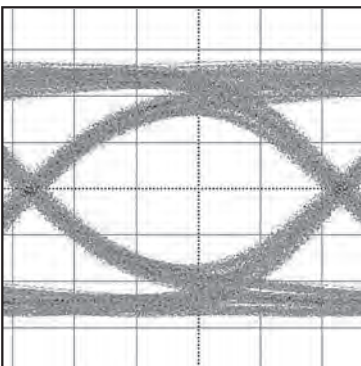


連載



抵抗性/容量性/誘導性…3つの基本要素をイメージする力を身に着け高速・高性能回路を攻略

ざっくり見積もりでOK

Gbps超ハイスピード・プリント基板設計教科書

第5回 パターン分岐によるスタブの形成とその対処方法

石井 聡 Satoru Ishii

高速信号を伝送する場合、マイクロストリップ・ライン(MSL: Microstrip Line)が途中で分岐している形状の場合にも留意してください。図1に示すようなパターン・レイアウトは、MSLを用いるまでもなく、一般的な信号パターンでもよくあります(以降はMSLを実例として説明する)。

分岐しているMSLは、だいたいその先端が mismatch 状態となっており、そこから信号が反射します。それが本線側に戻ってきて、本線側の信号伝送に悪影響を与え、シグナル・インテグリティが悪化します。

本図のような分岐のことを「スタブ^(注1)」といいます。途中で分岐しているMSLは、高速信号伝送に悪影響を与えます。そのため、このようなパターン設計をできるだけしないことが重要です。

スタブの基礎知識

● パターンが分岐している場合はスタブが形成されやすい

高速信号伝送に悪影響を与えるスタブ長 L [m]は「Rule of thumb」として、アナログ信号の場合は次式で求められます [連載第1回の式(2)再掲]。

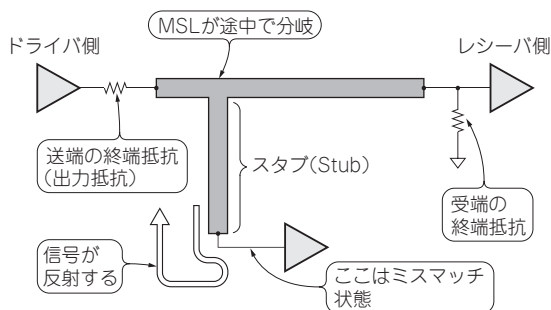


図1 MSLの途中で分岐している形状(スタブ)は、シグナル・インテグリティ悪化の原因になるので留意する
今回はパターン分岐によるスタブの形成と適切な信号分岐方法を紹介します

$$L > \frac{7.5 \times 10^6}{f} \dots\dots\dots (1)$$

ただし f : 信号の周波数 [Hz]

デジタル信号の場合は次式で L [m]を求めます [連載第3回の式(2)再掲]。

$$L > 3 \times 10^7 \times t_r \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 t_r : デジタル信号波形の立ち上がり時間 [sec]

悪影響を与えるスタブ長はこれらの式の長さ L を超えるもの、つまりパターンを伝送線路として取り扱うべき長さとなります。

スタブとなるMSL長が式(1)や式(2)より短いとしても、余分なスタブを作らないことが最適なパターン設計です。しかしバス接続の場合などでは、どうしてもスタブが形成されてしまいます。

● MSLを分岐するにはいくつか方法がある

MSLの分岐がよくないのは、スタブ先端での信号反射以外にも、分岐する部分で mismatch (信号の反射) が生じるからです。例えば特性インピーダンス 50Ω のMSLがあり、それを分岐接続すると 50Ω と 50Ω の並列接続となり、接続点からは 25Ω のインピーダンスが見えることになるからです。

とはいつても「信号経路としてMSLを分岐することが必要」というケースも多いことでしょう。今回はこのようなときのシグナル・インテグリティ悪化に対処する方法について、いくつか説明します。

なおこれらの対処方法は、アナログ信号伝送を基本的な考え方として説明しています。デジタル信号伝送の場合は信号振幅レベルの低下や多重反射の問題があり、ここで示す対処方法のすべてが適用できるわけではありません。「アナログ信号伝送ではこのように対処できるのだ」という視点で読んでください。

デジタル信号伝送の場合の考え方、処理の仕方は

注1: スタブは英語ではStubと書き、木の切り株とか、鉛筆など長いものの「使い残し」という意味