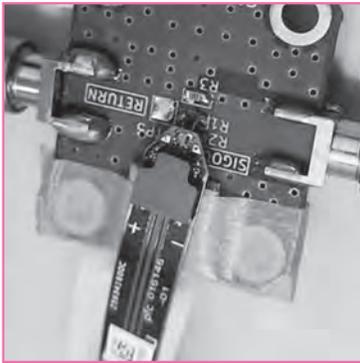


## 第2部 脱アマチュア！基板製作の勘どころ



### 第1章 デジタル信号ならではの注意点

# 脱アマ！デジタル回路の配線テクニック

川口 正 Tadashi Kawaguchi

製品に向けた基板設計では、第1部で紹介した基板設計のポイントに加えて、ノイズ対策や安全対策に配慮が必要になります。さらに、USBなどの高速なインターフェースを搭載したり、FPGAのような大規模ロジック回路を搭載したり、A-DコンバータやD-Aコンバータを搭載して性能を引き出したり、といった要求が出ることもあります。

プロの入り口に立つために必要な基板設計のポイントを解説していきます。  
(編集部)

### ポイント1：ロジック回路基板は4層基板を基本とする

#### ● ロジック回路動作安定化へのベタ・グラウンドの効果

ロジック回路パターンが密に配線されるような両面基板では、パターン同士の結合が強いため誤動作につながりやすくなります。図1は、厚さ1.6mmの両面基板の上面に0.25mm幅のパターン1が1本ひかれ、これと50mm離れて0.5mm幅のパターン2が並んで

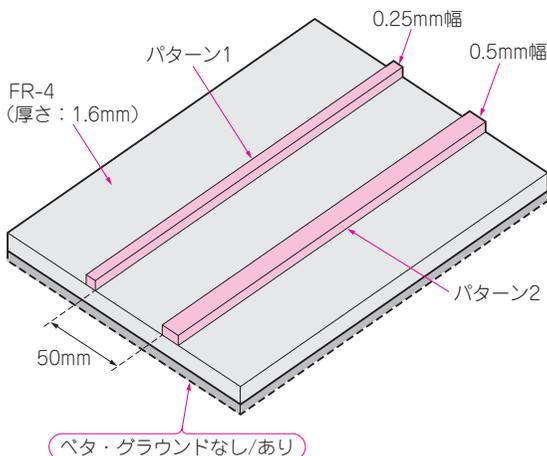


図1 1.6mm厚のFR-4両面基板でベタ・グラウンドなしとあり  
パターン間を50mmとしている。パターン幅は誇張して描いている

いるようすを示したものです。裏面にベタ・グラウンドがある場合とない場合について考えます。

図2は、図1のパターン1にHレベルが加わっていて、パターン2がLレベル時の電界の分布を線路に垂直面の位置で示したものです<sup>注1</sup>。両面基板でベタ・グラウンドがない場合は、50mm離れていても線路間の電磁的結合が強くなります。

一方、図3は図2(b)と同じパターンの基板の裏面にベタ・グラウンド層を付けた基板の場合です。電磁界の広がりやベタ・グラウンドによって大きく制限されており、パターン間の結合が大幅に低下することがわかります。ただし、片面をベタ・グラウンドにした両面基板で、ある程度の規模のロジック回路を実現しようとすると、基板サイズを小さくすることが難しくなります。

これを解決する方法の1つは、4層基板を使うことです。内層をベタ・グラウンドにした4層基板が使えると、パターン密度を上げることができ、かつパターン間の結合も少なくなるので、回路動作も安定になります。4層基板は2層(両面)基板に比べると確かにコスト高ですが、少量発注でもかなり安価に作れるようになってきました。無理して両面基板に収めた結果、動作が不安定になって、トラブル処理にコストをかける羽目になるといったこともあります。4層基板を選んで内層をベタ・グラウンドにして、回路の安定化を図ることを検討してもよいと思われます。

#### ● 4層基板の物理サイズ

コストを抑えて4層基板を実現しようとすると、基板工場で大量に生産されている4層基板の材料や構造に合わせることになります。現状では、例えば表1のような断面構造の4層基板が使われています。細かな値は基板メーカーによって異なってくるので、発注先の

注1：FR-4部の比誘電率を1として、フリー・ソフトウェアOPEN-STFで静電界分布を求めたもの。数百MHzでの電磁界の分布とほぼ同じになるため、電磁界の結合が及ぶおよその範囲を示すため使用している。