半導体電子材料の接合強度評価手法の検証

林和・矢澤歩*

Verification of Evaluation Method for Bonding Strength of Semiconductor Electronic Materials

HAYASHI Yawara, YAZAWA Ayumu

はんだ付の接合強度は、専用機であるせん断試験機で実施することが一般的である。そのため、せん断試験機を導入しないと試験することができない。そこで、汎用機である引張試験機で強度試験の置き換えが可能か検証した。

キーワード：せん断試験、鉛フリーはんだ、銀ペースト

The bonding strength of soldering is generally carried out by a shear tester which is a dedicated machine. Therefore, the test cannot be performed without introducing a shear tester. Then, it was verified whether the replacement of the strength test was possible by the tensile tester which was a general-purpose machine.

Keywords：Shear test、Lead-free solder、Silver paste

1　まえがき

はんだ付の接合強度試験は、専用機であるせん断試験機で実施することが一般的である。せん断試験機は、はんだ付の接合強度を測定するための専用機であり、広く普及している試験機とは言い難い。そのため、はんだ付の接合強度は、せん断試験機を導入しないと試験できないことから、強度試験できる環境が限られていた。

それに対し、金属材料の基礎的な強度を測定する場合は、引張試験機を用いた引張試験を実施することが多い。そのため、引張試験機は企業、大学、公設試験研究機関などに広く普及している非常に汎用的な装置である。この汎用的な引張試験機で、せん断試験機と同様の強度試験が可能であれば、専用機を所持していないユーザーもはんだ付の接合強度試験がしやすくなることが予想される。

そこで本研究では、専用機であるせん断試験機と汎用機である引張試験機とで強度試験（せん断試験）を実施し、試験方法の置き換えが可能であるか検証することを目的とした。

応用機械係　＊材料解析係

2　実験方法

２．１　接合材

本研究では2種類の接合材を選定した。

ひとつは、大半の電子基板のはんだ付で使用されている鉛フリーはんだ（Sn-3.0Ag-0.5Cu）を選択した。

もうひとつは、パワーデバイスなどの発熱環境で Sn ベースのはんだに置き換わる可能性のある銀ペーストを選定した。

２．２　せん断試験サンプルの作製

２．２．１　銅板の前処理

被接合材の銅板（5×2.5×50mm）を脱脂するために、アセトンに浸漬した状態で超音波洗浄機にて 60 秒洗浄した。脱脂後、10%硫酸水溶液に 10 秒間浸漬し、銅板表面の酸化膜の除去を行った。

２．２．２　接合前サンプルの作製

図1にサンプルの作製過程を示す。

2.2.1 にて酸化膜の除去を行った銅板に、スペーサーとして耐熱テープを貼付けた後、ス

ペーサー間に接合材を塗布した。接合材を塗布した銅板の上に、2.2.1 にて酸化膜除去を行った銅板を重ねて接合サンプル前とした。

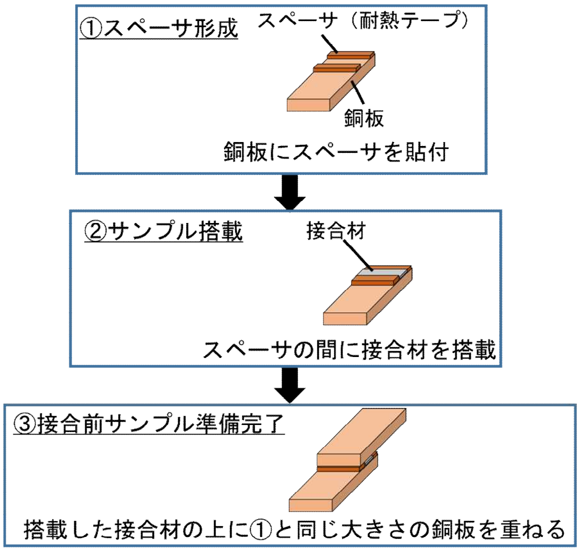

図１　サンプル作製過程

２．２．３　接合

接合は、引張試験機（インストロン製 5982）に冷凍機式高低温度恒温槽（三田製作所製　G00364-2）を接続して行った。

接合を行う前に、熱電対を使用して恒温槽内に置いた接合サンプルの温度プロファイル測定を行った。測定結果を図 2 および図 3 に示す。

2.2.2 で作製したサンプルを、250℃にて加圧接合した。接合時間と圧力は、鉛フリーはんだは 10 min、0.05 MPa、銀ペーストは 30 min、1.00 MPa とした。

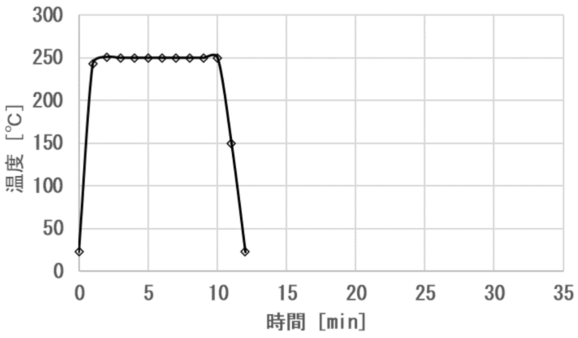

図２　温度プロファイル（鉛フリーはんだ）

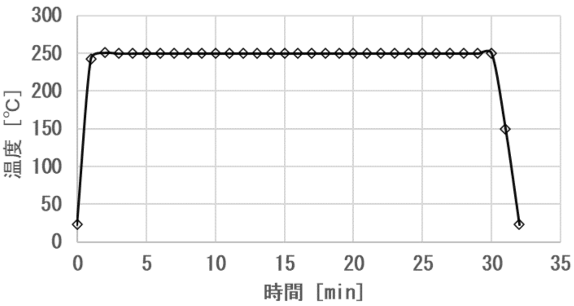

図３　温度プロファイル（銀ペースト）

２．３　せん断試験

図 4 にせん断試験機による試験と引張試験機による試験の模式図を示す。

2.2 にて作製したサンプルに対して、せん断試験機による試験はボンディングテスタ（レスカ製　PTR1102)、引張試験機による試験は引張試験機（インストロン製　5966）を用いた。

試験速度は、両試験ともに 5 mm/min とした。

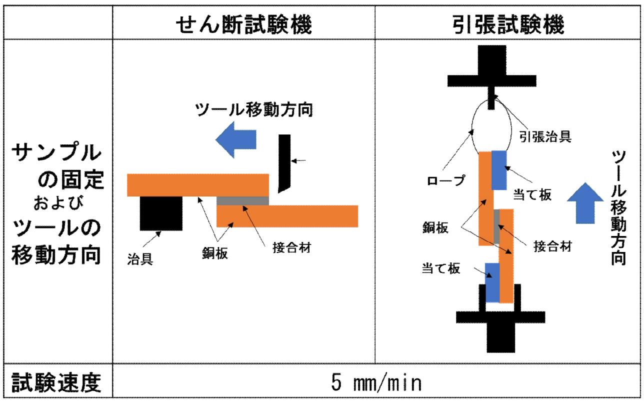

図４　せん断試験機による試験と
引張試験機による試験の模式図

３　結　果

図 5 にせん断試験機によるせん断試験結果、図 6 に引張試験機によるせん断試験結果を示す。鉛フリーはんだと比較して、銀ペーストの接合強度は著しく低い値となった。また、鉛フリーはんだは、せん断試験機による試験と引張試験機による試験でせん断力の平均値に差がみられた。そのため、せん断試験機と

引張試験機での試験結果については絶対値を直接比較することはできない。

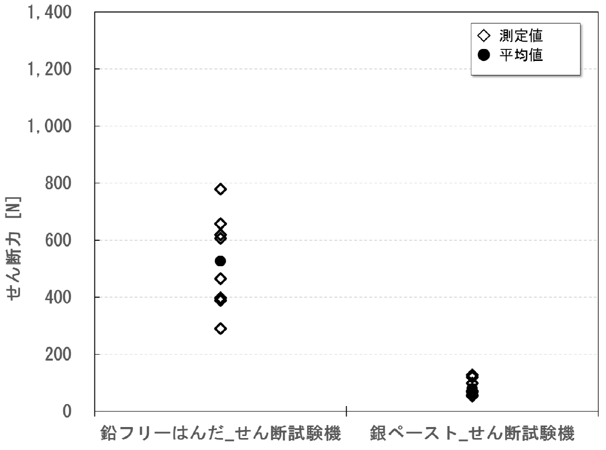

図５　せん断試験機によるせん断試験結果

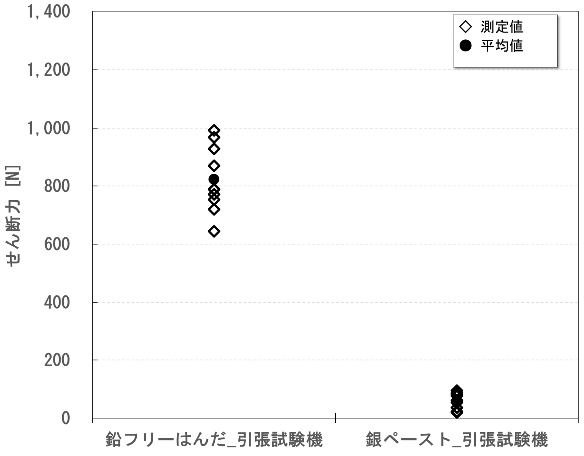

図６　引張試験機によるせん断試験結果

そこで、せん断試験機のせん断力と引張試験機のせん断力の相関図を作成した。図 7 に、せん断試験機のせん断力と引張試験機のせん断力の関係を示す。今後、他の接合材についても同様の試験を実施し、図 7 に加えていくことで、両試験の相関関係が明らかになり、試験方法の置き換えが可能になると考えられる。

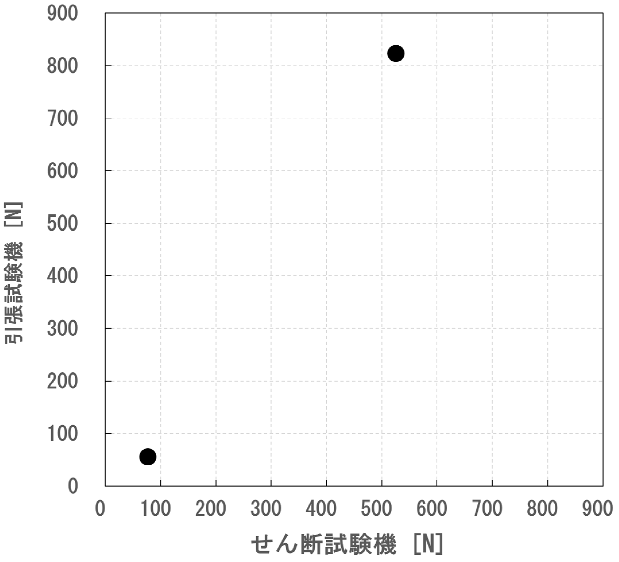

図７　せん断試験機のせん断力と
引張試験機のせん断力との関係

4　まとめ

本研究では、鉛フリーはんだと銀ペーストを対象に、専用機であるせん断試験機と汎用機である引張試験機とで強度試験（せん断強度）を実施した。その結果、鉛フリーはんだは試験方法が異なるとせん断力に差が出るため、両試験の結果を直接比較することができないことがわかった。

今後、他の接合材についても同様の試験を実施し、両試験の相関関係を明らかにすることで、試験方法の置き換えが可能になると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり貴重な御助言を賜りました群馬大学大学院理工学府知能機械創製部門荘司郁夫教授、小林竜也助教に感謝申し上げます。併せて、本研究で使用した銀ペーストをご提供いただきました JWES プロジェクト（高鉛含有はんだ代替接合材料規格化準備 WG）の皆様に感謝申し上げます。