

ガラスプレス成形機の現状

東芝機械株式会社

小宮山 吉三

The Present Condition of Glass-Molding Press Machine

Yoshizo Komiya

High Precision Glass Mold Press Department, Toshiba Machine Co., Ltd.

1. はじめに

21世紀は「光の時代」とも言われており、光学ガラス素子が見直され、益々重要なデバイスとなると思われる。ガラスレンズなどの光学ガラス素子は、従来の「機械加工」や「みがき」から「高精度ガラスプレス成形」で製造する方法に相当量が置き変わってきている。

特に、加工では精度・量産化の点で難がある、非球面レンズやグレーティング・光ファイバーを高精度にセットするためのV溝基盤などの微細素子等の生産に高精度ガラスプレス成形は使われている。

この技術は、ガラスモールプレス（高精度ガラスプレス成形）と呼ばれ、ある意味で新しい技術と言えるが、その歴史は古く、特許は昭和46年に出版されている。

弊社では、機械メーカーの立場で、ガラスモールプレス装置の開発を手がけ、1986～1987年にかけて、高周波誘導加熱方式のガラス成形機を開発し上市した。

しかし、この成形機は、金型径が限定される、均一加熱が難しいなどの課題があった。そこで、これらの問題点を解決すべく、新タイプ

成形機の開発に着手し、1993年7月にGMP-211という成形機を上市し、1997年2月には、大口径用成形機GMP-417を開発し上市した。

2. 概要

2・1 ガラスモールプレスとは

ガラスモールプレスとは、力を加えると変形するような温度に、ガラス素材を加熱保持し、プレス成形することにより金型形状を転写し、非球面レンズのような光学素子を、高精度に成形するための成形方法である。

また、弊社のGMP-211やGMP-417によるガラスモールプレスは、硝材を再加熱して成形することからリヒートプレスと呼んだり、金型とガラスの温度を等しくして成形することから等温成形とも呼ばれる。

図1にGMP-417の外観図を示し、図2でガラスレンズを従来の研削・研磨法により製造する工程と、GMP-417で製造する工程の比較をする。

図2において、従来方式ではレンズの曲面形成に10数工程要していたものが、GMP-211では、わずか1工程に短縮でき、その経済的効果は大きいことがわかる。

また、研磨で困難な部品の成形ができ、同一品の量産化が可能など、そのメリットが大きい

〒410-8510 静岡県沼津市大岡 2068-3

TEL 0559-26-5013

FAX 0559-25-6505

E-mail: komiyama.yoshizo@toshiba-machine.co.jp

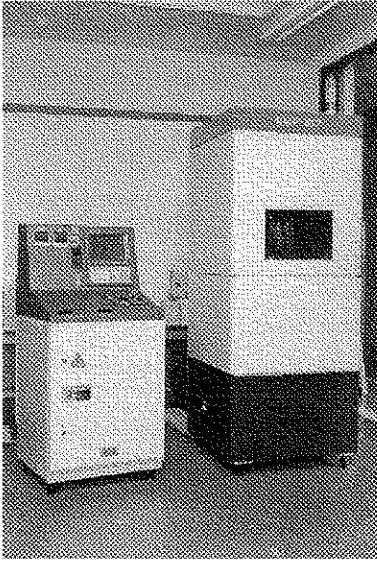


図1 GMP-417 外観図

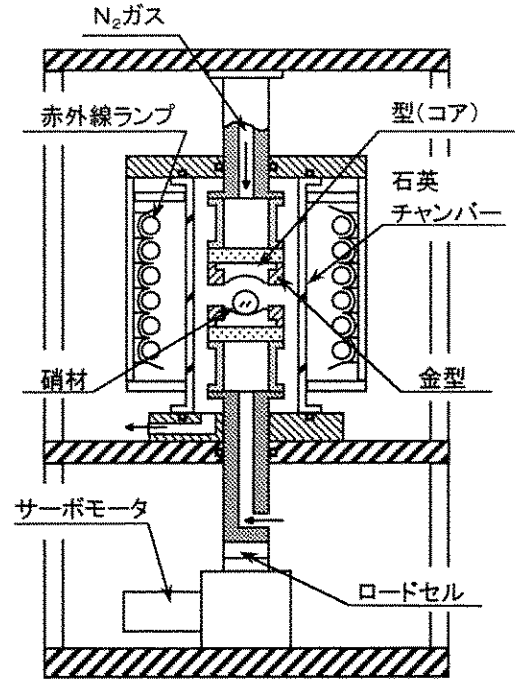


図3 GMP 構成図

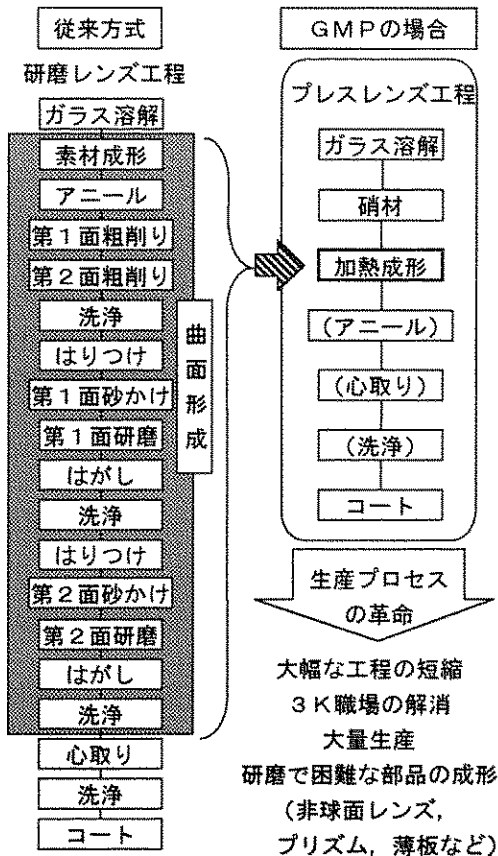


図2 製造工程の比較

製造方法といえる。

なお、GMP-211の型式は、Glass Mold Pressの頭文字のGMPと、最大プレス力＝2,000 kgf (19.6 kN) の2、取り付け可能な金型最大径＝φ110の11を表している。また、GMP-417も同様の意味で名付けている。

2・2 GMPの構成と基本的動作

図3にGMPの概略の構成図を示すが、図3に基づき基本的動作を簡単に説明する。

中央に石英チューブからなる成形室があり、成形室内は、金型の酸化防止のため N_2 ガスでパージされる。成形室内には上下軸それぞれに連結された上下金型組が配置される。上軸は固定で、下軸がサーボモータを駆動源とした駆動軸であり、専用のコントローラにより制御される。加熱は、成形室の外周部に配置された赤外線ランプを加熱源とする加熱ユニットにより行われる。金型(硝材)が所定温度に加熱されると、プレスが行われプレス終了後、成形室内に N_2 ガスを流し、金型および成形品を冷却する。

冷却終了の設定温度に達すると、型開きが行われ、成形品が取り出されサイクル終了となる。

3. GMP の特長

3・1 加熱

高精度プレス成形を行うためには、金型の均一加熱が重要なポイントである。GMP では、特製の赤外線ランプを開発することにより、金型の均一加熱を実現した。

赤外線ランプ加熱の特長をまとめてみると以下ようになる。

- (1) 大口径金型の均一加熱ができる。
- (2) 金型径の選択が可能

成形する光学素子の大きさ・形状・取数などを考慮し効率のよい金型が使える。

- (3) 広い範囲から硝種が選択できる。

GMP の加熱温度は、Max. 800℃であり、光学ガラスの軟化点は約 400～800℃の範囲にあるため、各種の光学ガラスの成形が可能。

- (4) 冷却勾配のコントロールが可能。

3・2 プレス制御

高精度プレス成形を安定して行うためには、プレス軸の位置およびプレス力を、正確に、再現性よく制御する必要があるという考えに基づき、弊社保有技術である『精密駆動技術』・『制御技術』を用いてこれを実現した。

- (1) プレス軸の正確な位置の制御が可能。
- (2) 安定したプレス力の制御が可能。
- (3) 多彩な成形プロファイルが設定できる。

位置制御とプレス力（トルク）制御を組み合わせることにより、多段プレスなどの成形プロファイルを設定でき、各種光学素子に対応した高精度成形が実現できる。

また、プレス力の傾斜制御もできる。

図 4 に金型温度、プレス力、軸位置のモニタデータを示すが、多段プレスや傾斜制御などについておわかり頂けると思う。

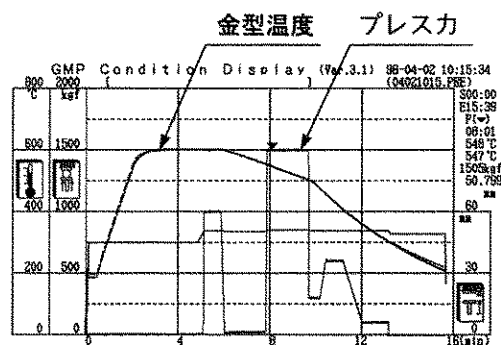


図 4 モニタデータ

3・3 GMP 最大の特長

上記要素技術の融合により、『成形条件の再現性が良く安定しているため、成形品を高精度に安定して得ることが可能』が最大の特長といえる。

4. 高精度成形法例

高精度プレス成形を実現するためには、成形機の性能に加えて、成形法が重要なポイントになる。

図 5 は、ガラスの温度と熱膨張量の関係を示す図であるが、図 5 において、ガラス転移点 (Tg) 以下の温度でプレス成形をすると割れるため、Tg 点より高い温度で行う必要がある。また、屈服点 (At) や軟化点 (Sp) に近い温度でプレスを行うと、ガラスの変形は容易である。

しかし、Tg 点を境にして、熱膨張量の変曲点があるため、Sp 点に近い温度でプレスを完了させると、熱収縮により高精度成形品は得られない。いわゆる「ひけ」がでる。

そこで、弊社では、At 点に近い温度で製品に近いところまで成形し、Tg 点付近まで冷却した後最終プレスを行うことにより高精度成形品を得る方法を提案した。

弊社では、この成形法を 2 段成形法と呼んでいるが、GMP-211 や GMP-417 は、温度の

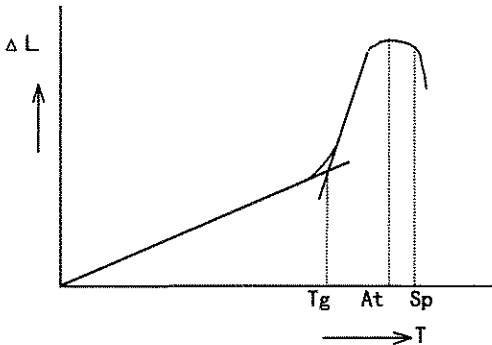


図5 熱膨張量と温度の関係

制御性、プレス軸の正確な制御性に優れるため、高精度成形に有効な成形方法の一つと考えている。

なお、この成形法は弊社で提案している一例であり、実際には、この例をベースにお客様のノウハウを盛り込んだ成形法が行われており、前述したように多彩な成形プロファイルが設定できる制御装置を有効に活用して頂いている。そして当然のことながら弊社より成形技術も数段すぐれたお客様が多く、弊社では成形できないようなデバイスの生産を行っている会社がある。

5. 成形機の現状

弊社では、現在ガラスモールドプレス機の標準機として、前述のGMP-211, GMP-417のほかに、お客様のニーズにお応えし、GMP-315という機種も作っている。また、お客様の中には特殊仕様の成形機を希望されるお客様もあり、できる限り希望にお応えしてきた。そして今後もそうしたいと考えているし、新たな成形機の開発にも着手している。

ところで、どのようなお客様に使って頂いているか述べたいが、光学業界は、ある面で閉鎖的な点が多く、具体的な会社名を書けないため、多くの大手光学メーカーさんに、使って頂いているとだけ記すことで許して頂きたい。しか

し、これまで成形機を内製化されていたお客様も、弊社の成形機を採用頂くようになってきた。また、光ファイバーを高精度にセットするためのV溝基盤（光ファイバーアレイとも呼ばれる）などの微細素子等の生産にも使われるようになってきたり、電機業界でも使っている。

なお、残念ながら、ガラスモールドプレスは、プラスチックの成形に使われる射出成形のように一般的な技術でないため、新たにはじめるお客様はすぐには生産に入ることが難しいという課題がある。対象とする成形品の形状・大きさあるいは硝材の種類によって成形条件が異なるなどのこともあるが、特に、金型と硝材の関係が大きく左右し、金型寿命を伸ばしかつ安定して成形することが難しいためトライ & エラーを繰り返さなければならない場合がある。また、金型材料、ガラスとの離型性に優れたコーティング、金型加工などの課題もある。

しかし、現在GMP-211やGMP-417を導入して頂いているお客様の中には、24時間無人運転で生産機として使用して頂いているお客様も数社あるのも事実である。

6. 成形品について

ガラスモールドプレスは、カメラのレンズには比較的早くから使われてきた技術であり、現在も弊社の成形機を含め多く使われている。

弊社では、この優れた技術を多くの分野で活用していただきたく多くのアプリケーションの開発を進めてきた。以下、現在使われているものを含め、今後使われると思われるデバイスについて挙げてみることにする。

カメラ用レンズ、CD・DVDピックアップレンズ、プリズム、マイクロプリズム、レーザープリンタ用fθレンズ、プロジェクションテレビ用パワーレンズ、光通信用導波路、V溝基盤、グレーティング、マイクロレンズアレイ、フライアイレンズ、プラスチック眼鏡成形用ガ

ラス母型などであり、この他にも多くの用途が検討されている。

7. おわりに

以上、ガラスプレス成形機の概要について説明しましたが、ガラスモールドプレスは、プラスチックと共存かつ競合という形の中で、確実に技術の進歩と応用部品の範囲が広がっています。

しかし、まだ成熟した技術とは言えず、これ

から伸びる技術と考えます。

また、21世紀は「光の時代」と言っても過言でない程、光学の分野は益々重要な技術となるといわれています。

そのような中で、弊社としましては、機械メーカーとして少しでもお役に立てばと願っております。

実力の程はまだ未熟ではありますが、でき得る限り、お客様のニーズにお応えすべく努力する所存ですので、何卒ご支援の程よろしくお願い申し上げます。