

## 高速度カメラを用いた先鋭バンプの超音波接合のその場観察 In-Situ Observation of Ultrasonic Bonding of Cone Bump Using High Speed Camera

九州大学<sup>1</sup>, 学振特別研究員 DC<sup>2</sup> ○ 首藤高徳<sup>1,2</sup>, 浅野種正<sup>1</sup>  
Kyushu Univ.<sup>1</sup>, JSPS Research Fellow<sup>2</sup> ○ Takanori Shuto<sup>1,2</sup> and Tanemasa Asano<sup>1</sup>  
E-mail: shuto@fed.ed.kyushu-u.ac.jp

### 1. はじめに

人が扱いやすい電子機器のインターフェースを提供するものとして、フレキシブルエレクトロニクスが注目されている。我々は、フレキシブルエレクトロニクスに無線通信などの高機能を実現するため、シリコン LSI のインテグレーションを目指している。その実現方法として、LSI チップを直接フレキシブル基板の配線に接続することを提案した [1]。フレキシブル基板として有望な PEN(ポリエチレンナフタレート) などのプラスチックフィルムは 150°C 程度のガラス転移点を持つため、この温度以下で接合をおこなう必要がある。そこで、先鋭バンプの超音波接合によって常温で Si チップを PEN フィルム上に実装した (図 1)[2]。

一方、超音波接合のメカニズムについては明らかになっていない。本研究では、超音波振動がバンプの変形や接合にどのような影響を与えているのかを調査することを目的とし、高速度カメラを用いて接合挙動のその場観察を行った。

### 2. 実験及び結果

図 2 に先鋭バンプの SEM 像を示す。先鋭バンプは Si ウエハ上にフォトリソグラフィと金めっきによって作製した。

図 3 に実験系の模式図を示す。高速度カメラを超音波接合装置内部に組み込み、超音波接合のその場観察をおこなった。高速度カメラはナックイメージテクノロジーの HX-3 を用いた。40 倍の拡大レンズを用い、照明は同軸照明と対向側からのファイバー照明を併用した。ファイバー照明には集光レンズを取り付けた。また、明るさを確保するため、対向チップをガラス製とし、さらにそれを厚みのあるガラス板の上に設置した。

まず、超音波ヘッド側に先鋭バンプ付き Si チップを吸着し、バンプを対向のガラスチップに押し付けながら超音波振動を印加したときの様子を観察した。超音波の印加時間は 0.5 秒でおこなった。図 4 に高速度カメラで撮影した動画の 1 フレームを示す。10,000 fps で撮影をおこなった。超音波の周波数が 48.5 kHz であるため、5 周期している間に一回撮影していることになる。今回の実験では、接合界面付近がぼやけて撮影されたため、バンプの変形を観察できなかったが、バンプが超音波振動している様子を撮影することに成功した。ガラスに対しては金製の先鋭バンプは接合しないため、超音波を印加している 0.5 秒間、ガラス表面をバンプがすべっている様子が観察された。超音波の振幅の設定値を 1.5  $\mu\text{m}$  としたとき、観察した動画から計測した振幅は約 1.4  $\mu\text{m}$  であった。

次に、ガラスチップ上に金めっきによって配線を形成した試料を準備して、その金めっき配線に対して先鋭バンプを超音波接合したときの観察をおこなった。ガラスに直接押し付けたときより、バンプの振動幅が小さくなっていることがわかった。バンプの振動の幅が小さくなっていることから、バンプと金めっき配線との間で接合が生じていることが推測できる。

### 3. まとめ

高速度カメラを用いて超音波接合のその場観察を行い、バンプが超音波振動している様子を撮影することに成功した。金めっき配線に対して先鋭バンプを超音波接合したときの方が、ガラスに直接押し付けたときより、バンプの振動幅が小さくなっていることがわかった。これは、金めっき配線に対しては接合が生じており、しかも接合は比較的初期に発生していることを示唆している。

### 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会の特別研究員奨励費の援助によるものである。

### 参考文献

- [1] T. Shuto et al.: Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 06GM05.  
[2] 首藤、他: 第 60 回応用物理学学会春季学術講演会予稿集 29a-G7-4 (2013) p. 22-004.

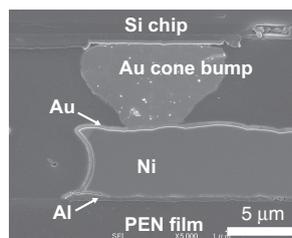


図 1: Si チップ上の Au 製先鋭バンプと PEN フィルム上の Au/Ni/Al 電極を超音波接合したときの接合部断面像。

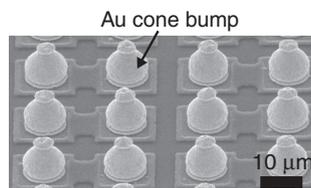


図 2: 先鋭バンプの SEM 像。

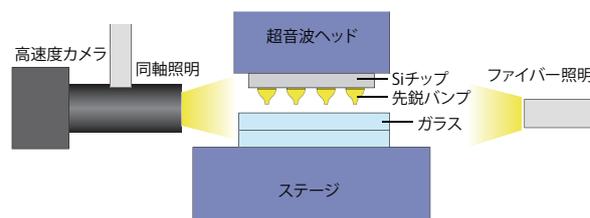


図 3: 観察実験系の模式図。

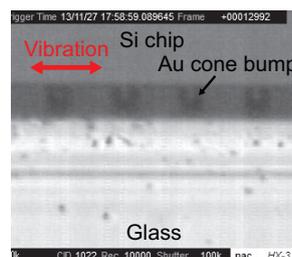


図 4: 設定超音波振幅 1.5  $\mu\text{m}$  での模擬接合を 10,000 fps で撮影した動画の 1 フレーム。シャッター開放時間: 10  $\mu\text{s}$ 。