

- **低コストでナノワイヤを自在に配置する新技術開発に成功**
- **平成16年10月29日**

独立行政法人情報通信研究機構(以下NICT。理事長:長尾 真)は、溶液中でナノワイヤを作成し、配置する技術開発に成功しました。作成時に高度な装置を必要としないため、低コストで環境にやさしいナノデバイス技術として発展が期待されます。

## <背景>

現在のコンピュータをさらに小型化、高速化するためには、コンピュータ内部の半導体の微小化を進める必要があります。しかし、現在の半導体技術では微小化に限界があり、まったく別の技術を用いてこの問題を解決する必要があり、そのための技術として分子を利用したナノデバイス技術が注目されています。これまで、各国で多くのナノデバイスが研究されていますが、「いかなる手法でナノデバイスを希望通りに配置するか」という問題が共通課題となっております。微小な原子や分子はピンセットのようなもので扱うことはできません。そこで、原子や分子の特徴を利用して、自ら集合させる「自己組織化」という手法が考案されています。NICTでは、低コスト・省エネルギーで高性能なナノデバイスを作成する方法を開発するために、溶液中でのナノデバイス作成技術の研究を進めてきました。

## <今回の成果>

今回の成果はナノワイヤ製造に関する過程そのものが重要です。したがって、その過程を説明します。まずはじめに、基板上に電気分解のための電極を2つ作成します。これらの電極は互いに先端部分が接近するように作成されています(参考図面1)。NICTで開発したナノ電気分解用のセルに原料溶液を加え、電極の付いた基板を取り付けて原料溶液に浸します(参考図面2)。原料は新幹線の青色塗料やガンの光治療薬などに幅広く利用されているフタロシアニンと呼ばれる物質です。そして、電極に交流電流を流すと、二つの電極が最も接近した場所にのみ、幅10~100nm程度(1ナノメートルは100万分の1ミリ)のナノワイヤが形成されます(参考図面3)。このとき、ナノワイヤは二つの電極を橋渡しするように形成されますので、電気分解で用いた電極をそのまま配線として利用し、ナノワイヤをナノデバイス用素子として利用することが可能です。逆に、回路基板上の配線パターンを電極と見れば、微小なすき間(ギャップ)を用意しておくことで、そこにナノデバイスを形成させることが可能です。このように、電気分解の技術を利用することで溶液中の有機分子を自己組織化させ、ナノワイヤを作成することに成功しました。従来、溶液を用いると基板が汚れてしまう問題がありましたが、今回得られたナノワイヤは、一般的な有機溶剤には不溶であるため、洗浄することも可能です。この特徴により、ナノワイヤのみを効率的に回収することが出来ます。

有機蒸着膜はナノデバイス中で電気を通すための素材として利用されています。しかし、有機蒸着膜の分子配列は一般的に不規則なために、膜内の電子の流れは乱され、この膜を用いたデバイスの性能劣化につながります。一方、本研究による手法で作成したナノワイヤは単結晶であるため、分子はナノワイヤ中で規則正しく並んでいます。したがって、ナノワイヤ中の電子は速やかに流れ、デバイスの性能を落とすようなことはありません。この点もナノワイヤの優れた特徴のひとつです。

## <今後>

現状では複数のナノワイヤが同時に作成されてしまいます。しかし、ナノデバイスの微小化を考えると作成されるナノワイヤの数は少ない方がナノデバイス用素子としての取り扱いが容易です。我々は、同時に作成されるナノワイヤの数を減らす工夫を行っています。ナノワイヤ作成時の電流は微弱であるため、多くの電力を必要とするこれまでの半導体加工技術に比べてはるかに省エネルギーです。また、身近に幅広く用いられている原料を利用することで環境や人体への影響を最小限に抑えることができます。低コスト・省エネルギーで環境への影響が少ないナノデバイス作成法としてさらに発展させたいと考えています。

## <問い合わせ先>

情報通信研究機構 総務部 広報室  
大崎祐次、大野由樹子  
Tel:042-327-6923  
Fax:042-327-7587

情報通信研究機構 関西先端研究センター  
ナノ機構グループ 長谷川裕之  
Tel: 078-969-2256、Fax: 078-969-2259

参考図面

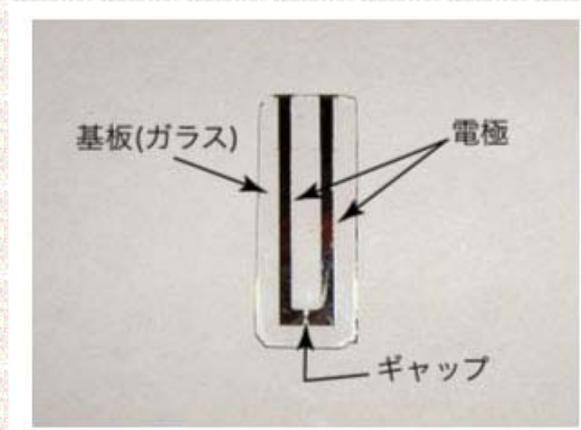


図1: 先端部分がお互いに接近するように作成された電極



図2: ナノ電気分解用のセルに原料溶液を加え、電極の付いた基板を取り付けて原料溶液に浸している様子

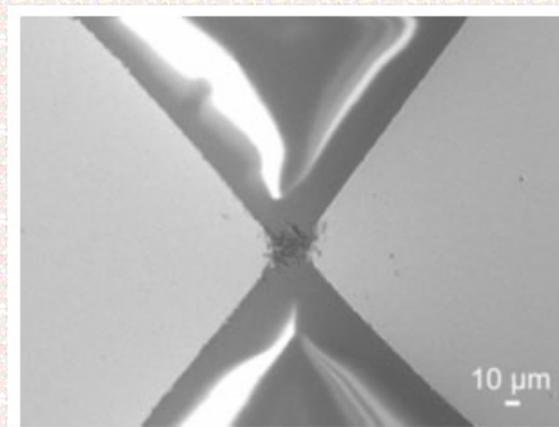


図3: ギャップ(2つの電極が最も接近した場所)に形成されたナノワイヤ  
(10ミクロン= $10^{-6}\text{m}$ )

## <補足資料2>

### <用語解説>

#### **ナノデバイス:**

nm(ナノメートル: 1ナノメートルは100万分の1ミリ)スケールで電流のオン、オフや発光などの機能を果たす物質。

#### **ナノワイヤ:**

ナノメートルスケールの線状物質。

本研究のナノワイヤは複数の分子が集合して出来たワイヤですが、他には、1つの巨大分子でできたワイヤなどもあります。

長さや幅は数百nmから数nmまでさまざまなものがあります。

本研究のナノワイヤは環境に合わせてその場で分子を組み立てられ、また、電気分解によって通常の分子よりはるかに電気が流れやすくなっている特徴があります。

#### **有機蒸着膜:**

真空中で分子を蒸発させて基板に付着させた膜。

大掛かりな真空装置が必要な上、必ずしも分子は規則正しく並びません。

規則正しくない並び方では電子の流れが乱されるため、デバイスの性能が落ちてしまい、また発熱の原因にもなります。