

モーションコントロール

EMC 対策接地指針/基本システム要求事項

設定マニュアル

適用

- MICROMASTER
- SIMOCRANE
- SIMODRIVE
- SIMOREG
- SIMOTICS
- SIMOTION
- SIMOVERT MASTERDRIVES
- SINAMICS
- SINUMERIK

法律上の注意

警告事項

本書には、ユーザーの安全性を確保し製品の損傷を防止するうえ守るべき注意事項が記載されています。ユーザーの安全性に関する注意事項は、安全警告サインで強調表示されています。このサインは、物的損傷に関する注意事項には表示されません。以下に表示された注意事項は、危険度によって等級分けされています。

 危険
回避しなければ、直接的な死または重傷に至る危険状態を示します。
 警告
回避しなければ、死または重傷に至るおそれのある危険な状況を示します。
 注意
回避しなければ、軽度または中度の人身傷害を引き起こすおそれのある危険な状況を示します。
通知
回避しなければ、物的損傷を引き起こすおそれのある危険な状況を示します。

複数の危険レベルに相当する場合は、通常、最も危険度の高い事項が表示されることになっています。安全警告サイン付きの人身傷害に関する注意事項があれば、物的損傷に関する警告が付加されます。

有資格者

本書が対象とする製品 / システムは必ず有資格者が取り扱うものとし、各操作内容に関連するドキュメント、特に安全上の注意及び警告が遵守されなければなりません。有資格者とは、訓練内容及び経験に基づきながら当該製品 / システムの取り扱いに伴う危険性を認識し、発生し得る危害を事前に回避できる者をいいます。

シーメンス製品を正しくお使いいただくために

以下の事項に注意してください。

 警告
シーメンス製品は、カタログおよび付属の技術説明書の指示に従ってお使いください。他社の製品または部品との併用は、弊社の推奨もしくは許可がある場合に限りです。製品を正しく安全にご使用いただくには、適切な運搬、保管、組み立て、据え付け、配線、始動、操作、保守を行ってください。ご使用になる場所は、許容された範囲を必ず守ってください。付属の技術説明書に記述されている指示を遵守してください。

商標

®マークのついた称号はすべて **Siemens AG** の商標です。本書に記載するその他の称号は商標であり、第三者が自己の目的において使用した場合、所有者の権利を侵害することになります。

免責事項

本書のハードウェアおよびソフトウェアに関する記述と、実際の製品内容との一致については検証済みです。しかしなお、本書の記述が実際の製品内容と異なる可能性もあり、完全な一致が保証されているわけではありません。記載内容については定期的に検証し、訂正が必要な場合は次の版で更新いたします。

まえがき

追加情報

以下のリンクで、トピックについての情報を入手することができます。

- 取扱説明書の注文/取扱説明書の一覧
- 説明書をダウンロードするその他のリンク
- オンラインでの取扱説明書の利用 (マニュアル/情報の検索)

<http://www.siemens.com/motioncontrol/docu>

本書に関するお問い合わせ(例：改善要求や訂正など)がありましたら、下記 **e-mail** アドレスまでお送りください。

docu.motioncontrol@siemens.com

My Documentation Manager

下記のリンクを使用して、当社のコンテンツに基づいた御社独自の取扱説明書の作成方法、およびその説明書を御社の機械に適合させる方法を参照できます：

<http://www.siemens.com/mdm>

トレーニング

下記リンクでは、**SITRAIN** - (製品、システム、およびオートメーションエンジニアリングソリューションに関するシーメンスのトレーニング)の情報を参照できます。

<http://www.siemens.com/sitrain>

FAQ

FAQ については、「サービス&サポート」ページの「製品サポート」：

<http://support.automation.siemens.com> を参照してください。

対象

本書は、工作機械メーカ、セットアップ技術者、およびドライブシステム / コントロールシステムを使用するサービス員向けです。

本書の目的

本書は、設定とサービスに必要なすべての情報、手順、およびオペレータ操作を提供します。

技術サポート

技術サポートの各国専用の問い合わせ先情報 (ホットライン) については、インターネットに次のサイトがあります。(<http://www.automation.siemens.com/partner>)

- Selection [country]
- Selection [service] = technical support

上記の代わりに、技術の要求を直接に送ることもできます。

経由 (<http://www.siemens.com/automation/support-request>)

EC 適合宣言

EMC 指令に関する EC 適合宣言は、以下のインターネットサイトにあります。

<http://support.automation.siemens.com>

ここで、検索用語として数字 **15257461** を入力するか、お近くの当社営業所にお問い合わせください。

低電圧指令に関する EC 適合宣言は、以下のインターネットサイトにあります。

<http://support.automation.siemens.com>

ここで、検索用語として数字 **22383669** を入力します。

韓国の EMC 制限値

韓国に適用される EMC 制限値は、可変速電気ドライブ用の EMC 製品標準(カテゴリ C2 の EN 61800-3)の制限値、または、EN 55011 による制限値クラス A、グループ 1 に対応します。適切な追加対策により、カテゴリ C2、または、クラス A、グループ 1 に従った制限値を遵守します。無線周波数妨害抑制フィルタ(EMC フィルタ)の使用などの追加対策が必要になる場合があります。

規格遵守についての最終指令は、個々のユニットに添付される各ラベルによって提供されることに注意してください。

予備品

予備品については、インターネットの次のサイトを参照できます。

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/16612315>

テスト証明書

SINAMICS コンポーネントの **Safety-Integrated** 機能は、一般的には、独立機関の認証を取得しています。認証済みコンポーネントの最新リストは、お近くの当社営業所にお問い合わせください。まだ完成していない証明書に関するご質問がある場合は、当社にお問い合わせください。

静電気により破損するおそれのある部品に関する注意

注意

静電放電により破損する恐れのある部品(ESD)とは、静電界または静電放電により破損する可能性のある各種機器、IC、基板などです。

静電放電により破損する恐れのある部品の取り扱い上の規則

電子部品を取り扱う際は、作業中、作業場、梱包材が正しく接地されていることを確認してください。

導電性フロアの ESD 区域にいる作業中は以下の条件にのみ電子部品を取り扱うことができます。

- ESD リストバンドを介して人体などが接地されている。
- 帯電防止靴または ESD 靴用接地ストラップを着用している。

止むを得ない場合以外、電子部品に触らないこと。電子部品は前面を持って取り扱い、プリント基板は端を持って取り扱うこと。

電子部品はプラスチックや化学繊維製の衣類に接触させないこと。

電子部品は必ず導電性シートの表面に置いてください(ESD 面の作業面、導電性 ESD 気泡ゴム、ESD 梱包袋、ESD 運搬容器など)。

電子部品は、ブラウン管付きの表示装置、モニタ、またはテレビの近くに置いてはいけません(画面からの最小距離 > 10 cm)。

基板に計測器を接触させる場合は、(例: 保護導体の経路等で)使用する計測機器を接地します。また、絶縁された計測装置で計測する際は測定プローブを一時的に放電してください(例: 被覆がされていない金属性ハウジングなどに触れる)。

 危険

運転中に発生する電界、磁界、および電磁界(EMF)は、本製品に近接した人体、特にペースメーカーやインプラントなどを装着した人に危険をもたらす可能性があります。

機械/装置のオペレータや本製品に近接している要員は、関連する指令と規格を遵守してください。こういった指令・規格には例えば、欧州経済地域(EEA)に適用される EMF 指令 2004/40/EEC と規格 EN 12198-1～-3 や、ドイツ国内におけるドイツ雇用者責任傷害保険協会の安全規則 BGV 11 および関連規則 BGR 11「電磁界」などがあります。

上記指令・規格では、作業場毎に危険分析を実施する必要があると記載されています。その分析から、人体に対する影響が解明され、危険を軽減するための対策が適用されます。また、影響区域と危険区域が定義され、監視がおこなわれます。

関連する各章の安全に関する情報を遵守してください。

一般的な安全のガイドライン

 危険

本書に記載されているコンポーネントを取り付けた機械が EC 機械指令の要件に完全に適合することを全て確認するまで、セットアップは固く禁止されています。

据え付け、セットアップ、および保守は、適切な資格を持つ要員のみがおこなってください。

作業者は、製品のカスタマ向け取扱説明書に記載されている内容を考慮し、指定された危険や警告を熟知して、これを遵守してください。

電気機器とモータを運転する際は、これらは危険レベルの電圧になっています。これら部品やコンポーネントに触れると、重傷または死亡に至る恐れがあります。

電気システムでの作業は、システムの電源をオフにした後で実施してください。

 警告

有効で安全な操作は、適切な運搬、保管、据付け、および組み立てと、慎重な操作と保守にかかっています。

カタログや見積の記載内容はオプション機器の仕様にも適用されます。

カスタマ向け取扱説明書に記載された危険と警告以外に、該当する国、地域、およびシステム固有の規格と要求事項に注意してください。

電子モジュールの全ての端子には、EN 61800-5-1 と UL 508 に準拠した、安全に絶縁された保護特別低電圧 (PELV)の電子モジュールのみを接続してください。

 危険

DVC A (PELV)を介した直接接触からの保護は、等電位ボンディングの領域や乾燥した屋内でのみ使用することができます。これらの条件が満たされない場合、電氣的衝撃に対するその他の保護対策(接触保護など)をおこなってください。

注意

送信電力が 1 W を超える携帯電話のすぐ近く (1.5m 以内) で本装置を使用することは避けてください。機器の誤動作の原因となります。

シンボルの説明

表 1 シンボル

シンボル	意味
	保護接地(PE)
	接地(例 : M 24 V)
	機能接地 等電位ボンディング

電力駆動システムの残留リスク

電力駆動システム (PDS) の制御とドライブのコンポーネントは、産業用電源での工業用と商用の使用が認められています。一般電源電圧での使用には、異なる設定や追加対策が必要です。

これらのコンポーネントは、閉じたハウジングまたは閉じることが可能な保護カバーを備える上位制御盤内で、全ての保護装置が使用されている場合にのみ、運転可能です。

これらのコンポーネントは、関連するユーザ向け取扱説明書に記載されたコンポーネントの安全に関する全ての情報と手順に精通しそれを遵守する、資格をもちトレーニングを受けた有資格者のみを取り扱うことができます。

EU 機械指令に従って機械のリスク評価を実行するとき、工作機械メーカーは、電力駆動システム(PDS)の制御とドライブのコンポーネントと関連する以下の残留リスクを考慮する必要があります。

セットアップ、運転、メンテナンスおよび修理中の負荷機械コンポーネントの予期しない動作、その原因は例えば、

- センサ、コントローラ、アクチュエータおよび配線のハードウェア不良および/またはソフトウェアエラー
- コントローラとドライブの応答時間
- 動作条件や周囲条件が仕様範囲外
- 結露/導電性の汚れ
- パラメータ設定、プログラミング、配線および据え付けのエラー
- コントローラのすぐ近くでの無線機器/携帯電話の使用
- 外部の影響/損傷

1. 光、ノイズ、粒子またはガスの放出と温度異常、その原因は例えば

- － コンポーネントの誤動作
- － ソフトウェア異常
- － 動作条件や周囲条件が仕様範囲外
- － 外部の影響/損傷

2. たとえば、以下によって生じる電氣的衝撃のある電圧:

- － コンポーネントの誤動作
- － 静電気帯電による影響
- － モータの駆動による誘起電圧
- － 動作条件や周囲条件が仕様範囲外
- － 結露/導電性の汚れ
- － 外部の影響/損傷

3. 近づきすぎると、心臓ペースメーカー、インプラントまたは金属の関節が体内にある人々にリスクを与える恐れがある運転中の電界、磁界および電磁界

4. システムの不適切な操作や、危険で適切でないコンポーネントの廃棄による環境汚染物質の放棄や排出

注記

コンポーネントの機能的安全性

コンポーネントを導電性の汚れから保護してください(EN 60529 による保護等級 IP54 の制御盤内にコンポーネントを取り付けることによって)。

据え付け場所で導電性のある汚れを確実に除去できる場合は、より低いレベルの制御盤保護が許可される場合があります。

電力駆動システムコンポーネントの残留リスクに関する詳細情報については、ユーザー向け取扱説明書の関連の章を参照してください。

内部注記

EMC 対策接地指針のレビューは、レビュー番号 8101 にあります。

目次

	まえがき	3
1	はじめに	13
2	安全に関する情報	15
3	計画、設計、および据え付けに関する情報	17
3.1	計画	17
3.2	ドライブシステムの適用環境	18
3.3	EMCゾーンの概念	19
3.4	ハウジングの開口部(たとえば、通気開口部)	21
3.5	等電位ボンディング	21
3.5.1	制御盤内の等電位ボンディング	22
3.5.2	複数の制御盤エレメント間の等電位ボンディング	23
3.5.3	機械/装置内部の等電位ボンディング	23
3.5.4	可動部/可動スライドに対するコンポーネントの等電位ボンディング	25
3.6	ケーブル	25
3.6.1	概要	25
3.6.2	シールドケーブル	26
3.6.2.1	シールドケーブルのプラグ接続	27
3.6.3	電源系統のケーブル	28
3.6.3.1	ケーブルの束線処理、並列接続	28
3.6.3.2	モータモジュールでのモータケーブルシールド接続	29
3.6.3.3	モータの端子ボックスへのモータケーブルのシールド接続	29
3.6.3.4	コネクタ付きケーブルのシールド接続	29
3.6.3.5	モータケーブル内の保護導体(緑色/黄色)	29
3.6.3.6	モータまでのラストメータ(最終行程)	29
3.6.3.7	DCリンク接続、制動抵抗器	30
3.6.3.8	電源系統のケーブル長	30
3.6.4	ブレーキケーブル	30
3.6.5	エンコーダケーブル	31
3.6.5.1	プラグコネクタ付きのエンコーダケーブル	31
3.6.5.2	DRIVE-CLiQ エンコーダ接続	31
3.6.5.3	エンコーダのケーブル長	31
3.6.6	DRIVE-CLiQ接続	31
3.6.7	フィールドバス	32
3.6.7.1	PROFIBUS、PROFINET	32
3.6.8	アナログ信号	33
3.6.9	シールド接続の例	33

3.7	装置のケーブルラック / ルートでのケーブルの布線	33
3.8	電源ラインへの接続.....	35
3.8.1	ドライブラインフィルタ、制御盤ラインフィルタ	35
3.8.2	ドライブラインフィルタの配置、ラインリアクトル、ドライブグループ	36
3.9	その他	37
3.9.1	コイルの配線.....	37
3.9.2	ベアリング電流	37

はじめに

EMC(電磁両立性)は、機器が、他の機器へ干渉すること、他の機器によって干渉されることもなく、十分に機能することを意味します。これが当てはまるのは、放射ノイズ(放射レベル)と電磁適合性が相互に適合するときです。

EMC 放射ノイズと電磁適合性は、世界中の規格、ガイドライン、または法律によって規制されています。

規制制限値に準拠し、機能を確保するには、最低限、下記の対策を遵守してください。

使用する準備ができた状態で提供される機器の場合、**EMC** 制限値を遵守し、十分な機能を実現するには、通常、機器をメーカーの取扱説明書に従って据え付け、操作することで十分です。

ただし、ドライブシステムは、通常、ラインフィルタ、ラインリアクトル、コンバータ、モータ、およびケーブルなど、コンポーネントの形で提供されます。パワー半導体の高速スイッチングが、ドライブシステムへのノイズの主な要因です。**EMC** 制限値を遵守し、十分な機能を実現するには、組み立てと据え付けに関するメーカーの取扱説明書の仕様を遵守してください。

コンポーネントは、すべて、同一のメーカーのコンポーネントを使用し、メーカーのカタログまたは設定ガイドラインに従って組み合わせることを強く推奨します(組み合わせ例でテスト済みであるため)。ただし、ユーザーがさまざまなメーカーのコンポーネントを組み合わせる場合は、**EMC** 制限値の遵守と装置の機能に関する責任はユーザーのみになります。

システムを形成するコンポーネントの設計に関して以下の情報を遵守すると、**EMC** 制限値に合った、十分に機能が実現されることが想定されます。

すべての状況で、機器専用のユーザー向け取扱説明書に記載されている安全に関する指示事項に従うことが必須です。

各機器のタイプの設定用の製本版マニュアルは、常に、機器専用のユーザー向け取扱説明書です。

CE、**UL**、**Safety Integrated** などの証明書、適合宣言書、テスト証明書は、関連するカタログと設定ガイドに記載されたコンポーネントが使用され、設定ガイドラインに従って据え付けられ、正しく使用されるときにのみ有効です。このような文書がない場合は、製品の工作機械メーカーが再準備する必要があります。

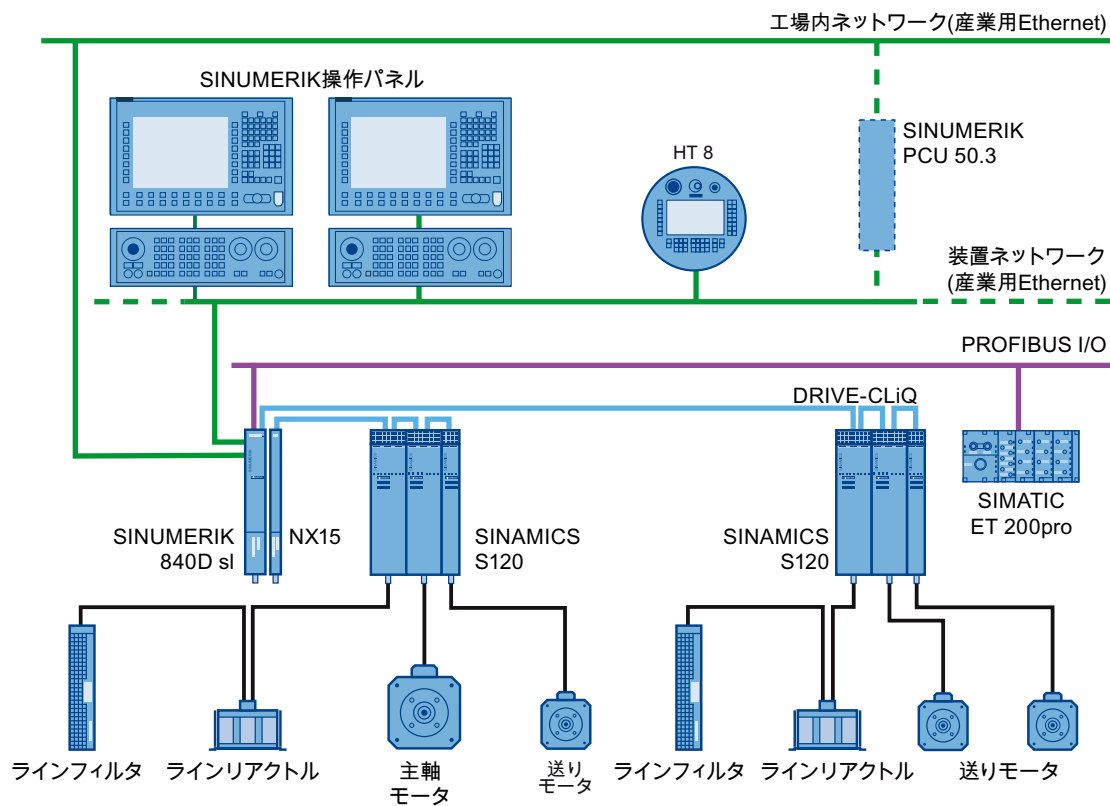


図 1-1 機器品目の例 (構成図)

安全に関する情報

注意
通気格子に接触するケーブルの布線はおこなわないでください。これは、機器の熱放出をかなり妨げます (特に細いモジュールの場合)。さらに、この結果としての高い排気温度がケーブルの絶縁被覆を損傷する場合があります。 電力ケーブルは、給気を必要以上に妨げないようにして、コンポーネント接続部まで布線してください。これを実現するには、ケーブルは垂直に配線することをお奨めします。

計画、設計、および据え付けに関する情報

本書には、制御盤内のコントローラとドライブコンポーネントの **EMC** 準拠の設計に関する全般情報と例が記載されています。

この据え付けガイドラインは、コントローラとドライブコンポーネントの設計のために、できるだけ最善の電磁両立性を取り扱い、ドライブシステムに適した設計のために考慮すべき点を記載しています。

これらの規則を遵守しないと、他の機器の誤動作または故障、その結果として、当機器の障害の可能性があります。

注記

機械と制御盤内のケーブルは、接地ケーブルの曲げ強さ、モータの高度にダイナミックな回転、切削油および **EMC** 特性への耐性などの高い要求事項を満たす必要があります。このため、特定の用途向けにリリースされたケーブル (たとえば、**MOTION-CONNECT** ケーブル) だけを使用してください。特に安全機能を備えた機械の場合、このようなケーブルの使用が必要です。

3.1 計画

装置、機械、または制御盤で **EMC** を達成するには、注意深い計画が必要です。要求事項は下記になります。

- 環境のための**EMC**要求事項、ドライブシステムの適用環境 (ページ 18)を参照してください
- **EMC**ゾーンの概念、**EMC**ゾーンの概念 (ページ 19)を参照してください
- 等電位ボンディング、等電位ボンディング (ページ 21)を参照してください

3.2 ドライブシステムの適用環境

3.2 ドライブシステムの適用環境

第1環境(居住区域)で許可される放射レベルは低レベルです。このため、第1環境で使用する機器はノイズ放射レベルが低い必要がありますが、それだけ、必要な電磁適合性も比較的に小さくて済みます。

第2環境(工業区域)で許可される放射レベルは高レベルです。第2環境で使用する機器は比較的に高い放射ノイズを持つことができますが、必要な電磁適合性のレベルも高くなります。

表 3-1 EMC 製品標準 IEC 61800-3 に準拠した環境とカテゴリ

	可変速度 PDS ドライブシステム			
環境	1. (第1)環境 (居住区域と商業区域) (パブリックグリッド)		2. (第2)環境 (工業区域) (絶縁トランスで分断された工業用ネットワーク)	
カテゴリ	C1 ¹⁾	C2 ²⁾	C3 ³⁾	C4 ⁴⁾
電圧、電流	< 1,000 V			≥ 1,000 V または ≥ 400 A
電源系統	TN、TT			TN、TT、IT
専門家	要求なし	据え付けと試運転は、許可を受けている有資格者がおこなってください。		

- 1) 市場に出ているカテゴリ C1 用の製品はありません。
- 2) 有資格者によって据え付けられたドライブシステムは、EMC 製品標準 IEC 61800-3 に準拠して、第1環境カテゴリ C2 で使用できます。
- 3) 本書に記載されている EMC 製品標準 IEC 61800-3 に準拠した関連フィルタ付きのドライブシステムは、第2環境カテゴリ C3 で使用できます。
- 4) カテゴリ C4 の EMC を確保するには、装置メーカーと装置オペレータが協議して、個々の装置固有の対策を指定する計画を決定する必要があります。製品で指示された場合、ドライブシステムを、EMC 製品標準 IEC 61800-3 に準拠した非直接接地システム(IT システム)で使用することもできます。

3.3 EMC ゾーンの概念

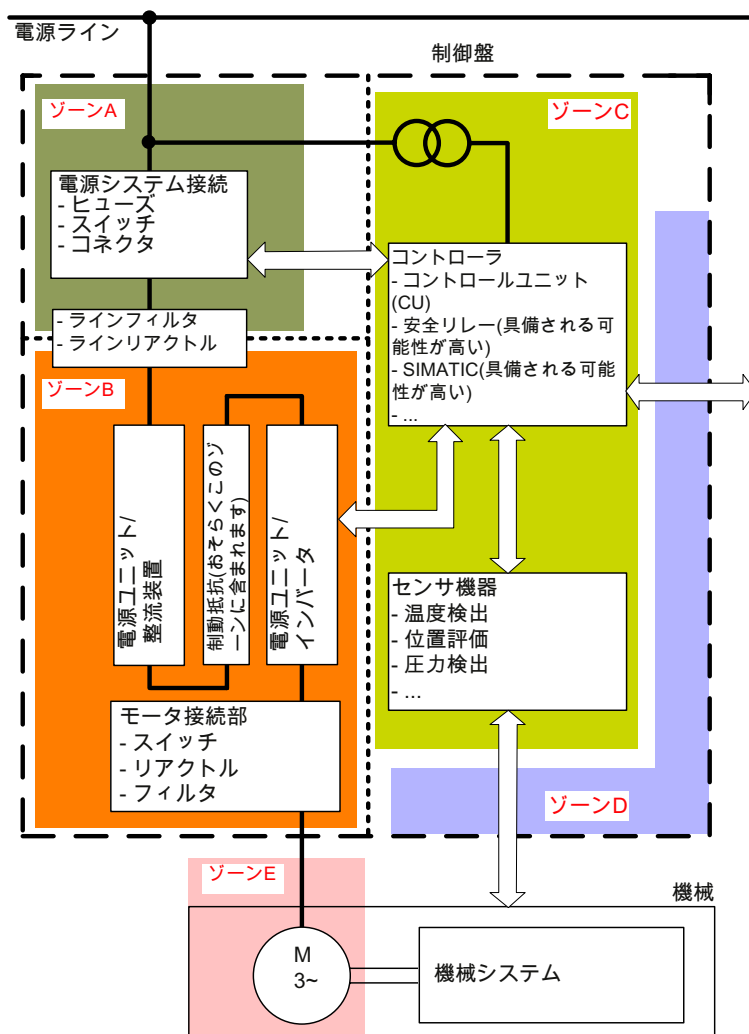
装置または制御盤内のノイズ抑制の措置を、ノイズ発生源とノイズ受信側を相互に物理的に分離した状態に取り付けることによって、非常に容易に費用効果の高い方式で実装することができます。この分離については、計画時に考慮してください。

最初に、使用する機器毎に、それがノイズ発生源であるのか、ノイズ受信側であるのかを決定してください。

- 代表的なノイズ発生源は、たとえば、インバータ、ブレーキモジュール*、スイッチング式電源、コンタクタ用コイルです。
- さらに、代表的なノイズ受信側は、たとえば、オートメーション装置、エンコーダ、センサーと、それらの処理制御回路です。
- この場合、装置または制御盤の領域全体が複数の **EMC ゾーン** に分けられ、機器がゾーンに割り当てられます。以下の例に、ゾーンの概念について詳細に説明します。

* 一連の機器に応じて、制動抵抗、パルス抵抗器モジュールなどの用語も使用されます。

3.3 EMC ゾーン概念



..... 接地された金属パーティション

ゾーン システム接続

A 伝導性ノイズ放射と電磁適合性の制限値を遵守してください。

ゾーン B 電力制御回路

ノイズ発生源: 整流装置から構成されるコンバータ、制動抵抗 (おそらくこのゾーンに含まれます)、インバータ、およびモータ側のリアクトルとフィルタ (おそらくこのゾーンに含まれます)

ゾーン コントローラとセンサ

C ノイズ受信側: 高感度の開ループと閉ループ制御回路とセンサ

ゾーン I/O 用の信号インターフェース

D 電磁適合性の制限値を遵守してください。

ゾーン E モータとモータケーブル

ノイズ発生源

図 3-1 EMC ゾーンへの制御盤またはドライブシステムの分類

3.4 ハウジングの開口部(たとえば、通気開口部)

各ゾーン内に、ノイズ放射と電磁適合性に関する特定の要求事項が適用されます。ゾーンは、電磁的に分離してください。この分離は、たとえば、間隔を長くすることによって実現できます (約. 20 cm)。別々の金属フレームまたは大きい金属パーティションによる分離は、効果が高く、スペースも節約されます。

異なるゾーンのケーブルは分離が必要です。共有のケーブルハーネスまたはケーブルダクトに配置してはいけません。必要な場合、フィルタやカップラブロックをゾーン間のインターフェースに配置してください。電氣的絶縁付きのカップラブロックは、ゾーン間のノイズ伝播を効果的に防止することができます。

制御盤から出るすべての通信ケーブルと信号ケーブルは、シールドしてください。長いアナログ信号ケーブルの場合は、追加の絶縁増幅器を使用してください。

3.4 ハウジングの開口部(たとえば、通気開口部)

通気孔、のぞき窓、オペレータコントロールなどが、制御盤のシールド効果を弱めます。ノイズ周波数の波長 λ の半分のサイズの各開口部は、アンテナとして働き、電磁場を放射します。実際に、スリットの長さは $\lambda/20$ 未満にする必要があります。以下の開口部が有効です。

- 第 1 環境では、最大直径 30 mm の開口部
- 第 2 環境では、最大直径 100 mm の開口部

直径が 100 mm を超える開口部は、金属製のフードで覆ってください。それは、制御盤パネルと良好な金属伝導接触をおこなう必要があります。

3.5 等電位ボンディング

複雑なシステムでコンポーネントの問題のない相互作用を確保するには、10 MHz を超える領域でテクニカル周波数と高周波数に対して効果的に働く良好な等電位ボンディングが必要です。

これを達成するには、すべての金属部品が相互に大きい接触面積を持ち、等電位領域を形成する必要があります。

これは、両端で使用されるシールドが高い均等化電流のために損傷または燃焼すること、コンポーネントがノイズの影響を受けること、また、コンポーネントが過度の電位差のために損傷または破損することを防ぎます。

この等電位領域の外部のステーションへの信号ケーブルには、電氣的絶縁結合ブロックを具備する必要があります。

3.5 等電位ボンディング

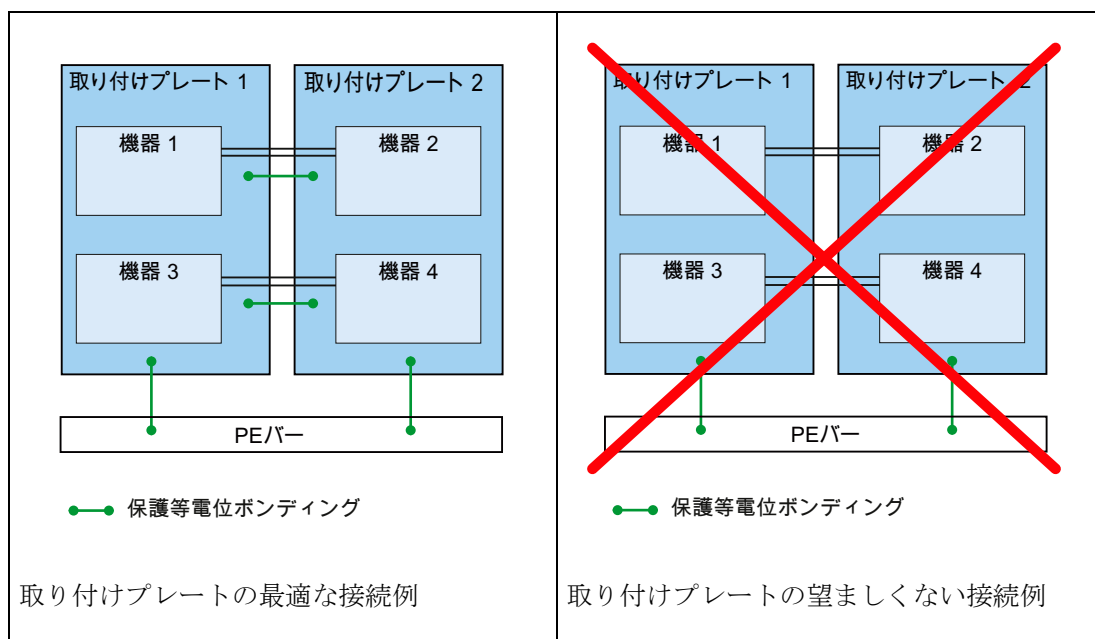
3.5.1 制御盤内の等電位ボンディング

制御盤内の等電位ボンディングは、広い面積にわたる可能なかぎり多くの位置で(制御盤パネルや支柱など)すべての金属部品を相互に接続することによって達成されます。制御盤ドアは、可能なかぎり短い銅製のリボンを使用して、支柱やサイドパネル(少なくとも一番上と一番下)に接続する必要があります。制御盤エレメント(たとえば、コンバータ、ラインフィルタ、コントロールユニット、端子モジュール、センサモジュールなど)に取り付けられた機器と部品のハウジングは、接触面積を大きくして導電性の高い(亜鉛メッキした)取り付けプレートを使用して、相互に接続してください。

この取り付けプレートは、制御盤フレーム、PE、または制御盤エレメントのシールドバスと、接触面積が大きい導電性の接続をおこなう必要があります。

塗装された制御盤パネル、取り付けプレート、または取り付け接触面積が小さい取り付け機器は、この要求事項を十分には満たしません。塗装された制御盤パネルまたは取り付けプレートを使用する必要がある場合は、十分な接触を確保してください。これをおこなうには、据付け時にケーブルグランドを塗装しないか、または接触座金を使用してください。腐食保護は必要です(例えば、据付け後の塗装)。

複数の取り付けプレートを、ケーブルまたはリボンケーブルを使用して、相互に接続する場合、この接続は信号ケーブルまたは電力ケーブルの近くでおこなってください(密閉領域の最小化)。



リボン接続の大きい接触面積は、EMC に関しては、アーチ型の接続より優れたものにします。



図 3-2 編組された銅製のリボンによる接続例

3.5.2 複数の制御盤エレメント間の等電位ボンディング

大きい制御盤装置における複数の制御盤エレメント間の等電位ボンディングは、これらのすべての制御盤エレメントを通る相互接続 PE バーによっておこなわれます。さらに、個々の制御盤エレメントのフレームを、接触座金の使用によって確保される良好な導電性で、複数回、一緒にネジ止めします。非常に長い制御盤の列を背中合わせに取り付ける場合は、可能な限りいくつも、2 つの PE バーをそれぞれの制御盤と接続してください (推奨値: 制御盤の要素毎に 10 個所のネジ接続)。

3.5.3 機械/装置内部の等電位ボンディング

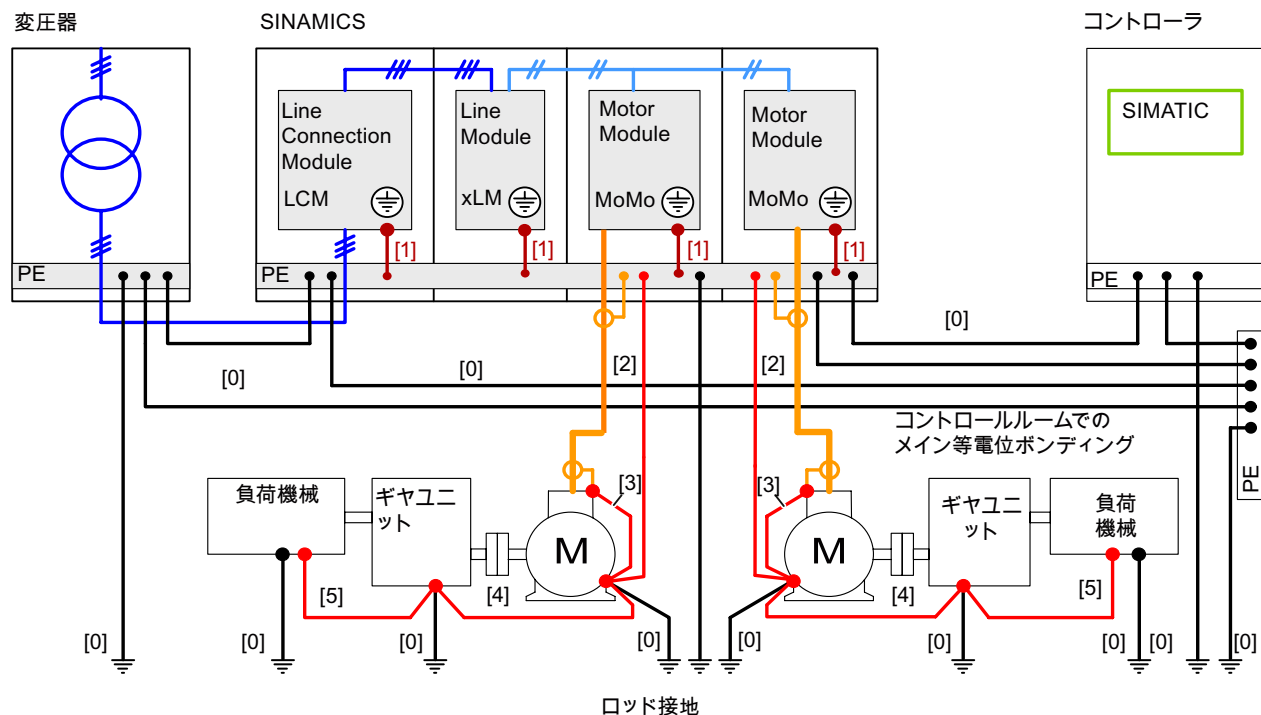
テクニカル周波数の場合の機械/装置内の等電位ボンディングは、すべての電気と機械のドライブコンポーネント (変圧器、制御盤、モータ、ギヤユニット、および駆動される機械) を接地システムに接続しておこないます。これらの接続には、標準の高強度の PE 導体を使用します。高周波数の場合、等電位ボンディングは、すべての動力伝達コンポーネント (モータ、ギヤユニット、および負荷機械) に接続するモータケーブルのシールドを使用しておこないます。

次の図は、複数の SINAMICS S120 制御盤モジュールから構成される代表的な高電力据付けの例を使用した、すべての接地および高周波数の等電位ボンディング対策を示します。

注記

表示されたロッド接地と比較して、メッシュ接地はより良い結果を生じます。

3.5 等電位ボンディング



- 黒で表示されるグラウンドは、ドライブコンポーネント用の従来の接地システムを形成します。これらの接続は、特別な高周波数特性なしの標準の高強度の PE 導体を使用しておこなわれ、低周波数の等電位ボンディングと人的損傷に対する保護を確保します。
- 制御盤内の暗赤色で表示された接続は、組み込みコンバータコンポーネント、PE バー、および制御盤のシールドバスの金属製のハウジング間で、高周波保護用の良好な導電性を保ちます。これらの内部接続は、制御盤ユニットの金属構成によって、可能な限り広い接触面積でおこなうことができ、このため、接触面は塗装されていない金属でなければならない、各接点で最小でも複数 cm^2 の断面積を持つ必要があります。これらの接続は、その代わりに、断面積が広い ($> 95 \text{ mm}^2$)、精密に編組みされた短い銅製のケーブルによっておこなうこともできます。
- オレンジ色で表示されたモータケーブルのシールドは、インバータまたはモータモジュールと、モータの端子ボックスの間で、高周波等電位ボンディングを提供します。赤で表示された精密に編組みされた銅製のケーブルは、高周波特性が劣ったケーブルを使用するとき、または、粗悪な接地システムを使用した据え付けの場合、これらと並列に布線することができます。
- 赤色で表示された接続は、モータの端子ボックスまたはギヤユニットと、モータのハウジングに結合された負荷機械に対して、良好な導電性の高周波接続を提供します。

図 3-3 グラウンド経由のドライブシステムの等電位ボンディング用の接地および高周波等電位ボンディング対策

3.5.4 可動部/可動スライドに対するコンポーネントの等電位ボンディング

可動部/可動スライド上にコンポーネントを装着するときは、可能な場合、追加の等電位ボンディング導体 (少なくとも 10 mm²) を(束ねた)ケーブルの近くで並列に配線する必要があります。この等電位ボンディング導体は、スライド上のコンポーネントのできるだけ近くに、また、制御盤の関連モジュール用 PE 接続部には直接に接続してください。

注記

これらのケーブルは、耐屈曲に適している必要があります。

3.6 ケーブル

3.6.1 概要

電力ケーブルと信号ケーブルは、シールドされている場合も、常に分離して布線してください。このため、さまざまなケーブルをケーブルグループ毎に整理しておくことが役立ちます。1つのグループに属する複数のケーブルは、束ねてまとめることができます。別々のケーブルグループは、グループ間で必要な間隔をあけて布線してください。実際の経験で、最小間隔 20 cm が有効であることが確認されています。その代わりに、複数の位置で適切な接点を備えたシールドプレートを、ケーブル束の間で使用できます。

クロストークを軽減するために、すべてのケーブルは、制御盤グラウンドに接続された(接地された)構成部品のできるだけ近くに配線してください。構成部品とは、たとえば、制御盤の取り付けプレートまたはフレーム部品です。

アンテナ効果を最小化するために、すべてのケーブルはできるかぎり短くしておく必要があります。

信号ケーブルと電力ケーブルが相互にクロスする場合でも(絶対に避けられない場合のみ)、長距離に渡って近くに布線してはいけません。

信号ケーブルは、強力な磁界(モータ、変圧器)からは最小間隔 20 cm を保って布線してください。その代わりに、長さに沿った複数の位置に適切な接点を備えたシールドプレートを使用して、適切な間隔を設けることもできます。

3.6 ケーブル

注意

24 V 電源用ケーブルは、信号ケーブルと全く同様に扱います。信号ケーブルと電力ケーブルについては、十分な曲げ半径を確保してください。

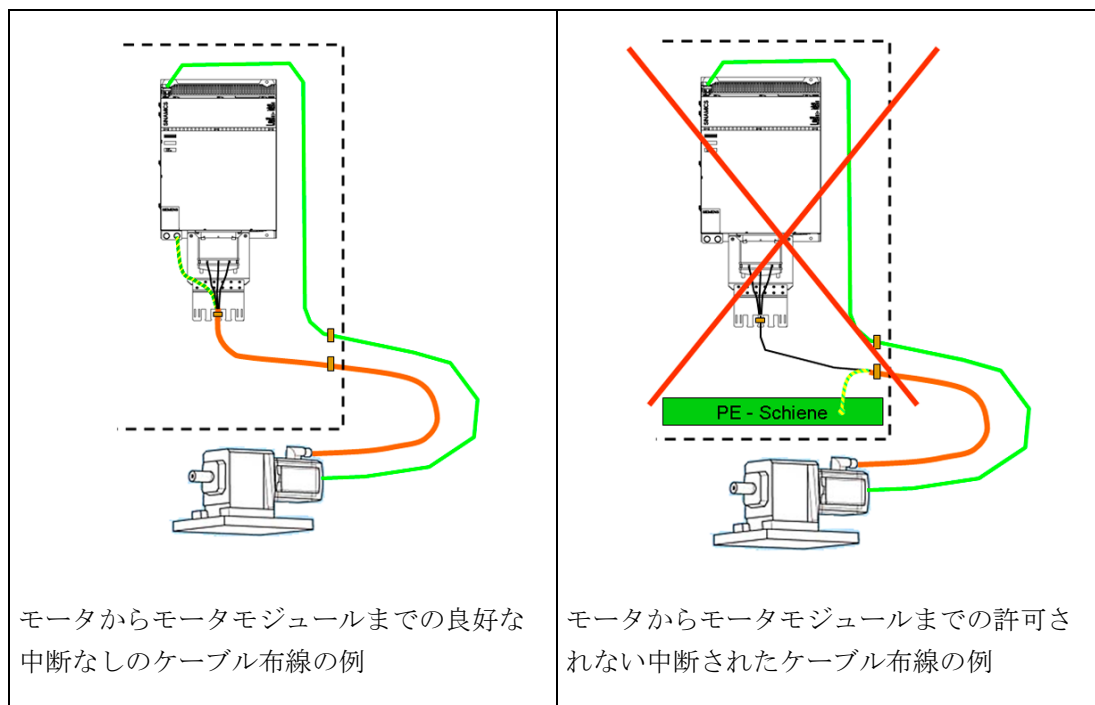
警告

容量結合は、電荷を生じさせます。これらの電荷を放電するには、シールドなしケーブルとシールドケーブル用の未使用の導体の少なくとも一端を、接地されたハウジング電位に配置してください。これを遵守しないと、非接地絶縁導体とシールドに触れたら危険な電圧が生じる場合があります。

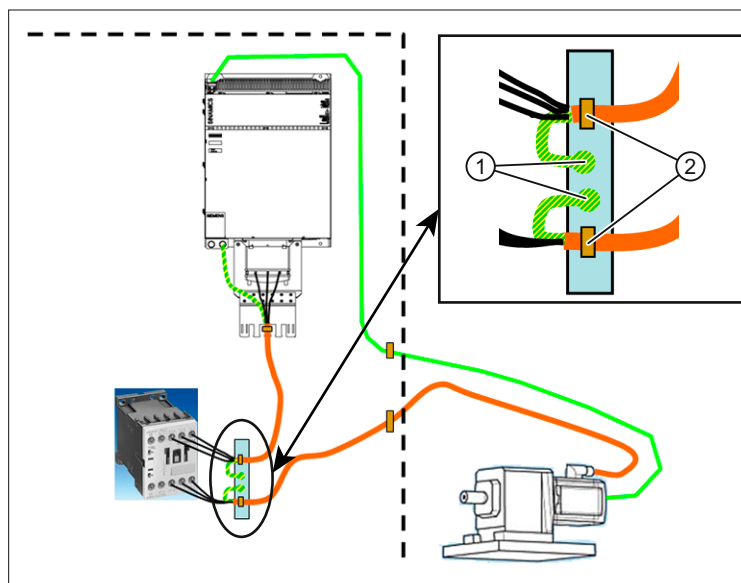
3.6.2 シールドケーブル

高周波領域で可能な限り小さい伝送抵抗を達成するには、常に、ケーブルシールドを、両端で接触面積をできるだけ大きくして接続してください(可能な場合、シールドを囲むバネクランプ式エレメントを使用します)。

シールドは、中断しないでください。



ケーブルの中断が避けられない場合は、下の図に示すようなシールドのブリッジを設ける必要があります。



- ① 保護導体
- ② シールド接続部

図 3-4 編組みされた銅製のリボンを使用したシールドブリッジの例

編組シールドを推奨します。 フォイルシールドの使用は、通電容量がより小さくなり、シールドが損傷する可能性があるため、避けてください。

シールド接続を同時にストレーンリリーフとして使用することはできません。 ストレインリリーフは、シールド接続が張力を受けないように、別個に実装してください。

制御盤内のシールドの代わりに、シールドと類似の結果になる対策(取り付けプレート の背後での布線、金属ケーブルチャネル内での布線、適切な間隔など)が許可されています。

3.6.2.1 シールドケーブルのプラグ接続

ケーブルシールドをコネクタフレーム経由で接続する場合は、コネクタ内での連続の金属接触を確保してください。 金属コーティングは、振動によって剥がれるか、シールド電流によって腐食するため、装置の寿命に渡って十分な接触を設けるためには、金属被覆を施したプラスチックはコンバータ付きの装置では適していません。 このようなコネクタ、または、内部設計が未知のコネクタを使用する場合は、シールドもコネクタの近くで接続してください、図 3-7 シールド接続の妥当なタイプの例 (ページ 33)を参照してください。

3.6 ケーブル

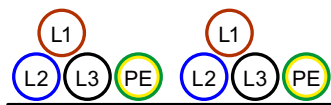
3.6.3 電源系統のケーブル

コンバータシステムの電力ケーブル、特にいくつかのモータケーブルは、非常に大きいノイズ信号を生成します。このため、ドライブラインフィルタの出力からのすべてのケーブルは、ツイスト / 束ねて、およびシールド状態で、モータへ中断せずに配線してください。経験により分かってきたことですが、制御盤内の 1 m 未満の短い接続はシールドなしのツイスト / 束ねて配線できます (たとえば、フィルタからリアクトルへの接続や、リアクトルから電源装置 DC リンクへの接続など)。「ドライブラインフィルタの配置、ラインリアクトル、ドライブグループ (ページ 36)」の章の情報も遵守してください。

3.6.3.1 ケーブルの束線処理、並列接続

単芯ケーブル (たとえば、シールドなし電源ケーブル) を使用した三相交流式の布線では、3 相 L1、L2、および L3 を対称的に束ねて、漏洩磁界を最小化する必要があります。これは、大電流のため、三相交流式の相毎に複数の並列単芯ケーブルを配線しなければならないときも同様です。次の図は、相毎に 2 つの並列単芯ケーブルを備えた三相交流式の使用例です。

正しい束線処理



不正な束線処理

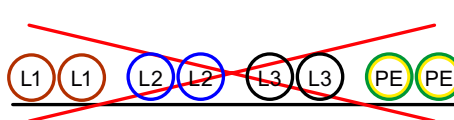


図 3-5 ケーブルの束線処理

複数のモータケーブルを並列に布線するときは、各モータケーブルに三相交流式の 3 つの導体をすべて収納する必要があることに注意してください。これによって、漏洩磁界が最小化され、その結果他の負荷の磁気ノイズも最小化されます。

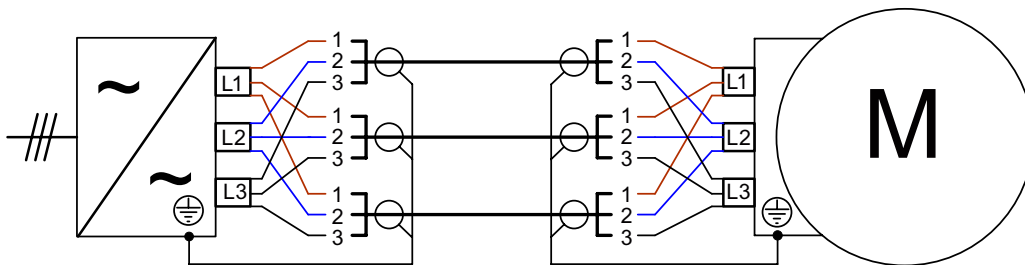


図 3-6 並列に布線された 3 つのモータケーブルの例

3.6.3.2 モータモジュールでのモータケーブルシールド接続

組み込みユニット用のモータモジュールで、設けられたシールド接続を使用してください。スペースの制限でこれができない場合は、モータモジュールにできるだけ近づけた取り付けプレートにシールドを接続してください。このシールドは、制御盤ユニット用のセントラル接地バーに接続します。

3.6.3.3 モータの端子ボックスへのモータケーブルのシールド接続

接触面積が大きいシールド接続を確保するために、EMCインサート付きのケーブルグラウンド (たとえば、PGグラウンド) を端子ボックスで使用してください。スペースの条件でこれができない場合は、シールドをモータハウジングのできるだけ近くに接続してください、たとえば、図 3-7 シールド接続の妥当なタイプの例 (ページ 33) を参照してください。

3.6.3.4 コネクタ付きケーブルのシールド接続

コネクタメーカーの記載に従って、シールドを、モータおよびコンバータ側のコネクタ内でシールドを接続してください。

3.6.3.5 モータケーブル内の保護導体(緑色/黄色)

モータケーブルに含まれる保護導体は、モータモジュールの組み込みユニット用制御盤の PE 接続部に直接に接続してください。制御盤ユニットの場合、接続は、セントラル接地バーに対しておこなわれます。保護導体は、コネクタ内またはモータの端子ボックス内に設けられている PE 接続部に接続してください。

3.6.3.6 モータまでのラストメータ(最終行程)

コネクタの位置により、モータケーブルとエンコーダケーブルの間の必要な距離 20 cm が常に遵守できるとは限らないことがあります。

経験により分かってきたことですが、機械の要因によるモータケーブルおよびエンコーダケーブルの束線処理はモータまでのラストメータ(最終行程)で可能です。

3.6 ケーブル

3.6.3.7 DC リンク接続、制動抵抗器

DC リンクをさらに他のグループに接続する場合は、2つのケーブル付きの等電位導体を設ける必要があります。これは、モータモジュールに設けられた接続部に接続してください。これらの3つのケーブルは、ツイストまたは束ねてください。長さが1 mを超える場合は、等電位導体の代わりにシールドを設ける必要があります。これは、両端に設けられている接続部か、または、スペース不足の場合は、ドライブグループの近くの取り付けプレートに接続してください。

同一の要求事項が、制動抵抗器のケーブルに適用されます。

3.6.3.8 電源系統のケーブル長

許容合計ケーブル長を超えると、シールド電流の増加により、ラインフィルタ、ラインリアクトル、電源装置モジュール、およびモータモジュールで損失が生じるか、または、ラインフィルタに飽和が生じます。これらのエレメントは、この後、無効になります。この結果、コンポーネントの過熱が生じ、故障を招くか、機器の寿命が減少します。最大許容ケーブル長に関する情報は、機器専用のユーザー向け取扱説明書に記載されています。

3.6.4 ブレーキケーブル

ブレーキケーブルはシールドしてください。共通のケーブルの中でブレーキケーブルがモータケーブルと組み合わせられると、保護導体付きのツイストされたモータの芯線を共通のシールドで布線しなければならず、ツイストされたブレーキの芯線は別の独立したシールドで布線してください。

シールド接続には、モータケーブルの場合と同じ要求事項が適用されます。「モータモジュールでのモータケーブルシールド接続 (ページ 29)」の章を参照してください。

注記

配線、「コイルの配線 (ページ 37)」の章を参照してください。

3.6.5 エンコーダケーブル

エンコーダとエンコーダケーブルは、機器の高感度の部品です。この場合、たとえば、工作機械内の故障信号が、表面の損傷、または、機械の散発的なエラーを引き起こす場合があります。二重シールドされたエンコーダケーブルの場合、外側のシールドは両端に接続し、内側のシールドはドライブグループの片側だけに接続してください。

3.6.5.1 プラグコネクタ付きのエンコーダケーブル

シールドは、通常、コネクタに接続します。非常に高い EMC レベルの環境など、特別に高い要求事項が適用される場合は、コネクタに近い場所での別の接続を推奨します。

3.6.5.2 DRIVE-CLiQ エンコーダ接続

DRIVE-CLiQ エンコーダケーブルのシールド接続は、コネクタでおこなわれます。

3.6.5.3 エンコーダのケーブル長

エンコーダに適する最大ケーブル長を遵守してください。詳細は、機器専用のユーザー向け取扱説明書を参照してください。

3.6.6 DRIVE-CLiQ 接続

ドライブグループのコンポーネント間の DRIVE-CLiQ 接続のシールド接続は、コネクタでおこなわれます。

異なるさまざまなコネクタタイプ (内蔵 24 V 電源) は、市販のイーサネットケーブルの使用が許可されないことを示します。

DRIVE-CLiQ の最大合計ケーブル長は、100 m です。

注記

使用するケーブルタイプに応じて、ケーブル長が短くなる場合があります。

3.6 ケーブル

3.6.7 フィールドバス

フィールドバスは、故障に対する特に高い耐性を持つ必要があります。この堅牢さを達成するには、接続されたバスのコンポーネントのメーカーの指示に従って、以下の点を遵守してください。

- 電力ケーブルからの十分な距離
- バスコンポーネントへのシールド接続
- 制御盤入力でのシールド接続
- 等電位ボンディング

3.6.7.1 PROFIBUS、PROFINET

- PROFIBUS または PROFINET ケーブルと電力ケーブルの間の最小距離は、20 cm です。
- PROFIBUS または PROFINET コンポーネントへのシールド接続は、プラグコネクタでおこなわれます。コンポーネントが金属製の取り付けプレートに取り付けられていない場合は、断面積が 4 mm² の追加の等電位ボンディング導体を保護等電位ボンディングのために配置してください。
- 第 1 環境で遵守が必要なイミッション制限値に適合するために、制御盤入力でのシールド接続が必要です。第 2 環境での運転の場合も、このシールド接続を推奨します。
- 異なる建物間または異なる建物の部品間の PROFIBUS または PROFINET 接続の場合、等電位ボンディングを PROFIBUS または PROFINET ケーブルと並列に配線してください。

IEC 60364-5-54 に従って、以下の最小断面積が必要です。

- 銅:6 mm²
- アルミニウム:16 mm²
- スチール:50 mm²

詳しくは、

(http://www.profibus.com/fileadmin/media/wbt/WBT_Assembly_V10_Dec06/en/Seiten/0_1_Vorwort.html)を参照してください。

3.6.8 アナログ信号

アナログ信号用のケーブルのシールドは、両側に接続してください、図 3-7 シールド接続の妥当なタイプの例 (ページ 33)を参照してください。出力と入力間の良好な等電位ボンディングが必要です。

3.6.9 シールド接続の例

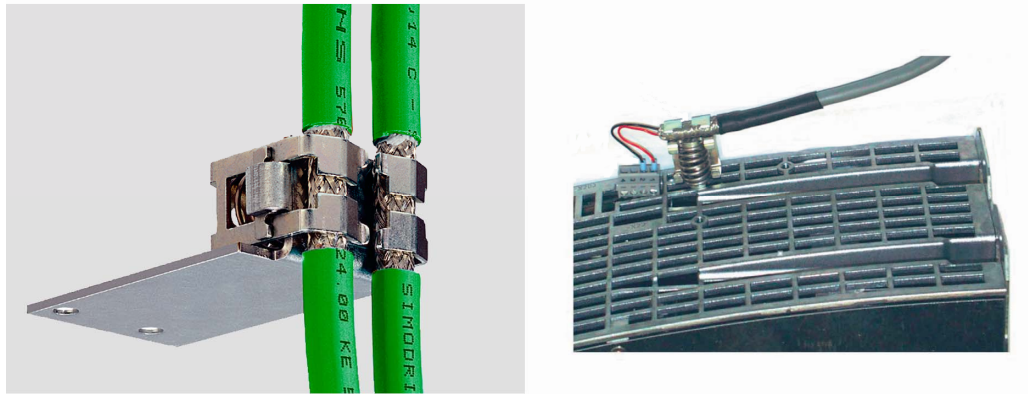


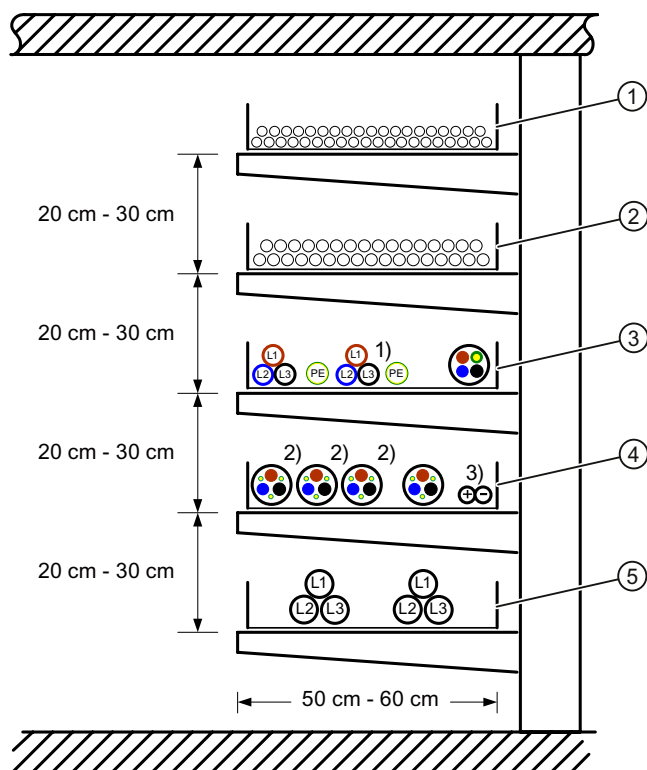
図 3-7 シールド接続の妥当なタイプの例

3.7 装置のケーブルラック/ルートでのケーブルの布線

ケーブルを制御盤から機械に直接に布線できない場合は、ケーブルをケーブルラック/ルートに配置してください。この場合、第 1 環境でのイミッション制限値を遵守するために、すべてのケーブルシールドを制御盤の引き込み口で接続する必要があります。第 2 環境での運転の場合も、このシールド接続を推奨します。

距離とシールドに関して、「概要 (ページ 25)」の章の記載と同じ要求事項が、ケーブル布線に適用されます。次の図に、布線例を示します。

3.7 装置のケーブルラック/ルートでのケーブルの布線



- ① $U < 60 \text{ V}$ の場合の信号、データ、バス、および単芯ケーブル
- ② $U = 60 \text{ V} \sim 10 \text{ V}$ の場合の信号ケーブルと単線ケーブル
- ③ ノイズレベルが低い電力ケーブル
(たとえば、 $U > 230 \text{ V} \dots 1 \text{ kV}$ の場合のシールドなし電源ケーブル)
- ④ ノイズレベルが高い電力ケーブル
(たとえば、 $U > 230 \text{ V} \dots 1 \text{ kV}$ の場合の、モータケーブルと、ブレーキユニットと制動抵抗器の間のケーブル)
- ⑤ $U > 1 \text{ kV}$ の場合の中位の電圧のケーブル

図 3-8 ケーブルの布線

ケーブルラック/ルートは、等電位ボンディングに含めてください。高周波数範囲で効果を実現するには、制御盤とモータハウジングに対して、接触面積が大きい機械的接続をおこなってください。個々のラック部品も、相互に接触面積が大きくして接続をおこなう必要があります。

詳しくは、(http://www.rittal.de/downloads/TechInfo/de/EMV_Praxis.pdf)を参照してください。

3.8 電源ラインへの接続

コンバータ付きの機器は、電源ラインに対して、低周波のマイナスの影響を与えます。この影響は、ラインフィルタを使用しても、全く抑制できないか、非常に限られた程度しか抑制できません。このような限られた抑制は、光のちらつき、過熱、または機器の他の欠陥によって明白です。

これを防ぐには、ユーザー向け取扱説明書に記載されている電源ラインの短絡出力、ルーپインピーダンスなどの接続条件を遵守してください。

3.8.1 ドライブラインフィルタ、制御盤ラインフィルタ

コンバータシステムに属するドライブラインフィルタは、当該のコンバータシステム専用にカスタマイズされ、この目的のためだけに使用します。他のコンシューマ装置の場合は、市販のラインフィルタを、制御盤引き込み口のメインスイッチとヒューズ保護の裏側のできるだけ近い位置に取り付けてください。他のコンシューマ装置は、このラインフィルタに付属しています。

過度の結合のためにフィルタが無効になるのを防ぐには、「ドライブラインフィルタの配置、ラインリアクトル、ドライブグループ (ページ 36)」の章に従って、フィルタリングされるケーブルをフィルタリングされないケーブルと一緒に布線してください。

フィルタは、大きな接触面積で、制御盤のケーブル引き込み口のできるだけ近くに取り付けてください。例外としては、ドライブグループのできるだけ近くに取り付ける特別のドライブフィルタや、機器に内蔵されたフィルタがあります (例えば、SITOP 電源用です)。取り付け時には、大きい接触面積を確保する必要があります。

入力ケーブルと、出力ケーブルをフィルタリングするフィルタは、常に別々に取り付けてください。

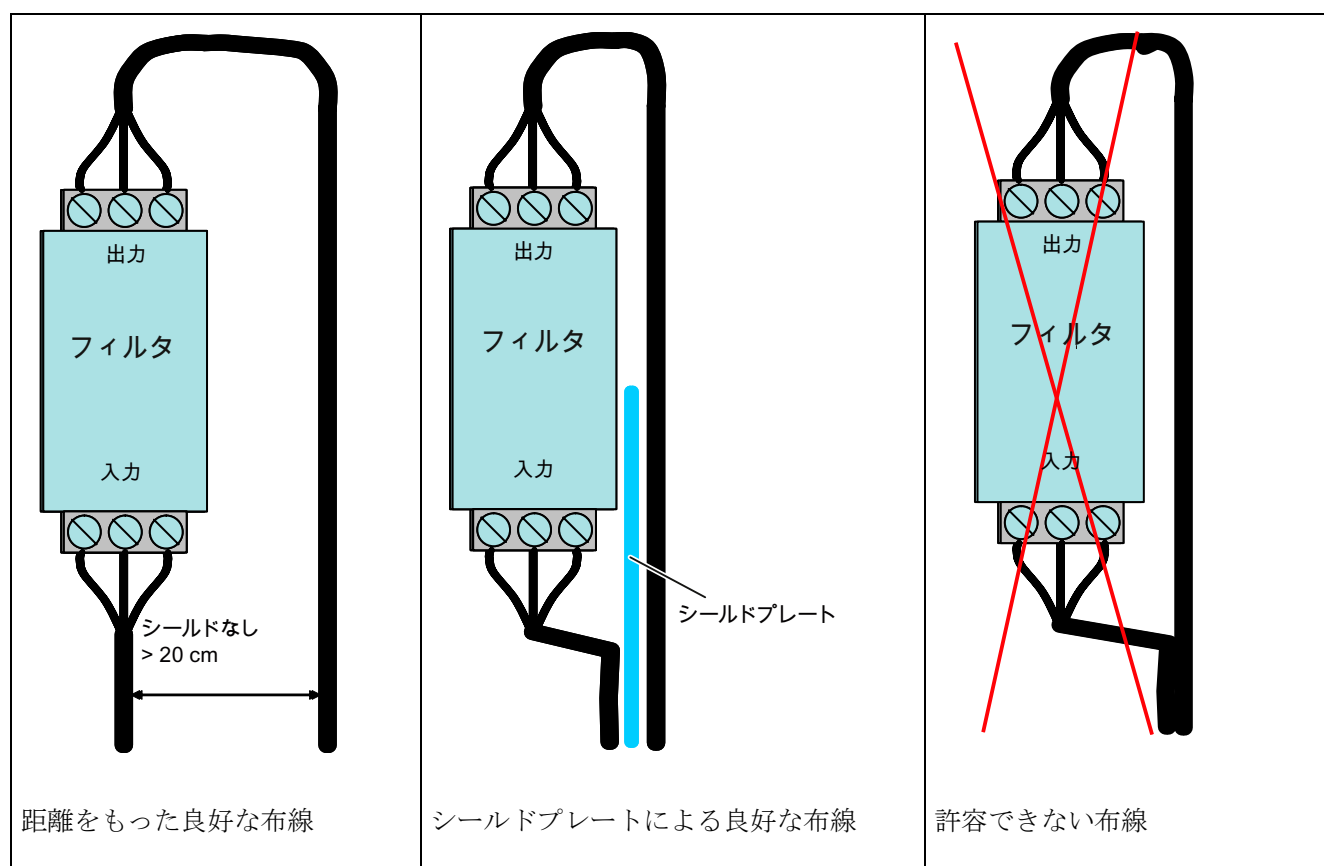
たとえば、図 距離をもった良好な布線 (ページ 36) と 図 シールドプレートによる良好な布線 (ページ 36) を参照してください。

フィルタリングされるケーブルとフィルタリングされないケーブルと一緒に布線してはいけません。

3.8 電源ラインへの接続

3.8.2 ドライブラインフィルタの配置、ラインリアクトル、ドライブグループ

ドライブへの分岐は、メインスイッチとヒューズ保護の背後で、かつ、ラインフィルタの前面でおこなわれます。ドライブラインフィルタのハウジングとドライブグループの電源装置は、高周波ノイズ電流用の低抵抗と一緒に接続してください。このために、コンポーネントを共通の導電性の(亜鉛メッキした)取り付けプレート上に密着して取り付けてください。取り付けプレートでは、コンポーネントは大きい接触面積を持ち、恒久的な導体接続をおこなう必要があります。ラインリアクトルは、フィルタと電源装置の近くに取り付けてください。



電力ケーブルは、シールドして、制御盤入り口から布線することを推奨します。

注記

リアクトルとフィルタは、結合することもできます(たとえば、AIM として)。

3.9 その他

3.9.1 コイルの配線

以下の場合に

- スイッチングに機械的なスイッチ接点が使用される場合
- スイッチングに接続されていない PLC 出力が使用される場合

スイッチング過電圧を防ぐには、すべての接続されたアクチュエータ、コンタクタコイル、ソレノイドバルブ、保持ブレーキなどを、サージ抑制機器 (たとえば、RC 回路、バリスタなど) を使用して、接続する必要があります (可能な場合、ノイズ発生源に直接に接続します)。

通知
フリーホイールダイオード付きの回路では、ランタイムの増加が起きる場合があります。

3.9.2 ベアリング電流

コンバータの運転では、モータ電圧がパルス幅変調によって生成されます。急なエッジは、巻線容量のために、モータ内に寄生電流を生成します。これらの電流の中には、モータベアリング内を流れ、それに損傷を与えるものがあります。これは、ベアリングの寿命を減らす場合があります。

軸の高さ 100 まで、図(「図 3-3 グラウンド経由のドライブシステムの等電位ボンディング用の接地および高周波等電位ボンディング対策 (ページ 24)」を参照してください)に従った EMC 準拠の取り付けによる良好なステータ接地をケーブルのシールド全体に渡って設けるか[2]、ベアリング電流を十分に小さく保つために絶縁カップリングを提供する必要があります。

軸の高さ 100 を超える場合は、図(「図 3-3 グラウンド経由のドライブシステムの等電位ボンディング用の接地および高周波等電位ボンディング対策 (ページ 24)」を参照してください)に示すように、負荷機械への、および、モータ端子ボックスからモータハウジングまでのケーブル経由の、追加の良好な高周波等電位ボンディング[5]が必要です。さらに、反負荷側での絶縁ベアリングも必要な可能性があります。

モータの絶縁ベアリングの代わりに、コンバータ出力で du/dt または サインフィルタも使用できます(これが許可されている場合)。

3.9 その他