

Subsurface and Plasma

藤山 寛, 篠原正則

長崎大院生産

FUJIYAMA Hiroshi and SHINOHARA Masanori

Nagasaki Univ.

プラズマプロセスは、半導体、金属、有機等の材料物性を最大限に発現させる 3 次元ナノ構造の高精度制御を実現する上で、最適な量産型微細構造形成技術と期待されている。しかしながら、3 次元構造を原子レベルで制御するための新しい基盤技術を確立するためには、プラズマによって誘起されるナノオーダーのサブサーフェスの構造や化学状態をその動態において正確に把握することが必須である。気体プラズマから固体の薄膜を形成するプラズマ誘起プロセスにおいて、固相サブサーフェスはいわば流動的な液体の状態とも考えられ、時間空間的に安定な固体に向かう緩和過程（固まり方）が最終結果を決定する。一方、界面近傍のシーすの中にもターゲットや基板からの揮発分子、スパッタ原子、反射イオンなどが存在する気相サブサーフェスがある。この緩和過程、すなわち安定に向かう気相と固相の準安定状態を時空間的に観測し（動態計測）、それらを制御する研究が重要であるが、残念ながら、これまでに発表された研究は少ない。その理由として、薄膜形成やエッチング中のサブサーフェスのその場観測に基づくプロセスの時空間反応制御法が確立されていないことが挙げられる。

筆者らは、反応性メタンプラズマ中での Si サブサーフェスの観測を目的として、多重内部反射赤外分光法を用いて動態計測している。水素希釈の 5% のメタンプラズマを Si 表面に 60 分間曝露した時の赤外吸収スペクトルを図に示す。図中の (a),(b) はプラズマを生成する時の真空槽の圧力をそれぞれ 100mTorr, 10mTorr とした時のスペクトルである。圧力が 10 mTorr の場合は、 3000cm^{-1} 以

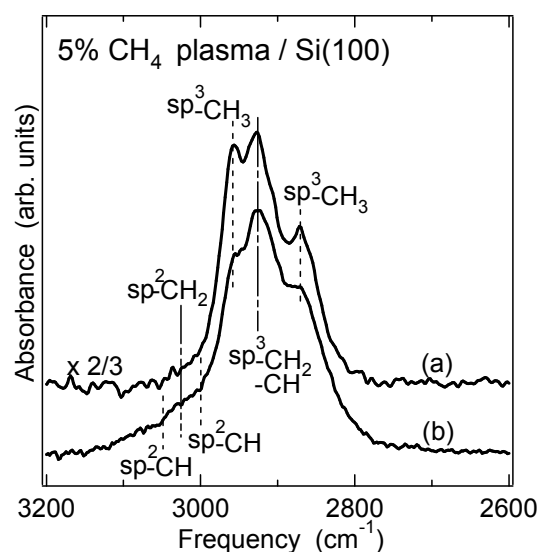


図 5% のメタンプラズマを Si(100) 表面に曝露した時の C-H 伸縮振動領域における Si 表面の赤外吸収スペクトル

上の $\text{sp}^2\text{-CH}_x$ に起因するピークがみられる。これはプラズマにより $=\text{CH}_2$ などの化学種が生成されることを意味している。一方、プラズマを生成する時の圧力が 100mTorr と高い場合、 $\text{sp}^2\text{-CH}_x$ に起因するピークは形成されず、 $\text{sp}^3\text{-CH}_x$ のみが形成されている。これは、真空槽の圧力が高いため、プラズマで生成された $=\text{CH}_2$ などの sp^2 成分は再結合により、 CH_3 等の sp^3 成分になっていることによるものと考えられる。すなわち、プラズマにより生成される化学種がサブサーフェス中の化学結合状態に大きく影響を与えることを示すものである。

プラズマと固体の相互作用を解明するプラズマ誘起サブサーフェスの科学は、まだ端緒についたばかりであり、今後の進展が期待される。