

電子デバイス用はんだの熱疲労試験装置の開発

(株)島津製作所 堀川 純 立命館大学 坂根 政男
石川工業高等専門学校 旭吉 雅健 福井大学 伊藤 隆基

1 はじめに

電子デバイスのはんだ接合部では、被接合部材間の熱膨張係数の差に起因して温度変動下でひずみの繰返しに伴う損傷、すなわち、熱疲労損傷が生じる。したがって、はんだ接合部の信頼性評価のためには、はんだの熱疲労に関する強度評価法の開発が重要である。しかし、低融点であるはんだの熱疲労試験を実施できる試験装置が市場にないため、 -40°C から 150°C の温度域での試験を可能とするはんだ用熱疲労試験装置を開発した。

2 熱疲労試験装置の概要

島津サーボパルサーシリーズの標準的の本体である E50kN 型 (荷重容量 10kN, アクチュエータストローク $\pm 50\text{mm}$) に温度制御装置を取付けることによって熱疲労試験を可能とした (図 1)。はんだの熱疲労試験では、一般耐熱材料の熱疲労試験とは大きく異なり、温度範囲の下限はサブゼロの温度域が要求される。今回開発した熱疲労試験装置では、 -40°C ~ 150°C の温度範囲の熱疲労試験が可能である。

加熱には 5kW の高周波誘導加熱装置を用い、出力を PID で調整して高温側の温度を制御する。低温側の温度制御には、コンプレッサーおよび 2 元冷凍式冷風発生装置を採用した。電磁弁の開閉で降温過程の途中から試験槽内の試験片に冷風を吹付けることによって -20°C までの冷却を可能とした。さらに、冷風中に液体窒素を滴下することによって試験片を -40°C まで冷却することも可能であり、広範囲の試験温度に対応することができる。液体窒素の使用なしでも -20°C までの試験温度を実現しており、経済的であることも本装置の大きなメリットである。また、本試験装置での昇降温速度は $1^{\circ}\text{C}/\text{s}$ が可能である。

制御装置 (SHIMADZU 4890 型) および GLUON 熱疲労試験ソフトウェアにより、機械的ひずみと温度との位相差を任意に設定することができる。すなわち、目的に応じた in-phase 型 (同位相)、out-of-phase 型 (位相差 180°)、ダイヤモンド型 (位相差 $0 \sim 180^{\circ}$) の試験実施が可能である。また、熱ひずみ補正機能も備えており、機械的ひずみ範囲が一定の試験や拘束率一定の試験もデジタル制御によって容易に行うことができる。

3 熱疲労試験結果の一例

試験温度 -20°C ~ 150°C 、機械的ひずみ範囲が 1.5% での in-phase 型の熱疲労試験を行った。図 2 は 1 サイクル中の試験片温度、全ひずみ、機械的ひずみの時間経過に伴う変化を示したものである。中点温度の 65°C から 150°C まで升温し、その後の温度降下時の 60°C で電磁弁を開放

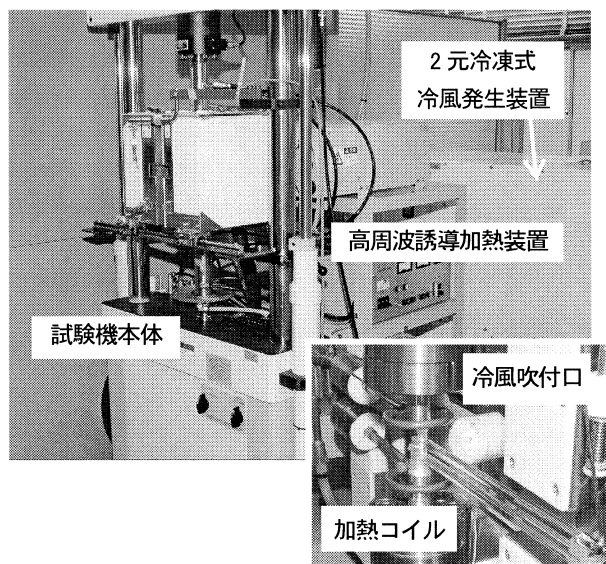


図 1 熱疲労試験装置外観および試験槽内部写真

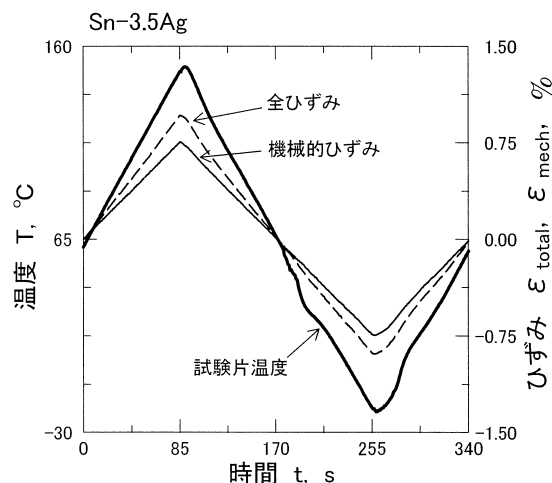


図 2 試験片温度・全ひずみ・機械的ひずみ波形

して冷風を吹付けたが、温度プロファイルには大きな乱れもなく、試験片は目標である -20°C まで冷却されている。全ひずみから熱ひずみを差し引いた機械的ひずみも、熱ひずみ補正機能によって目標通りのきれいな三角波を実現できている。今後、今回開発した装置を用いて、種々のはんだについて熱疲労試験のデータ取得を行う予定である。