

1 ノイズの基礎

- 1 ノイズとは
- 2 ノイズの発生源
- 3 EMCとは
- 4 ノイズの伝達経路
 - a.伝導ノイズ
 - b.誘導ノイズ
 - c.放射ノイズ
- 5 ノイズ対策の基礎
- 6 伝導性ノイズの発生モード
- 7 ノイズの種類と対策
 - a.高周波ノイズ
 - b.パルス性ノイズ
 - c.サージ性ノイズ

2 ノイズフィルタの選定

- 1 定格電圧
- 2 定格電流
- 3 試験電圧（耐電圧）
- 4 絶縁抵抗
- 5 漏洩電流
- 6 直流抵抗
- 7 温度・湿度
- 8 回路構成
 - a.単相1段フィルタ
 - b.単相2段フィルタ
- 9 安全規格
 - a.安全規格の概要
 - b.ノイズフィルタの安全規格
 - c.中国CCC認証について
- 10 減衰特性(静特性)
- 11 パルス減衰特性
- 12 接地コンデンサコード
- 13 オプション
 - a.DINレール取付タイプ
 - b.端子台タイプ
 - c.高透磁率チョークコイルタイプ
 - d.六角穴付きボルトタイプ
 - e.接地コンデンサ
切り離しスイッチ内蔵タイプ
 - f.ノーマルモード減衰量向上タイプ
 - g.欧州電源向け超高減衰タイプ

3 ノイズフィルタの使用方法

- 1 アース配線
- 2 入出力配線

4 ノイズ対策

- 1 入出力インピーダンスとフィルタ回路
- 2 ノイズフィルタの取り付け接続方向
- 3 2台使用時の接続方向
- 4 外付けコア

5 EMC試験

- 1 CEマーキングについて
 - a.機械指令
 - b.EMC指令
 - c.低電圧指令
- 2 雑音端子電圧
- 3 放射電界強度
- 4 電源高調波電流
- 5 静電気放電
- 6 無線周波数放射電磁界
- 7 ファーストトランジェント/バースト
- 8 サージ
- 9 無線周波数伝導妨害
- 10 商用周波数磁界
- 11 電圧ディップ/瞬停
- 12 ノイズの単位
- 13 検波方式
 - a.尖頭値検波
 - b.準尖頭値検波
 - c.平均値検波
- 14 雑音端子電圧、放射電界強度の限度値(抜粋)
- 15 EMC試験関連の用語

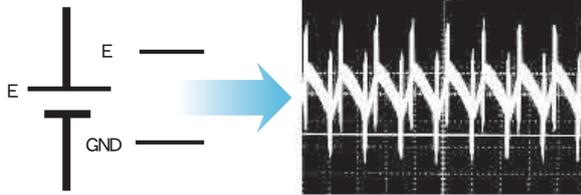
6 補足

- 1 世界の電源電圧

1 ノイズの基礎

1 ノイズとは

電圧、電流、信号等に含まれる目的以外の成分を言います。



設計者の期待しているもの
(理想的な直流電圧源)

現実的には、
ノイズが含まれている

図1.1.1 ノイズとは

2 ノイズの発生源

ノイズには自然ノイズと人工ノイズの2種類があります。自然ノイズは落雷や静電気といったもので、人工ノイズには産業機器や蛍光灯など身近なものもありますが、中には通信機器など意図的に電磁波を出しているものもあります。

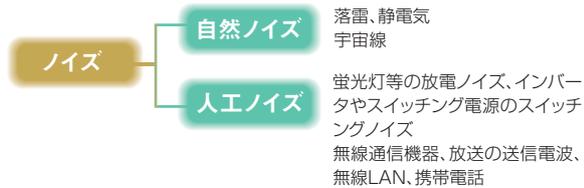


図1.2.1 ノイズ発生源

ノイズを発生させる機器として、スイッチング電源や汎用インバータがあります。

その内部にはFETやIGBT等のスイッチング素子があり、高周波でスイッチング動作しており主なノイズの発生源となっております。

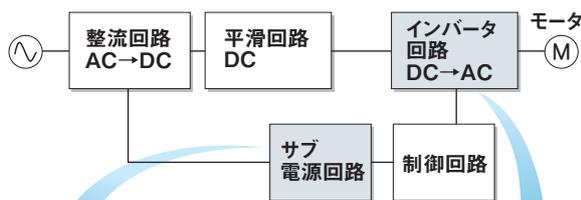


図1.2.2 汎用インバータブロック図

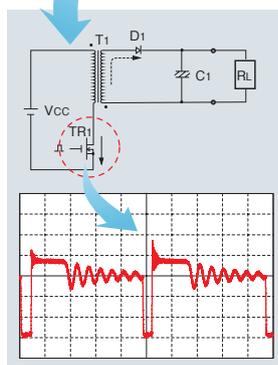


図1.2.3 サブ電源インバータ動作波形

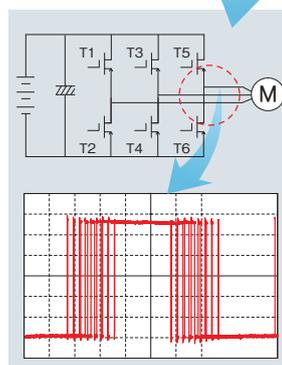


図1.2.4 インバータPWM出力波形

3 EMCとは

電磁環境両立性のことで、機器から放射するノイズを抑えるEMI、他の機器からのノイズに耐えるEMSの両方を兼ね備えていることを言います。

EMC対応品とは

EMI、EMSの要求規格を満足している製品を言います。そのEMCにはEMI、EMSそれぞれのノイズに応じた部品が各種用意されています。

当社のノイズフィルタは主にEMIの伝導妨害に対する対策部品になります。

EMC = EMI + EMS

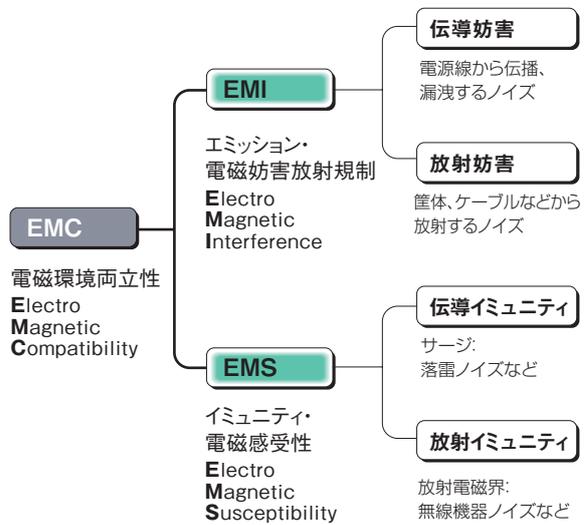


図1.3.1 EMCの概念

1 ノイズの基礎

4 ノイズの伝達経路

a.伝導ノイズ

インバータや電源で発生したノイズが電線やパターンを伝わるノイズを言います。

b.誘導ノイズ

ノイズ電流が流れているライン(入出力線やパターン)に周辺機器の電源線や信号線が近づくことで電磁誘導や静電誘導によりノイズが誘導され伝わるノイズを言います。

c.放射ノイズ

インバータや電源で発生したノイズが入力や出力ラインがアンテナとなり、放射され周辺機器に伝わるノイズを言います。

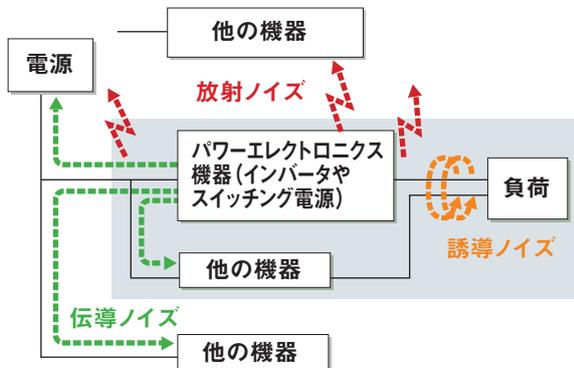


図1.4.1 ノイズの伝達経路

5 ノイズ対策の基礎

ノイズの伝達にはノイズの発生源と障害を受ける側、それを結ぶ伝達経路があります。ノイズ対策の基本として、次の3つがあります。

- ◎発生源のノイズレベルを下げる
- ◎ノイズを伝達しにくくする
- ◎機器自体の障害を受けにくくする

お客様装置の構造に応じて、ノイズに対する要求規格や品質、対策コストを合わせて対策を進めていただくこととなります。



図1.5.1 ノイズ発生経路イメージ図

6 伝導性ノイズの発生モード

ノイズの発生モードはノーマルモードノイズとコモンモードノイズの2つに分かれます。ノーマルモードノイズはディファレンシャルモードノイズともいわれ、電源ライン間に発生するノイズを言います。コモンモードノイズは電源ラインとアースライン間に発生するノイズを言います。

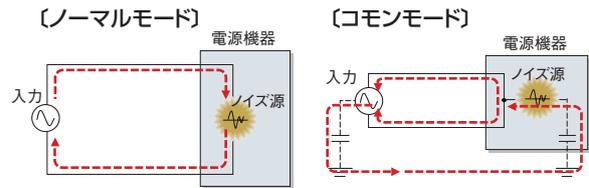
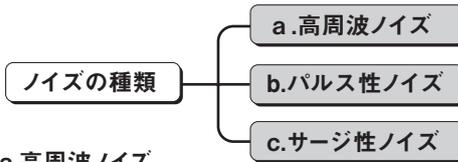


図1.6.1 ノイズ発生経路
(電源機器内部にノイズ発生源がある場合の例)

7 ノイズの種類と対策



a.高周波ノイズ

EMIノイズあるいは電源ノイズとも言われ、コンピュータのクロック周波数や電源のスイッチング周波数等の高周波成分を言います。入力側にノイズフィルタを入れて対策します。1段フィルタや2段フィルタ、汎用品や高減衰品の中から減衰量、外形、価格を踏まえ選定します。

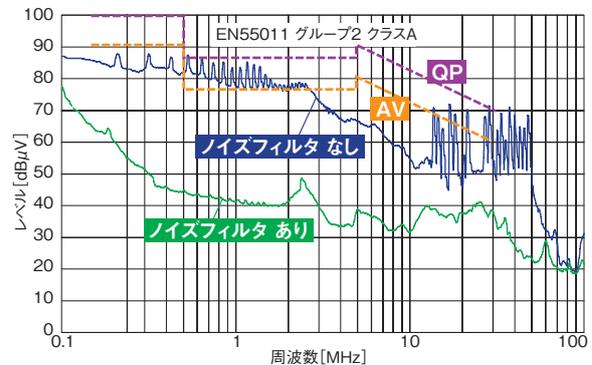
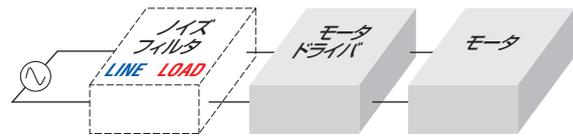


図1.7.1 ノイズフィルタによる雑音端子電圧低減効果例

スイッチング電源の出力リップルノイズも高周波ノイズです。当社ではリップルノイズを抑制するDC専用のノイズフィルタSNA、SNRシリーズをご用意しております。

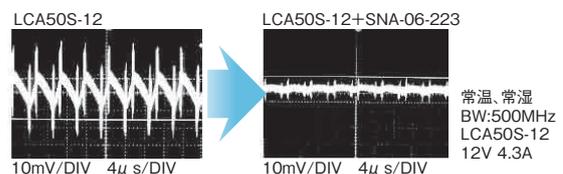
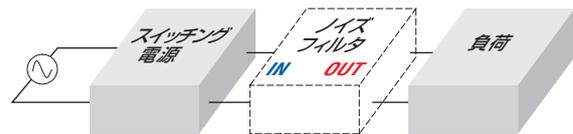


図1.7.2 ノイズフィルタによる出力リップルノイズ比較例

1 ノイズの基礎

b.パルス性ノイズ

リレーやモータ駆動時に発生するノイズです。
ピーク電圧が数千ボルトと高くなることもあるため一般的なフィルタではチョークコイルが飽和し、ノイズを十分減衰させることができない場合があります。
対策はパルス減衰特性にすぐれたアモルファスコアを使用したフィルタを選定します。当社ではNAP、EAPシリーズをご用意しております。

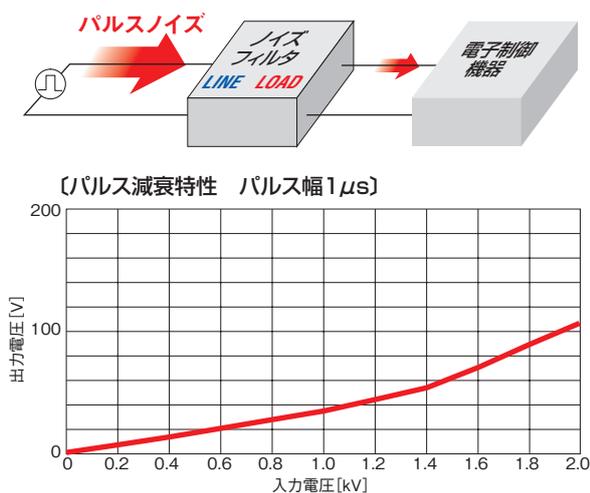


図1.7.3 パルス減衰特性の例 (NAP-16-472)

c.サージ性ノイズ

自然界に発生した雷が電源ラインに侵入するノイズです。
発生電圧は数千ボルト以上と非常に高く、ノイズフィルタでサージ性ノイズを抑制することはできません。
対策はバリスタ等のサージ電圧を抑制する部品を電源ライン間や電源ライン-アース間に使用します。ノイズフィルタのサージ耐量はライン間で2kV、ライン-アース間で4kV程度あります(保証値ではありません)。
これは当社CEマーク対応電源と同等の性能を持っています。それを超える耐量が必要な場合は、必ずサージ対策部品を併用してください。

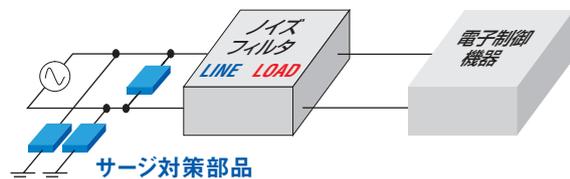


図1.7.4 サージ対策部品挿入箇所

2 ノイズフィルタの選定

1 定格電圧

使用できる最大の線間電圧(実効値)を規定したものです。但し、実際にはノイズフィルタ内部に使用している部品の定格電圧が高いため、ノイズフィルタの定格電圧を上回る電圧であっても問題なく使用できる場合があります。例えば当社の定格電圧AC250Vのノイズフィルタは電源電圧の変動を加味した最大電圧としてAC275Vまで使用可能です。

また、ノイズフィルタによっては定格電圧とは別に、使用最大電圧が仕様として規定されている場合があります。

なお、定格電圧(使用最大電圧)より低い電圧での使用は問題ありません。例えば、定格電圧がAC250VのノイズフィルタはAC100Vのラインでも使用することができます。

電源周波数については、AC電源ライン用ノイズフィルタは基本的に商用周波数(50Hz/60Hz)での使用を想定した設計となっております。

400Hzなど高い周波数での使用は内蔵しているコンデンサの発熱などの問題がありますので、当社までご相談ください。なお、AC電源ライン用ノイズフィルタはDC電源ライン用としても使用できます。

2 定格電流

連続的に流せる最大の負荷電流(実効値)です。但し、周囲温度が高い場合には負荷電流のディレーティングが必要です。

図2.2.1に当社製品のディレーティング特性例を示します。

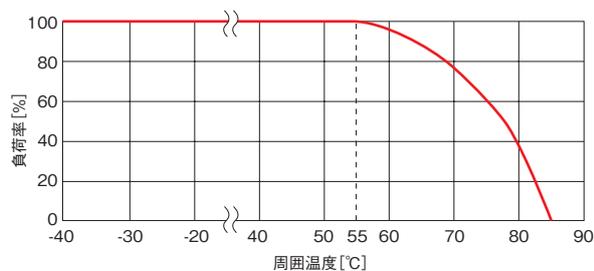


図2.2.1 ディレーティング特性例

この例では、最高周囲温度が75°Cになる場合には、負荷率約60%(定格電流の約60%)以下で使用すれば良いことになります。

なお、ノイズフィルタは短時間であれば定格電流より大きな負荷電流(ピーク電流)を流すことができます。一般的なスイッチング電源などの突入電流(単発,数ms程度)については特に問題ありませんが、ピーク電流の持続時間が長い場合や、繰り返しピーク電流が流れるような場合には、動作条件を確認したうえで個別に使用可否を判断する必要がありますので、当社までご相談ください。

3 試験電圧(耐電圧)

耐電圧試験の際に印加する電圧値です。

耐電圧試験は、ノイズフィルタの端子(ライン)と取付板(アース)間に高電圧を短時間印加して絶縁破壊などの異常が生じないことを確認するものです。

AC電源ライン用のノイズフィルタの場合、試験電圧はAC2000VあるいはAC2500Vが一般的です。

耐圧試験時にはライン-アース間に高電圧を印加しますので、実使用時より大きな漏洩電流が流れます。受け入れ検査などで耐圧試験を実施される場合には耐圧試験装置のカットオフ電流を適切な値(仕様に記載のカットオフ電流)に設定してください。

接地コンデンサの容量が特に大きな一部のノイズフィルタについては、AC印加では漏洩電流が大きくなり過ぎるため、試験電圧をDC(直流)としている場合があります。

4 絶縁抵抗

端子(ライン)と取付板(アース)間など、絶縁されている端子間に規定の直流電圧(通常DC500V)を印加した時の抵抗値で、絶縁の程度を示す指標の一つです。直流電圧の印加によりコンデンサや樹脂ケースなどの絶縁材料に流れる微少な電流を測定して、絶縁抵抗を求めます。

5 漏洩電流

AC電源ラインに接続したときにノイズフィルタの接地端子からアースへと流れる電流です。

一般的に、接地コンデンサの静電容量を大きくすると共通モードノイズの低減効果が高まりますが、同時に漏洩電流も大きくなります。

漏洩電流が大きいと漏電ブレーカがトリップしたり、ノイズフィルタが正しく接地されていない場合には感電事故につながる恐れもありますので注意が必要です。

各電源ラインからアースへ流れる電流(I)は以下の式で表され、これが漏洩電流計算の基本になります。

$$I = 2\pi f C E$$

f: 電源周波数

C: ライン-アース間の静電容量
(主に接地コンデンサの静電容量)

E: ライン-アース間の電源電圧

6 直流抵抗

ノイズフィルタの入力-出力間の抵抗値(往復分)です。大部分はコイルの巻線抵抗ですが、コイルと端子の接続部分の抵抗なども含まれます。ノイズフィルタで生じる電圧降下は以下の式で表されます。

$$\text{電圧降下} = \text{直流抵抗} \times \text{負荷電流}$$

なお、製品によっては抵抗値ではなく、定格電流を流したときの電圧降下を仕様規定しているものもあります。

2 ノイズフィルタの選定

7 温度・湿度

a. 使用温度

使用時(通電時)において、製品の仕様を保証できる周囲温度範囲を規定したものです。周囲温度が高い場合には負荷電流のデレーティングが必要です。

b. 使用湿度

使用時(通電時)において、製品の仕様を保証できる周囲湿度範囲を規定したものです。結露が無いことが前提になります。

c. 保存温・湿度

非通電状態において、性能に劣化を生じさせることなく保存できる周囲温度・周囲湿度の範囲を規定したものです。湿度につきましては結露が無いことが前提になります。

8 回路構成

ノイズフィルタの回路構成例を以下に示します。

a. 単相1段フィルタ

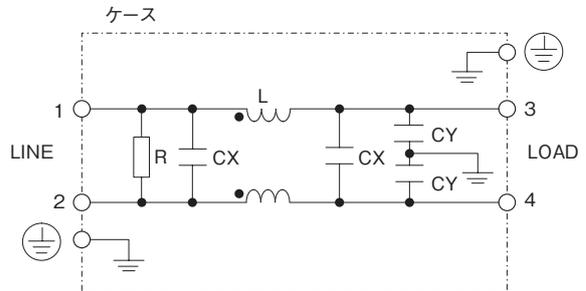


図2.8.1 単相1段フィルタの回路構成例

単相用ノイズフィルタの標準的な回路構成です。LとCYがコモンモードノイズを低減し、Lの漏れインダクタンスとCXでノーマルモードノイズを低減します。Rはコンデンサの放電用抵抗です。

b. 単相2段フィルタ

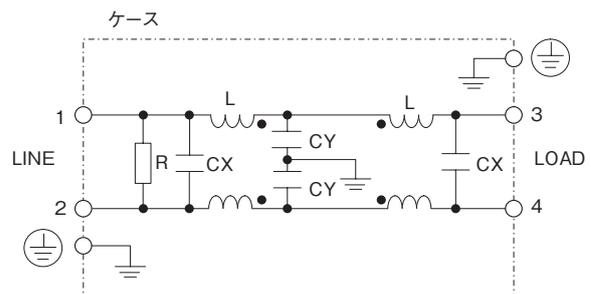


図2.8.2 単相2段フィルタの回路構成例

減衰特性を高めるためにチョークコイルを2段に配置した回路構成です。

1段フィルタと2段フィルタの減衰特性比較例を以下に示します。

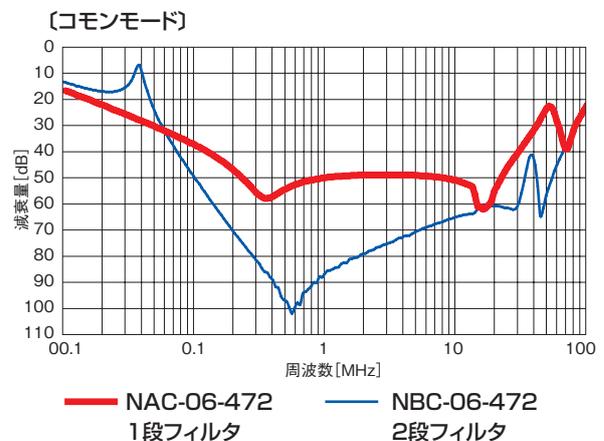


図2.8.3 1段フィルタと2段フィルタの減衰特性比較例

2 ノイズフィルタの選定

9 安全規格

a.安全規格の概要

国際規格には、電気分野に関するIEC規格と、非電気分野を扱うISO規格があります。

IEC

(International Electrotechnical Commission)

電気分野に関する規格の標準化機構で、スイスに本部があります。

最新の科学技術に基づく電気の技術基準としてIEC規格が発行され、これを基準に各国が安全規格を作成します。

CISPR

(Comite International Special des Perturbations Radioelectriques

=International Special Committee on Radio Interference)

IECの特別委員会で、無線障害の原因となる妨害波に関し、許容値と測定法などの規格を統一する目的で設立され、EMC (Electro Magnetic Compatibility) 電磁環境両立性の規格作成委員会があります。

欧州規格

EN規格 (Europäische Norm=European Standard)

EN規格はIEC規格やCISPR規格を基準に作成されており、ほとんど同じ内容になっています。

規格番号も関連付けられています。

(例：IEC939⇒EN60939)

(EN規格にもとづく、欧州の認証機関の一例)

VDE	ドイツ	
TUV	ドイツ	
DEMKO	デンマーク	
SEMKO	スウェーデン	

EN規格: **EN 55**

欧州規格記号 連続番号
規格分類番号

規格分類番号	関連規格
EN50000シリーズ	一般の欧州規格
EN55000シリーズ	CISPR規格
EN60000シリーズ	IEC規格

ENEC

(European Norm Electrical Certification)

EU全加盟国、EFTA(欧州自由貿易連合)、および東



欧諸国への製品流通をスムーズにするヨーロッパの安全認証マークです。

ENECマークを取得した電子部品は加盟国間での申請手続きを必要としないので、流通する国ごとの認証が不要となる利点があります。

照明器具、トランス、情報処理機器、スイッチなどの製品がENECの対象となっており当社製品においては、ACライン用ノイズフィルタが認証されています。

★EU加盟国…ドイツ、イギリス、イタリア、デンマーク、他24ヶ国

★EFTA…アイスランド、ノルウェー、スイス、リヒテンシュタイン

★東欧諸国…ウクライナ、エストニア、ベラルーシ、モルドバ、ラトビア、リトアニア

北米

UL (Underwriters Laboratories Inc.)

1894年に火災保険業組合により設立された試験機関です。さまざまな電気製品の認証試験を実施しています。

CSA (Canadian Standard Association)

1919年に設立されたカナダにおける非営利の標準化団体です。カナダの各州法により、公共の電源に接続して使用する電気機器は、CSA規格に適合した機器でなければなりません。

UL	アメリカ	
CSA	カナダ	

米国とカナダは、MRA (Mutual Recognition Agreement) を締結しているため、相互認証が可能です。ULにおいてカナダ規格 (CSA規格) を認証された場合、またはUL、CSAを認証された場合、以下の認証マークとなります。

CSA	
UL, CSA	

b.ノイズフィルタの安全規格

製品ごとに取得している安全規格が異なりますので、ご検討の際は取得規格をご確認下さい。

IEC939	国際規格	IEC
EN60939	ヨーロッパ	EN
UL1283	アメリカ	UL
C22.2 No. 8	カナダ	CSA

c.中国CCC認証について

ノイズフィルタはCCCにおいては対象外です。

(2011年11月現在)

2 ノイズフィルタの選定

10 減衰特性（静特性）

ノイズ低減効果を表す目安で、規定の測定回路にフィルタを接続した場合の減衰特性を、横軸を周波数、縦軸を減衰量としてプロットしたものです。

測定方法を図2.10.1および図2.10.2に示します。減衰量は測定回路にノイズフィルタを挿入していない場合の出力 U_{01} と、ノイズフィルタを挿入した場合の出力 U_{02} の比であり、通常はその対数をとって[dB]で表記します。

$$\text{減衰量} = 20\text{Log}_{10}(U_{01}/U_{02}) \text{ [dB]}$$

U_{01} :ノイズフィルタを挿入しない状態での発生電圧[V]

U_{02} :ノイズフィルタを挿入した状態での発生電圧[V]

※減衰量20[dB]は、ノイズのレベルが1/10になることを意味します。同様に、40[dB]は1/100、60[dB]は1/1000になります。

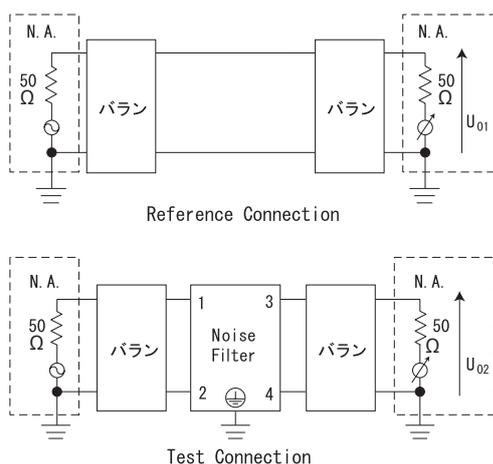


図2.10.1 減衰特性測定方法（単相ノーマルモード）

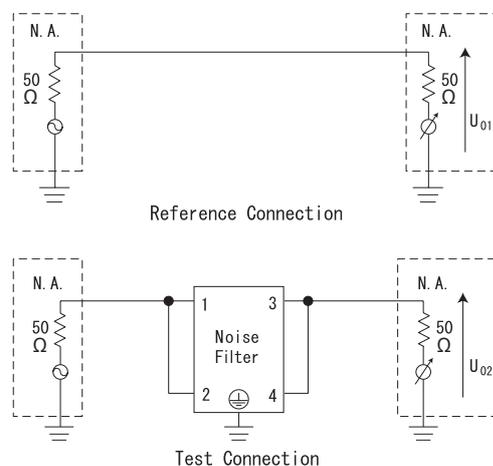


図2.10.2 減衰特性測定方法（単相コモンモード）

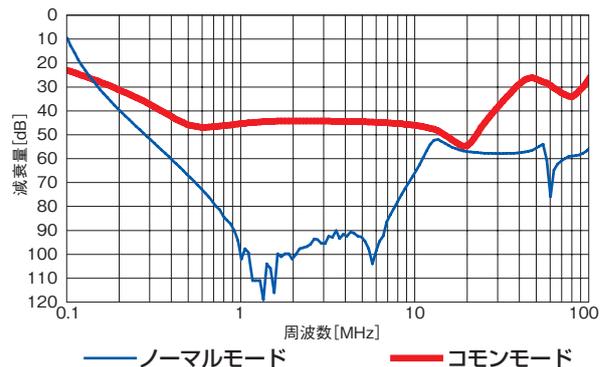


図2.10.3 減衰特性の例（NAC-16-472）

ノイズフィルタの減衰特性は測定回路の入出力インピーダンスの影響を受けます。

減衰特性（静特性）は、測定周波数によらず入出力インピーダンス50Ωという一定の条件下で測定したものであり、同一条件下で異なるフィルタの減衰特性を比較することができるため、減衰特性の良し悪しを検討するための一つの目安になります。

但し、実際の電子機器の電源ラインインピーダンスは装置によって異なり、またインピーダンス自体も周波数特性を持っており一定値ではありません。

そのため、カタログに記載の減衰特性（静特性）は、ノイズフィルタを実際の装置に取り付けた状態での減衰特性とは必ずしも一致しません。

また、フィルタを直列接続した場合も、個々のフィルタの静特性[dB]を単純に加算した特性にはならない点に注意する必要があります。

11 パルス減衰特性

電子機器の誤動作の原因となる、電源ラインに重畳したパルス状のコモンモードノイズを、どの程度減衰できるかを表したものです。測定方法を図2.11.1に示します。

ノイズフィルタの入出力を50Ωで終端し、入力に規定のパルス波形を印加したとき、出力に現れるパルス電圧を測定し、横軸を入力パルス電圧、縦軸を出力パルス電圧としてプロットします。

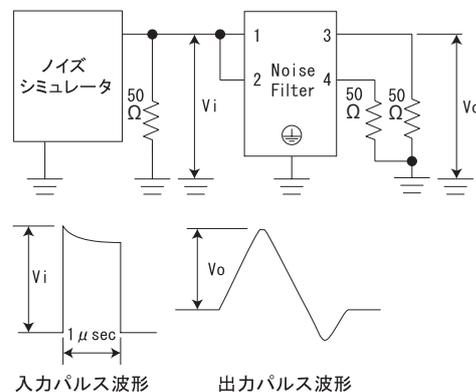


図2.11.1 パルス減衰特性の測定方法（単相）

2 ノイズフィルタの選定



図2.11.2 パルス減衰特性の比較例

図2.11.2に、一般的なフェライトコアを用いたフィルタとアモルファスコアを用いたフィルタのパルス減衰特性比較例を示します。アモルファスコアを用いたフィルタは入力パルスの電圧が高くなっても出力パルスの電圧が上昇しにくい(パルス減衰特性が良い)ことが分かります。

ノイズフィルタ(内部のチョークコイル)は、ある電圧時間積を超えるパルスノイズが加わると、チョークコイルのコアが磁気飽和を起し、ノイズに対する抑制効果が著しく低下してしまいます。コアが磁気飽和する電圧時間積($V \cdot T$)は、以下の計算式で求めることができます。

$$V \cdot T = \Delta B \cdot N \cdot Ae$$

V : パルス電圧 [V]
 T : パルス幅 [sec]
 ΔB : コアの磁束密度変化
 $= B_m - B_r$ [T]
 (B_m :飽和磁束密度
 B_r :残留磁束密度)
 N : コイルの巻数 [ターン]
 Ae : 実効断面積 [m²]

式より、コイルの巻数とコアサイズが同じであれば、 ΔB の大きなコア(アモルファスコアなど)を使用した方が磁気飽和を起しにくくなることが分かります。

12 接地コンデンサコード

当社ノイズフィルタの多くは、接地コンデンサコードの指定によって様々な接地コンデンサ容量に対応することができます。選択可能な接地コンデンサコードは機種によって異なりますが、一例として当社EAPシリーズの接地コンデンサコードと減衰特性例を示します。

表2.12.1 接地コンデンサコード例 (EAPシリーズ)

コード	漏洩電流(入力125/250V 60Hz)	コンデンサ容量(公称値)
000	5 μ A / 10 μ A max	なし
101	12.5 μ A / 25 μ A max	100pF
221	25 μ A / 50 μ A max	220pF
331	37.5 μ A / 75 μ A max	330pF
471	50 μ A / 100 μ A max	470pF
681	75.5 μ A / 150 μ A max	680pF
102	0.13mA / 0.25 mA max	1000pF
222	0.25mA / 0.5 mA max	2200pF
332	0.38mA / 0.75 mA max	3300pF
472	0.5 mA / 1.0 mA max	4700pF

EAP -10 -472 -□
 シリーズ名 定格電流 接地コンデンサコード オプション

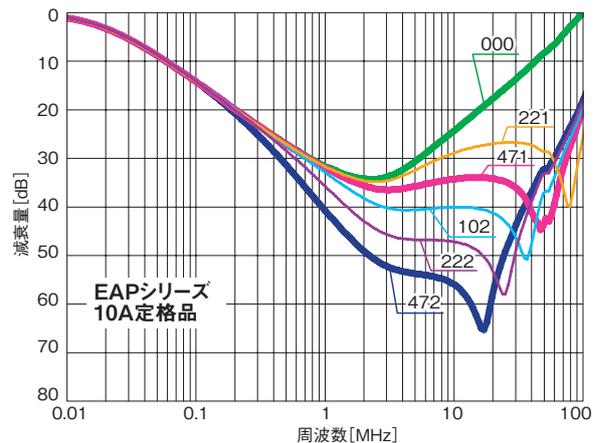


図2.12.1 接地コンデンサコードとコモン減衰特性例

一般に接地コンデンサ容量を大きくするとコモンモードの減衰特性が良くなりますが、一方で漏洩電流が増大するトレードオフの関係があります。

接地コンデンサ容量の豊富な選択肢は、減衰特性と漏洩電流のバランスを考慮した最適なノイズ対策を可能にします。

13 オプション

当社ノイズフィルタは、オプションコードの指定によるカスタマイズが可能です。

設定されているオプションの種類は製品により異なりますので、カタログ等でご確認ください。各オプションの概要を以下にご説明します。

a.DINレール取付タイプ:D

制御盤などによく用いられるDINレールにワンタッチで取り付けできるタイプです。

本オプションは、定格電流30A以下の製品に設定されています。



図2.13.1 DINレール取付タイプの例

なお、DINレールを介しての接地は適正なノイズ減衰効果が得られない場合がありますので、接地はノイズフィルタ本体の保護接地端子(PE)と接続してください。保護接地端子が2箇所ある製品の場合は、どちらか1箇所でのみ接続でも使用可能です。

2 ノイズフィルタの選定

b.端子台タイプ:T

インターフェースを端子台にしたタイプです(標準品はコネクタです)。

本オプションは、SNAシリーズ(6A定格品)とSNRシリーズに設定されています。

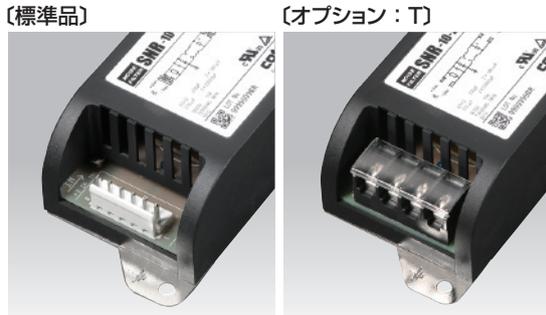


図2.13.2 標準品とオプションT品の比較

c.高透磁率チョークコイルタイプ(超低域高減衰):H

チョークコイルのコアを高透磁率に変更したタイプです。標準品に比べ、低い周波数領域における共通モード減衰特性が向上します。本オプションは、FTAシリーズとFTBシリーズに設定されています。

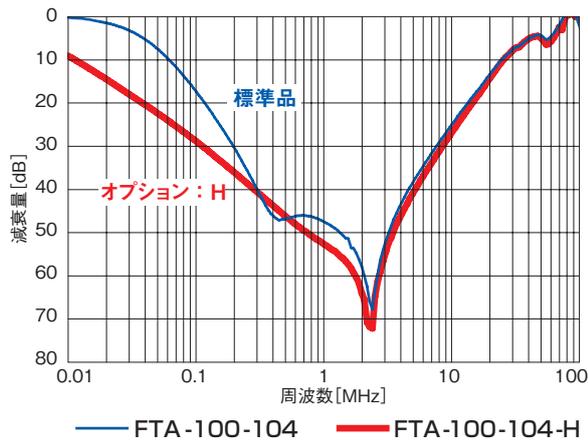


図2.13.3 コモンモード減衰特性の比較例

d.六角穴付きボルトタイプ:S

端子台のボルトを六角穴付きボルトにしたものです(標準品は十字穴付き六角ボルトです)。お使いの工具に合わせてボルトのタイプを選択いただけます。

本オプションは、FTAシリーズとFTBシリーズに設定されています。



図2.13.4 標準品とオプションS品の比較

e.接地コンデンサ切り離しスイッチ内蔵タイプ:G

「欧州電源向け超高減衰タイプ」に接地コンデンサ切り離しスイッチを内蔵したタイプです。

本オプションは、FTAシリーズに設定されています。

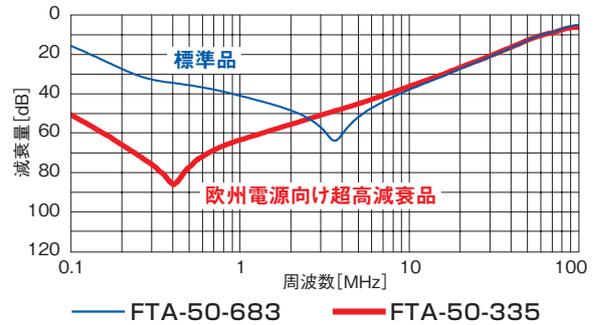


図2.13.5 コモンモード減衰特性の比較例



図2.13.6 接地コンデンサ切り離しスイッチ内蔵タイプ(お客様で耐圧試験時にご使用)

f.ノーマルモード減衰量向上タイプ:U

定格電圧を250Vに変更したタイプです。

本オプションは、FTAシリーズに設定されています。

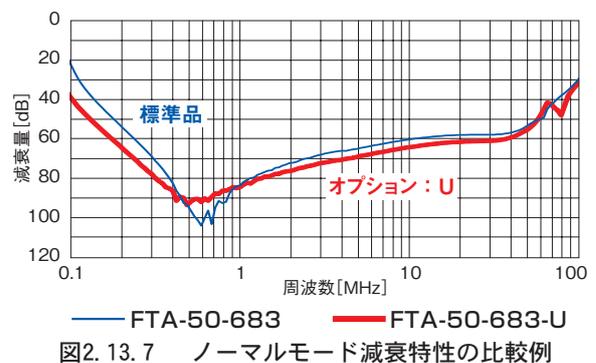


図2.13.7 ノーマルモード減衰特性の比較例

g.欧州電源向け超高減衰タイプ:L

本オプションは、FTBシリーズに設定されています。

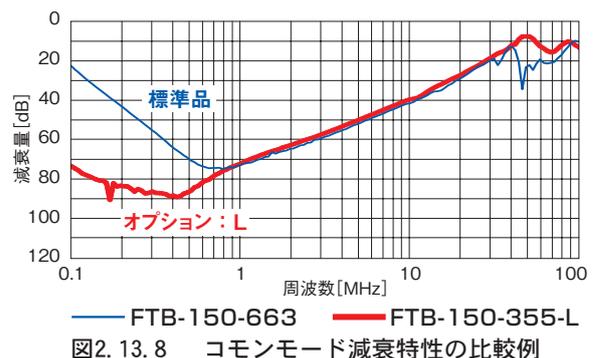


図2.13.8 コモンモード減衰特性の比較例

なお、オプションコードは組合せが可能です。詳細はお問い合わせください。

3 ノイズフィルタの使用方法

1 アース配線

ノイズフィルタのアース線はできるだけ長く短く配線してください。アース線が長いと配線のインダクタンス成分が影響し、高域での減衰特性を悪くさせます。

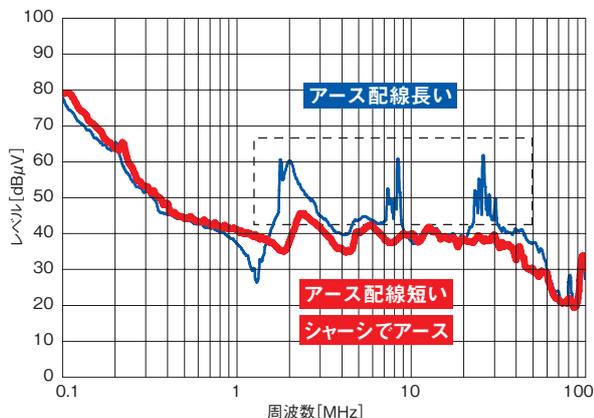


図3.1.1 アース配線による雑音端子電圧比較例

ノイズフィルタの金属シャーシでお客様の筐体へアース接続された場合も同様の効果が得られます。

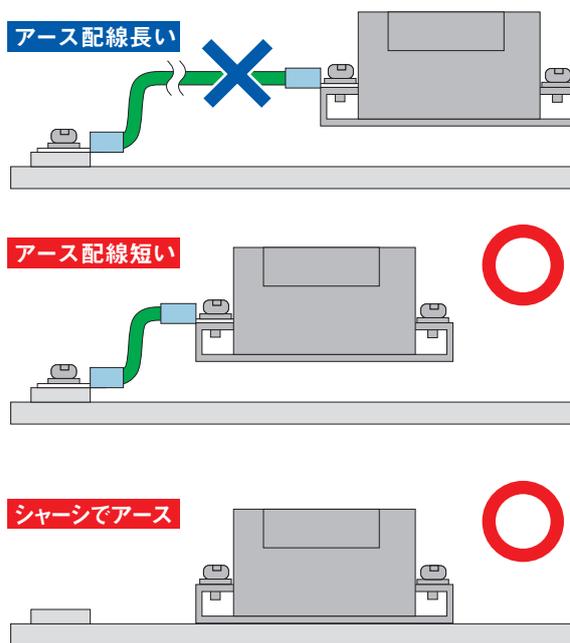


図3.1.2 アース配線の違い

2 入出力配線

フィルタの入出力配線は分離してください。入出力配線を結束したり、近づけて配線すると高周波ノイズ成分がフィルタをバイパスしてしまい、本来の減衰効果がなくなります。また入力線同士、出力線同士はツイストし配線するとノイズ低減に効果的です。

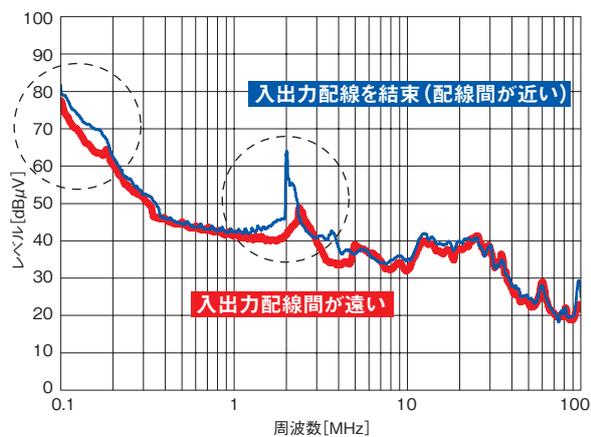


図3.2.1 入出力配線による雑音端子電圧比較例

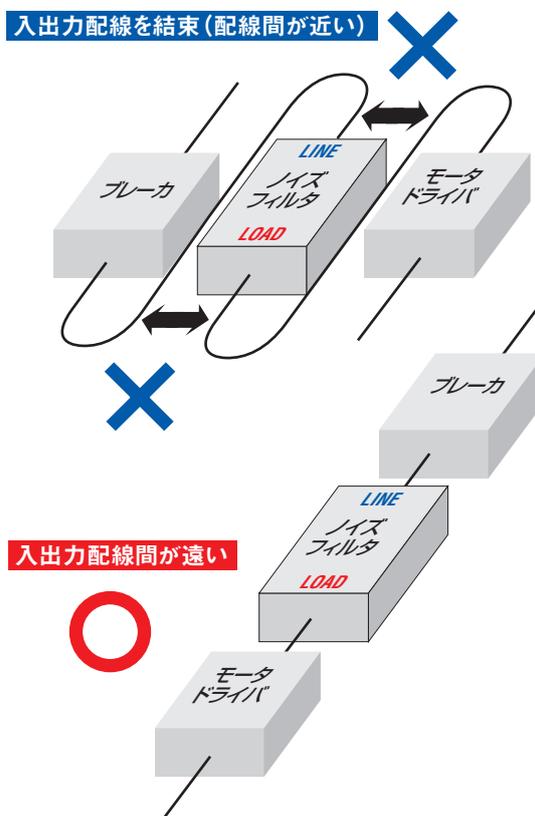


図3.2.2 入出力配線

4 ノイズ対策

1 入出力インピーダンスとフィルタ回路

ノイズ源と負荷の入出力インピーダンスによって、最適なフィルタ回路は異なります。一般的なノイズフィルタはLとCを組み合わせたローパスフィルタの構成です。狙いの減衰効果が得られない場合、ノイズ源や負荷のインピーダンスが影響している場合があります。

表4.1.1 入出力インピーダンスとフィルタの組合せ

		出力インピーダンス(Z_o)	
		高い	低い
入力インピーダンス(Z_i)	高い		
	低い		

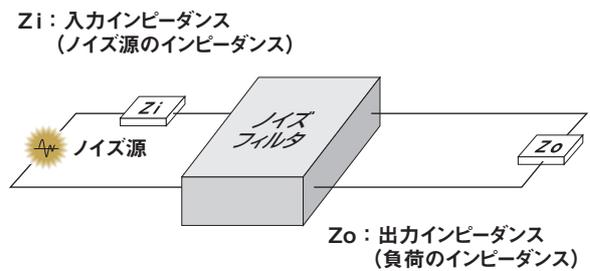


図4.1.1 フィルタ回路の入出力インピーダンス

2 ノイズフィルタの取り付け接続方向

一般的に入力側にLINE、負荷側にLOAD端子が接続されるよう配置しますが逆向きでも使用できます。ただし減衰効果に差が出る場合があります。

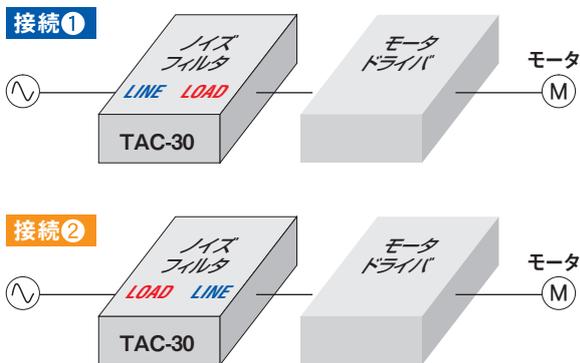


図4.2.1 ノイズフィルタ取り付け接続方向

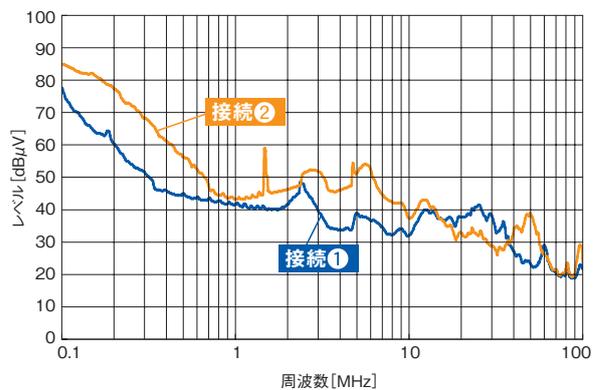


図4.2.2 取り付け接続方向による雑音端子電圧比較例

内部回路が対称型のフィルタ(NBC、TBCシリーズ)であれば、接続方向による差は出ませんが、非対称型(NAC、TACシリーズ)などの場合には差が出る場合があります。

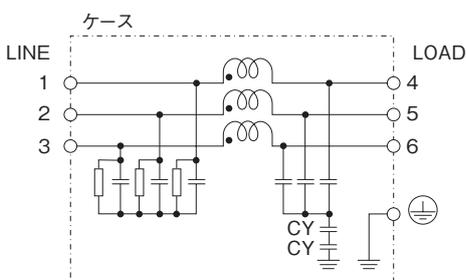


図4.2.3 TACシリーズ回路図 (回路が非対称)

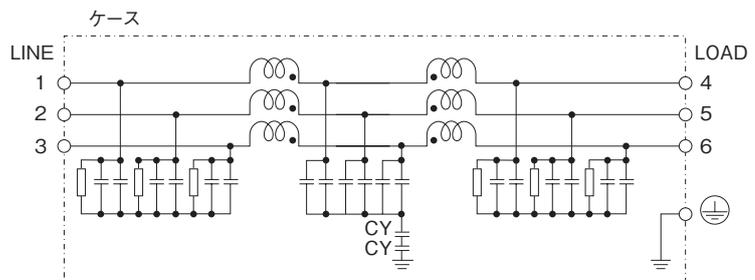


図4.2.4 TBCシリーズ回路図 (回路が対称)

CY:接地コンデンサ
≡:取付板

4 ノイズ対策

3 2台使用時の接続方向

1台のノイズフィルタでは減衰量が不足する場合には、2台を直列に接続することで減衰効果を高めることができます。ただし、漏洩電流や電圧降下が2台分になることに注意が必要です。

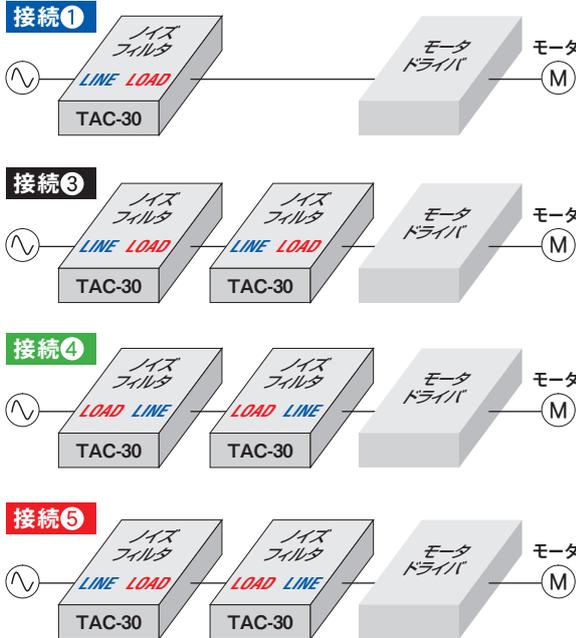


図4.3.1 ノイズフィルタ接続方向例

2台接続時も同様に方向によって減衰特性に差が出る場合があります。

図4.3.3に接続方向によるノイズフィルタの減衰特性比較(静特性)を示します。

図4.3.4に接続方向による実際のノイズ特性を示します。接続④では静特性データとは異なり、実機では減衰効果が得られていません。これは実機におけるノイズフィルタの入出力インピーダンスが静特性の条件と異なるため発生する現象です。

ノイズフィルタの接続を最適化するためには実機評価で実際のノイズレベルを見て判断する必要があります。

4 外付けコア

1台のノイズフィルタでは減衰量が不足する場合、外付けでコアを挿入することで減衰効果を高めることができます。挿入箇所がノイズフィルタのLINE側とLOAD側では減衰特性に差が出る場合があります。

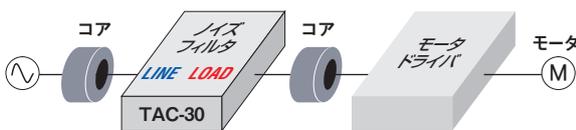


図4.4.1 外付けコア配置例

LINE側にコアを追加する場合、ノイズフィルタ内部のチョークコイルに対し十分に大きな値のインダクタンスが得られるコアが必要になります。LINE側に内部チョークコイルのインダクタンス値と同等性能以下のコアをただ入れるだけでは、ノイズ低減に大きな効果は得られません。

LOAD側に付けた場合にはT型フィルタの回路構成になるため、大きな減衰効果が得られます。

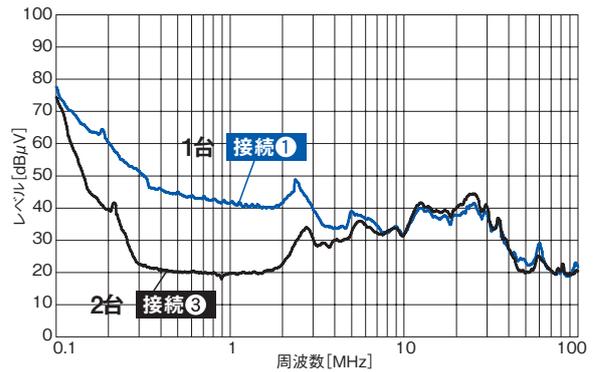


図4.3.2 接続台数による雑音端子電圧の比較例

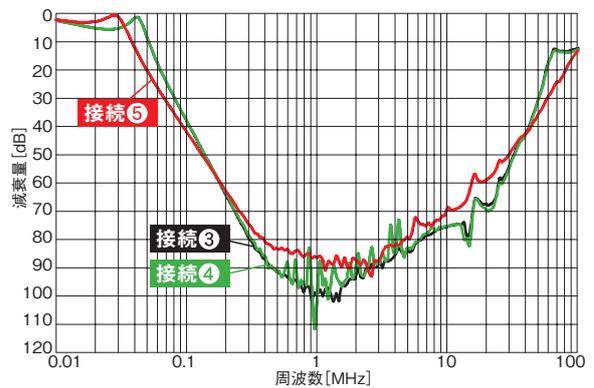


図4.3.3 接続方向による減衰特性比較(静特性)

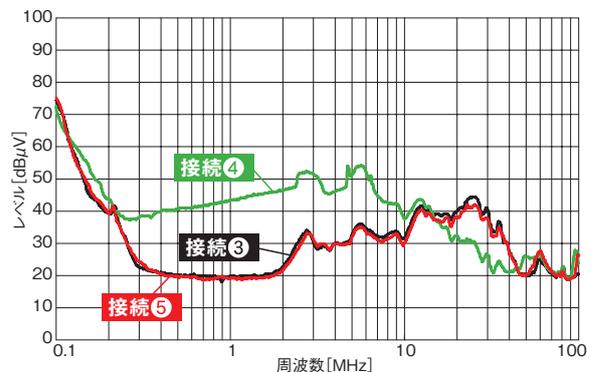


図4.3.4 接続方向による雑音端子電圧の比較例

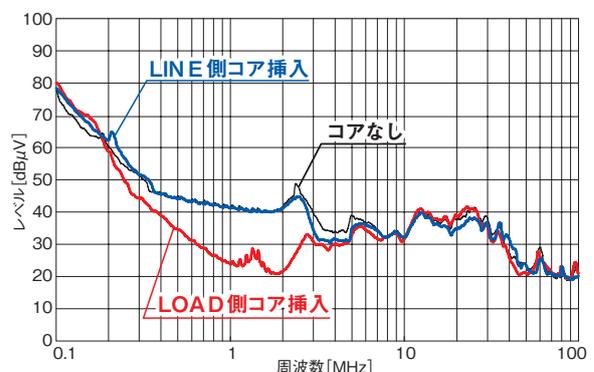


図4.4.2 外付けコア挿入箇所による雑音端子電圧の比較例

1 CEマーキングについて

EU圏内にて販売する機械や電気製品に対しては、安全や品質管理、環境破壊防止に適合していることを目的にCEマーキングを表示する義務がありますが、このCEマーキング表示には該当するEC指令に適合する必要があります。EC指令の中でも、一般的な機械製品に適用される項目（指令）を以下に示します。

a. 機械指令

部品の集合体で稼働部がある製品が対象となります（産業機器が中心）。

b. EMC指令

電波障害を発生するとみなされる電気・電子部品を有する機器及び電磁妨害により影響を受ける機器を対象としており、エミッション(EMI)とイミュニティ(EMS)の2つの項目が要求されます。

c. 低電圧指令

定格電圧がAC50-1000V、又はDC75V-1500Vの範囲で駆動する製品が対象となります。

ノイズフィルタ単体では上記に示した指令を含め該当するEC指令がないことから、製品にCEマーキングの表示はできません。

なお、当社AC入力タイプのノイズフィルタはEU圏内などへの製品流通を可能にするENECを取得し、製品に表示しております。

ENECを取得した部品は加盟国間で申請手続きを必要としないため、流通する国ごとの認証が不要であり、自由に流通させる事ができます。

2 雑音端子電圧 EN61000-6-4

伝導性エミッション(Conducted emission)

機器から電源ケーブルを通して外部へ伝わる妨害波の電圧をオープンサイト★または電波暗室★でLISN★を使用して測定します。

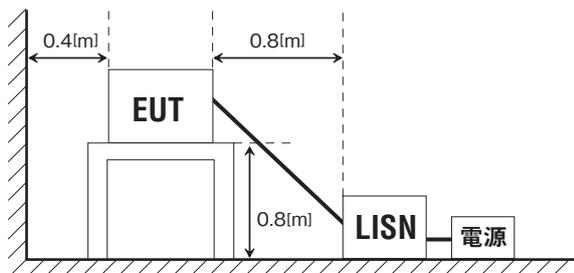


図5.2.1 雑音端子電圧測定配置例

★：用語説明資料に記載あり

3 放射電界強度 EN61000-6-4

放射電磁界エミッション(Radiated emission)

機器を動作させた際、機器から3[m]または10[m]離れた場所における電磁波の強度を規定周波数範囲で測定します。

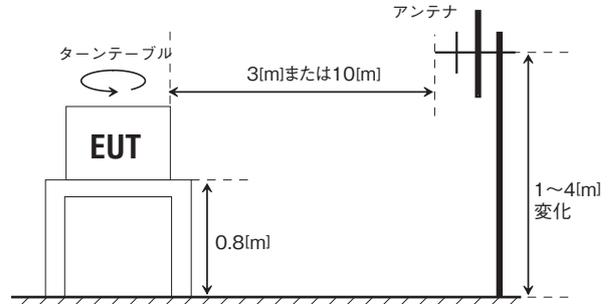


図5.3.1 放射電界強度測定配置例

4 電源高調波電流 EN61000-3-2

限度値-高調波電流エミッション限度値

(Limits-limits for harmonic current emissions)

入力電流を周波数分析し、それぞれの次数の高調波電流の値を確認します。

5 静電気放電 EN61000-4-2

静電気放電イミュニティ試験

(Electrostatic discharge immunity test)

静電気放電の影響（誤動作や半導体素子の破壊）を模擬するもので、接触放電と気中放電が適用されます。

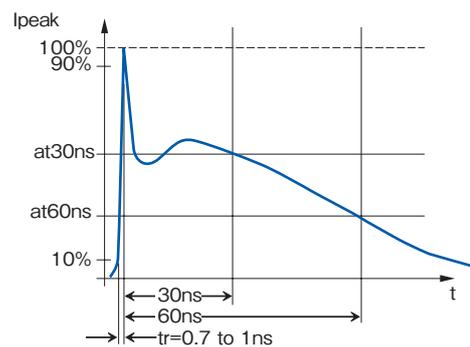


図5.5.1 放電電流波形

表5.5.1 印加レベル

レベル	指示電圧	最初の放置ピーク電流 (±10%) I _p	立上り時間	30nsでの電流値 (±30%)	60nsでの電流値 (±30%)
1	2kV	7.5A	0.7~1ns	4A	2A
2	4kV	15A	0.7~1ns	8A	4A
3	6kV	22.5A	0.7~1ns	12A	6A
4	8kV	30A	0.7~1ns	16A	8A

6 無線周波数放射電磁界 EN61000-4-3

放射、無線周波数、電磁界イミュニティ
(Radiated radiofrequency, electromagnetic field immunity test)
機器が電磁波にさらされた時、その影響を受けた場合のイミュニティを確認します。

7 ファーストランジェント/バースト EN61000-4-4

電氣的ファーストランジェント/バースト イミュニティ試験
(Electrical fast transient/burst immunity test)
接点での放電で発生するようなエッジをもつパルスのバースト波をケーブルに注入しイミュニティを確認します。

8 サージ EN61000-4-5

サージイミュニティ試験 (Surge immunity test)
規定のサージを注入し、サージに対するイミュニティを確認します。

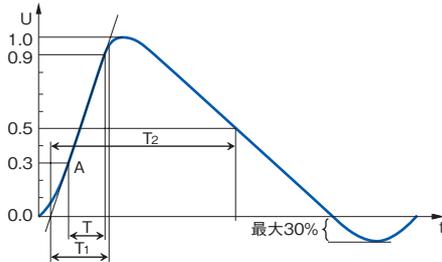


図5.8.1 電圧サージ波形の例

表5.8.1 レベル

レベル	開回路試験電圧 ±10% [kV]
1	0.5
2	1.0
3	2.0
4	4.0
X	special

9 無線周波数伝導妨害 EN61000-4-6

無線周波数で誘導された伝導妨害に対するイミュニティ
(Immunity to conducted disturbances, induced by radio frequency fields)
電磁波がケーブルを通して機器に入ることによるイミュニティを確認します。

10 商用周波数磁界 EN61000-4-8

商用周波数磁界不活性態試験
(Power frequency magnetic field immunity test)
入力線や動力配線を流れる商用周波数電流により発生した磁界に対するイミュニティを確認します。

11 電圧ディップ/瞬停 EN61000-4-11

電圧ディップ、停電及び電圧変動イミュニティ試験
(Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests)
短時間の電圧低下や電圧が0になる停電のあと、装置が正常な動作をすることを確認します。

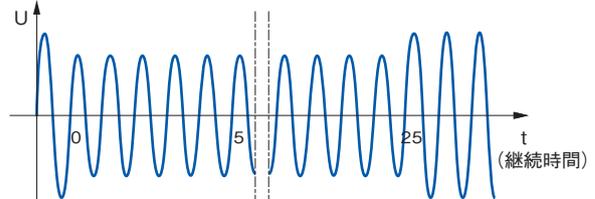


図5.11.1 電圧ディップ波形の例

12 ノイズの単位

1 [μV] を基準とし、[dB] 表示します。
1 [μV] を 0 [dB μV] とします。
例えば、1 [V] は

$$20 \text{Log}_{10} \frac{1}{1 \times 10^{-6}} = 120 [\text{dB } \mu\text{V}]$$

10 [V] ⇒ 140 [dB μV]
100 [V] ⇒ 160 [dB μV]
1000 [V] ⇒ 180 [dB μV]

13 検波方式

a. 尖頭値検波 (PK: Peak)

検波出力波形のピークの高さを検出します。

b. 準尖頭値検波 (QP: Quase Peak)

充放電時の時定数を持った回路を通し検出します。
準尖頭値は、尖頭値と平均値の中間的な値になります。
ノイズの持続時間が長い場合や頻度が高い時に測定結果が高くなる検波方法です。

c. 平均値検波 (AV: Average)

検波出力の平均を検出します。

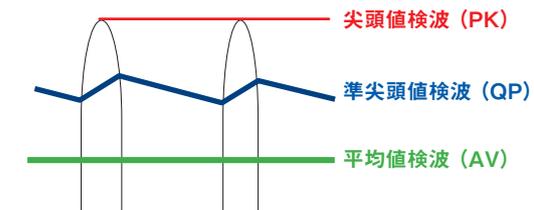


図5.13.1 検波方式と測定レベルの関係

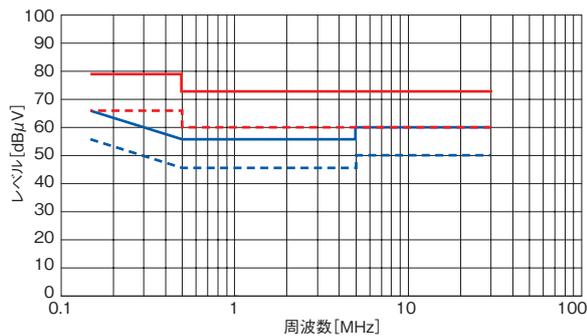
14 雑音端子電圧、放射電界強度の限度値（抜粋）

レベル：単位 [dB μV]

試験項目	規格	EN61000-6-3	EN61000-6-4	EN55011			EN55022		EN60601-1-2			EN50370-1		
				グループ1★										
	分類	共通規格	共通規格	製品群規格			製品群規格		製品群規格			製品群規格		
	製品	-	-	ISM機器★			情報処理装置 (ITE機器)		ISM機器 (医療機)			工作機械		
使用環境	Class B	Class A	Class B	Class A	Class B	Class A	Class B	Class A	Class B	Class A	Class B	Class A	Class A	
雑音端子電圧	QP	0.15~0.5MHz	66~56	79	66~56	79	100	66~56	79	66~56	79	100	79	100
		0.5~5MHz	56	73	56	73	86	56	73	56	73	86	73	86
		5~30MHz	60	73	60	73	90-73	60	73	60	73	90~73	60	90~70
	AV	0.15~0.5MHz	56~46	66	56~46	66	90	56~46	66	56~46	66	90	66	90
		0.5~5MHz	46	60	46	60	76	46	60	46	60	76	60	76
		5~30MHz	50	60	50	60	80-60	50	60	50	60	80~60	60	80~60
放射電界強度	10m法	30~230MHz	30	40	30	40	50	30	40	30	40	50	40	50
		230MHz~1GHz	37	47	37	47	50	37	47	37	47	50	47	50
	30m法	30~230MHz	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		230MHz~1GHz	-	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

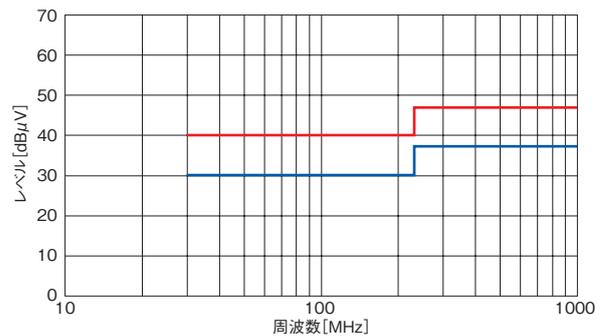
★：用語説明資料に記載あり

(2011年11月現在)



— EN55011 ClassA QP (グループ1)
 - - - EN55011 ClassA AV (グループ1)
 — EN55011 ClassB QP (グループ1)
 - - - EN55011 ClassB AV (グループ1)
 (EN55013、EN55014-1、EN55022、EN60601-1も同様)

図5.14.1 雑音端子電圧限度値グラフ



— ClassB
 — ClassA

図5.14.2 放射電界強度限度値グラフ

15 EMC試験関連の用語

★EUT

Equipment Under Test:試験状態にさらされる機器で、被試験機器または供試機器のことです。

★イミュニティ試験

EUTの電磁妨害に対する耐性を評価する試験です。

★エミッション試験

EUTから放射される電磁妨害の強度が限度値を超えないかどうかを評価する試験です。

★オープンサイト

EMC計測などに使用する、屋外に設けられた実験設備をいいます。

★電波暗室

電磁的に隔離された環境を作り出すために用いられる設備で、内部は電波反射防止処理がほどこされています。

★CISPR

IECの特別委員会で、無線障害の原因となる妨害波に関し、許容値と測定法などの規格を統一する目的で設立され、EMC (Electro Magnetic Compatibility) 電磁環境両立性の規格作成委員会があります。

★EN55011のグループ1、グループ2

グループ1：研究所、医療、および科学用機器
(例・・・周波数カウンタ、スペクトラム・アナライザ、スイッチング電源、計量器など)
グループ2：工業用誘導加熱装置、誘電加熱装置、工業用マイクロウェーブ加熱装置、家庭用電子レンジ、医療機器、スパーク侵食装置、およびスポット・ウェルダ。

★ISM 装置

Industrial, Scientific and Medical radio-frequency equipment：工業、科学、及び医療用無線周波装置のことです。

★LISN

Line Impedance Stabilization Network：電源インピーダンス安定化回路網

EUTから電源を見たインピーダンスを管理しながら、ノイズの成分を測定器に伝える装置です。AMN(Artificial Mains Network：疑似電源回路網)とも呼ばれます。

6 補足

1 世界の電源電圧

 中華人民共和国	単相2線220V	3相4線380V
 台湾	単相2線110V、220V	3相4線380V
 インド	単相2線230V、240V	3相4線400V、415V
 インドネシア	単相2線220V	3相4線380V
 日本	単相2線100V、200V	3相3線200V
 韓国	単相2線110V、220V	3相3線200V 3相4線380V
 フィリピン	単相2線220V、230V、240V	3相3線480V
 シンガポール	単相2線230V	3相4線400V
 タイ	単相2線220V	3相4線380V
 マレーシア	単相2線240V	3相4線415V
 エジプト	単相2線220V	3相4線380V
 サウジアラビア	単相2線127V、220V	3相4線380V
 オーストラリア	単相2線240V	3相4線415V
 ニュージーランド	単相2線230V、240V	3相4線400V、415V
 オーストリア	単相2線230V	3相4線400V
 フランス	単相2線230V	3相4線400V
 ドイツ	単相2線230V	3相4線400V
 イギリス	単相2線240V	3相4線415V
 オランダ	単相2線230V	3相4線400V
 イタリア	単相2線220V	3相4線380V
 スペイン	単相2線127V、220V	3相4線380V
 スイス	単相2線230V	3相4線400V
 ロシア(旧ソ連諸国)	単相2線127V、220V	3相4線380V
 アメリカ合衆国	単相2線120V、265V、277V 単相3線115/230V、120/240V、240/480V	3相4線208V、460V、480V
 ブラジル	単相2線127V	3相4線220V