

高速デジタル・データ伝送入門

第8回 LVDSにおける同相ノイズの終端

志田 晟
Akira Shida

ノイズ対策では、差動成分より同相成分、つまりコモン・モード・ノイズが問題になると言われますが、LVDSのような線路途中の信号の基準電位がグラウンドと異なる場合も、コモン・モード・ノイズへの対応が問題になります。コモンは、^{common}共通という意味です。

今回は、差動伝送線路のインピーダンスの理解を深め、コモン・モード・ノイズに対処する方法を説明します。

伝送線路に発生する コモン・モード・ノイズの振る舞い

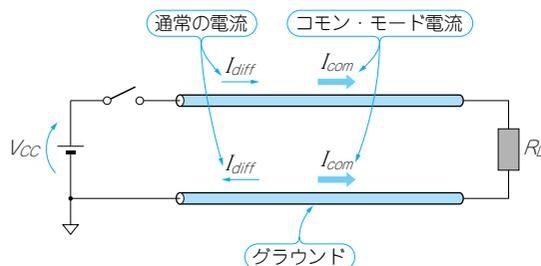
● コモン・モード・ノイズは2本の線路も同じ向きに流れる

一般的な電気回路の考え方では、電圧源に抵抗などの負荷をつなぐと線路に電流が流れます。実際、2本並んだ線路を使って電源と負荷をつなぐと、図8-1の I_{diff} で示すように各線路の電流は互いに逆向きに流れます。

一方コモン・モード電流は、 I_{com} で示されるように、**両方の線路を流れる方向が同じ**です。 I_{com} の向きは図と逆になることもあります。その場合でも上の線と下の線と流れる向きが同じです。

ところで、この電流はどのようにして流れるのでしょうか？図8-1だけでは同じ向きに流れる理由は説明できません。

<図8-1> コモン・モード・ノイズは2本の線路を同じ向きに流れる



前回(連載 第7回, 2003年10月号)の図7-6などで説明したように、高速のデジタル信号は、上側の線路と下側とで逆向きに流れるわけではなく、上の線路の電位と逆位相の電位がペアになって、ドライバからレシーバに向かって移動します。同様に、コモン・モードの場合は、**ペア線の両側に同じ位相の電荷が発生し、その電荷がドライバからレシーバ、あるいはレシーバからドライバに向かって移動します。**

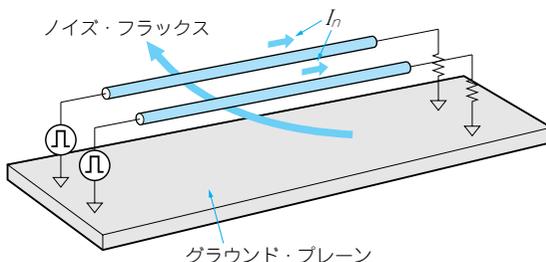
● ベタ・グラウンド上の2本のシングルエンド伝送線路に発生するコモン・モード・ノイズ

図8-2は、ベタ・グラウンド上にシングルエンド型の伝送線路が2本置かれた回路です。

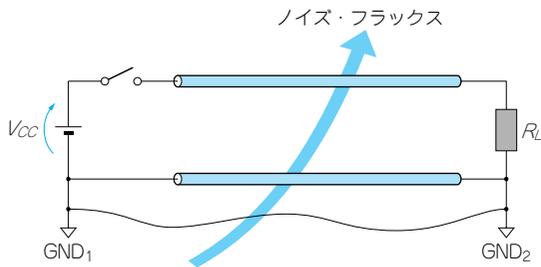
この回路の信号線とベタ・グラウンドで作られるループに、外部からノイズ・フラックスが貫通すると、2本の信号線路に同じ方向のノイズ電流(I_n)が流れます。

図8-3は、リターン部分をベタ・グラウンドではなくワイヤを使って、図8-2の2本のシングルエンド伝送を行う回路です。図8-2と同様に、2本の伝送線路とグラウンド・ワイヤの間にノイズ・フラックスが貫通すると、2本の伝送線路に同じ向きにコモン・モード電流が流れます。グラウンドは、ドライバ側(GND_1)とレシーバ側(GND_2)で分けて描きました。同じ筐体やシャーシ内でも、送り側と受け側である程度の距離がある場合は別のグラウンドと考えるべきです。

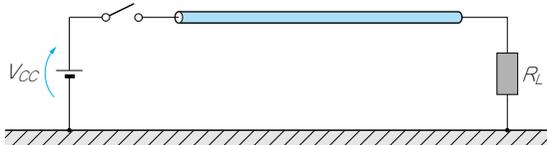
<図8-2> 2本のシングルエンド伝送線路とベタ・グラウンドの間にノイズ・フラックスが通過するとコモン・モード電流が流れる



〈図8-3〉2本のシングルエンド伝送線路とグラウンド・ワイヤの間にノイズ・フラックスが通過するとコモン・モード電流が流れる



〈図8-5〉ベタ・グラウンド上の1本のシングルエンド伝送線路にはコモン・モード・ノイズは生じない



● バス線路に発生するコモン・モード・ノイズ

コモン・モード・ノイズ発生の原因は、図8-2に示したノイズ・フラックスだけではありません。

図8-4に示すのは、二つの信号線路 W_1 と W_2 の近くにノイズ源となる W_3 が配置されているバス・ラインです。このバス・ラインでは、 W_3 のノイズが W_1 と W_2 に容量性結合で誘起されます。この誘起ノイズは同相です。

コンデンサによる結合ですから、 W_1 と W_2 の線路の端がどうなっているかにかかわらず誘起されます。ただし、誘起された成分が、別のノイズになって周囲に問題を引き起こすか否かは、線路の端がどうなっているかによります。

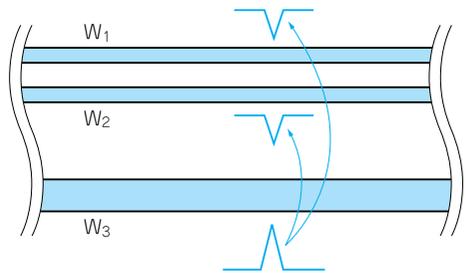
ケーブル・エンドがハイ・インピーダンスになっている場合は、コモン・モード成分は反射します。さらに、反対側のエンドも同じようにハイ・インピーダンスになっていると、再び反射してケーブルの中を何度も信号が行き来します。

● ベタ・グラウンド上の1本のシングルエンド伝送線路にはコモン・モード・ノイズは生じない

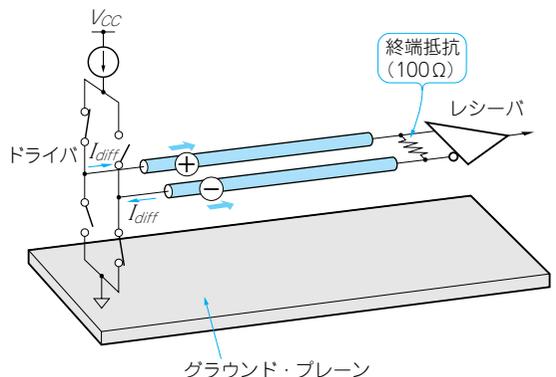
図8-1に示す伝送線路のグラウンド線をベタ・グラウンドなどに代えて、共通のグラウンドにすると図8-5のようになります。

このタイプのシングルエンド伝送線路は、信号線が1本しかありませんから、同相信号が流れるルートがありません。したがって、コモン・モード・ノイズはあまり問題になりません。もっとも、リターン電流の経路が共通のため、ほかのグラウンドを共通にする回

〈図8-4〉 W_3 のノイズは W_1 と W_2 に容量結合してコモン・モード電流を誘起する



〈図8-6〉LVDS伝送線路の下にあるグラウンド面も考慮する



路からノイズを拾ったり、逆に撒き散らしたりする恐れがあります。これらの外部ノイズに強くする対応策の一つが差動伝送であることは、前回説明したとおりです。

コモン・モード・ノイズはレシーバ部で反射する

以上のように、ひとまとまりの線路があると、外部からのノイズによって、そこに同位相の電流(電圧)が誘起されます。LVDSのように2本の線が結合した伝送線路で差動伝送する場合は、差動インピーダンスの終端だけでなく、同相成分が2本の信号線に乗ったコモン・モード・インピーダンスの終端についても考える必要があります。

● 同相信号なのにレシーバでキャンセルされない?

LVDSの2本の伝送線路を遠目に見ると、図8-6に示すように信号線以外にグラウンド面があることに気づきます。これは、先ほどの図8-2の状態に相当します。グラウンド面とは、プリント基板上で伝送する場合はベタ・グラウンド、ケーブルで伝送する場合はケーブルのシールドやシャーシ・グラウンドなどに相当します。

グラウンド面と差動伝送線路のそれぞれ間にノイズ・フラックスなどが貫通すると、伝送線路にノイズが誘起されます。2本の線路に発生するノイズは同相