

課題番号 : F-18-IT-0010
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 黒リンをチャンネルとした電気二重層トランジスタのための6端子作製
Program Title (English) : Preparation of six terminals on black phosphorus flakes for electric double layer transistors
利用者名(日本語) : 荒木友輔, 片山裕美子, 上野和紀
Username (English) : Y. Araki, Y. Katayama¹⁾ K. Ueno¹⁾
所属名(日本語) : 1)東京大学大学院総合文化研究科
Affiliation (English) : 1)Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo
キーワード/Keyword : 黒リン、輸送特性、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

二次元層状物質の一つである黒リンは、その層数によってバンドギャップが 0.3 eV から 1.5 eV へと増加することが報告されている直接遷移半導体である。厚膜においても $1000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える移動度が報告されており、次世代材料の一つとして極薄膜の輸送特性を明らかにすることが期待されている。本研究では、黒リンの大気劣化を抑えながら膜厚を制御し輸送特性を評価する手段として、電気二重層トランジスタ(EDLT)に着目した。黒リン剥片に対し電子ビームリソグラフィ法を用いて電極を作成し、EDLT デバイスの作製を試みた。本件では、電子ビーム描画の露光条件だしを主に行い、6 端子作製条件を確立した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア、触針式段差計

【実験方法】

東京工業大学の電子ビーム露光装置の支援を受け、 SrTiO_3 基板上に基準パターンを作製し、スコッチテープ法により黒リン剥片を基板上に転写した。最大一辺 $5 \mu\text{m}$ 程度の黒リン剥片上に、露光データ加工ソフトウェアを用いて6端子を作製し電子ビーム装置により描画を行った。条件決定のため、レジスト膜厚の確認等を触針式段差計を用いて行った。黒リン剥片への描画後、電子ビーム蒸着により Ti/Au 電極を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1 作製した黒リン6端子の電子ビーム露光条件の最適化前後(a) $700 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ および(b) $600 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ におけ

る光学顕微鏡写真を示す。

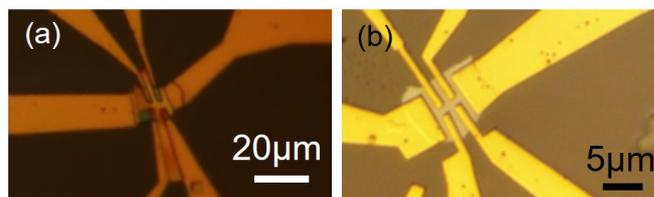


FIG 1. Optical micrographs of Ti/Au six terminals on black phosphorus flakes prepared with the exposure conditions of (a) $700 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ and (b) $600 \mu\text{C}/\text{cm}^2$.

$700 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ では端子同士が短絡したが、 $600 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ の条件下で作製した試料では、およそ $5 \mu\text{m}$ 程度の黒リン上に明瞭に6端子を作製することに成功した。

4. その他・特記事項(Others)

本研究は、東京工業大学科学技術創生研究院フロンティア材料研究所 笹川研究室との共同研究により行われた。

本研究の一部は、CREST-JST および村田学術財団の助成を受けたものである。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[1] 荒木友輔, 佐藤洋平, 片山裕美子, 高橋敬成, 笹川崇男, 上野和紀, 電気化学エッチングによる黒リンの輸送特性制御, 第79回応用物理学会秋季学術講演会 19p-437-3 名古屋 2018年9月.(口頭発表)

[2]電気化学的手法による層状化合物の物性制御, 荒木友輔(東京大学大学院総合文化研究科), 2018年. 62頁, 修士論文.

6. 関連特許(Patent)

なし。