

はんだ接合部の熱疲労寿命に及ぼす 製造ばらつきの影響に関する研究

機械システム課 佐山利彦 コーセル(株) 岡本佳之 島野和良

1. はじめに

電子基板の信頼性にとって、熱疲労は非常に大きな問題の一つであり、構造解析による信頼性評価が少しずつ実施されるようになってきた。しかし、設計段階で構造解析を実施する場合は、形状などが平均値を用いて定められるだけであり、はんだ付けやデバイスの形状、さらには物性値のばらつきなど、製造時に導入される不確定因子をまったく考慮してこなかった。本研究では、電子基板の典型的な実装形態を対象とし、構造解析技術および統計的手法を適用して、熱疲労破壊寿命についての安全率を評価し、基板の設計基準、あるいは設計データベースに反映させることを目的とする。

2. 製造ばらつき因子の寄与率の評価

はんだ接合部における熱疲労損傷の事例が最も多いチップ抵抗を表面実装した基板を例にとり、CAEによる構造解析の手法を適用して、各因子の変動によるはんだ接合部でのひずみの変化量から各因子の影響度を求めた。図1は、各因子について、その影響度(標準偏回帰係数)を比較したものを示す。その結果、はんだ形状では、チップ下部のはんだ厚みが決定的な因子であり、チップ抵抗のスタンドオフ高さを管理することの重要性が明らかとなった。さらに、熱的な変形物性としては、基板側に使用されている材料の線膨張係数や縦弾性係数が大きな因子であり、チップ部品だけでなく基板の材料物性も含めた管理が必要であることも分かった。

3. 累積損傷確率の低減

各因子の変動を正規分布と仮定し、モンテカル

ロシミュレーション(5万回の試行)を実施して、はんだ接合部の疲労に対する累積損傷確率の分布を決定した。この分布に基づき、保証サイクル数における累積損傷確率をppmオーダーまで低減させるために、スタンドオフ高さおよび部品の材料物性の管理に求められる基準を明らかにすることができた。さらに、これらの因子を制御すべく基板のパターン設計に反映する方法を考案、評価し、設計データベース化した。例えば、はんだ接合部形状は、制御が困難な因子であるが、基板のパッド間隔やレジスト厚みを変えることにより、スタンドオフ高さを管理することが可能となる。

4. まとめ

チップ抵抗を表面実装した基板を例にとり、はんだやデバイスの形状、構成材料の物性値など、製造時に導入される不確定因子が、基板の強度信頼性に与える影響度を評価した。すなわち、CAEによる構造解析の手法を適用し、ひずみや応力に現れる各種因子の影響度を定量化した。これにより、疲労損傷の累積確率を低減させるための実装および部品管理の指針を示すことができた。

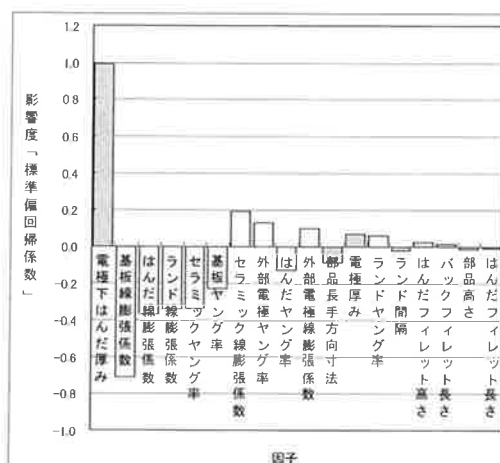


図1 各因子の影響度の比較