

課題番号 : F-14-OS-0025, S-14-OS-0027
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : DNA 自立ジョイントを用いたマイクロ部品組み立てに関する基礎的研究
Program Title (English) : A novel alignment method for micro parts by using DNA autonomous joint
利用者名(日本語) : 高谷裕浩¹⁾
Username (English) : Yasuhiro Takaya¹⁾
所属名(日本語) : 1) 大阪大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering, Osaka University

1. 概要 (Summary)

大阪大学高谷・林研究室では、一辺が 10 から 100 マイクロメートルの微細部品の精密位置決めに関する研究を行っている。マイクロ部品に見立てた微細部品の作製支援を必要としており、大阪大学拠点の装置を用い位置決め用の基板を作製し、微細部品を試作した。

2. 実験 (Experimental)

・利用した主な装置

RF スパッタ成膜装置(サンヨー電子社製 SVC-700LRF), LED 描画システム(ピーエムティー社製 PLS-1010), ナノ薄膜形成システム(アルバック社製 UEP-2000 OT-H/C)

・実験方法

上記大阪大学拠点の装置を用い、シリコンウエーハ上に、金の正方形パターンを形成し、チオール化反応を用いて、形成した金のパターン上に高密度 DNA コーティングを施し、マイクロ部品の位置決め用の DNA パターン面および、金コーティングしたマイクロ部品を作製した。

(Fig. 1)

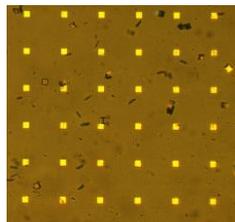


Fig.1 Au pattern to locate the micro parts.

この基板の上にマイクロ部品の金コーティング面に T25mer をチオール基で修飾した部品を結合させ、その位置決め特性を評価した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

実験に用いる Si 部品は Fig.2 に示す一辺 20 μ m \times 20 μ m, 厚さ 3 μ m の Si 層の片面に Cr/Au 層(厚さ 5nm/50nm)が蒸着されたものである。一本鎖 DNA は 5'末端に修飾

された Thiol 基により Si 部品 Au 面にのみ特異的に共有結合される。Si 部品は厚さ 3 μ m の Si 活性層をもつ SOI ウエーハに LED 描画と EB 蒸着により描かれた Au 面パターンを残して Si 活性層をボッシュ法により RIE した後、SiO₂ 埋め込み層を HF ウェットエッチングし、残留した SiO₂ 層を超音波で破断させることで Si 部品を溶液中でリリースされる。また Si 部品 Au 面のうねりと表面粗さの二乗平均平方根高さの合計をレーザー顕微鏡と AFM を用いて評価したところ 23.7 \pm 3.6nm であり、おおよそ DNA60~80 塩基長に相当する表面プロファイルを持つことがわかった。これより Si 部品の固定化にはその Au 表面プロファイルを上回り、基板からの DNA との接触が可能となる 100 塩基長の DNA 相補鎖, A100mer と T100mer を使用することを検討した。

また基板は Si ウエーハの全面に Au を EB 蒸着したものであり、表面粗さは 5.4 \pm 0.1nm, すなわち DNA3~4 塩基長に相当する。



Fig.2 Microscopic image of manufactured silicon components.

(Left: Au surface, Right: Si and remainder SiO₂ surface facing up)

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 田代裕之, 林照剛, 道畑正岐, 高谷裕浩, DNA 相補結合を用いたマイクロ光学 システムの高集積化に関する研究, 第 10 回 生産加工・工作機械部門講演会, 2014, 100088

(2)田代裕之, 林照剛, 道畑正岐, 高谷裕浩:DNAの相補性を用いたマイクロ部品自律的組み立てに関する研究(第3報)ーSi部品の作製およびその固定化プロセスの検討ー, 2015 年度精密工学会 春期全国大会学術講演会講演論文集, 東洋大学, 2015, (pp.133-134)

6. 関連特許(Patent)

なし