

Ni 極薄膜のスパッタ堆積過程でのコンダクタンスその場評価

1140060 楠本 雄司（八田・古田研究室）

1. 背景と目的

カーボンナノチューブ(CNT)は優れた熱的、電気的特性を持ち配線材料や電子デバイスへの応用が期待されている。電気特性の向上や CNT の収率を向上させるには CNT の密度を向上させる必要があり、CNT の密度には触媒となる金属微粒子の密度を向上させる必要がある。本研究室では簡便に真空中で堆積構造を評価する手法としてコンダクタンス測定を行い触媒の堆積構造とコンダクタンスの関係について調査し、高密度の触媒の形成するためのスパッタ条件を調査する。

2. 実験方法と結果

熱酸化シリコン基板上に設けた 1 対の Au 電極間の抵抗をスパッタリング装置内で真空状態を維持したまま測定した。Ni ターゲットを用いて、スパッタ条件はベース真空度 3.0×10^{-3} Pa、雰囲気圧力 0.8 Pa、放電電流 20 mA、基板-電極間距離は 76 mm とした。Au 電極付き基板上に Ni を間欠スパッタ(スパッタ成膜する ON 時間、スパッタを休止する OFF 時間を繰り返す)し、休止期間内に電極間の I-V 特性を測定し、I-V グラフの傾きからコンダクタンスを算出した。CNT 成長には熱 CVD 法を用い、ベース真空度 5.0×10^{-4} Pa で 730°C に昇温し、 C_2H_2 ガスを 10 sccm で合成圧力を 54 Pa で合成を行った。

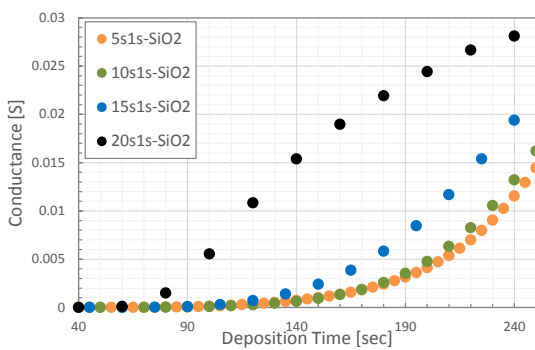


図 1

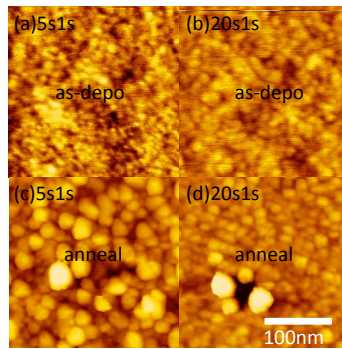


図 2

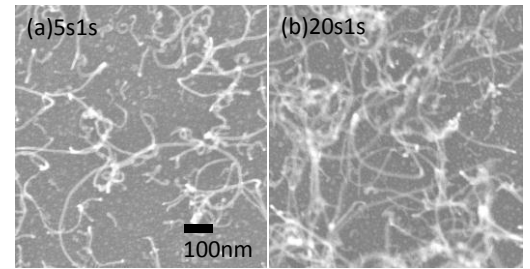


図 3

図 1 は OFF 時間を 1 秒に固定し、ON 時間を 5、10、15、20 秒と変化させて縦軸にコンダクタンス、横軸を堆積時間として測定を行った結果である。ON 時間が長くなるにつれグラフの立ち上がりは早くなる傾向が得られた。図 2(a)(b)に ON 時間 5 秒と 20 秒で合計 40 秒間熱酸化シリコン基板に堆積した基板表面の原子間力顕微鏡(AFM)像を示し、(c)(d)に CVD 時にガス供給を行わず 730°C でアニール処理のみを行った基板の AFM 像を示す。ON 時間が短い 5 秒で粒径が小さく高密度の Ni 粒子が確認されたが、アニール後は ON 時間の長い 20 秒で粒径のばらつきが小さく高密度の触媒が形成された。図 3 に CNT 合成を行った基板表面の走査型電子顕微鏡(SEM)像を示す。CNT は ON 時間の長い 20 秒の方が ON 時間 5 秒に比べ、高密度の CNT が成長した。

3. 考察

図 1 のコンダクタンスの立ち上がりが ON 時間が長くなるにつれて早くなったのは、図 2(a)(b)の AFM 像より ON 時間が短くなるにつれ粒径が小さくなったことより、粒界が増えて電子が散乱されやすくなり高抵抗化したと考えられる。図 2(a)(b)よりスパッタ堆積後に高密度の触媒を形成されたのは ON 時間が短い 5 秒であったが、図 2(c)(d)よりアニール後には 20 秒で高密度の触媒が形成されたのは ON 時間が長くなるにつれプラズマにさらされる時間が長くなり温度が上昇することにより基板との密着性が上がり凝集しにくくなったと考えられる。CNT は ON 時間が 20 秒で凝集が抑制され高密度の触媒が形成されたため CNT も高密度化したと考えられる。ON 時間を変更することにより触媒の密度を向上させることに成功した。

4. まとめ

スパッタ時の ON/OFF 比を変更することにより触媒の密度を制御できることが示唆された。