

# プラズマ窒化処理によるGeO<sub>2</sub>膜の膜質改善の検討

## Study on improvement of GeO<sub>2</sub> 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.gou.tuat.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、絶縁膜となるGeO<sub>2</sub>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GeO<sub>2</sub>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。

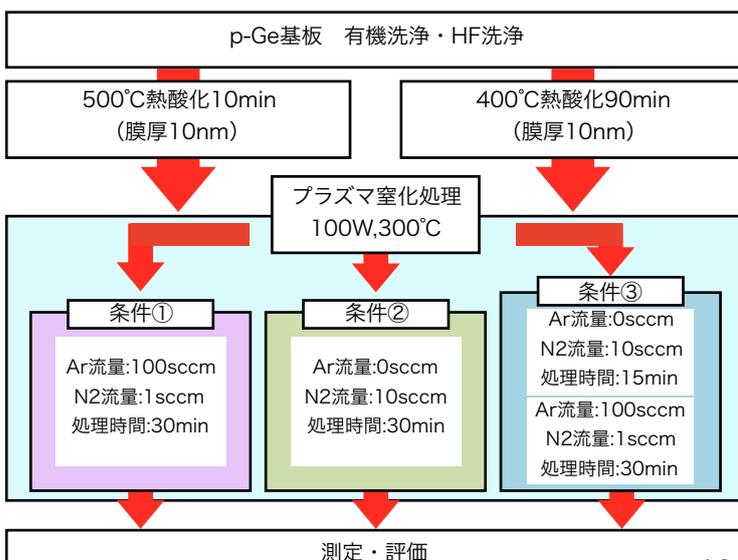
我々のこれまでの研究過程において、プラズマ窒化処理による界面特性の改善については十分な効果が確認されたが、その一方でプラズマ処理に用いられたArガスによるGeO<sub>2</sub>膜へのエッチング効果が顕著となり膜質の悪化を招いていることが認められた。これを受けてプラズマ窒化の処理時間の前半をN<sub>2</sub>ガスのみによる窒化、後半でAr&N<sub>2</sub>混合ガスによる窒化を行う手法が考案され、GeO<sub>2</sub>膜を保護しながら強い窒化力で界面特性を改善することに成功した。

この結果を踏まえ、GeO<sub>2</sub>膜の成膜温度について500°Cで成膜したサンプル、400°Cで成膜したサンプルについてそれぞれプラズマ窒化処理を行い、作成したサンプルに測定を行った。測定結果から考察される界面欠陥修復効果や膜中の結合力の強度を評価する事で、プラズマ窒化処理を行う対象としての適性なGeO<sub>2</sub>膜成膜温度を調査した。

### 2. 実験方法

p型Ge基板を有機・HF洗浄後、一方のサンプルでは500°C熱酸化を10min、もう一方のサンプルでは400°C熱酸化を90minを行いGeO<sub>2</sub>膜を10nmに揃えて成膜した。これらのGeO<sub>2</sub>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GeO<sub>2</sub>膜保護の方策をとらず、そのままArとN<sub>2</sub>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N<sub>2</sub>のみによるプラズマ処理で窒化してGeONとした後に、ArとN<sub>2</sub>の混合ガスによるプラズマ窒化処理を行った。比較として条件③では酸化膜にダメージを与えるArを除いたN<sub>2</sub>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。

#### 実験条件



### 3. 実験結果と考察

500°C熱酸化、400°C熱酸化で成膜したGeO<sub>2</sub>膜に対し条件①・②・③でプラズマ窒化処理を施したサンプル、及びAs grownのC-V測定結果について、500°C熱酸化によるGeO<sub>2</sub>膜に対する結果をFig.1、400°C熱酸化によるGeO<sub>2</sub>膜に対する結果をFig.2に示す。500°C熱酸化において、As grownに見られる周波数分散がプラズマ窒化後は抑制されていることから界面欠陥の修復がなされている事が確認できる。しかし条件①では処理に用いたArによるGeO<sub>2</sub>膜へのダメージから、膜質の劣化による容量値の低下が起きていると考えられる。これに対し条件②、条件③ではGeO<sub>2</sub>膜の保護と周波数分散抑制の両方が両立できていると考えられる。400°C熱酸化に対しプラズマ窒化を行った場合には明確な改善効果は見受けられず、プラズマ処理によるダメージばかりが顕著に現れている。これは500°C熱酸化に比べ400°C熱酸化で成膜したGeO<sub>2</sub>膜が既に良好な界面構造を持つ一方、膜中の結合力が弱い為であると考えられる。今後はXPS等を用いて熱酸化温度・時間のGeO<sub>2</sub>膜への影響を調査しつつ、より最適なプラズマ窒化処理条件を模索していく。

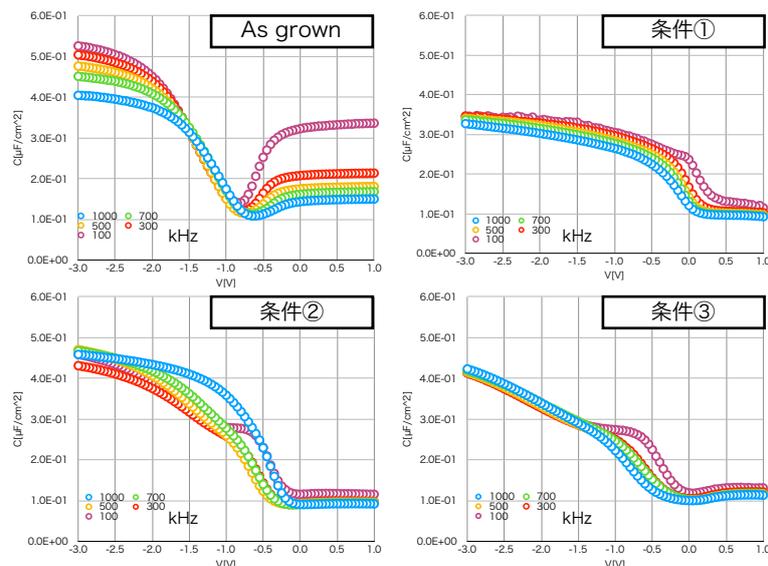


Fig.1 500°C熱酸化に対するC-V測定結果

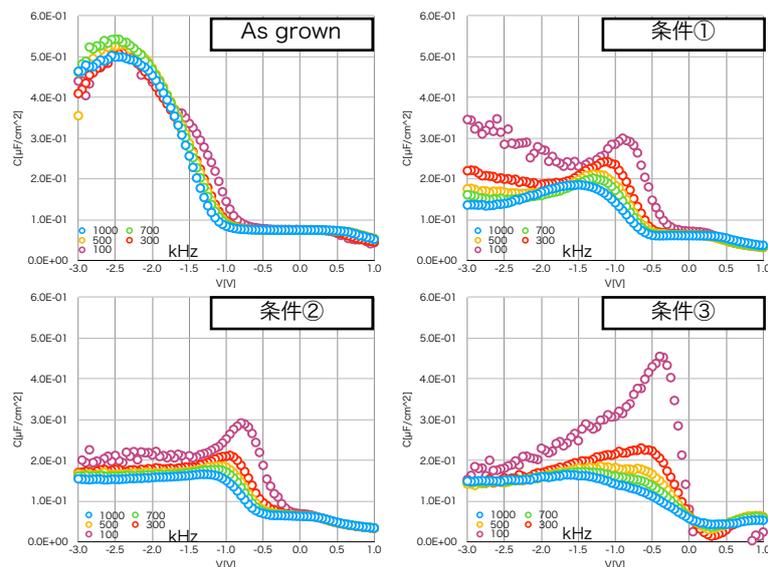


Fig.2 400°C熱酸化に対するC-V測定結果