

課題番号 : F-14-NU-0113
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 大気圧ミストプラズマによる絶縁膜製膜におけるガス流量依存性
Program Title (English) : Dependence of gas flow rates in deposition of insulating films by the atmospheric pressure mist plasma discharges
利用者名(日本語) : 伊藤仁
Username (English) : H. Itoh
所属名(日本語) : 株式会社 東京エレクトロン
Affiliation (English) : Tokyo Electron Limited

1. 概要(Summary)

安価で高速処理が可能な大気圧環境で生成する低温プラズマ(大気圧非平衡プラズマ)をもちいた製膜技術の実現に向けて、ミスト原料供給による取り組みをおこなった。大気圧プラズマを用いたプロセスの特色は、従来までの半導体製造プロセスなどに用いられてきた低圧プラズマと比較し、真空システムを必要としないため、高いコストパフォーマンスで連続プロセスが可能である。フレキシブルフィルムロール・ツー・ロール(RTR)プロセスへの応用も可能である。プロセス空間が大気圧であるため大気中で安定な物質ならプロセスに利用可能である。このことは、低コストが要求され液体原料を用いるプリンタブルエレクトロニクスとの親和性が非常に高い。しかしながら、大気圧プラズマは反応の条件が複雑なことから、プラズマ内部の反応がわかっていない。そこで本研究では、大気圧下で、かつ、商用周波数である 60 Hz 交流電源という極めて簡便な電源を利用した大気圧非平衡プラズマを用い、種々のプロセス手法を検討してきた。室温・大気圧下で絶縁膜の作製を試みる。作製された薄膜は化学的、機械的そして光学的に評価され、大気圧プラズマ内の粒子の計測結果に基づいて、製膜メカニズムについて考察した。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

超高密度大気圧プラズマ装置

・実験方法

放電ガスは Ar を 5 slm と O₂ を 50 sccm を流した。ミストのキャリアガスは Ar を 5 slm 流した。プラズマ源のプラズマ噴き出し口下端からサイドガス導入口上端間距離を L=0 mm, プラズマ噴き出し口下端から基板間距離を D=10 mm とした。基板をプラズマ源のプラズマ噴き出し口の下方 10 mm に設置して、基板搬送ステージを 1 mm/s のスピードで往復運動をさせながらプラズマ照射

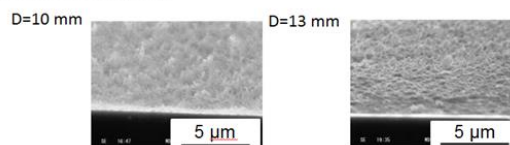
した。処理時間は 5 分間である。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

酸素ラジカルが高い環境でミスト原料の重合反応が起こり、粒状の生成物が基板表面に堆積する。このような粒状物の堆積により、低密着性の表面を生成する。一方、プロセスガスの酸素流量を変えることで、膜を均一で平坦に堆積して成膜することができた。

(Fig. 1) 低い酸素流量で生成した膜の電子顕微鏡(SEM)像から酸素流量比が 1% の条件では粒状堆積物が観察されるのに比べ、酸素流量比 0.1% の方にとすると平坦な膜表面となることが見て取れる。プラズマ中の酸素ラジカル密度と原料の重合反応への発展について定量的な知見が得られた。

酸素流量50 sccm (1%)



酸素流量5 sccm (0.1%)

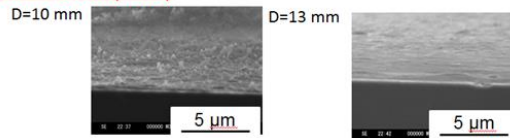


Fig. 1 Images of sample surface prepared by different gas flow rates and distance (D).

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 堀勝(名古屋大学大学院工学研究科)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

(1) 伊藤 仁 他 4 名, “マイクロ波供給装置、プラズマ処理装置、及び、プラズマ処理方法”, 特開 2017-228354, 平成 29 年 12 月 28 日。