

本論文は、新しい光・電子材料として期待されている単層カーボンナノチューブ(単層CNT)について、簡便で触媒の適用範囲が広い新規合成方法の開発と高分散・高配向複合膜の作成プロセス開発に関する研究をまとめたものである。第1章では、単層CNTの構造や基礎物性などの基礎知識を解説し、これまでに開発されてきた各種合成方法の紹介と問題点の指摘を行って、本研究の目的・意義を明らかにしている。第2章では、本研究で開発した合成方法や磁場配向方法、評価方法について基本的な原理から解説した上で、アルコール液相法を原型として新しい合成方法を開発した理由や単層CNT配向方法として磁場配向を用いた理由について述べている。

第3章では、単層CNTの簡便な合成法開発について実験方法と結果、考察を述べている。ゼオライト担持型触媒は化学気相合成法等で良質の単層CNT合成用触媒として用いられてきたが、従来のアルコール液相法では適用されてこなかった。アルコール液相法にゼオライト担持型触媒を適用することにより、その簡便性と単層CNTの品質の向上を図ることを基軸として開発を進めた結果、アルコール液相法では合成中にゼオライト担持型触媒が剥離するために触媒が有効に機能しないことを明らかにした。そこで、アルコール液中に沈めた触媒塗布基板の周囲に気相空間を設けるサブマリン型基板加熱式合成法という新しい合成方法を開発した。合成された試料はラマン分光ならびに走査型あるいは透過型電子顕微鏡観察によって評価されており、単層ならびに二層CNTの合成が確認された。これらのCNTは、従来アルコール液相法で合成されたものよりも品質が高いことが示唆されている。また、本研究で用いたゼオライト担持型触媒以外にも有機金属塗布膜のように、従来のアルコール液相合成法では適用できなかった触媒も適用可能であることにも言及している。以上の点で、本研究で開発された合成方法の優位性が示された。

第4章では、単層CNT磁場配向膜の作製プロセス開発と特性評価について述べている。単層CNTを分散する基材としてゼラチンを用いており、これまで5テスラの定常磁場を用いた研究で磁場中ゾル-ゲル転移を行うことにより単層CNTの磁場配向をゼラチンマトリクス中で固定し、磁場外におけるゼツカン処理により高分散単層CNT配向膜の作製が可能であることが示されていた。単層CNTの配向度は、さらに強力な30テスラ級の定常磁場を発生できるハイブリッド磁石を用いることにより向上が図れるが、ハイブリッド磁石では鉛直方向にしか磁場を発生できないために従来の方法では均一なゼツカン膜を得ることができなかった。本研究では、分解可能な縦型石英セルを開発することによりこの問題を解決して、28テスラの磁場印加により光学異方性が0.13という高分散高配向単層CNT-ゼラチン複合膜の作製に成功した。単層CNTの配向度評価には偏光吸収測定ばかりでなく偏光ラマン測定も行うことにより検証している。本研究で開発したプロセスをさらに強力な磁場に適用し、また単層CNTとしても長いものを用いることによりさらなる高配向膜の作製が可能であることが示された。今後、光物性・計測分野への活用が期待される。第5章では、本研究で得られた結果を総括し、今後期待される研究の展望について述べている。

本論文の内容は、単層CNTを実用化する上で合成・材料化プロセスに求められる簡便性や高品質化を追求するために、単層CNTの合成方法、材料化プロセス、電子物性、物性・構造評価に対する深い理解と高い技術に基づいて遂行された研究成果をまとめたものである。新規に開発された合成法は、アルコール液相法と同等に簡便な方法でありながら単層CNTの品質が向上し、さらに触媒適用範囲が拡大することにより新規触媒の開発が期待されるなど、今後の発展が期待される。また、従来 of 合成法とは異なる条件下で単層CNTの合成に成功したことにより、単層CNT成長機構に関する研究に寄与することが期待される。高分散・高配向単層CNT膜の開発では、ゼラチンのゾル-ゲル転移の材料化プロセス技術への応用と磁場応用技術の開発を通じた単層CNTの材料化を進めている。開発された高分散高配向単層CNT膜は今後、光物性・計測分野への研究にも活用が期待される。以上の点で、学術的にも工学的にもきわめて価値の高い研究である。

本論文は審査付き論文が 1 報出版予定であり、特許を 1 件申請している。各章の内容は、当該申請者によって既に国際会議等において口頭発表されている。また、当該申請者は総合理解力にも優れているため、本指導委員会は、本予備検討論文が博士論文審査の対象として十分な内容を有すると判断した。

審査委員	産業創造工学専攻マテリアル工学講座担	準教授	横井裕之
審査委員	産業創造工学専攻マテリアル工学講座担	教授	松田元秀
審査委員	産業創造工学専攻マテリアル工学講座担	教授	河原正泰
審査委員	産業創造工学専攻マテリアル工学講座担	教授	安藤新二
審査委員	衝撃・極限環境研究センター	教授	真下茂