

課題番号 : F-19-AT-0115
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : 石英ガラス上への真空紫外光を透過する高抵抗薄膜の開発
Program Title (English) : Development of transparent and resistive thin coating on quartz glass
利用者名(日本語) : 風間慎吾^{1,2)}, 山崎里奈³⁾, 山下雅樹⁴⁾
Username (English) : S. Kazama^{1,2)}, R. Yamazaki³⁾, M. Yamashita⁴⁾
所属名(日本語) : 1)名古屋大学 素粒子宇宙起源研究所、2)名古屋大学 高等研究院、3)名古屋大学 宇宙地球環境研究所、4)東京大学 宇宙線研究所
Affiliation (English) : 1) Nagoya University, Kobayashi-Maskawa Institute for the Origin of Particles and the Universe, 2) Nagoya University, Institute for Advanced Research, 3) Nagoya University, Institute for Space-Earth Environmental Research, 4) University of Tokyo, Institute for Cosmic Ray Research
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、形状・形態観察、電気計測

1. 概要(Summary)

本研究では、暗黒物質の世界初の検出に向けて石英ガラスと高抵抗膜を用いた新たな検出器の開発を行う。特に、暗黒物質がキセノン原子核と相互作用した際に発生する真空紫外光(波長 178 nm)を効率良く透過し、高い表面抵抗(100 GΩ/□程度)@-100 度を持ち、含有放射性物質の少ない新たな薄膜の開発を行う。薄膜の表面抵抗と光の透過率は、膜厚や温度に強く依存するため、これら物理的特性の関係性の系統的な測定を行い、暗黒物質探索に最適な薄膜の開発を行う。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ドラフトチャンバー、スパッタ装置(芝浦)、触針式段差計、分光エリプソメータ、四探針プローブ抵抗測定装置、デバイスパラメータ評価装置

【実験方法】

本研究では、真空紫外光に対して透明な高抵抗薄膜の作製のため、バンドギャップの高い Al₂O₃、ZrO₂、HfO₂ ターゲットと RF スパッタ成膜装置を用いて、その形成を行った。上記ターゲットはそのままでは絶縁体のため、アルゴン雰囲気下、酸素分圧ゼロ、基板温度は加熱なし、RF パワー 200 W の条件下で成膜を行った。成膜後、触針式段差計/エリプソメータを用いて膜厚の測定を行い、さらには、デバイスパラメータ装置を用いて薄膜の抵抗の測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Al₂O₃ は、300/800/2400 秒の成膜時間で、膜厚の測定結果は、それぞれ 36/86/222 nm、ZrO₂ は、198/984/1980 秒の成膜時間で、膜厚の測定結果は、それぞれ 41/221/412 nm、HfO₂ は、59/480/1800/3600 秒の成膜時間で、膜厚の測定結果は、それぞれ 3.3/4.7/103/207 nm であり、どのターゲットに対しても成膜時間に比例して膜厚が増加していることが分かった。

しかしながら、これらの全ての薄膜に対してデバイスパラメータ装置を用いて抵抗値の測定を行ったが、その抵抗値は絶縁体であるガラスでの測定結果と無矛盾であり、期待した 100 GΩ/□程度の抵抗値を持つ薄膜の作製には至らなかった。酸素分圧をゼロにし、酸素欠陥を形成することで抵抗値を低下させられる可能性があることを期待し、前述の方法で成膜を行ったが、この方法では、これら絶縁体であるセラミックの抵抗値を下げることは不十分であったと考えられる。今後の方法では、よりバンドギャップの小さなターゲットを用いて成膜する必要があることが分かった。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。