

in-situ 実装ひずみモニタリングによる 超音波フリップチップ接合挙動の可視化

パナソニック ホールディングス株式会社 生田 敬子、糸井 清一、櫻井 大輔
パナソニックコネクタ株式会社 常政 慧
九州大学 浅野 種正

DX 加速による大容量・高速通信に対応するため、センサ・通信用デバイスでは半導体チップ間を複数個の bumps を介して接合し配線距離を短くする三次元積層化が進んでいる。接合法には、超音波振動により bumps と電極を固相拡散接合する超音波フリップチップ接合があり、信頼性・生産性の観点で有用である。しかし、機械的強度の低い小型・薄型素子では低荷重・低超音波出力での実装となり、素子・基板の反りや電極の清浄度等のバラつき、プロセス値のバラつきによって接合品質が不安定化し、様々な条件における接合強度を取得してプロセスウインドウを確保する従来の方法では実装条件の導出が困難になってきている。

これらの問題を解決するため、筆者らは、半導体ひずみセンサを用いて実装工程中の加工点のひずみを測定する in-situ 実装ひずみモニタリングシステムの開発を行っている。本研究では、in-situ 実装ひずみモニタリングによって取得した超音波フリップチップ接合のひずみ波形を分析し、ひずみ波形と接合強度や bumps の変形挙動との相関性を明らかにすることを目的とした。

bumps 接合部のミクロな物理挙動を感知する 2 軸ひずみセンサ内蔵チップを開発し、bumps 接合面直下の振動方向と垂直方向のひずみを測定し、以下の知見を得た。

bumps 接合面中央の z 方向垂直ひずみ ϵ_z は、超音波振動の印加に伴い圧縮ひずみが緩和し、その緩和量と緩和速度から bumps の潰れ変形挙動が推定できることが分かった。また bumps の潰れ変形が大きいほど、接合面外周の x 方向垂直ひずみ ϵ_x の振幅の経時変化が大きいことが分かった。さらに、接合が進むにつれて実装ヘッドと素子間に滑りが生じて振動方向ひずみの波形がゆがんでいく傾向を見出し、ゆがみ量と関係がある高調波スペクトルの大小関係と接合強度に相関性があることが学習アルゴリズムを用いた検証により示された。