

マイクロプラズマ電極表面上の微粒子除去の研究

Study on particle removal on microplasma electrode surface

静大¹, 電通大² ○野中 大輔¹, マリウス ブラジヤン¹,
ヤロスラヴ クリストフ¹, 米田 仁紀², 清水 一男¹

Shizuoka Univ.¹, UEC² Daisuke Nonaka¹, Marius Blajan¹, Jaroslav Kristof¹,
Hitoki Yoneda², and Kazuo Shimizu¹

E-mail: nonaka.daisuke.17@shizuoka.ac.jp

1. はじめに

近年、微小粒子状物質 (PM2.5) が大気汚染や人体に悪影響を及ぼすため、非常に問題視されている。微粒子に関する問題は大気中に浮遊する微粒子だけでない。半導体産業において微粒子がウエハ上に堆積することによる製品の品質低下を引き起こす⁽¹⁾など、物質の表面に堆積することで問題を誘発する微粒子も数多くある。そこで、本研究では物質の表面に付着した微粒子の除去を目的に、マイクロプラズマ電極表面上の微粒子の除去の実験的検討を行った。

2. 実験方法

本研究で使用したマイクロプラズマ電極を Fig. 1 に示す。マイクロプラズマ電極は誘電体層を挟んで高電圧電極と接地電極を設けた電極が設置された構造となっている⁽²⁾。高電圧を印加する上部の電極は長さ 30 mm, 幅 200 μm の線電極が 1 mm 間隔で平行に設置された楕形の構造となっており、接地する下部の電極は 1 枚の平板電極となっている。誘電体層の厚さを 25 μm と設定することにより約 700 V でプラズマを生成することが可能となっている。対象微粒子として、粒径 1 μm および 5 μm の 2 種類の炭化タングステン (WC) 微粒子を用いた。WC 微粒子 50 mg をマイクロプラズマ電極表面上に撒き、電圧を印加した際の微粒子の振る舞いの観測を行った。印加した正弦波高電圧の波高値を 1 kV に固定し、周波数を 10 Hz~1 kHz の間で変化させ、微粒子の振る舞いの観測をした。

3. 実験結果

マイクロプラズマ電極に正弦波高電圧を印加することで電極表面上の WC 微粒子の除去を行った。微粒子除去を定量的に評価するために、微粒子の除去率 R を次式で定義した。

$$R = \frac{M_r}{M_b} [\%] \quad (1)$$

ここで、 M_r は電極の外へ移動した微粒子の質量、 M_b は

電圧印加前に電極表面上に撒いた WC 微粒子の質量である。Fig. 2 に各 WC 微粒子の各周波数での除去率を示す。

Fig. 2 より、周波数が増加するにつれて除去率増加が認められた。これは高周波数になるにつれて発生するプラズマが増加し、WC 微粒子が帯電しやすくなるからであると考えられる。また、粒径 1 μm の WC 微粒子と比べて、粒径 5 μm の WC 微粒子の方が除去率が高いことが認められる。微粒子の帯電量は微粒子の表面積に比例するため、粒径が大きい微粒子の方が帯電量が大きくなり、印加電界によるクーロン力が大きくなるためと考えられる。

参考文献

- (1) 鈴木道夫：半導体産業における微粒子汚染の諸問題、エアロゾル研究, 4 (1989) 88-94
- (2) 清水一男, 他：静電気力によるマイクロプラズマ電極上の微粒子除去の研究. 静電気学会誌, 41 (2017) 26-32

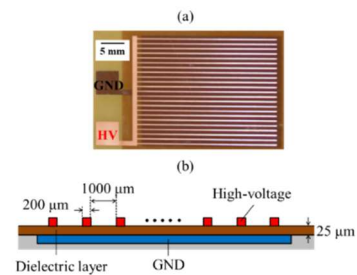


Fig. 2 Configuration of microplasma electrode: (a) top view, (b) cross-section view.

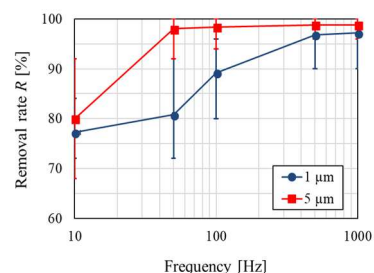


Fig. 2 Removal rate as a function of frequency.