

コンプライアントバンプによる qVGA サイズの異種材料間常温 I/O 接続 Room-Temperature Micro-I/O interconnect of qVGA Array Using Ultrasonic Bonding of Compliant Bump

九州大学 ○岩鍋 圭一郎, 首藤 高德, 浅野 種正

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

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

1. はじめに

赤外線イメージセンサーのような、化合物半導体と Si LSI の異種材料チップオンチップ(CoC) 積層では、熱膨張係数差によって発生する歪みが信頼性を大きく阻害する。よって、できるだけ常温に近い温度で積層する技術の開発が重要である。我々が開発を進めてきたコンプライアントバンプ[1]は、加圧接合時に大きく変形し、基板及びチップへの応力を緩和するとともに、新生面が発現するために、150℃で 10,000 ピン以上の高密度 I/O 接続が可能である。また、コンプライアントバンプの対向電極に、かきめ機構を発生させる電極構造を導入することにより、常温接合も可能である[2]。しかしこの方法では、対向電極にリソグラフィ工程が増えるため、製造コストの増加を招く欠点がある。そこで今回、コンプライアント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によって、バンプ先鋭部の変形を促進し、常温での高密度接合を目指した。

2. 実験及び結果

コンプライアントバンプには、逆テーパレジスト法で形成した Au 円錐バンプを用いた。図 1 にコンプライアントバンプの超音波接合の模式図を示している。Si 基板上に Au 円錐バンプ、InP 基板上に対向電極となる Au 平坦バンプを形成している。どちらのチップにも、332×268 の合計 88,976 個のバンプが形成されており、接合後、79,328 個のバンプに対してデジチェーン測定を行うための配線が施されている。

図 2 に、実際に超音波接合を行った試料の接合部の断面 SEM 像を示す。この図より、Au 円錐バンプの先鋭部が十分変形していることが観察できる。比較のため、常温で超音波振動を印加せずに接合を試したが、接合することができなかった。また、コンプライアントバンプの代わりに、平坦バンプ同士で超音波接合を行った試料では、バンプエリア中心部で接合不良が発生し、全数接続は困難であることが分かった。

図 3 に、超音波接合を行った試料のデジチェーン試験結果を示す。横軸にプロットしている測定点におけるバンプ接合と配線 1 ノードあたりの抵抗値を縦軸にプロットしている。測定点は 26 ヶ所形成しており、それぞれの測定点で 2412-4288 ピンの接合について電気的な接続を評価している。この結果より、InP-Si 間の常温接合を行った試料内の 26 ヶ所全ての測定点にわたり、計 79,328 ピンの接続が電気的に繋がっており、また、接続抵抗はバンプ接合と配線部を含めた 1 ノードあたり 88 mΩ と小さく、種々の応用が期待できることが分かった。

3. まとめ

コンプライアントバンプを超音波接合することによって、InP-Si 間の常温接合を実現することができた。また、超音波を印加しなかった場合や、コンプライアントバンプを用いなかった場合との比較を行うことによって、超音波接合にコンプライアントバンプの形状が適していることが示された。また、デジチェーン測定の結果より、79,328 ピンの qVGA サイズの接続を実現し、接続抵抗は 88 mΩ/node と十分に低いことが分かった。

謝辞

本研究の一部は科学技術振興機構の研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)及び、日本学術振興会の科研費(No.21246061)の援助によるものである。

参考文献

- [1] N. Watanabe et al.: International Electron Devices Meeting Technical Digest (2005) pp. 687-690.
[2] N. Watanabe et al.: Jpn. J. Appl. Phys 49, 04DB01. (2010)

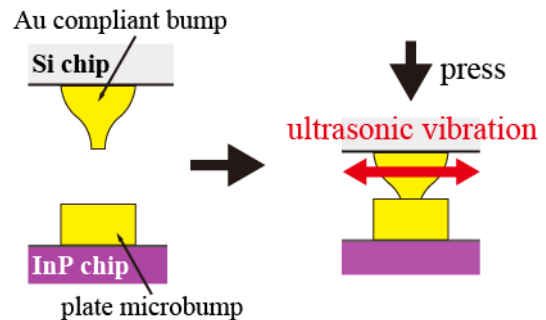


図 1: Au 円錐バンプ付き Si チップと Au 平坦バンプ付き InP チップの常温超音波接合模式図

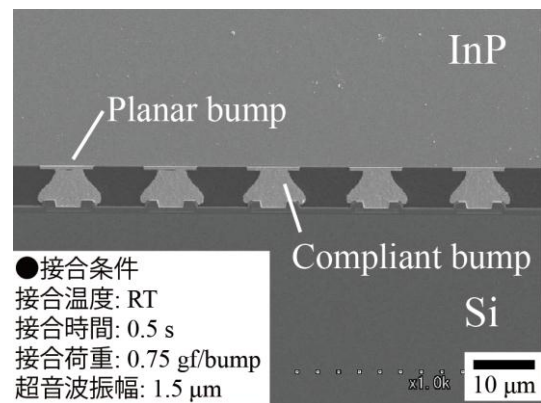


図 2: 接合部の断面 SEM 像

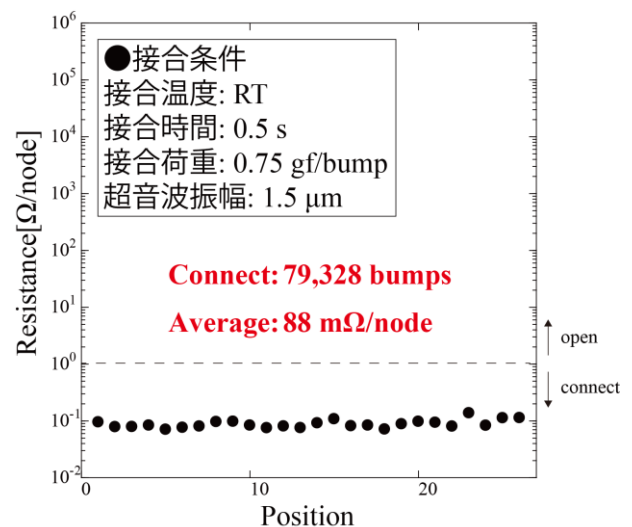


図 3: デジチェーン試験の結果、縦軸は 1 ノードあたりの抵抗値、横軸は測定点