

## 1. 緒言

実装技術の進展により集積回路のはんだ付け部分は、電流密度が大きくなってきている。実デバイスでははんだ接続端子当たりの電流密度が、2008年には最高値で10kA/cm<sup>2</sup>を越えている<sup>[1]</sup>。電流密度が10kA/cm<sup>2</sup>以上になるとエレクトロマイグレーション(EM)劣化による抵抗変化がおこるとの報告がある<sup>[2]</sup>。EMによる集積回路のはんだ接続に対する信頼性上の要求は接続部での抵抗の増加がないこと、また接続部が離れないように機械的接続強度があることである<sup>[2]</sup>。本研究ではEMによるはんだ接続部の機械的強度への劣化を評価した。

## 2. 実験

試料製作方法は直径180 $\mu$ mの2本の銅線を1mmの間隔を置いてはんだ付けで接合した。試料に電流密度0~19.7kA/cm<sup>2</sup>(電流0~5A)で0~300時間通電した後、引張強度を測定した。このとき引張試験後に陰極側と陽極側のどちらが破断したのかも観察した。各通電時間につき試料を15個製作した。通電方法は抵抗0.1 $\Omega$ をはさみ試料15本を川の字に並べて固定した。全ての電流密度で室温25 $^{\circ}$ Cに保つように試料を冷却しながら通電できるようにした。

## 3. 結果

引張強度の時間依存性を図1に示す。電流密度3.93kA/cm<sup>2</sup>と7.86kA/cm<sup>2</sup>では300時間経過しても通電していない試料と同様にほとんど変化がない。電流密度11.8kA/cm<sup>2</sup>以上になると時間の経過とともに引張強度の低下がみられた。

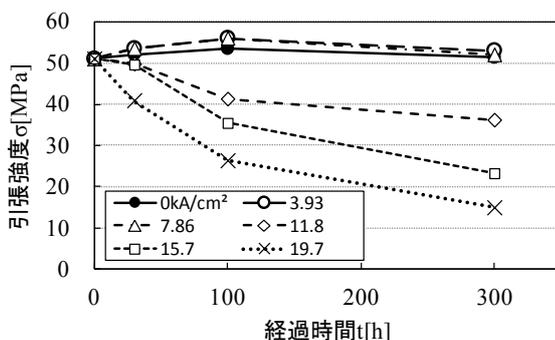


図1 引張強度の時間依存性

引張試験を行った後の陰極側で破断した割合の時間変化を図2に示す。

$$\text{陰極側の破断率} = \frac{\text{陰極側が破断した試料数}}{\text{試料個数}}$$

電流密度0~7.86kA/cm<sup>2</sup>では300時間経過しても陰極側と陽極側で破断する割合はほぼ等しい。これはEMによる劣化が顕著でないためと考えられる。

一方、電流密度11.8~19.7kA/cm<sup>2</sup>で経過100時間後は、約70%陰極側で破断する割合が高い。陰極側のはんだ接続点にボイドが形成され剥がれやすくなったからと考えられる。

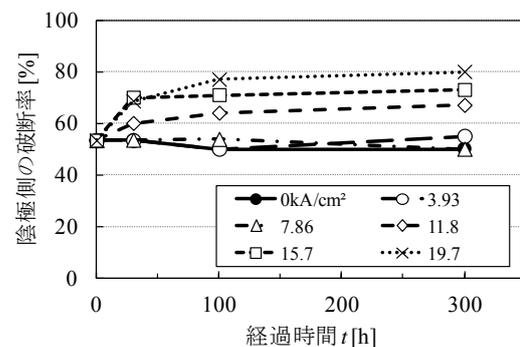


図2 陰極側破断率の時間依存性

## 4. まとめ

本研究でははんだ接続点に電流密度0~19.7kA/cm<sup>2</sup>の電流を0~300時間通電した後、引張強度を測定した。引張強度の時間依存性また陰極側破断率の時間依存性から下記の知見を得た。

- 1) 電流密度11.8kA/cm<sup>2</sup>以上で100時間以上通電すると引張強度が低下する。
- 2) 電流密度11.8kA/cm<sup>2</sup>以上の通電によりはんだ接続点の陰極側で破断する割合が高くなる。

以上のことから大電流通電により陰極側においてEM劣化が発生していると結論づけられる。このことから今後、微細化に伴う電流密度の増加は、実装基板のはんだ接続に対する信頼性上の問題要因になってくると考えられる。

## 文献

- [1] 菅沼克昭, 鉛フリーはんだ技術・材料ハンドブック, 株式会社工業調査会, 東京, 2007.
- [2] 山中公博, 塚田裕, 菅沼克昭, “鉛フリーはんだ微小接合部のエレクトロマイグレーション,” MSE2006, pp.315-318, Oct.2006.