

第1章

高速化するデジタル信号の配線技術 高周波のふるまいを理解して確実に

1. プリント・パターン，送信回路，受信回路のインピーダンスをそろえましたか

● 配線のインピーダンスはパターンの形状によって変わる

▶ インピーダンスを考慮しないと…

高速デジタル回路では，プリント配線パターンも回路の一部と考えなければなりません。回路図に現れないプリント配線の分布定数が，性能に大きな影響を与えます。

例として図1-1に示す1.6 mm厚の両面FR-4の基板で，線長100 m，線幅0.15 mmの線で受信端無負荷（開放端）につないだときのステップ応答を調べてみました。図1-2にその波形を示します。大きなオーバーシュートが発生しています。

▶ インピーダンスを考慮すると…

今度はインピーダンスを考慮したパターン設計でシミュレーションして見ます。1.6 mm厚，6層，FR-4の基板で，図1-3のような層構造をして，2層目をベ

たグラウンド，1層目に配線した場合のステップ応答を図1-4に示します。基板の層構造とべたグラウンド面の位置，線幅，および終端抵抗値を変えたのですが，波形は全く異なります。

図1-1と図1-3の差は，パターンとべたグラウンド間の距離と線幅だけです。いずれの場合も配線はマイクロストリップ・ラインの構造をしています。

それぞれの特性インピーダンスを計算すると，図1-2が156 Ωで，図1-4が50 Ωです。図1-4ではインピーダンス整合を取っているのに対して，図1-2は整合を全く考えずにつないだ結果です。このように，パターンを分布定数回路として扱わないと，わずか100 mmのパターンでもうまく伝達できないことが分かります。

▶ 高周波回路シミュレータ Microwave Office を使用 シミュレーションにはAWRの高周波回路シミュレ

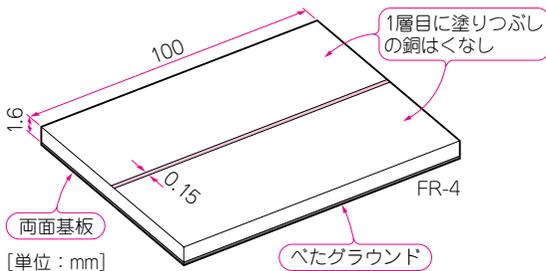


図1-1 特性インピーダンスを考慮しないマイクロストリップ線路

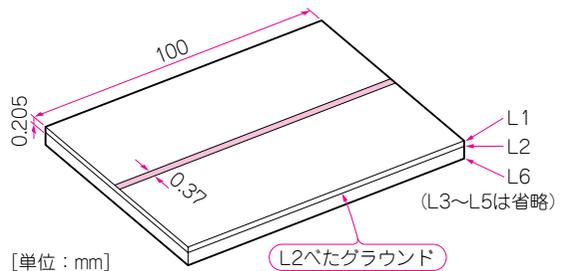


図1-3 6層FR-4の1層目と2層目を使った50 Ωのマイクロストリップ線路

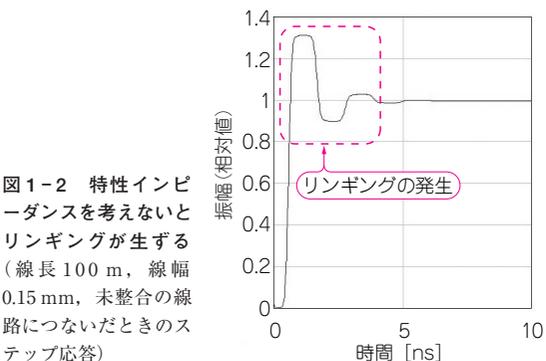


図1-2 特性インピーダンスを考慮しないとリングングが生ずる（線長100 m，線幅0.15 mm，未整合の線路につないだときのステップ応答）

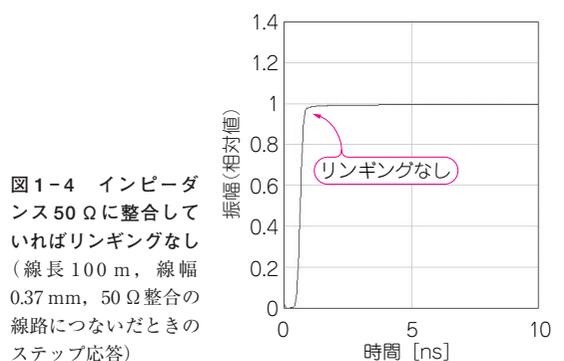


図1-4 インピーダンス50 Ωに整合していればリングングなし（線長100 m，線幅0.37 mm，50 Ω整合の線路につないだときのステップ応答）