

イオンビームの照射によるカーボンナノチューブの成膜量の変化

量子ビーム研究室

横山弘幸

1. 緒言

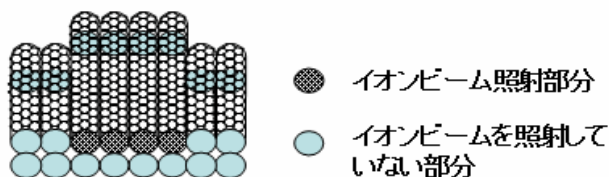
現在、カーボンナノチューブ（以下CNT）は、電子機器系では半導体や導体、機械系では強度向上などの次世代の新素材として注目を浴びている。しかしCNTの成膜率はまだまだ低い。たとえば、自分たちの使っているマイクロ波プラズマCVD装置では2時間かけて1～4 cm²の基板にうすらとススのようなものが張り付く程度である。

そこで今回は、イオンビームでCNTを成膜する基板の原子の並び方を破壊することによってCNTの成膜量が変化するかを調べることを思いついた。

CNTは基板の金属触媒にいったん炭素が結びつき、金属触媒を持ち上げながら成長していると考えられている。本研究では、原子の並び方が壊れ、原子の間の結合の力が弱くなることによってCNTの成膜の際、基板から基板原子が持ち上がりやすくなりCNTの成膜が増えると考えた。

下に今回の実験でのCNTの結果予想図を図1に示す。

図1 実験結果予想図



イオンビーム照射部分はCNTの成長率が向上すると考えられる。

2. 実験装置および方法

今回実験で使用する基板にはAr¹⁺を20keVのエネルギーで照射した。Ar¹⁺の照射量は100 μC/cm²である。

CNTの生成のため使用した装置は、株式会社ULVAC社製マイクロ波プラズマCVD法CNT成膜装置（指番号ZB01-5077 型式CN-CVD-100）である。

今回使用したCNT成膜装置で制御可能な成膜条件は、以下に示す通りである。

- ① 成膜用基板の設置位置
- ② 成膜時間
- ③ 成膜室内の真空度
- ④ 成膜基板の素材
- ⑤ 成膜用原料ガス流量
- ⑥ マイクロ波発振器の入力周波数（50/60Hz）

15年度卒業研究より①、②、③の条件がCNTの成膜に及ぼす影響が調査されている。その結果から最も成膜効率のよいとされる条件、

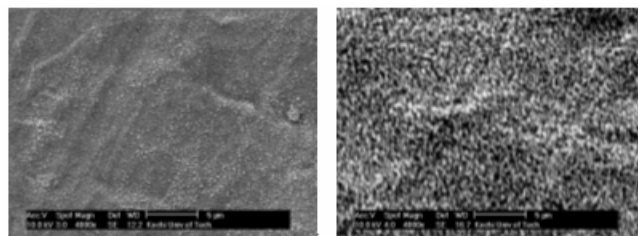
- ① 基板の設置位置・・・試料台上のマイクロ波発振器に最も近い位置
- ② 成膜時間・・・60分間
- ③ 成膜室の真空度・・・248±2[Pa]

の状況で成膜を行った。

基板はSUS304、SUS316の2種類で、それぞれイオンビームを照射したものと、イオンビームを照射していないものを使用した。この基板の違いはモリブデンが含まれているか含まれていないかの違いである。Mo（モリブデン）は前年度の研究からCNTの成長が見られなかった金属として結果が出ている。そこでMoが含まれているSUS316を試料として使えば、CNTの成膜の変化の差が分かりやすいと考えこの基板を選択した。

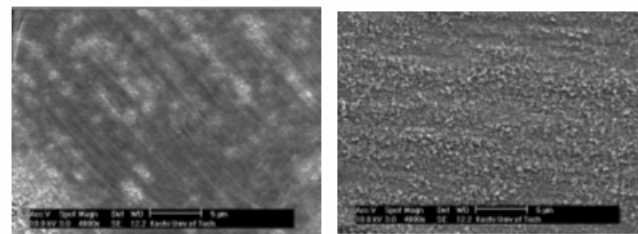
3. 実験結果および考察

成膜を行った基板を、走査型電子顕微鏡（SEM）で観察した。画像の倍率はすべて4000倍で統一した。その画像を図2、図3に示す。



a. イオンビーム照射あり b. イオンビーム照射なし

図2 SUS316へのCNTの成膜



a. イオンビーム照射あり b. イオンビーム照射なし

図3 SUS304へのCNTの成膜

図2からは以下のことがわかる、aはCNTの成長が見られないが、bには細かいCNTの成長が見られる。図3のa、bの基板の画像にも図2と同様な結果が見られる。

4. 結果

今回の実験では、イオンビームを照射した基板には図1で予想したようなCNTの成長の増加は見られなかった。原因としてはイオンビームで原子の並び方を壊すだけでは不十分であると考えられる。基板にCNTの成分である炭素をイオンビームで照射し基板に炭素を埋め込めば、マイクロ波プラズマCVD法でCNTを成膜するとき、基板に埋め込まれた炭素とプラズマ状の炭素との結びつき、CNTの成膜に大きな変化が見られるかもしれない。

5. 参考文献

卒業論文 松原一成 横川裕也 今井一哉 富永洋樹
カーボンナノチューブの基礎 齋藤弥八氏・坂東俊治氏