

複合非球面レンズの開発

Development of Aspherical Hybrid Lens

野崎 昭俊*
Nozaki, Akitoshi

小林 道夫*
Kobayashi, Michio

朝田 正夫**
Asada, Masao

We have developed new optical lens element for camera and video camcorder. We called it "Aspherical Hybrid Lens". It's made of glass lens and thin resin. Aspherical layer of several hundreds of micrometer is formed on the spherical glass lens by using Ultra Violet curing resin.

The establishment of this technology contributes to light weight, low cost, and high performance of lens unit.

1 はじめに

近年、軽量、コンパクト、高性能でかつ低価格の実現のため、非球面レンズが多くの製品に応用されるようになってきている。今回、主にカメラ、ビデオムービーを対象とした、新しいタイプの光学レンズである複合非球面レンズを開発したので、その概略を紹介する。

2 複合非球面レンズについて

一般に、非球面レンズとして、プラスチックレンズ、ガラスモールドレンズなどが知られている。(Table 1) 複合非球面レンズは通常の球面ガラスレンズ上に、非球面の型を用いて厚さ数 $10\mu\text{m}$ ~数 $100\mu\text{m}$ の樹脂層を形成した非球面レンズである。(Fig. 1) 設計の特徴は、球面ガラスレンズに屈折力を持たせ、非球面樹脂層に収差補正の機能を持たせる点である。

複合非球面レンズの特徴として、ほとんどの硝種に対応できることから屈折率の自由度が高いこと、設備や治工具が小規模で済むため多品種小ロットに対応できること、また、プラスチックレンズに比べ耐環境性に優れる、などがあげられる。このような点から、複合非球面レンズは、プラスチックレンズとガラスモールドレンズの中間に位置する光学素子と考えられる。

Table 1 Comparison with aspherical lenses

レンズの種類	PL	GM	複合
屈折率自由度	△	○	◎
レンズの大きさ	小~大径	小~中径	中径
耐環境性	△	◎	○
設備投資	大	大	小

PL…プラスチック GM…ガラスモールド 複合…複合非球面

* オプト事業部光学開発センター

** オプト事業部生産グループ

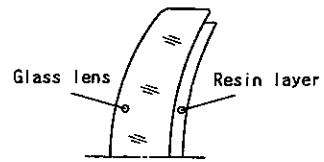


Fig. 1 Conceptual drawing of Hybrid Lens

3 要素技術

Fig. 2に複合非球面レンズの製造工程を示す。はじめに基板レンズと樹脂との密着性を高めるため、基板レンズ上にカップリング処理(架橋処理)を行う。次に、レンズをセットし、紫外線硬化型樹脂を基板レンズ上に滴下する。樹脂は、上方より下降する型により押し広げられ、所望の厚みに達した時点で型が停止し、樹脂の仮硬化を目的に紫外線の一次照射が行われる。次に、離型を行い、樹脂の完全硬化を目的とした紫外線の二次照射を行う。

この製造工程において、所望の性能を満足させるため、様々な対策が必要となる。次に、確立した要素技術を説明する。

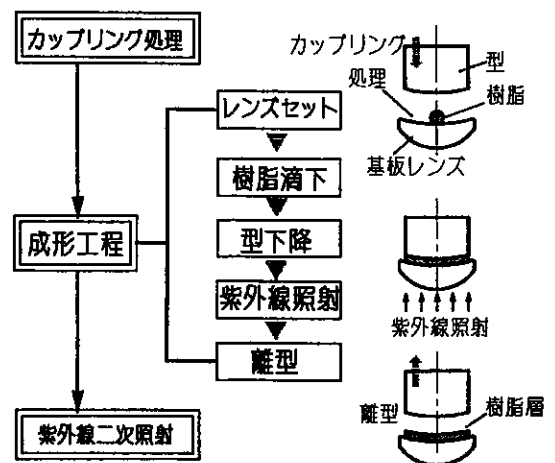


Fig. 2 Manufacturing process of Hybrid Lens

3.1 紫外線硬化樹脂

紫外線硬化樹脂に要求される主な条件は、透過率や屈折率などの光学特性が良好であること、型の光学面の転写性が良好なこと、型離れが良好なこと、耐環境特性に優れること、硬化スピードが速いこと、などがあげられる。転写性を向上させるためには、硬化時の収縮率を小さくすれば良いが、その反面、離型性が損なわれる。この両者の条件を満足させるため、光学特性に影響を及ぼさない内部離型材入りの樹脂を用い、また、型の材質として樹脂との密着性の低い無機質材料を使用した。

3.2 紫外線照射方法

型の非球面形状は、従来からのコニカの非球面加工技術を利用することで、サブミクロンオーダーの精度で作成される。この型の光学面を精度よく樹脂面に転写させるためには、前述の樹脂の工夫もさることながら、樹脂硬化のための紫外線照射方法も重要な技術である。成形される樹脂層は非球面であるため、レンズの径方向に厚みが異なる。また、基板となる球面レンズも径方向に厚みの差が生じることから、紫外線の透過率が径方向に変化する。これらは、径方向の樹脂の硬化スピードの差を生み、その結果として内部歪みを発生させ、転写面の面精度を悪化させる。

この悪影響を少なくするため、径方向に透過率を変化させた光学フィルターを用いて、径方向の紫外線強度分布をコントロールする。(Fig. 3)

3.3 密着性

本来、無機質材料であるガラスと有機質材料である樹脂は密着性が悪い。密着性を高めるため、ガラスレンズにカップリング処理(架橋処理)を行っている。しかし、この処理が有効なガラスは、 SiO_2 成分を多く含む低屈折率のクラウン系ガラスに限られており、ランタン系などの高屈折率ガラスには効果が少ない。

そこで、カップリング処理の効果が少ないガラスには、予めガラスレンズ上に SiO_2 をコーティングし、その後、カップリング処理を行う。(Fig. 4) この手法は、単に密着力を高めるだけでなく、 SiO_2 のコーティングを、高屈折率のガラスと低屈折率の樹脂の間の反射防止膜としても利用できる。我々は、この手法を用いることで、対応可能なガラスを全種類とし、より屈折率選択の幅を広げ、設計の自由度を大きくすることができた。

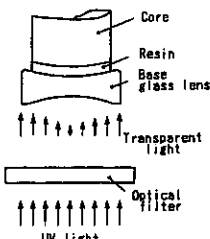


Fig. 3 Control lighting to get good surface

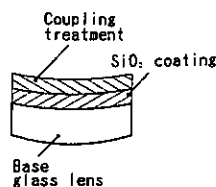


Fig. 4 Conceptual drawing of stick improvement

4 試作成形と評価

以上の要素技術を盛り込んだ、複合非球面レンズの成型機を作成した。この成型機は、(1)基板レンズ外径 $\phi 30$ mm以下 (2)成形面は凸面で $R15\sim R100$ mm、凹面で $R15\sim R180$ mm (3)樹脂の非球面量 $100\ \mu\text{m}$ 以下、の複合非球面レンズが作成できる。

この成型機を使用し、ビッグミニズーム (BM-310Z) の7群7枚構成のレンズに使用されているガラスモールド非球面レンズ2枚(第3, 5レンズ Fig. 5参照)を、複合非球面レンズに置き換えて設計し、試作を行った。

Table 2にその結果を示す。設計仕様を十分に満足し、現行レンズと同等の性能が示され、実用性が確認できた。

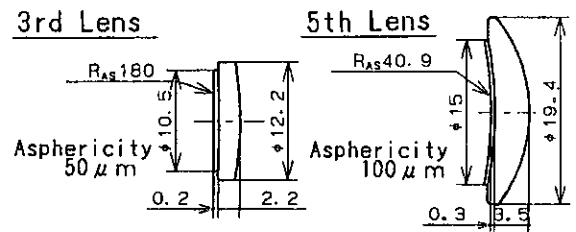


Fig. 5 Design for trial lens

5 おわりに

複合非球面レンズの開発のポイントとなる要素技術、製造手法を確立することができた。これにより、非球面レンズの手法が一つ新たに加わり、より高いレンズ設計の自由度を得ることができた。

今後は、非球面量が大きいレンズへの対応など、他社との差別化を行い、また、複合非球面レンズの利点を十分に活かせる設計を行うことで、カメラやビデオムービーレンズにおける複合非球面レンズの利用が増えてくことに期待したい。

Table 2 Performance of trial lens

評価項目	結果
面精度	第3レンズ P-V $0.18\ \mu\text{m}$ 第5レンズ P-V $0.48\ \mu\text{m}$ (設計値公差内)
透過偏芯	60秒 (設計値公差内)
樹脂形状	厚み…設計値公差内 樹脂外径…設計値公差内
密着性	良好
投影性能	解像力、コントラスト、像面バランスとも良好 (現行レンズと同等)
耐環境性	カメラ品証規格の環境試験をクリア
その他	複屈折は検出限界以下 樹脂表面硬度 10 (Hv) 以上

●参考文献

- 1) 金谷 光アライアンス 25-28(1993 Vol. 14 No. 2)
- 2) 大沢 光技術コンタクト 17-23(1993 Vol. 31 No. 2)