

ディスプレイ低反射化のためのオプティカルボンディング工法の開発

生産本部 生産技術部 部品・材料技術室

西本 明史

野澤 優輔

竹本 博

1. 取組背景

昨今の車載マルチメディア製品の動向は、デザインの多様化やディスプレイへの情報量の増加に伴うディスプレイの大型化が進んでいる。その反面ディスプレイに外光が当たりやすくなり、外光反射によりディスプレイが見にくい（白ボケ）という問題が発生している。特に、ディスプレイを運転席や助手席など斜めから見る場合に本問題は顕著となるため、車両での影響は大きい。本問題を解決する方法として、スマートフォンなどに利用され、外光反射を低減することができるオプティカルボンディングの適用がある。オプティカルボンディングとはオーバーレイと呼ばれるガラスと LCD (Liquid Crystal Display) ^{*(1)}との間に OCR (Optical Clear Resin) ^{*(2)}を充填させることにより、外光反射を抑制する技術である。図 1 に従来とオプティカルボンディングとの違いを示す。

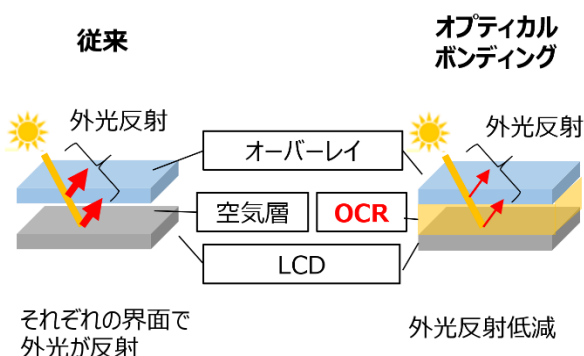


図 1 従来とオプティカルボンディングの違い

2. 取組内容と工程概要

オプティカルボンディングを製品に適用するための工法開発と装置開発の取り組みを行った。取り組みに当たり、気泡や異物混入による外観不具合の低減と多品種少量生産を高い生産性で実現することを目指し以下の

内容を実施した。

- ・気泡混入防止のための塗布形状形成
- ・異物混入防止のためのクリーン対策
- ・段替え^{*(3)}時間の大幅短縮
- ・フレキシブルな意匠形状への対応

まず、工程詳細について説明する。オプティカルボンディング工程は図 2 に示すような工程順序となり、赤枠で囲まれているところが、全自動化した装置の工程になる。

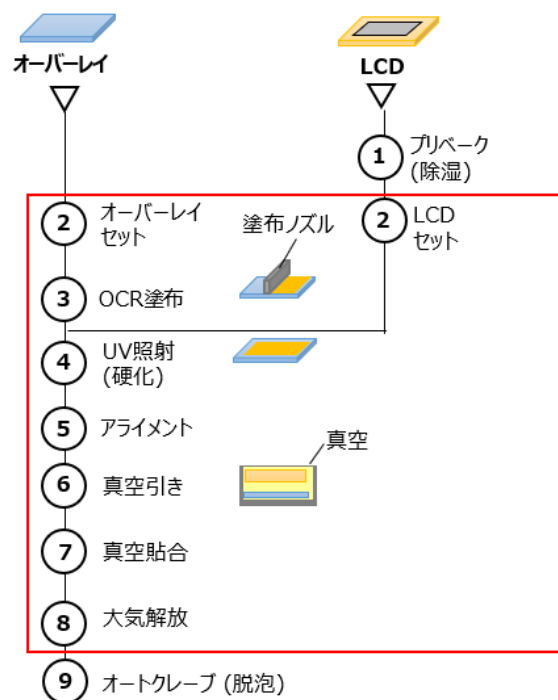


図 2 オプティカルボンディング工程概要

①プリバーク (除湿)

プリバーク^{*(4)}で LCD を除湿する。

②装置への部品投入

作業者が部品であるオーバーレイと LCD を装置にセットする。

③OCR 塗布

オーバーレイに OCR を塗布する。

④UV 照射 (硬化)

UV 照射で OCR を硬化させる。

⑤アライメント

貼合前にアライメント^{*(5)}を実施する。

⑥真空引き

貼合時に密閉空間を作り、その空間を真空にする。

⑦真空貼合

真空状態でオーバーレイと LCD を貼合する。

⑧大気解放

貼合空間内を大気解放^{*(6)}する。

⑨オートクレープ (脱泡)

オートクレープ^{*(7)}装置に貼合後の製品を入れて、ディスプレイ内の気泡を消泡する。

3. 工夫点・アピールポイント

オプティカルボンディング工程における、工夫点・アピールポイントを説明していく。

3-1 気泡混入防止のための塗布形状形成

OCR の塗布 (図 2 の③の工程) において、当社が採用したものは図 3 に示すような面塗布が実施できる方式である。

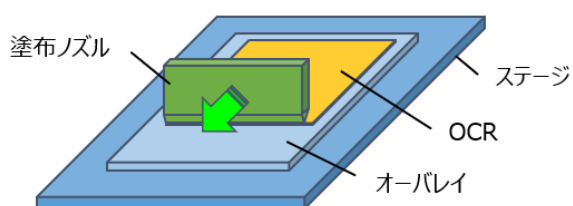


図 3 当社採用の塗布方式

この工法では、気泡を混入させないために真空下での貼合を実施しているが、一部図 4 のような気泡が残る場合がある。

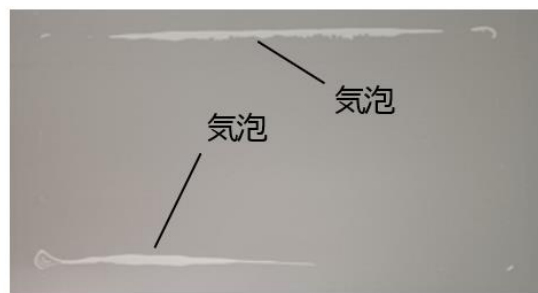


図 4 真空貼合後の気泡状態

過去の検証の結果から、塗布、硬化後の OCR の形状によって気泡の度合いが変わることが分かっている。今回は OCR の塗布条件を制御することで、最適な塗布形状を目指した。制御可能な塗布条件として、OCR の吐出量と塗布速度がある。吐出量は使用している材料 (OCR) の粘度特性により、吐出量を変えてから塗布ノズル先端から吐出されるまでにタイムラグが発生するため、精密な制御が難しい。そこで、塗布速度を段階的に変化させることにより、塗布膜厚の制御を実施した。塗布開始側の形状における実際の速度制御について図 5 に示す。

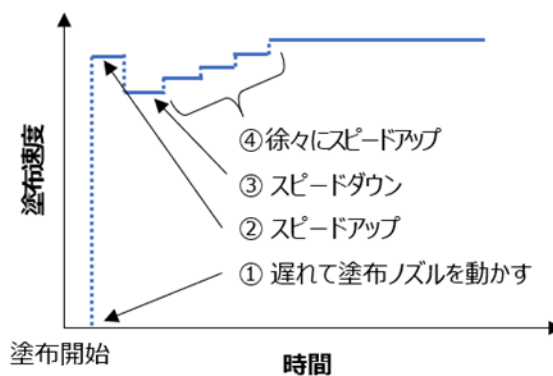


図 5 塗布開始後の塗布速度

図 5 で示すとおり、①～④の速度制御を実施した結果、最適な塗布膜厚の実現が可能となり、気泡の混入を抑制することができた。図 6 に目指す最適な塗布膜厚を示す。

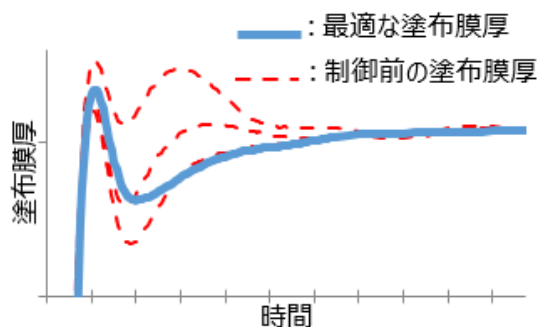


図6 目指す最適な塗布膜厚

3-2 異物混入防止のためのクリーン対策

オーバーレイと LCD の中に異物が混入すると外観不具合となるため、異物の混入を防ぐ必要がある。またオプティカルボンディング工程では数 μm の異物混入で、製品不良となってしまうことからクリーン対策が重要となる。

異物混入の観点から考えると、OCR を塗布してからオーバーレイと LCD を貼合するまでの間のリスクが最も高いため、図2の②～⑧の工程において人が介在しない完全自動機を開発した。また装置でのクリーン対策としては以下を実施した。

- ・装置内ダウフローにおける異物巻き上げの抑制。
- ・装置内陽圧における装置外部からの異物流入の防止。
- ・パスライン^{*(8)}より上のアクチュエータ類の摺動部を曝露させないような異物対策。（クリーン仕様）

3-3 多品種少量生産のための段替え時間の大幅短縮

図3の塗布方式の課題としては塗布幅が変わった際に段替えに時間がかかることが挙げられる。通常この作業には数時間かかり、そのロスを最小限にするため同じ機種をまとめて生産することが一般的である。しかし、当社は在庫を最小限にするために多品種少量生産の実現を目指し、段替え時間の短縮に取り組んだ。

段替え作業の分析を実施し、以下の2点が問題であることが分かった。

問題1：塗布幅変更

塗布幅を変える時に塗布ノズルを分解して、塗布幅

を決めるシムと言われる部品を交換する作業で時間がかかる。

問題2：塗布高さ調整

塗布高さの測定と調整に時間がかかる。

問題3：交換時の気泡抜き

段替え時に入り込んだ塗布ノズル内部の気泡を抜くのに時間がかかる。

塗布ノズルの構造を図7に示す。

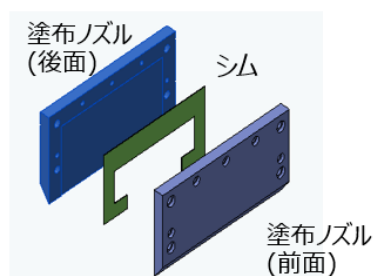


図7 塗布ノズルの構造

これら対策として以下を実施した。

問題1への対策

- ・塗布ノズルを分解せずに塗布幅を交換できる方法の確立
 - ：塗布幅の種類ごとに塗布ノズルとシムが一体となっているものを準備。

問題2への対策

- ・段替え時の塗布高さの自動調整
 - ：塗布ノズルとステージの隙間の測定と調整作業を自動化。

問題3への対策

- ・気泡抜きがしやすい構造への変更
 - ：経路に極力角部を作らず、経路中の気泡が滞留しやすい箇所を削除。
- ・気泡抜き経路の変更
 - ：気泡混入経路から考えて、できるだけ短い距離で段階的に気泡抜きが出来る構造に変更。
- ・気泡の強制抜き
 - ：段替え後に塗布ノズル内に入った気泡を早く除去するために OCR を強制流入し、気泡抜き時間を短縮。

これらの対策を実施した結果、従来数時間かかっていた段替え時間が数十分と約 1/10 に短縮することができ当社が目指す多品種少量での生産が可能となった。

3-4 フレキシブルな意匠形状への対応

デザインの多様化に対応するため、フレキシブルな意匠形状に対応できる装置開発を目指した。図 2 の⑤の工程においてオーバーレイと LCD は貼合前にアライメントを実施し、貼合位置を補正している。貼合位置は図 8 のようにオーバーレイと LCD をカメラ判別し位置補正を行う。しかし、オーバーレイ側の基準位置を外形形状で判断すると、様々なオーバーレイの外形形状に対応するには機種ごとに条件出しが必要となり大幅な工数がかかる。

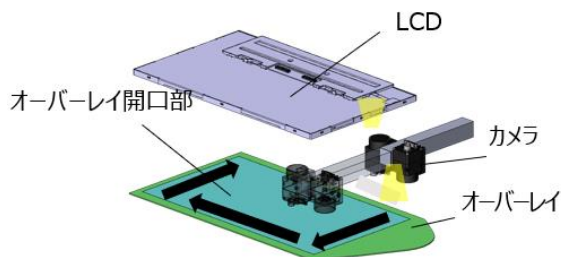


図 8 オーバーレイと LCD の貼合

そこで、オーバーレイ側の基準位置の判別を外形形状ではなく、オーバーレイ開口部の輪郭で実施することとした。オーバーレイ開口部の輪郭は図 9 のように全て共通である。

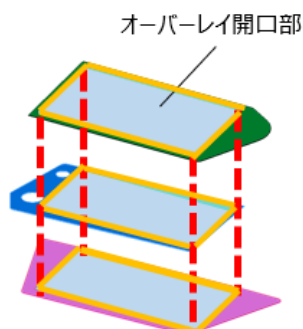


図 9 オーバーレイの開口部

これにより、オーバーレイの外形形状が変化しても条件出しが不要になり、工数を大幅に短縮することができ

た。現在、オーバーレイは 80 機種以上のラインナップの生産を行っているが、5 種類の条件で済んでいる。

4. まとめ・今後の展開

今回、当社初となるオプティカルボンディングの工法、装置開発を行い、量産を開始している。今後はこの技術をベースに製品動向に合わせた開発を行い、継続して製品の付加価値を高める技術開発に取り組んでいく。

脚注

- * (1) LCD (Liquid Crystal Display)
液晶ディスプレイ。
- * (2) OCR (Optical Clear Resin)
光学透明樹脂。
- * (3) 段替え
生産ラインに流す製品に合わせて、治具の設定を変更する作業。
- * (4) プリバーク
高温下で LCD を除湿する工程。
- * (5) アライメント
対象物の位置を計測して基準位置までの補正量を算出して、位置の補正を行うこと。
- * (6) 大気解放
真空状態から大気状態へ変化すること。
- * (7) オートクレーブ
高温、高圧下で気泡を脱泡する工程。
- * (8) バスライン
製品搬送高さ。