低圧 TEOS ガス RF プラズマから基板への入射ラジカル種および正イオン種の質量分析

Mass spectrometric measurement of radical and positive ion species incident into substrate in low-pressure RF plasmas in tetraethoxysilane gases

千葉工業大学 [1]，東京エレクトロン テクノロジーソリューションズ [2]

○(M2) 石井 晃一 [1]，佐々木 瞬 [1]，神山 真大 [1]，李 虎 [2]，伝宝 一樹 [2]，小田 昭紀 [1]

Chiba Institute of Technology[1], Tokyo Electron Technology Solutions Ltd.[2]

○(M2) K. Ishii [1], S. Sasaki [1], M. Kamiyama[1], H. Li[2], K. Denpoh[2], A. Oda[1]

E-mail: s16a4007bd@s.chibakoudai.jp

1. 背景

半導体における金属間絶縁膜やパッシベーション膜として，二酸化ケイ素(SiO_2)膜が用いられている[1]。その際, 原料ガスにテトラエトキシシラン(Tetraethoxysilane, 以下 TEOS）ガスを用いたプラズマ支援化学気相成長法がよく用いられている[2,3]。しかし，プラズマ中の TEOS ガスの分解過程や TEOS プラズマの基礎特性などに関して報告例が少なく未解明な状況である。

そこで本研究では，Ar ガスで希釈された TEOS ガス RF プラズマから基板に入射するラジカル種および正イオン種を四重極質量分析装置を用いて計測し，これら粒子種の入力電力依存性について調査したので，その結果を報告する。

2. 実験装置および条件

Fig. 1 に，本研究で使用した実験装置の概略図を示す。円筒形のステンレス製チャンバ（ϕ260 mm，高さ 30 mm）の中に，ϕ150 mm の 2 枚の平板金属電極を 40 mm の間隔をあけて平行に配置した。このチャンバ内に Ar/TEOS(0.1%)混合ガスを流量 20 sccm で導入し，チャンバ内の全ガス圧力が 13 Pa 一定となるように排気を行った。その上で，高周波電力（13.56 MHz）を両金属電極間に印加して容量結合型 RF プラズマを生成した。このとき，入力電力を 25–125 W に設定し，接地電極(基板)中央部に設けたオリフィス（ϕ0.1 mm）に入射する各種ラジカル種および正イオン種を四重極質量分析装置（HIDEN ANALYTICAL 社製 EQP-300）を用いて計測した。その際，ラジカル種および正イオン種は，残留ガス分析法および二次イオン質量分析法でそれぞれ計測した。

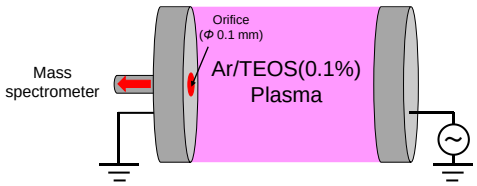

Fig. 1　Schematic diagram of the electrode configuration of capacitively-coupled RF plasmas in Ar/TEOS(0.1%) gas mixture.

3. 結果および考察

残留ガス分析法で計測された Ar/TEOS(0.1%)プラズマ（入力電力 50 W）中の中性粒子種のマススペクトルを Fig. 2 に示す。ここで，質量分析装置内のイオン化室で照射する電子のエネルギーを 15 eV と設定した。本図より，TEOS(m/z＝208)が検出されていないことから，本プラズマ中で完全に分解されていることがわかる。また，質量電荷比 m/z＝91–210 時の粒子種および検出量が m/z＝1–90 のものよりも少ないため，プラズマ中で分解が進んでいる。このことから，TEOS プラズマを用いた SiO_2 膜の成膜には, Si(m/z=28), SiOC(m/z＝56)や $SiOC_2H_4$(m/z＝72)などの m/z ＝1–90 の粒子種が寄与していると考えられる。その他結果や考察は講演当日に報告する。

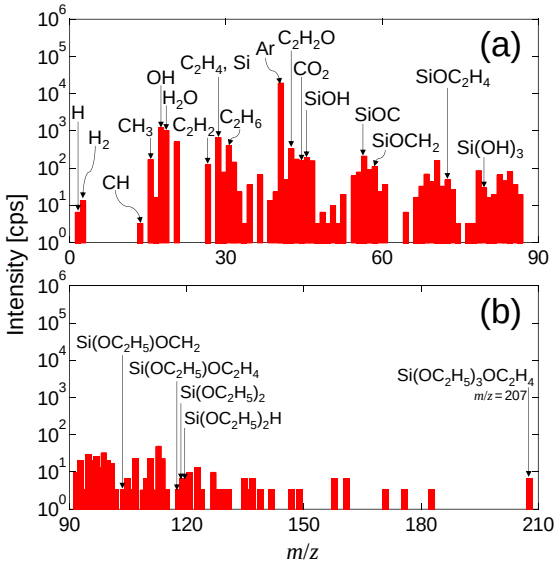

Fig. 2　Mass spectrum of Ar/TEOS(0.1%) plasma at electron energy of 15.0 eV; (a) m/z＝1–90, (b) m/z＝91–210

文　献

[1] I. T. Emish *et al.*, *J. Electrochem. Soc.*, Vol. 136, No.11, pp. 3404-3408 (1989)
[2] H. Li *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 58, SEED06 (2019)
[3] V. H. Nguyen *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, Vol. 32, No. 12, pp. 5153-5161 (2020)

© 2022年 応用物理学会