

DVI 光シリアルリンクの開発

秋本尚行 野原学 岩井智昭 曾我祐介 大久保英幸 野口良司 石戸谷耕一 篠倉毅一郎

パイオニア株式会社 技術開発本部 情報通信開発センター 放送システム開発部 第一開発室
〒350-2288 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6-1-1
E-mail: akimoto@orl.pioneer.co.jp

あらまし 映像を表示するプラズマディスプレイパネル(PDP)と、TV チューナーやオーディオアンプ、AV 入力端子を装備したボックス(通称メディアレシーバー; MR)の構成において、双方の間を流れる映像や音声、制御信号を、2 芯のプラスチック光ファイバー(POF)ケーブル一本によって 30m の長距離を伝送するシステム”DVI 光シリアルリンク”を開発した。このシステムでは、民生用としては世界初となる、POF を用いた 3.125Gbps の高速伝送を達成した。本稿にて、そのシステムと技術要素を紹介する。

キーワード プラズマディスプレイ、PDP、プラスチック光ファイバー、光伝送、DVI、アイセーフティ

The development of the DVI optical serial link

Takayuki Akimoto, Manabu Nohara, Tomoaki Iwai, Yuusuke Soga,

Hideyuki Ohkubo, Ryoji Noguchi, Koichi Ishitoya and Kiichiro Shinokura

Pioneer Corporation Information & Communication Development Center, Research & Development Group
6-1-1 Fujimi, Tsurugashima-shi, Saitama, 350-2288, Japan
E-mail: akimoto@orl.pioneer.co.jp

Abstract Pioneer's plasma display products consist of a plasma display panel later referred to as PDP, and a box (commonly called a media receiver or MR) equipped with a TV tuner or an audio amplifier and AV input terminals.

The PDP and the media receiver is connected by a metal cable (copper wire). However, the maximum length of the cable is limited to only about 10 meters due to the electrical properties defined by the DVI.

We took the initiative and developed the DVI optical serial link using plastic dual-core optical fiber (POF). The setup can transmit signals 30 meters away in the average North American home.

Keyword plasma display panel, PDP, plastic optical fiber, optical transmission, DVI, Eye safety

1. はじめに

大型で薄型のプラズマディスプレイは、そのほとんどが大きなリビングの間取りに見合うような位置に置かれている。特に北米や欧州では、図 1 のようにプラズマディスプレイパネル(以下 PDP と呼ぶ)を暖炉の上などに配置し、メディアレシーバー(以下 MR と呼ぶ)を PDP とは離れた場所に置くケースが多く見受けられる。このような場合、双方の接続には付属のシステムケーブルでは長さが足りず、オプションのロングケーブルを利用することになる。

しかしながら、メタルのシステムケーブルは、DVI(Digital Visual Interface)の電気的特性上^[1]、数メートルまでの長さしか伝送出来ない。また、既存の光ファイバーケーブルを使用した 30m ロングケーブルシス

テムを利用する場合は、DVI インターフェースに相当する部分の映像信号をガラス光ファイバー 4 本、DDC(Display Data Channel)制御信号をメタルケーブル 1 本で接続し、さらに音声と制御信号をメタルの MD R ケーブルで接続する形態となるが、このシステムでは配線ケーブルが多く、またメタルケーブルが太くなるため、PDP と MR 間の配線が非常に大変である。

このような背景から、PDP と MR 間を流れる映像・音声・制御信号を、よりスマートに長い距離を伝送出来るものとして、2 芯のプラスチック光ファイバー(以下 POF と呼ぶ)を用いた一本のケーブルによる伝送システム”DVI 光シリアルリンク”を開発した。

本稿では、そのシステムの概要や技術要素、性能、仕様を紹介する。

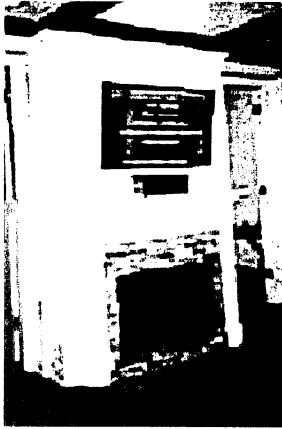


図 1. 北米における PDP の設置例

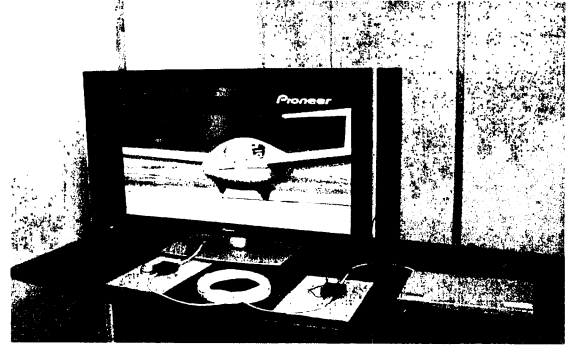


図 2. MR, PDP と DVI 光シリアルリンクの外観

2. 概要

図 2 に MR, PDP と DVI 光シリアルリンクの外観を、図 3 にその構成を、図 4 に DVI 光シリアルリンクの内部ブロックを示す。

まず、DVI 光シリアルリンクのシステムにおける信号の流れを説明する。

DVI 光シリアルリンクは送受信モジュールと POF ケーブルで構成され、MR 側から出力される映像信号や音声信号、制御信号を、PDP 側に伝送している。この際、入力されるパラレルデータをシリアル化した後に電光変換して、面発光半導体レーザー VCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) により 3.125Gbps という民生用としては非常に高速なレートで光伝送している (MR から PDP への方向；下り高速チャンネル)。また PDP 側から MR 側へは、リモコン信号や内部制御信号等を LED 発光による 28.4Mbps の低レートで伝送している (上り低速チャンネル)。

次に、DVI 光シリアルリンクの光伝送媒体に採用しているプラスチック光ファイバー (POF) に関して述べる。

このファイバーは、細身でありながら従来のガラス製に比べて曲げても折れにくく、仮に折れたとしてもガラス製のように人体に刺さる心配はない。また、ガラス製に比べて加工もしやすく、自由な長さに切って簡単に処理出来る。さらに価格の面においても、一般的なガラスファイバーに比べて安価である。

DVI 光シリアルリンクはこの POF を用いることにより、一般家庭内でも配線する際の引き回しが容易に行えるようになり、またそのコストも安く済むという特長を有している。特に、ギガビットクラスの超高速伝送をする POF の民生用の製品化は、世界に先駆けた開発である。

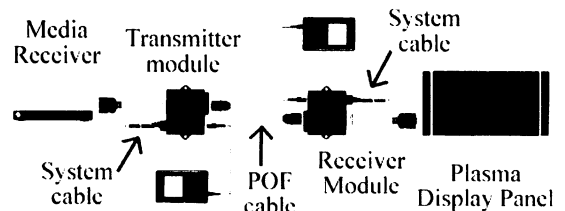


図 3. MR, PDP と DVI 光シリアルリンクの構成

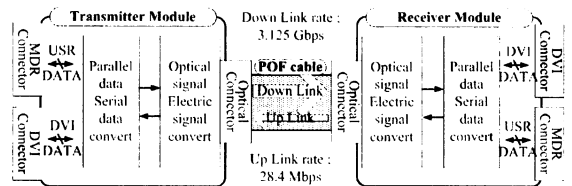


図 4. DVI 光シリアルリンクの内部ブロック

3. 技術要素

一般に、幹線系や業務用で使われている光通信の製品は、その大きさが大きく、またコストも高めである。DVI 光シリアルリンクは信号の高速伝送に光を利用しながら、その大きさとコストは民生用レベルになるよう考慮して伝送部分を設計、開発された。

以下に、その伝送に関する技術と安全面を考慮した技術要素を 3 つ述べる。

3.1. 伝送パケットと Pixel clock の復元

DVI ケーブルから入力される信号には、R/G/B の映像信号と DDC 信号の他に、映像信号に同期したピクセルクロック (Pixel clock) が含まれている。これら複数の信号をシリアル化して伝送するには、元のパラレル信号より遥かに高速な伝送レートが必要となる。また、

可変する Pixel clock を他の信号と共にシリアル伝送するには、この伝送レート自体も可変にしなければならない。しかしながら、高速伝送を安定した品質を保ちつつ行うには、その伝送レートが一定(固定)であることが望ましい。

そこで DVI 光シリアルリンクでは、この Pixel clock の周波数とシリアル伝送するパケット(フォーマット)に一定の関係を持たせ、受信側で映像に同期した低ジッタの Pixel clock を復元出来るよう、高速光シリアル信号の伝送パケットを設計した。これにより Pixel clock 自体を伝送する必要がなくなり、3.125Gbps の固定レートでの高速シリアル伝送を実現している。

3.2. 250Mbps～860Mbps の広帯域に対応

DVI ケーブルから入力される映像信号は、伝送する帯域が非常に広く、また Pixel clock は映像信号に同期して周波数が可変する仕様になっている。これは、表示される解像度によってその伝送レートが大きく変化することを意味している。例えば、50inch のプラズマディスプレイで Wide XGA(WXGA)の解像度を表示する場合は、800Mbps 程の高いレートで信号が入力される。一方で、DVI 規格^[2]における Pixel clock の下限周波数を元にするると、250Mbps の低いレートにも対応する必要がある。

これらの問題に対して、DVI 光シリアルリンクでは伝送するパケットの内部に冗長性を持たせ、Pixel clock が可変した場合でも固定レートで伝送出来るよう、設計されている。この方法により、250Mbps から 860Mbps という広帯域伝送を可能としている。

3.3. アイセーフティの安全機能

DVI 光シリアルリンクは、高速の光伝送に面発光半導体レーザーを使用している。この光が人間の目に長時間当たり続けると、人体に重大な悪影響を及ぼすことになる。

このような危険を回避すべく、アイセーフティの安全機能を開発した。これは、POF ケーブル破損や損傷等による光漏れを察知し、光伝送の発光を即座に停止するよう設計されている。DVI 光シリアルリンクでは、光信号の有無検知はもちろん、伝送中データの破損状況を常に監視しているので、異常を検知した場合にはこの機能が動作する仕組みになっている。この機能を搭載することで、DVI 光シリアルリンクはレーザーによる光伝送を行いながら、民生用製品としての安全性を確保している。

4. 性能

DVI 光シリアルリンクは、入力されるパラレル信号

をシリアル化して光で伝送を行い、そこからパラレル信号に戻すように設計されている。この過程において、元の信号が持つ電気的特性が劣化してしまえば、受け口である受信側で信号を再生することが出来なくなってしまふ。

これらを考慮して、DVI 光シリアルリンクは DVI 信号の出力部において DVI 規格^[2]に準拠するよう、設計されている。このうち特に、ピクセルエラーレート(Pixel error rate)とクロックジッタ(Clock jitter)、イントラ・スキュー(Intra-skew)、インター・スキュー(Inter-skew)、そしてアイパターンマスクテスト(Eye Pattern Mask Test)が伝送品質を評価する上で重要な項目となるため、この 5 点の測定結果をもって DVI 光シリアルリンクの性能と位置づけている。

表 1 に、DVI 光シリアルリンクの Pixel error rate と Clock jitter 等の測定結果を、図 5 に Eye Pattern Mask Test の測定結果を示す。

このように、DVI 光シリアルリンクは DVI 信号を電気ではなく光で伝送するという手段を構築したうえで、DVI 規格を十分満たす性能のシステムになっている。

表 1. Pixel error rate と Clock jitter 等の測定結果

Parameter	DVI standard	DVI optical serial link
Pixel error rate	10 ⁻⁹ max	5.54 × 10 ⁻¹³ Following
Clock jitter *1	353 ps max	250 ps
Intra-skew *2	470 ps max	R; 149 ps
		G; 17.9 ps
		B; 11.2 ps
Inter-skew *3	7,060 ps max	R-G; 64.4 ps
		R-B; 30.3 ps
		B-G; 9.7 ps

*1,規格では 0.3 UI max とされている。

$$T_{\text{pixel}}(\text{clock, Pixel Time}) = 10 \times T_{\text{bit}}(\text{1UI, Bit Time})$$

クロックは 85MHz なので、1 周期約 11.76 ns: T pixel よって、0.3 UI = 0.3 × 11.76 ns ÷ 10 = 353 ps となる。

*2,規格では 0.4 UI max とされている。

$$0.4 \text{ UI} = 0.4 \times 11.76 \text{ ns} \div 10 = 470 \text{ ps} \text{ となる。}$$

*3,規格では 0.6 T max とされている。

$$0.6 \text{ T} = 0.6 \times 11.76 \text{ ns} = 7,060 \text{ ps} \text{ となる。}$$

*1,2,3,測定は TP3(送出处)による。

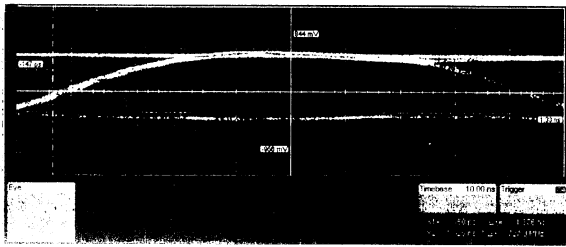


図 5. Eye Pattern Mask Test の測定結果

5. 仕様

表 2 に、DVI 光シリアルリンクの主な仕様である電氣的仕様と光学的仕様を記す。

映像信号は、DVI 規格^[2]に準拠する TMDS(Transition Minimized Differential Signaling)のシングルリンク仕様に沿うように設計されている。

光学的仕様に関しては、面発光半導体レーザーを利用する高速チャンネルにおいて、安全機能動作時に IEC60825-1 の class 1 という安全基準を満たす仕様となっている。また、低速チャンネルは常時において IEC60825-1 の class 1 の基準を満たしている。

表 2. DVI 光シリアルリンクの主な仕様

電源 : AC アダプタ方式	
電源定格	AC100V-240V 18-25VA、50/60Hz
消費電力	12W(送信側、受信側 各々6W)
映像信号	
DVI 規格 ^[2] に準拠する TMDS(Transition Minimized Differential Signaling)のシングルリンク仕様	
音声信号	
音声入力電圧	Max 2 Vrms (1KHz)
利得	-3dB~+1dB (-1dB Typical) *1
S/N 比	Min 70dB *1
*1 信号源出力インピーダンス 600Ω、負荷 20kΩ、測定入力インピーダンス 100kΩ、LPF20kHz	
光学仕様	
高速チャンネル	
出力光量	通常時 IEC60825-1 class 3 R 安全機能動作時 同 class 1
動作速度	3.125Gbps
低速チャンネル	
出力光量	IEC60825-1 class 1
動作速度	28.4Mbps

6. まとめ

PDP と MR の間を流れる映像や音声、制御信号を、既存のシステムよりスマートで長い距離を高品質で伝送出来るものとして、2 芯のプラスチック光ファイバーを用いた伝送システム”DVI 光シリアルリンク”の開発に成功した。

今後の課題としては、現在の伝送レベルである”50inch プラズマディスプレイの WXGA 解像度までの対応”を、Ultra XGA(UXGA)レベルまで伝送できるよう、さらに高レート化していくことが挙げられる。

7. 謝辞

当システムの開発と製品化にあたり、プラスチック光ファイバー (Graded Index-POF) と光送信部 (VCSEL ; Vertical Cavity Surface Emitting Laser) 及び受信部において、富士写真フィルムグループからご協力を頂きました。この場を借りて、感謝いたします。

文 献

- [1] DDWG Electrical Test Working Group, “DVI Test and Measurement Guide”
- [2] DDWG Electrical Test Working Group, “Digital Visual Interface Revision1.0”