

Title	Study on the growth of carbon nanotubes by RF magnetron sputtering
Author(s)	李, 奎毅
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/43487">http://hdl.handle.net/11094/43487</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	李奎毅
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17058 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子工学専攻
学位論文名	Study on the growth of carbon nanotubes by RF magnetron sputtering (RF マグネトロンスパッタ法によるカーボンナノチューブの作製に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 尾浦憲治郎  (副査) 教授 吉野 勝美    教授 森田 清三    教授 八木 哲也 助教授 片山 光浩

### 論文内容の要旨

本論文は、RF マグネトロンスパッタ法によるカーボンナノチューブの作製に関する研究をまとめたものであり、7章より構成されている。以下、各章にその内容の概要を述べる。

第1章では、本研究を行うに至った背景を述べ、本研究の目的及びカーボンナノチューブ (CNT) における本研究の占める位置を明らかにした。

第2章では、CNTの作製について述べ、一般に、炭素または炭素原料を必要に応じて触媒の存在下で高温条件に置くことにより合成される。主な合成法はアーク放電法、化学蒸着 (CVD) 法、レーザアブレーション法、スパッタ法等の様々な方法がある。特に高配向・高密度 CNT については、プラズマでアシストした CVD 法によって作製されることが報告されており、FED への応用が検討されている。しかしながら、本研究のようにスパッタ法で基板上に高配向・高密度に生成したという報告はなかった。

第3章では、RF マグネトロンスパッタ装置を中心に本研究で用いた実験装置について述べた。RF マグネトロンスパッタ装置は、ガス導入部とスパッタチャンバーから構成されている。ターゲットとしてグラファイトを使用し、RF パワーは100W で、ターゲットと基板の間に螺旋状にタングステンフィラメントを配置した。また、 $-50V \sim +50V$  の基板バイアス電圧を印加することも可能である。さらに、薄膜の構造・組成の分析法である走査型電子顕微鏡 (SEM)、透過型電子顕微鏡 (TEM)、X線光電子分光法 (XPS)、ラマン分光法についてその原理を述べた。

第4章では、薄膜試料からの電界電子放出特性についての新しい評価手法の開発とエミッション電流の測定方法について述べた。

第5章では、ポーラスシリコン (PS)、Pd/PS 基板の作製装置とその原理、また、パターン化 Ni/Si 基板の作製に用いた電子ビーム蒸着装置の構成とその原理について述べた。CNT の配向性制御法として本研究で開発した Hot-Filament Sputter 法と Bias Sputter 法によって得られた高配向・高密度 CNT について述べた。また、2つの配向性制御法について比較検討を行った。

第6章では、Ni を電子ビーム蒸着により蒸着し、Si 基板上にパターンニングし、その Si 基板に対して施されたフッ酸処理の時間をパラメータとして作製される高配向 CNT の直径、密度そして電界電子放出特性の変化について調べた結果について述べた。

第7章、本研究によって得られた結果について総括した。

## 論文審査の結果の要旨

次世代フラットパネルディスプレイの研究開発が盛んに行われており、FEDの電子源材料として、低電界で高電流密度が得られ、化学的安定性に優れている炭素系薄膜が有望である。炭素系薄膜の中でも特に、CNTが注目されている。CNTの作製方法としてはレーザー蒸発法、アーク放電法、CVD法が用いられている。しかしながら、スパッタ法による高密度・高配向カーボンナノチューブ生成の報告はない。本論文の主な成果を要約すると次のとおりである。

### (1)スパッタ法によるCNTの配向性制御

CNTの配向性制御法として本研究で開発したホットフィラメントスパッタ法とバイアスパッタ法によって得られた高配向・高密度CNTについて述べている。また、両手法の配向性制御法について比較検討をしている。

ホットフィラメントスパッタ法において、高配向・高密度CNTの作製には基板とのストレスを緩和するために触媒金属薄膜のパターン化が重要であることを見出している。

ホットフィラメントスパッタ法の採用によりスパッタ法においてCNTの配向制御を実現している。このことにより、実用化に重要である大面積化、均一化、低コスト化等が期待される。

バイアスパッタ法においては、基板にバイアスを印加することで、高い配向性をもったCNTが得られることを明らかにしている。薄膜の表面形状は基板バイアスによって大きく変化し、高密度・高配向CNTが成長するためには、最適なバイアスが必要であるということを見出している。

### (2)CNTの直径及び密度の制御

Ni薄膜を電子ビーム蒸着装置により、Si基板上にメッシュ状に蒸着し、そのSi基板に対して施されたフッ酸処理の時間をパラメータとして作製される高配向CNTの直径や密度の変化について調べた結果について述べている。CNTを観察した結果、基板の全面にCNTが直立して形成されており、その直径と密度は、CNT成長の核と考えている触媒金属微粒子の直径と密度を反映しているということを見出している。