

ダイヤモンドによるDNAの高感度計測

さまざまな^{しっぺい}疾病や生体物質の検出・計測に適用可能



上塚 洋

うえつか ひろし

hiroshi.uetsuka@aist.go.jp

ダイヤモンド研究センター

表面デバイスチーム

招聘研究員

(つくばセンター)

ダイヤモンドは産業応用への大きな可能性を秘めている材料です。ダイヤモンドのもつさまざまな優れた特性を複合的に活用し、化学・バイオ分野に適用することを目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

藤森 直治、Nianjun Yang (産総研)

● 参考文献

[1] N. Yang *et al.*: *Angew. Chem. Int. Ed.* 47, 5183 (2008).

[2] N. Yang *et al.*: *Nano Lett.* 8, 3572 (2008).

● プレス発表

2008年12月18日「ダイヤモンドによる特定配列DNAの高感度計測を実現」

特定の配列のDNAの高感度検出に成功

10 nm 間隔の微細な剣山構造を導電性ダイヤモンド表面上に形成し、これを電極材料とする電気化学センサーによって、DNAの高感度検出(2ピコモル/リットル：ピコは 10^{-12})に成功しました。このDNAセンサーは、剣山の針の先にプローブDNA(1本鎖、長さ23塩基)を植え付けた構造を持っています(図1左)。検出されるDNAはこのプローブDNAの塩基配列に特異的に結合して2本鎖となるので、ダイヤモンド表面のすき間が狭くなってイオン電流が減少します。この電流変化によって特定配列のDNAを検出します。金やカーボンを使った従来型のセンサーに比べて2ないし3桁^{けた}高い感度を確認できました。プローブDNAの配列を変えることによって、さまざまなDNAが検出できます。また、この方法をタンパク質に应用することにより、広範な疾病や微生物の検出・計測に適用でき、インパクトの大きい技術です。

DNAを並べるための微細加工技術

ダイヤモンド表面に10 nmの間隔でDNAを並べるための表面構造の製作技術を検討しました。DNAのらせんの直径はおよそ2 nmですが、検出したいDNAがやってきて2本鎖になるためのスペースを考慮して、10 nm程度の間隔でDNAを取り付ける場所を作ることが必要であると考えました。半導体デバイス製造で用

いられている既存の微細加工技術では、このサイズの構造を作ることは不可能です。そこで、直径10 nmのナノダイヤモンド微粒子をダイヤモンド表面にまぶしてマスク材料としました。この状態で酸素プラズマを用いてエッチングを行うと、10 nm間隔の凸凹を持つ表面(ナノ剣山)ができます(図2)。次に、電気化学的に表面を化学修飾することにより、剣山の先端部分へ選択的にDNAを結合させることができます(図1右)。

今後の展開

今後、さらに高感度なセンサーの開発を目指します。抗体や酵素など、タンパク質の検出などで、高感度の検査が必要になることが考えられ、fM(フェムトモル/リットル：フェムトは 10^{-15})の感度を目標としています。このためにはセンサー形状の小型化が重要な課題です。現在までに5 μm (1 μm は 10^{-6} m)のセンサーの作製には成功していますが、さらに500 nm(1 nmは 10^{-9} m)以下の形状を目指しています。このサイズでは100 fMの感度が期待できます。医療検査への展開のためには妨害因子の影響をどれだけ小さくできるかも課題です。現時点では特定の疾病や微生物などに関するDNAやタンパク質をターゲットにした研究は行っていないが、今後は個々の生体物質にとって最適なセンサーの開発も行う計画です。

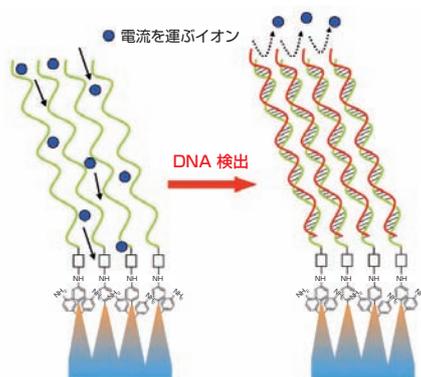


図1 ダイヤモンド剣山に固定されたプローブDNAおよびDNA高感度検出の原理図

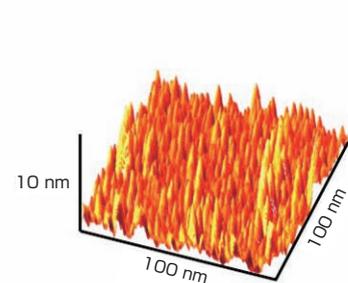


図2 10 nm間隔のナノ剣山構造 (AFM像)