

住友マイクロオプティクス成形機「NANO-Press」

住友重機械工業株式会社
プラスチック機械事業部 技術部

黒岩 秀樹

SUMITOMO MICRO OPTICS MOLDING MACHINE “NANO-Press”

Hideki Kuroiwa

Technical Department, Plastics Machinery Division,
Sumitomo Heavy Industries, Ltd.

1. はじめに

情報通信産業の発展に伴い、光通信や光情報機器の分野を中心に多くの光学素子が開発されており、その高精度、低コストな量産製造技術のニーズがますます増大している。

これらの光学素子の材料には、一般にプラスチックとガラスが使用される。プラスチック材料は材料コストの低さや生産性の高さに、ガラス材料は光学設計の自由度の高さや耐候性の高さにそれぞれ利点があり、適用する製品の要求仕様によって選択されている。

プラスチック製の光学素子は一般に射出成形法により製造される。一方、レンズを中心としたガラス製の光学素子は、従来研削・研磨加工による製造方法が主流であったが、非球面レンズの採用や部品の極小化などにより、近年は加工精度が優れ、生産性の高いプレス成形による生産が増加している。現在は、ガラス製光学素子の更なる高品質化と低コスト化が求められている。

当社は精密光学部品のプラスチック射出成形

〒263-0001 千葉県千葉市稲毛区長沼原町 731-1
TEL 043-420-1621
FAX 043-420-1582
E-mail: Hdk-Kuroiwa@shi.co.jp

機分野において市場で高い評価を得ているが、長年蓄積した光学分野でのノウハウを生かし、プレス成形法により高精度かつ生産性高く光学素子を製造する成形装置としてマイクロオプティクス成形機「NANO-Press」を開発した。本稿では「NANO-Press」について、その特長と成形事例を併せて紹介する。

2. 装置の概要

(1) プレス成形法

図1の上段にガラス製光学素子のプレス成形法の成形プロセスを示す。

使用する成形金型は、成形面が加工された1対のコアと、コアの軸位置決めをするスリーブ(胴型)から構成される。本成形法は、まず収縮しわ等がない鏡面ガラス素材を金型の間に入れてガラスの屈伏点付近まで加熱し、素材が所定の温度になったところでプレスして変形させ、型の面形状を転写する。その後、最適な冷却条件で冷却した後、金型から成形品を取り出して最終製品を得る成形方法である。

(2) 装置の特長

写真1に、今回開発したマイクロオプティクス成形機「NANO-Press」の外観を示す。ま

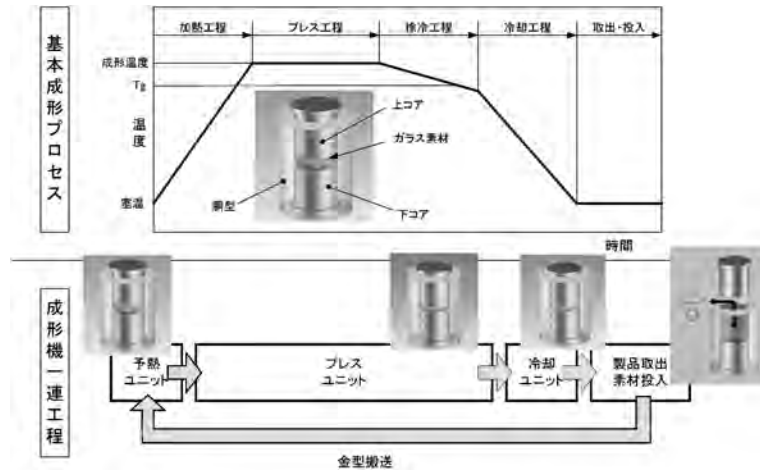


図1 基本成形プロセスと成形機一連工程



写真1 NANO-Press 外観

た、図1の下段に本成形機における一連の成形工程を示す。

本成形機は、素材を設置した金型を素材の変形温度まで加熱した後に押圧して成形加工するプレスユニット、成形前の金型の予熱及び成形後の金型の冷却を行う予熱・冷却ユニット、及び各ユニットへの金型の供給・排出、金型からの成形品取り出し・素材設置等の作業を自動化した金型搬送装置で構成される。基本成形プロセスは主にプレスユニットで行うが、成形品質

に影響しない機能をプレスユニットから分割し、複数の金型を各ユニットに順次搬送して連続的に成形を行う方式を採用することにより、成形時間を短縮して生産性を向上している。

また、冷却ユニットにおいて効率的に金型を冷却するため、冷却工程で消費する窒素ガスの使用量が少なく、ランニングコストの低減を可能にした。

さらに、本成形機のプレスユニットは以下に示す特長を有している。

- ① 直圧式空圧サーボ機構によりプレス力及びプレス位置を高精度に制御する。
- ② 集光式光加熱装置と型締め機構により金型の加熱・冷却制御を最適化しており、金型内温度をフィードバックして高精度に温度を制御する。
- ③ 金型毎に成形条件の設定が可能で、多品種少量生産にも対応。

次項において、プレスユニットの詳細を説明する。

3. プレスユニット

(1) 構造

図2に成形部の構成を示す。透明石英円管

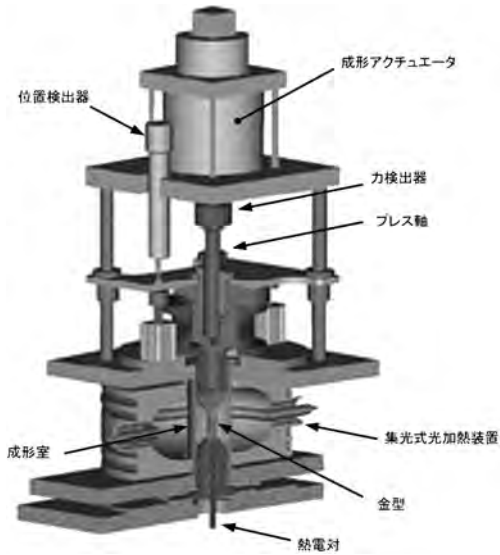


図2 成形部の概略構造

で構成される成形室の外周にハロゲンランプと集光式反射ミラーから構成する光加熱装置が、成形室の上方に成形アクチュエータがそれぞれ配置される。成形室内に搬送された金型は、光加熱装置により成形温度まで加熱された後、成形アクチュエータにより押圧される。

(2) プレス制御

本成形機では、成形アクチュエータに同軸型空圧サーボアクチュエータを用い、プレス動作をサーボ制御する。プレス軸にはフィードバック制御用の位置検出器と力検出器が配置される。サーボ制御装置は位置制御系と力制御系を構成し、無負荷時には位置制御、成形負荷発生以降は力制御に切り替えて制御する。その際、成形時に変化していく負荷特性の変化に応じてプレス制御する成形制御方式を付加しており、これにより高精度にプレス制御することが可能である。

(3) 金型温度制御

本成形機では、加熱装置にハロゲンランプと集光式反射ミラーから構成する光加熱装置を採用した。本方式は、ハロゲンランプの発する光を反射ミラーで金型に集光し、金型を集中的に

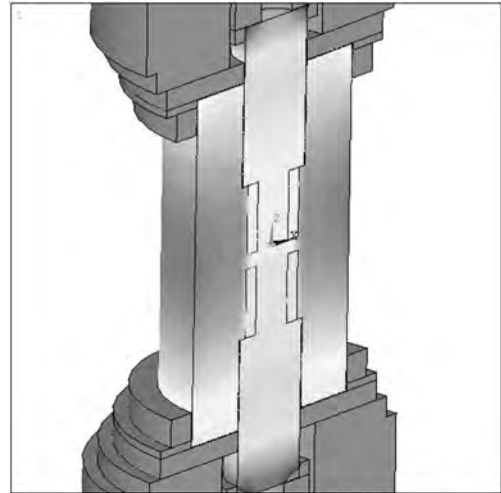


図3 金型温度分布解析例

加熱することで、昇温速度を向上している。その際、金型の軸方向温度分布が生じるが、図3に示すように、熱解析により金型構造、成形機部材の材質、機構等を最適化し、成形品の品質に影響しない温度分布を得ている。

成形時には金型のコア内に熱電対を挿入して金型温度を計測し、フィードバックして高精度に温度を制御している。最高設定温度は700°Cで、一般的な光学ガラス材料に対応できる。

4. 成形事例

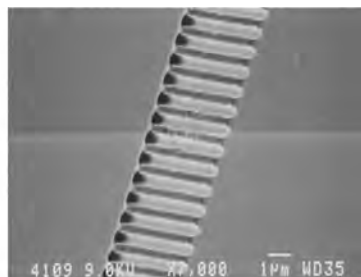
マイクロオプティクス成形機「NANO-Press」で成形した事例を示す。

(1) レンズ

写真2に、(a)DVDピックアップ用レンズ、及び(b)デジタルカメラ用レンズの成形例を示す。

(2) 微細転写

近年マイクロマシン技術による微細パーツ製作が注目を集めているが、最近ではさらに光/ライフサイエンス応用で商用ベースのデバイスが出現し始めている。写真2(c)にサブミクロンオーダーの微細パターンの転写例を示す¹⁾。

(a) ピックアップ用
レンズ (ガラス)(b) デジタルカメラ用
レンズ (ガラス)

(c) パターン転写 (PMMA)

写真2 成形事例

5. おわりに

プレス成形法により高精度かつ生産性高く光学素子を製造する成形装置として開発したマイクロオプティクス成形機「NANO-Press」について紹介した。

現在はガラスレンズ成形への適用が中心であるが、成形事例で紹介したように、レンズ以外の微細パターンを有する光学素子の製造方法として、プレスによる転写技術の適用が検討されている。材料もガラスに限らず、プラスチック

材料で射出成形法では難しいといわれる形状をプレス成形で成形する事例が増え、プレス成形法に対する要望はますます高まっている。

本報で紹介したマイクロオプティクス成形機は、そのような要求に応えるために、今後も更なる生産性と品質安定性の向上と、多種光学素子の製造への適用を目指して開発を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 平田『プラスチック成形加工学会 2002 年度年会 予稿集』.