

TAF 系および FD・FDS 系ガラスモールドレンズ

HOYA 株式会社 オプティクス事業部

広田 慎一郎

Precision molded glass lenses in TAF-series and FD・FDS-series

Shinichiro Hirota

Optics Division, Hoya Corporation

はじめに

ガラスモールド技術は、精密に加工した特殊材料からなる成形型を用いて、軟化ガラスを加圧成形することにより、型を正確に転写して、高精度の光学素子を得る技術である。1980年代におけるこの技術の開発によってガラス非球面レンズが量産できるようになった。現在では、ビデオカメラやデジタルカメラの光学系、光ピックアップレンズ、光通信用結合レンズなどにおいて、ガラスモールド非球面レンズが広範に使用され、光学系のコンパクト化と高性能化が実現している。今やガラスモールドレンズは目新しいものではなくなった。

モールド技術とモールド用光学ガラス

ガラスモールド成形を実現するにはいくつかの要素技術をクリアする必要があったが、その一つに型材料がある。表面に欠陥がなく鏡面に高精度加工できることのほか、高温で酸化したり、変化しないこと、そして、軟化ガラスが融着しないことが型の要件である。単一材料では

要件が満たせないため、基盤と表面膜の複合構造にして機能分担することが多い。一般に酸化防止のため非酸化性雰囲気中でプレス成形するが、型材料の選択範囲を広げ、また型寿命を長くする観点から、プレス温度のあまり高くない（軟化温度の比較的低い）ガラスがモールド成形用に開発されている。弊社ではプレス成形に供するプリフォーム（被成形ガラス素材）を安価に作るために、熔融ガラスから直接、マーブル形状や球形状の表面欠陥のないプリフォームを製造する技術を開発してきた（例を図1に示す）。いわゆる低軟化点ガラスとしてはフッリン酸塩ガラスや P_2O_5 - PbO 系ガラスなどが知られているが、前者はプリフォーム成形が困難であり、後者は対環境性の問題がある。また、低軟化点化していくと、化学的耐久性が悪化したり、熱膨張係数が大きくなってプレス成形で割れやすいなどの欠点が生じる場合が多

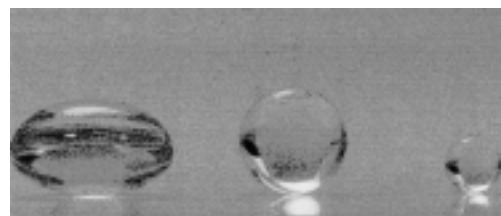


図1 熱間成形プリフォーム

〒399-3103 長野県下伊那郡高森町下市田 3111-1
TEL 0265-35-3331
FAX 0265-35-3939
E-mail: Shinichirou@Hirota@sngw.els.hoya.co.jp

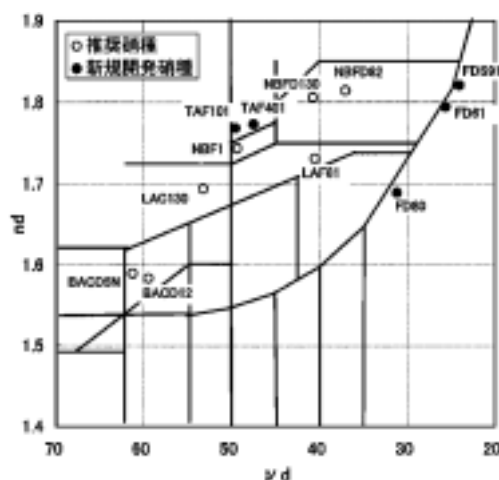


図2 HOYAのガラスモールド用光学ガラス
(頭文字として“M”が付与される)

開発し、推奨してきた。

M-BACD5N と M-BACD12 はビデオカメラの光学系に非球面レンズとして大量に使用されている。レンズ径が 14 mm 以下の両凸または凸メニスカスレンズが多く、形状的にも硝種的にもプレス成形がしやすい。その後 M-LAC130 も使われるようになり、最近では、屈折率が比較的高い M-NBFD130 がデジタルカメラなどで多用されるようになってきている。

光ディスクのピックアップレンズ用としては M-BACD5N, M-LAF81 のほか 1 部低屈折低分散の FCD1 が使用されている。M-NBFD82 は主に光通信の結合レンズに使われている。

TAF 系および FD・FDS 系の開発

い。そこで、図 2 および表 1 に示す光学恒数の中軟化点のガラスをモールドレンズ量産用に

1. TAF 系および FD・FDS 系ガラスの開発
球面レンズからなる光学系に非球面レンズを

表 1 推奨硝種の光学および熱的特性

硝種名	M-BACD5N	M-BACD12	M-LAC130	M-LAF81	M-NBF1	M-NBFD130	M-NBFD82
屈折率 n_d	1.58913	1.58313	1.69350	1.73077	1.74330	1.80610	1.81474
アッベ数 v_d	61.3	59.5	53.2	40.5	49.3	40.7	37.0
$n_F - n_C$	0.009619	0.009807	0.013036	0.018043	0.015069	0.019791	0.022004
転移点 T_g (°C)	515	500	520	500	555	560	550
屈伏点 T_s (°C)	545	540	560	535	595	600	590
線膨張係数 α ($\times 10^{-7}$)	89	88	85	108	72	76	77

*線膨張係数は100～300℃の値

表 2 TAF 系開発硝種の特性

硝種名	モールド成形用開発硝種		一般の光学ガラス	
	M-TAF101	M-TAF401	TAF1	TAF4
屈折率 n_d	1.76802	1.77377	1.77250	1.78800
アッベ数 v_d	49.2	47.2	49.6	47.5
$n_F - n_C$	0.015597	0.016405	0.015567	0.016592
転移点 T_g (°C)	595	570	660	660
屈伏点 T_s (°C)	635	615	695	690
線膨張係数 α ($\times 10^{-7}$)	73	72	71	77

表 3 FD・FDS 系開発硝種の特性

硝種名	モールド成形用開発硝種			一般の光学ガラス		
	M-FD80	M-FD61	M-FDS91	E-FD8	FD60	FDS90
屈折率 n_d	1.68893	1.79491	1.82114	1.68893	1.80618	1.84666
アッベ数 v_d	31.2	25.6	24.1	31.2	25.5	23.8
$n_F - n_C$	0.022109	0.031014	0.034132	0.022109	0.031630	0.035597
転移点 T_g (°C)	455	470	475	570	595	615
屈伏点 T_s (°C)	500	520	525	615	635	650
線膨張係数 α ($\times 10^{-7}$)	143	126	120	113	108	104

導入することにより、レンズ枚数が低減でき、光学系のコンパクト化が実現してきた。最近ではデジタルカメラやビデオカメラなどデジタル化が進む中、コンパクトな状態を維持しつつ、更なる高性能化のために非球面レンズの使用枚数を増加させることが志向されている。そのために、高屈折低分散ガラスである TAF 系と高屈折高分散ガラスである FD および FDS 系のガラスモールド非球面レンズの登場が渴望されてきた。この要望に応えるために弊社ではこのたび高屈折低分散ガラスである M-TAF101, M-TAF401 および高屈折高分散ガラスである M-FDS91, M-FD61, M-FD80 を開発した(図 2)。これらの硝種の特性を従来の一般光学ガラス(レンズブランク用硝種)と比較して表 2 および表 3 に示す。

M-TAF101 と M-TAF401 はそれぞれ従来の一般光学ガラスの TAF1 および TAF4 近傍の光学恒数を有するガラスである。TAF1 や TAF4 に比べて大幅に屈伏点が下がったが、ガラスモールド用硝種としてはかなり高い。

一方、一般光学ガラスの高屈折高分散ガラスには、従来使用されてきた PbO を多量に含む系(FDS9, FD6 など)と、その後、対環境性の点で登場した TiO₂ を多く含む系(FDS90, FD60 など)がある。現在では後者にほとんど変わっている。モールド成形においてはどちらの系もいくつかの問題点があった。新たな組成開発も容易でなく、難航したが、今回 M-FDS91 と M-FD61 が開発できた。これらは、前記の M-BaCD5N や M-BaCD12 などに比べてプレス成形可能範囲が狭く、形状の制約があるが、ある程度の範囲はカバーできる。屈折率の低い M-FD80 になると成形は比較的容易である。

2. 凹メニスカスおよび凸メニスカスレンズのプレス成形

これらの開発硝種を熔融し、直接熱間成形することによりプリフォームを作製し、図 3 に示す凹メニスカスレンズ 2 種と凸メニスカス

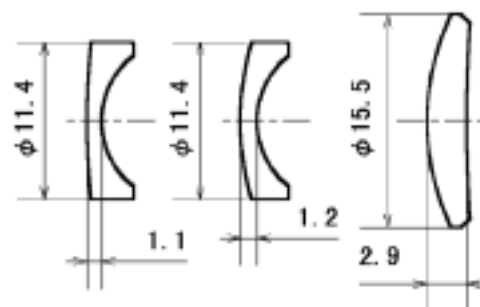


図 3 開発硝種で成形したレンズの形状

レンズ 1 種のプレス成形を試みた。凹メニスカスレンズは両凸および凸メニスカスレンズに比べて面精度を得るのが容易でなく、プレス条件の工夫と適正化が重要である。弊社では今まで凹メニスカスレンズは比較的少量の生産だったが、一連の新たな技術開発によって大量生産が可能になった。

ここに我々の課題を 2 つ示す。1 つは、M-TAF101 はプレス温度が高いため、このレンズを大量に供給するには新たなプレス機の増設を急がねばならない。もう 1 つは、レンズの更なる薄肉化および大口径化の要望に対して、難度の高い M-FDS91 と M-FD61 の場合、どこまで応えられるかである。これに対しては引続き技術向上を図り、時代の要求に応えられるようにして行きたい。

おわりに

小口径の比較的易しい形状・硝種のガラスモールド非球面レンズは低価格で提供できるようになってきた。これをベースに、今後の光学機器の高性能化に対し、新たな硝種・形状による新たな領域での使用拡大の期待が高まっている。小さいものから大きいものまで多岐にわたる要望に対し、まだまだこなれた技術ではないが、日進月歩させ、レンズが使用される種々の機器の発展に寄与していきたい。