

19a-A17-10

低温 Kr/O₂ プラズマ酸化法による SiO₂/Si 構造の作製および評価

Fabrication and Evaluation of SiO₂/Si Structures by Kr/O₂ Plasma Oxidation at Low Temperature

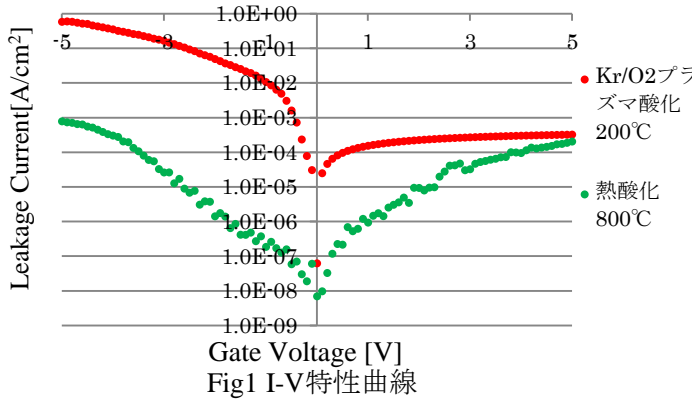
東京農工大・工 藤川雄太 岩崎好孝 上野智雄

Tokyo Univ. of Agri. & Tech. Y.Fujikawa Y.Iwazaki T.Ueno

Email: 50014645134@st.tuat.ac.jp

1. 研究背景

現在、MOS-FET のゲート材料として SiO₂ が主に用いられている。これは Si を高温で熱酸化することで得られる SiO₂ が絶縁性が高く、界面特性が良いためである。しかし、近年研究開発されているフレキシブルデバイスでは、柔軟性と耐衝撃性を持たせるために、プラスチック等耐熱性に劣る基板上に MOSFET を作成する必要があるため、従来のように高温状態で行う熱酸化法で酸化膜を形成することが困難である。そこで、我々の研究室では、低温状態においても良質な酸化膜を形成する手段として、Kr/O₂ プラズマ酸化法について研究してきた。Kr/O₂ プラズマ酸化法では、マイクロ波によって励起した Kr が酸素分子を解離させ原子状酸素を生成する。そのため、Kr/O₂ プラズマ酸化は、熱エネルギーによって原子状酸素を生成する熱酸化法と比べ、低温で良質な酸化膜の形成が可能であると考えられる。現在、デバイスの微細化に伴いゲートリーク電流が増加することで消費電力が増加してしまうことが大きな問題となっている。また、Kr/O₂ プラズマ酸化法を用いて低温で作製したサンプルはプラズマによる膜へのダメージや十分な構造緩和が見込めない等ゲートリーク電流特性が熱酸化で作製したものと比べ劣る傾向にある。Fig1 に同程度の膜厚において、800°C 熱酸化で作製したサンプルと Kr/O₂ プラズマ酸化で作製したサンプルの I-V 特性を示す。そこで本研究では、Kr/O₂ プラズマ酸化法で作製したサンプルに対して、O₂ プラズマを照射することで膜中の欠陥へ酸素を補填することで膜質の改善とゲートリーク電流特性の改善を試みた。



2. 実験方法

① p型 Si 基板をフッ酸洗浄後、マイクロ波電力 100W、チャンパー内圧力 1torr、O₂ 流量 0.5sccm、Kr 流量 50sccm の条件で Kr/O₂ プラズマ酸化を行った。

・サンプル 1 Kr/O₂ プラズマ酸化 200°C 60 分

② その後、サンプル 1 に対して、マイクロ波電力 100W、チャンパー内圧力 1torr、O₂ 流量 20sccm の条件で O₂ プラズマ照射を行った。

・サンプル 2 O₂ プラズマ照射時間 60 分

Fig2 に各サンプルの I-V 特性を示す。また、O₂ プラズマ照射を行ったサンプルの膜厚に変化がないことは XPS によって確認しており、いずれも膜厚は 3nm となっている。

3. 実験結果及び考察

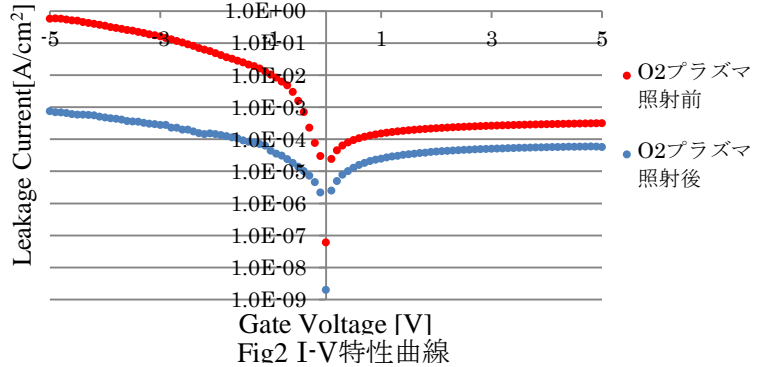


Fig2 の I-V 特性より、O₂ プラズマ照射後は照射前と比べて、ゲート電圧が正側と負側のどちらにおいても、リーク電流の減少が観られた。ここで、印加電圧のほとんどが絶縁膜にかかる蓄積状態において Fig2 をそれぞれ PF プロット、FN プロット変換を用いることで評価を行っ

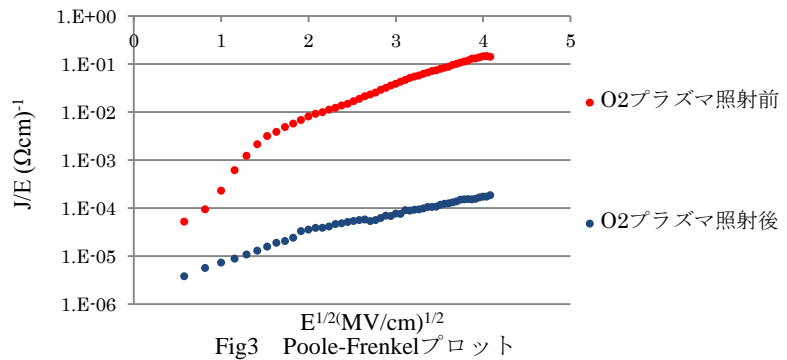


Fig3 Poole-Frenkelプロット

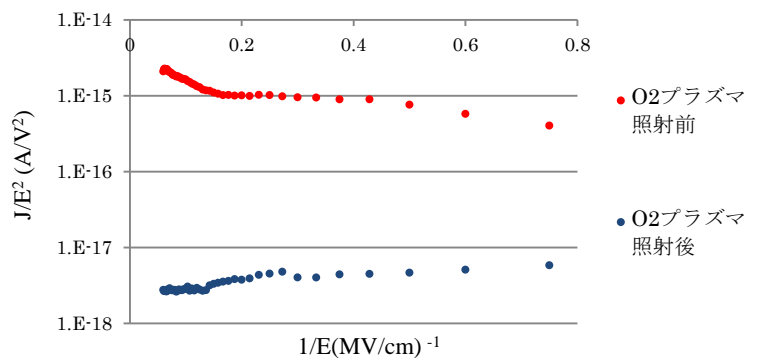


Fig4 Fowler-Nordheimプロット

Fig3 から 0 点近傍を除けば、グラフは線形となっていることがわかる。また、Fig5 では強電界側では線形性の傾向が見られるが、弱電界側では線形性は見られない。この結果から、Kr/O₂ プラズマ酸化により作製したサンプルのゲートリーク電流は、基本的には膜中の欠陥を介して流れる Poole-Frenkel 型で伝導しており、高電圧側へ遷移するに従って、Fowler-Nordheim 型の要素が加わってきていると考えられる。また、PF プロットにおいて O₂ プラズマ照射後は前と比べて傾きが減少していることがわかる。これは Poole-Frenkel 型による伝導が減少していることを示している。よって、O₂ プラズマ照射という後処理によって、酸化中にプラズマのダメージで発生した膜中の欠陥に酸素を補填できているものと考えられ、この後処理は有効であると考えられる。