

160 °C 低温接合材料

160 °C Low-Temperature Soldering Material

大橋直倫* 岸新*
Naomichi Ohashi Arata Kishi

要 旨

160 °C 低温接合材料は、低融点のSn-Biはんだ（融点139 °C）と、補強用の熱硬化性樹脂から構成される部品実装用の接合材料である。本材料は、160 °Cの加熱工程ではんだ接合と樹脂補強が同時にでき、またリペアも可能である。今回、160 °C 低温接合材料の設計コンセプトと実用性の評価結果について述べる。

Abstract

160 °C low-temperature soldering material is composed of Sn-Bi solder (m.p.: 139 °C) and thermosetting resin for reinforcement. Therefore, it enables soldering with adhesive reinforcement at 160 °C and provides high joint strength. In this paper, we describe the concept of this material composition and evaluation results of its practicality.

1. 160 °C 低温接合材料の概要

近年、情報端末を始めとするモバイル機器では多機能、薄型化が進んでいる。これに伴い、実装基板も高密度化や薄型化が進み、リフロー中の基板反りの抑制が課題となっている。また、モバイル機器に搭載される撮像素子などの弱耐熱部品では、リフロー時の熱的損傷の低減も課題となっている。これらの課題を解決するためには、現在の主流の接合材料である融点が219 °CのSn-Ag-Cuはんだよりも接合温度が低い材料の開発が求められている[1][2]。

現在、低融点の鉛フリーはんだとして、融点が139 °CのSn-Biはんだが注目されているが、延性が低いため、特に落下などの衝撃に弱いという問題がある[3]。一般的な耐落下特性向上の手段としては、アンダーフィルなどの熱硬化性の樹脂によりはんだ接合部を補強する方法が用いられている。しかし、この場合、アンダーフィルの塗布、硬化の工程を追加する必要がある。さらに、エポキシ樹脂を主剤とするアンダーフィル材料では、樹脂が軟化し始めるガラス転移温度（T_g）以上に樹脂を加熱しても、樹脂が基板からはがせるほど軟らかくならないため、リペアが困難である。

そこで筆者らは、樹脂の塗布、硬化の工程を増加させることなく、Sn-Biはんだの耐落下特性を向上させ、また、リペアも可能となる接合材料を開発した。

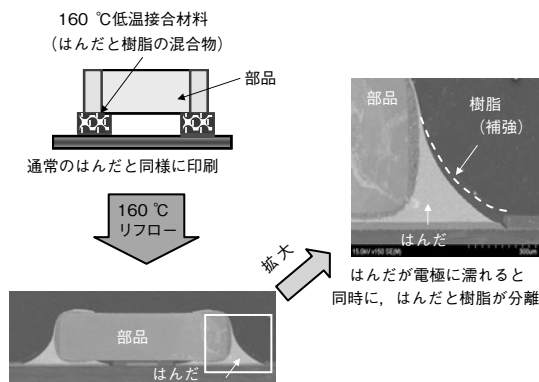
詳細を以下報告する。

2. 材料設計コンセプト

本材料はSn-Biはんだ粉末と補強用の高強度エポキシ樹脂、硬化剤、活性剤、チクソ剤などから構成される。以下、材料の設計コンセプトについて2点挙げる。

2.1 160 °Cの加熱ではんだ接合と樹脂の硬化が完了

本材料は160 °Cで4分の加熱で接合と樹脂硬化が完了する。このプロセスは、次の通りである。まず、160 °Cまでの昇温過程で活性剤がはんだの酸化膜を除去した後、Sn-Biはんだの融点139 °C前後ではんだが溶融し、電極に濡れる。そして、はんだが電極に濡れると同時に、はんだと樹脂が分離する（第1図）。その後、160 °Cで4分加熱する間で樹脂の硬化が完了する。上記を実現するため、Sn-Biはんだが溶融するまでは、樹脂の硬化による増粘を抑制し、かつ、はんだ溶融後は160 °Cで4分の加熱の間で樹脂の硬化が完了することが重要となる。材料設計として、はんだ融点前後までは樹脂の硬化が進ま



第1図 160 °C 低温接合材料の接合プロセス

Fig. 1 Soldering process of 160 °C low temperature soldering material

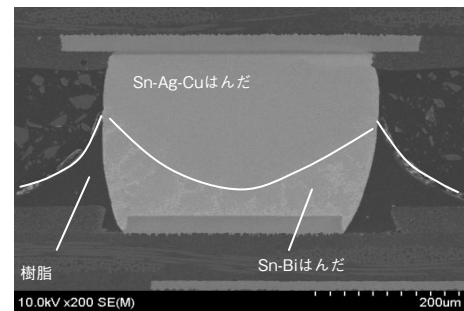
* 生産革新本部 生産技術研究所

Production Engineering Lab., Corporate Manufacturing Innovation Div.

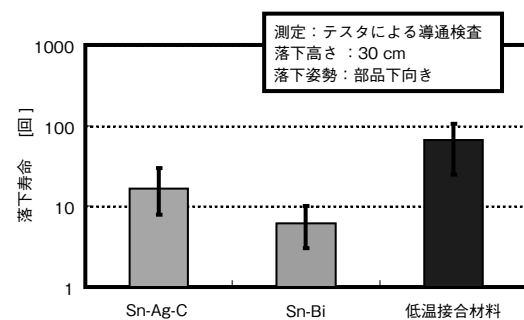
ないように硬化剤の潜在性を高めるとともに、硬化剤の配合量を調整することによりこれを実現した。

2.2 耐落下特性とリペア性の確立

前述のように、1つの材料で耐落下特性に優れ、かつリペア性に優れる材料の開発が必要となっているが、耐落下特性は硬化後のはんだ接合部の樹脂のフィレット構造、リペア性については樹脂のT_gおよびT_g後の樹脂の硬さに着目した。樹脂のフィレット構造については、高温時の樹脂だれを抑制し、はんだ接合部への樹脂の濡れ上がりを向上させることにより、耐落下特性の向上を試みた。高温時の樹脂だれを抑制する手段として、シリカなどの無機フィラーを添加する方法が一般的であるが、シリカなどの無機フィラーは、熔融したはんだの電極への濡れ広がりを阻害するので有機系のチクソ剤の配合設計によるアプローチを行った。また、T_gは耐熱性とSn-Biはんだの融点139℃でのリペア性の観点から110℃～130℃をターゲットとした。T_gおよび樹脂の硬さの制御はエポキシ樹脂および硬化剤の配合設計、エポキシ樹脂の硬化後の架橋構造に影響しにくい活性剤の選定により行った。



第2図 160℃低温接合材料で実装したBGAの接合部断面
Fig. 2 Cross-sectional image of joint part of BGA



第3図 各接合材料の耐落下特性

Fig. 3 Drop impact resistance of each solder material

3. 160℃低温接合材料の特性

本材料の特性として、一般的な接合材料に要求される絶縁性、耐湿性、腐食性などの特性はJIS規格 (JISZ3197) を満たしている。ここでは、耐落下特性とリペア性について詳細を説明する。

3.1 耐落下特性

耐落下特性は、BGA (Ball Grid Array) と呼ばれるパッケージ部品を用いて評価した。BGAは微細なはんだボールで基板電極と接続するパッケージ部品であり、リード付き部品と比べると、接合部が直接基板の歪 (ひずみ) の影響を受けやすく、耐落下特性については、各種部品の中でも特に注意する必要がある。本材料で接合したBGA部品の接合部断面を、第2図に示す通り、接合部は、はんだボールの組成であるSn-Ag-CuはんだとSn-Biはんだの界面で各はんだが相互拡散し、接合している。樹脂は衝撃に弱いSn-Biはんだの上部まで濡れ上がり、Sn-Biはんだ部分を樹脂が補強する構造となっている。補強をしていない各接合材料の耐落下特性を、第3図に示す。本材料の耐落下特性はSn-Biはんだに比べ、約10倍高く、またSn-Ag-Cuはんだ以上の特性が得られている。

本材料のBGA以外のチップ部品やリード部品の耐落下特性および-40℃～85℃の耐熱衝撃性についても、

樹脂の補強効果により、Sn-Biはんだより高い特性が得られている。

3.2 リペア性

本材料で接合した部品は、下記の要領で樹脂を除去することで取り外し可能である。本材料の樹脂のT_gは約120℃であり、かつT_gより高い温度域では、一般的なアンダーフィルに比べて樹脂の硬さを表す貯蔵弾性率が2～10倍程度低く、約10 MPaとなり、樹脂が基板からはがすことができるほど軟らかくなる。そのため、Sn-Biはんだが熔融し、樹脂が軟らかくなる139℃以上の加熱により、部品の取り外しができる。基板上に残った樹脂は120℃以上に加熱して軟らかくした上で力を加えて削ぎ取ることで除去できる。このように、リペア性においては、本材料は樹脂を除去する工程が増えるというデメリットが生じるが、リペアによる基板の再利用は可能である。

4. 今後の展望

本材料は、基板や部品への熱負荷が少ない接合プロセスが求められる商品群へ適用される。また、現在、0.5 mm ピッチBGAレベルまでの微細な電極サイズに対応している。今後、本材料についてさらなる耐落下特性の向上や、より微細な電極サイズに対応へ向けて開発を行い、特にモバイル機器の小型・薄型化、高密度化へ向けた展開や、弱耐熱部品実装への適応を進めていく。また、リフロー温度を下げることで、リフロー炉の消費電力を約20%削減することが可能となる。

本材料は、昨年先行モデルに導入完了しており、2011年以降に本格的に展開していく。

参考文献

- [1] 河野英一, “鉛フリーはんだをめぐる最近の技術課題と解決展望,” 工業材料, vol.55, no.5, pp.44-49, 2007.
- [2] 林弘樹 他, “金属結合型導電性接着剤の開発,” 第18回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集, pp.175-178, 2008.
- [3] 高尾尚史 他, “低温系Sn-Bi-Cu鉛フリーはんだの機械的特性および接合信頼性,” エレクトロニクス実装学会誌, vol.5, no.2, pp.152-158, 2002.