

課題番号 : F-14-NM-0070
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 単結晶金属薄膜を用いたプラズモニック・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) : Department of Electronics and Intelligent Systems, Faculty of Engineering, Tohoku Institute of Technology

1. 概要 (Summary)

本研究は、低損失プラズモニック・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を作製することを目的とする。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り、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できるデバイスが期待できる。

そこで、高温で成膜できるスパッタ装置を用いてプラズモニック材料である Ag、Au の単結晶薄膜および単層単結晶グラフェン膜の形成技術を開発する。

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)
- ・ 全自動スパッタ装置(ULVAC)

【実験方法】

超高真空スパッタ装置を用いて、基板温度 300°C 以上、超高真空 10^{-5} 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た。グラフェン単結晶膜は、全自動スパッタ装置を用いてマイカ劈開面上に形成した Cu 膜上に CVD 成長法を用いて作製した。金属薄膜の表面構造は SEM、グラフェン膜はラマンおよび光学顕微鏡で評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

本年度は、Ag 単結晶薄膜と単層単結晶グラフェン膜の形成を行った。Fig.1(a) に LiF 劈開面上に Au 単結晶薄膜をバッファ層とした Ag 薄膜の SEM 写真を示す。メタマテリアルの作製に適した膜厚 150 nm 以下の単結晶薄膜が得られた。しかし、LiF 劈開面上に直接 Ag 膜を堆積した場合は 150 nm 以下の Ag 薄膜が得られなかった。

そこで、マイカ上に Ag 膜を堆積した。Fig.1(b) に示すように膜厚 110 nm の Ag 薄膜単結晶を得ることができた。

Fig.2 は Cu 基板上に CVD 成長させたグラフェンの光学顕微鏡写真である。マイカ劈開面上に堆積した Cu 基板を用いると粒界の少ないグラフェンが得られることがわかった。一方、Cu 箔上に Cu を堆積した基板では粒界が多く見られた。Fig.3 にラマン分光測定結果を示す。マイカ劈開面を用いた試料は欠陥起因の D バンドピークが小さく、グラフェン起因の 2D バンドピークが大きいことから高品質の単層グラフェンが得られることがわかった。

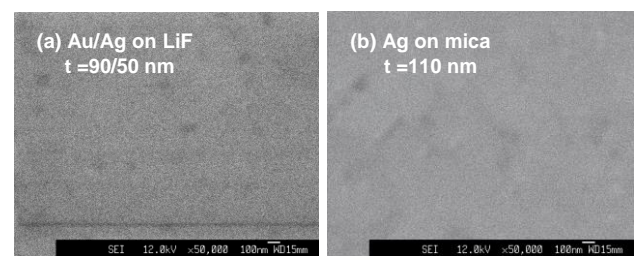


Fig. 1 SEM images of single crystal. (a) Au/Ag film on LiF and (b) Ag film on mica.

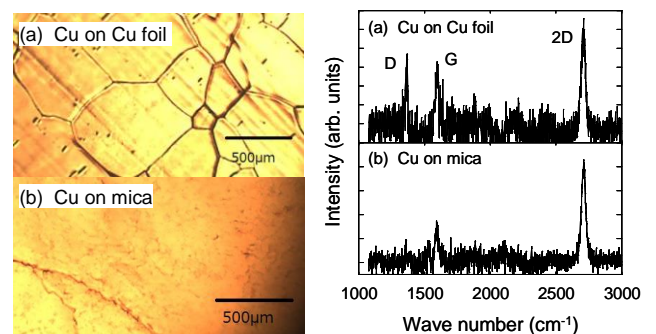


Fig. 2 Optical microscope images of CVD graphene.

Fig. 3 Raman spectra of CVD graphene.

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、科研費の支援を受けて実施した。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) T. Koiwa *et al*, 応用物理学会第62回春季講演会, 平成 27 年 3 月 11 日.

6. 関連特許 (Patent)

なし