

Bi-Te 系熱電変換デバイスの半導体接合における Ni 拡散バリアの信頼性

Reliability of Ni diffusion barrier on the semiconductor junction of Bi-Te based thermoelectric device

○恵久春 佑寿夫¹, 菅原 徹¹, 菅沼 克昭¹, 岡嶋 道生², 南部 修太郎²

Osaka Univ.¹, E-ThermoGentek Co., Ltd.², °Yusufu Ekubaru¹, Tohru Sugahara¹, Katsuaki Suganuma¹, Shutaro Nambu², and Michio Okajima²

E-mail: ekubaru@eco.sanken.osaka-u.ac.jp

図 1 に示すように、熱電変換デバイスは、一般的に、P 型と N 型の熱電材料を π 型に連続的に電極で接合し、上下をセラミックスやフレキシブルといった基板で挟んで作製される。熱電変換デバイスのエネルギー変換効率を大きくするためには、デバイスにかかる温度差を大きくする必要がある。デバイスを高温環境で動作させる場合がある。しかし、高温環境下で長時間使用すれば、熱電変換デバイスの接合界面において、熱電材料、接合材料、及び電極材料の相互拡散が起こり、熱電材料の物性が変化し性能が劣化してしまうという大きな課題があり、高温環境下で使用される電子デバイスには、接合界面に拡散バリア層を設ける必要がある。

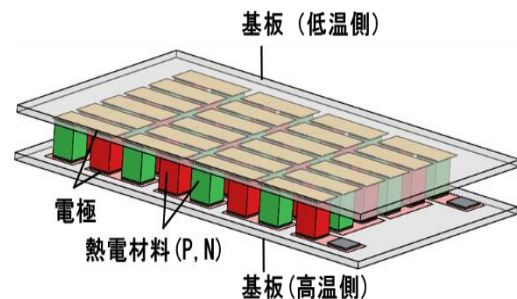


図 1 熱電発電デバイスの概要

本研究では、Ag ペーストを使用して、250°C 耐熱接合を実現するとともに、Bi-Te 系熱電変換素子が 250°C で常用されることを想定して、Ag および Bi-Te 材料に対して、従来の半導体実装に用いられる Ni 層の拡散バリア効果を検討した。

実験は以下の 3 ステップによって行った。ステップ 1 は、Bi-Te チップの準備、厚さ 1mm の直径 100 mm のディスク状のホットプレスされた Bi-Te 焼結体を 3×3mm のサイズで切断し、その上に、拡散バリア層として厚さ 1 μm の Ni と厚さ 0.1 μm の Au をスパッタして作製した。ステップ 2 は電極の準備、10×100 mm の Cu 電極の上に拡散バリア層として厚さ 5 μm の Ni と厚さ 0.1 μm の Au をスパッタして電極を作製した。ステップ 3 は Ag ペーストを用いてチップと電極の接合を行った。

図 2 に接合界面の微細構造を示す。接合直後の接合界面には、異常がなかったのに対して、250°C で 500 時間保持すると Bi-Te 側に偏析やクラックが観察された。EDX 元素分析結果から、偏析部分に Ag が多く観察された。以上のことから、250°C で常用するためには、Bi-Te 系熱電材料と Ag の接合材料に対して、Ni の拡散バリア効果は期待できない。

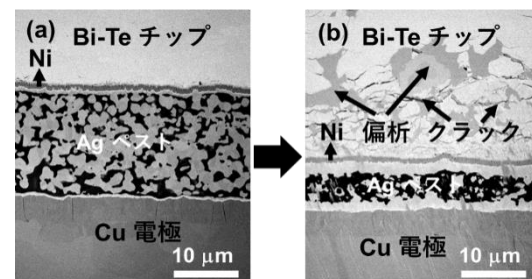


図 2 接合界面の SEM 微細構造画像
(a)接合直後(b)250°C で 500 時間保