

初期成長に着目した CNT フォレスト構造制御

システム工学群 電子工学専攻

八田・古田研究室 1150014 今井久里

【背景と目的】近年、省エネデバイスの開発が可能であるとして、ナノテクノロジーに注目が集まっている。本研究では熱 CVD のガス初期導入が CNT フォレストの構造（膜厚、本数密度、直径）に与える影響を明らかにし、高配向、高密度の CNT フォレストを作製することを目的とした。

【実験】合成初期圧力上昇速度を制御するため、図 1 に示す熱 CVD 装置のバッファタンクと真空容器の間に可変バルブを挿入した。可変バルブの閉度を変えることで 0.3 秒から 25 秒までの調整が可能になった。図 2 にチャンバー内圧力の時間変化を示す。

Si 基板上に Fe 膜厚(2nm)/Al 膜厚(3nm) を EB 蒸着法で堆積させた触媒を熱 CVD 合成することで合成圧力到達時間の違いによる CNT 構造変化を調査した。熱 CVD 条件は、原料ガスのアセチレン流量 10sccm、安定後の合成圧力 54Pa、到達真空度 5.0×10^{-4} Pa、合成温度 730°C、プレアニール時間 3.5 分とした。合成圧力到達時間は 0.3、2、10、25 秒、合成時間は 10 秒、10 分、30 分、45 分、60 分とした。

【結果と考察】10 秒合成時、10 分合成時において、合成圧力到達時間が短い CNT ほど、本数密度が高く、直径が細かった。図 3 に本数密度の合成圧力到達時間依存性を示す。10 分合成、30 分合成において、合成圧力到達時間が短いほど CNT フォレスト高さが高かった。合成圧力到達時間が短いほど直径が細くなった原因として、合成圧力到達時間が短い場合、粒径の大きい触媒の表面を吸着する速度が、炭素が触媒内を拡散する速度を上回り、表面に吸着した炭素が CNT の成長を妨げるため、小さな触媒からのみ CNT が成長し、直径が細くなったと可能性がある。CNT 直径が細いと、直径が太い CNT に比べて円周を構成する炭素量が少ないため、同じ炭素量で構成される CNT において、直径の細い、合成圧力到達時間の短い CNT が高く成長

したと考えられる。

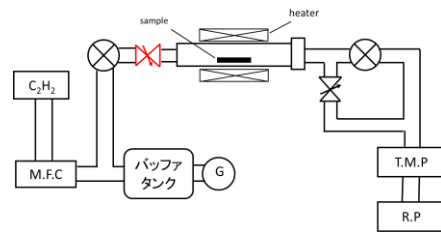


図 1 熱 CVD 装置配管改造後

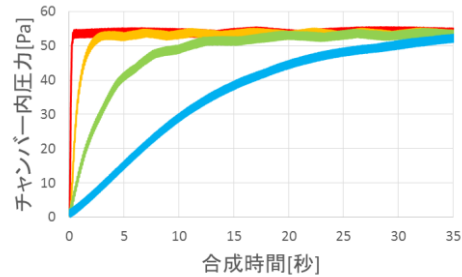


図 2 合成圧力到達時間別チャンバー内圧力の時間変化

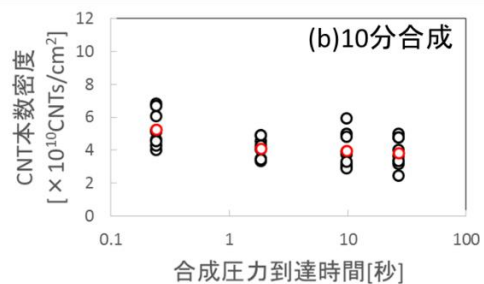
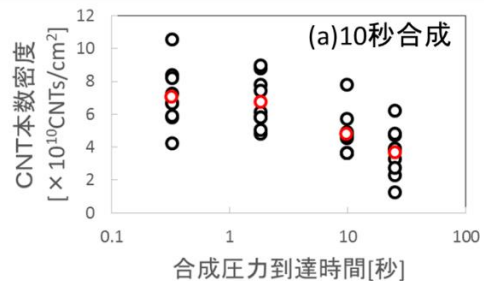


図 3 (a)10 秒合成時(b)10 分合成時 CNT 本数密度の合成圧力到達時間依存性

【まとめ】CVD 装置の配管改造により、合成圧力到達時間の任意制御が可能になった。合成圧力到達時間を短くすると本数密度が高く、直径が細く、CNT 高さが高くなることが分かった。