

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	遷移金属酸化物を用いた金属・酸化物薄膜積層構造の抵抗スイッチング機構の解析				
研究テーマ (欧文) AZ	Investigation on mechanism of resistive switching in metal/oxide/metal thin-films stacking structure using a transition metal oxide				
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓) ニシ	名) ユウスケ	研究期間 B	2011 ~ 2012 年
	漢字 CB	西	佑介	報告年度 YR	2013 年
	ローマ字 CZ	Nishi	Yusuke	研究機関名	京都大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	京都大学大学院 工学研究科 電子工学専攻・助教				
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)	<p>遷移金属酸化物を金属で挟み込んだ積層構造を用いた抵抗変化型メモリ(ReRAM)は次世代不揮発性メモリとして開発が進められているが、酸化物薄膜の基本的な物性と抵抗スイッチング特性との相関は未だ明確にはなっていない。本研究では、抵抗スイッチング用の酸化物として酸化ニッケルおよび二酸化チタンを用い、電極材料としては白金を用いた。二酸化チタンに関しては、本研究者にとって新たな試みであり、堆積条件の最適化から取り組んだ。</p> <p>まず、二酸化チタンでは反応性スパッタによる堆積において、酸素組成が 1.96 ($\text{TiO}_{1.96}$) の際に安定した抵抗スイッチング動作が得られた。これは、ストイキオメトリーである TiO_2 からわずかに酸素欠損が生じた、n 型半導体であることを意味する。酸化ニッケルの安定した抵抗スイッチングが発現する酸素組成は 1.07 ($\text{NiO}_{1.07}$) であったことから、安定した抵抗スイッチングの発現にはストイキオメトリー条件からわずかに外れた酸素組成を有する酸化物が必要であることが示唆された。</p> <p>また、抵抗スイッチングメカニズムを解明すべく、上記の酸化ニッケルのフォーミング過程や酸素組成に着目し、抵抗スイッチング特性や薄膜中の欠陥について調べた。アドミタンス法により、正孔をトラップする深さ 170 meV の位置に存在する欠陥準位からの正孔の熱励起によるバンド伝導であると考えられた。さらに、抵抗スイッチングの発現に関わる特性値として、初期の電圧印加であるフォーミング電圧のワイブル分布を解析した。電極サイズ依存や酸化物の膜厚依存などから、フォーミングにおけるパーコレーションパスモデルに基づく導電性フィラメント欠陥の生成は、酸化物の膜厚によらない極薄の局所領域で発生していることがわかった。</p> <p>本研究により、フォーミング過程の定量的な解析が可能となり、抵抗スイッチングのメカニズム解明への道筋を立てることができた。</p>				
キーワード FA	不揮発性メモリ	抵抗スイッチング	酸化物	欠陥	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA									
研究機関番号 AC					シート番号									

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Time-Dependent Forming Characteristics in Pt/NiO/Pt Stack Structures for Resistive Random Access Memory							
	著者名 ^{GA}	Yusuke Nishi et. al.	雑誌名 ^{GC}	Material Research Society Symposium Proceedings					
	ページ ^{GF}	141~146	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	Vol. 1430
雑誌	論文標題 ^{GB}	金属/TiO ₂ /金属積層構造の抵抗スイッチング特性に対する電極材料の影響							
	著者名 ^{GA}	沖元直樹 他	雑誌名 ^{GC}	信学技報 電子情報通信学会技術研究報告					
	ページ ^{GF}	129~132	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	Vol. 112 No. 337
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

Resistive Random Access Memory (ReRAM) consisting of metal/oxide/metal stack structures using a transition metal oxide is one of the promising simple devices for a next-generation nonvolatile memory. However, fundamental properties of the oxide and resistive switching properties have not been fully understood yet. In the study, Nickel Oxide (NiO) or Titanium dioxide (TiO₂) and Platinum for resistive switching devices are selected as transition metal oxide (TMO) and metal, respectively.

Pt/TiO_x/Pt stack structures, in which TiO_x with oxygen composition of less than 2 (stoichiometry) is regarded as an n-type semiconductor, show most stable and repeatable resistive switching. The slight gap of oxygen composition with a stoichiometric value is required as oxides for stable and repeatable resistive switching.

I focused on electroforming process and investigated defects in the oxide. By admittance spectroscopy, band conduction with holes thermally excited from the defect level located at 170 meV above the valence band edge may be dominant in the NiO. From the dependence of Weibull distributions of electroforming voltage on metal size and oxide thickness, generation of defects as an origin of conductive paths according to percolation path model by electroforming may occur at a specific local area where the thickness is independent of NiO thickness.

The study enabled quantitative analyses of electroforming in TMO ReRAM devices and indicated a new approach to elucidate the mechanism of resistive switching.