

液晶シャッター方式光ピックアップ[†]

土屋 洋一・市浦 秀一

DVD と CD では基板厚が異なるため、DVD 用ピックアップによって CD を再生しようとしても、球面収差の影響により、うまく再生することができない。DVD と CD の互換再生をするには、球面収差を抑える工夫が必要となる。

1 台の光ピックアップによる互換再生の方法としては、現在、いくつかの方法が提案されている^{1,2)}。筆者らが採用したのは、液晶シャッターを用いて対物レンズの開口サイズを切り替える方法³⁾である。ここでは、その原理、構成等について述べる。

1. 低 NA 化による CD の互換再生

DVD 用レンズを用いて CD に集光させた場合、図 1(a)のようになる。球面収差はレンズ開口数 (NA) の 4 乗に比例するので、レンズの周辺部を通る光を遮断して NA を実効的に低くすれば、球面収差は小さくなり、図 1(b)のように、ほぼ一点に集光することができるようになる。球面収差を小さくするということでは、NA は低いほどよいが、集光スポットの大きさは λ/NA (λ : レーザー波長) に比例するため、あまり NA を低くすると集光スポットが大きくなり、再生特性が劣化する。したがって、低 NA 化による CD の互換再生が可能かどうかは、収差と集光スポットの両方を満足できるような NA が存在するかということになる。

波長 635 nm の半導体レーザーを用いる場合、NA を 0.6 から 0.35 程度にすることで、CD 用ピックアップと同程度の大きさの集光スポットが得られ、収差も $50 \text{ m}\lambda$ 以下になる。また、CD を再生したときのジッター値も NA 0.35 付近で最小になり、実用上、問題のないレベルとなる。

これらの結果から、対物レンズの NA を 0.6 から 0.35 に変化させ、CD の互換再生をする方法を採用した。NA を変化させる方法としては、機械的にアーチャーを出し入れする方法も考えられる。しかし、機械的な方法では、機構が複雑になり、信頼性にも問題が生じ

る可能性がある。液晶シャッターは、機械的な可動部なしで開口サイズを変えることができる。

2. 液晶シャッター

液晶シャッターには、TN (twisted nematic) 型液晶を用いた。TN 型液晶は、無電界状態では液晶を通過する光の偏光面が 90° 回転するが、液晶に電界を印加すると偏光面は回転しなくなる。液晶と偏光素子の組合せにより光学シャッターを構成し、どちらか一方をパターン化すれば、液晶の on, off によって対物レンズの開口サイズが変化する可変絞りができる。

液晶シャッターの構成を図 2 に示す。筆者らは、(a) 電極をドーナツ形にパターン化した液晶パネルと偏光ビームスプリッター (PBS) との組合せ、(b) パターンなし (全面電極) の液晶パネルとパターン化した偏光素子との組合せ、の 2 種類を試作した。図 2 では、どちらも CD 再生時 (液晶 on) を示している。

(a) の構成では、レーザー光の利用効率を高くすることができます。しかし、開口を制限する部分がピックアップ光学系中に固定されているので、トラッキング追従時のレンズシフトにより再生特性が劣化しやすい。(b) の構成では、開口を制限する部分を対物レンズと一緒に動かすことができるので、レンズシフトの影響は小さくなる。

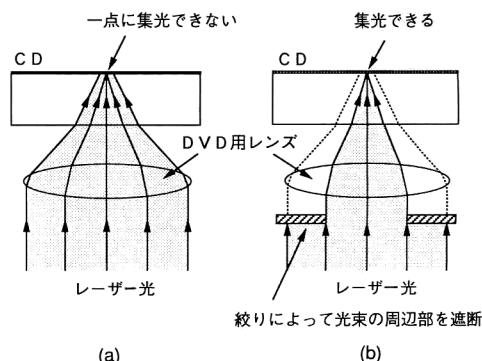
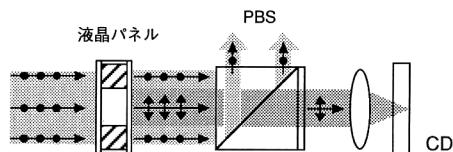
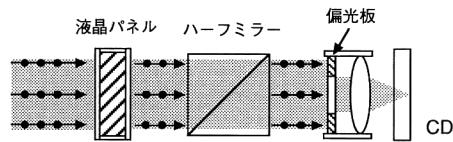


図 1 DVD レンズによる CD 再生。(a) NA 0.6 の状態、(b) 低 NA 化の場合。

[†]三洋電機(株)ハイパーメディア研究所 (〒503-01 岐阜県安八郡安八町大森 180)



(a) パターン化液晶パネル+PBS。



(b) 液晶パネル+パターン化偏光板

図2 液晶シャッターの構成。

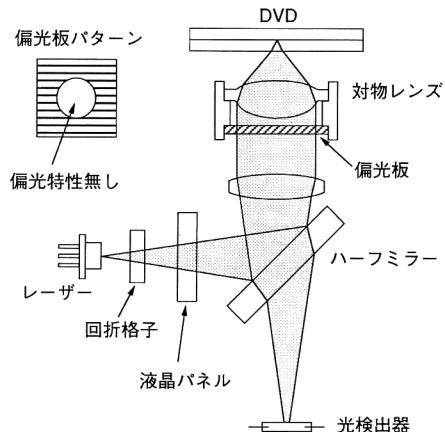


図3 液晶シャッター方式光ピックアップの構成。

3. 液晶シャッター方式光ピックアップ

(b)の構成をもとに、液晶シャッター方式光ピックアップのNA切替え動作を説明する。実際の光学系構成を図3に示す。半導体レーザーとコリメートレンズの間に液晶パネル、対物レンズの手前（レーザー側）に偏光特性をもたない領域が中央に形成された偏光板が配置されている。

DVD再生時は液晶を無電界状態で使用する。液晶を通過するときにレーザー光の偏光面は90°回転するが、このときにレーザー光が全透過する方向に偏光板が配置されているので、対物レンズはNA0.6の状態で使用される。

一方、CD再生時は液晶に電界を印加する。液晶を通過するレーザー光は偏光面が回転しないので、図3(b)のように、偏光特性をもたない偏光板中央部を通る光のみ偏光板を透過し、周辺部の光はカットされる。この結果、実効的NAは0.35となり、CD再生が可能となる。

液晶シャッター方式光ピックアップの主な特長としては、

- (1) 汎用のDVD用レンズを1つだけ使用
- (2) 液晶シャッターを用いて、DVD、CDの再生に最適となるよう対物レンズのNAを切り替える
- (3) 機械的な可動部分がないので、小型、軽量化が容易

というようなことがあげられる。

また、これまでのCD用ピックアップと同じ構成の光学系に、液晶パネルと偏光板をプラスするだけの簡単な構成で実現できるので、従来の生産ラインへの導入が容易であり、量産にも向いているといえる。

文 献

- 1) 中村恵司, 宇多小路雄, 渡辺教弘, 矢部実透, 篠田昌久, 木目健治朗: “DVD用ツインレンズ光ピックアップの開発”, TV技報, 19, No. 39 (1995) 53-60.
- 2) 金馬慶明, 浦入賢一朗, 柴田泰匡, 水野定夫, 山形道弘, 田中康弘: “二焦点光ヘッド(III)”, 第56回応用物理学会学術講演会予稿集, No. 3 (1995) p. 956.
- 3) S. Kajiyama, Y. Kano, Y. Matsumura, Y. Tsuchiya and S. Ichiiura: “DVD/CD compatible pick-up using liquid crystal shutter,” ISOM & ODS Technical Digest (1996) pp. 320-322.

(1996年8月29日受理)