

課題番号 : F-17-UT-0065
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 放射線が引き起こす SiO₂ 中のキャリアダイナミクス
 Program Title (English) : Radiation-induced carrier-dynamics inside SiO₂
 利用者名(日本語) : 廣瀬和之^{1,2,3)}、東口紳太郎²⁾、張江貴大³⁾、野村 啓太²⁾、牛丸晃太³⁾
 Username (English) : K. Hirose^{1,2,3)}, S. Toguchi²⁾, T. Harie³⁾, K. Nomura²⁾, K. Ushimaru³⁾
 所属名(日本語) : 1) JAXA 宇宙科学研究所、2) 東京大学大学院工学系研究科、3) 早稲田大学大学院基幹理工学研究科
 Affiliation (English) : 1) Institute of Space and Astronautical Science, JAXA, 2) Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, 3) Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University
 キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、表面処理、切削、研磨、接合、SiO₂、励起

1. 概要(Summary)

SiO₂ は半導体デバイスの品質を左右する重要な絶縁体である。絶縁体とは言え、十分なエネルギーを持った放射線を浴びるとキャリアが励起され、その運動をきっかけに多彩な反応が起きる。その解明は SiO₂ の耐久性や寿命といった品質について様々な示唆を与えると期待される。我々は SiO₂/Si 試料にγ線や X 線を照射し、その解明に取り組んでいる。本年度は X 線を用いて、表面帯電にもたらす効果を探究した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- (1)汎用平行平板 RIE 装置、(2)ステルスダイシング装置、(3)形状・膜厚・電気評価装置群

【実験方法】

抵抗率が 0.02 Ω・cm 以下の p 型 Si(100) ウェハに熱酸化膜を形成したものを試料とした。酸化膜厚 t_{ox} を 0.003 から 3.0 μm まで変えて 9 種用意した。それぞれについて両面に形成された熱酸化膜のうち一方を接地のために剥離した。その後、表面電位 E_s (定常値) を XPS 装置(ESCALAB220i_XL)を用いて求めた。具体的には、X 線を照射しながら Si⁴⁺ 2p_{3/2} スペクトルを測定し、その時間発展を解析して決定した。X 線は、単色化した Al-Kα (1486.6 eV) を 60° の入射角で、強度を揃えて照射した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 の通り、 t_{ox} の増加に伴って E_s は増加し約 2.5μm で飽和した。 E_s は SiO₂ 表面で励起されて脱出する電子の数と、導体とみなせる Si 基板で励起され SiO₂ に進入する電子の数のバランスで決まると考えられている(補償効果)。今回の実験では脱出電子数は t_{ox} によ

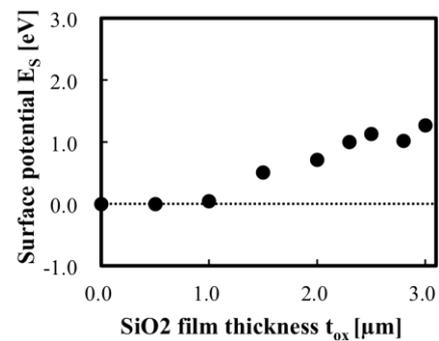


Fig. 1 Masured surface potential for various SiO₂ film thickness.

らず一定と考えられたため、観測された E_s の増加傾向は、進入電子数が t_{ox} に伴って減少したと解釈できた。特筆すべきは、あたかも電子が SiO₂ 中を 2.5 μm に渡って移動しているように見えることである。この移動を理解するために、この実験結果の再現を、各種理論や仮説で試みている。

4. その他・特記事項(Others)

【謝辞】熱酸化膜の剥離工程について、文部科学省ナノテクノロジー・プラットフォーム東京大学 VDEC「超微細リソグラフィ・ナノ加工拠点」を利用し、三田吉郎マネージャの技術相談ならびに肥後昭男特任講師、Lebrasseur Eric 研究員の技術補助支援を受けた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) S. Toguchi, D. Kobayashi, T. Makino, T. Ohshima, and K. Hirose, Proc. RADECS 2017, paper C-2.
 (2) 張江貴大, 小林大輔, 山本知之, 廣瀬和之, 応用物理学会秋季学術講演会, 平成 29 年 3 月.

6. 関連特許(Patent) なし。