

金・パラジウム混合電極の 高温環境下における熱安定性評価

SATテクノロジー・ショーケース2026

■ はじめに

近年、人工衛星や探査機、災害環境など過酷な条件下で動作可能な高温メモリの需要が高まっている。しかし、従来のシリコンベースの半導体は200℃以上の高温下において動作が不安定となる。

ナノスケールの真空ギャップで隔てられた対向金属電極(以下、ナノギャップ電極)の電子伝導は、トンネル伝導であるため温度影響を受けず、高温動作メモリとして有望である。白金電極を用いて600℃環境下で不揮発性メモリとしての動作も確認された¹⁾。このメモリ効果は白金電極の他材料での検証は行われていない。

金(Au)とパラジウム(Pd)を混合することで融点が増加すると報告されており²⁾、高温でも安定な材料と報告されている。本研究ではAuとPdを様々な混合比で混合したナノギャップ電極を作製し、高温環境下でのスイッチングサイクルに伴う電気特性の変化について評価した。その結果、混合材料も高温メモリ効果が発揮でき、様々な電極材料に応用可能であることが分かった。

■ 活動内容

図1にデバイスの概略図を示す。酸化層250 nmを備えたシリコン基板に電子ビームリソグラフィ法と真空蒸着法を用いて、Au:Pd=3:7の混合比で厚さ10 nm、幅100 nm、長さ400 nmのナノワイヤを作製した。その後、通電破断により約1 nmのナノギャップを形成した。真空圧力 10^{-5} Pa以下の真空容器内で、試料直下に配置したセラミックヒーターにより温度を制御し、室温(RT)および600℃以上の高温環境下における電気特性を測定した。図2に測定のシーケンス図を示す。電流制限をかけて低抵抗状態(LRS)へ切り替えるSet、電流制限を設けず高抵抗状態(HRS)へ切り替えるReset、各状態での抵抗値を測定するReadを各50回ずつ行った。Set電圧は0-10 V、Reset電圧は0-8 V、Read電圧は0.2 Vとした。さらに、Pd単体電極も同様に作製し、特性の比較を行った。

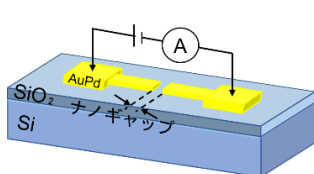


図1 デバイス概略図

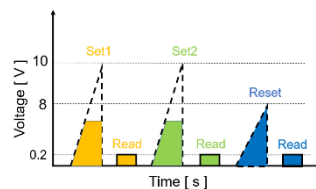


図2 測定シーケンス図

図3に600℃環境下のReset時I-V特性を示す。Au:Pd=3:7混合電極はReset動作が確認されたが、Pd単体ではResetできないことが示された。図4にAu:Pd=3:7混合電極でのスイッチング特性を示す。安定したHRSとLRSの切り替えが行われていることから、混合材料でも高温動作可能であることが分かった。

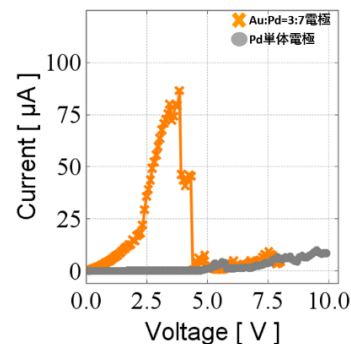


図3 600℃でのReset I-Vグラフ

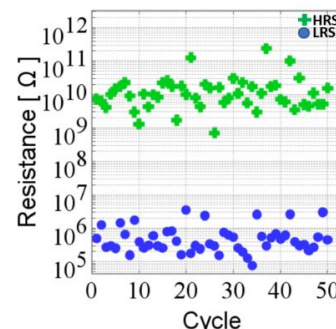


図4 Au:Pd=3:7電極 600℃でのスイッチング結果

■ 今後の展望

今後は、走査型電子顕微鏡(SEM)や原子間力顕微鏡(AFM)を用いてナノギャップ電極の構造変化を比較・解析することで、混合比の異なる電極材料が高温動作に及ぼす影響を明らかにする。

■ 参考文献

- 1) H. Suga et al., *Scientific Reports* **6**, 34961 (2016)
- 2) C. Creemers et al., *Applied Computational Materials Modeling*, **6**, 109 (2007)

代表発表者 杉本 紘基(すぎもと こうき)

所属 千葉工業大学 工学部

機械電子創成工学科

産総技術総合研究所

デバイス技術研究部門

問合せ先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

TEL: 047-478-0507

Mail: sugimoto.koki.127@gmail.com

■キーワード: (1) ナノギャップ電極

(2) 不揮発性メモリ

(3) 高温安定性

■共同研究者: 菅洋志 (千葉工業大学)

内藤泰久 (産総技術総合研究所)