

汎用X線装置を用いた電子部品内部観察に関する研究

生産技術部 ○瀬戸口正和, 牟禮雄二

1. はじめに

電子部品は高機能・小型化により、高密度で複雑化が進み、外観からの光学的検査のみでは品質確認が困難となっている。このため、X線を用いた内部観察が試みられている。

非破壊で小型電子部品の微細な内部構造を観察するためには、拡大撮影されたX線画像が必要であるものの、汎用のX線検査装置として普及しているミリフォーカスX線発生器での拡大撮影は、焦点投影によるボケが原因で鮮明な画像が得られない。

近年は、広いダイナミックレンジで効率よくX線透過データを取得できるX線デジタルセンサと、内部の状態を高倍率で透視観察できるX線焦点径が小さいマイクロフォーカスX線発生器から構成されたX線検査装置を利用して高精細画像による内部観察や検査が行われている。しかし、装置価格が非常に高額になることから、まだまだ普及が進んでいない状況である。このような状況の中で溶接部の検査等で一般的に普及している焦点寸法が大きい比較的安価な汎用のミリフォーカスX線検査装置で小型電子部品の内部構造が観察可能となれば、装置の利用範囲が大幅に広がる。

そこで、本研究では汎用のミリフォーカスX線発生器を使い、コリメータを介して取得する透過X線画像の改善を試みた。

2. 実験方法

2. 1 実験装置

今回撮影に使用した公称焦点寸法 $2.0 \times 2.0\text{mm}$ (旧規格IEC336) のミリフォーカスX線発生器 (フィリップス (現エクスロン) 製MG226/4.5) とデジタルX線透過データを取得するX線エリアセンサ (アールエフ製NAOMI/NX-04S) を図1に示す。

2. 2 撮影方法

X線発生器から照射されたX線は、コリメータで絞られ撮影対象物を透過してX線エリアセンサに到達し、画像表示させる。図2に示すように撮影対象物をコリメータとX線エリアセンサの間に配置し、撮影対象物の位置がX線発生器からの距離に応じて変わることによって拡大率が変化することになる。

3. 撮影結果

3. 1 透過度計の撮影

本装置の空間識別能を把握するために、針金形透過度計一般型(02S) (図3) をX線エリアセンサに近づけた等倍での撮影 (以下ベタ撮影と記す) と拡大撮影を行った。拡大撮影は、コリメータを用



図1 X線発生器及びセンサー

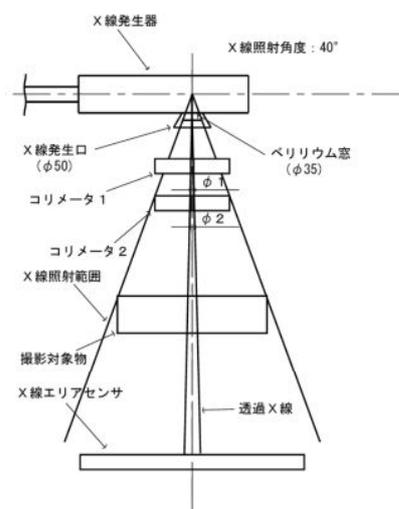


図2 撮影配置



図3 透過度計

いた撮影と用いない撮影の2方法で行った。その際、厚みに対する識別度を確認するために、板厚1mmのSUS304板を同時に写し込んで撮影を行った。また比較参考のために、焦点寸法10 μm のマイクロフォーカスX線検査装置での撮影も行った。



図4 コリメータを用いた透過度計の2倍拡大撮影

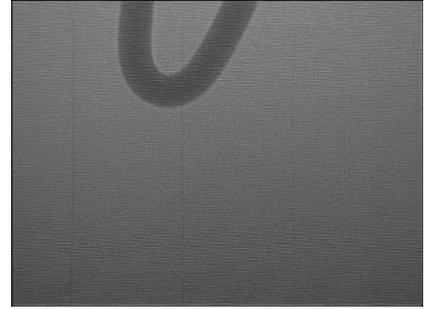


図5 マイクロフォーカスX線による透過度計の4倍拡大撮影画像

結果として、板厚1mmのSUS304板の同時撮影の場合、コリメータを用いた2倍拡大撮影で63 μm の線径が確認でき識別度6.3%であったが、4倍拡大撮影ではコリメータ自体のボケが大きく画像取得が出来なかった(図4)。

マイクロフォーカスX線検査装置では4倍拡大撮影を行うことで50 μm の線径が識別可能となり、識別度5%となった(図5)。

3.2 X線用テストチャートの撮影

本装置での画像分解能を把握するために、X線用テストチャート(TYPE11)(図6)の2倍拡大撮影を行った。

その結果、焦点ボケが大きく1.0LP/mm(500 μm)の分解能の画像(図7)であったが、コリメータを用いて撮影した場合、4.0LP/mm(125 μm)と画像分解能が向上した(図8)。

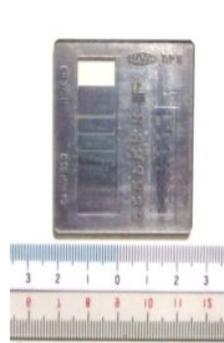


図6 テストチャート

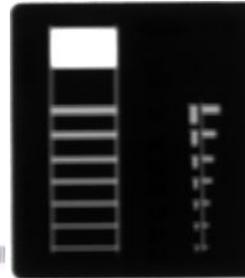


図7 テストチャートの2倍拡大撮影

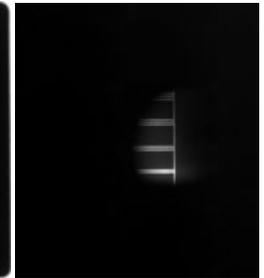


図8 コリメータを用いたテストチャートの2倍拡大撮影

3.3 ICの撮影

実際のIC(図9)の2倍拡大撮影を行った。

その結果、ベタ撮影では焦点ボケが大きくリード線も確認できない画像(図10)であったが、コリメータを用いて撮影した場合、チップ内のボンディングワイヤは確認できなかったものの周りのリード線は確認できる画像(図11)が得られた。



図9 IC

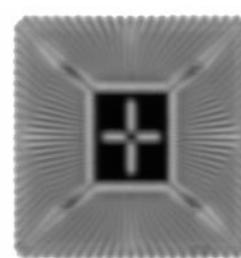


図10 ICの2倍拡大撮影

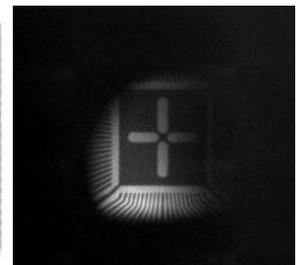


図11 コリメータを用いたICの2倍拡大撮影

4. おわりに

焦点寸法が大きいX線発生器では2倍拡大撮影でもかなりのボケ画像になるが、コリメータを用いることで、X線の照射範囲は絞られるものの、ボケが減少したX線画像を取得することができ、X線画像の改善が図られた。しかし、倍率が高くなるとコリメータ自身のボケ量が大きくなり、線量も不足する傾向があった。

なお、本研究で使用したX線画像表示装置は、JKA補助により平成21年度に導入したものである。