

連載

ざっくり
見積もりで
OK

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

GHz超ハイスピード・ プリント基板設計教科書

第14回 差動信号伝送(4) 差動MSLの分布定数モデルと
同相成分の影響を減らす終端方法

石井 聡 Satoru Ishii

高速信号を扱うプリント基板では、特性インピーダンス一定の伝送線路になるようパターンを設計し、送端・受端のインピーダンスを伝送線路の特性インピーダンスに合わせて、信号の反射が減って、波形を正しく伝えられます。

基板上で構成できる伝送線路としては、基板の表層と内層のグラウンド・プレーンを使うマイクロストリップ・ライン(MicroStrip Line, 以下MSL)が定番です。さらに差動信号伝送にすると、ノイズを受けにくく、かつ、ノイズを出しにくくなります。

差動伝送線路を伝わる信号は、理想的には差動成分だけなのですが、実際にはモード変換や外乱などにより同相成分も発生します。そこで同相成分の影響を考えるとときに使える、差動MSLの分布定数モデルを紹介し、同相成分の影響をなるべく減らす終端方法を考えていきます。

〈編集部〉

差動MSLでの特性インピーダンスと 位相速度の考え方

連載第2回(2020年9月号)にて、MSLモデルは寄生容量と寄生インダクタンスが分布している分布定数回路として表されることと、シングルエンドMSLの特

性インピーダンスの計算式を示しました。また連載第12回では、差動MSLを2つのシングルエンドMSLとしてモデル化できることを示しました。

今回は差動MSLの特性インピーダンスがどう成立しているかをより詳しく考えていきましょう。以後、特性インピーダンスのモデルを考えていくため、とくに今回においては表現上の理由により、

- 差動モード信号は「差動モード電圧」(逆極性の電圧。「奇モード」^(注1)とも呼ぶ)
- 同相モード成分/同相モード・ノイズは「同相モード電圧」(同極性の電圧。「偶モード」とも呼ぶ)

という用語で説明します。

● 結合度が強い差動MSLの分布定数モデル①(差動モード電圧に対するモデル)

図1はパターン間隔が狭い(結合度が強い)差動MSLの分布定数モデルです。

差動ペアのパターン間は容量的/誘導的に相互に結合しているので、図2(連載第2回の図1を再掲)に示したシングルエンドMSLのモデルに、パターン間で

注1: ここまで説明してきた差動モード信号 V_{D+} , V_{D-} と同じもの

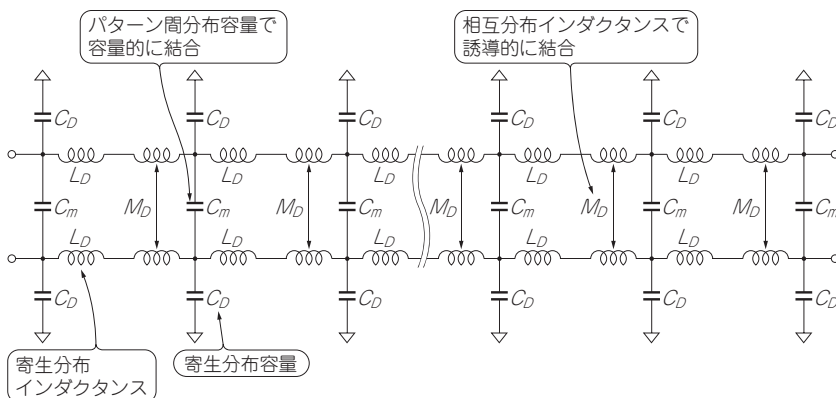


図1 容量的/誘導的に相互に結合した結合度が強い差動MSLの分布定数モデル

長手方向に連続して寄生容量と寄生インダクタンスが同じ大きさで分布し、連続して容量的/誘導的に結合している

◆参考文献◆

- (1) 石井 聡: アナログ・センスで正しい電子回路計測, CQ出版社, 2015年.