

# 大気圧プラズマ CVD による SiO<sub>x</sub> ゲート絶縁膜の形成プロセスの開発

## Development of Silicon Oxide Gate Dielectric layers Deposition Process Using Atmospheric Pressure Plasma Enhanced CVD

阪大院工

○木元 雄一朗, 寺脇 功士, 山崎 啓史, 前川 健史, 大参 宏昌, 垣内 弘章, 安武 潔

Osaka Univ.

○Y. Kimoto, K. Terawaki, H. Yamazaki, T. Maekawa, H. Ohmi, H. Kakiuchi, K. Yasutake

E-mail: [kimoto@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp](mailto:kimoto@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp) / [kakiuchi@prec.eng.osaka-u.ac.jp](mailto:kakiuchi@prec.eng.osaka-u.ac.jp)

### 1. 緒言

近年、フレキシブル基板に代表される低融点材料への薄膜形成が求められており、低温・高速形成技術の必要性が急速に高まっている。シリコン酸化膜の低温形成には、一般に減圧プラズマ CVD 法が用いられているが、成膜速度が遅く、また、成長膜がプラズマ中のイオンによるダメージを受けやすいという問題がある。そこで我々は、大気圧下で発生させた超高周波(VHF)プラズマを利用した大気圧プラズマ CVD 法の開発を進めている。今回、大気圧プラズマ CVD 法により形成した SiO<sub>x</sub> ゲート絶縁膜の成膜時における基板温度とプラズマ中 O<sub>2</sub> 濃度が膜構造の特性に及ぼす影響について検討した。

### 2. 実験方法

我々が開発している平行平板型大気圧プラズマ CVD 法は、大気圧・高周波プラズマを電極と基板の挟ギャップ間に発生させ、高密度に生成されたラジカル種を利用する機能薄膜の高速形成技術である。希釈ガスとして He, 原料ガスとしては O<sub>2</sub> 及び HMDSO(Hexamethyl-disiloxane)を用いた。また、He 流量を 50 slm, HMDSO 流量を 1.5 sccm とした。成膜ギャップ(基板-電極間距離)を 500 μm, プロセス圧力を 760 Torr とし、投入電力密度を 21 W/cm<sup>2</sup> とした。基板には Si ウエハを用いた。電極サイズは長さ 30 mm, 幅 80 mm であり、基板を移動させることで、移動距離に応じた均一な厚さの SiO<sub>x</sub> 薄膜を形成した。基板温度を常温, 60 °C, 120 °C, O<sub>2</sub> 流量を 0-500 sccm と変化させ、基板温度依存性および O<sub>2</sub> 流量依存性を調査した。形成した SiO<sub>x</sub> 薄膜の結合状態はフーリエ変換赤外分光法、膜厚と屈折率はエリプソメトリによって評価した。また電気的特性は高周波 CV 測定により評価し、界面準位密度および固定電荷密度を算出した。

### 3. 結果及び考察

図 1 は基板を 4 mm/s でガス流れと同じ方向と逆方向で移動しながら形成した SiO<sub>x</sub> 薄膜に対して赤外吸収分光測定を行った結果である。このスペクトルから、基板温度の上昇に伴ってメインピークの強度が増加しており、膜のバルク構造が緻密化しているといえる。図 2 は O<sub>2</sub> 流量を 0-500 sccm と変化させ、基板を静止した状態で形成した SiO<sub>x</sub> 薄膜の IR スペクトルの O<sub>2</sub> 流量依存性である。左から順にプラズマ上流側端部から 3mm, 5mm, 15mm, 25mm の位置のスペクトルを示している。また、基板温度は 120 °C とした。一般的に SiO<sub>2</sub> ライクな膜ではメインピークの位置は 1070-1080 cm<sup>-1</sup> にあることが知られている。この図から、どの位置においても O<sub>2</sub> 流量が増加することによって、メインピークの位置が 1080 cm<sup>-1</sup> 付近に近づいていることから、O<sub>2</sub> 濃度が高いほど、SiO<sub>2</sub> ライクな膜になっていくことが分かる。これより、原料ガスの分解には O ラジカルが大きく寄与していると考えられる。しかし、下流側では O<sub>2</sub> 流量が 500 sccm において、IR ピークがブロードになった。これは、O<sub>2</sub> 濃度が高すぎると酸化が急激に進み、クラスターが膜中に取り込まれたポーラスな膜になったからであると考えられる。この結果から、O<sub>2</sub> 流量が 50 sccm の条件において、最も緻密で SiO<sub>2</sub> ライクな膜が得られることが分かった。詳細については当日報告する。

### 4. 結言

大気圧プラズマ CVD 法により SiO<sub>x</sub> ゲート絶縁膜を形成し、成膜時の基板温度とプラズマ中 O<sub>2</sub> 濃度が膜構造の特性に及ぼす影響を検討した。基板温度が 120 °C, O<sub>2</sub> 流量が 50 sccm の時、緻密で SiO<sub>2</sub> ライクな SiO<sub>x</sub> 薄膜が得られた。今後、プラスチックフィルム上に高品質な SiO<sub>x</sub> ゲート絶縁膜の形成を目指す。

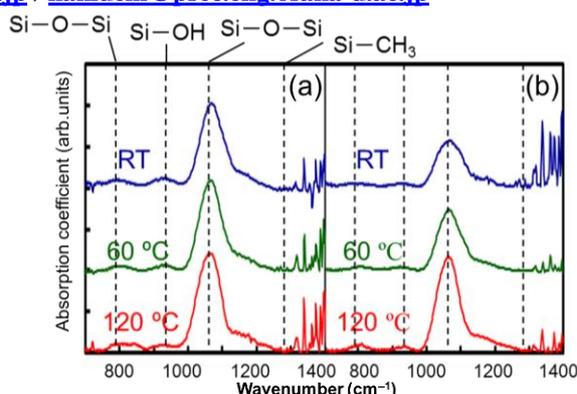


Fig.1. Substrate temperature dependence of the IR spectrum.

(a) Normal movement (b) Inverse movement

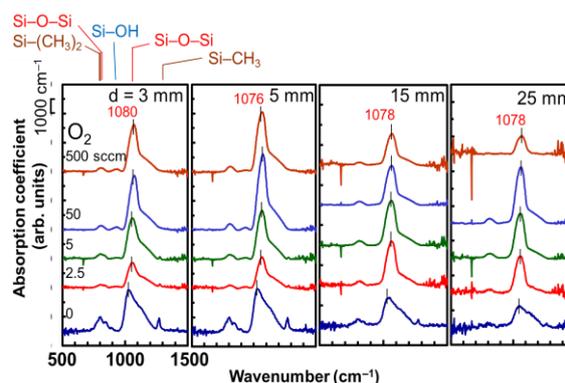


Fig.2. O<sub>2</sub> flow rate dependence of the IR spectrum as a function of distance from the plasma entrance