

課題番号 : F-15-AT-0007  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : 絶縁層上シリコン(SOI)基板の反応性イオンエッチングによるトレンチ形成  
 Program Title (English) : Trench formation in Silicon-on-Insulator (SOI) substrates by reactive ion etching  
 利用者名(日本語) : 井上 知泰  
 Username (English) : T. Inoue  
 所属名(日本語) : いわき明星大学 科学技術学部 科学技術学科  
 Affiliation (English) : Department of Science and Engineering, Iwaki Meisei University

### 1. 概要(Summary)

絶縁膜上シリコン(SOI)基板上に  $\text{CeO}_2(100)$  及び(110) 層の複合面方位構造を形成する研究において、異なる面方位領域間を完全分離するための SOI 基板のトレンチ形成技術の検討を行った。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

- マスクレス露光装置
- 多目的エッチング装置
- 高分解能電界放出電子顕微鏡(FE-SEM)

#### 【実験方法】

Si(100)基板上にエピタキシャル成長する  $\text{CeO}_2$  層の面方位は Si 基板表面の電位分布により制御できる。Fig. 1 は本研究の原理図で、下図は電位分布を示す。上図の左半分の電子ビーム照射領域は高電位で  $\text{CeO}_2(100)$  が、右半分は零電位で  $\text{CeO}_2(110)$  が成長する。両者間には電氣的に絶縁するためにトレンチを設けている。金属 Ce ターゲットを用いた反応性スパッタ法により  $\text{CeO}_2$  層のエピタキシャル成長を行った。

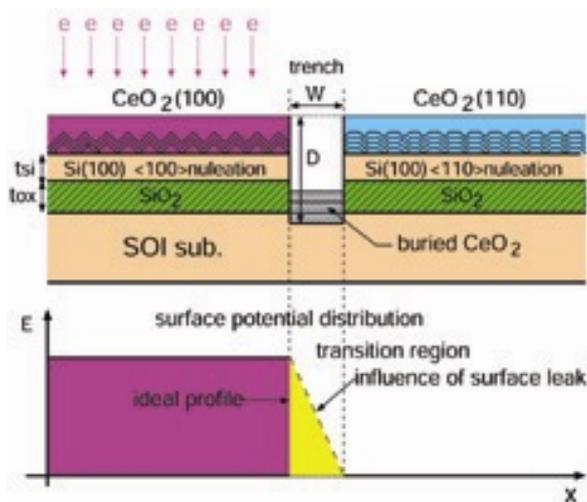


Fig. 1 Schematic illustration of electron beam induced orientation selective epitaxial growth for the hybrid orientation structure formation.

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figs. 2 (a), (b) はそれぞれウェットおよび反応性イオンエッチングにより形成したトレンチの断面の FE-SEM 観察結果を示す。この SOI 基板の Si 層と埋め込み酸化(BOX) 層の厚さはそれぞれ 88 および 145 nm である。ウェットエッチングには  $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{CH}_3\text{COOH}=25:2:1$  混液を用いた。Fig. 2 (a)を見るとエッチング断面は非常に緩やかに傾斜しており、また Si 層の表面が薄くなっていることが分かる。また、ウェットエッチング後のトレンチの断面形状は場所によって大幅に変化しており、大変不安定な形状であった。 $\text{CeO}_2$  層形成の第1段階での極薄金属 Ce 層の堆積後、トレンチの両側の Si 層間の電氣的絶縁はトレンチの極く一部でも導通箇所があれば絶縁不良となり、成膜後の複合面方位領域間の分離は不十分となる。そのため、ウェットエッチングによりトレンチ形成した試料では異種方位領域間の方位分布の分離は不完全であった。

一方、Fig. 2 (b)から分かる様に、 $\text{Cl}_2$  ガスを用いた反応性イオンエッチングによるトレンチの Si 層の断面はほぼ垂直になっており、場所による変化は殆ど無い。前述の極薄金属 Ce 層はトレンチの角で段切れを起こすため電氣的絶縁が良好となる。反応性スパッタ法による  $\text{CeO}_2$  層のエピタキシャル成長実験の結果、反応性イオンエッチングを用いることにより、トレンチの両側の Si 層上の  $\text{CeO}_2(100)$  と  $\text{CeO}_2(110)$  領域間は完全に分離できることが分かった。

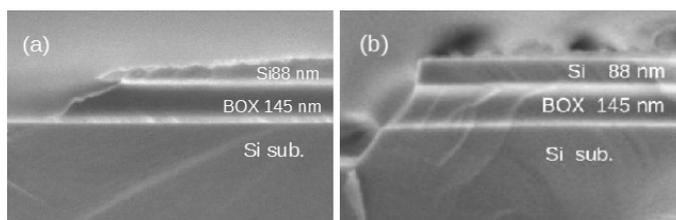


Fig. 2 Cross-sectional FE-SEM images of the trenches formed by (a) wet and (b) reactive ion etchings.

#### 4. その他・特記事項 (Others)

本研究は科研費(26390067) の助成を受けている。

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

- (1) T. Inoue and S. Shida, J. Vac. Sci. Technol., **B 32**  
(2014) 03D108: doi: 10.1116/1.4863301
- (2) T. Inoue and S. Shida, European MRS Meeting,  
May 14 (2015), Lille, France.
- (3) T. Inoue and S. Shida, European Conf. Sur. Sci.,  
August 31 (2015), Barcelona, Spain.

#### 6. 関連特許 (Patent)

- (1) 半導体装置及びその製造方法、水島一郎、井上知  
泰、特開 2008-16008、他