

Technical Note

ELSENA

電源のパソコン

文書管理番号: ELS5015_S000_10

2006 年 4 月

株式会社エルセナ

電源のパスコン

目次

1 はじめに.....	3
2 電源ノイズ	3
2-1 IC の電流変化と電源ノイズ	3
2-2 電流変化の要因	3
3 電源パスコン	3
3-1 電源パスコン	3
3-2 等価回路	3
3-3 周波数特性	4
3-4 電源パスコンの容量と守備範囲	4
3-5 複数のキャパシタによる並列共振	4
改版履歴	5

1 はじめに

電源電圧の低電圧化に伴い、電源に関するトラブルは増えてきています。この資料では電源のバイパスコンデンサの基本的な考え方について解説します。

2 電源ノイズ

2-1 IC の電流変化と電源ノイズ

IC、特に CMOS IC は、信号の変化時に速くて大きな電流変化を生じます。電源供給パスには、インダクタンスを含むので、インダクタンス値と電流変化(時間微分)とに比例した電圧が電源ラインに生じます。これが電源ノイズで、IC 自分自身だけでなく、同一の電源ラインに接続された IC の電源電圧が揺れることにより、誤動作に至ることもあります。

たとえば、ある IC の電源電流の変化 Δi が 100mA で、電流の変化する時間 Δt が 1ns とします。電源ラインに存在するインダクタンスが 2nH とすると、電源ラインには

$$L \times \frac{\Delta i}{\Delta t} = 2\text{nH} \times \frac{100\text{mA}}{1\text{ns}} = 200\text{mV} \dots\dots\dots(1)$$

の電源ノイズが発生します。

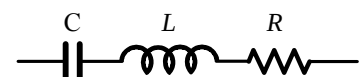
2-2 電流変化の要因

電流変化は、CMOS IC の Pch(P チャネル)トランジスタと Nch(N チャネル)トランジスタとの同時オンによる貫通電流、IC 内部の容量性負荷を駆動する際の負荷電流および IC に接続された線路を駆動するための駆動電流などに起因します。これらは、同時に変化する信号本数が多くなるほど大きくなります。ノイズはこの電流変化の時間微分に比例するので、回路の動作速度が速くなるほど、一般に電流変化も速くなるので、ノイズは増大します。

3 電源パスコン

3-1 電源パスコン

インダクタに生じる電圧変化を吸収するためには、キャパシタを用います。電源ノイズをバイパス(bypass=迂回)するので、バイパスコンデンサ、略してパスコンと呼びます。なお、コンデンサはキャパシタと同義で、以前はよく用いられていた用語ですが、最近はキャパシタということが多いようです。



3-2 等価回路

電源パスコンの等価回路は、図 1 に示すように、理想キャパシタと、回路に接続するためのインダクタおよび小さな抵抗の直列接続で表されます。インダクタには、一部、電源ラインの配線も含みます。

図 1. パスコンの等価回路

3-3 周波数特性

図 1 のインピーダンスの周波数特性は、 L と C との直列回路なので、直列インピーダンスは、

$$Z = R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C} \dots\dots\dots (2)$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \dots\dots\dots (3)$$

と表されます。

式(2)の右辺平方根内の第 2 項が 0 となるときを、直列共振といいます。このときのインピーダンスは純抵抗の R のみとなります。

図 2 に容量値の異なるキャパシタのインピーダンスの周波数特性を示します。ここに、 $L=2\text{nH}$ 、 $R=0.01\Omega$ としました。キャパシタは、 LC による直列共振の低いインピーダンスの点を境に、それより高い周波数では、インダクティブとなっていることが分かります。すなわち、電源パスコンは、この直列共振点までしか働いていないことを意味します。したがって、大は小を兼ねないことに注意を払う必要があります。

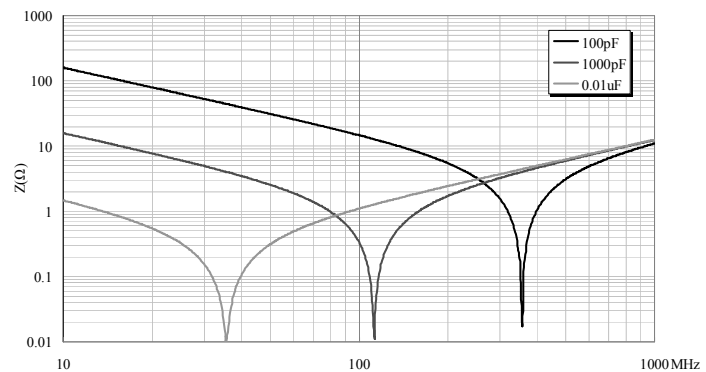


図 2. キャパシタの周波数特性

3-4 電源パスコンの容量と守備範囲

電源パスコンは、単独で使われることはほとんどなく、容量の異なるキャパシタを複数個、並列に接続して使用します。この場合に、小さな容量のキャパシタほど素子に近く配置し、容量の大きいキャパシタは、離しておいても構いません。容量の小さなキャパシタで高い周波数領域を、容量の大きなキャパシタで低い周波数領域をカバーします。

3-5 複数のキャパシタによる並列共振

複数のキャパシタを接続した場合には、それぞれのキャパシタの直列共振周波数のほかに、並列共振周波数が現れます。並列共振周波数付近でインピーダンスが急激に増大します。実際には、さらに他のキャパシタが存在するので、並列共振が顕在化することはあまりありません。しかし、何らかの事情で、キャパシタの数が少ない場合には、このことを意識しておく必要があります。

改版履歴

Version	改定日	改定内容
1.0	2008 年 09 月	・新規作成

免責、及び、ご利用上の注意

弊社より資料を入手されましたお客様におかれましては、下記の使用上の注意を一読いただいた上でご使用ください。

1. 本資料は非売品です。許可無く転売することや無断複製することを禁じます。
2. 本資料は予告なく変更することがあります。
3. 本資料の作成には万全を期していますが、万一ご不審な点や誤り、記載漏れなどお気づきの点がありましたら、弊社までご一報いただければ幸いです。
4. 本資料で取り扱っている回路、技術、プログラムに関して運用した結果の影響については、責任を負いかねますのであらかじめご了承ください。
5. 本資料は製品を利用する際の補助的なものとしてかかれたものです。製品をご使用になる場合は、英語版の資料もあわせてご利用ください。

本社

〒163-0928 東京都新宿区西新宿 2-3-1 新宿モノリス 28F TEL 03-3345-6205 FAX 03-3345-6209

松本営業所

〒390-0815 長野県松本市深志 1-1-15 朝日生命松本深志ビル 1F TEL 0263-39-6134 FAX 0263-39-6135

大阪営業所

〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島 6-1-3 アストロ新大阪第 2 ビル 2F TEL 06-6307-2870 FAX 06-6307-2890

名古屋営業所

〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅 3-11-22 IT名駅ビル 4F TEL 052-566-2513 FAX 052-566-2514