

1. 緒言

近年の実装技術の進展により、ICのフリップチップのはんだ付け部分は、微細化による電流密度が大きくなってきている。はんだのエレクトロマイグレーション(以下、EM)が問題となる電流密度は $10[\text{kA}/\text{cm}^2]$ であるとされる^[1]。これは今後信頼性上の大きな問題になるといえる。本研究ではEMによる機械的接続強度への影響を評価するために、EMが起こる試料の完成を第一段階の目標とする。試料に大電流を通電し、引張試験機で強度を測定する。さらにEMによる破断箇所の確認も合わせて行う。

EMとは原子が電子との衝突により、電子の流れる方向に移動していく現象である。熱励起状態で、なおかつ隣の格子点が空いている場合に移動できるようになる。その結果、空孔が多数集まりポイド(欠陥)が形成される。ポイドが成長すると断線などの故障になる^[2]。特に異種金属間接続で顕著になる。図1にEMによる劣化モデルを示す。

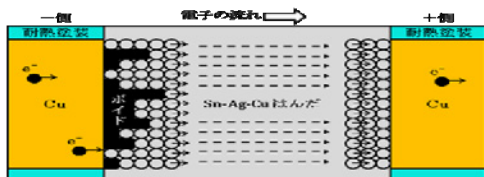


図1. 製作試料のEMによる劣化モデル

2. 実験

製作試料の銅線には、電気的に絶縁ではんだの付着しない耐熱塗料を塗装しEMの発生を銅線の断面に制限する。試料の片側の塗装した部分にマジックで目印をつける。試料を通電するとき目印の付いた方を陰極側に向けて接続する。試料の全体構造を図2に示す。実験の試料は通電したものと通電しないものを用意して経過100時間後に引張試験を行う。最大電流値を $3[\text{A}]$ として $1[\text{A}]$ ごとに測定点を置いた。破断箇所の確認方法は引張試験後のはんだが陰極側と陽極側のどちらが破断したのかをみる。試料数は各実験につき15個製作した。

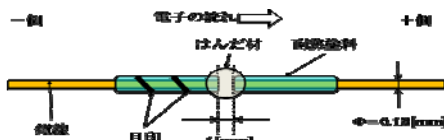


図2. 試料の構造

3. 結果

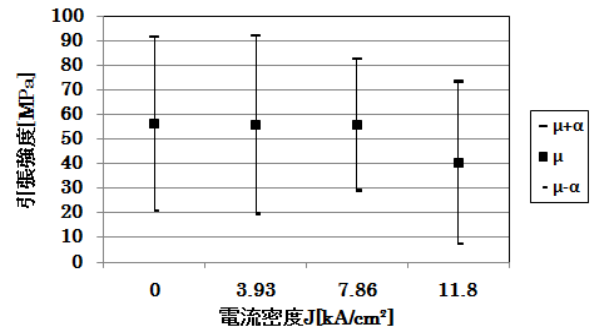


図3. 引張強度の電流密度依存性

表1. EMによる破断箇所の割合

電流密度 $J[\text{kA}/\text{cm}^2]$	陽極側	陰極側
0	50 [%]	50 [%]
3.93	60 [%]	40 [%]
7.86	46.2 [%]	53.8 [%]
11.8	15.4 [%]	84.6 [%]

4. 結論

図3の結果をみると電流密度が 0 から $7.86[\text{kA}/\text{cm}^2]$ までは引張強度は変化しないが $11.8[\text{kA}/\text{cm}^2]$ で引張強度が下がっている。次に表1の断線箇所の割合をみると電流密度が 0 から $7.86[\text{kA}/\text{cm}^2]$ までの割合は約五分五分だが、 $11.8[\text{kA}/\text{cm}^2]$ では陰極側のはんだが破断する確率が高くなっている。これは試料のはんだ接続部がEMの問題となる電流密度を超えているためだといえる。そのため陰極側のはんだ接続部にポイドが形成され剥がれやすくなったと考えられる。評価試験から試料にはEMが起きていると確認できた。

5. 今後の発展

今後はより精度の高い試料を製作し、はんだ材やはんだ接合温度を変えて電流密度特性や温度特性をとりたいと考えている。

文献

- [1] 山中公博, 塚田裕, 菅沼克昭: "鉛フリーはんだ微小接続部のエレクトロマイグレーションについて", MSE2006, pp315-318, 2006
- [2] 菅沼克昭: "はじめての鉛フリーはんだ付けの信頼性", 工業調査会, pp.126-134, 2005