

キャリア選択コンタクトにおける電極材料の界面仕事関数 および成膜ダメージ評価 : ALD-TiO_x

Analysis of interface workfunction and process-induced damage
in transition-metal-oxide/passivation-layer/Si structures
for carrier-selective contacts: ALD-TiO_x



○(PC) 神岡 武文¹, 望月 健矢², 後藤 和泰², 林 豊¹, 磯貝 勇樹¹, 中村 京太郎³,
宇佐美 徳隆², 大下 祥雄¹

(1 豊田工大, 2 名大院工, 3 明治大)

○(PC) Takefumi Kamioka¹, Takeya Mochizuki², Kazuhiro Gotoh², Yutaka Hayashi¹, Yuki Isogai¹,
Kyotaro Nakamura³, Noritaka Usami², Yoshio Ohshita¹

(1 Toyota Technol. Inst., 2 Nagoya Univ., 3 Meiji Univ.); E-mail: t-kamioka@toyota-ti.ac.jp

[はじめに] チタン酸化物 (TiO_x) は、仕事関数準位が Si の伝導帯下端に近いので、キャリア選択コンタクト (CSC) セルにおける電子選択コンタクト材料として研究開発が進められている。しかし、電子選択性の高いデバイス特性が必ずしも得られるわけではなく、例えば原子層堆積 (ALD) 法で成膜した TiO_x は、その酸化法、あるいは、成膜後熱処理条件に依存して、キャリア選択性の極性や大きさが異なることが報告されている [1]。この詳細なメカニズムは不明な点が多い。バンド構造や界面の再結合特性の観点から、TiO_x のバルク物性だけでなく、TiO_x/パッシベーション層/Si 構造中の界面物性を議論していく必要がある。我々はこれまで、ITO/MoO_x/SiO₂ 構造における SiO₂ 界面における仕事関数がバルクのそれとは絶対値、および、成膜後熱処理温度依存性において異なることを報告してきた [2,3]。また、ITO の成膜ダメージに起因する Si/SiO₂ 界面欠陥準位密度 (D_{it}) を求め、その熱処理温度依存性も併せて示してきた。本研究では、ALD-TiO_x を対象とし、TiO_x/SiO₂ 界面における仕事関数、および、成膜ダメージを解析する。まずは我々の標準的な熱 ALD 成膜条件で作製した TiO_x を用いて評価を進めている。

[実験] ITO/TiO_x/SiO₂/Al MOS 構造デバイスを以下のように作製した。Cz、p 型 Si (100) 基板表面に厚さの異なる熱 SiO₂ 膜を形成させた (t_{ox} = 10、20、30 nm)。その上に熱 ALD 法で TiO_x を成膜し (約 3 nm 厚、堆積温度 150 °C)、キャップ層として反応性プラズマ蒸着 (RPD) 法により ITO 膜を堆積させた (約 80 nm 厚)。裏側表面には熱蒸着 Al を堆積し、Ohmic コンタクトを形成した。N₂ 雰囲気での熱処理後、C-V 特性を取得し、フラットバンド電圧 (V_{FB}) 解析を行った。

[結果・考察] ITO 成膜後、および、熱処理後 (N₂ 雰囲気、200 °C、15 min) の C-V 特性を Fig. 1 に示す。ITO 成膜後、低周波特性 (100 Hz) において遷移動作領域に大きな hump がみられる。これは ITO 成膜時に導入されたダメージで、D_{it} は約 2×10¹² cm⁻²eV⁻¹ であった。熱処理後は hump がほぼ消失し D_{it} は 1 桁減少した。C-V 曲線は正バイアス方向にシフトし、V_{FB}-toX プロットから見積もった TiO_x/SiO₂ 界面の仕事関数は約 4.2 – 4.4 eV であった。TiO_x 成膜や熱処理温度条件依存性の検討を現在進めている。

[謝辞] 本研究は NEDO の支援を受けて行われた。サンプル作製に関し、豊田工大の森村氏、前田氏に感謝する。

[参考文献] [1] T. Matsui et al., Energy Procedia 124 (2017) 628. [2] 神岡ら, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, (2017) 6p-A204-7. [3] T. Kamioka et al., PVSEC-27, (2017) 1FrO2.1.

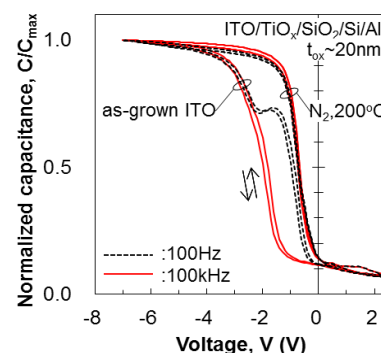


Fig. 1: C-V curves for ITO/TiO_x/SiO₂/Si structure devices