

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5031199号
(P5031199)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl.

F 1

B81B 1/00 (2006.01)

B81B 1/00

B82B 1/00 (2006.01)

B82B 1/00

H01M 2/36 (2006.01)

H01M 2/36 101

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-128793 (P2005-128793)
 (22) 出願日 平成17年4月27日 (2005.4.27)
 (65) 公開番号 特開2005-349558 (P2005-349558A)
 (43) 公開日 平成17年12月22日 (2005.12.22)
 審査請求日 平成20年2月14日 (2008.2.14)
 (31) 優先権主張番号 10/835639
 (32) 優先日 平成16年4月30日 (2004.4.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 596092698
 アルカテルルーセント ユーエスエー
 インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国 07974 ニュージャ
 ーシイ、マレイ ヒル、マウンテン アヴ
 ェニュー 600-700
 (74) 代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74) 代理人 100064447
 弁理士 岡部 正夫
 (74) 代理人 100085176
 弁理士 加藤 伸晃
 (74) 代理人 100106703
 弁理士 産形 和央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】可変な透過率を有するナノ構造化表面

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の開口部を有する基板、及び

前記基板の表面上に配設された複数のナノ構造体であって、流体を該表面の上方に、該表面に接触させることなく保持することができる適切に設計されたフィーチャー・パターンを有する複数のナノ構造体からなり、

前記流体及び/又は前記基板に付加された電気的または機械的な力により前記流体が選択的に前記複数のナノ構造体に浸透し前記基板に接触するときに該流体の少なくとも一部分が前記複数の開口部を貫流するように、該複数の開口部が該複数のナノ構造体中の少なくとも一部分のナノ構造体間に配設された装置。

【請求項2】

前記流体が前記複数のナノ構造体に浸透し前記表面に接触するように、前記ナノ構造体と前記流体の間に電圧差を印加する電圧源をさらに備える請求項1記載の装置。

【請求項3】

前記流体が前記複数のナノ構造体に浸透し前記表面に接触するように、前記ナノ構造体同士の距離を増大させる手段をさらに備えた請求項1記載の装置。

【請求項4】

前記流体が前記複数のナノ構造体に浸透し前記表面に接触するように、前記ナノ構造体の寸法を増大させる手段をさらに備えた請求項1記載の装置。

【請求項5】

10

20

前記寸法が前記ナノ構造体の直径である請求項4記載の装置。

【請求項6】

前記ナノ構造体がナノポストからなる請求項1記載の装置。

【請求項7】

前記ナノ構造体がナノセルからなる請求項1記載の装置。

【請求項8】

配設された複数のナノ構造体をその上に有する基板と共に使用する方法であって、前記基板が前記複数のナノ構造体中の少なくとも一部分の構造体間に配設された複数の開口部をさらに有し、

前記ナノ構造体に関する寸法が変化するような方法で前記基板の形状を変形させるステップからなり、

前記寸法が変化すると、前記ナノ構造体上に配設された液体が、前記複数のナノ構造体に浸透し、前記複数の開口部の少なくとも一部分を貫流する、方法。

【請求項9】

前記変形させるステップが前記基板を引き伸ばすステップからなる請求項8記載の方法。

【請求項10】

前記ナノ構造体がナノポストからなる請求項8記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は一般的に、ナノ構造化またはマイクロ構造化表面、より具体的には、可変な透過率を有するナノ構造化またはマイクロ構造化表面に関する。

【背景技術】

【0002】

多くの用途において多くの有益なデバイスまたは構造は、少なくとも1つの固体表面または基板と接触する液体または他の流体を有することによって少なくとも部分的に特徴付けられる。多くのこれらのデバイスおよび用途は、表面と接触しつつ移動する液体によって特徴付けられる。液体と表面の特性が液体と表面の界面を決定するので、液体との表面との相互作用の制御を実現するためにはこれらの特性を理解し制御することがしばしば望ましい。たとえば、液体が表面と接触するとき液体が受ける流れ抵抗を制御することがしばしば望ましい。液体または流体が極めて低い流れ抵抗を示す表面は、本明細書で超疎水性表面と呼ぶ。

30

【0003】

図1Aないし1Eに様々な方法を用いて製造された相異なる例示的な超疎水性表面を示す。具体的には、これらの図に、ナノポストおよび/またはマイクロポストとして知られる様々な直径および規則性の程度が様々な小さなポストを有する基板を示す。ナノポストおよびマイクロポストの例示的な製造方法は、その全体が本明細書に参照により組み込まれている、2001年2月13日に出願のトヌッキ(Tonucci)らの「ナノポスト・アレイおよびその作製方法(Nanopost arrays and processes for making same)」という名称の米国特許第6,185,961号に見られる。ナノポストは、様々なリソグラフィ手段および様々なエッチング方法による鋳型の使用などの様々な方法によって製作してきた。

40

【0004】

水などの液滴が、適切に設計されたナノ構造化またはマイクロ構造化フィーチャ・パターンを有する基板上に載置されるとき、この液滴が受ける流れ抵抗は、このようなナノ構造またはマイクロ構造を有さない基板に比べて大幅に減少する。このように適切に設計されたフィーチャ・パターンを有する表面は、ここで本明細書にその全体が参照により組み込まれるジェイ・キム(J. Kim)およびシー・ジェイ・キム(C. J. Kim)の「液滴ベースのマイクロ流体中の流れ抵抗を大幅に低下させるナノ構造化表面(Nanos

50

structured Surfaces for Dramatic Reduction of Flow Resistance in Droplet-based Microfluidics)」というタイトルの文献、2002年1月、ネバダ州ラス・ベガス、MEMS IEEE会議479～482頁、の主題である。この参考文献は、一般に、どのようにして所定のナノ構造フィーチャの表面を用いることによって、表面に接触する流体の流れ抵抗を大幅に低下させることができるかを説明している。具体的には、キム(Kim)の参考文献は、液体に接触する表面に微細なパターンを形成し、液体の表面張力の上述の原理を用いることによって、表面上に配設された液滴が図2に示すようにナノ構造化パターンの最上部上に担持される。図2を参照すると、(表面構造に応じた)適切な液体の液滴201の選択によって、液滴と下にある固体表面との間に接触せずに、ナノポスト203の最上部上に液滴201を浮遊させることができる。これによって、液滴と表面202の間の接触面積が極めて小さくなり(液滴は、各ポスト203の最上部でのみ接触する)、したがって流れ抵抗が低くなる。
10

【0005】

多くの用途において、図2の表面202などの所与のナノ構造またはマイクロ構造表面への図2の液滴201などの所与の液体の浸透を制御してこの液体に及ぼされる流れ抵抗ならびに固体表面のぬれ性を制御することができる望ましい。図3Aおよび3Bに、電気ぬれを用いて液体のナノ構造化表面内への浸透を制御する本発明の原理による一実施形態を示す。このような電気ぬれは、その全内容が参照により本明細書に組み込まれている2003年3月31日に出願の「ナノ構造化またはマイクロ構造化表面上で液体の動きを制御する方法および装置(Method and Apparatus for Controlling the Movement of a Liquid on a Nanostructured or Microstructured Surface)」という名称の同時係属の米国出願第10/403159号の主題の一部である。
20
図3Aを参照すると、上記で説明したように、導電性液体の液滴301が円錐状のナノポスト302のナノ構造フィーチャ・パターン上に配設されて、液滴301の表面張力が液滴をナノポスト302の上側部分に浮遊させるようになる。この構成では、液滴は各ナノポストの表面区域f₁のみを覆う。ナノポスト302は、導電性基板303の表面によって担持される。液滴301は、電源305を有する基板303にリード線304を介して例示的に電気接続される。図4に例示的ナノポストをより詳細に示す。この図面において、ナノポスト302は、誘電材料の絶縁層などの材料401によって液体(図3A中の301)から電気絶縁される。このナノポストは、さらに、周知のフッ素重合体などの表面エネルギーの低い材料402によって液体から分離される。このような表面エネルギーの低い材料は、液体とナノポスト表面の間の適切な初期接触角を得ることを可能にする。2枚の分離した相異なる材料を使用する代わりに、表面エネルギーが十分に低く、絶縁性が十分に高い材料の単一層を使用できることは当業者には明白であろう。
30

【0006】

図3Bに、たとえば、導電性液滴301に低電圧(たとえば、10～20ボルト)を印加することによって、液体301とナノポスト302の間に電圧差が生じることを示す。
40
液体とナノポスト表面の間の接触角は減少し、液滴301は、十分に低い接触角でナノポスト302の表面に沿ってy方向に下降し、ナノポスト302のそれぞれを完全に囲み基板303の上側表面に接触するまでナノ構造フィーチャ・パターンに浸透する。この構成で液滴は各ナノポストの表面区域f₂を覆う。f₂ > > f₁なので液滴301とナノポスト302の間の全接触面積は比較的広く、したがって、液滴301が受ける流れ抵抗は図3Aの実施形態におけるよりも大きくなる。すなわち、図3Bに示すように、液滴301はフィーチャ・パターンから液滴301を押しのけるのに十分な別の力が無い場合はナノ構造フィーチャ・パターンに対して効果的に静止する。このような制御は、本明細書にその全体が参照により組み込まれている2003年3月31日に出願の、「ナノ構造化表面上で液体の移動を可変的に制御する方法および装置(Method And Apparatus For Variably Controlling The Moveme
50

nt Of A Liquid On A Nanostructured Surface)」という名称の同時係属の米国出願第10/403159号の主題の一部分である。

【0007】

別の従来の試みでは、ナノポストまたはマイクロポストの代わりに独立セル型ナノ構造化またはマイクロ構造化表面が、1つまたは複数の表面のナノセルまたはマイクロセル内部の流体の圧力が減少するとこの表面上に配設された液体がこの表面に浸透し、それによつて、たとえば、液滴の受ける流れ抵抗が増大するような方法で使用される。このような独立セル構造は、1つまたは複数のセル内部の圧を所望のレベル以上に増大させることによって、液体が、少なくとも部分的に、セルの外に出され元の未浸透の流れ抵抗の低い位置に戻る点で有利である。この方法によって、液滴が受ける流れ抵抗の所望のレベルを実現するために、液滴の表面内への浸透を変えることができる。このような可変な浸透は、やはり本明細書にその全体が参照により組み込まれている2003年9月30日に出願の「動的に調節可能なナノ構造化またはマイクロ構造化表面上の可逆的移行(Reversible Transitions on Dynamically Tunable Nanostructured or Microstructured Surfaces)」という名称の同時係属の米国出願第10/674,448号の主題の一部分である。10

【特許文献1】トヌッキ(Tonucci)らの米国特許第6,185,961号「ナノポスト・アレイおよびその作製方法(Nanopost arrays and process for making same)」、2001年2月13日出願20

【非特許文献1】ジェイ・キム(J. Kim)およびシー・ジェイ・キム(C.J. Kim)、「液滴ベースのマイクロ流体中の流れ抵抗を大幅に低下させるナノ構造化表面(Nanostructured Surfaces for Dramatic Reduction of Flow Resistance in Droplet-based Microfluidics)」、2002年1月、ネバダ州ラス・ベガス、MEMS IEEE会議、479~482頁

【特許文献2】米国出願第10/403159号、「ナノ構造化またはマイクロ構造化表面上で液体の動きを制御する方法および装置(Method and Apparatus for Controlling the Movement of a Liquid on a Nanostructured or Microstructured Surface)」、2003年3月31日出願30

【特許文献3】米国出願第10/403159号、「ナノ構造化表面上で液体の移動を可変的に制御する方法および装置(Method And Apparatus For Variably Controlling The Movement Of A Liquid On A Nanostructured Surface)」、2003年3月31日出願

【特許文献4】米国出願第10/674,448号、「動的に調節可能なナノ構造化またはマイクロ構造化表面上の可逆的移行(Reversible Transitions on Dynamically Tunable Nanostructured or Microstructured Surfaces)」、2003年9月30日出願40

【特許文献5】米国特許出願第10/803,641号、2004年3月18日出願

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記で説明したもののような従来の試みは、表面に接触している液体の流れ抵抗の低下または表面上のナノ構造間またはマイクロ構造間に液体を浸透させ、たとえば、この液体を下にある表面と接触させることに関与していた。しかし、本発明の発明者らは、このような流れ抵抗の低下またはこのような浸透の発生に加えて、ある状況において、液体また50

は他の流体を、ナノ構造またはマイクロ構造を担持している基板を通過させることができることに気が付いた。

【課題を解決するための手段】

【0009】

したがって、我々は、ナノ構造化基板がナノ構造間に配設された複数の基板開口を有する複数のナノ構造を備える方法および装置を発明した。所望の流体が基板に接触すると、この流体の少なくとも一部分がこれらの開口の少なくとも1つを通過することができる。第1実施形態では、上記で説明したような方法によって流体をナノ構造に浸透させることによってこの流体を開口を通過させる。第2の実施形態では、基板が可撓性基板であり、曲げ力または引っ張り力などの機械的な力を基板に与えるとき、ナノポスト間の距離または基板上のナノセルの直径が増大する。このような増大によって、所望の液体がナノポストまたはナノセルに浸透できるようになり、したがって基板開口を通過できるようになる。最後に、第3の実施形態では、上記で説明したように、水などの第1流体が基板上のナノ構造に浸透するのを妨げられ、他方、蒸気やガスなどの第2流体は基板中の開口を経由して基板を通過できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

図5にバッテリ中の電解質流体がバッテリが活性化されるまで電極から離されている図3Aおよび図3Bの実施形態の一例を示す。このようなバッテリは、本明細書にその全體が参照により組み込まれている2004年3月18日出願の同時係属の米国特許出願第10/803,641号の主題の一部分である。図5中、バッテリ501は、格納壁503を有する筐体内に収容された電解質流体502を有する。この電解質流体502は正極507に接触しているが、ナノ構造化表面507によって負極508から離されている。ナノ構造化表面507は負極の表面であってもよいし、あるいは、負極にポンディングされた表面でもよい。当業者なら、ナノ構造化表面をまた、正極に付随して使用して同様な有利な結果が得られることが判るであろう。図5では、電解質流体が、図3Aの液滴と類似の、表面のナノポストの最上部上に浮遊している。バッテリ501は、たとえば、負荷506を有する電気回路505中に挿入される。電解質流体502が負極に接触していないときは、電解質とバッテリ501の電極504および508との間に実質的に反応が生じない。

【0011】

図6に電気回路505内に挿入された図5のバッテリを示すが、上記で説明した電気ぬれの原理を利用してナノ構造化表面507に電圧を印加して、それによって、電解質流体502を表面507に浸透させ、負極508に電気接觸させる。当業者ならこの電圧は、たとえば、バッテリに1つまたは複数のRFエネルギーのパルスを通過させることによって、任意の数の電源から発生させることができることが判るであろう。電解質のナノ構造中への浸透が生じるとき、電子は、上記で説明したように回路505を通って方向601に流れ始め、負荷506に電力が供給される。

【0012】

一般的に定義されるように、「ナノ構造」は1マイクロメートル未満の少なくとも1つの次元を有する所定の構造であり、「マイクロ構造」は1ミリメートル未満の少なくとも1つの次元を有する所定の構造である。しかし、開示される実施形態はナノ構造およびナノ構造化表面に言及するが、多くの場合にマイクロ構造で置き換えることができることは本発明の発明者らによって企図されており、当業者には明白であろう。したがって、本発明の発明者らは、ここではナノ構造を1マイクロメートル未満の少なくとも1つの次元を有する構造ならびに1ミリメートル未満の少なくとも1つの次元を有する構造のどちらも含むものと定義する。「フィーチャ・パターン」という用語はマイクロ構造かまたはナノ構造のどちらかを指す。さらに、「液体」、「液滴(droplet)」、および「液滴(liquid droplet)」の用語は本明細書では同義的に使用される。これらの用語は、液滴の形状をしていてもいなくても液体または液体の一部分を指す。

10

20

30

40

50

【0013】

図7Aおよび7Bはそれぞれナノセル・アレイの立体図および上面断面図である。上記で本明細書に組み込んだ‘641号出願に記載されているように、このようなナノセル・アレイが図5中の電解質流体502などの液体のナノ構造化表面507の内と外への可逆的浸透を実現するために使用することができる。具体的には、ナノポストの代わりにいくつかの独立セル701、ここでは具体例として六角形断面のセルが、図7Aおよび7Bに使用される。各セルはセルの内壁に沿って配設された、たとえば、電極702を有することができる。本明細書で用いられるように、独立セルという用語は、電解液などの液体が配設されるようにされた側を除き全ての側面が囲まれるセルとして定義される。このような独立セルはそのセル中に配設された液体を、たとえば、セル内部の圧力を増大させることによってセルから排出することができるという点で有利である。当業者なら、同等に有効な独立セル構成を実現するために、同等に有利な多くのセルの構成および幾何形状が可能であることが判るであろう。

10

【0014】

本明細書において上述したもののような従来のナノ構造化表面は、一般に、図5および6のバッテリの実施形態の場合のように、ナノ構造上に配設された液体の流れ抵抗を低下させるため、および／または液体を所望の時間ナノ構造に浸透させ、下にある基板に接触させるために使用されてきた。しかし、本発明の発明者らは、多くの用途において、液体を選択的にナノ構造がその上に配設される下にある基板中を通過させることができることを発見した。このように液体を選択的に通過させるこのような表面の1つを図8に示す。具体的に、図8に、本発明の原理によるナノ構造化表面801を示すが、そこには下にある基板803を通過する複数の開口802がこの基板上のナノ構造804間に配設される。このナノ構造、ここではナノポストは、たとえば、直径300nmで高さ7ミクロンであり、開口は、たとえば、直径2ミクロンである。図8に示したものと類似の表面の様々な用途に多くの適切な寸法を選択できることは当業者なら判るであろう。同様に、ナノ構造は、ポリマー材料から製作された基板などの多くの適切な基板上に載置することができることも当業者なら判るであろう。したがって、本明細書において上記で構成し論じたように、液体が、図3Aに示すようなナノ構造上に配設されるとき、この液体はナノ構造に浸透しない。しかし、液体がナノ構造に浸透させられ下にある基板803に接触させられるとき、この液体は、図3Bに示す例と同様に基板の開口を通過するであろう。

20

【0015】

図9に、本発明の原理による図5に示したものと同様な、開口を有する表面が有利に使用されるバッテリの例示的な一実施形態を示す。図5を参照すると、具体的には、‘641号出願においてより完全に説明されるように、この図に表されたバッテリは、電極、たとえば、図5の負電極508の1つの表面上に複数のナノ構造を配設することによって部分的に製作される。しかし、このような電極上へのナノ構造の配設は、処理の難しさ、またはこのような表面の製造に伴うコストのため、望ましくないことがある。したがって、本発明の発明者らは、たとえば、ナノ構造をその上に作製するのに潜在的に安価、かつ／または技術的に容易である材料から、分離したナノ構造化表面を製作することが望ましいことを見出した。

30

【0016】

したがって、図9に、どのようにして図8の表面がバッテリの用途内で使用され得るかを示す。具体的には、図9を参照すると電解質流体502がナノ構造によって電極508から再度分離される。しかし、電極508上に直接配設されるナノ構造の代わりに、図8に示すように、ナノ構造804が基板上803に配設され、基板803は、図8に示すように直接的にか、または間接的に電極508に取り付けられる。開口の寸法は、電解質がナノ構造804に浸透させられるとき、電解質は図2の開口802を通って基板803に浸透し、電極508に接触し、その結果、バッテリとの化学反応が開始するように選択される。‘641号出願により十分に説明されているように、ナノポストの代わりに図7Aおよび7Bのナノセルを使用してもよいことは当業者なら判るであろう。このような場合

40

50

、図7のセル701は、例示的に製作することができナノセルの両端に開口を有する。あるいは、単一の開口が複数のセルにわたることもできる。すなわち、たとえば、図9の電極508にナノセル・アレイを取り付けるとき、ナノポストが使用された場合と同様な結果が得られるはずである。具体的には、液体電解質をナノセルに浸透させると、液体はセルのすべての通路を通過し、電極508に接触して、その結果、バッテリとの化学反応が開始するように選択する。電極がセルの一端を完全に覆い、その結果、一端が開放され他端が電極表面への取り付けのため完全に密封された独立セル・アレイを効果的に作製するような方法でナノセル・アレイを例示的に電極に取り付けることができる。したがって、上記および‘641号出願により十分に説明したように、たとえば、セル内の圧力を増大させることによって電解質を所望の時間にセルから排出することができる。

10

【0017】

図10に図8のナノ構造化表面801を用いる本発明の原理による別の実施形態を示す。具体的には、図10に示すように、液滴1001が表面801に接触するとき、この液滴がナノ構造804の先端部に配設されたままになって、下にある基板803の上に浮遊するように基板803を設計する。したがって、液滴1001はこのように配設されるので開口802を通過することはない。しかし、ある実装形態では、1002方向に移動する液体または流体を基板803を通過できるようにすることが望ましいことがある。たとえば、耐液体性で通気性の衣服をこのような表面から作ることができるはずである。具体的には、デラウェア州ニューアークのダブリュー・エル、ゴア・アンド・アソシエーツ(W. L. Gore & Associates)社によりゴアテックス(Goretex(登録商標))という登録商標名で製造され発売されている耐水性で通気性のフッ化ポリマー繊維とほとんど同じ方法で、図10に示す表面801を衣服の布の2層間に織り込みまたは他の方法で配設することができるはずである。このような衣服は、雨滴中の水などの液体がナノ構造に浸透するのを防ぎ、したがって下にある基板に浸透するのを防ぐ。すなわち、雨が方向1003に移動し衣服着用者の肌に届くのを妨げはずである。しかし、雨が繊維に浸透するのを防ぐことは望ましいが、一方で、着用者から蒸発された汗などの他の流体は反対方向1002に通過可能であることが望ましい。このような流体は、繊維中の開口1004を方向1002に容易に通過することができるはずである。したがって、耐水性で通気性の繊維がもたらされるはずである。

20

【0018】

30

当業者なら、たとえば高性能水着などの他の衣類の用途に、このような繊維を有利に使用できるはずであることが判るであろう。近年、たとえば、プロの泳者が水中を移動する際に受ける抵抗を下げることができる低抵抗水着について多くの研究がなされてきた。上記で説明したように、ナノ構造化表面の1つの利点は、適切な構成にするとき、水などの液体とナノ構造化表面の間に極めて低い流れ抵抗を作ることができることである。したがって、図8の表面801は、水着の外側繊維として使用するとき、泳者が水中を移動する際、流れ抵抗を低くし、同時に、先に論じたように汗が繊維から出て行くことを可能にする。

【0019】

40

図11に、本発明の原理による別の実施形態を示すが、この場合、表面が曲げ力や引っ張り力などの機械的な力を受けるとき、液体がこの表面のナノ構造に浸透可能になるはずである。具体的には、基板1102のナノ構造化表面1108を可撓性ポリマー材料から製作する。本明細書の教示に鑑みて、様々なポリマー材料がこの目的のために役立つことは当業者には明らかであろう。図11Aを参照すると、ナノ構造1101の最上部、ここではナノポストが距離1105だけ離されている。先に論じたように、図11Aを参照すると、適切に選択された液体の液滴1104がナノ構造1101上に配設されるとき、液滴はこの構造の最上部に静止し、基板1102の上を浮遊する。しかし、図11Bを参照すると、表面が1109方向に曲げられまたは引き伸ばされるとき、ナノ構造1101間の分離距離が距離1106まで増大する。したがって、この液体の表面張力は、液体に応じて変わる特定の分離間隔で、ナノ構造1101の先端部上に液体を保持するには不十分

50

になるであろう。したがって、液体 1104 は、この特定の分離間隔でナノ構造 1101 間の 1107 方向に移動し基板に接触するであろう。先に論じたように、液体 1104 が基板 1102 に接触するとき、開口 1103 はこの液体の少なくとも一部分をこの基板を通過できるようにする。

【0020】

図 11A および 11B に示されたナノ構造化表面は、たとえば、液体を保持するように意図された容器に有用なことがある。具体的には、図 11A の表面 1108 などの表面をこのような容器の 1 つまたは複数の壁面の一部分に使用することができるはずである。この容器内の圧力が所望の圧力以下のとき、液体はナノ構造に担持され、したがって液体はこの表面を通過しないであろう。しかし、容器内の圧力が、所定のレベルになるとき、図 11B の例のように、この表面は伸びナノ構造間の間隔は変わるであろう。すなわち、液体は、表面が引き伸ばされずナノ構造間の間隔の少なくとも一部分が復元される点まで、容器内の圧力が低下するまでナノ構造化表面を通過するであろう。このようにして、液体保持容器内の圧力を所望の圧力以下に維持することができる。

10

【0021】

前記のことは本発明の単なる例示にすぎない。すなわち、当然のことながら、本明細書ではっきりと説明または図示していないが、本発明の原理に当てはまりその精神および範疇内にある様々な構成を当業者なら考案できるであろう。たとえば、本明細書の様々な実施形態の説明に鑑みて、当業者なら、本発明の原理が本質的に異なる技術分野および用途に幅広く使用できることが判るであろう。たとえば、本明細書で開示された透過性のナノ構造化表面を、燃料を所望の時間残りのシステムと分離させる故に燃料電池に有利に使用することができるはずであることは当業者なら判るであろう。当業者には他の用途も幅広く理解できるであろう。

20

【0022】

本明細書で列挙した全ての例または条件的な言い回しは、明らかに、読者が本発明の原理を理解するのを支援する教育的な目的のためだけに意図されており、このような具体的に列挙した例および条件に限定するものではないと解釈すべきである。さらに、本明細書で本発明の態様および実施形態を列挙している全ての記述ならびにその具体例は、それらと機能的に同等なものを包含するものとする。

【図面の簡単な説明】

30

【0023】

【図 1 A】本発明に用いるのに適する予め規定されたナノ構造のナノ構造フィーチャ・パターンの従来技術の一例を示す図である。

【図 1 B】本発明に用いるのに適する予め規定されたナノ構造のナノ構造フィーチャ・パターンの従来技術の一例を示す図である。

【図 1 C】本発明に用いるのに適する予め規定されたナノ構造のナノ構造フィーチャ・パターンの従来技術の一例を示す図である。

【図 1 D】本発明に用いるのに適する予め規定されたナノ構造のナノ構造フィーチャ・パターンの従来技術の一例を示す図である。

【図 1 E】本発明に用いるのに適する予め規定されたナノ構造のナノ構造フィーチャ・パターンの従来技術の一例を示す図である。

40

【図 2】液滴がナノ構造化フィーチャ・パターン上に配設される例示的な従来技術のデバイスを示す図である。

【図 3 A】本発明の原理によるデバイスを示す図であり、電気ぬれの原理を用いてナノ構造フィーチャ・パターンに液滴を浸透させる。

【図 3 B】本発明の原理によるデバイスを示す図であり、電気ぬれの原理を用いてナノ構造フィーチャ・パターンに液滴を浸透させる。

【図 4】図 3 A および 3 B のナノ構造フィーチャ・パターンの例示的なナノポストの詳細を示す図である。

【図 5】例示的な液体セル・バッテリを示す図であり、バッテリ中の電解質はナノ構造に

50

よって負極から離される。

【図6】図5の例示的なバッテリを示す図であり、バッテリ中の電解質をナノ構造に浸透させ、それによって、負極に接触させる。

【図7A】例示的なナノセル・アレイを示す図である。

【図7B】例示的なナノセル・アレイを示す図である。

【図8】ナノ構造間に開口を有する、本発明の原理によるナノ構造化表面を示す図である。

【図9】図8の表面などの表面を有する図5のバッテリを示す図である。

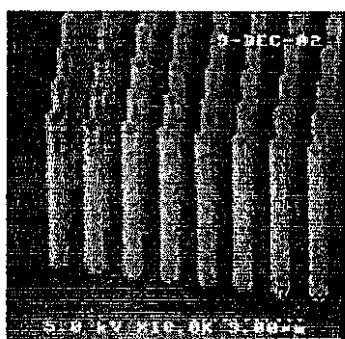
【図10】どのようにして流体を表面を通過可能にしながら同時に、液体が表面に浸透するのを防ぐために図8の表面を用いることができるかを示す図である。

10

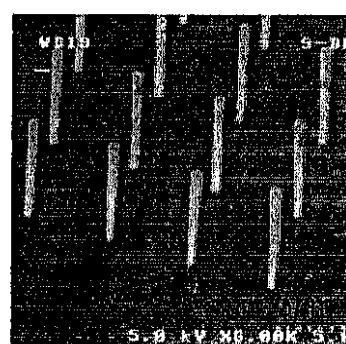
【図11A】どのようにして表面を曲げ、あるいは引き伸ばすことによって流体をナノ構造化表面に浸透させることができるかを示す図である。

【図11B】どのようにして表面を曲げ、あるいは引き伸ばすことによって流体をナノ構造化表面に浸透させることができるかを示す図である。

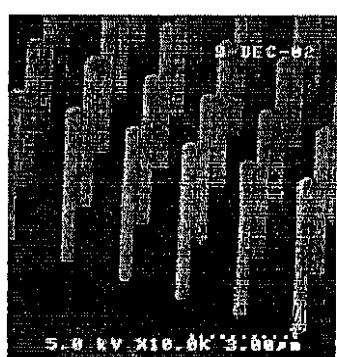
【図1A】



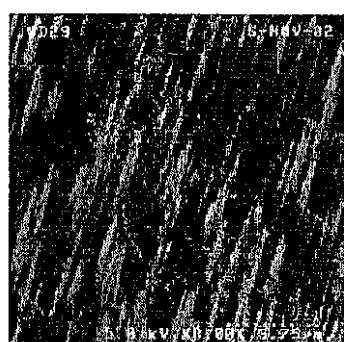
【図1C】



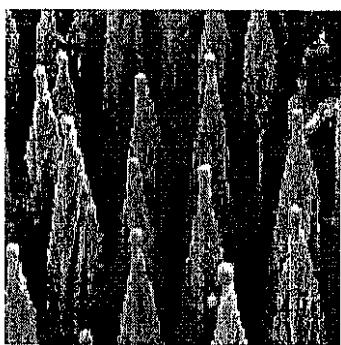
【図1B】



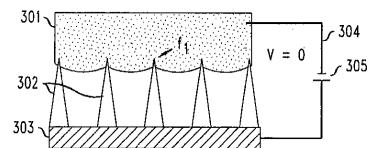
【図1D】



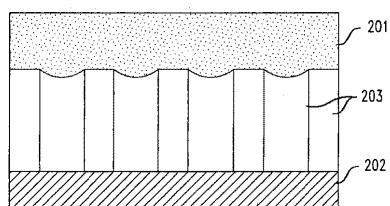
【図 1 E】



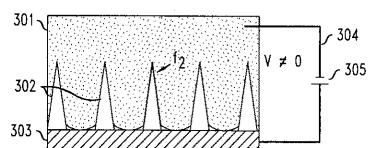
【図 3 A】



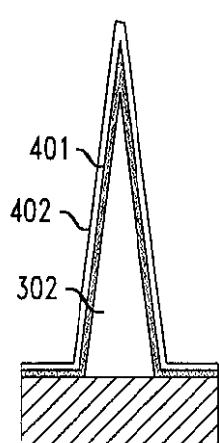
【図 2】



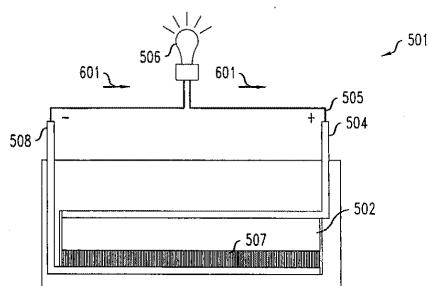
【図 3 B】



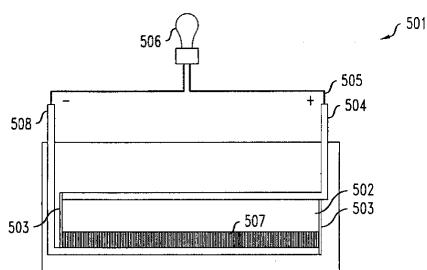
【図 4】



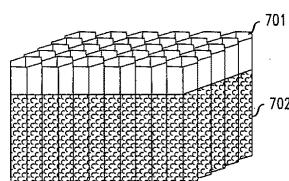
【図 6】



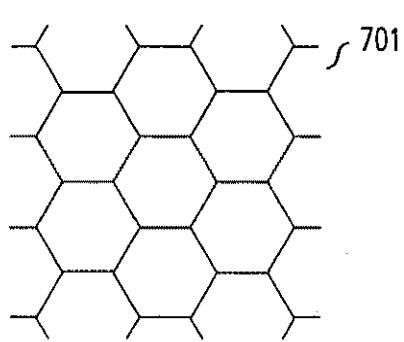
【図 5】



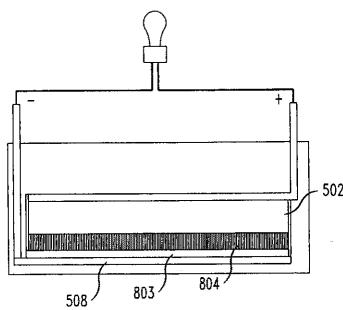
【図 7 A】



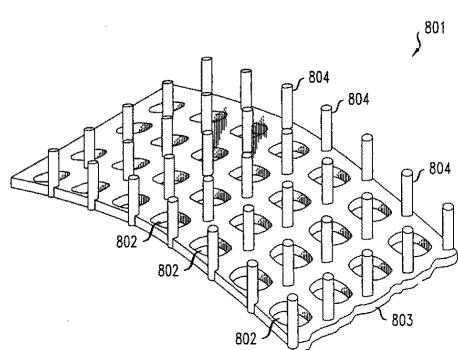
【図 7 B】



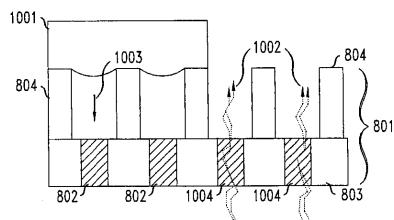
【図 9】



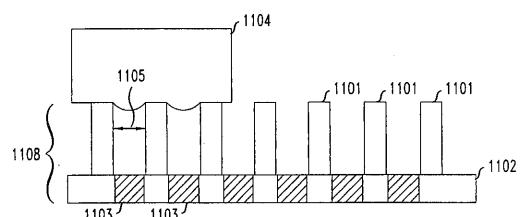
【図 8】



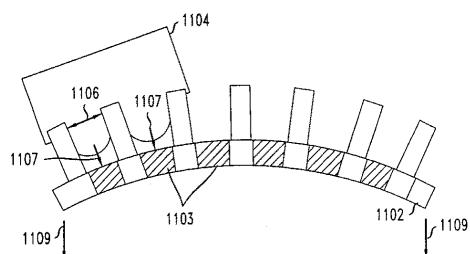
【図 10】



【図 11 A】



【図 11 B】



フロントページの続き

(74)代理人 100096943
弁理士 白井 伸一
(74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
(74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久
(74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
(74)代理人 100128657
弁理士 三山 勝巳
(72)発明者 トーマス ニキータ クロウペンキン
アメリカ合衆国 07059 ニュージャーシィ, ワレン, レッド ヒル ロード 22
(72)発明者 メアリー ルイーズ マンディッチ
アメリカ合衆国 08836 ニュージャーシィ, マーティンスヴィル, ヴォッセラー アヴェニ
ュー 1037
(72)発明者 ジョセフ アシュレイ テイラー
アメリカ合衆国 07081 ニュージャーシィ, スプリングフィールド, ストーン ヒル ロー
ド 7シー, アパートメント シー

審査官 太田 良隆

(56)参考文献 国際公開第2003/037702 (WO, A1)
特開平02-146576 (JP, A)
特開平03-032729 (JP, A)
特開2004-299051 (JP, A)
米国特許出願公開第2005/0208370 (US, A1)
国際公開第00/050232 (WO, A1)
特開平10-267801 (JP, A)
特開平11-038336 (JP, A)
国際公開第2003/103835 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B81B1/00 - 7/04
B81C1/00 - 99/00
B82B1/00 - 3/00
H01M2/36