

## DVDにおけるサーボ技術

長田 豊

DVDの高密度化、大容量化は、短波長レザーダイオード、高NA光ピックアップ、0.6mm厚ディスク、2層再生等、光学的な技術をベースに実現されているが、それを支えるサーボシステムにおいても新たな技術が採用されている。また、DVDプレーヤーにおけるCDの互換再生においても、新たな技術が開発されている。本報においては、それらのなかからサーボ技術として中心となるものについて、DVDの再生専用ディスクシステムに限定して紹介する。

### 1. DVDのサーボシステムにおける重要課題

#### 1.1 記録密度の向上によるサーボの高精度化

高密度化に伴って、DVDのMTF(modulation transfer function)<sup>1)</sup>はCDに比べて円周方向57%（1層盤）、半径方向46%となり、信号の品質は低下している。さらに、(a)焦点深度、(b)基板厚を考慮したときの光軸の傾きに対する許容度、(c)ディスク基板の厚みむらに対する許容度は、CDの場合を1とするとそれぞれ、(a)0.47、(b)0.7、(c)0.26となり、高NAの採用により許容度が厳しくなっている<sup>1)</sup>。

これらの条件の中でプレーヤーの信頼性を確保するために高精度サーボシステムが要求されている。

#### 1.2 2層ディスクへの対応

DVDにおける2層ディスクの各層の反射率の規格は18~30%であり、1層ディスクの45~85%に比べてかなり低く、反射率のカバーする範囲が広い。2層間の間隔は55±15μmと狭く、再生信号における層間干渉に配慮する必要がある。このようなパラメーターへの対応がサーボ技術の課題となる。

#### 1.3 CD互換再生

CDの互換再生を可能とする光ピックアップへのサーボシステムの対応が重要課題である。

### 2. DVDにおけるサーボ技術

#### 2.1 高密度化への技術

##### 2.1.1 トランクリングエラー検出法

CDプレーヤーにおいて多用されている3ビーム方式をDVDに適用したときには、ディスクに偏芯がある場合、ディスク1周についてトランクリングエラー(TE)の振幅変動が大きな問題となる<sup>2)</sup>。さらに2層ディスク再生時、TEが層間干渉の影響を受けやすいという欠点もある。これらの問題を避けるため、DVDでは位相差法<sup>3)</sup>と呼ばれるTE検出法が推奨されている。

位相差法においては、ピット深さによって対物レンズシフトによるTEのDCオフセット量が変化する。DVD規格ではピット深さを再生の信号特性で規定しているが、さらにDCオフセットを抑えるためにピックアップの4分割ディテクターの各検出信号の遅延量をプレーヤーにおいて自動調整する方法が有効である。

##### 2.1.2 サーボ系の一巡伝達特性の設計

1.1に述べたサーボの高精度化を実現するために、DVDではCDに比べて高いゲインと応答性が要求される。図1にフォーカスサーボに要求される一巡伝達特性のゲイン特性の参考例を示す。DVDの反射率のばらつきによるゲイン変化に対して図1を実現するためには、プレーヤーにおけるゲインの自動調整が必須となる。

#### 2.2 2層ディスクへの技術

図2は従来の単焦点ピックアップによる2層ディスクにおけるフォーカスエラー信号(FE)をシミュレーションで求めたものである。図2でL0、L1は2層信号

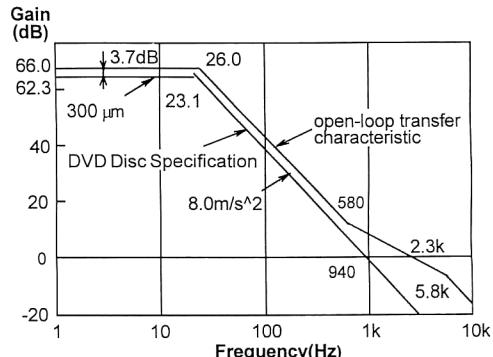


図1 フォーカスサーボの一巡伝達特性。

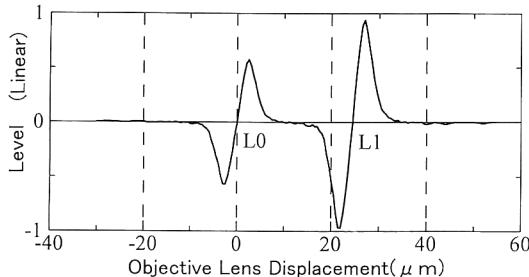


図2 2層ディスクにおけるFE（縦軸：FEレベルの最大値で正規化）。

面を示しており、それぞれの層の反射率として規格の最小値と最大値を設定している。この図より、反射率の差がFEのゲインの差となっていることがわかる。ここで、課題となるのは、1) 各層でのFEのゲイン差への対応、2) フォーカスの引込み方法、3) ゲイン差の大きい2層間での移動である。また、4) ピックアップの特性により他層からのFEへの干渉がある場合はFEにオフセットが発生する。1)は自動調整によってゲインを合わせることが可能である。4)は2層間の間隔が変化するとオフセットが発生するのでこの点も考慮してオフセットの自動調整方法を検討する必要がある。2), 3)については、フォーカス引込み、または、層間移動時にレンズの移動方向、FEの信号レベル、4分割ディテクター総和信号(HF)の振幅等を条件に、フォーカスサーボをかけるタイミングを決める方法が有効である。層間移動するときの2層間のゲイン差の問題は、ゲイン自動調整によって得られた目標の層のゲインの校正結果を、目標の層のFEのS字カーブに到達したときに設定する手法が有効である。

### 2.3 CD互換への技術

CD互換対応ピックアップの代表的なものとして下記の2方式が提案されており、サーボシステムとしては、各方式、および共通の課題に対して次のように対応する必要がある。

#### 2.3.1 ホログラム2焦点方式<sup>2,4)</sup>

本方式においては、ホログラムの回折の次数がディスクに対して行き0次帰り0次{(0, 0), DVD対応}、行き1次帰り1次{(1, 1), CD対応}以外に、行き0次帰り1次(0, 1)、行き1次帰り0次(1, 0)の場合もディテクター上に結像(偽結像)し、フォーカス引込み時のFE特性およびディテクター総和信号が複雑にな

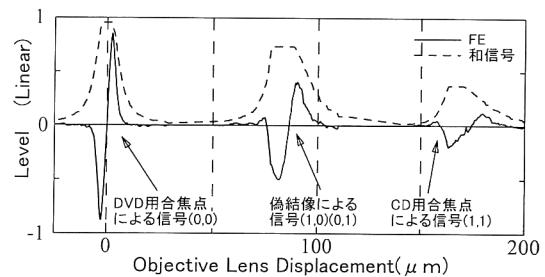


図3 ホログラムレンズ法によるFEと和信号（縦軸：和信号のレベルの最大値で正規化）。

る。図3はDVD 1層ディスクに対して対物レンズを遠ざけている最中のFEとHF成分を遮断した総和信号を示している。この場合、前記2.2のフォーカス引込み、層間移動の条件判断のなかで、以上の偽結像による信号で誤動作しないような処理が必要である。

#### 2.3.2 ツインレンズ方式<sup>4)</sup>

本方式においては、FEは図2と同様に各反射層についてのみSカーブが発生する。また、CDに対しては回路結線、回路ゲイン等で3ビーム方式がCDプレーヤーと同等に使える利点がある。一方、対物レンズをDVDとCDで切り換える制御が必要となる。

CD互換の共通課題としてDVDとCDのトラックピッチの違いへの対応があるが、これは、従来技術の組合せで可能である。

DVDプレーヤーにおいては、DVDの1層盤と2層盤、およびCD等と再生ディスクの条件が多岐にわたるために、それぞれのディスクに対応する自動調整、適応制御が必須となる。それを実現するうえで、デジタル信号処理によるサーボシステムが有効であり、今後コストも含めた最適なサーボアルゴリズム、アーキテクチャが開発され、普及することが予想される。

## 文 献

- 1) 中島平太郎、小川博司：コンパクトディスク読本(オーム社、1982) pp. 16-22.
- 2) 水野定夫：“2焦点光ヘッド”，光技術コンタクト，33 (1995) 19-30.
- 3) 富所 茂：“CDプレーヤと高速選曲メカニズム”，ラジオ技術, 2月号 (1983) 242-246.
- 4) 水野定夫、田中伸一：“DVD用光ピックアップ”，O plus E, No. 199 (1996) 86-92.

(1996年9月24日受理)