

審査の結果の要旨

氏 名 村 上 陽 一

本論文は「CVD growth of single-walled carbon nanotubes and their anisotropic optical properties (単層カーボンナノチューブの基板上 CVD 合成とその光特性)」と題し、ナノテクノロジーの中心素材として注目を集めている単層カーボンナノチューブの生成及びその光特性に関して実験的な解明を試みたものであり、論文は全5章よりなっている。

第1章は、「Introduction (序論)」であり、本研究と関連して、単層カーボンナノチューブの発見以来の物性・合成法・応用に関する研究の進展について述べるとともに、従来研究の未解決問題について検討し、本論文の研究目的を述べている。また、単層カーボンナノチューブの構造及び電子構造について概観している。

第2章は、「CVD growth of SWNTs and their analyses (単層カーボンナノチューブの CVD 成長とその解析)」であり、まず本研究で用いたアルコール触媒 CVD 法のゼオライト及びメソポーラスシリカ担持触媒に対する特性を解明し、さらに基板上へのディップコート触媒担持法及び単層カーボンナノチューブ直接成長法の開発について述べている。また、透過型電子顕微鏡と X 線光電子分光法による解析を通じ、開発した触媒が高効率で単層カーボンナノチューブを生成するメカニズムを示している。

第3章は、「Growth of vertically aligned SWNT films on substrates and their formation process (垂直配向単層カーボンナノチューブ膜の基板上成長とその形成過程)」であり、第2章の合成法において、CVD における真空度を向上させて触媒活性が高められた結果、石英基板上に垂直配向した単層カーボンナノチューブ膜が合成できることを示している。また CVD 炉内にレーザー光を入射し、配向膜の光透過量変化から成長過程のリアルタイム測定を行い、膜成長速度が CVD 時間の増加と共に低下し、やがて成長停止することを示している。さらに配向膜の成長に関する触媒失活モデルを提案し、計測された成長曲線を説明している。

第4章は、「Anisotropic optical properties of SWNTs and their optical applications (単層カーボンナノチューブの異方的光特性とその光応用)」であり、第3章で開発した垂直配向単層カーボンナノチューブ膜を用いることにより、単層カーボンナノチューブの偏光に依存した光吸収特性及びラマン散乱特性を示している。特に単層カーボンナノチューブの紫外域における著しい偏光依存光吸収特性の計測に始めて成功し、またその吸収由来をグラファイトの光吸収特性と関連付けて一般化しており、極めて有益な知見が得られている。さらに第2章で開発された、石英基板上に直接合成されたランダムな単層カーボンナノチューブ膜を可飽和吸収素子として用いることにより、光ファイバ通信で使用されている1.55 μm の波長においてリングファイバ型レーザーのモードロックパルス発振を示し、光デバイスへの応用可能性を示している。

第5章は「結論」であり、上記の研究結果をまとめたものである。

以上を要するに、本論文は単層カーボンナノチューブの触媒CVD成長に関して、触媒担持法と基板上直接合成法を開発するとともに単層カーボンナノチューブの配向膜合成に成功し、かつその配向膜の解析を通じて偏光依存光特性を明らかにしており、単層カーボンナノチューブの触媒成長及び光特性に関する重要な知見を与えており、分子熱工学の発展に寄与するものと考えられる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。