

銅ワイヤパッケージの信頼性と封止材

Reliability of Cu Wire Packages and Molding Compounds

阿部 秀則 Hidenori Abe

機能材料事業本部 電子材料事業部 封止材開発部

1 概要

金ワイヤに比べ銅ワイヤは耐湿信頼性に劣るが、不良メカニズムや因子に関しては十分な情報がなく、当社では、銅ワイヤを使用した場合の耐湿信頼性の劣化に関し、各種要因検討を行った。その結果、封止材の抽出液中の塩素イオン量が耐湿不良発生の主要因であり、pH値は副要因であることがBias HAST実験にて確認され、化学モデルシミュレーションでも検証された。また、Pd被覆銅ワイヤの使用により、耐湿信頼性の向上を確認した。クラックと腐食が、陽極でのオープン不良の原因であり、シミュレーションにより、銅比率の高い合金と銅比率の低い合金の形成が予想され、銅比率の高い合金種が、塩素イオンによって腐食されると推定された。

Cu wire has poorer humidity reliability than Au wire. However, sufficient information regarding failure mechanisms and negative factors was not available. We explored the factors of humidity reliability failure for Cu wire packages. As a result, extracted chlorine ions from molding compounds were found to be a major factor, while the pH of extracted water was found to be a minor factor through a Bias-HAST and chemical model simulation. Pd-coated Cu wire improved humidity reliability performance. Cracks and corrosion were the root causes for open failure at positive pads. A simulation suggested that the formation of Cu-rich inter metallic compound (IMC) and Cu-poor IMC and the Cu-rich IMC was corroded by chlorine ions.

2 本技術の特長

- ・封止材の抽出液中の塩素イオン、pHが耐湿信頼性に与える影響を明らかにし、銅ワイヤ対応封止材を開発した。
- ・ワイヤ種など、封止材以外の要因が耐湿信頼性に与える影響を明らかにした。
- ・化学モデルシミュレーションにより、塩素イオンによるCu/Al合金の腐食メカニズムを推定した。

3 開発の経緯

近年、金価格の高騰により、金ワイヤから銅ワイヤへの切り替えが加速している。従来、銅ワイヤは金ワイヤに比べ電気伝導性や熱伝導性が優れることから、パワー用途ディスクリットでは太線の銅ワイヤが使用されていたが、近年の銅ワイヤへの切り替えは、金価格上昇による低コスト化を目的として、BGAも含めたICパッケージでの1 mil以下の細線が多くなってきている。

従来、銅ワイヤの高温放置における接合信頼性に関する研究は多く報告されているが、多くは、封止前の状態での検討であり、また、耐湿信頼性(Bias HAST, uHAST(=バイアスなし), PCT)に関する報告は少ない。銅は金に比べ化学的安定性が低いことから、銅ワイヤでの信頼性の知見の蓄積が少ないことが、銅ワイヤ適用の障害の一つとなっていた。当社では、耐湿信頼性の結果に影響を与える因子を特定するとともに、化学モデルシミュレーションの手法を取り入れて耐湿信頼性における不良メカニズムの推定を行った。

4 技術内容

(1) Bias HAST評価

封止材種を変更して、Bias HAST評価を行った結果を図1に示す。低塩素イオン、高pHが耐湿信頼性向上に有効であった。また、Pd被覆銅ワイヤを用いることで、ベア銅ワイヤで不良が発生した脱ハロBでも336hをパスした。

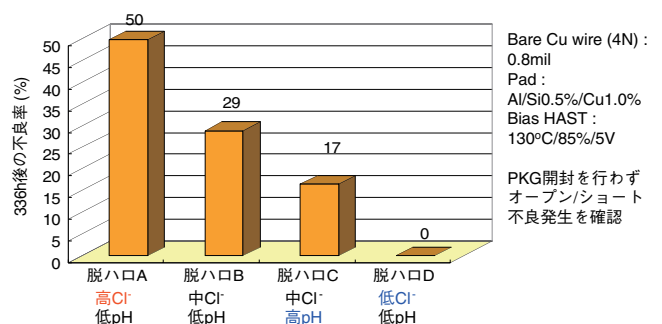


図1 封止材種の耐湿信頼性への影響

Fig. 1 Effect of molding compound type on humidity reliability

(2) 化学モデルシミュレーション

図2に示すように、化学モデルシミュレーションにより、ボンディング時に銅比率の高い合金の一つであるCu₃Al₂と銅比率の低い合金の形成の一つであるCuAlの形成が予測され、合金種によって塩素イオンとの反応性が異なることがわかった。

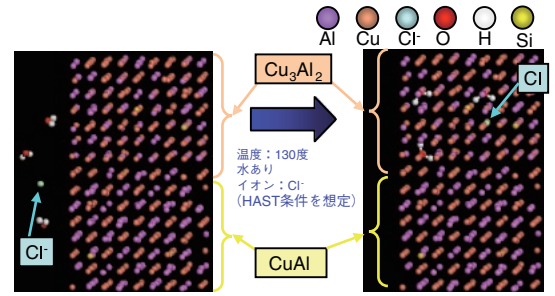


図2 Cu/Al合金種と塩素イオンの反応概略図

Fig. 2 Reaction schematic between Cu/Al IMCs and chlorine ion

各合金と塩素イオンの反応性を見積もるために、塩素イオンの脱離エネルギーを各種合金に関して計算した。図3に示すように、銅比率の高い合金種が塩素イオンによって腐食されると推定される。

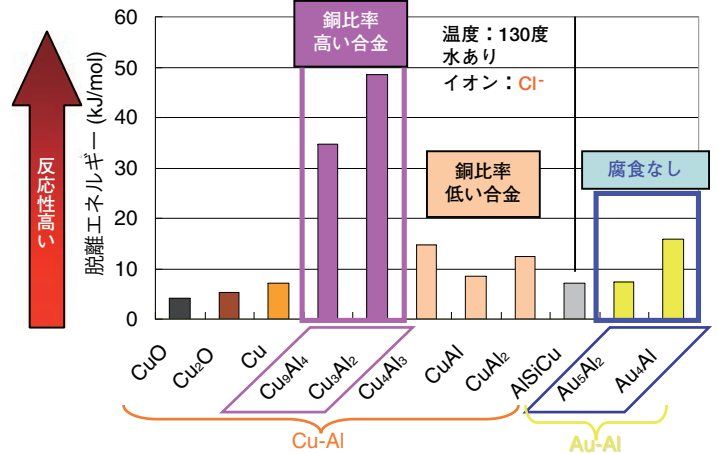


図3 各合金の塩素イオンとのHAST条件下での反応性

Fig. 3 Reactivity between each IMC and chlorine ions under HAST condition

5 今後の展開

- ・さらに耐湿信頼性に優れる封止材の開発。
- ・Pd被覆銅ワイヤの耐湿信頼性不良発生メカニズムの解明。

【参考文献】

- 1) F.W. Wulff, C.D. Breach, D. Stephan, Saraswati, K.J. Dittmer and M. Garnier, Further Characterisation of Intermetallic Growth in Copper and Gold Ball Bonds on Aluminium Metallisation. 2005. www.kns.com
- 2) Tomohiro Uno, et al., Surface-Enhanced Copper Bonding Wire for LSI, ECTC2009