

審査結果の要旨

論文題目「Growth of Vanadium Dioxide Films on Conductive Layers by Inductively Coupled Plasma-Assisted Sputtering Method and Their Out-of-Plane Resistance Switching Characteristics」

(誘導結合プラズマ支援スパッタ法による導電層上への二酸化バナジウム薄膜の成長と面直方向抵抗スイッチングに関する研究)

学位申請者 MD. SURUZ MIAN

本論文は、誘導結合プラズマ支援スパッタ法 (Inductively Coupled Plasma-Assisted Sputtering : ICP 支援スパッタ法) を用いて二酸化バナジウム (Vanadium dioxide: VO_2) 結晶薄膜を導電層上へ堆積することにより、低電圧での抵抗スイッチング並びに高周波数の自励発振を示す抵抗変化素子を実現した研究成果について論じたものである。

VO_2 結晶は、絶縁体-金属転移 (Insulator-Metal Transition: IMT) と、それに伴う抵抗率の急峻な変化を示すことで知られており、このため VO_2 結晶薄膜の成長とその抵抗変化素子への応用に関する研究が盛んに行われてきた。しかし、 VO_2 結晶薄膜表面に一对の電極を設ける従来のプレーナ型抵抗変化素子では抵抗スイッチングを引き起こす閾値電圧の低減が困難であった。申請者は本研究において、高エネルギーイオンと酸素ラジカルの高密度生成を可能とする ICP 支援スパッタ法により、Ti または TiN からなる導電層上へ 2 桁以上の抵抗変化を示す VO_2 結晶薄膜の堆積に成功し、この成果を用いて試作した積層型抵抗変化素子において低電圧で抵抗スイッチングを誘起できることを示した。本論文で示された研究結果は、新規性と工学的に大きな意義を有するものと評価できる。

本論文は 5 章で構成されている。第 1 章では、 VO_2 の結晶構造並びに IMT に関する説明を行った後、電圧印加によって誘起される抵抗スイッチングに関する研究の現状と問題点を論述し、本研究の目的を明らかにしている。本研究で作製した積層型抵抗変化素子の利点と達成目標を明示しており、申請者が研究課題について十分に理解していることが確認できた。第 2 章では、ICP 支援スパッタ法を用いて 2.6 桁の抵抗変化を示す VO_2 結晶薄膜を Ti 導電層上へ 250°C という低温で堆積することに成功し、1 V 以下で抵抗スイッチングを生じる抵抗変化素子を実現したことを述べている。加えて、ICP 支援スパッタ法における高エネルギーイオンと酸素ラジカルの高密度生成が VO_2 結晶薄膜の低温成長に寄与していることを示した。第 3 章では、 VO_2 薄膜を堆積する際の基板温度が 250°C よりも高い場合に Ti 導電層の酸化が起こり素子性能が低下する問題を解決するために、耐酸化性を有する TiN 導電層を下部電極とする抵抗変化素子を試作し、その抵抗スイッチング特性を評価した結果について述べている。TiN 導電層に対して $230\sim 400^\circ\text{C}$ の広い温度範囲において IMT を示す VO_2 結晶薄膜を堆積できること及び、抵抗スイッチングの閾値電圧として 0.55 V という低電圧を達成した結果を示しており、このような低電圧で抵抗スイッチングを実現できたことは、工学的に重要な成果と認められる。第 4 章では、 VO_2 結晶薄膜と TiN 導電層からなる積層型抵抗変化素子において、抵抗スイッチングに基づく自励発振現象を観測した結果について述べている。試作した抵抗変化素子によって、これまでに報告例のない MHz オーダーの高周波数での発振を達成しており、この成果は、低電圧で抵抗スイ

ッチングを誘起できる積層型素子の特長が発揮されたことによる。第5章は結論であり、ここでは2～4章で得られた知見を整理して、本研究の成果および工学的意義を総括するとともに、研究を更に発展させるための課題を示している。

以上の5章からなる本論文は、IMTを示すVO₂結晶薄膜の導電層上への堆積と、低電圧で抵抗スイッチングを示す積層型抵抗変化素子を実現した研究の成果を論じたものであり、VO₂結晶の工学的応用に大きく貢献すると考えられる。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 MD. SURUZ MIANは東海大学博士（工学）の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	博士（工学）	小林 清輝	工学部教授	（総合理工学研究科 総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	庄 善之	工学部教授	（総合理工学研究科 総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	沖村 邦雄	工学部教授	（総合理工学研究科 総合理工学専攻）
委員	博士（工学）	神崎 昌郎	工学部教授	（総合理工学研究科 総合理工学専攻）
委員	工学博士	松村 義人	工学部教授	（総合理工学研究科 総合理工学専攻）