3. ハイビジョン信号処理 LSI

正会員 桜 井 優†

1. ま え が き

1991年11月にハイビジョン試験放送が開始されて以来、これに対応したハイビジョンテレビおよびワイドテレビが各社より発売されている。ハイビジョン放送には MUSE 方式が採用されており、これを復調する MUSE デコーダ用 LSI は、テレビセットの価格を大きく左右するキーパーツのひとつとなっている。MUSE 信号処理用 LSI は、フルスペックの第2世代 MUSE・LSI、機能の一部を簡略化した簡易型 MUSE・LSI、および MUSE-NTSC コンバータの3種類に分類することができる。ここでは、これらの LSI についてその概要を述べる。

2. MUSE システム

2.1 MUSE デコーダ

MUSE 方式¹⁾は、約 22 MHz の帯域のハイビジョン信号を 8.1 MHz に帯域圧縮する方式である。その原理としては、画像の静止している部分と動いている部分に対して異なった信号処理を行うものであり、静止部については 4 フィールドにわたるサブサンプリングを行い、動画部についてはあらかじめ解像度を低下

させて、これを間引きサンプリングしてフィールド単位で伝送している。これを受信する MUSE デコーダの主な機能は、次の3点よりなる。

- ① 4 フィールドにわたってサブサンプルされた画素を、画像メモリーによって重ね合わせて原画面を再生する（静画処理）。
- ② 間引きサンプルされて伝送された画素を、2 次元フィルタによってフィールド内で補間して原画面を再生する（動画処理）。
- ③ 受信画像から動いている部分を検知し、その検出信号に応じて静画処理と動画処理の出力とを混合する（動き部分検出と静画／動画ミキシング）。

MUSE デコーダは、上記の機能のほかに、1/4 に時間圧縮されて伝送される色信号の復調、同期/クロック再生、波形等化、マトリクス・ガンマ補正、および音声復調などの機能から成り立っている。図1にその機能ブロックを示す。デジタル信号処理回路としては、およそ 300 k ゲート程度の規模のシステムとなっている。

2.2 第1世代 MUSE・LSI

第1世代の MUSE・LSI²⁾は、国内メーカー数社の共同により開発がなされた。デジタル信号処理 LSI

図 1 MUSE デコーダ機能ブロック図

† 株式会社東芝 映像情報システム事業部
“Signal Processing LSIs for HDTV” by Masaru Sakurai
(Toshiba Corp., Fukaya)

図 2 第1世代 MUSE・LSI ブロック図

表 1 第2世代 MUSE・LSI 一覧表

	富士通・ソニー ⁵⁾	三洋・LSI ロジック ⁷⁾	東芝・日本モトローラ ⁹⁾	10 社連合 ¹¹⁾
MUSE 映像処理	波形等化 CXD 2015 Q	波形等化 LCL 6301 F	同期再生 TC 9071 F	波形等化 LH 50529
	入力処理 MB 86110	データ検出 LCL 6302 F	動画処理 TC 9072 G	同期処理 MN 76022
	動き検出 MB 86112	動画処理 LCL 6303 F	動き検出 TC 9073 F	入力処理 μ PD 60310 GF
	映像信号処理 MB 86111	動き検出 1 LCL 6305 F	静画処理 SC 371035 FU	映像信号処理 μ PD 6475 GD
	時間軸伸長 MB 86113	動き検出 2 LCL 6307 F	色信号処理 SC 371036 FU	動き検出処理 M 65621 FP
音声	出力処理 MB 86114	静止画処理 LCL 6304 F	マトリクス TA 8811 N	輝度信号処理 μ PD 6476 GD
		MIX 色処理 LCL 6306 F		輝度出力処理 μ PD 6477 GD
		出力処理 LCL 6308 F		色信号処理 VY 06434
	音声処理 MB 86115	音声処理 LCL 7896 E	音声処理 TC 9056 F	出力処理 M 65620 FP

表 2 第2世代 MUSE・LSI 例⁶⁾

LSI 名称	プロセス	チップサイズ	消費電力	パッケージ
入力処理 MB 86110	1.2 μ m CMOS 3層メタル配線	13.88 $\times$ 13.55 (188.1 mm ²)	1.6 W	QFP-160 (AIN)
映像処理 MB 86111	0.8 μ m CMOS 3層メタル配線	12.95 $\times$ 12.95 (167.7 mm ²)	2.4 W	QFP-160 フィン付 (AIN)
動き検出 MB 86112	0.8 μ m CMOS 3層メタル配線	13.99 $\times$ 13.08 (183.0 mm ²)	1.9 W	QFP-160 (AIN)
時間軸伸長 MB 86113	0.8 μ m CMOS 2層メタル配線	6.08 $\times$ 6.21 (37.8 mm ²)	1.0 W	QFP-120 (Al ₂ O ₃)
出力処理 MB 86114	0.8 μ m CMOS 3層メタル配線	9.86 $\times$ 9.86 (97.2 mm ²)	2.1 W	QFP-160 フィン付 (AIN)
音声処理 MB 86115	1.2 μ m CMOS 3層メタル配線	8.83 $\times$ 8.83 (78.0 mm ²)	0.5 W	QFP-120 (プラスチック)

図 2 にそのシステム構成図を示す。第1世代の LSI は、大規模な MUSE デコーダの小型化/低価格化³⁾へのメドをつけるとともに、次の世代の LSI の開発への道を拓いたという点で、大きな貢献があった。

3. 第2世代 MUSE・LSI

3.1 開発の状況

第2世代の MUSE・LSI は、4つの開発メーカーのグ

については、1.2~1.5 μ m CMOS プロセスによっており、約 20 品種の専用 LSI が開発された。

図3 第2世代 MUSE・LSI 構成例⁵⁾

図4 第2世代 MUSE・LSI 構成例⁷⁾

ループによって、それぞれ独自に開発された。いずれも回路規模の削減と0.8 μ m CMOSプロセスを用いることによって、高集積化を行い、チップ数の大幅な減少を実現したものである。

表1に各グループの主要信号処理LSIを示す。以下、これらの概要について紹介する。

3.2 第2世代 MUSE・LSIの概要

図3に富士通とソニーが中心となって開発したLSIシステムのブロック図を示す⁴⁾⁵⁾。特徴としては、各LSIの独立性を考慮したこと、画像メモリの低減を行っていることがあげられる。また、LSIの高消費電力に対応するため、新開発の低熱抵抗パッケージが

使用されている。

表2にLSIの諸元を示す⁶⁾。

図4に三洋とLSIロジックの開発したLSIシステムのブロック図を示す⁷⁾⁸⁾。特徴としては、業務用の用途も考慮して静止画の画質と波形等化器の性能向上をはかっていることがあげられる。

図5に東芝と日本モトローラの開発したLSIシステムのブロック図を示す⁹⁾¹⁰⁾。特徴としては、システム上の最適設計により回路素子数を半減したこと、多種類のクロックを一本化したこと、また同期再生、動き検出性能の向上をはかったことがあげられる。回路削減のほかに、LSI技術として、カスタム設計の

図 5 第 2 世代 MUSE・LSI 構成例⁹⁾

表 3 第 2 世代 MUSE・LSI 例⁹⁾

名 称	機 能	パッケージ	パワー	チップ面積	プロセス
1. 同期再生 TC 9071 F	同期再生 波形等化	144 pinQFP プラスチック	1.1 W	66 mm ²	0.8 μ mCMOS 2 層アルミ配線
2. 動画処理 TC 9072 G	フレーム間内挿 2 次元フィルタ	144 pinQFP セラミック	1.9 W	69 mm ²	0.8 μ mCMOS 2 層アルミ配線
3. 動き検出 TC 9073 F	動き部分検出	144 pinQFP プラスチック	1.2 W	58 mm ²	0.8 μ mCMOS 2 層アルミ配線
4. 静止画処理 SC 371035 FU	フィールド内挿 DD 変換, MIX	120 pinQFP プラスチック	1.1 W	32 mm ²	0.8 μ mCMOS 3 層アルミ配線
5. 色信号処理 SC 371036 FU	色信号処理 11:12 時間伸長	160 pinQFP プラスチック	1.1 W	50 mm ²	0.8 μ mCMOS 3 層アルミ配線
6. マトリクス TA 8811 N	マトリクス CRT ガンマ	54 pinSDIP プラスチック	0.9 W	18 mm ²	バイポーラ
7. 音声処理 TC 9056 F	MUSE 音声復調	100 pinQFP プラスチック	0.2 W	56 mm ²	1.2 μ mCMOS 2 層アルミ配線

DRAM と 3 層アルミ配線を使用することによって、民生用の低コストが得られるチップサイズと消費パワーを実現している。

表 3 に LSI の諸元を示す。

図 6 に 10 社連合の開発した LSI システムのブロック図を示す¹¹⁾。動画フィルタの改善、輪郭補正回路の採用、およびボードテスト用のバウンダリースキャン回路を採用したことなどが特徴である。

4. 簡易型 MUSE・LSI

フルスペックの MUSE・LSI は規模がかなり大きく

なるため、MUSE デコーダの一部を簡略化してコスト低減をねらったのが、簡易型 MUSE・LSI である。

図 7 に静止画の内挿をフィールド/フレーム間の加算で代用した LSI システム例を示す¹²⁾。図 8 には静止画の処理を完全に省略した例を示す¹³⁾。

5. MUSE-NTSC コンバータ LSI

走査線が 525 本の現行テレビとワイドテレビ用に、MUSE-NTSC コンバータ LSI が各社より開発されている。MUSE-NTSC コンバータは、基本的には静止画処理を省略した簡易 MUSE デコーダと、1125 か

図 6 第 2 世代 MUSE・LSI 構成例¹¹⁾

図 7 簡易 MUSE システム構成例¹³⁾

図 8 簡易 MUSE システム構成例¹⁴⁾

図 9 MUSE-NTSC コンバータの構成例¹⁷⁾

表 4 MN コンバータ LSI 一覧表

東 芝	三 洋	ソニー	富士通
1 チップ TC 9075 F	MUSE 処理 LC 7492 E	MUSE 処理 CXD 2020 Q	1 チップ MB 86118
ガンマ補正 TA 8897 F	MTSC 処理 LC 7493 F	NTSC 処理 CXD 2021 Q	

ら 525 への走査線変換回路とからなっている。表 4 に各社の LSI の概要をまとめた^{14)~17)}。

図 9 に 1 チップにて実現された例を示す¹⁷⁾。画質の改善のために、エンハンサ、ノイズコアリング回路を採用したこと、および外付けガンマ補正 IC の補助によって色の再現性を向上しているのが特徴である。

6. む す び

MUSE デコーダは、民生用テレビジョンの LSI としては、経験のない大規模な高速ディジタル回路システムであったといえる。一方、ハイビジョンには、従来のテレビジョンという枠を越えた新メディア製品という期待も大きい。このような背景のもとで、MUSE・LSI の設計思想としては、高性能化・高機能化を維持する方向、低価格化を優先する方向、および現行技術の範囲でバランス点を求める方向という、それぞれ異った考え方が生まれた。本文に紹介したような多種多様な LSI 群が開発された背景には、このような各社の設計思想の違いというものがある。その意味では、MUSE・LSI はまだ最終的に完成されたものとはいえず、今後ともさらに次の世代の LSI の姿が模索されていくものと思われる。

次世代の LSI の方向としては、必然的に低価格 and 高性能という点に一本化されるであろう。低価格化については、さらなる高集積化によるチップ数の削減と、低電圧化によるパワー低減の 2 点が鍵となる。高性能化については、MUSE システムの改良による総合的な画質改善¹⁸⁾ がポイントとなる。

今後、大画面ディスプレイの普及、放送/パッケー

ジソフトの充実によってハイビジョンがさらに普及し、次の世代の LSI 開発への促進につながっていくことが期待される。
(1993 年 9 月 2 日受付)

【参 考 文 献】

- 1) 二宮：“MUSE-ハイビジョン伝送方式”，電子情報通信学会
- 2) 小林ほか：“映像処理用 LSI とその応用”，テレビ誌，**43**，12，p. 1349 (Dec. 1989)
- 3) 桜井ほか：“MUSE デコーダ”，テレビ誌，**45**，11，p. 1370 (Nov. 1991)
- 4) 乙部ほか：“第 2 世代 MUSE デコーダ LSI の開発”，1992 テレビ年次大 **16-8**，9，p. 309
- 5) 山田：“ハイビジョンテレビ”，テレビ誌，**47**，7，p. 931 (July 1993)
- 6) 小楢山：“第 2 世代 MUSE デコーダ LSI におけるディジタル信号処理”，電子技術，p. 29 (May 1993)
- 7) 堀ほか：“第 2 世代 MUSE 専用 LSI を用いた MUSE デコーダの開発”，テレビ学技報，**16**，77，p. 17 (Nov. 1992)
- 8) A. Yamashita, et al.：“The 2nd Generation LSIs of MUSE Decoder”，International Work-shop on HDTV92 (1992)
- 9) 桜井ほか：“第二世代 MUSELSI の開発”，テレビ学技報，**17**，5，p. 7 (Jan. 1993)
- 10) 桜井ほか：“第二世代 MUSELSI を用いたハイビジョンテレビ”，東芝レビュー，**48**，9，p. 683 (Sep. 1993)
- 11) “10 社連合グループが第二世代 MUSE・LSI を共同開発”，電子技術，p. 20 (May 1993)
- 12) 床井，石津：“簡易型 MUSE デコーダ”，テレビ誌，**47**，7，p. 941 (July 1993)
- 13) 中村ほか：“簡易型 MUSE デコーダ内蔵テレビ”，テレビ誌，**47**，7，p. 945 (July 1993)
- 14) 奥村ほか：“MUSE-NTSC コンバータの開発”，テレビ学技報，**16**，52，p. 31 (Aug. 1992)
- 15) 浅野ほか：“MUSE-NTSC コンバータ用映像信号処理回路”，三洋電機技報，**24**，3 (1992)
- 16) Y. Otake, et al.：“Development and Condition of an HDTV Multimedia System”，1993 ICCE，p. 324 (1993)
- 17) 坪井ほか：“MUSE-NTSC コンバータ用 LSI の開発”，1993 テレビ年次大，p. 69 (1993)
- 18) 合志ほか：“MUSE 方式における動画処理に関する検討”，信学論，**J75B-1**，10，p. 639 (Oct. 1992)

さくらい まさる
桜井 優 昭和 50 年，東京工業大学大学院電子工学専攻修士課程修了。同年，(株)東芝に入社。ゴーストキャンセラ，衛星放送受信機，ハイビジョン用 LSI の開発に従事。現在，同社映像情報システム事業部 HD 開発設計部課長，工学博士，正会員。