

## DVD 光ヘッド光学系に見る物理

吉澤 隆 (松澤研 85 修士)

光ヘッドは、CD、DVD といった光ディスクシステムにおいて、ディスクに記録された情報を読み出し、またディスクに情報を記録するためのデバイスであり、ディスクと電子回路システムの間中に位置する。半導体レーザー光による非接触・光学的方法でその機能を実現するものであり、大まかには、レンズ、プリズム、ミラーといった光学素子、対物レンズで収束された集光スポットをディスク記録面に合焦状態で照射し続けるフィードバック制御を行うための電磁アクチュエータ、および情報を担った光信号を電気信号に変換するためのフォトダイオードなどから成る。

半導体レーザーは小さいながら光導波路と共振器ミラーを有するレーザーであり、電流注入によりコヒーレントで高出力のレーザー光を得ることができる。半導体レーザーから放射された光束は、カップリングレンズにより平行光に変換され、ミラー、プリズム等により適宜光路を変向されて、対物レンズに導かれる。光束はこの対物レンズにより、回折限界まで絞り込まれた集光スポットとしてディスク記録面に照射される。集光スポットは、たとえば DVD-ROM であれば、クレータ状に形成された微小なピットで回折され、反射光はピットとの位置関係において、強弱パターンに変調された光信号としてフォトダイオードへと至る。

これら光学素子には、波長オーダーの歪み精度（透過・反射波面収差）が求められ、特に対物レンズの波面収差は、LSI パターン描画に用いるステップに次ぐ光学的精度ともいわれている。波面収差は波動光学的分類による収差であるが、各光学素子、特に対物レンズをはじめとするレンズ類には、このほかにもサジタル収差でいうところの非点収差、コマ収差および球面収差に、バランスのとれた高い精度が要求される。また近年は記録情報の高密度化にともなって、より微小で低収差のスポットにする必要から、3次収差に加えて、高次の収差にも注意を原簿なければならない。

光ヘッドにおいては、色収差も重要な概念である。半導体レーザーは波長ばらつき、動作中のモードホッピングによる波長飛びなどの影響を回避し、CD(780nm)/DVD(655nm)互換を実現するには、波長の違いによる屈折率差の影響を軽減する色消し技術が時として必要となる。

対物レンズは当初の組みレンズ（トリプレット、ダブルット）から非球面単玉レンズに変わり、材質も光学ガラスから透明樹脂（PMMA, APO）になっている。一方、ガラスレンズもその温度安定性を武器に市場で確たる地位を保っている。近年ではレンズ面に回折パターンを作り込んだ回折型レンズも出現し、ディスク透明層厚みの異なる DVD と CD の互換を1つのレンズで実現している。さらに最新の Blu-ray ディスクシステムにおいては、開口数が 0.85 という顕微鏡並みの対物レンズまで登場している。対物レンズは光ヘッドの善し悪しに最も大きな影響を与える素子であり、その単体評価は干渉計を用いて行われる。評価は波面収差量と収差成分の比率などによりなされる。

光学素子の表面には、反射防止膜、反射膜、偏光性膜、波長選択性膜などの機能性膜が

一般に施される。薄膜による多重干渉性を用いたものである。

往路光学系と復路光学系とは、偏光ビームスプリッタと 1/4 波長板とで構成されるアイソト光学系により分離され、ディスク反射光が半導体レーザーへ戻らず、フォトダイオードへ行く構成となっている。光学原理でいう偏光が利用されている。

今後、光ヘッドはドライブセットからの要請で、より小型・軽量化していくとともに、当たり前のように、CD、DVD といった過去のものとの互換が求められる。技術開発は止むところを知らないが、その裏には間違いなく原理としての物理が存在しているであろう。

以 上