

Title	Study on the Growth of Carbon Nanostructures by Chemical Vapor Deposition
Author(s)	白, 良奎
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/44276">http://hdl.handle.net/11094/44276</a>
DOI	
rights	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

氏 名	白 良 奎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 8 5 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 15 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 Nanostructures by Chemical Vapor Deposition (CVD 法によるカーボンナノ構造薄膜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 教 授 栖原 敏明    助教授 片山 光浩

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、化学気相成長 (CVD) 法によるカーボンナノ構造の作製に関する研究をまとめたものであり、9 章より構成されていた。以下、各章にその内容の概要を述べる。

第 1 章では、本研究の目的及びカーボンナノ構造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、カーボンナノ構造の基礎事項として、特性、合成方法、応用について述べた。

第 3 章では、CVD 装置 (熱 CVD、プラズマ CVD) を中心に本研究で用いた実験装置について述べた。さらに、薄膜の構造・組成の分析に用いた走査型電子顕微鏡 (SEM)、透過型電子顕微鏡 (TEM)、エネルギー分散 X 線分析装置 (EDX)、ラマン分光法、及び電界電子測定装置についてその原理を述べた。

第 4 章では、純メタンガスを用いた RF プラズマ CVD 装置による、アモルファスカーボン (a-C) 作製における基板温度依存性を述べた。基板温度が高くなるにしたがって表面形態が大きく変化し、グラファイト結晶性が成長することが分かった。

第 5 章では、カーボンナノチューブ (CNT) 成長課程におけるグラファイト層の形成について述べた。グラファイト層は高い結晶性を持つグラファイトレイヤーから構成されていることが分かった。

第 6 章では、鉄フタロシアニンを用いた DC プラズマ CVD 装置によるカーボンナノファイバー (CNF) の低温成長について述べた。また、60 kW プラズマ CVD 装置に多量の水素を導入することで、先端部が矢尻構造を持つ SiC ナノファイバーを作製し、その成長メカニズムを新たに提案した。

第 7 章では、石英基板上における金属触媒粒子制御がランダム配向 CNT 成長に及ぼす影響について述べた。また、Si と石英基板上の CNT 成長を比較し、基板と金属触媒との反応が CNT 成長に及ぼす影響について述べた。

第 8 章では、カーボンナノ構造 (a-C、CNT、CNF、SiC ナノファイバー) の電界電子放出特性を比較した。CNT と CNF が他の材料に比べてよい特性を示すことが分かった。

第 9 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

化学気相成長法によるカーボンナノ構造薄膜の作製に関する研究として本論文の主な成果を要約すると次のとおりである。

### (1) カーボンナノ構造薄膜形成過程における触媒の影響

まず、カーボンナノチューブ成長過程において、サイズの大きな触媒グレイン上には高い結晶性を持つグラファイトレイヤーが成長していることを見出している。さらに、 $\text{SiO}_2$  基板上に、金属触媒粒子によって直径を制御されたランダム配向カーボンナノチューブを成長させている。

### (2) カーボンナノ構造薄膜形成過程におけるプラズマの影響

プラズマ CVD において、水素ラジカルなどの高密度プラズマと基板との相互作用により、矢尻型 SiC ナノファイバーが形成されるところを見出している。また、プラズマで鉄フタロシアニンを分解することでプロセスの低温化を図り、基板温度  $400^\circ\text{C}$  でカーボンナノファイバー (CNF) を成長させている。

以上のように、本論文で得られた成果は、特徴的な物性を有していることから盛んに研究されているカーボンナノ構造薄膜を CVD 法で触媒やプラズマを用いて、新たな形成に成功したという点で独創的であると考えられる。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。