

## MPEG2エンコード/デコードLSI

新井 知二

クボタシーキューブ

MPEG2のエンコーダ及びデコーダLSIの概要について紹介する。エンコーダについては汎用ビデオ信号圧縮伸長プロセッサであるVideoRISC™プロセッサおよびそのチップとマイクロコードで構成される応用製品であるMPEG2リアルタイム・エンコーダを、デコーダについてはビデオデコーダLSIおよびトランスポート・ストリーム・デマルチプレクサLSIの概要と特長、そしてそれらのLSIを用いたトランスポート・ストリーム・デコーダボードにより実際の応用例を示す。

MPEG2 Encoder/Decoder LSI

Tomoji Arai

Kubota C-Cube Inc

Fuso Blud. 7F, 2-12-8 Shin-Yokohama  
Kohoku-Ku, Yokohama, Kanagawa 222, Japan

This paper describes MPEG2 encoder and decoder LSIs. As regards to encoder, VideoRISC™ processor which is a general purpose video compression/decompression LSI and MPEG2 encoder product consisting of the LSIs and micro code are described. As regards to decoder, outline and features of a video decoder LSI and a transport demultiplexer LSI are given. Also a transport decoder board using the LSIs as a design example shows how the chips are applied to actual design.

## 1. はじめに

MPEG2もその高画質と高機能によってケーブルTV、VOD（ビデオ・オン・デマンド）、衛星放送等の各分野で注目を浴びており、デコーダLSIも出回り実用化も間近になっている。ここでは1チップMPEG1デコーダを世界で初めて開発するなど画像圧縮伸長チップのパイオニアとして知られるシーキューブ・マイクロシステムズ社のMPEG2エンコーダ及びデコーダLSIについての解説を行う。

## 2. エンコーダ LSI

### 2-1. VideoRISC™プロセッサ

VideoRISC™プロセッサはマイクロコードによりMPEG、JPEG、H.261及びその他のビデオ圧縮／伸長を行うLSIであり、製品は通常LSI（複数の場合もある）とマイクロコードで構成される。

VideoRISC™プロセッサの最初の応用製品は2個のLSIとSIF解像度MPEG1用のマイクロコードで構成されるCLM4500と8個（PALの場合は9個）のLSIによりITU-T Rec.601解像度をMPEG1エンコードするCLM4600の2種類であった。今回、MPEG2に対応するため、チップは第2世代のCL4010に発展し、マイクロコードもMPEG2対応のCLM4700が開発された。なおCL4010は第1世代のCL4000に対して上位互換であるためCL4010を用いてMPEG1のエンコードを行うことが可能である。

VideoRISC™プロセッサの概要は以下に内部構成を図1に示す。

#### □ ビデオRISC CPU (Video RISC CPU)

- 32bit RISCアーキテクチャ
- 命令キャッシュとデータキャッシュ
- 演算プロセッサとの密結合

#### □ 動き評価プロセッサ(Motion Estimation Processor)

- プログラム可能
- ハーフピクセル精度での階層サーチ

#### □ イメージ・プロセッサ(Image Processor)

- 入力画像のサブ・サンプリング

#### □ スケーラビリティ

- オーバーラップされたセグメントに分割し複数VRPで処理

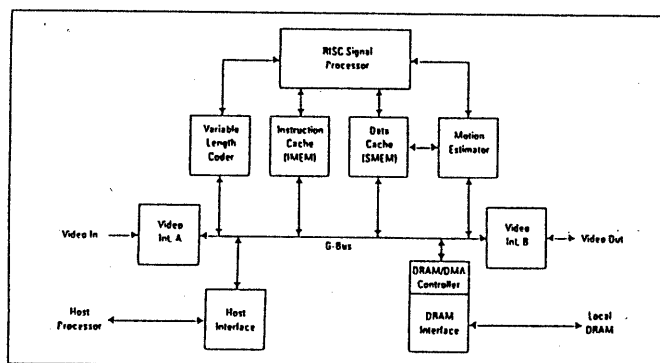


図1. VideoRISC™プロセッサの内部構成

2-2. CLM4700 放送規格 MPEG2 エンコーダ

CLM4700放送規格MPEG2エンコーダ・マイクロコードは、MPEG2メインレベル/メインプロファイルのエンコードを、PALに対して576ライン (25フレーム/秒)、NTSCに対して480ライン (29.97フレーム/秒)で行う。放送規格解像度でエンコーダはIPBフレームをサポートし3Mbps以下から15Mbpsまでのビットレートでエンコードする。

CLM4700は適応フィールド・フレーム(Adaptive Field Fram)エンコーディングを行う場合、NTSCで12個の、PALでは13個のCL4010を必要とする。またフレーム・エンコーディングの場合には、それぞれ8個及び9個となる

動き評価に関してエンコーダはPフレームに対して水平-106/+99.5pels、垂直-58/+51.5pelsの探索範囲をBフレームに対して水平-74/+67.5pels、-58/+51.5pelsの探索範囲を1/2pel精度でサポートする。

CLM4700の主な特長を以下に、システム構成図を図2に示す。

- 以下の解像度でのMPEG2ビデオエンコーディング
  - 704x480,544x480,480x480,352x480(NTSC)
  - 704x576,544x576,480x576,352x576(PAL)
- 各種のフレームレートをサポート
  - 29.97(NTSC)
  - 25(PAL)
  - 23.976(フィルム)
- PESパケットまたはPicture User DataによるPTSのサポート
- PAN/SCANのサポート

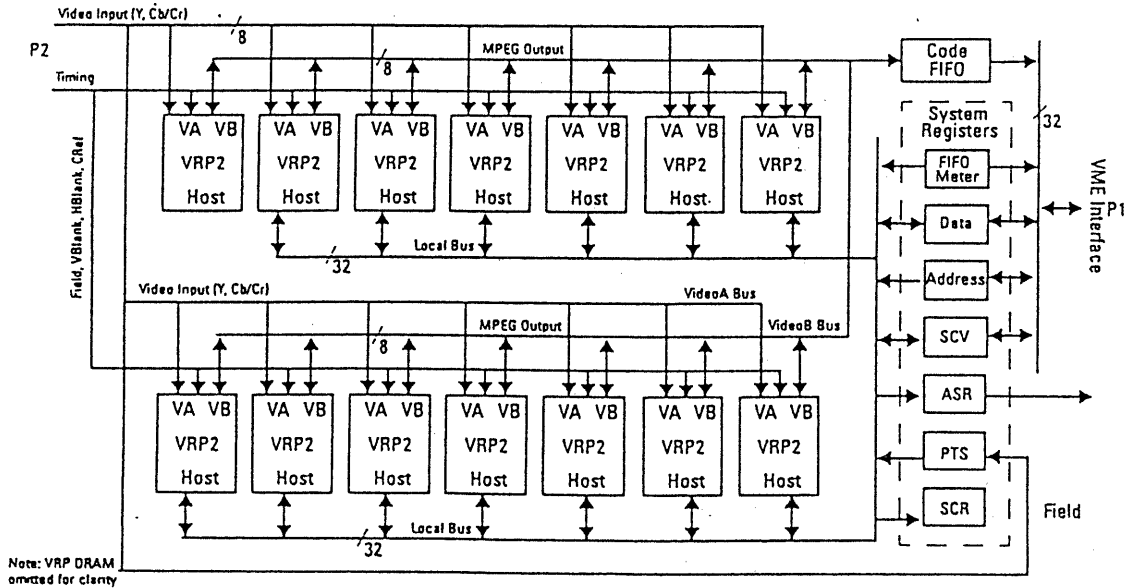


図2. CLM4700システム構成

### 3. デコーダ LSI

シーキューブ社はビデオデコーダだけでなくトランスポートストリームのデコードを行うデマルチプレクサCL9110も製品化しMPEG2デコーダの商品開発のサポートを強力に行っている。ここではこれらのLSIとともにそれらを使用した開発用ボードを解説し各LSIの実使用例を示す。

#### 3-1. MPEG2 ビデオデコーダ CL9100

CL9100はホストプロセッサによる介在なしにMPEG2ビデオストリームをデコードするLSIで以下の特長を持っている。

- エラー検出とエラー・コンシールメント
- チャンネル切り替え
- プレゼンテーション・タイム・スタンプ(PTS)を用いたオーディオビデオ同期
- プログラマブルアーキテクチャによる高い柔軟性と各種機能のハイレベルでのサポート
- ポリフェーズ水平リサンプリング
- 色差信号の垂直フィルタリング
- オン・スクリーン・ディスプレイ(OSD)
- 16:9の素材に対するパンとスキャン
- 24Hzフィルムレートのビデオレートへの変換
- 非同期ビデオクロック
- シリアル、パラレル双方の圧縮データ入力
  - 16Mbpsまでの平均ビットレートに対応
  - 80Mbps (パラレル) または25Mbps (シリアル) のピークレート
- ローコストシステムに適した8ビット・ホスト・インターフェース
- ハイレベル・コマンドによる簡単な制御
  - Play(): ビットストリームの入力、MPEGデコード、ディスプレイの実行
  - Pause(): デコードの一時停止 (画面は静止画)
  - Freeze(): 画面を停止、ただしビットストリーム入力は続行できる
  - SingleStep(): 次の画面を出力しデコードを中断
  - Fast Forward(): I,Pフレームのみをビットストリームからピックアップしデコード
  - SlowMotion(N): 同一画面をN回づつ出力しながらデコード
  - SetInterruptMask(EventMask): 割り込みの設定
  - NewChannel(): 現在のビットストリームのデコードを中止しレートバッファをクリアして次のシーケンスヘッダをサーチし見つかったらデコード、ディスプレイを開始
  - Reset(): 実行中のコマンドを中止する
  - BlockWrite(A,L): CFIFIOへ書き込んだデータが指定されたDRAMへ書き込まれるモードであるブロックライト状態に入る
- 8、16または32メガビットのDRAM構成をサポートするオンチップDRAMコントローラ
  - 16MbitでMP@ML(NTSC/PAL)をデコード
  - 8MbitでSP@ML(NTSC)をデコード
- 27MHz入力クロック周波数
  - MPEG2 PCRリカバリーによるシステムクロックを直結可能
  - 単一クロックソースをCL9100メイン・クロックとビデオ・ピクセル・クロックに使用可能
- 160ピン・プラスチック・クアッド・フラット・パッケージ
- 消費電力1.2W以下
- 5V (IO用) と3.3V (内部用) の2電源

### 3-2. MPEG2 トランスポート・デマルチプレクサ CL9110

CL9110はMPEG2トランスポート・ストリームを受け取りオーディオ・ストリームとビデオ・ストリームに分解するデマルチプレクサで、ユーザ独自のデスクランブラが接続できるインターフェース、レートバッファ、C-Cube CL9100に直結できるビデオ・ストリーム・インターフェース、多くのオーディオ・デコーダに接続できるオーディオ・ストリーム・インターフェース、68xxxにも80x86にも接続可能なホスト・インターフェースを備えている。

CL9110は外部DRAMを様々なデータ・ストリーム・バッファとプログラム・ストレージ等に用いる。外部DRAMはホストメモリの一部として用いることもできる。またホストが利用するシステム・ストリームの情報をバッファする。

CL9110の主な特長を以下にブロックダイアグラムを図3に示す。

- PCR(Program Clock Reference)リカバリー
- MPEG2トランスポート・レーヤーとPES(Packetize Elementary Stream)の処理
- 60メガビット/秒までのトランスポート・ストリームをサポート
- ビデオ及びオーディオ・チャンネルのレート・バッファリング
- エクステンディッド・チャンネルのレート・バッファリング
- ホストCPUのためのメモリ・コントローラ
- ロスト・パケットの検出と処理
- ハイスピード・データ出力ポート
- 簡単なDRAMインターフェース
- プレゼンテーション・タイムスタンプ(PTS)の処理
- PSI(Program-Specific Information)とCAS(Conditional Access System)の処理
- 外部デスクランブラのためのインターフェース
- I<sup>2</sup>Cシリアル通信のサポート
- ホストによるビデオおよびオーディオ・クリップの挿入
- 0.6ミクロン・ルールCMOS
- 低価格、省スペースの208ピンQFP

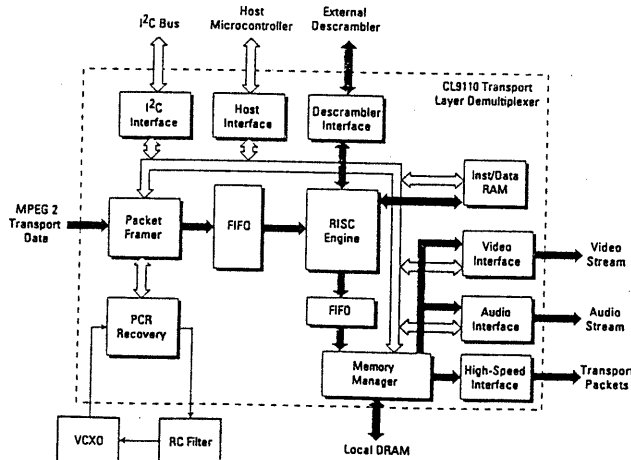


図3. CL9110のブロック・ダイアグラム

### 3-3. MPEG2 トランスポートストリームデコーダボード

MPEG2トランスポートストリームデコーダボード（アステリックス/スプーラ・ボード）は CL9110/CL9100の評価用ボードで以下の特長を持つ。アステリックス・ボードがMPEG2トランスポートのデコードを行う小型のボードで、スプーラはフルサイズPCIカードでバスから送られるトランスポート・ストリームを一定レートでアステリックス・ボードに送るために用いられる。

- MPEG2トランスポートストリームをデコードしビデオ（コンポジット）及びオーディオ（アナログ）を出力（アステリックス・ボード）
- PCIバスからトランスポートストリームを入力可能
- ディスクランブラLSI用のコネクタ
- ホストCPUであるMC68302で以下の各部を制御
  - トランスポートストリームデコーダ(C-Cube CL9110)
  - ビデオデコーダ(C-Cube CL9100)
  - オーディオデコーダ(Crystal Semiconductor CS4920)
  - NTSCエンコーダ(Philips SAA7188)
- 最大入力チャンネルレート：54Mbps（PCIバス経由）
- Windowsによるアステリックス/スプーラ・ボード制御プログラム

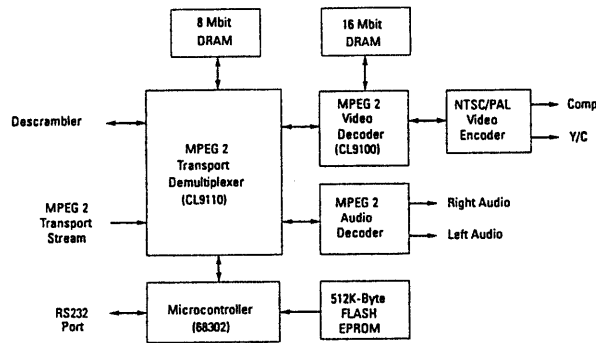


図4. アステリックス・ボードのブロック図

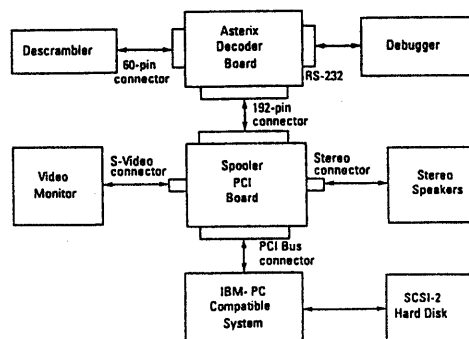


図5. アステリックス/スプーラ・ボードの接続例