

マルチ対応三次元ノイズリダクションシステム

Multiformat-Applicable Three-Dimensional Noise Reduction System

松田 直樹
N. Matsuda

池田 一雅
K. Ikeda

斉藤 誠司
S. Saito

世界中にはさまざまな放送方式、信号方式があり、テレビだけでなくビデオでもマルチ方式システムを採用している。ビデオ事業のグローバル展開を考えると、VHS 用高画質機能には低コストおよびマルチ信号方式対応が必要な条件になる。当社は、1989 年から三次元デジタルフィルタの開発を行っており、YCS3 の三次元ノイズリダクション機能⁽¹⁾や 3DNR (デジタルノイズリダクション) の 1 クロックシステム⁽²⁾などを開発してきた。今回、これら技術を用いて VHS 用マルチ信号方式対応動き適応三次元ノイズリダクションシステム WW3DNR を開発した。このシステムは、1 チップ信号処理 IC と 2 M ビットメモリ の二つの IC で構成できる。また、NTSC、PAL、SECAM の 3 大放送信号方式と、ビデオ特有の出力信号形式である 4.43NTSC、on PAL に対応できる。

Equipment for improving the picture quality of VHS VCRs must be applicable to multiple signal formats to the same degree as TV sets and VCRs, and their cost must be reasonable to meet global market requirements. Since 1989, Toshiba has developed three-dimensional signal processing filters such as a three-dimensional noise reduction system with a single clock, and others.

As one of these filters, we have developed a multiformat-applicable, motion-adaptive, three-dimensional, digital-process noise reduction system at a reasonable cost to meet the above requirements. This system consists of a main processing chip and a 2 Mbit first-in, first-out (FIFO) memory chip, and is applicable to the following five signal formats: NTSC, PAL, SECAM, 4.43 NTSC, and on-PAL.

1 まえがき

当社は、三次元デジタルフィルタを他社に先駆けてビデオに搭載し、業界の中でけん引的役割を果たしてきた。初代 YCS 1 (1989 年) 以降、YCS2、YCS3 と継続的に三次元デジタルフィルタシステム^{(1),(2),(3),(4)}を開発してきた(図 1)。開発の第一のポイントは映像信号処理回路のくふうによりフレームメモリ容量を低減し、全体価格に占めるメモリ価格比率を下げたことである。第二のポイントは三次元輝度/色信号分離 (YC 分離) 性能向上に加え、ノイズリダクション機能 (NR 機能) を取り入れたことである。これにより、輝度信号および色信号の NR 機能を内蔵した YCS3 でビデオ用三次元デジタルフィルタの基本システムが構築できた⁽¹⁾。

その後 VHS 用ノイズリダクションシステム 3DNR を開発し⁽⁴⁾、さらに補強信号を含めてワイドクリアビジョン信号を記録再生できる YCS5 を開発した⁽⁵⁾。

ここでは、全世界を市場としている VHS において、いろいろな信号に同一 1 チップで対応する動き適応三次元ノイズリダクションシステム WW 3DNR を開発したので、そのマルチ信号対応方式、および改善効果などについて紹介する。

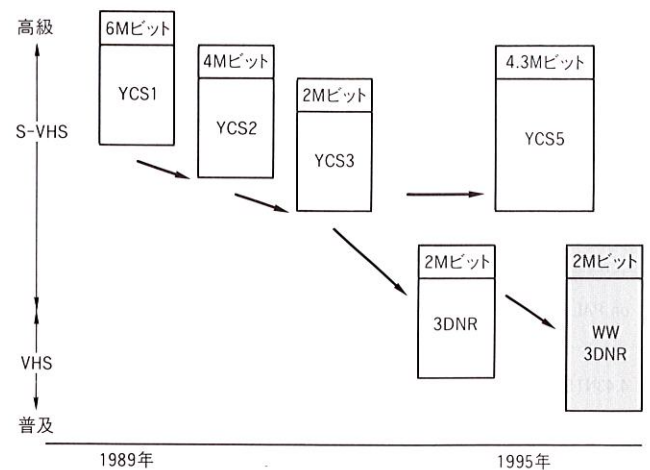


図 1. 三次元デジタルフィルタ開発の流れ 当社のビデオ用三次元デジタルフィルタ IC の 1989 年からの開発経緯を示す。ブロック上段の数値は使用メモリ容量である。

ICs of three-dimensional digital filter

2 新三次元ノイズリダクション基本仕様

2.1 対応する信号形式

表 1 にこのシステムで対応する信号形式 5 種を示す。NTSC、PAL、SECAM はもとより on PAL、4.43NTSC も

表 1. 各種信号形式の仕様
Specifications of video signal formats

信号種類	NTSC	PAL	SECAM	4.43NTSC	on PAL
信号形式	525/60	625/50	625/50	525/60	525/60
水平同期周波数 (kHz)	15.734	15.625	15.625	15.734	15.734
フィールド周波数 (Hz)	59.94	50.0	50.0	59.94	59.94
色副搬送波周波数 f_{sc} (MHz)	3.58	4.43	4.43	4.43	4.43
主な地域	日本, 北米	英, 独, 中国, 東南アジア	仏, ロシア	ビデオ出力信号形式	

含む 5 種である。

on PAL は、NTSC 信号で記録されたテープを PAL モニタで見るときに使用するモードで、色信号のフェイズオルタネートを行っている。4.43NTSC は、色副搬送波周波数が 4.43 MHz の NTSC 方式で、両者ともにビデオ特有の出力信号である。

2.2 基本機能

表 2 に WW3DNR システムの主な機能を従来の 3DNR と比較して示す。従来の 3DNR は NTSC と PAL 対応である。この WW3DNR システムは 5 種の信号方式が対応でき、さらに静止画再生、巻戻し/早送り再生などの特殊再生時二次元 NR 機能およびドロップアウト補正機能を追加した。

2.3 クロックシステムと信号処理

WW3DNR システムは、3DNR と同様に 1 クロックシステ

ムを採用した⁽²⁾。色信号ノイズリダクションでは色信号をいったん色差信号に復調し、ベースバンド領域でフレーム間の信号演算を行い、フレーム演算後は再変調した色信号を出力する。PAL の色信号は、一水平走査線ごとに R-Y 軸位相を反転して変調するいわゆるフェーズオルタネート処理を行うので、色復調にはカラーバースト信号位相に位相同期したクロックが必要になる。そのためバースト PLL (Phase Locked Loop) 回路を用いる。一方、NTSC では色副搬送波位相は連続のため、任意位相で復調した色差信号で処理しても問題がない。

以上を 5 種の信号方式において整理すると表 3 になる。色変復調が PAL 仕様の PAL と on PAL ではバースト PLL 回路を用い、NTSC、4.43NTSC では入力色副搬送波を単純に 4 通倍する回路を用いる。SECAM は、ビデオでの色信号処理は FM 変調方式であるため、色変復調は行わない。

表 2. 新三次元システムの主機能
Functions of new three-dimensional system

信号種類	機能内容	従来システム	新システム
NTSC	三次元 NR	○	○
	二次元 NR	—	○
	ドロップアウト補正	—	○
PAL	三次元 NR	○	○
	二次元 NR	—	○
	ドロップアウト補正	—	○
on PAL	三次元 NR	—	○
	二次元 NR	—	○
	ドロップアウト補正	—	○
4.43NTSC	三次元 NR	—	○
	二次元 NR	—	○
	ドロップアウト補正	—	○
SECAM	三次元 NR	—	△
	二次元 NR	—	△
	ドロップアウト補正	—	△

○ : Y, C 両方 △ : Y だけ — : 該当機能なし

3 TC90A11F

上述の 1 クロック動き適応三次元ノイズリダクションシステムを TC90A11F として IC 化した。開発した IC は CMOS スタンダードセルで、パッケージは QFP 100 ピンである。図 2 に TC90A11F を用いた回路構成を示す。図 2 中央の IC が信号処理 IC であり、2 M ビット FIFO (First In First Out) 型 DRAM と合わせてシステムを構成する。

以下、回路機能ごとに説明する。

3.1 輝度信号および色信号ノイズリダクション

表 4 に、輝度信号ノイズリダクション (YNR) および色信号ノイズリダクション (CNR) の仕様を示す。ノイズリダクション方式は動き適応ノイズリダクション方式である。クロック周波数により 2 種のシステムに分類することができ

表 3. クロックシステムと色変復調方式
Clock system and color decode/encode system

信号種類	NTSC	PAL	SECAM	4.43NTSC	on PAL
色変復調	NTSC 仕様	PAL 仕様	変復調停止	NTSC 仕様	PAL 仕様
クロック生成回路	f_{sc} を 4 通倍	バースト PLL	f_{sc} を 4 通倍	←	バースト PLL
クロック周波数 (MHz)	14.3	17.7	←	←	←

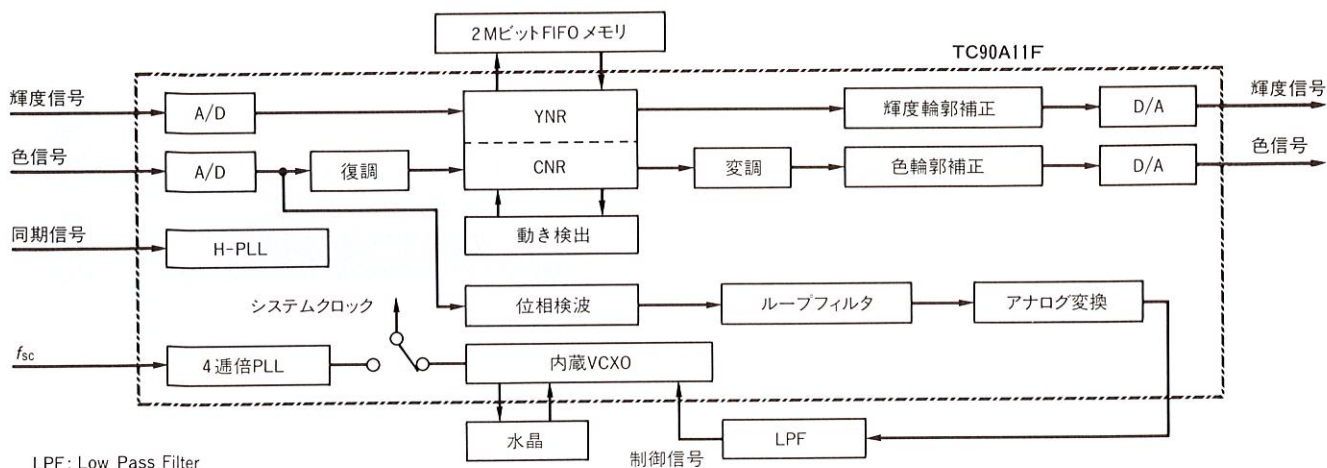


図2. WW3DNRシステムの回路構成 WW3DNRは主ICと2MビットのFIFOメモリの2チップで構成する。
Configuration of WW3DNR system

表4. YNR/CNR仕様

System specifications of YNR and CNR

	3.58 M系	4.43 M系
クロック周波数	14.3 MHz	17.7 MHz
輝度信号通過帯域	DC~6 MHz	DC~7.4 MHz
色信号通過帯域	±500 kHz	±620 kHz
YNR 帯域	DC~3 MHz	DC~3.7 MHz
CNR 帯域	±500 kHz	±620 kHz
外付けメモリ	2 Mビット FIFO メモリ	

る。NTSCは3.58 M系であり、PAL、SECAMなどの4種は4.43 M系である。マスタクロック周波数が異なるため、信号通過帯域、ノイズリダクション帯域が異なっている。これら入力信号モードに対応した回路機能変更にはマイコンに接続される外部制御バスを用いる。また、動き検出パラメータおよびノイズリダクション巡回係数パラメータなどもこの外部制御バスを用いて制御できるようにした。

3.2 高画質化機能

ノイズリダクションによるビデオ再生映像信号SN比改善はこのICの基本機能であるが、他の高画質化機能として輝度信号用輪郭補正回路(エンハンサ回路)がある。輪郭補正中心周波数は色副搬送波 f_{sc} とした。補正レベルは、外部制御バスを用いて制御できる。同様に色信号にも輪郭補正機能を入れた。これにより4:3アスペクト映像信号も16:9ワイドアスペクト映像信号もともに高画質化を実現している。

3.3 システムクロック生成回路

システムは1クロックシステムであるが、入力信号の種類により2種のクロック生成方法がある(表3)。一つは色副搬送波周波数を入力とした4通倍回路であり、二つ目は入力カラーバースト信号に位相ロックしたクロックを生成するバーストPLL回路である。二つともICに内蔵し、シ

ステムコストを低減した。バーストPLLは、図2に示すように位相検波回路とループフィルタとアナログ変換回路をデジタル回路で構成し、電圧制御水晶発振器(VCXO)用インバータも内蔵した。その結果、外付部品は水晶発振子、バリキャップダイオード、このほかに抵抗とコンデンサが数本である。

3.4 周辺回路のIC内蔵化

周辺回路としては、上述の二つのクロック生成回路の他にA/D変換器、D/A変換器などのアナログセル、輝度信号入力のためのクランプ回路、水平同期信号に位相ロックした信号を得るデジタルH-PLL(水平同期PLL)回路⁽⁴⁾などがある。図2に示すように上述の回路もICに内蔵して、ノイズリダクションシステムを1チップ信号処理ICと2MビットFIFOメモリの二つのICで構成することができた。

4 ノイズリダクション改善効果

図3に三次元NRによるPAL方式信号でのSN比改善度を示す。図は、入力信号のSN比を変化させて輝度信号と色信号のSN比を測定したもので、矢印の箇所が一般的なビデオの自己記録再生時の測定値である。輝度信号で2.3 dB、色信号で2.6 dBのSN比改善効果が得られた。

5 ビデオの世界展開

マルチ信号方式に対応したことにより、三次元ノイズリダクションの世界展開が可能となった。表5に機種展開の内容を示す。

図4は欧州向けのモジュールである。バーストPLL回路を搭載しても従来3DNRと同じ大きさであり、小型化が図れた。図5はこのシステムの国内展開機種A-BX6で、再生

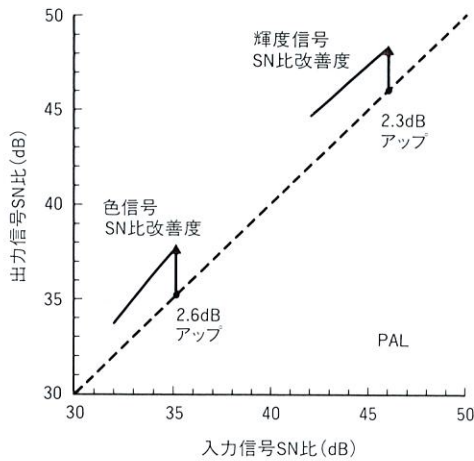


図3. SN比改善度 輝度信号, 色信号のSN改善効果が, PAL信号においても得られる。

Improvement of S/N ratio

表5. 機種展開表

Model development table

機種名	地域	対応信号				
		NTSC	PAL	SECAM	4.43NTSC	on PAL
A-BX6	日本	○	—	—	—	—
A-BV6	日本	○	—	—	—	—
M-782	北米	○	—	—	—	—
V856B	英	—	○	—	○	○
V856G	独	—	○	—	○	○
V856F	仏	—	○	○	○	○
W82H	香港	○	○	—	○	○

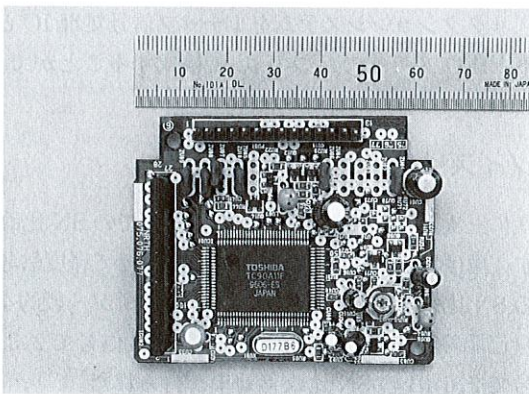


図4. TC90A11Fを使用した三次元ノイズリダクションモジュールマルチ信号方式対応で, 従来と同じサイズ (64 mm×52 mm) を実現している。

WW3DNR module incorporating TC90A11F chip

時だけでなく記録時にも新開発ICを用いて積極的にノイズ低減を図っている。

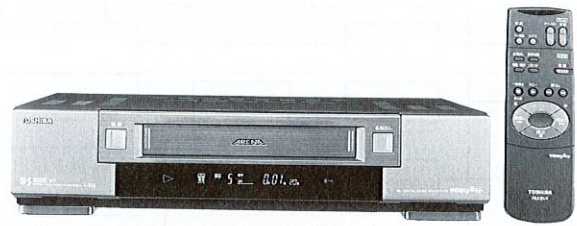


図5. TC90A11Fを使用したビデオ (A-BX6) 国内向けのS-VHS方式ビデオにも, 使用している。

VCR incorporating TC90A11F chip

6 あとがき

ビデオ事業のグローバル展開のため, マルチ方式対応の新しい動き適応三次元ノイズリダクションシステムを開発した。1クロックシステムの採用とクロック生成をマルチ信号方式に対応させたことが特長である。

今後ともシステムの合理化, 高性能化につとめていきたい。

文献

- (1) 古賀隆史, 他: 動き適応三次元信号処理システム, 東芝レビュー, 47, 7, pp.583-586 (1992)
- (2) 馬渡正彦, 他: 3次元信号処理動き検出方式, テレビジョン学会全国大会 (1992)
- (3) 馬渡正彦, 他: 普及型VTR用三次元ノイズリダクションシステム, テレビジョン学会技術報告 (1994)
- (4) 高橋守郎: 家庭用HiFi-VTR向け三次元デジタルノイズリダクション, 東芝レビュー, 50, 8, pp.635-638 (1995)
- (5) 池田一雅, 他: S-VHSビデオのワイドテレビ対応高画質化技術, 東芝レビュー, 51, 5, pp.71-74 (1996)



松田 直樹 Naoki Matsuda

マルチメディア技術研究所開発第二部。家庭用ビデオのシステム, ICの開発に従事。テレビジョン学会会員。

Multimedia Engineering Lab.



池田 一雅 Kazumasa Ikeda

マルチメディア技術研究所開発第二部グループ長。家庭用ビデオのシステム, ICの開発に従事。テレビジョン学会, 電子情報通信学会会員。

Multimedia Engineering Lab.



斉藤 誠司 Seiji Saito

東芝ビデオプロダクツジャパン(株)技術部主務。家庭用ビデオの映像信号処理回路開発設計に従事。

Toshiba Video Products Japan Co.,Ltd.