

1.485Gbpsハイビジョン放送用 インターフェースの設計事例

—FPGAのI/Oを活用してコスト削減

伊能英男

ここではハイビジョン放送機器の映像/音声データを伝送するためのインターフェース「HD-SDI」の設計事例を紹介する。HD-SDIは、1.485GHzのシリアル・インターフェースである。FPGAが持つ高速I/Oブロックを利用することで複数チャネルの1チップ化が可能となり、HD-SDIインターフェースLSIを利用した場合よりも低コスト化できたという。(編集部)

2003年12月1日よりテレビの地上デジタル放送が始まりました。2000年に開始したBSデジタル放送とあわせて、日本でも本格的なデジタル放送時代が始まったわけです。そして家庭にしながら手軽に高画質・高音質のハイビジョン放送を楽しめるようになりました。2011年7月には現行のアナログ放送が終了する予定で、各放送局はハイビジョン設備の導入を急いでいます。今回は放送局内でハイビジョン機器に使用されているシリアル・デジタル・インターフェース伝送規格「HD-SDI」と、FPGAを使用したHD-SDIの開発事例について解説します。

表1 同軸ケーブル・インターフェースの主な規定

シリアル・クロック周波数	1.485GHzおよび1.485/1.001GHz
出力信号振幅	800mV _{pp} ±10% 75Ω終端抵抗にかかる電圧で同軸ケーブルは1m以内
コネクタ・タイプ	75Ω BNC型
ケーブル種類	75Ω同軸ケーブル
入出力インピーダンス	75Ω不平衡型
伝送損失	20dB以下(1/2fにおいて)
反射損失	15dB以上(5MHz以上, 1/2f未満) 10dB以上(1/2f以上, f以下) ※f=1.485GHzおよび1.485/1.001GHz
立ち上がり時間	270ps未満
立ち下がり時間	270ps未満
立ち上がりと立ち下がりの差	100ps以内

HD-SDIとは

HD-SDIとは、ハイビジョン映像を伝送するためのシリアル・デジタル伝送規格です(右掲のコラム「ハイビジョンとは」を参照)。伝送速度は1.485Gbpsです。非圧縮のハイビジョン映像を1チャネルとPCM音声信号を16チャネル、またタイム・コードなどのデータを多重して伝送することができます。主に放送局内のハイビジョン設備で使用されており、ハイビジョン・カメラやビデオ・レコーダ、映像信号を選択するスイッチなどをHD-SDIで接続します。スタジオで使用するスイッチは映像信号の入力も多く、50~100チャネルのHD-SDI入出力を搭載しています。

HD-SDIは、日本国内では1995年にBTA S-004として、また米国ではSMPTE292Mとして規格化されました。HD-SDIでは同軸ケーブル・インターフェースおよび光ファイバ・インターフェースが規定されていますが、制作現場では同軸ケーブル・インターフェースが使用されています。HD-SDIの同軸ケーブル・インターフェースについての主な規定を表1に示します。

シリアル・クロック周波数には、1.485GHzおよび1.485/1.001GHz(約1.4835GHz)の2種類があります。これは、映像規格によって決められている映像サンプル周波数の種類によって変化します。ハイビジョンの映像信号はコンポーネント信号(Y, Pb, Pr)で、デジタル・データはY信号(輝度信号)10ビットと、Pb, Pr(色差信号)を交互に多重したC信号10ビットの合計20ビットで構成されます。よって $74.25\text{MHz} \times 20\text{ビット} = 1.485\text{GHz}$ ($74.25/1.001\text{MHz} \times 20\text{ビット} = 1.485/1.001\text{GHz}$)となります。伝送路符号化による伝送レートの増加はなく、この2種類の周波数に対応

することが必要です。また最大伝送距離の規定はありませんが最大伝送損失が規定されています。使用する同軸ケーブルによって最大伝送距離が異なり、例えば5C-FB同軸ケーブルを使用した場合は100mの伝送が可能でなければなりません。ケーブル伝送損失を補償するため、受信機側にケーブル・イコライザの挿入が必要になっています。

● HD-SDIのデータ・フォーマット

HD-SDIで伝送するデータ・フォーマットを図1に示します。1,125本ある映像の1ライン分のデータを表しています。同期信号(タイミング・リファレンス・コード：TRS)であ

るEAV(End of Active Video)やSAV(Start of Active Video)、ライン番号(LN:Line Number)、エラー検出(CRC:Cyclic Redundancy Check)符号、多重補助データ、デジタル有効ラインを多重します。音声信号やタイム・コードなどのデータは、多重補助データを使って伝送します。デジタル有効ライン以外の部分をデジタル・ライン・ブランキングと呼び、テレビの画面では表示されない部分になります。

1) タイミング・リファレンス・コード

HD-SDIでは映像データとして使用できない特別なワードで構成されるデータをEAVおよびSAVに使用し、デー

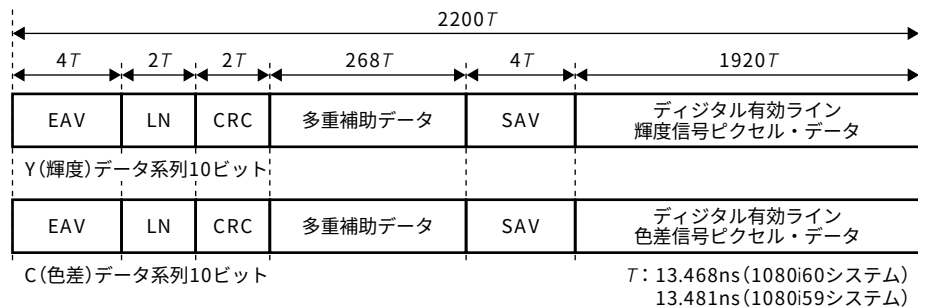


図1

HD-SDIのデータ・フォーマット

1,125本ある映像の1ライン分のデータを表している。

Column ハイビジョンとは

「ハイビジョン」は、日本で開発された高精細度テレビジョン方式の愛称であり、表A-1のように構成されています。映像の精細度を示す走査線数は、現行テレビが525本であるのに対して、1,125本と2倍以上、映像信号帯域幅は5倍以上となっています。アスペクト比は16:9と映画のような横長サイズで、迫力と臨場感を伝えられるように設計されています。フィールド周波数は現行テレビと同じ59.94Hzで、これは1秒間に59.94枚の映像を映し出していることを表しています。

現在では世界各国のHDTV(高精細度テレビジョン)に対応した方式が規格化されています。表A-2は現在規格化されているハイビジョンの映像規格の一部を示しています。これ以外にも約17種類の映像規格があります。このように規格が多様化した理由として、世界各国の現行テ

レビ(NTSC, PAL, SECAM)との互換性を重視していることが挙げられます。日本では1080i59が標準化されました。またヨーロッパでは1080i50が採用されています。映画業界では1080p24が広く採用されています。放送機器メーカーではこれらの映像規格の中から必要な規格を選択してハイビジョン機器を開発していますが、最近ではすべての映像規格に対応した機器を発売しているメーカーもあります。HD-SDIは、これらの映像規格を包含して伝送できる規格になっています。

デジタル放送のメリットとしては、「高画質・高音質のハイビジョン放送」、「知りたい情報がいつでも手に入るデータ放送」、「クイズやアンケートに参加できる双方向サービス」などが挙げられます。

表A-1 ハイビジョンと現行テレビの比較

	ハイビジョン (地上デジタル放送)	現行テレビ (NTSC方式)
走査線数	1125本	525本
アスペクト比 (画面縦横比)	16:9	4:3
フィールド周波数 (1秒間の枚数)	59.94Hz	59.94Hz
映像信号帯域幅	20MHz以上	約4.2MHz

表A-2 現在の主なHDTV映像規格(抜粋)

映像名称	有効水平 画素数	有効垂直 画素数	フレーム 周波数	スキャン方式	サンプル周波数 (MHz)
720p60	1280	720	60	プログレッシブ	74.25
720p59	1280	720	60/1.001	プログレッシブ	74.25/1.001
1080i60	1920	1080	30	2:1インターレース	74.25
1080i59	1920	1080	30/1.001	2:1インターレース	74.25/1.001
1080i50	1920	1080	25	プログレッシブ	74.25
1080p24	1920	1080	24	プログレッシブ	74.25