

先鋭バンプの超音波接合による常温接合機構の調査

Investigation on Room temperature Bonding Mechanism of Compliant Bump with Ultrasonic Assist

九州大学 ○岩鍋 圭一郎, 首藤 高德, 多喜川 良, 浅野 種正

Kyushu Univ. ○Keiichiro Iwanabe, Takanori Shuto, Ryo Takigawa and Tanemasa Asano

E-mail: iwanabe@fed.ed.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

化合物半導体と Si LSI の異種材料間インターコネクタは、材料間の熱膨張係数差により生じる接合ズレや歪みを回避するため、できるだけ常温に近い温度で接合する必要がある。我々が開発を進めてきた Au 先鋭バンプ[1]は、加圧接合時に先鋭部が大きく変形することで、基板及びチップへの応力を緩和するとともに、150°Cで 10,000 ピン以上の高密度 I/O 接続が可能である。また、Au 先鋭バンプの固相接合時に、バンプチップに超音波振動を印加することで、常温かつ高密度の低荷重接続も実現している[2]。実際に化合物半導体のフォトダイオードセンサチップと Si CMOS 回路を形成したチップ間の 80,000 ピン以上の常温接続を行い、qVGA クラスの高解像度近赤外面像を得ることに成功している[3]。しかし、この超音波接合における常温接合メカニズムについては解明されていない部分が多い。一般的に、めっきで形成した Au 表面には図 1 のように C,O といった汚染物質が付着しており、接触・加圧だけでは Au 原子が十分に拡散せず、優良な接合を得ることはできない[4]。よって、優良な接合を得るためには高温で接合を行い Au 原子の拡散を促進する必要がある。接合断面の TEM 観察の結果から前回の発表で我々は、超音波加振によりバンプ先鋭部の Au 結晶粒を破壊し、接合界面の汚染物質を効果的に除去しているのではないか、という考察を行った[5]。今回は、バンプ表面に形成した Ag スパッタ膜を擬似的な汚染物質膜として評価することで、超音波振動が接合界面の汚染物質を除去する状況を調査した。

2. 実験及び結果

Au 先鋭バンプには、逆テーパレジスト法で形成した円錐形状の Au バンプを用いた。Si 基板上に 110×110 の合計 12,100 個の Au 先鋭バンプを形成している。図 2 のように Au 先鋭バンプ表面に Ag スパッタ膜を成膜したチップと全面に Au めっき電極を形成したチップの接合を行った。接合条件は、常温で超音波加振しながら加圧を行う場合と、超音波を印加せずに加圧のみを印加した場合の 2 条件である。加圧のみの条件は、超音波加振を行った条件の 4 倍の荷重を印加することで、超音波加振時とほぼ同程度にバンプを変形させた。接合後、それぞれのチップにダイシエア試験を行った結果、超音波を印加した場合は十分な接合強度を得ることができたのに対し、加圧のみで接合を行った場合は優良な接合強度を得ることができなかった。

図 2(a)に接合前の Ag スパッタ膜付き Au 先鋭バンプの断面、図 2(b), (c)に常温で超音波加振しながら接合を行った試料、加圧のみで接合を行った試料の断面 SEM(反射電子)像を示す。試料の断面加工は FIB を用いて行った。この結果より、Au 先鋭バンプ表面の Ag スパッタ膜は、加圧のみで接合を行った場合は除去されることなく接合界面にそのまま膜状に残留しているのに対し、超音波振動を印加した試料は Ag 膜が接合界面の左右端に押しつけられ、接合界面において Au 新生面が発現していることがわかった。また、接合界面における Au 結晶粒は接合前に比べ微結晶化していることもわかる。

3. まとめ

Au 先鋭バンプの超音波接合技術において、超音波振動が接合界面の汚染物質を除去する状況を調査した。荷重のみで先鋭部を変形させても除去できなかった接合界面の汚染物質を、超音波加振によりバンプ先鋭部の Au 結晶粒を破壊することで効果的に除去することが可能であると示した。その結果、Au 新生面が発現するので、常温でも接合が可能であると考えられる。

参考文献

- [1] N. Watanabe et al.: International Electron Devices Meeting Technical Digest (2005) pp. 687-690.
- [2] K. Iwanabe et al.: Low Temperature Bonding for 3D Integration (2012) Proc. pp. 167-170.
- [3] T. Shuto et al.: Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 04EB01 (2014).
- [4] T. Mori et al.: Proc. Int. Conf. Electronics Packaging, (2009) p. 392.
- [5] 岩鍋 圭一郎他: 2014 年春季応用物理学会学術講演会、青山学院大学 18p-E14-4 (2014)

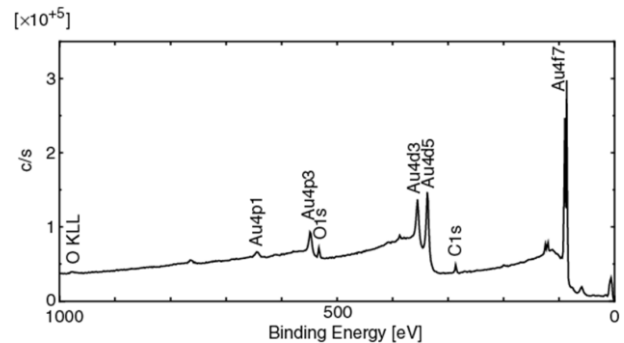


図 1: Au めっき膜表面の組成の ESCA スペクトル

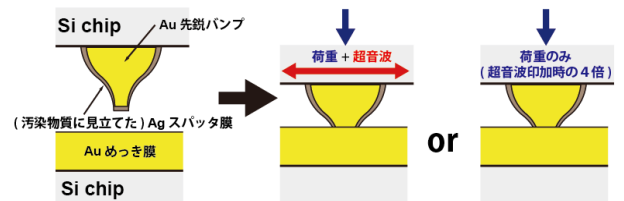


図 2: Ag 膜付き Au 先鋭バンプ接合模式図

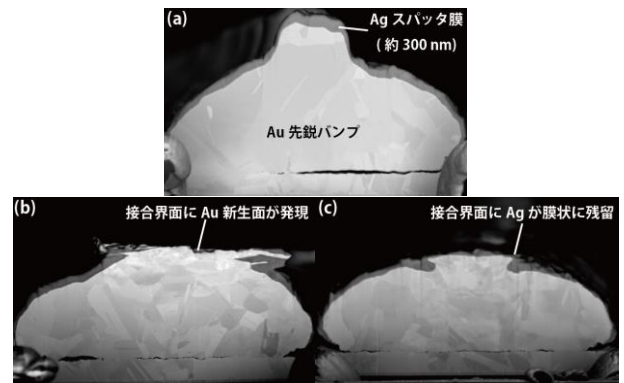


図 2: バンプ断面の反射電子像 (a) 接合前, (b) 超音波+荷重, (c) 荷重のみ