

# 物流・製鋼分野における画像センシング計測課題の見極め — ガラス部品検査における照明検討 —

[研究代表者] 塚田敏彦 (情報科学部情報科学科)  
[共同研究者] 渡辺宗一郎 (鴻池運輸(株)技術革新本部)

## 研究成果の概要

ガラス部品の検査を行うための照明系の検討を行った。検出が難しい異常部を持つガラス部品に異なる照明で照射を行い撮像された画像を目視で観察して、異常部を見つけやすい照明方法を探索した。

ガラス部品を検査するための照明系を選定するために、照明系を構築して異常サンプルに照射して画像を比較して検証した。対象とした部品の形状に依存する理由により、特定の角度依存を持つリング照明が角度依存の少ないドーム照明よりも異常の検出に優れていることが判明した。また、照射する照明の波長は、860nmを中心とした近赤外では内部の構造までもが撮像され、内部構造と異常の切り分けが困難になることも判明した。

検証の結果、対象とするガラス部品の検査ではリング照明で全波長光源を用いて行うことが効果的であることが判明した。今後は、異なる形態の異常に対する検出性能を検証して検査光学系の構築を進めていく。

研究分野：画像センシング・認識

キーワード：ガラス部品、画像検査、リング照明、波長

### 1. 研究開始当初の背景

ガラスなどを原料とする意匠部品は、機能や性能のみならず、デザイン性も重視される部品である。これらの部品は、部品の表面の傷や欠けだけでなく、内部にも気泡や異物がない状態でなくてはならない。ガラス材料は透明度が高く、表面に光沢があるために、カメラやセンサによる割れや欠け（クラック）、傷などの検出が困難である。そのためこれら部品の検査は、多くの企業で人による目視で行われている。検査員は、部品を手にとって照明を投射する角度を変えて、異常を見やすくする工夫をしている。また、1つの部品に対する検査時間を短縮する必要もある。さらに、検査者の養成に時間を要することや検査には高い集中度を要することから長時間の検査が難しい。加えて、人件費などコストの上昇も課題であり、検査の自動化が強く求められている。

ガラス部品の検査の難しさは、0.1mm以下程度の微小な異常を短時間に見つけなくてはならない点である。また、

様々な種類の異常や複雑な形状のガラス部品を検査しなくてはならない点も検査が難しい理由である。

特に画像処理による検査では、ガラスの特性として表面での光の反射と内部へ透過する光の分離も難しい課題となる。

### 2. 研究の目的

ガラス部品の画像検査に相応しい照明系を探索する。ガラス部品に生じる異常には、傷、ワレ、欠け、しわ、クラック、内部の気泡や異物と呼称されるものがある。これらを画像検査で検出するための検査用の画像としてこれらの情報をセンシング可能な撮像のための照明方法を選定することを目的とする。

### 3. 研究の方法

事前の予備検討で異常の情報を撮像することが難しいとされたワレを含むガラス部品のサンプルを選定した。照

明方法は、リング照明とドーム照明で波長を全波長と近赤外で、さらにガラスの表面反射を抑制する偏光板を用いた照明で異常部の撮像状況を目視で観察した。

図 1 に、リング照明とドーム照明の照明原理の模式図を示す。両者の照明の違いは、リング照明が特定の角度を持つ照明であることに対して、ドーム照明では角度に依存しない照明であることである。図 2 にガラス部品の外観を示す。上面は長細い 8 角形で角部は R を持つ面取りがされている。

図 3 に、リング照明で光源の波長を 860nm を中心とする近赤外で撮像した画像を、図 4 に光源波長が全波長（白色）で撮像した画像を示す。今回使用したサンプルには画像中左側の辺にワレが生じている。近赤外照明ではワレの部分の異常とともに内部構造（空洞）までが撮像されていることが分かる。内部構造と異常を見分けることが必要となる。一方、リング照明では照明角度と部品上面のカメラと正反射をなす角度を持つ輪郭の R 部分が明るく撮像され、輪郭部に生じやすいワレの検出に有効な画像が撮像されていることが分かる。

図 5 に、ドーム照明で近赤外の波長により撮像した画像を示す。近赤外波長により内部構造が撮像されており、角度に偏りがないドーム照明であるために輪郭の R 部分が特に明るく撮像されることもない。ワレの異常部分の特徴も画像に撮像されている。

図 6 に、リング照明で偏光板を用いた撮像画像を示す。照明光が散乱する異常部分が明るく撮像されていることが分かる。しかし、偏光板を透過させているためにほかの画像に比べてコントラストが低く、さらにこの画像を撮像するための露光量を確保するための露光時間も長くなり、対象が移動中の撮像ではブレの影響が懸念される。

以上の検証から、今回対象とするガラス部品の検査のためには、リング照明による全波長による照明系が異常の情報を撮像するものに向いていることが判明した。

#### 4. 研究成果

ガラス部品を検査するための照明系を選定するために、照明系を構築して異常サンプルに照射して画像を比較して検証した。対象とした部品の形状に依存する理由により、特定の角度依存を持つリング照明が角度依存の少ないドーム照明よりも異常情報の撮像に優れていることが判明

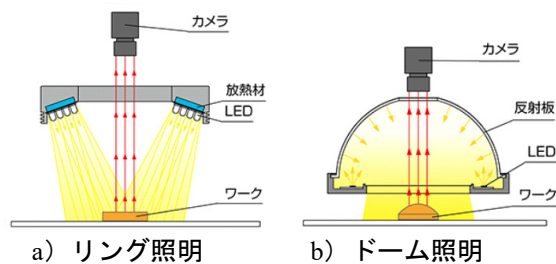


図 1. 照明の原理図



図 2. ガラス部品サンプルの外観

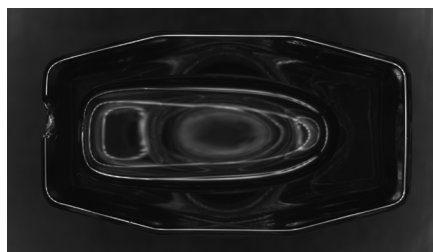


図 3. リング照明 波長 860nm



図 4. リング照明 全波長

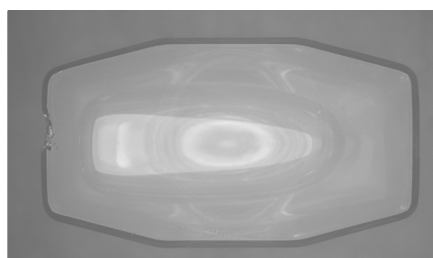


図 5. ドーム照明 波長 860nm

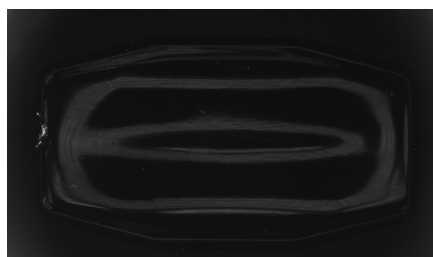


図 6. リング照明 偏光板使用

した。また、照射する照明の波長は、860nm を中心とした近赤外では内部の構造までもが撮像され、内部構造と異常の切り分けが困難になることも判明した。

検証の結果、対象とするガラス部品の検査ではリング照明で全波長光源を用いて行うことが効果的であることが判明した。今後は、異なる形態の異常に対する検出性能を検証して検査光学系の構築を進めていく。