

基板の配置による CNT の成長の変化

1. 緒言

カーボンナノチューブ(以下CNT)とは、カーボン(炭素)・ナノ(nm=ナノメートル=1/10億m)・チューブ(中空の円筒状)、つまり炭素でできた極小の筒の事である。CNTは、鋼鉄の20倍の強度を持ち、構造を変化させる事で導電性を変化させる事ができ、高い耐薬品性を持つ優れた物質である。しかし、CNTは大量生産の方法が確立していない、そのため、非常に高価になっている。これまでの研究で、マイクロ波プラズマCVD法において「マイクロ波に近い程CNTが多く成長する」*1という事が確認されている。図1の様に、基板をマイクロ波に対して角度を変化させれば、マイクロ波に近い場所が増え、CNTの成膜量が増えると予想した。この予想を確かめるために基板の角度を変化させ、CNTを成膜し、どのようなCNTの成長の変化が起こるか観察した。

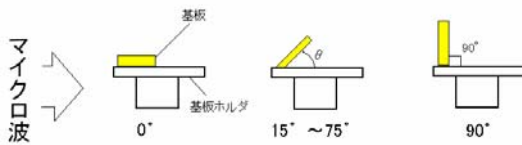


図1 基板の角度の定義

2. 実験装置および方法

図2はマイクロ波プラズマCVD法の概要図である。

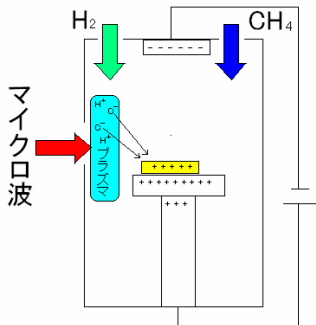


図2 マイクロ波プラズマCVD法概要図

CH₄とH₂をマイクロ波により加熱し、プラズマへと変化させ、その中からCNTの材料となるC⁻イオンを基板に印加した電圧により引き寄せ集める事で、CNTが成長する。実験装置はULVAC社製マイクロ波プラズマCVD法CNT成膜装置(指番 ZB01-5077 型式 CN-CVD-100)を使用した。実験はθ=0°~90°の範囲を15°ごとに変化させて、CNT成膜量を調べた。図3は基板に角度を設定するための角度台である。基板の大きさを10×10mmとし、図3のXを変化させる事で角度θを決定することが出来る。CNTの観測は、走査電子顕微鏡(SEM)によって4000倍に拡大し、画像データとして保存した。観測位置は図4の様に、3箇所ずつ行った。A4紙に印刷した画像データからCNTの密集度と長さを以下の様に求めた。画像データに50×50mmの枠をランダムに設定し、その中のCNTの本数を数える事で密集度を求める事が出来る。CNTの長さは画像のCNTの長さを計測し、計算式に当てはめる事で実際のCNTの長さを割り出すことが出来る。

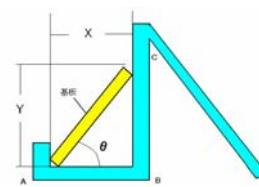


図3 角度台寸法

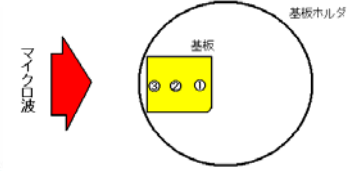


図4 基板測定箇所

3. 実験結果

図5, 6に置いて各角度におけるCNTの最大長さと密集度(本数)を示す。

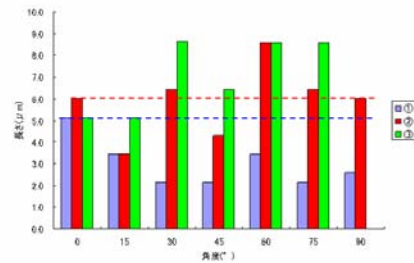


図5 CNTの最大長さ

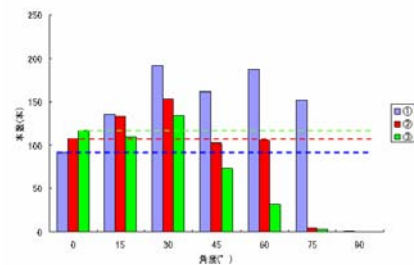


図6 CNTの密集度(本数)

4: 考察

角度が増加すると、密集度はプラズマに近い③では減少し、遠い①では増加する。これは図7のようにプラズマから基板までの最短距離の場所が変化したためではないかと考えられる。

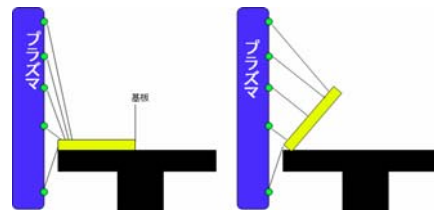


図7 CNT成膜の変化

5: 結論

角度と共にCNTの最大長さと密集度が増加している。その現象は、特に角度30~60°において、顕著である。この事から基板を30~60°傾けることでCNTの成膜量を増加させることができる。

文献

*1 2005年度高知工科大学知能機械工学科卒業論文 横川裕也