

論文内容要旨 (和文)

平成17年度入学 大学院博士後期課程生体センシング機能工学専攻機能センサー工学講座

学生番号 05522406

氏名 彭淑雲



(英文の場合は、その和訳を () を付して併記すること。)

論文題目 Synthesis, characterization and microwave absorption property of new polyaniline composites

(新規ポリアニリン複合体の合成、性質およびマイクロ波吸収特性)

近年、導電性高分子はその長い共役長、金属導電性、ならびにナノデバイス応用ポテンシャルの高さなどから極めて大きな注目を集めている。特に最近では、導電性高分子を活用したマイクロ波吸収材料の開発が幅広く行われている。このような背景の下、本論文では導電性高分子ポリアニリン (PAni) を基盤とした種々新規材料を開発し、そのマイクロ波吸収特性を評価した。ここでは、新規ドーパ化ポリアニリンに加えて、二酸化チタン (TiO₂)、四酸化三鉄 (Fe₃O₄) やカーボンナノチューブ (CNT) を含有させた新規ポリアニリン複合体の合成・評価を行った。

ポリアニリン類は、様々な溶媒 (水系、塩酸、およびリン酸) を使用し、p-トルエンスルホン酸 (pTSA) とジクロロ酢酸 (DCA) で、単一および両方でドーパすることにより合成した。特に大きなマイクロ波吸収とシールド特性を示す複合体を見出した。この複合体は負の誘電率、最小誘電損失 ($\epsilon_r'' = 5.1$)、および高い導電率 (9.86 S/cm) を有しているために共役高分子の主鎖に沿うチャージキャリアの不規則な動きをもたらしたためと考えられる。

十分な導電率、誘電性、および磁性を有するナノ複合体として、TiO₂ (誘電体)、Fe₃O₄ (磁性体) を含有し、ヘキサ酸 (HA) によりドーパしたポリアニリンをテンプレートフリー法により合成した。得られたナノロッド/ナノチューブはポリアニリンの重合過程で成長することが、電子顕微鏡 (SEM) で観察された。40% Fe₃O₄ を含む PAni/HA/TiO₂/Fe₃O₄ は最も高い磁化率を有し、最高のマイクロ波吸収特性 (>99.7% 吸収) を示し、20%、10% Fe₃O₄ の順となった。TiO₂ の含量と粒径は、ポリアニリンのモルフォロジー、導電率、およびマイクロ波吸収特性に大きく影響することも見出した。

またさらに、TiO₂ と CNT を含む、ドーパ化ポリアニリン類も、様々なドーパント (塩酸、HA、およびドデシルベンゼンスルホン酸 (DBSA)) を用いて合成した。非対称構造と高い不均一性を持つ PAni/DBSA/TiO₂/CNT は PAni/HCl/TiO₂/CNT と比較し、より良いマイクロ波吸収特性を示した。PAni/DBSA/TiO₂/MWNT は最も高い不均一性、適度の磁化、導電率、最も高い $\tan \delta$ のため、最も良いマイクロ波吸収特性を示した。また TiO₂ と CNT 含量は、ポリアニリンのモルフォロジー、導電率、およびマイクロ波吸収特性に大きく影響することも示唆された。







(10pt 2,000 字程度 2 頁以内)

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成 20 年 1 月 25 日

理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主査 倉本 憲幸 
副査 米竹 孝一郎 
副査 多賀谷 英幸 
副査 
副査 
副査 

学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 生体センシング機能工学専攻 専攻

氏名 彭 淑 雲

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

Synthesis, characterization and microwave absorption property of new polyaniline composites (新規ポリアニリン複合体の合成、性質およびマイクロ波吸収特性)

3. 審査年月日

論文審査 平成 20 年 1 月 22 日 ~ 平成 20 年 1 月 25 日

論文公聴会 平成 20 年 1 月 25 日

場所 9-300-2号室 (生体センシング機能工学専攻講義室)

最終試験 平成 20 年 1 月 25 日

4. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文審査 合 格

(2) 最終試験 合 格

5. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200 字程度)

別紙のとおり

6. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

別紙

専攻名	生体センシング機能工学専攻	氏名	彭淑雲
学位論文の審査結果の要旨			
<p>近年、導電性高分子はその長い共役長、金属導電性、ならびにナノデバイス応用ポテンシャルの高さなどから極めて大きな注目を集めている。特に最近では、導電性高分子を活用したマイクロ波吸収材料の開発が幅広く行われている。このような背景の下、本論文では導電性高分子ポリアニリン (PAni) を基盤とした種々新規材料を開発し、そのマイクロ波吸収特性を評価した。ここでは、新規ドーパ化ポリアニリンに加えて、二酸化チタン (TiO₂)、四酸化三鉄(Fe₃O₄)やカーボンナノチューブ (CNT) を含有させた新規ポリアニリン複合体の合成・評価を行った。</p>			
<p>第二章では、様々な溶媒(水系、塩酸、およびリン酸)を使用し、ポリアニリン類が p-トルエンスルホン酸(pTSA)とジクロロ酢酸(DCA)で、単一および両方でドーパすることにより合成出来ることを記載した。特に大きなマイクロ波吸収とシールド特性を示す複合体を見出した。この複合体は負の誘電率、最小誘電損失($\epsilon_r'' = 5.1$)、および高い導電率 (9.86 S/cm)を有しているために共役高分子の主鎖に沿うチャージキャリアの不規則な動きをもたらしたためと考えられる。</p>			
<p>第三章では、十分な導電率、誘電性、および磁性を有するナノ複合体として、TiO₂(ナノ誘電体)、Fe₃O₄(マイクロ磁性体)を含有し、ヘキサ酸(HA)によりドーパしたポリアニリンをテンプレートフリー法により合成出来ることについて報告した。得られたナノロッド/ナノチューブはポリアニリンの重合過程で成長することが、電子顕微鏡 (SEM) で観察された。40%Fe₃O₄ を含む PAni/HA/TiO₂/Fe₃O₄ は最も高い磁化率を有し、最高のマイクロ波吸収特性(>99.7%吸収)を示し、20%、10% Fe₃O₄ の順となった。TiO₂ の含量と粒径は、ポリアニリンのモルフォロジー、導電率、およびマイクロ波吸収特性に大きく影響することも見出した。</p>			
<p>さらに、第四章と第五章では、TiO₂ と CNT を含むドーパ化ポリアニリン類を、様々なドーパント(塩酸、HA、およびドデシルベンゼンスルホン酸(DBSA))を用いた合成系について報告した。非対称構造と高い不均一性を持つ PAni/DBSA/TiO₂/CNT は PAni/HCl/TiO₂/CNT と比較し、より良いマイクロ波吸収特性を示した。PAni/DBSA/TiO₂/MWNT は最も高い不均一性、適度の磁化率、導電率、最も高い $\tan \delta$ のため、最も良いマイクロ波吸収特性を示した。また TiO₂ と CNT 含量は、ポリアニリンのモルフォロジー、導電率、およびマイクロ波吸収特性に大きく影響することも示唆された。</p>			
<p>第六章では、第三章と比較するために、TiO₂ と、Fe₃O₄ マイクロ粒子に変えて Fe₃O₄ ナノ粒子を用いた。重合開始剤(APS)を加える前、Fe₃O₄ 水溶液を分散性を良くするために FeCl₃6H₂O によって処理した。Fe₃O₄ 粒子の分散性が向上したことでナノ複合体の導電率が上昇し、ナノロッド/ナノチューブが増加した。FeCl₃6H₂O で処理した PAni/HA/TiO₂/Fe₃O₄ ナノ複合体(99.95-99.999%吸収)は第三章で示した PAni/HA/TiO₂/Fe₃O₄ マイクロ/ナノ複合体(67.0-99.4%吸収)よりも高いマイクロ波吸収を示した。40%の Fe₃O₄ で処理した PAni/HA/TiO₂/Fe₃O₄ ナノ複合体が最も高いマイクロ波吸収(99.999%吸収)を示した。これは高い導電率、高い不均一性、適度な磁化に起因すると考えられる。</p>			
<p>第七章では、本研究で得られた成果のまとめと今後の研究への展望について述べた。これらの研究結果は国際論文3報として既に掲載済みであり、また1報が掲載受理されており、さらに4報が現在投稿中である。論文数は生体センシング機能工学専攻の課程博士の基準を満たしており、論文内容も新規ポリアニリン複合体の合成、性質およびマイクロ波吸収特性に関して示したものであり、合格と認められる。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>博士公聴会は英語で口頭発表を行い、質疑応答を日本語で行っており、国際的に活躍できる十分な語学力を有している。口頭発表後、関連事項に関しての質疑応答で審査を行った結果、論文内容、関連する基礎学力等について博士の学位に必要なとされる基準を十分満たしていると認め、合格と判定した。</p>			