

【基盤研究(S)】

理工系(工学II)



研究課題名 極限環境パワー半導体の異相界面科学

大阪大学・産業科学研究所・教授 **すがぬまかつあき**
菅沼 克昭

研究分野: 工学

キーワード: 電気接続・配線、パワー半導体、エレクトロマイグレーション

【研究の背景・目的】

SiC や GaN などワイドバンドギャップ・パワー半導体の実現には、Si では到達できない 300°C 近い極限環境動作が望まれ、異相界面における熱的、機械的、電気的、光学的に最適化された幅広い視点を持った材料選択と界面設計指針が必要不可欠である。図 1 には、新世代パワー半導体実現のための各種課題を示す。本研究では、提案者が実現したハイブリッド自動車のセラミック/金属界面設計に基づくパワー半導体実装技術と鉛フリーはんだ材料基礎科学を基にして、応力緩和を考慮した超耐熱鉛フリー放熱接続構造、腐食・酸化や電極界面反応、大電流負荷によって生じるエレクトロマイグレーション (EM) やウィスカ現象の未知の領域に取組み、極限環境動作のパワー半導体実現に向けた異相界面基礎科学を確立する。

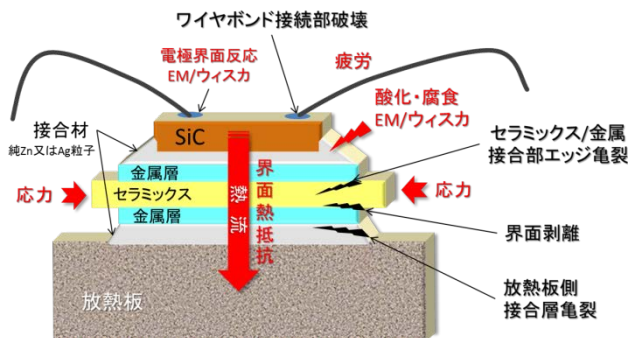


図 1. 新世代パワー半導体の異相界面課題

【研究の方法】

本研究では、提案者が開発した新たな純 Zn はんだ、及び Ag 焼結接合による超耐熱鉛フリーダイアタッチ材料技術を基礎とし、各種異相界面の組織・物性評価とシミュレーションを通して、目標達成のために以下の 4 研究項目について研究を推進する。

- ① 応力緩和放熱接続材料・構造: 有限要素シミュレーションと実測を併用し、柔軟な接続材料開発と構造設計指針確立する。
- ② 極限条件腐食・酸化電極界面構造設計: 接続、配線材料の 300°C 安定化対策を考案し界面構造設計を行う。
- ③ 大電流負荷 EM 現象: 大パワー配線・接続部位における EM 現象のメカニズム解明と評価技術開発、新提案材料の安定性評価を行う。
- ④ 極限温度サイクルウィスカ発生メカニズム: メカニズムの解明に基づくウィスカ対策を提案する。

【期待される成果と意義】

新世代パワー半導体実現へ向けた異相界面設計指針に基づき、高信頼性と高機能を兼ね備えた新世代パワー半導体実装が可能になる。これによって、再生可能エネルギーにおける高効率電力変換の実現、革新的省エネルギー機器の開発、ハイブリッド自動車や電気自動車の電力変換高効率化、あるいは、新幹線などの高速輸送機関や地殻探査や宇宙探査の高信頼機器の製造が実現する。

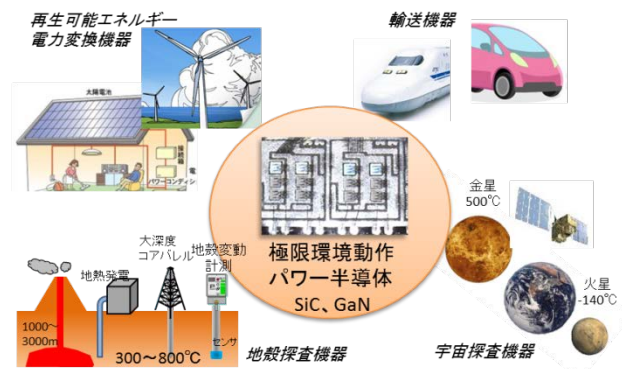


図 2. 期待される極限環境機器

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- K. Suganuma, et als, Sn whisker growth during thermal cycling, Acta Materialia, 59[1](2011), 7255-7267.
- K. Suganuma, S. Kim, Ultra heat-shock resistant die-attachment for silicon carbide with pure zinc, IEEE Electron Device Letters, 31[12](2010), 1467-1469.

【研究期間と研究経費】

平成 24 年度 - 28 年度
157,800 千円

【ホームページ等】

<http://eco.sanken.osaka-u.ac.jp/>
suganuma@sanken.osaka-u.ac.jp