

プラズマトーチを利用した高気圧マイクロ波放電による カーボンナノチューブの製作

江藤昭弘

工学部技術部実験教育支援室

1. 研究背景と目的

近年、カーボンナノチューブは導電性に優れ、細くて強く、ガス吸着性に優れている。新しい素材として注目を集めている。このカーボンナノチューブの製造法方法として多くの方法が考案されているが、製造効率、高価格といった問題点がある。しかし、近年、ナノチューブの応用は広い分野に広がっている。

本研究では、プラズマトーチを利用した高気圧（大気圧中）でのマイクロ波放電を用いたカーボンナノチューブの製作をおこなっている。大気中での実験のため、製作容器内を排気する必要がない。また、マイクロ波入射電力が30～50Wでプラズマトーチが形成できることから、小出力のマイクロ波電源装置ですむ。これらからのことから実験装置の開発費用が安価になり、装置全体も小型化になるっている。

今回の研究目的として、一つに単層カーボンナノチューブの成長に必要な触媒金属を、内部電極先端の溶解拡散を利用して、石英基板上に薄膜の蒸着が可能か実験をおこなう。二番目として、カーボンナノチューブの成長に必要な炭素を生成するために用いているメタンガス、アセチレンガスを、アルゴンガスとそれぞれ混合し、大気中において石英基板上にカーボンナノチューブの製作を試みる。

2. 実験と試料分析

実験装置の特徴としては、アンテナ状になった石英チューブと内部電極が設置されていて、この電極先端にマイクロ波が伝搬し球状のプラズマが形成される。そして、電極を下から固定しているスリーブよりアルゴンガスを供給することにより、ガスが上部方向に吹き上がり、プラズマが細長の楕円状に伸び、プラズマトーチを形成する。

アンテナ状の内部電極に触媒金属であるニッケル、鉄、銅を用いると先端部分が溶解し微粒子状となり大気中に拡散する。今回の実験では、内部電極上部に石英基板を設け、アルゴンにより上部に押し上げられた金属微粒子が、基板表面に堆積し金属膜が形成できるかを調べる。次に、メタン/アルゴンまたはアセチレン/アルゴン混合ガスを用いた実験では、メタン、アセチレンが分解されカーボンナノチューブの成長に必要な炭素が生成される。この炭素と触媒金属微粒子が結合しカーボンナノチューブが合成されるかを調べる。

製作された金属薄膜および煤状の膜は走査顕微鏡（SEM）を用いて表面形状ならびにチューブの形状、生成状態を観察する。また、エネルギー分散型 X 線分光器を使用し膜の定量分析をおこない、炭素と触媒金属、および不純物の質量比を調べる。

最後に、本研究において助言をいただいた神藤教授、製作試料分析、装置開発においてお世話になった深谷技術専門職員、百瀬技術専門職員に感謝します。