

(様式7)

## 学位論文審査結果の要旨

氏名	森山 拓洋
審査委員	委員長 _____ 木下健太郎 _____ 印 委員 _____ 大觀光徳 _____ 印 委員 _____ 岸田悟 _____ 印 委員 _____ 山崎隆浩 _____ 印 委員 _____ _____ 印
論文題目	多結晶金属酸化物薄膜を用いた抵抗変化メモリの動作機構に関する研究
審査結果の要旨	<p>抵抗変化メモリ (<b>ReRAM</b>)は微細化と高性能化の限界に直面した従来半導体メモリの先を繋ぐメモリとして重要な位置付けにある。<b>ReRAM</b> は金属酸化物に電圧を印加することで生じる劇的な抵抗の変化を利用したメモリであり、その抵抗変化を説明する理論モデルとして、フィラメントモデルが広く支持されて来た。このモデルは、電圧の印加により金属酸化物の内部を酸素欠陥が拡散し、フィラメント状に連なることで導電パスが形成されるとするものであるが、実験との整合に乏しい。</p> <p>森山拓洋氏は白金(Pt)/酸化ニッケル(NiO)/Pt 構造を持つ<b>ReRAM</b> の結晶解析及び詳細かつ系統的な電気特性評価を遂行し、NiO 多結晶薄膜の電気伝導が主に結晶粒表面により担われることを示した。この実験結果に基づき、NiO と真空層を交互に積層させて多結晶膜を表現するスラブ構造のスーパーセルを構築し、第一原理計算を実行することで、表面生成エネルギー <math>E_{\text{surf}}</math> 及び局所状態密度 LDOS を求めた。<math>E_{\text{surf}}</math> の面方位依存性に従い、実験で観測された多結晶構造をモデル化し、更に、LDOS の面方位依存から重要な事実を示した。即ち、NiO(001)面はバルク単結晶と同程度のバンドギャップ <math>E_g</math> を持つ絶縁体であるが、一方、NiO(11-2)面はギャップがほぼ消失した金属であることが明らかになった。更に、有限温度での第一原理分子動力学計算より、(11-2)面を加熱することで、表面原子が僅かに変位して微小(001)面が導入され、電気伝導度が劇的に変化することが示された。これらの結果を基に、<b>ReRAM</b> の抵抗変化現象は多結晶金属酸化物表面の僅かな原子移動や欠陥の導入によって、局所的に面方位の異なる新たな表面が出現することで生じるとする、全く新しいモデル、<b>Grain surface tiling model</b> を提案した。</p> <p>本論文は、実験と整合した新たな理論モデルを提供することで、抵抗変化メモリの高性能化を実現するための材料及び素子設計の指針を与えると同時に、多結晶薄膜の電気伝導度が結晶粒表面の電気伝導度によって決まり、且つ表面状態の <math>E_g</math> が面方位に強く依存することを初めて示した、多結晶体の電気伝導制御一般に関わる重要な知見をもたらす成果である。したがって、本研究は博士(工学)の学位を授与するに値すると判定した。</p>

