19p-A3-3

単分子電気検出のためのシリコン基板デバイスの開発

Development of Silicon-based devices for Single-Molecule Electrical Detection

阪大産研　○大城敬人，筒井真楠，横田一道，川合知二，谷口正輝

Osaka University ISIR, Takahito Ohshiro, Makusu Tsutsui, Kazumichi Yokota, Tomoji Kawai, Masateru Taniguchi

E-mail: toshiro@sanken.osaka-u.ac.jp

1. 緒言

我々は, 単分子レベルの生体分子の検出方法として, ギャップ電極デバイスによる高速電流計測により, 単分子ごとのコンダクタンスの値の違いから識別することを提案している. これは, 分子サイズの金属電極間に分子が存在するときに, 分子を介したトンネル現象により両電極間に流れる電流値が, 各分子の電子状態を反映した値となることを利用している ([1],[2]). これまで, 核酸塩基鎖やアミノ酸などの識別に有効であることを示してきた.

本研究では，従来もちいてきた Nano-MCBJ の支持基板([3])をリン青銅からシリコン基板に換えてデバイス作製プロセスを確立することにより, 大量生産が可能な単分子計測デバイスが，歩留りよく計測可能であることを示す. これにより, 分子制御のためのナノ流路・ナノピラー等の名の構造体の集積化が容易になることが期待できる.

2. デバイス作製および測定条件

計測に用いる nano-MCBJ の作製はシリコン基板表面にポリイミド膜をスピンコートし, その上に電子線描画法および RF スパッタ法を用いて，金ナノ接合を形成する．この時シリコン基板の厚みは 150nm を用いた．その後，ポリイミドのエッチングを行い，free-standing な金ナノ接合を作製する．その後 SiO2 の CVD 膜を形成後，流路を RIE エッチングにより作成した．この金ナノ接合を自己破断後，ピエゾ素子をもちいて電極間距離をトンネル電流測定可能な距離 (0.75 nm) に固定し, 電気計測を行った．緩衝溶液中に 1uM の濃度となった試料を用い，室温・大気圧下で計測を行った．高速電気計測(10-1MkHz)で単分子計測を行った.

3. 結果・考察

作製したデバイス（図）をピエゾ素子による距離制御の結果, 金線の切断過程におけるコンダクタンスの量子化状態, 接合時のトンネル電流計測から, 電極間距離を規定することが再現可能であることが確認された．また，シリコン基板の厚みやシリコン基板のヤング率の変化などの特性に応じた挙動が確認されるものが 80%以上となった.

次に, 作製したシリコン基板デバイスにより, 核酸塩基鎖の計測を行った. 溶液中の核酸塩基鎖は，ナノギャップ電極間を通る時，分子を介したトンネル電流が流れるため, 分子由来の電気的なシグナルが計測される. この核酸塩基の分子シグナルが観察された. 統計的解析の結果, ギャップの安定性が分子計測に必要な範囲内であることが確認された.

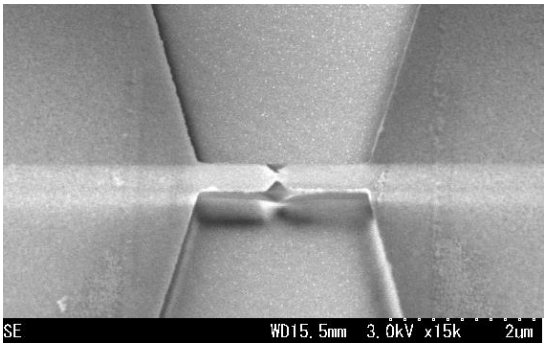


図　シリコン基板による Nano-MCBJ デバイス.

3.結言

今回, シリコン基板をトンネル電流に基づく電気計測デバイスの作製プロセスを確立し, 核酸塩基鎖安定計測が可能な識別に成功した.

関連論文 [1] *Sci.Rep.,* 2012;2, 501. [2] *J Am Chem Soc.* 2011 Jun 15;133(23):9124-8. [3] Nano Lett 2008, 8 (1), 345-349.

© 2014 年　応用物理学会