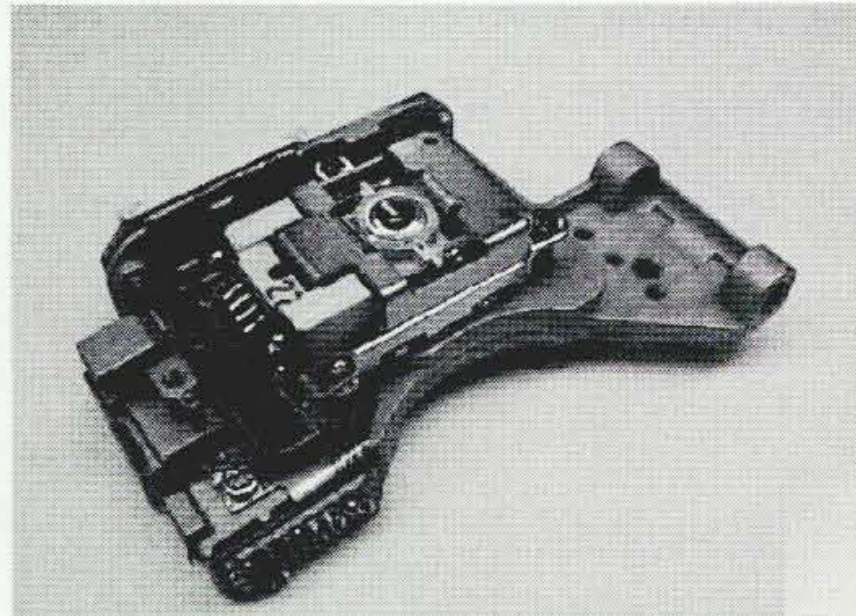


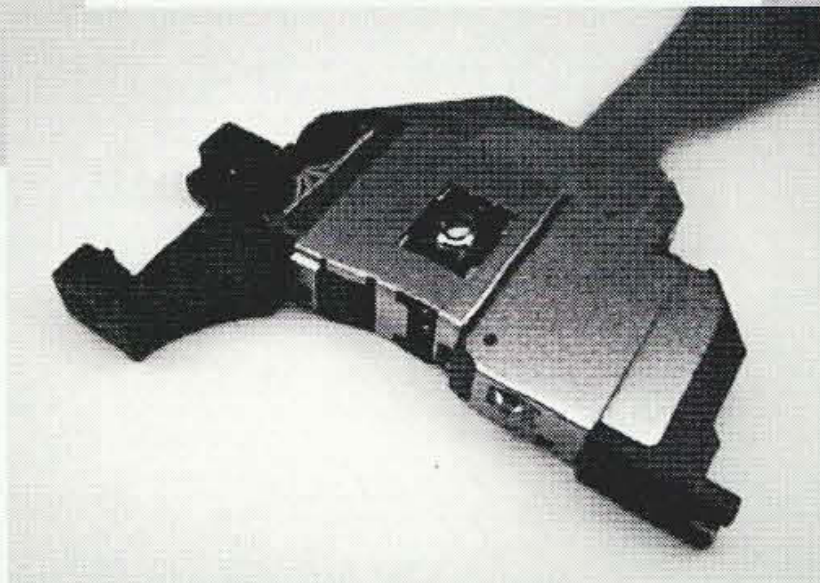
DVD-ROM用光ピックアップ

Optical Pickups for DVD-ROM Drives

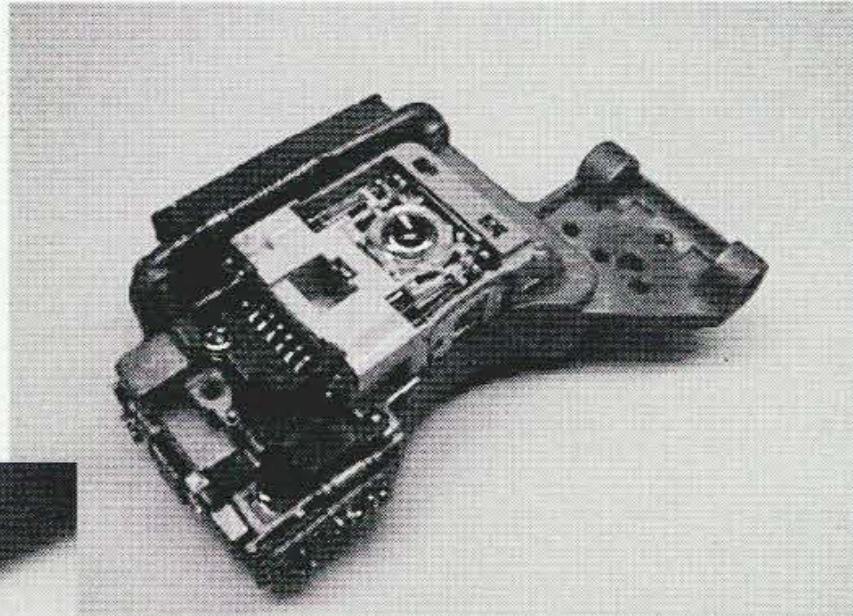
井上雅之 Masayuki Inoue 佐々木徹 Tôru Sasaki
末永秀夫 Hideo Suenaga 矢部昭雄 Akio Yabe



ハーフハイトDVD-ROMドライブ用
光ピックアップ“HOP-1161D”



スリムDVD-ROMドライブ用
光ピックアップ“HOP-3001”



ハーフハイトDVD-ROM/CD-R複合ドライブ用
光ピックアップ“HOP-7001T”

注：略語説明

DVD-ROM(Digital Versatile
Disc Read-Only Memory)
CD-R(Compact Disc
Recordable)

各種DVD-ROMドライブ用 光ピックアップ

これらの光ピックアップでは、DVD-RAM(Random Access Memory)を含むDVDとCDファミリーのさまざまなディスクの再生が可能である。HOP-7001Tでは、CD-R/RW(Rewritable)ディスクへの記録もできる。

パソコンの周辺記憶装置であるDVD-ROMドライブ用光ピックアップとして、ハーフハイトドライブ用光ピックアップ“HOP-1161D”、スリムドライブ用光ピックアップ“HOP-3001”、およびCD-R/RWディスクへの記録もできるハーフハイトドライブ用複合光ピックアップ“HOP-7001T”を製品化した。

ディスクの厚さが異なるDVDとCDを高速で再生し、かつ再生波長依存性の大きなCD-Rも再生するために、(1) 1個の対物レンズによってDVDとCDが再生できる1対物レンズ光学系、(2) 高速再生のための高感度アクチュエータ、および(3) CD-R再生を可能にする650 nmと780 nmの2波長光学系を開発した。また、ランド・グルーブ構造のDVD-RAMを再生するために開発した新規のサーボ信号検出光学系により、これらの光ピックアップでは、CD-ROMとCD-R/RWの再生や、記録が可能なDVDであるDVD-RAM/R/RWなど、現在のすべてのDVDとCDファミリーの再生が可能である。さらに、複合光ピックアップ“HOP-7001T”では、光学系の効率を高めてCD-R/RWの高速記録も実現するとともに、ディスクの反りに対する再生能力を向上するために、対物レンズの傾き補正が可能な高感度三次元アクチュエータを新たに開発し、搭載している。

1 はじめに

パソコンの周辺記録装置としてCD-ROM(Compact Disc Read-Only Memory)が本格的に普及し始めてから約6年が経過した。一方、CDの約7倍の記録容量を持つDVD(Digital Versatile Disc)は1996年に製品化され、DVD-ROMはここ1、2年で高級機のパソコンを中心に標準搭載されるようになった。

また最近では、パソコンの形態もノートタイプの割合が拡大しており、スリムタイプの光ピックアップの需要が増加している。さらに、ネット環境の普及もあり、当初はCDのオーサリング用であったCD-R(Recordable)が1998年ころから急速に普及してきた。

日立グループは1982年に業界に先駆けてCDプレーヤ

用の光ピックアップを製品化して以来、CD-ROM、DVD-ROM、DVD-RAM(Random Access Memory)などさまざまな光ピックアップを製品化してきた。

ここでは、最近急速に普及してきたDVD-ROM用光ピックアップの主要技術について述べる。

2 DVD用光ピックアップの課題

DVD用光ピックアップの大きな課題は、DVDおよびCDファミリーのさまざまなディスクに対する再生互換と、年々高速化する再生速度に対する対応である。

DVDとCDファミリーのディスクの主要な仕様を表1に示す。

光ピックアップで問題となるのは、DVDとCDでディスクの厚さが異なることである。また、有機色素系媒体

を用いるCD-Rでは反射率の波長依存性が大きく、再生には780 nmのレーザが必要である。ディスクによってトラック形式が異なるために、各種ディスクに対応したサーボ信号検出方式の開発も必要である(表1参照)。

DVDとCDを再生するための光学系の方式を表2に示す。2レンズ方式では、対物レンズを駆動するアクチュエータが大型化し、高感度化に限界があるために、高速再生には向かない。

1レンズ方式のうち特殊対物レンズを用いる方式は、光検出器をDVDとCDで共用化できるのでコスト的に有利である。このため、デスクトップ用光ピックアップにこの方式を採用した。しかし、この方式ではDVDとCDの作動距離(ディスクに対する対物レンズの位置)の変化が大きく、わずかであるが再生中に常時直流電力を消費する。このため、主にノートパソコンに使われるスリムタイプの光ピックアップでは、作動距離の変化が小さい

表1 各種光ディスクの仕様

DVDとCDでは基板厚さが異なり、各種ディスクのトラック形式も異なる。DVD用光ピックアップでは、これらを考慮した設計が必要である。

ディスクの形式	CD-ROM	CD-R/RW	DVD-ROM	DVD-R/RW	DVD-RAM
ディスク基板の厚さ(mm)	1.2	1.2	0.6	0.6	0.6
対物レンズのNA	0.45	0.45(0.5)*	0.6	0.6	0.6
レーザ波長(nm)	780	780	650	650	650
トラックピッチ(μm)	1.6	1.6	0.74	0.74	0.615
データ容量(Gバイト)	0.65	0.65	4.7	4.7	4.7
トラック構成	ピットトレイン	グループ	ピットトレイン	グループ	ランド・グループ

注：略語説明ほか NA(Numerical Aperture；開口数)、RW(Rewritable)
* カッコ内の数字は記録時のものを示す。

表2 DVD/CD互換方式での光学系比較

1レンズ方式ではアクチュエータ可動部分の質量が小さく、高速再生が可能である。ダイクロイックフィルタ方式では、差動距離の変化が小さい。

方式	2レンズ+2アクチュエータ		1レンズ+1アクチュエータ	
	2レンズ+2アクチュエータ		特殊対物レンズ	ダイクロイックフィルタ
使用ディスク	DVD(0.6mm)		NA 0.6	NA 0.6
	CD/CD-R(1.2mm)		NA 0.45	NA 0.45

「ダイクロイックフィルタ方式」を採用した。

3 光ピックアップの仕様と主要開発技術

3.1 HOP-1161D

ハーフハイトドライブ用光ピックアップ“HOP-1161D”の光学系構成を図1に、主な仕様を表3にそれぞれ示す。

主要部品である対物レンズと光検出器は、DVDとCDで共用する構成である。再生速度は、DVDでは16倍速、CDでは48倍速である。

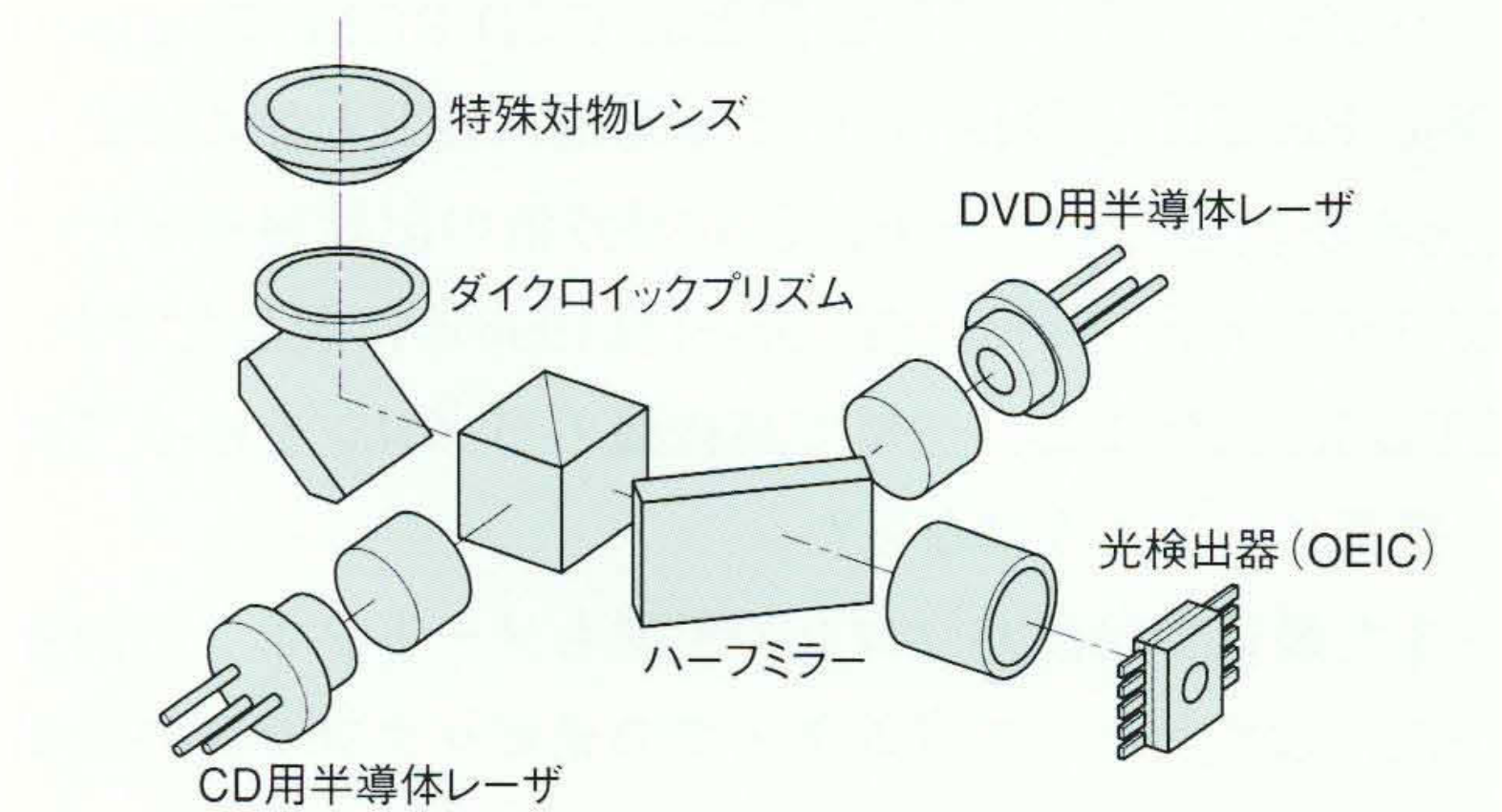
今回新たに開発した差動非点収差フォーカス検出方式の原理構成とフォーカス誤差信号検出を比較したものを図2に示す。ランド・グループ構造のDVD-RAMでは、通常の非点収差方式ではトラッククロス信号の漏れ込みが大きく、安定なフォーカス制御が困難である。さらに、この漏れ込みはディスクの厚さ誤差に大きく依存するため、光ピックアップで漏れ込みを制御することは不可能である。差動非点収差方式では、メインスポットとサブスポットから漏れ込みの位相の反転したフォーカス信号を検出することにより、漏れ込み成分をキャンセルしている。

なお、DVD-RAM以外のディスクを再生するときは、光検出器出力の結線を変更し、表3に示す方式で信号を検出する。

3.2 HOP-3001

スリムドライブ用光ピックアップ“HOP-3001”の光学系構成を図3に、主な仕様を表4にそれぞれ示す。

再生速度はDVDで8倍速、CDで32倍速であり、スリムタイプとしては十分な性能を持っている。ダイクロイックフィルタによるDVD/CD互換方式であり、CD再生時



注：略語説明 OEIC (Optoelectronic IC)

図1 HOP-1161Dの光学系構成

特殊対物レンズを用いた2レーザ、1対物レンズ、1光検出器方式では、対物レンズと光検出器がDVDとCDの共用である。

表3 HOP-1161Dの仕様

HOP-1161Dは、DVDで16倍速、CDで48倍速に対応が可能な高速性能を持っている。新しいサーボ信号検出方式により、DVD-RAMの再生も可能である。

項目	DVD	CD
再生ディスク	DVD-ROM/ RAM/R/RW	CD-ROM/R/RW
再生速度	16倍速(CAV)	48倍速(CAV)
対物レンズのNA	0.6	0.47
作動距離(mm)	1.71	1.35
レーザ波長(nm)	655	790
フォーカス誤差検出方式 (DVD-RAM)	非点収差方式 (差動非点収差方式)	非点収差方式 —
トラッキング誤差検出方式 (DVD-RAM)	位相差方式 (差動プッシュプル方式)	3スポット方式 —
アクチュエータ加速度感度		
フォーカス方向(m/s ² /V)	105	
トラッキング方向(m/s ² /V)	74	
光検出器(OEIC)帯域(MHz)	120(差動出力)	
質 量(g)	33	
外形寸法(mm)	37.7×52.0×18.0	

注：略語説明 CAV (Constant Angular Velocity)

には発散光束が対物レンズに入射するため、光検出器の共用化は困難である。スリムタイプでは光ピックアップの外形の制約もあり、DVD用とCD用の二つのホログラムユニットを採用した。また、プラスチック製ピックアップケースを採用した軽量(質量：10 g)設計である。

3.3 HOP-7001T

ハーフハイト複合ドライブ用光ピックアップ“HOP-7001T”の主な仕様を表5に示す。

光学系の構成は図1に示すHOP-1161Dの光学系を基本にしているが、CD-R/RWの高速記録を行うために細部を変更し、CD系の効率を高めた設計としている。その結果、DVD/CD系の再生速度はHOP-1161Dと同じくDVDでは16倍速、CDでは48倍速である。これに加え、CD-Rでの12倍速記録とCD-RWでの10倍速記録を行うこ

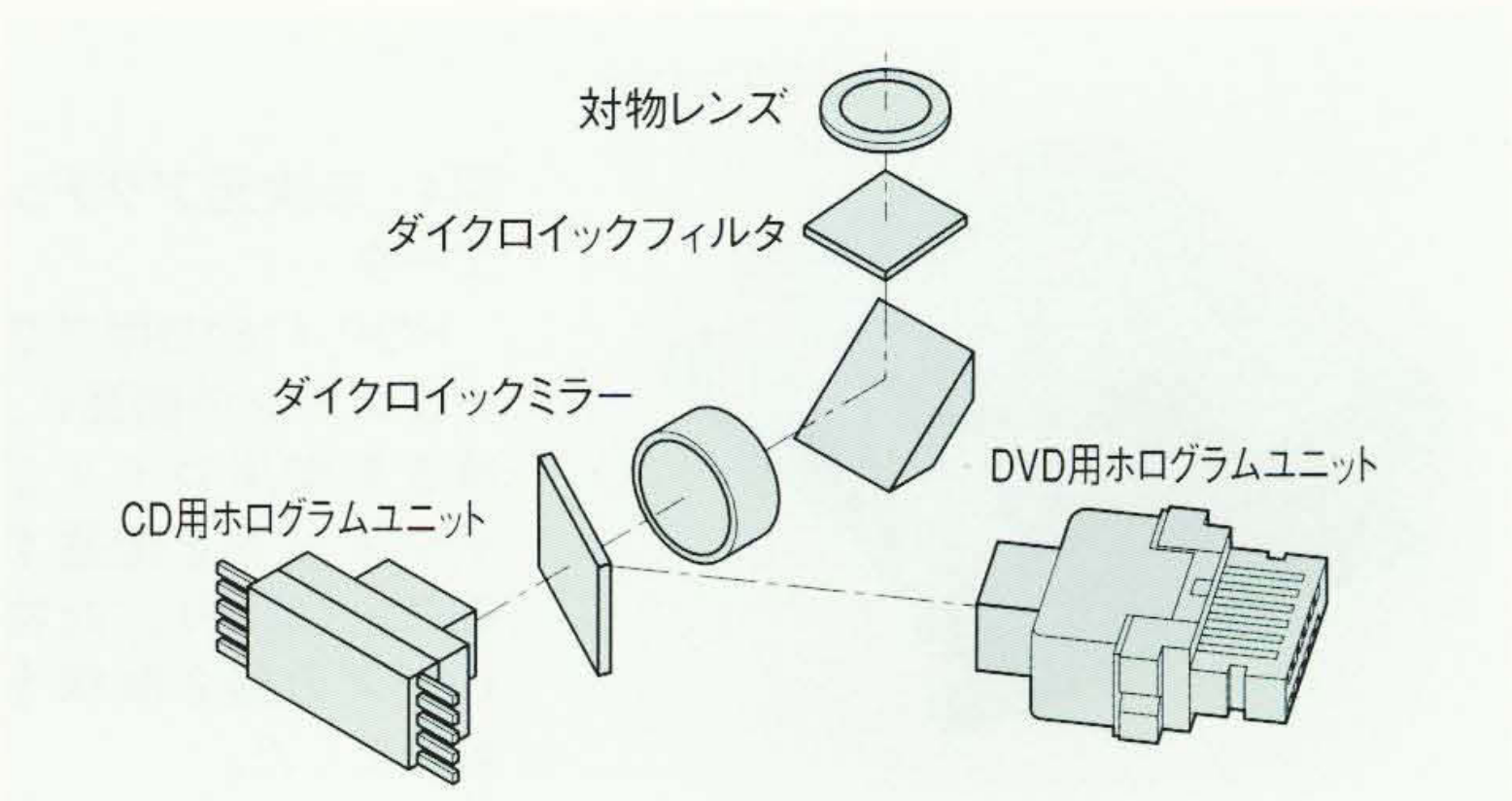


図3 HOP-3001の光学系構成

ダイクロイックフィルタを用いたDVD/CD互換光学系を採用したため、対物レンズの作動距離の変化が小さい。

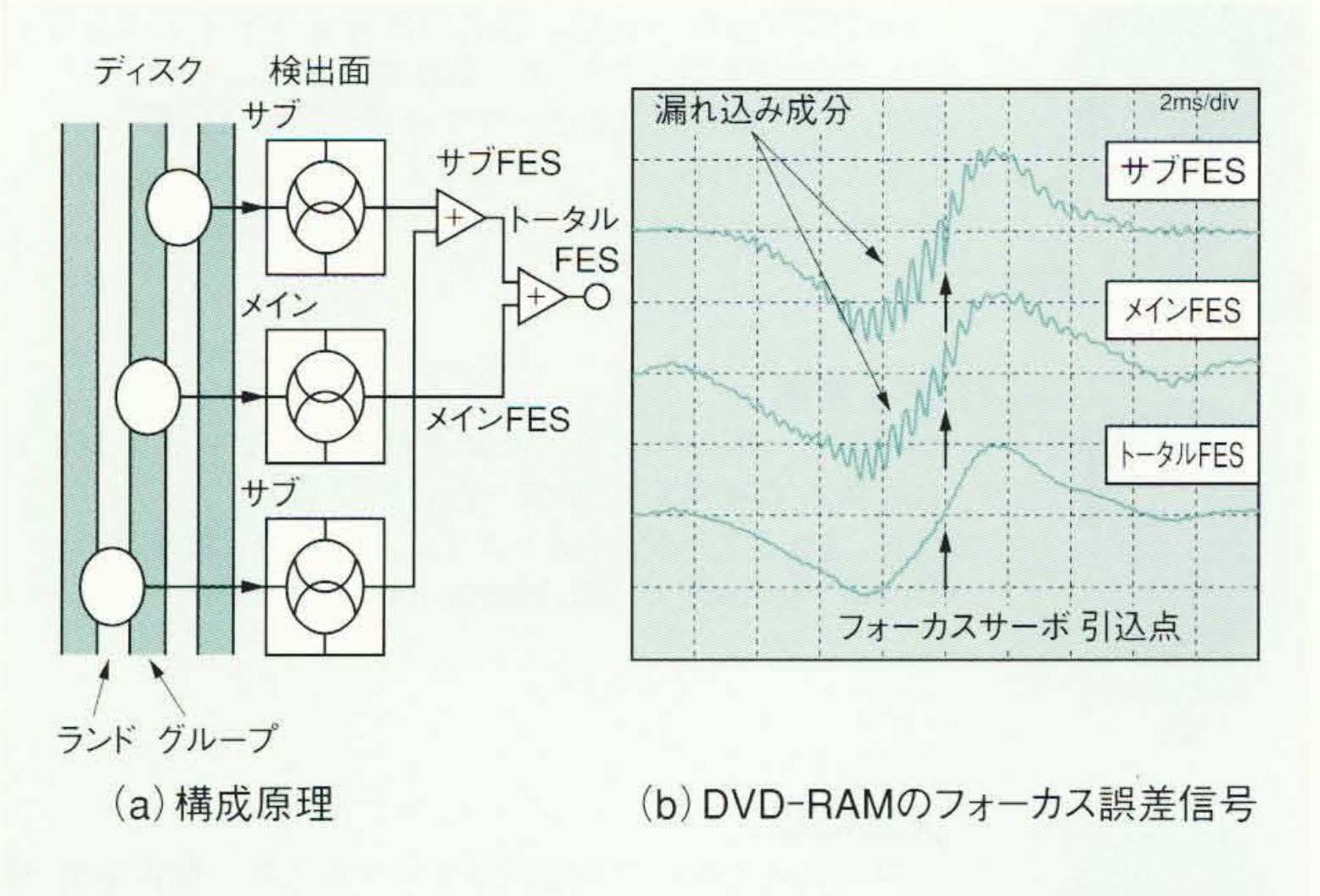
表4 HOP-3001の仕様

DVDの8倍速、CDの32倍速に対応し、スリムドライブ用としては十分な高速性能を持つ。質量はわずか10 gの軽量設計である。

項目	DVD	CD
再生ディスク	DVD-ROM/ RAM/R/RW	CD-ROM/R/RW
再生速度	8倍速(CAV)	32倍速(CAV)
対物レンズのNA	0.6	0.45
作動距離(mm)	1.27	1.07
レーザ波長(nm)	655	790
フォーカス誤差検出方式 (DVD-RAM)	ナイフエッジ方式 (ナイフエッジ方式)	スポットサイズ方式 —
トラッキング誤差検出方式 (DVD-RAM)	2D位相差方式 (差動プッシュプル方式)	3スポット方式 —
アクチュエータ加速度感度		
フォーカス方向(m/s ² /V)	97	
トラッキング方向(m/s ² /V)	92	
光検出器(OEIC)帯域(MHz)	90	
質 量(g)	10	
外形寸法(mm)	36.7×48.7×7.5	

とができる。

また、光ピックアップをドライブに実装するとき重要な、対物レンズに対するガイドシャフトの位置関係も



注：略語説明 FES (Focus Error Signal；フォーカス誤差信号)

図2 差動非点収差方式によるフォーカス誤差信号検出

差動非点収差方式により、外乱の少ない安定なフォーカス誤差信号検出が可能となり、DVD-RAMの再生を実現した。

表5 HOP-7001Tの仕様

再生速度はDVDで16倍速、CDで48倍速、記録速度はCD-Rで12倍速、CD-RWで10倍速という最高クラスの高速性能を持つ。

項目	DVD	CD
再生ディスク	DVD-ROM/ RAM/R/RW	CD-ROM/R/RW
再生速度	16倍速(CAV)	48倍速(CAV)
記録速度	—	CD-R：12倍速 CD-RW：10倍速
対物レンズのNA	0.6	0.5
作動距離(mm)	1.70	1.33
レーザ波長(nm)	655	785
フォーカス誤差検出方式 (DVD-RAM)	非点収差方式 (差動非点収差方式)	非点収差方式 —
トラッキング誤差検出方式 (DVD-RAM)	位相差方式 (差動プッシュプル方式)	差動プッシュプル方式 —
アクチュエータ加速度感度		
フォーカス方向(m/s ² /V)	143	
トラッキング方向(m/s ² /V)	130	
光検出器(OEIC)帯域(MHz)	105	
質 量(g)	35	
外形寸法(mm)	37.7×52.0×20.8	



図4 三次元アクチュエータ

HOP-1161D用アクチュエータの側面に、傾き制御用コイルとマグネットを配置することにより、対物レンズの傾き制御を可能にした。

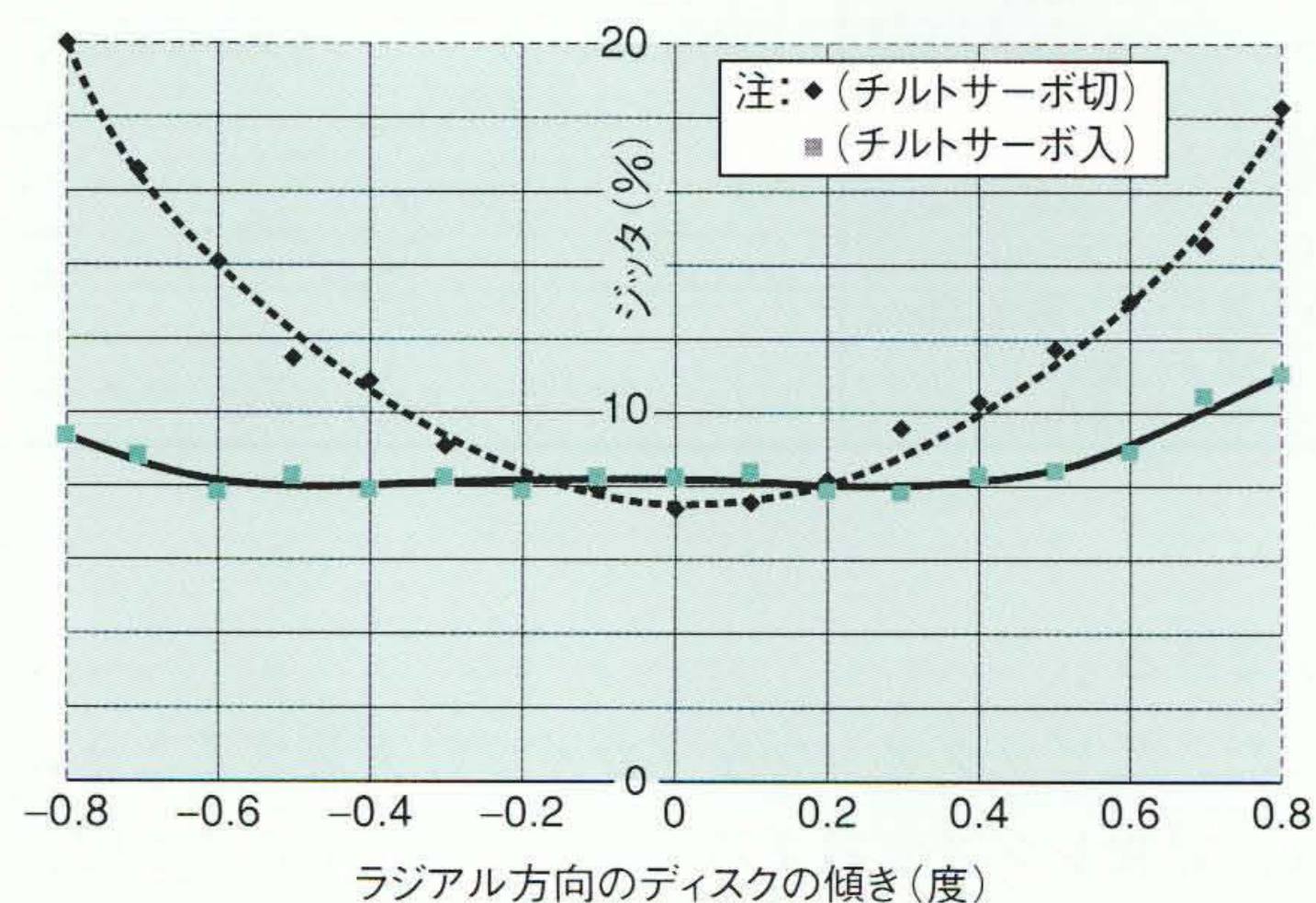
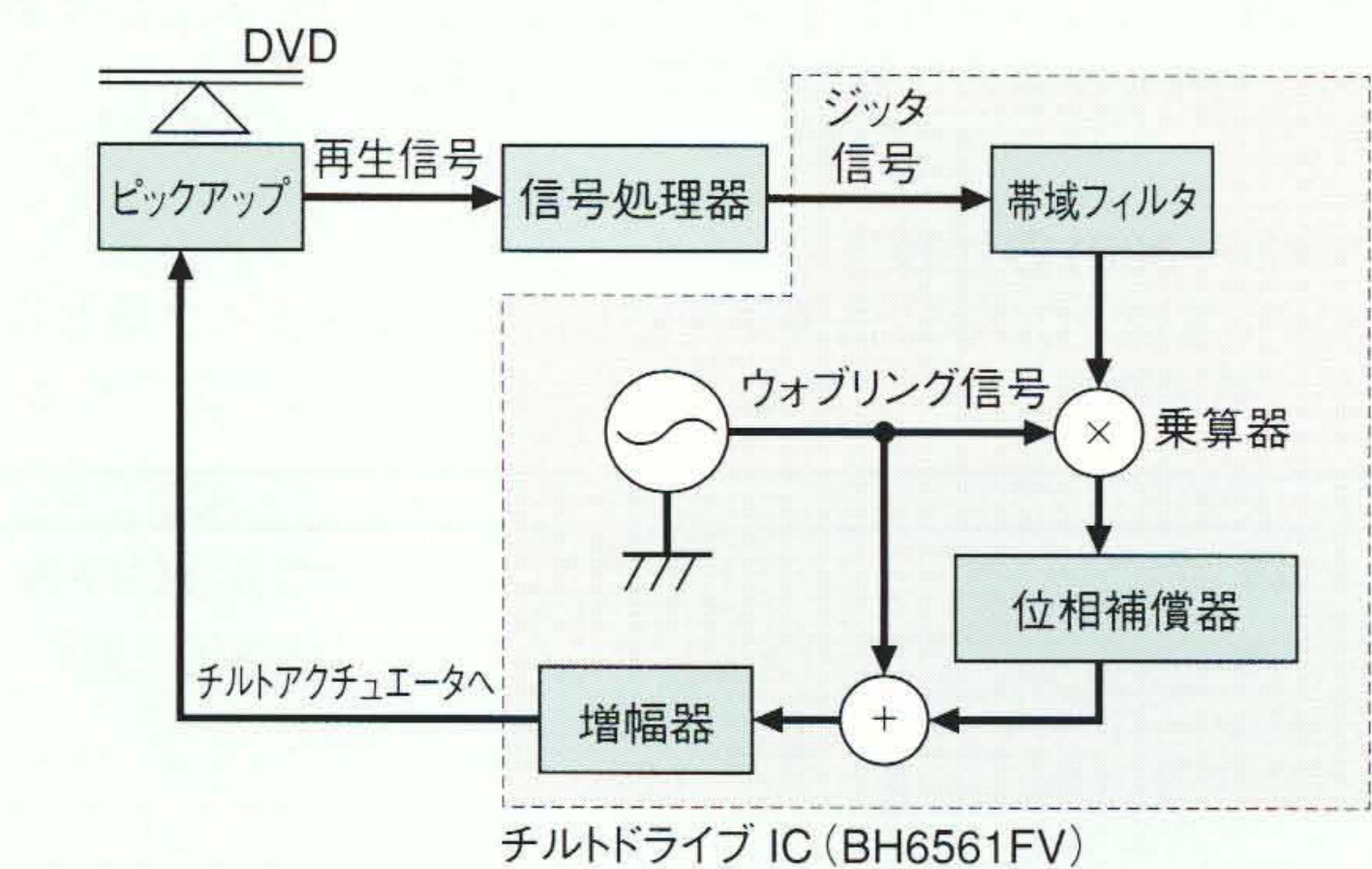


図5 チルトサーボのブロック図とジッタの測定結果

ディスクに対する対物レンズのチルト(傾き)を制御することにより、反りのあるディスクに対する再生能力を大幅に向上することができる。

HOP-1161Dに合わせた設計としている。

さらに、HOP-7001Tでは、ディスクの傾きを補正する三次元アクチュエータを新たに開発した。三次元アクチュエータの構成を図4に示す。

これは、通常の二次元アクチュエータの側面に、傾き制御用のコイルとマグネットを設けたものである。三次元アクチュエータを用いたチルトサーボのブロック図とディスクの傾きに対するジッタの測定結果を図5に示す。三次元アクチュエータを用いたチルトサーボがディスク

の傾きに有効であることがわかる。

4 おわりに

ここでは、DVD-RAMの再生が可能なデスクトップタイプとスリムタイプのDVD-ROM用光ピックアップ、およびCD-R/RWの記録も可能なデスクトップタイプのDVD-ROM用複合光ピックアップについて述べた。

今回の開発技術と成果を基に、今後も光ピックアップのいっそうの高速再生対応、三次元アクチュエータのスリムタイプを含む全機種への展開、CD-R/RWの記録が可能なスリムタイプのDVD-ROM用複合光ピックアップの開発、および、これに並行して、光ピックアップの低価格化などに対応する技術開発を推進していく考えである。

参考文献

- 1) 中垣, 外: 高速・高機能DVD-ROMドライブ, 日立評論, 81, 11, 705~708(平11-11)
- 2) K.Izumi, et al.: Techniques for Reading DVD-RAM Disc with DVD-ROM Drives, IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol.45, No.4(1999.11)
- 3) 荒井, 外: DVDとCD対応対物レンズ, Optics Design, No.17(1999.2)
- 4) 丸山: CD, DVD互換回折ハイブリッドレンズ, Optics Japan(1999.10)

執筆者紹介



井上雅之

1976年日立製作所入社, デジタルメディアグループ デジタルメディア開発本部 第3部 所属
現在, 光ピックアップの開発に従事
応用物理学会会員
E-mail: inoue @ msrd. hitachi. co. jp



末永秀夫

1979年日立製作所入社, 株式会社日立メディアエレクトロニクス 技術開発本部 第一設計部 所属
現在, DVD-ROM用光ピックアップの開発に従事
日本光学会会員
E-mail: suenaga @ y01. hitachi-media-el. co. jp



佐々木徹

1984年日立製作所入社, 株式会社日立メディアエレクトロニクス 技術開発本部 第一設計部 所属
現在, DVD-ROM用光ピックアップの開発に従事
E-mail: tosasaki @ y01. hitachi-media-el. co. jp



矢部昭雄

1984年株式会社日立画像情報システム入社, 横浜本部 横浜第二設計部 所属
現在, DVD-ROM用光ピックアップの開発に従事
E-mail: yabe-akio @ y01. hitachi-media-el. co. jp