

パルスマイクロ波励起大気圧酸素添加アルゴンプラズマによる
樹脂材料表面処理

**Surface treatment of resin material
by pulsed microwave atmospheric pressure Ar/O₂ plasma**

小笠原 知裕¹, 鈴木 陽香^{1,2}, 豊田 浩孝^{1,2,3}
Tomohiro Ogasawara¹, Haruka Suzuki^{1,2}, Hiroataka Toyoda^{1,2,3}

¹名古屋大学, ²名古屋大学 低温プラズマ科学研究センター, ³核融合科学研究所
¹Nagoya Univ., ²cLPS, Nagoya Univ., ³NIFS

はじめに

近年の電子デバイス製造においては大規模フィルム基板上へのデバイス形成といった新しい展開が始まっている。これに伴い真空装置を必要としない非熱平衡大気圧プラズマを大面積表面処理に応用する技術への注目が集まっており、均一かつ高密度の大規模プラズマ装置が要求されている。大気圧におけるマイクロ波放電は高密度プラズマを生成できる一方で、定在波が発生することにより、プラズマ空間分布が不均一になりやすいという課題があった。そこで我々は、導波管内の電磁波伝搬方向を一方に制御することで、導波管内に空間均一な電磁界分布を形成し、導波管壁に設けたメートル級長尺スロット内に大気圧プラズマを生成する手法を考案した。さらに、導波管断面を非対称構造とすることにより、スロット内電界を向上させ、従来生成が困難であった分子ガスを用いた長尺プラズマ生成にも成功した⁽¹⁾。また、本装置のプラズマ生成の空間的な均一性も確認されている⁽²⁾。本研究では、この均一な長尺マイクロ波プラズマを用いた大面積表面処理の実証を目的として、酸素添加アルゴンプラズマによる Polyimide (PI) フィルムの親水化処理を行った。

実験方法

実験装置概略図を Fig. 1 に示す。長さ 1.2 m の非対称導波管に幅 0.12 mm, 長さ 30 cm の長尺スロットを設け、アルゴンガス (28 slm) と酸素 (0.7 slm) を導波管壁側面小穴から導波管内に導入した。導波管両端は気密窓によってガス封止されている。周波数 2.45 GHz のマイクロ波電力 (ピーク電力 4.2 kW, パルス周波数 50 kHz, Duty 比 10%) を入射することでスロット内部にプラズマを生成する。処理対象物としてガラス基板上に厚さ 50 μm の PI のフィルムを貼りつけたサンプルを、導波管長手方向に 5 cm 間隔で 5 枚、全長 20 cm に渡って可動式ステージ上に並べた。また、サンプルの処理前の水接触角は 70 ± 2° であり、スロット板と PI サンプル間の距離は 0.5 mm ~ 9 mm とした。サンプルがプラズマを横切るようにステージを 1 m/min の速度で 1 回掃引し、表面処理を行った。

実験結果

導波管長手方向の各位置における表面処理後の水接触角を、スロット板と PI サンプル間の距離 0.5 mm ~ 9 mm でそれぞれ測定した結果を Fig. 2 に示す。PI フィルムの水接触角は、距離が 0.5 mm のときプラズマ照射によって 70° から 14° まで低下した。接触角の長手方向空間分布は 20 cm の範囲で、どの距離においても均一性が確認された。またスロット板とサンプルとの距離が小さくなるほど接触角が減少し、親水性が向上していることが確認できる。フィルムへの熱ダメージや変形などは確認されなかったことから、本研究のプラズマ装置の広幅フィルムプロセスへの応用が期待できる。

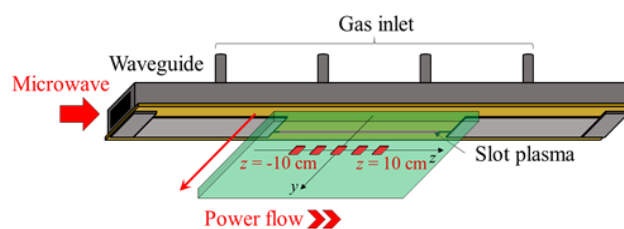


Fig. 1. Experimental setup.

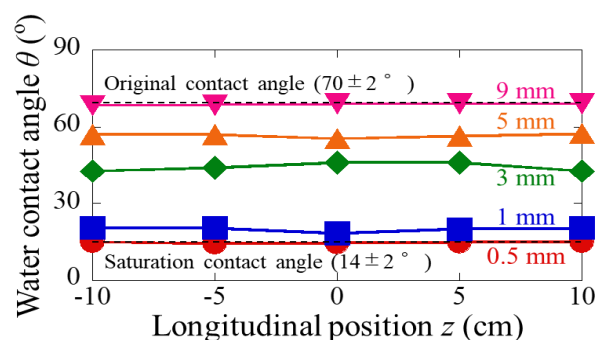


Fig. 2. Longitudinal distribution of water contact angle when the distance between slot plate and sample is changed.

参考文献

- (1) H. Suzuki et al.: The 77th JSPS Autumn Meeting, 15a-B7-1, 2016
- (2) 小間浩嗣: 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, G1-2, 2018.