

スクリーン版外観検査装置の研究開発

久保 敦*, 山之内清竜**, 仮屋一昭***, 戸村文男****, 山下丸男****

Development of Screen Stencil Inspection System

Atsushi KUBO, Kiyotatsu YAMANOUCHI, Kazuaki KARIYA, Fumio TOMURA and Maruo YAMASHITA

電子部品等の製造に使用されるスクリーン版の検査は、ピンホールやパターン欠損の検査に加え、開孔部の詰まりを検査することも重要である。特に透明な詰まりは、実際に印刷しないと発見できないことがある。このため、開孔部の詰まりが不透明・透明のいずれでも観察できる光学条件を検討し、得られた光学条件を採用したスクリーン版外観検査装置を開発した。この装置により開孔部の詰まりが不透明・透明のいずれでも観察でき、得られた画像データをメモリ媒体に保存することにより、外観検査装置を検査員が占有することなく、パソコンで目視検査を行うことができるようになり、検査装置の効率化を図ることにつながった。

Keyword : スクリーン版, 透明, 詰まり, 画像化

1. 緒 言

スクリーン版は、電子機器や電子部品などの実装基板の作成に使用されている。近年では、電子機器の小型化・高性能化が進み、同時に電子部品なども小型化されている。特に半導体パッケージなどに使用される高密度実装基板などの製造に使用されるスクリーン版では、さらに高精度な品質が求められている状況である。図1に一般的なスクリーン版の製造工程を示す。

- ① スクリーン（ステンレス）メッシュを適正な張力でアルミ枠に接着剤で固定する（紗張り）。
- ② スクリーンメッシュを洗浄・乾燥する。
- ③ スクリーンメッシュに感光乳剤を塗布する。
- ④ スクリーンメッシュにパターン原板を密着させ、露光し、パターンを焼き付ける。
- ⑤ 未露光部分の感光乳剤を洗浄・除去し、乾燥する。
- ⑥ 製造されたスクリーン版は、パターンの状態の検査やピンホール埋め等の補修作業を経て出荷される。

使用方法は、スクリーン版に塗布したインクをスキージで摺動させてパターンから吐出させ実装基板に印刷する。このため、ピンホールやパターン欠損の検査に加え、パターンの詰まりや付着物についての検査も重要となっている。

スクリーン版を検査する方法としては、カメラと自動ステージを利用し、印刷パターンであるメッシュ開孔部の大きさを比較して、ピンホールやパターンの欠損を検査する方法¹⁾や、その検査装置²⁾が知られているが、パターンの詰ま

りが透明である場合、検出することは難しく、実際に印刷しないと不具合を発見できない場合がある。

このため、スクリーン版のパターンに不透明、透明のいずれの詰まりや付着物があっても検出できる光学条件を把握し、その条件で画像化するスクリーン版外観検査装置を開発した。同装置により画像化したデータは、パソコンのモニターを使い、目視検査によりスクリーン版の良・不良を判定している。

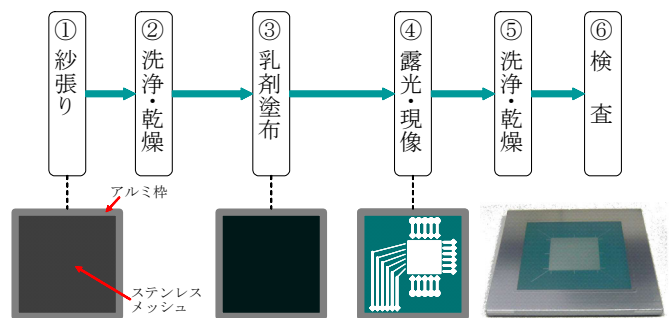


図1 一般的なスクリーン版の製造工程

2. 光学条件の検討

2.1 光源

光源は、スクリーン版の印刷パターンや詰まりを観察するため、テーブル上にセットしたスクリーン版に対し下方に配置した。光源からの光はスクリーン版を透過し、スクリーン版の上方に配置したカメラでテーブル上のスクリーン版を撮像する構成とした（図2）。

また、光源は、画像検査で一般に利用されるハロゲンランプ（以下、ハロゲン）と高周波点灯型蛍光灯（以下、蛍光灯）との2種類を検討した。

*電子部(現 生産技術部)

**素材開発部(現 地域資源部)

*** (財)かごしま産業支援センター(現 研究主幹(生産技術担当))

**** (株)アイティイー・コーポレーション

透過光の向きは、カメラとスクリーン版の検査部分とを結ぶ中心線上に配置した構成（以下、直接光）とリング状の光源を使用して中心線上からずらして配置した構成（以下、斜光）の2方向とし、直接光にはハロゲン、斜光にはリング型の光源を使用し、偏光フィルタとの組み合わせも検討した。

直接光では、パターンに詰まりがない場合、直接光がそのままカメラに入射し明るい画像が得られる。

パターンに透明な詰まりがある場合、透過光はある程度の減衰を経てカメラに到達し（図3）、パターンに不透明な詰まりがある場合、透過光は著しく減衰する。

また、斜光の場合、パターンに詰まりがない場合、カメラに直接入射せず暗い画像が得られる。パターンに透明な詰まりがある場合、詰まり内で拡散され透過光がカメラに到達し（図4）、パターンに不透明な詰まりがある場合、透過光は著しく減衰する。

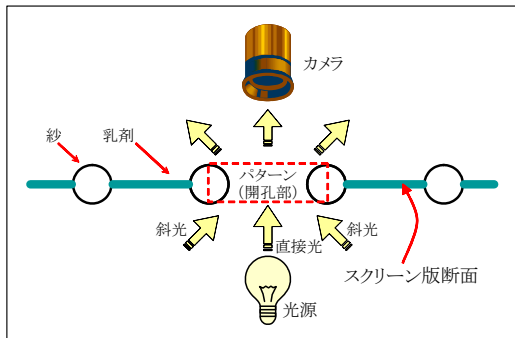


図2 光源と検査対象、カメラの位置

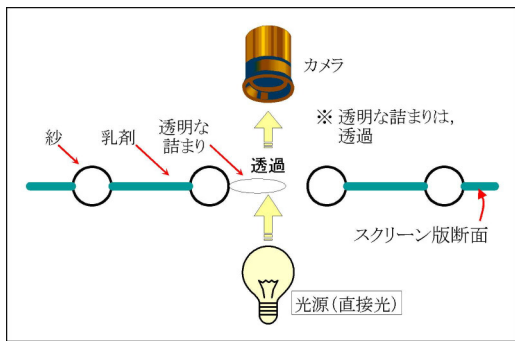


図3 光源が直接光の場合

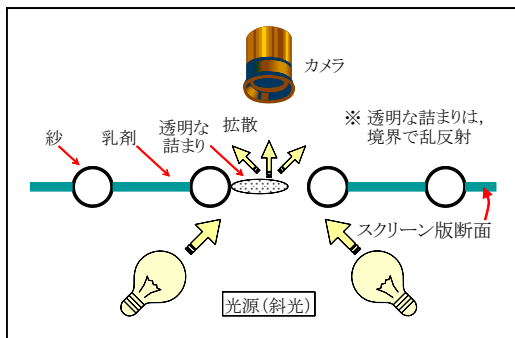


図4 光源が斜光の場合

2.2 観察結果

検討した光源の種類と透過光の向き及びその観察結果を表1に示す。

条件①は、蛍光灯・斜光、条件②は、ハロゲン・斜光、条件③は、ハロゲン・直接光、条件④は、ハロゲン+偏光フィルタ・直接光の各組み合わせである。

図5から図8に条件毎に透明な詰まりと不透明な詰まりを観察した画像例を示す。観察したスクリーン版はステンレス製の線径16 μ m、目開き35 μ mのメッシュを製版したものである。

条件①では、不透明な詰まりやパターンは、観察できているが透明な詰まりは明瞭に観察できていない（図5）。

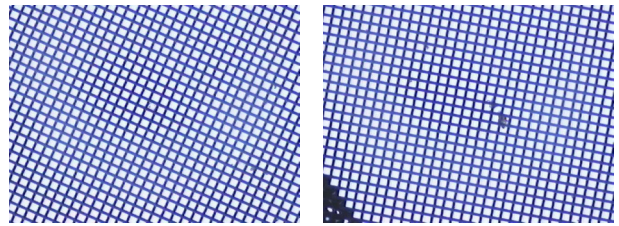


図5 条件①観察結果（左：透明、右：不透明）

条件②では透明な詰まりは、白く観察できるが、パターンが観察できない（図6）。

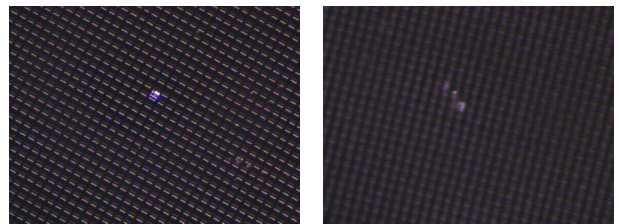


図6 条件②観察結果（左：透明、右：不透明）

条件③では、光量を微調整することで、パターン、詰まりともに観察できた（図7）。

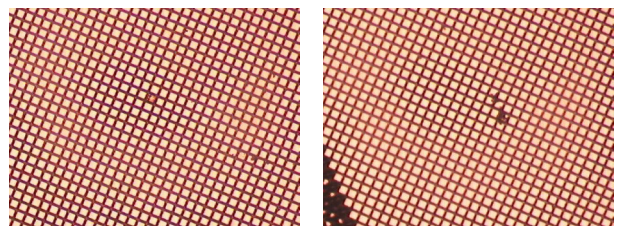


図7 条件③観察結果（左：透明、右：不透明）

条件④では、光量の微調整によらず、パターン、詰まりともに観察できた（図8）。

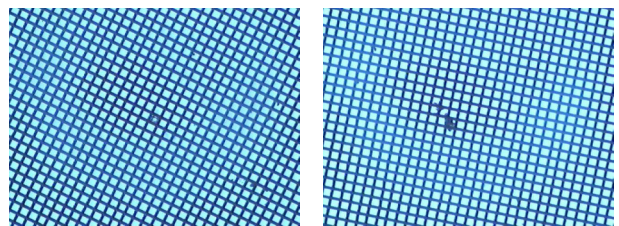


図8 条件④観察結果（左：透明、右：不透明）

表 1 光源の条件と詰まりの観察結果

光源の条件			観察結果		
種	類	構成	不透明	透明	備考
①	蛍光灯	斜光	◎	×	斜光として使えない
②	ハロゲン		×	○	パターンが観察できない
③	ハロゲン	直接光	○	○	光量の微調整が必要
④	ハロゲン + 偏光フィルタ		○	◎	偏光フィルタで光量の調整が容易

この結果から、不透明な詰まりの検出には、蛍光灯を斜光で観察する条件①が最適であったが、透明な詰まりが観察できない。ハロゲンに偏光フィルタを付加し直接光で観察する条件④が、透明な詰まりも観察できた。

開発装置には、カメラ側にも偏光フィルタを付加し、より容易に光量の調整を行うことができる構成とした。

3. 画像検査

3.1 対象画像の選定

自動ステージでスクリーン版を順次移動させ、カラーカメラで記録した画像は、検査装置ではなく、パソコンの画面で目視検査するため記録用のメモリ媒体に保存される。記録された画像にはパターンが撮影されていない画像もあり、それらの画像は目視検査の対象から除外する必要がある。200mm角のスクリーン版を横4mm、縦2.5mm間隔で観察した場合、保存される総画像数は約4,000画像となる。このうち、パターン部を100mm角とすれば、75%が検査対象ではないパターンが印刷されていない領域になる。

目視検査を行う必要のない領域の画像と、検査領域内でも検査を行う必要のない画像を除くことができれば、目視検査の効率は大幅に向上する。このため、保存された画像から、検査の対象となるパターンを含んだ画像のみを抽出する手法について検討した。

目視検査の対象画像を判別する方法として、カラー画像を赤・緑・青に色分割し、それぞれのヒストグラムを観察したところ、パターンを有する対象画像の赤のヒストグラムは最高輝度の頻度が高く（図9）、対象以外の画像では、検査対象画像と比較し、最高輝度の頻度が低い傾向であることが確認できた。

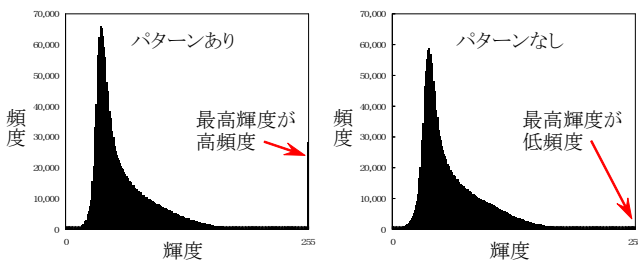


図9 開孔部の有無によるヒストグラムの違い

これは、使用したハロゲンの光源特性が赤色の領域を多く含んでおり、また、パターンは、スクリーンメッシュの

開孔部で、光がより透過するためである。このことから、赤の最高輝度の頻度をカウントすることにより対象画像かどうかの選別を行うこととした。

3.2 目視検査プログラム

パターンの詰まり等の画像検査は、作成した目視検査プログラムで検査員が行う。図10にその操作画面を示す。

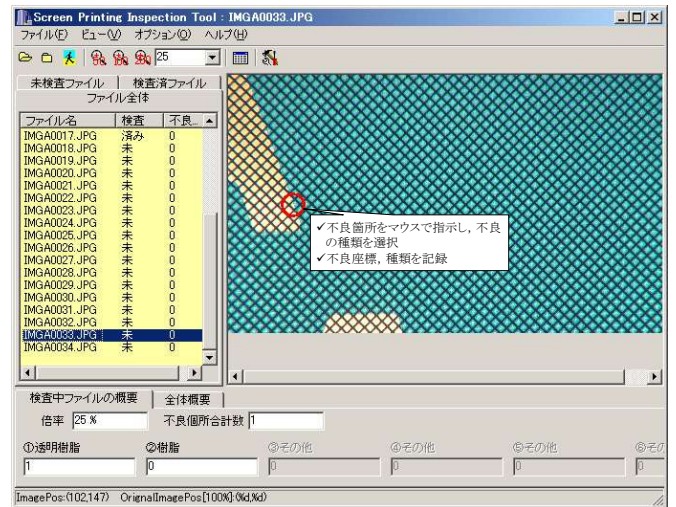


図10 目視検査プログラムの操作画面

画像データは、一枚のスクリーン版が一つのフォルダに保存され、検査結果も同じフォルダに出力する。目視検査はパソコンで行い、入力インターフェースは主にマウスを用いる作業とした。

検査員は検査する画像ファイルを選択し、適宜画像倍率を変え、検査画像を観察する。不良箇所を発見したら、マウスの右クリックで位置を指示し不良の種類を選択する。

一つの画像検査が終了したら右クリックで次の未検査の画像を検査する。

また、プログラム作成は、主に次のことに留意した。

- ・透明な詰まり、不透明な詰まりなど不良の種類を記録し、さらに他の不良も種別を登録することで、対応できるようにする。
- ・後工程の補修作業に利用するため、不良の位置データも記録できるようにする。
- ・作業者が、検査・未検査、不良の有無が簡単に分かる画面構成とし、さらに全体の不良の個数等を管理できるようにする。
- ・画像を自由に拡大または縮小し検査できるようにする。

4. 結 言

開発した検査装置外観を図11に示す。カメラに民生用のフルハイビジョンビデオカメラを採用したことで、撮像の

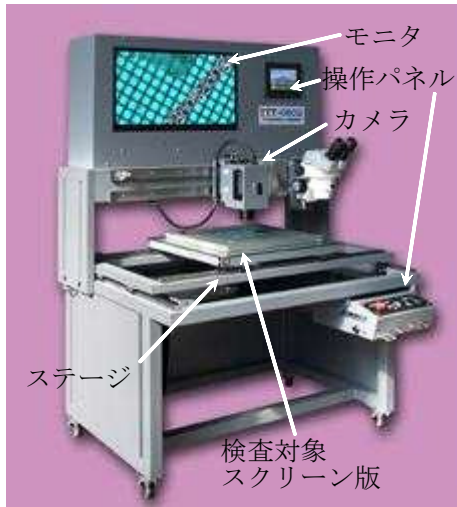


図11 検査装置外観

制御に課題を残したが、スクリーン版のパターン内の詰まりが不透明、透明のいずれの場合も容易に判別できる画像を自動取得できるようになった。このことで、感光性樹脂を扱う特殊照明のクリーンルームで行っていた目視検査を、クリーンルーム以外の事務室等で適切な照明で作業できるようになり、検査作業者の負担軽減につながった。

今後は、画像取得の高速化や自動検査などを目指し、実用化に向け取り組む必要がある。

なお、本装置の研究開発にあたっては、鹿児島県電子産業産学官共同研究開発事業を活用しており、「スクリーン製版の外観検査装置」の名称で特許出願も行っている（特開2010-89294）。

参 考 文 献

- 1) 亀井祐二：特開2003-200550
- 2) 小池俊二，佐保一成：特開平5-147187