

課題番号 : F-17-HK-0089  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : CaF<sub>2</sub> 基板及び Si 基板への Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 絶縁膜の ALD 成長  
 Program Title (English) : Atomic layer deposition (ALD) of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dielectric film on CaF<sub>2</sub> and Si substrates  
 利用者名(日本語) : 川口玄太  
 Username (English) : G. Kawaguchi  
 所属名(日本語) : 分子科学研究所 協奏分子システム研究センター  
 Affiliation (English) : Institute for Molecular Science, Research Center of Integrative Molecular Systems (CIMoS)  
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積

### 1. 概要(Summary)

電界効果トランジスタのバックゲート基板作製のために、大きさ 15 mm×15 mm の CaF<sub>2</sub> 及び Si 基板に対して、厚さ 50 nm の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 絶縁膜の ALD 成長を依頼した。分子科学研究所においては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 絶縁膜のスパッタ成膜は可能だが、耐圧性をさらに向上させる必要があったため。

### 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。

CaF<sub>2</sub> 及び Si 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)・H<sub>2</sub>O、成膜温度:150 °C)

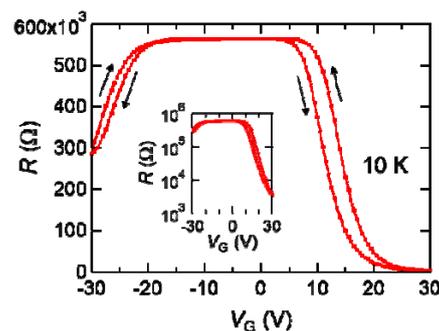
Reference 基板(Si)で膜厚評価(光学式膜厚測定)

分子科学研究所にて、有機電界効果トランジスタを製作し、電界効果を計測した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

電界効果トランジスタのチャンネル材料として、κ-(BEDT-TTF)<sub>2</sub>Cu[N(CN)<sub>2</sub>]Br(以後κ-Br と呼称)の薄膜単結晶を基板に貼り付けて、金線とカーボンペーストにより端子づけを行い、ゲート電圧下での輸送特性を評価した。今回依頼した ALD 成膜の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 絶縁膜では、ピンホールによるリークが抑えられ、30 V 以上の耐圧性が確認された。これは以前使用していた、スパッタによる絶縁

膜の 2 倍以上の耐圧性であり、狙い通りの成果を得ることができた。耐圧性の改善により、通常見られる電子ドープによる抵抗減少に加えて、今回、深い負のゲート電圧下でホールドープによる抵抗減少も見られた(Fig. 1)。このような両極性のふるまいは、強相関電子系と呼ばれる物質群に共通の特徴であると考えられているが、κ-Br についての観測は非常にまれであった。今後、詳細に検討する予定である。



### 4. その他

Fig.1 Ambipolar behavior in κ-Br thin crystal laminated on Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Au/CaF<sub>2</sub> at 10 K. Inset: Log scale plot.

#### 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。

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

(1) 川口玄太, 須田理行, 山本浩史, 有機固体若手の学校 2018、平成 30 年 3 月 15 日

(2) 川口玄太, 須田理行, 山本浩史, 日本物理学会第 73 回年次大会、平成 30 年 3 月 25 日

### 6. 関連特許(Patent)

なし。