

ガラスインサート成形技術の開発と高精度光学製品への適用

大塚技術士事務所 大塚正彦

1. はじめに

製品の小型・軽量・薄型化、低価格化ニーズが顕著になる中、インサート成形による部品点数削減、組立工数低減が不可欠になっている。従来、ガラスと樹脂との一体化は、樹脂部品に紫外線硬化型接着剤塗布、ガラス組み立て後に紫外線照射による接着、あるいは両面接着テープを介しての接着、さらにはネジ、ガラス押え部品の使用により実現していた。これらの方法では、組立工数増加、接着剤のはみだしによる歩留まり悪化等の品質不良問題が発生していた。このような問題を解決すべくガラスインサート成形の検討が進められてきた。

インサート成形は、板金部品、回路基板等固定めためのネジ組込み樹脂部品、あるいは、mini-SD 等のカードコネクタでメモリーカードとの導通を確保するためにリール状の銅系材料のインサートで採用されているが、金属、非鉄金属部品と樹脂との一体化が主体で、ガラスのような脆性材料と樹脂とのインサート成形事例は、自動車のクォーターウインドウ⁽¹⁾等の外観製品で採用されている事例があるが、光学製品等の高精度機能製品での適用例は少ない。特に密着型イメージセンサで使用されるセンサ用カバーガラスにおいては、熱硬化性樹脂(BMC)を使用したインサート成形による実用化⁽²⁾があるが、熱可塑性樹脂を使用したガラスインサート成形事例⁽²⁾は殆どない。

小生は山一電機(株)在籍時に、IRコートガラスのインサート成形による製品化、密着型イメージセンサカバーガラスにおいて汎用性のある熱可塑性樹脂とガラスのインサート成形技術開発、ならびに製品適用、量産化を実現した。また、大成プラス(株)において、携帯端末のタッチパネルのインサート成形技術開発、適用評価を行った。

本稿では、ガラスインサート成形技術の小型現像機製品、密着型イメージセンサーカバー、ガラスの適用、について技術ポイントを概説する。最後に携帯端末タッチパネルへの適用評価について紹介する。

2. 光学製品への適用例

2-1 小型現像器製品

小型現像器製品は、IRコート済のホワイトガラスをインサート成形したものである。写真1にインサート成形したIRコートガラスインサート部を示す。また、図1に現像器関連製品の概略断面を示す。左図はガラスインサート部の断面を示す。また、右図は当初の設計構造案であるが、ガラス押え、固定ネジが必要であったが、ガラスインサート成形によりガラス押え、固定ネジ、組立工数削減を実現した。また、本製品の場合、IRコートガラスを樹脂で挟み込む構造が実現出来たため、IP67 相当の防塵、防水性を実現することが出来た。



写真1 IRコートガラスインサート部

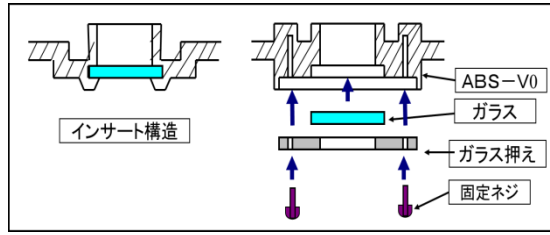


図1 IRコートガラスインサート部概略断面

2-2 密着型イメージセンサカバーガラス

従来の密着型イメージセンサカバーガラスは、フロートガラスと熱可塑性樹脂との接合は、紫外線硬化型接着剤、または両面テープにより行っていたが、接着剤のはみ出し、両面テープを介しての組み立て時の組立不良、ガラス厚み公差の影響によるガラスと樹脂表面の段差規格不良等の品質問題があった。密着型イメージセンサカバーガラスは、ATM(現金自動預け払い機)、発券機等で使用される製品であり、第2図に示す構造となっている。媒体が媒体搬送面を密着して左右方向に高速走行するため、静電気により媒体が停止するのを防止する必要がある。

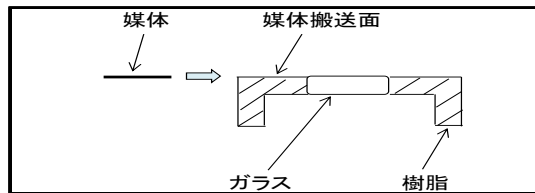


図2 媒体走行面とカバーガラスの関係

本製品で使用するガラスはコスト面からフロートガラスが多用され、厚みは $1.1 \pm 0.05\text{mm}$ または、 $1.8 \pm 0.10\text{mm}$ が採用されている。一方で、媒体の走行不具合を防止するために、媒体走行面におけるガラスと樹脂表面の段差は数十 μm 以下に抑える必要がある。さらに、媒体が静電気により媒体搬送面に付着するのを防止するために、樹脂には帯電防止性が必要とされる。密着型イメージセンサカバーガラスのA4サンプルを写真2に示す。



写真2 密着型イメージセンサカバーガラスA4サンプル⁽³⁾

3. ガラスインサート成形技術について

密着型イメージセンサカバーガラスは、主に、3-1 の要求仕様をクリアすることが必要となり、プラスチック成形に関する、(1)製品設計、(2)樹脂材料評価・選定、(3)金型設計・製作、(4)成形、の各要素技術面から検討する必要がある。

3-1 要求仕様

①反り:(例)±数十mm以内、②ガラスと樹脂の段差:(例)数十 μm 以内、③樹脂色の媒体への転写なきこと、④樹脂の体積抵抗率: $10^{4\sim6}\Omega\cdot\text{cm}$ 程度、⑤ガラスの読み取りエリアには、キズ、汚れ、カケ、シミなきこと、⑥ガラスと樹脂の密着強度(水平方向引張)、保持強度(ガラス面押圧)は所定以上、他、高温・高湿試験、ヒートサイクル試験等の信頼性試験をクリアすること。

3-2 製品設計

密着型イメージセンサカバーガラスの概略断面構造を図3に示す。一体化構造は図3の(A)、(B)のタイプがあるが、小型、薄型化するためには(A)が望ましい。今回、(A)ガラスと樹脂の接合面のガラス側に、樹脂との一体化が容易に実現できる微細加工を行い、ガラスと樹脂の密着強度(水平方向引張、垂直方向押圧)は、信頼度99%で、A6タイプ(ガラス厚み: $1.1\pm 0.05\text{mm}$)製品で、各々、Min 63N、229Nを実現した。また、(A)の構造を採用することで可視エリアの拡大、薄型化を可能にすることができた。反りについては±数十mm以下にする必要があるが、成形材料の収縮率の影響が大きく成形収縮率の極小化が不可欠である。当該内容は、3-3項で紹介する。設計上は、肉厚の均一化、ゲート仕様(タイプ、位置)の検討を行った。

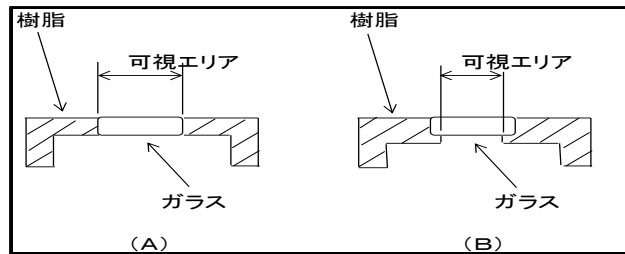


図3 密着型イメージセンサカバーガラスの概略断面構造

3-3 樹脂材料選定・評価

成形材料の収縮による反り、ガラスと樹脂の段差を小さくするために、流動方向、流動方向と直角方向の成形収縮率、ならびに、ガラスと樹脂の線膨張率の差異によるトラブルを防止する必要がある。既述した仕様をクリアするために、材料メーカーと共同で開発した導電性PES系材を使用した。図4にガラスと当該樹脂、ならびに、従来、カバーガラスで使用されてきた熱硬化性樹脂(BMC)の物性を示す。

	単位	フロートガラス	PES系	BMC ⁽²⁾
比重	—	約2.5	1.61	1.81
成形収縮率	MD %	—	0.07	0.01~0.02
	TD %	—	0.17	
引張強さ	MPa	約50	110	34.3
引張弾性率	GPa	—	—	11.9
曲げ強さ	MPa	—	167	66.6
曲げ弾性率	GPa	—	18.2	10.5
圧縮強度	MPa	600~1200	—	—
線膨張係数	MD	$8.5\sim 9 \times 10^{-6}$	2.18×10^{-6}	2×10^{-5}
	TD		49.9×10^{-6}	
熱変形温度	°C	—	212	226
体積抵抗率	$\Omega\cdot\text{cm}$	—	$10^{4\sim5}$	$2 \times 10^{2\sim4}$
燃焼性	UL94	—	V-0	V-0

図4 ガラスと樹脂材料の物性

3-4 金型設計・製作

媒体搬送面のガラスと樹脂の段差を数十 μm 以下にする必要があるが、ガラス厚みの公差は、1.1mm厚で $\pm 0.05\text{mm}$ 、1.8mmで $\pm 0.10\text{mm}$ であり、当該公差を吸収しなければならない。一方で、金型型締め時に金型内にインサートしたガラスの破損を防止しなければならない。段差の極小化と併せてガラスに負荷する圧縮応力を許容応力以下にするために、型部品でガラス厚み公差を吸収する構造を採用した。また、ガラス面にキズ、欠けが発生するのを防止するために、ガラスと接する型部品の面粗度はガラスの面粗度以下に仕上げた。

3-5 成形

①段取り時

PES系材料の成形時金型温度は、 140°C 以上に設定していることから、ガラスインサート時、ガラスの急激な昇温による反り、熱応力負荷によるガラス強度への影響を考慮する必要がある。当該対策はガラスを予備加熱後、インサートすることで対応した。

②樹脂充填時

射出速度優先での樹脂充填を基本として、充填率 90～95%程度で低圧に変えてゲート側と成形品末端部の応力差を小さくすることで低反り化を実現した。

③離型時、離型後

突出しピン本数はバランスを考慮して多目に配置するとともに、成形開始時、突出し速度は低速に設定し、反り状態を確認しながら速度をUPした。

4. おわりに : 携帯端末タッチパネルへの適用について

ガラスインサート技術のタッチパネルへの適用を検討する上で、使用するガラスの厚みは 0.55mm、0.70mmクラスの薄型強化ガラスであり、非強化ガラスの端面加工後に強化処理を行う必要がある。0.55mm厚みになると樹脂との接合部の加工が困難であり、従来、採用していた加工形状の見直しも必要である。また、携帯端末では表示範囲の拡大に伴い、狭額縁化、すなわちガラスパネルの輪郭周囲の樹脂部の幅寸法の極小化が不可欠である。一方で、インサート成形時、樹脂の薄肉充填性、低反り化、密着強度を確保するために使用可能な樹脂の評価、選定が急務となる。

密着型イメージセンサカバーガラスの量産化で培った技術を基に、写真3に示す携帯型タッチパネルサンプルの試作を行った。今後、実製品適用に向けて実用化技術の開発、評価を加速させる予定である。

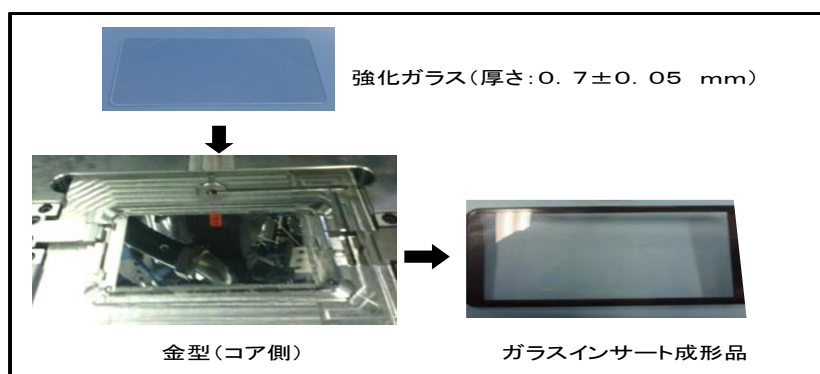


写真3 ガラスインサートスマートフォンサンプル(大成プラス(株)共同)

参考文献

- (1)タカラ化成工業(株)HP
- (2)AGCマテックス(株)HP
- (3)山一電機(株)

※本稿は大塚正彦著、日本工業出版、2017年4月号の『ガラスインサート成形のタッチパネルへの適用』を基に、筆者が加筆・修正した。