

STM 誘起連鎖重合反応を用いた共役分子鎖によるナノ配線

理化学研究所¹、大阪大学大学院工学研究科² 大川祐司¹、青野正和^{1,2}

Nanowiring using conjugated polymers created by chain polymerization initiated with an STM tip.

Y. Okawa¹, M. Aono^{1,2}¹RIKEN, ²Department of Precision Science & Technology, Osaka University

ナノデバイスの作成を行うには、ナノスケールで制御可能な素子間の配線技術の開発が必要である。我々は、分子薄膜上の一点に走査トンネル顕微鏡 (STM) の探針で刺激を与えることで連鎖重合反応を誘起し、共役重合分子鎖を任意位置に作成することに成功した。

ジアセチレン化合物 (一般式 $R-C\equiv C-C\equiv C-R'$, R, R' は置換基) の一種である、10,12-ペンタコサジン酸または 10,12-ノナコサジン酸のグラファイト基板上的単分子層を用いた。ジアセチレン化合物を用いた理由は、バルク結晶において光、熱等の適当な刺激でトポケミカルに重合し、 π -共役系の直線型ポリマーであるポリジアセチレン化合物 ($\text{-(RC-C}\equiv\text{C-CR')}_n$) を生成することが知られているからである。

10,12-ペンタコサジン酸、10,12-ノナコサジン酸はともにグラファイト基板上で自発的に配列する。そこに紫外線を照射すると、STM で高く観察される直線型のポリジアセチレンが光重合反応により生成する事を確認した。

図1は、10,12-ペンタコサジン酸単分子層を下から上に走査している途中で、図の左側に示したように矢印部で探針にパルス電圧をかけたものである。刺激を与えた点から明るく見える重合鎖が生成していることがわかる。この図のように重合はドメイン境界で停止することが多く、その長さは 300 nm 程度まで達することがある。

STM 探針を使ってあらかじめ欠陥を作っておくと、重合反応の停止も制御することが出来る。図2a は探針に高めのパルス電圧をかけることにより 10,12-ノナコサジン酸分子層の中に直径 6 nm の穴をあけたものである。図2b は同じ領域を上から下に走査している途中で矢印1で探針にパルス電圧を印加し、重合反応を誘起したものであり、重合反応が欠陥で停止していることがわかる。図2c,d は同様に2本目、3本目の重合鎖を作成したものである。この結果は、重合反応の開始、停止を 1 nm 程度の空間分解能で制御できることを示していると同時に、この手法により 6 nm

程度の大きさの物に少なくとも3本のナノ配線を接続できることを示すものである。

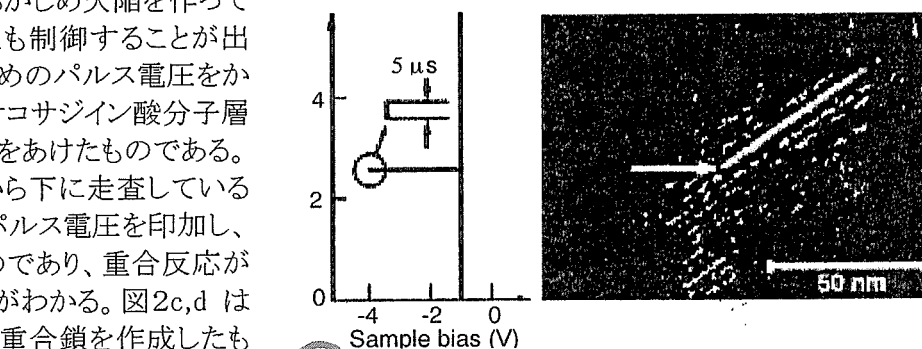


図1 10,12-ペンタコサジン酸分子層を下から上に STM で走査中、左側に示したように矢印部で -4 V のパルス電圧を探針に印加した。

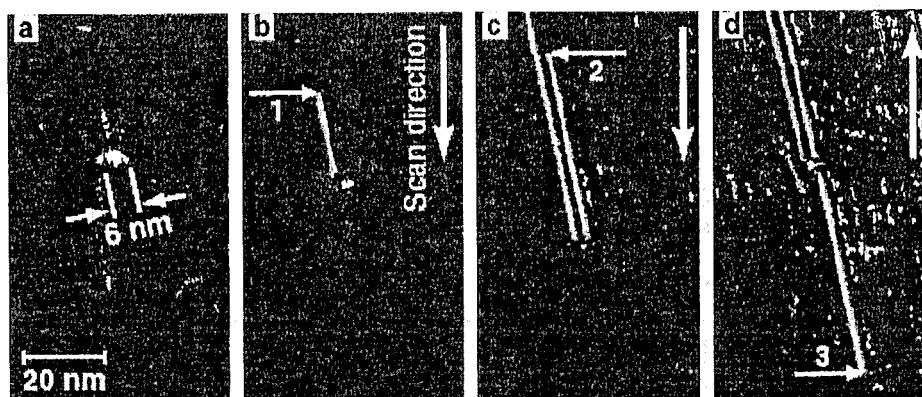


図2 (a) 分子層内に欠陥を作成。(b) 矢印1で探針にパルス電圧をかけ、1本目の重合鎖を作成。(c) 矢印2から2本目の重合鎖を作成。(d) 矢印3から3本目の重合鎖を作成。