

212 異方導電性接着剤を用いた素子接合部の接合安定性

姫路工業大学 ○瀬尾健二, 日下正広, 木村真晃, 安圭栢

Reliability of Microjoints with Anisotropic Conductive Adhesive

by SEO Kenji, KUSAKA Masahiro, KIMURA Masaaki and AN Gyu-Beak

キーワード：導電性接着剤, 熱応力, エネルギー解放率, フリップチップ, 接合安定性

Keyword: Anisotropic conductive adhesive, Thermal stress, Energy release rate, Flip-chip, Joining reliability

1. 緒言

LSIの高集積化, 高速化を実現するための実装技術の一つとしてFig.1に示すようなMC型異方導電性接着剤を用いた接合法が開発されている¹⁾. この接合法の接合安定性をさらに高めるためには, 実装時あるいは使用中に接合部に生じる熱応力を詳細に把握しておく必要がある. しかし接合部は, 半導体, 電極, 基板, 接着剤といった異なる材料からなる複雑な構造で熱応力の精緻な解明は非常に困難である. 筆者らは, 簡単な弾性理論に基づくパラメータ整理を行い, 各種パラメータの熱応力におよぼす影響を定性的に明らかにした²⁾. 本研究では接合部に生じる熱応力により, 接合部の接合安定性がどのように影響されるかを, 接着剤のはく離の観点から, 有限要素法による数値解析結果をもとに検討している.

2. 素子接合部のモデルと解析条件

厚さ0.4mmのSi半導体を厚さ1.0mmのアルミ基板に実装した素子を対象とし, Fig.2に示すようなモデルで平面応力弾性解析を行った. 解析にはTable 1に示す物性値を用い, ポアソン比として, 接着剤が0.335, その他はすべて0.3を用いた. なお接着剤の硬化温度150℃から常温(15℃)への温度変化を想定し, 温度は無応力状態から一様に-135℃変化するとした.

3. 接合部に生じる熱応力

応力的に最も厳しい状態にある最外部(右端)電極に注目し, σ_x の x 軸上の応力分布をFig.3に示す. 接着部では引張応力, 電極部では大きな圧縮応力が生じている. 本計算は弾性解析のため150MPa以上の圧縮応力となっているが, 実際には電極は降伏し塑性変形するので圧縮応力値は小さくなると考えられるが, いずれにせよ素子の導電性は金バンプと銅電極の間に生じたこの圧縮応力により確保される. また電極近傍の σ_x の二次元分布をFig.4に示す. 電極部とSi半導体の角(図中A部)で非常に大きな引張応力が生じていることがわかる. これよりA部からSi半導体と接着剤の界面に沿って, すなわち右方向に接着剤がはく離し, 圧縮応力の低下が起こり導電性が無くなる可能性が考えられる.

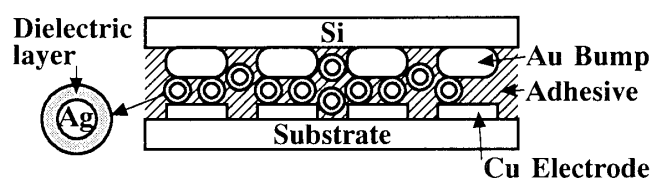
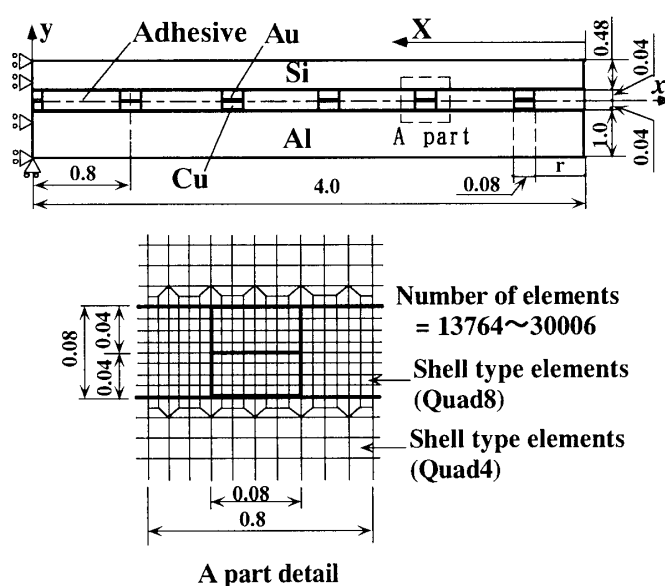


Fig.1 A cross section of the microjoints using an anisotropic adhesive.



A part detail

Fig.2 Analytical model.

Table 1 Mechanical properties used for analysis.

	E (GPa)	α (1/°C)
Si	190	2.8×10^{-6}
Au	80	14×10^{-6}
Cu	110	16.2×10^{-6}
Adhesive	3	67×10^{-6}
Al	70	24×10^{-6}

4. はく離が生じた場合の熱応力

A部から接着剤がはく離(以後、これをき裂と呼ぶ)した場合、最外部の電極付近における x 軸上での σ_y の変化する様相をFig.5に示す。き裂長さが長くなるに従って電極部の圧縮応力が低下する様子がわかる。図は弾性解析結果のため、き裂が大きくなっても電極部には圧縮応力が存在しており導電性は確保されているという結果になっているが、電極の降伏を考えると導電性が失われ、接合部の信頼性が無くなることが考えられる。

5. エネルギー開放率の変化

前節でき裂が生じたときの熱応力の変化を示したが、熱応力によりき裂がどれくらい大きくなるかは重要な問題である。すなわちき裂が生じてもある長さで止まりその時導電性があれば、接合安定性は確保される。き裂長さに対してエネルギー解放率の計算結果をFig.6に示す。き裂長さの増加とともにエネルギー解放率は大きくなる。別途実験でこの接着剤の限界エネルギー解放率は20N/mであることが分かっているので、これによれば0.28mm以下のき裂であればたとえ何らかの原因でき裂が生じたとしても進展することはない。従って0.28mmのき裂に対して導電性が確保されていれば接合部は安定であることがわかる。

6. 結言

異方導電性接着剤を用いた素子接合部の導電性確保を、熱応力による圧縮応力の観点から検討した。そして場合によっては、接着剤にはく離が生じても接合安定性は確保されることが明らかになった。

参考文献

- 1) 穂積 他：Mate'96論文集(1996)，29-34
- 2) 日下 他：Mate'01論文集(2001)，185-190

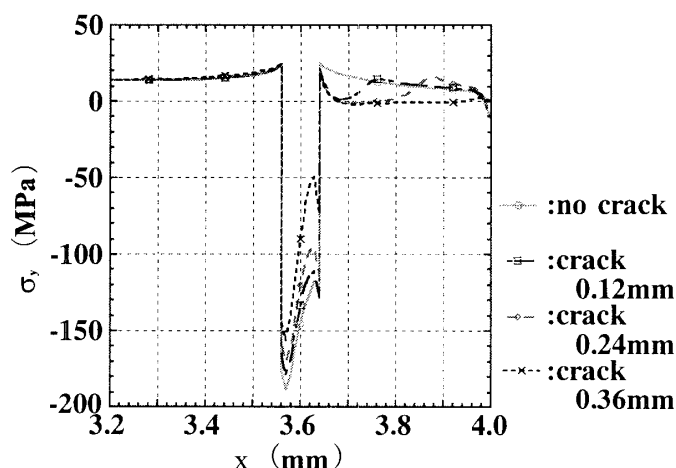


Fig.5 σ_y distribution along x -axis. in case of crack initiation.

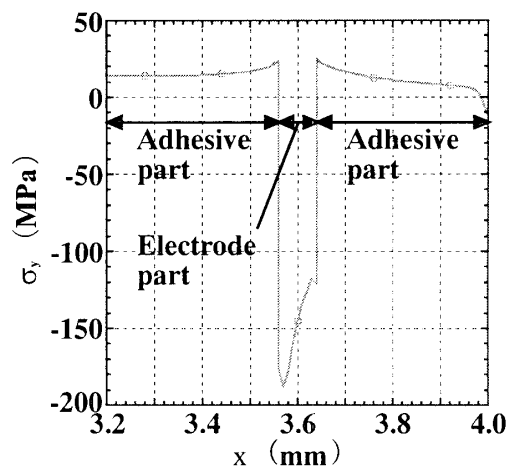


Fig.3 σ_y distribution along x -axis.

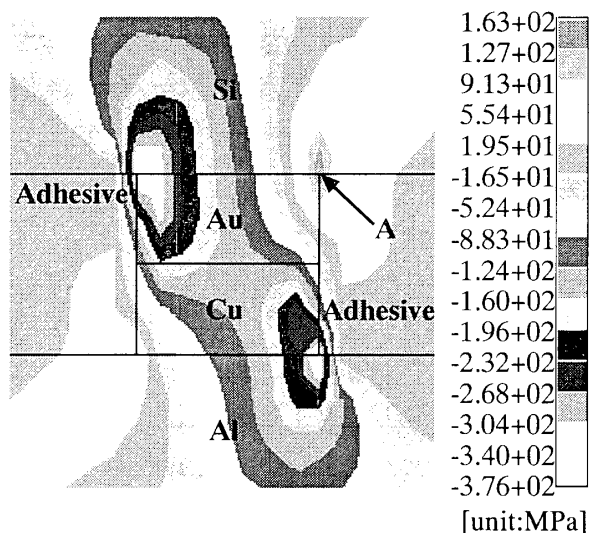


Fig.4 Distribution of σ_x contours around electrode.

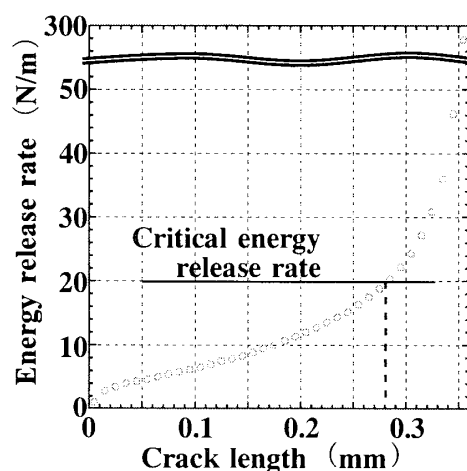


Fig.6 Relation between energy release rate and crack length.