

高速デジタル・データ伝送入門

第7回 高速差動伝送インターフェース “LVDS”

志田 晟
Akira Shida

連載第5回と第6回ではUSB2.0を取り上げました。USBの規格では、1本のペアのケーブルで伝送するということや、伝送のやり取りの規格(プロトコル)が決められており、たくさんの制約があります。したがって、独自にケーブル仕様を決めたり、単にデータを送る用途に利用するのは容易ではありません。USB以外の高速伝送のための規格も、その多くには同じような制約があります。

そんななか、回路やプロトコルなどを比較的自由に設計できる高速(数百Mbps)の伝送規格があります。それは、今回紹介する**LVDS**と呼ばれるもので、最近広く使われるようになってきています。LVDSはLow Voltage Differential Signalingの略です。

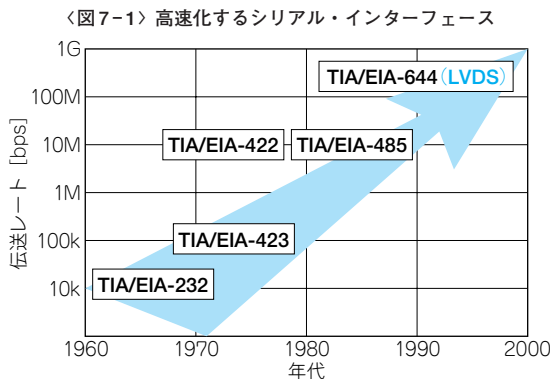
今回はこのLVDSの回路やその動作を説明しましょう。

LVDSのあらまし

● コネクタ、ケーブル、伝送プロトコルなどの規定がない

図7-1に示すのは、mオーダ以上のケーブルを使った、シリアル伝送のための各種規格の推移とデータ伝送レートです。

LVDSは、TIA/EIA-232(旧称RS-232)などと同じくTIA/EIAの規格で、**TIA/EIA-644**として規定



されています⁽¹⁾。TIA/EIA-644には、コネクタ、ケーブル、伝送プロトコルなどの規定はなく、それらについては**独自の仕様で設計して使うことができます**。

● 小振幅、電流駆動の差動伝送で数百 Mbps を実現

図7-2は、伝送可能なケーブル長さを横軸に、データ伝送レートを縦軸にとって表したものです。表7-1はこれらの規格の詳細を示しています。

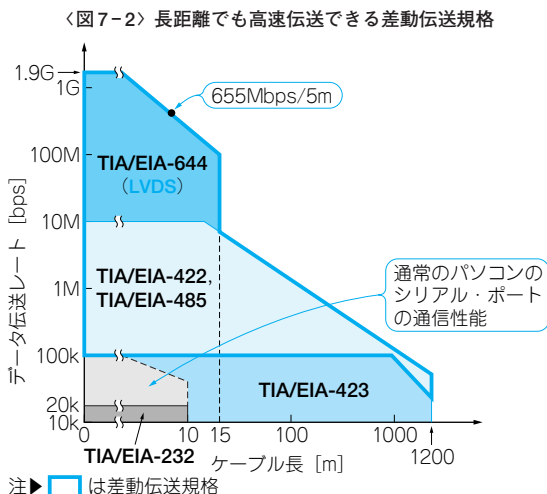
TIA/EIA-232とTIA/EIA-423は、シングルエンド伝送方式で、伝送速度は100 kbps程度までです。

TIA/EIA-422/485は、2本のペアになった線を使って一つの信号を送る差動伝送を採用し、約10 Mbpsに高速化されています。

そして、さらなる高速化の要求に対応するために、振幅を約0.4 Vに小さくして差動で伝送するLVDS規格、つまりTIA/EIA-644が誕生しました。TIA/EIA-422/485では、ドライバは通常のロジックICと同様の電圧出力でしたが、**LVDSでは電流駆動**です。

● LVDSってどんな回路？

図7-3に示すように、LVDSの送信側は、**3.4 mA**の定電流源とスイッチを組み合わせた回路になってお



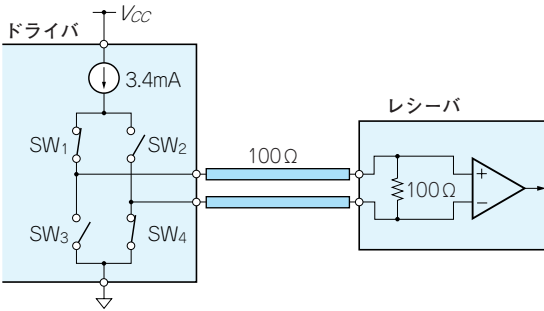
り、2本の信号線に出す出力極性を切り替えています。
SW₁とSW₄、SW₂とSW₃が同時にON/OFFします。

LVDS⁽²⁾では、回路に使うICのプロセスや電源電圧などを特定していません。BiCMOS、CMOSやGaAsでもよいとしています。電源電圧も5V、3.3Vや2.5Vでもかまいません。

LVDSのICは、ナショナル セミコンダクター社をはじめ、多くの会社が供給しています。回路の詳細は規定されていないため、各社でICの内部構造は異なります。

図7-4に示すのはドライバICとレシーバICの内

〈図7-3〉 LVDSの回路…3.4 mAの定電流源とスイッチ、そして2本のペア・ケーブルで構成される



部等価回路の例です。図7-4(a)では、電源側とグラウンド側にそれぞれ定電流源が配置されています。

LVDS が高速信号を確実に伝送できる秘密…差動伝送

■ TIA/EIA - 232/423, IEEE1284 - C の限界

● TIA/EIA - 232/423 が高速伝送できない理由

▶ 高速信号を通す隣の線に信号が誘起して誤動作する

図7-2からわかるように、TIA/EIA - 232/423とTIA/EIA - 422/485を、ケーブル長10 mまでのデータ伝送レートで比べると、2桁もの開きがあります。

図7-5に連載第4回で取り上げた、TIA/EIA - 232の類似規格であるTIA/EIA - 574規格の信号レイアウトを示します。複数の信号線に対してグラウンドが1本しかなく、とてもアンバランスなレイアウトです。

図7-6に示すように、MHz(Mbps)を越える信号や、立ち上がり/立ち下がり時間が μs 以下の信号が線路を通るときは、線路の近傍に沿った導体に逆極性の電荷を誘起しながら進んでいきます。図7-5のように、信号とグラウンドがレイアウトされているケーブルにMbpsを越える信号が伝わる場合は、近くの信号

〈表7-1〉 シリアル・データ伝送規格の仕様

規格 項目	TIA/EIA - 232 - F	TIA/EIA - 423 - B	TIA/EIA - 422 - B	TIA/EIA - 485	TIA/EIA - 644
ドライバ出力モード	シングルエンド	シングルエンド	ディファレンシャル	ディファレンシャル	ディファレンシャル
接続可能台数	1ドライバ 1レシーバ	1ドライバ 10レシーバ	1ドライバ 10レシーバ	32ドライバ 32レシーバ	1ドライバ 1レシーバ
最大ケーブル長	規定なし (2500 pF まで)	1200 m	1200 m	1200 m	15 m
最大伝送速度	20 kbps	100 kbps	10 Mbps	10 Mbps	655 Mbps
電源電圧	$\pm 6 \sim \pm 15 \text{ V}$	$\pm 5 \text{ V}$	$+ 5 \text{ V}$	$+ 5 \text{ V}$	—
ドライバ出力耐圧	$\leq 25 \text{ V} $	$\leq 6 \text{ V} $	$- 0.25 \sim + 6 \text{ V}$	$- 7 \sim + 12 \text{ V}$	$\pm 454 \text{ mV}$
ドライバ出力電圧	$\pm 5 \text{ V}_{\min}$ $\pm 15 \text{ V}_{\max}$	$\pm 3.6 \text{ V}_{\min}$ $\pm 6 \text{ V}_{\max}$	$\pm 2 \text{ V}_{\min}$ $\pm 5 \text{ V}_{\max}$	$\pm 1.5 \text{ V}_{\min}$ $\pm 5 \text{ V}_{\max}$	$\pm 247 \text{ mV}$
ドライバ負荷	$3 \text{ k} \sim 7 \text{ k}\Omega$	$450 \Omega_{\min}$	$\geq 100 \Omega$	$\geq 54 \Omega$	100Ω
ドライバ・スルー・レート	$4 \text{ V}/\mu\text{s}$ 以上 $30 \text{ V}/\mu\text{s}$ 以下	外部でコントロール (ケーブルの長ささとデータ速度により決まる)	—	—	—
ドライバ 漏れ電流	電源ON時 — 電源OFF時 $\pm 6.67 \text{ mA}$ (300 Ω) $- 2 \text{ V} < V_{\text{out}} < + 2 \text{ V}$	— $\pm 100 \mu\text{A}_{\max}$ $- 6 \text{ V} \leq V_{\text{CM}} \leq + 6 \text{ V}$	— $\pm 100 \mu\text{A}_{\max}$ $- 0.25 \text{ V} \leq V_{\text{CM}} \leq + 6 \text{ V}$	$\pm 100 \mu\text{A}_{\max}$ @ $- 7 \text{ V} \leq V_{\text{CM}} \leq + 12 \text{ V}$ $\pm 100 \mu\text{A}_{\max}$ $- 7 \text{ V} \leq V_{\text{CM}} \leq + 12 \text{ V}$	— —
ドライバ出力短絡電流	$\leq 100 \text{ mA}$ @ $V_{\text{out}} = 0 \text{ V}$	$\leq 150 \text{ mA}$ @ $V_{\text{out}} = 0 \text{ V}$	$\leq 150 \text{ mA}$ @ $V_{\text{out}} = 0 \text{ V}$	$\leq 250 \text{ mA}$ @ $- 7 \text{ V} \leq V_{\text{CM}} \leq + 12 \text{ V}$	—
レシーバ同相入力電圧	—	$\pm 7 \text{ V}$	$\pm 7 \text{ V}$	$\pm 12 \text{ V}$	$1.2 \text{ V} \pm 1.0 \text{ V}$
レシーバ最大入力電圧	$\pm 15 \text{ V}$	$\pm 12 \text{ V}$	$\pm 12 \text{ V}$	$\pm 12 \text{ V}$	$0 \sim 2.4 \text{ V}$
レシーバ入力モード	シングルエンド	ディファレンシャル	ディファレンシャル	ディファレンシャル	ディファレンシャル
レシーバ入力抵抗	$3 \text{ k} \sim 7 \text{ k}\Omega$	$\geq 4 \text{ k}\Omega$	$\geq 4 \text{ k}\Omega$	$\geq 12 \text{ k}\Omega$	$\geq 60 \text{ k}\Omega$
レシーバ感度	$\pm 3 \text{ V}$	$\pm 200 \text{ mV}$	$\pm 200 \text{ mV}$	$\pm 200 \text{ mV}$	$\pm 100 \text{ mV}$

