

課題番号 : F-14-NM-0091
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : パリレン薄膜上における ALD 高品質酸化物絶縁膜の作製
 Program Title (English) : Fabrication of high quality oxide insulator on a thin Parylene film by ALD
 利用者名 (日本語) : 井上 公
 Username (English) : Isao. H. Inoue
 所属名 (日本語) : 独立行政法人産業技術総合研究所
 Affiliation (English) : National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

1. 概要 (Summary)

パリレンとよばれる有機物の極薄膜(6nm)でチタン酸ストロンチウム SrTiO_3 の表面を保護し、その上に、酸化物の HfO_2 (20nm)または Al_2O_3 (20nm)の薄膜を重ねた「ハイブリッド2層絶縁膜」を原子層堆積装置(ALD)を用いて作製します。この方法の有効性を検証し、作製条件を最適化していくことを目指します。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 原子層堆積装置

【実験方法】 SrTiO_3 の単結晶基板(10mm 角、0.5mm 厚)上にパリレン薄膜(6nm)と Al のソース・ドレイン電極をフォトリソグラフィによって形成した試料を、産総研のクリーンルームで作製します。NIMS 微細加工プラットフォームでは、その試料上に HfO_2 (20nm)薄膜または Al_2O_3 (20nm) 薄膜を ALD で成膜します。さらにこの2層絶縁膜つけた試料を産総研に持ち帰ってゲート電極などを形成し、電気特性などを評価します。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 に作製した電界効果トランジスタ(FET)の走査型電子顕微鏡(SEM)像、チャンネル断面の透過型電子顕微鏡(TEM)像、元素分布をマッピングしたものを示します。6nm というゲート絶縁膜としては報告のない極薄パリレン膜上に、ALD- HfO_2 を堆積させることに成功しました。

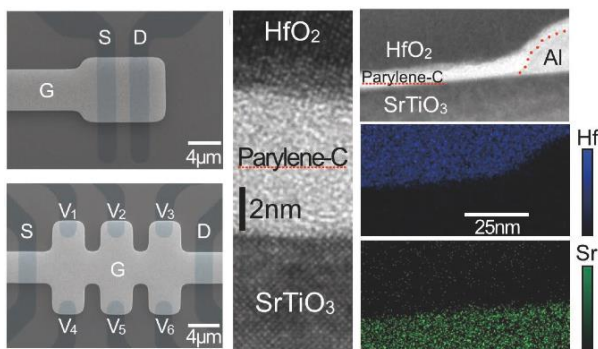


Fig. 1. Scanning electron microscopy images of our field effect transistors (left). Cross sectional image of the channel obtained by transmission electron microscopy (middle). Energy-dispersive x-ray spectroscopy mapping for Hf atom and for Sr atom (right).

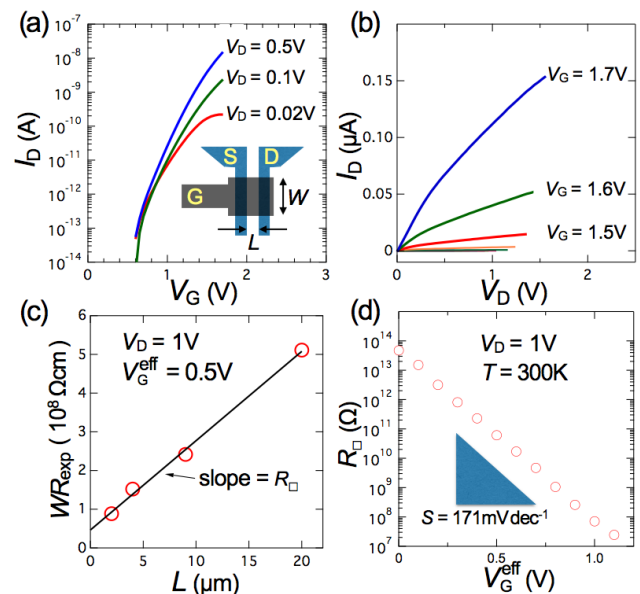


Fig. 2. Current-voltage characteristics of the three-terminal FET device in the subthreshold (weak accumulation) region. (a) I_D for different V_D plotted against V_G . (b) I_D for different V_G plotted against V_D . (c) WR_{exp} for four devices with different sizes but fixed W/L ratio as a function of the channel length L (open circles), where $R_{\text{exp}} \equiv V_D/I_D$, and W is the channel width. Solid line is the least-square fit ($WR_{\text{exp}} = R_0 + LR_{\square}$) of the measured data, where R_{\square} is the sheet resistance. (d) The deduced R_{\square} is proportional to the effective gate voltage V_{eff} , giving fairly small subthreshold swing S of 171 mV/dec.

また、パリレンが SrTiO_3 の表面を保護するので、Fig. 2 に示すように、作製した FET もゲート電圧の印加に対して非常に急峻な電流の立ち上がりを示し、かつ電界効果も非常に大きく、図には示していませんがモビリティが室温にもかかわらず $20\text{cm}^2/\text{Vs}$ 近くにまで上昇します。 HfO_2 とパリレンの2層絶縁膜が非常に優秀であることが検証されました。

4. その他・特記事項 (Others)

TEM 測定は NIMS 微細構造解析プラットフォームにて行いました。本研究は科研費基盤 A(24244062)および科研費特研奨励(25-03502)の援助を受けています。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし