

## フロント・エンド・ULSIデバイスの提案

～MOSFETのHigh-Kゲート絶縁膜 (HfO<sub>2</sub>) の革新的作製方法を目指して！！～

研究代表者 工学部 松尾直人

## はじめに

LSI (large scale integrated circuit) の微細化に従い、MOSFET (metal oxide semiconductor field effect transistor) に使用されているゲート絶縁膜であるシリコン熱酸化膜(SiO<sub>2</sub>)も薄膜化されつつある。3nmをきる領域から量子力学的効果による直接トンネル電流が、ゲート電極からSi基板に流れ、低電力化を妨げる事になる。熱酸化膜にかえて高誘電体膜 (HfO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>等) を使用する事が提案され、現在、世界各国で研究開発にしのぎを削っている。我々は現在、シリコン酸化膜の持つ利点を生かし、シリコン酸化膜にHf,Zrを注入するというこれまでと異なった発想により高品質の膜作製を行うという非常にオリジナリティーの高い方法を提案している。トレードオフ関係にあるSiO<sub>2</sub>膜の高品質性と誘電率がバランスする条件を見つける。平成14年度の目的は現在の作製方法である、スパッタリング法により作製されたHfO<sub>2</sub>の物性を評価する事である。

## 実験方法

p-Si(100)基板を使用した。膜厚はそれぞれ3nm,5nm,10nmである。膜の解析はXPS(x-ray photoelectron spectroscopy),ラマン(Raman)分光法,STS(scanning tunneling spectroscopy)を用いた。

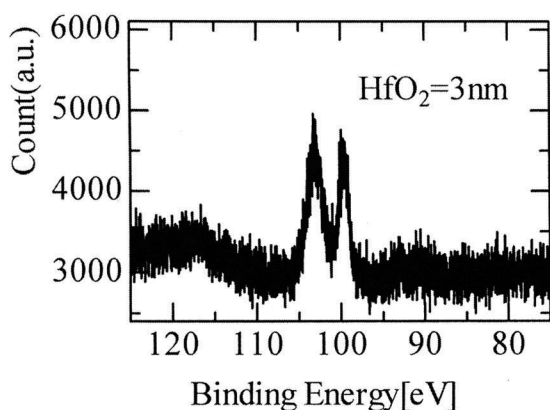


図1 Si2p軌道のXPSスペクトル

## 実験結果と考察

Si基板とhigh-k膜の界面にはシリケート(HfSiO)が存在する事が報告されており、我々もXPSによりその存在を調査した。図1はSi2p軌道のXPSスペクトルを示す。結合エネルギーが103eVに存在するピークはTEM等の結果も考慮してHfSiOからの物と考えられる。図2はラマン分光により測定したSiピークシフトの測定結果を示す。黒丸、黒三角、黒四角はそれぞれAs-depo、フッ酸エッチ5分、10分のものを示す。膜形成によりSi基板に圧縮応力が生じ、更に、膜削除後も応力は残留する事を新たに見出した。

STSの測定結果と計算結果では、計算値が実測値を厳密に再現できない。この理由は、計算モデルにシリケートと圧縮応力の存在が入っていない為と考えられる。

現在、我々が提案している方法はSiO<sub>2</sub>膜の利点を最大限に生かす方法であり、圧縮応力を最大限に抑える効果を期待できる。

## まとめ

今年度の成果として以下が挙げられる。スパッタリング法では圧縮応力が残存する事を世界で初めて発見した。我々の提案はこれらの効果を最大限に抑える事が期待される。

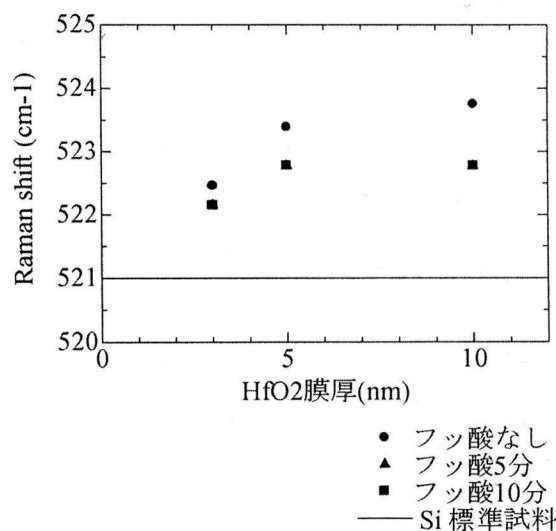


図2 ラマン分光によるSiピークシフト

登録研究テーマ「高誘電体薄膜に関する研究～高集積化MOSFETゲート絶縁膜への応用～」

Tel, Fax:0836-85-9411, E-mail:nmatsuo@po.cc.yamaguchi-u.ac.jp