



第7章

LTspiceで回路と基板を丸ごと! パソコンの定数と実装位置も最適解を見つける

100 MHz
超も
一発動!

電源/GNDパターンのSPICEモデルがポン!

ピージープレーンイーエックス

PGPlaneEx

池田 浩昭 Hiroaki Ikeda

● 今どきの100 MHz超のマイコン/FPGAを動かしたいならプリント基板の電源配線の安定化が大切

10年くらい前まで、プリント基板の検証といえば、信号の波形確認だけでした。マイコンやFPGAに代表される今どきのデジタル回路のクロック周波数は、数百MHz以上とスピードが上がっています。その結果、信号配線に加え、電源-グラウンド配線の検証も重要になってきました。

電源-グラウンド配線の設計をおろそかにすると、ICが動作するたびに、電源-グラウンドの電位が揺れます。その揺れは、ICの“H”と“L”のしきい値を変化させるので、時間軸方向のタイミングにずれを生じ、通信エラーを引き起こしたりします。さらに、電界と磁界の変化を発生させるので、プリント配線板の外に不要な電磁ノイズが放出されます。パソコンやタブレットPCは、Wi-FiやLTEなどの無線通信回路が、FPGAなどの近くにありますが、不要な電磁波は、これらの無線回路に妨害を与え、受信感度が低下するなどの現象も起きます。

● SPICEシミュレータで扱える電源-グラウンド配線のモデルを作るPGPlaneEx

これらの問題を解決するのに使えるソフトウェアが静岡県立大学渡邊研究室で開発されたPGPlaneExです(付録DVD-ROM内のフォルダ13_PGPlaneEXに収録)。PGPlaneExを使えば、プリント基板の電源-グラウンド配線のSPICEモデル抽出は1秒もかかりません(リスト1)。

このモデルを使って、リニアテクノロジー社のLTspiceなどの電子回路シミュレータに組み込んで、詳細評価を行える点を最も気に入っています。

本稿では、次のことを解説します。

- (1) 基本操作
- (2) 面状と線上の電源パターンをもつ二つの基板の製作とIC、パソコンの実装方法
- (3) 製作した二つの電源プリント基板をLTspiceで

リスト1 PGPlaneExを使えば電源-グラウンド配線のSPICEモデルを一瞬で出力できる(付録DVD-ROM内のファイル 02_池田.zipに設計データを一式収録)
作成されたモデルはLTspiceに組み込める

```

* PGPLANE SPICE SUBCIRCUIT **** 2013/4/1 14:03:06 ****

* Power/Ground Plane Subcircuit
.SUBCKT PGPLANE1 337 1977 335 1975 349 1989 347 1987 361 2001
359 1999 169 pg
* port = 13 / via = 0
* Unit Cells Y dir
RY_0_0 1 2338 0.00229885
LY_0_0 2338 2 1.257e-009

.

CZ_55_40 2296 pg 2.32418e-013
RZ_56_40 2337 pg 1e+012
CZ_56_40 2337 pg 1.16209e-013
* Decoupling capacitors
.ENDS

```

シミュレーションを行い、信号線にどのような影響を与えるかの評価

製作したプリント基板の電源形状のインピーダンス特性は、市販の電磁界シミュレータとほとんど差がないことも示します。

三つの魅力

① プリント基板の電源パターンをモデル化…回路シミュレータでキッチリ性能評価できる

回路シミュレータで電源-グラウンドの揺れを検証するには、図1に示すような、抵抗、インダクタンスでモデル化するのが一つの方法です。電源-グラウンド面がシンプルな形状であれば、これでも十分ですが、電源が複数あるときや、両面基板を使うときは、電源の構造が複雑になります。

PGPlaneExに電源パターンの形状を入力すると、等価回路のSPICEモデルを一瞬で作成できます。簡単な形状なら、10分ほどです。

市販の数億円もする電磁界シミュレータは、電源