠                               |
| パルス入力    | パルス周波数範囲           | 1 Hz–32 kHz                                           |
|          | 最小負荷サイクル           | 40%                                                   |
|          | 精度                 | 全スケールの1%                                              |

1) T15 はデジタル入力、デジタル出力、又はパルス出力として選択します。デフォルト設定はデジタル入力です。

2) T18 はパルス入力にも使用できます。

3) PELV に準拠するには、センサーの外部絶縁が必要です。

#### 4.2.5.3 デジタルおよびパルス出力

コントロール入力と出力は、特に指定がない限り、供給電圧やその他の高電圧端子から PELV 電気絶縁されています。

表 23: デジタルおよびパルス出力

| 機能            |                  | データ                |
|---------------|------------------|--------------------|
| 端子番号          |                  | T15 <sup>(1)</sup> |
| デジタル出力 (24 V) | 電圧レベル            | 0/24 V             |
|               | 最大出力負荷 (シンク/ソース) | 40 mA              |
|               | 周波数範囲 - パルス出力    | 4 Hz–32 kHz        |
|               | 最大負荷             | 1 kΩ               |
|               | 最大周波数での最大容量負荷    | 10 nF              |
|               | パルス出力精度          | 全スケールの0.1%         |
|               | パルス出力の分解能        | 10 bit             |

1) T15 はデジタル入力、デジタル出力、又はパルス出力として選択します。デフォルト設定はデジタル入力です。

#### 4.2.5.4 アナログ入力

コントロール入力と出力は、特に指定がない限り、供給電圧やその他の高電圧端子から PELV 電気絶縁されています。

表 24: アナログ入力

| 機能    | データ                    |
|-------|------------------------|
| 端子番号  | T33 及び T34             |
| 入力モード | 電流または電圧 <sup>(1)</sup> |

表 24: アナログ入力 (?????)

| 機能    | データ                                                                                                                                         |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 電圧モード | <ul style="list-style-type: none"><li>電圧範囲: 0 -10 V (スケール可能)</li><li>入力インピーダンス: 10 k<math>\Omega</math></li><li>最大電圧: +20 V/-12 V</li></ul> |
| 電流モード | <ul style="list-style-type: none"><li>電流範囲: 0/4-20 mA (スケール可能)</li><li>入力インピーダンス: 200 <math>\Omega</math></li><li>最大電流: 30 mA</li></ul>     |
| 分解能   | 全スケールの0.1%                                                                                                                                  |
| 精度    | 全スケールの1%                                                                                                                                    |
| 帯域幅   | 100 Hz                                                                                                                                      |

1) 選択はソフトウェアで行います。詳細については、アプリケーション・ガイドを参照してください。

#### 4.2.5.5 アナログ出力

コントロール入力と出力は、特に指定がない限り、供給電圧やその他の高電圧端子から PELV 電気絶縁されています。

表 25: アナログ出力

| 機能           | データ          |
|--------------|--------------|
| 端子番号         | T31          |
| 出力レンジ: 電流    | 0/4-20 mA    |
| GND への最大負荷抵抗 | 500 $\Omega$ |
| 分解能          | 全スケールの0.1%   |
| 精度           | 全スケールの1%     |

#### 4.2.5.6 リレー出力

リレーは、供給電圧、その他の高電圧端子、低電圧コントロールに PELV 絶縁を提供します。

表 26: リレー出力

| 機能                                     | データ                                                                                 |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 端子番号                                   | 01、02、および 03                                                                        |
| リレー構成                                  | SPDT (NO/NC)                                                                        |
| 最大端子負荷 (AC-1) : 抵抗負荷:                  | 250 V 交流、2 A                                                                        |
| 最大端子負荷 (AC-15) : 誘導負荷 @ $\cos\phi=0.4$ | 250 V 交流、0.2 A                                                                      |
| 最大端子負荷 (DC-1) : 抵抗負荷:                  | 30 V 直流、2 A                                                                         |
| 最大端子負荷 (DC-13) : 誘導負荷:                 | 24 V 直流、0.1 A                                                                       |
| 最小負荷                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>24 V 直流、10 mA</li><li>24 V 交流、20 mA</li></ul> |

#### 4.2.5.7 補助電圧

補助電圧出力は、アナログおよびデジタル入力の速度指令信号として使用されます。

表 27: 補助電圧

| 機能      |      | データ                 |
|---------|------|---------------------|
| 10 V 出力 | 出力電圧 | +10.5 V $\pm$ 0.5 V |
|         | 最大負荷 | 25 mA               |
| 24 V 出力 | 出力電圧 | +24 V $\pm$ 20%     |
|         | 最大負荷 | 100 mA              |

## 4.2.6 RS485シリアル通信

表 28: RS485シリアル通信

| 機能   | データ                           |
|------|-------------------------------|
| 端子番号 | 68 (P、TX+、RX+)、69 (N、TX-、RX-) |
| 端子番号 | 端子 68 と 69 に共通の 61            |

RS485 通信と設定の詳細については、iC2-Micro 周波数変換器 アプリケーション・ガイドを参照してください。

## 4.2.7 周囲条件

### 4.2.7.1 周囲条件の概要

iC2-Micro 周波数変換器 は、天候から保護された環境で設置および使用するよう設計されています。利用可能な保護等級は次のとおりです。

- IP20/オープンタイプ。
- IP21/UL タイプ 1（オプションとして IP21/タイプ1 変換キット）

設計基準の参照として使用される環境は、特に指定がない限り、規格 IEC 60721-3-1:2019、IEC 60721-3-2:2018、IEC 60721-3-3:2019 に記載されています。

次の条件が適用されます。

- 保管（[4.2.7.2 保管時の周囲条件](#) を参照）
- 輸送（[4.2.7.3 輸送中の周囲条件](#) を参照）
- 動作（[4.2.7.4 動作中の周囲条件](#) を参照）

### 4.2.7.2 保管時の周囲条件

表 29: 保管時の周囲条件

| 機能                | データ                              |
|-------------------|----------------------------------|
| 周囲温度              | -25 °...+65 °C (-13 °...+149 °F) |
| 気候条件              | 1K21、最大 95%、結露なきこと               |
| 化学的に活性な物質         | 1C2                              |
| 固体粒子（非導電性粒子/粉塵のみ） | 1S11                             |
| 振動                | 1M11                             |
| 衝撃                | 1M11                             |
| 生物学的環境            | 1B1                              |



## 4.2.7.3 輸送中の周囲条件

表 30: 輸送中の周囲条件

| 機能                  | データ                              |
|---------------------|----------------------------------|
| 周囲温度                | -25 °...+70 °C (-13 °...+158 °F) |
| 気候条件                | 2K11、最大 95%、結露なきこと               |
| 化学的に活性な物質           | 2C2                              |
| 固体粒子（非導電性粒子または粉塵のみ） | 2S5                              |
| 振動                  | 2M5                              |
| 衝撃                  | 2M4                              |
| 生物学的環境              | 2B1                              |

## 4.2.7.4 動作中の周囲条件

表 31: 動作中の周囲条件

| 機能              | データ                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 周囲温度            | -20 °C ~ 55 °C (-4 °F ~ 131 °F) 、および -10 °C ~ 50 °C (14 °F ~ 131 °F) 、ディレーティングなし                                                                                                                                                                                      |
| 気候条件            | 3K22、最大 95%、結露なきこと <sup>(1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                     |
| 化学的に活性な物質       | C4                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 固体粒子（非導電性粒子/粉塵） | 3S6                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 振動              | 3M11                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 衝撃              | 3M11                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 生物学的環境          | 3B1                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 最大海拔高度          | ディレーティングなしの場合 1000 m (3280 ft)<br>ディレーティング有りの場合 1000 m (3280 ft) から 4000 m (13123 ft) まで、100 m (328 ft) ごとに出力電流を 1% ずつ低減します。<br>IEC 61800-5-1 準拠に関して、デフォルトの最大高度は 2000 m (6562 ft) です。設置場所が 2000 m (6562 ft) ~ 4000 m (13123 ft) の高度にある場合、詳細については、Danfoss にお問い合わせください。 |

1) 結露を避けるため、最高温度変化率 0.1 °C/分 (0.18 °F/分) を確保します。

## 4.3 ヒューズと遮断器

設置ケーブルとドライブを適切に保護するには、ヒューズや遮断器を使用する必要があります。短絡が発生した場合、ヒューズと遮断器が電源ケーブルを保護し、ドライブとドライブに接続されているコンポーネントの損傷を抑えます。

遮断器を使用する場合は、電源の短絡容量の制限に注意し、メーカーの設置説明書に従ってください。短絡定格はで指定された値に準拠している必要があります。

関連する規制に準拠するために、ヒューズと遮断器の推奨事項に従う必要があります。推奨事項に従わなかった結果、問題が発生した場合は、保証が無効になる場合があります。詳細については、Danfoss にお問い合わせください。

表 32: ヒューズと遮断器

| iC2-Micro           | キャビネットなし |        |   |    |            | キャビネット                     |                         |                                                         |                          |
|---------------------|----------|--------|---|----|------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|
|                     | ULヒューズ   |        |   |    | CE<br>ヒューズ | UL遮断器                      | CE遮断器                   | テストキャビネット<br>サイズ<br>[Height x Width x<br>奥行き [mm (in)]] | 最小キャ<br>ビネット<br>値<br>[L] |
| kW (hp)             | RK1      | ト      | J | CC | gG         | ABB MS165<br>最大トリップ<br>レベル | Eaton 最大<br>トリップレ<br>ベル |                                                         |                          |
| 標準故障電流 SCCR         | 5 kA     | 5 kA   |   |    | 5 kA       | 5 kA                       | 5 kA                    |                                                         |                          |
| 高故障電流 SCCR          | –        | 100 kA |   |    | –          | 65 kA <sup>(1)</sup>       | –                       |                                                         |                          |
| 1x100–120 V 交流      |          |        |   |    |            |                            |                         |                                                         |                          |
| 0.37 (0.5)          | 25 A     |        |   |    | 25 A       | 25 A                       | PKZM4-25                | 500 x 400 x 260<br>(19.7 x 15.7 x 10.2)                 | 52                       |
| 1.1 (1.5)           | 35 A     |        |   |    | 50 A       | 42 A                       | PKZM4-50                |                                                         |                          |
| 1x200–240 V 交流      |          |        |   |    |            |                            |                         |                                                         |                          |
| 0.37-0.75 (0.5-1.0) | 25 A     |        |   |    | 25 A       | 25 A                       | PKZM4-25                | 500 x 400 x 260<br>(19.7 x 15.7 x 10.2)                 | 52                       |
| 1.5 (2.0)           | 35 A     |        |   |    | 35 A       | 32 A                       | PKZM4-32                |                                                         |                          |
| 2.2 (3.0)           | 40 A     |        |   |    | 50 A       | 42 A                       | PKZM4-50                |                                                         |                          |
| 3x200–240 V 交流      |          |        |   |    |            |                            |                         |                                                         |                          |
| 0.37-0.75 (0.5-1.0) | 15 A     |        |   |    | 16 A       | 16 A                       | PKZM0-16                | 500 x 400 x 260<br>(19.7 x 15.7 x 10.2)                 | 52                       |
| 1.5 (2.0)           | 30 A     |        |   |    | 32 A       | 32 A                       | PKZM4-32                |                                                         |                          |
| 2.2-3.7 (3.0-5.0)   | 40 A     |        |   |    | 40 A       | 42 A                       | PKZM4-40                |                                                         |                          |
| 5.5-7.5 (7.5-10)    | 60 A     |        |   |    | 63 A       | 65 A                       | PKZM4-63                | 800 x 400 x 300<br>(31.5 x 15.7 x 11.8)                 | 96                       |
| 11 (15)             | 60 A     |        |   |    | 80 A       | 80 A                       | NZMN1-A80               |                                                         |                          |
| 3x380–480 V         |          |        |   |    |            |                            |                         |                                                         |                          |
| 0.37-1.5 (0.5-2.0)  | 15 A     |        |   |    | 16 A       | 16 A                       | PKZM0-16                | 500 x 400 x 260<br>(19.7 x 15.7 x 10.2)                 | 52                       |
| 2.2-4.0 (3.0-5.5)   | 30 A     |        |   |    | 40 A       | 32 A                       | PKZM4-32                |                                                         |                          |
| 5.5-7.5 (7.5-10)    | 40 A     |        |   |    | 40 A       | 42 A                       | PKZM4-40                |                                                         |                          |
| 11-15 (15-20)       | 60 A     |        |   |    | 63 A       | 65 A                       | PKZM4-63                | 800 x 400 x 300<br>(31.5 x 15.7 x 11.8)                 | 96                       |
| 18.5-22 (25-30)     | 60 A     |        |   |    | 80 A       | 80 A                       | NZMN1-A80               |                                                         |                          |

1) 15 kW (20 hp) までのiC2-Micro 周波数変換器の電力定格は、タイプ E CMC で保護されている場合 65 kA、18.5 kW (25 hp) および 22 kW (30 hp) がタイプ E CMC で保護されている場合は 50 kA です。

## 4.4 電源コネクタ

適切に動作させるために、断面寸法、ストリップ長さ、締め付けトルクに注意してください。

寸法は、単線と撚り線の両方に適用されます。ドライブは、70 °C (158 °F) 定格の銅ケーブルを使用するように設計されています。特に指定がない限り、ドライブの周囲温度はケーブル定格と一致しています。35 mm<sup>2</sup> 以上のアルミニウムケーブルを使用できます。酸化層を除去し、接合剤を塗布して、適切な接続を確保する必要があります。

### 注意

最大許容断面積のケーブルを使用するには、設置時により多くの労力が必要です。

表 33: 電源ケーブルのサイズ決定

| エンクロージャーサイズ | 端子                         | 断面積 [mm <sup>2</sup> (AWG)] | トルク [Nm (lb-in)] | ストリップ長さ [mm (in)] | コネクターのタイプ   | ネジ/ラグタイプ |
|-------------|----------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|-------------|----------|
| MA01c       | 主電源、モーター、直流接続              | 0.5-4.0 (24-10)             | 0.7 (6.2)        | 7-9 (0.28-0.35)   | 端子ブロック      | スロット     |
|             | カスタマリレー                    | 0.5-2.5 (24-12)             | 0.5 (4.4)        | 6-7 (0.24-0.28)   | 端子ブロック      | スロット     |
| MA02c       | 主電源、モーター、直流接続              | 0.5-4.0 (24-10)             | 0.7 (6.2)        | 7-9 (0.28-0.35)   | 端子ブロック      | スロット     |
|             | カスタマリレー                    | 0.5-2.5 (24-12)             | 0.5 (4.4)        | 6-7 (0.24-0.28)   | 端子ブロック      | スロット     |
| MA01a       | 主電源とモーター                   | 0.5-4.0 (24-10)             | 0.7 (6.2)        | 7-9 (0.28-0.35)   | 端子ブロック      | スロット     |
|             | 直流接続                       | 2.1-5.3 (14-10)             | –                | 6-7 (0.24-0.28)   | ストレートレセプタクル | –        |
|             | カスタマリレー                    | 0.5-2.5 (24-12)             | 0.5 (4.4)        | 6-7 (0.24-0.28)   | 端子ブロック      | スロット     |
| MA02a       | 主電源とモーター                   | 0.5-4.0 (24-10)             | 0.7 (6.2)        | 7-9 (0.28-0.35)   | 端子ブロック      | スロット     |
|             | ブレーキ <sup>1)</sup> および直流接続 | 2.1-5.3 (14-10)             | –                | 6-7 (0.24-0.28)   | ストレートレセプタクル | –        |
|             | カスタマリレー                    | 0.5-2.5 (24-12)             | 0.5 (4.4)        | 6-7 (0.24-0.28)   | 端子ブロック      | スロット     |
| MA03a       | 主電源とモーター                   | 0.5-4.0 (24-10)             | 0.7 (6.2)        | 7-9 (0.28-0.35)   | 端子ブロック      | スロット     |
|             | ブレーキおよび直流接続                | 2.1-5.3 (14-10)             | –                | 6-7 (0.24-0.28)   | ストレートレセプタクル | –        |
|             | カスタマリレー                    | 0.5-2.5 (24-12)             | 0.5 (4.4)        | 6-7 (0.24-0.28)   | 端子ブロック      | スロット     |
| MA04a       | 主電源                        | 0.5-16 (22-6)               | 1.2 (10.6)       | 12-13 (0.47-0.51) | 端子ブロック      | スロット     |
|             | モーター、ブレーキ、直流接続             | 0.5-16 (20-6)               | 1.2 (10.6)       | 12-15 (0.47-0.59) | 端子ブロック      | スロット     |
|             | カスタマリレー                    | 0.5-2.5 (24-12)             | 0.5 (4.4)        | 6-7 (0.24-0.28)   | 端子ブロック      | スロット     |
| MA05a       | 主電源                        | 0.5-16 (22-6)               | 1.2 (10.6)       | 12-13 (0.47-0.51) | 端子ブロック      | スロット     |
|             | モーター、ブレーキ、直流接続             | 0.5-16 (20-6)               | 1.2 (10.6)       | 12-15 (0.47-0.59) | 端子ブロック      | スロット     |
|             | カスタマリレー                    | 0.5-2.5 (24-12)             | 0.5 (4.4)        | 6-7 (0.24-0.28)   | 端子ブロック      | スロット     |

1) MA02a では、3x200-240 V および 3x380-480 V ドライブのみにブレーキ機能があります。

## 4.5 騒音

ドライブからの雑音には 3 つの発生源があります。

- 直流リンクコイル。
- 一体型ファン。
- RFI フィルター・チョーク。

ユニットから 1 m (3.3 ft) 離れて測定された場合の代表値:

表 34: 典型的な測定値

| エンクロージャサイズ | ファン全速 [dBA] |
|------------|-------------|
| MA01c      | –           |
| MA02c      | 45.9        |
| MA01a      | 39.8        |
| MA02a      | 54.1        |
| MA03a      | 59.5        |
| MA04a      | 63.8        |
| MA05a      | 68.7        |

ISO 3744 に従い、制御された環境で可聴騒音の大きさに関して実施した試験結果。ノイズトーンは、ハードウェア性能のエンジニアリングデータ記録用に ISO 1996-2 付録 D に従って定量化されています。

## 4.6 EMC コンプライアンスレベル

### 4.6.1 EMC コンプライアンスレベルの概要

ドライブは、関連する EMC 規格に準拠するように設計および試験されています。性能レベルは、実際のドライブと選択された EMC コンプライアンスレベルによって異なります。

EMC コンプライアンスレベルは、以下の条件下でテストされます。

- ドライブ（該当する場合、オプション付き）。
- シールドされたコントロール・ケーブルおよび通信ケーブル
- デジタル I/O およびアナログ制御による外部制御。
- 放射試験用のシールド・ケーブルとイミュニティ試験用のシールドされていないケーブルで接続された単一モーター。
- 負荷分散とブレーキ・ケーブル
- 標準ドライブ設定。

### 注意

EMC 指令によると、システムは、エンドユーザー向けの単一の機能ユニットとして市場に投入されることを意図し、特定のタスクを実行するために一緒に設置および操作されることを意図した、同一の人物（システム製造者）によって組み合わせ、設計、および/または組み立てが行われた複数の種類の機器、完成品、および/またはコンポーネントの組み合わせとして定義されます。

EMC 指令は製品/システムおよび設備に適用されますが、設置した設備が CE マークの付いた製品/システムで構成されている場合、設備は EMC 指令に準拠していると考えられます。設備に CE マークは付いていません。

EMC 指令に従い、Danfoss は製品 / システムのメーカーとして EMC 指令の基本要件を取得し、CE マークを添付する責任があります。負荷分散や他の直流端子が関与するシステムでは、Danfoss は、技術文書に記載されているように Danfoss 製品の組み合わせが接続されている場合にのみ、EMC 指令への準拠を保証します。

住宅環境に設置され、クラス C1 に準拠していない場合、ドライブはそのような場所での無線受信に十分な保護を提供しない場合があります。

- そのような場合、例えば、シールドの使用や影響を受ける製品間の距離の増加など、追加の緩和措置が必要になる場合があります。

## 4.6.2 エミッション条件

可変周波数ドライブの EMC 製品規格 EN/IEC 61800-3 に従い、EMC 要件はドライブの用途によって異なります。EMC 製品規格では 4 つのカテゴリが定義されています。4 つのカテゴリの定義と主電源電圧伝導性エミッションの要件は に記載されています。

表 35: エミッション条件

| 適合クラス | ドライブの使用目的                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|
| C1    | 電源電圧 1000 V 未満の初期環境（一般家庭とオフィス）に設置されたドライブ。                                       |
| C2    | 電源電圧 1000 V 未満の初期環境（一般家庭とオフィス）に設置されたドライブで、プラグインや可搬性タイプではなく、専門家によって設置及び試運転されるもの。 |
| C3    | 電源電圧 1000 V 未満の第二環境（産業）に設置されたドライブ。                                              |
| C4    | 電源電圧 1000 V 以上あるいは定格電流 400 A 以上の第二環境（産業）に設置された、あるいは複雑なシステムでの使用を意図したドライブ。        |

ドライブは EMC 製品規格 EN/IEC 61800-3 で定義されている以下の 4 つのカテゴリの 1 つに準拠するように設計されています。

### 注意

ドライブが外部リアクターを設置せずに公共供給ネットワークに接続されている場合、ドライブは IEC/EN 61000-3-2 および IEC/EN 61000-3-12 の高調波エミッション要件に準拠していない可能性があります。

## 4.6.3 EMC 耐性条件

ドライブの耐性条件は、設置される環境に依存します。産業環境に対する要件は、一般家庭とオフィス環境に対する要件よりも厳しくなります。すべての Danfoss ドライブは産業環境要件に準拠しています。したがって、大きな安全マージンを備えた家庭やオフィス環境のより低い要件にも対応します。

電気現象からのバースト・トランジェントに対する耐性を文書化するため、以下で構成されるシステムで以下のイミュニティ試験を実施しました。

- ドライブ（該当する場合、オプション付き）。
- シールド・コントロール・ケーブル
- ポテンショメーター、モーター・ケーブル、モーターを備えたコントロールボックス。

この試験は次の基本規格に従って行われました。

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2) 静電放電 (ESD)**：人間からの静電放電のシミュレーション
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3) 放射イミュニティ**：レーダー、無線通信装置、移動体通信装置の影響の振幅変調シミュレーション。
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4) バースト・トランジェント**：接触器、リレーまたは同様のデバイスでの切り替えによって発生する干渉のシミュレーション。
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5) サージ・トランジェント**：例えば装置の近くで起きた落雷によって引き起こされるトランジェントのシミュレーション。
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6) 伝導イミュニティ**：接続ケーブルに接続された無線装置による影響のシミュレーション。

イミュニティ要件は、製品規格 IEC 61800-3 に従う必要があります。詳細は、を参照してください。

表 36: EMC 耐性

| 製品規格                 | 61800-3            |                                  |                              |                                            |                     |
|----------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|
| テスト                  | ESD (静電放電)         | 放射イミュニティ                         | バースト                         | サージ                                        | 伝導イミュニティ            |
| 受入基準                 | B                  | A                                | B                            | B                                          | A                   |
| 主電源ケーブル              | –                  | –                                | 2 kV CN                      | 1 kV/2 Ω DM<br>2 kV/12 Ω CM                | 10 V <sub>RMS</sub> |
| モーター・ケーブル            | –                  | –                                | 2 kV CCC                     | –                                          | 10 V <sub>RMS</sub> |
| ブレーキ・ケーブル            | –                  | –                                | 2 kV CCC                     | –                                          | 10 V <sub>RMS</sub> |
| 負荷分散ケーブル             | –                  | –                                | 2 kV CCC                     | –                                          | 10 V <sub>RMS</sub> |
| リレーケーブル              | –                  | –                                | 2 kV CCC                     | –                                          | 10 V <sub>RMS</sub> |
| コントロール・ケーブル          | –                  | –                                | 長さ >2 m (6.6 ft)<br>1 kV CCC | シールドされていない<br>1 kV/42 Ω CM                 | 10 V <sub>RMS</sub> |
| 標準/フィールドバスケーブル       | –                  | –                                | 長さ >2 m (6.6 ft)<br>1 kV CCC | シールドされていない<br>1 kV/42 Ω CM                 | 10 V <sub>RMS</sub> |
| コントロールパネルケーブル        | –                  | –                                | 長さ >2 m (6.6 ft)<br>1 kV CCC | –                                          | 10 V <sub>RMS</sub> |
| エンクロージャー             | 4 kV CD<br>8 kV AD | 10 V/m                           | –                            | –                                          | –                   |
| <b>定義</b>            |                    |                                  |                              |                                            |                     |
| CD: 接触放電<br>AD: 空中放電 |                    | DM: ディファレンシャル・モード<br>CM: コモン・モード |                              | CN: 結合ネットワークを介した直接注入<br>CCC 容量結合クランプを介した注入 |                     |

## 4.7 EMC 適合性およびモーター・ケーブル長

- EMC フィルターを内蔵したドライブは、放射エミッション C2 制限を満たしています。
- EMC フィルターを内蔵していないドライブは、伝導 / 放射エミッション C4 要件を満たしています。
- ドライブは、で定義された最大モーター・ケーブル長内で最適な性能で動作するように設計されています。

表 37: EMC 適合性モーター・ケーブル長

| 内蔵型 EMC フィルター付きドライブ | モーター・ケーブルの最大長さ (シールドされている)、4kHz の場合 |                |
|---------------------|-------------------------------------|----------------|
|                     | C1 (伝導)                             | C2 (伝導)        |
| 1x200–240 V         | 5 m (16.4 ft)                       | –              |
| 3x400–480 V         | –                                   | 15 m (49.2 ft) |

表 38: モーター・ケーブルの最大長さ

| モーター・ケーブルの最大長さ (シールドされている) | モーター・ケーブルの最大長さ (シールドされていない) |
|----------------------------|-----------------------------|
| 50 m (164 ft)              | 75 m (246 ft)               |

## 4.8 dU/dt 条件

ドライブ・ブリッジ内のトランジスタが切り替わった場合には、モーター全体の電圧は以下の条件に応じて du/dt の比率で増加します。

- モーター・ケーブルのタイプ。
- モーター・ケーブルの断面積
- モーター・ケーブルの長さ。
- モーター・ケーブルがシールドされているかどうか。
- インダクタンス。

モーターが直流リンクの電圧に応じた一定レベルに安定する前に、自然誘導によりモーター電圧にオーバーシュート  $U_{PEAK}$  が生じます。立ち上がり時間とピーク電圧  $U_{PEAK}$  はモーターの寿命に影響します。

ピーク電圧が高すぎる場合は、相コイル絶縁体が付いていないモーターが影響を受けます。モーター・ケーブルが長ければ長いほど、立ち上がり時間とピーク電圧が増加します。

IGBT の切り替えは、モーター端子にピーク電圧を引き起こします。iC2-Micro 周波数変換器は、ドライブによって制御されるように設計されたモーターに関して IEC 60034-25 に準拠しています。iC2-Micro 周波数変換器は、ドライブによって制御されたノーム・モーターによって IEC 60034-17 にも準拠しています。

以下の dU/dt データは IEC 50% トルクでモーター端子側で測定されました。

表 39: dU/dt データ：iC2-Micro 周波数変換器

| エンクロージャサイズ | 出力 [kW (hp)] | ケーブル長 [m (ft)] | 主電圧 [V] | 立ち上がり時間 [ $\mu\text{sec}$ ] | $U_{PEAK}$ [kV] | dU/dt [kV/ $\mu\text{sec}$ ] |
|------------|--------------|----------------|---------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|
| MA01c      | 0.37 (0.5)   | 5 (16.4)       | 1x120   | 0.067                       | 0.438           | 5.21                         |
| MA01c      | 0.37 (0.5)   | 50 (164)       | 1x120   | 0.286                       | 0.618           | 1.73                         |
| MA01c      | 0.75 (1.0)   | 5 (16.4)       | 1x240   | 0.067                       | 0.438           | 5.21                         |
| MA01c      | 0.75 (1.0)   | 50 (164)       | 1x240   | 0.286                       | 0.618           | 1.73                         |
| MA02c      | 1.1 (1.5)    | 5 (16.4)       | 1x120   | 0.132                       | 0.464           | 2.82                         |
| MA02c      | 1.1 (1.5)    | 50 (164)       | 1x120   | 0.31                        | 0.622           | 1.62                         |
| MA02c      | 1.5 (2.0)    | 5 (16.4)       | 1x240   | 0.132                       | 0.464           | 2.82                         |
| MA02c      | 1.5 (2.0)    | 50 (164)       | 1x240   | 0.31                        | 0.622           | 1.62                         |
| MA01a      | 0.75 (1.0)   | 5 (16.4)       | 3x240   | 0.092                       | 0.458           | 3.96                         |
| MA01a      | 0.75 (1.0)   | 50 (164)       | 3x240   | 0.296                       | 0.616           | 1.66                         |
| MA01a      | 1.5 (2.0)    | 5 (16.4)       | 3x400   | 0.132                       | 0.732           | 4.46                         |
| MA01a      | 1.5 (2.0)    | 50 (164)       | 3x400   | 0.389                       | 1.056           | 2.18                         |
| MA01a      | 1.5 (2.0)    | 5 (16.4)       | 3x480   | 0.143                       | 0.848           | 4.76                         |
| MA01a      | 1.5 (2.0)    | 50 (164)       | 3x480   | 0.417                       | 1.232           | 2.36                         |
| MA02a      | 1.5 (2.0)    | 5 (16.4)       | 3x240   | 0.09                        | 0.52            | 4.69                         |
| MA02a      | 1.5 (2.0)    | 50 (164)       | 3x240   | 0.23                        | 0.56            | 1.95                         |
| MA02a      | 2.2 (3.0)    | 5 (16.4)       | 1x240   | 0.078                       | 0.562           | 5.71                         |
| MA02a      | 2.2 (3.0)    | 50 (164)       | 1x240   | 0.214                       | 0.614           | 2.29                         |
| MA02a      | 4.0 (5.5)    | 5 (16.4)       | 3x400   | 0.136                       | 0.752           | 4.47                         |



表 39: dU/dt データ : iC2-Micro 周波数変換器 (?????)

| エンクロー<br>ジャーサイズ | 出力 [kW (hp)] | ケーブル長 [m<br>(ft)] | 主電圧 [V] | 立ち上がり時間<br>[μsec] | U <sub>PEAK</sub> [kV] | dU/dt [kV/μsec] |
|-----------------|--------------|-------------------|---------|-------------------|------------------------|-----------------|
| MA02a           | 4.0 (5.5)    | 50 (164)          | 3x400   | 0.254             | 1.048                  | 3.30            |
| MA02a           | 4.0 (5.5)    | 5 (16.4)          | 3x480   | 0.149             | 0.896                  | 4.85            |
| MA02a           | 4.0 (5.5)    | 50 (164)          | 3x480   | 0.305             | 1.232                  | 3.23            |
| MA03a           | 3.7 (5.0)    | 5 (16.4)          | 3x240   | 0.078             | 0.529                  | 5.46            |
| MA03a           | 3.7 (5.0)    | 50 (164)          | 3x240   | 0.228             | 0.636                  | 2.23            |
| MA03a           | 7.5 (10)     | 5 (16.4)          | 3x400   | 0.098             | 0.804                  | 6.08            |
| MA03a           | 7.5 (10)     | 50 (164)          | 3x400   | 0.288             | 1.02                   | 2.83            |
| MA03a           | 7.5 (10)     | 5 (16.4)          | 3x480   | 0.112             | 0.926                  | 6.02            |
| MA03a           | 7.5 (10)     | 50 (164)          | 3x480   | 0.304             | 1.22                   | 3.23            |
| MA04a           | 7.5 (10)     | 5 (16.4)          | 3x240   | 0.116             | 0.5                    | 3.47            |
| MA04a           | 7.5 (10)     | 50 (164)          | 3x240   | 0.288             | 0.574                  | 1.60            |
| MA04a           | 15 (20)      | 5 (16.4)          | 3x400   | 0.144             | 0.71                   | 3.96            |
| MA04a           | 15 (20)      | 50 (164)          | 3x400   | 0.28              | 1.0                    | 2.88            |
| MA04a           | 15 (20)      | 5 (16.4)          | 3x480   | 0.172             | 0.794                  | 3.71            |
| MA04a           | 15 (20)      | 50 (164)          | 3x480   | 0.298             | 1.19                   | 3.20            |
| MA05a           | 11 (15)      | 5 (16.4)          | 3x240   | 0.078             | 0.407                  | 4.14            |
| MA05a           | 11 (15)      | 50 (164)          | 3x240   | 0.492             | 0.59                   | 0.96            |
| MA05a           | 22 (30)      | 5 (16.4)          | 3x400   | 0.108             | 0.66                   | 4.89            |
| MA05a           | 22 (30)      | 50 (164)          | 3x400   | 0.404             | 1.02                   | 2.02            |
| MA05a           | 22 (30)      | 5 (16.4)          | 3x480   | 0.148             | 0.78                   | 4.26            |
| MA05a           | 22 (30)      | 50 (164)          | 3x480   | 0.404             | 1.19                   | 2.36            |

## 4.9 ディレーティング

### 4.9.1 ディレーティングの概要

特殊な条件下でドライブの動作が困難な場合には、ディレーティングを検討してください。ドライブのディレーティングには以下が含まれます。

- 手動ディレーティング
- 自動ディレーティング

### 4.9.2 手動ディレーティング

手動ディレーティングは以下の場合に考慮する必要があります。

- 空気圧 - 1000 m (3281 ft) 以上の高度での設置用。
- モーター速度 - 定トルク用途における低 RPM での連続運転時。
- 周囲温度 - 40 °C (104 °F) 以上。詳細については、以下の図を参照してください。

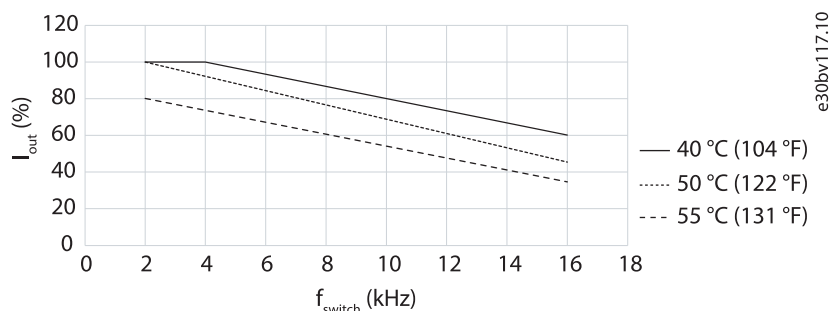


図 14: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA01c 1x100-120 V 交流 および 1x200-240 V 交流)

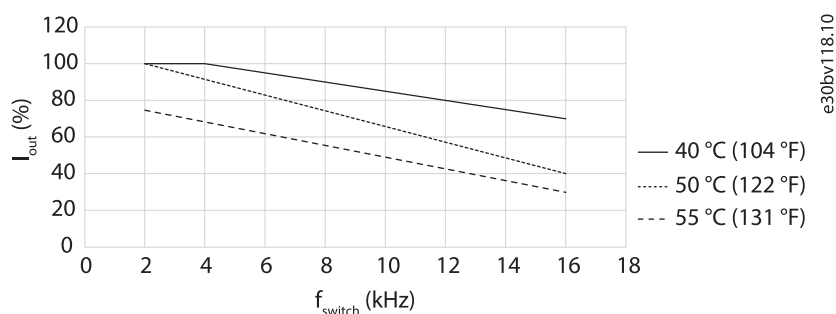


図 15: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA02c 1x100-120 V 交流 および 1x200-240 V 交流)

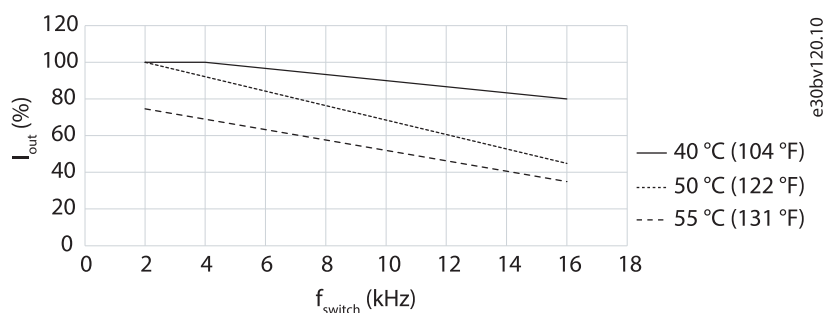


図 16: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA02a 1x200-240 V 交流)

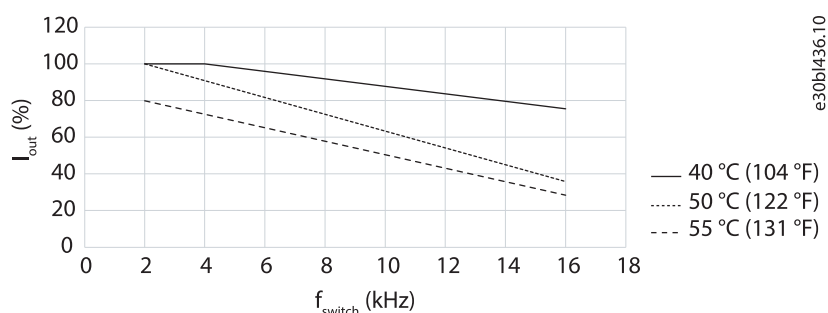


図 17: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA01a 3x200-240 V 交流)

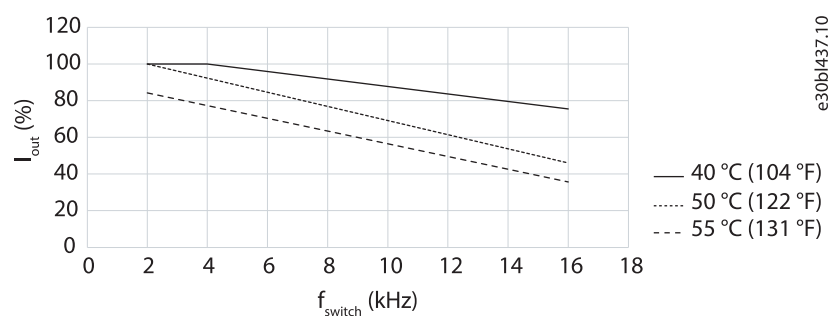


図 18: スイッチング周波数に対する出力電流のデレーティング (MA02a 3x200-240 V 交流)

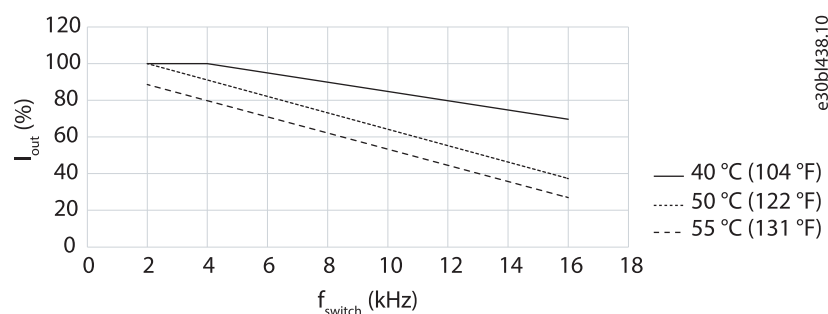


図 19: スイッチング周波数に対する出力電流のデレーティング (MA03a 3x200-240 V 交流)

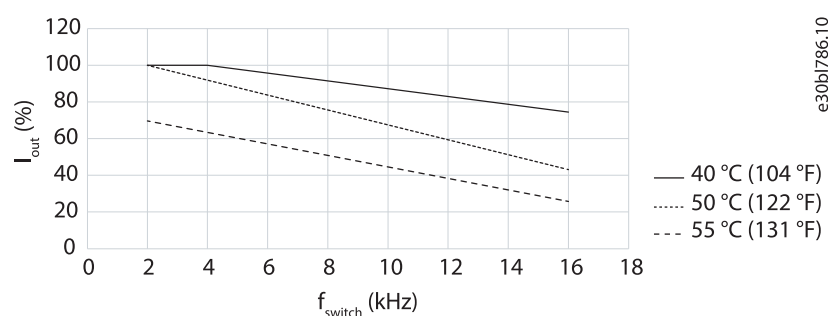


図 20: スイッチング周波数に対する出力電流のデレーティング (MA04a 3x200-240 V 交流)

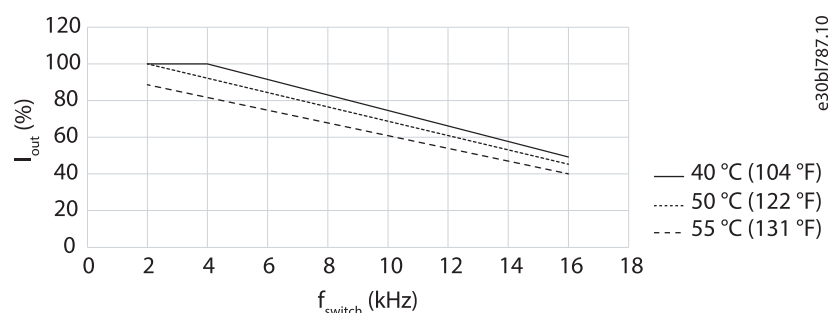


図 21: スイッチング周波数に対する出力電流のデレーティング (MA05a 3x200-240 V 交流)

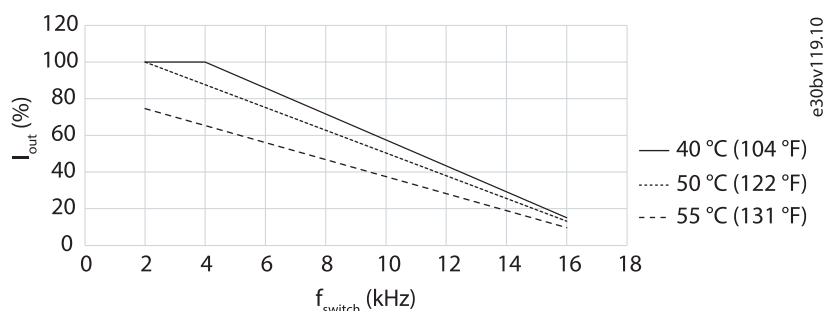


図 22: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA01a 3x380-480 V 交流)

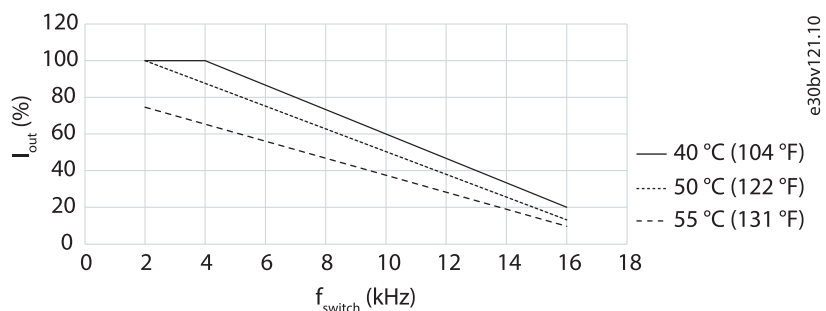


図 23: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA02a 3x380-480 V 交流)

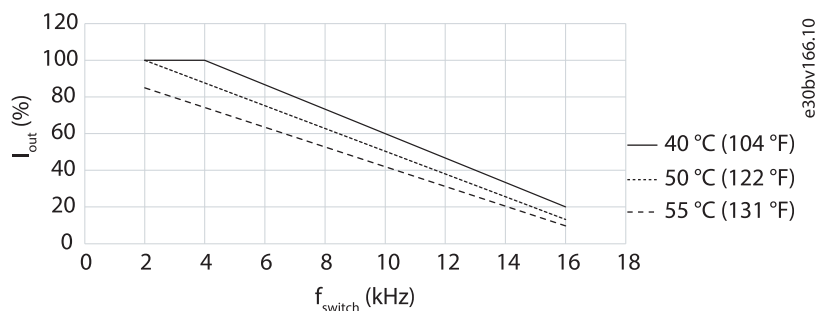


図 24: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA03a 3x380-480 V 交流)

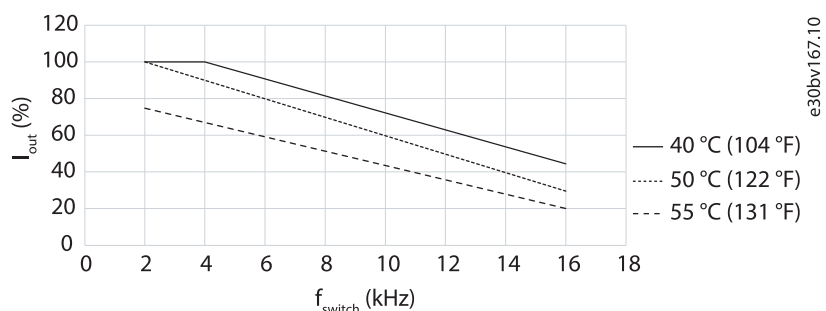


図 25: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA04a 3x380-480 V 交流)

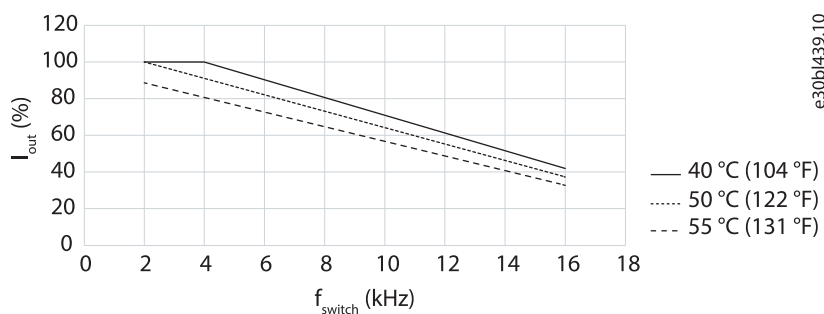


図 26: スイッチング周波数に対する出力電流のディレーティング (MA05a 3x380-480 V 交流)

#### 4.9.3 自動定格ディレーティング

重要なステージでの性能を確保するため、ドライブは以下の重要なレベルを常にチェックし、スイッチング周波数を自動的に調整します。

- ヒートシンクの異常な高温
- モーター高負荷。
- 低モーター速度。
- 保護信号（過電圧 / 電圧不足、過電流、地絡、短絡）が作動する。

## 5 外装寸法

### 5.1 IP20/ オープンタイプエンクロージャのサイズと寸法

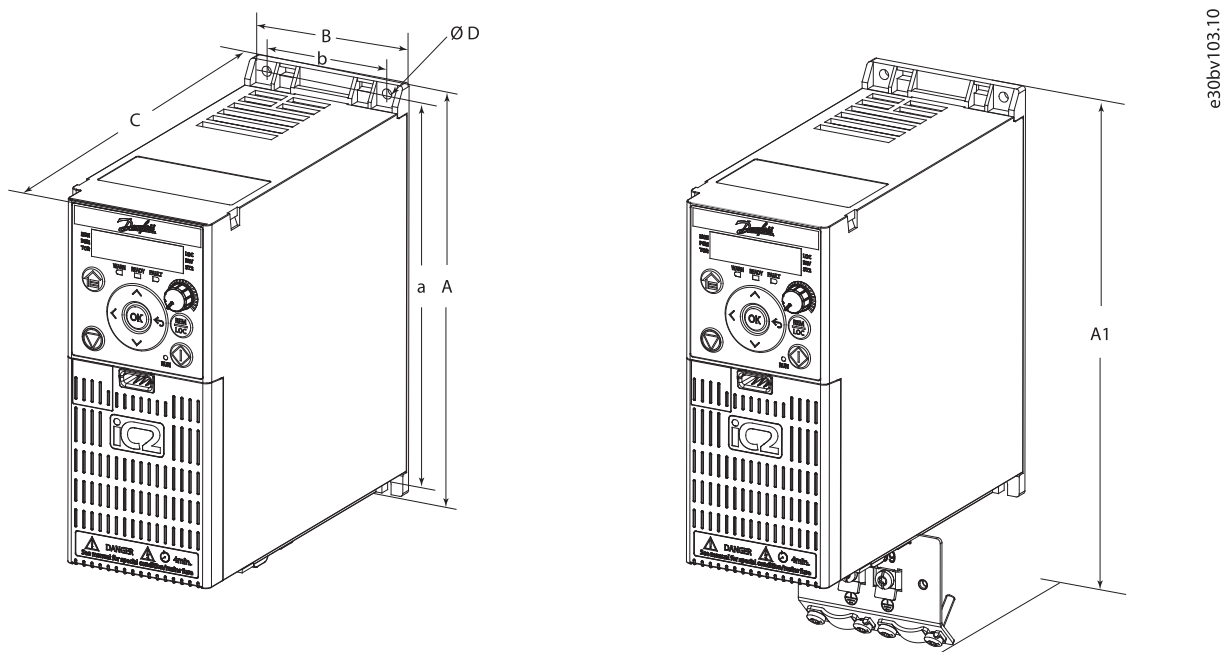


図 27: IP20/ オープンタイプエンクロージャのサイズと寸法

表 40: IP20/ オープンタイプエンクロージャのサイズと寸法

| エンクロージャ | 高さ [mm (in)] |                   |              | 幅 [mm (in)] |           | 深さ [mm (in)] <sup>(1)</sup> | 実装穴 [mm (in)] | 最大重量 [kg (lb)] <sup>(2)</sup> |
|---------|--------------|-------------------|--------------|-------------|-----------|-----------------------------|---------------|-------------------------------|
|         | A            | A1 <sup>(3)</sup> | a            | B           | b         | C                           |               |                               |
| MA01c   | 150 (5.9)    | 216 (8.5)         | 140.4 (5.5)  | 70 (2.8)    | 55 (2.2)  | 143 (5.6)                   | 4.5 (0.18)    | 1.0 (2.4)                     |
| MA02c   | 176 (6.9)    | 232.2 (9.1)       | 150.5 (5.9)  | 75 (3.0)    | 59 (2.3)  | 157 (6.2)                   | 4.5 (0.18)    | 1.3 (2.9)                     |
| MA01a   | 150 (5.9)    | 202.5 (8.0)       | 140.4 (5.5)  | 70 (2.8)    | 55 (2.2)  | 158 (6.2)                   | 4.5 (0.18)    | 1.1 (2.4)                     |
| MA02a   | 186 (7.3)    | 240 (9.4)         | 176.4 (6.9)  | 75 (3.0)    | 59 (2.3)  | 175 (6.9)                   | 4.5 (0.18)    | 1.6 (3.5)                     |
| MA03a   | 238.5 (9.4)  | 291 (11.5)        | 226 (8.9)    | 90 (3.5)    | 69 (2.7)  | 200 (7.9)                   | 5.5 (0.22)    | 3.0 (6.6)                     |
| MA04a   | 292 (11.5)   | 365.5 (14.4)      | 272.4 (10.7) | 125 (4.9)   | 97 (3.8)  | 244.5 (9.6)                 | 7.0 (0.28)    | 6.0 (13.2)                    |
| MA05a   | 335 (13.2)   | 396.5 (15.6)      | 315 (12.4)   | 165 (6.5)   | 140 (5.5) | 248 (9.8)                   | 7.0 (0.28)    | 9.5 (20.9)                    |

1) ローカルコントロールパネルのポテンショメーターは、ドライブから 6.5 mm (0.26 in) 突き出しています。

2) 分離プレートを含まない。

3) 分離プレートを含む。

## 5.2 IP21/UL タイプ 1 エンクロージャのサイズと寸法

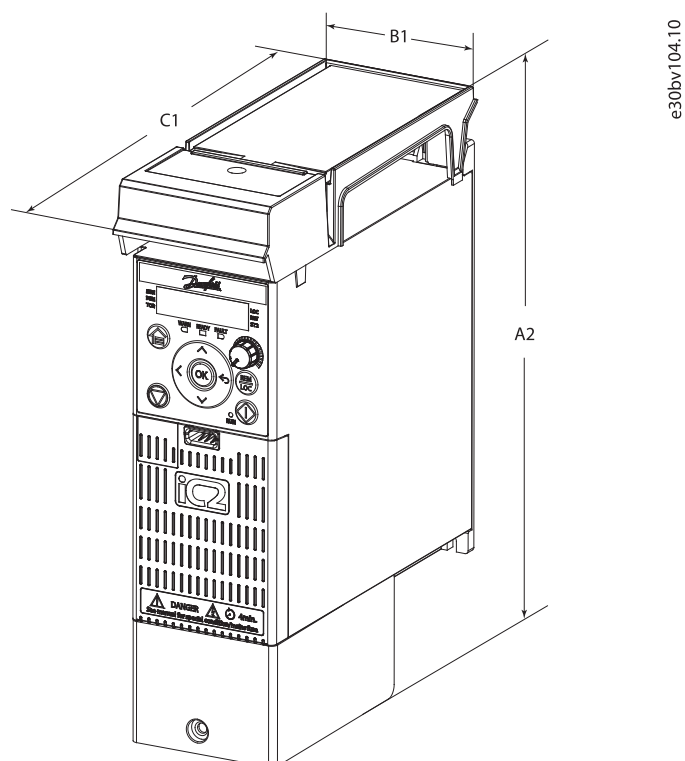


図 28: IP21/UL タイプ 1 エンクロージャのサイズと寸法

表 41: IP21/UL タイプ 1 エンクロージャのサイズと寸法

| エンクロージャ | 高さ [mm (in)] | トップカバー幅 [mm (in)] | 奥行き [mm (in)] |
|---------|--------------|-------------------|---------------|
|         | A2           | B1                | C1            |
| MA01c   | 242.2 (9.5)  | 81.5 (3.2)        | 153.5 (6.0)   |
| MA02c   | 257 (10.1)   | 92.4 (3.6)        | 165 (6.5)     |
| MA01a   | 220.2 (8.7)  | 73.2 (2.9)        | 166.5 (6.6)   |
| MA02a   | 255 (10.0)   | 78 (3.0)          | 184 (7.2)     |
| MA03a   | 298 (11.7)   | 98 (3.9)          | 210 (8.3)     |



### 5.3 NEMA 1 エンクロージャのサイズと寸法

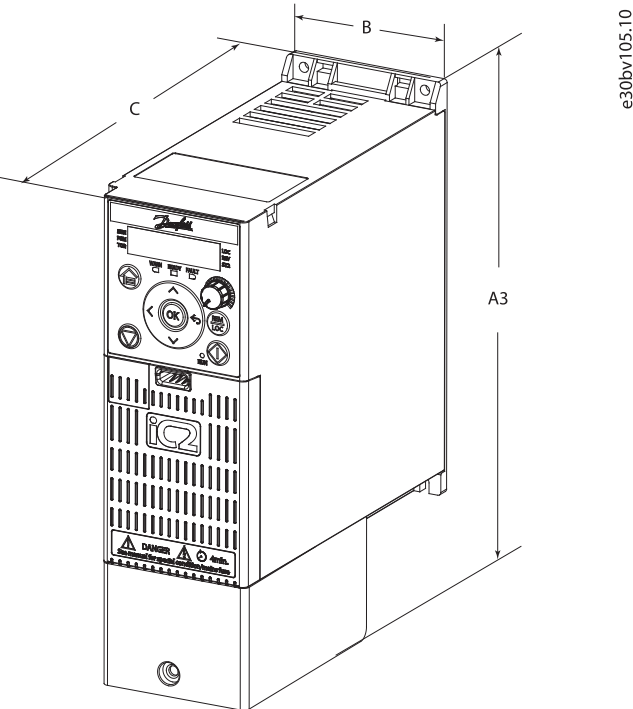


図 29: NEMA 1 エンクロージャのサイズと寸法

表 42: NEMA 1 エンクロージャのサイズと寸法

| エンクロージャ | 高さ [mm (in)] | 幅 [mm (in)] | 深さ [mm (in) ] |
|---------|--------------|-------------|---------------|
|         | A3           | B           | C             |
| MA01c   | 206.2 (8.1)  | 70 (2.8)    | 143 (5.6)     |
| MA02c   | 221 (8.7)    | 75 (3.0)    | 157 (6.2)     |
| MA01a   | 195 (7.7)    | 70 (2.8)    | 158 (6.2)     |
| MA02a   | 231 (9.1)    | 75 (3.0)    | 175 (6.9)     |
| MA03a   | 283 (11.1)   | 90 (3.5)    | 200 (7.9)     |
| MA04a   | 352.5 (13.9) | 125 (4.9)   | 244.5 (9.6)   |
| MA05a   | 392 (15.4)   | 165 (6.5)   | 248 (9.8)     |

1) ローカルコントロールパネルのポテンショメーターは、ドライブから 6.5 mm (0.26 in) 突き出しています。

## 6 機械的設置に関する考慮事項

### 6.1 出荷内容

出荷内容に含まれるもの：

- ドライブ。
- 端子カバー。
- この操作ガイドには、ドライブ設置、試運転、保守に関する情報が記載されています。

### 6.2 製品ラベル

#### 6.2.1 製品ラベルの概要

ドライブとそのパッケージには、法的または規制上の理由で必要な情報、各コンポーネント固有の識別情報、その他の関連情報が記載されたラベルが添付されています。

#### 6.2.2 ドライブの製品ラベル

ドライブの製品ラベルには、製品を識別するための情報、法律および規制情報が記載されています。ドライブのラベル位置については、を参照してください。

表 43: ラベルの位置

| エンクロージャーサイズ | ラベル位置    |
|-------------|----------|
| MA01c-MA02c | ドライブの側面。 |
| MA01a-MA05a | ドライブの上部。 |

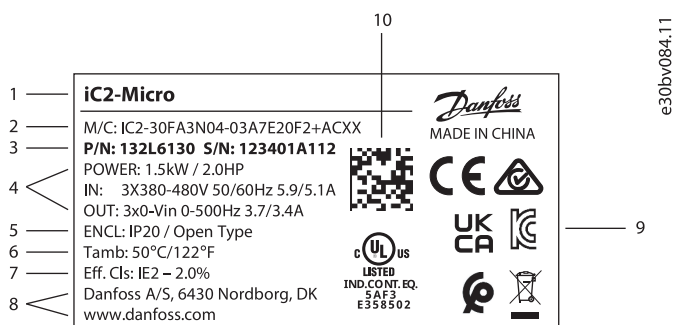


図 30: 製品ラベルの例

- 製品名
- モデルコード：M/C にはモデルコードの 27 文字が含まれます。
- P/N および S/N
  - P/N は実際の製品のコード番号です。
  - S/N にはシリアル番号が含まれています。
- 電力定格：
  - 1 行目には、基準電圧における典型的なモーター電力規格が記載されています。
  - 2 番目の行には、入力定格（電圧範囲、周波数、所定の入力電圧における入力電流）が一覧表示されます。
  - 3 番目の行には、出力定格（電圧範囲、周波数、所定の入力電圧における定格出力電流）が一覧表示されます。
- エンクロージャー：ドライブの保護定格を、防塵防水定格と UL 準拠定格の両方として示します。

- 6 周囲温度 定格値のディレーティングを必要としない周囲温度範囲を示します。
- 7 効率クラス：ErP 指令に準拠した効率クラス。90% 周波数 /100% 電流動作点に与えられた値。
- 8 会社名、住所、ウェブサイト。
- 9 警告およびコンプライアンス情報。
- 10 2D コード：2D コードにはドライブに関する情報が含まれており、スマートデバイスでスキャンできます。コードには以下が含まれます：
  - P/N: コード番号。
  - S/N: シリアル番号。

### 6.2.3 パッケージラベル

パッケージラベルはドライブのパッケージに貼付されており、ドライブに関する情報が記載されています。

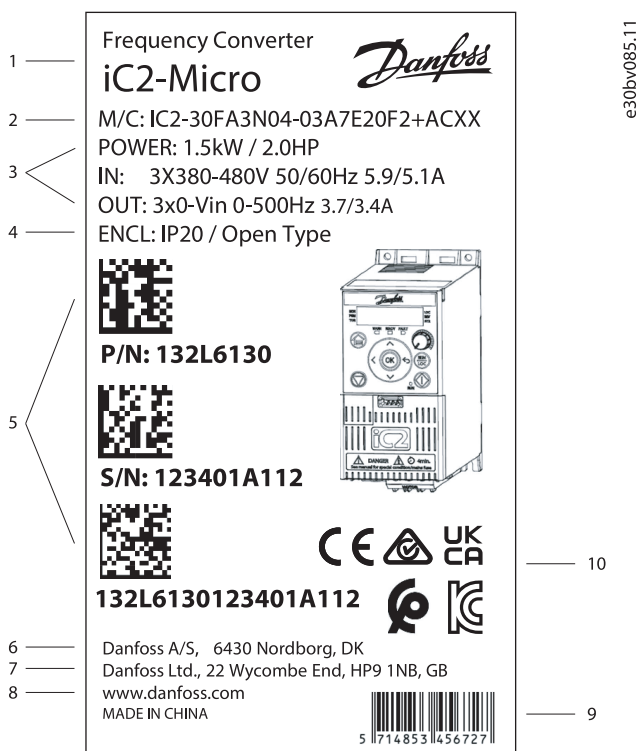


図 31: パッケージラベルの例

- 1 製品名
- 2 モデルコード：M/C にはモデルコードの 27 文字が含まれます。
- 3 電力定格：
  - 1 行目には、基準電圧における典型的なモーター電力規格が記載されています。
  - 2 番目の行には、入力定格（電圧範囲、周波数、所定の入力電圧における入力電流）が一覧表示されます。
  - 3 番目の行には、出力定格（電圧範囲、周波数、所定の入力電圧における定格出力電流）が一覧表示されます。
- 4 エンクロージャー：ドライブの保護定格を、防塵防水定格と UL 準拠定格の両方として示します。
- 5 注文に関する情報を含む 2D コード。
- 6 会社名、住所。
- 7 UKAC アドレス。

- 8 会社ウェブサイト。
- 9 欧州統一商品番号 (EAN) のバーコード。
- 10 梱包に必要な承認マーク（ドライブの追加承認マーク）。

## 6.3 廃棄に関する注意事項

ドライブの寿命が終わったら、主要部品をリサイクルすることができます。

材料を除去する前に、ドライブを分解する必要があります。製品の部品と材料は分解して分離することができます。一般的に、鋼、アルミニウム、銅およびその合金、貴金属などのすべての金属は、材料としてリサイクルすることができます。プラスチック、ゴム、段ボールはエネルギー回収に使用できます。プリント回路基板および直径 25 mm (1 in) 未満の大型電解コンデンサは IEC 62635 ガイドラインに従ってさらに処理する必要があります。リサイクルを容易にするために、プラスチック部品には適切な識別コードが付いています。

環境面および専門的なリサイクル業者向けのリサイクル指示に関する詳細については、地域の Danfoss 事務所にお問い合わせください。製品寿命末期の処理は、国際および地域の規制に従う必要があります。

すべてのドライブは、禁止物質および制限物質に関する Danfoss の企業ガイドラインに従って設計および製造されています。これらの物質のリストは [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) で入手できます。



本製品に付いているこの記号は、家庭ゴミとして廃棄してはならないことを示しています。電装品を組み込んでいる装置を一般廃棄物とともに処理することは禁止されています。

電気および電子機器のリサイクルについては、該当する回収プログラムに必ず引き渡してください。

- 本製品は、専用の廃棄方法で廃棄してください。
- 現地および現行のすべての法律および規制を遵守してください。

## 6.4 設置までの保管

### 6.4.1 コンデンサのリフォーミング

電圧が印加されていない状態で保管されているドライブの場合、ドライブのコンデンサのメンテナンスが必要になる場合があります。

電圧をかけることなくドライブを 3 年以上保管している場合は、リフォーミングが必要です。リフォーミングは、直流端子を備えたドライブでのみ可能です。直流リンク・コンデンサのメンテナンスとリフォーミングについては、を参照してください。

コンデンサをリフォーミングする場合：

- リフォーミング電圧は、定格主電圧の 1.35~1.45 倍でなければなりません。直流リンク電圧が低レベルのままで、約  $1.41 \times U_{\text{主電源}}$  に達しない場合は、最寄りのサービス代理店にご連絡ください。
- 供給電流消費は 500 mA を超えてはなりません。

ドライブが動作している時、リフォーミングされていない直流リンク・コンデンサが損傷する可能性があります。

表 44: ドライブの保管期間とリフォーミングの推奨事項

| 保管期間  | リフォーミングガイドライン                                                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 年未満 | リフォーミングは不要です。主電圧に接続します。                                                                           |
| 2～3年  | 主電圧に接続し、最低 30 分間待ってからドライブをロードします。                                                                 |
| 3年以上  | ドライブの直流リンク端子に直接接続された直流電源を使用して、負荷なしで 30 分間、直流バス電圧 0～100% を定格電圧の 25%、50%、75%、100% と段階的に上げていきます。を参照。 |

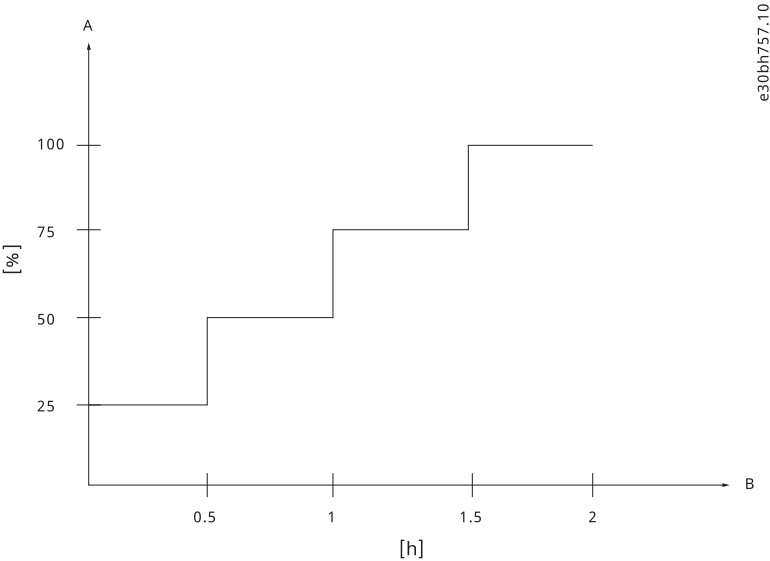


図 32: 直流コンデンサのリフォーミング手順

|   |                         |   |    |
|---|-------------------------|---|----|
| A | リフォーミング電圧（定格電圧のパーセント割合） | B | 時間 |
|---|-------------------------|---|----|

表 45: 直流バス電圧ランプアップ値

| 交流入力電圧         | 直流リンクの電圧 |
|----------------|----------|
| 1x100–120 V 交流 | 320 V 直流 |
| 1x200–240 V 交流 | 320 V 直流 |
| 3x200–240 V 交流 | 320 V 直流 |
| 3x380–480 V 交流 | 650 V 直流 |

6.4.2 安全な輸送と保管

製品固有の文書に記載されている輸送、保管、適切な取り扱いに関するすべての情報に従ってください。以下が含まれます。

- ドライブを設置する前に保管する場合は、周囲環境条件が [4.2.7.2 保管時の周囲条件](#) に記載されている仕様に適合していることを確認してください。
- パッケージを 4 ヶ月以上保管する場合は、管理された状態で保管してください。
  - 温度のばらつきが小さいことを確認してください。
  - 湿度が 50% 未満であることを確認してください。
- 設置するまで、ドライブをその梱包材に密閉して保管してください。開梱後は、ドライブを埃、ゴミ、湿気から保護してください。

## 6.5 設置の前提条件

### 6.5.1 設置の前提条件の概要

用途におけるドライブの最適な状態と動作を確保するため、ドライブを選択する前に以下の点を確認することをお勧めします。

- 動作環境と周囲条件を確認してください。[4.2.7.4 動作中の周囲条件](#)を参照。
- 設置中は、ドライブの配置と取り扱いを考慮してください。ドライブの重量と機械的寸法については、[5.1 IP20/ オープンタイプエンクロージャーのサイズと寸法](#)を参照してください。
- 動作中にドライブにアクセスする必要性を考慮してください。「機械的設置」の章を参照してください。
- 保守を行う際にアクセスする必要性を考慮してください。[6.7.8 整備時のアクセスのための推奨スペース](#)を参照。

### 6.5.2 動作環境

ドライブが指定された設置条件内に設置されていることを確認して、製品の適切な動作と予想寿命を確保してください。

表 46: 動作環境仕様

| 環境      | 仕様                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 温度      | ドライブは、動作温度範囲がドライブの仕様に準拠する場所に設置する必要があります。動作温度と保管温度の両方を考慮してください（無電力ドライブの場合）。公称温度定格を超える場合は、定格値のデレーティングを適用する必要があります。<br>定格デレーティングの詳細については、 <a href="#">4.2.7.1 周囲条件の概要</a> と <a href="#">4.9.1 デレーティングの概要</a> を参照してください。                                                                            |
| 高度      | 適切な冷却と絶縁間隔の遵守のため、ドライブが許容高度に設置されていることを確認してください。高度 1000 m (3300 ft) を超える場合、ドライブ性能の定格値のデレーティングが適用されます。定格値のデレーティングは、最大出力電流または最大動作温度に適用されます。ドライブが実際の用途に適した定格であることを確認してください。<br>制限については、「一般技術データ」の章に記載されています。詳細情報については、 <a href="#">4.2.7.1 周囲条件の概要</a> と <a href="#">4.9.1 デレーティングの概要</a> を参照してください。 |
| 振動とショック | ドライブが仕様を超える振動や衝撃にさらされない場所に設置されていることを確認してください。より高いレベルの振動や衝撃にさらされる場合は、設置にダンパーを使用することをお勧めします。特別な要件は、海事認証付きのドライブを注文すると満たされます。<br>詳細情報については、 <a href="#">4.2.7.1 周囲条件の概要</a> を参照してください。                                                                                                              |
| 湿度      | ドライブは、湿度レベルがドライブの仕様に準拠する場所に設置する必要があります。設置場所が必要な条件を満たしていない場合、設置用の他の保護キャビネット、内蔵加熱素子、または除湿機を選択することにより、代替措置を講じることができます。<br>詳細情報については、 <a href="#">4.2.7.1 周囲条件の概要</a> を参照してください。                                                                                                                    |

表 46: 動作環境仕様 (?????)

| 環境           | 仕様                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 粉塵、繊維、空気中の粒子 | <p>IP20/オープンタイプおよび IP21/UL タイプ 1（オプションとして IP21/ タイプ 1 変換キット）エンクロージャーは、埃、繊維、その他の空気中の粒子から保護されていないため、これらが存在しない場所、または専用のエンクロージャー内に設置する必要があります。</p> <p>空気中の粒子によってヒートシンクとファンに詰まりが発生しないようにしてください。詰まりはドライブの冷却を制限します。ドライブが詰まりを検出し、性能を低下させるか、動作を停止します。導電性の粒子にさらされる場所にドライブを設置しないでください。</p> <p>詳細情報については、<a href="#">4.2.7.1 周囲条件の概要</a>を参照してください。</p> <p>ヒートシンクとファンの保守に関する詳細については、<a href="#">6.6.4 ヒートシンクとファンの保守と整備</a>を参照してください。</p> |
| ガス           | <p>ドライブを設置する際は、ガスへの暴露に注意する必要があります。ドライブは、爆発性ガスにさらされる場所に設置することを意図していません。腐食性ガスにさらされる場合は、適切な予防措置を講じる必要があります。これらの注意事項には、保護等級の高いドライブの選択、オプションとしてドライブに保護コーティング追加、またはドライブを保護キャビネットに取り付けることが含まれます。</p> <p>詳細情報については、<a href="#">4.2.7.1 周囲条件の概要</a>を参照してください。</p>                                                                                                                                                                    |

## 6.6 メンテナンスに関する考慮事項

### 6.6.1 定期メンテナンス

ドライブの寿命を通じて、定期的なメンテナンスまたは整備処置が必要になる場合があります。ドライブの関連部品へのアクセスを確保する必要があります。

#### ⚠ 注意



#### 高温表面

ドライブには、ドライブの電源がオフになった後でも高温を保ち続ける金属部品があります。ドライブの高温を示すマーク（黄色の三角）に違反したときは、重大なやけどを引き起こすことがあります。

- 母線などの内部部品には、ドライブの電源がオフになった後でも非常に高温であり続けるものがあります。
- 高温マーク（黄色の三角）が付いた外側の部分には触れないでください。これらの領域は、ドライブの使用中小および電源を切った直後に高温になります。

メンテナンスの典型的なケースは次のとおりです。

- ドライブの I/O 信号を確認します。
- 電源接続と接地を定期的に確認します。
- PC をドライブに接続してデータを読み取るか、パラメーターを設定します。

### 6.6.2 予防保全に関する推奨事項

一般的に、Danfoss 可変周波数ドライブを含むすべての技術機器は、最小限の予防保全が必要です。ドライブのトラブルのない動作と長い寿命を確保するため、定期的なメンテナンスを推奨します。また、メンテナンスおよび整備作業を説明するカウンタ値、日付、時刻を含む保守ログを記録することを推奨します。

Danfoss は、空冷式ドライブ/システムに関して、以下の点検と整備間隔を推奨します。



## 注意

部品交換の整備スケジュールは、動作条件によって異なる場合があります。特定の条件下では、ストレスの多い動作条件と環境条件の組み合わせにより、コンポーネントの寿命が大幅に短縮されます。これらの条件には、例えば、極端な温度、埃、高湿度、使用時間、腐食環境、負荷などが含まれます。

ストレスの多い条件での稼働の場合、Danfoss は DrivePro® 予防保守サービスを提供します。DrivePro® サービスは、カスタマイズされた部品交換を含む計画的保守により、製品の寿命を延ばし、性能を向上させます。DrivePro® サービスは、特定の用途と動作条件に合わせてカスタマイズされています。

表 47: 空冷式ドライブの保守スケジュール

| コンポーネント        | 点検間隔 <sup>(1)</sup> | 整備スケジュール <sup>(2)</sup> | 予防保全措置                                                                                                   |
|----------------|---------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 設置             |                     |                         |                                                                                                          |
| 目視点検           | 1年                  | –                       | 過熱、劣化、腐食の兆候、粉塵や損傷のある部品など、異常がないか確認する。                                                                     |
| 補助機器           | 1年                  | メーカーの推奨事項に従う            | 装置、スイッチギヤ、リレー、切断装置、またはヒューズ / 遮断器を点検する。動作障害や欠陥の考えられる原因について、動作と状態を検査する。ヒューズの導通チェックは、訓練を受けた整備担当者が必ず行ってください。 |
| EMC に関する考慮事項   | 1年                  | –                       | 電磁能力およびコントロール配線と電源ケーブル間の分離距離に関して、配線を点検する。                                                                |
| ケーブルルーティング(配線) | 1年                  | –                       | モーター・ケーブル、主電源配線、および信号配線の並列配線を確認する。平行配線を避ける。サポートなしで自由空气中にケーブルを配線しない。ケーブル絶縁体に劣化や摩耗がないか点検する。                |
| コントロール配線       | 1年                  | –                       | ワイヤまたはリボンワイヤがしっかり締まっているか、損傷または圧着がないか確認する。固定圧着端で接続を正しく終端します。シールド・ケーブルと接地された EMC プレート、またはツイストペアの使用を推奨します。  |
| 空きスペース         | 1年                  | –                       | 適切なエアフローで冷却を行うための外部空きスペースが、フレームと製品タイプの要件に準拠していることを確認する。空きスペースについては、地域の設計規制を参照してください。                     |
| 密封             | 1年                  | –                       | エンクロージャー、カバー、キャビネットドアの密封状態が良好であることを確認する。                                                                 |
| 腐食環境           | 1年                  | –                       | 導電性の粉塵や硫化物、塩化物、塩霧などの腐食性ガスは、電気部品や機械部品を損傷する可能性があります。エアフィルターは、空気中の腐食性化学物質を除去しません。所見に基づいて行動する。               |
| ドライブ           |                     |                         |                                                                                                          |
| プログラミング        | 1年                  | –                       | 可変周波数ドライブのパラメーター設定が、モーター、ドライブアプリケーション、I/O 構成に従って正しいことを確認する。この作業は、訓練を受けた整備担当者のみが行うことができます。                |
| コントロールパネル      | 1年                  | –                       | ディスプレイのピクセルに損傷がないことを確認する。イベントログに警告や不具合がないか確認する。繰り返し発生する事象は、潜在的な問題の兆候です。必要に応じて、最寄りのサービスセンターにお問い合わせください。   |
| ドライブ冷却能力       | 1年                  | –                       | 冷却チャンネルのエア通路に詰まりや狭窄がないか確認する。ヒートシンクには埃や結露が付着しないようにしてください。                                                 |



表 47: 空冷式ドライブの保守スケジュール (?????)

| コンポーネント                      | 点検間隔 <sup>(1)</sup> | 整備スケジュール <sup>(2)</sup> | 予防保全措置                                                                                                                                             |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| クリーニングとフィルター                 | 1年                  | –                       | エンクロージャーの内部は毎年、必要に応じてより頻繁に清掃してください。フィルター内またはエンクロージャー内の粉塵の量は、次の清掃またはフィルター交換が必要になるタイミングの指標です。                                                        |
| ファン                          | 1年                  | 3～10年                   | すべての冷却ファンの状態と動作状態を点検する。電源を切ると、ファン軸がきつく締まっているように感じられます。指でファンを回転させると、回転はほぼ静かで、異常な回転抵抗がないはずです。RUN モードでは、ファンの振動、過度または異常な騒音は軸受が摩耗している兆候です。ファンを交換してください。 |
| 接地                           | 1年                  | –                       | ドライブシステムには、ドライブ、出力フィルター、モーターを建物の接地に接続する専用の接地線が必要です。接地の接続が、しっかりと固定されて、塗装がはがれていたり酸化されていないことを確認します。デイジーチェーン接続は許可されていません。該当する場合は、編組ストラップが推奨されます。       |
| 電源ケーブルおよび配線                  | 1年                  | –                       | 接続部の緩み、経年劣化、絶縁状態、ドライブ接続部のトルクが適切かどうかを確認する。ヒューズの定格と導通を確認してください。過酷な環境での動作した兆候がないか観察します。例えば、ヒューズハウジングの変色は結露や高温の兆候である可能性があります。                          |
| 振動                           | 1年                  | –                       | ドライブから異常な振動や騒音が発生していないかチェックして、電子部品が安定していることを確認します。                                                                                                 |
| スペア部品                        |                     |                         |                                                                                                                                                    |
| スペア部品                        | 1年                  | 2年                      | スペア部品は、乾燥した清潔な環境で元の箱に入れて保管してください。高温の保管場所は避けてください。電解コンデンサは、整備スケジュールの記載に従ってリフォーミングしてください。リフォーミングは、訓練を受けた整備担当者が必ず行ってください。                             |
| ユニットおよび長期間保管したユニットを試運転前に交換する | 1年                  | 2年                      | 分解せずに、視野内に損傷、水、高湿度、腐食、埃の兆候がないか目視で検査する。電解コンデンサが取り付けられている交換ユニットは、整備スケジュールの記載に従ってリフォーミングしてください。リフォーミングは、訓練を受けた整備担当者が必ず行ってください。                        |

1) 試運転/起動後の時間。または前回の点検からの時間として定義されます。

2) 試運転/起動後の時間、または前回の整備スケジュールアクションからの時間として定義されます。

## 6.6.3 整備時のアクセス

ドライブの想定寿命を延ばすため、Danfoss では、ドライブ、モーター、システム、およびキャビネット / エンクロージャーの定期的な点検と整備措置を推奨しています。故障、危険及び損傷を防ぐため、動作条件に従い、端子接続の耐久性、ドライブ内の粉塵の蓄積などを定期的に点検してください。

Danfoss ドライブが設計限界に近い、または設計限界を超える環境で動作している場合は、ドライブの保守が必要です。

摩耗または損傷した部品は、純正部品と交換してください。サービスとサポートについては、最寄りの代理店までご連絡ください。DrivePro® サービスは、試運転とタイムリーな計画的保守サービスにより、iC2-Micro 周波数変換器 の寿命を延ばし、性能を向上させます。DrivePro® サービスは、用途と動作条件に合わせてカスタマイズされています。

設置を計画する際は、整備と保守のニーズに適したアクセスを考慮する必要があります。一般的に、以下を確認することをお勧めします。

- 電源ケーブルおよびコネクタへのアクセス。
- コントロール配線へのアクセス。

- 冷却システム（冷却チャンネルとファンフィルター）を清掃するためのアクセス。
- ドライブを PC に接続するためのポートへのアクセス。

#### 6.6.4 ヒートシンクとファンの保守と整備

ヒートシンクのフィンには冷却空気から粉塵を吸収します。ヒートシンクがきれいでない場合、ドライブに過温度警告と不具合が発生します。必要に応じて、ヒートシンクを清掃します。

ドライブの冷却ファンの寿命は、ファンの運転時間、周囲温度、粉塵濃度によって異なります。**パラメータ P 6.5.1 Fan Control Mode** でファンコントロールモードを選択し、ファンを制御することでファンの寿命が自動的に延びます。ファンの故障は、ファン・ベアリングのノイズの増加によって予測できます。ドライブがプロセスの重要な部分で動作している場合、これらの症状が現れたらファンを交換することをお勧めします。

ファンは、清掃時にドライブから取り外すことができます。ファンの交換も Danfoss から入手できます。

- 交換可能な冷却ファンのコード番号については、[8.2 付属品、スペア部品の注文](#) を参照してください。
- ファンの交換に関する詳細な手順については、iC2-Micro 周波数変換器 のファン交換設置ガイドを参照してください。

### 6.7 機械的設置

#### 6.7.1 取り付けに関する考慮事項

設置場所の選択と計画を行う際は、以下の考慮事項に注意してください。

- 取り付け面はドライブの重量を支えます。
- 取り付け面は非可燃性でなければなりません。
- ドライブは垂直に設置されますが、特殊な場合には、別の方向に設置することもできます。ドライブを異なる方向に設置すると、ドライブの性能に影響します。詳細情報については、[6.7.3 取り付け方向](#) を参照してください。
- インレットとアウトレットに適切な間隔をあげると、ヒートシンク上を空気が流れ、適切な冷却が行われます。
- ドライブは、並べて取り付けたり、制御室の壁に取り付けたりすることによってキャビネット内のスペースを節約することができます。
- ドライブの前面には、コントロールパネルを操作するのに十分なスペースが必要です。
- ドライブの接続に使用するケーブルの設置と配置に適したスペースを確保してください。

#### ⚠ 警告



##### 電気ショックの危険

カバーのかかっていないモーター、主電源、または DC 接続プラグや端子に触れると、死亡事故や重大な傷害事故を招くことがあります。

- モーター、主電源、DC 接続用のすべてのプラグと端子保護カバーを、IP20 の保護等級を確保するために IP20 エンクロージャー内に取り付ける必要があります。プラグと端子カバーが取り付けられていない場合、保護等級は IP00 と見なされます。

- 整備時にカバーを取り外したりドアを開けたりしてアクセスするため、ドライブの前面に十分なスペースを確保する必要があります。

#### 6.7.2 取り付け場所

ドライブは、天候から保護された環境に設置するように設計されています。詳細情報については、[4.2.7.1 周囲条件の概要](#) を参照してください。

ドライブは主に壁または密閉型キャビネットに取り付けます。取り付け面は固く、平らで、非可燃性でなければなりません。

### 6.7.3 取り付け方向

ドライブは、エンクロージャサイズに応じて、垂直または水平に取り付けることができます。取り付け方向がドライブの性能に与える影響の詳細については、を参照してください。

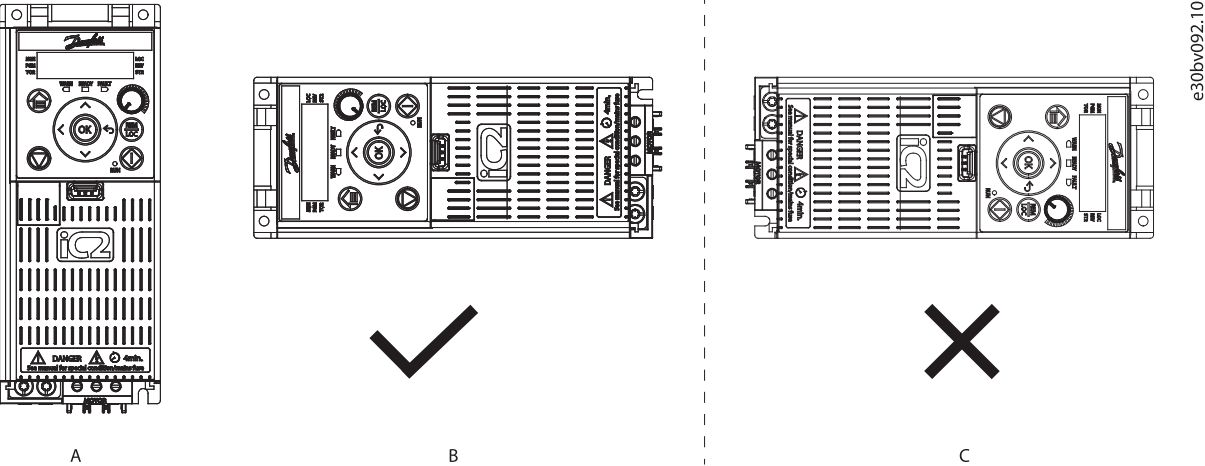


図 33: ドライブの取り付け方向

表 48: IP20/ オープンタイプ定格ドライブの許容取り付け方向と、取り付け方向が性能に与える影響

| 設置方向           | 許容されるエンクロージャサイズ   | 性能への影響                                                                                              |
|----------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A: 垂直設置        | すべてのエンクロージャサイズ    | なし                                                                                                  |
| B: 水平設置（左側が下方） | MA02c、MA01a-MA05a | <ul style="list-style-type: none"> <li>振動や衝撃に対する堅牢性が制限されています。</li> <li>並べて取り付けることはできません。</li> </ul> |
| C: 水平設置（右側が下方） | -                 | すべてのエンクロージャサイズで利用できるわけではありません。                                                                      |

| 注意                                          |
|---------------------------------------------|
| IP21/UL タイプ 1 定格ドライブは、垂直設置時に水の滴下から保護されています。 |

### 6.7.4 推奨されるネジとボルト

ドライブを取り付けるためのネジとボルトの推奨サイズは、表 で確認してください。

表 49: 推奨されるネジとボルト

| 保護等級         | エンクロージャーサイズ | 推奨されるネジ/ボルト | 最大トルク [Nm (in-lb)] |
|--------------|-------------|-------------|--------------------|
| IP20/オープンタイプ | MA01c       | M4          | 1.5 (13.3)         |
|              | MA02c       | M4          | 1.5 (13.3)         |
|              | MA01a       | M4          | 1.5 (13.3)         |
|              | MA02a       | M4          | 1.5 (13.3)         |
|              | MA03a       | M5          | 1.5 (13.3)         |
|              | MA04a       | M6          | 1.5 (13.3)         |
|              | MA05a       | M6          | 1.5 (13.3)         |

### 6.7.5 穴あけパターン

取り付け用の取り付け穴を準備するときは、穴あけパターンを使用します。穴あけパターンはドライブの取り付けプレートに相当します。

冷却、EMC プレート、その他拡張に必要なスペースは、ドリルパターンに含まれていません。

必要な総スペースについては、「外部および端子寸法」の章の図面を参照してください。

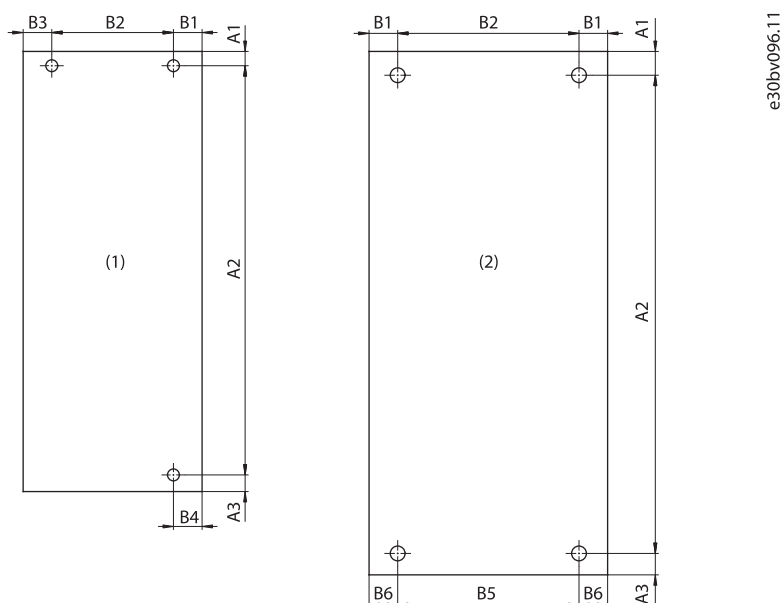


図 34: 穴あけパターン

表 50: 壁面取付ドライブの穴あけパターン寸法

| エンクロージャーサイズ | 穴あけパターン | A1 [mm (in)] | A2 [mm (in)] | A3 [mm (in)] | B1 [mm (in)] | B2 [mm (in)] | B3 [mm (in)] | B4 [mm (in)] | B5 [mm (in)] | B6 [mm (in)] |
|-------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MA01c       | 1       | 5.5 (0.22)   | 140.4 (5.53) | 4.1 (0.16)   | 7.5 (0.30)   | 55 (2.17)    | 7.5 (0.30)   | 7.5 (0.30)   | –            | –            |
| MA02c       | 1       | 5.5 (0.22)   | 150.5 (5.93) | 4.0 (0.16)   | 6.75 (0.27)  | 59 (2.32)    | 9.25 (0.36)  | 6.75 (0.27)  | –            | –            |

表 50: 壁面取付ドライブの穴あけパターン寸法 (?????)

| エンクロージャーサイズ | 穴あけパターン | A1 [mm (in)] | A2 [mm (in)]  | A3 [mm (in)] | B1 [mm (in)] | B2 [mm (in)] | B3 [mm (in)] | B4 [mm (in)] | B5 [mm (in)] | B6 [mm (in)] |
|-------------|---------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MA01a       | 1       | 4.8 (0.19)   | 140.4 (5.53)  | 4.8 (0.19)   | 7.5 (0.30)   | 55 (2.17)    | 7.5 (0.30)   | 7.5 (0.30)   | –            | –            |
| MA02a       | 1       | 4.8 (0.19)   | 176.4 (6.94)  | 4.8 (0.19)   | 8.0 (0.31)   | 59 (2.32)    | 8.0 (0.31)   | 8.0 (0.31)   | –            | –            |
| MA03a       | 1       | 7.6 (0.30)   | 226.1 (8.90)  | 4.8 (0.19)   | 10.5 (0.41)  | 69 (2.72)    | 10.5 (0.41)  | 8.1 (0.32)   | –            | –            |
| MA04a       | 2       | 11.1 (0.44)  | 272.4 (10.72) | 8.5 (0.33)   | 14 (0.55)    | 97 (3.82)    | –            | –            | 99 (3.90)    | 13 (0.51)    |
| MA05a       | 2       | 10 (0.39)    | 315 (12.4)    | 10 (0.39)    | 12.5 (0.49)  | 140 (5.5)    | –            | –            | 140 (5.5)    | 12.5 (0.49)  |

## 6.7.6 設置におけるドライブの配置

ドライブを取り付ける前に、ドライブを安全に配置できるように、適切な締め具で取り付け場所を準備します。設置中にドライブを安全に取り扱うための十分なスペースがあることを確認してください。

下部のネジまたはボルトは、設置前に取り付けることができます。ドライブを下側のボルトに配置し、上側のネジまたはボルトを取り付けます。取り付け面のネジ穴の破断トルクは、1.5 Nm (13.3 in-lb) 以上でなければなりません。

## 6.7.7 冷却

ドライブを適切に冷却するため、周波数変換器の上下に十分な空きスペースがあることを確認してください。必要な冷却用空きスペースの詳細については、を参照してください。

すべての設置について、設置場所の温度を、換気または冷却によって指定された動作温度範囲内に維持する必要があります。冷却空気の品質は、技術仕様書に定義されている環境条件（粉塵、空気中の粒子、化学物質）に準拠している必要があります。

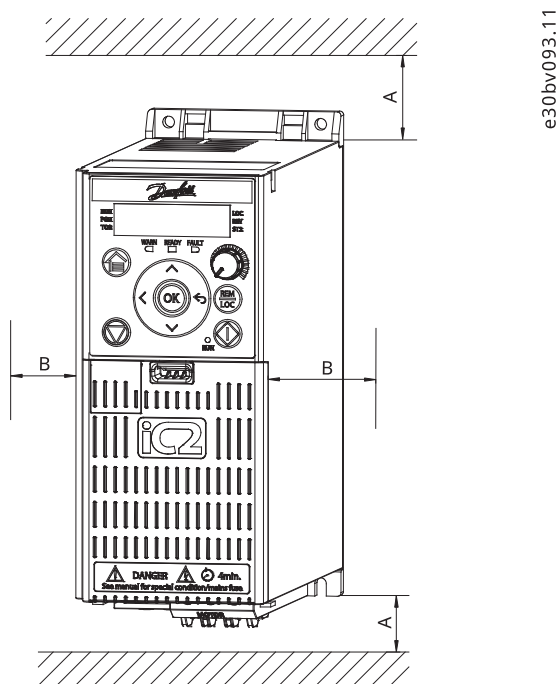


図 35: 冷却のための最小空きスペース

表 51: IP20/ オープン・タイプ・ドライブの冷却用最小空きスペース

| エンクロージャーサイズ       | A [mm (in)] | B [mm (in)]                                                                                                       | 冷却タイプ     |
|-------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| MA01c             | 100 (3.9)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>40 °C (104 °F) で 0 (0)。</li> <li>50 °C (122 °F) で 10 (0.39) 以上。</li> </ul> | 自然空気による冷却 |
| MA02c、MA01a-MA05a | 100 (3.9)   | 0 (0)                                                                                                             | 強制空冷      |

## 6.7.8 整備時のアクセスのための推奨スペース

整備および保守を行う際にドライブにアクセスできるように、周囲に十分なスペースを確保することをお勧めします。

一般的な推奨事項は次のとおりです。

- カバーを取り外してコントロール・ボードにアクセスできる、ドライブの前面の十分なスペース。
- ファンの清掃時や交換時に冷却チャンネル入口にアクセスできる、ドライブの下の十分なスペース。

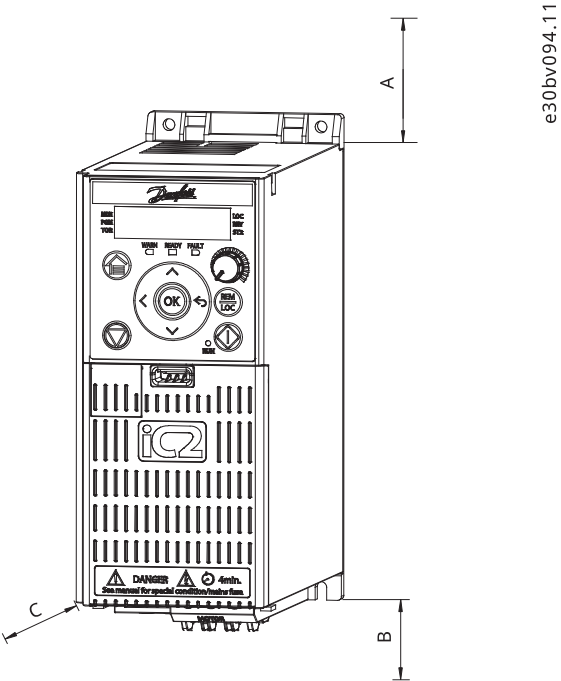


図 36: 整備時のアクセスのための推奨空きスペース

表 52: 整備時のアクセスのための推奨空きスペース

| エンクロージャーサイズ     | アクセスのための推奨スペース           |                          |                   |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
|                 | 上 (A) [mm (in) ]         | 下 (B) [mm (in) ]         | 前面 (C) [mm (in) ] |
| すべてのエンクロージャーサイズ | 100 (3.9) <sup>(1)</sup> | 200 (7.9) <sup>(1)</sup> | 100 (3.9)         |

1) 冷却ダクトに十分なスペースがあり、冷却の必要性を超えています。あるいは、整備のため、ドライブのプラグを抜き、設置から取り外すことができます。



## 7 電氣的設置に関する考慮事項

### 7.1 電氣的設置に関する注意事項

#### ⚠ 警告



##### 誘導電圧

出力モーター・ケーブルからの誘導電圧は、共に機器のキャパシターを充電します。これは機器がオフの場合、ロックアウトの場合でも同様です。出力ケーブルを別にせず動作させた場合、又はシールド・ケーブルを使用し、なかった場合、死亡事故又は深刻な傷害事故を招くことがあります。

- 出力モーター・ケーブルを別に配線するか、又はシールド・ケーブルを使用します。
- ドライブをすべて同時にロックアウト/タグアウトします。

#### ⚠ 注意

##### サーミスター絶縁

人身事故や設備損害の危険があります。

- PELV 絶縁条件を満たすために、強化絶縁または二重絶縁を備えたサーミスターのみを使用する必要があります。

#### 注意

##### 過剰な熱および物的損害

過電流はドライブ内に過剰な熱を発生することがあります。過電流保護を施さないと、火災や物的損害が生じる恐れがあります。

- 複数のモーターを用いる用途には、ドライブとモーター間の短絡保護やモーター熱保護など、追加的な保護機器が必要です。
- 短絡と過電流保護を行うため、入力ヒューズが必要です。工場で装備されない場合、設置作業者がヒューズの取り付けを行う必要があります。ヒューズの仕様については、製品固有のドキュメントを参照してください。

#### 注意

##### 物的損害

モーターの過負荷に対する保護は、デフォルト設定に含まれていません。ETR 機能は、クラス 20 モーター過負荷保護を提供します。ETR 機能に設定しなかったときは、モーター過負荷保護が提供されず、モーターが過熱すると物的損害が発生することがあります。

- ETR 機能を有効にします。詳細については、アプリケーション・ガイドを参照してください。



## 7.3 グリッドタイプと保護

### 7.3.1 グリッドタイプ

ドライブは、定格ネットワーク供給電圧によってさまざまなネットワークタイプで動作できます。

- TN-S
- TN-C
- TN-C-S
- TT
- IT (C4 バージョンでのみサポート)
- デルタ接地グリッド (C4 バージョンでのみサポート)

グリッドタイプに関連するパラメーターの詳細については、アプリケーション・ガイドを参照してください。

### 7.3.2 保護接地の電流および等電位化 / 漏洩電流の電流

適切なサイズの保護接地 (PE) セットアップは、電気ショックから保護するドライブシステムの安全性に不可欠です。ドライブ設備の PE 接続により、ドライブ・システムが安全な状態を維持し、単一の不具合電流が導電性エンクロージャー部品などのアクセス可能な導電性部品に危険な電圧を生成することを防ぎます。

ドライブは、EN 60364-5-54:2011 cl. 543 および 544 で指定されている PE 接続と追加の保護接合の要件に従って設置する必要があります。モーター側に不具合がある場合に自動切断を行うには、ドライブとモーターとの間の PE 接続のインピーダンスが十分に低く、IEC/EN 60364-4-41:2017 cl. 411 または 415 に準拠していることを確認する必要があります。インピーダンスは IEC/EN 60364-4-41:2017 に従って初期および定期試験によって検証する必要があります。

地域の要件が適用される場合もあります。

IEC/EN 61800-5-1:2017 に準拠したシステム設計により、EN 60364-5-54:2011 に準拠した、PE の接続とアクセス可能な導電部品の保護接合への適合性が保証されます。ドライブを特定の用途内でコンポーネントとして使用する場合、例えば EN 60204-1:2018 および IEC/EN 61439-1:2021 で指定されている PE への適切な接続に関する特別な要件が適用される場合があります。

低電圧ネットワークでは、保護導体 (PE) およびアース電位に接続された等電位ボンディング導体と構造に、望ましくない影響として電流が発生する可能性があります。これらの電流にはさまざまな原因があるため、回避するために知っておくと便利です。

ドライブのセットアップは、主電源、ドライブインバーター、その配線、負荷側のモーターで構成されています。アクティブおよびパッシブコンポーネントの挙動、また設備の電氣的構成により、保護導体に電流が流れる現象が発生する可能性があります。

- 主電源ケーブルおよび / またはバスバーの非対称性による誘導結合は、主電源周波数およびその高調波で PE 電流を引き起こす可能性があります。
- モーター・ケーブルの非対称性による誘導結合は、モーターの基本周波数で PE 電流を引き起こす可能性があります。
- EMI フィルター直流リンクの一部として、PE へのデカップリングコンデンサは 150 Hz/180 Hz で PE 電流を引き起こす可能性があります。
- 主電源の電圧歪み/高調波は、通常、150 Hz~2000 Hz の範囲で PE 電流を引き起こす可能性があります。
- モーター相から PE までのモーター・ケーブルの静電容量によるコモン・モード電流は、通常、2kHzを超えるスイッチング周波数および高調波における PE 電流を生じます。

PE 電流の生成には、いくつかの項目が寄与しており、さまざまなシステム構成に依存しています：

- RFI フィルター
- モーター・ケーブル長

- モーターのケーブル・シールド
- ドライブ電力

### 7.3.3 PE 電流測定

電流は周波数が異なるため、実効値のみを測定するのは有用ではありません。代わりに、周波数 /FFT 測定を実行する必要があります。これは、適切なオシロスコープまたは特定の測定機器を使用して行うことができます。ドライブの PE 接続で電流クランプを使用して実効値を分析するだけでは、不十分で誤解を招く結果につながります。

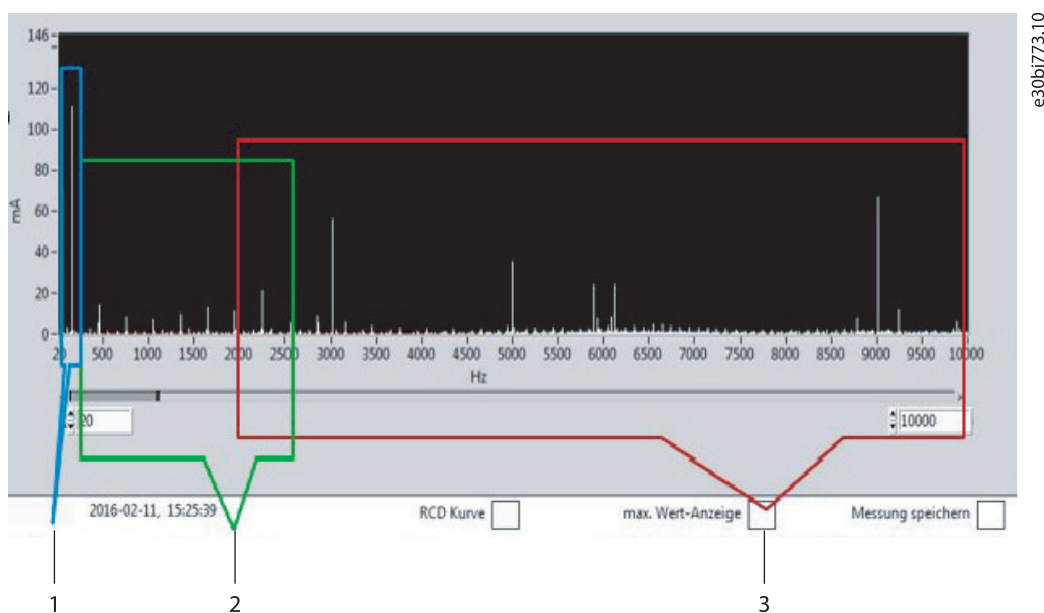


図 38: FFT 測定の例

- |                                                                                        |                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1</b> <math>f &lt; 50 \text{ Hz}</math>: 非対称ケーブルと導体の誘導結合に典型的。</p>                | <p><b>2</b> <math>f = 150\text{--}2500 \text{ Hz}</math>: グリッド内の典型的な高調波コンポーネント。</p> <p><math>f = 150 \text{ Hz}</math>: 直流リンク付き整流器による一般的なコモン・モード電流。</p> |
| <p><b>3</b> <math>f &gt; 2 \text{ kHz}</math>: ケーブル/モーターと接地間の容量結合による典型的なコモン・モード電流。</p> |                                                                                                                                                         |

 警告**電気ショックの危険 - 漏洩電流の危険 >3.5 MA**

漏洩電流は、3.5 mA (ミリアンペア) を超えます。ドライブを正しく保護接地 (PE) に接続しないと、死亡事故や深刻な傷害事故を招くことがあります。

- IEC 60364-5-54 cl. 543.7 または高接触電流機器に関する地域の安全規則に準拠して、強化保護接地導体を実際に使用してください。ドライブの強化保護接地は、以下を使用して実行できます。
- 少なくとも  $10 \text{ mm}^2$  (8 AWG) Cu または  $16 \text{ mm}^2$  (6 AWG) Al の断面積を持つ PE 導体。
- IEC 60364-5-54 で規定されたオリジナルの PE 導体と同じ断面積を持ち、最小断面積が  $2.5 \text{ mm}^2$  (14 AWG) (機械的に保護) または  $4 \text{ mm}^2$  (12 AWG) (機械的に保護されていない) の余分な PE 導体。
- PE 導体は、筐体で完全に密閉されているか、または全長にわたって機械的損傷から保護されています。
- 最小断面積  $2.5 \text{ mm}^2$  (14 AWG) のマルチコンダクタ電力ケーブルの PE 導体部分 (常時接続または産業用コネクタによるプラグ可能)。マルチコンダクタ電源ケーブルは、適切なストレインリリーフで設置してください。
- 注記 IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 といくつかのアプリケーション規格 (IEC/EN 60204-1 など)、強化保護接地導体を必要とする制限は、10 mA の漏洩電流です。

 警告**漏洩電流の危険**

漏洩電流は 5% を超える場合があります。接地を正しく行わない場合、死亡又は重大な傷害を招くことがあります。

- 接地導体の最小サイズが高接触電流装置の現地安全規制に準拠していることを確認してください。

保護接地 (PE) と等電位ボンディングは通常互いに接続され、等電位ボンディング電流も PE システム全体に分配されます。

PE 電流とそのシステムへの影響は、短いモーター・ケーブル、対称ケーブル (特に電流定格 > 50 A)、または導体と PE 間の静電容量が低いシールド・ケーブルを使用することで回避または低減できます。

### 7.3.4 残留電流デバイス (RCD) 保護

残留電流デバイス (RCD) は、絶縁不具合または高漏洩電流による電気ショックや火災の危険に対する追加の保護を提供するために使用できます。ドライブの前で RCD を使用する場合は、追加の検討が必要です。RCD は、必ず地域の規制に従って設置する必要があります。

 警告**電気ショックおよび火災の危険 - RCD コンプライアンス**

このドライブは PE 導体に直流不具合電流を発生させます。タイプ B の残留電流動作保護装置 (RCD) を使用しないと、RCD が意図する保護を提供せず、死亡、火災、またはその他の重大な危険を招く恐れがあります。

- RCD を電気ショックや火災から保護するために使用する場合、タイプ B 装置のみが供給側で許可されます。

RCD/RCM デバイスは、動作電流と故障電流を区別することができず、機能が損なわれる可能性があります。設備に絶縁不良がなくても RCD が作動する可能性があります。

主電源相の RCD/RCM によって測定された電流は、測定された PE 電流と異なる場合があります。これは、主電源相に磁気結合 PE 電流が存在しないためです。

タイプ B RCD の周波数特性は完全に標準化されていないため、高い周波数範囲ではベンダー固有の差異が予想されます。詳細については、該当する RCD のドキュメントを参照してください。

### 7.3.5 絶縁監視装置

IT グリッドで動作している場合、絶縁監視装置を使用して、電源配線、モーター、モーター配線、ドライブの絶縁の完全性を監視することができます。

代表的な用途：

- 絶縁システムの劣化を予防的に検出します。
- IT 主電源の地絡検出。

絶縁モニターは IT 主電源設備の重要なコンポーネントです。予防保守を可能にし、地絡が発生すると警告を発します。直流電圧注入、交互極性注入、電流注入など、異なる動作原理を持ついくつかのタイプの絶縁モニターがあります。接地への静電容量およびドライブがコモン・モード電圧を生成するため、すべての絶縁モニターがドライブシステムと互換性があるわけではありません。ドライブシステム設置で使用される絶縁モニターは、ドライブと互換性があることが重要です。

## 7.4 EMC 準拠設置

### 7.4.1 EMC 準拠設置のガイドライン

この章では、適切な EMC 準拠設置方法の概要を説明します。

EMC 準拠の設置を行うには、ドライブ付属の操作ガイドに記載されている指示に従ってください。

EMC に準拠した適切な設置方法の例については、を参照してください。

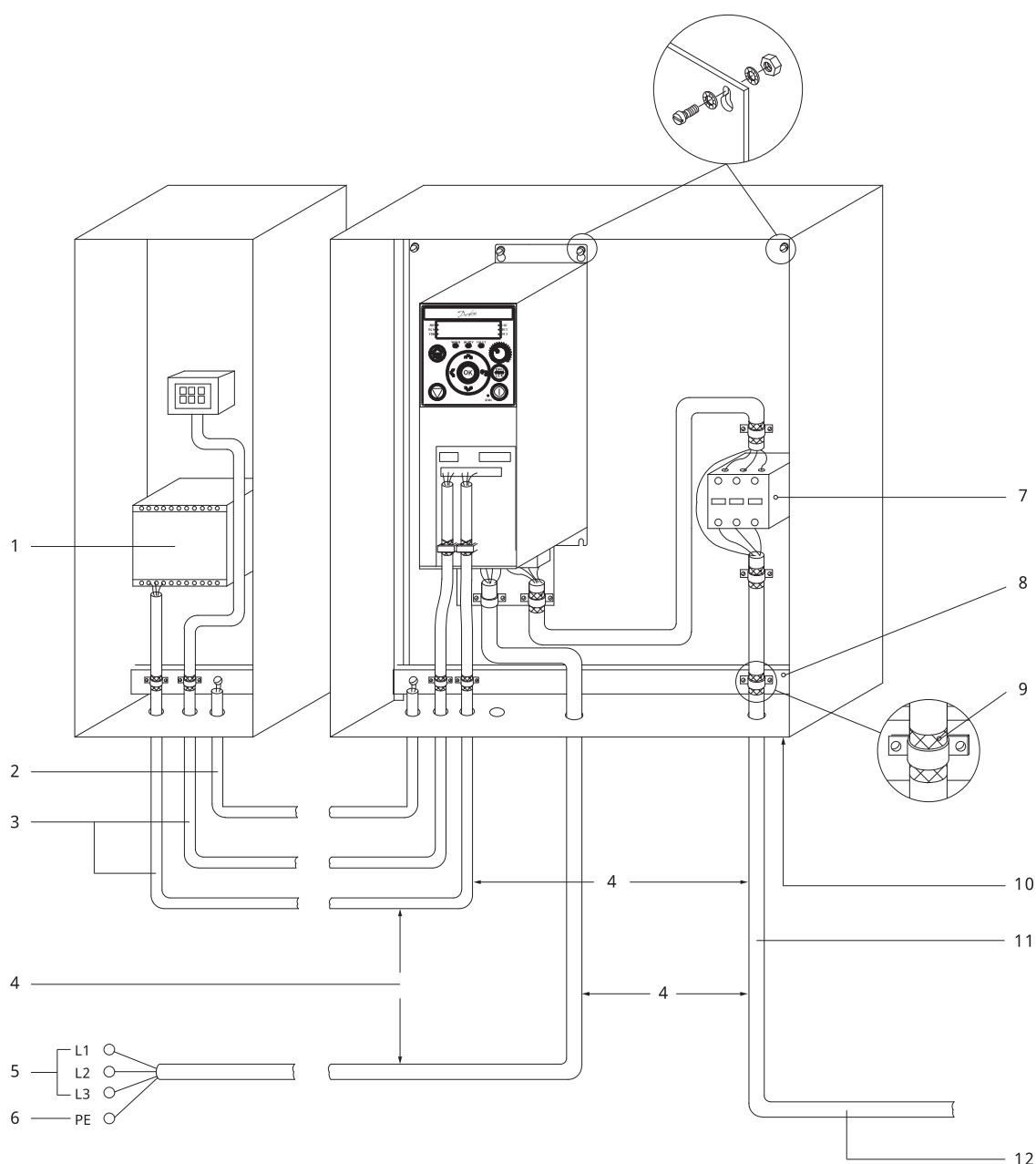


図 39: 適切なEMC設置の例

|    |                        |    |                                                      |
|----|------------------------|----|------------------------------------------------------|
| 1  | プログラマブル論理コントローラー (PLC) | 2  | 最小 16 mm <sup>2</sup> (6 AWG) 等価ケーブル                 |
| 3  | コントロール・ケーブル            | 4  | コントロール・ケーブル、モーター・ケーブル、主電源ケーブルの間隔は最低 200 mm (7.9 in)。 |
| 5  | 主電源                    | 6  | 強化保護接地                                               |
| 7  | 出力接触器など。               | 8  | 接地レール                                                |
| 9  | ケーブル 絶縁はく離             | 10 | パネル片側の全ケーブルエントリ                                      |
| 11 | モーター・ケーブル              | 12 | モーターへの接続 (3 相および保護接地)                                |



## 7.4.2 電源ケーブルおよび接地

設置と必要な EMC コンプライアンスレベルに応じて、モーター、ブレーキ、直流接続にはシールド・ケーブルを使用する必要があります。あるいは、金属導管内のシールドされていないケーブルを使用することもできます。

シールド・ケーブルを使用する場合、シールドを 360° 接続で接続することが重要です。シールドを付属のクランプで接続します。シールド機能が制限されるため、ピグテールは避けてください。

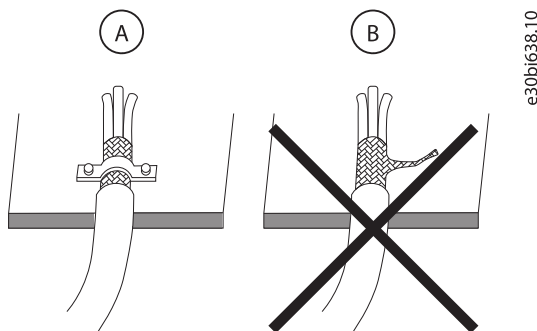


図 40: ケーブル・シールドの取り付け

### 注意

#### シールド・ケーブル

シールド・ケーブル又は金属導管を使用しないと、ユニット及び設置が規制上の制限に合致しません。

シールドされていないワイヤを使用してブレーキ抵抗器を接続する場合は、ワイヤをツイストして電氣的ノイズを低減することをお勧めします。

システム全体からの干渉レベルを低減し、損失を最小限に抑えるため、ケーブルをできるだけ短くしてください。

### 警告



#### 電氣ショックの危険 - 漏洩電流の危険 >3.5 MA

漏洩電流は、3.5 mA (ミリアンペア) を超えます。ドライブを正しく保護接地 (PE) に接続しないと、死亡事故や深刻な傷害事故を招くことがあります。

- IEC 60364-5-54 cl. 543.7 または高接触電流機器に関する地域の安全規則に準拠して、強化保護接地導体を確実に使用してください。ドライブの強化保護接地は、以下を使用して実行できます。
- 少なくとも  $10 \text{ mm}^2$  (8 AWG) Cu または  $16 \text{ mm}^2$  (6 AWG) Al の断面積を持つ PE 導体。
- IEC 60364-5-54 で規定されたオリジナルの PE 導体と同じ断面積を持ち、最小断面積が  $2.5 \text{ mm}^2$  (14 AWG) (機械的に保護) または  $4 \text{ mm}^2$  (12 AWG) (機械的に保護されていない) の余分な PE 導体。
- PE 導体は、筐体で完全に密閉されているか、または全長にわたって機械的損傷から保護されています。
- 最小断面積  $2.5 \text{ mm}^2$  (14 AWG) のマルチコンダクタ電力ケーブルの PE 導体部分 (常時接続または産業用コネクタによるプラグ可能)。マルチコンダクタ電源ケーブルは、適切なストレインリリーフで設置してください。
- 注記 IEC/EN 60364-5-54 cl. 543.7 といくつかのアプリケーション規格 (IEC/EN 60204-1 など)、強化保護接地導体を必要とする制限は、10 mA の漏洩電流です。

適用される基準と指令に従ってドライブを接地してください。入力電力、モーター電源、およびコントロール配線用に専用接地線が必要です。寸法要件を遵守して、個々の接地線を個別に終端処理します。



モーターに接続する際は、モーターのメーカーの配線条件に従ってください。

接地ワイヤ接続をできるだけ短くします。接地線の最小ケーブル断面積は  $10 \text{ mm}^2$  (7 AWG) です。または、別々に終端する 2 本の定格接地線を使用することもできます。ドライブをディジーチェーンで相互に接続して、接地しないでください。(を参照)。

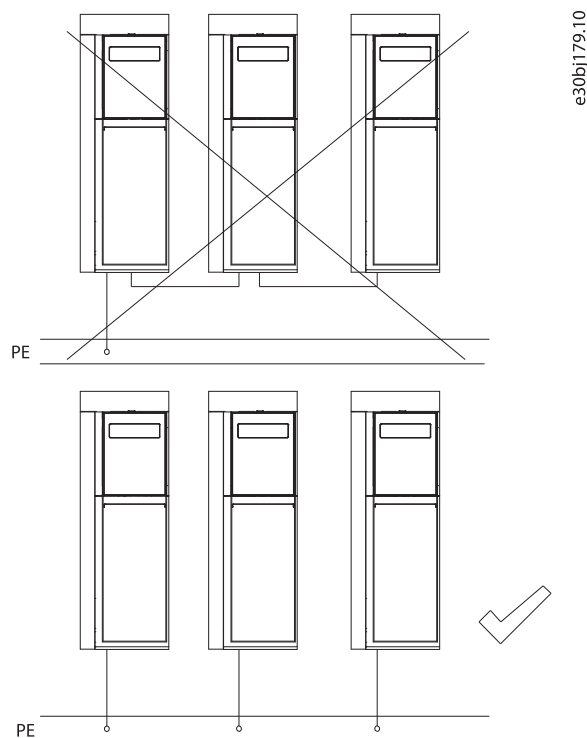


図 41: 接地の原則

### 7.4.3 コントロール・ケーブル

コントロール配線にはシールド・ケーブルを使用し、コントロール・ケーブルを電源ケーブルの近くに設置しないでください。コントロール・ケーブルは、別々に配線するか、最低 200 mm (7.9 インチ) の距離を保つことで、電源ケーブル（主電源、モーター、ブレーキ、直流）から分離することが理想的です。オプションのシールドについては、シールドされたコントロール・ケーブルの両端にシールドを接続する必要があります。

24 V 信号ケーブルは、例えばリレーからの 110 V または 230 V 信号から離してください。

ドライブがサーミスターに接続されている場合、配線をシールドで保護し、補強／二重に絶縁する必要があります。A 24 V 直流供給電圧が推奨されています。

通信目的及びコマンド/制御ラインに関しては、特定のプロトコル基準に従います。

## 7.5 電気絶縁

PELV は、超低電圧を使用した保護を提供します。感電から保護するには、PELV タイプの電源を使用し、更に PELV 電源についての地域／国内の規制に記載された通りに設置を行う必要があります。

すべてのコントロール端子とリレー端子 01～03 は PELV（保護超低電圧）に準拠しています。

（確実な）電気絶縁を実現するには、より高度な絶縁要件を満たし、適切な表面漏れ距離／離間距離を取ってください。これらの要件は、EN 61800-5-1 規格に記載されています。

電気絶縁に使用される構成部品も、で述べられている通り、EN 61800-5-1 に記載されたより高度な絶縁要件および適切な試験要件に準拠しています。

PELV 電気絶縁は 3 個所にあります（を参照してください）。

PELV を維持するには、コントロール端子へのすべての接続が PELV でなければなりません。例えば、サーミスターは補強／二重絶縁されている必要があります。

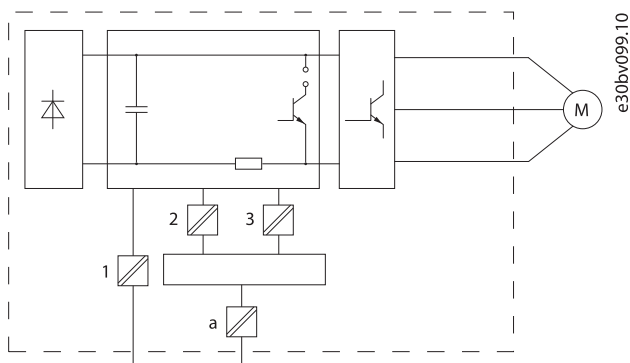


図 42: 電気絶縁

|   |                      |   |                            |
|---|----------------------|---|----------------------------|
| 1 | カスタマリレー              | 2 | 電力カードとコントロール・カード間の通信       |
| 3 | コントロール・カード用電源 (SMPS) | a | RS485標準バス・インターフェイス用機能的電気絶縁 |

### 警告

#### 安全上の推奨事項

推奨事項に従わなかった場合は、死亡事故や深刻な人身事故を招くことがあります。

- 電気部品に触れる前に、負荷分散（直流リンクのリンク）や速度バックアップのモーター接続など、他の電圧入力がか断されていることを確認してください。
- 操作ガイドの「安全」の章に記載されている放電時間を守ってください。

## 7.6 接地漏洩電流

国と地方の、漏洩電流 > 3.5 mA の設備の保護接地に関する規則を遵守してください。ドライブテクノロジーは、高電力で高周波数スイッチングを意味します。このスイッチングは、接地接続で漏洩電流を生成します。出力電流端末におけるドライブの故障電流は、直流成分を含む場合があります、フィルターコンデンサを充電し、過渡接地電流を発生させます。接地漏洩電流の生成には、いくつかの要因が寄与しており、以下を含むさまざまなシステム構成に依存しています:

- RFI フィルター。
- シールドモーター・ケーブル
- モーター・ケーブル長。
- ドライブ電力。

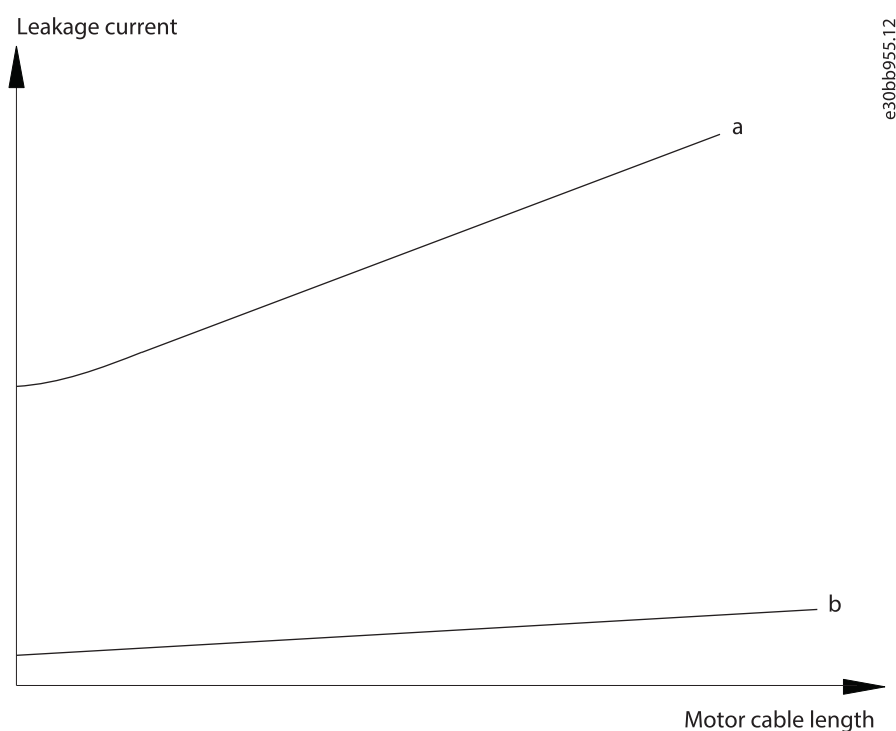


図 43: ケーブル長と電力サイズが漏洩電流に与える影響、 $P_a > P_b$

漏洩電流もまた、ライン歪みに依存します。

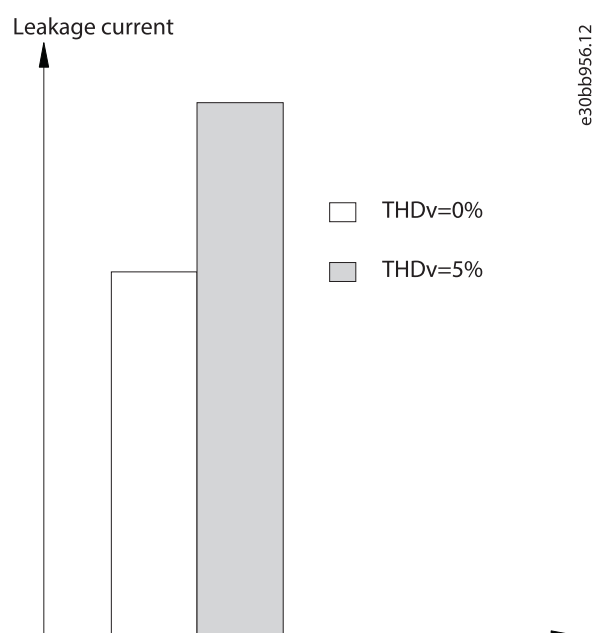


図 44: ライン歪みが漏洩電流に与える影響

EN/IEC61800-5-1 (電力ドライブシステム製品規格) は、漏洩電流が3.5 mAを超えた場合に特別な注意を必要とします。以下の保護接地接続要件で接地を強化します。

- 接地線 (端子 95) は最低でも  $10 \text{ mm}^2$  (8 AWG) の断面積を有すること。
- 寸法規則に準拠した 2 本の接地線。

詳しくはEN/IEC61800-5-1 を参照してください。

## 7.7 モーターの設置

### 7.7.1 モーター選択に関する考慮事項

可変周波数ドライブを選択する際は、以下の点を考慮してください。

- **トルク制限** 可変周波数ドライブがモーターを制御している場合は、そのモーターのトルク制限を設定できます。皮相電力定格がモーターの定格電流または電力に一致する周波数変換器を選択することで、必要な負荷を確実に駆動できます。ただし、負荷のスムーズな加速を可能にし、時にはピーク負荷にも対応するためには、さらに予備が必要です。
- **ドライブとモーターの電流定格**。電力定格はあくまでも目安です。
- **正しい作動電圧**。
- モーターがモーター端子の **最大ピーク電圧** に耐えられることを確認してください。
- **必要な速度範囲**：公称モーター供給周波数（50 Hz または 60 Hz）を超える動作は、出力を低減させた場合でのみ可能です。低周波数および高トルクでの動作は、冷却不足によりモーターの過熱を引き起こす可能性があります。
- **ディレーティング** 同期モーターは、低周波数では力率により電流が高くなる可能性があるため、通常は 2 ～ 3 倍の定格値のディレーティングが必要です。
- **過負荷性能** ドライブは、電流をフル電流の 150% にすばやく制限します。標準の固定速度モーターは、これらの過負荷に耐えることができます。
- **モーターの停止**：モーターをすばやく停止する必要がある場合は、エネルギーを吸収するためのブレーキ抵抗器の使用を検討してください（iC2-Micro 周波数変換器でブレーキ端子を選択）。
- 周波数変換器の出力端子 U-V-W に接続されたときの **回転方向**は、NEMA MG1 および IEC 60034-8 の仕様に従います。潜在的な危険な状況を避けるため、最終用途では正しい回転方向を確保してください。1 つの回転方向のみが必要な場合、関連する方向のみで動作するようにドライブをパラメーター化することをお勧めします。

可変周波数ドライブのモーター絶縁とベアリングの保護の基本については、[7.7.3 モーター絶縁](#) および [7.7.4 軸受電流](#) を参照してください。

### 7.7.2 サポートモーター・タイプ

iC2-Micro 周波数変換器 は以下と互換性があります。

- 非同期交流誘導モーター。
- 同期永久磁石モーター。

ドライブはモーターに依存せず、あらゆるブランドのモーターに接続できます。モーターの設定方法については、アプリケーション・ガイドを参照してください。

サポートされているモータータイプの詳細については、Danfoss にお問い合わせください。

### 7.7.3 モーター絶縁

ケーブルの高速な切り替えと反射により、モーターは可変周波数ドライブによって供給される場合、正弦波供給電圧よりも巻線に大きなストレス電圧がかかります。

周波数に関わらず、可変周波数ドライブの出力は、短い立ち上がり時間で、ほぼドライブ直流バス電圧のパルスで構成されます。モーター・ケーブルおよび端子の減衰および反射特性に応じて、モーター端子でのパルス電圧はほぼ倍増します。これにより、モーター巻線の絶縁体にストレスがかかり、破損してスパークが発生する可能性があります。

電圧とケーブルの長さに応じて、モーターのフィルターまたは絶縁の強化が必要です。

### 7.7.4 軸受電流

可変周波数ドライブは、モーター軸受に電圧を誘導するコモン・モード電圧を引き起こし、モーター軸受を電流が通ります。軸受電流から保護するには、正弦波フィルターまたはコモンモード・フィルターのいずれかを使用します。

可変周波数ドライブはその動作原理により、一連の望ましくない副作用を引き起こします。

- モーター巻線絶縁ストレス
- ベアリングストレス
- モーターからの音響的なスイッチングノイズ
- 電磁妨害

ほとんどの用途では、これらの影響は許容可能なレベルにありますが、時にはこれらの影響を軽減する必要があります。これらの影響を軽減するため、ドライブの出力にフィルターが設置されています。最も一般的に知られているフィルターは dU/dt フィルター、正弦波フィルター、コモンモード・フィルターです。

可変周波数ドライブ出力電圧の急激な切り替え速度と、可変周波数ドライブによって生成される固有のコモン・モード電圧が組み合わさることで、シャフト電圧が発生します。モーター電流が 100~200 A を超える高電力用途では、モーターの非対称性や非対称モーター・ケーブルの使用もシャフト電圧の原因となります。

表 53: フィルターによる軸受電流の影響の緩和

| フィルターのタイプ    |                                                                                                                                                          |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| dU/dt フィルター  | dU/dt フィルターは、ドライブ出力における電圧パルスのスルー率を、通常は 500 V/μs 未満の速度に低減します。これにより、モーター巻線絶縁のストレスが低減されます。電圧波形はパルス幅変調されたままです。オプションの dU/dt フィルターは、モーター絶縁システムを保護し、軸受電流を低減します。 |
| 正弦波フィルター     | 正弦波フィルターは軸受電流と電圧反射を低減し、モーターの騒音も低減します。出力変圧器を使用する場合、正弦波フィルターは変圧器にストレスを与える可能性のある高周波コンポーネントを排除します。正弦波フィルターは、かなり長いモーター・ケーブルの使用も可能にします。                        |
| コモンモード・フィルター | コモンモード・フィルターは、可変周波数ドライブとモーターとの間の高周波コモンモード電流を低減します。高周波コモンモード・フィルターは、電気軸受電流のストレスを低減するのに適したソリューションですが、そのようなフィルターを使用しても EMC 準拠の設置の必要性がなくなることはありません。          |

### 7.7.5 モーター熱保護

動作中は、ドライブに接続されたモーターを監視して過熱を防ぐことができます。

過熱の重大度に応じて、さまざまな監視方法を使用できます。

- 内蔵電子サーマルモーター監視
- 外部接続センサー（DIN 44081 に準拠した PTC）

#### 電子サーマルリレー機能

電子サーマルリレー (ETR) 機能は、現在の負荷と時間に基づいてモーター温度を推定することにより、外部デバイスを接続することなく、モーターを熱過負荷から保護します。

ETR 機能は、Thermal Memory Retention要件を含む UL 61800-5-1 の関連要件を満たし、クラス 20 の保護レベルを保証します。

ETR は、内部測定値に基づいてバイメタル・リレーをシミュレーションする電子機能です。特性を に示します。

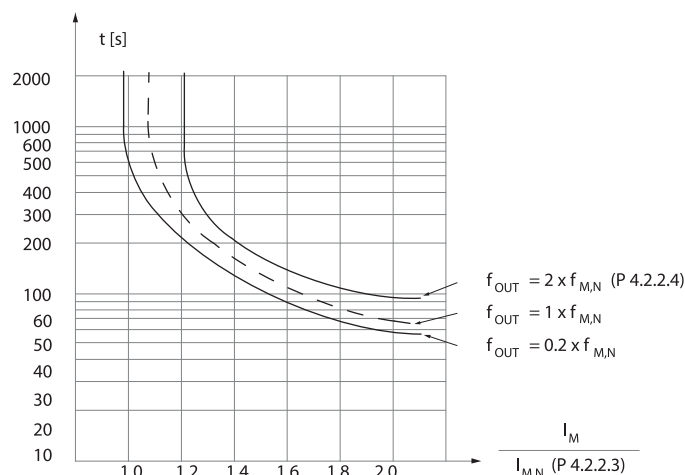


図 45: ETR

X軸は、 $I_{\text{motor}}$  と  $I_{\text{motor}}$  公称値の間の比率を示します。Y軸は、ETRが遮断して、ドライブをトリップさせるまでの時間を秒で示します。曲線は2回の公称速度と  $0.2 \times$  公称速度における公称速度特性を示します。低速では、モーターの冷却機能が低下するために低い温度でETRがカットオフします。このようにして、モーターは低速でも過熱から保護されます。ETR機能は、実際の電流と速度を基にモーター温度を算出します。計算された温度は、**パラメーター P 4.1.5 Motor Thermal Load** の読み出しパラメーターとして表示されます。

## 外部接続センサー

監視は、I/O ボードのアナログ入力またはデジタル入力、または機能拡張オプションを使用して行うことができます。センサーは、二重絶縁されているか、モーターとドライブコントロール間の絶縁が強化されている必要があります。

アナログ入力により、外部センサーを使用して温度を測定できます。

デジタル入力を使用すると PTC センサーによる監視が可能になります。PTC は 24 V DC からデジタル入力に接続する必要があります。

機能の設定の詳細については、アプリケーション・ガイドを参照してください。

## 7.8 極端な運転条件

### 短絡(モーター相 - 相)

ドライブは、3つのモーター相それぞれ又は直流リンクで電流を測定することで、短絡から保護されています。2つの出力相間で短絡が起これば、ドライブに過電流が発生します。短絡電流が許容値（**故障 16、短絡**）を超えると、ドライブは個別にオフになります。

### 出力の切り替え

モーターとドライブの出力を切り替えることは完全に許可されており、ドライブを損傷することはありません。ただし、故障メッセージは表示されることがあります。

### モーターが引き起こした過電圧

モーターがジェネレータとして動作している場合には、直流リンクの電圧が上昇します。これは、以下の場合に起こります。

- 負荷がモーターを駆動する（ドライブからの一定の出力周波数で）。
- 減速（「立ち下がり」）中に慣性モーメントが高いと摩擦が低下するため、ドライブ、モーター、及び設備内の損失としてエネルギーを消散するには立ち下がり時間が短すぎる
- スリップ補償設定が正しくなく、直流リンク電圧がより高くなる場合。

可能であれば、コントロール・ユニットがランプの補正を試みる場合があります（**パラメーター P 2.3.1 Overvoltage Controller Enable**）。一定の電圧レベルに達すると、ドライブは電源を切ってトランジスタと直流リンク・コンデンサを保護します。

直流リンク電圧レベルの制御方法を選択するには、**パラメーター P 2.3.1 Overvoltage Controller Enable**、**パラメーター P 3.2.1 Enable Brake Chopper**、および **パラメーター P 4.4.2.1 Enable AC-Brake**を参照してください。

## 主電源離脱

主電源降下中、ドライブは直流リンク電圧が最低停止レベル以下に低下するまで動作を続けます。以下を参考にしてください。

- 1x100-120 V の場合 180 V。
- 1x200-240 V の場合 180 V。
- 3x200-240 V の場合 202 V。
- 3x380-480 V の場合 314 V。

降下前の主電圧およびモーター負荷によりインバーターがフリーランするまでにかかる時間が決まります。

## VVC+ モードにおける静的過負荷

ドライブが過負荷になり、**パラメーター P 5.10.1 Motor Torque Limit**/ **パラメーター P 5.10.2 Regenerative Torque Limit** に達すると、コントロール・ユニットは出力周波数を低下させて負荷を低減します。

過負荷の場合、過電流が発生し、約 5～10 秒後にドライブがトリップすることがあります。

トルク制限内の動作は、**パラメーター P 5.10.6 Trip Delay at Torque Limit** で時間（0～60 秒）に制限されます。

## トルク制限

トルク制限は、速度に関係なく、モーターが過負荷になるのを防ぎます。トルク制限は、**パラメーター P 5.10.1 Motor Torque Limit** 及び **パラメーター P 5.10.2 Regenerative Torque Limit** で制御されます。**パラメーター P 5.10.6 Trip Delay at Torque Limit** は、トルク制限警告がトリップするまでの時間を制御します。

## 電流制限

**パラメーター P 2.7.1 Output Current Limit %** は電流制限を制御し、**パラメーター P 2.7.5 Trip Delay at Current Limit** は電流制限警告がトリップするまでの時間を制御します。

## 最低速度制限

**パラメーター P 5.8.3 Motor Speed Low Limit [Hz]** は、ドライブが提供できる最低出力速度を設定します。

## 最大速度制限

**パラメーター P 5.8.2 Motor Speed High Limit [Hz]** または **パラメーター P 2.3.14 Max Output Frequency** は、ドライブが提供できる最大出力速度を設定します。

## 7.9 電源ケーブル

### 7.9.1 電源ケーブルに関する考慮事項

電源ケーブルを選択する際は、以下を考慮してください。

- すべてのケーブルが、ケーブル断面積と周囲温度に関する国内および地域の規制に準拠していなければなりません。
- ドライブは、70 °C (158 °F) 定格の銅ケーブルで使用するよう設計されています。特に指定がない限り、ドライブの周囲温度はケーブル定格と一致します。



- アルミニウム導体は推奨されていません。アルミニウム導体を使用する場合は、導体を接続する前に、導体表面が清潔で、中性で酸を含まないグリースで酸化物を除去してからシールされていることを確認してください。アルミニウムは柔らかいため、2日後に端子ネジを締め直してください。接合部の気密性を保つことが極めて重要であり、これを怠るとアルミニウム表面が再び酸化します。
- PE ワイヤにはケーブルラグが必要です。
  - MA01c-MA02c の場合、推奨される PE ワイヤ用ケーブルラグは JST 8-4（ハンダレス端子リングトング）です。

電源コネクタのサイズの詳細については、[4.4 電源コネクタ](#) を参照してください。寸法は、単線と撚り線の両方に適用されます。

## 7.9.2 トルク要件

接続部は正しいトルクで締め付ける必要があります。以下の表を参照してください。

表 54: トルク要件

| エンクロージャー<br>サイズ | 主電源とモーター<br>[Nm (in-lb) ] | 直流接続 [Nm (in-lb) ] | ブレーキ [Nm<br>(in-lb)] | カスタマリレー<br>[Nm (in-lb) ] | 接地接続<br>[Nm (in-lb) ] |
|-----------------|---------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|
| MA01c           | 0.7 (6.2)                 | 0.7 (6.2)          | –                    | 0.5 (4.4)                | 1.5 (13.3)            |
| MA02c           | 0.7 (6.2)                 | 0.7 (6.2)          | –                    | 0.5 (4.4)                | 1.5 (13.3)            |
| MA01a           | 0.7 (6.2)                 | ストレートレセプタクル        | –                    | 0.5 (4.4)                | 1.5 (13.3)            |
| MA02a           | 0.7 (6.2)                 | ストレートレセプタクル        | –                    | 0.5 (4.4)                | 1.5 (13.3)            |
| MA03a           | 0.7 (6.2)                 | ストレートレセプタクル        | –                    | 0.5 (4.4)                | 1.5 (13.3)            |
| MA04a           | 1.2 (10.6)                | 1.2 (10.6)         | 1.2 (10.6)           | 0.5 (4.4)                | 2.0 (17.7)            |
| MA05a           | 1.2 (10.6)                | 1.2 (10.6)         | 1.2 (10.6)           | 0.5 (4.4)                | 2.0 (17.7)            |

## 7.10 電氣的設置

### 7.10.1 主電源、モーター、接地接続

主電源、モーター、単相および3相ドライブの接地接続は、[と](#) に示されています。実際の構成は、ユニットの種類やオプション機器によって異なります。

#### 注意

電圧供給を伴う動作に適した相間絶縁、紙を使用していない、あるいは他の絶縁対策を施していないモーターは、ドライブの出力部に正弦波フィルターを使用します。



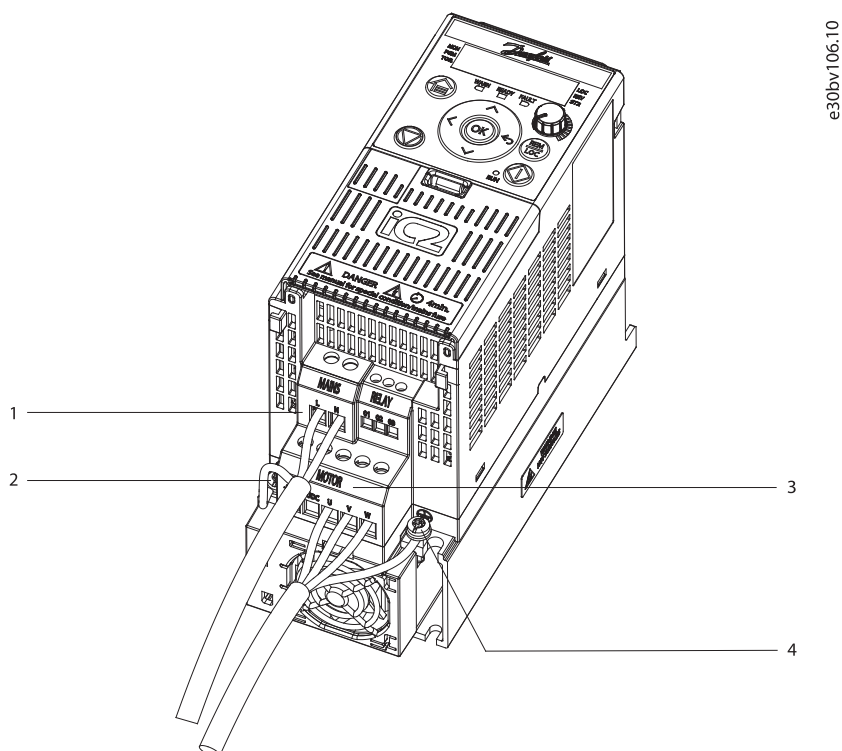


図 46: 単相ユニットの主電源、モーター、接地接続（例：MA02c）

|   |      |   |         |
|---|------|---|---------|
| 1 | 主電源  | 2 | 接地レール A |
| 3 | モーター | 4 | 接地レール B |

### 注意

MA01c および MA02c ドライブの場合、接地点 A はケーブルシューを介して  $10 \text{ mm}^2$  (7 AWG) ケーブルをサポートします。推奨されるケーブルシュータイプは JST 銅管状ラグ TUB-4 です。

### 注意

MA01c および MA02c ドライブでは、3 つの接地端子を使用する場合、分離プレートが必要です。

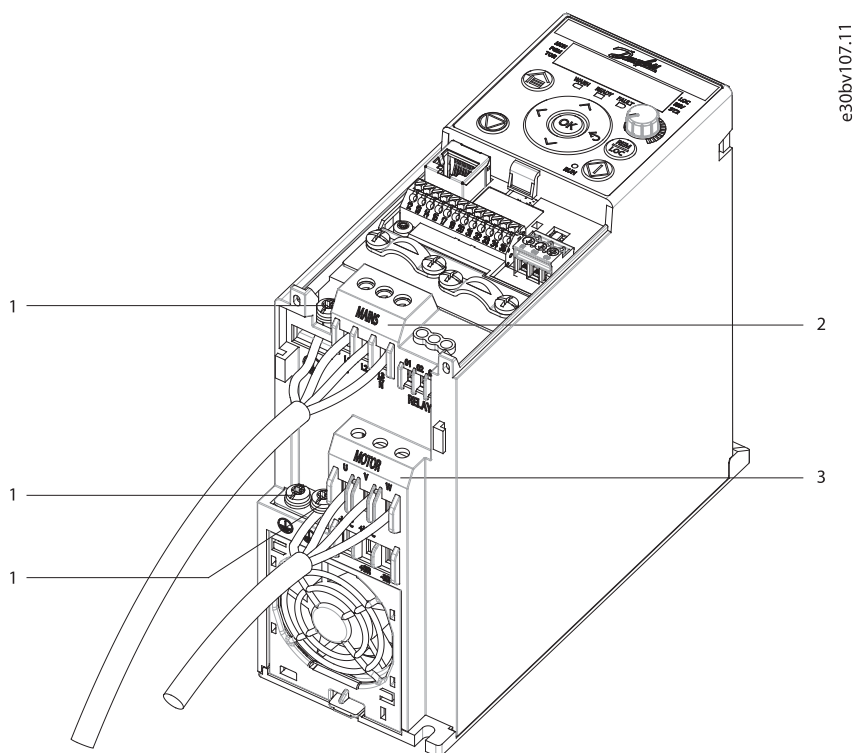


図 47: 主電源、モーター及び接地接続 (3 相ユニット用) (例: MA02a)

|   |      |   |     |
|---|------|---|-----|
| 1 | 接地   | 2 | 主電源 |
| 3 | モーター |   |     |

## 7.10.2 モーターへの接続

### 警告



#### 誘導電圧

出力モーター・ケーブルからの誘導電圧は、共に機器のキャパシターを充電します。これは機器がオフの場合、ロックアウトの場合でも同様です。出力ケーブルを別にせず動作させた場合、又はシールド・ケーブルを使用し、なかった場合、死亡事故又は深刻な傷害事故を招くことがあります。

- 出力モーター・ケーブルを別に配線するか、又はシールド・ケーブルを使用します。
- ドライブをすべて同時にロックアウト/タグアウトします。

- ケーブルサイズについては、国内及び地域の電気法規を遵守してください。最大ケーブル・サイズについては、[4.4 電源コネクタ](#)を参照してください。
- モーターのメーカーの配線条件に従ってください。
- モーター配線ロックアウト又はアクセスパネルは、21/タイプ 1ユニットを基本に提供されます。
- ドライブとモーターの間に始動器あるいは極数可変機器(例えば、ダランダーモーターやスリップリング誘導モーター)を接続しないでください。

## 7.10.3 交流主電源への接続

- ドライブの入力電流を基にワイヤのサイズを決めます。最大ワイヤサイズは[4.4 電源コネクタ](#)を参照してください。
  - ケーブルサイズについては、国内及び地域の電気法規を遵守してください。
1. に示されているように、交流入力電力ケーブルを単相ユニットの端子NおよびLに、あるいは3相ユニットの端子L1、L2およびL3に接続します（詳細は[7.10.1 主電源、モーター、接地接続](#)を参照）。

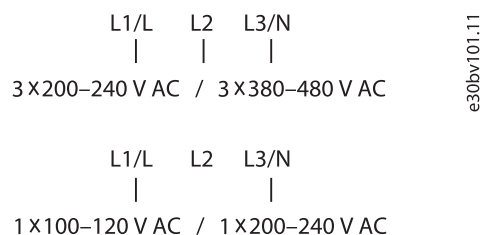


図 48: 単相および 3 相ワイヤ接続

2. 機器構成に応じて、入力電力を主電源入力端子あるいは入力切断に接続してください。
3. [7.4.2 電源ケーブルおよび接地](#)に記載されている接地に関する指示に従ってケーブルを接地します。

#### 7.10.4 コントロール端子の種類

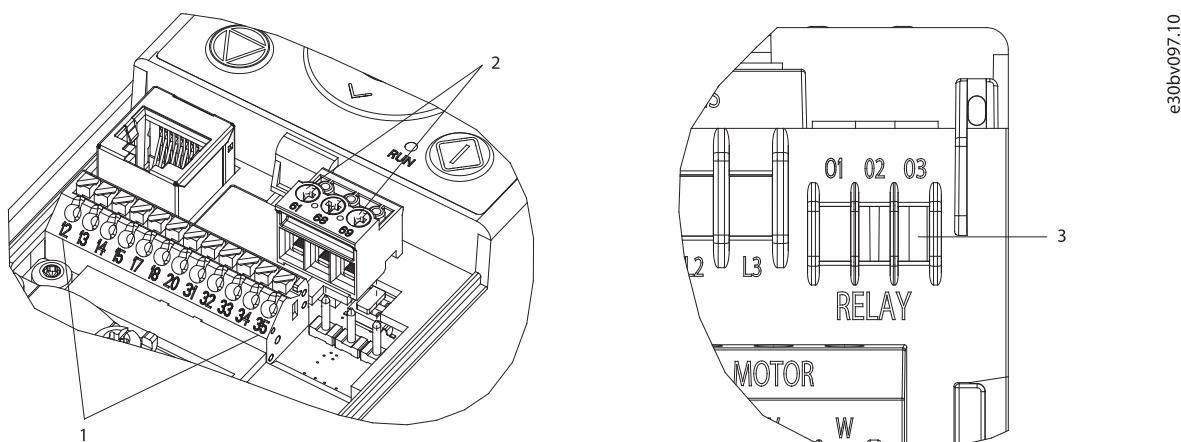


図 49: コントロール端子の番号と位置

|   |           |   |        |
|---|-----------|---|--------|
| 1 | 制御 I/O 端子 | 2 | シリアル通信 |
| 3 | リレー       |   |        |

表 55: 端子の説明

| 端子               | パラメーター                                         | デフォルト設定  | 説明                                              |
|------------------|------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------|
| デジタル I/O、パルス I/O |                                                |          |                                                 |
| 12               | –                                              | +24 V 直流 | 24V 直流供給電圧。最大出力電流は 100 mA です。                   |
| 13               | パラメーター P 9.4.1.2<br>Terminal 13 Digital Input  | [8] スタート | デジタル入力。                                         |
| 14               | パラメーター P 9.4.1.3<br>Terminal 14 Digital Input  | [10] 逆転  | デジタル入力。                                         |
| 15               | パラメーター P 9.4.1.4<br>Terminal 15 Digital Input  | [1] リセット | デジタル入力、デジタル出力、又はパルス出力として選択します。デフォルト設定はデジタル入力です。 |
|                  | パラメーター P 9.4.2.2<br>Terminal 15 Digital Output | [0] 動作なし |                                                 |
|                  | パラメーター P 9.4.5.1<br>Terminal 15 Pulse Output   | [0] 動作なし |                                                 |
| 17               | パラメーター P 9.4.1.5<br>Terminal 17 Digital Input  | [14] ジョグ | デジタル入力。                                         |

表 55: 端子の説明 (?????)

| 端子         | パラメーター                                        | デフォルト設定     | 説明                                                                                    |
|------------|-----------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 18         | パラメーター P 9.4.1.6<br>Terminal 18 Digital Input | [0] 動作なし    | デジタル入力はパルス入力にも使用できます。                                                                 |
| 20         | –                                             | –           | デジタルおよびアナログ入力用共通。                                                                     |
| アナログ入力/出力  |                                               |             |                                                                                       |
| 31         | パラメーター P 9.5.1.1<br>Terminal 31 Mode          | [0] 0~20 mA | プログラマブル・アナログ出力。アナログ信号は、最大 500 Ω にて 0~20mAあるいは4~20mAです。                                |
| 32         | –                                             | +10 V 直流    | 10 VDCアナログ供給電圧。ポテンショメーターやサーミスターに通常使用される最大25 mA。                                       |
| 33         | パラメーター P 9.5.2.1<br>Terminal 33 Mode          | [1] 電圧モード   | アナログ入力 電圧または電流モードを選択可能。                                                               |
| 34         | パラメーター P 9.5.3.1<br>Terminal 34 Mode          | [1] 電圧モード   | アナログ入力 電圧または電流モードを選択可能。                                                               |
| 35         | –                                             | –           | デジタルおよびアナログ入力用共通。                                                                     |
| シリアル通信     |                                               |             |                                                                                       |
| 61         | –                                             | –           | RS485 インターフェイス用共通。                                                                    |
| 68 (+)     | パラメーターグループ G 10.1<br>FC Port Settings         | –           | RS485インターフェイス。スイッチが終端抵抗に提供されています。                                                     |
| 69 (-)     | パラメーターグループ G 10.1<br>FC Port Settings         | –           |                                                                                       |
| リレー        |                                               |             |                                                                                       |
| 01, 02, 03 | パラメーター P 9.4.3.1<br>Function Relay            | [9] 不具合     | Form C リレー出力。これらのリレーは、ドライブの構成とサイズに応じて場所が変わります。交流、直流電圧どちらでも利用でき、抵抗あるいは誘導負荷をかけることができます。 |

### 7.10.5 コントロールワイヤサイズとストリップ長さ

接続は、ソリッドワイヤをコネクタに押し込むことで行います。フラックス入り（マルチコア）ワイヤを使用する場合は、フェールールを推奨します。フラックス入りワイヤをフェールールなしで使用する場合は、を参考にしてコネクタを小さなドライバーで押してください。ドライバーの最大サイズは 3 mm です。

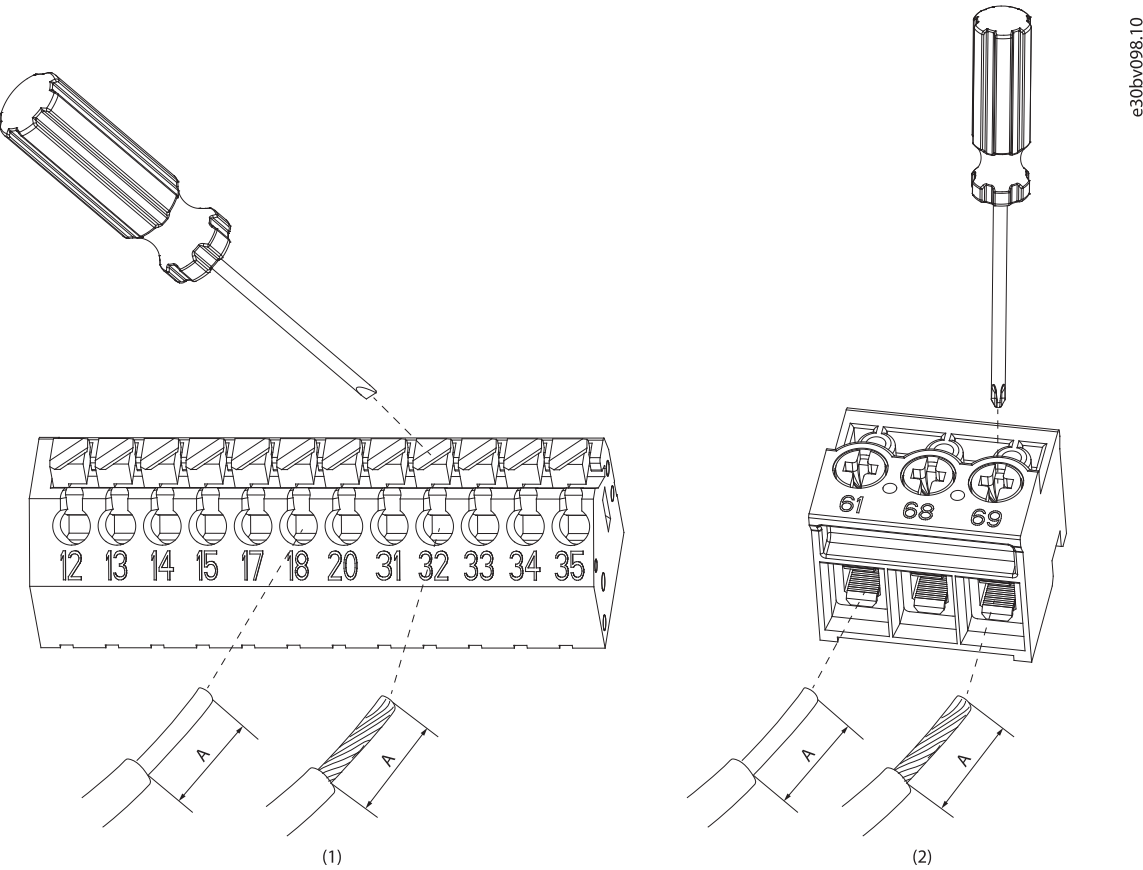


図 50: コネクターへのワイヤの挿入

|   |       |   |         |
|---|-------|---|---------|
| 1 | I/O端子 | 2 | RS485端子 |
|---|-------|---|---------|

表 56: I/O 端子のケーブルサイズ

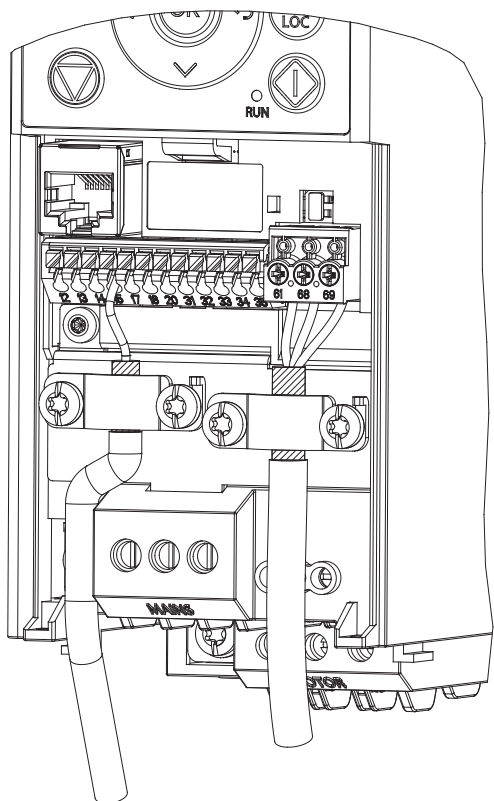
| ワイヤの種類        | 断面積 [mm <sup>2</sup> (AWG)] | ストリップ長さ A [mm (in)] |
|---------------|-----------------------------|---------------------|
| ソリッド          | 0.2-1.5 (24-16)             | 8.5-9.5 (0.33-0.37) |
| フェルール付きフレキシブル | 0.2-1.5 (24-16)             | 8.5-9.5 (0.33-0.37) |

表 57: RS485 端子のケーブルサイズ

| ワイヤの種類        | 断面積 [mm <sup>2</sup> (AWG)] | ストリップ長さ A [mm (in)] |
|---------------|-----------------------------|---------------------|
| ソリッド          | 0.25-1.5 (24-16)            | 5-6 (0.20-0.24)     |
| フェルール付きフレキシブル | 0.25-1.5 (24-16)            | 5-6 (0.20-0.24)     |

### 7.10.6 ケーブル・シールド接続

ケーブルシールドは EMC プレートの EMC クランプと完全に接触している必要があります。ケーブルの絶縁を取り除き、ケーブル・シールドを表面全体にわたって露出させる必要があります。ピグテールは避けてください。



e30bv091.10

図 51: ケーブル・シールドの正しい接続

推奨される方法は、コントロールおよびシリアル通信ケーブルを両端でシールド・クランプにより固定し、可能な限り高い周波数ケーブルの接触を確保することです。

ドライブと PLC の間の接地電位が異なる場合には、システム全体を妨害する電気雑音が発生します。コントロール・ケーブルのできるだけ近くに等価ケーブルを設置すれば、この問題は解決できます。最小ケーブル断面積は、 $16 \text{ mm}^2$  (6 AWG).

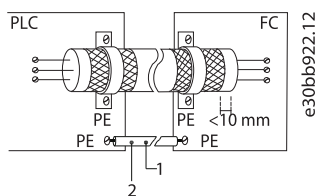


図 52: 両端のシールド・クランプ

|   |                              |   |        |
|---|------------------------------|---|--------|
| 1 | 最低 $16 \text{ mm}^2$ (6 AWG) | 2 | 等価ケーブル |
|---|------------------------------|---|--------|

使用するコントロール・ケーブルが長いと、接地ループが発生します。シールドの端を  $100 \text{ nF}$  のコンデンサを介して接地して、接地ループの問題を解決してください（ただし、リード線は短くしてください）。

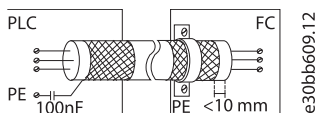


図 53:  $100 \text{ nF}$  コンデンサを持つ接続

シリアル通信の EMC ノイズを避けるため、端子 61 は内部 RC リンクを介して接地に接続されています。導体間の干渉を低減するには、ツイストペア・ケーブルを使用してください。推奨される方法は、に示されるとおりです。

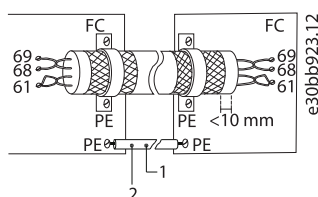


図 54: ツイストペアケーブル

1 最低 16 mm<sup>2</sup> (6 AWG)

2 等価ケーブル

また、端子61への接続は省略できます。

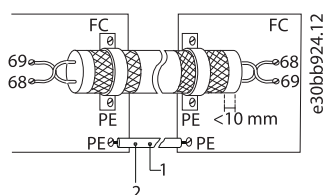


図 55: 端子61を装備しないツイストケーブル

1 最低 16 mm<sup>2</sup> (6 AWG)

2 等価ケーブル

### 7.10.7 負荷分散/ブレーキ

表 58: 端子の接続

|      |                   |
|------|-------------------|
| 負荷分散 | -UDC および +UDC/+BR |
| ブレーキ | -BR および +UDC/+BR  |

- MA01a、MA02a、および MA03a ドライブの場合は、推奨コネクタ（Ultra- Pod Fully Insulated FASTON Receptacles and Tabs、521366-2、TE connectivity）で配線します。
- 他のエンクロージャサイズの場合は、ワイヤに関連する端子に取り付けて締め付けます。必要な最大ネジ締めトルクについては、端子カバーの裏側を参照してください。

### 注意

端末 +UDC/+BR と -UDC の間では、最高 850 V 直流の電圧レベルが発生することがあります。短絡保護機能はありません。

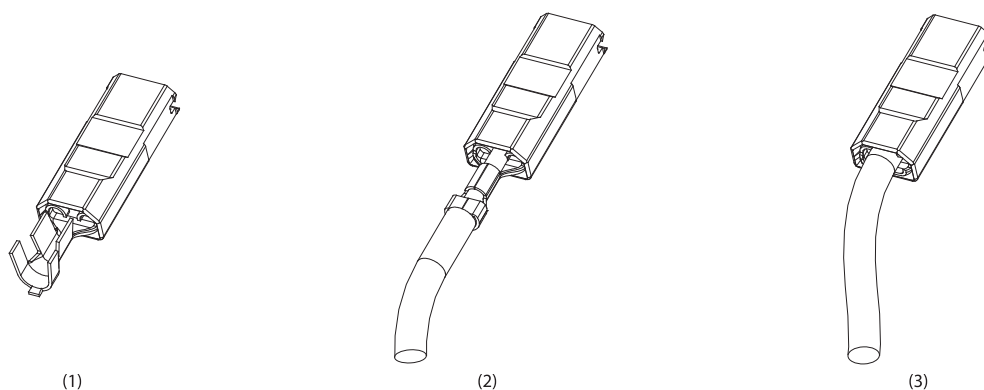


図 56: 負荷分散およびブレーキ用コネクタの配線



- |                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <p>1     コネクター</p> <p>3     配線完了</p> | <p>2     コネクターの配線</p> |
|--------------------------------------|-----------------------|

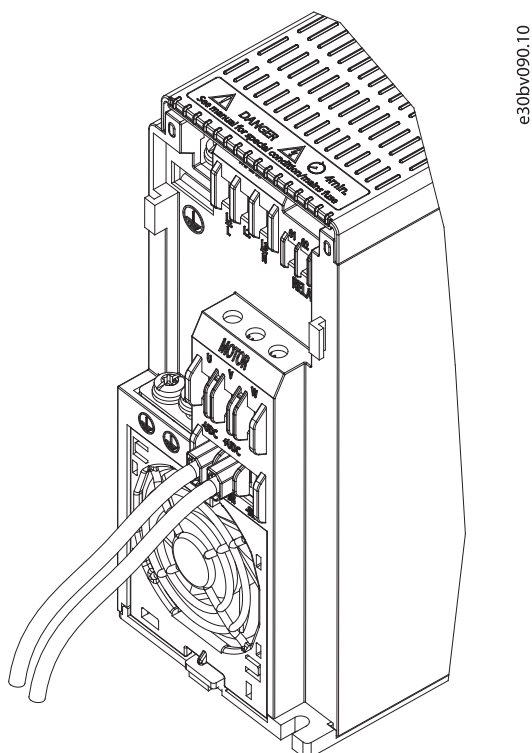


図 57: 負荷分散とブレーキへの接続

### 注意

#### MA02A のブレーキ機能

MA02a では、3x200-240 V および 3x380-480 V ドライブのみにブレーキ機能があります。

- ブレーキケーブルを MA02a 1x200-240 V ドライブに接続しないでください。

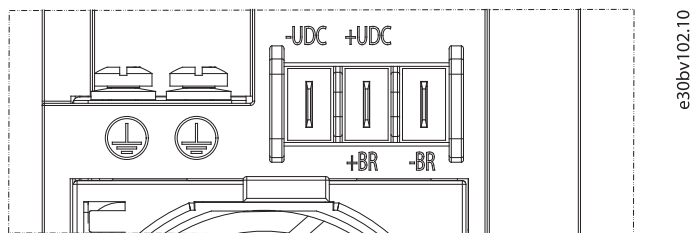


図 58: MA02a のブレーキ機能 (3x380-480 V)

## 8 ご注文方法

### 8.1 モデルコード

ドライブの構成はモデルコードに反映されています。モデルコードを使用して、特定のドライブ構成とその内蔵機能を識別できます。

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| i | C | 2 | - | 3 | 0 | F | A | 3 | N  | 0  | 4  | -  | 0  | 1  | A  | 2  | E  | 2  | 0  | F  | 0  | +  | A  | C  | B  | C  |
|   |   |   |   |   |   |   |   | 1 | N  | 0  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    | F  | 2  |    | A  | C  | X  | X  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | F  | 4  |    |    |    |    |    |

e30bv086.10

図 59: モデルコード

表 59: 最終モデルコードの例

| 説明           | 位置      | 機能                                                                                                    |
|--------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 製品グループ       | 1-6     | iC2-30                                                                                                |
| 製品カテゴリー      | 7-8     | FA: 周波数変換器、空冷式                                                                                        |
| 製品タイプ        | 9-10    | • 3N: 3相電源<br>• 1N: 単相電源                                                                              |
| 主電圧          | 11-12   | • 01: 100-120 V 交流<br>• 02: 200-240 V 交流<br>• 04: 380-480 V 交流                                        |
| 電流定格         | 14-17   | 01A2-46A2                                                                                             |
| 保護等級         | 18-20   | E20: IP20/オープンタイプ                                                                                     |
| EMC カテゴリー    | 21-22   | • F0: C1 カテゴリー (内蔵 EMC フィルター付き)<br>• F2: C2 カテゴリー (内蔵 EMC フィルター付き)<br>• F4: C4 カテゴリー (内蔵 EMC フィルターなし) |
| 統合型ブレーキ・チョッパ | プラス・コード | • +ACBC: 統合型ブレーキ・チョッパあり<br>• +ACXX: 統合型ブレーキ・チョッパなし                                                    |

### 8.2 付属品、スペア部品の注文

表 60: 付属品を発注する際のコード番号

| カテゴリー            | 部品名                    | コード番号    |
|------------------|------------------------|----------|
| IP21/タイプ 1 変換キット | IP21/タイプ 1 変換キット、MA01c | 132G0188 |
|                  | IP21/タイプ 1 変換キット、MA02c | 132G0189 |
|                  | IP21/タイプ 1 変換キット、MA01a | 132G0190 |
|                  | IP21/タイプ 1 変換キット、MA02a | 132G0191 |
|                  | IP21/タイプ 1 変換キット、MA03a | 132G0192 |

表 60: 付属品を発注する際のコード番号 (?????)

| カテゴリー          | 部品名                        | コード番号    |
|----------------|----------------------------|----------|
| NEMA 1変換キット    | NEMA 1変換キット、MA01c          | 132G0195 |
|                | NEMA 1変換キット、MA02c          | 132G0196 |
|                | NEMA 1変換キット、MA01a          | 132G0197 |
|                | NEMA 1変換キット、MA02a          | 132G0198 |
|                | NEMA 1変換キット、MA03a          | 132G0199 |
|                | NEMA 1変換キット、MA04a          | 132G0200 |
|                | NEMA 1変換キット、MA05a          | 132G0201 |
| 分離プレート取り付けキット  | 分離プレート取り付けキット、MA01c        | 132G0202 |
|                | 分離プレート取り付けキット、MA02c        | 132G0203 |
|                | 分離プレート取り付けキット、MA01a        | 132G0204 |
|                | 分離プレート取り付けキット、MA02/03a     | 132G0205 |
|                | 分離プレート取り付けキット、MA04/05a     | 132G0206 |
| コネクタ           | コモン直流/ブレーキ抵抗器のコネクタ         | 132G0207 |
| HMI および関連アクセサリ | コントロールパネル 2.0 OP2          | 132G0234 |
|                | 表面取り付けキット OA2              | 132G0235 |
|                | フラッシュ取り付けキット OA2           | 132G0236 |
|                | コントロールパネルケーブル 1.5m OA2     | 132G0237 |
|                | コントロールパネルケーブル 3 m OA2      | 132G0238 |
| アダプター          | クイックアダプター USB-C/RJ45 OAX00 | 132G0326 |

表 61: スペア部品を発注する際に必要なコード番号

| カテゴリー    | 部品名            | コード番号    |
|----------|----------------|----------|
| 冷却ファン    | 冷却ファン、MA02c    | 132G0215 |
|          | 冷却ファン、MA01a    | 132G0216 |
|          | 冷却ファン、MA02a    | 132G0217 |
|          | 冷却ファン、MA03a    | 132G0218 |
|          | 冷却ファン、MA04a    | 132G0219 |
|          | 冷却ファン、MA05a    | 132G0220 |
| スペア部品キット | スペア部品キット、MA01c | 132G0221 |
|          | スペア部品キット、MA02c | 132G0222 |
|          | スペア部品キット、MA01a | 132G0223 |
|          | スペア部品キット、MA02a | 132G0224 |
|          | スペア部品キット、MA03a | 132G0225 |
|          | スペア部品キット、MA04a | 132G0226 |
|          | スペア部品キット、MA05a | 132G0227 |

## 8.3 ブレーキ抵抗器の注文

### 8.3.1 はじめに

Danfoss は、当社のドライブ用に特別に設計された抵抗器を広範な種類にわたって提供しています。このセクションには、ブレーキ抵抗器のコード番号が記載されています。コード番号で指定されたブレーキ抵抗器の抵抗が  $R_{rec}$  より大きい場合があります。この場合、実際のブレーキ・トルクは、ドライブが提供できる最大ブレーキ・トルクよりも小さい可能性があります。

### 8.3.2 ブレーキ抵抗器10% の注文

表 62: iC2-Micro 周波数変換器- 主電源: 3x380-480 V 交流、10% 負荷サイクル

| 電力規格        | $P_m$ (HO) | $R_{min}$    | $R_{br. nom}$ | $R_{rec}$    | $P_{br avg}$  | コード番号    | 期間  | ケーブル断面積 <sup>(1)</sup>  | サーマルリレー | 抵抗器による最大ブレーキ・トルク |
|-------------|------------|--------------|---------------|--------------|---------------|----------|-----|-------------------------|---------|------------------|
| 3相380-480 V | [kW (hp)]  | [ $\Omega$ ] | [ $\Omega$ ]  | [ $\Omega$ ] | [kW (hp)]     | 175Uxxxx | [s] | [mm <sup>2</sup> (AWG)] | [A]     | [%]              |
| 05A3        | 2.2 (3.0)  | 139          | 163.95        | 155          | 0.190 (0.255) | 3008     | 120 | 1.5 (16)                | 0.9     | 131              |
| 07A2        | 3 (4.0)    | 100          | 118.86        | 112          | 0.262 (0.351) | 3300     | 120 | 1.5 (16)                | 1.3     | 131              |
| 09A0        | 4 (5.0)    | 74           | 87.93         | 83           | 0.354 (0.475) | 3335     | 120 | 1.5 (16)                | 1.9     | 128              |
| 12A0        | 5.5 (7.5)  | 54           | 63.33         | 60           | 0.492 (0.666) | 3336     | 120 | 1.5 (16)                | 2.5     | 127              |
| 15A5        | 7.5 (10)   | 38           | 46.05         | 43           | 0.677 (0.894) | 3337     | 120 | 1.5 (16)                | 3.3     | 132              |
| 23A0        | 11 (15)    | 27           | 32.99         | 31           | 0.945 (1.267) | 3338     | 120 | 1.5 (16)                | 5.2     | 130              |
| 31A0        | 15 (20)    | 19           | 24.02         | 22           | 1.297 (1.739) | 3339     | 120 | 1.5 (16)                | 6.7     | 129              |
| 37A0        | 18.5 (25)  | 16           | 19.36         | 18           | 1.610 (2.158) | 3340     | 120 | 1.5 (16)                | 8.3     | 132              |
| 43A0        | 22 (30)    | 16           | 18.00         | 17           | 1.923 (2.578) | 3357     | 120 | 1.5 (16)                | 10.1    | 128              |

1) 全てのケーブルが、ケーブル断面積と周囲温度に関する国内および地域の規制に準拠していません。

表 63: iC2-Micro 周波数変換器- 主電源: 3x200-240 V 交流、10% 負荷サイクル

| 電力規格        | $P_m$ (HO) | $R_{min}$    | $R_{br. nom}$ | $R_{rec}$    | $P_{br avg}$  | コード番号    | 期間  | ケーブル断面積 <sup>(1)</sup>  | サーマルリレー | 抵抗器による最大ブレーキ・トルク |
|-------------|------------|--------------|---------------|--------------|---------------|----------|-----|-------------------------|---------|------------------|
| 3相200-240 V | [kW (hp)]  | [ $\Omega$ ] | [ $\Omega$ ]  | [ $\Omega$ ] | [kW (hp)]     | 175Uxxxx | [s] | [mm <sup>2</sup> (AWG)] | [A]     | [%]              |
| 07A8        | 1.5 (2.0)  | 53           | 62.70         | 59           | 0.128 (0.172) | 3026     | 120 | 1.5 (16)                | 1.6     | 143              |
| 11A0        | 2.2 (3.0)  | 35           | 42.06         | 39           | 0.190 (0.225) | 3031     | 120 | 1.5 (16)                | 1.9     | 140              |
| 15A2        | 3.7 (5.0)  | 20           | 24.47         | 23           | 0.327 (0.439) | 3326     | 120 | 1.5 (16)                | 3.5     | 145              |
| 24A2        | 5.5 (7.5)  | 14           | 17.28         | 16           | 0.463 (0.621) | 3327     | 120 | 1.5 (16)                | 5.3     | 144              |
| 31A0        | 7.5 (10)   | 9            | 12.56         | 11           | 0.636 (0.853) | 3328     | 120 | 1.5 (16)                | 6.8     | 145              |
| 46A2        | 11 (15)    | 7            | 8.49          | 8            | 0.942 (1.263) | 3329     | 120 | 2.5 (14)                | 10.5    | 141              |

1) 全てのケーブルが、ケーブル断面積と周囲温度に関する国内および地域の規制に準拠していません。

## 8.3.3 ブレーキ抵抗器40% の注文

表 64: iC2-Micro 周波数変換器 - 主電源: 3x380-480 V 交流、40% 負荷サイクル

| 電力規格             | P <sub>m</sub> (HO) | R <sub>min</sub> | R <sub>br. nom</sub> | R <sub>rec</sub> | P <sub>br avg</sub> | コード番号    | 期間  | ケーブル断面積                 | サーマルリレー | 抵抗器による最大ブレーキ・トルク |
|------------------|---------------------|------------------|----------------------|------------------|---------------------|----------|-----|-------------------------|---------|------------------|
| 3相380-480 V (T4) | [kW (hp)]           | [Ω]              | [Ω]                  | [Ω]              | [kW (hp)]           | 175Uxxxx | [s] | [mm <sup>2</sup> (AWG)] | [A]     | [%]              |
| 05A3             | 2.2 (3.0)           | 139              | 163.95               | 155              | 0.807 (1.082)       | 3312     | 120 | 1.5 (16)                | 2.1     | 131              |
| 07A2             | 3 (4.0)             | 100              | 118.86               | 112              | 1.113 (1.491)       | 3313     | 120 | 1.5 (16)                | 2.7     | 131              |
| 09A0             | 4 (5.0)             | 74               | 87.93                | 83               | 1.504 (2.016)       | 3314     | 120 | 1.5 (16)                | 3.7     | 128              |
| 12A0             | 5.5 (7.5)           | 54               | 63.33                | 60               | 2.088 (2.799)       | 3315     | 120 | 1.5 (16)                | 5       | 127              |
| 15A5             | 7.5 (10)            | 38               | 46.05                | 43               | 2.872 (3.850)       | 3316     | 120 | 1.5 (16)                | 7.1     | 132              |
| 23A0             | 11 (15)             | 27               | 32.99                | 31               | 4.226 (5.665)       | 3236     | 120 | 2.5 (14)                | 11.5    | 130              |
| 31A0             | 15 (20)             | 19               | 24.02                | 22               | 5.804 (7.780)       | 3237     | 120 | 2.5 (14)                | 14.7    | 129              |
| 37A0             | 18.5 (25)           | 16               | 19.36                | 18               | 7.201 (9.653)       | 3238     | 120 | 4 (12)                  | 19      | 132              |
| 43A0             | 22 (30)             | 16               | 18.00                | 17               | 8.604 (11.534)      | 3203     | 120 | 4 (12)                  | 23      | 128              |

1) 全てのケーブルが、ケーブル断面積と周囲温度に関する国内および地域の規制に準拠していなければなりません。

表 65: iC2-Micro 周波数変換器 - 主電源: 3x200-240 V 交流、40% 負荷サイクル

| 電力規格        | P <sub>m</sub> (HO) | R <sub>min</sub> | R <sub>br. nom</sub> | R <sub>rec</sub> | P <sub>br avg</sub> | コード番号    | 期間  | ケーブル断面積 <sup>(1)</sup>  | サーマルリレー | 抵抗器による最大ブレーキ・トルク |
|-------------|---------------------|------------------|----------------------|------------------|---------------------|----------|-----|-------------------------|---------|------------------|
| 3相200-240 V | [kW (hp)]           | [Ω]              | [Ω]                  | [Ω]              | [kW (hp)]           | 175Uxxxx | [s] | [mm <sup>2</sup> (AWG)] | [A]     | [%]              |
| 07A8        | 1.5 (2.0)           | 53               | 62.70                | 59               | 0.541 (0.725)       | 3302     | 120 | 1.5 (16)                | 2.7     | 143              |
| 11A0        | 2.2 (3.0)           | 35               | 42.06                | 39               | 0.807 (1.082)       | 3303     | 120 | 1.5 (16)                | 4.2     | 140              |
| 15A2        | 3.7 (5.0)           | 20               | 24.47                | 23               | 1.386 (1.859)       | 3305     | 120 | 1.5 (16)                | 6.8     | 145              |
| 24A2        | 5.5 (7.5)           | 14               | 17.28                | 16               | 2.070 (2.776)       | 3306     | 120 | 1.5 (16)                | 10.4    | 144              |
| 31A0        | 7.5 (10)            | 9                | 12.56                | 11               | 2.847 (3.818)       | 3307     | 120 | 2.5 (14)                | 14.7    | 145              |
| 46A2        | 11 (15)             | 7                | 8.49                 | 8                | 4.215 (5.652)       | 3176     | 120 | 4 (12)                  | 23      | 141              |

1) 全てのケーブルが、ケーブル断面積と周囲温度に関する国内および地域の規制に準拠していなければなりません。



**Danfoss A/S**  
Ulsnaes 1  
DK-6300 Graasten  
[drives.danfoss.com](https://drives.danfoss.com)

あらゆる情報（製品マニュアル、カタログの記述、広告などに記載されている製品の選択、製品の用途もしくは使用、製品の設計、重量、寸法、容量、またはその他の技術データを含みますが、これらに限定されません）は、書面、口頭、電子的方法、オンライン、またはダウンロードによって提供されたかどうかを問わず、参考のための情報であるとみなされます。これらの情報は、見積書または注文確認書に明確な記載がある場合にのみ、法的拘束力を有します。ダンフォス社は、カタログ、パンフレット、ビデオ、およびその他の資料に誤りがあったとしても、責任を負うことができません。ダンフォス社は、その製品を事前の通知なく変更する権利を保有します。これは、注文された製品にも適用されます。ただし、それらの変更が、製品の形式、適合性、または機能に変更を及ぼさないことを条件とします。この文書に表示するすべての商標は、Danfoss A/S またはダンフォスグループ会社が所有しています。ダンフォスおよびダンフォスのロゴは、Danfoss A/Sの商標です。無断転載・複製を禁じます。

M00352

