

追記形光ビデオディスクレコーダ

Optical Video Disc Recorders

情報化社会の進展により、拡大傾向にある映像、図形などのイメージ情報を映像信号(アナログ信号)としてビデオカメラなどで簡単に記録できる追記形光ビデオディスクレコーダを開発した。

追記形光ビデオディスクレコーダは、片面2万4,000枚の静止画記録容量と、平均0.5秒の検索性能を持つ大容量・高性能な装置である。

この追記形光ビデオディスクレコーダを実現するための追記形光ディスクには、独自のSb-Se系相転移膜とBi光吸収膜の2層構造を採用し、高CN比、高感度化を達成した。光ヘッドは、複合偏光プリズム、屋根形プリズムの開発によって大幅な部品点数削減とともに、光利用率40%を達成した。また、偏心補正技術による高速アクセス制御、高画質記録再生を実現する信号処理回路などを開発した。

岡崎吉左衛門* Kichizaemon Okazaki
奥 万寿男* Masuo Oku
石垣正治* Masaji Ishigaki
入交隆彦** Takahiko Irimajiri

1 緒 言

情報化社会の進展により処理したい情報量の著しい増大から、これら情報の記録、再生を高速に処理する大容量メモリとして光ディスク装置が注目されている。既に、文書などの文字情報をデジタル信号として記録できる、光ディスクファイル装置が製品化されている¹⁾。

しかし、取り扱う情報は単なる文書などの文字情報だけでなく、写真、図形などのイメージ情報があり、拡大する傾向にある。なお、イメージ情報すなわち映像信号(アナログ信号)を記録するには、デジタル信号を記録するものに比べ、高CN比(Carrier to Noise Ratio)、高感度化など高性能化が要求されるが、技術の進歩により実用化できる水準に達してきた。

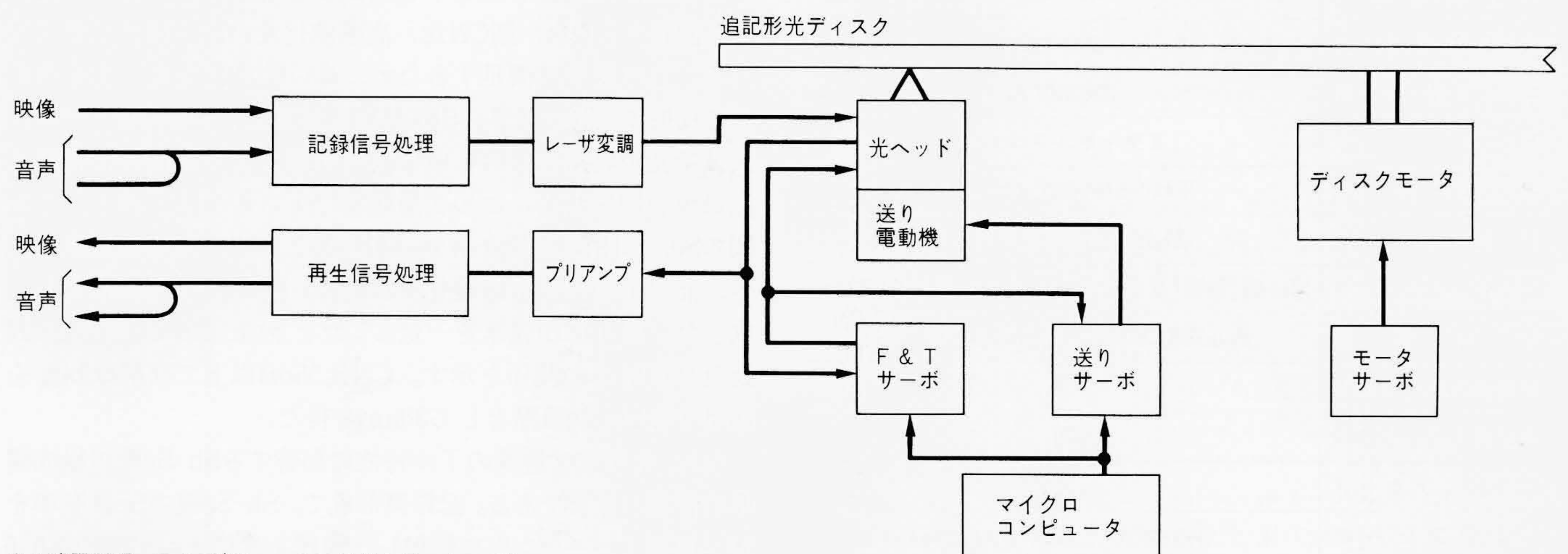
そこで、拡大するイメージ情報を映像信号としてビデオカメラなどで簡単に記録できる、OVDR(追記形光ビデオディスクレコーダ)を開発した。

OVDRは、直径200mmの追記形光ディスク片面に、カラー静止画として、2万4,000枚(動画として13分20秒)の記録ができる。また、高速アクセス動作により、所定の画像を平均0.5秒で検索可能な、大容量・高性能な装置である。

本稿では、はじめにOVDRの特徴について触れ、次にそれを支える主要技術を述べ、最後に将来の技術動向について紹介する。

2 OVDRの基本構成と特徴

開発したOVDRの全体構成を図1に示す。OVDRは、相転



注：略語説明 F & T(フォーカス及びトラッキング)

図1 OVDRの全体構成 OVDR(追記形光ビデオディスクレコーダ)は光ヘッド、各種サーボ回路、信号処理回路などから成り、追記形光ディスクにビデオカメラなどからカラー画像を手軽に記録できる。

* 日立製作所家電研究所 ** 日立製作所ニューメディア工場部

移膜による映像信号の記録ができる追記形光ディスク、半導体レーザを用いた光ヘッド、光ヘッドからの光スポットを制御する各種サーボ回路、記録再生する映像及び音声信号を処理する信号処理回路で構成されている。

OVDR (VIR-10000)の外観を図2に、OVDRの主要仕様を表1に示す。大きさは幅435mm、奥行440mm、高さ230mmである。OVDRの特長は、主として以下の3点が挙げられる。

- (1) 直径200mmの追記形光ディスク片面に、カラー静止画として2万4,000枚の記録が可能な大容量ファイルである。
- (2) 所定の画像を検索する時間が平均0.5秒と高速である。
- (3) 記録する映像信号の入力機器は、ビデオカメラ、VTR(ビ



図2 OVDR(VIR-10000)の外観 直径200mmの追記形光ディスク片面当たり2万4,000枚もの静止画あるいは13分20秒の音声付き動画の記録再生が可能である。

表1 OVDRの主要仕様 平均0.5秒の高速検索と、映像信号SN比45dB以上、解像度300本以上の高画質が特徴である。

項 目	仕 様
入 力 映 像 信 号	NTSC
映 像 信 号 SN 比	45dB以上
解 像 度	300本以上
音 声	2チャンネルステレオ
検 索 時 間	平均0.5秒(最大1秒以下)
記 録 モ ー ド	静止画・動画(音声付き)
再 生 モ ー ド	静止画・動画(音声付き)・こま送り・早送り・スロー
記 録 容 量	静止画24,000枚、動画13分20秒/片面
記録済みトラック検索	可
未記録トラック検索	可
ランダムアクセス	可
インターフェース	RS-232C(1,200・9,600bps)
大 き さ	幅435×奥行440×高さ230(mm)
重 量	25kg
消 費 電 力	65W

注：略語説明 NTSC(National Television System Committee)
SN比(Signal to Noise Ratio)

デオテープレコーダ)と手軽に行えること。
以上の特徴から、OVDRは画像ファイル装置として種々の用途に応用できる。
以下、OVDRを実現した主要技術について説明する。

3 OVDRを支える主要技術

3.1 追記形光ディスク

追記形光ディスクは、映像信号を高速回転するディスクに記録するため、高CN比、高感度化が必ず(須)である。また、記録した情報を長期間保存できる高信頼性、市場の拡大を図るための低コスト化なども重要な課題である。

ところで、追記形光ディスクの記録形態には、代表的なものとして相転移方式と熔融方式がある。相転移方式は、レーザの熱エネルギーによって記録膜をアモルファス状態から結晶状態に相転移させ、記録膜の光学的特性(反射率)を変化させて記録するものである。また熔融方式は、レーザの熱エネルギーによって記録膜を熔融することで、ピット(小孔)を形成し、このピットの有無で生じる反射率変化で記録するものである。相転移方式は、映像信号の記録に必要なCN比55dB以上を確保でき、将来の課題である書換え可能性に対応できる。また、光ディスクプロセスも、現在市場が拡大しつつある再生専用ビデオディスクなどと同様に、プラスチック基板を用いた密着はり合わせ構造が可能で、低コスト化が実現できる。以上の結果、記録形態として相転移方式を採用した。

開発した追記形光ディスクの構造を図3に示す。直径200mm、厚さ1.25mmの単板ディスクを、記録面を互いに内側にし、2枚を密着状態にはり合わせた構成である。

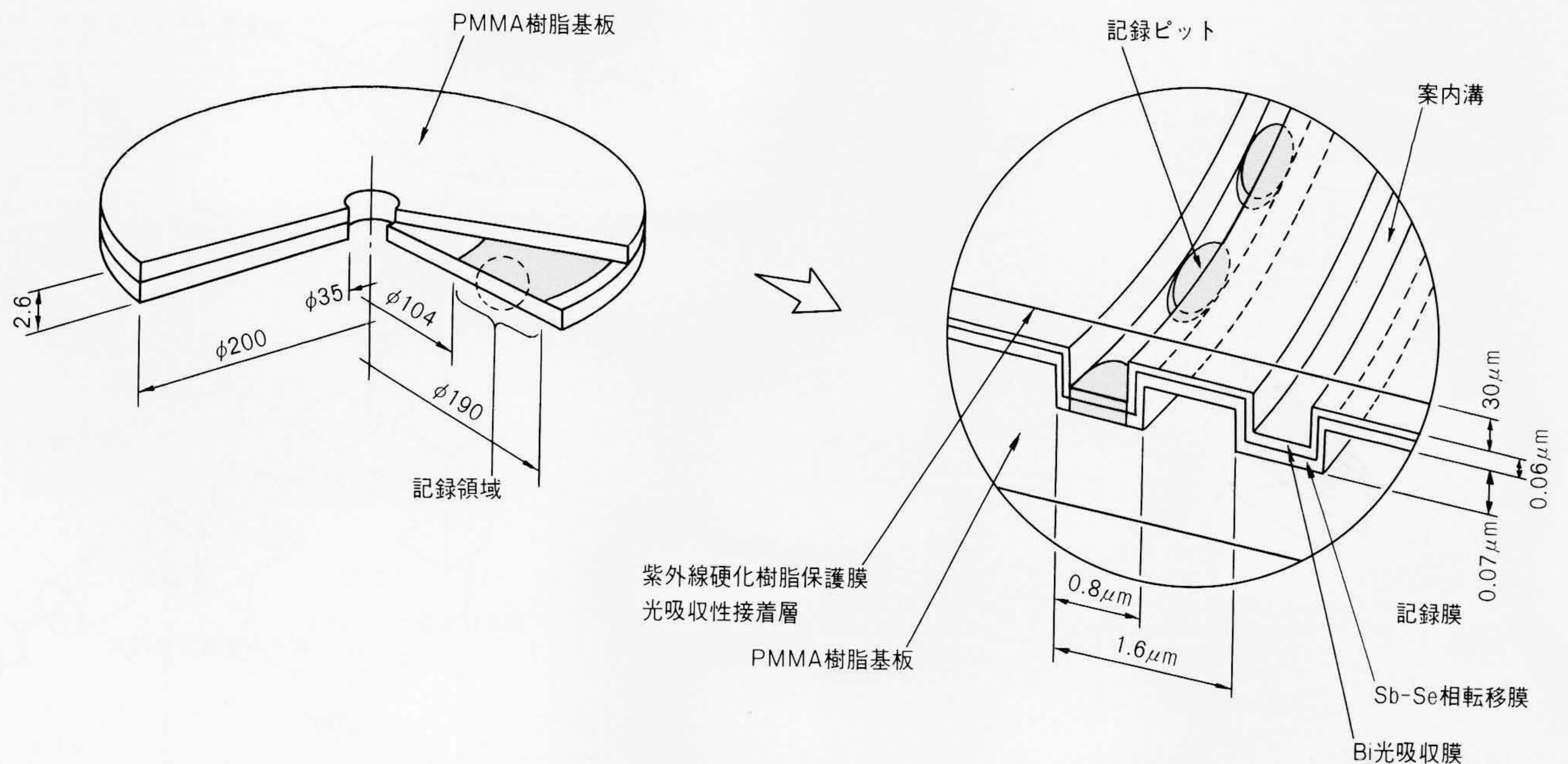
記録面は、片面に静止画を2万4,000枚記録するため、トラックピッチを1.6μmとし、溝幅0.8μm、溝深さ0.07μmのU字形案内溝を、スパイラル状の連続溝で形成したPMMA(ポリメチルメタクリレート)樹脂基板に記録膜を塗布したものである。

記録膜は、性能を左右する重要な技術課題で、特に映像信号を記録するため、高CN比、高感度化及び高信頼性が要求される。この要求を満足するため、高い結晶化温度と相転移前後の反射率変化が大きいSb-Se相転移膜と、半導体レーザの波長域で光吸収特性が大きいBi光吸収膜による独自の2層構造記録膜を開発した。この2層構造で生じる多重干渉と、2層間のSe、Bi相互拡散を有効に用いることで、単層記録膜に比べ、記録前後の反射率変化を1.5倍以上にでき、高CN比を達成した。図4にBi膜厚を一定にしたときの、Sb-Se膜厚とCN比及び反射率の関係を示す。CN比55dB以上で反射率14%を満足するSb-Se膜厚として30nmを得た。

なお、生産時2層膜の干渉特性に影響するSb-Se膜の組成膜厚の管理が重要である。記録膜形成で、Sb-Se膜のSe含有率を50~60原子パーセントに制御し、膜厚を光学モニタで30±0.6nmに制御する記録膜形成技術を開発し、高性能化を達成している。ディスク半径とCN比の関係を図5に示す。ディスクの記録領域でCN比55dB以上を達成した。

3.2 光ヘッド

光ヘッドは、映像信号を記録する場合、追記形光ディスク



注：略語説明 PMMA樹脂(ポリメチルメタクリレート樹脂), Sb-Se相転移膜(アンチモンセレン相転移膜), Bi光吸収膜(ビスマス光吸収膜)

図3 追記形光ディスクの構造 直径200mmのPMMA樹脂基板に、トラックピッチ1.6 μ m、溝幅0.8 μ mのU字形案内溝を形成し、2層構造の記録膜によって高CN比、高感度化を実現した。

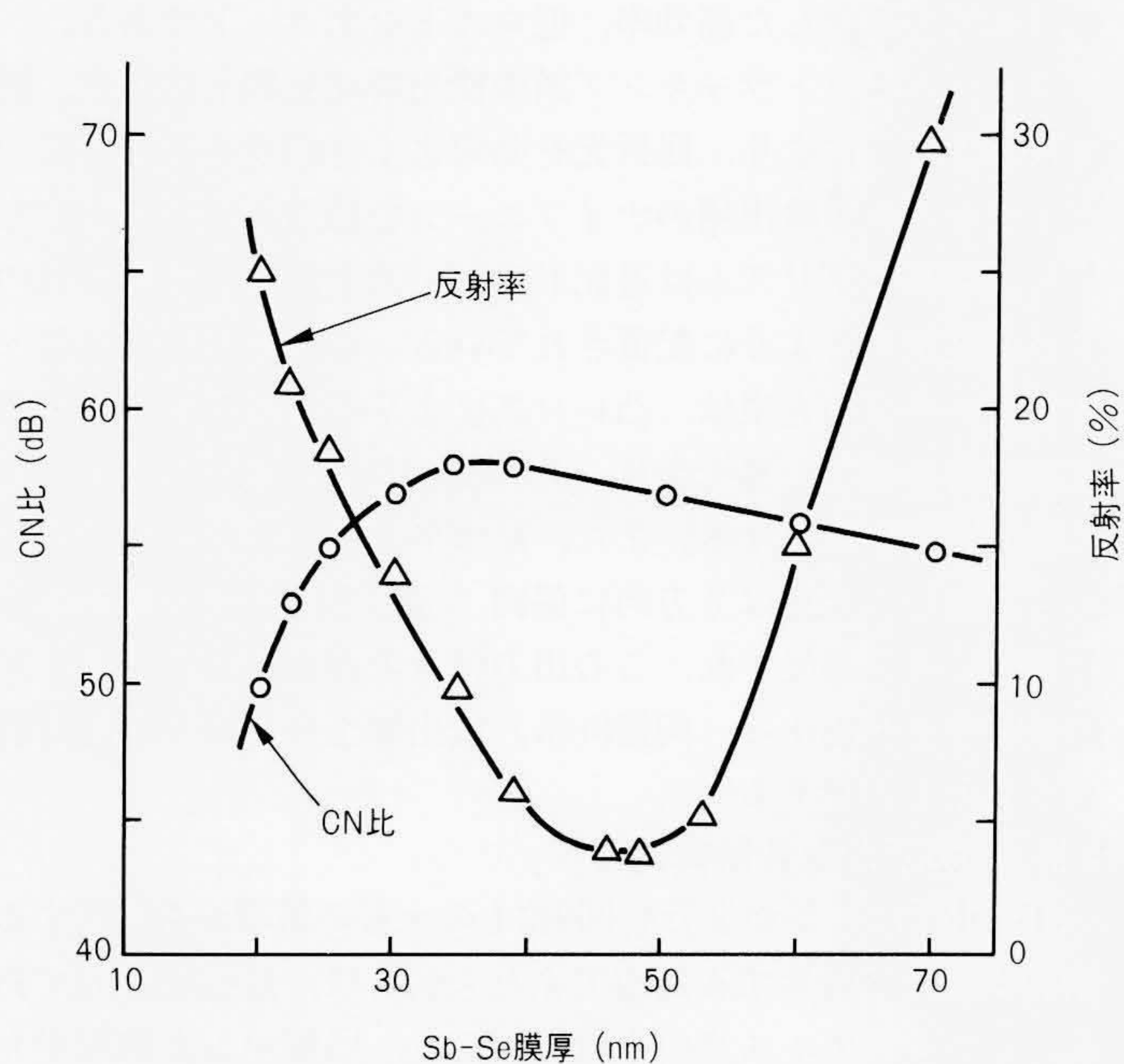


図4 Sb-Se膜厚とCN比及び反射率の関係 Bi膜厚25nm、記録周波数5 MHzで測定した。Sb-Se膜厚30nmでCN比55dB以上、反射率14%を得ている。

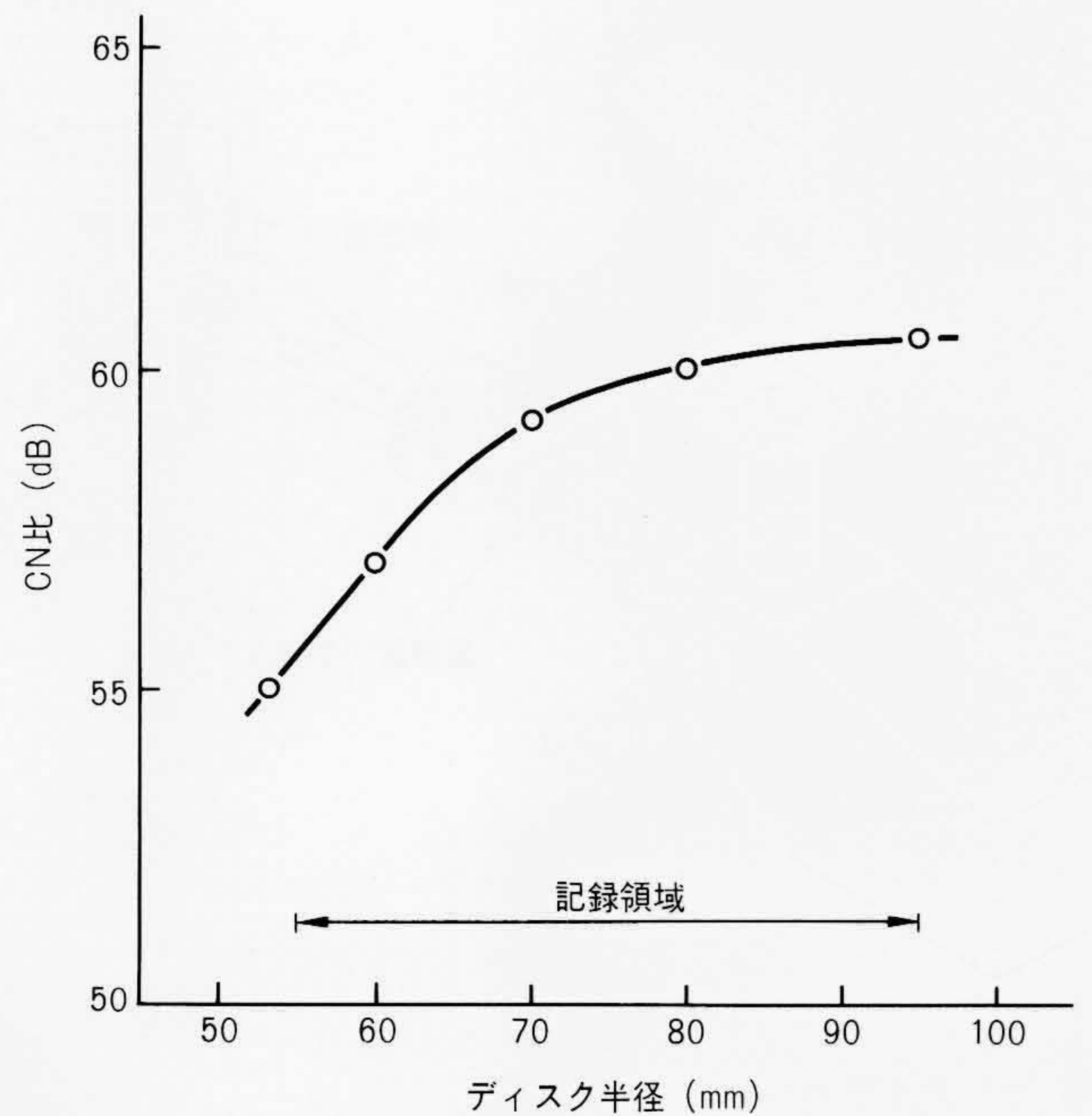
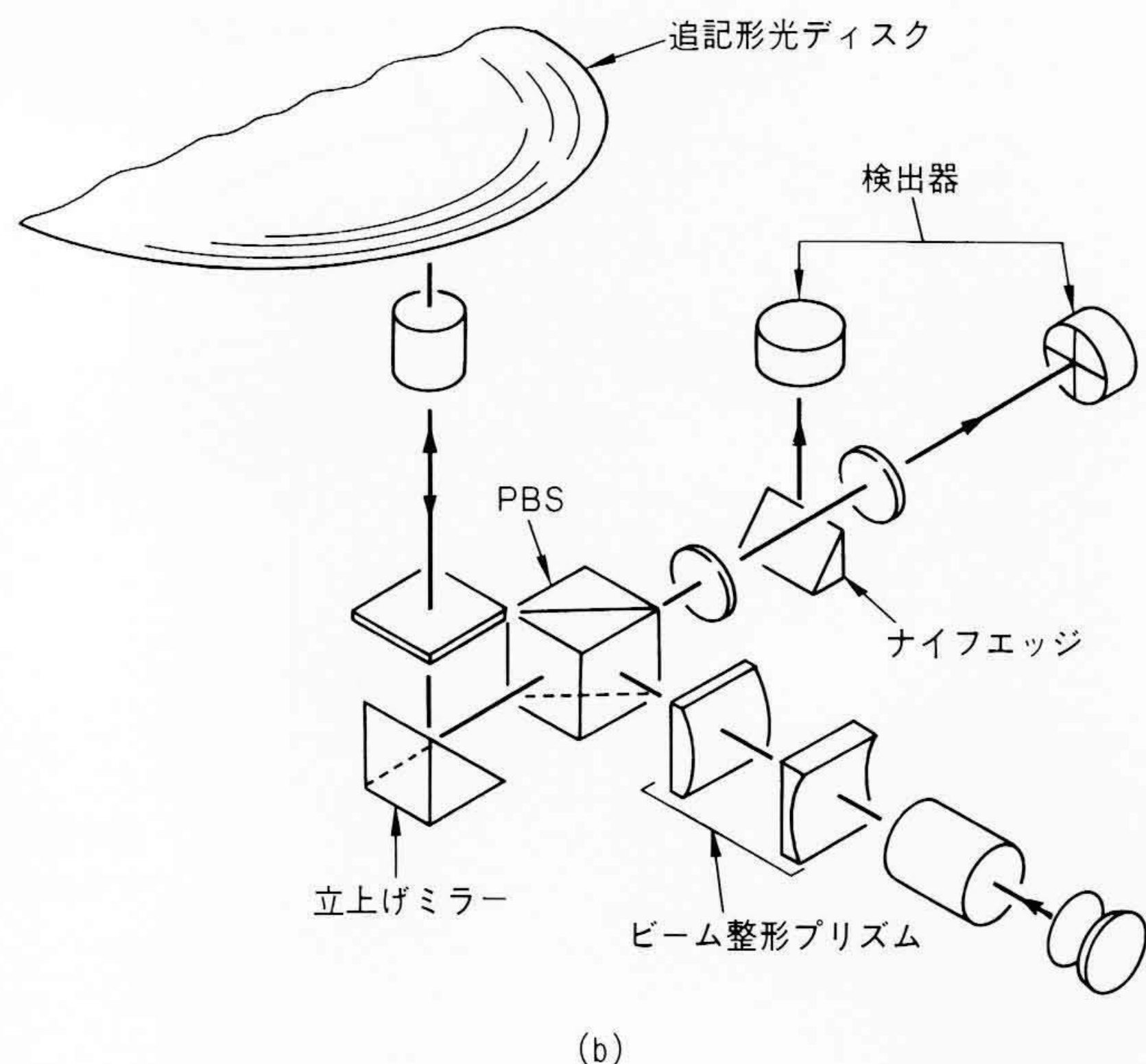
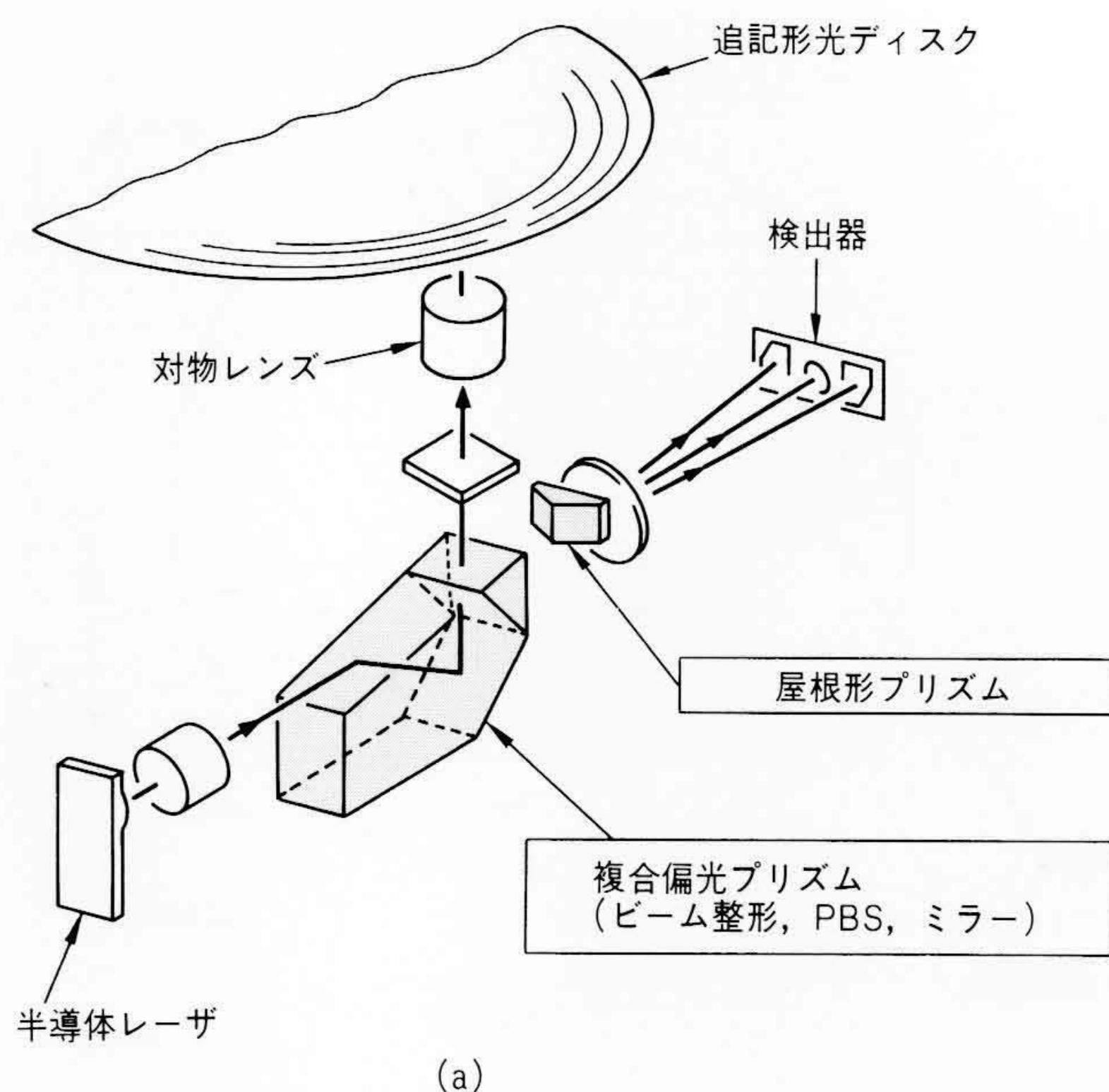


図5 ディスク半径とCN比の関係 記録周波数5 MHzで測定した。ディスクの記録領域でCN比55dB以上を得ている(Sb-Se膜厚30nm, Bi膜厚25nm)。

の記録面上で最大8 mWのレーザーパワーが必要である。したがって、限られた光出力の半導体レーザーを使用するには、光利用率の高い光学系を開発しなければならない。また、半導体レーザーから出射するレーザービームは、長円状強度分布であるため、追記形光ディスク上で真円のスポットを得るためには、ビーム整形が必要である。

光ヘッドの基本構成を図6に示す。同図(a)は開発した光ヘッド、同図(b)は従来の光ヘッドである。開発した光ヘッドは、以下の特長を持っている²⁾。

- (1) ビーム整形プリズム、PBS(偏光ビームスプリッター)、立上げミラーなどを一体化した複合偏光プリズムを開発した。
- (2) 一つの光軸で、フォーカス、トラッキング誤差信号検出



注：略語説明 PBS(偏光ビームスプリッタ)

図6 光ヘッドの基本構成 (a)に開発した光ヘッドを、(b)に従来の光ヘッドを示す。複合偏光プリズム、屋根形プリズムの開発によって、部品数の削減と光利用率の向上を実現した。

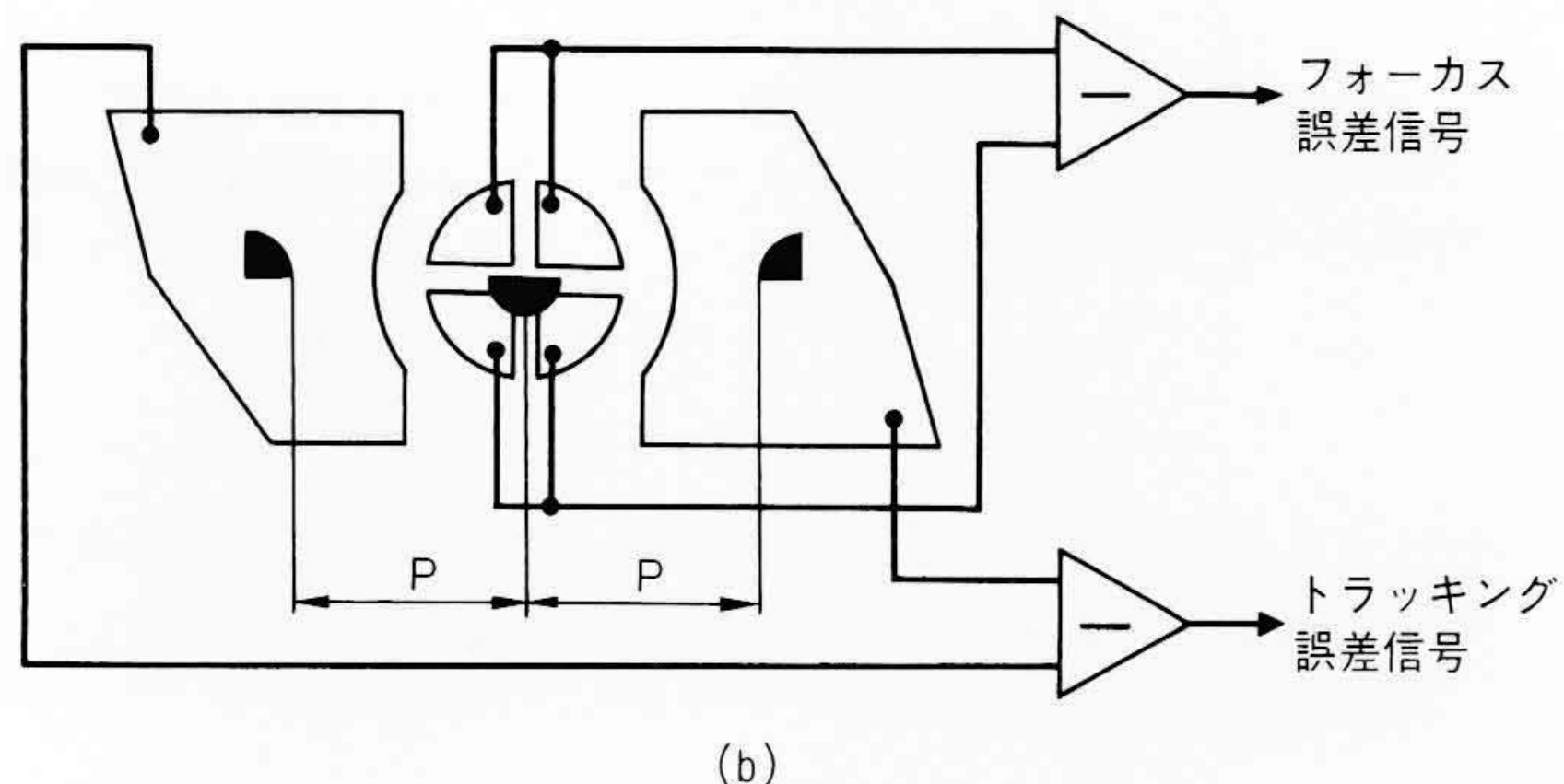
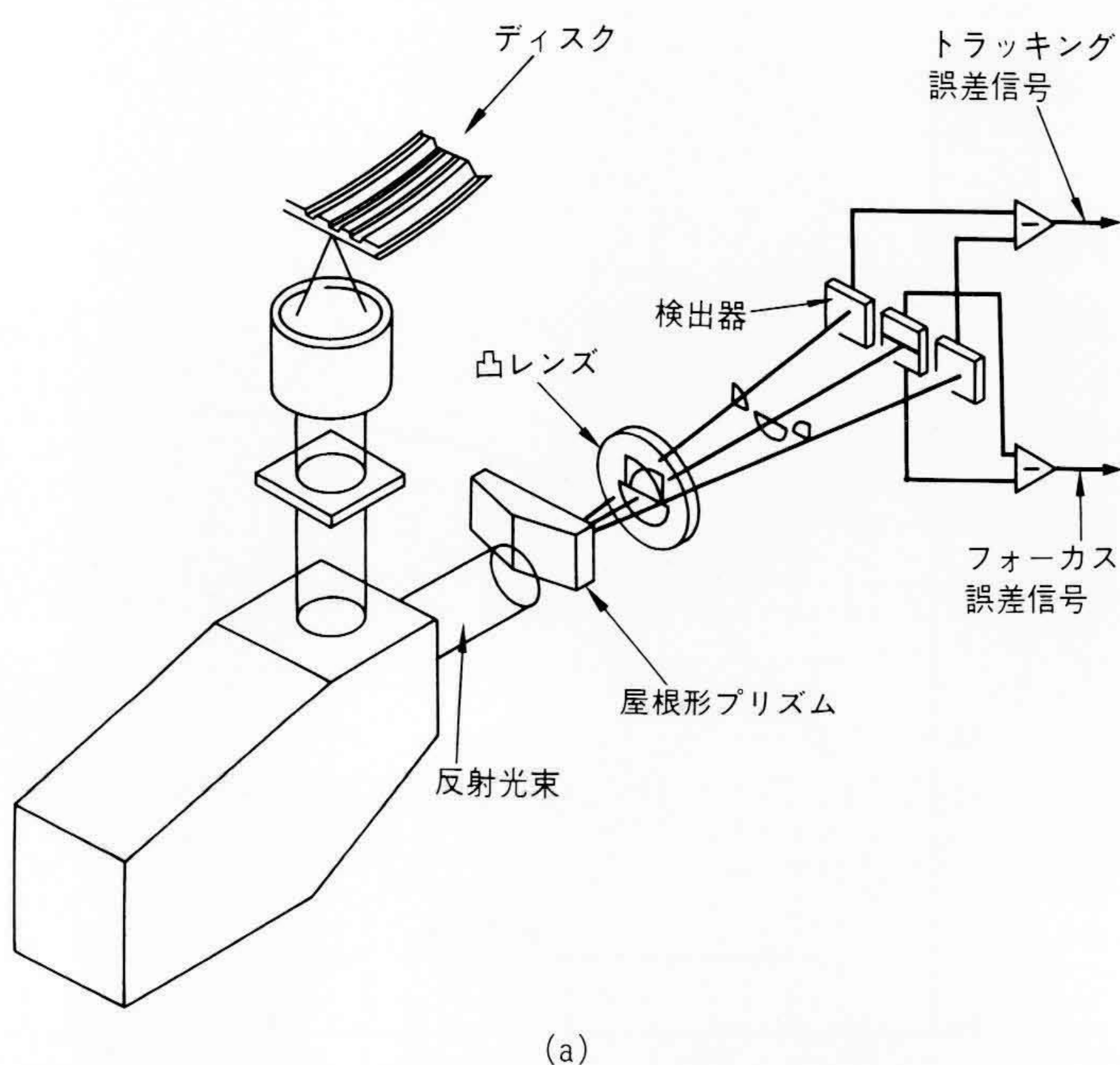


図7 フォーカス、トラッキング誤差検出構成 (a)は誤差検出構成を、(b)は検出器上のスポット配置図を示す。ナイフエッジを兼用した屋根形プリズムによって、一つの光軸上で検出可能とした。

を同時に行う屋根形プリズムを開発した。

以上の特長により、構成部品点数を8点と削減し、光利用率は40%を確保した高効率、低コストな光ヘッドである。

フォーカス、トラッキング誤差検出構成を図7に示す。屋根形プリズムにより、回折光を効率よく分離するとともに、フォーカス誤差検出用のナイフエッジを兼用している。すなわち、屋根形プリズムは追記形光ディスクからの反射光束の半分が入射するように配置されている。屋根形プリズムに入射しない半分の光束は、凸レンズにより検出器中央の2分割領域の境界線上に集光され、その出力信号の差からフォーカス誤差信号を検出する。また、屋根形プリズムの二つの入射面に入射した光束は2方向に偏向、分離され、検出器両端の2領域に各々集光され、この出力信号の差からトラッキング誤差信号を検出する。同図(b)は、検出器上のスポット配置図を示したものである。

3.3 高速アクセス制御技術

OVDRでは、片面2万4,000枚もの大量の情報から希望する情報を高速に検索する高速アクセス制御は、重要な機能である。しかし、ディスクの高速回転では、回転中心と追記形光ディスクの案内溝中心とがずれることで、偏心が発生する。この偏心によってアクセス制御時の停止位置精度が悪化し、高速化を妨げている。

すなわち、アクセス時間の高速化を進めるためには、偏心の影響を除去する補正制御が必要となる。そこで偏心による案内溝の変位は、追記形光ディスクの回転に同期した正弦波状に発生することに着目し、正弦波同期形ディスク偏心補正方式を開発した³⁾。

偏心補正制御の構成図と補正方式を図8に示す。偏心補正方式は、トラッキング誤差信号の案内溝横切り数と、電動機の回転検出信号から、偏心の変位と位相を検出し、マイクロ

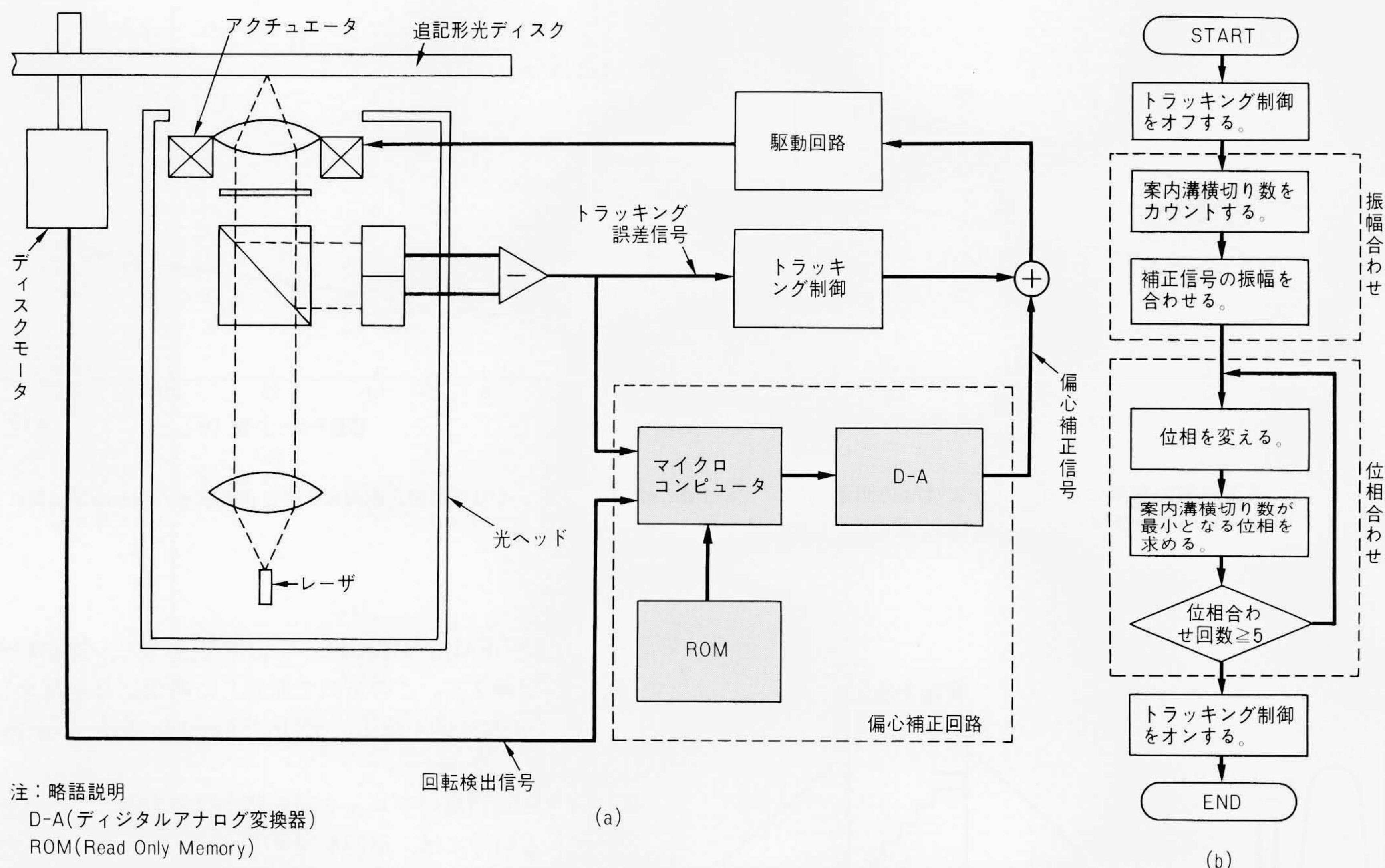


図8 偏心補正制御の構成図及び補正方式 (a)に偏心補正制御の構成図を、(b)に補正方式を示す。案内溝の横切り数から偏心の変位及び位相を検出し、それと同等の補正信号を入力して行う。

コンピュータにより、それと同等の偏心補正信号をアクチュエータに入力することで行うものである。なお、偏心補正信号での偏心の変位は、ROM(Read Only Memory)に記憶された正弦波データから作成し、位相はROMからのデータ読み出し時間を変化させることで行うものである。また、本方式は、偏心の検出をトラッキング制御をかけずに行うことが可能なため、大きな偏心に対しても制御できる特長がある。

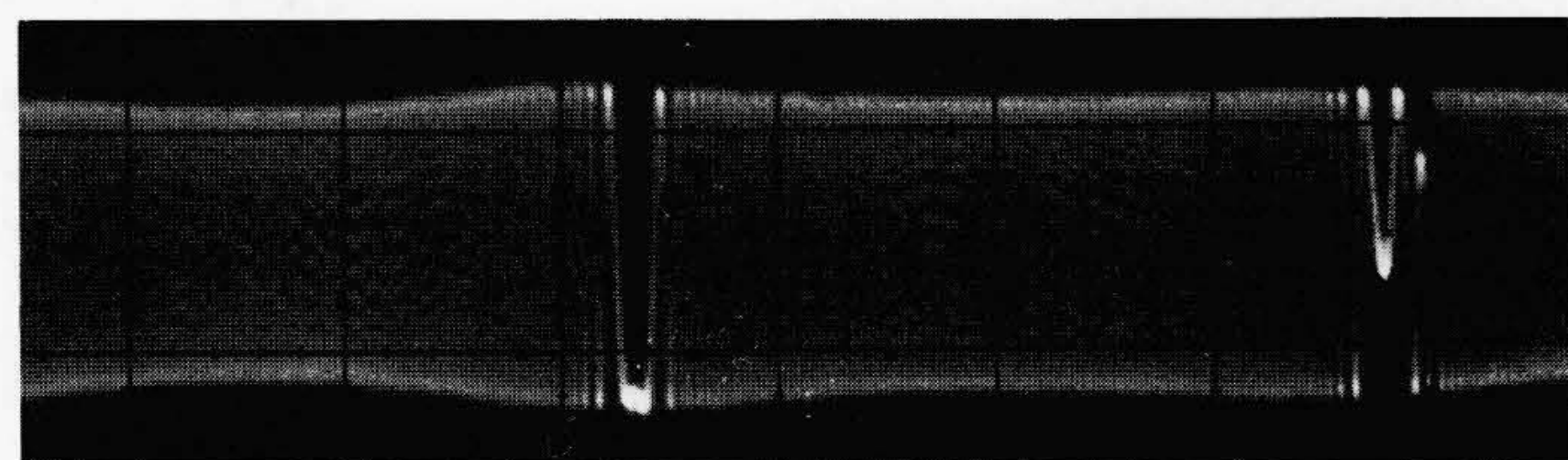
偏心が $200\mu\text{m}$ あるときの偏心補正制御の有無による、トラッキング誤差信号の測定波形を図9に示す。偏心補正制御を行うことによって、残留偏心量を $10\mu\text{m}$ 以下にすることができる。

偏心補正制御の有無による、アクセス時間の測定結果を図10に示す。偏心補正制御を行うことによって、アクセス時間の変動を大幅に低減でき、最大アクセス時間は1秒以下、平均アクセス時間は 0.5 秒と高速化を達成した。

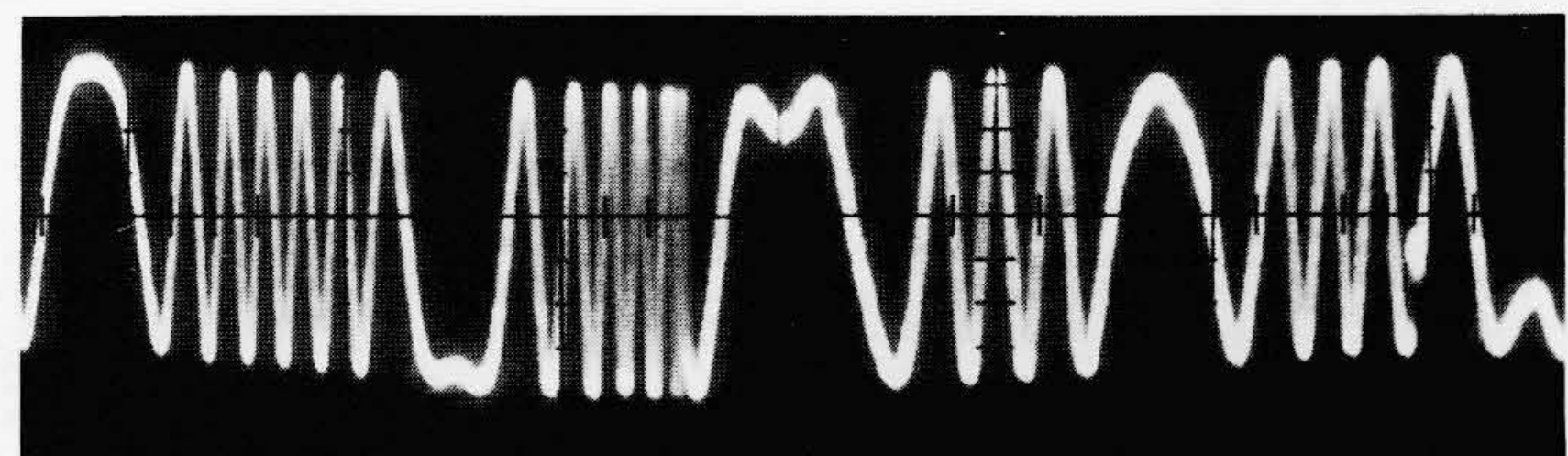
3.4 信号処理回路

OVDRに記録するための映像入力信号は、手軽な使用ができるようビデオカメラ、VTRからの信号を利用し、追記形光ディスクの1回転に1画面をアナログ信号形態で記録する。したがって、OVDRの高画質化を達成するためには、追記形光ディスクに適した記録方式の開発が必要である。

記録信号の周波数アロケーションを図11に示す。映像信号は、くし形フィルタによって輝度信号と色信号に分離する。ここで、輝度信号はシンクチップ 5MHz 、白ピーク 6.4MHz のFM信号に変換し、色信号は 629kHz に変換して、2チャネ



(a) トラッキング誤差信号(補正なし)



(b) トラッキング誤差信号(補正あり)



(c) 補正信号

図9 偏心補正制御の有無による測定波形 $200\mu\text{m}$ の偏心があるときのトラッキング誤差信号(a)に対し、偏心補正制御による補正信号(c)を与えることで、 $10\mu\text{m}$ 以下のトラッキング誤差信号が得られる。

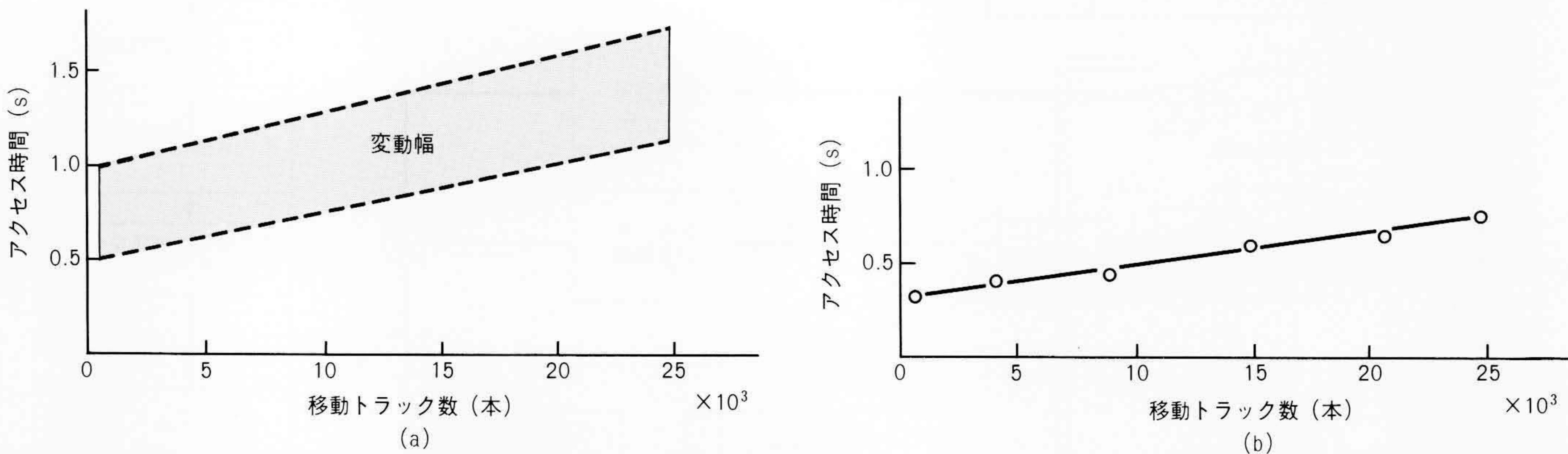
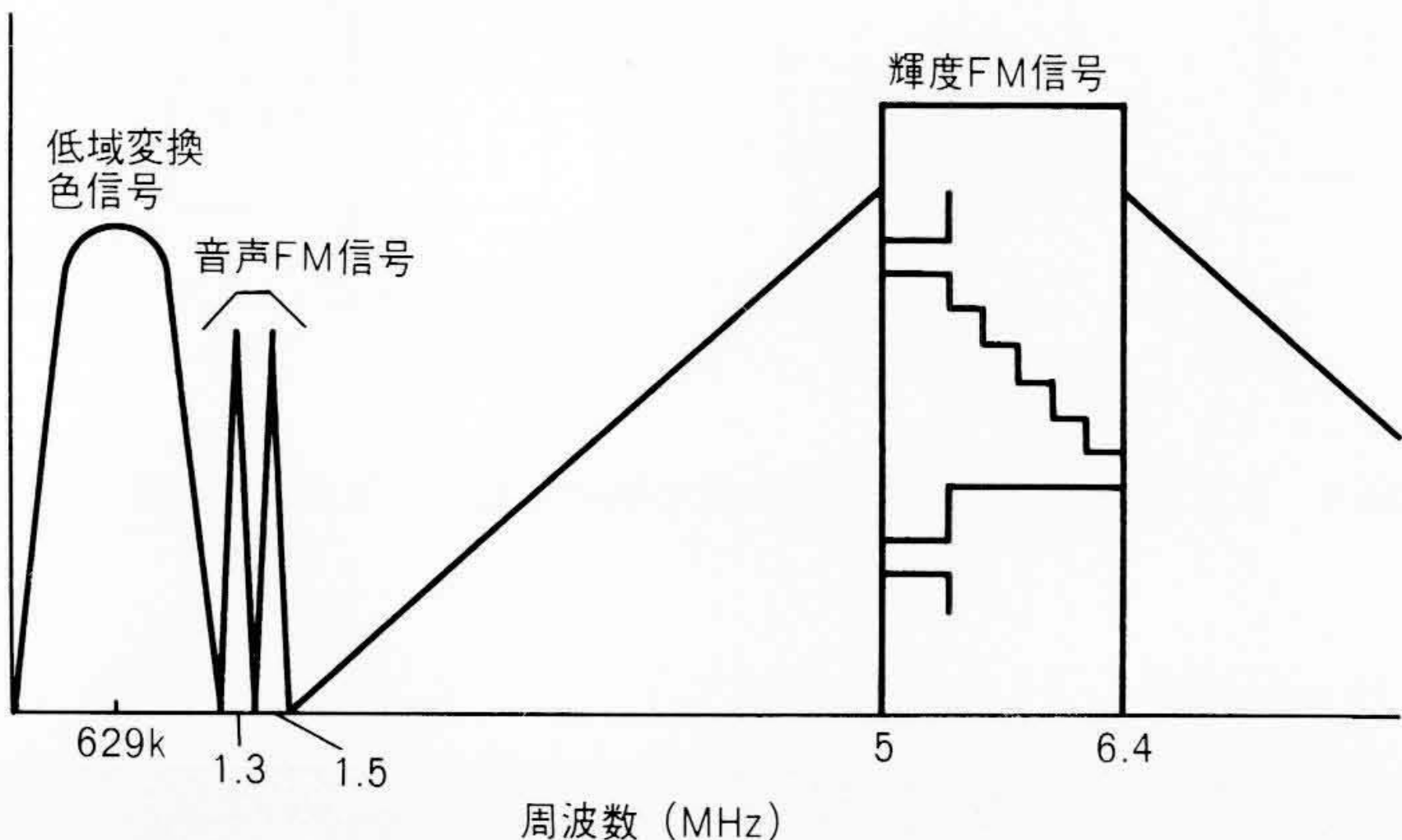


図10 偏心補正制御の有無によるアクセス時間の測定結果 (a)は偏心補正制御なし、(b)は偏心補正制御ありのときを示す。偏心補正制御によってアクセス時間の変動を低減し、平均0.5秒の高速化を達成できる。



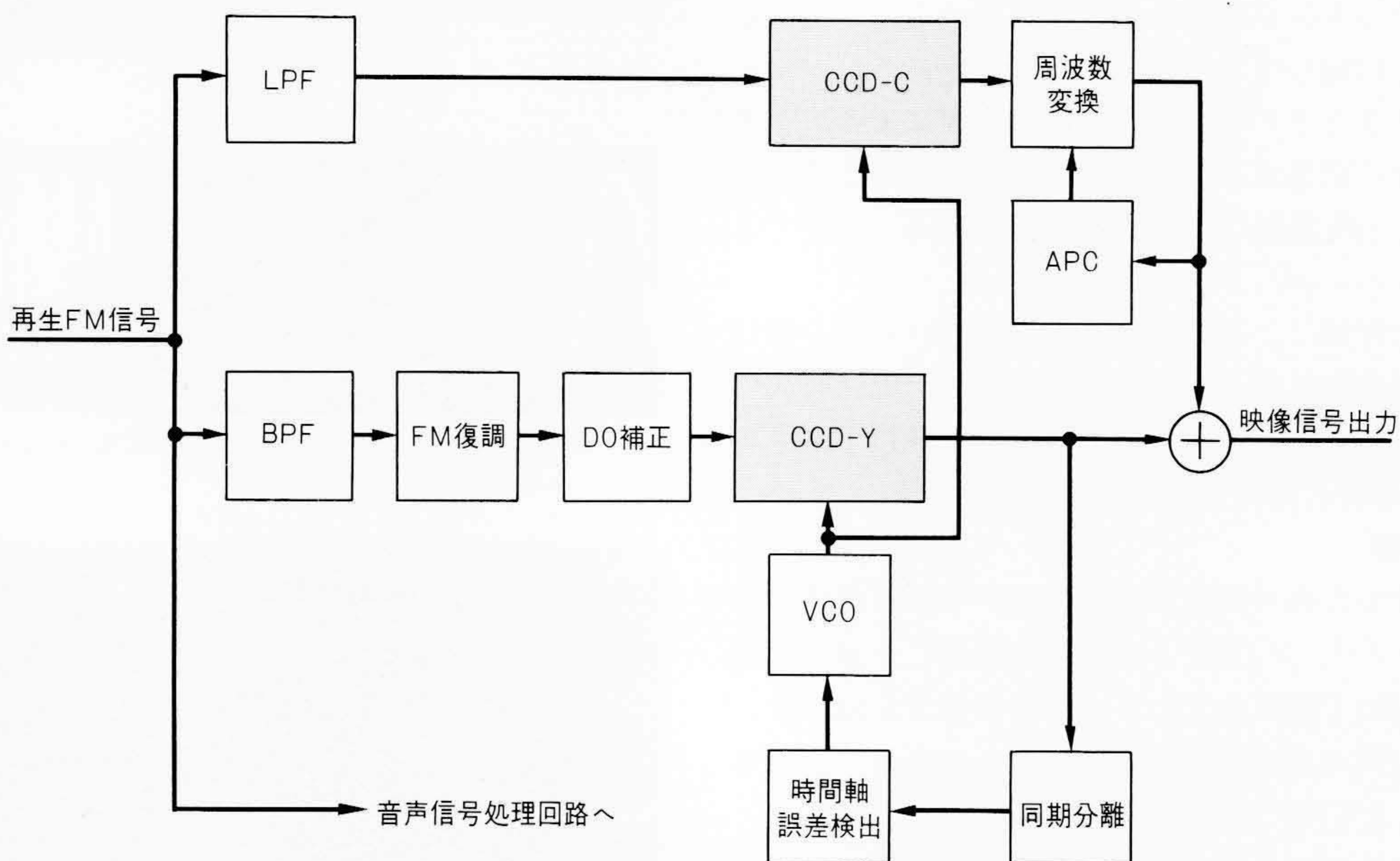
注：略語説明 FM(周波数変調)

図11 記録信号の周波数アロケーション 追記形光ディスクの記録特性を最大限に活用し、高画質な記録再生が達成できる。

ルの音声信号のFM信号(動画モードだけ)とともに、追記形光ディスクに記録する。この方式で記録した映像信号を再生した結果、解像度は300本以上、SN比(Signal to Noise Ratio)45dB以上を達成した。

再生信号処理回路のブロック図を図12に示す。光ヘッドから再生される信号には、追記形光ディスクの偏心、ディスクモータの回転むらなどによって時間軸変動が発生し、再生画像の揺れ、色ずれなどを起こす問題がある。その対策として、同図に示すように、輝度信号はFM復調したベースバンド信号として、色信号は低域変換したままの状態、駆動クロックを共通化した二つのCCD(Charge Coupled Device)を用いた方式を開発し、時間軸変動を大幅に低減した。

ドロップアウト補正回路のブロック図を図13に示す。1H(水平走査周期)遅延回路の出力と、切換スイッチの間の巡回路に



注：略語説明 CCD(電荷転送素子), Y(輝度信号), C(色信号), LPF(低域通過フィルタ), BPF(帯域通過フィルタ) DO(ドロップアウト), APC(自動位相制御回路), VCO(電圧制御発振器)

図12 再生信号処理回路 輝度信号と色信号に別個のCCDを用いることによって、信頼性が高い電子式時間軸補正を行っている。

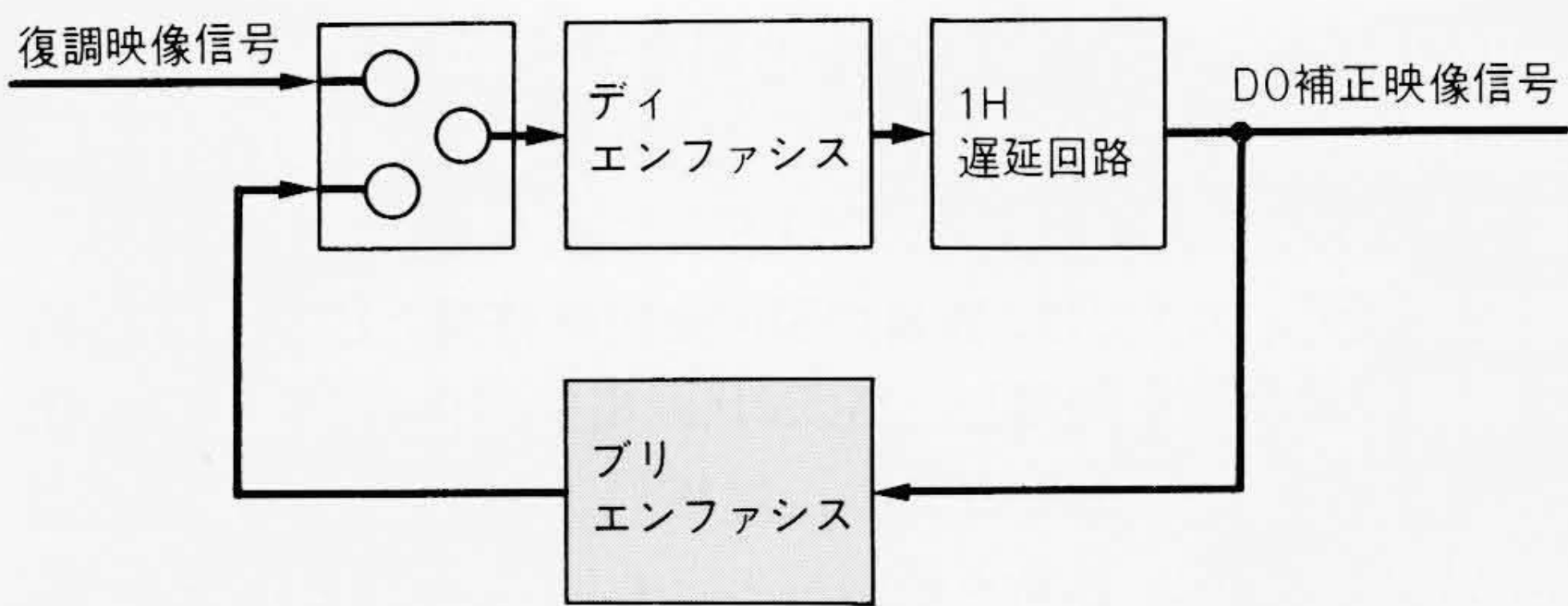


図13 DO補正回路 巡回形のD0補正にプリエンファシスを設けることによって、短いD0から長いD0までの確に補正できる。

表2 消去可能光ディスクの性能 Sb-Se-Bi記録膜, SiO₂保護膜, ランド記録方式などによって、CN比55dB、書替え回数100回以上の性能を達成している。

項 目	性 能
ディスク直径	200mm
記 録 膜	Sb-Se-Bi単層構造
保 護 膜	SiO ₂ 膜
基 板 材 料	PMMA樹脂
構 造	密着はり合わせ
トラックピッチ	1.6μm
記 録 方 式	相転移形 ランド記録
CN比（5 MHz）	≥55dB
書 替 え 回 数	≥100回
課 題	◎動画対応での消去速度の向上

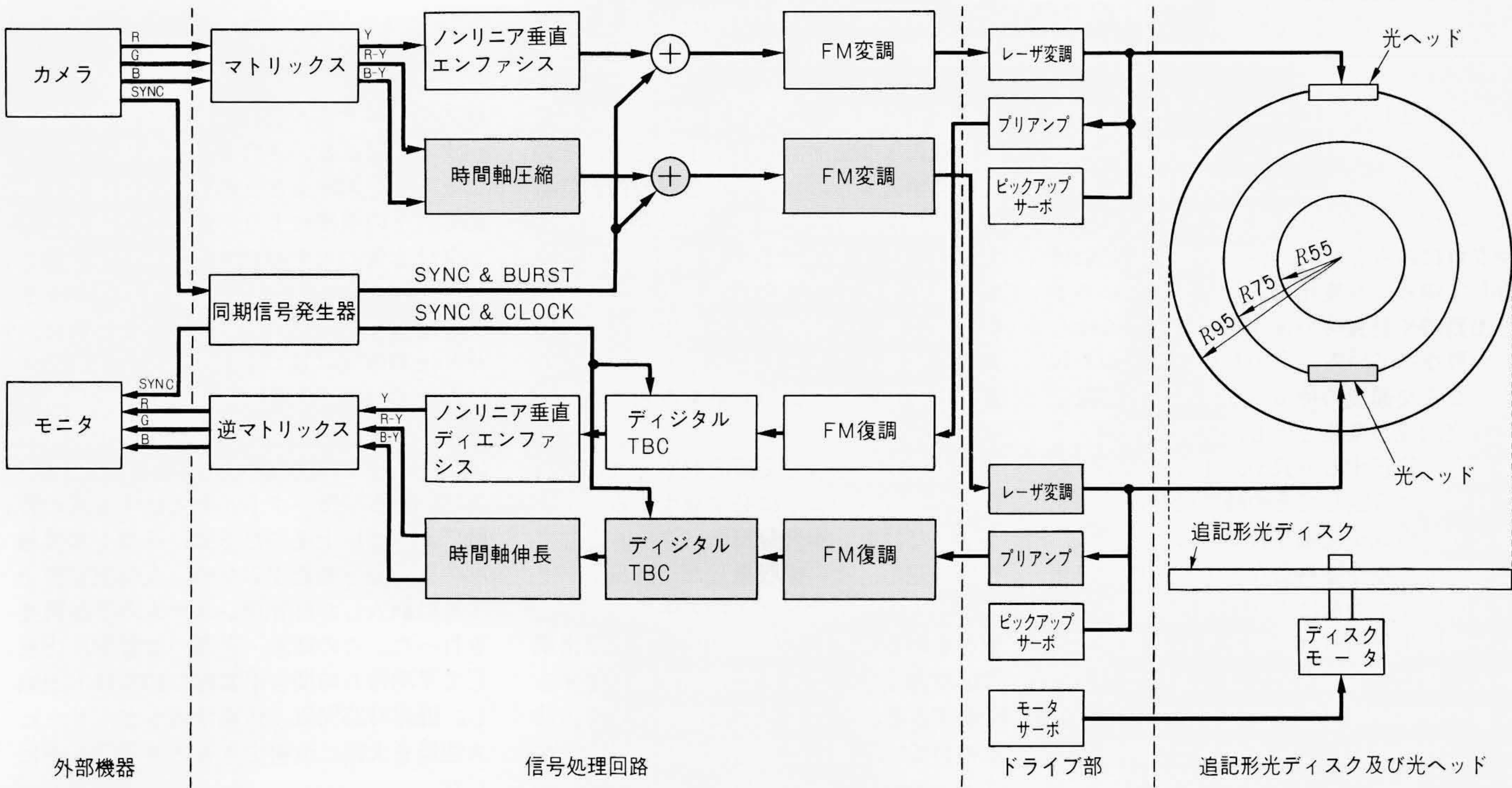
プリエンファシス回路を設け、短いドロップアウトから長いドロップアウトまでの確に補正することができる。同時に、ドロップアウト補正済み信号を1H遅延回路の出力とすることによって、くし形フィルタによる輝度信号と色信号の再生画面上での垂直重心ずれを補正するものである。

4 将来の技術動向

OVDRでの将来の展開を考えた場合、機能的には消去可能システムへの発展、性能的にはよりいっそうの高画質化が重要な課題である。

消去可能システムに対する実現の可否は、可逆記録膜による光ディスクにあり、現在有力な可逆記録膜として相転移形及び光磁気形がある。相転移形は、映像信号の記録に必要な高いCN比が得られ、オーバーライトの可能性もあり有望と考えている。表2に、試作した消去可能光ディスクの性能を示す。独自のSb-Se-Bi単層構造記録膜、高耐熱SiO₂保護膜、更に案内溝間の幅広部(ランド部)に記録することによって、CN比55dB以上、書替え回数100回以上の性能を達成している。なお、静止画の記録では問題にならないが、動画記録時での消去速度の向上が今後の課題である⁴⁾。

追記形光ディスクの限られた記録性能の範囲で高画質化を実現するには、映像信号の多チャンネル記録方式が有望である。現在、追記形光ディスクの記録範囲を内周部と外周部に2分割し、内周部にカラー映像信号の色信号を、外周部に輝度信号を二つの光ヘッドで同時に記録再生するコンポーネント記録方式を開発試作した。システム構成図を図14に、試作結果を表3に示す。解像度は480TV本と高解像度化を図り、更に



注：略語説明 TBC(タイムベースコレクタ)

図14 高画質OVDRの全体構成 追記形光ディスクの記録領域を外周部と内周部に分割し、それぞれ輝度信号と色信号を記録する方式によって高画質化を達成している。

表3 高画質OVDRの性能 解像度が480本得られるとともに、色信号性能が大幅に向上し、高画質な記録再生が達成されている。

項 目	性 能
輝 度 帯 域	6 MHz (480TV本)
色 帯 域	1.5MHz
輝度(Y) SN比	42dB (46dB, BW 4 MHz)
色 (C) SN比	46dB
Y～C 間 妨 害	なし
記 録 容 量	静止画12,000枚

注：略語説明 BW(帯域幅)

色信号の大幅な広帯域化、高SN比が達成可能である⁵⁾。

5 結 言

映像信号の記録が可能なOVDRの開発を行った。

OVDRは、カラー静止画を追記形光ディスク片面に2万4,000枚記録できる大容量性と、所定の画像を平均0.5秒で検索できる高性能化を達成している。これらを実現するため、追記形光ディスクには、独自のSb-Se相転移膜とBi光吸収膜の2層構造記録膜を開発し、高CN比、高感度化を達成した。光ヘッドでは複合偏光プリズム、屋根形プリズムなど新しい光学部品を開発し、部品点数削減とともに光利用率40%の高効率光学系を開発した。また、正弦波同期形ディスク偏心補正制御による高速アクセス制御、開発した追記形光ディスクに適した信号処理による高画質記録再生方式を確立した。

参考文献

1) 角田，外：大容量光ディスクファイル，日立評論，65，10，691～696(昭58-10)
2) 井上，外：追記ディスク用2軸直交形光ヘッド，光メモリシンポジウム'85講演論文集，97～102(1985)
3) 鈴木，外：正弦波同期形ディスク偏心補正方式，テレビジョン学会誌，40，6，494～500(1986)
4) M.Ishigaki, et al.: New Erasable Optical Media Using Sb-Se-Bi Alloy Film, SPIE's 30th Annual International Technical Symposium(Aug. 1986)
5) 奥，外：コンポーネント記録方式追記形ビデオディスク，テレビジョン学会全国大会講演論文集，8-4(1986)

論文抄録

エレベーターの知能群管理方式
—その2 学習論理—

日立製作所 黒沢憲一・米田健治・他4名
情報処理学会誌 28-3, 299～309 (昭62-3)

交通流変化に応じてエレベーターを群管理制御する研究の一つに、学習機能を具備させる研究がある。ビルの交通流は、毎日同一のパターンが繰り返されることはなく、マクロにみるとビルの使用形態の変化に依存してゆっくり変化するし、ミクロにみると出勤時や昼食時のようなパターンも少しずつ異なっている。このため、幾つかの代表となる交通流の特徴ベクトルを初期設定し、交通流の変化とともに代表特徴ベクトル自身を修正する方式や、1日を一定個数の時間帯に分割してその時間帯分割時刻を修正する方式が提案されている。しかし、ビルの催し物や展示会などの一時的に発生する特別な交通流により、代表特徴ベクトルや時間帯分割時刻が修正される危険性がある。更に、上記方式では代表特徴ベクトル数や分割時間帯数が固定されているため、ビルの形態変化によって大きな交通流変化が生じた場合に十分に対応できない。

そこで本論文では、群管理の学習論理には、(1)一時的な交通流か本質的な交通流か

を識別する機能、(2)ビル使用形態変化などによる大きな交通流変化が生じて、その変化を学習するのに十分な個数の代表特徴ベクトルを生成する機能、の必要性について述べ、(1)を実現する「仮登録法に基づく交通流収集方式」と(2)を実現する「平均出現頻度に基づく特徴ベクトル生成・消去方式」を提案するとともに、本方式に基づく知能群管理システムの効果を実態調査結果から明らかにした。

仮登録法に基づく交通流収集方式は、出勤時や昼食時のように必ず発生する特徴ベクトルだけを、本登録特徴ベクトルとして初期設定し、その後収集した交通流データから抽出した特徴ベクトルの中で、特に重要なものを選択して仮登録し、その後出現頻度が高くなったときに初めて本登録する方法である。このように2段階の登録方法を用いて、収集した交通流を本登録特徴ベクトルのいずれかに分類し、収集する。一方、仮登録特徴ベクトルは、現時点では一時的な交通流なのか、ビルに本質的な交通

流の特徴ベクトルなのか判断できない特徴ベクトルである。そこで、各特徴ベクトルごとに、1週間当たりの平均出現頻度を算出し、その頻度により一時的な交通流なのか又は本質的な交通流なのかを判定することにした。これにより、不要な特徴ベクトルを消去することが可能となった。次に、平均出現頻度に基づく特徴ベクトル生成・消去方式は、平均出現頻度に応じて特徴ベクトルの生成や消去を行う。特に生成処理は、収集した交通流の特徴ベクトル個数を二分割する特徴ベクトルを生成する点が特徴である。以上述べた方式に基づく学習論理の有効性を確認するため、大規模事務所ビルに納入した群管理システムの稼動調査を行った。この結果、従来の群管理に比較して平均待ち時間を平常時で10%以上短縮し、混雑時25%以上短縮するなど、サービス性能を大幅に改善できることを明らかにした。