

ハイビジョン(高品位テレビジョン)“MUSE”
受信システムの開発

High-Vision Television “MUSE” Receiving System

将来の高品位テレビジョン放送を実現する機器として、日本放送協会が開発したMUSE方式により伝送信号を処理する高品位テレビジョン“MUSE”受信システムの開発が期待されている。

このMUSE方式に対応する家庭用機器の実現に当たって、画像のデジタル信号処理、高解像度・高輝度の画面ディスプレイ、VTRやビデオディスクプレーヤの高速回転走行、広帯域信号の記録・再生処理などの技術開発を行なった。

これらにより、家庭用のMUSE受信機、MUSE VTR及びMUSEビデオディスクプレーヤの開発に成功し、昭和59年秋「日立技術展」に出品した。

毛利勝夫*
藤島 徹**
窪田定雄***

Katsuo Mōri
Tōru Fujishima
Sadao Kubota

1 緒 言

日本放送協会が中心になって、次世代テレビジョン放送システムである高品位テレビジョンHDTV(High Definition TV)の研究開発が行なわれている。HDTVは走査線が1,125本と現行テレビジョンの2倍以上となり、画面のアスペクト比も5:3とワイドで、非常に高精細で迫力のある画像が得られる。

一方、このHDTV信号の帯域は、現行方式に比べて5~6倍必要となるため、伝送系、パッケージ系の負担が大きくなる。これを送信側で、デジタル画像信号処理技術により約 $\frac{1}{4}$ に帯域圧縮して伝送するMUSE(Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding)方式が日本放送協会により開発された²⁾。

これにより、HDTV信号を衛星放送のテレビジョン1チャンネル伝送が可能になるだけでなくVTR(Video Tape Recorder)やVDP(Video Disc Player)などのパッケージメディアの小形化も可能となる。

日立製作所では、このMUSE方式に対応する家庭用機器の開発を鋭意推進している。今回、高輝度54形リアプロジェクタ採用のMUSE受信機、 $\frac{1}{2}$ inメタルテープ採用のMUSE VTR、光学式ディスクによるMUSE VDPをそれぞれ開発することができたので、以下順にその内容について述べる。

2 MUSE受信機

MUSE方式の基本諸元とサブサンプリングパターンは、それぞれ表1及び図1に示すとおりである。詳細は参考文献2)を参照されたい。

この方式は多重サブサンプリングにより帯域圧縮する方式で、図1に示すようなサンプリングパターンをもつ。これは、4フィールドを周期とし、フレームごとに位相が反転するパターンである。これにより信号の帯域が約 $\frac{1}{4}$ に圧縮される。

伝送ベースバンド幅は8.1MHz(−6dB)でリサンプリングクロックレートは16.2MHzである。

カラー信号は $\frac{1}{4}$ に時間軸圧縮され、従来の水平ブランキング期間に線順次で多重される。また同期信号は、正極デジタル同期形式で、音声信号は垂直ブランキング期間に4相DPSK(Differential Phase Shift Keying)でRF(Radio Frequency)多重されてそれぞれ伝送される。

図2は、HDTV信号の送受信の全系統図を示す。HDカメラ又はHD VTRから得られるHDTV信号は、MUSEエンコーダによりMUSE信号に変換される。このMUSE信号はSHF(Super High Frequency)に変換され、放送衛星を通して家庭に伝送されてくる。

受信側では、パラボラアンテナでこれを受信(12GHz帯)

表1 MUSE方式の仕様 日本放送協会が開発したMUSE方式の基本諸元を示す。

項 目	仕 様
走 査 方 式	・1,125本/60フィールド, 2:1インタレース
圧 縮 方 式	・動き補正多重サブサンプル ・C信号 $\frac{1}{4}$ 圧縮TCI
伝送ベースバンド帯域幅	・8.1MHz(−6dB)
Y 信 号 水 平 帯 域 幅	・20~22MHz(静止部分) ・12.5MHz(動画部分)
C 信 号 水 平 帯 域 幅	・7.0MHz(静止部分) ・3.1MHz(動画部分)
同 期 信 号	・正極デジタル同期
音 声, 付 加 情 報	・VBLK中多重, PCM

注:略語説明 TCI(Time Compressed Integration)
VBLK(Vertical Blanking)
PCM(Pulse Code Modulation)

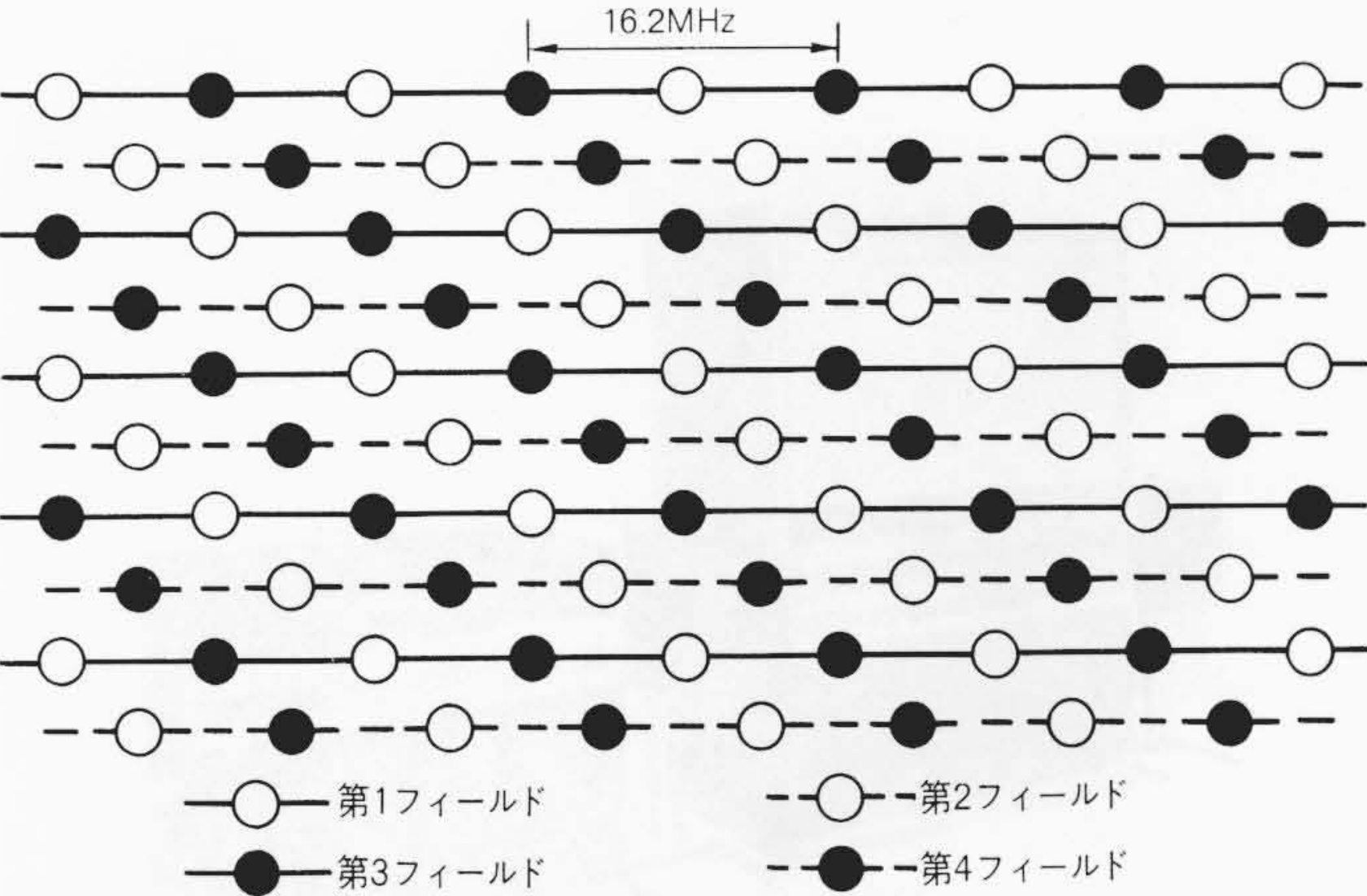


図1 サブサンプリングパターン MUSE信号は、4フィールド周期で多重サブサンプリングされて伝送される。

* 日立製作所家電研究所 工学博士 ** 日立製作所家電研究所 *** 日立製作所岐阜工場

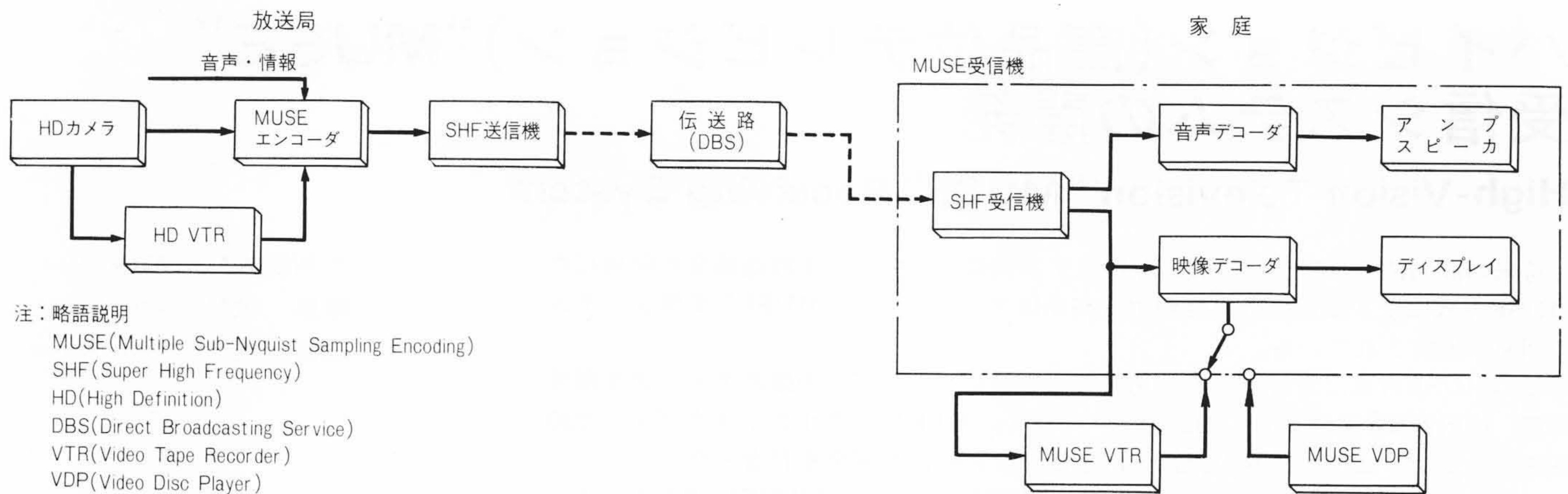


図2 高品位テレビジョンの送受信総合ブロック図 高品位テレビジョン信号はMUSE信号に変換され、放送衛星により送信される。家庭ではこの信号を受信し、映像、音声信号を再生する。

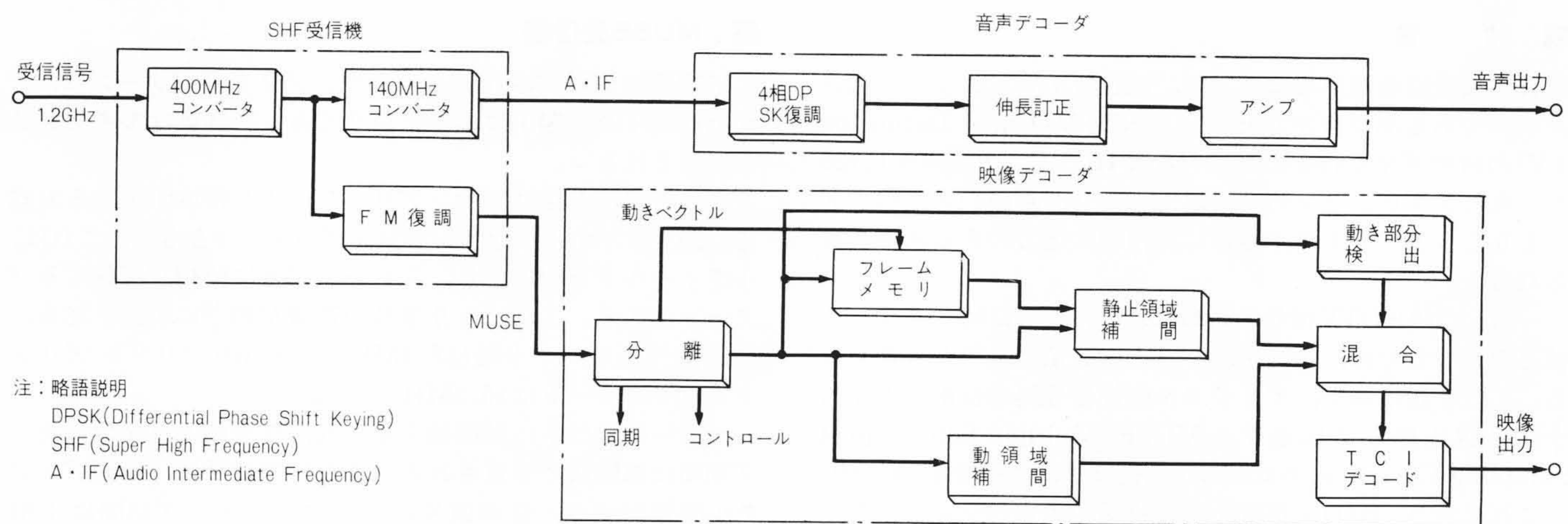


図3 MUSE受信機ブロック図 受信したMUSE信号は、ベースバンドのMUSE信号と音声IF信号に変換した後、映像デコーダと音声デコーダにより、映像及び音声信号を復調する。

し、コンバートした信号(1.2GHz)がMUSE受信機に供給される。ここで映像と音声信号がデコードされ、ディスプレイ及びスピーカ上に再生される。一方、ベースバンドに復調されたMUSE信号はMUSE VTRに記録され、その再生出力信号はMUSE受信機を介してディスプレイに再生される。



図4 MUSE受信機の外観 MUSEデコーダ(SHF受信機、映像・音声デコーダを含む)、54形リアプロジェクタ及びスピーカで構成している。

今回開発したMUSE受信機のブロック図を図3に、その外観を図4にそれぞれ示す。

パラボラアンテナで受信し、1.2GHzにコンバートされた信号は、SHF受信機に入力される。ここで400MHz IF (Intermediate Frequency)信号にコンバートされた後、FM復調されベースバンドのMUSE信号が得られる。

一方、140MHzにコンバートされた音声IF信号は、音声デコーダで4相DPSK復調した後、時間軸伸長され再生される。

ベースバンドMUSE信号は映像デコーダに入力され、ここで同期、コントロール及び画像の各信号に分離される。画像信号は、静止領域の補間、動領域の補間がそれぞれ行なわれ、これらの信号の混合比が動き部分検出により制御される。その出力信号は、TCI(Time Compressed Integration)デコーダにより、R、G、B信号に変換されディスプレイに再生される。この映像デコーダ系は、高速TTL(Transistor Transistor Logic)約2,500個、メモリ約30Mビットで構成しECL(Emitter Coupled Logic)方式に比べて低電力化を図った。

なおディスプレイには、迫力のあるHDTV画像の表示にふさわしい、大画面の54inリアプロジェクタ³⁾を採用した。これに関する詳細は参考文献³⁾を参照されたい。

本受信機を通して得られた再生画の解像度は、水平650TV本、垂直700TV本である。また、動きに対する不自然観はほとんどない極めて良好な画像が再生された。

3 MUSE VTR

高品位テレビジョンの普及を考えると、放送の受信だけでなく、クローズドで楽しめるパッケージメディアが必要となる。

そこで、MUSE信号を記録・再生可能な家庭用MUSE VTRの開発を試みた。

開発したVTRの仕様を表2に、総合ブロック図を図5に、VTR本体部の外観を図6にそれぞれ示す。

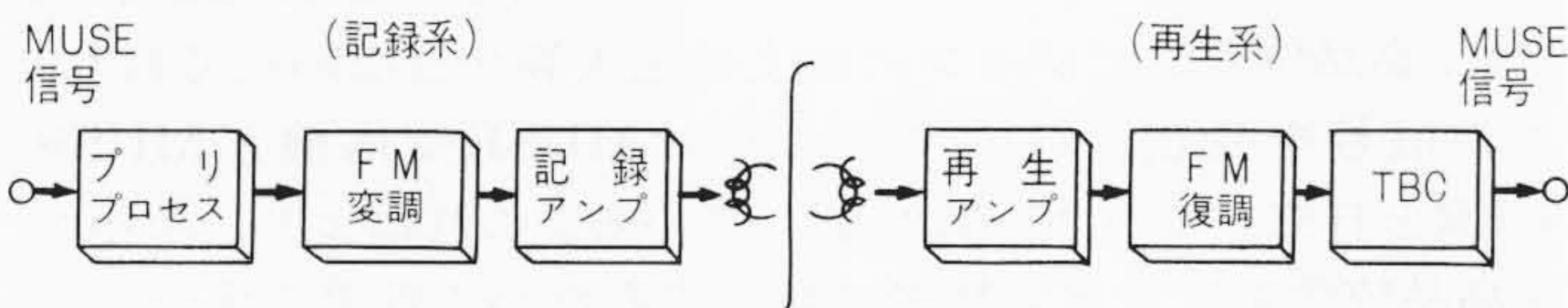
小形カセットに高密度記録するために、テープには $\frac{1}{2}$ in薄手メタルテープ(厚さ $13\mu\text{m}$)を採用した。また、小形回転ドラム(直径62mm)で、MUSE信号を直接記録するためドラム回転数を現行方式VTRの4倍の7,200rpmに高速化した。これにより、MUSE信号を波形ひずみなく記録・再生することが可能となる。このときの相対速度は23.2m/sで、トラックピッチを $60\mu\text{m}$ とし、録画時間は45分を得た。

一方、上記のような高速回転記録するに際しては、以下に述べるような問題点が発生する。

- (1) 画像信号が四つのセグメントに分割された形でテープ上に記録されるため、再生画像の4箇所スキューひずみが発生する。
- (2) 必要とするTBC(時間軸変動補正装置)に、一般に使用されている耐雑音特性の良い帰環形のTBCを使用できない。

表2 MUSE VTRの仕様 開発したMUSE VTRの基本仕様を示す。

項 目	仕 様
テ ー プ	$\frac{1}{2}$ inメタルテープ
走 査 方 式	2ヘッドヘリカル
ド ラ ム 直 径	62mm
ド ラ ム 回 転 数	7,200rpm
相 対 速 度	23.2m/s
ト ラ ッ ク ピ ッ チ	$60\mu\text{m}$
記 録 方 式	・MUSE直接 ・アナログセグメント記録
録 画 時 間	45分



注：略語説明 TBC(時間軸変動補正装置)

図5 MUSE VTRブロック図 新規開発したプリプロセス回路とTBCにより、ジッタ及びスキューひずみが抑圧できる。



図6 MUSE VTR本体部の外観 $\frac{1}{2}$ inメタルテープカセットを用いた家庭用MUSE VTRの試作機を示す。

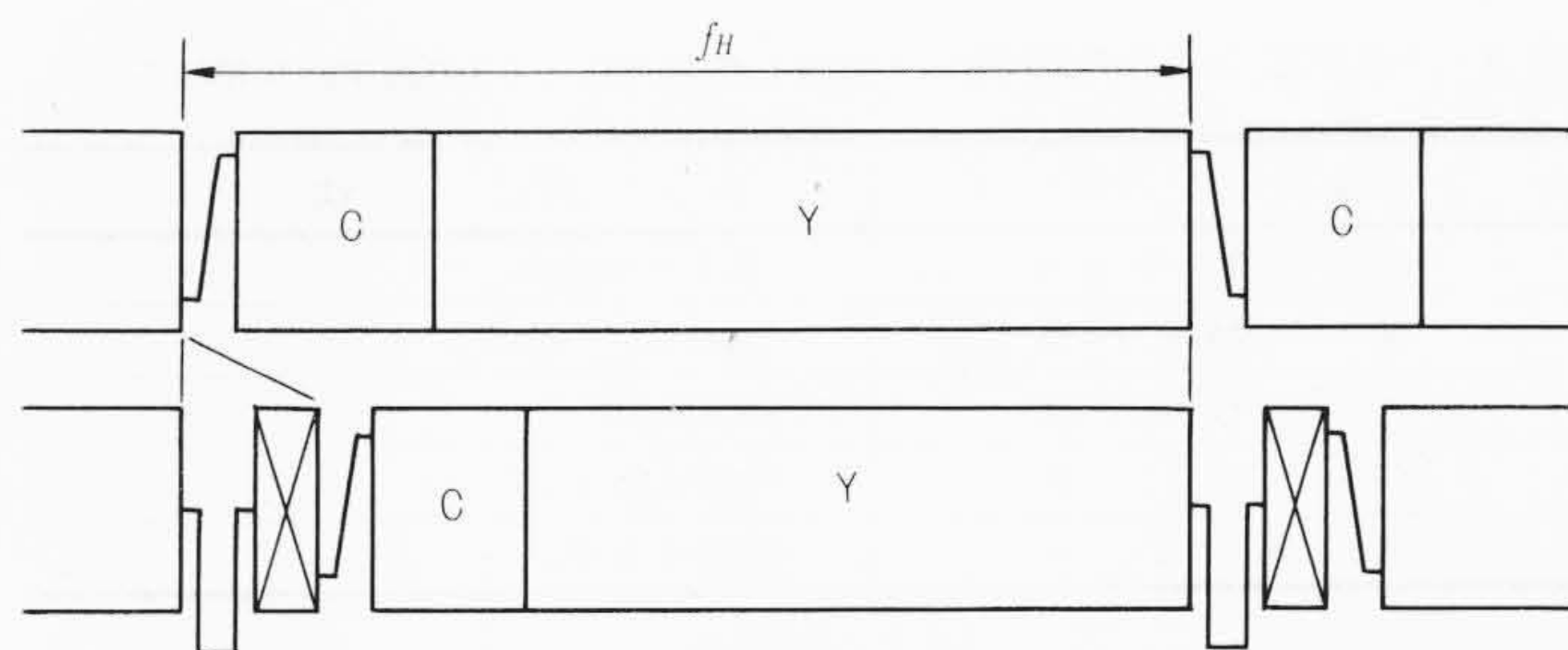
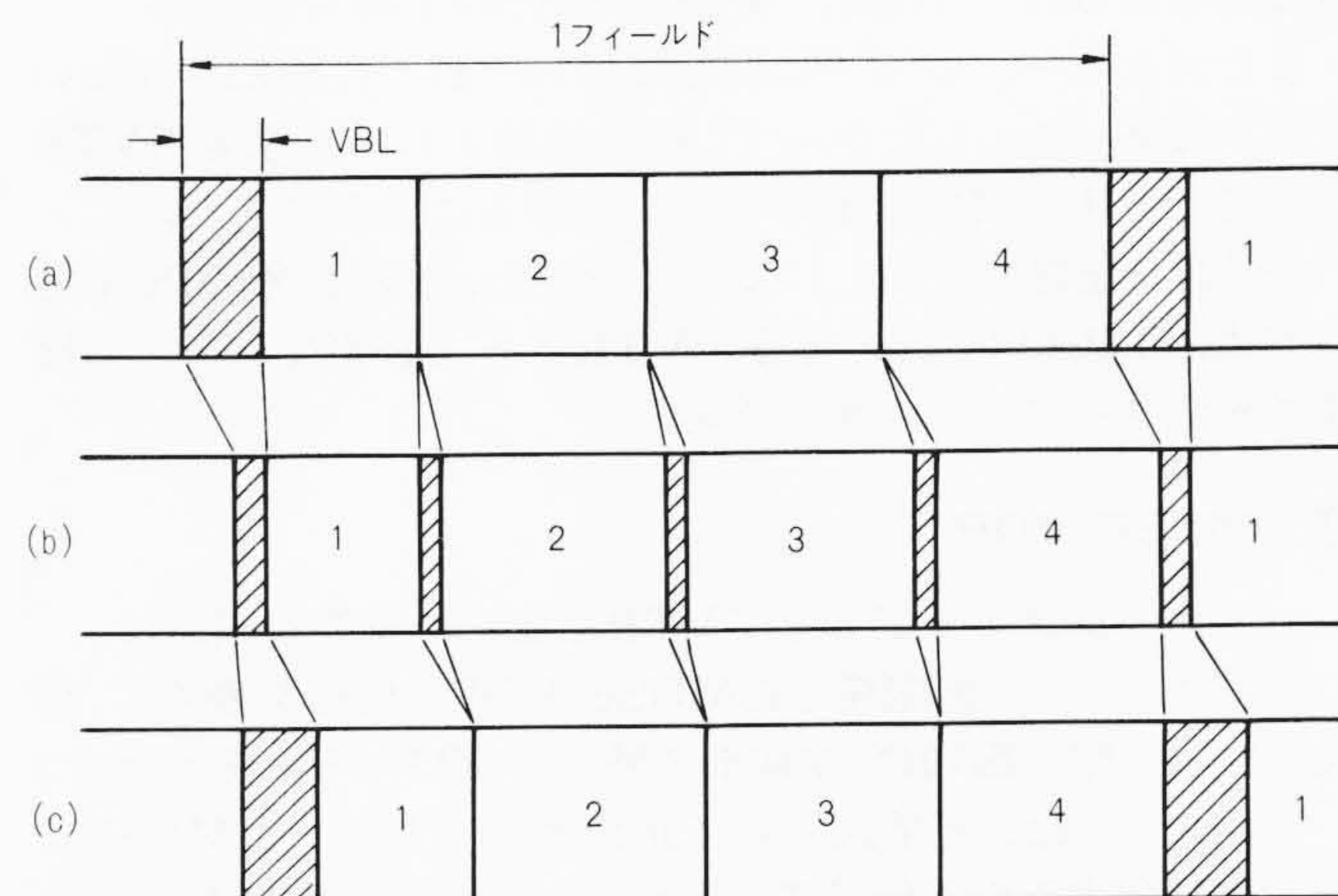


図7 同期・バースト付加信号波形 MUSE原信号を時間軸圧縮し、そのすき間に負極同期及びバースト信号を付加して記録することにより、再生系TBCの高精度化が可能となる。



注：略語説明 VBL(Vertical Blanking)

図8 時間軸シフト処理 4分割した信号の間に、無信号期間を設けて記録することにより、再生時のスキューひずみを完全に除去できる。

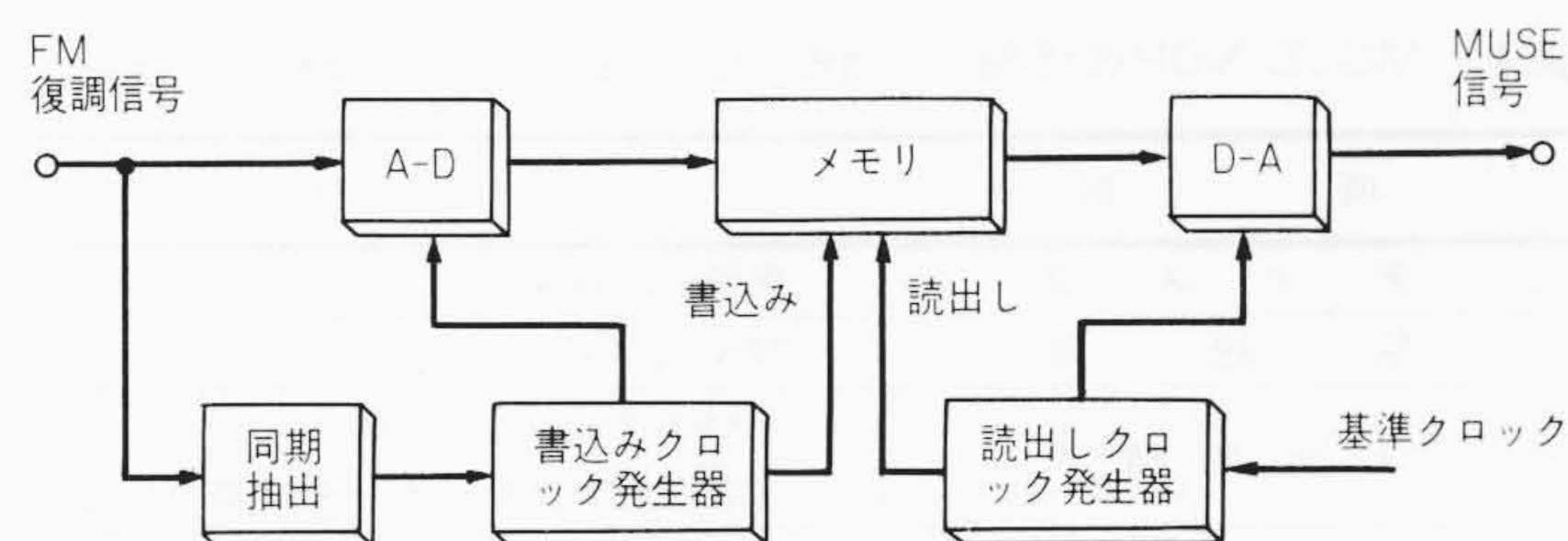


図9 TBCブロック図 バーストインジェクション形のTBCにより、時間軸変動及びスキューひずみを安定に補正できる。

- (3) MUSE信号形式では、正極デジタル同期信号が用いられているため、TBCに必要とする振幅分離可能な同期信号がない。
- (4) 振動、騒音が増大する。
- (5) 薄手テープの安定走行、安定なヘッド再生信号の確保が困難である。

したがって、上記問題点を解決するため、以下の手段を開発した。

- (1) MUSE信号を時間軸圧縮し、そのすき間にTBCのために必要とする負極同期信号とバースト信号を付加する(図7)。
- (2) 時間軸シフト処理を行ない、分割した四つの信号の間に無信号期間を設け、再生時のTBCでメモリ読み出し時に、その空間を埋めて原信号に復元する(図8)。
- (3) バーストインジェクション形のTBCを新規開発(図9)。
- (4) 回転変動の小さいスロットレスDDモータの採用
- (5) シリンダ構造、テープ走行系の最適化

以上の手段を採用してシステム構築したVTRで得られた

表3 MUSE VTRの特性 開発したMUSE VTRの基本的な特性を示す。

項	目	特	性
FMアロケーション		13.5～18MHz	
帯域幅		9 MHz(－3 dB)	
S N 比		40dB以上	
ジッタ		検知されず。	
スキュー		検知されず。	

特性を表3に示す。

FMアロケーションは13.5～18MHzに設定し、再生信号帯域幅は9 MHz(－3 dB)、SN比は40dB以上得られた。

またスキュー、ジッタに関しては、それぞれ検知されないレベルであった。したがって、総合性能としては家庭用VTRとして十分実用可能な水準の画質を得ることができた。

今後は、記録密度向上による長時間化、音声信号のPCM記録方式、可変速再生など家庭用VTRとして必要なシステム機能を充実させてゆく必要がある。

4 MUSE VDP

パッケージメディアとしてVTRと並んで重要な機器は、VDPであろう。今回開発したMUSE VDPの仕様を表4に、構成ブロック図を図10に、本体部の外観を図11にそれぞれ示す。

ディスクには、光学式で直径30cm盤を使用した。MUSE信号を波形ひずみなく伝送させるため、高速回転記録し、その線速度は現行方式VDPの2倍の20m/sで、CLV (Constant Linear Velocity)方式を採用した。このときの記録時間は両



図11 MUSE VDP本体部の外観 光学式ビデオディスク(直径30cm)を用いた家庭用MUSE VDPの試作機を示す。

面で40分である。

また、ジッタ補正には1.77MHz(52.5fh)の連続波パイロット信号をFM変調されたMUSE信号の低域側に周波数多重記録する方式を採用した。再生系で、このパイロット信号を抽出し、その時間軸変動量を検出し、その検出信号をディスク駆動用電動機及び3次元制御形の光ピックアップにフィードバックする方式を採用した。

以上の構成により再生した画像を評価した結果、SN比、ジッタ、ドロップアウトなどは良好で、家庭用のVDPとして十分実用可能な水準の画質を得ることができた。

長時間化、音声信号の記録などは今後の課題である。

5 結 言

高品位テレビジョン“MUSE”信号を受信、録画、再生するために必要な家庭用のMUSE受信機、MUSE VTR、MUSE VDPを試作開発した。デジタル画像信号処理、ディスプレイの高輝度・高解像度化、VTR、VDPの高速回転走行、高精度TBC、広帯域化などの技術開発により、これらの機器を実現した。なお開発した機器をシステムとしてまとめ、昭和59年秋、東京で開催された「日立技術展」に出品し好評を得た。また、上記開発で得た技術をベースにして、完成したMUSE受信機を、昭和60年2月に日本放送協会に納入した。更に、同年3月から開催している筑波科学万国博覧会会場では、高品位テレビジョンの地上伝送実験が行なわれており、この信号を受信、録画するためのMUSE受信機とMUSE VTRを日立パビリオンに出展している。これにより、来るべき高品位テレビジョン放送に対応するための貴重なデータの取得と蓄積を図る予定である。

終わりに、本システムの開発に当たり、多大の御指導と御協力をいただいた日本放送協会放送技術研究所の工学博士沢辺栄一次長、同所テレビ方式研究部の工学博士杉本昌穂部長及び工学博士二宮佑一主任研究員、並びに同所記録・機構研究部の工学博士横山克哉部長、及び工学博士柴谷弘道主任研究員をはじめ関係各位に対し、深謝の意を表わす次第である。

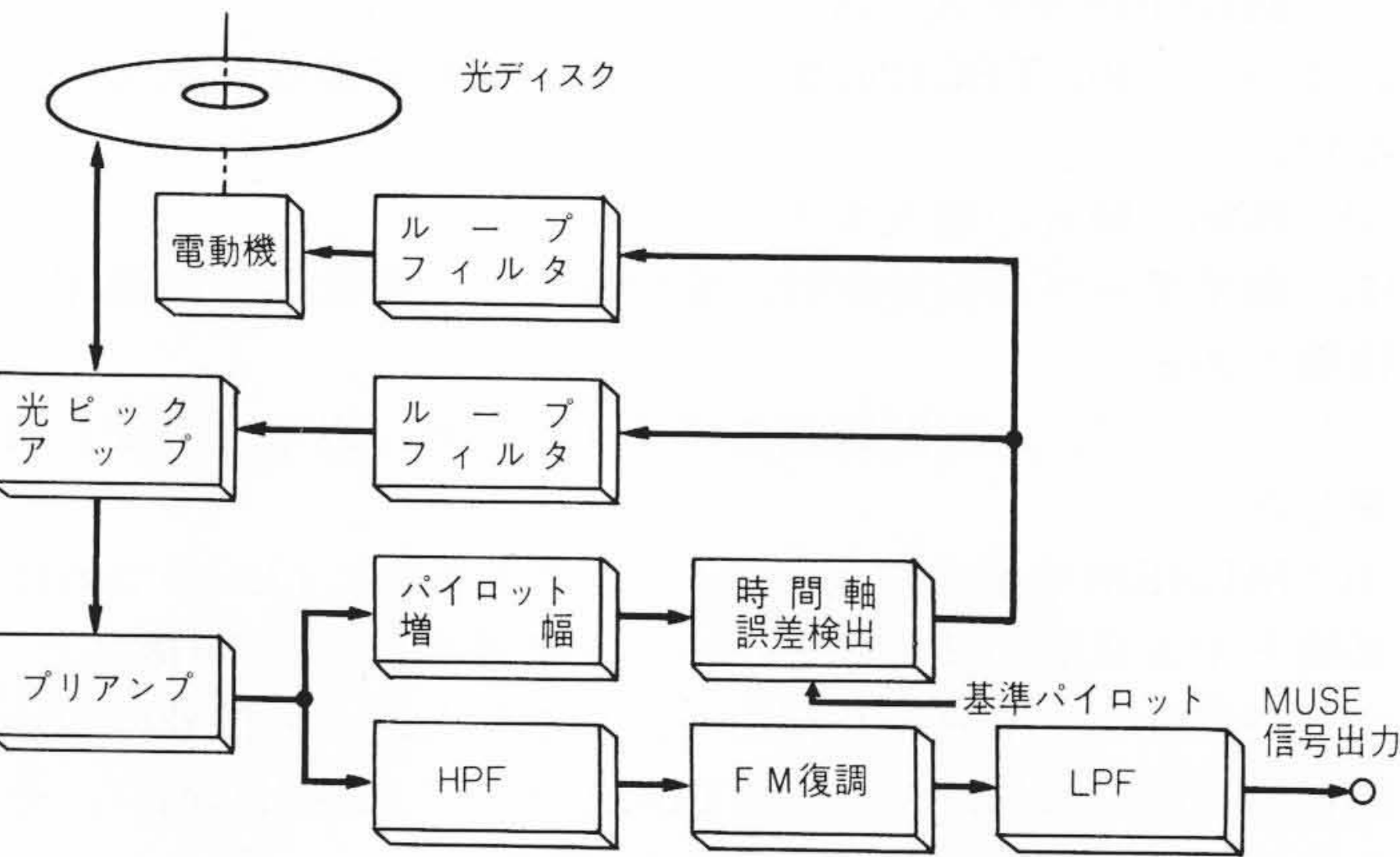
参考文献

1) 藤尾：高品位テレビジョンの開発とその将来，テレビジョン学会誌，36巻，10号，3～12(昭57-10)
2) 二宮：高品位テレビの新しい伝送方式～MUSE～，NHK技研月報，27巻，7号，19～30(昭59-7)
3) 安藤，外：ハイビジョン用ディスプレイシリーズの開発，日立評論，67，5，409～412(昭60-5)

表4 MUSE VDPの仕様 開発したMUSE VDPの基本仕様を示す。

項	目	仕	様
ディスク		光学式，直径30cm	
線速度		20m/s，CLV方式	
ジッタ補正		・パイロット信号多重 ・3次元アクチュエータ制御	
FMアロケーション		12～16MHz	
再生信号帯域幅		8 MHz以上	
記録時間		40分(両面)	

注：略語説明 CLV(Constant Linear Velocity)



注：略語説明 HPF(High Pass Filter)
LPF(Low Pass Filter)

図10 MUSE VDPブロック図 パイロット信号の時間軸変動を検出し、電動機及び3次元制御形の光ピックアップにフィードバック制御することにより、ジッタを抑圧する。