

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	Lakshmipura Ramachandraiah Hemanth
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 In-flight Coating of Carbon Nanotubes by Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition Process (プラズマ CVD プロセスによるカーボンナノチューブの浮遊コーティング)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	島田 学	印
審査委員	教 授	矢吹 彰広	印
審査委員	教 授	西田 恵哉	印
審査委員	准教授	石神 徹	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本研究は、気相浮遊させたカーボンナノチューブ (CNT) の表面を被覆するプラズマ化学気相析出 (CVD) プロセスに関するものである。CNT の被覆は、表面保護による CNT の機能性維持、被覆物質が保持された状態で機能発現する場を CNT が担体として提供、CNT と被覆物質の性状等の相乗効果による高い、あるいは新規な機能の発現につながることから、多くの研究者の興味を惹く課題となっている。このような被覆に対しては、主として固相や液相ベースの方法が用いられてきたが、純度、副生成物、操作性などに問題点があり、気相ベースの方法が注目されている。なかでも上記の浮遊状態でのコーティングは、被覆の迅速性・均一性の観点から優れており、本研究では、金属酸化物と高分子物質による被覆が検討されている。</p> <p>第1章では、本研究に関わる工学・産業面の背景、既往の研究の動機と成果を紹介し、本研究の目的と構成について述べている。</p> <p>第2章では、チタニア (二酸化チタン) による CNT 被覆を議論している。被覆層の作製操作においては、チタンの有機化合物蒸気と、気中に分散浮遊させた CNT がプラズマ場に同時に供給されて被覆層が反応析出する。この章では、この操作の因子が被覆層の形態に及ぼす影響を検討している。その結果として、蒸気濃度とプラズマ場の圧力の増加にともない被覆層の厚さと表面粗さが増大したこと、プラズマ場での滞留時間に依りまばらで粒状の被覆や厚く連続的な被覆が生じたこと、プラズマ投入電力の違いで粒状被覆のスケールが異なったことが述べられた。さらにこれらの結果により、操作因子によって被覆層の形態を制御する可能性が示されたとしている。</p> <p>第3章では、チタニア被覆層の焼成による結晶化を検討している。そこでは、浮遊コーティングプロセスで調製した被覆層は非晶質であるが、450℃の焼成によりアナターゼ型の結晶構造が現れ、窒素雰囲気中でより高い温度、例えば 900℃で焼成するとルチル相を含むチタニアで被覆された CNT が得られることが説明されている。さらに、窒素雰囲気での焼成に続けて酸素雰囲気での焼成を行うと被覆層中から CNT が除去され、有用なナノ構造物質のひとつである中空のナノチタニアチューブを作製できることも示されている。</p> <p>第4章では、浮遊コーティングプロセスが高分子物質による被覆に対して適用できるかを調べるための研究がなされている。アクリル樹脂をモデル被覆物質として、メタクリル酸メチルモノマーの蒸気を原料としたプロセスが試されたが、その結果として、適切なプラズマ投入電力と異なる蒸気流量のもとで、さまざまな厚みの稠密な形態を有する被覆層が形成されたことが述べられている。さらに、被覆層の組成分析によって、層内に保持されるべき官能基に固有の化学結合ならびに重合化で生じる化学結合の応答が検出されたこ</p>			

とから、本プロセスが、プラスチック樹脂物質による被覆にも有用なことが示唆されている。

第5章では、以上の研究成果をまとめることで、浮遊コーティングプロセスの有効性を示している。また、このプロセスをより有用にするために今後検討されるべき課題にも言及がなされている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与されるに十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。