

エミフィル[®]による ノイズ対策

応用の手引きI

Innovator in Electronics

muRata

村田製作所

No. TE04JA-1.pdf

はじめに

電子機器の普及が進み、近接した場所で多くの電子機器が使われるようになるにつれ、ノイズ干渉の問題がクローズアップされてきています。

また多くの電子機器にデジタル技術の応用が進み、ノイズ問題をいっそう深刻なものとしてみえています。この傾向は今後も進み、ノイズ防止技術は電子機器を製作する上でなくてはならない基本技術となると考えられます。

このテキストでは、関係技術者の方がこのノイズ問題に対処していただけるよう、フィルタによるノイズ対策について、できる限り応用のきくご理解がいただけるよう基本的な内容も含めてまとめてみました。

目 次

1. ノイズ対策の必要性.....	1
1.1. ノイズ障害の発生条件とノイズ問題の今後の見通し.....	1
1.2. エミッション対策とイミュニティ対策.....	2
1.3. ノイズ規制.....	3
2. ノイズの伝導経路とノイズ対策法の基本.....	4
2.1. ノイズ対策の基本.....	4
2.2. EMIフィルタによるノイズ対策法の分類.....	6
3. ローパスフィルタによるノイズ対策法.....	7
3.1. 代表的なフィルタ.....	7
3.2. 挿入損失特性の測定法.....	8
3.3. ローパスフィルタ.....	9
3.4. 残留インダクタンスによるコンデンサの特性劣化.....	12
3.5. 代表的なコンデンサの特性.....	15
3.6. コンデンサの高周波特性の改善.....	17
3.7. 等価直列抵抗によるコンデンサの特性劣化.....	20
3.8. インダクタの特性劣化の原因と改善法.....	21
3.9. フェライトビーズインダクタとは.....	23
3.10. チップフェライトビーズインダクタの構造.....	24
3.11. フェライトビーズインダクタのインピーダンス特性の傾きの影響.....	25
4. その他のフィルタ.....	26
4.1. コモンモードチョークコイル.....	26
4.2. バリスタ.....	31

1. ノイズ対策の必要性

1.1. ノイズ障害の発生条件とノイズ問題の今後の見通し

ノイズ障害の発生条件と ノイズ問題の今後の見通し

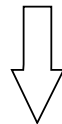
1

ノイズ障害発生条件

- A：ノイズを出すものがあること
- B：ノイズの影響を受けるものがあること
- C：上記(A)(B)がそれぞれ1個以上
互いに影響を受け合う空間内に
存在すること

ノイズ問題の今後の見通し

互いに影響を受け合う空間内での
電子機器の使用密度が上がる



A：ノイズの発生がより少ない電子機器
B：ノイズの影響をより受けにくい電子機器
が要求される

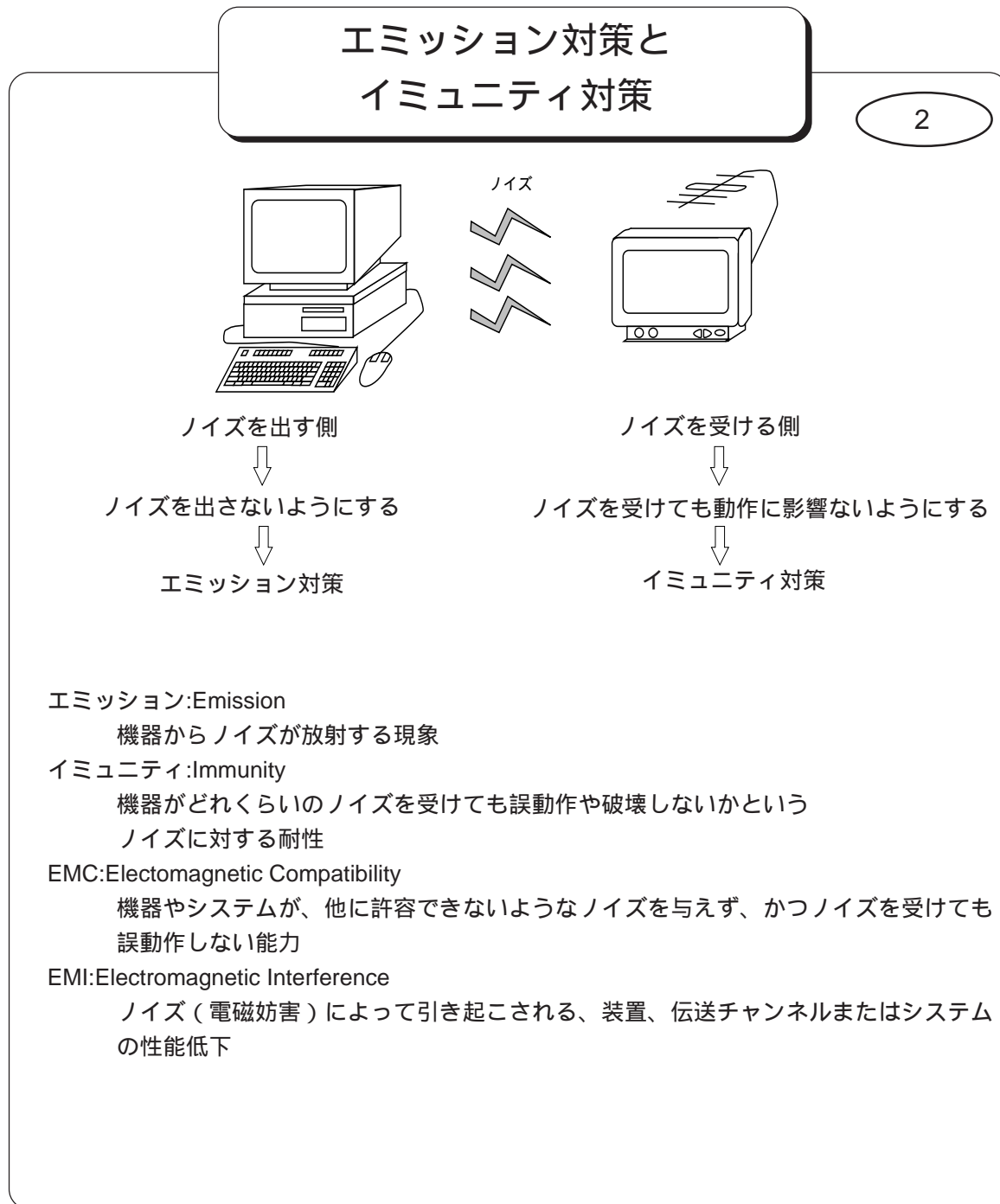
電子機器の普及は、我々の生活を快適にし、いまや欠かせないものとなっています。電子機器のノイズ障害による誤動作（性能低下）や破壊は、場合によっては人命が危険にさらされることとなるため、ノイズ障害を未然に防ぐことは今や社会的義務といっても過言ではありません。

しかしながら、互いに影響を受け合う空間内で電子機器の数が増えるにつれ、ノイズ障害が発生する確率が高くなります。そのため、ノイズの発生がより少なく、また、ノイズの影響をより受けにくい電子機器が求められています。

【メモ】

1. ノイズ対策の必要性

1.2. エミッション対策とイミュニティ対策



機器からノイズを出さないようにすることを、エミッション対策といいます。エミッションとは機器からノイズを放出する現象を指します。ノイズの影響を受けないようにすることを、イミュニティ対策といいます。イミュニティとは、機器がどれくらいのノイズを受けても誤動作（性能の低下）や破壊しないかというノイズに対する耐性を指します。ノイズに対してどれくらい影響を受けるかという、ノイズに対する感受性を指す EMS（Electromagnetic susceptibility）という言葉もありますが、エミッションの対語としては、一般的にはイミュニティが使われています。

EMC（Electromagnetic Compatibility）とは機器やシステムが、他に許容できないノイズを与えず、かつノイズを受けても誤動作しない能力を指します。EMI（Electromagnetic Interference）とは、EMCが満足されていないためノイズ（電

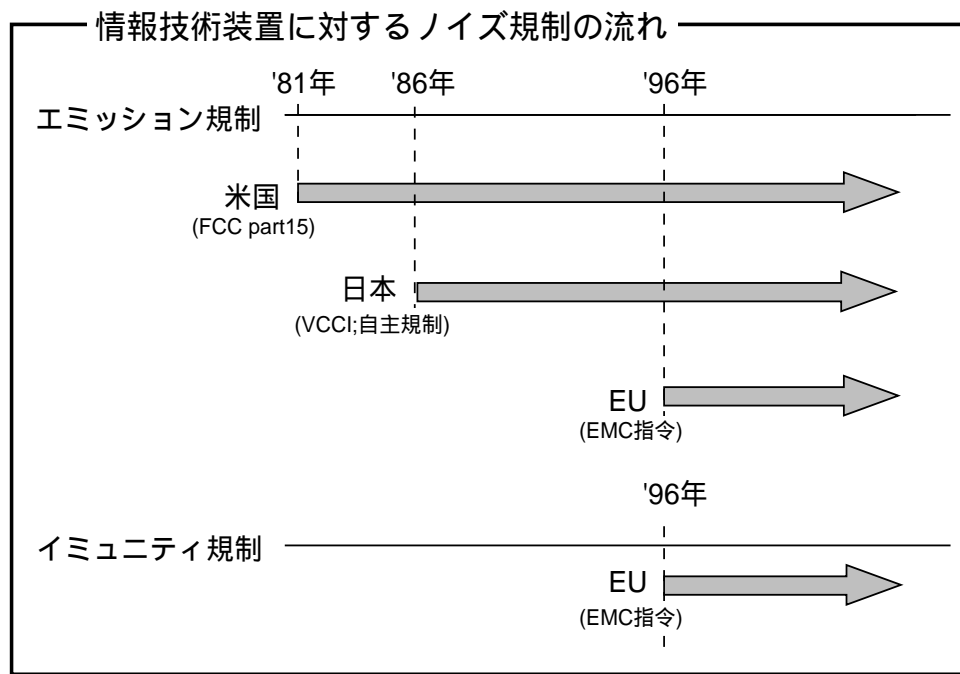
磁妨害）によって引き起こされる装置、伝送チャンネルまたはシステムの性能低下を指します。

1. ノイズ対策の必要性

1.3. ノイズ規制

ノイズ規制

3

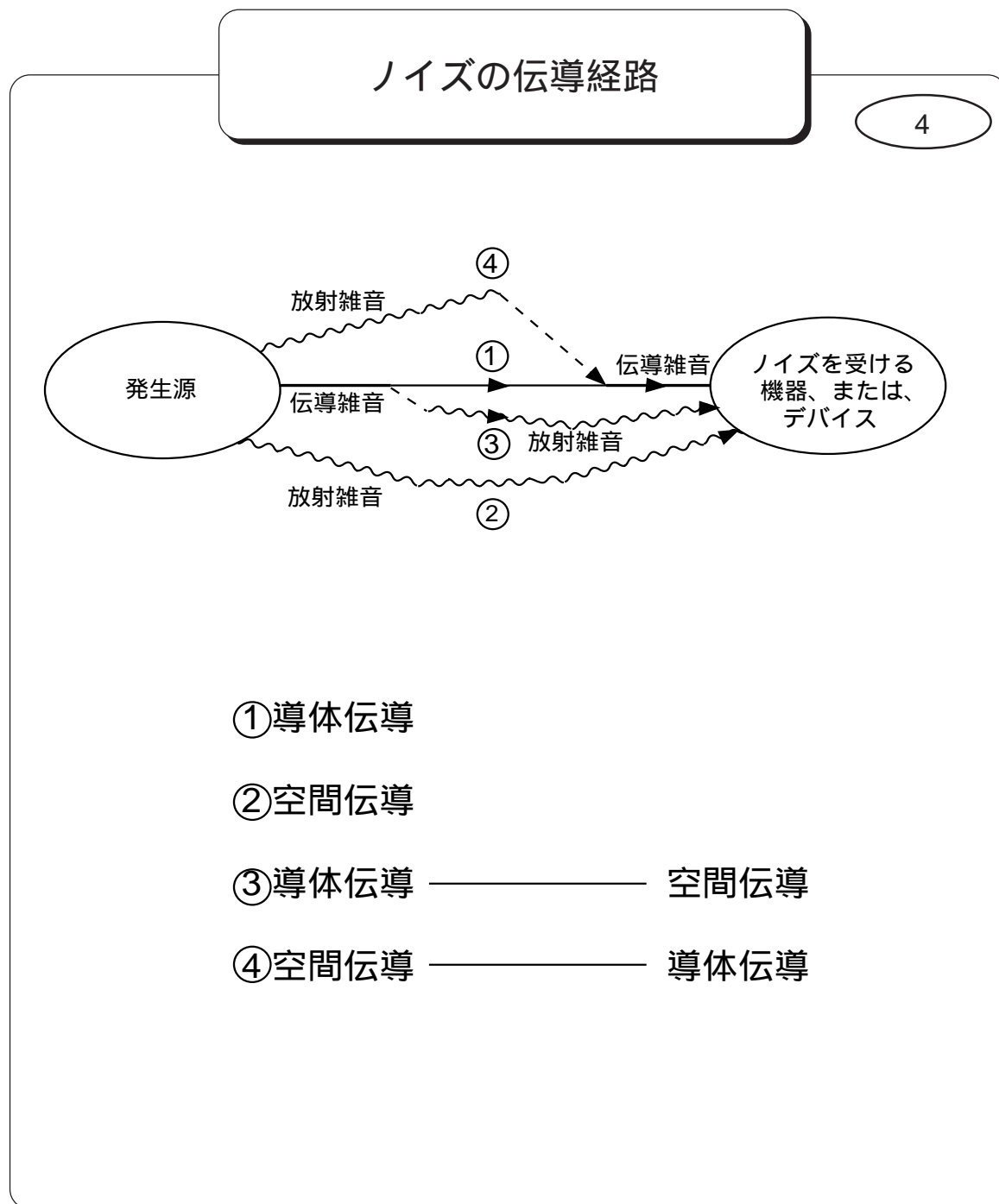


ノイズに関する規制は、実に多くの国で実施されています。これらの規制は、ほとんどが法律であるため、満足しない機器はその国で販売できません。これまでの規制は、ノイズを放出しないようにするエミッション規制がほとんどでしたが、ノイズを受けても誤動作しない（性能低下しない）ことを定めたイミュニティ規制も広がりつつあります。

【メモ】

2. ノイズの伝導経路とノイズ対策法の基本

2.1. ノイズ対策の原理



ノイズは発生源から導体伝導したり、電波となって空間伝導したりして、非常に複雑な経路を通りノイズの影響を受ける機器に到達します。そのため、ノイズ対策に当たっては、まず、ノイズの伝導経路を調査します。

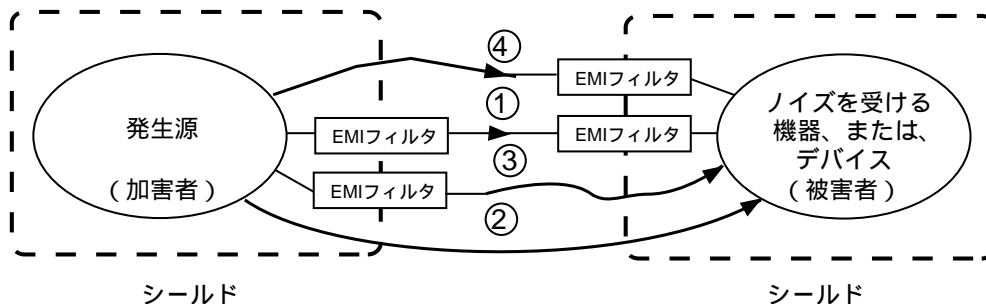
【メモ】

2. ノイズの伝導経路とノイズ対策法の基本

2.1. ノイズ対策の原理

ノイズ対策法の基本

5



	(加害者側 での対策)	(被害者側 での対策)
①導体伝導……………	EMIフィルタ	EMIフィルタ
②空間伝導……………	シールド	シールド
③導体伝導→空間伝導……	EMIフィルタ	シールド
④空間伝導→導体伝導……	シールド	EMIフィルタ

ノイズ対策を行うにはどこでノイズが発生し、どのように伝導しているかを把握しなければなりません。この初期調査が不十分だと、対策がうまくいかないとき、対策法が悪いのか、対策箇所が悪いのか判断できないためです。

ノイズ対策の基本的な考え方としては、導体伝導するノイズはEMIフィルタで、空間伝導するノイズはシールドにより対策します。

【メモ】

EMIフィルタによる ノイズ対策法の分類

6

ノイズの種類	EMIフィルタによるノイズ対策法
高周波ノイズ (信号の高調波等)	信号と周波数分布が異なるノイズをEMIフィルタにより抑制する
コモンモードノイズ (信号やGNDなどのラインの種類に関係なく全てのラインを同じ向きで伝導するノイズ)	信号とノイズの伝導の仕方(モード)の違いを利用して、ノイズをEMIフィルタで抑制する。
高電圧サージ (静電サージ、接点サージ等)	回路に入力された高電圧サージの電圧を、非線形抵抗体(バリスタ)で抑制する。

EMIフィルタによりノイズ抑制するには、大きく分けて以下の三手段があります。

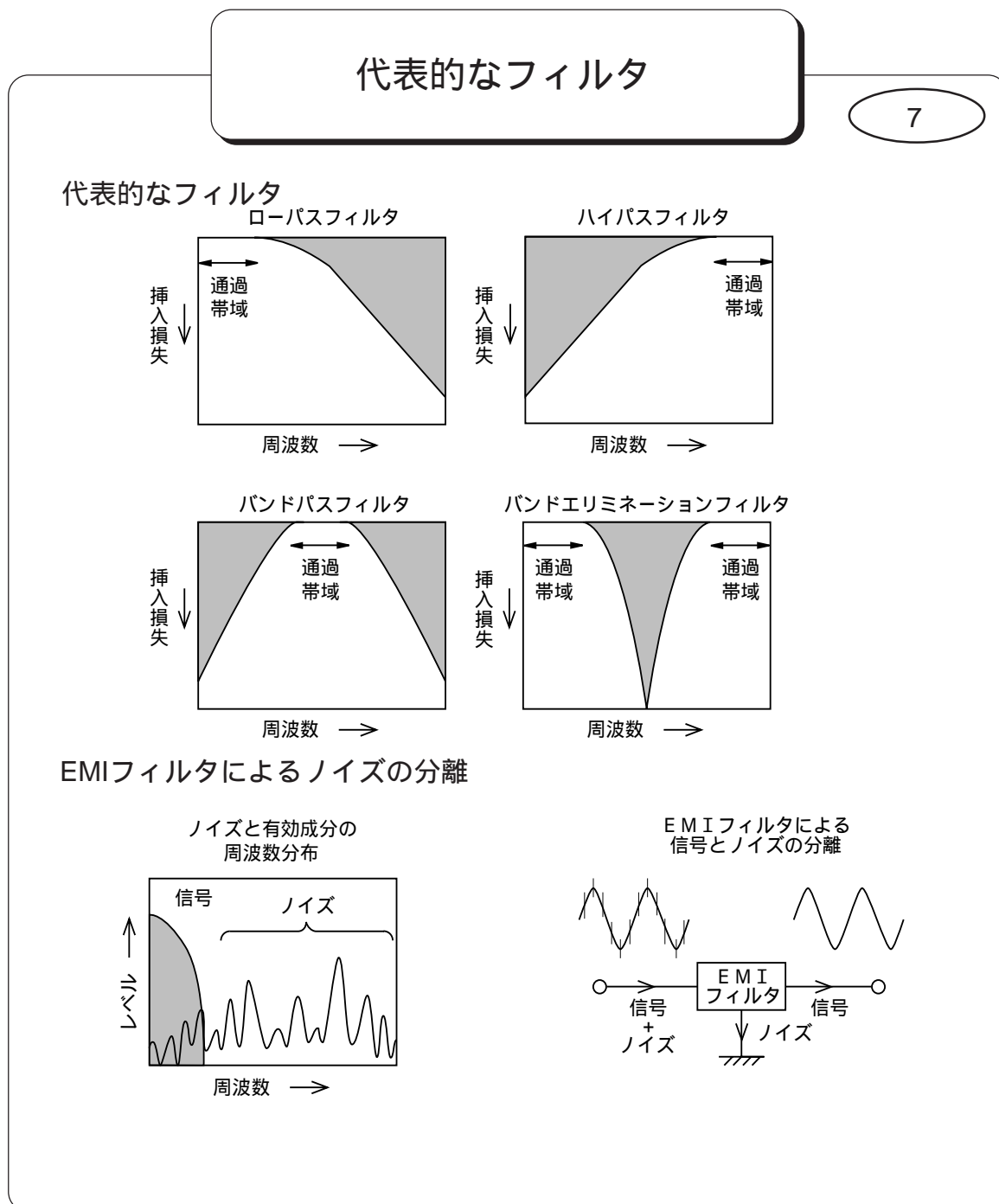
【メモ】

1. 信号と周波数分布が異なるノイズをEMIフィルタにより抑制する。
2. ノイズと信号が伝導するモードの違いを利用して、ノイズをEMIフィルタで抑制する。
3. 高電圧サージのノイズを、非線形抵抗体(バリスタ)で抑制する。

このテキストでは、これらのEMIフィルタの働きなどについて紹介します。

3.ローパスフィルタによるノイズ対策法

3.1.代表的なフィルタ



必要な信号を取り出すフィルタとしては、大きく分けて以下の四種類あります。

ローパスフィルタ(LPF;Low Pass Filter)

：ある周波数以下の信号を通すフィルタ（ある周波数以上の信号は通さないフィルタ）

ハイパスフィルタ(HPF;High Pass Filter)

：ある周波数以上の信号を通すフィルタ

バンドパスフィルタ(BPF;Band Pass Filter)

：ある周波数範囲の信号を通すフィルタ

バンドエリミネーションフィルタ

(BEF;Band Elimination Filter)

：ある周波数範囲の信号を通さないフィルタ

ては、ある周波数以下は通し、ある周波数以上は通さないローパスフィルタが一般的に使用されます。

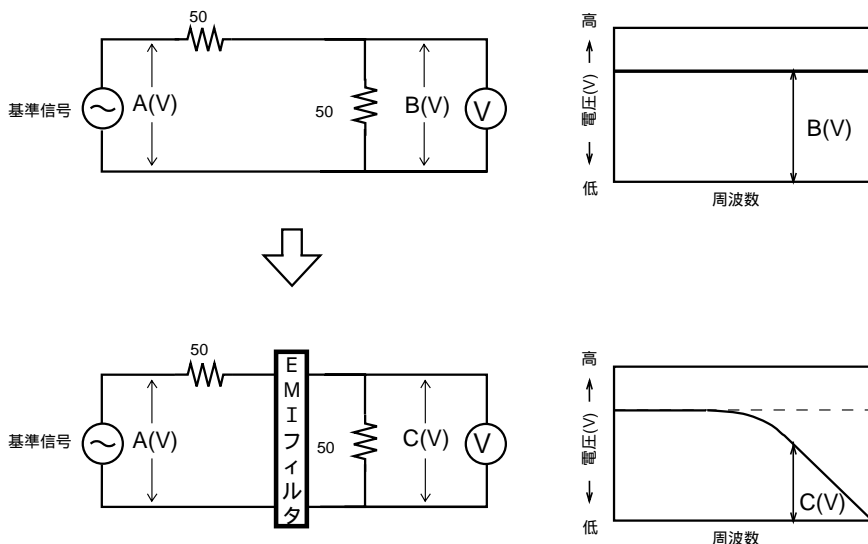
電子機器から発生するノイズのほとんどは、回路の信号より高い周波数であることが多いため、EMIフィルタとし

挿入損失特性の測定法

8

MIL STD-220による挿入損失測定法・・・入出力インピーダンス50Ωで測定

a)挿入損失の測定回路



b)挿入損失導出の式

$$\text{挿入損失} = 20 \log \frac{B}{C}$$

c)dBと電圧比の関係

	(電圧比)	(例)
0	1	1(V)
20	1/10	0.1(V)
40	1/100	0.01(V)
60	1/1,000	1(mV)
80	1/10,000	0.1(mV)
100	1/100,000	0.01(mV)

挿入損失 (dB) → 周波数

EMI フィルタのノイズ除去性能は、MIL STD-220 により規定された挿入損失で測定します。フィルタありとなしで、負荷両端の電圧を測定し、上図中の式により導出します。挿入損失の単位はdB（デシベル）で表され、例えば挿入損失20dBの場合、ノイズの電圧は1/10に減少することを意味します。

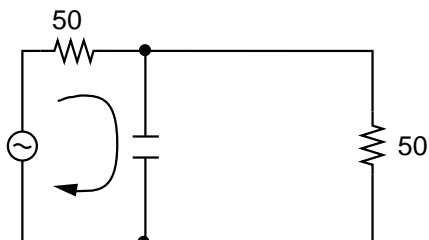
なお、この測定は入出力インピーダンスが50Ω（50系）で測定しますが、実際の回路インピーダンスは50系ではないため、実際のフィルタの効果は異なりますので、注意して下さい。

【メモ】

ローパスフィルタ

9

1.コンデンサ



コンデンサ

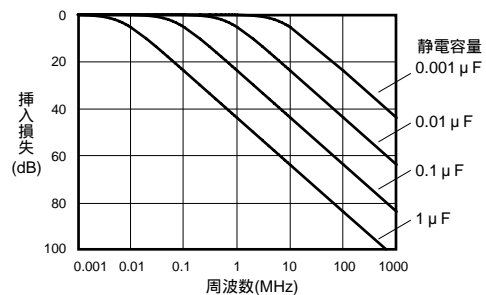


$$|Z| = \frac{1}{2\pi fC}$$

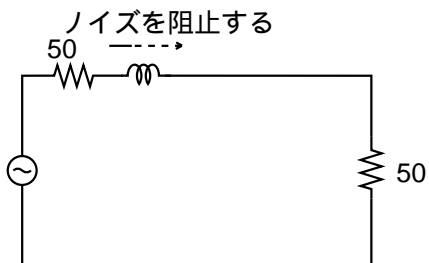
$|Z|$:インピーダンス()
 f :周波数(Hz)
 C :静電容量(F)

カタログでの性能の表し方

挿入損失



2.インダクタ



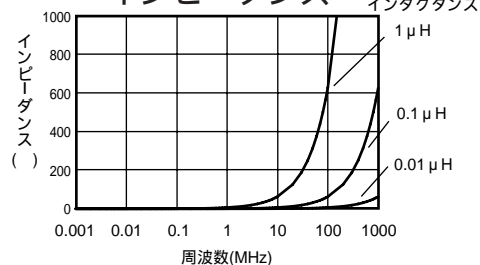
コイル



$$|Z| = 2\pi fL$$

$|Z|$:インピーダンス()
 f :周波数(Hz)
 L :インダクタンス(H)

インピーダンス



ローパスフィルタの最も基本的な構成は、以下の二通りです。

- 1.信号ラインとGNDライン間にコンデンサを取り付ける。
 (コンデンサのインピーダンスは、周波数が高いほど低くなるため、ノイズはグラウンドへバイパスされます)
- 2.信号ラインと直列にインダクタ(コイル)を取り付ける。
 (インピーダンスが高くなるため、信号ラインへ流れるノイズが阻止されます。)

【メモ】

3.ローパスフィルタによるノイズ対策法

3.3.ローパスフィルタ

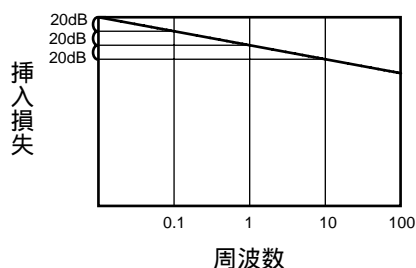
フィルタの構成・定数と挿入損失

10

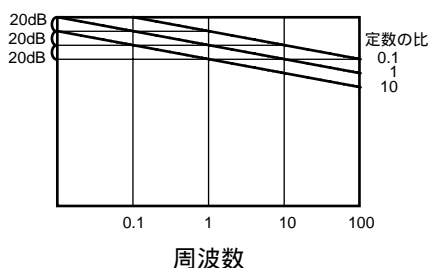
フィルタの定数（静電容量値、インダクタンス）を変更

フィルタの素子数を増加

コンデンサ
挿入損失
コイル

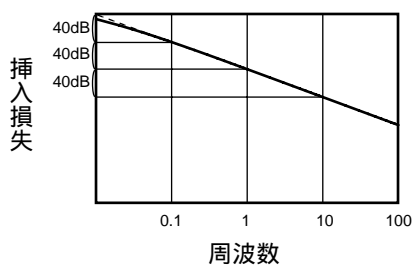


挿入損失

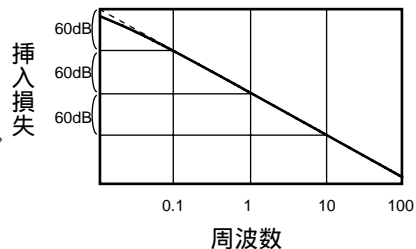


フィルタの定数を10倍にすると、挿入損失は傾き変わらず、全周波数で20dBずつ増加する。

L型
挿入損失
L型



型
挿入損失
T型



フィルタの定数を1素子増やすことに、挿入損失は傾きが20dB/div ずつ大きくなる。

フィルタの挿入損失はEMIノイズが問題となるような周波数帯では、周波数が10倍になるにつれ、20dBずつ増加します。

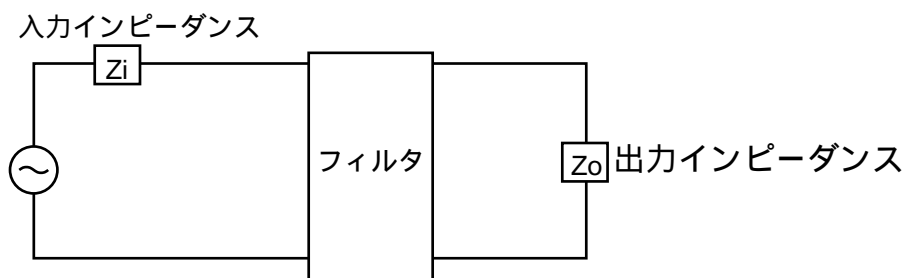
フィルタの定数（コンデンサの静電容量やインダクタのインダクタンス）を増やした場合は、その定数を10倍するにつれ20dBずつ増加します。

挿入損失の傾きを増やすには、フィルタを組み合わせます。

回路の入出力インピーダンスとフィルタの選択基準

11

		出力インピーダンス(Z_o)	
		High	Low
入力インピーダンス(Z_i)	High	 コンデンサ	 L 型
	Low	 L 型	 コイル T 型



フィルタの効果は、入出力インピーダンスにより異なる

前述したように、挿入損失は50 Ωで測定しますが、実際の回路は50 Ω系でないため、EMIフィルタの効果は取り付け回路のインピーダンスにより異なります。

一般的にはインピーダンスが高い回路ではコンデンサが、インピーダンスが低い回路ではインダクタの方が効率よくノイズを抑制します。

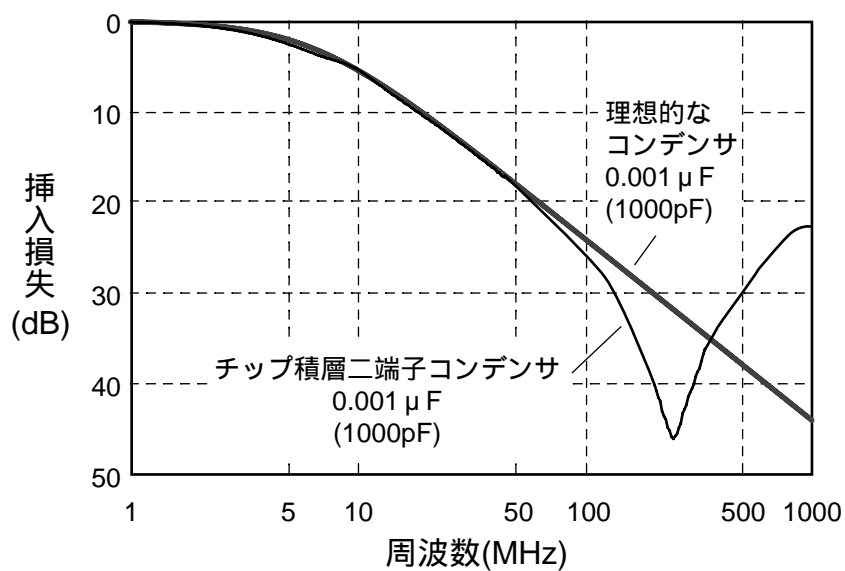
【メモ】

3.ローパスフィルタによるノイズ対策法

3.4.残留インダクタンスによるコンデンサの特性劣化

コンデンサの理想特性

12



この節からはコンデンサ型のEMIフィルタの必要性や性能について紹介します。

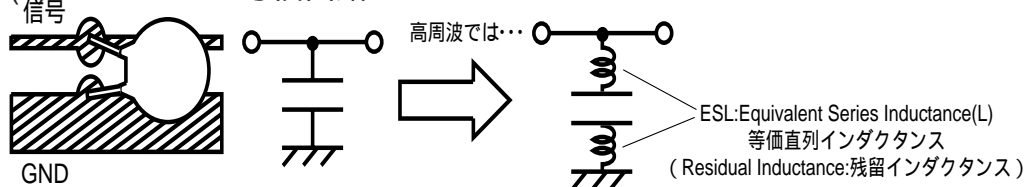
【メモ】

理想的なコンデンサの場合は周波数が高くなるにつれ、挿入損失が大きくなります。しかしながら、現実のコンデンサの場合、ある周波数（自己共振周波数）を境に、挿入損失は減少していきます。

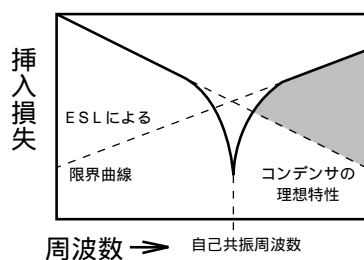
現実のコンデンサの 特性劣化の要因(1)

13

(a)コンデンサの等価回路



(b)残留インダクタンスの影響



自己共振周波数

自らの容量成分やインダクタンス成分等によって、共振する周波数。
つまり、コンデンサ自身のインピーダンスが0となる周波数。

$$j2\pi fL + \frac{1}{j2\pi fC} = 0 \quad \text{より}$$

f ; 共振周波数

C ; 静電容量

L ; 残留インダクタンス

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

現実のコンデンサの挿入損失がある周波数（自己共振周波数）を境に減少する理由は、容量成分と直列に、リード線やコンデンサの電極パターンなどによる残留インダクタンスが存在するためです。

周波数が高くなるにつれ容量成分のインピーダンスは低くなりますが、容量成分と直列に存在するインダクタのインピーダンスが大きくなります。そのため、グラウンドへバイパスされようとするノイズが残留インダクタンスにより阻止され始めるため、挿入損失が減少していきます。この挿入損失が減少を始める周波数を自己共振周波数といいます。

【メモ】

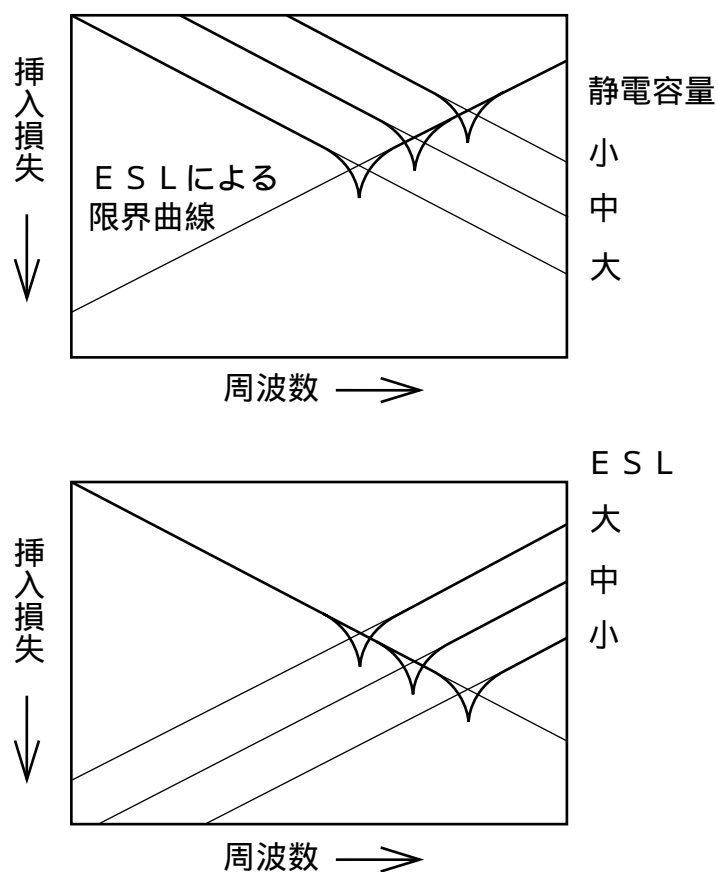
静電容量・残留インダクタンスによる インサージョンロス特性の変化

14

静電容量値を大きくしても小さくしても、自己共振点より上の
周波数では挿入損失は変わらない



高周波域では自己共振周波数の高い、すなわち残留インダクタ
ンス(ESL)の小さいコンデンサを選択しなければならない。

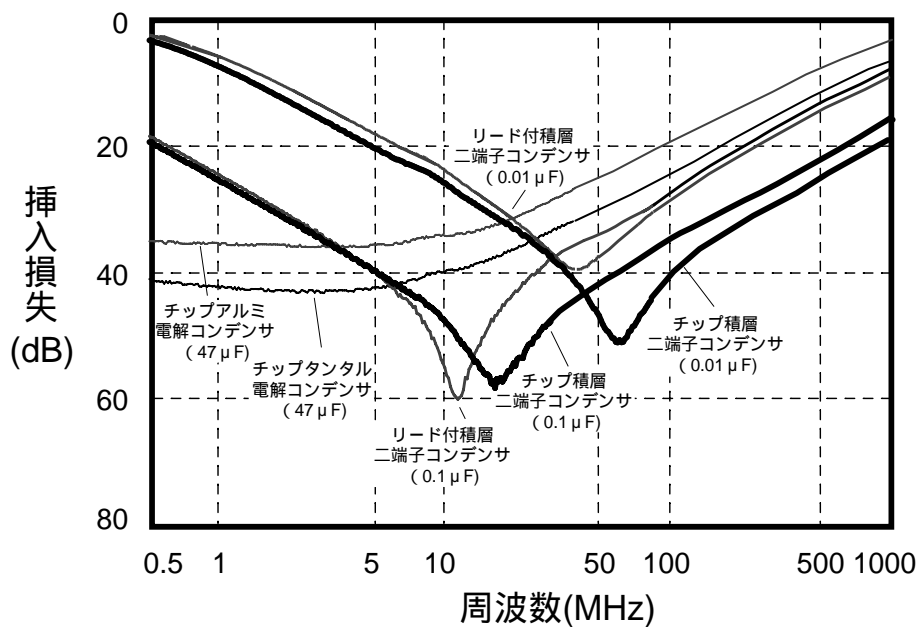


残留インダクタンスが同じ場合、コンデンサの静電容量
値を大きくしても小さくしても、自己共振周波数以上では
挿入損失は変わりません。そのため、自己共振周波数を越
えるようなノイズをさらに抑制したい場合は、静電容量値
を変更するのではなく、自己共振周波数の高いコンデンサ、
すなわち残留インダクタンスが小さいコンデンサを選択す
る必要があります。

【メモ】

代表的な二端子コンデンサの 挿入損失特性

15



上図は、代表的なコンデンサの挿入損失を測定した例です。リード付コンデンサのリード線は1mmに切断し、測定しました。

【メモ】

代表的なコンデンサのESL

16

コンデンサの種類	残留インダクタンス(ESL)
リード付き円板コンデンサ (0.01 μ F)	3.0nH
リード付き円板コンデンサ (0.1 μ F)	2.6nH
リード付き積層コンデンサ (0.01 μ F)	1.6nH
リード付き積層コンデンサ (0.1 μ F)	1.9nH
チップ積層コンデンサ (0.01 μ F:サイズ2.0×1.25×0.6mm)	0.7nH
チップ積層コンデンサ (0.1 μ F:サイズ2.0×1.25×0.85mm)	0.9nH
チップメタライズドポリエステル フィルムコンデンサ (0.01 μ F:サイズ4.8×3.5×1.5mm)	0.9nH
チップアルミ電解コンデンサ (47 μ F:サイズ8.3×8.3×6.3mm)	6.8nH
チップタンタル電解コンデンサ (47 μ F:サイズ5.8×4.6×3.2mm)	3.4nH

上表は代表的なコンデンサの残留インダクタンスの例です。前頁のインピーダンスカーブより導出しました。

同じセラミックコンデンサでも容量値により残留インダクタンスが異なるのは、誘電体の材質や電極パターンの構造などが異なるためです。

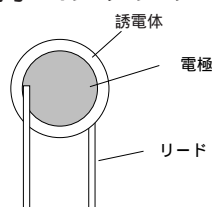
【メモ】

三端子構造による高周波特性の改善

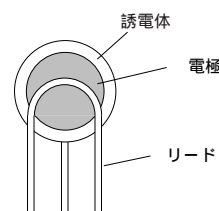
17

(a)コンデンサの構造

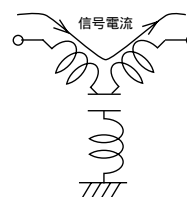
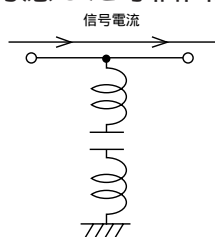
二端子コンデンサ



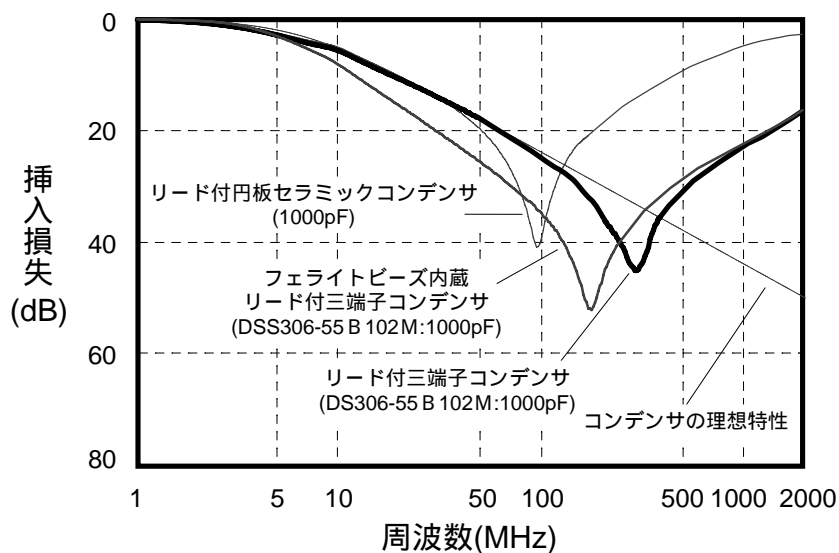
三端子コンデンサ



(b)ESLを考慮した等価回路



(c)挿入損失特性の改善効果



ここまで残留インダクタンスの問題を紹介しました。ここからは、その対策としてEMIフィルタがどのようにして残留インダクタンスを低くしているかを紹介します。

【メモ】

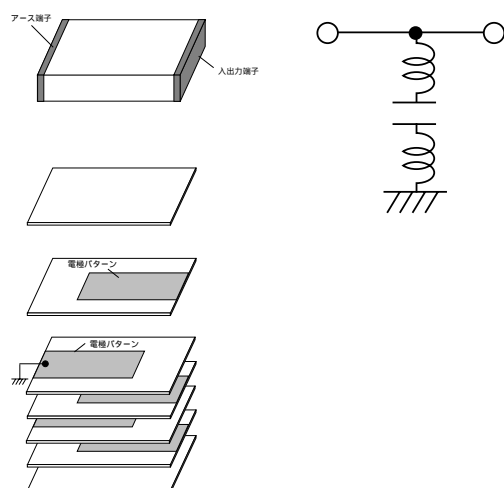
リード付き二端子コンデンサの場合、リード線が高周波ではインダクタとして働くため残留インダクタンスが大きくなります。

そこで代表的なコンデンサ型EMIフィルタである三端子コンデンサでは、信号電流がコンデンサを必ず通るように、リード線を形成しています。信号ライン側のリード線のインダクタンスが信号ラインと直列に入る構造にすることにより残留インダクタンス低減しているわけです。

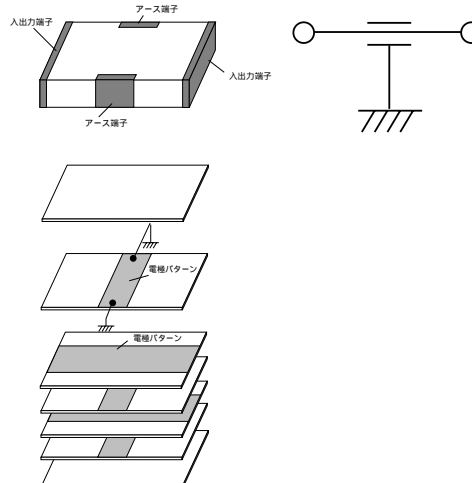
三端子コンデンサの チップ化

18

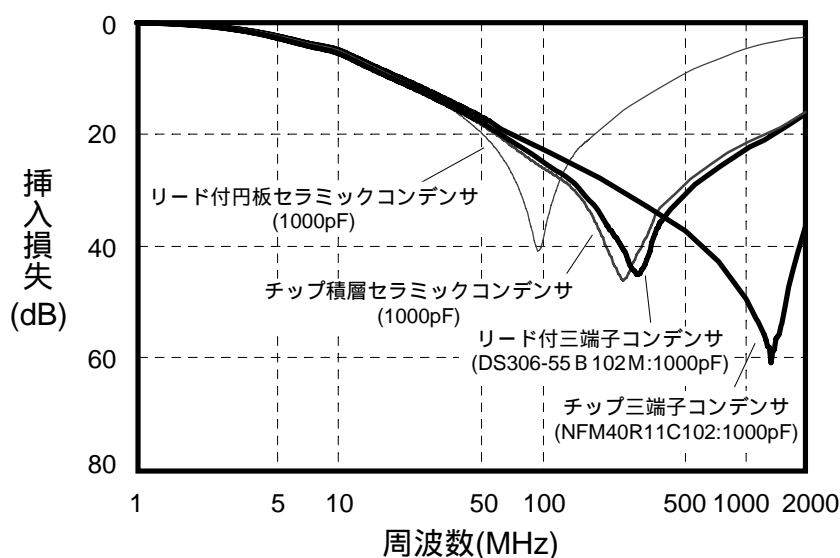
(a)コンデンサの構造
チップ二端子コンデンサ



チップ三端子コンデンサ



(b)挿入損失特性の改善効果



上図はチップ三端子コンデンサの構造モデルです。誘電体のシートに入出力端子を接続する貫通電極となるパターンを印刷し、積層することにより構成しています。入出力端子を両端に設け、両者を電極パターンで接続することにより、リード付き三端子コンデンサと同様に、信号電流がコンデンサを必ず通るようにしています。また、アース端子も両側に設けることにより、アース端子側の残留インダクタンスを低減しています。このように残留インダクタンスが極めて小さい構造をしていますので、その挿入損失は自己共振周波数が高い良好な特性を示します。

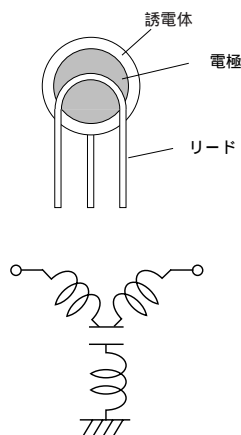
【メモ】

貫通構造による高周波特性の改善

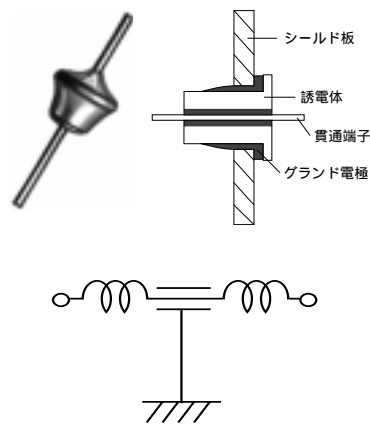
19

(a)コンデンサの構造

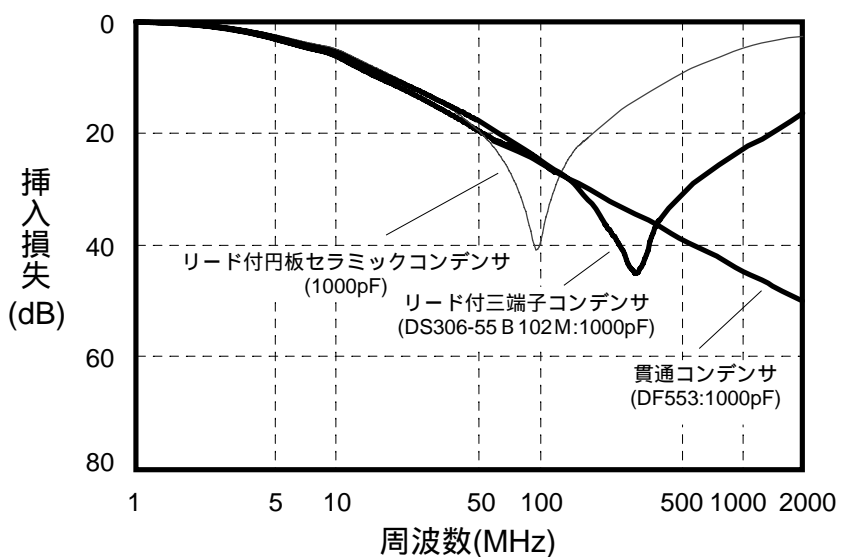
三端子コンデンサ



貫通コンデンサ



(c)挿入損失特性の改善効果



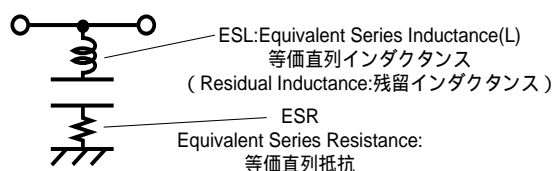
貫通コンデンサは、誘電体の周囲をグランド電極とし、信号端子を貫通させた構造をしています。シールドケースに取り付け用の穴を開け、グランド電極をシールドケース(板)に直接はんだ付けして使用します。信号端子側だけでなくグランド側の残留インダクタンスもないため、理想的な挿入損失特性を得ることができます。

【メモ】

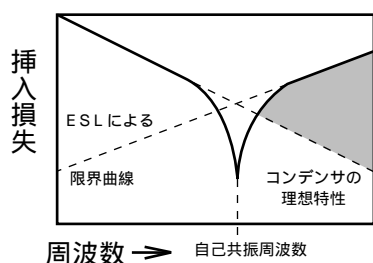
現実のコンデンサの 特性劣化の要因(2)

20

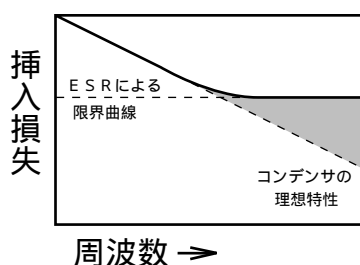
(a)ESL・ESRを考慮したコンデンサの等価回路



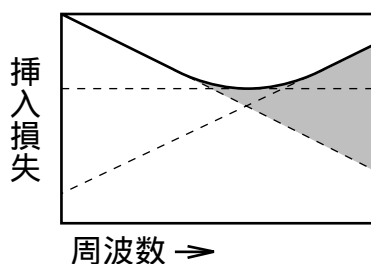
(b)ESLの影響



(c)ESRの影響



(d)ESL・ESRの影響のある現実のコンデンサの
挿入損失の周波数特性



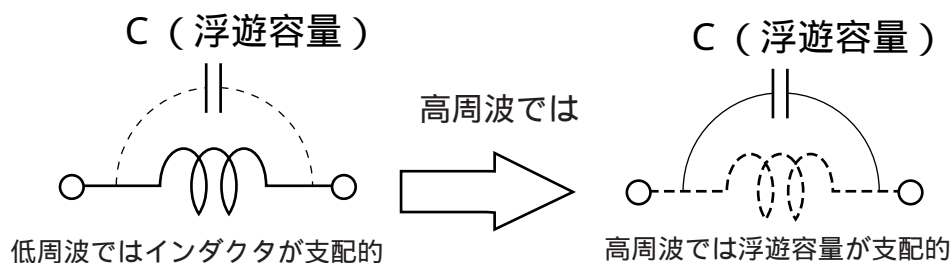
現実のコンデンサの特性を劣化させる要因の二番目として等価直列抵抗(ESR; Equivalent Series Resistance)があります。コンデンサの内部電極材などの直列抵抗がコンデンサユニットと直列に入るため、挿入損失特性を劣化させます。セラミックコンデンサではこのESRは小さいですが、アルミ電解コンデンサなどは問題となります。そのため、ESRを低くしたアルミ電解コンデンサなどもあるようです。

【メモ】

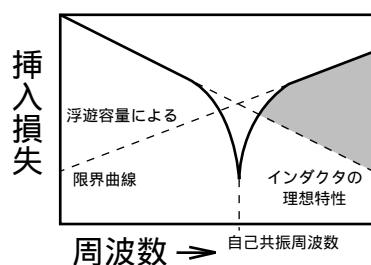
インピーダンス特性の劣化の原因

21

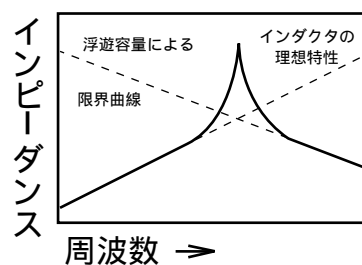
(a)インダクタの等価回路



(b)浮遊容量の影響



(c)インピーダンス特性



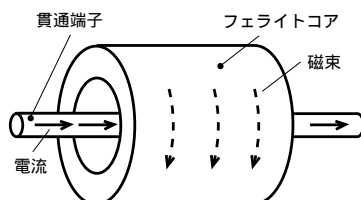
前節までは、コンデンサは残留インダクタンスや等価直列抵抗の影響により、その挿入損失が理想的でないことを紹介しました。これと同様にインダクタの挿入損失も理想的ではなく、ある周波数（自己共振周波数）以上ではインピーダンスが減少を始めます。その理由は、周波数が高くなるにつれ、インダクタのインピーダンスは高くなりますが、インダクタに並列に形成される浮遊容量のインピーダンスが小さくなり、ノイズが浮遊容量によりバイパスされてしまうためです。

【メモ】

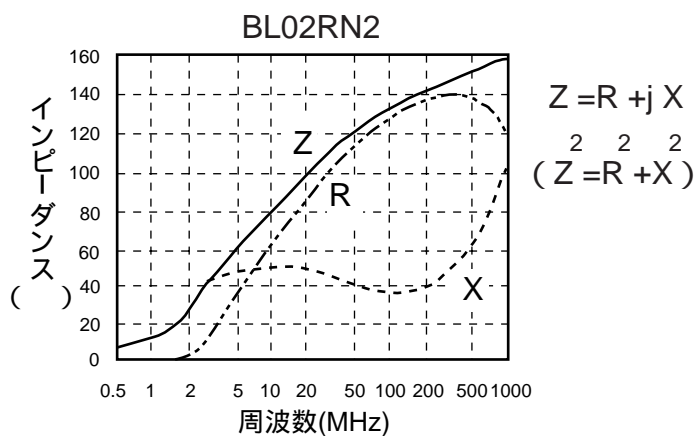
フェライトビーズによる 周波数特性の改善

22

(a)構造



(b)インピーダンス特性例



インダクタ型EMIフィルタの代表品種であるリード付きフェライトビーズインダクタは、フェライトコアに貫通端子を通すというシンプルな構造にすることにより、浮遊容量を低減しています。上図(b)は、インピーダンス特性の例です。浮遊容量が小さいため、自己共振周波数が1GHz以上と良好な特性を示していることが分かります。

【メモ】

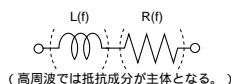
フェライトビーズインダクタとは

23

ノイズ対策用のフェライトビーズインダクタとは

ノイズ対策用フェライトビーズインダクタは、ノイズを熱に変換し吸収するように、材料を工夫しており、高周波域では、等価的に抵抗である。

等価回路

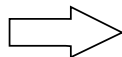


低周波域



インダクタンス(L)成分主体

周波数が高くなると



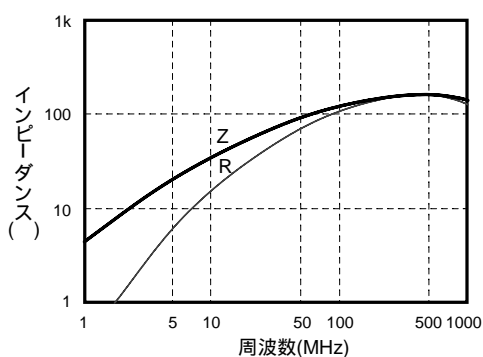
高周波域



抵抗成分(R)主体

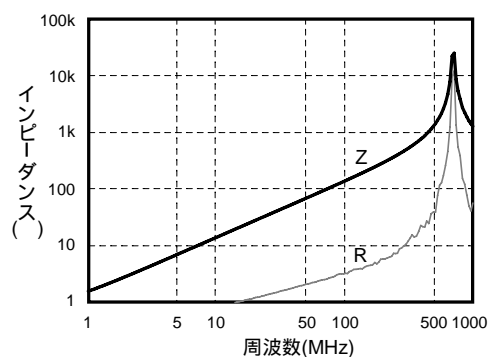
インピーダンス特性例

フェライトビーズインダクタ



R成分主体
(損失が大きい)

(参考) 高周波フィルタ回路用コイル
(空芯コイル)



R成分少ない
(損失が少ない、すなわちQが高い)

このフェライトビーズインダクタは、浮遊容量が小さいということだけでなく、実はもう一つ大きな特長があります。それは、高周波ではインダクタとしてではなく抵抗のように働き、ノイズを熱に変換し吸収するということです。

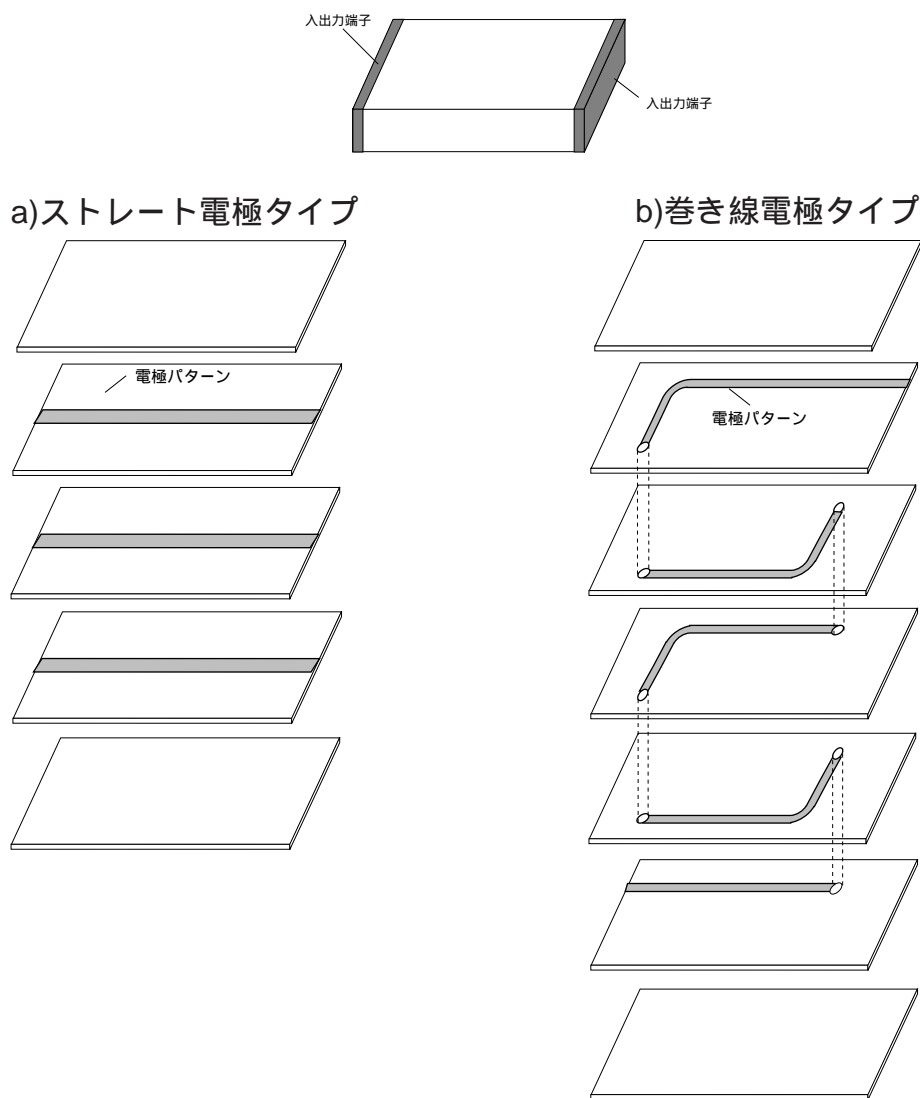
上図は、フェライトビーズインダクタと高周波回路用コイルのインピーダンスカーブの例です。Zがインピーダンスを、Rが抵抗成分を示しています。フェライトビーズインダクタはR成分が大きいことがわかります。このR成分がノイズを熱に変換し吸収するわけです。

【メモ】

チップフェライトビーズインダクタの構造

24

チップフェライトビーズインダクタの構造



上図はチップフェライトビーズインダクタの構造モデルです。フェライトのシートに貫通電極となるパターンを印刷し、積層することにより構成しています。より大きなインピーダンスが必要な場合は、各シートの電極パターンをスルーホールで接続しながら巻き線構造としています。

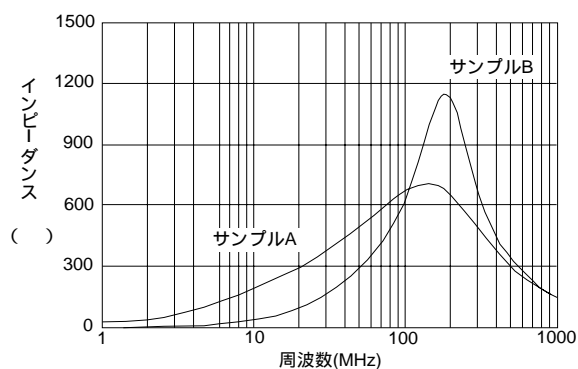
何れのタイプも一般のインダクタと異なり、前述のフェライトビーズインダクタと同様に、浮遊容量が小さく造られています。

【メモ】

インピーダンス特性の傾きの影響

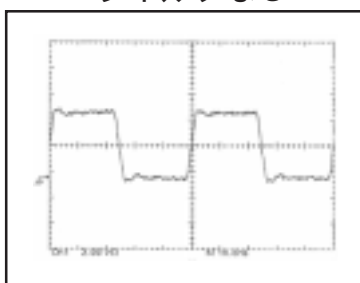
25

インピーダンス特性の傾きが違う例

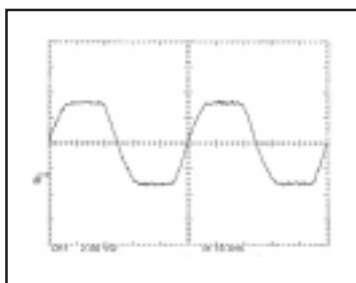


信号波形の測定例

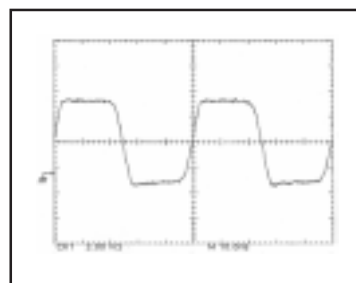
フィルタなし



サンプルA



サンプルB



フェライトビーズインダクタは材料や構造により、インピーダンス特性の傾きが異なる。その傾きにより信号波形やノイズ除去効果は異なる。

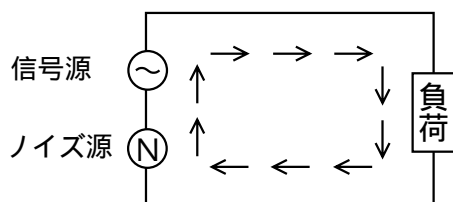
フェライトビーズインダクタは、フェライトの材料や内部構造が異なるとインピーダンスカーブの立ち上がり方が異なります。上図はインピーダンスカーブの立ち上がりの違いにより、信号波形が異なる例です。信号周波数は10MHzです。フェライトビーズインダクタを選択する際は、ノイズ帯域でのインピーダンスだけでなく、インピーダンスカーブの傾きも考慮する必要があります。

【メモ】

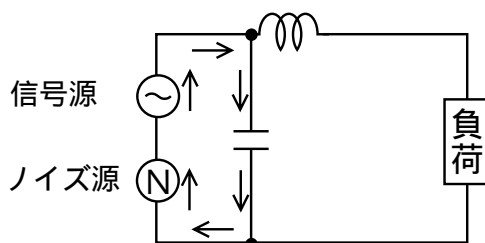
ノーマルモードノイズと コモンモードノイズ

26

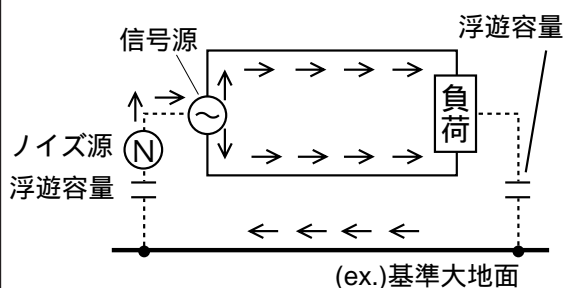
ノーマルモードノイズ (ディファレンシャルモードノイズ)



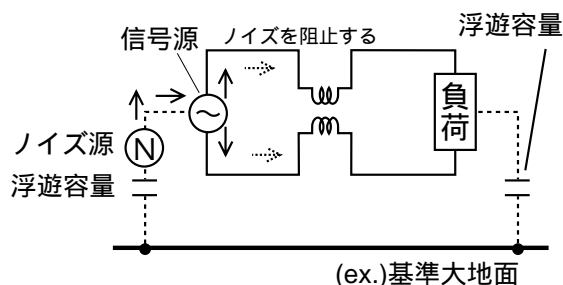
ノーマルモードノイズの対策法



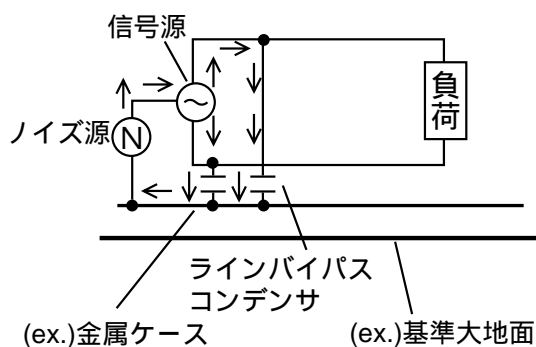
コモンモードノイズ



コモンモードノイズの対策法 (1)



コモンモードノイズの対策法 (2)



ノイズの種類には、伝導の仕方(モード)により、大きく分けて二つあります。

まず第一は、信号や電源電流と同じように、信号(VCC)ラインとGNDラインを逆向きに流れるノーマルモードノイズ(ディファレンシャルモードノイズ)です。このノイズは、前章にて紹介しましたように信号や電源ラインのホット(VCC)にフィルタを取り付け対策します。

第二のノイズは、信号やGNDなどのラインの種類に関係なく、全てのラインを同じ向きに流れるコモンモードノイズです。例えば、AC電源ラインの場合、ホット側とコールド側の両方に同じ向きにノイズが伝導します。信号ケーブルの場合、そのケーブル内のライン全てに同じ向きでノイズが伝導します。

そのため、このノイズを対策するには、ノイズが伝導している全てのラインにEMI除去フィルタを取り付けます。

上図の例では、以下の二方法により対策しています。

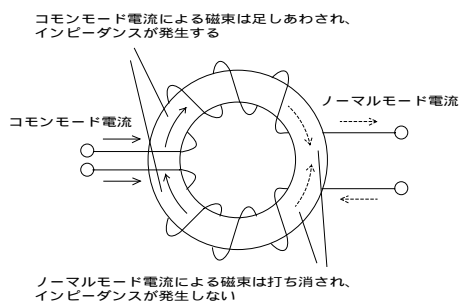
1. 信号ラインとGNDラインの両方にインダクタを取り付けることによりノイズの伝導を抑制する。
2. 金属ケースを設け、それと信号ラインをコンデンサで接続することにより、ノイズを信号・GNDラインコンデンサ 金属ケース 浮遊容量 ノイズ源のルートで戻してやる。

コモンモードチョークコイルによるノイズの分離(1)

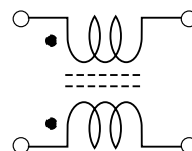
27

コモンモードチョークコイルは、ノーマルモード（信号）に対してはただの導線として働く。コモンモード（ノイズ）に対してはインダクタとして働く。

(a) 構造



(b) 等価回路



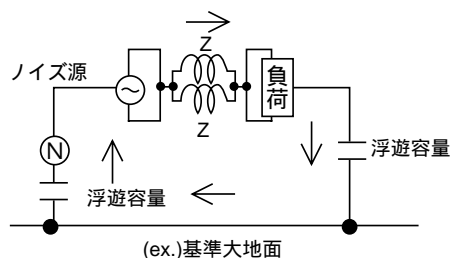
c) コモンモードノイズに対して

コモンモード電流による磁束は足しあわされるので、大きなインピーダンスが発生する。

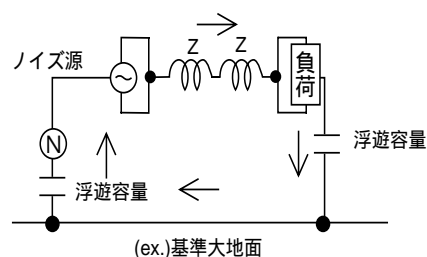
⇒ インピーダンスが大きいコイルが実現しやすいので、コモンモードノイズ対策に適している

⇒ ノーマルモードインダクタと比べると、コイル巻き数の総数が同じなら、コモンモードチョークコイルの方がインピーダンスが大きい。

1) ノーマルインダクタ2個の場合



2) コモンモードチョークコイルの場合



コモンモードチョークコイルは、コモンモードノイズ対策に使用します。その構造は、信号や電源電流の経路の線を、同一のフェライトコアに巻き付けています。コモンモード電流に対してはフェライトコア内部で磁束が足し合わされ、インダクタとして働きます。そのため、ノーマルインダクタを複数個使用するより、コモンモードに対するインピーダンスが大きく、コモンモードノイズ対策に有利です。

【メモ】

コモンモードチョークコイルによるノイズの分離(2)

28

d) ノーマルモード電流に対して

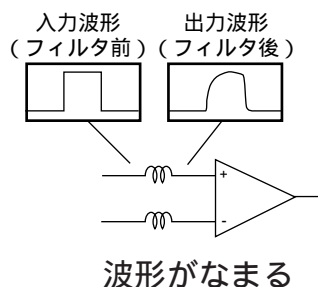
ノーマルモード電流による磁束は引き算となるので、インピーダンスが発生しない。

➡ 大電流が流れても磁気飽和によるインピーダンスの低下がしにくい。
AC/DC電源ラインのように大電流が流れる場合の対策に適している。

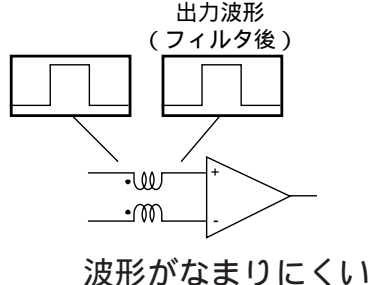
➡ 信号波形がなまりにくい

映像信号ラインなど信号波形のなまりが問題となるラインのノイズ対策に適している

1) インダクタ2個使いの場合

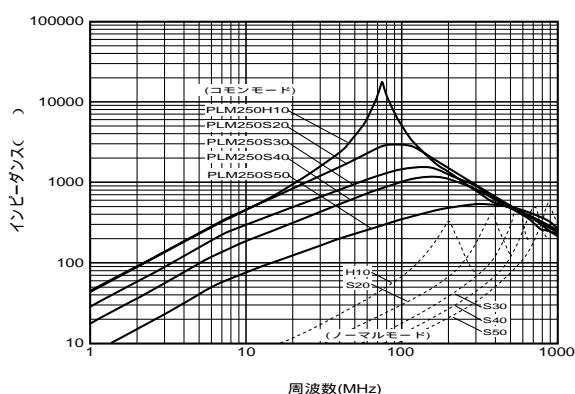


2) コモンモードチョークコイルの場合



e) インピーダンス特性例

DC用コモンモードチョークコイル



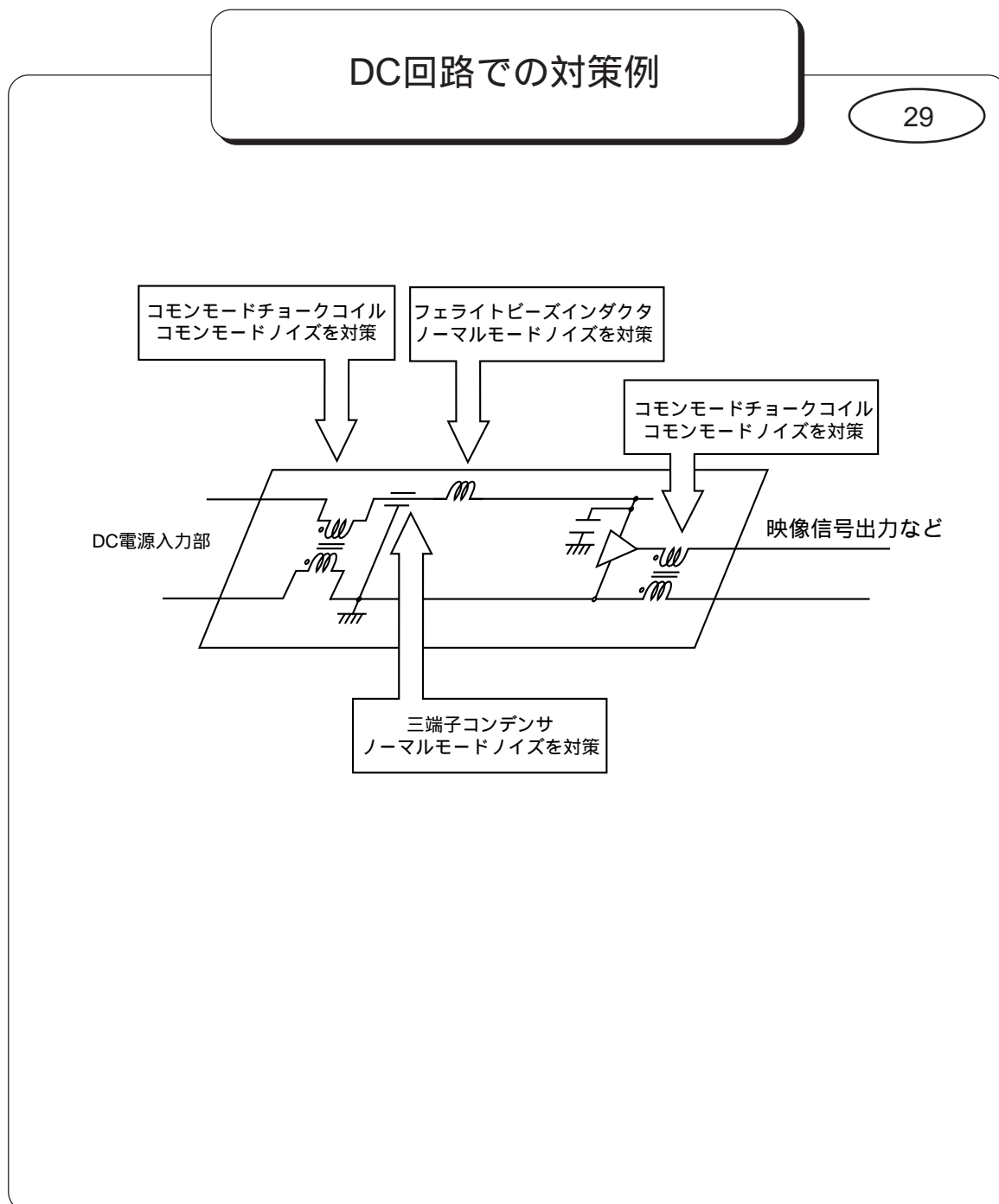
【メモ】

ノーマルモード電流に対してはフェライトコア内部で磁束が打ち消し合うため、インピーダンスが発生しません。そのため、磁気飽和によるコモンモードインピーダンス低下が発生しにくいので、AC/DC電源ラインのような大電流が流れるラインでのコモンモードノイズ対策に適しています。また、信号波形には影響を与えないので、映像信号ラインなど、波形のなまりが問題となりやすいラインのコモンモードノイズ対策に適しています。

上図は、DC用コモンモードチョークコイルのインピーダンス特性例です。現実の特性にはノーマルモードのインピーダンスも含まれますので、信号波形が問題となる場合は注意が必要です。

4. その他のフィルタ

4.1 コモンモードチョークコイル



上図はDC回路でのノイズ対策例です。

【メモ】

DC電源入力部

DC電源ラインの入力部にコモンモードチョークコイルを取り付け、コモンモードノイズを対策しています。これはフェライトビーズインダクタ二個にも置き換え可能です。

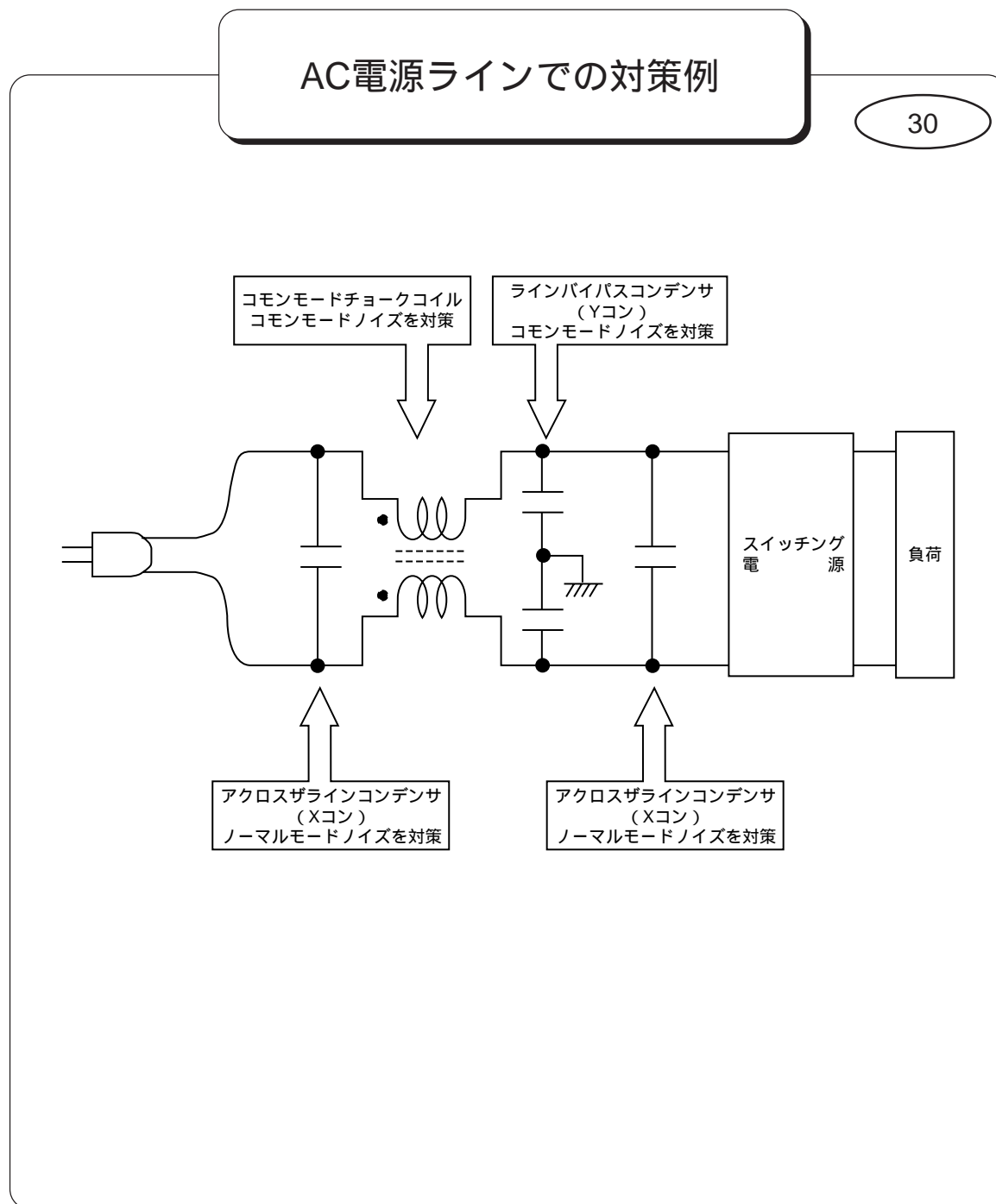
ノーマルモードノイズは、VCC側に三端子コンデンサやフェライトビーズインダクタを取り付け対策しています。

映像信号出力部

映像信号出力部に伝導しているコモンモードノイズを、コモンモードチョークコイルで対策しています。

4. その他のフィルタ

4.1 コモンモードチョークコイル



上図はAC電源ラインでのノイズ対策例です。

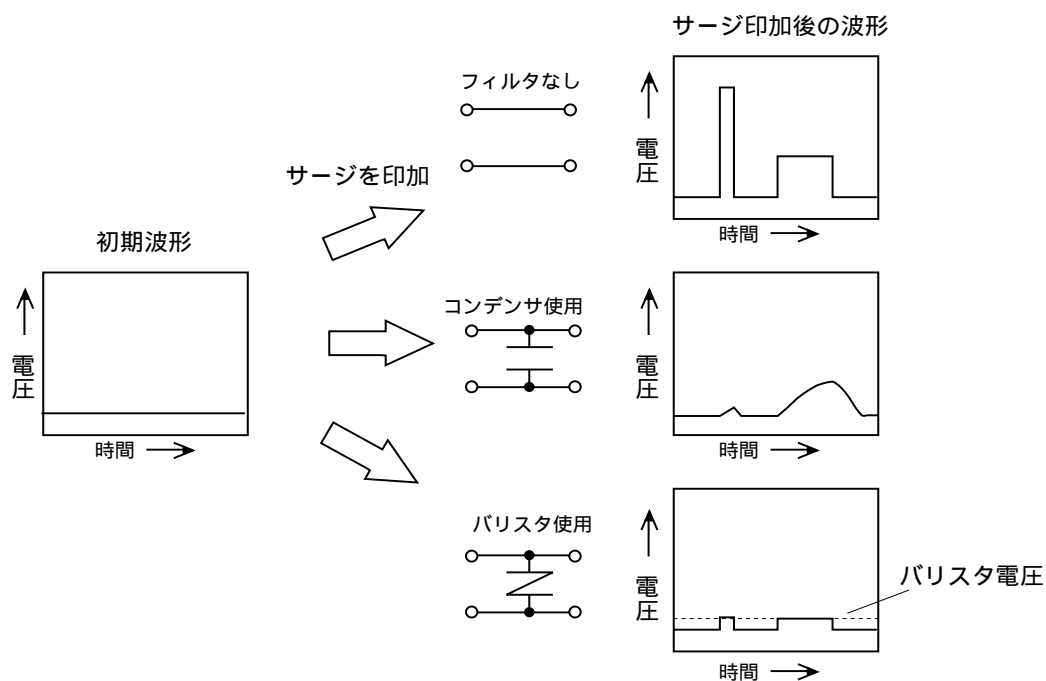
【メモ】

コモンモードノイズは、コモンモードチョークコイルと、各ラインと金属ケース間にコンデンサ（ラインバイパスコンデンサ；Yコン）を取り付けることにより対策しています。Yコンは、ノイズをYコン 金属ケース 浮遊容量 ノイズ源のルートで戻します。

ノーマルモードノイズは、ホットとコールド間にコンデンサを取り付け対策しています。

バリスタによる過渡電圧からの回路保護

31



最後に、高電圧のサージから回路を保護するために使用するバリスタの紹介をします。

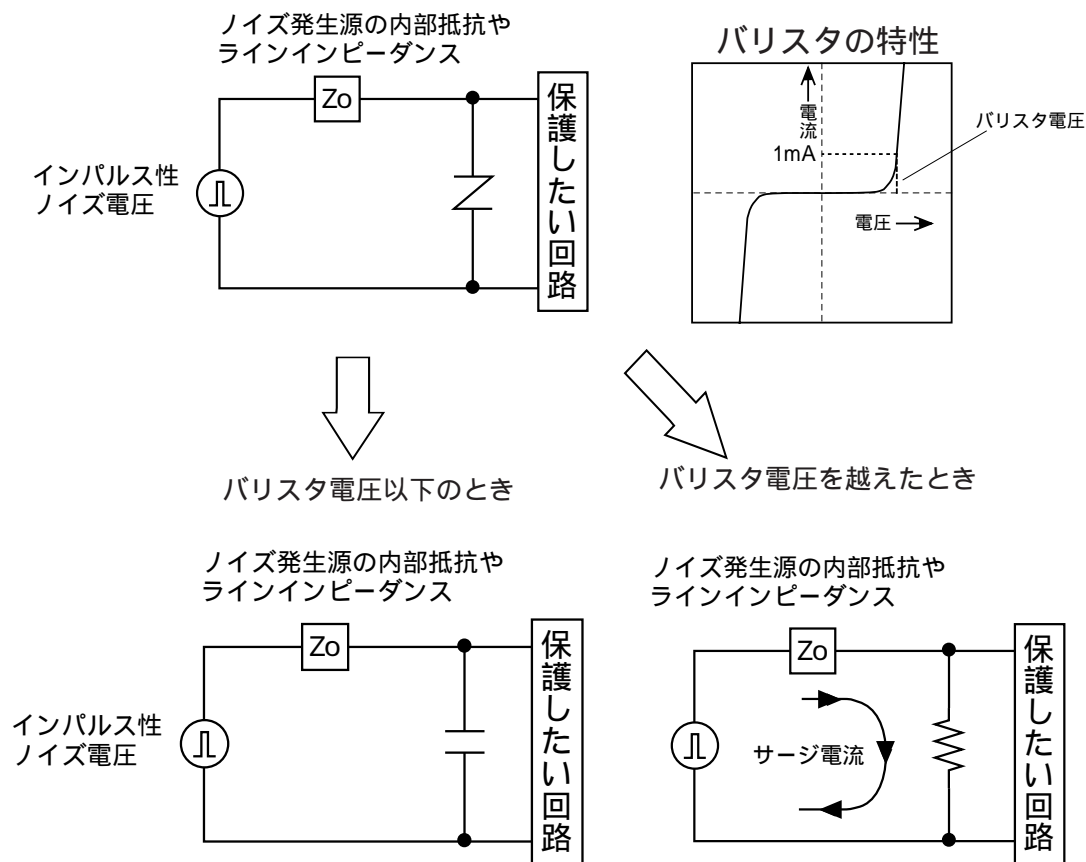
回路に高電圧のサージが印加された場合、回路の劣化や破壊が生じます。一般的に回路の信号入力部にはコンデンサが取り付けられていることが多いですが、このコンデンサではサージの電圧を抑制することができません。

そのためサージ電圧からの回路保護が必要となる場合は、電圧保護阻止としてバリスタが使用されます。バリスタはある電圧(バリスタ電圧)以上のサージが印加されたとき、その電圧を抑制し、回路を保護します。バリスタ電圧とはバリスタ端子間に電流(ex.1mA)が流れ始めたときの端子間電圧です。

【メモ】

バリスタの特性

32



バリスタ電圧

バリスタ端子間に電流が流れ始めたとき(ex.1mA)の端子間電圧。

サージ耐量

バリスタが耐えられるインパルス電流

【メモ】

バリスタ電圧を越えるサージが印加されていないときバリスタは、コンデンサとして振舞います。しかしサージの電圧がバリスタ電圧を越えると、バリスタは端子間のインピーダンスが急激に下がります。回路への入力電圧は、バリスタの内部抵抗とラインインピーダンスの分圧で決まるので、バリスタ端子間のインピーダンスが下がったことにより、サージ電圧も抑制されます。

バリスタ選定の際は、サージ耐量を満足するように選定する必要があります。サージ耐量とは、バリスタが耐えられるインパルス電流で、例えば、立ち上がりが $8\mu\text{s}$ 、半値幅が $20\mu\text{s}$ ($8/20\mu\text{s}$) のインパルス電流を5分間隔で二回印加しても、そのバリスタ電圧が10%以上変わらない電流の最大値です。サージ耐量が不足すると、バリスタの劣化や破壊の恐れがあります。



お願い

1. 当カタログに記載の製品について、その故障や誤動作が人命または財産に危害を及ぼす恐れがある等の理由により、高信頼性が要求される以下の用途でのご使用をご検討の場合、または、当カタログに記載された用途以外でのご使用をご検討の場合は、必ず事前に当社営業本部または最寄りの営業所までご連絡ください。

航空機器	宇宙機器	海底機器	原子力制御機器	医療機器
輸送機器(自動車、列車、船舶等)	交通用信号機器	防災/防犯機器	情報処理機器	その他上記機器と同等の機器

2. 当カタログの記載内容は1997年9月現在のものです。
記載内容について、改良のため予告なく変更することや供給を停止することがございますので、ご注文に際してはご確認ください。
記載内容にご不明の点がございましたら当社営業本部または最寄りの営業所までお問い合わせください。
3. 当カタログに記載されている品種・規格値は参考仕様ですので、ご使用にあたっては納入仕様書の内容をご確認いただくか、承認図の取り交わしをお願いします。
4. 当カタログに記載の製品の使用もしくは当カタログに記載の情報の使用に際して、当社もしくは第三者の知的財産権その他の権利にかかわる問題が発生した場合は、当社はその責を負うものではありません。また、これらの権利の実施権の許諾を行うものではありません。
5. 当カタログに記載の製品のうち、「外国為替及び外国貿易管理法」に定める規制貨物等に該当するものについては、輸出する場合、同法に基づく輸出許可が必要です。
6. 当社の製造工程では、モントリオール議定書で規制されているオゾン層破壊物質(ODS)は一切使用しておりません。
このカタログは、TE04JA-1の内容の一部をムラタのWebサイトよりPDF形式でダウンロードしたものです。(発行日:1997年9月1日)



株式会社 村田製作所

本 社 / 〒617 京都府長岡京市天神2丁目26番10号
営業本部 / 〒211 神奈川県川崎市中原区木月住吉町1874番地の1

電話:075-951-9111
電話:044-422-5153
E-mail: sp_ec @ murata. co. jp