

大気圧プラズマジェット及びインターバルスパッタによる触媒制御と CNT 合成
1150136 本郷知紀（八田・古田研究室）

1.背景と目的

電気伝導性、熱伝導性、アスペクト比など様々な優れた特性を有しているカーボンナノチューブ(CNT)はデバイスや AFM の探針などへの応用が期待されている材料である。CNT 合成では、基板上でのパターニングやバルクとして使用する際に高密度化が求められている。本研究室では大気圧プラズマジェットを触媒へ照射し、合成を行うと CNT が局所高密度合成することを見出した。また、間欠的にスパッタ成膜を行うインターバルスパッタにより Ni 微粒子の高密度化が報告されている。本研究の目的は CNT の基板上での選択成長簡略化の為に、これらのメカニズムの解明とインターバルスパッタによる Fe 微粒子の高密度化を目的とする。

2.実験方法と結果

局所成長メカニズムでは、Si 基板上にベース真空度 8.0×10^{-4} Pa、Ar ガス流量 28sccm、スパッタ圧力 0.8Pa、放電電流 20mA で 272 秒間スパッタを行い、Fe 微粒子を計算膜厚 10nm 堆積させた。He ガス流量 5slm、印加電圧 8kV、周波数 10kHz の大気圧プラズマジェットを薄膜表面へ 10 分間処理を行った。その後、EDS 測定により基板表面の元素分析を行った。また、アニール後の基板表面を SEM により触媒の観察を行った。インターバルスパッタによる微粒子高密度化では、まず、連続した 54.4 秒間スパッタと 1 秒を 56 回スパッタを行ったサンプルの基板表面を AFM で観察を行った。次に、熱酸化 Si 基板上に金電極を作製し、インターバルスパッタによる電極間のコンダクタンスを OFF 時間中に測定した。

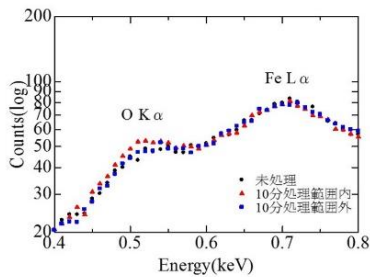


図.1EDS 測定結果

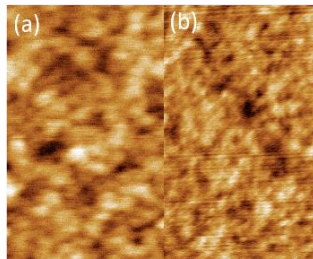


図.2AFM 像(a)連続(b)インターバル

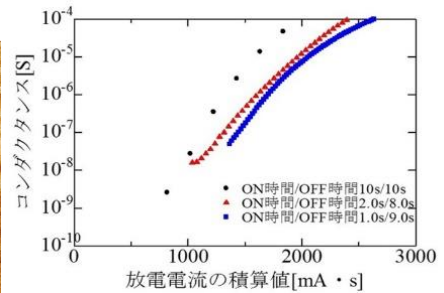


図.3 コンダクタンス測定結果

EDS測定により、照射範囲の酸素含有量が増加しており、また、アニール後の触媒の凝集が抑えられていた。図2のAFM像は縦横それぞれ500nmの範囲を示す。連続スパッタによる微粒子密度は $8.5 \times 10^{10}/\text{cm}^2$ 、インターバルスパッタによる微粒子密度は $1.4 \times 10^{11}/\text{cm}^2$ となり、インターバルスパッタでは高密度化した。また、ON時間が短くなるにつれ、コンダクタンスの立ち上がりが遅くなった。

3.考察

大気圧プラズマにより触媒の局所酸化が起こり、凝集が抑制されたため、CNT 合成に適した粒径が保持され、照射範囲にのみ CNT が局所成長したと考えられる。また、インターバルスパッタでは、スパッタされた微粒子により基板上へ連続してエネルギーが与えられず、また、OFF 時間中に触媒表面の酸化が起こったため堆積後の微粒子の凝集が起こりにくく、電極間の導通までに必要な堆積量が増え、導通時のコンダクタンスが高くなったと考えられる。

4.まとめ

CNT 局所成長について、EDS 測定とアニール後の微粒子 SEM 観察により、触媒の酸化がアニール時に凝集抑制をしたため、局所成長したと考えた。インターバルスパッタにより Fe 微粒子が高密度化すること、および、ON 時間の変化により微粒子の密度を制御できることが示された。大気圧プラズマジェット処理による CNT の基板上選択成長とインターバルスパッタによる Fe 微粒子小粒径高密度化を達成した。