

# 基板CADで今どき電子工作コーナ

まさかの試作不要に？

LTspiceやKiCadで始めよう！

世界中のパーツを動かしてカッコいいハードウェア作り！

## 誰でもキマル！プリント基板道場

11 急増！コンデンサ/コイルの高精度SPICEモデル 最新レポート  
パソコンでFPGA用1V電源の安定化に成功！回路設計のブレークスルー？

高橋 成正 Narimasa Takahashi

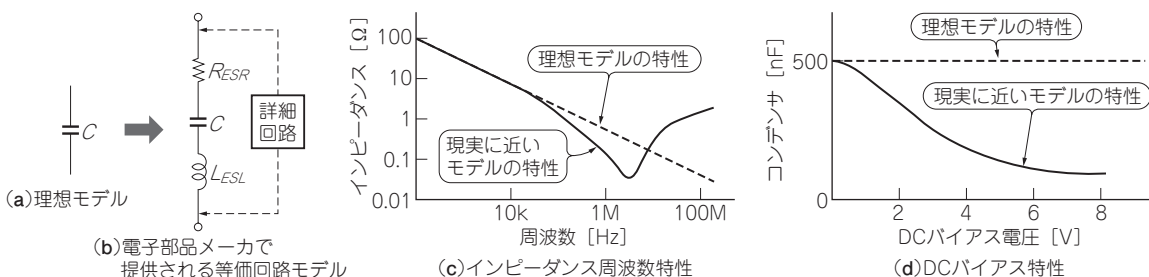
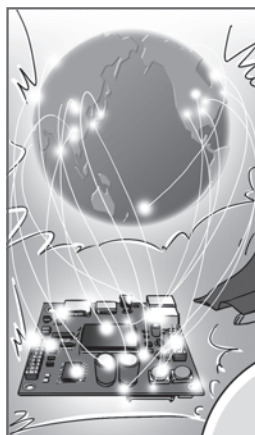


図1 コンデンサの等価回路と電気的特性

以前、電子回路シミュレータで検証するときは、(b)のようにESRやESLを追加する必要があった。現在は型名を入力すれば電子部品メーカーでこれらを反映したダウンロードできる。さらに(d)のように積層セラミック・コンデンサDCバイアス特性を反映したモデルも提供する部品メーカーもある。現実に近い詳細モデルとプリント基板の寄生成分を含んでプリント基板製作前に検証すると、部品の選定や最適定数のチューニングができる

本稿ではプリント基板に実装するバイパス・コンデンサやチップ・フェライト・ビーズなどのノイズ対策部品の効率的な選定方法や実装技術について紹介します。限られた数のコンデンサで効果的に対策するノウハウとシミュレーションで、基板製作前に定量的に評価できます。

図1にコンデンサの等価回路とその電気的特性を示します。一昔前は電子回路シミュレータに標準で装備されているコンデンサは図1(a)に示すような理想モデルだけだったので、図1(b)に示すような等価直列抵抗(ESR: Equivalent Series Resistance)と等価直列インダクタンス(ESL: Equivalent Series Inductance)を付けて図1(c)に示すインピーダンス周波数特性を再現する必要がありました。最近では周波数特性を反映したモデルだけでなく、図1(d)に示すようなDCバイアス電圧を加えると容量値が変化する特性を反映した現実に近い積層セラミック・コンデンサのモデルも電子部品メーカーから入手できます。コンデンサだけでなく、チップ・フェライト・ビーズやDC電流によってインダクタンスが変化する直流重畳特性を反映したインダクタ・モデルも入手できるようになっています。型名を入力すれば特性を見たり、SPICEモデルをダウンロードしたり

することも難なくできます。これらの部品モデルを使わない手はありません。

今回LTspiceで解析したモデルの評価基板を製作し、近号で実機による検証実験を紹介する予定です。講師による実演セミナーも8月に開催予定です。〈編集部〉

### 半導体ICの周囲に実装するコンデンサ

#### ● 電源を安定化させる

スイッチング電源の負荷になる半導体IC周りのコンデンサは、高速動作に必要な電荷をタイムリーに供給する必要があります。そのため、図2に示すように高速応答が可能な0.1  $\mu\text{F}$ や0.01  $\mu\text{F}$ などのセラミック・コンデンサを半導体ICの直近に配置します。半導体ICの直近にはESLが小さいコンデンサを選びます。

FPGAやCPUは低電圧/大電流のため、容量が大きくてESRが小さい22  $\mu\text{F}$ などのセラミック・コンデンサを半導体ICの外周に配置します。

やみくもに複数のコンデンサを実装しても、異種コンデンサ間の反共振により特定の周波数でインピーダンスが大きくなります。プリント基板の設計データを使って、LTspiceのような電子回路シミュレータや市販の電磁界シミュレータで最適な数と配置を検証する

【セミナー案内】 ビギナのためのアナログ回路設計  
— アナログとは何か、アナログ回路の働きは何かを、基本から分かりやすく解説  
【講師】 宮崎 仁 氏, 7/9(日) 4,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>