

公益財団法人 立松財団 御中
様式 2021A1,A2,B

2024年 8月 6日

所属:名古屋大学大学院 工学研究科

氏名:畑野 敬史



2022年度助成

研究経過・終了報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	マンガン窒化物を用いた温度無応答抵抗素子の開発
研究の結果	<p>電流や電圧を精密に測定することは、あらゆる産業分野において重要な技術である。その精度を決める要素のひとつが、電気測定装置に実装される抵抗素子の温度安定性である。しかしながら、材料の多くは電気抵抗が温度に依存して変化するため、抵抗素子の素材は極めて限定され、現状、Manganinなどの製品名で知られるMn-Cu-Ni系合金の一択と言える。しかしManganinをもってしても、0°C以下や100°C以上の温度域では抵抗の温度依存性が大きくなり、安定性は悪化する。一方、IoT技術の適用先拡大や、車載センサの汎用化、宇宙産業の進展などにより、低温から高温まで、あらゆる温度環境をカバーできる次世代の精密抵抗素子開発が求められている。そこで本研究では、マンガン窒化物を基材として、-100°Cから+100°Cの領域において、抵抗変化の温度係数α（電気抵抗の『傾き』に相当し、$\alpha = (1/R)(dR/dT)$で定義）は、± 10 ppm/°C以内に抑えることを到達目標に定め、研究を実施した。</p> <p>スパッタリング法によりMn₃CuN薄膜を成膜した。様々な基板とターゲット組成を試し、成膜条件を広く探索して成膜を試みた。その結果、Mn組成をリッチにしたターゲットを用いて成膜ののち、N₂雰囲気をも10⁻⁴ Pa程度に調整してポストアニール処理を実施した。その結果、目標に掲げた、-100°Cから+100°Cという広い温度範囲において± 10 ppm/°Cを実現する薄膜を実現することができた。現行材料のManganinでは、0°C以下や100°C以上の温度域でαが± 50 ppm/°Cを超えることを考えると、従来の常識を超える高い温度安定性を示す抵抗素子材を実現できたといえる。続いて、このような小さいαが実現したメカニズムの解明を目指し、透過型走査電子顕微鏡(STEM)による微細構造観察を試みた。その結果、薄膜内部に膜厚方向へわずかなMn濃度勾配が実現していることが分かった。この濃度勾配により、基板界面近傍では抵抗係数が負、薄膜表面近傍では抵抗係数が正となり、これらのバランスにより合成抵抗として$\alpha \sim 0$が実現されたものと考えられる。最後に、本薄膜の産業応用を考えるにあたり、高価な単結晶基板ではなく、安価なアモルファス基板上にも同様の性能を担持した薄膜を実現せねばならない。そこで薄膜の加工プロセス確立と、Al₂O₃やSiO₂などのアモルファス基板上への温度無応答材料成膜を行った。</p>
研究発表 (実績)	<p>研究発表は無し *ただし特許出願中 各国受付番号:C20200444JP#P01 出願番号 :2023-009339 発明の名称 :薄膜、電気素子、及び薄膜の製造方法</p>

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。