

RF 励起 NH_3 プラズマを用いたグラフェン外包磁気ナノ微粒子のアミノ基表面修飾における NH ラジカルの効果

Effect of NH Radicals on Amino Group Surface Modification onto Graphene-Encapsulated Magnetic Nanoparticles by RF Driven NH_3 Plasma

静岡大院工¹, 創造科技学院² °張 晗¹, 楊 恩波², 永津 雅章^{1,2}

Shizuoka University °Han Chou, Enbo Yang, 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盛んに行われている。特にグラフェン層によってカプセル化された鉄などの磁性体ナノ粒子は、強酸の中でも安定であり、酸素雰囲気下での酸化にも強いので、DDS などの実用的な医療応用が考えられている。このような磁性体微粒子の医療応用を実現するためには、ナノ微粒子表面の官能基修飾が不可欠である。一般に、金属粒子単体では分散性や生体適合性が乏しいため、高分子ポリマーなどで被覆した粒子を化学修飾することにより、生体適合性の改善を図っている。本研究では、直流アーク法によって作製したグラフェン外包磁気ナノ微粒子(GEMNPs)を用い、 NH_3 プラズマによる微粒子表面へのアミノ基修飾の効率向上とその物理的メカニズムの解明を目的とし、アミノ基修飾と NH ラジカルとの関係を調べた。

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。装置に 13.56MHz の電力を投入し、ガスを導入することによりプラズマ生成した。実験では

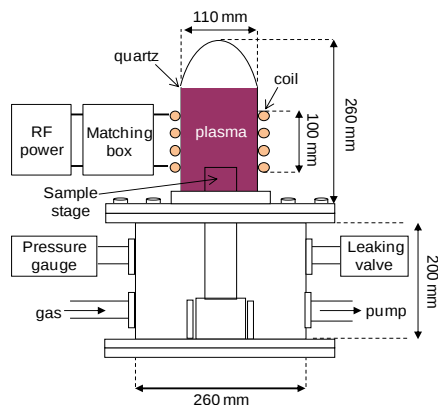


Fig.1 Schematic of experimental setup of inductively coupled RF plasma.

RF 電力を変化させ、イオン衝撃によるダングリングボンドの形成のための前処理として Ar プラズマ処理を 10 分間行い、その後アミノ基修飾を目的とした NH_3 プラズマによる処理を 3 分間行った。

3. 実験結果

直流アーク法により製作した GEMNPs の直径は 20~40 nm 程度で、20 層ほどのグラフェン層が磁気微粒子を包み込んだ構造を持つ。これらの微粒子に対し、アミノ基修飾を行い、Fig.2 と Fig.3 はそれぞれ RF 電力を変化させた時の XPS 解析により算出した N/C 比および誘導体化法により算出したアミノ基数を示す。両者の結果よりアミノ基修飾数は N/C 比と強い相関があることが分かる。OES による NH ラジカル強度とアミノ基修飾数との関係に関する実験結果についても併せて報告する。

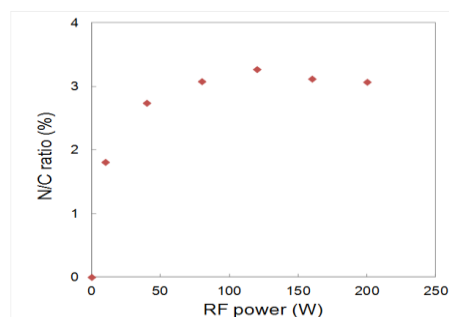


Fig.2 N/C ratio vs power.

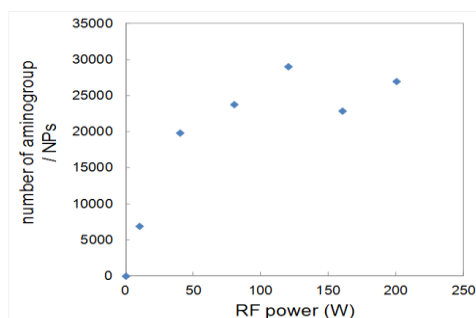


Fig.3 Number of amino groups vs power.