

技術開発レポート

ガラス検査技術の開発

1. はじめに

ガラスは透明体であり、それを透してものを見るという製品特性上、局所的な屈折異常を引き起こす内部の泡や表面の微小な変形が欠陥となる。ガラス製品は多様であり、比較的シンプルな光学系で全面の自動検査が可能な平面ガラスがある一方、複雑な曲面形状を持つものもある。画像を用いた検査を行う場合、曲面ガラスではカメラ視野と照明の関係がずれる、搬送ずれが起きやすいなどの難しさがある。本稿ではその曲面形状を持つガラスの内部欠陥の検査技術の開発に関して紹介する。

2. 曲面検査の照明

検出の感度に関しては照明方法が重要であり、検査領域の背景が発光部分である明部と遮光された部分に相当する暗部の境界近傍であるという条件で、欠陥は高感度に検出される。これは、境界近傍では光線が欠陥によりわずかに曲げられただけで、カメラの視野が明部から暗部、あるいは暗部から明部にずれるためである。平板の場合は線状光源とラインカメラによりこの条件が実現されるが、曲面の場合のカメラ視野は場所によりシフトしたり歪んだりしてしまう。曲面の高感度な全面検査を実現するため、どの領域も明暗近傍であるという条件を満たすストライプのような明暗パターンを照明に用いる手段がある。これには、明暗のエッジが画像に写る、背景が明部の領域と暗部の領域が混在するという問題がある。我々はこの課題を動画像の利用により克服した。

3. 検出アルゴリズム

本開発では内部欠陥の検査が主なので、透過照明による図1の構成を用いる。拡散面光源の上で明暗のストライプのパターンフィルムを等速で動かしながら、エリアカメラで連続的に画像を取得する。パターンフィルムがストライプの1位相分を動く間に画像を8枚取り込み、照明のパターンの位相がシフトした条件の画像を取得する。この方法で得られる画像は図2の取得画像に示すように、被検物すなわち欠陥候補の位置が変わらず、背景照明のストライプの位相だけが異なった画像となる。従って、例えば図2の(1)では欠陥の背景はストライプの白部分(明部)で黒い点(周辺に比べて暗く小さな値となる)だが、(3)では黒部分中の白い点(周辺より明るく、大きい値)となっている。検査領域中のどの位置においても、8枚の画像中

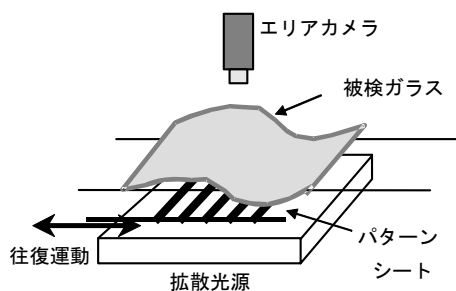


図1 検査装置の構成

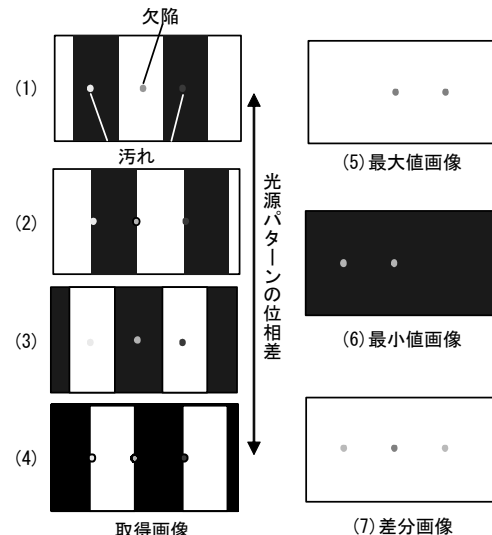


図2 処理を示すモデル図

背景が白部分となる位相条件の画像も、黒部分となる画像も必ず存在する。画像中の白部分は大きい値、黒部分は小さい値になるので、各位相条件の画像間の同一画素における最大値、最小値を算出すると、各画素の最大値を集めた最大値画像では背景が白となる条件の画像が、最小値画像では背景が黒となる画像が、取得画像中から抽出される。これらの関係は、曲面によりパターンの像が歪んでも変わらないため、曲面検査も可能な上、エッジ検出などの環境に左右される条件設定も不要である。図2の(5)(6)に示すように、泡などの屈折異常を起こす欠陥は、最大値画像と最小値画像の両方で周囲と異なる値を示して検出されるが、遮光性のものは最大値画像でのみ検出され、ある種の散乱性のものは最小値画像でのみ検出される。これらの性質を利用して、検出した点に関する最大値画像と最小値画像の値を比較すれば、光学的性質による欠陥種類の弁別が可能である。また、両画像の各画素値の差をとった差分画像を用いることにより、屈折異常に加えて遮光、散乱の欠陥候補を検出するとともに、最大値、最小値のどちらの画像でも検出される屈折異常の欠陥を、選択的に強調して検出することも可能である。

4. まとめ

複雑な設定を必要としない、高感度な曲面ガラスの検査方法を開発した。これにより、画素分解能と同程度の欠陥の確実な検出およびある範囲の欠陥と汚れ等の外乱の弁別を実現した。ただし、弁別能力などにおいて、目視検査の柔軟性に及ばない部分もある。これに関しては、十分な分解能で画像を取得できる仕様の明確化とともに、識別アルゴリズムとの組み合わせの検討が必要である。

榎澤 信 (旭硝子㈱)
(平成17年7月1日受付)