

「新しいモールド成形用ガラス」

株式会社 住田光学ガラス

中 畑 耕 治

“New optical glasses for precision molding”

はじめに

従来からの研磨による方法ではなく、温度を上げて軟化させたガラスを金型でプレスし、金型面を転写することでレンズを得るという、いわゆるガラスモールド成形は、1980年代から始まった。そうして得られるガラスレンズは、現在ではさまざまな光学機器に採用されており、今後更に用途が拡大していくことが期待されている。

ガラスモールド成形技術の確立には、金型の材料開発とモールド成形に適したガラスの開発が不可欠である。金型は、ガラスとの反応性、耐久性などが考慮された材質が開発されている。我々は主にモールド用光学ガラスを開発し、今までに十数種類を製品として世に送り出してきた。(nd-vd 図参照)

ユーザーからの要求が特に強い硝種、または、光学機器などで非常にポピュラーに使用される硝種などから優先的に開発を行ってきた。図に示されている様に自然と広い範囲に分布しているのがわかる。

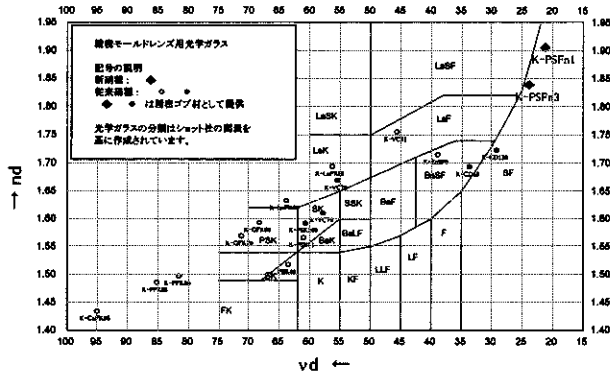
モールド用ガラス

モールド用ガラスに求められる特性としては、一般の光学ガラスと比較して大まかには次のようなことが挙げられる。

1. 軟化する温度が低いこと。
2. 金型との反応性が低いこと。

一組の金型で少なくとも数千～数十万回、高温状態でガラスのプレスを繰り返すわけであるから、ガラスの軟化する温度は低ければ低いほど金型の寿命に貢献することは言うまでもない。しかし、軟化する温度が特別に低いからといって、モールド用ガラスの他の特性が、通常の光学ガラスに劣っても許されるというわけではない。例えば、ガラスの軟化する温度を下げる目的でアルカリ成分の含有量を増加させた場合、ガラスの化学的耐久性が低下することが普通予想されるため、アルカリ成分とは逆に化学的耐久性を向上させるであろう他の成分を同時に加えるなど、ガラス組成の開発には細心の注意が必要となってくる。

次に、金型に対するガラス中の成分の影響についてであるが、例えば、いわゆるフリントタイプの光学ガラスにはほとんどすべての硝種に酸化鉛が含まれており、酸化鉛を多く含むほど、ガラスの軟化する温度が低く、高屈折率化が容易になるという特徴が良く知られている。そのような酸化鉛を含んだガラスをモールド成



nd - vd 図

特性表

K-PSFn3	nd 1.83917	vd 23.9	nF-nC 0.03517
熱的性質	転移点 Tg(℃)	屈伏点 At(℃)	線膨張係数 α(×10 ⁻⁷)
	477	515	118
化学的性質	耐水性(粉末法)RW	耐酸性(粉末法)RA	耐候性(表面法)DW
	1	1	1

K-PSFn1	nd 1.90680	vd 21.2	nF-nC 0.04287
熱的性質	転移点 Tg(℃)	屈伏点 At(℃)	線膨張係数 α(×10 ⁻⁷)
	498	543	102
化学的性質	耐水性(粉末法)RW	耐酸性(粉末法)RA	耐候性(表面法)DW
	1	1	1

形した場合、高温状態のガラス表面から酸化鉛が揮発し、プレスを繰り返すうちに金型に付着し、やがては金型の面形状をガラスに正確に転写できなくなるという現象が生じる場合が多いので、モールド成形用ガラスの成分に酸化鉛を使用することは好ましくない。また、人の健康や環境に及ぼす影響から考えても、酸化鉛や脱泡剤として従来使用されていた極微量の亜硫酸などは、極力使用しない方が良いと思われる。

新しいモールド成形用ガラス

以上のような厳しい制約の中、弊社では今年二つの新しいモールド成形用光学ガラスを開発する事に成功した。K-PSFn1 と K-PSFn3 がそれである。従来の一般的な光学ガラスでは高屈折率高分散の SF タイプ（ショット社命名による名称）にあたる。元来 SF タイプは非常に

ポピュラーな光学ガラスであるため、モールド成形技術の開発当初から真っ先に組成開発の候補に上げられていたようである。しかし、例えば K-PSFn3 の光学恒数に近い SFn3 (nd 1.84666 vd 23.9) に含まれる酸化鉛の量は、何とガラス成分比の半分以上を占めている。その酸化鉛をすべて他の成分に置き換えて、しかも、ガラスの軟化する温度を上げずに、ガラスの安定性、化学的耐久性などすべてを満足したガラス組成を発見するというのは、非常に地道な作業の連続であった。これまでに、さまざまなガラス系と化合物を用いて試行錯誤を繰り返してきたが、ついに 21 世紀を目前にして開発を完了し、更に、工業化に成功した事は非常に感慨深いことである。

プリフォーム材

モールド成形されるガラスの表面は鏡面状態でなければならない。従来はガラスブロックから、表面が鏡面状態のボール形状や、最終レンズ形状に近い形状に研削、研磨することによって成形用プリフォームが得られていた。しかしながら、最近のモールド成形用ガラスには、低コストで大量にレンズを作製したいという市場の要求により、ガラスの熔融状態から直接モールド成形用プリフォームを作製するという工程が不可欠になりつつある。そのような場合、モールド成形用ガラスの熱力学的安定性などの諸特性がプリフォームの歩留まりに大きく影響してくることになり、我々ガラスの開発者にとっては、越えなければならない、非常に困難かつ重要なハードルが更に増える事になり、K-PSFn1 と K-PSFn3 の開発過程で最も苦労した点である。

これと共に弊社では、モールド成形用ガラスの開発と並行して、モールド成形用プリフォームの製造技術についても検討、開発を進めてきた。その結果、現在ではプリフォーム材の均一な重量制御も可能となり K-PSFn3 で一例を示すと、最少重量で約 7 mg を達成することに成

功している。ガラス径にしてわずか $\phi 1.5$ mm である。このようなプリフォーム材の表面は鏡面状態で、基本的に研削、研磨工程を必要としないため、硝材の無駄がなく、工程数を減らすことができるのでコストの面で大変有利である。

おわりに

最近のデジタルカメラなどの光学系では、非球面レンズを使用することによるレンズ数の減少などによって、ますます小型軽量化が進んでいる。そのような非球面レンズは、従来の研削、研磨による方法で大量に、しかも、安価に生産することは非常に難しい。そういう意味で、ガラスモールド成形技術はレンズ作製方法としてまさに最適であると考えられる。

K-PSFn1 と K-PSFn3 は今までにない高い屈折率を持ったモールド成形用ガラスである。しかも、モールド成形用プリフォームの作製が可能であり、化学的耐久性に優れている。今後はその特徴を生かして、さまざまな分野、特に医療器や通信関連の分野での応用、発展を期待している。