

最近の技術から

ガラスモールド用レンズ材料

相楽 弘治

HOYA (株) 〒196 昭島市武蔵野 3-3-1

研磨加工によるガラス非球面レンズが一眼レフカメラの交換レンズに使用されたのは1960年代であるが、1978年にイーストマン・コダック社の110カメラにモールド成型プラスチック非球面レンズが、1982年に同じくイーストマン・コダック社のディスクカメラにモールド成型ガラス非球面レンズが、1985年にミノルタ社のα7000にレプリカ非球面レンズが使われるようになり、今日ではこれらの非球面レンズはなくてはならない光学部品として数多くの光学機器に組み込まれている。これらの非球面レンズはそれぞれの特徴を生かして使い分けられているが、ここではこれらのうち、モールド成型ガラス非球面レンズについて、ガラス材料の面から概説する。

モールド成型用ガラス材料として要求される要件として、(1) 低融点であること、(2) モールドと反応しないこと、(3) 安価にプリフォームが作れること、(4) 化学的耐久性が良いこと、を挙げることができる。

これらのほかに、場合によっては、割れやカンが発生しないこと、有害物質を含まないことなども挙げられる。

モールド成型の場合、モールドが高価なため、一つのモールドで何回プレスできるかでレンズのコストが決まってしまうといっても良く、モールドの長寿命化が最重要課題となる。そのため、できるだけ低温で成形できるように低融点のガラスでなければならず、かつ、できるだけモールドと反応しないことが望ましい。次に重要なことはプリフォーム (モールド成型用に予備成形したガ

ラス) を安価に作ることである。プリフォームとしては、近似球面レンズ、ボールレンズ、平板に研磨加工したものの、丸棒を側圧切断したもの、側圧切断した丸棒端部をファイアーポリッシュしたもの、熱間成形したもの (熔融状態から直接成形したプリフォーム) などがあるが、側圧切断品と熱間成形品がもっとも安価で大量生産に適している。ガラス材料としてはそれらが作りやすいものであることが望ましい。また、一般にガラスを低融点化していくと化学的耐久性が劣化してくるのが通例で、それをどこまで抑えられるかがポイントになる。また、後述のように組成によっては割れやカンが発生しやすいものもあり、最近では公害対策も重要視されてきている。

実際に使用されているモールド成型用ガラス材料の

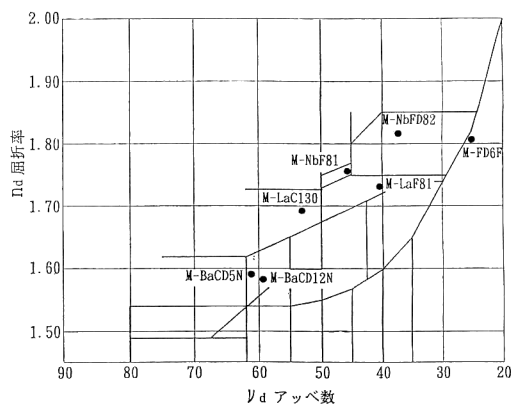


図1 MO用ガラス

表1 MO用ガラス特性表

	n_d	ν_d	T_g	T_s	α	比重	D_A	D_w
M-BaCD 5 N	1.58913	61.25	515	545	89	2.82	4	2
M-BaCD 12 N	1.58313	59.46	500	540	88	3.01	3	1
M-LaC 130	1.69350	53.34	520	560	85	3.52	4	1
M-LaF 81	1.73077	40.50	500	535	108	3.22	3	1
M-FD 6 F	1.80518	25.46	495	540	120	3.60	1	1
M-NbF 81	1.75570	45.47	505	540	84	4.13	4	1
M-NbFD 82	1.81474	37.03	550	590	77	4.34	4	1

表2 熱間プリフォームの仕様

重量 (g)	0.4	1.0	2.0	3.0	
重量公差 (g)	±0.005	±0.010	±0.015	±0.015	
形状	ϕD (mm)	7~8	9~11	11~14	13~16
	H/D	0.6~0.75	0.6~0.75	0.6~0.75	0.6~0.7
	R_1 (mm)	6 以上	6 以上	8 以上	10 以上
	R_2 (mm)	4~6	8 以上	12 以上	15 以上
外径長短径差 (mm)	0.6 以下				

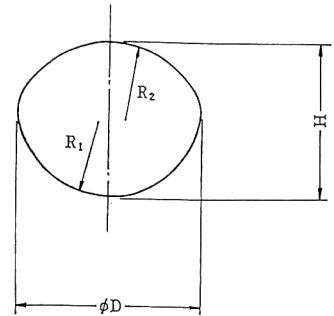


図2 熱間プリフォームの形状

半は従来の boro-silicate や borate の光学ガラスに Li_2O を添加して低融点化を図ったもので^{1,2)}、転移温度 $520\sim 590^\circ\text{C}$ である。従来の光学ガラスに対して $100\sim 200^\circ\text{C}$ の低融点化に止まるが、モールド成形やプリフォーム製造に特別な難点がない。HOYA (株) で作られているモールド成型用ガラスの特性を表1に、光学恒数の位置を図1に示す。いずれも従来の光学ガラスに Li_2O を添加したもので PbO 、 As_2O_3 などの有害物質は含まれていない。また、図2と表2に HOYA (株) が市販しているプリフォームの仕様を示す。

より低融点化が可能なものとして P_2O_5 系のガラスがある。光学ガラスとして従来から数多くの特許出願があるが、一般に水和しやすい性質があり、化学的耐久性の悪いものが多い。比較的耐水性が良いガラスとして $\text{P}_2\text{O}_5\text{-ZnO-R}_2\text{O}$ ($\text{R}=\text{Li, Na, K}$) 系ガラスが Corning 社より提案されている³⁾。鎖状構造の鎖の長さを短くし P_2O_5 テトラヘドラが $2\sim 3$ の鎖長になるようにすると耐水性が良くなるとされており転移温度 $330\sim 370^\circ\text{C}$ を示す。しかし、 P_2O_5 系はモールド成形の際割れやカンが発生しやすく、また、モールドの材質によっては熔着が起りやすい。そのため、モールド成型用として実用化されているガラスは少ないと見られるが、今後の進展が期待されている。

さらに低融点化が可能なものとして P_2O_5 -フッ化物系がある。従来から光学ガラスとして生産されてきた $\text{P}_2\text{O}_5\text{-AlF}_3\text{-RF}_2$ ($\text{R}=\text{Ba, Sr, Ca, Mg}$)- $\text{R}'\text{F}$ ($\text{R}'=\text{Na, K}$) 系ガラスは転移温度 $270\sim 480^\circ\text{C}$ を示す。優れた耐候性と低分散の光学特性を持つことから、色収差を嫌う光磁

気ディスクのピックアップレンズとして使用されているが、プリフォーム製造に難点がある。さらに低融点のガラスとして、 $\text{P}_2\text{O}_5\text{-SnO-SnF}_2\text{-PbF}_2$ 系ガラスが Corning 社から提案されている⁴⁾。無色透明で転移温度 $20\sim 290^\circ\text{C}$ という驚くべき低融点を示すが、生産性や再現性に乏しく、一定の品質のプリフォームを作ることは難しいものと見られる。しかし、今後の技術開発いかんでは有用なガラスになりうると思われる。

以上のほかに TeO_2 、 Tl_2O 、 PbO 、 Bi_2O_3 、 Cu_2O などを使った封着用ガラス、 Tl_2O 、 PbO 、 Bi_2O_3 、 TeO_2 、 Sb_2O_3 、 Ga_2O_3 などを多量に含む非線形光学ガラス、 S 、 Se 、 Te 、 Ge 、 Sb などによるカルコゲナイドガラス、 ZnCl 、 AgI ベースのハライドガラス、フッ化物ガラスなど、数多くの低融点ガラスがあるが、揮発性、吸湿性、易還元性や、着色、有害物質含有、高価などの難点があり、レンズとして使用できるものは少ない。

なお、モールドとガラスの反応性を低減させるため、プリフォームの表面を改質する方法が種々検討されていて、あらかじめ高温に曝して蒸発層を作る方法、紫外線照射で SiO_2 リッチ層を作る方法、酸によりエッチング層を作る方法、薄膜を外付けする方法などが考えられている。

文 献

- 1) 特開平 3-37130.
- 2) 特開昭 60-221338.
- 3) B. C. Sales, *et al.*: J. Am. Ceram. Soc., **70** (1987) 615.
- 4) P. A. Tick: Phys. Chem. Glasses, **25** (1984) 149.

(1994年9月30日受理)