

Title	レーザー照射型熱画像法によるマイクロ欠陥検出プロセスに関する研究
Author(s)	岩田, 剛治
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3075115
DOI	10.11501/3075115
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	いわ 　 た 　 よし 　 はる 岩 　 田 　 剛 　 治
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 1 1 3 9 4 号
学位授与年月日	平成 6 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科溶接工学専攻
学位論文名	レーザー照射型熱画像法によるマイクロ欠陥検出プロセスに関する 研究
論文審査委員	(主査) 教授 仲田 周次 教授 井上 勝政 教授 小林紘二郎 教授 黄地 尚義 教授 座古 勝

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、現在の欠陥検査方法であるソルダの濡れの理論に基づく外観検査での欠陥検出法に代わり、接合部での内部接合状態をもとにした新たな検査方法を提案・確立することを目的としたものである。即ち、接合品質に直接関連した新しい内部検査方法として、レーザー照射型熱画像法を提案・検討・論証している。これは、マイクロ接合部表面を短時間急加熱したとき、接合部の内部状態の違いにより熱伝導、熱伝達の状態が異なることによって接合部表面の温度分布が変化するという現象に着目したもので、マイクロ接合部表面を YAG レーザにより局所的に極短時間(100ms 程度)に急加熱し、それによる接合部表面の温度変化を熱画像として記録・解析し、接合部内部および外部に存在する各種接合部欠陥の検出を行うものである。本論文は 7 章から構成されている。

第 1 章では本論文の研究目的、背景、動機及び各章の概要を述べている。

第 2 章では、表面実装プリント回路基板上の各種の接合部の内部及び外部欠陥検出の可能性を QFP のガルウィング型リードのマイクロソルダリング接合部を対象として、熱伝導解析モデルにより理論的に、また実験的に検討し、その可能性を明らかにしている。

第 3 章では、レーザー照射型熱画像法によるマイクロ接合部の欠陥検出において、QFP のガルウィング型リード接合部に存在する欠陥を分類し、未接合欠陥及びフィレットの形成度合について、レーザーを短時間照射した場合の接合部内部温度分布および表面温度分布を熱伝導解析モデルによる数値解析により欠陥検出プロセス・適正条件を明らかにしている。

第 4 章では、接合部表面に YAG レーザを照射した時の熱画像を記録するための熱画像撮像装置の赤外線受光カメラの撮像特性の解析および補正について明らかにするとともに、熱画像による欠陥検出の信頼性の向上対策、内部欠陥検出での欠陥情報抽出方法とその特性について検討し、さらにその熱画像撮像装置を用いて、実際の QFP のガルウィング型リードの接合部の熱画像を撮像し、内部欠陥の検出が可能であることを実験的に検証している。

第 5 章では、上述の欠陥検出方法をチップ部品接合部に適用し、欠陥検出プロセスについて検討し、本欠陥検出プロセスが適用できることを理論的、実験的に示している。

第 6 章では、QFP のガルウィング型リードの接合部に存在する欠陥の典型的な熱画像を対象に欠陥検出アルゴリズムを提案している。

最後に、第 7 章で本研究で得た主要な結論を総括している。

論文審査の結果の要旨

近年のエレクトロニクスの発展に伴い、電子部品・機器は益々高機能化、高集積化、高密度化しているが、機器が高集積化、高密度化するにつれて検査効率および信頼性が低下するなど人的能力による方法では電子機器でのマイクロ接合部品質確保の限界に近づいている。本論文は、現在の欠陥検査方法であるソルダのぬれの理論に基づく外観検査での欠陥検出法に代わり、接合部での内部接合状態を検出し得る新たな検査方法に関して研究したものである。本論文の成果を要約すると次の通りである。

- (1) 表面実装プリント回路基板上の各種の接合部の内部及び外部欠陥検出の可能性を、回路基板上でQFPのガルウィング型リードのマイクロソルダリング接合部を対象として、熱伝導解析モデルにより理論的に、またマイクロ接合部およびマイクロ接着部を対象として実験的に検討し、接合界面の情報を検出し得ることを明らかにしている。
- (2) レーザ照射型熱画像法によるマイクロ接合部の欠陥検出において、QFPのガルウィング型リード接合部に存在する欠陥を分類し、未接合欠陥およびフィレットの形成度合について、レーザを短時間照射した場合の接合部内部温度分布および表面温度分布を熱伝導解析モデルによる数値解析により基本的な欠陥検出プロセスおよび適正条件の選定方法の基本概念を明らかにしている。
- (3) 接合部表面に極短時間YAGレーザを照射した時の熱画像を記録するための熱画像撮像装置の赤外線受光カメラの撮像特性の解析および温度補正法について明らかにするとともに、その熱画像撮像装置を用いて、実際のQFPのガルウィング型リードの接合部の熱画像を撮像し、直径 $130\mu\text{m}$ 人工欠陥を有する接着接合部および厚さ $150\mu\text{m}$ の同合金リードのソルダリング接合部での内部検出で、未接合欠陥の寸法および位置が $\pm 10\%$ の精度で検出し得ることを実証している。さらに、ソルダリング接合部でのフィレット形成度の検出について検討し、接合部の先端部、中央部およびヒール部の三点の温度を計測・演算することによりフィレット形成度 — フィレット長さ、リード・ランド間角度、平均ソルダ厚さを検出し得ることを明らかにしている。
- (4) 上述の欠陥検出法をチップ部品のソルダリング接合部に適用した場合の欠陥検出プロセスについて検討し、本欠陥検出プロセスが適用できる事を理論的、実験的に示している。

以上のように、本論文は、プリント回路基板上でのマイクロ接合部表面をYAGレーザにより局所的に極短時間(100ms程度)に急加熱し、それによる接合部表面の温度変化を熱画像として記録・解析し、接合部内部および外部に存在する各種接合部欠陥の検出を行う接合品質に直接関連した新しい内部検査方法として、レーザ照射型熱画像法を提案し、接合部内部のマイクロ欠陥の検出可能性を実証、さらに検査条件の選定に関する基本概念、欠陥寸法・欠陥位置の計測方法、さらにリード材料の熱的特性の欠陥検出特性への影響を論証し、最後に欠陥検出アルゴリズムを提案しており、溶接・接合工学および実装技術の発展に貢献するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。