

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 455 号	氏名	Muhammad Zobayer Bin Mukhlish
審査委員	主査	堀江 雄二	
	副査	寺田 教男	吉留 俊史

学位論文題目

Development of Flexible Ceramic Nanofiber Membranes for Energy and Environmental Applications

(エネルギー及び環境応用のためのフレキシブル・セラミックナノファイバ膜の開発)

審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、エレクトロスピンニング法（電界紡糸法）により不織布状の自立したフレキシブル・セラミックナノファイバ膜を作製し、そのエネルギー応用として色素増感太陽電池の自立型フレキシブル基板への、環境応用として汚染水中の色素除去マットへの応用についてまとめたもので、全文5章より構成されている。

第1章では、研究の背景と目的について述べている。エレクトロスピンニング法の歴史と原理、基本パラメータについて述べたあと、色素増感太陽電池の構造・動作原理と現状での問題点、およびナノファイバ表面への色素吸着の原理について述べている。

第2章は、透明導電体であるスズドープ酸化インジウム(ITO)とアモルファスシリカの複合ナノファイバ膜の作製と、その色素増感太陽電池電極への応用について述べている。シリカナノファイバにITOをコーティングする方法と、二重スピナレットを用いてITO-シリカ混合ナノファイバ膜を作製する方法を用い、フレキシブルで400℃以上の熱耐性を持つ自立型複合ナノファイバ膜の作製に成功し、15-113 Ω/sq のシート抵抗を得た。これらの膜を色素増感太陽電池の光作用極の軽量フレキシブル基板として応用できることを示し、その際の問題点を明らかにした。

第3章では、アルミナ・シリカナノファイバ膜の作製とその汚染水中の Reactive Red-120 (RR-120)色素除去への応用について述べている。エレクトロスピンニング法で作製した膜は無配向で連続的な直径約95 nmのフレキシブル・アモルファスナノファイバから構成されていることが分かった。RR-120 色素除去の一連の実験を pH, 吸着剤の量, 吸着時間を変化させながら行い、吸着平衡状態と動的特性を調べたところ、最大吸着密度は 884.95 mg/g と大きかった。フレキシブルで自立膜の吸着剤であるため、吸着後も容易に溶液から取り出すことができ、また、色素を遊離させ再生することで吸着剤として再利用することができるため、汚染水中の色素の吸着剤として実用化の可能性を示した。

第4章では、前章のアルミナ・シリカナノファイバを $\alpha\text{-Fe}_3\text{O}_4$ で覆ったコア・シース型のナノファイバ膜の作製と、吸着特性の向上について述べている。エレクトロスピンニング法で多孔質のネット状構造を持つコア・シース型のナノファイバ膜ができていることが確認された。RR-120 色素の吸着特性を調べたところ 1860.81 mg/g の最大吸着密度を持ち、これまで他の文献で報告されているものの中で最も大きかった。さらに、吸着した色素のほとんどを遊離させることができることから吸着剤として再利用でき、実用化可能であることを示した。

第5章では、各章の結果を総括し、今後のナノファイバ膜応用の発展について論じた。

以上本論文は、エレクトロスピンニング法で作製したセラミックナノファイバ膜を、熱耐性を持った軽量でフレキシブルな導電性基板や、色素吸着特性に優れたリサイクル可能な吸着マットとして応用可能であることを示した点で、今後のエネルギー・環境分野での応用・発展に大きく寄与するものと認められる。よって、審査委員会は博士（工学）の学位論文として合格と判定する。