

Thermal Fatigue Life Simulation for Sn-Ag-Cu Lead-Free Solder Joints

Hiroyuki TAKAHASHI*, Takashi KAWAKAMI*, Minoru MUKAI* and Nobutada OHNO**

Sn-Ag-Cu 鉛フリーはんだ接合部の熱疲労寿命シミュレーション

高橋 浩之*, 川上 崇*, 向井 稔*, 大野 信忠**

*株式会社東芝研究開発センター (〒212-8582 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1)

**名古屋大学工学研究科 (〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町)

*Corporate Research & Development Center, Toshiba Corporation (1 Komukai-Toshiba-cho, Saiwai-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 212-8582)

**Department of Mechanical Engineering, Nagoya University (Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya-shi, Aichi 464-8603)

概要 はんだの鉛フリー化にあたっては、熱疲労などの長期信頼性の評価が重要な課題となっている。本報では非弾性構成式を用いたSn-Ag-Cu鉛フリーはんだ接合部の熱疲労寿命評価法に関して検討を行った。まず有限要素解析で用いる非弾性構成式のモデル化を行うために、引張試験と定荷重クリープ試験を実施し、Sn-Ag-Cu鉛フリーはんだの機械的特性を検討した。次に非弾性構成式の検討を行った。モデル化の方法としては、非弾性ひずみ速度を負荷応力に依存する定常成分と、負荷応力と背応力の差に依存する過渡成分に分離して定式化を行った。最後に、本非弾性構成式の適用性を検証するために、QFPのはんだ接合部を対象に有限要素解析を行った。その結果、疲労き裂発生寿命の予測値は、QFPを用いた実際の温度サイクル試験結果とよく一致した。

Abstract

A key issue in using alternative lead-free solder is the evaluation of long-term reliability, such as thermal fatigue. In this paper, an estimation method for the thermal fatigue of Sn-Ag-Cu lead-free solder joints using an inelastic constitutive model was studied. First, the mechanical properties of Sn-Ag-Cu lead-free solders were investigated in order to model the inelastic constitutive equation for finite element analysis. Tensile tests and constant load creep tests were carried out. Next, an inelastic constitutive model was investigated. In the modeling, the inelastic strain rate was decomposed into the steady-state part depending on applied stress and the transient part driven by the difference between applied stress and back stress. Finally, in order to investigate the applicability of the proposed constitutive model for Sn-Ag-Cu lead-free solder, finite element analysis was carried out for the solder joints in a quad flat package. The estimation for the fatigue crack initiation was in good agreement with the actual thermal cycle tests for the quad flat package.

Key Words: Lead-Free Solder, Sn-Ag-Cu, Thermal Fatigue, Mechanical Property, Finite Element Analysis