

## ガラスモールド技術

藤田 久雄\*・広田慎一郎\*\*

ガラスモールド技術<sup>1)</sup>は、ガラスのもつ耐環境安定性とモールド成形のもつ安価で高性能という特長にささえられて進展してきた。今や、ガラスモールド技術は、高変倍ズーム撮影レンズ、コリメートレンズ、光ピックアップ対物レンズ等の分野では不可欠なものとなってい。ここでは、ガラスモールド技術の要素技術と、それを用いることなしには実現できなかった新しい応用製品について述べる。

### 1. 成形法

ガラスモールドが可能になったのは、その成形法が開発されたことによる。ガラスと金型をガラス軟化点近傍まで昇温させ、型によりガラスを加圧し、ガラスの温度分布が均一化されるまで保持する。そして加圧を維持しながら型温度をガラス転移点以下まで冷却する<sup>2)</sup>。型とガラスを等温に保持するので等温成形法<sup>3,4)</sup>と称され、高精度転写性能が得られる。難点は生産性である。近年、型温を大きく昇温、冷却させることなく成形を行う非等温法が提案された。生産性を向上させ、精度の保持も可能であり、量産に適している。非等温法は型温の変化が少なくてすみ、型の長寿命化も図れる。また、より生産性を高めるために、ガラスの熔解工程より直接プリフォーム（モールド成形用に予備成形したガラス）を金型に供給して成形するダイレクトモールド成形法<sup>5,6)</sup>も提案されている。こうした成形法は研磨レンズに対抗しうるコスト達成のために鋭意検討されている。

成形機構成上の工夫としては、加熱ゾーンの雰囲気制御が重要である。成形温度が350～700°Cと高温であるため、型にとっては酸化の問題を無視できない。これを防止するために加熱ゾーンを非酸化雰囲気に保つのであるが、雰囲気制御は型とガラスの反応を防止する目的もある。

### 2. ガラスモールド用ガラス<sup>7)</sup>

ガラスモールド用ガラスに要求される特性は、①低融

点、②型と化学反応しない、③安価なプリフォームが作れる、④割れ、カンの発生がない、⑤化学的耐久性のあること、⑥有害物質（PbO, AS<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）を含まない、等である。

FD系ガラスはPbOを除くとガラス転移点が高くなり、モールド材に適切な素材としての開発が困難とされてきたが、最近PbフリーのFD6<sup>8)</sup>ができた。レンズ設計上需要の多いガラスであり今後の使用が期待される。高屈折率低分散ガラスとしては、NbF1( $\eta_d=1,743, \nu_d=49.2$ )が、異常低分散ガラスとしては、FCD1( $\eta_d=1,497, \nu_d=81.6$ )がある。VTRレンズやL/SレンズにはBaCD系ガラスがよく使われる。

プリフォームの形状はレンズの最終形状により選択され、球状、棒状、球面の3種がある。小口径レンズには球状または棒状が使用される。芯取りはプリフォームの容積精度を上げることにより不要となる。大口径レンズは近似球面により構成される研磨レンズ（球面）を使う。サイドフリーの成形後、芯取りをするのが一般的である。ガラスと金型の反応性を低減させるためには、プリフォームに特殊膜等をコートするなどの種々の方法が提案されている。

### 3. 金型<sup>9)</sup>

型材に要求される特性としては、①加工性、②高温での耐酸化性、③耐摩耗性、④高温でガラスと融着せず、離型性のよいこと、等がある。使用されているものとしては、超硬合金とセラミックスがある。超硬は加工性に優れ長寿命であるが、転移温度の高いガラスの成形には適さない。一方、セラミックスは、加工性は劣るもの転移温度640°CのLaC8のような高融点ガラスの成形也可能である。特長を生かした使い分けがなされている。

型の表面には保護層を形成させることが多く、これにより型の酸化を防止し、ガラスとの反応を抑制する。

型加工<sup>10)</sup>にはダイヤモンド砥石を使った数値制御超精密加工機を用いる。分解能は約0.01μmである。撮影レンズの型の場合は、さらに非球面均等研磨機により微小量の研磨をする。

Precision molded glass (1995年10月2日受理)

\*Hisao FUJITA HOYA(株), \*\*Shinichiro HIROTA  
HOYA プレシジョン(株) (〒196 昭島市武蔵野 3-3-1)

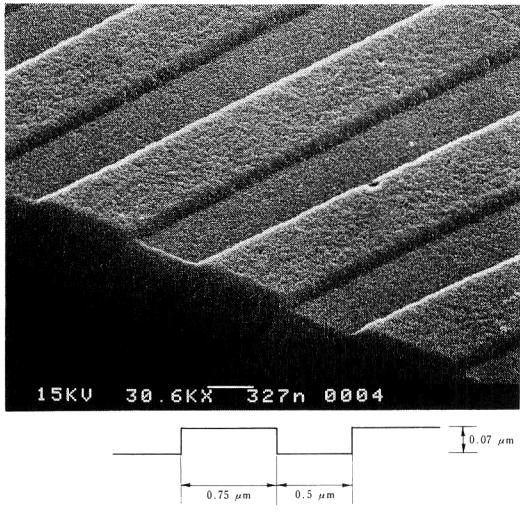


図1  $\phi$ 3.5 インチ溝付ディスク。

#### 4. 新しい応用製品

##### 1) 光通信機一体成形レンズ<sup>11)</sup>

光通信で使用される LD とファイバーの結合レンズは、環境変化によって起こる焦点移動の許容範囲が厳しくため、低融点ガラスの封着によりレンズと枠を接着する。近年はレンズ成形時に枠を型の中に入れて、成形と同時にレンズと枠を融着させる枠一体成形が行われていて、レンズと枠のリーケートも  $1 \times 10^{-8}$  atm·ml/s 以下である。この良好な値を実現させるためには枠材とガラスの熱膨張係数がほぼ等しいことが必要である。この特性は成形冷却後の歪による球面収差の発生を抑制するのにも有効である。

##### 2) ホログラムレンズ<sup>12)</sup>

ホログラムレンズとはレンズ曲面にホログラム素子を形成したものである。深さ  $1\text{ }\mu\text{m}$  程度のプレース形が必要なため、前述のような硬脆な型材での研削加工では成形が不可能なので、母材の上にスパッタリング法による快削性合金膜を形成させ、切削により型製作する。

##### 3) 平板溝付ディスク

図1に  $\phi$  3.5 インチの溝付ディスクの走査顕微鏡写真を示す。型は光リソグラフィー法で製作した。

##### 4) マルチアレイレンズ

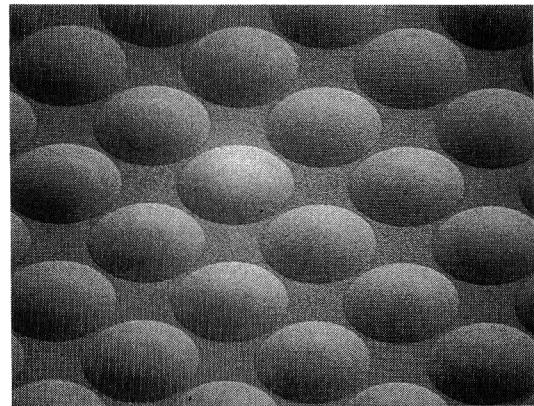


図2 マルチアレイレンズ。

図2に  $\phi 100\text{ }\mu\text{m}$  のレンズを2次元配置した例を示す。光通信などへの応用がある。

ガラスモールド技術は、回転対称非球面レンズの製造にとどまるのではない。型形状がガラス表面に精密に転写されるという特長を生かした製品が、今後多数出現することを期待する。

#### 文 献

- 1) S. Hirota : "Precision molded glass optics," *The Fourth International Symposium on New Glass* (New Glass Forum, 1993) pp. 47-56.
- 2) 泉谷徹郎, 北山皓巳, 小川博司: 特公昭 56-378.
- 3) M. A. Angle, G. E. Blair and C. C. Maier: U.S. Patent No. 3833347 (1974).
- 4) J. P. Marechal and R. O. Mashmeyer: U.S. Patent No. 4481023 (1984).
- 5) 執行 勇: 特公平 3-72016.
- 6) 文字秀人: 特公平 6-24989.
- 7) 相楽弘治: "ガラスモールド用レンズ材料", 光学, 24 (1995) 83-84.
- 8) HOYA(株)カタログ: "非球面レンズの製造領域" (1995).
- 9) 小林正樹: "ガラスレンズ成形用 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>型の開発", 工業材料, 41, 2 (1993) 61-65.
- 10) 坪井 崑, 大阪哲嗣: 超精密生産技術大系, 第2巻, 実用技術 (フジテクノシステム, 1994) pp. 197-211.
- 11) 安松政敏: 特開平 3-237023.
- 12) 春原正明, 梅谷 誠, 清水義之, 白藤芳則: "ホログラム非球面レンズを成形", 日経メカニカル, No. 458 (1995.7.10) 40-48.