



Title	有機超薄膜の作製方法および評価法に関する研究
Author(s)	中川, 徹
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40950">https://hdl.handle.net/11094/40950</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	なか がわ とおる 中 川 徹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 5 6 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 10 年 2 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	有機超薄膜の作製方法および評価法に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 横山 正明 (副査) 教 授 梅野 正隆 教 授 柳田 祥三 教 授 宮田 幹二 教 授 福住 俊一 教 授 一岡 芳樹

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、将来の分子素子実現ために必要な要素技術となる有機超薄膜の作製方法と評価法について研究した成果をまとめたもので、序章、総括を含め6章から構成されている。

序章では、分子素子研究の歴史、有機超薄膜の作製方法と評価法の研究動向、本研究の目的、および本論文の構成について記述している。

第1章では、様々な機能が期待できる有機超薄膜として水溶性蛋白質薄膜を取り上げ、膜作製が困難な水溶性蛋白質のラングミュアプロジェクト膜の新しい作製方法を提案し、これを実証している

第2章では、耐久性と膜加工性に優れた有機超薄膜であるアルキルトリクロロシラン ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{n-1}\text{SiCl}_3$ ) セルフアセンブル膜 (SA 膜) を取り上げ、SA 膜の構造と膜形成メカニズムを原子間力顕微鏡 (AFM) 測定から明らかにしている。

第3章では、有機超薄膜の分子の種類が認識可能な新しいタイプの走査型プローブ顕微鏡として、探針に特定の分子を固定した分子間力顕微鏡を提案し、その基本機能を実証している。すなわち、センサー分子として、オクタデシルトリクロロシラン ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}\text{SiCl}_3$ ；以下 C18 と略記) またはフルオロアルキルトリクロロシラン ( $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_7\text{C}_2\text{H}_4\text{SiCl}_3$ ；以下 FS-17 と略記) の SA 膜を AFM の探針に固定し、探針とシリコン基板の各種クロロシラン SA 膜の間に働く力を調べ、試料 SA 膜の種類によって探針に働く力が異なることを見出し、さらに SA 膜で修飾された探針には、C18 の SA 膜と FS-17 の SA 膜を識別する能力、SA 膜を構成する分子の長さを識別する能力、および SA 膜の分子密度を識別する能力があることを明らかにしている。

第4章では、微細パターン構造を有するクロロシラン SA 膜の新しい作製方法を開発し、第3章で提案した分子認識機能を有する分子間力顕微鏡を用いて、この微細パターン構造を有する SA 膜内の分子分布が測定できることを示し、分子間力顕微鏡が有機超薄膜の評価に有用であることを示している。

総括では、本研究のまとめと今後の展望について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

コンピュータや情報機器の小型化と高性能化に対する要求とともに人工頭脳をもつコンピュータ実現への期待が高まっている。その要求から、現在のシリコン半導体を中心とするマイクロエレクトロニクスに代わって、分子レベルのエレクトロニクス素子の開発を目指した研究が進められている。その中でも有機分子を利用した分子素子の研究が最近とくに注目を集めている。本論文は、将来の分子素子を実現するために必要な要素技術である有機超薄膜の作製方法と膜の評価法について研究した成果をまとめたもので、その成果を要約すると以下の通りである。

(1) 一般に水溶性蛋白質に対しては展開液に水を用いるラングミュアプロジェクト法で単分子膜を作製することは困難である。そこで、高濃度の硫酸アンモニウム水溶液上に水溶性蛋白質単分子膜を形成した後、これを純水上に移動し、基板上に積層する工程からなる水溶性蛋白質のラングミュアプロジェクト膜の新しい作製方法を開発し、いくつかの水溶性蛋白質の超薄膜の作製に成功するとともに、基板上の超薄膜がその機能を保持していることを確認している。

(2) 耐久性と膜加工性に優れた有機超薄膜であるアルキルトリクロロシラン ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{n-1}\text{SiCl}_3$ ) のセルフアセンブル膜 (SA 膜) について、SA 膜における分子配向、膜分子と基材との結合様式を原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて明らかにしている。さらに、アルキルトリクロロシラン ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{n-1}\text{SiCl}_3$ ;  $n$  は炭素数) SA 膜の構造と形成メカニズムが  $n=8$  を境にして異なることを明らかにしている。これらの結果に基づいて、クロロシラン SA 膜を分子素子の基本材料として利用するための膜の設計指針を導出している。

(3) 分子の構造や種類を識別するために、センサー分子を探針に固定した新しいタイプの分子間力顕微鏡を提案し、探針にクロロシラン SA 膜を固定することによって発現する分子認識能などの基本的機能を詳細に検討し、SA 膜の種類、SA 膜を構成する分子の長さ、膜密度が識別できるなどの優れた機能があることを明らかにしている。

(4) 微細ピンホールを有する SA 膜を基板上に形成した後、この微細ピンホール内に新たな機能性分子を吸着させると云う工程からなる、微細なパターン構造を有するクロロシラン SA 膜の新しい作製方法を開発し、提案した上記の分子認識能を有する分子間力顕微鏡を用いて、SA 膜内の分子分布が測定できることを示し、開発した分子間力顕微鏡が有機超薄膜の評価に有用であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、蛋白質ラングミュアプロジェクト膜とクロロシラン SA 膜の新しい作製方法と膜物性の新たな知見を与えるとともに、有機超薄膜内の個々の分子の種類ならびに構造が識別可能な新規な評価方法を開発しており、有機薄膜材料工学、表面科学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。