

鉛フリーはんだ接合部の応力・非線形ひずみ振幅評価に及ぼす硬化則の影響

金 道燮*, 于 強**, 澁谷 忠弘**, 白鳥 正樹**

Nonlinear Behavior Study on Effect of Hardening Rule of Lead Free Solder Joint

Do-Seop KIM*, Qiang YU**, Tadahiro SHIBUTANI** and Masaki SHIRATORI**

*横浜国立大学大学院工学府システム統合工学専攻機械システム工学コース (〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)

**横浜国立大学大学院工学研究院システムの創生部門システムのデザイン分野 (〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)

*Department of Mechanical Engineering, Division of Systems Integration, Graduate School of Engineering, Yokohama National University (79-5 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 240-8501)

**Department of Systems Design, Division of Systems Research, Faculty of Engineering, Yokohama National University (79-5 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama-shi, Kanagawa 240-8501)

概要 本研究では鉛フリーはんだ接合部の機械的疲労試験と有限要素法(FEM)解析を用いて、鉛フリーはんだ接合部の応力・非線形ひずみの評価における硬化則の影響を調べた。機械的せん断疲労試験の結果から、Sn-3.5Ag-0.75CuとSn-8Zn-3Biはんだは移動硬化の硬化特性を示していることが確認された。機械的負荷と温度サイクル負荷の解析において、等硬化則と移動硬化則による非線形ひずみ振幅の誤差が大きくても15%程度で、接合部の疲労寿命評価にそれほど大きな影響を与えないと考えられる。また、応力の評価において、機械的負荷解析では両硬化則の誤差が40%まで大きくなる。しかし、機械的負荷解析と温度サイクル解析において移動硬化則を適用し、負荷時にはクリープを考慮せず保持時間のみクリープを考慮した弾塑性・クリープ解析を行うと、収束性に問題なく応力・非線形ひずみの評価における誤差が10%以下の精度のよい結果が得られる。

Abstract

In this paper, the effect of hardening rule on stress and nonlinear strain estimation for lead free solder joint is examined using mechanical fatigue test and FEM analysis. From the results of mechanical shear cyclic test, it turns out that Sn-3.5Ag-75Cu and Sn-8Zn-3Bi solder show remarkable hardening characteristic of kinematic hardening. Based upon the FEM analytical results with mechanical and thermal cyclic loading conditions, it is shown that the hardening rule may cause 15% error at the most in evaluation of non-linear strain in solder joint and this degree of error will not significantly affect the fatigue strength evaluation of solder joint. And the error of maximum stress in solder joint between the both hardening rules increases to 40% for the mechanical loading case. However, the error in the evaluation of stress and nonlinear strain is 10% or less, when elasto-plasticity and creep analysis in which considered the kinematic hardening law in loading and holding time, but the creep only in holding time is carried out.

Key Words: Lead-Free Solder, Mechanical Shear Fatigue Test, Isotropic Hardening Rule, Kinematic Hardening Rule, FEM