

課題番号 : F-17-HK-0002
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : SrTiO₃ 基板への Al₂O₃ 絶縁膜の ALD 成長
Program Title (English) : Atomic layer deposition (ALD) of Al₂O₃ dielectric film on SrTiO₃ substrate
利用者名(日本語) : 高田紀子
Username (English) : N. Takada
所属名(日本語) : 分子科学研究所 装置開発室
Affiliation (English) : Institute for Molecular Science, Equipment Development Center
キーワード/Keyword : 有機超伝導体、電界効果トランジスタ、成膜・膜堆積

1. 概要(Summary)

有機超伝導トランジスタ用バックゲート基板作製のために、大きさ 15 mm × 15 mm の SrTiO₃ 基板に対して、厚さ 30 nm の Al₂O₃ 絶縁膜の ALD 成長を依頼した。その後 ALD 薄膜上に、リフトオフにより電極用マイクロパターンを製作した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

原子層堆積装置 SUNALE-R(ピコサン)

【実験方法】

北海道大学では下記の内容で支援いただいた。

SrTiO₃ 基板をエタノールで洗浄後、表面を真空紫外露光装置で 10 分間オゾンアッシング

→基板を原子層堆積装置にセット

→ALD 成長

原料:トリメチルアルミニウム(TMA)・H₂O、

成膜回数:343 cycle(TMA, H₂O 共に Pulse 0.1 sec, Purge 4.0 sec)

成膜温度:150℃、原料温度:20℃

窒素フロー:Interm Space 300 sccm, Line1 200 sccm, Line2 50 sccm, Carrier(TMA) 150 sccm, Carrier(H₂O) 200 sccm

以下は分子科学研究所にて行った内容。

膜厚測定(X 線反射率分光法) でアルミナの膜厚がおおよそ 33 nm であることを確認。

→自己組織化単分子膜を集積。

→有機電界効果トランジスタを作製し、電界効果を計測

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Al₂O₃ 絶縁膜上にフォトリソ分子を含有する自己組織化単分子膜(SAM)を集積し、さらにその上に有機強相関電子系材料であるκ-(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br の薄膜単結晶を貼り付けることによってデバイスを作製し

た。サンプルを 5K まで冷却し、紫外光を照射すると、デバイスの超伝導転移を確認することに成功した。ゲート電圧も同時に制御することにより、光照射による相変化が n 型動作によるものであることが明らかとなった。これは光照射によって SAM 分子の持っている電気双極子が基板上方に向いて形成されるため、分子の電界効果によって κ-(BEDT-TTF)₂Cu[N(CN)₂]Br の界面に電子が注入されることによると考えられる。ALD 成長したアルミナの絶縁破壊はサンプルによってばらつきがあるが、おおよそゲート電圧 5~10V 付近であった。

4. その他・特記事項(Others)

・ALD 成膜の支援をご担当くださった、北海道大学 電子科学研究所 中野和佳子 様に感謝申し上げます。

【共同研究者】

櫻井英博(大阪大学)

Namuangruk Supawadee (NANOTEC, Thailand)

Kungwan Nawee (Chiang Mai Univ., Thailand)

【競争的資金】

科研費・若手(A) 16H06058

科研費・基盤(B) 16H04140

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) M. Suda, N. Takashina, S. Namuangruk, N. Kungwan, H. Sakurai and H. M. Yamamoto, Adv. Mater., Vol. 29 (2017) pp.1606833.

(2) Hiroshi Yamamoto, RSC Materials Horizons Symposium, Kyoto, Japan (Nov. 15, 2017)

(3) Hiroshi Yamamoto, MRS-Thailand, Chiang Mai, Thailand (Nov. 2, 2017)

(4) Hiroshi Yamamoto, M&BE9, Kanazawa, Japan (Jun. 27, 2017)

6. 関連特許(Patent)

なし。

