

課題番号 : F-13-UT-0040
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 酸化ナノシートを用いた電界効果トランジスタの開発
 Program Title (English) : Development of field effect transistors by using oxide nanosheets
 利用者名(日本語) : 小川 大輔, 福村 知昭, 長谷川 哲也
 Username (English) : Daisuke Ogawa, Tomoteru Fukumura, Tetsuya Hasegawa
 所属名(日本語) : 東京大学大学院理学系研究科化学専攻
 Affiliation (English) : Department of Chemistry, Graduate School of Science, The University of Tokyo

1. 概要(Summary)

近年、超伝導や室温強磁性を高電界印加により物質中に誘起する試みが盛んである。そのような実験で重要な技術が高電界印加を可能にする電界効果型トランジスタ(FET)の開発である。もし、FETのゲート絶縁層が非常に薄ければ、小さなゲート電圧でも高電界を印加できる。そこで、厚さ1~2 nmという究極の薄さを持ち、キャパシタの容量膜として実績がある(Fig.1)酸化ナノシートをゲート絶縁層とした電界効果型トランジスタの開発を試みた。

2. 実験(Experimental)

酸化ナノシートは厚さ1~2 nm、直径10~30 μmほどの大きさである。このナノシートは単一でも絶縁体で、またLB法で作製した緻密膜を多層化することで絶縁できる面積を大きくできる。昨年度の検討により、ナノシートがソース・ドレイン電極で屈曲するためにリーク電流が生じるという問題点が明らかとなった。そこで本年度は、ナノシートの屈曲を防ぐべく基板にソース・ドレイン電極が埋込まれた構造を試作した。

高速大面積電子線(EB)描画装置、クリーンドラフト潤沢超純水付き、プラズマアッシャー、ドライエッチング装置、高真空EB蒸着装置を用いて、ソース・ドレインが基板に埋め込まれた構造を作製した。加工した基板の形状観察には触針式段差計、走査型電子顕微鏡、および原子間力顕微鏡(AFM)を用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ドライエッチングにより SrTiO₃ 単結晶基板の上に電極用

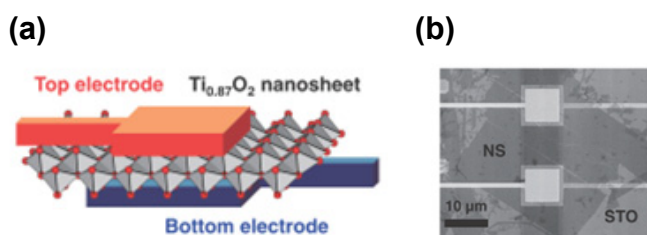


Fig.1 (a) Schematic view and (b) TEM picture of single-layer nano-sheet capacitor.

の溝を作製したが、その後の金属電極のEB蒸着で電極が溝からはみ出し、バリとなることがわかった。このバリを除去するために短時間のドライエッチングを行ったが、電極上面もエッチングされてしまい、段差が生じてしまった(Fig.2)。作製した構造に、ナノシート多層膜と同等の厚みで絶縁体として機能するMgO薄膜をゲート絶縁膜として堆積した素子では、FET動作に十分な絶縁性を確保できず、バリを形成させないプロセスの開発が必要であることが明らかとなった。

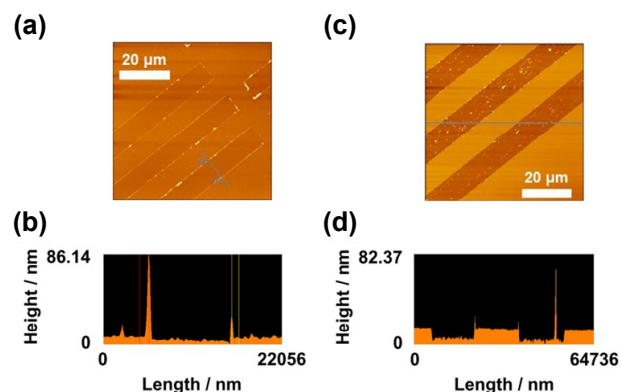


Fig.2 AFM images of source-drain structure embedded on SrTiO₃ substrate. (a) Topographic and (b) cross sectional images before etching. (c) Topographic and (d) cross sectional images after etching.

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者:(独)物質・材料研究機構 フェロワー ソフト化学グループ 佐々木 高義

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) D. Ogawa, K. Akatsuka, T. Fukumura, M. Osada, T. Sasaki and T. Hasegawa, *Chem. Lett.*, Vol. 43 (2014) p.p.307-309.

(2) D. Ogawa, T. Fukumura, M. Osada, T. Sasaki and T. Hasegawa, 2013 MRS Fall Meeting, 平成23年12月5日.

6. 関連特許(Patent)

該当なし。