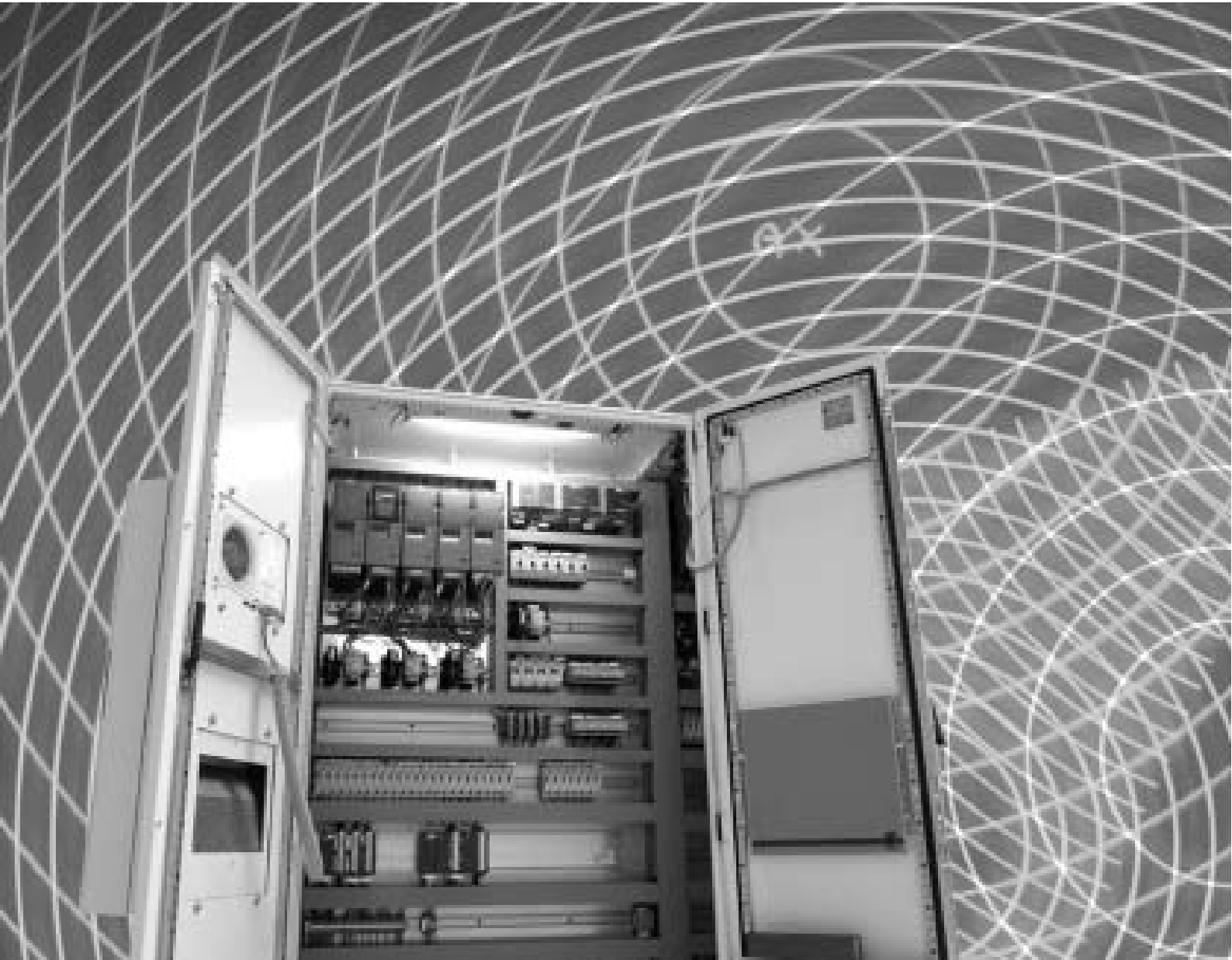


EMC-compatible enclosure assembly



Practical assembly tips

リターン EMC コンセプト

電磁両立性 (EMC) の定義は、電子機器が、他の機器が存在する電磁環境で悪影響を与えずに十分に作動する能力のことである。

この定義を踏まえると、電磁気雑音の放射(EMI)を阻止または低減し、電磁気雑音に対する明確な耐性(EMS)を有することが EMC の必須要件となる。

EMC は品質及び法律によって規制されている保護要件の不可欠な要素である。したがって、電子機器開発の設計段階で、技術的なリスクを考慮に入れる必要がある。

電子/電気制御装置またはシステムを覆うエンクロージャーについては、次の点について注意する必要がある。

- 近年、エンクロージャーに格納される装置の処理能力が一段と高速化され、スイッチング時間が短くなり、パルスエッジが高くなっている。その結果、より高周波の電圧と電流が発生している。
- 低消費電力化、すなわち電圧と電流のレベルが低くなることにより、機器が電磁気雑音による影響をより一層受けやすくなっている。
- 制御装置がより小さなスペースに配置されるようになり、コンポーネントとケーブルがより接近して配置されている。そのため、複数の電源経路がより頻繁に電磁気雑音を受けようになっている。
- 技術が進歩するにつれ、これらのリスクはより深刻になっている。

塗装済み鋼板からなる標準的なエンクロージャーは、機械およびシステムの制御装置の EMC に重要な役割を果たしている。エンクロージャーを設置する際には、いくつかの簡単なルールを守る必要がある。

高周波電磁気雑音の対策として、優れた遮へい効果のある RF シールドエンクロージャーを使用しなければならないことがある。特定の標準規格の制限事項に適合したエンクロージャーを決める唯一の手段は、測定を行うことである。

本冊子は、通常の作業環境で稼働する機器とシステムに EMC 対応エンクロージャーを導入する際、その組み立てと使用方法についてヒントを与えるものである。

包括的な等電位化

5 ページから

このセクションでは、包括的な等電位化について有益なヒントと情報を提供する。

エンクロージャー内部の測定

15 ページから

このセクションでは、エンクロージャー内の EMC 測定についての実際的なヒントを提供する。

ケーブル配線の規則

24 ページから

このセクションでは、ケーブル配線を行う際に注意する事項について説明する。

The Rittal EMC concept

The definition of electromagnetic compatibility (EMC) is the ability of an electrical device to function satisfactorily in its electromagnetic environment without adversely affecting this environment, which may include other equipment.

On the basis of this, the essential requirements of EMC are: To prevent/reduce interference emission **and** to offer defined resistance against interference.

EMC is an indispensable element of quality, and the protection requirements regulated by law, along with the technical risks must be taken into account at the planning stage when developing equipment.

With the enclosure, as a housing for electrical/electronic controls and systems, the following points must be observed:

- These days, the intelligence contained inside enclosures is becoming ever faster, i. e. shorter switching times and steeper pulse edges, leading to ever higher frequencies of voltages and currents.
- Ever lower energy consumption, i. e. lower voltage/ current levels, means that components are more readily influenced by interference.
- The siting of controls in ever more confined spaces, i. e. smaller distances between components and cables, causing ever more frequent interference on different paths.
- Technical progress will exacerbate these risks even further.

A standard enclosure made of coated sheet steel can make a significant contribution towards the EMC of controls for machinery and systems, provided some simple population rules are taken into account.

In applications with **high-frequency field-bound interference**, the use of an RF-shielded enclosure with a superior shielding effect may be required. The only way to draw definite conclusions about the type of enclosure which is necessary or adequate to comply with certain standard limits is by conducting measurements.

This brochure is intended to provide recommendations for EMC-compatible enclosure assembly and usage in machinery and systems for daily workshop practice.

Comprehensive potential equalisation

from page 5

This section contains valuable tips and information on comprehensive potential equalisation.

Measures within the enclosure

from page 15

This section contains practical suggestions for EMC measures within the enclosure.

Cabling rules

from page 24

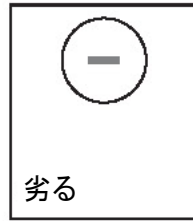
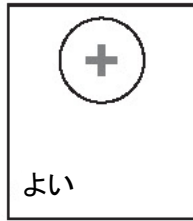
This section tells you the points you should take into account with cabling.

記号の説明

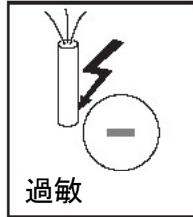
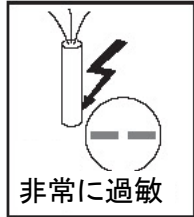
本マニュアルでは、理解の助けになるよう次の記号を用いている。

また、この絵の中にシステムアクセサリを配置して、作業手順をわかりやすくしている。

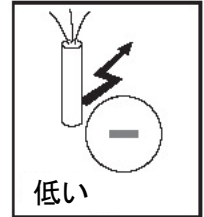
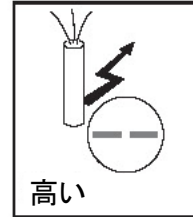
EMC 対策の有効性



電磁気雑音に対する耐性



電磁気雑音の放射



塗装の剥離



導電性塗装

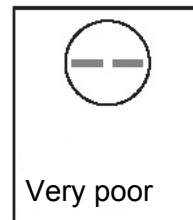
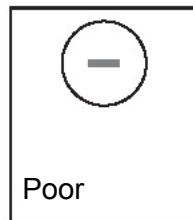
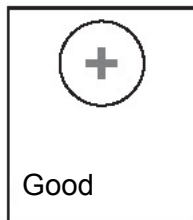


Explanation of symbols

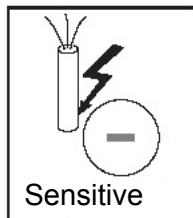
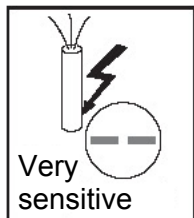
The following symbols have been used in this manual for illustrative purposes.

We have also assigned system accessories to the drawings, to make ordering easier.

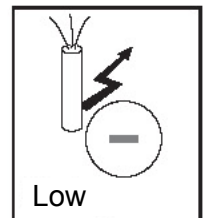
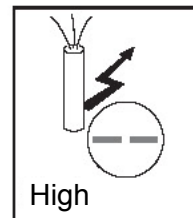
Effectiveness of the EMC measures



Immunity to interference



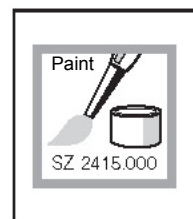
Interference emission



Strip paint



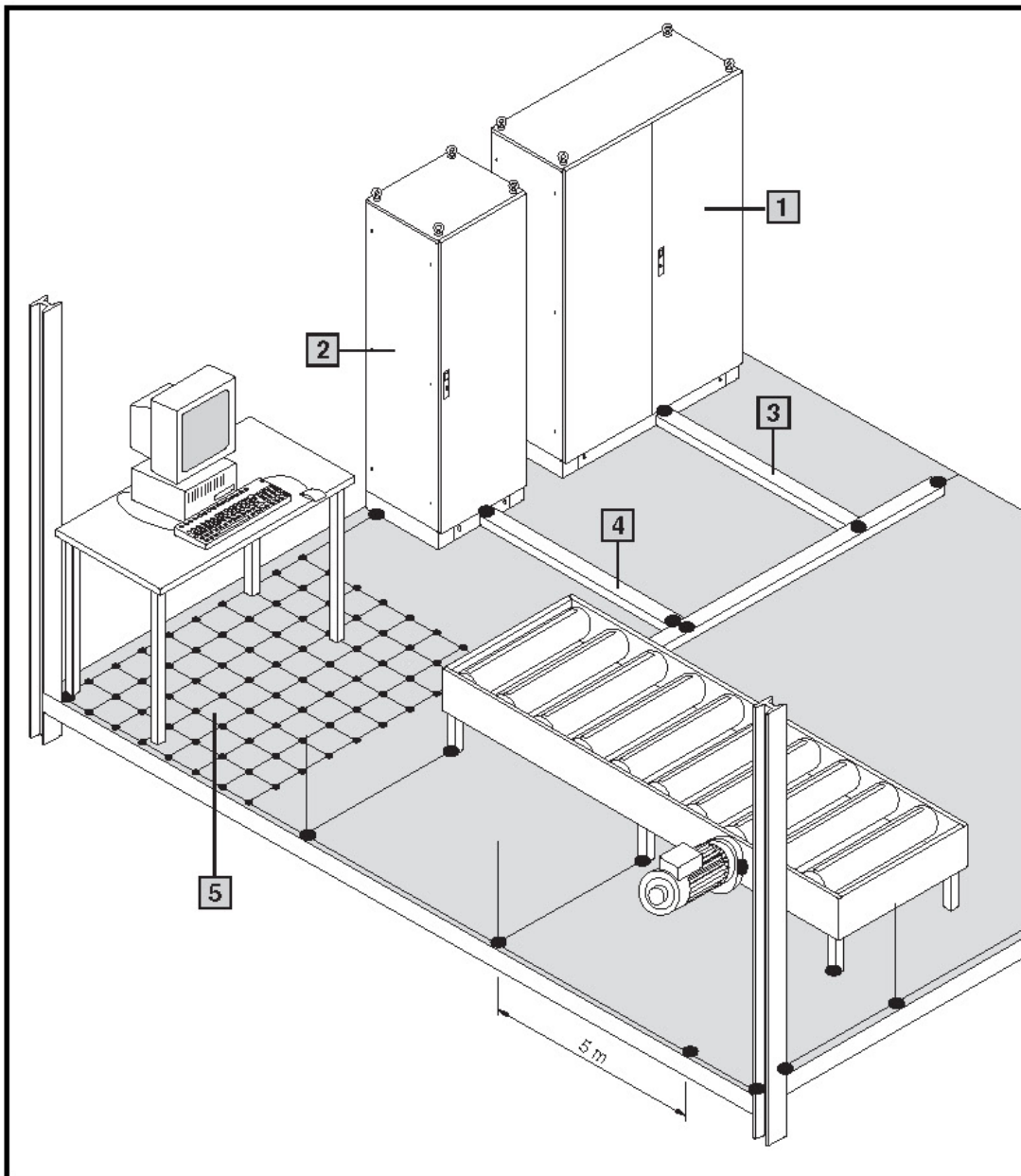
Paint surface with contact paint



包括的な等電位化 Comprehensive potential equalisation

EMC のためには、すべての金属製品、エンクロージャー、マシン、およびシステムコンポーネントの間に低周波と高周波の等電位化を施すことが理想的である。その際、可能な限り綿密な協力を行う必要がある。

For EMC purposes, ideally there should be low and high-frequency potential equalisation between all metallic masses, enclosures, machine and system components, which should be meshed as closely as possible.



- 1 配電用エンクロージャー
- 2 制御および測定装置のためのエンクロージャー
- 3 電源ケーブル用ダクト
- 4 低電力ケーブル用ダクト
- 5 鉄筋コンクリート天井、または吊り天井の金属床
- 接地接続

- 1 Enclosure for power distribution
- 2 Enclosure for control and measurement technology
- 3 Duct for power cable
- 4 Duct for low-power cable
- 5 Steel reinforcement in concrete ceilings, metallic bases in false ceilings
- Earth connections

包括的な等電位化

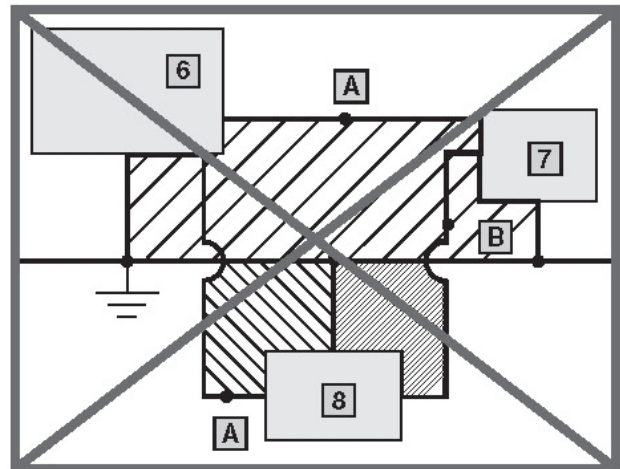
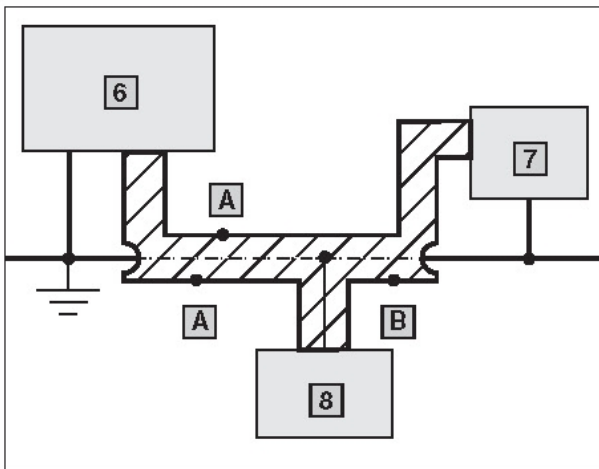
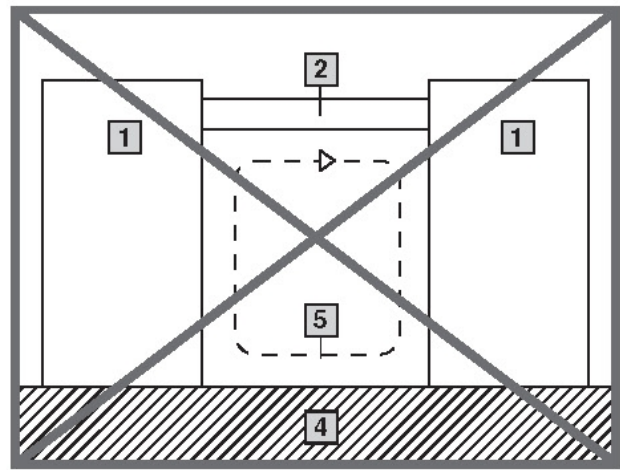
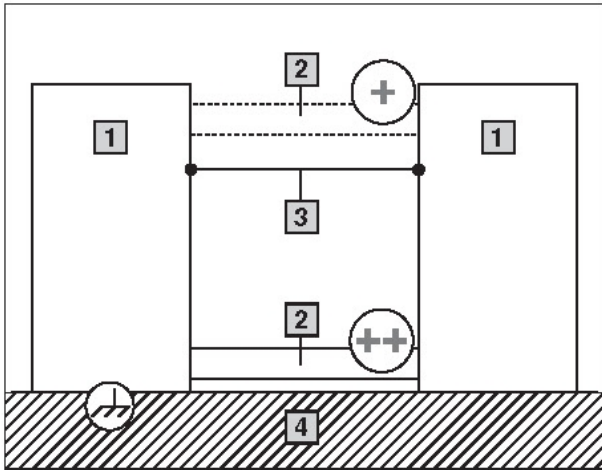
Comprehensive potential equalisation

機械と設備のケーブルルート

基本方針: 大きなループ状にケーブルを配線しない。通電ケーブルは可能な限り基準電位に近づける。

Cable routing in machinery and equipment

Basic principle: Avoid large cable loops; lay current-carrying cables as close as possible to the reference potential.



- A** 電源
- B** 通信/制御信号の接続
- 1** エンクロージャー
- 2** ケーブル
- 3** 接地接続
- 4** 基準電位
- 5** ループ
- 6** エンクロージャー
- 7** 装置
- 8** 計測装置

- A** Power supply
- B** Data/control connection
- 1** Enclosure
- 2** Cable
- 3** Earth connection
- 4** Reference potential
- 5** Loop
- 6** Enclosure
- 7** Machine
- 8** Measuring device

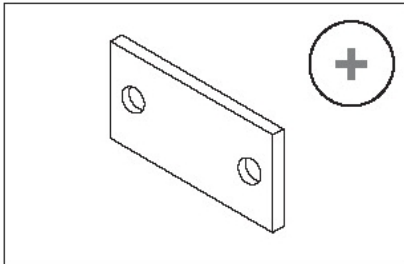
包括的な等電位化 Comprehensive potential equalisation

等電位接続

Potential equalisation connections

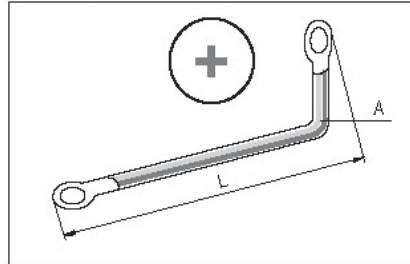
等電位化レール

Potential equalisation rail



緑/黄色 PE 導体

Green-and-yellow PE conductor



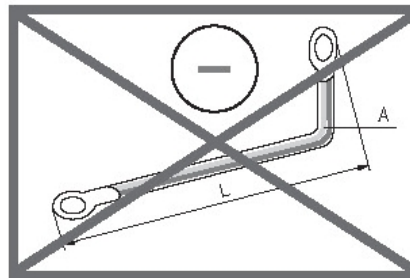
$L < 50 \text{ cm}$
 $A \geq 10 \text{ mm}^2$

接地ストラップ

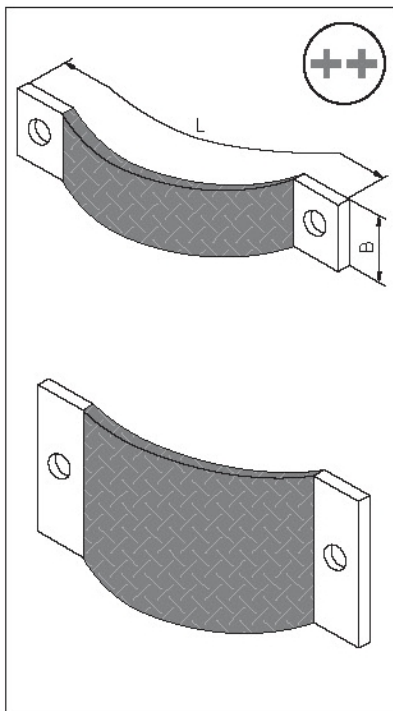
SZ 2412.210 – SZ 2412.325

Earthing straps

SZ 2412.210 – SZ 2412.325



$L \geq 50 \text{ cm}$
 $A \geq 10 \text{ mm}^2$



理想値: $\frac{L}{B} < 3$
Ideally:

実践:

可能な限り大きな断面、広い導電取り付け板、
低誘導性が望ましい。
(したがって、長方形より円形の導体が好ましい)

In practice:

Maximum possible cross section, large-area
conductive mounting, low-inductive (therefore,
a rectangle is better than a round conductor).

包括的な等電位化

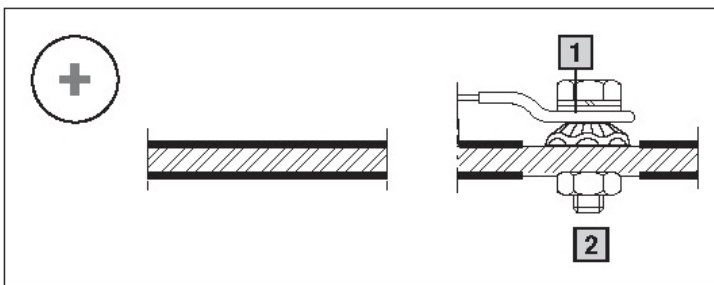
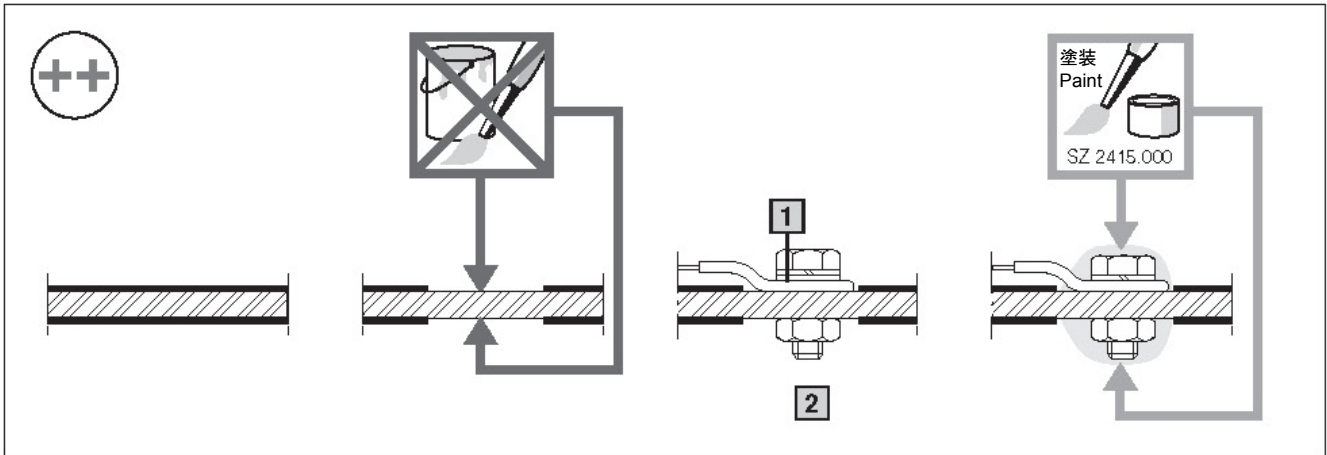
Comprehensive potential equalisation

等電位化接続

Potential equalisation connections

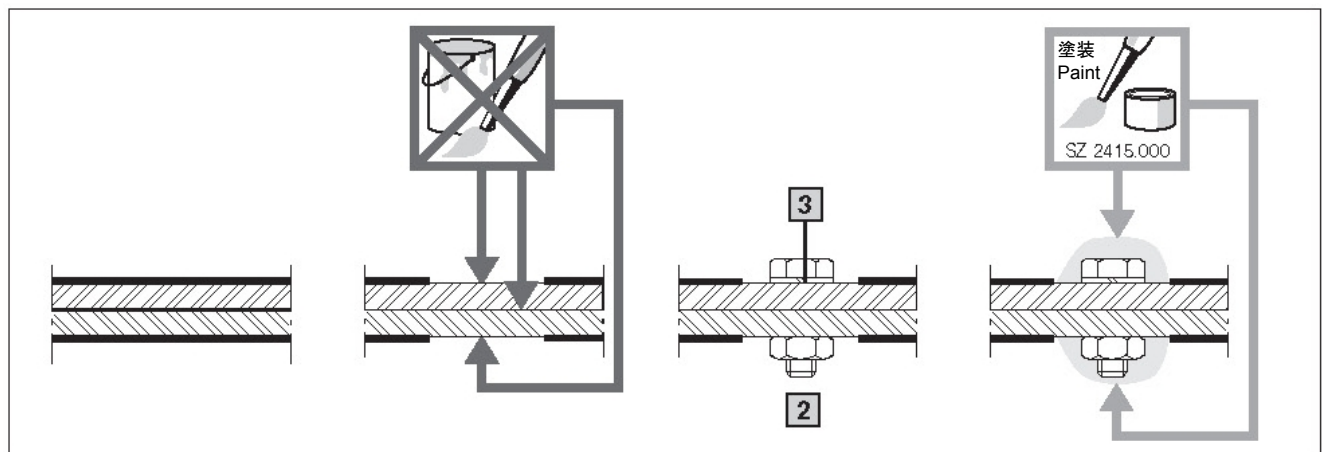
接地ストラップの接続方法

How to attach earthing straps



金属部品のねじ止め方法

How to screw-fasten metallic parts

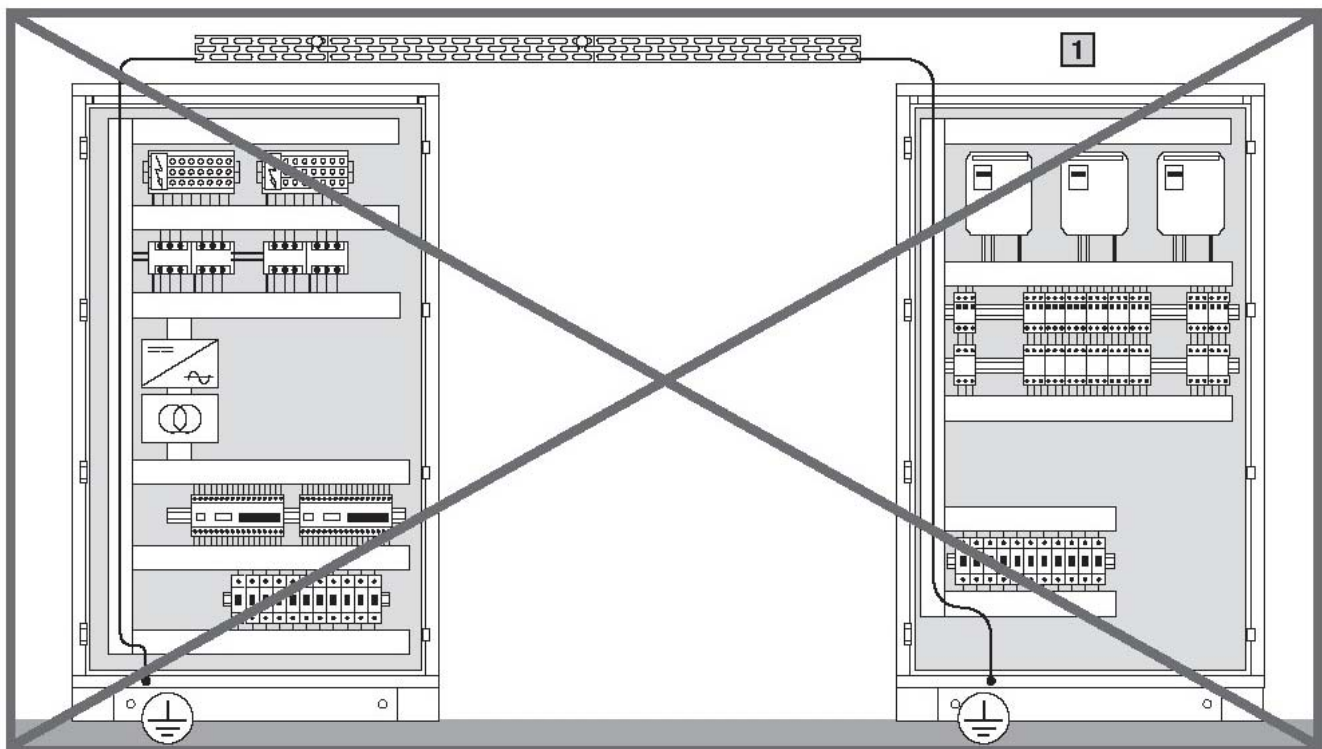
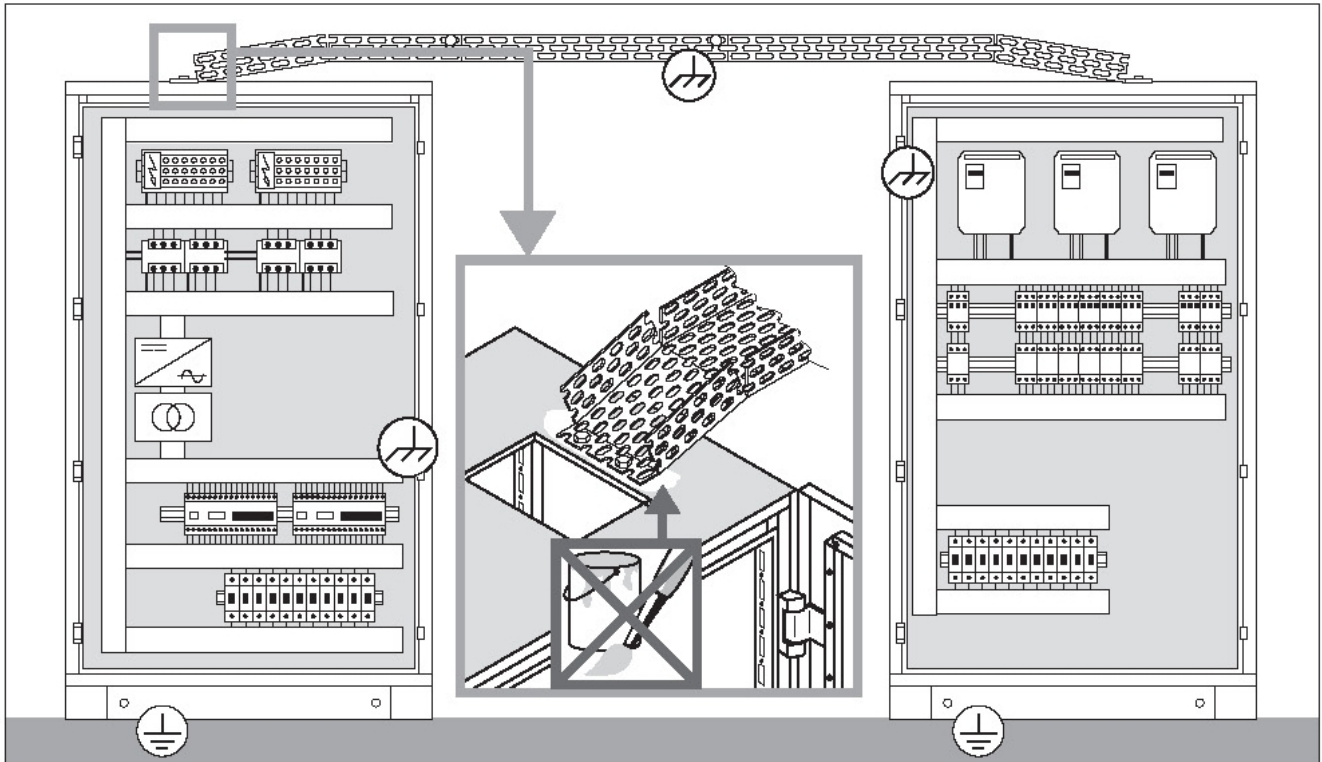


- ① 平ワッシャとバネ座金
- ② ねじ式接続
- ③ バネ座金

- ① Plain washer and spring lock washer
- ② Screw connection
- ③ Spring lock washer

包括的な等電位化 Comprehensive potential equalisation

金属製ケーブルダクトを介したエンクロージャー間の等電位化
Potential equalisation between enclosures via a metallic cable duct



1 緑・黄色導体

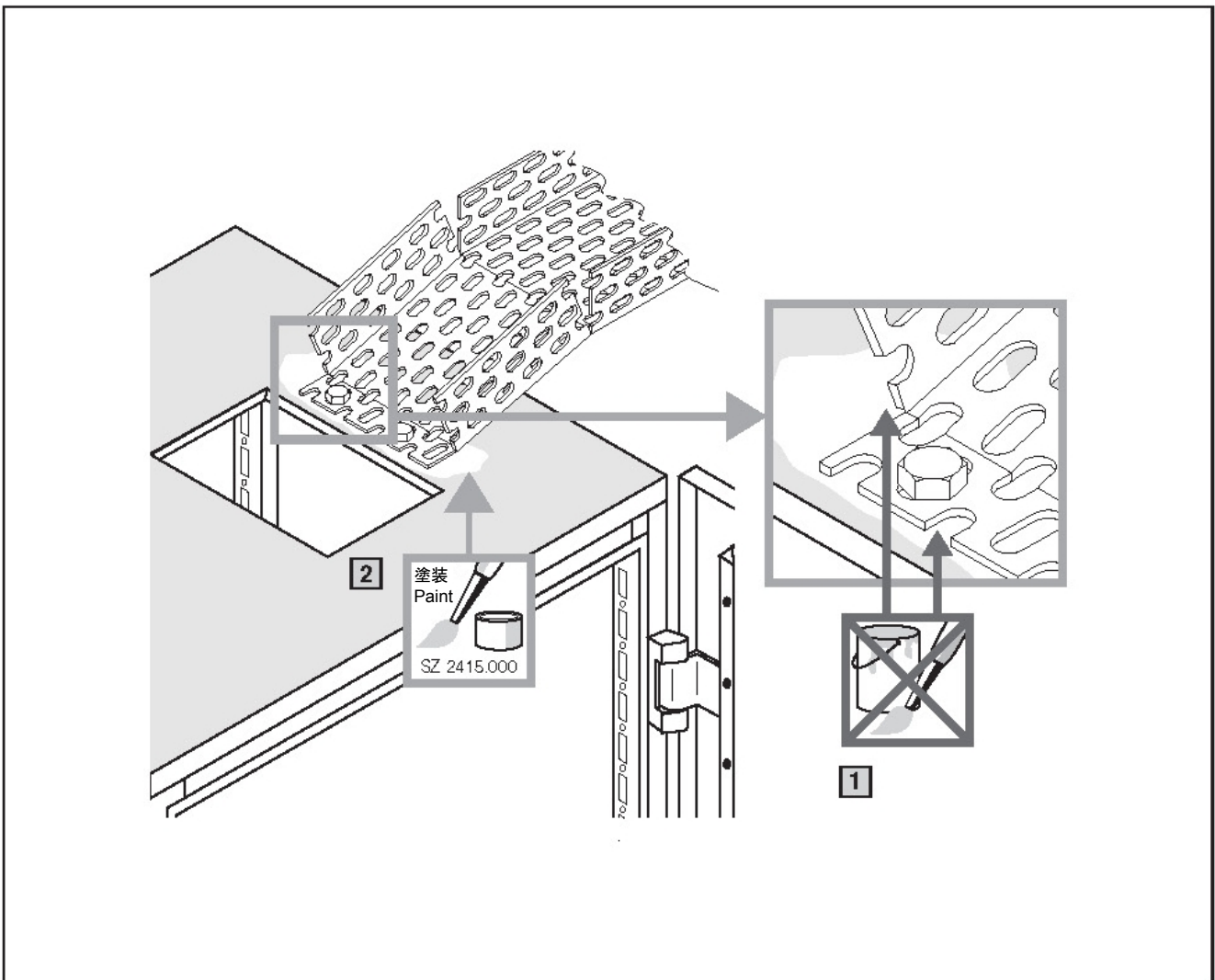
1 Green-and-yellow conductor

包括的な等電位化

Comprehensive potential equalisation

エンクロージャーへの金属製ケーブルダクトの接続方法

How to connect metallic cable ducts to the enclosure

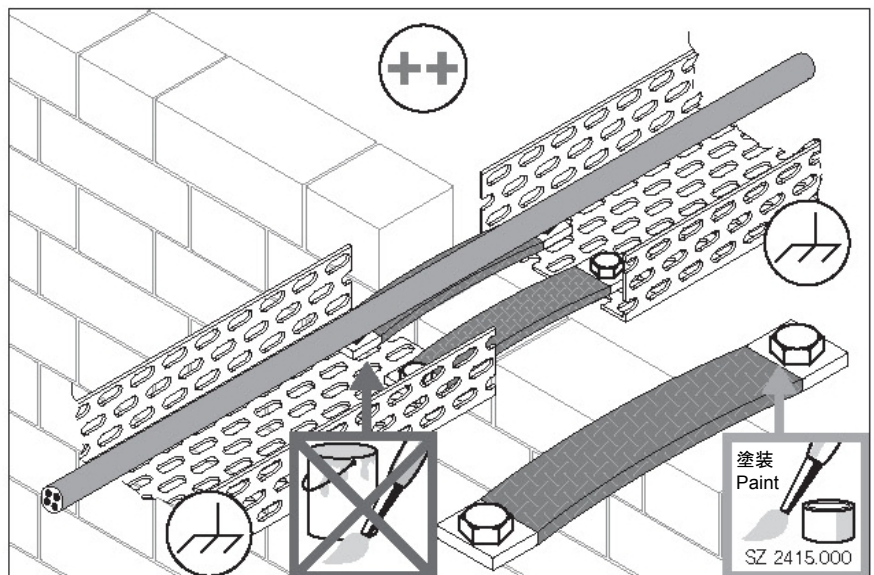
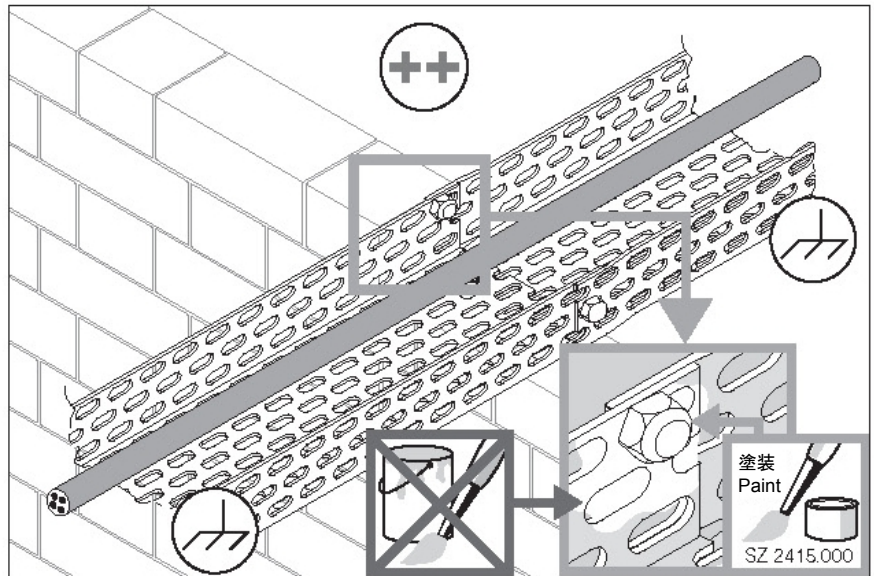


- 1 導電接続
- 2 導電性塗装を施して腐食を防止する

- 1 Conductive connection
- 2 Contact paint provides protection against corrosion

包括的な等電位化 Comprehensive potential equalisation

金属製ケーブルダクトの導電接続 Conductive connection of metallic cable ducts

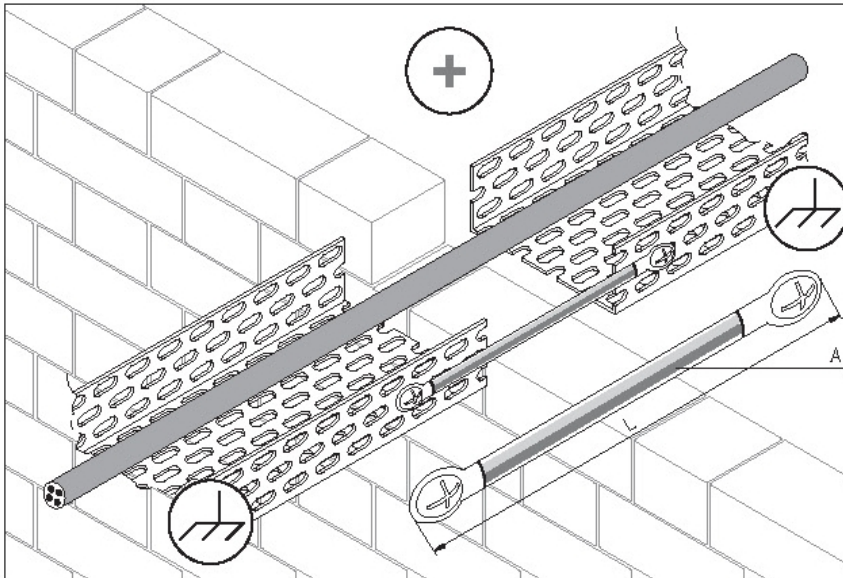


包括的な等電位化

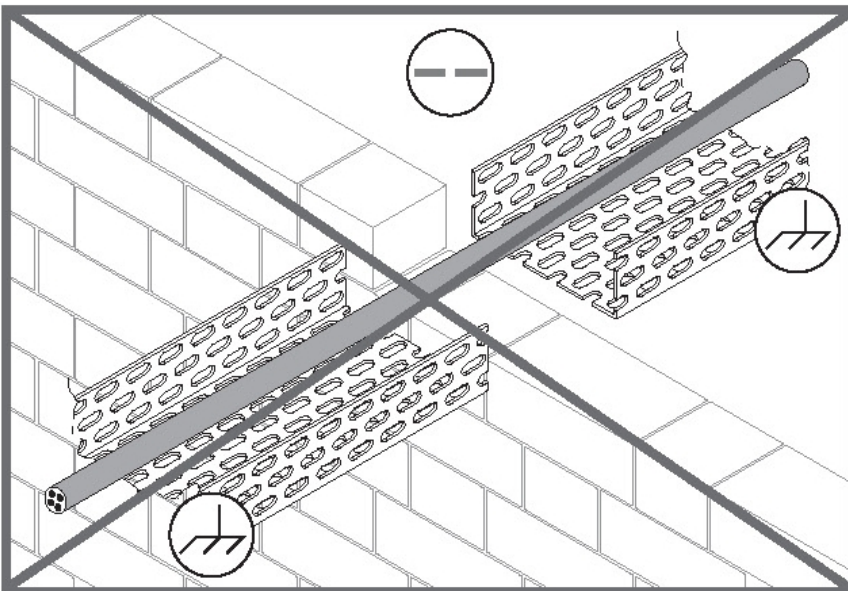
Comprehensive potential equalisation

金属製ケーブルダクトの導電接続

Conductive connection of metallic cable ducts

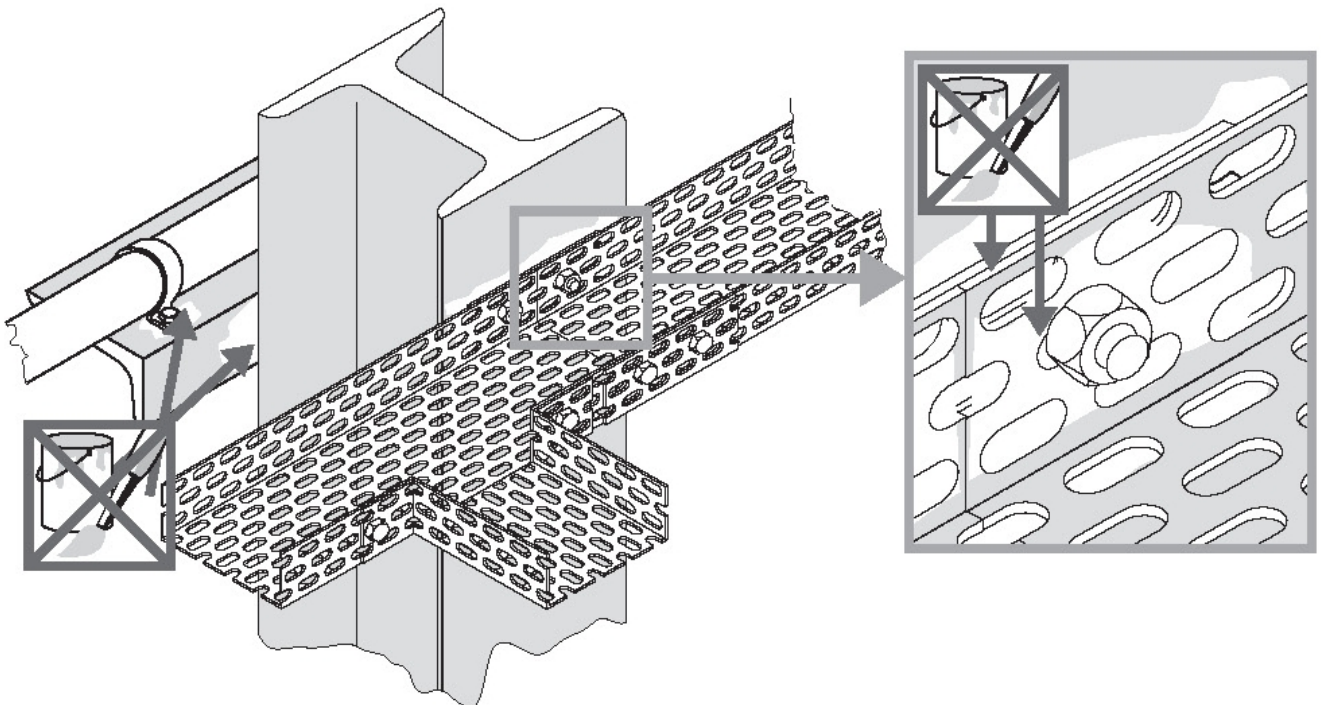
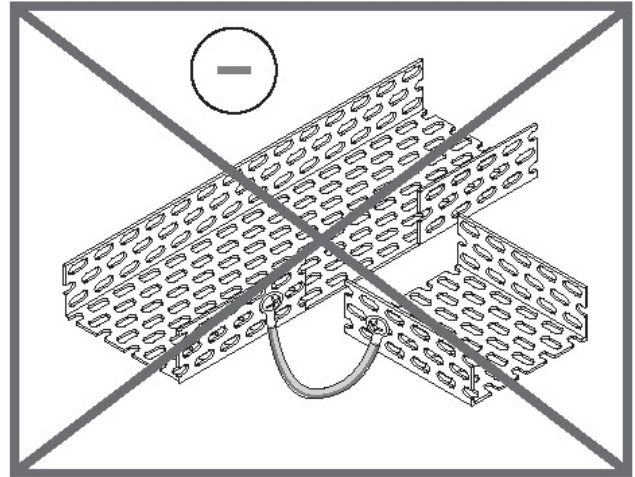
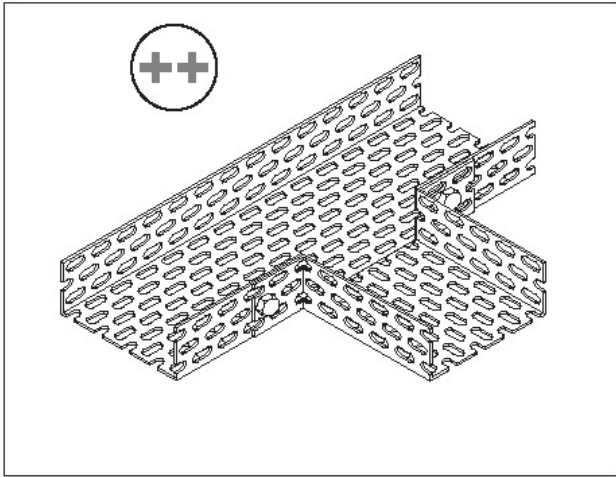


$L < 50 \text{ cm}$
 $A \geq 10 \text{ mm}^2$



包括的な等電位化 Comprehensive potential equalisation

金属製ケーブルダクトの導電連結
Conductive connection of metallic cable ducts

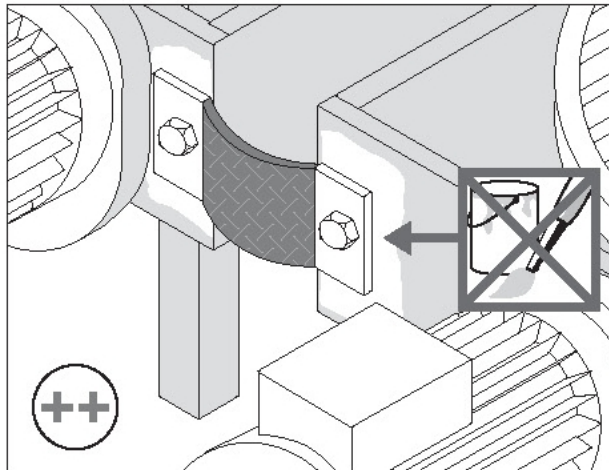


包括的な等電位化

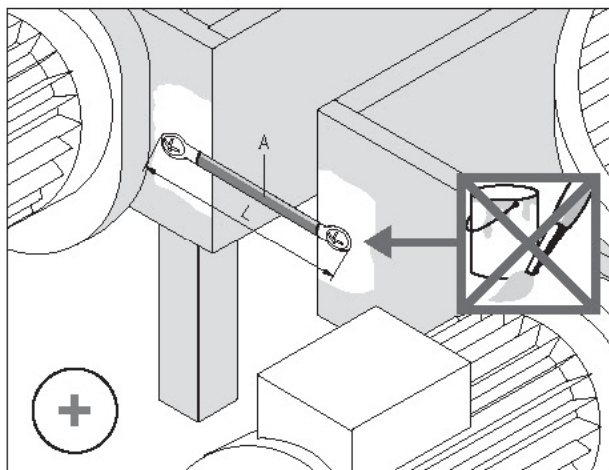
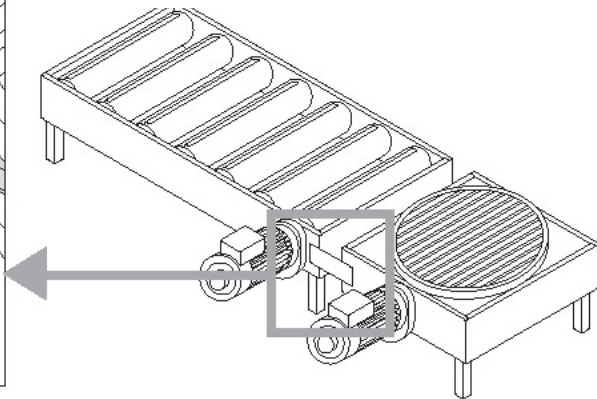
Comprehensive potential equalisation

マシンとシステムコンポーネント間の導電接続

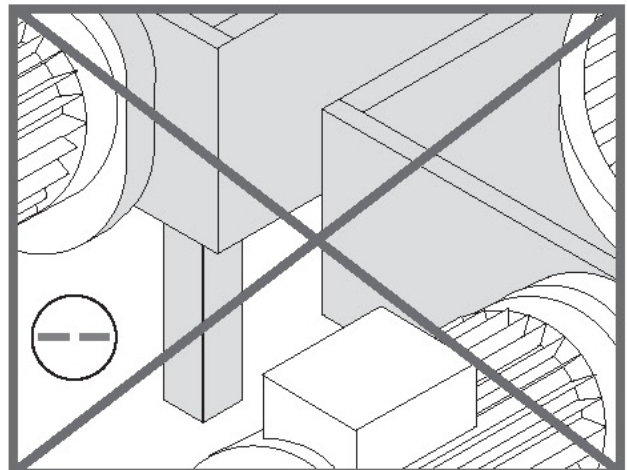
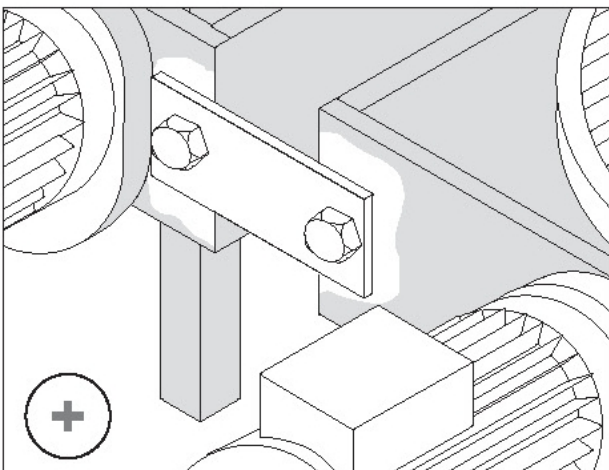
Conductive connection between machine and system components



接地ストラップ
Earthing strap

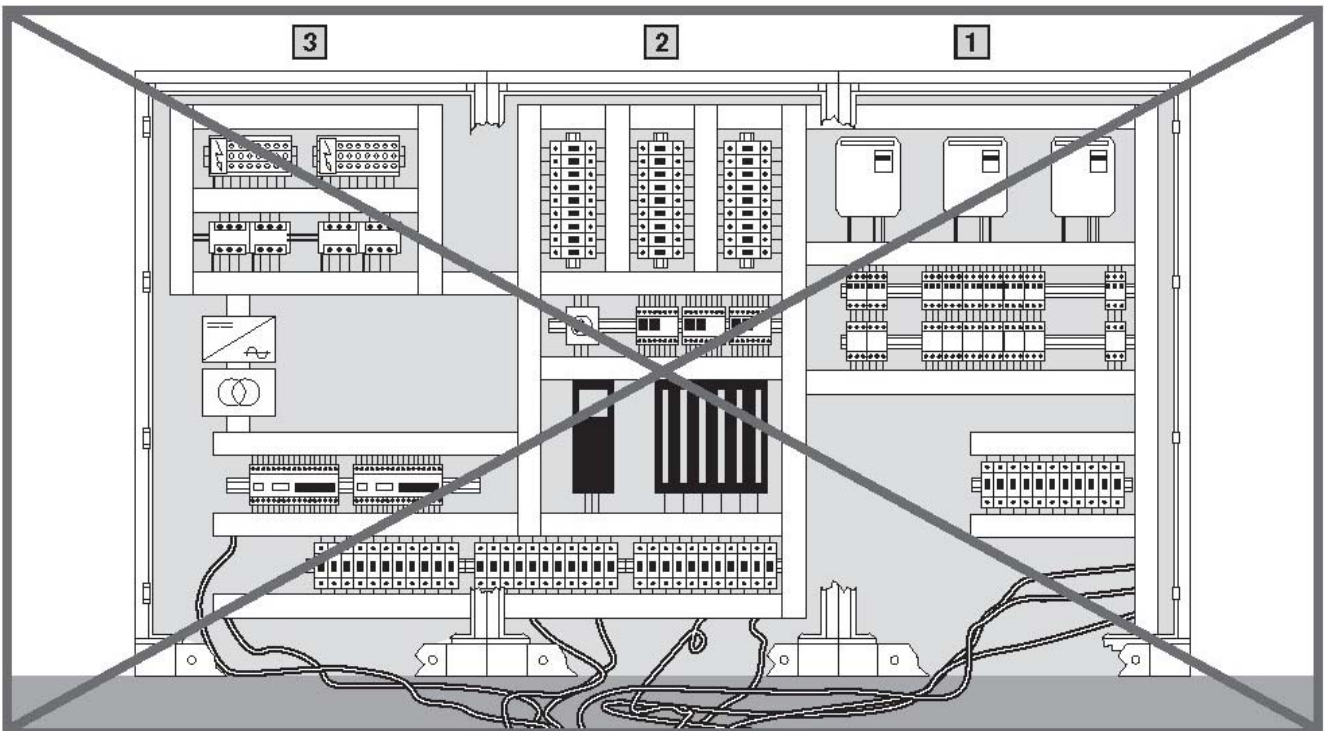
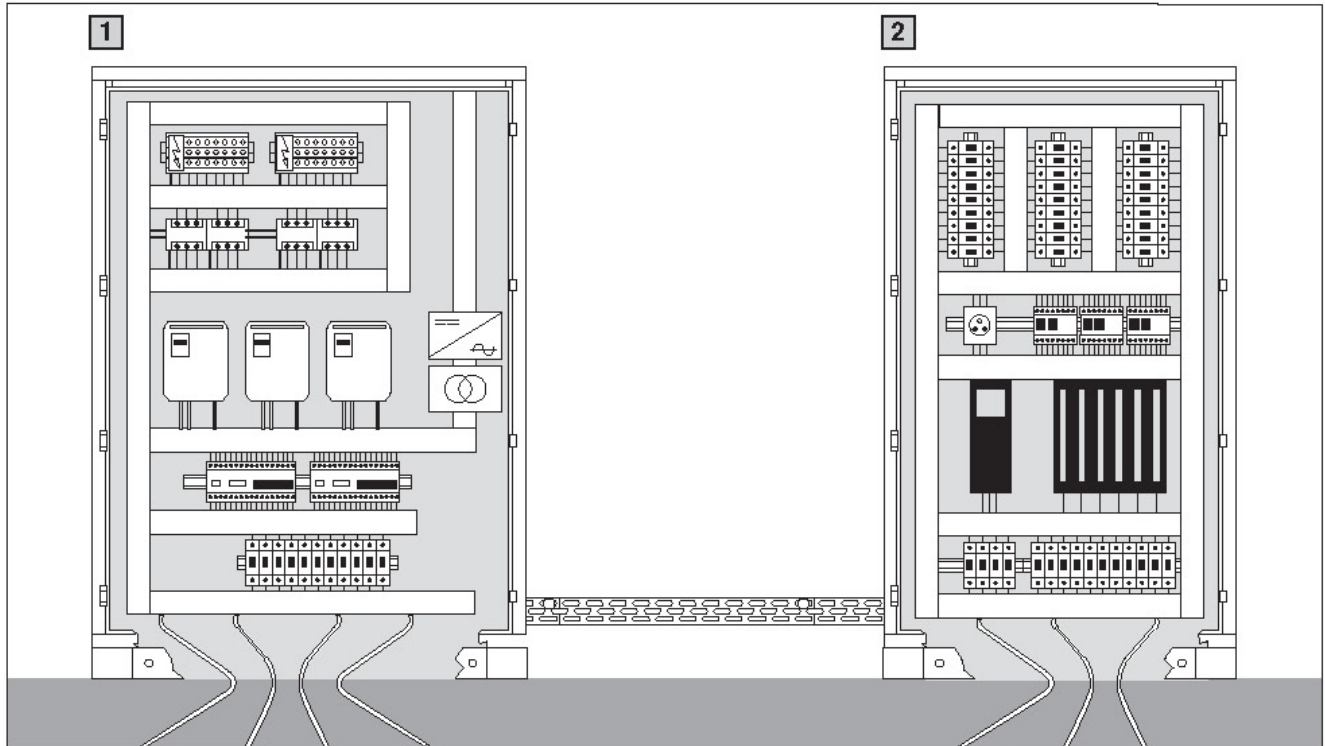


$L < 50 \text{ cm}$
 $A \geq 10 \text{ mm}^2$



エンクロージャーへの対策 Measures within the enclosure

機能的なエンクロージャーのレイアウト/スペースによる分割
Functional enclosure layout/spatial division



- ① 高出力
- ② 低出力
- ③ 入力

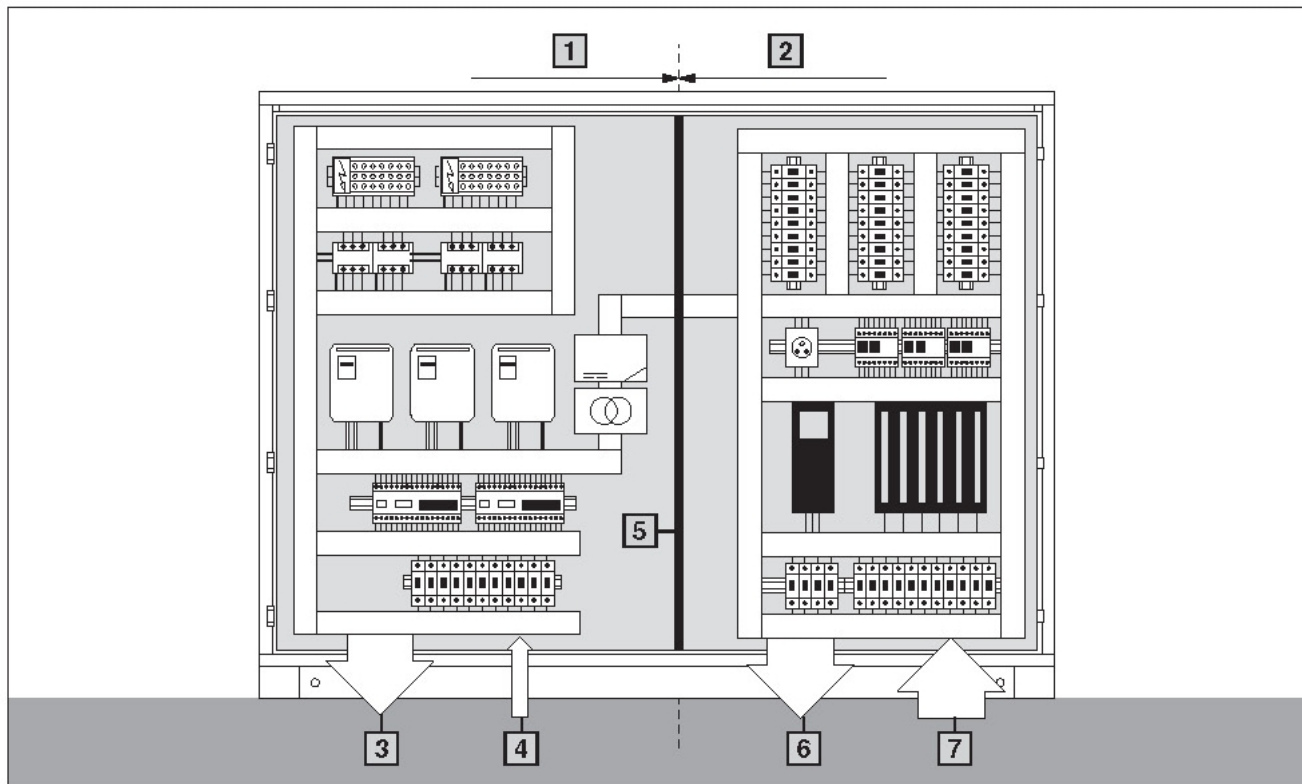
- ① High outputs
- ② Low outputs
- ③ Input

エンクロージャーへの対策

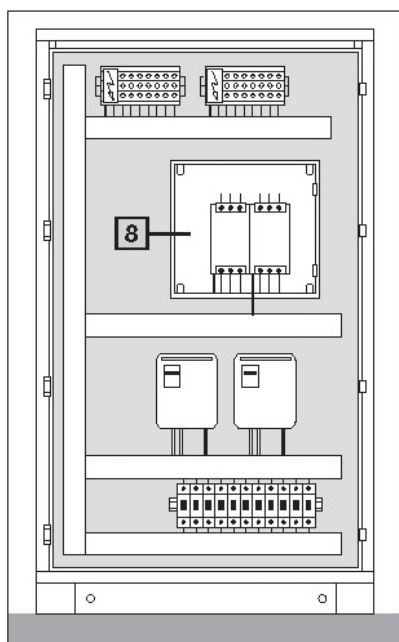
Measures within the enclosure

機能的なエンクロージャーのレイアウト/内部仕切りによる分割

Functional enclosure layout, division via internal partitions



- 1 高出力
- 2 低出力
- 3 大容量コンポーネント
- 4 電源
- 5 分割域
- 6 アクチュエータ
- 7 変換器、プローブ、検出器
- 8 シールド
エンクロージャー



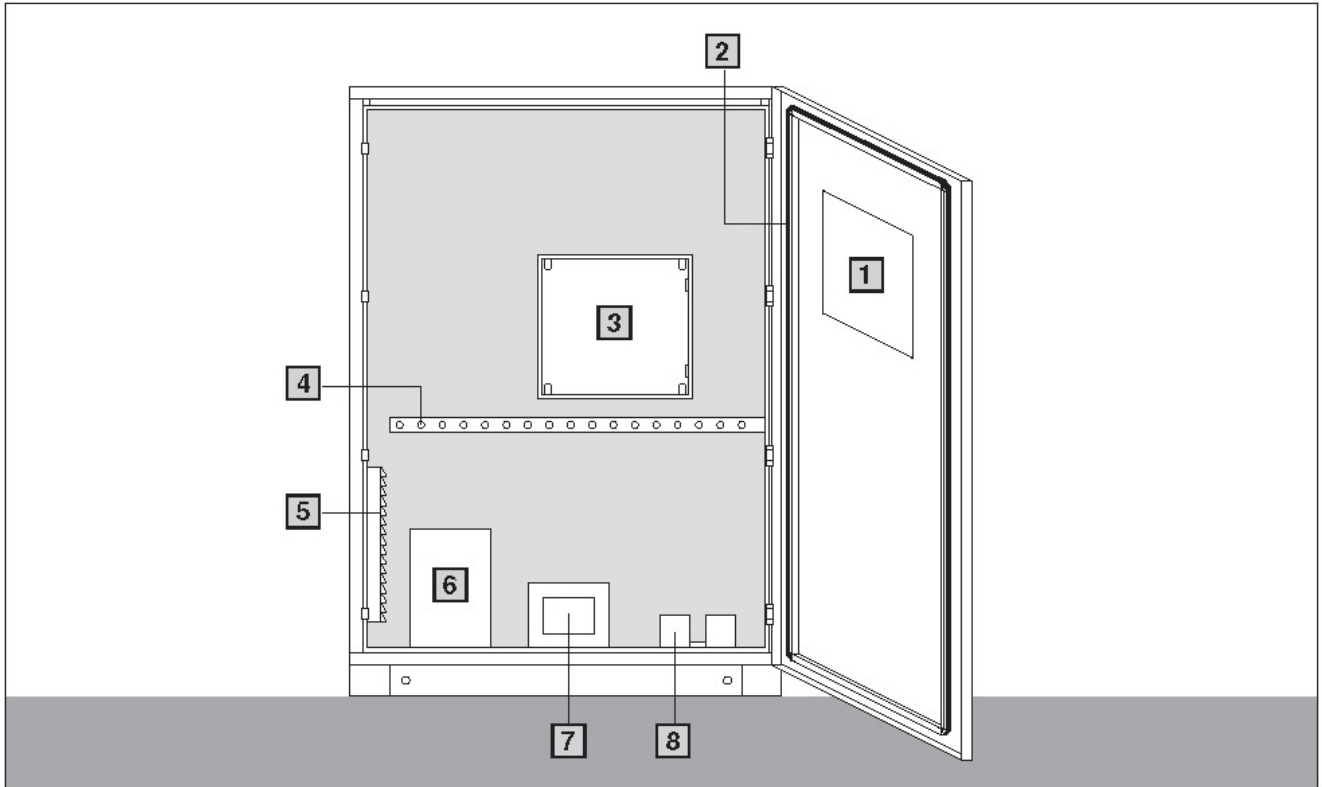
- 1 High outputs
- 2 Low outputs
- 3 More powerful components
- 4 Mains
- 5 Dividing area
- 6 Actuators
- 7 Transducers, probes, detectors
- 8 Shielded enclosure

過敏な部品を保護する際には、カプセル化、シールドケース/サブラックを用いる。

Protect sensitive assemblies by means of encapsulation, shielded case/subrack within the enclosure

エンクロージャーへの対策 Measures within the enclosure

最適なシールド効果のために
For optimum shielding effect



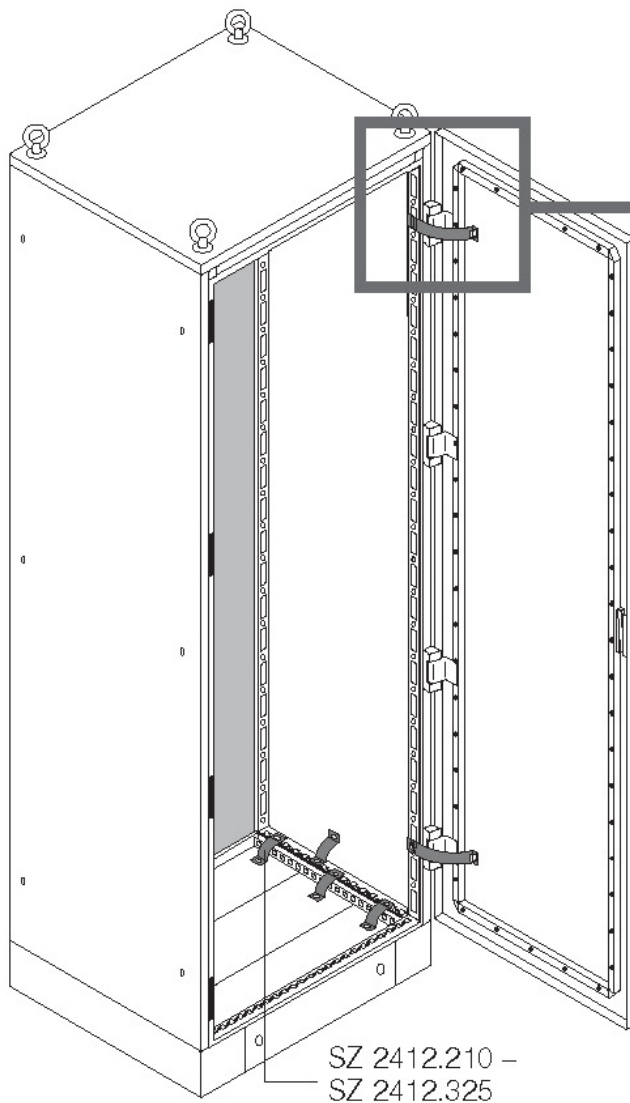
- 1 遮へい覗き窓(小さいものであれば可能)
- 2 エンクロージャーと着脱式エンクロージャーパネルとの間の導電シール
- 3 エンクロージャー内部のエンクロージャー
- 4 適切なレールまたは導電取り付け板を用いた等電位化
- 5 RF フィルター付き空調口
- 6 広い接触面を有する、入口部分の電源フィルター/過電圧保護
- 7 エンクロージャー入口に導電接続されたフィルター口から挿入した非シールド制御ケーブル
- 8 EMC ケーブルグランドから挿入したシールドケーブル

- 1 Shielded viewing window, as small as possible
- 2 Conductive seal between the enclosure and removable enclosure panels
- 3 Enclosure within an enclosure
- 4 Potential equalisation via suitable rails or conductive mounting plate
- 5 Air-conditioning apertures with RF filters
- 6 Mains filter/overvoltage protection at the point of entry, with large-area contact
- 7 Unshielded control cables via filter openings conductively connected to the enclosure entry point
- 8 Shielded cables via EMC cable glands

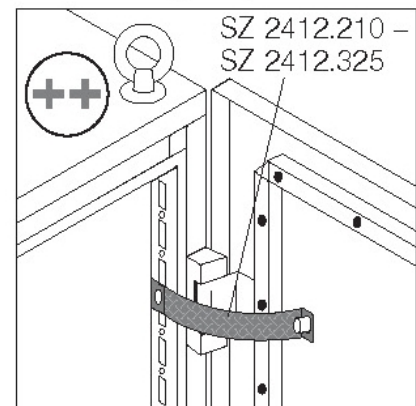
エンクロージャーへの対策

Measures within the enclosure

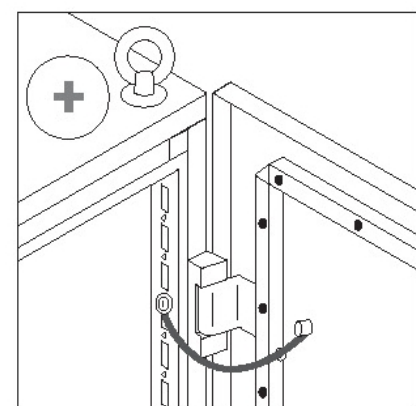
エンクロージャー表面の最適な等電位化によりシールド効果を向上する
Improve the shielding effect via optimum potential equalisation
of the enclosure surfaces.



EMC 接地ストラップ
EMC earthing straps



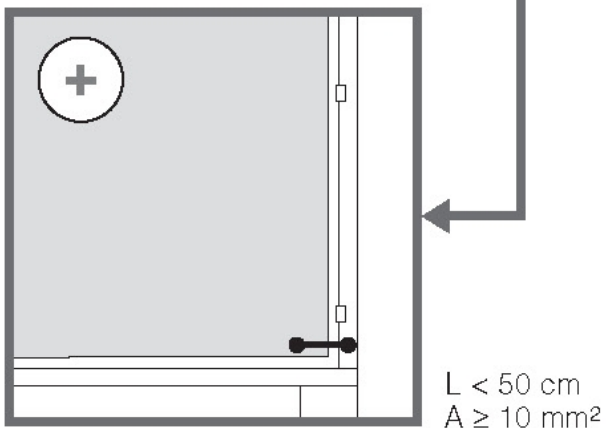
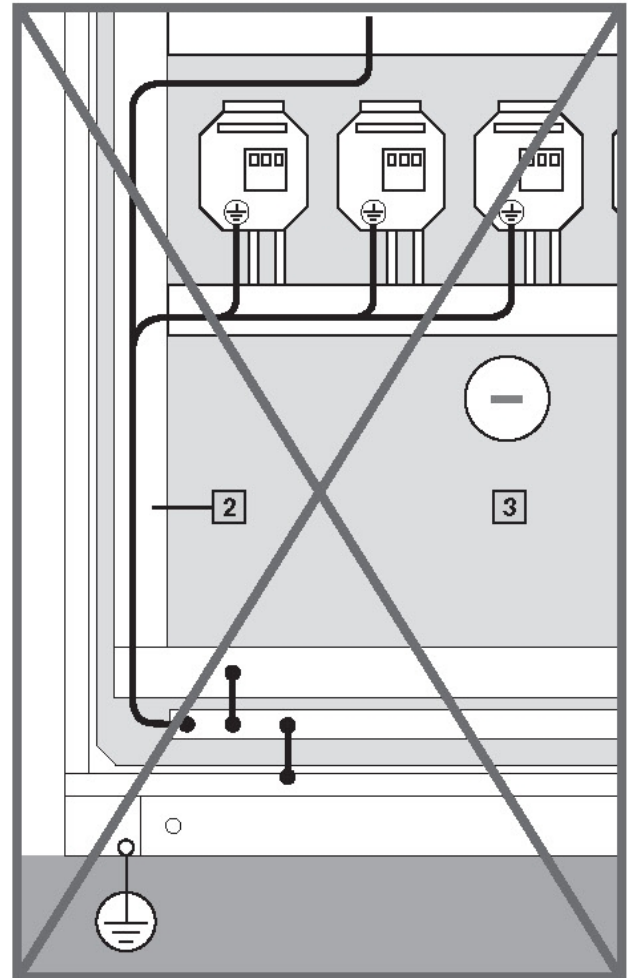
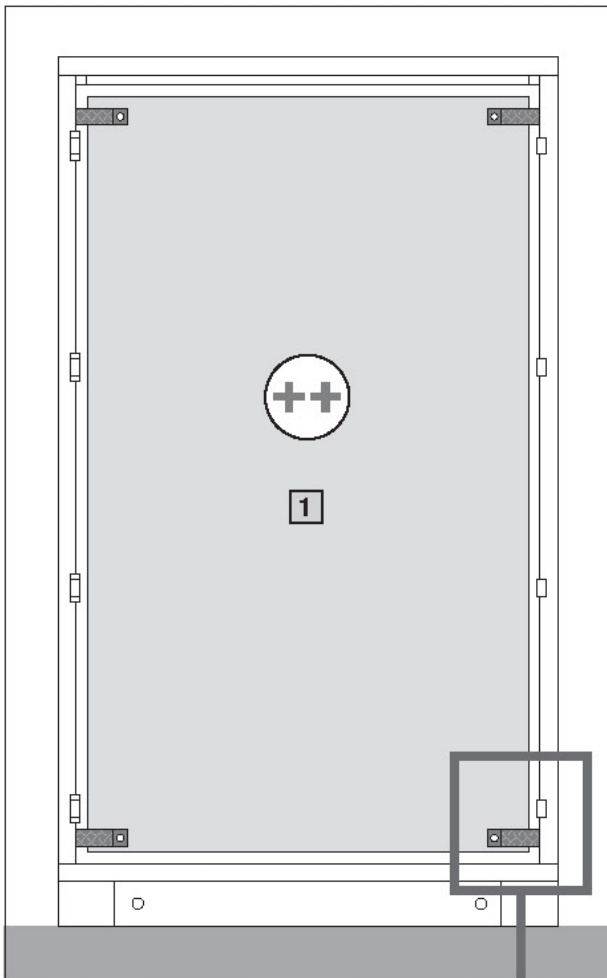
接地ストラップ
Earth straps



エンクロージャーへの対策 Measures within the enclosure

等電位化面として取り付け板を使用：
導電外装を備えたすべてのコンポーネントは、広い接触面を用いた導電取り付けが可能

The mounting plate as a potential equalisation surface:
All components with a conductive housing can be conductively mounted
with a large contact area.



- 1 導電取り付け板
- 2 長い PE 導体
- 3 塗装済み板金

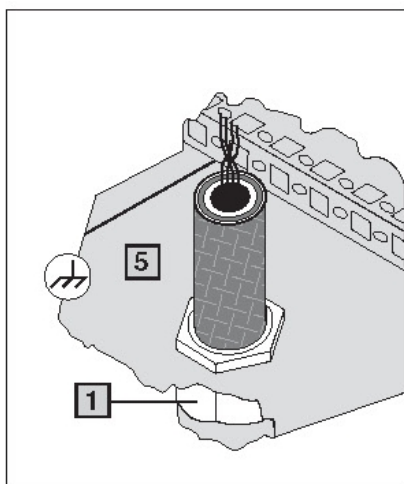
- 1 Conductive mounting plate
- 2 Long PE conductor
- 3 Painted sheet metal

エンクロージャーへの対策

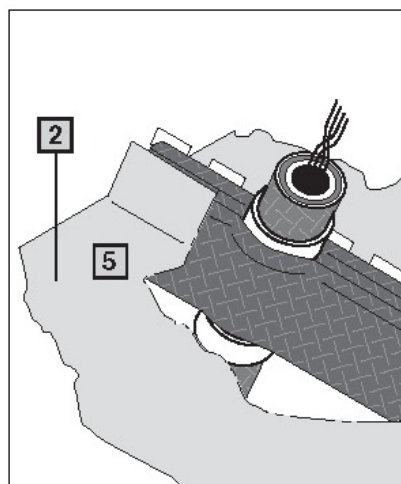
Measures within the enclosure

ケーブルシールドは、可能な限りケーブル口に直接接触させる必要がある

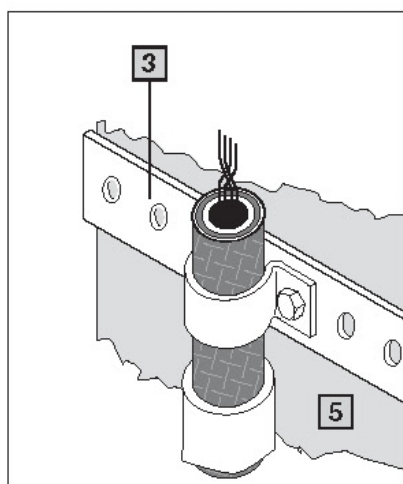
Cable shields should be contacted directly at the point of cable entry, where possible.



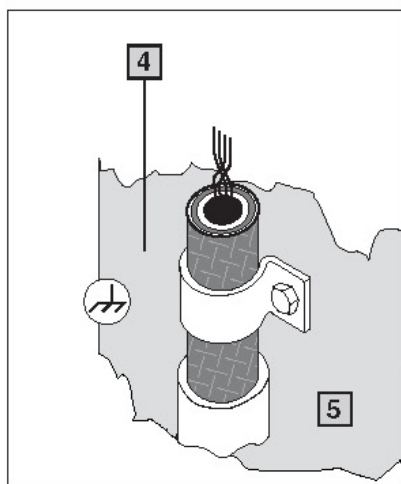
1
理想:
全面接触型の
EMC ケーブル
グラウンド
SZ 2411.090 –
SZ 2411.360
Ideally:
All-round contact
EMC cable
glands
SZ 2411.090 –
SZ 2411.360



2
EMC グランド
プレート
PS 4314.060 –
PS 4314.080
EMC
gland plates
PS 4314.060 –
PS 4314.080



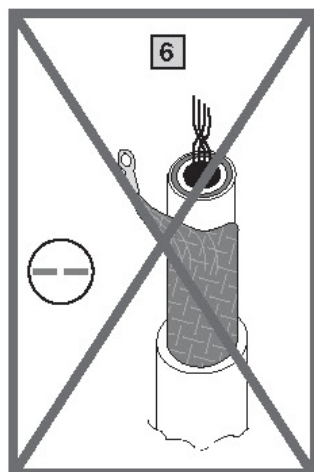
3
EMC シールドバス
SZ 2413.375 and
SZ 2367.060 –
SZ 2367.120
EMC shield bus
SZ 2413.375 and
SZ 2367.060 –
SZ 2367.120



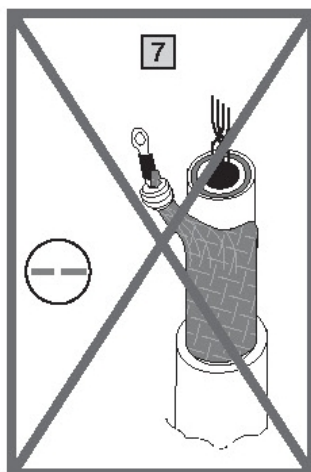
4
取り付け板での
等電位化
SZ 2367.060 –
SZ 2367.120
Potential
equalisation
on the
mounting plate
SZ 2367.060 –
SZ 2367.120

5 導電板金

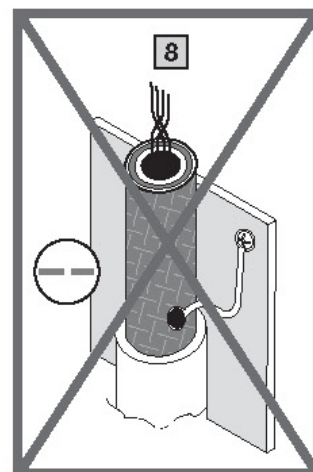
5 Conductive sheet metal



6 はんだ付けした圧着端子
6 Soldered ring terminal



7 すずメッキを施した編組
7 Tin-plated braiding



8 はんだ付けした接地
8 Soldered earth strap

エンクロージャーへの対策 Measures within the enclosure

グラウンドプレートまたは取り付け板上の電源フィルター、
またはグラウンド板または取り付け板に接するケーブルシールドの導電配置

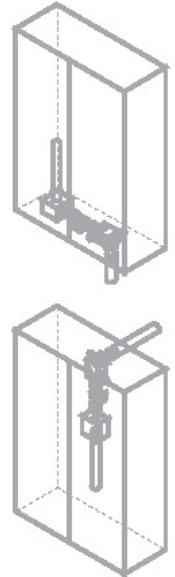
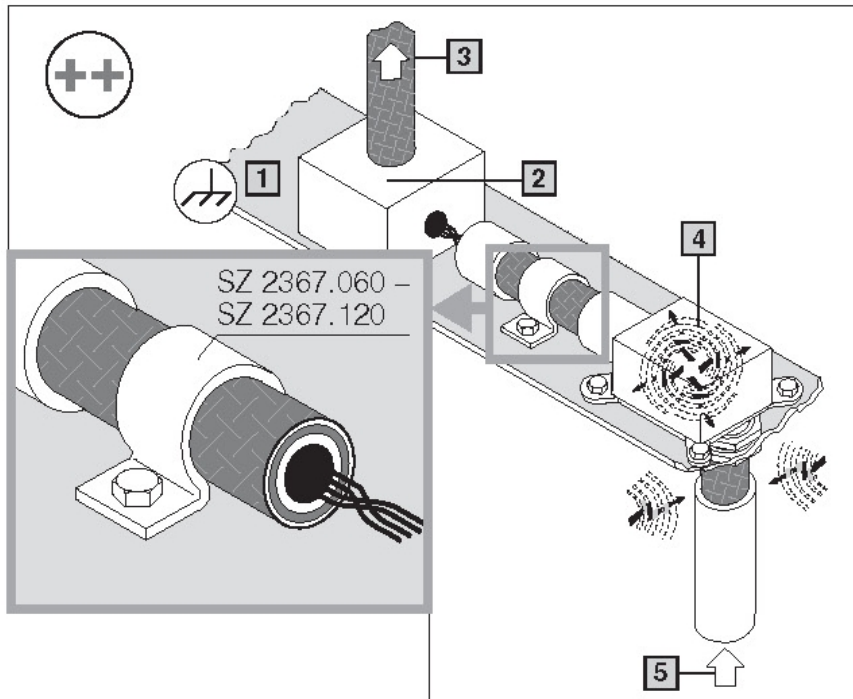
Conductive arrangement of mains filters on gland plates or mounting plate,
cable shield contacting on gland plates or mounting plate

重要:

入力ケーブルと
出力ケーブルが
互いに離れる
ように配置し、
シールド
ケーブルを
使用する。

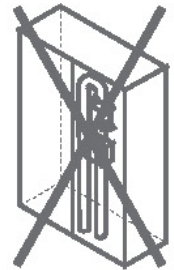
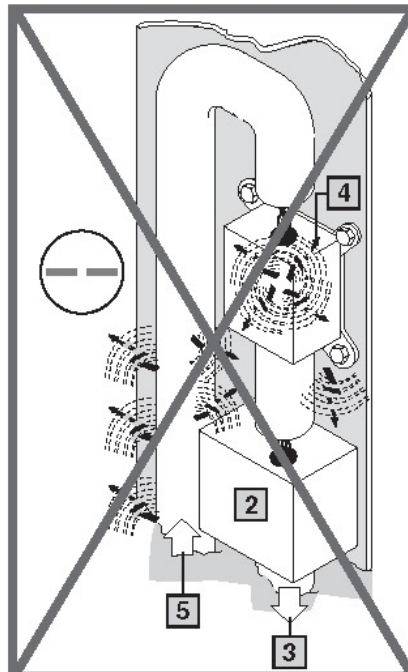
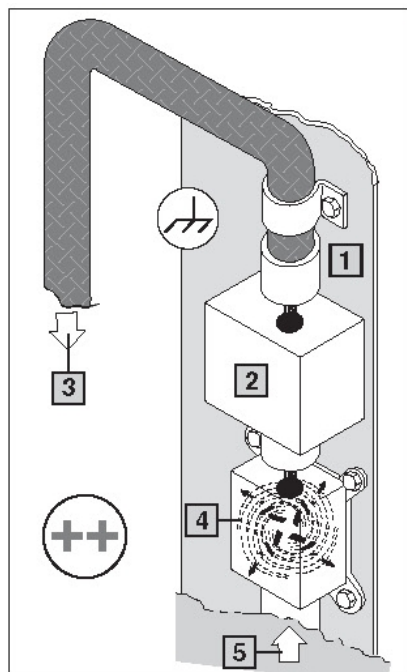
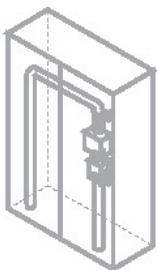
Important:

Spatially
separate input
and output
cables from
one another;
use as
shielded
cables.



- 1 導電板金
- 2 制御部品
- 3 アクチュエータまたはマシンへの出力
- 4 フィルター
- 5 電源

- 1 Conductive sheet metal
- 2 Control assembly
- 3 Output: To actuator or to machine
- 4 Filter
- 5 Power supply

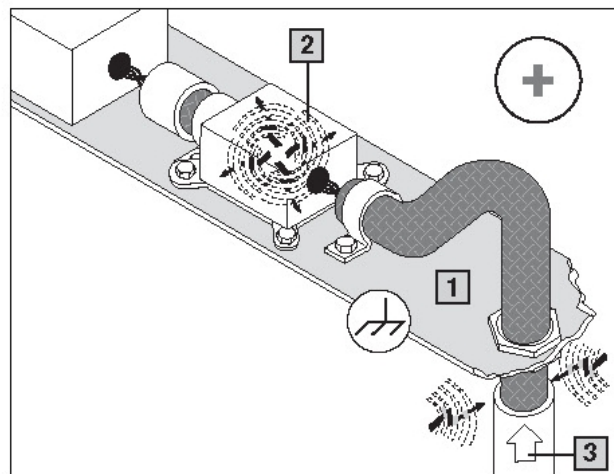
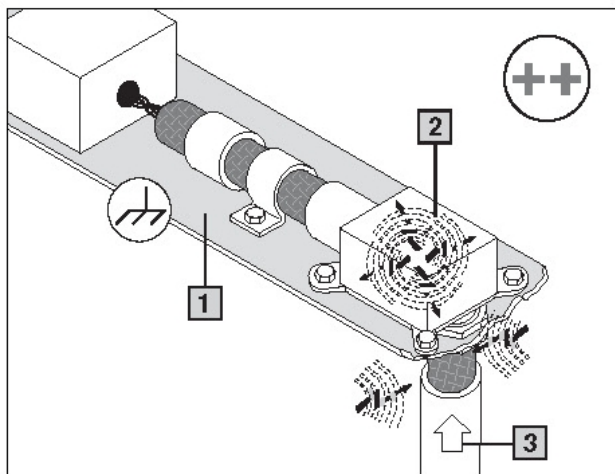


エンクロージャーへの対策

Measures within the enclosure

フィルターは、可能な限りエンクロージャー口またはケーブル出口に直接配置させる

Position filters directly at the point of enclosure entry/exit of the cable, where possible

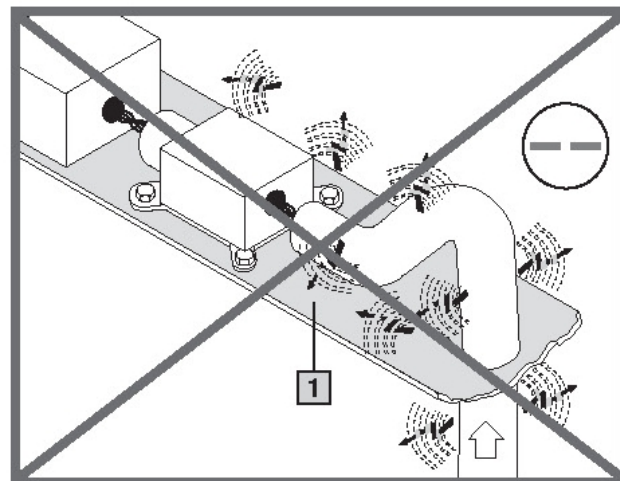


重要:

フィルターハウジングと取り付け板表面の間に必ず広い導電接続面を確保する。
ケーブルループが基準電位に接しないようにする。

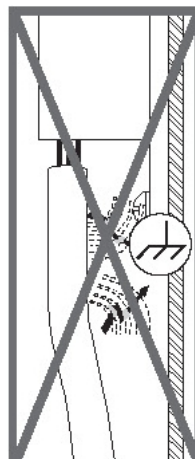
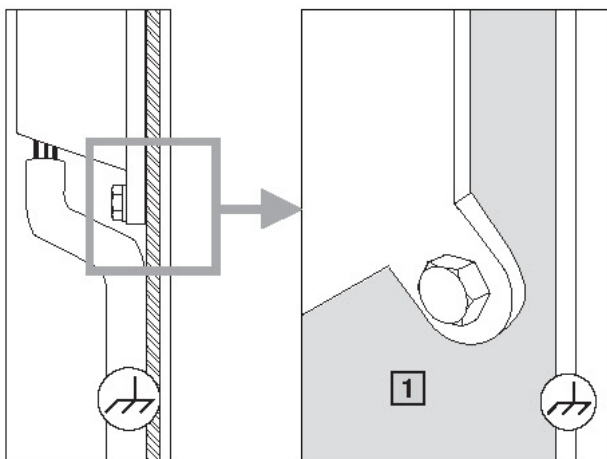
Important:

Ensure there is large-area conductive connection between the filter housing and the mounting surface;
avoid cable loops to the reference potential.



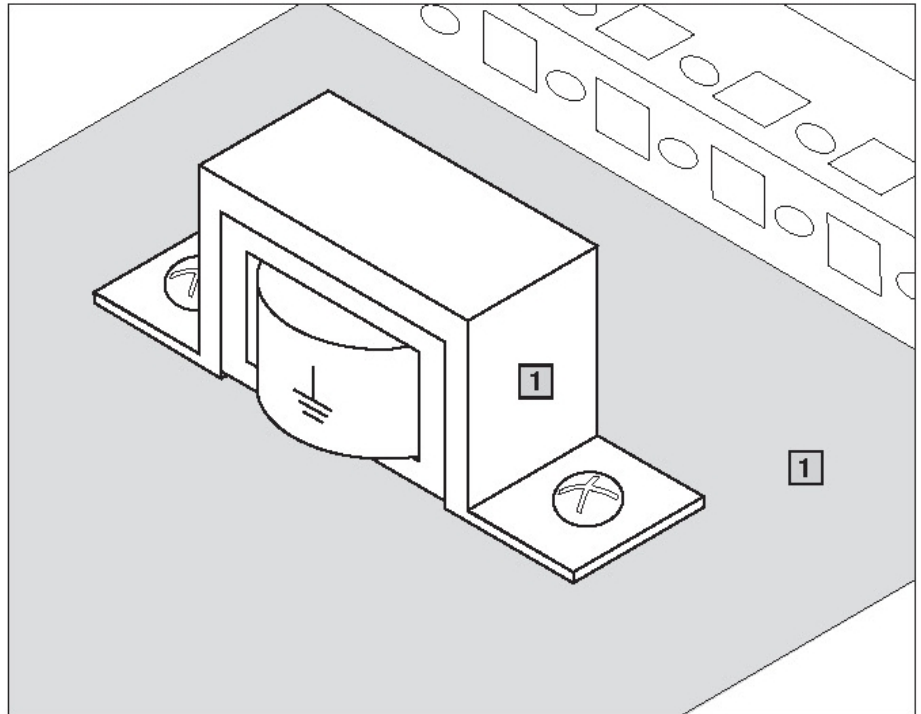
- ① 導電板金
- ② フィルター
- ③ 電源

- ① Conductive sheet metal
- ② Filter
- ③ Power supply

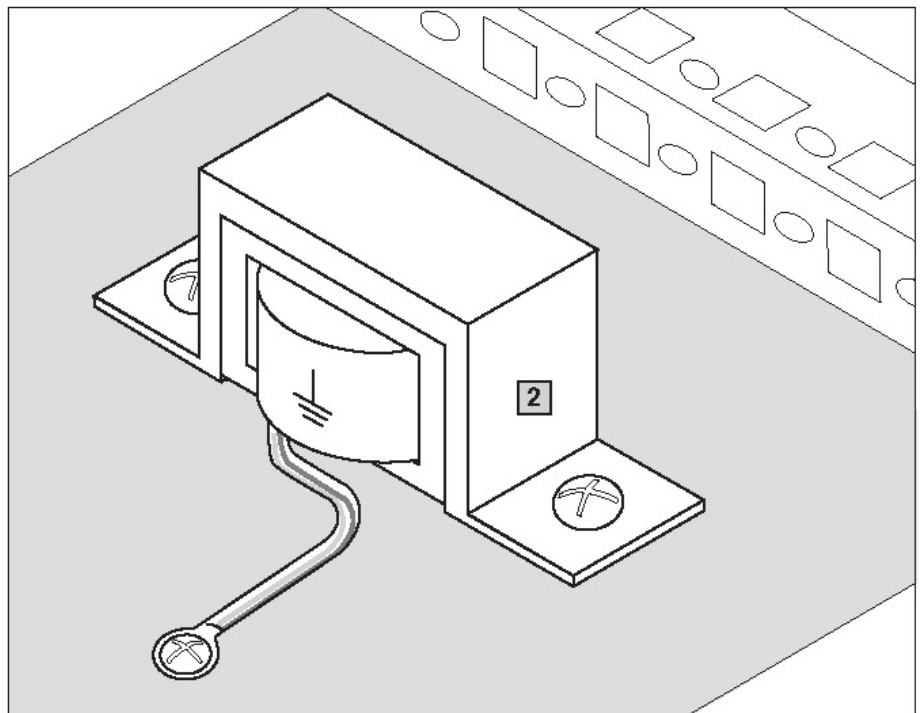


エンクロージャーへの対策 Measures within the enclosure

広い導電域があり、シールドが電導接続されているグラウンド板に変圧器を配置する
Position transformers on gland plates with large-area conduction,
conductive connection of the shield



- 1 導電板金
- 1 Conductive sheet metal



- 2 プラスチック素材または塗装面
- 2 Plastic material or painted

ケーブル配線の規則

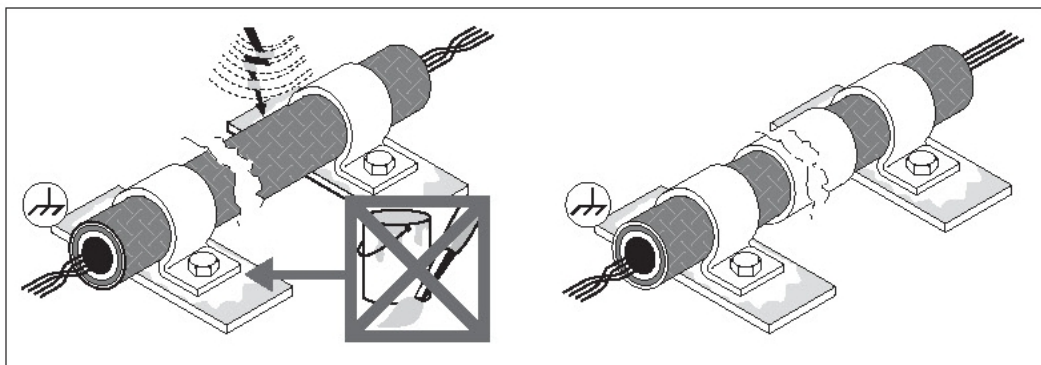
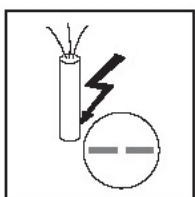
Cabling rules

ケーブルの選択/ルート

Cable selection/routing

接続先機器の
電磁気雑音に
対する耐性

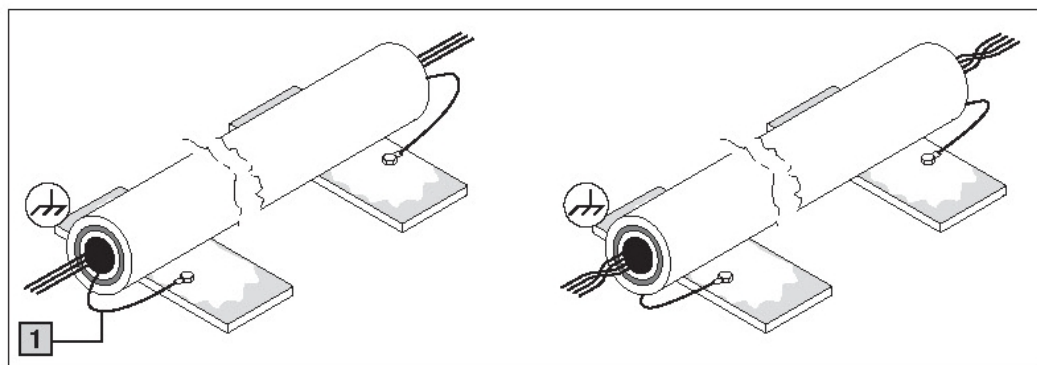
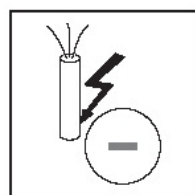
Immunity to
interference
of connected
equipment



シールドツイストペアケーブル
Shielded, twisted cable pair

エキストラシールドを施した
シールドツイストペアケーブル

Shielded, twisted cable pair with
extra shielding



多芯ケーブル
Multi-wire cable

非シールドツイストペアケーブル
Unshielded, twisted cable pair

- ❶ 未使用の導体
- ❶ Unused conductor

ケーブル配線の規則

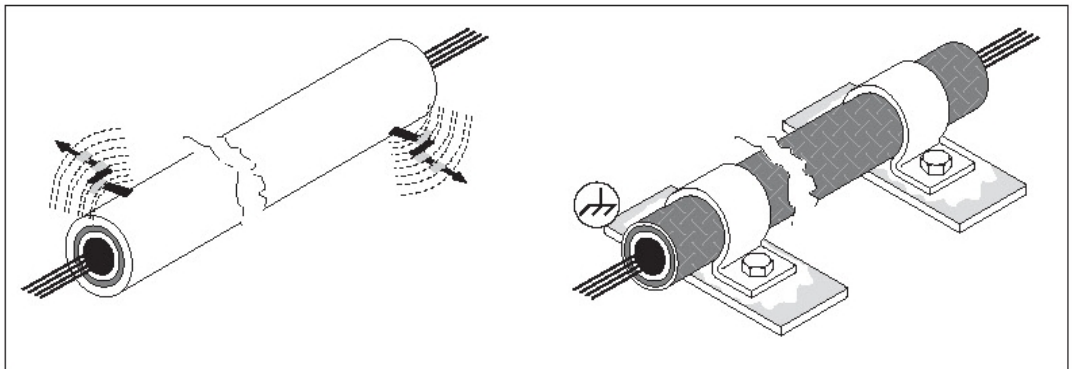
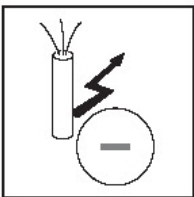
Cabling rules

ケーブルの選択/ルート

Cable selection/routing

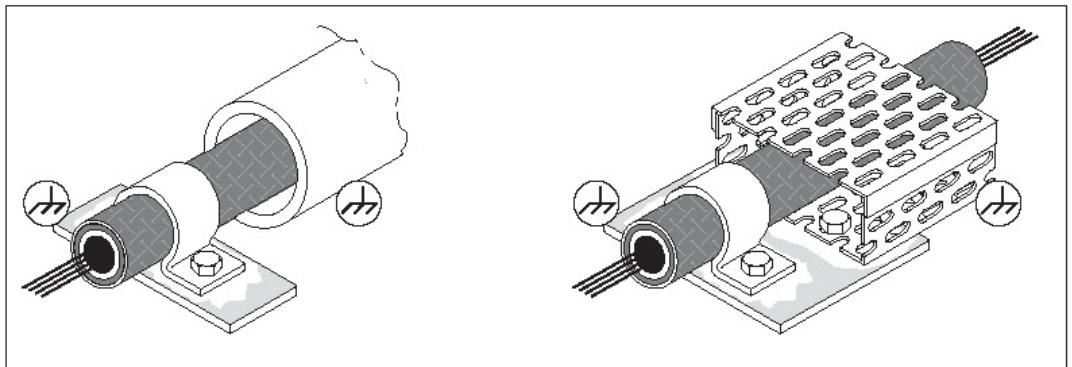
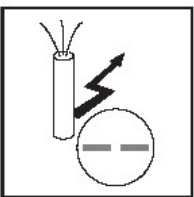
接続先機器の
電磁気雑音に
対する耐性

Immunity to
interference
of connected
equipment



非シールドのマルチワイヤケーブル
Multi-wire cable, unshielded

シールドが施されたマルチワイヤケーブル
Multi-wire cable, shielded



金属電線管でシールドされた
マルチワイヤケーブル
Multi-wire cable, shielded
in metal tube

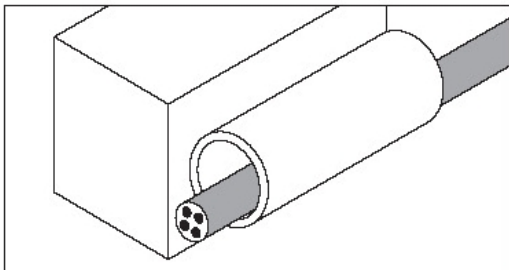
金属製ケーブルダクトでシールドされた
マルチワイヤケーブル
or in metallic cable duct

ケーブル配線の規則

Cabling rules

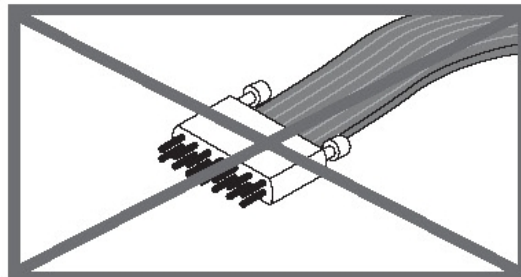
エンクロージャーとマシン/システムパーツ間のケーブル配線

Cable routing between enclosures and machine/system parts



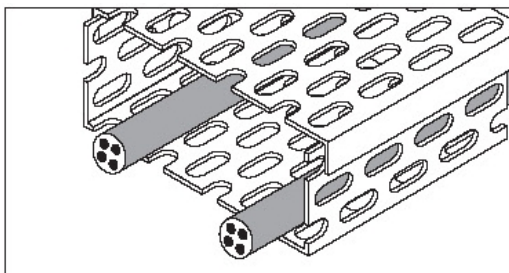
金属電線管

Steel conduit



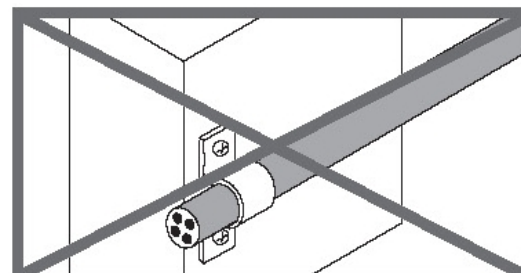
シースつきケーブルやバスケーブルなどの無防備な設置

Sheathings,
open laying of bus cables etc.



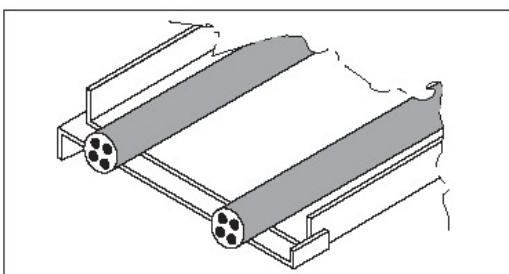
鋼製ケーブルダクト

Steel cable duct



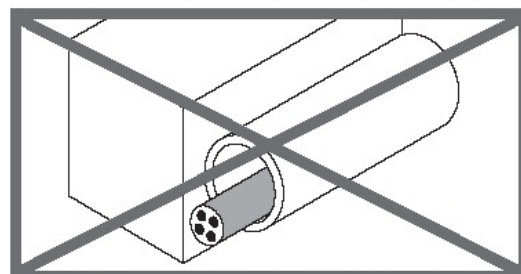
ケーブルクランプまたは他の締め付け部品を用いて表面に取り付けたケーブル

Surface cabling with cable clamps
or other fastening components



ケーブルトレイまたは鋼板製土台

Cable trays or sheet steel supports



表面に取り付けたプラスチック製のケーブルチューブ

Plastic cable tube, surface-mounted

ケーブル配線の規則

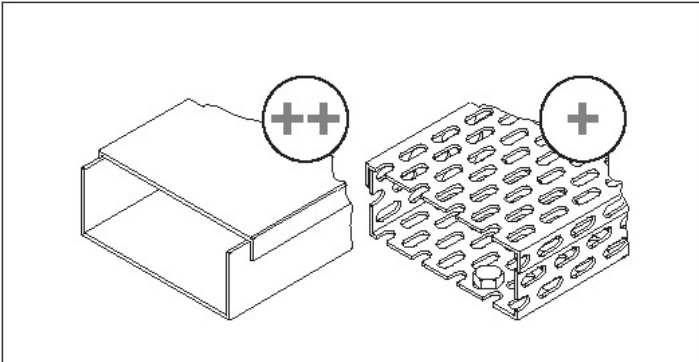
Cabling rules

ケーブルダクト内のケーブル配線
ケーブルダクトの選択と配置

Routing of cables in the cable duct
Selection/population of cable ducts

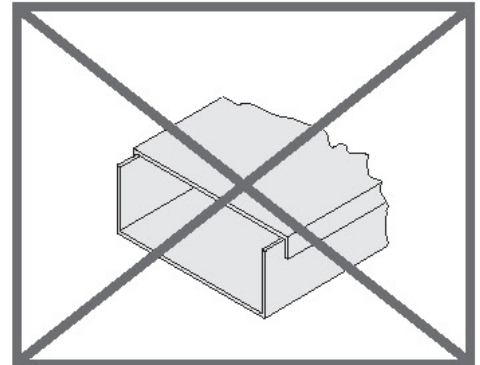
蓋つきの金属製ケーブルダクト

Closed metallic cable duct



プラスチック製のケーブルダクト

Plastic cable duct




開いた状態の金属製ケーブルダクト

Open metallic cable duct



開いた状態の取り付け角度

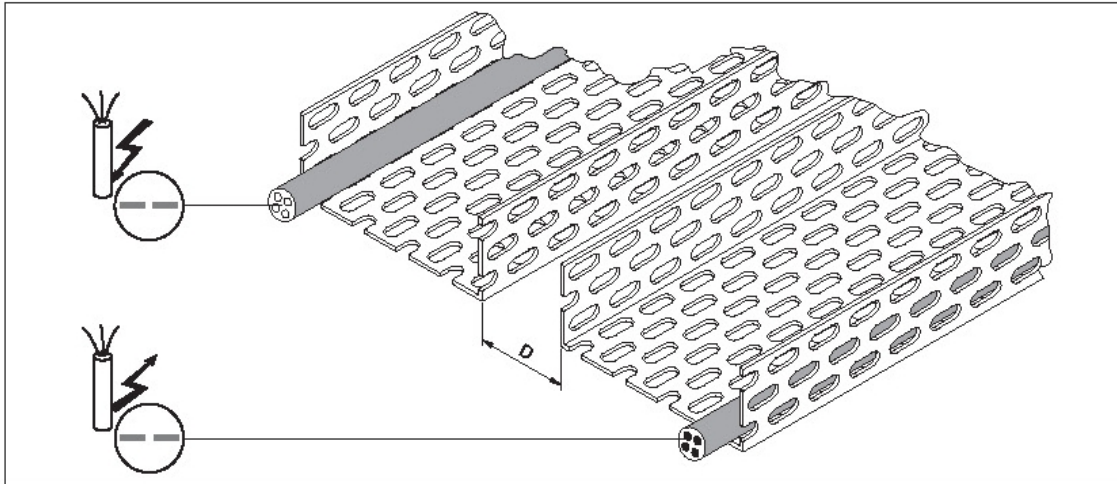
Open mounting angle

 電磁場に対して有効な遮へいを施したエリア
Areas with effective shielding against electromagnetic fields

ケーブル配線の規則

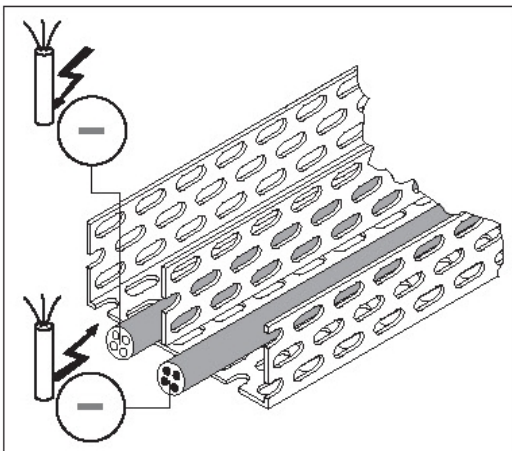
Cabling rules

電磁気雑音の放射の対策と電磁気雑音に過敏なケーブルのケーブルダクト内での配線方法
 How to route cables with different interference emission and interference sensitivity in cable ducts

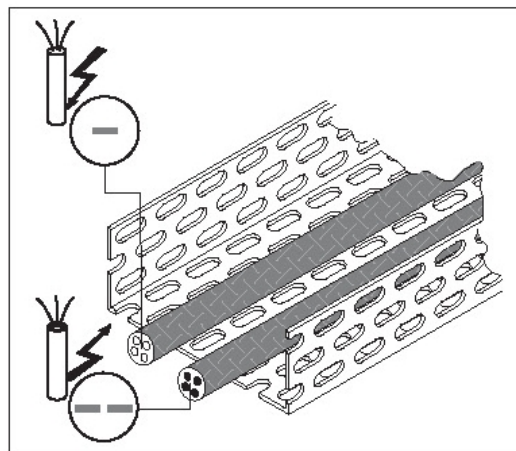


非シールドケーブル
 D 可能な限り広くなる
 Unshielded cable
 D as large as possible

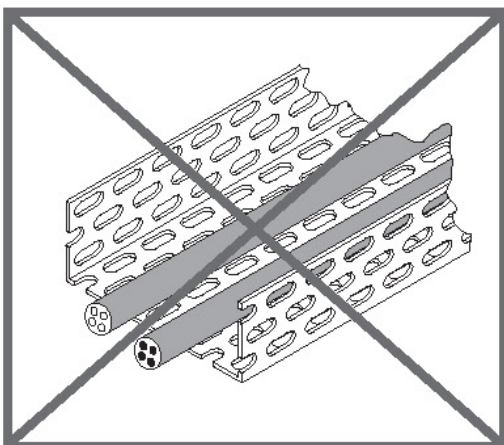
非シールドケーブル
 Unshielded cable



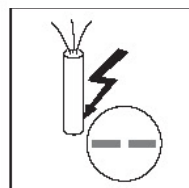
シールドケーブル
 Shielded cable



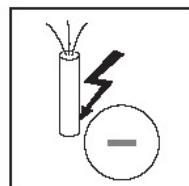
非シールドケーブル
 Unshielded cable



電磁気雑音に対する耐性
 Immunity to interference

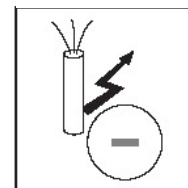


非常に過敏
 Very sensitive

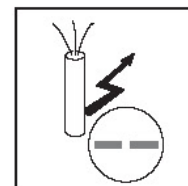


過敏
 Sensitive

電磁気雑音の放射
 Interference emission



高い
 High

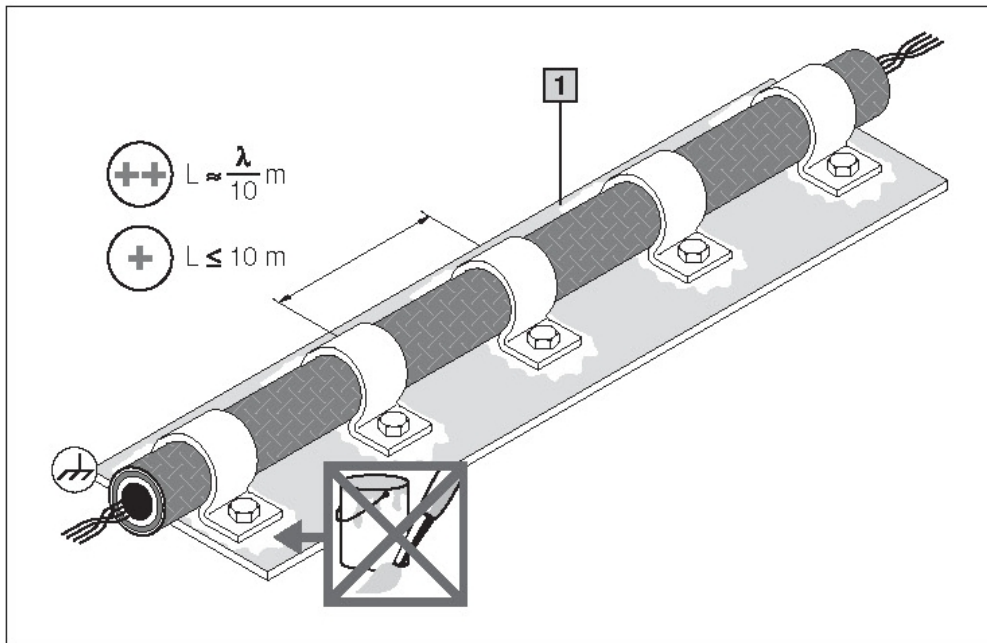


低い
 Low

ケーブル配線の規則 Cabling rules

基準電位に接するシールド

Shield contacting to potential equalisation



1 基準電位
(装置の筐体または
別個のレール)

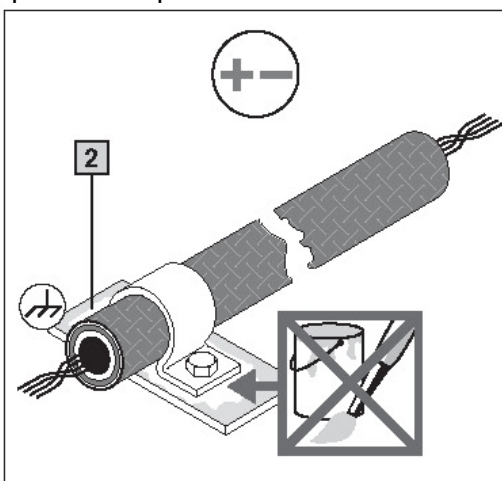
1 Reference
potential
(machine chassis
or separate rail)

λ = ラムダ
近くで発生している最大
周波数の波長

λ = Lambda:
Wavelength of the
maximum frequency
occurring in the vicinity

一方が基準電位に接続されている
ケーブルシールド

Cable shield with
potential equalisation on one side

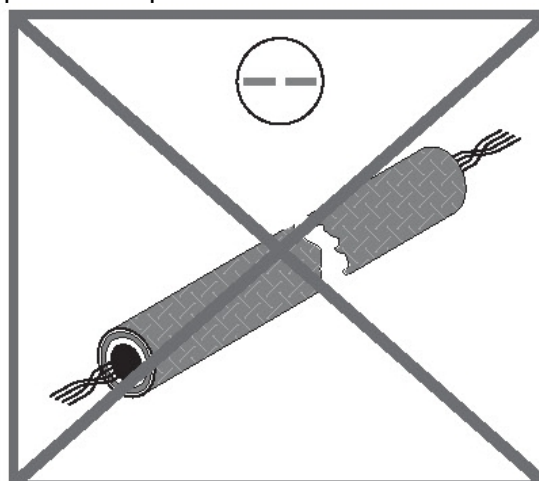


2 筐体に取り付けられた参照電位または
等電位化レール

2 Reference potential or potential
equalisation rail with connection
to chassis

等電位化接続されていない
ケーブルシールド

Cable shield without
potential equalisation contact

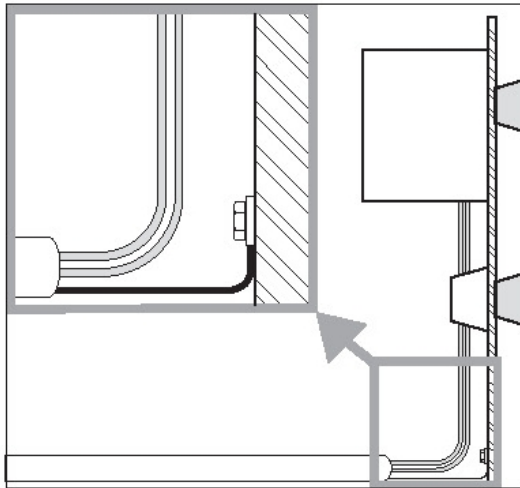


ケーブル配線の規則

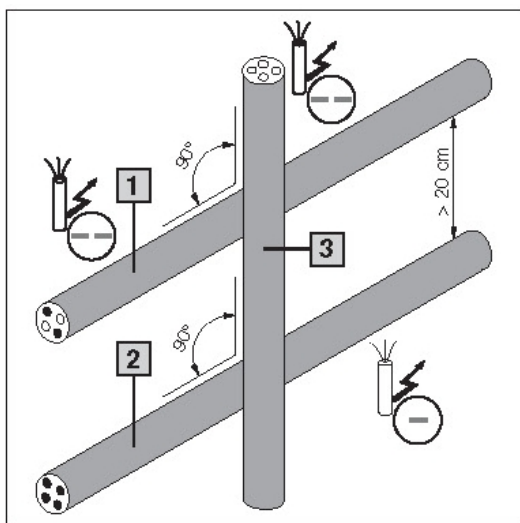
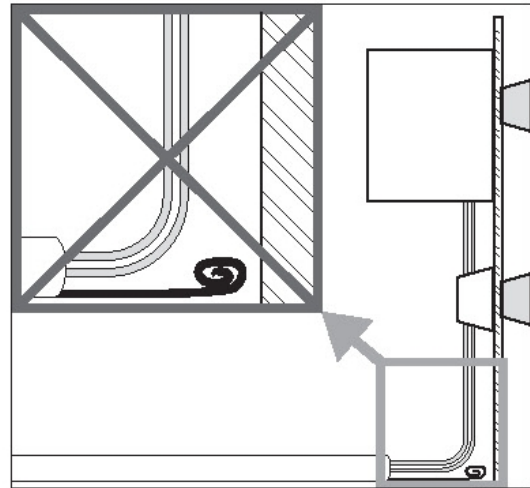
Cabling rules

ケーブルルート

Cable routing

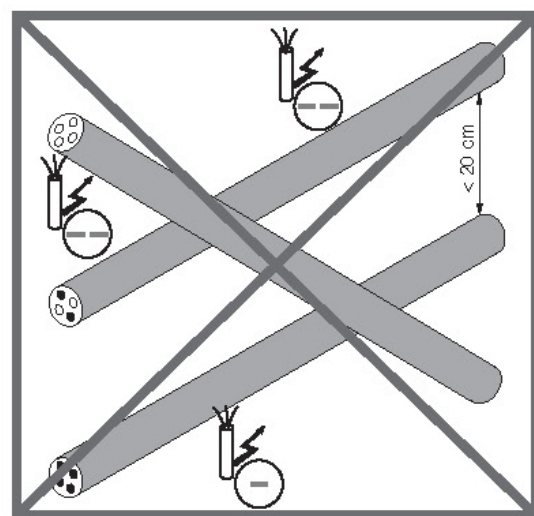


未使用の導体を基準電位に接続する
Connect unused conductor to reference potential



可能な限りケーブルは直角に交わるようにし、
過敏なケーブルが電磁気雑音を
放射するケーブルから離れるようにする

- | | | | |
|---|----|---|---------|
| 1 | 出力 | 1 | Output |
| 2 | 制御 | 2 | Control |
| 3 | 信号 | 3 | Signals |



Use right-angled cable cross-overs wherever possible, and ensure adequate distance between interference-emitting and sensitive cables.