

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)   | Naka Yasuhiro                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:乙第4090号,<br>授与年月日:2013年9月30日,<br>学位の種別:論文博士,<br>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),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:乙第4090号,<br>Conferred date:2013/9/30,<br>Degree Type:Thesis doctor,<br>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)            | 審査の要旨                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Type(English)     | Exam Summary                                                                                                                                                                                                                                                            |

## 論文審査の要旨及び審査員

(2000 字程度)

| 報告番号  | 乙第 | 号    | 学位申請者 | 中 康弘 |     |
|-------|----|------|-------|------|-----|
| 論文審査員 | 氏名 |      | 職名    | 氏名   | 職名  |
|       | 主査 | 轟 章  | 教授    | 水谷義弘 | 准教授 |
|       |    | 中村春夫 | 教授    | 因幡和晃 | 准教授 |
|       |    | 井上裕嗣 | 教授    |      |     |

本論文は「半導体パッケージ NSMD はんだ接続部の疲労強度評価」と題し、以下の 6 章で構成されている。

第 1 章「緒論」では、半導体パッケージにおいて、はんだ接続部の多ピン化、微細・狭ピッチ化が進み、過酷環境下での使用も増加していることから、熱負荷によるはんだ接続部の疲労破壊が増大する懸念があるが、従来の SMD (Surface Mount Device) 接続部では破壊は常にはんだ部で発生するのに対し、NSMD (Non Solder Mask Defined) 接続部では、基材部やパッド引出し配線部でも発生する場合があると述べている。このため、従来の SMD の場合の評価手法では寿命予測ができず、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本研究の目的としている。

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、NSMD 接続部を疲労強度解析する際に必要な有限要素解析手法としてズーミング解析を適用することとし、その有効性を磁気ディスク GMR (Giant Magneto-Resistive) ヘッド薄膜積層解析で実証している。NSMD 接続部の場合、その構造の特殊性から、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ことから、ズーミング手法の適用性を検討している。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ている。

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、2 章で検証した半導体レベルの製品への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である従来 SMD はんだ接続部の解析に適用し、全体モデルはんだ部高さ方向の分割数を 3 要素以上とすれば、この部分モデルを要素 1 個分のみとしたモデル化で比較的高い精度が得られることを明らかにし、ズーミング解析によるはんだ接続部塑性ひずみの解析結果が、従来のズーミングを行わない場合の詳細解析結果に対し、10%程度の誤差で一致することを確認するとともに、実験結果と比較して有効性の確認を実施している。

第 4 章「NSMD はんだ接続部の疲労寿命評価」では、NSMD はんだ接続部の疲労強度評価手法を検討している。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実験的に確認するとともに、NSMD はんだ接続部のき裂進展挙動を実験的に明らかにし、NSMD が SMD よりも長寿命となるメカニズムを示している。さらに、開発したズーミング解析手法を活用し、取得した疲労寿命線図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明らかにしている。

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ている。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、ズーミング解析により求めた配線部の塑性ひずみと対比した結果、取得した配線の疲労寿命線図を用いて実機パッケージパッド引出し配線の温度サイクル寿命を塑性ひずみで予測できることを明らかにし、半導体パッケージ NSMD はんだ接合部の疲労強度評価手法を確立している。

第 6 章「結論」では、第 2 章から第 5 章で得られた結果を総括し、本論文の結論をまとめている。

以上を要するに本論文は、半導体パッケージ NSMD はんだ接続部の疲労強度評価を解析的、実験的に検討し、実機 NSMD はんだ接合部の塑性ひずみを用いた疲労強度予測手法を示したもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は、博士 (工学) の学位論文として、十分な価値があるものと認められる。