

利用課題番号 : F-13-NM-0090
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : 単結晶金属薄膜を用いたプラズモニク・メタマテリアルの研究
Program Title (English) : A study of plasmonic metamaterials using metal single-crystal films
利用者名 (日本語) : 内野 俊
Username (English) : T. Uchino
所属名 (日本語) : 東北工業大学 工学部知能エレクトロニクス学科
Affiliation (English) : Tohoku Institute of Technology

1. 概要 (Summary) :

本プロジェクトの目的は、低損失プラズモニク・メタマテリアルを実現するために、高効率材料の Ag を含むエピタキシャル多層薄膜成長技術を開発し、粒界のない表面粗さが 0.2 nm 以下の平坦な表面を形成することによって、近赤外領域の光エネルギーを従来の 20 倍以上の高効率で制御する材料を開発することである。そのために、400°C 以上の高温で成膜できるスパッタ装置を用いてプラズモニク材料である Ag および Au の単結晶薄膜成長技術を開発する。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

超高真空スパッタ装置 (ビームトロン)

【実験方法】

超高真空スパッタ装置を用いて、基板温度 400°C 以上、超高真空 10^{-6} Pa 程度でマイカおよび LiF 劈開面上に Ag および Au 単結晶薄膜を作製し、結晶性を SEM で観察する。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

図 1 にマイカ上に堆積した Ag 薄膜の SEM 写真を示す。400°C で作製した試料 (左) は、粒界が存在することから多結晶になっていることがわかった。一方、500°C で作製した試料 (右) には粒界が観測されな

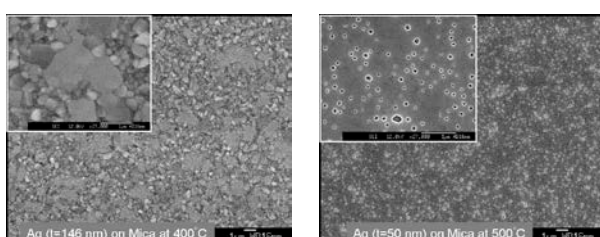


図 1 マイカ上に堆積した Ag 薄膜の SEM 写真

ったことから、単結晶になっていると考えられる。しかし、多数の穴が観測された。これは膜厚が 50 nm と薄いためであり、膜厚を 80 nm に増やすことによって、平坦な表面が得られると考えられる。

図 2 にマイカ上に 400°C で堆積した Au 薄膜の SEM 写真を示す。粒界が見られないことから、単結晶が成長していると考えられる。この結果、Au は Ag と比較して低温で単結晶が得られることがわかった。

4. その他・特記事項 (Others) :

今後の課題として、膜厚の最適化 (メタマテリアルを作製するのに最も適した厚さは約 80 nm)、X 線回折による結晶性の評価、SPM による表面粗さの評価、LiF 劈開面上の Ag と Au 単結晶薄膜の作製を行い、単結晶薄膜を用いてメタマテリアルを作製する。

超高真空スパッタ装置を高温で使用したのは、本プロジェクトが初めてである。その結果、500°C で使用すると脱ガスが多く、高真空を得るのに時間を要した。今後、更なる高温 (例えば 600°C) で本装置が使用可能かどうか検討する必要がある。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

なし

6. 関連特許 (Patent) :

なし

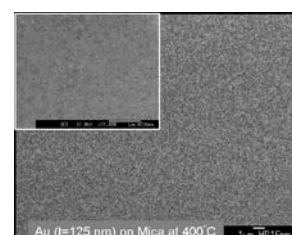


図 2 マイカ上に堆積した Au 薄膜の SEM 写真