

高速デジタル・データ伝送入門

第12回 Gビット・シリアル・データ伝送の技術

志田 晟
Akira Shida

前回、PCI-Expressが、今後パソコン内部バスの重要技術になる見込みであると説明しました。

PCI-Expressは、従来のPCIバスやPCI-Xバスが採用しているパラレル伝送ではなく、シリアル伝送を採用しています。ただし、旧来の低速のシリアル伝送(EIA-232など)に比べるととても高速で、伝送速度はGビット/sを越えます。

Gビット/sのデータを正しく伝送するには特別な工夫が必要です。今回は、前回触れなかったいくつかの高速シリアル伝送のための技術について説明します。

高速シリアル伝送のための技術

■ パラレル信号をシリアルに変換する回路「SERDES」

高速シリアル伝送ではSERDESという言葉がよく出てきます。Serializer Deserializer(シリアライザ デシリアライザ)の略語で、サーデスと読みます。

シリアライザとは、回路内部で8ビットなどのパラレル・バスの信号を1本の伝送線路などに送り出すためにシリアル化するICまたは回路です。

デシリアライザはその逆で、1本の伝送線路を経由して送られてきたシリアル信号を8ビットなどのパラレル信号に変換するICまたは回路です。

図12-1に示すのは、差動伝送線路を経由して接続されたPCI-Expressのドライバとレシーバです。

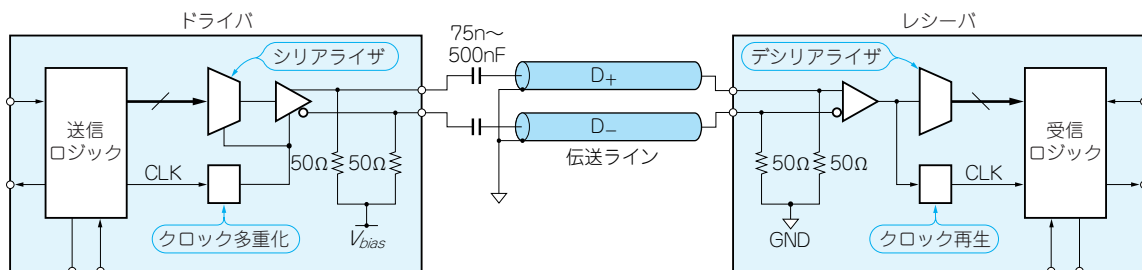


図12-1⁽¹⁾ PCI-Expressのドライバとレシーバ

PCI-Expressでは、線路を双方向には使用しないので、この図と信号を送る方向が反対になった回路と合わせて、PCI-Expressの1チャンネルを構成します。

シリアル部分の伝送速度はGビット/sを越えますので、問題なく伝送できるようにいろいろな工夫がされています。

■ Gビット/sの高速シリアル伝送技術のいろいろ

● 同じレベルを長く連続させない技術

▶ 8B10B方式

PCI-ExpressやHyperTransportなどの高速シリアル伝送では、パラレル・データをシリアル化するために、8B10Bという方式が採用されています。8B10Bだけでなく4B5Bや64B66Bという方式もあります。

8B10Bは、8ビットのパラレル・データを10ビット・データに変換してシリアル伝送する方式です。PCI-Expressでは、2.5 Gビット/sでデータを送るために、

$2.5 \times (10 \text{ ビット} / 8 \text{ ビット}) = 3.125 \text{ Gビット/s}$ という、より速い速度で伝送されています。なぜ、わざわざビットを増やす必要があるのでしょうか？

図12-2に示すのは、ガラス・エポキシ基板上に引いた幅約0.1 mm、長さ約40 cmのプリント・パターンでの損失[dB]を0 Hz～20 GHzの範囲で示したものです。

2.2 GHzでは振幅は約1/2、4 GHzでは約1/3、

8 GHzで約1/10に減衰する⁽¹⁾ことがわかります。

このような線路では、**図12-3(a)**に示すように**Hレベル**や**Lレベル**が長く続いた後、**短い変化**があると十分にレベルが下がりきらず、あるいは上がりきらず、**誤動作の一因**になります。このように、信号パターンによって伝送波形が影響を受ける現象を**ISI**(Inter Symbol Interference)と呼びます。

これを避けるため、**図12-4**に示すように、例えば元の8ビット・データが0000 0000のときは、1001110100のような10ビット・データに変換して、**同じレ**

ベルが長く続かないようにします。このようにすれば、**図12-3(b)**に示すように誤動作しなくなります。

8ビット・データのどの値を、どの10ビット・データに変換するかは規格で定められています。**表12-1**に示すのは、PCI-ExpressやHyperTransportなどで広く使われている変換表の一部です。

● シリアル・データからクロックを再生する技術

PCIやPCI-X, SDRAMメモリ・インターフェースでは、データ転送速度に応じたクロックがデータ線とは別に送られていました。Gビット/sオーダの高速

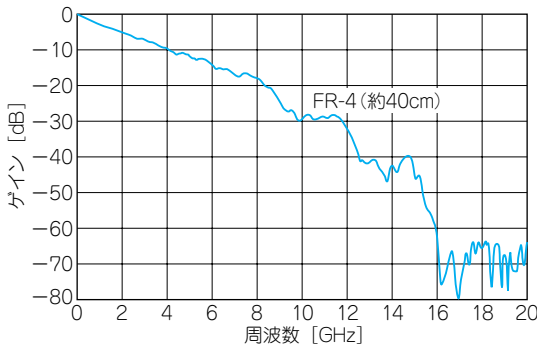


図12-2 高周波におけるプリント・パターンの損失
2.2 GHzで約1/2, 4 GHzで約1/3, 8 GHzで約1/10に減衰する

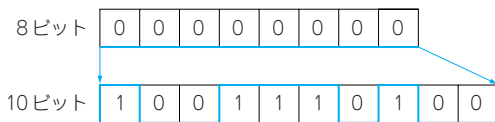
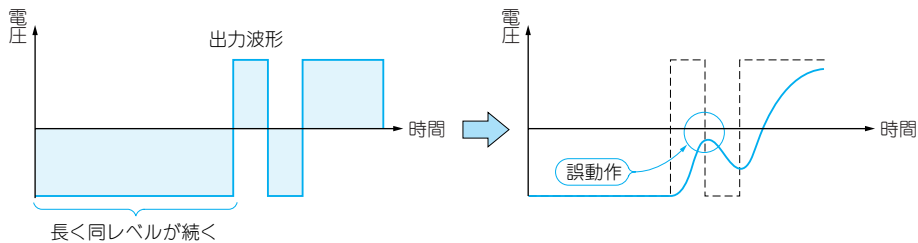


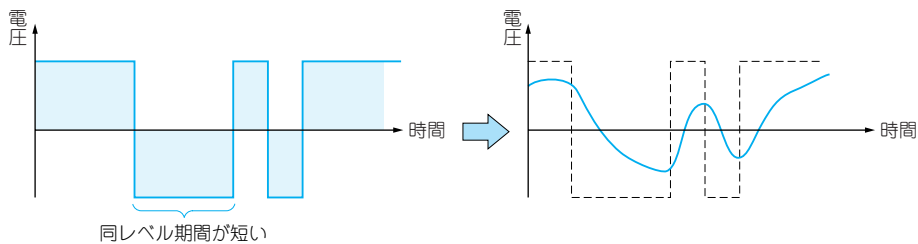
図12-4 8B10B変換の概念図
8ビット・データを10ビット・データに変換

表12-1 8B10B変換の例

16進数	2進表現	10ビット変換後
00	0000 0000	100111 0100
01	0000 0001	011101 0100
02	0000 0010	101101 0100
03	0000 0011	110001 1011
04	0000 0100	110101 0100
05	0000 0101	101001 1011
06	0000 0110	011001 1011
07	0000 0111	111000 1011
08	0000 1000	111001 0100
09	0000 1001	100101 1011
0A	0000 1010	010101 1011
0B	0000 1011	110100 1011
0C	0000 1100	001101 1011
0D	0000 1101	101100 1011
0E	0000 1110	011100 1011
0F	0000 1111	010111 0100
10	0001 0000	011011 0100
11	0001 0001	100011 1011



(a) 誤動作するデータ・パターン



(b) 誤動作しないデータ・パターン

図12-3 ISIによる誤動作の可能性と対策
HレベルやLレベルが長く続いた後、短い変化があると誤動作の可能性がある