

プラズマ窒化処理によるGeO₂膜の膜質改善の検討

Study on improvement of GeO₂ film quality by plasma nitriding

東京農工大学, ○伊藤圭佑, 岩崎好孝, 上野智雄

Tokyo University of Agriculture and Technology,

○K.Ito, Y.Iwazaki, T.Ueno

E-mail: s206985s@st.gotuat.ac.jp

1.研究背景

今日に至るまでのLSI技術はSi-MOSFETの微細化により発達してきた。しかしSiを用いたMOSFETでは物理的な限界が見えており、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微細化に伴う問題が生じてきた。よって微細化とは異なる手段でMOSFETの性能を向上させる方法として基板に移動度の高い材料を使用することが検討されている。特にGeはSiに比べ高い移動度を示す為新たなMOSFETの材料として期待が高まっているが、酸化膜となるGeO₂膜は熱的不安定性による界面の欠陥など実用に際して多くの問題を抱えている。そこで本研究ではGeO₂膜に対しプラズマ窒化処理を施し界面欠陥を修復することで、膜質および電気特性の改善が見込めると考え実験を行なった。

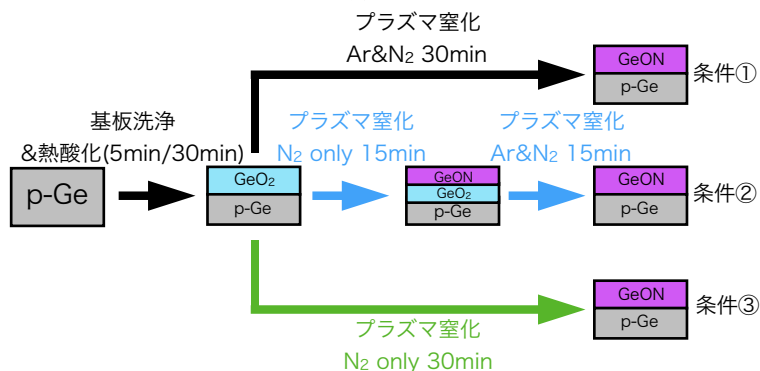
我々のこれまでの研究過程において、プラズマ窒化処理による界面特性の改善については十分な効果が確認されたが、その一方でプラズマ処理に用いられたArガスによるGeO₂膜へのエッチング効果が顕著となり膜質の悪化を招いていることが認められた。これを受けてプラズマ窒化の処理時間の前半をN₂ガスのみによる窒化、後半でAr&N₂混合ガスによる窒化を行う手法が考案され、GeO₂膜を保護しながら強い窒化力で界面特性を改善することに成功した。

この結果を踏まえて、プラズマ窒化処理における界面欠陥を修復する能力及びArにより膜質が悪化する効果がGeO₂膜へ浸透する能力について検証する為、GeO₂膜の膜厚を増減させた場合のこれらの効果の変化を比較した。

2.実験方法

p型Ge基板をHFにて洗浄後、一方のサンプルでは500°C熱酸化5minを行ってGeO₂膜を7nm成膜、もう一方のサンプルでは500°C熱酸化30minを行ってGeO₂膜を30nm成膜した。これらのGeO₂膜に対し基盤温度300°C、マイクロ波電力100[W]を共通として以下のように条件を変えてプラズマ窒化処理を行なった。条件①ではGeO₂膜保護の方策をとらず、そのままArとN₂の混合ガスによるプラズマ窒化処理を行った。条件②では酸化膜表面をN₂のみによるプラズマ処理で窒化してGeONとした後に、ArとN₂の混合ガスによるプラズマ窒化処理を行った。比較として実験③では酸化膜にダメージを与えるArを除いたN₂のみでプラズマ窒化を行なった。その後各サンプルに対して測定を行なった。

プラズマ窒化処理 実験条件



3.実験結果と考察

条件①・②・③にて作成したサンプル、及び比較対象としてAs grownのC-V測定結果について、熱酸化5minによるGeO₂膜厚7nmに

対する結果をFig.1、熱酸化30minによるGeO₂膜厚30nmに対する結果をFig.2に示す。Fig.1の膜厚7nmのサンプルにおいて、条件①のAr&N₂ 30minで蓄積領域のリークが見られるように、膜厚が薄くなったことでArによるエッチング効果が顕著となった。また、このダメージを抑える手法をとった条件②、③ではともにGeO₂膜の保護に成功しつつ周波数分散の抑制に成功していると考えられる。Fig.2の膜厚30nmの場合にはArによるダメージは影響が少なくなった一方、どのサンプルにおいても周波数分散抑制の効果が薄くなっていることが窺える。これは膜厚が厚くなったことによりN₂がGe/GeO₂界面に届き辛くなった為であると考えられ、条件③のN₂ onlyにおいて分散が顕著であることに合致する。

以上の結果から、膜厚の増減に対しプラズマ窒化処理でのN₂の浸透具合、Arのエッチングダメージの入り具合についての知見を得ることができた。今後は膜厚の薄い場合に焦点を絞り、プラズマ処理でのダメージ抑制と特性改善のよりよい両立を図っていく予定である。

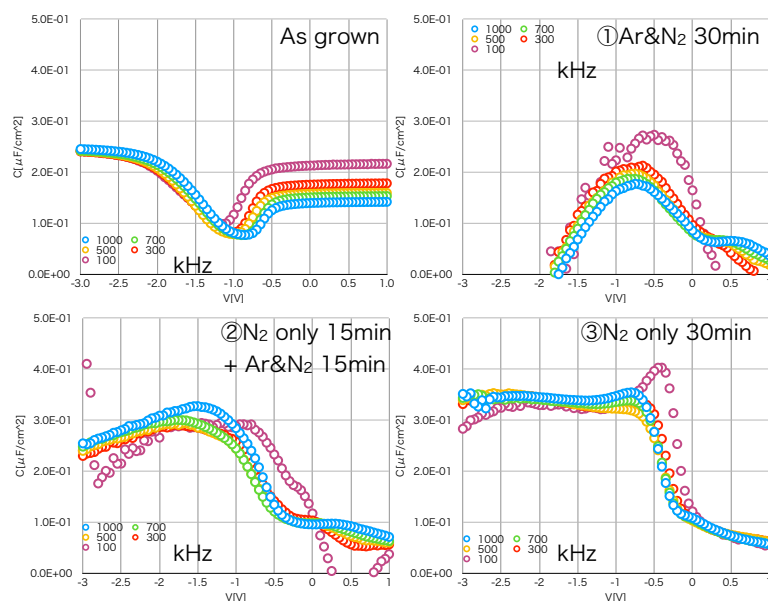


Fig.1 C-V測定結果(膜厚7nm)

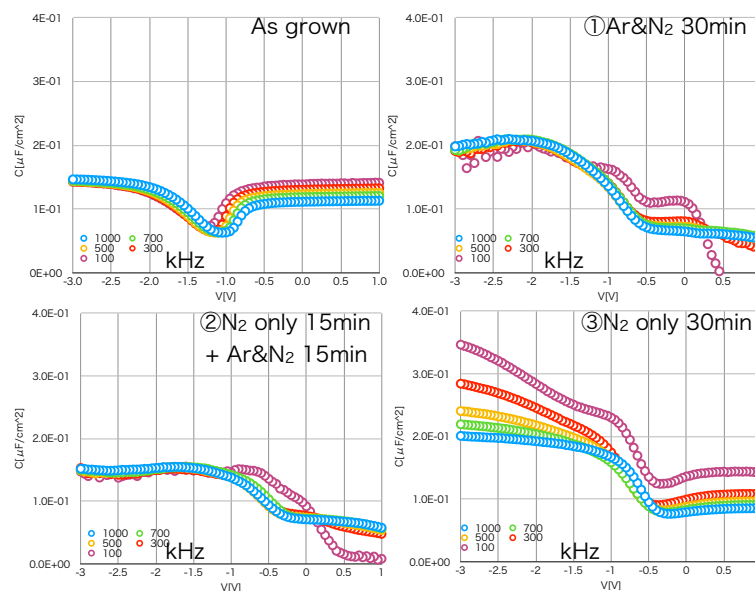


Fig.2 C-V測定結果(膜厚30nm)