

7 ビーム並列再生光ピックアップ

宮澤 寛

約 650 MB の情報容量をもつ CD-ROM は、画像ファイルなどを大量配布するメディアとして中心的存在である。CPU の処理能力向上とともに、パーソナルコンピュータの周辺機器である CD-ROM ドライブにも転送レートの向上が求められた。これに対し、主にディスクの回転数の増倍により 40 倍速程度まで転送レート向上が実現されてきている。

筆者らは、複数トラックの同時読み出しを可能にすることで転送レート改善をはかろうとし、並列した情報トラックを同時に再生する光ピックアップの開発に取り組んできた。本稿では 40 倍速 CD-ROM ドライブ用に開発した、図 1 に外観を示す光ピックアップの特性を紹介する。

1. 並列再生

1.1 並列再生の方法

複数トラックを同時に読み出すには、複数のトラック列を同時に照明し、反射光を複数の受光素子に導き各々電気信号に変換して行われる。この照明法は、ディスクからの反射光を電気信号に変換するさいに、センサーアレイ上に画像として投影させる場合と、各トラックごとに各々独立したセンサーに反射光を取り込む場合とで異なる。前者は面的で均一な照明を行うのに対し、後者は読み取ろうとする情報トラック上に点像を形成する従来の方法である。

1.2 並列再生スポットの形成

実用化した光ピックアップは図 2 に示す構成をとり、ディスク情報面に 7 個の点像を形成する方式である。主な仕様を表 1 に示す。定格 20 mW の半導体レーザーを発光安定化のため 350 MHz の高周波重畳駆動し光源としている¹⁾。光源からの光路に位相型の回折格子を配し、微小に角度を変え近接した 7 方向に回折光を発生させている²⁾。

回折格子は従来の 3 ビーム法トラッキングに使われるものと同様の平板格子であるが、一般的にはランド部とグループ部の幅を同幅として分けるところを、基本ピッチの中を 2 種類のランド幅と 2 種類のグループ幅で分割した。こ

れを透過するレーザー光の 1 次から 3 次までの回折光強度分布は、表 2 に示すように 0 次光以外はほぼ近い強度分

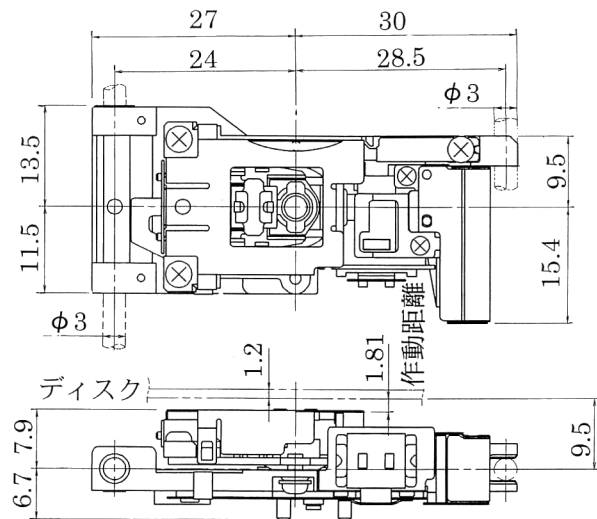


図1 7ビーム並列再生光ピックアップ外観図。

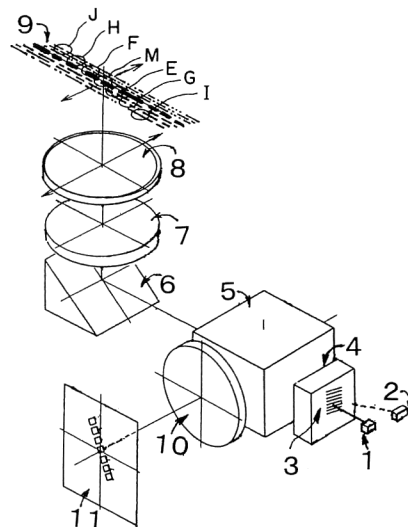


図2 7ビーム並列再生光ピックアップ構成概略図。1：半導体レーザー，2：フォーカス誤差検出ディテクター，3：7ビーム回折格子，4：フーコーホログラム，5：ビームスプリッター，6：ミラー，7：コリメーターレンズ，8：対物レンズ，9：CD-ROM ディスク（I～J は読み取りスポット），10：焦点調整レンズ，11：HF 信号検出ディテクター（トラッキング誤差検出は中央）。

(株)ケンウッドコンポーネント事業部 (〒192-8525 八王子市石川町 2967-3)

E-mail: miyazawa.hiroshi@opt-prj.kenwood.co.jp

表1 7ビーム並列再生光ピックアップの主要仕様.

項目	仕様
対物レンズ	
焦点距離 (mm)	3.4
開口数	0.45
作動距離 (mm)	1.81
対物レンズ出射光量 (mW)	0.65
レーザーダイオード発振波長 (nm)	785
サーボ信号検出方式	
フォーカス誤差信号	フーコー法
トラッキング誤差信号	ヘテロダイン法
HF 信号読み取りスポット	
スポット本数 (本)	7
スポット間隔 (μm)	11.4
対物レンズ可動範囲	
フォーカス方向可動量 (mm)	± 0.8
トラッキング方向可動量 (mm)	± 0.45
外形寸法 (幅 \times 奥行 \times 高さ)	28.9 \times 57 \times 14.6 mm
重量 (g)	27

布を実現して、各読み取りスポットの光強度を揃えている。一般の3ビーム法トラッキングに使われる回折格子の場合は0次光への配光分が60~70%程度、0次と1次を合わせた光利用は90%以上である。しかし、表からわかるように本方式の回折格子では、7つのビームの配光分としての光利用は88%程度と従来の3ビーム法のものに比べ若干ロスが増えた。なお、0次光量を大きめにしたのは、HF信号の他サーボ信号分を安定に得るためである。

各回折光は1/5.5の光学倍率の結像光学系によりCD-ROMディスク上に約11.4 μm 間隔で並んだ情報読み取りスポットを形成する。ディスクの標準トラックピッチは1.6 μm であるから、7個のビームスポットを各々隣り合う情報トラック上に位置させると、スポット列は中央スポットのトラックの接線に対して約8°の傾きをもつように配置調整される。

1.3 信号再生

1.3.1 HF 信号再生

HF信号再生では、後述するサーボ方式により対物レンズをフォーカス方向とトラック横断方向へ2軸駆動し、光源の半導体レーザーの発光を7点のスポットとして各々を情報トラック上に制御する。このスポットの反射光を再び対物レンズを経て7群10個の受光エリアをもつディテクターに導き電気信号に変換している。検出光学系はシンプルな変倍機構をもたせ各受光部の中央に各々の再生光が収束する。ディテクターはフォトダイオードの直後に電流電圧変換アンプを内蔵したモジュール構造のもので、標準でDC光感度67mV/ μW 、周波数特性20MHzの高速対応型である。センタービームで800mV、他のビームで350mVの安定した電圧出力を得ている。

表2 回折格子の透過回折光強度分布特性.

回折次数	設計値 (%)	実測例 (%)
+3次	11.4	11.7
+2次	10.6	10.6
+1次	10.9	10.8
0次	19.7	22.1
-1次	10.9	10.8
-2次	10.6	10.3
-3次	11.4	12.1

1.3.2 サーボ信号

対物レンズをはじめ往路の光学系の性能上からは、ディスク上での隣接スポット間隔はできるだけ近づけて配置したい。一方でディテクター上で隣り合う収束光どうしはクロストークが起きにくいよう配慮する必要がある。その結果、サーボ信号を取り出す方式は、フォーカスサーボ系にフーコー法を、トラッキングサーボ系にヘテロダイン法を採用し、各々に別々のディテクターを配置した。

フォーカスサーボ系は、ディスクからの戻り光をハーフミラーで、HF信号系と分離したレーザーへの戻り光をホログラムで回折させ、2分割のディテクターで信号を得ている。12倍速でディスクを回す場合でもフォーカスエラー信号帯域は200kHz程度とHF信号よりはるかに低いで、通常のCDのHF信号750kHzが再生できる性能を備えたディテクターが特別な高速ディテクターとすることなく使用されている。

以上に紹介した光ピックアップは、並列信号を連続した信号に変換する回路とともに40倍速CD-ROMドライブに採用された。光ピックアップが7トラックを並列再生できることから、ディスクの回転駆動はディスク全域にわたり9倍速CLV(線速度一定)制御を採用できた。これによりディスク全域にわたり40倍速以上の高転送速度を実現している。また、並列再生による読み取り速度の余裕をもってディスクの回転速度を抑制できたことで、ディスク回転時の騒音が低く抑えられ、転送速度とともに快適な環境を実現することになった。

文 献

- 1) A. Arimoto, M. Ojima, N. Chinone, A. Oishi, T. Gotoh and N. Ohnuki: "Optimum conditions for the high frequency noise reduction method in optical videodisc players," Appl. Opt., **25** (1986) 1398-1403.
- 2) W.-H. Lee: "High efficiency multiple beam gratings," Appl. Opt., **18** (1979) 2152-2158.

(1998年10月5日受理)