

IBISを
SPICEに
変換!

イントロダクション

1

2

3

4

5

6

7

8

第8章

曲者発見! 内蔵パコンと外付けパコンが動作周波数で共振ランデブー

通信エラー?と思ったら電源安定化!
100 MHz超の今どきマイコン/FPGA攻略法

高橋 成正 Narimasa Takahashi



直伝

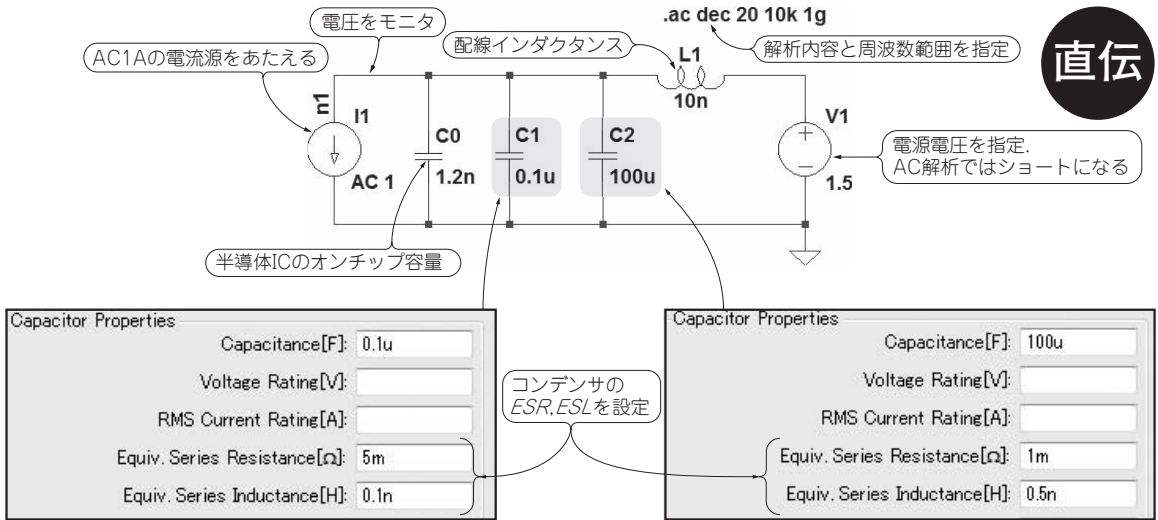


図1 今どきの高速デジタルICの電源ラインはこのような回路で表せる(付録CDフォルダ名: 12-1) インピーダンス特性をシミュレーションで求めてパコンの正しい付け方を検討する

● チップ上の小容量パコンがいやらしい「ときどき通信エラー」の原因

半導体の性能が上がり、実験や試作にも、1Vそこそこの低電圧電源と数百M~1GHzのクロックで動く高速マイコンやFPGAを利用することが増えています。

これらの今どきのデジタルICの内部では、トランジスタが数百MHzというスピードで高速にON/OFFスイッチングしており、電源→トランジスタ→GNDというルートで急峻に変化する電流が流れています。電源電圧はこの電流によって数百MHzで揺さぶられ、その変動がそのままデジタルICが出力する信号の波形をひずませます。これが、通信エラーの原因になります。

対策としては、 V_{DD} 端子のごく近くに「パコン」と呼ばれるコンデンサをおまじない的に数個実装するのがこれまでの定石です。こうすることで、広い帯域で低い電源ラインのインピーダンスを実現し、

デジタルICに供給される電源電圧を安定化させます。しかし、安易にパコンを追加すると、ときどき通信エラーが発生するという面倒なトラブルに見舞われます。

この原因は、FPGAやマイコンの内部チップ上に作り込まれている1nF程度の小容量パコン「オンチップ容量」が原因です。このオンチップ容量と外付けパコン、プリント・パターンインダクタンスなどはいくつかの周波数で必ず共振して、電源ラインのインピーダンスを押し上げます。もし、共振周波数がデジタルICのスイッチング電流の周波数、つまりクロック周波数と一致すると、電源電圧が大きく揺さぶられます。

▶ICのI/O回路の等価モデルIBISをSPICEモデルに変換! LTspiceでトラブルシュート

本章では、この現代特有のトラブルの原因をLTspiceを使って解析し(伝送線路解析という)、回避する方法を考察します。解析には、LTspice以外