遷移金属酸化物／SiO_2／結晶 Si ヘテロ接合コンタクト界面における仕事関数

Workfunctions at transition-metal-oxide/insulator interfaces of heterojunction contacts

○(PC)神岡 武文 [1]，林 豊 [1]　磯貝 勇樹 [1]，中村 京太郎 [2]，大下 祥雄 [1]
(1 豊田工大，2 明治大)
○(PC) Takefumi Kamioka[1], Yutaka Hayashi[1], Yuki Isogai[1], Kyotaro Nakamura[2], Yoshio Ohshita[1]
(1 Toyota Technol. Inst., 2 Meiji Univ.); E-mail: t-kamioka@toyota-ti.ac.jp

[はじめに] 極薄アモルファス Si やトンネル Si 酸化膜をパッシベーション膜として用いるいわゆる passivated-contact セルが高効率セルとして注目を集めている。本セル構造は、正孔あるいは電子のうち一方を選択的に外部電極に取り出すコンタクトを特徴とする。このキャリア選択性は、電極／(絶縁膜)／Si というヘテロ接合コンタクトの、a) 界面における少数キャリアの再結合、b) バンドオフセットおよび関連するキャリア輸送機構などの特性が決めている。この観点から以前我々は、トンネル酸化膜型 MIS セルのシミュレーションの検討により、電極(コンタクト)材料の仕事関数の影響を定量的に調べて報告した[1]。現在、理想的なバンドアライメントを目指す目的で、MoO_x をはじめとした様々な遷移金属酸化物(transition metal oxide; TMO)とその応用に関する研究開発が進んでいる。しかし、デバイス動作に重要なのはヘテロ接合コンタクト構造を作製した際の界面における仕事関数であるにもかかわらず、その報告例はない。実際の界面における仕事関数は、界面近傍の構造や組成、あるいは、Fermi 準位ピニング等により変化すると考えられる。我々はこのようなヘテロ接合コンタクトの積層界面の電子物性に注目し、本研究ではとくに MoO_x を例とした TMO／絶縁膜(半導体)界面における仕事関数を調べた結果を報告する。

[実験] p 型 Cz-Si(100)基板を用いて $MoO_x/SiO_2/Si/Al$ 構造の MOS キャパシタを作製した。SiO_2 膜は熱酸化により形成された。MoO_x 膜は反応性プラズマ蒸着法により成膜された(約 35 nm 厚、約 75Ω/□)。異なる酸化膜厚を有するデバイスの C-V 特性を測定周波数を変えて取得した。

[結果・考察] MoO_x 成膜後における C-V 特性の周波数依存性の例を図 1 に示す。本 C-V 曲線におけるフラットバンド電圧(V_{FB})には、MoO_x の仕事関数に加え、酸化膜／結晶 Si 界面における欠陥など基本的な界面物性の情報が含まれる。例えば、低周波特性には hump がみられるが、成膜プロセスで導入される界面欠陥に由来すると考えられる。V_{FB} の酸化膜厚依存性から MoO_x の仕事関数を見積もると as-depo で 4.5 - 4.6 eV であり、熱処理後に仕事関数は 4.9 eV に変化した。これら値はともに文献報告値と比較して低いが、その原因としてバルクや界面の膜質、あるいは、プロセスダメージの影響の違いなどが考えられる。今後、これらを切り分けるための実験・解析を進めて報告する予定である。

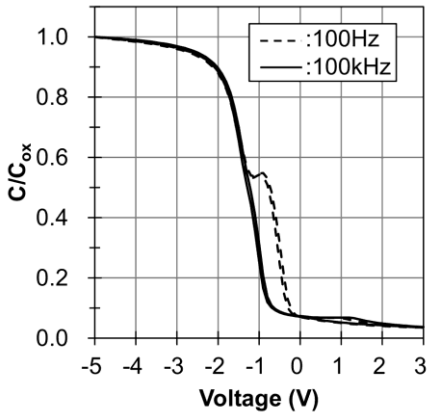

図 1　$MoO_x/SiO_2/Si$ キャパシタの C-V 特性(酸化膜厚 123Å)

[謝辞] 本研究の一部は NEDO の支援を受けて行われた。

[参考文献] [1] 神岡ら，2015 年第 76 回秋季応物，15p-2S-2.

© 2016年 応用物理学会