化学溶液を用いた Si 基盤の低温酸化の検討

Investigation of Low Temperature Oxidation of Si Substrates Using Chemical Solutions

東京農工大学院 ○高橋陽輝、岩崎好孝、上野智雄
Tokyo univ. of Agri & Tech. Hiroki Takahashi, Yoshitaka Iwazaki, Tomo Ueno
E-Mail：s214048r@st.go.tuat.ac.jp

1, 研究背景

半導体産業が始まって以来、半導体素子の製造コストの低下のためにシリコンウェハの大口径化が続けられている。しかし、従来の気相による製膜手法では、加熱した大口径ウェハの均熱性を得ることが困難となり、温度依存性を強く有する製膜速度がバラつき、結果として絶縁膜である SiO_2の膜厚均一性を保つことが困難となる。絶縁膜の膜厚の不均一は、MOS 素子の容量 C の変動、ひいてはトランジスタの V_{TH} のバラつきにつながるなど半導体チップの物性を大きく劣化させることになる。その対策として我々は化学溶液酸化法の研究を行っている。この方法は化学溶液の等温性を利用しているため、シリコンウェハを溶液に漬けることで絶縁膜を均一に製膜できると考えられる。

本実験では Si 基盤の低温酸化を目的として、ピラニア溶液を用いた化学溶液酸化法を導入し、SiO_2の作成および電気特性の測定を通して、成膜手法としての有効性、電気特性の昇温過程に対する影響の評価を行った。

2,1 溶液の昇温過程

Fig.1 に本実験において得られた溶液の昇温過程を示す。オイルバス 250[℃]内に配置したビーカー内の化学溶液の温度は加熱開始により昇温されるが、ある一定の温度で飽和する。本実験ではその飽和時間(25[min])以降再び温度上昇がみられる。

これは、化学溶液内に存在する各種物質の沸点(H_2O：100[℃]、H_2O_2：150[℃]、H_2SO_4：337[℃])より、H_2O が蒸発することによって引き起こされ、本実験では飽和時間前の溶液をピラニア溶液(H_2O 有り)、飽和後の溶液をピラニア溶液(H_2O 無し)として実験を行った。

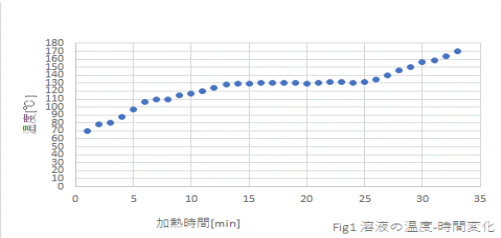


Fig1 溶液の温度-時間変化

2,2 実験方法

p-Si (100)基盤を以下の Table.1 のような条件で 6 種類のサンプルを作成し、評価した。

Table.1 実験条件

サンプル条件	条件1	条件2	条件3	条件4	条件5	条件6
洗浄	有機洗浄・HF洗浄					
酸化溶液	130[℃]ピラニア溶液(H_2O有り)			130[℃]ピラニア溶液(H_2O無し)		
酸化時間	5[min]	10[min]	15[min]	5[min]	10[min]	15[min]

3,実験結果と考察

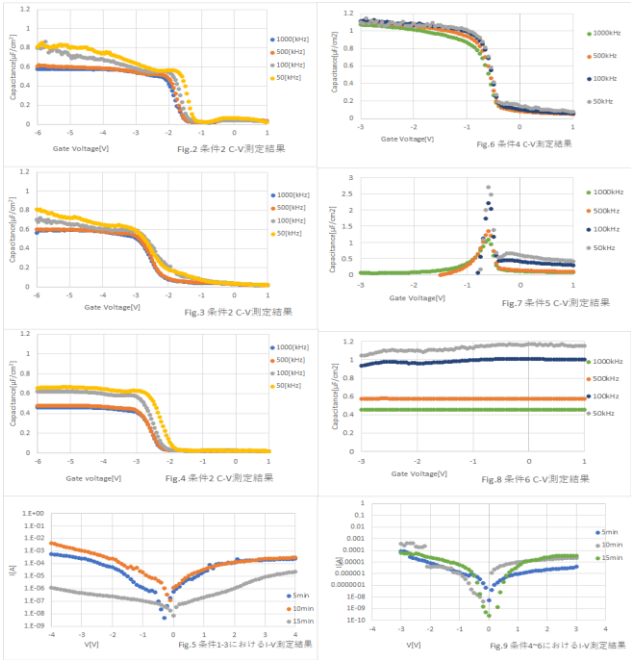
Fig.2~4 に条件 1~条件 3 における C-V 測定結果を、Fig.5 に I-V 測定結果を示す。Fig.2~4 を比較すると、条件 1,2 で蓄積領域の容量値が立ち上がっているのに対して条件 3 ではその抑制が確認できた。また Fig.5 より条件 1,2 と比較してリーク電流が低下していることが確認できた。したがって、条件 1～3 では酸化時間が長いほど良好な特性が得られた。

Fig.1 より加熱時間 25[min]以下ではピラニア溶液中に H_2O が存在し、加熱時間 25[min]より長い状態では H_2O が存在しないと考えられる。したがって条件 3 において膜質の改善が見られた要因として、H_2O が存在しないピラニア溶液による酸化が影響していることが考えられる。

Fig.6~8 に条件 4~条件 6 における C-V 測定結果を示す。Fig.6 より、H_2O の存在しないピラニア溶液下での化学溶液酸化は、H_2O が存在する場合と比較した場合、容量値の増加が確認でき、さらにフラットバンドシフトが抑制されていることが確認できた。そのため、H_2O の存在しないピラニア溶液は、薄膜化、良好な膜質の獲得という観点から化学溶液酸化において効果的であると考えられる。

また、Fig.7,8 より、C-V 特性の明確な悪化が確認でき H_2O の存在しないピラニア溶液を用いた長時間の化学溶液酸化は、膜質を悪化させる効果があると考えられる。

今後は H_2O の存在しないピラニア溶液の化学溶液酸化による特性の改善に注目して研究を進めていく。



© 2021年 応用物理学会