

課題番号 : F-17-KT-0135  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 銀膜/焼結銀界面結合強度における銀膜の結晶粒構造の効果  
 Program Title(English) : Effect of Ag grain structure on the bonding strength of Ag/sintered Ag  
 利用者名(日本語) : 陳伝彤  
 Username(English) : Chuantong CHEN  
 所属名(日本語) : 大阪大学産業科学研究所  
 Affiliation(English) : The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University  
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, 銀薄膜, 焼結銀, 結晶性

### 1. 概要(Summary)

モジュール構造において、SiC 半導体チップおよび基板と接合材料の銀の熱膨張率には大きな差があるため、SiC/銀焼結体界面および銀焼結体/基板接合界面に大きな熱応力が発生することが予想できる。そのため、モジュールの長期信頼性を設計する上で、銀焼結体の接合界面に影響を与える因子の調査は非常に重要である。一般的には、銀焼結技術では接合界面の接合強度を向上するため、チップ及び基板側の接合面に銀のメタライズを施している。その原因としては銀焼結体と銀のメタライズの物理的に格子定数はおなじであるため、より低温低圧の接合条件で接合ができる。ただし、銀のメタライズ作製プロセスにより、銀の結晶粒径や結晶方位などの結晶構造が異なるため、銀焼結体と銀メタライズの界面接合強度特に高温の信頼性は銀メタライズの結晶組織に依存すると予測した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

分析走査電子顕微鏡 SU6600

#### 【実験方法】

結晶構造は電子後方散乱回折(EBSD)装置を用いてAg メッキおよび Ag スパッタと銀焼結体の接合構造において、Ag メタライズの結晶構造をそれぞれに分析した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

銀焼結体は Ag メッキ基板との接合構造と比べ、Ag スパッタ基板との接合構造の初期および高温放置後のせん断強度が大きかった。この原因を明らかにするために、結晶構造は電子後方散乱回折(EBSD)装置を用いてAg メッキおよび Ag スパッタと銀焼結体の接合構造において、Ag メタライズの結晶構造をそれぞれに分析した。Fig.

1(a) と 1(b)に示すのはそれぞれ接合構造の断面のSEM画像および Ag メッキと Ag スパッタメタライズ層の結晶構造の逆極図(IPF)である。IPF 図に示すようにAg メッキおよび Ag スパッタ層の結晶方位はランダムに配向され、両方とも多結晶構造であった。また、Ag メッキ層および Ag スパッタ層の結晶粒サイズの分布はそれぞれ Fig. 1(c) と 1(d)に示す。Ag メッキ層の結晶粒径は  $0.61 \pm 0.28 \mu\text{m}$  と測定され、Ag スパッタは  $0.19 \pm 0.11 \mu\text{m}$  であった。一方、2つ Ag メタライズ層の結晶粒形状も違った。Ag メッキの場合には、結晶粒はほぼ等軸の形状を特徴とし、Ag スパッタが底部から上部まで多く柱状の結晶粒を示した。結晶粒の平均アスペクト比としては、Ag メッキの場合には 1.26 であり、Ag スパッタは 3.02 であった。したがって、Ag メタライズの結晶粒構造(結晶粒径および結晶粒の形状)は、成膜プロセスにより違った。金属薄膜に対しては、その材料特性および変形挙動が結晶粒の構造に強く依存するとよく報告された。例えば、材料の降伏応力と結晶粒サイズの関係は、Hall-Petch 方程式によって数学的に記述することができる。そのため、Ag メッキと Ag スパッタ層は異

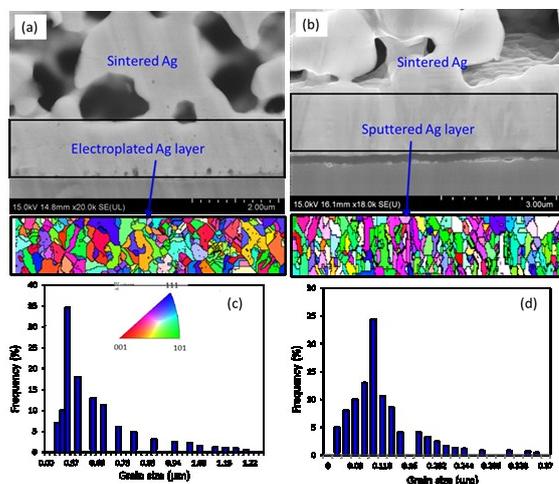


Fig. 1 Crystal structures of Ag-plated and Ag-sputtered.

なる材料特性を持ち、せん断試験で銀焼結体との接合構造の破壊界面の位置および結合強度に影響を与えると結論付ける。

#### 4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

[1] C. Chen , S. Nagao, H. Zhang, J. Jiu, T. Sugahara, K. Suganuma, T. Iwashige, K. Sugiura, K. Tsuruta, J. Electron. Mater. 46, (2017) 1576-1586.

・JST/AICA「高周波化を実現する GaN パワーモジュール 実装技術開発」

#### 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

C. Chen, K. Suganuma, T. Iwashige, K. Sugiura, K. Tsuruta, J Mater Sci: Mater Electron, (2018) 29:1785–1797.

#### 6. 関連特許 (Patent)

なし。