

グラファイト外包磁気ナノ微粒子噴上げ効果を利用した Ar/NH₃ RF プラズマによる表面修飾の高効率化とプラズマ表面相互作用の分光計測

Efficient Surface Modification of Graphite-Encapsulated Magnetic Nanoparticles by Ar/NH₃ RF Plasma with Particle Explosion Method and Spectroscopic Measurement during Plasma-particle Interaction

静岡大工¹, 静岡大創造院², 九大院システム³ °張 晗¹, 楊 恩波², 古閑 一憲³, 白谷正治³, 永津 雅章^{1,2}
 Shizuoka Univ., Kyushu Univ. °Han Chou, Enbo Yang, Kazunori Koga, Masaharu Shiratani, Masaaki Nagatsu
 E-mail: tmnagat@ipc.shizuoka.ac.jp

1. はじめに

近年、金属ナノ微粒子の医療分野への応用に関する研究が精力的に行われている。本研究室では、これまで NH₃ プラズマを用いてグラファイト外包磁気ナノ微粒子表面にアミノ基を修飾し、そのアミノ基に抗体を固定することによりウイルス濃縮技術に関する応用研究を進めてきた。しかし、さらに吸着率を向上させるために、表面へのアミノ基の修飾数を改善する必要がある。そのため、微粒子をプラズマ中に導入することで、微粒子表面とプラズマ相互作用の改善により、アミノ基修飾の効率化を期待することができる。本研究では、イオン衝撃効果を利用した磁気ナノ微粒子のプラズマ中への導入による微粒子表面へのアミノ基修飾率の向上とプラズマと微粒子間の相互作用について分光計測を行ったのでその結果を報告する。

2. 実験装置

Fig.1 に誘導結合型 RF プラズマ装置の概略図を示す。コイルに 13.56MHz の電力を投入し、NH₃ を導入することによりプラズマ生成した。プラズマ中への微粒子の導入方法として、金属電極上に微粒子を設置し、プラズマ生成中に電極に負バイアス電圧を印加することで、プラズマ中にイオンが引き寄せられて、イオン衝撃によりプラズマ中への微粒子の噴き上げを行った。

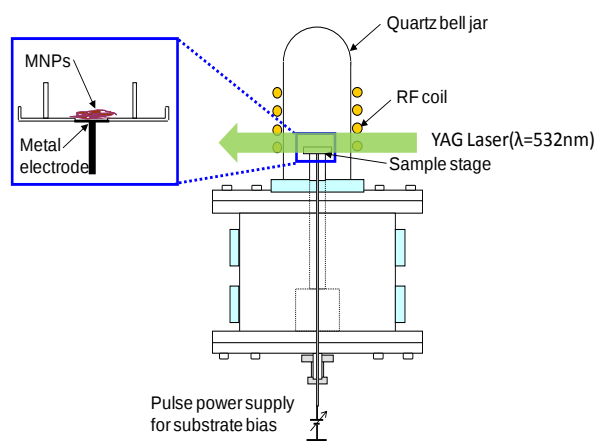


Fig.1 誘導結合型 RF プラズマ装置

3. 実験結果

Fig.2 に噴き上げ回数を増加させた場合のアミノ基修飾数の変化の様子を示す。噴き上げ回数の増加とともにアミノ基修飾数は噴き上げなし時に比べて 2~3 倍増加していることが分かる。プラズマ中へ微粒子を導入することで、プラズマと微粒子間との相互作用により修飾数が増加し、2 回以上ではほぼ飽和していると考えられる。

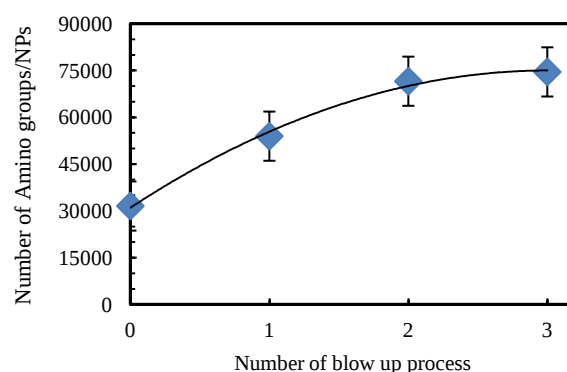


Fig.2 アミノ基修飾数の噴き上げ回数依存性

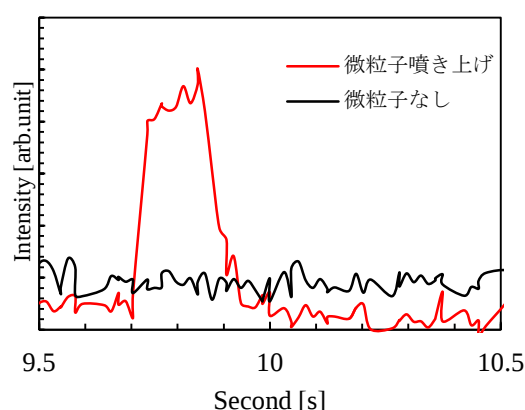


Fig.3 微粒子導入時の YAG レーザ散乱光の変化

Fig.3 はプラズマ中に照射した YAG レーザ光の微粒子導入時の散乱光の時間的変化を示している。プラズマ中への微粒子の導入を示す散乱光が観測されており、噴き上げ時の各粒子のプラズマ発光強度の変化の結果についても併せて報告する。