

フリップチップ超音波接合時の歪みと温度のその場観測 In-Situ Observation of Strain and Temperature in Flip Chip Ultrasonic Bonding

九州大学 システム情報科学府 ○中堂 賢一, 岩鍋 圭一郎, 千田 洋輔, 浅野 種正
Kyushu Univ.: K. Nakadozono, K. Iwanabe, Y. Senda, T. Asano
E-mail: nakadozono@fed.ed.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

フリップチップ実装による異種材料・機能の集積は、多機能・低電力 LSI に有効な技術である。特に、材料間の熱膨張係数の違いによる歪みの発生を防ぐために、常温での接合に大きな期待が寄せられている。我々は、独自に開発した先鋭形状のマイクロバンプに、荷重と超音波を加えることで、異種材料素子間の相互接続を常温接合で実現することに成功している[1]。

今後、この技術を使ってチップ間に I/O 制限を生じさせない高密度相互接続を実現するには、接合機構の理解や超音波振動による付随的な効果を評価する必要がある。そのためには、接合中にバンプ直下に発生する歪みやバンプ直下の温度を直接観測することが有効であると考えられる。本研究では、Fig.1 に示す、上層に接合パッドを配置したセンサーを作製し、超音波接合時にバンプ直下で生じる歪みや温度をリアルタイムで測定することを試みることにした。本報では、設計・作製したセンサーで測定した歪みと温度の結果について述べる。

2. 実験方法

設計したセンサーは、Si の圧電抵抗効果[2]を利用して歪みを検知し、pn 接合の温度による電流電圧特性の変化[3]を利用して温度を検知するものである。n 型 Si, p 型 Si を隣接して配置することで、感度特性の違いからチップ表面に垂直な方向、およびチップ表面に平行な超音波振動印加方向の二軸方向の歪みを分離測定することができるように設計した。また、SOI (Silicon On Insulator) 基板上に作製することで、n 型 Si, p 型 Si の隣接配置を可能にした。作製したセンサーは、一点曲げにより、チップ表面に対して平行な方向に歪みを加え、感度特性であるゲージ率を算出した。また、センサーの pn 接合部分の歪みに対する感度と温度に対する感度を測定し、約 10℃以上の温度変化がある場合には、pn 接合で検知可能であることを確認した。その後、歪みセンサー上部の接合パッドに平坦 Au バンプを接合し、歪みのその場観測と温度のその場観測をそれぞれ行った。

3. 結果・考察

Fig.2 に示す荷重・超音波プログラムで超音波接合を行った際に得られた歪みの時間変化を Fig.3 に示す。各ステップでの歪みの変化が明瞭に観測できている。特徴的には、超音波振動はチップ表面に平行な方向に加えているにもかかわらず、垂直方向により大きな歪みが発生することである。これは、バンプには剪断方向の力が加わりながら接合が進行することを示唆している。また、超音波振動印加時の温度の観測結果を Fig.4 に示す。超音波振動印加時の温度変化は 10℃以下であり、超音波振動による加熱は、ほとんど起きていないと考えられる。

4. おわりに

超音波接合時に発生する二軸方向の歪みと温度変化を、リアルタイムで観測できる Si 薄膜センサーを開発し、それが、接合機構の解明に有効に利用できることを示した。

謝辞

本研究の一部は JST の CREST の援助によるものである。

参考文献

- [1] T. Shuto et al.: Jpn. J. Appl. Phys. 53 (2014) 04EB01.
- [2] C. S. Smith: Phys. Rev. **94** No. 1 (1954) 42.
- [3] A. G. McNamara: Rev. Scientific Instruments. **33** No. 3 (1962) 330.

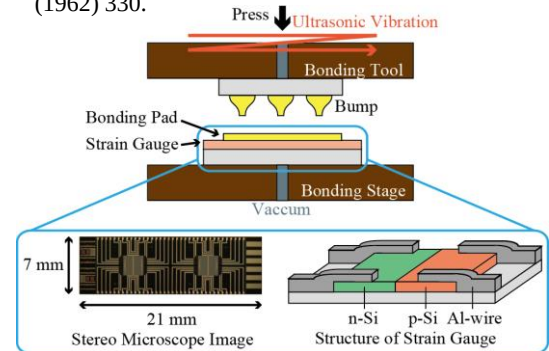


Fig.1 Schematic and die photo of the fabricated strain gauge.

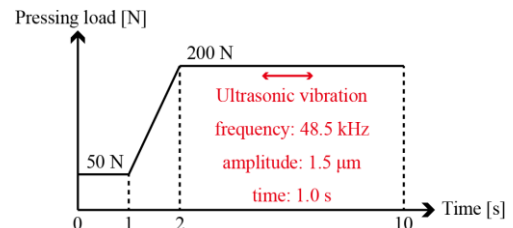


Fig.2 Load program and ultrasonic condition used for the test measurement.

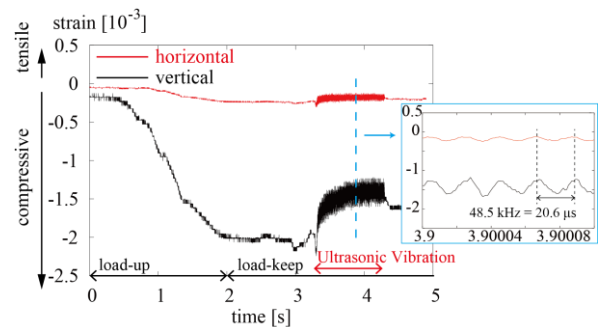


Fig.3 Dynamic strain observed during bonding of Au planar bump to the bonding pad above the gauge.

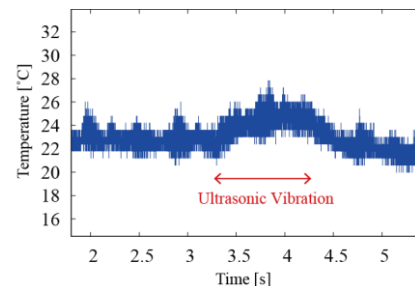


Fig.4 Temperature change observed during bonding of Au planar bump to the bonding pad above the gauge.