

# 半導体パッケージ用液状封止材の評価・解析技術

## Techniques for Analyzing Underfill Materials for Semiconductor Packages

鈴木 直也 Naoya Suzuki  
新事業本部 筑波総合研究所

### 1 概要

半導体パッケージの微細化・薄型化に伴って、パッケージ反りや接続信頼性の要求を満足することが難しくなっている。そのため、パッケージ反りや温度サイクル時のバンプ歪を高精度に予測し、改良指針を材料設計にフィードバックすることが重要となる。

本報では、FC-BGA (Flip Chip-Ball Grid Array)を対象に、アンダーフィル材の影響を評価および解析し、パッケージ反りやバンプ歪解析の高精度化を図った。以下、結果を詳細に述べる。

Semiconductor packages tend to become miniaturized and thinner. In parallel, problems such as increasing package warpage or depression in interconnection reliability are exposed. Therefore, it is important to predict warpage and bump strain with a high degree of accuracy and to implement these predictions in the design of material properties. In this work, we focused on underfill materials for FC-BGA. We simulated and evaluated the influence of material property. As a result, we improved analysis precision in terms of warpage and bump strain.

### 2 本技術の特長

- ・アンダーフィル材の粘弾性挙動を考慮することで、パッケージ反りを高精度に予測できる。
- ・接続信頼性評価と歪解析から算出した疲労寿命則により、バンプの寿命予測が可能になる。

### 3 研究の経緯

FC-BGAの構造を図1に示す。FC-BGAは、役割の異なる多数の材料から構成されている。チップサイズやバンプピッチは、それぞれ大型化・狭ピッチ化する傾向にあり、反りの増大や接続信頼性の低下が懸念される。また、狭ピッチ化に伴って、チップと基板の間隔(ギャップ)も狭くなり、ポイド(気泡)なくアンダーフィル材を充填することが難しくなっている。このような背景から、高精度な評価および解析技術による改良指針の早期提案が求められている。

そこで、FC-BGAを対象にアンダーフィル材の影響を解析するとともに、TEG (Test Element Group) 評価による解析結果の検証を行い、パッケージ反りやバンプ歪解析の高精度化を図ることとした。

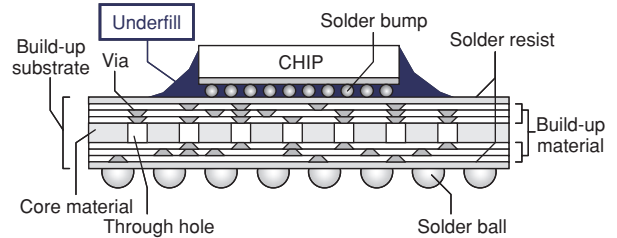


図1 FC-BGAの構造  
Fig. 1 Structure of FC-BGA

### 4 技術内容

#### (1) 評価および解析方法

図2にパッケージ反りおよび温度サイクル性評価に用いたFC-BGAの外観を、表1に仕様概略を示す。

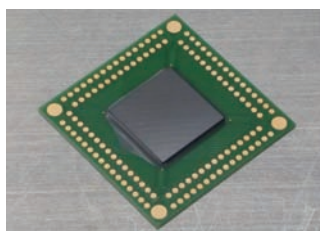


図2 評価に用いたFC-BGAの外観  
Fig. 2 Overview of FC-BGA for evaluation

表1 評価に用いたFC-BGAの仕様  
Table 1 Specifications of FC-BGA for evaluation

Item	Specification
Chip size	20.0×20.0×0.8 mm
Bump pitch	150 μm pitch area array
Bump count	16900 bumps
Substrate size	45.0×45.0×0.9 mm
Underfill	CEL-C-3730S
Core material	E-700G(R)
Solder resist	SR7300G

図3に解析モデルを示す。本モデルを用いてパッケージ反りおよび温度サイクル時のバンプ歪を解析した。図4に解析に入力したアンダーフィル材の物性を示す。各周波数での粘弾性測定結果を用いてマスターカーブを作成し、解析に導入した。

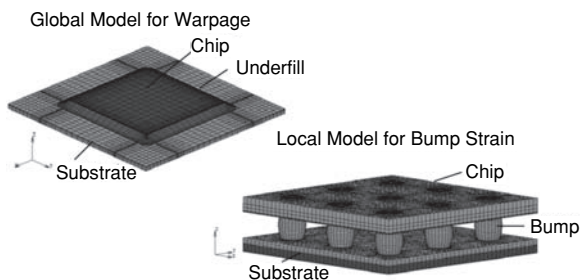


図3 解析モデル

Fig. 3 Simulation model for FEM analysis

## (2) 検討結果

図5にパッケージ反りの評価結果と解析結果との比較を示す。粘弾性解析結果は実測結果と各温度で精度良く一致している。このことから、パッケージ反り解析の高精度化には、アンダーフィル材の粘弾性挙動を考慮することが有効である。

図6に温度サイクル時のバンプ歪解析事例を示す。バンプ歪はチップ端部で大きくなる傾向にある。そこで、各種アンダーフィル材について、チップ端部のバンプ歪と接続信頼性の関係を調べた。結果を図7に示す。バンプ歪が小さくなるに従って、接続信頼性が向上することがわかる。この結果から、バンプの疲労寿命則を導出し、バンプの寿命予測が可能となった。

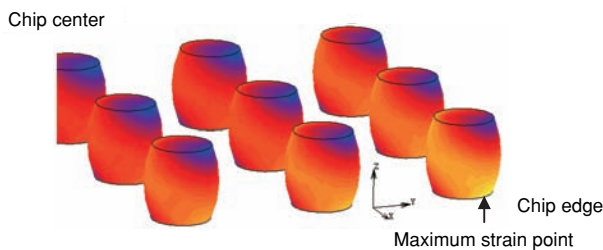


図6 バンプ歪解析事例

Fig. 6 Illustration of bump strain simulation

今後、本評価・解析技術を後工程および前工程材料の高信頼化設計に活用するとともに、応力および樹脂流動の評価・解析技術を構築する。

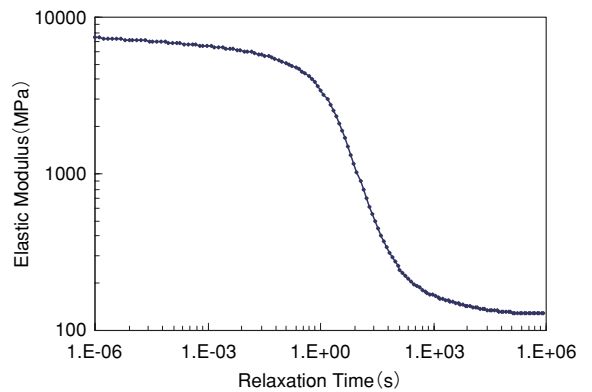


図4 解析に入力したアンダーフィル材の物性

Fig. 4 Underfill property imported to simulation

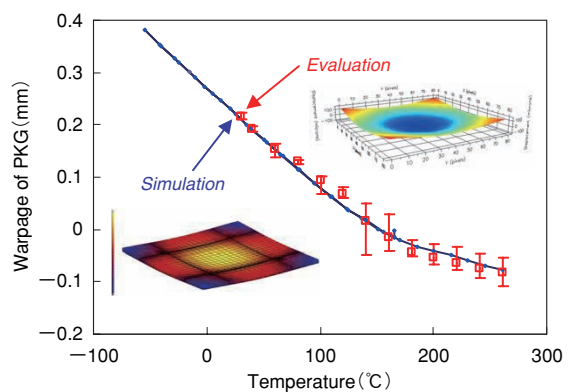


図5 評価結果と解析結果の比較

Fig. 5 Comparison of warpage with simulation and evaluation

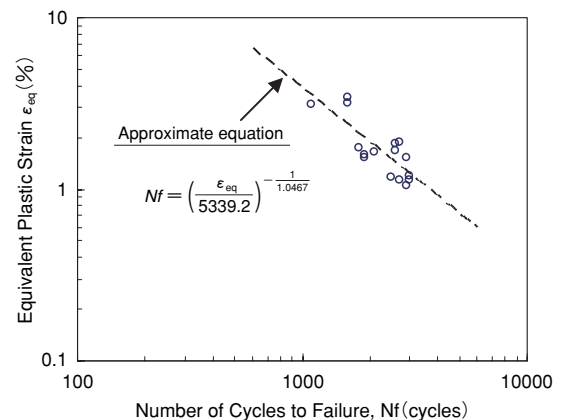


図7 バンプ歪と接続信頼性の関係

Fig. 7 Relationship between bump strain & reliability

## 5 今後の展開

- ・半導体パッケージ用材料のMSS(Material System Solution)推進
- ・応力および樹脂流動の評価・解析技術の構築

### 【参考文献】

- 1) 村上謙吉：レオロジー基礎論，pp.151-161(2008)
- 2) John H. Lau：Flip Chip Technologies, pp.26-61(1998)