

イオンビーム照射によるカーボンナノチューブの成膜量の変化

1. 緒言

カーボンナノチューブ（以下 CNT）は、電子機器系では半導体、機械系では強度向上などに注目されている。

横山氏、立花氏が行った研究でイオンビーム（以下 IB）照射を行った基板に CNT 成膜を行うと CNT の長さ、成膜量（CNT の本数）が変化することがわかった。⁽¹⁾⁽²⁾

これらの研究は Ar の IB を照射した時の実験結果である。

そこで今回の研究では、照射する IB を Ar、Kr の 2 種類にして CNT の長さ、成膜量（CNT の本数）に違いが出るのではないかと考えた。よって、Ar、Kr の IB 照射による CNT の長さ、成膜の変化（CNT の本数）について調べた。

2. 実験装置および方法

実験で使用する基板は Ni（ニッケル）を使用した。

今回は、4 枚の Ni 基板を使う。①、②を Ar の IB 30、60keV で照射、③、④を Kr の IB 30、60keV で照射を行う。

図 1 の装置を使い表 1 の条件で基板①～④に IB を照射した。

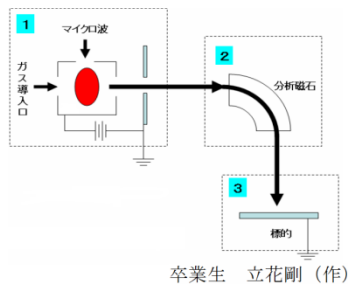


図 1 IB 発生装置簡略図

表 1 IB 照射条件

イオンの種類	Ar ¹⁺	Kr ¹⁺
ビーム照射量 ($\mu\text{C}/\text{cm}^2$)	50	50
ビームエネルギー (keV)	① 30	③ 30
	② 60	④ 60

次に図 2 の装置（株式会社 ULBAC 社製、マイクロ波プラズマ CVD 法成膜装置）を使い表 2 の条件で基板①～④に CNT を成膜した。

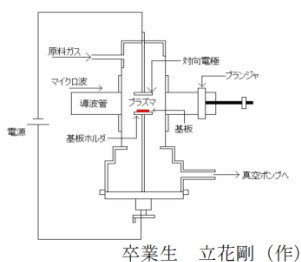


図 2 CNT 成膜装置簡略図

表 2 CNT 成膜条件

プラズマ洗浄時間 (分)		30
成膜時間 (分)		60
バイアス電圧 (V)	プラズマ洗浄時	100
	CNT 成膜時	200
真空度 (Pa)	プラズマ洗浄時	227±3
	CNT 成膜時	248±3

3. 考察

走査型電子顕微鏡（FE-SEM）を使用して 4 枚の基板の IB 注入された位置（基板の中央）を倍率 60,000 倍で観測を行った。観測した時の CNT の平均の長さ、CNT の成膜密度（本数）の結果を図 3、図 4 とする。

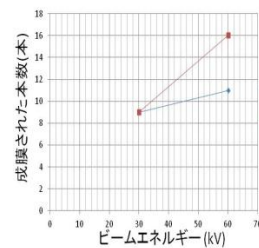


図 3 CNT の成膜密度

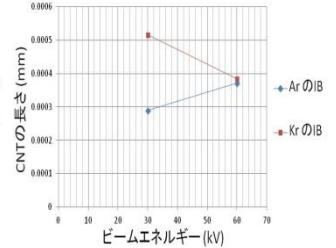


図 4 CNT の平均の長さ

これらの結果より、IB 照射を行うと基板原子間の結合力が変化し、CNT 成膜時に基板原子が微粒子になりやすくなり CNT の成膜量の増加に繋がったと考えられる。

しかし、CNT の平均の長さを見ると CNT の成膜速度は悪くなったと考えられる。これは CNT の成膜中に IB 照射時に用いたガスが基板に注入されたため、CNT 成膜の妨げになったのだと考えられる。

また Kr と Ar の違いから見ると、CNT の平均の長さ、CNT の成膜密度も Ar よりも Kr のほうが増大している。この結果としては、Ar よりも Kr のほうがイオンの質量数が大きいため、このような結果になったと考えられる。

4. 結果

今回の研究結果として Ar よりも Kr のほうが CNT の長さ、成膜密度は増大することがわかった。しかし、今までと今回の研究結果より IB 照射を行っても、CNT の長さ、成膜量を増やすことに繋がらないことがわかった。

5. 参考文献

- (1) 知能機械システム工学科 2006 年度卒 卒業論文 横山弘幸氏⁽¹⁾
- (2) 知能機械システム工学科 2008 年度卒 卒業論文 熊本隆志氏
- (3) 知能機械システム工学科 2010 年度卒 卒業論文 立花剛氏⁽²⁾
- (4) カーボンナノチューブの基礎 齋藤弥八氏・坂東俊治氏