

光ディスクのしくみ

ト
ラ
ッ
ク
位
置
の
検
出
法
ご
存
知
で
す
か
？

みなさんが使われているCDやDVDなどの光ディスク装置の中には光ヘッドが入っていて、光スポットで情報を読み書きしていることはご存知のことだと思います。情報の読み出しのためには高速で回転している光ディスクに対して、光スポット位置を $0.1\mu\text{m}$ レベルの精度でコントロールしなければなりません。このため光ヘッドでは高精度な位置検出を行っています。光ヘッドで位置検出をしていることは知られていても、その検出方式については意外と知られていないようです。

ここではディスク面内の位置制御のためのトラッキングエラー信号（TE信号）の検出法について、一般に使用されている4つの方式を紹介します。

1. プッシュプル法 (push-pull method)^{1,2)}

ディスク上のピットやガイド溝にビームスポットを照射すると光はピットにより回折されます。±1次光は瞳面上で0次光と重なり干渉しますが、その位相はスポットとピットの位置により変化します。スポット位置とピット位置がちょうど一致しているときは図1の(b)のように左右のバランスのとれた強度分布になりますが、スポット位置とピット位置がずれた(a)や(c)の場合は左右非対称な光

量分布になります。この光量分布の偏りは右にずれた場合と左にずれた場合で反対になりますので、どちらにずれたかを判断できます。

このようなパターンは瞳面上だけでなく像点から十分離れた場所でも得ることができます。実際は、このような場所で二分割された受光素子により検出し、その差動演算でトラッキング信号を得ます。

この方法は比較的簡単な光学構成でできるという特長がありますが、光ディスクの偏心や傾きにより光量のアンバランスが生じTE信号にオフセットが発生するという欠点もあります。

2. 3ビーム法 (3-spot method)³⁾

3ビーム法はTE信号検出のために、信号の検出のビームとは別の2つのビームを使用する方法です。光路中に配置した回折格子によってサブビームとメインビームに分岐し図2に示すようにメインビームをトラック上に、サブビームをトラックから左右にずらして照射します。

メインビームとトラック位置がちょうど一致している(b)の状態では2つのサブビームの反射光量は等しくなりますが、(a)や(c)のようにメインビームとトラック位置がずれた場合は、2つのサブ

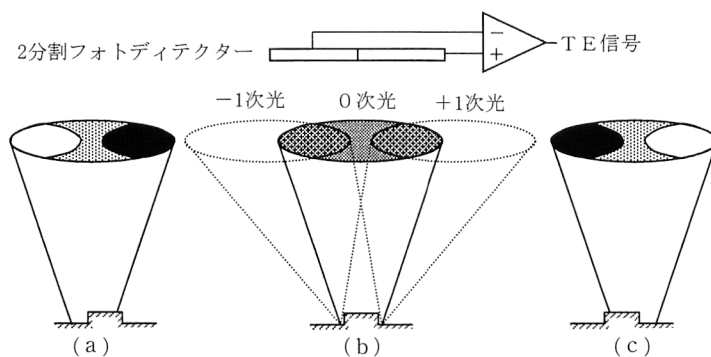


図1 プッシュプル法の原理。(a) スポットが左、(b) スポットが中央、(c) スポットが右。

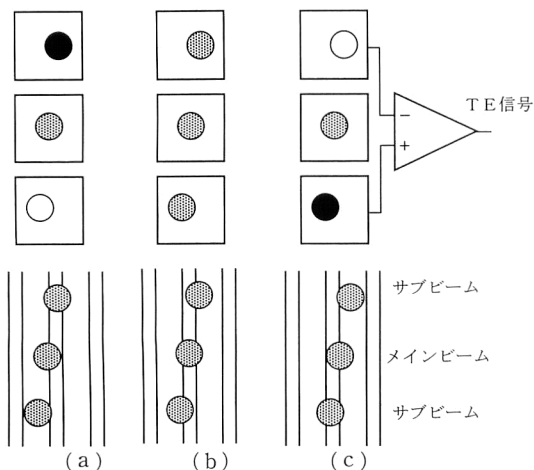


図2 3ビーム法の原理。(a) ビームが左, (b) ビームが中央, (c) ビームが右。

ビームの反射光量にアンバランスが生じます。このサブビームを独立した光検出器で受光し出力の差をとることにより TE 信号を検出することができるわけです。

この方法は回折格子が必要であるなど光学系が複雑になったり、ビームを分割するために光量が減るなどの欠点がありますが、プッシュプル法のように光ディスクの偏心や傾きの影響を受けにくいため、CDなどに広く使われています。

3. 差動プッシュプル法 (differential push-pull method)⁴⁾

最近、色素や相変化材料を使用した反射率を変化させるタイプの記録メディアが普及してきています。このようなタイプの記録メディアでは前述の3ビーム法が使用できません。これは、記録部と未記録部の反射率が違うために、サブビーム間に光量のアンバランスが生じてしまうためです。

このようなメディアにはプッシュプル法を改良した差動プッシュプル法が主に使われています。この方法は3ビーム法と同じようにメインビームとサブ

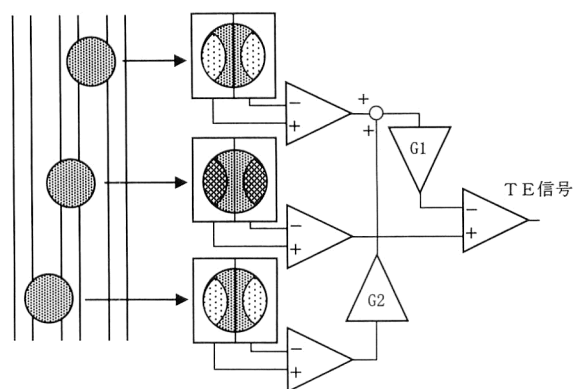


図3 差動プッシュプル法の原理。

ビームを用いています。

図3に示すようにメインビームがトラック中心位置にあるときに各サブビームがトラック間に位置するように配置しておき、各ビームごとにプッシュプル法により TE 信号を検出します。この配置ではメインビームとサブビームの TE 信号は逆極性になりますので、差動演算で最終的な TE 信号を得ます。プッシュプル法で問題となった光量のアンバランスによるオフセットは各ビームで同じ方向に出るので、この差動演算でキャンセルされます。また、記録部と未記録部の違いも各ビームで差動演算しているため問題ありません。

このように差動プッシュプル法は光学系や電気回路が多少複雑になりますが、反射率変化型の記録メディアに対して良好な TE 信号を得ることができるため、録再ドライブを中心に最近よく使われている方法です。

4. 位相差法 (differential phase detection method)⁵⁾

ビームスポットがトラックを構成するピット上を通過すると、その反射光の強度パターンが時間的に変化します。この変化の違いを検出する方法が位相

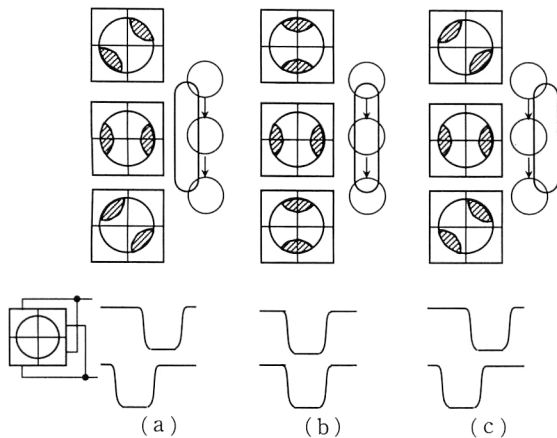


図4 位相差法の原理。(a) ビームが左, (b) ビームが中央, (c) ビームが右。

差法とよばれる検出法で, その検出原理を図4に示します。ビームスポットがピットの中心を通過する(b)の場合, 瞳面上で左右に対照にパターンが変化しますが, ビームスポットがピットの中心より左側を通過する(a)の場合, 時計方向に回転するようにパターンが変化します。また, 反対に右側を通過する(c)の場合, パターンは反時計方向に回転するように変化します。このパターンの変化を四分割光検出器で検出し, 光検出器の対角の和から得られる2つの信号の位相を比較すれば, 位相の進み量あるいは遅れ量からTE信号を得ることができます。

位相差法はピット状のトラックをもつROMにしか利用できませんが, 簡単な光学系によりプッシュプル法の欠点を補うことができる点で特長ある方法

です。従来は検出回路が複雑なためあまり使われていませんでしたが, 集積回路技術の進歩でこの欠点もなくなり, 現在ではDVD(ROM)のTE信号検出に使用されています。

光ディスク装置で使用されている一般的なトラッキングエラー信号の検出方式を紹介しました。

光ディスク装置に限らず, 普段何気なく使っている装置の中にも, いろいろな光学技術が隠されています。みなさんも身の回りの光学技術について調べてみてはいかがでしょうか。何かのヒントになるかもしれません。

この記事に関するお問い合わせは kato@optsun.riken.go.jp もしくは tanida@ist.osaka-u.ac.jp までお寄せください。

文 献

- 1) C. Bricot, J. C. Leheureau and C. Puech: "Optical readout of videodisc," IEEE Trans., **CE-22** (1976) 304-308.
- 2) R. Adler: "Optical video disk player for NTSC receivers," IEEE Trans., **BTR-20** (1974) 230-234.
- 3) G. Bouwhuis and P. Burgstede: "Optical scanning system of Philips VLP recorder player," Philips Technol. Rev., **55** (1973) 186-189.
- 4) 大里 潔: "新しいトラッキングサーボ方式差動プッシュプル法", 光メモリシンポジウム '86 (1986) pp. 127-132.
- 5) K. Yamamoto: "On the tracking error signal by the heterodyne method in optical pickup," *ICO-13 Conference Digest* (1984) pp. 284-285.

(山本 博昭)