

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	慶 奎弘
主論文題目： Control of Nano-Structure of Thin Film by Spray Layer-by-Layer Method and the Optical Applications (スプレー交互吸着法による薄膜ナノ構造の制御と光学応用)			
(内容の要旨)			
<p>薄膜作製法の中でも、交互吸着法は、プラスに帯電したカチオン性の溶液とマイナスに帯電したアニオン性の溶液を交互に基板に吸着させることで、常温、常圧、水系でありながらナノメートル単位で均一な薄膜を作製出来る技術として考案され、近年研究が急速に進んでいる。この技術は大面積の製膜に適し、また大きな省エネルギーが期待されること、有機溶媒を用いず安全であること等が大きな利点である。しかしながら、従来の基板を浸漬させるディッピングによる交互吸着法では製膜速度が遅いという欠点があった。それに対して、製膜速度が速く使用溶液の少ない方法としてスプレー交互吸着法が考案され、研究が進められている。基板を溶液に浸漬する方法では吸着の動力が静電吸着のみであったのに対し、この方法は基板に直接溶液をスプレーすることで物理的な吸着も促進するため、格段に製膜速度が向上している。ところが、このスプレー交互吸着法では、パラメータが多くその実験条件を再現しにくいという欠点がある為、光学薄膜の製膜には適応が困難とされてきた。</p> <p>そこで本研究ではスプレー交互吸着法を用いた薄膜の作製方法を確立し、膜のナノ構造の制御と光学デバイスへ応用することを目的とした。</p> <p>第1章では、本研究の背景と従来の研究、特に既存の薄膜作製方法及び交互吸着法の製膜原理に関して概説した。</p> <p>第2章では、交互吸着法による、TiO₂超薄膜の成長と光学応用に関する研究を明らかにした。pH、溶液の濃度、NaClの添加等の作製条件による薄膜の特性を明らかにした。</p> <p>第3章では、スプレー交互吸着法の原理と最適化の条件を明らかにした。具体的には、溶液の流量、スプレー時間、溶液 pH、スプレー圧力などの作製条件が薄膜の膜厚に与える影響を調査した。</p> <p>第4章では、カチオン性物質に poly(allylamine hydrochloride) (以下 PAH)、アニオン性溶液に poly(acrylic acid) (以下 PAA) を用いたスプレー交互吸着法により PAH/PAA の薄膜を作製した。そして、スプレー溶液の濃度、スプレー量、流量を変えて (PAH/PAA) 膜のナノ構造を制御できることを明らかにした。またスプレー交互吸着法によりナノスケールのテクスチャー構造を初めて実現した。</p> <p>第5章では、スプレー交互吸着法を用いて薄膜のナノ構造と膜厚を制御し、2層型反射防止膜にはじめて応用した。その結果、ガラス基板上で最大 94.5%の透過率と最低 0.5%の反射率をもつ反射防止膜の作製に成功した。</p> <p>第6章は、結論として各章で得られた結果を総括し、スプレー交互吸着法による薄膜のナノスケール制御に関して今後の課題と展望を述べた。</p>			

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School Integrated Design Engineering	Student Identification Number	SURNAME, First name KYUNG, KyuHong
Title Control of Nano-Structure of Thin Film by Spray Layer-by-Layer Method and the Optical Applications (スプレー交互吸着法による薄膜ナノ構造の制御と光学応用)		
Abstract <p>The layer-by-layer (LBL) method is based on the alternate adsorption of oppositely charged materials in aqueous solutions via electrostatic attraction. The LBL method has been paid much attention to the manufacture of multilayers thin films because the LBL method is very simple, environmentally friendly, and low-cost technique and does not need a vacuum system as well as other complete apparatus. Though this method has many advantages, it requires long fabrication time. Because the process is driven in part by diffusion, LBL cycles usually take on the order of several minutes to complete. This presents unacceptable demerits if this technology is to evolve into industrial applications.</p> <p>The recently developed practice of spraying solutions onto a substrate in order to fabricate thin film via LBL method has been further investigated and extended. Compared with dipping self-assembly coating, spraying self-assembly coatings has the advantages that the desired thin film with large surface area can be fabricated in short time and with small volume of solution. These thin films deposited by spraying coatings may be expected for many device applications such as external coatings to protect corrosion, large area membrane, and biomaterial coatings with the fine design and control of the structure of multilayers thin film.</p> <p>In this study, optimum conditions for thin films construction of polymers and particles were systematically studied. Film thickness and surface roughness of the best formed film were tested in comparison to those of LBL sprayed films. The aim of this study is to speed up the film fabrication process by using a simple spraying approach and to control the nano-structure of thin film fabricated by spray-LBL method and to apply for optical device.</p> <p>Chapter 1 summarizes the background of LBL method and previous studies.</p> <p>Chapter 2 describes investigation of TiO₂ thin film growth by LBL method for application to optical devices. The prepared thin films according to different deposition conditions such as pH value, concentration of solution, and addition of NaCl will be characterized in this chapter</p> <p>Chapter 3 describes the principle and optimization of spray-LBL method.</p> <p>Chapter 4 describes poly (allylamine hydrochloride) (PAH) and poly (acrylic acid) (PAA) for weak polyelectrolyte multilayer thin films by sequential spraying. Using spray-LBL method, the nano scale texture structure was fabricated by changing the condition such as concentration of spray solution, spray quantity, and flow rate of spray solution.</p> <p>Chapter 5 describes double-anti-reflection (AR) thin film assembled with high and low refractive index layers on substrate by spray-LBL method.</p> <p>Chapter 6 summarizes the results of control of nano-structure of thin film by spray-LBL method. In addition, the future problem and the prospect were discussed.</p>		