

3P004 低分子有機ゲル形成物質を用いた LB 法によるナノワイヤの作製

綱島 亮¹、芥川 智行^{1, 2, 3}、中村 貴義^{1, 2, 3}、
唐沢 知博⁴、川上 宏子⁴、戸潤 一孔⁴
(北大院地球環境¹・北大電子研²・CREST-JST³・野口研⁴)

Introduction

分子エレクトロニクスデバイスの様な高度に集積化したシステムにおいては、機能単位間を結ぶワイヤ構造がもっとも重要である事が指摘されており、無機半導体やナノチューブを用いたナノワイヤ研究が国内外で盛んに行われている。また、ナノメートルオーダーの大きさの粒子はバルクとは異なり量子的な性質を有し、その性質を利用して1個の金属ナノ粒子で一つの情報を記録するシステムの構築などが研究されている。本研究では、低分子ゲル形成物質がファイバ状の形態を形成することに着目し、基板上でナノファイバと構造を構築するとともに、そこへ金ナノ粒子を結合させることで、ナノワイヤやナノドット配列の形成を図ることを目的とした。

低分子ゲルは、ゲル形成物質がファイバ状のナノ構造をとることにより溶媒を取り込んで三次元網目構造をとる。我々は、このファイバ状のモルホロジーを利用して、基板上でナノ構造の構築を行った。用いた分子を図1に示す。これらの分子は3つの機能部位、すなわち()様々な機能性を持たせることが可能な親水性部位、()ファイバ形状を構築するアミド結合、()分子全体を両親媒性にするための疎水部位、からなっている。この分子に LB 法やキャスト法を適用することにより基板上にナノファイバ構造を形成し、また、親水部に Au 粒子の複合化させ、ナノワイヤやナノドット配列の作製を試みた。

Experimental

クロロホルム：メタノール = 90：10 の混合溶媒を用いて BMD：AMT = 2：8 の 0.5 mM の溶液を調整した。これを超純水上に展開し 18 において -A 曲線の測定を行った。単分子膜は 10 および、25 mN/m において、へき開したマイカ基板上に LB 法で 1 層累積した。また、Si 基板、KBr 単結晶基板上に溶液をキャストし、薄膜を形成した。上記の方法で得られた薄膜の表面モルホロジーを AFM (タッピングモード) で観察した。Au 粒子は AFM でファイバの形成を確認した後、Au コロイド (10nm) のクエン酸塩水溶液を基板上にキャストし、スピナーで回転させて基板上に均一に吸着させた。

Results and Discussion

図 2-a, b はそれぞれ、OTS で疎水化した Si 基板、KBr 単結晶上にキャスト法で作製した膜のモルホロジーである。いずれの場合も基板上にナノファイバ構造が形成している事が分る。Si 基板上ではファイバに配向性は見られずファイバが絡み合っている。ファイバの高さは 7-9 nm、幅は約 200 nm である。一方、KBr 単結晶上にキャストした場合、高さが 0.6-1.2 nm 幅は 80-400 nm、長さ 2 μm 以上のファイバが 90° の配向性を持ち形成しており、単結晶の持つ配向性を利用してファイバの配向性を制御できる可能性を示唆している。

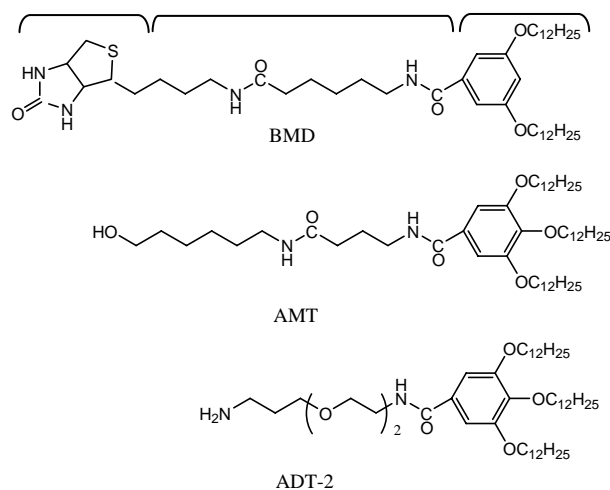


図 1 用いたゲル形成物質

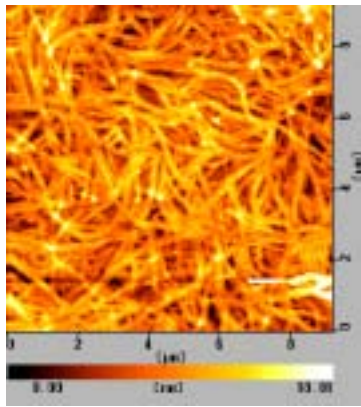


図 2-a: Si 基板上のキャスト後

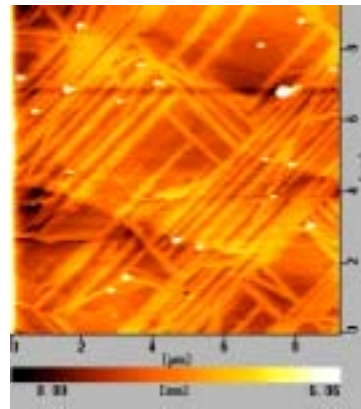


図 2-b: KBr 上のキャスト後

図 3 に BMD : AMT = 2 : 8 の γ -A 曲線を示した。20 mN/m 付近に変曲点があり、低圧部及び高圧部での極限占有面積はそれぞれ約 1.0、0.65 nm² である。そこで変曲点前後の 10 および 25 mN/m においてマイカ上に 1 層累積し、膜のモルホロジーを AFM で観察した。結果を図 4-a, b に示す。低圧で累積した LB 膜ではファイバのみが見られ、高圧膜ではファイバの隙間を平らなドメインが埋めていた。いずれの場合もファイバの高さは 0.6-1.5 nm 程で、長さは 2 μm 以上であり、またファイバは無配向に成長するのではなく、マイカ表面の持つヘキサゴナルな配向性に沿った方向に成長する傾向が見られた。

BMD の親水部にある Biotin 部分は Avidin と選択的な相互作用を持ち Avidin が吸着した Au コロイド (5nm) が選択的に吸着すると考えられるが、まず、予備実験として Au コロイド (10nm) のクエン酸溶液を用い試験的に Au 粒子の吸着を試みた。図 4-c は Au コロイドクエン酸溶液を図 4-b の基板の上にスピンキャスト法で吸着させて得られた膜の表面のモルホロジーである。ファイバ間を埋めていた平らなドメインはキャストによって流れ落ち、残ったファイバ上に Au 粒子が選択的に吸着し Au 粒子ネットワークを形成している。この場合 Au 粒子の吸着は Biotin のイミノ残基との静電的な相互作用に基づいている可能性がある。そこで、Au 粒子とファイバとの吸着能をより高めるために、親水部 () をアミノ基に変えた ADT-2 を用いて同様にファイバ作製と Au 粒子の吸着を試みた。結果は当日報告する。

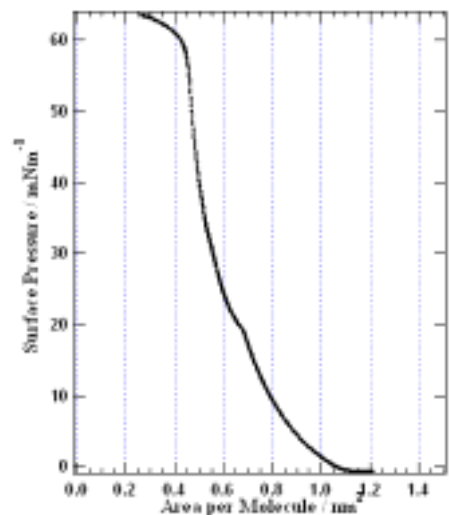


図 3 γ -A 曲線

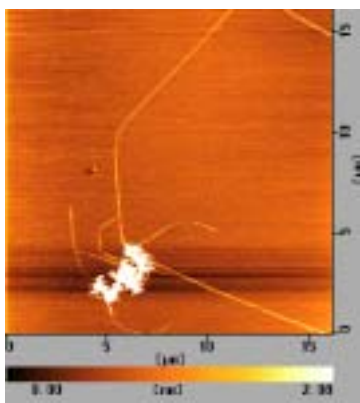


図 4-a 10 mN/m

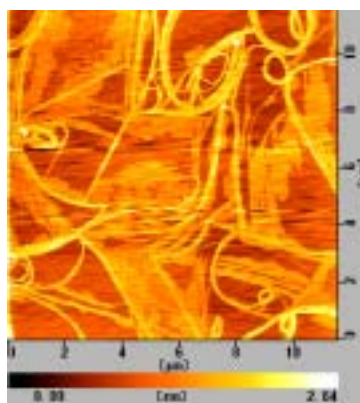


図 4-b 25 mN/m

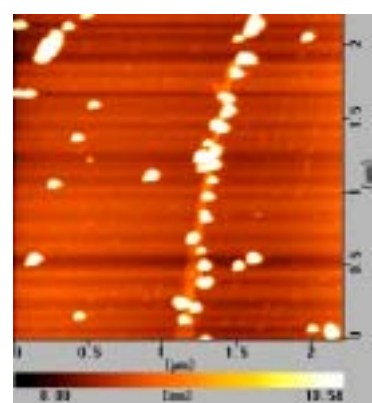


図 4-c Au 粒子を吸着