

Ni(P)/Ta/TaN/Ta 拡散バリアを用いた新しい高温はんだ接合技術

郎 豊群*, 山口 浩*, 仲川 博*, 佐藤 弘*

A New High Temperature Resistant Bond Technology Using Ni(P)/Ta/TaN/Ta High Temperature Solder Diffusion Barrier

Fengqun LANG*, Hiroshi YAMAGUCHI*, Hiroshi NAKAGAWA*, and Hiroshi SATO*

* 独立行政法人産業技術総合研究所先進パワーエレクトロニクス研究センター (〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第二)

* Advanced Power Electronics Research Center (ADPERC), National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) (1-1-1 Umezono, Tsukubashi, Ibaraki 305-8568)

概要 SiCパワーデバイスをNi(P) 拡散バリア付きの配線基板 ($\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Cu}/\text{Ni(P)}$) 上にAu-Geはんだで接合させた後、300°C以上の高温保持状態に置くと、Ni(P) 拡散バリアのNiがAu-GeはんだのGeと反応し、はんだとNi(P)の界面にNiGe, Ni_5Ge_3 および Ni_3P の金属間化合物が生成することがわかった。 Ni_5Ge_3 金属間化合物は成長が速く、パワーデバイスの接合強度を著しく低減させる。これを防ぐため、 $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Cu}/\text{Ni(P)}$ 配線基板の表面にスパッタ法で約200 nm厚みのTa/TaN/Ta拡散バリアを形成することで、SiC-SBDパワーデバイスの高温接合信頼性を改善することができた。330°C, 1,600h高温保持試験後、デバイスの接合強度はほぼ低下することなく、50 MPa以上を維持した。接合を含むデバイスの電気抵抗は低い数値で変化が見られなかった。また、Ni(P)/Ta/TaN/Ta拡散バリアは-40~300°Cの冷熱サイクル条件下においても剥離などは観察されなかった。

Abstract

The commonly used electroless plated Ni(P) diffusion barrier is prone to react rapidly with Au-Ge eutectic solder to form NiGe, Ni_5Ge_3 and Ni_3P intermetallics (IMC) at the solder/Ni(P) interface after aging at 330°C. The rapid growth of the Ni-Ge intermetallics and the subsequent oxidation of the Cu circuit path under the Ni(P) layer seriously degrade the joint of the Au-Ge solder/Ni(P) interface. To improve joint reliability, a 200 nm-thick Ni(P)/Ta/TaN/Ta diffusion barrier (DB) was prepared on the Ni(P) layer using a sputter process. SiC Schottky Barrier Diode (SBD) power devices were die bonded on the substrate with the Ni(P)/Ta/TaN/Ta DB in a vacuum reflow system. The bonded samples were aged at 330°C in air. After 1,000 hrs, little change in the bond strength of the SiC-SBD was observed. Little reaction between the Ni(P)/Ta/TaN/Ta DB and the Au-Ge solder was observed by transmission electron microscopy (TEM). The Ni(P)/Ta/TaN/Ta DB adheres well to the Ni(P) layer after a thermal cycling test of 1,079 cycles in the temperature range of -40~300°C.

Key Words: Diffusion Barrier, High-Temperature Solders, SiC Power Devices, High Temperature Electronics, Reliability