Kr/O_2 プラズマ酸化法を用いた HfO_2/Ge 直接接合構造の作製

Fabrication of HfO_2/ Ge direct junction structure using Kr/O_2 plasma oxidation method

農工大院工、○所附武志、岩崎好考、上野智雄
Tokyo Univ. of agri. & Tech .Takeshi Tokorozuki ,Yoshitaka Iwazaki , Tomo Ueno
E-mail:s188805w@st.go.tuat.ac.jp

1.背景

今日までの LSI 技術は Si-MOSFET の微細化により発展を遂げてきた。しかしながら微細化に伴い、ゲートリーク電流の増加や短チャネル効果によるパンチスルーの発生など様々な問題が生じる。その為微細化に代わる性能向上の方法として、絶縁膜における高誘電率材料(High-k)の導入と、基板への高移動度材料の導入が検討されている。中でも Ge は Si に比べ電子、正孔ともに高い移動度を示しており、最も注目される半導体の一つである。

これらを使用した High-k/Ge 構造は次世代ゲート構造として期待されているが、High-k 絶縁膜として用いられる HfO_2 と Ge の直接接合は相性が悪く、良好な電気的特性が得られにくいことが報告されている。この原因は成膜プロセス温度の高さと考え、本研究では Kr/O_2 プラズマ酸化法を導入した。この手法ではプラズマ内で生成される原子状酸素の酸化力の強さから低温での酸化が期待できる。今回、本手法を用いて 300[℃]以下の工程で HfO_2/Ge 直接接合構造の作製を試みたので報告する。

2.実験方法

p-Ge(100)基板を洗浄後、スパッタリング法により Hf を 5[nm]堆積させる。この Hf/Ge 構造に対して Kr/O_2 プラズマ酸化法により HfO_2/Ge 構造を作製し、その後、アニール処理を行い真空蒸着法により Al 電極を蒸着した。実験条件は以下の通りである。

○Kr/O_2 プラズマ酸化条件

・O_2 流量 1[sccm]　Kr 流量 100[sccm]
・基板温度 200[℃]　酸化時間 60[min]
・マイクロ波電力 100[W]

○アニール処理条件

・N_2 流量　20[sccm]
・基板温度 250[℃]　時間 30[min]

3.実験結果と考察

Fig.1 に Kr/O_2 プラズマ酸化により作製した HfO_2/Ge 構造、そしてこれにアニール処理を施した周波数ごとの C-V 特性、Fig.2 には高周波 C-V 測定によるヒステリシス、Fig.3 にリーク特性を示す。Fig.1 より Asgrown の場合は界面欠陥に起因する周波数分散、ストレッチアウトが大きく見られ、加えて Fig.2 より膜中トラップによるヒステリシスも確認された。これはプラズマダメージを修復するための熱エネルギーが不足し、界面近傍の欠陥と、ダングリングボンドが多く発生してしまったことが原因と考えられる。これに対しアニール処理を施した場合周波数分散、ストレッチアウトが大きく改善、加えてヒステリシス幅の減少が確認され、熱処理による構造組み換えにより膜中欠陥、界面の未結合手を減少させられたものと考えられる。更に、容量値の上昇、Fig.3 よりリーク電流の減少も確認され、HfO_2 の膜質も向上していることが示唆される。以上のことにより、Hf の酸化、アニール工程全てを 300[℃]以下の低温下で行うことで Ge、Hf 原子の拡散を抑えながら膜質、界面特性ともに良好な HfO_2/Ge 構造を作製できることが分かった。

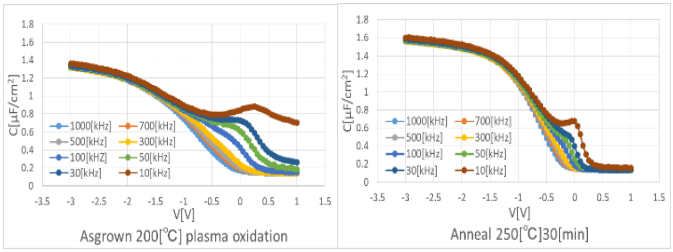


Fig.1 C-V frequency measurements

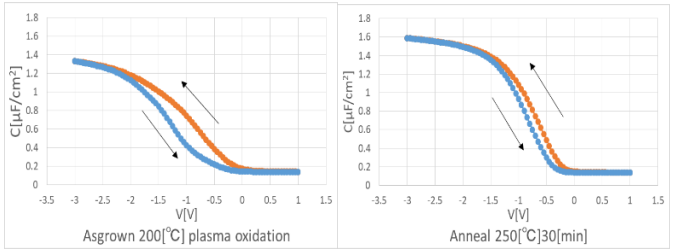


Fig.2 Hysteresis

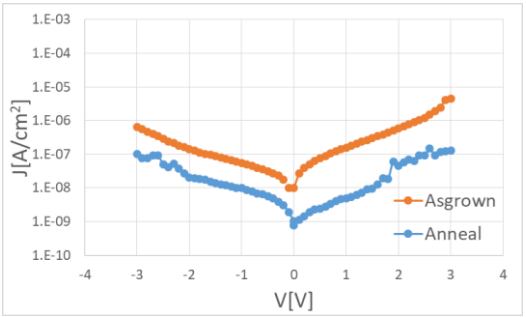


Fig.3 Leak current

© 2019年 応用物理学会