

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	半導体パッケージNSMDはんだ接続部の疲労強度評価
Title(English)	
著者(和文)	中 康弘
Author(English)	Yasuhiro Naka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4090号, 授与年月日:2013年9月30日, 学位の種別:論文博士, 審査員:轟 章,中村 春夫,井上 裕嗣,因幡 和晃,水谷 義弘
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4090号, Conferred date:2013/9/30, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:AKIRA TODOROKI,HARUO NAKAMURA,HIROTSUGU INOUE,Kazuaki Inaba,yoshihiro mizutani
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論 文 要 旨 (和文2000字程度)

(Summary)

報告番号	乙 第	号	氏 名	中 康弘
(要 旨) 近年の電子情報機器の高機能・小型化に伴い、これらに搭載される半導体パッケージでは、はんだ接続部の多ピン化、微細・狭ピッチ化が進み、より高密度な実装が行われている。さらに、自動車搭載部品に代表される過酷環境下での使用機会も増加していることから、熱負荷によるはんだ接続部への負荷は増大する傾向にある。そのため、はんだ接続部の長期信頼性確保が半導体製品の重要課題となっている。本研究では、半導体パッケージの温度サイクルに対するはんだ接続部疲労寿命を向上させる構造である、NSMD 接続構造の疲労強度評価手法を検討した。 従来の SMD 接続部では、応力は、はんだのくびれ部に集中し、破壊は常にはんだ部で発生するのに対し、NSMD 接続部では、その特殊な構造のため応力がはんだ部だけでなく、基材（基板樹脂材料）部や接続パッドからの引出し配線部に分散されるため、長寿命になると考えられる。一方で、NSMD 接続構造の場合、破壊は基材部やパッド引出し配線部でも発生する場合があるため、その寿命を評価するための新たな手法の確立が課題であった。さらに、破壊がはんだで発生する場合も、SMD 接続部の場合とはき裂進展挙動が異なるために、従来の SMD の場合の評価手法では寿命予測ができなかった。そこで、本研究では、NSMD 接続部のはんだとパッド引出し配線を模擬した試験片に対し機械的疲労試験を実施し、その破壊メカニズムを実験的に検証するとともに、製品の設計段階から NSMD 接続部寿命を簡便に評価できる手法として、NSMD 接続部のはんだと、パッド引き出し配線の疲労強度評価手法を確立することを目的として検討を行った。 さらに、疲労強度評価で必要となる NSMD 接続部の応力やひずみを有限要素法で解析する手法として「ズーミング解析」を開発し、適用することとした。ズーミング解析とは、全体モデルの粗計算結果を、部分モデルの境界条件として取込み、微細評価部の詳細解析を行う手法である。NSMD 接続部の場合、その構造の特殊性から、SMD では解析モデルで省略することが可能だったパッド引き出し配線までを含めてモデル化する必要があるが、配線構造全体を含めて全体をモデル化した場合、計算規模が膨大となる。これに対し、ズーミング解析を適用すれば、全体モデルでは配線部等を省略し、評価したいはんだ接続部のみを部分モデルとして配線まで詳細にモデル化すれば良いため、比較的小規模なモデルで解析することが可能となる。 第1章「緒論」では、以上の本研究の背景と課題、本研究の進め方について詳しく述べた。 第2章「ズーミング解析手法開発と磁気ディスク装置 GMR ヘッド薄膜積層解析での検証」では、開発した薄膜積層解析に適用可能なズーミング解析手法の概要を述べ、さらに同手法を磁気ディスク装置用 GMR ヘッド応力解析に適用し、実用上十分な精度で解析可能であることを確認した。 第3章「半導体パッケージはんだ接続部弾塑性解析でのズーミング解析手法検証」では、ズーミング				

解析手法を、より大きな変形を生じる半導体パッケージ従来SMDはんだ接続部の解析に適用し、より精度良く解析するためのノウハウを明らかにするとともに、実験結果とも比較し、ズームングを適用しない従来解析の場合と同様な精度で解析可能であることを確認した。

第4章「NSMDはんだ接続部の疲労強度評価」では、NSMDはんだ接続部の疲労強度評価手法を検討した。NSMDはんだ接続部を模擬した試験片に対し機械的せん断疲労試験を実施し、NSMDの寿命が従来のSMDの場合よりも長寿命となる傾向をせん断試験でも確認するとともに、NSMDはんだ接続部のき裂進展挙動を実験で明らかにし、NSMDがSMDよりも長寿命となるメカニズムを実証した。さらに、せん断試験で取得した疲労寿命線図を用いて、開発したズームング解析手法により解析した実機NSMDはんだ接続部のひずみ値から、実機パッケージの寿命を実用上十分な精度で簡便に予測する手法を確立した。

第5章「NSMDはんだ接続部パッド引出し配線の疲労強度評価」では、NSMDはんだ接続部パッド引き出し配線の疲労強度評価手法を検討した。基板上に配線を形成した試験片に対し3点曲げ疲労試験を実施し、配線の疲労寿命データを取得した。そして、その取得データを用いて、ズームング解析により求めた実機パッケージパッド引き出し配線部の塑性ひずみから、実機の温度サイクル寿命を予測する手法を確立した。

第6章「結論」では、本研究で得られた結論をまとめた。本研究成果により、従来SMD接続構造と比較して難しかったNSMDの信頼性設計を容易にし、NSMD接続構造の適用を拡大させて半導体パッケージ信頼性向上に貢献することができると考える。