

単分子DNA捕獲のための ツインナノプローブとマイクロ流体デバイスの作製

Silicon Nanotweezers for Direct DNA Manipulation

C. 山畑, 久米村百子, 榊 直由, 橋口 源*, 藤田博之

東京大学生産技術研究所第3部 藤田博之研究室

& 香川大学工学部知能機械システム工学科 (*)

Tel: +81-3-5452-6249

Fax: +81-3-5452-6250

E-mail: momo@iis.u-tokyo.ac.jp



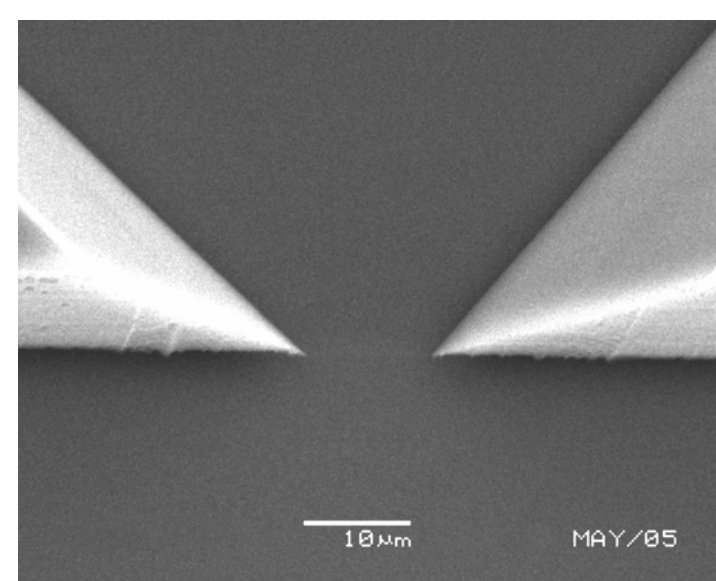
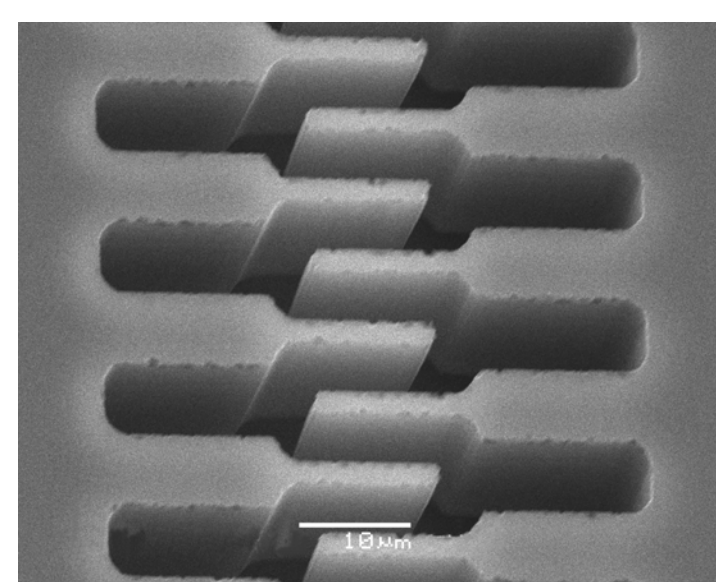
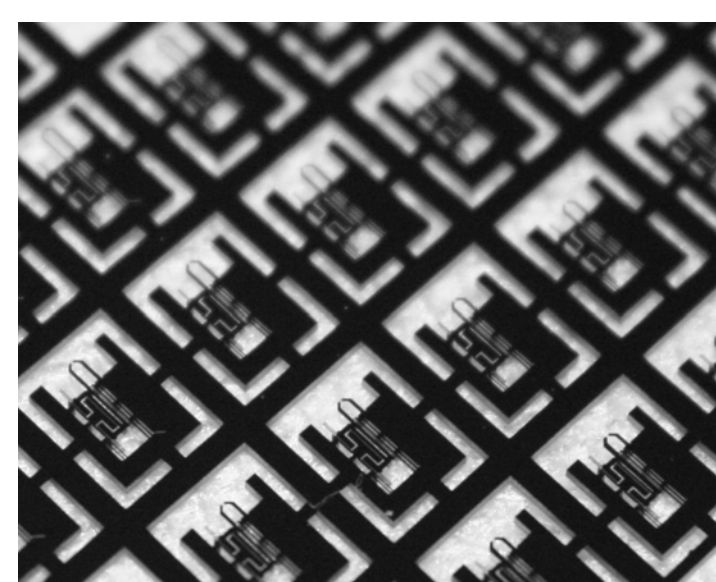
研究の背景・目的: ヒトゲノム計画以来、DNAやタンパク質の構造解析、応用研究が顕著に行われているが、これらの研究は多数分子の統計的な利用や解析がほとんどであり、分子単位での解析は未だ不十分である。そこで、本研究では、生体単分子の解析を可能にするツールとして、DNAを直接捕獲し、自由にマニピュレーションするナノプローブを作製した。また、水溶液中に多数存在するDNAを一本に分離するためのマイクロ流体デバイスを作製した。

ツインナノプローブの作製

マイクロマシーニング技術は、数十ナノメートルの構造物を正確かつ大量に生産することができる。本研究室では、マイクロマシーニング技術を用いて、シリコンのナノプローブを作製した。

ツインナノプローブは、

- 二つの向き合ったプローブから構成されており、ギャップ間隔を静電引力によって変えることができる
- ナノプローブ先端は、極めて鋭利であるため、プローブ間に高い電界が生じる。



ツインナノプローブ

- ▶ 全体のサイズ: 5mm × 3.5 mm
- ▶ シリコン異方性エッチングにより作製
- ▶ 4インチシリコンウエハから100個作製

くし型アクチュエータ

- ▶ 静電引力 約 100 μ N
- ▶ くしの幅 約 10 μ m
- ▶ 駆動 kHz

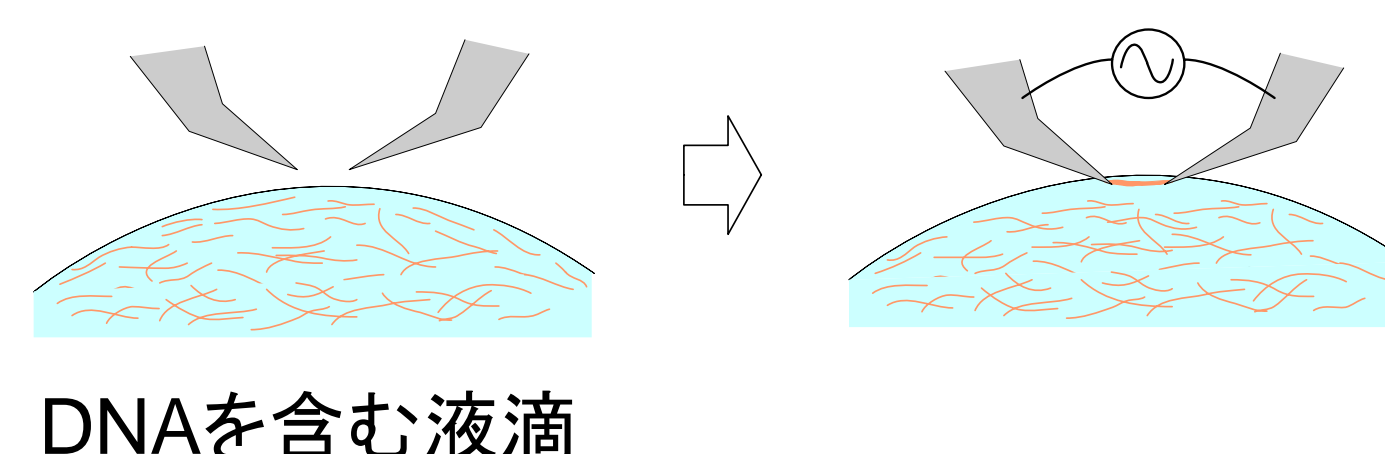
ナノプローブ先端

- ▶ 曲率半径: < 10 nm
- ▶ ギャップ: 10-20 μ m
- ▶ 10MV/m (@ 1MHz)

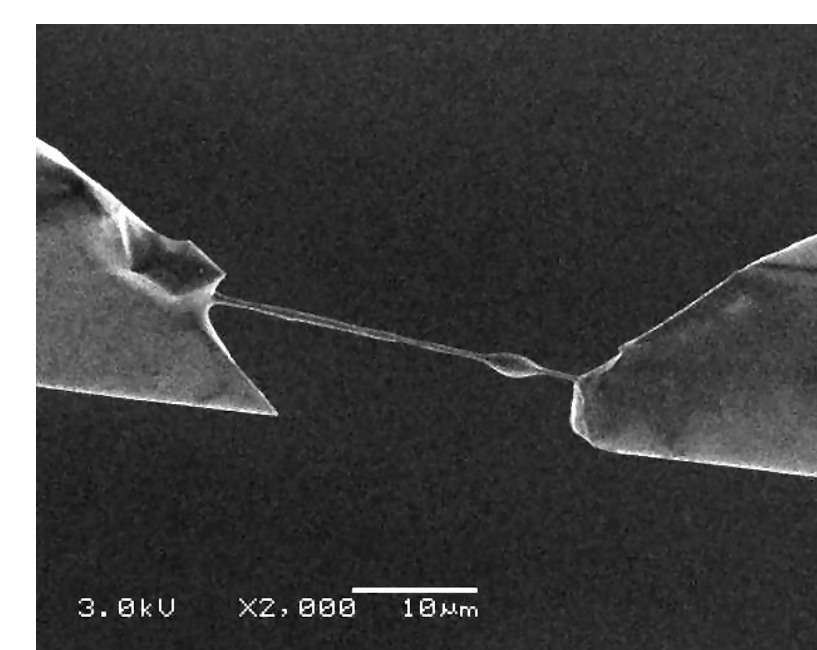
ナノプローブによるDNAの捕獲

ナノプローブにアルミニウムを蒸着させ、電圧を印加すると (10 MV/m)、DNAが捕獲できる [G. Hashiguchi et al., Anal. Chem. 75, pp. 4347-4350 (2003)]。

捕獲原理は、アルミニウム原子とDNAのリン酸基が共有結合していると考えられる。



DNAを含む液滴



ナノプローブに捕獲したDNA

交流を印加すると、DNAが液滴表面に引き寄せられプローブに捕獲される

ナノプローブとマイクロ流体デバイスによるDNA単分子捕獲

チャンネル構造を利用して、水溶液中に分散している多数のDNAを分離する流体デバイスを作製した。分子分取用チャンネルの幅は800nmであり、 λ DNA単分子が一本ずつ通過する。このマイクロ流体デバイスとナノプローブを組み合わせることによって、DNA単分子の自由なマニピュレーションが可能になる。

