

低熱膨張 Fe-Ni 合金メッキを用いたパワーデバイス向け応力緩和型実装

Stress-relieving Interconnection for Power Device Packaging using Fe-Ni Alloy

Electroplating with Low Thermal Expansion

早大院情報生産システム研究科¹, 早大情報生産システム研究センター²

○(D)小柴 佳子^{1,2}, 異 宏平^{1,2}

Waseda Univ. IPS¹, Waseda Univ. IPS Research Center.², °Keiko Koshiba^{1,2}, Kohei Tatsumi^{1,2}

E-mail: keiko_dec2@ruri.waseda.jp

【研究背景・目的】SiC パワーデバイスは Si に比べて高耐圧・高熱伝導性の特性から高温動作が可能となると期待されており、我々はこれまで高耐熱実装技術として Ni メッキを用いた接合 Ni micro-plating bonding : NMPB の研究に取り組んできた¹⁾。パワーデバイスにおける半導体周辺の構造は、Al や Ni などの電極膜、Al ワイヤ、Sn-Ag-Cu はんだ等のダイボンディング材、回路パターン Cu など、熱膨張特性の異なる材料の組み合わせであるため、デバイス動作等に伴う温度変化により部材間にひずみが生じることが問題となっている。SiC デバイスで動作温度が高温化すると熱膨張特性差によるひずみ量は増大するため、高温動作性と信頼性確保の両立には高耐熱性のみならず熱応力を低減する実装構造が必要になる。そこで本研究では、低熱膨張合金である Fe-30~50wt%Ni 合金の電解メッキを用いた実装技術を提案する。まずは半導体電極上に Fe-Ni 膜をメッキにより形成し、半導体と周辺部材間の熱応力を緩和する構造を検討した。低熱膨張 Fe-Ni 合金膜を形成するメッキ条件の確立と、メッキ膜の熱膨張特性評価および Fe-Ni 膜付き半導体の応力評価を行った。

【実験方法・結果】硫酸鉄-硫酸ニッケル浴で Ni 含有率 40wt% 程度の Fe-Ni メッキ膜が得られた条件で線膨張係数測定用に厚さ約 100 μ m の試料を作製した。メッキままと 220~450 $^{\circ}$ C 熱処理後の試料の線膨張係数測定を行った結果、熱処理なしの試料および 350 $^{\circ}$ C 以上の熱処理で線膨張係数が 7×10^{-6} 以下を示すことが明らかになった(Fig.1)。半導体チップへの応力低減作用の評価のために、Al 蒸着膜付き Si チップに Fe-Ni 膜を形成し 350 $^{\circ}$ C の熱処理を施し、室温と 250 $^{\circ}$ C 加熱時の Si チップにかかる応力をラマン分光法にて測定した。従来デバイスに用いられる無電解 NiP 膜を比較試料とし、応力算出の基準試料には Al 膜付き Si チップを用いた。各層の厚みは Si 250 μ m、Al 膜 1 μ m、Fe-Ni および NiP 膜 8 μ m である。その結果 Fe-Ni 膜付きの試料において室温および 250 $^{\circ}$ C 加熱時の応力ともに低く、温度変化による応力差も小さいことが明らかになった(Fig.2)。Fe-Ni 合金メッキ膜を半導体上に形成することで、従来構造の NiP 膜に比べて高温時の Si にかかる応力低減が可能となることが明らかになった。

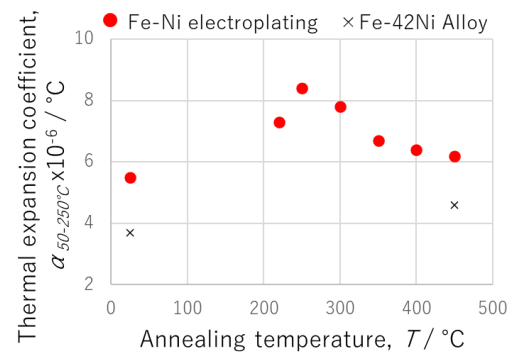


Fig.1 メッキおよび溶製合金の線膨張係数
(●メッキ試料、×市販Fe-42Ni合金試料)

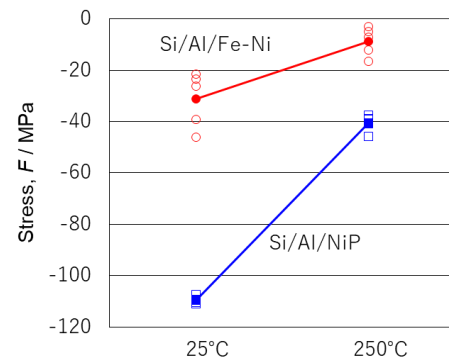


Fig.2 金属膜付きSiチップの応力

[1] Kohei Tatsumi, et al., 2019 IEEE 69TH Electronic components and technology conference, 2019.

【謝辞】本研究の一部は公益財団法人池谷科学技術振興財団の研究助成事業の支援を受けて行われた。