

最近の技術から

最近の光ディスク用非球面プラスチックレンズについて

松 丸 隆

コニカ(株)光学開発センター 〒192 八王子市石川町 2970

1. はじめに

1984年のCD(コンパクトディスク)用非球面プラスチックレンズの開発、量産化¹⁾を契機として、その後、非球面モールダガラスレンズ^{2,3)}、屈折率分布型レンズ^{4,5)}、グレーティングレンズ⁶⁾などが開発されているが、現在、利用されているCD用対物レンズの80%以上が非球面プラスチックレンズであり、他のディスクシステムの分野にも、そのピックアップ用対物レンズとして非球面プラスチックレンズが利用されはじめています。本稿では光ディスク用非球面プラスチックレンズの最近の状況を紹介します。

2. 光ディスク用非球面プラスチックレンズ

非球面プラスチックレンズは、1)性能が複数枚構成の球面ガラスレンズよりも優れている、2)軽量である(0.07~0.13g)、3)大量生産時には低コストでできる、4)環境温湿度変化による焦点位置変化はピックアップのオートフォーカス機構により問題とならない、などの特長を有している。

2.1 有限共役型対物レンズ

図1にピックアップ光学系の二つの構成を示す。図1(a)は無有限共役型、(b)は有限共役型である。

有限共役型は、対物レンズをアクチュエーターで二次元駆動させると、光軸方向の移動により球面収差が、光軸に垂直方向の移動により軸外収差が発生する。しかしコリメーターレンズをなくすることができるのでCD用では積極的に取り入れられつつある。CDプレーヤーが据え置き用か、ポータブル用か、などにより、異なる物像間距離や倍率が要求される。一方、半導体レーザーの利用効率、作動距離、レンズ性能の温度特性などによって最適な物像間距離や倍率が定まる。1986年以降、われわれは、物像間距離20~40mm、倍率 $-1/4.5 \sim -1/7.5$ の範囲で多くの仕様のレンズを量産している。

2.2 高耐熱性対物レンズ

プラスチックレンズの耐環境特性(耐熱性、耐湿性)

は素材の改良で著しく向上している。通常のCD用レンズに対して、75°Cの耐熱保存温度が保証されているが、特殊な用途、たとえば車載CD用レンズには、より高い耐熱保存温度が必要である。1986年に量産化された車載CD用非球面プラスチックレンズは、アクリル系耐熱素材が使われており、100°Cの耐熱保存温度を有している。

2.3 光学式VD(ビデオディスク)用対物レンズ

光学式VDは、信号記録方式がアナログであるため、記録ピットがCD以上に高密度である。またディスクの回転が高速であり、かつ面振れ、偏心量も大きい。このような理由から、対物レンズとしては、CD用よりも高開口数であること、また環境温湿度変化に対する性能変化の許容量も厳しくなる。1987年に、われわれが量産に成功した光学式VD用非球面プラスチックレンズは開口数が0.50と高い。また吸水率が1/2、さらに80°C~85°Cの環境下でもレンズ性能が劣化しない耐熱・耐湿素材が用いられている。したがって本レンズは、ピックアップ作動時の発熱にも十分耐え、かつ環境湿度変化による球面収差の変化を極力抑えることが可能となった。

2.4 高開口数対物レンズ

DRAW(追記型光ディスク)、書換え可能型光ディスクには、データの高密度記録、再生、およびアクセス時間の短縮という要求がある。したがって対物レンズは、高開口数であること(0.53~0.55)、軽量であることが非常に重要である。われわれはDRAW用非球面プラスチックレンズとして焦点距離4.2mm、開口数0.55の対物レンズを開発した。重量は0.13gと軽量で、このクラスの組合せ球面ガラスレンズ(約0.5g)の1/3以下である。もちろん耐熱・耐湿素材が使われている。開発する際にとくに留意したのはコアの加工精度である。コアの加工精度は、1)非球面形状精度、2)取付け基準面に対する偏心精度、3)表面の仕上り精度の三つがあり、とくに偏心精度は、本レンズの開発にあたって、光軸の傾きに対応するティルト誤差1分以内、光軸の平行

表1 コニカ製光ディスク用光ピックアップ対物レンズ一覧表

名称	AP4545	T081	T103	T059	AP4550	AP4255	AP4053
使用目的	CD 据置き ポータブル	CD 車載用	CD 据置き ポータブル	据置き	VD, CD-V 据置き	DRAW	MO
コマーシャルの必要性	あり	あり	なし	なし	あり	あり	あり
焦点距離:f (mm)	4.5	4.5	3.3	3.7	4.5	4.2	4.0
開口数 :NA	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50	0.55	0.53
倍率 : \times	0	0	-1/5	-1/7.5	0	0	0
物体距離:U (mm)	∞	∞	25.3	37.0	∞	∞	∞
作動距離:WD (mm)	1.9	1.9	1.8	1.8	1.9	1.6	1.6
波長 : λ (nm)	780	780	780	780	780	830	830
像高 :y (mm)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.07	0.07
重量 :W (g)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.07
保存温度:T(°C)	-30~75	-30~100	-30~80	-30~75	-30~80	-30~80	-30~80
動作温度:T(°C)	-10~65	-10~65	-10~65	-10~65	-10~65	-10~65	-10~65
特徴	像高優先	像高優先 耐熱素材使用	耐熱耐湿 素材使用		耐熱耐湿 素材使用	高開口数	複屈折 少

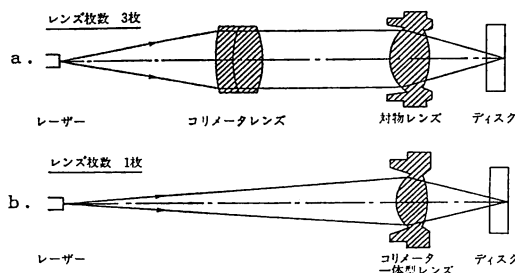


図1 ピックアップ光学系

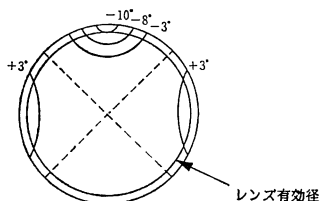


図2 MO用対物レンズの複屈折

移動に対応するシフト誤差 $5 \mu\text{m}$ 以内を実現した。

2.5 複屈折の小さい対物レンズ

通常、プラスチックレンズには複屈折が残留するが、これも新しく開発された成形法を用いて除去することが可能となった。最近開発した焦点距離 4.0 mm, 開口数 0.53, 重量 0.07 g の MO (光磁気ディスク) 用非球面プラスチックレンズの複屈折は、レンズ中心部で位相差 0° , レンズ有効径端部で 10° 以下と非常に小さい。セナルモン法を用いた複屈折の測定結果の例を図2に示す。

以上、いままで開発された代表的な光ディスク用非球面プラスチックレンズを表1に示す。

3. 加工法

光ディスク用非球面プラスチックレンズの開発におい

て重要な金型コア光学面の非球面加工, および成形技術について述べる。非球面加工には超精密加工機による研削, 切削法が主として用いられる。加工時の非球面精度の測定には, 面の三次元形状を短時間で評価できる計算機プログラム法が有効である。成形は樹脂素材を 200°C 以上の高温で溶融し, 一定温度に保たれた金型内へ樹脂を充填させ, 冷却, 固化させる方法がとられる。素材の溶融温度, 金型温度, 圧力等の成形条件は, レンズの素材, 形状および要求性能により異なり, 常に最適値を探ることが重要である。

4. むすび

CD 用無限共役型非球面プラスチックレンズが量産されて以来, CD 用有限共役型レンズ, 高耐熱性車載 CD 用レンズ, 光学式 VD 用高開口数レンズが量産された。また, 非常に高開口数 (0.55) のレンズ, 低複屈折のレンズの開発も成功し, 光ディスクのあらゆる分野のレンズがプラスチックレンズで実現された。今後光ディスク市場の成長と共に, 市場ニーズにふさわしい小型, 軽量, 高性能な非球面プラスチックレンズが開発されてゆくであろう。

文献

- 1) T. Kiriki, *et al.*: CLEO '84, WB3, Anaheim, CA. (1984).
- 2) Y. Tanaka, *et al.*: Proc. ISOM, Tokyo (1987) Jpn. J. Appl. Phys., 26, Suppl. 26-4 (1987) 121-126.
- 3) リチャード O. マシュマイヤー, ほか: 光学, 16 (1987) 141-144.
- 4) H. Nishi, *et al.*: Proc. SPIE, 554 (1985) 301-306.
- 5) H. Ichikawa, *et al.*: Tech. Dig. MOC '87, B2, Tokyo (1987).
- 6) K. Goto, *et al.*: Proc. ISOM, Tokyo (1987), Jpn. J. Appl. Phys., 26, Suppl. 26-4 (1987) 135-140.

(1988年4月21日受理)