Osaka University Knowledge Archive

Title	Formation Mechanism of Polymer Nano-structures by High Energy Ion Beam
Author(s)	佃, 諭志
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48442
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【28】

氏　　名	佃（つくだ）　諭（さとし）　志
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２０７７１　号
学 位 授 与 年 月 日	平成 19 年 1 月 31 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科物質化学専攻
学　位　論　文　名	Formation Mechanism of Polymer Nano-structures by High Energy Ion Beam （高エネルギーイオンビームによる高分子ナノ構造体の形成機構に関する研究）
論 文 審 査 委 員	（主査） 教　授　田川　精一 （副査） 教　授　平尾　俊一　教　授　桑畑　進　教　授　大島　巧 教　授　甲斐　泰　教　授　林　高史　教　授　今中　信人 教　授　宇山　浩　教　授　町田　憲一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、イオントラック内中での高分子の架橋反応機構の解明と形成されたナノ構造体の制御及び物性評価を行った。

第１章では、本研究の背景や意義、目的について述べ、この反応場中での高分子反応機構を解明することが重要であることに至った。

第２章では、イオントラック内でのエネルギー付与分布と反応機構を解明することを目的とし、照射時に薄膜中で分布している活性種濃度の分布をナノワイヤーとして原子間力顕微鏡で可視化し定量評価する方法を確立した。この定量法を用いて、数種の高分子ナノワイヤーの断面半径を比較することによりナノワイヤーの境界領域におけるエネルギー付与密度と架橋の G 値との間での相関関係を見出し、架橋の効率がワイヤーのサイズを決定する主要因であることに至った。また、境界領域において高分子の単純ゲル化が進行していることから、分子量の異なる polystyrene に数種のイオン種を照射し、分子量とエネルギー付与量の増加に伴うナノワイヤーの径の増加をトレースしていくことにより、イオントラック内での架橋反応機構に関する理論モデルの構築に至った。さらに、polysilane においても同様の測定を行うことにより１分子鎖の占有体積を考慮する必要性から、骨格構造を考慮した慣性半径を組み込んだ理論モデルを定式化することに成功した。

第３章では、デバイス応用などを行う際に重要となるナノワイヤーの位置を制御することを目的に、基板の表面処理を行うことによりナノワイヤーを選択的に着脱すること、及び、重イオンマイクロビームを用いて基板上に等間隔にナノワイヤーを形成することに成功した。

第４章では、イオンの飛跡に沿ったナノ構造体の形成は、反応場自体がナノスケールであるため適用できる機能性高分子が多数存在するので、高分子ナノ構造体を形成し応用することを目的とした。polysilane ナノワイヤーにおいては、その I-V 特性を測定することにより、半導体特性を示すことを明らかにした。また、π 共役高分子において形成されたナノワイヤーの光学特性を測定することにより、ナノ構造化しても機能を失わないだけではなく、サイズに

依存した発光特性が観測された。さらに、多層膜を用いることにより、それぞれの高分子ブロックから構成された多段式ナノワイヤーの形成に成功すると共に、３層膜においては、親水・疎水性を利用した溶媒中での選択的な自己凝集性という単層では得られなかった特性を明らかにした。

第５章では、総括として各章で得られた知見を要約した。

以上が本論文の要旨である。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高エネルギーのイオンビーム照射によるナノ構造体の形成法において重要となる、イオントラック内でのエネルギー分布と架橋反応機構を解明することを目的とすると共に、形成されたナノ構造体の空間的な位置制御及び特性評価を行い、この手法における基礎的なアプローチから研究に取り組んでいる。

本論文によって得られた主たる研究成果は以下の通りである。

１．イオントラック内でのエネルギー付与分布と架橋反応機構を解明することにより、イオンビームによって付与されるエネルギー、高分子の架橋効率と分子量（分子サイズ）をパラメーターとした理論モデルを構築し、形成されるナノ構造体のサイズを予測することに成功している。

２．デバイス応用などを行う際に重要となるナノ構造体の位置を制御することを目的に、基板の表面処理によるナノワイヤーの選択的脱着と、重イオンマイクロビームを用いた等間隔でのナノ構造体の形成に成功している。

３．形成されるナノ構造体の物性評価を行い、1）polysilane ナノワイヤーにおいては、導電性を示すこと、2）π共役高分子において形成されたナノワイヤーの光学特性を測定し、ナノ構造化しても機能を失わないだけではなく、サイズに依存した発光特性を示すこと、3）多層膜を用いることにより、それぞれの高分子セグメントから構成された多段式ナノワイヤーの形成に成功すると共に、３層膜においては、親水・疎水性を利用した溶媒中での選択的な自己凝集性示すことを明らかにしている。

以上のように、本論文は、形成されるナノ構造体のサイズと位置を精密に制御すると共に、数種の高分子ナノ構造体の物性に対する基礎的知見を得ている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。