

DVD プレーヤの高画質化

Superior Picture Quality for DVD Players

石川 正一
ISHIKAWA Shoichi依田 信治
YODA Shinji小島 宏
KOBATA Hiroshi河本 浩太郎
KAWAMOTO Kotaro

高画質な DVD 映像のさらなる高画質化のために、DVD 用高画質化 LSI 2 品種を短期間に開発した。当社が新たに開発した DVD 用三次元 DNR (Digital Noise Reduction) LSI は DVD の高解像度を維持したまま S/N 改善を行い、鮮明で透明感のある映像を実現している。また、DVD 用 I/P (Interlace/Progressive) 変換 LSI は、DVD の高画質をさらにぎめの細かい高密度なプログレッシブ走査に変換することを実現している。

今回開発した LSI は、2 品種とも既存のコアを再利用することによって大幅な開発期間の短縮を行うことに成功した。また、これらの LSI はシステム設計の段階から IP (Intellectual Property) 化することを考慮して開発を行なっているために、他のシステム LSI に容易に組み込むことができる。

We have developed two types of LSIs that realize superior picture quality for DVD players. One is a digital noise reduction (DNR) LSI, which improves the signal-to-noise ratio, and the other is an interlace/progressive (I-P) translation LSI for translating from interlaced scanning to progressive scanning. We succeeded in reducing the development time by reusing circuits.

These LSIs have also been developed as new intellectual property (IP) cores themselves. Therefore, it is easy to incorporate these new IP cores into another system LSI.

1 まえがき

当社が世界初の DVD プレーヤ SD-3000 を発売したのは今から 3 年前である。現在、DVD プレーヤは次世代映像機器としての地位を確固たるものとしている。そこで、さらなる普及拡大のために、特殊機能をもつ DVD プレーヤを短期間に開発して市場に送りこむ必要があった。当社では高画質化を目的とし、DVD 用三次元 DNR LSI (以下、TC 203G08AF-0101 と呼ぶ) と DVD 用 I/P 変換 LSI (以下、TC 200E2650AF-02 と呼ぶ) を短期間に開発した (図 1)。

過去に設計された LSI を再利用することによって開発期間を短縮しようという気運が業界全体で高まっている。当社では開発期間を短縮する手段として、既存コアを用いた LSI の開発を行なっている。また、今後の SOC (System On a Chip) を見据えた IP 化を LSI 開発フローに組み込んでいる。

ここでは、TC203G08AF-0101 と TC200E2650AF-02 の概要と、開発のポイントについて述べる。

2 TC203G08AF-0101 および TC200E2650AF-02 の概要

TC203G08AF-0101 は、当社が今までリーディングカンパニーとして地位を築いてきた、最新の VTR 用三次元

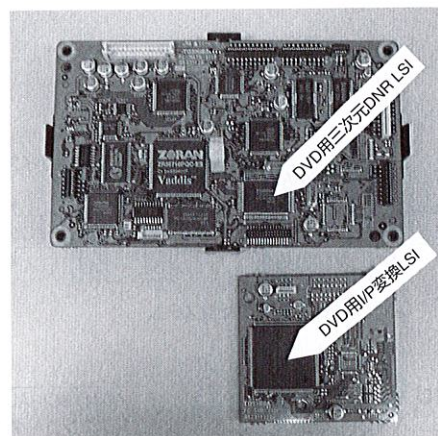


図 1. TC203G08AF-0101 および TC200E2650AF-02 の搭載された印刷回路基板 矢印で示す LSI が DVD 用三次元 DNR LSI (TC203G08AF-0101) および DVD 用 I/P 変換 LSI (TC200E2650AF-02) である。

Circuit boards of TC203G08AF-0101 DNR LSI and TC 200 E 2650 AF-02 I-P translation LSI

DNR LSI (以下、TC90A11F と呼ぶ) の技術をコアとし、DVD プレーヤ用にカスタマイズした LSI である。TC203G08AF-0101 とは NTSC (日本、北米などのテレビ方式) / PAL (ヨーロッパ、中国などのテレビ方式) に対応した DVD 用ローコスト三次元 DNR であり、以下のような特長をもっている。

- (1) 2 Mビットのメモリ 1 個で NR(Noise Reduction) を実現
- (2) 1 フレーム輝度および色動き検出の実現
- (3) NTSC 動き適応フレーム巡回 NR の実現
- (4) PAL 動き適応フィールド巡回 NR の実現
- (5) Y/C(輝度信号/色信号)独立デジタル水平輪郭補正を内蔵

また、TC200E2650AF-02は、液晶プロジェクタ用 I/P 変換 LSI(以下、F436007BPPMと呼ぶ)の技術をコアとし、DVD プレーヤ用にカスタマイズした LSI である。

TC200E2650AF-02は、動き適応三次元順次変換 LSI であり、次の特長をもっている。

- (1) 2 Mビットのメモリ 2 個で I/P 変換を実現
- (2) NTSC/PAL に対応

2.1 従来のTC90A11FおよびF436007BPPMを用いた場合の問題点

図 2 (a), (b)に示すように既存の二つの LSI はアナログ入力インタフェースであり、それぞれ DVD プレーヤのシステムにそのまま組み込むとシステム中に D/A(Digital to Analog), A/D(Analog to Digital)変換が複数存在するために画質劣化が生ずる。

また、TC90A11F はアナログ記録の VTR 用であるためにデジタル記録の DVD では十分な色の NR 効果を期待できない。

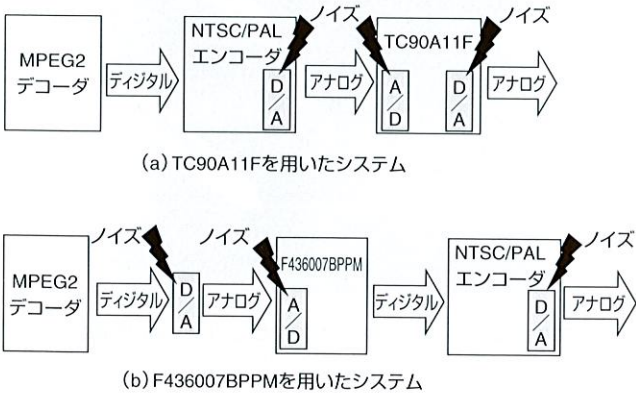


図 2. 既存 LSI を用いたシステム 既存の LSI を用いたとき、複数の D/A,A/D 変換器が存在するために画質劣化が大きくなる。

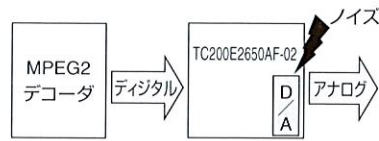
System with current LSIs

2.2 システムの変更点

上記の問題を解決するために、図 3 (a), (b)に示すように、2 種類の既存 LSI の入力インタフェースを、デジタル映像信号フォーマットである ITU(国際電気通信連合)-R 656/R 601 に変更し、アナログ信号の接続を排除し



(a) TC203G08AF-0101を用いたシステム



(b) TC200E2650AF-02を用いたシステム

図 3. 新規 LSI を用いたシステム 新設計の LSI を用いたときは最終の D/A 変換器だけになり、画質劣化が最小限になる。

System with newly developed LSIs

た。これに伴い、動作クロック周波数を 28.6 MHz 系から 27 MHz 系に変更した。また、NR 効果を向上するために DVD 用に NR 色フィルタを設計した。もともと VTR の再生色帯域がベースバンドで 500 kHz しか存在しないために急峻(しゅん)なフィルタは必要なかったが、DVD の色帯域は 3 MHz もあるため TC90A11F のフィルタをそのまま用いたのでは折返し歪(ひずみ)が発生する。

そこで図 4 に示すように、カットオフ周波数を 0.8 MHz の 15 次の FIR(Finite Impulse Response : 有限長インパルス応答)フィルタを設計し、歪成分をあらかじめ除去できるようにした。

TC203G08AF-0101 と TC200E2650AF-02 は、既存 LSI のコアに上記仕様変更を取り入れた DVD 用の LSI である。

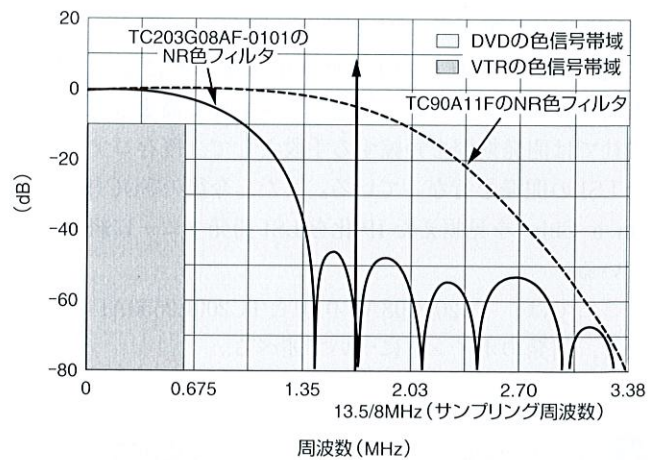


図 4. TC203G08AF-0101 の NR 色フィルタの特性 DVD の色信号帯域と VTR の色信号帯域が異なるために NR 色フィルタの特性を変える必要がある。

NR chroma filter characteristics of TC 203 G 08 AF-0101

3 開発のポイント

TC203G08AF-0101とTC200E2650AF-02の開発において、既存のコアを用いて、設計から評価までの開発期間を通常の1/2にすることができた。

また、今回開発したTC203G08AF-0101とTC200E2650AF-02をIPとして再利用できるように回路システムを構築し、IPに必要なドキュメントを用意した。開発のフローをそれぞれ図5(a), (b)に示す。今回、仕様作成のフェーズで新たに導入した手法を以下に述べる。

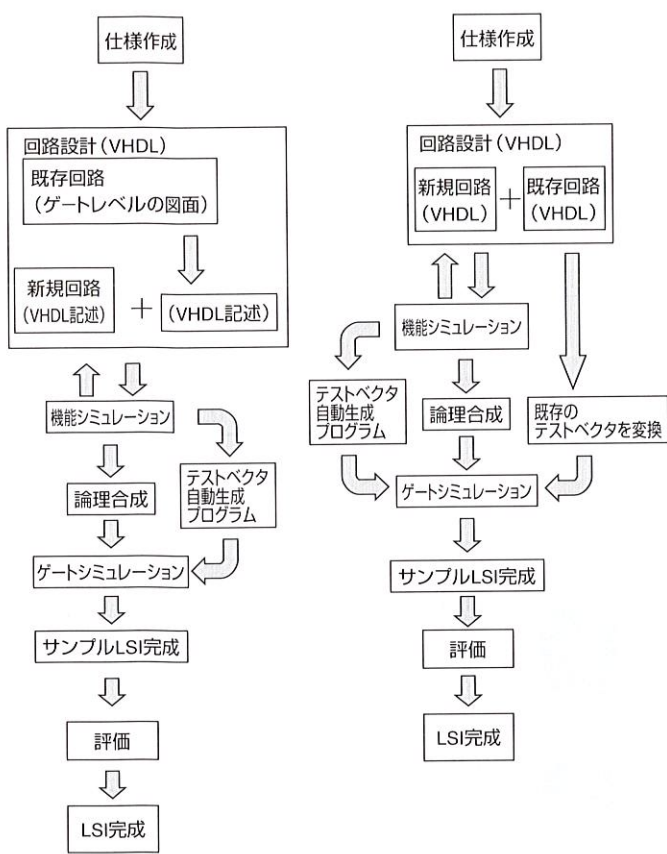
などMPEG(Moving Picture Experts Group)圧縮特有のノイズを擬似的に付加するプログラムも作成し、信号処理の効果を確認した。この手法により、シミュレーションで各パラメータ値の範囲を決めることができた。

今回の開発はIPとして十分に整備されたコアを用いてはいない。既存のコアを修正して開発を行なった。入手した既存のコアの設計資産を表1に示すが、開発環境の違いからコアを再利用するために必要な設計資産が十分ではなかった。

表1. 入手したコアの資産

Assets utilized for development of TC203G08AF-0101 and TC200E2650AF-02

項目	TC203G08AF-0101	TC200E2650AF-02
設計に関する資料	ゲートレベルの図面	VHDL 記述
論理合成に関する資料	×	△(他社ベンダーのもの)
検証に関する資料	機能シミュレーション	×
	ゲートシミュレーション	○
評価に関する資料	○	×



(a) TC203G08AF-0101開発フロー (b) TC200E2650AF-02開発フロー

図5. TC203G08AF-0101およびTC200E2650AF-02の開発フロー
LSIを短期間に開発するために、既存の設計資料を効率よく用いた。
Development flow of TC203G08AF-0101 and TC200E2650AF-02

既存のコアをDVD用にシステムを変更するとき、システムのパラメータ値を決定する必要がある。このパラメータ値の選択がLSIの性能を決定する。短期間にこのパラメータ値を決定するために、画像シミュレータを用いた。まず、既存のコアから信号処理のアルゴリズムをC言語で記述して各パラメータ値を変えながら、主観評価により映像に与える効果を確認した。また、DVDやビデオCD

今回開発したTC203G08AF-0101とTC200E2650AF-02をIPとして再利用できるように、再利用に必要な情報を表2にまとめた。

設計ではVHDL(Very high speed IC Hardware Description Language)記述で行い、可読性のよい記述方法を統一した。また各ブロックの機能説明も充実させた。

論理合成ではベンダーが異なったために合成の資料が不十分であり、開発に時間がかかった。そこで、マルチベンダー化できるような設計資産として充実させた。

検証では、検証時間の短縮のために検証を行う前に必要となるライブラリなどを準備した。開発環境の違いによる設計資産との不一致が起らないように入手したライブラリをまとめた。

LSI評価については評価結果をまとめ、LSI評価システムのマイコンを制御するための制御プログラムの操作方法も追記した。

表2に示すような資料を用意した理由は、再利用を行うときに、コアを開発した環境を理解することが必要になるからである。

さらに、開発したLSIに関する特許調査や、そのときのキーワードの情報もまとめた。特許に関しては引き続き調査を行い、調査結果を資産に追加している。

以上の情報があれば今回開発したLSIをIPとして再利用したとき、開発期間の短縮に十分有効である。

表2. 今回の開発で収集した技術的資料

Documents derived from development

項目	内容
仕様に関する資料	C言語で作成したアルゴリズムのソース(画像シミュレータ用) 擬似的ノイズを付加するプログラムのソース(画像シミュレータ用)
設計に関する資料	VHDL記述(記述フォーマットを統一) LSI仕様書 各ブロックの詳細設計仕様書 既存コアからの変更箇所およびその変更理由
合成に関する資料	スクリプトファイル 合成ツール名およびそのバージョン 最大遅延時間と各ブロックのゲート規模を示したレポートファイル 合成ツールの環境設定ファイル 特殊マクロファイル ベンダーから供給されたすべてのライブラリ
検証に関する資料	機能シミュレーションに必要なモデルのVHDL記述 テストベクタ自動生成プログラム シミュレーションツールおよびそのバージョン(機能シミュレーション, ゲートシミュレーション) テストベクタ仕様書 全テストベクタ 特殊マクロファイル(機能シミュレーション用, ゲートシミュレーション用) ベンダーから供給されたすべてのライブラリ(機能シミュレーション用, ゲートシミュレーション用) レイアウト情報 機能シミュレーション結果 遅延係数を変化させたゲートシミュレーション結果 複数のシミュレーションを行うためのバッチファイル(機能シミュレーション用, ゲートシミュレーション用)
評価に関する資料	評価項目および評価結果 評価システム図 マイコン制御プログラムおよびマイコン制御プログラムソース マイコン制御プログラムの取扱説明書 評価ボード回路図 評価ボード作成業者およびコスト, 作成期間
特許に関する資料	特許調査結果(日本, 米国) 特許調査に必要なキーワード(日本, 米国)

テストベクタ: ゲートシミュレーションを行うときに必要なテストパターン

4 あとがき

TC203G08AF-0101は, DVDの高解像度を維持したままS/N改善できるので, 鮮明で透明感のある映像を実現している。また, ビデオCD再生時にも有効に作用し, ブロック歪や画像のちらつきも大幅に抑圧するため, 品位の向上したビデオCD映像を楽しむことができる。

TC200E2650AF-02は, DVDの高画質をさらにきめの細かい高密度なプログレッシブ走査に変換することを実現している。

つねに新しく, 質のよいものを早く市場に出すためには短期開発が重要なポイントである。その課題を既存のコアの再利用と開発の効率化により克服することができた。また, TC203G08AF-0101やTC200E2650AF-02を将来I/P利用できるように, IP化に必要な資料もそろえた。

今後はこれらのコアを利用した新しい製品をさらに短期間に開発できるように努力していく。

文献

- (1) 松田直樹, 他, マルチ対応三次元ノイズリダクションシステム, 東芝レビュー, 51, 10, 1996, p.51-54.



石川 正一 ISHIKAWA Shoichi

デジタルメディア機器社 柳町デジタルメディア工場 マルチメディアLSI開発センター マルチメディアLSI開発担当。DVDプレーヤ用ASICの開発に従事。映像情報メディア学会会員。

Yanagicho Operations-Digital Media Equipment



依田 信治 YODA Shinji

東芝テック(株) 第四技術部 システムLSI開発担当グループ長。マルチメディアLSI開発センターにおいて画像処理関連ASICを開発。現在PPCの開発に従事。映像情報メディア学会会員。

TOSHIBA TEC Corp.



小島 宏 KOBATA Hiroshi

東芝エー・ブイ・イー(株) 第二事業部柳町事業所シニアエンジニア。CD, CD-ROM, DVD-ROM, DVD用LSIの開発・設計に従事。

Toshiba AVE Co.,Ltd



河本 浩太郎 KAWAMOTO Kotaro

東芝エー・ブイ・イー(株) 第二事業部柳町事業所 マルチメディアLSI開発担当。CD/DVD-ROM, DVD用LSIの開発・設計に従事。

Toshiba AVE Co.,Ltd