

最近の技術から

光ピックアップチェッカー

桂 伸 一

(株)小野測器第1商品事業部 〒226 横浜市緑区白山 1-16-1

1. はじめに

光学系の回折像観察による性能評価は昔より行われてきた。しかしその簡便性、情報量の多さ、感度の良さにもかかわらず、従来の結像レンズは収差量が多く、回折像の構造が複雑になるため、解析に経験を要し、一般的に普及していない。近年コンパクトディスクプレイヤー、レーザープリンタなど半導体レーザーを組み込んだ機器が普及している。これらに組み込まれている光学系は従来レンズと異なり、色収差補正は狭帯域補正で良く、近軸光学系で回折限界に近い性能が必要であるため、これら光学系の集光点での回折像測定は有効な手段である。光ディスクを記録、再生する光ピックアップは、開口数 (NA) の大きな対物レンズにより、記録、再生面に回折限界のレーザースポットを形成する。中心の明るい部分をエアリーディスクと呼び、エアリーディスクのまわりに同心状のエアリーリングがある。回折限界回折像測定の場合、エアリーディスクに約 84% の光エネルギーが集中するため、その形状を測定しても収差による変化が小さいため、解析は困難である。従来の目視検査でもエアリーリングの変化を観察し収差の種類分けをし、定性的であるが評価していた。今回開発した装置は、これら回折像の強度分布を自動的に特徴分けし、大まかであるが数値化するものである。

2. 装置の構成

本装置のシステム構成を図1に示す。被検光ピックアップを X-Y, Z, R_x-R_y テーブルの上に置く。光ピックアップより射出されたレーザービームは、ディスク補正板 C_p の対物レンズ L₁ 側の面に集光する。予め L₁ のピント位置に C_p の L₁ 側の面を高精度に位置決めしている。これにより実際の光ディスクドライブの動作時と等価にしているため光ピックアップの戻り光の不具合も測定できる。また、光ピックアップのフォーカスエラー信号により Z 方向の自動位置決めが可能である。光ピックアップのスポット像は、レンズ L₁, L₂ により、約

1000 倍の拡大倍率で、CCD カメラ C₁ に結像する。次に、本装置の特長を項目別に説明する。

2.1 自動位置決め機構

C₁ の視野は光ピックアップのスポット位置 (C_p 上面) に換算して、6×8 μm とレーザースポットの捜し出しは困難であるため、位置決め用の広視野 (約 200 μm 径) の CCD カメラ C₂ を持っている。コンピューターにより C₂ の視野内の C₁ 位置を記憶させており、C₂ の視野にレーザースポット像が入れば自動的に、C₁ の視野にレーザースポット像を入れることができる。

2.2 インバースフィルタ

回折像のエアリーリングを強調して測定するため、中心が透過率が最も小さく外周方向にゆくほど透過率が連続的に大きくなる点対称の透過率特性をもつインバース光学フィルタ (INV F) を開発した。透過率特性を図2に示す (ただし横軸のスケールは、C_p 上面の L₁ ピント位置に換算している)。このフィルタを、CCD カメラ C₁ の表面に位置決めをし接着している。さらに INV F を接着した C₁ を C_x-C_y のテーブルの上に乗せ、INV F の中心に相当する画素の出力が最大になるよう常に C_x-

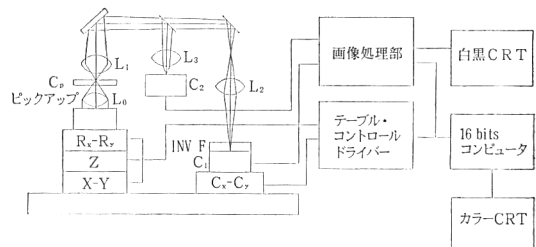


図1 システム構成図

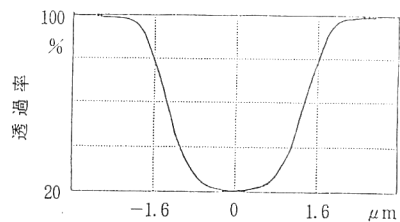


図2 インバースフィルタ透過率分布

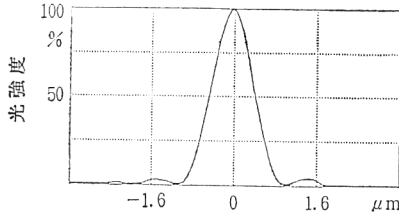


図 3 インバースフィルタ透過後のスポット強度分布

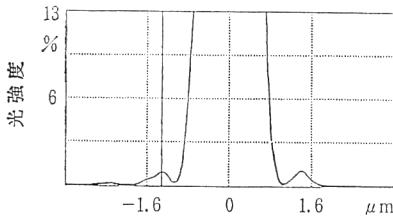


図 4 インバースフィルタ特性除去後のエアリーリング微細構造

C_p を動かし測定している。INV F の特性は、コンピュータに記憶されており、演算により INV F の影響を除いた強度分布も表示することができる。測定例を図 3、図 4 に示す。光源には半導体レーザー ($\lambda: 780 \text{ nm}$) を使い、コリメータレンズ ($f=75 \text{ mm}$) で平行光とした後、対物レンズ ($\text{NA } 0.45, f=4.5 \text{ mm}$) で C_p 面に集光した。

2.3 強度分布モーメント

本装置は、高速化のために INV F 中心を中心として直交 2 軸を基準位置から 5 度ごとに回転させ、その 2 軸方向の強度分布を測定する構成となっている。さらに回折像の特長がよくわかる断面を決定するために、評価尺度として、角度ごとの n 次モーメントを以下のように定義して導入している。角度 θ での n 次モーメント

$$M_n(\theta) = \sum_{r=0} r^n \cdot f_\theta(r) \quad (1)$$

r は中心からの距離、 f_θ は θ での r 方向での強度分布であり、 n は 0, 1, 2, のうちいずれかを選択できる。

n が大きくなるほど、エアリーリングの強度分布の影響が顕著に現れる。例えば、光ピックアップのスポット像を正、負にディフォーカスしながら 1 次モーメント

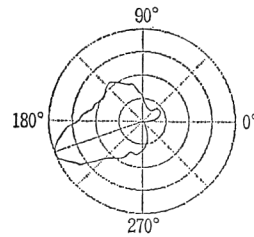


図 5 モーメント R 測定例

$M_1(\theta, r)$ を測定すると、非点収差の特長を良く表すことができる。また、エアリーディスクの影響を除いた方がよい測定のために、次式の 1 次モーメント M_R を導入している。

$$M_R = \sum_{r=R_1}^{R_2} r \cdot f_\theta(r) \quad (2)$$

R_1 は θ 方向での測定開始半径、 R_2 は同じく測定終了半径である。例えばコマ収差の特長は、1 次エアリーリングに表れるため、 R_1 をその内径、 R_2 を外径にすると、コマ収差の大きさ、方向を測定することができる。

測定例図 5 に示すように、各モーメントが最大最小になる角度方向に直交軸の一方を設定でき、高速でかつその回折像の特長をよく表している強度分布を測定できる。

3. む す び

レーザー回折像の光強度分布測定し、その微細構造の変化による特徴抽出方法を提案した。光ピックアップ性能評価では、干渉計測定と比較して、高速 (アライメント含め 2 秒以内) で、動作時と同等の条件で測定できるため、実用的に有効な手段である。なお本装置にソフトウェアを付加し、光ディスク対物レンズの収差評価を高速、高精度で測定した報告がある¹⁾。

文 献

- 1) Y. Tanaka: "Evaluation of laser optics from the spot image," Appl. Opt., 22 (1993) 456-461.

(1993 年 10 月 4 日受理)