

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5094208号
(P5094208)

(45) 発行日 平成24年12月12日 (2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日 (2012.9.28)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 5 D 11/04 (2006.01)	C 2 5 D 11/04 3 0 5
C 2 5 D 11/16 (2006.01)	C 2 5 D 11/16 3 0 1
B 8 2 B 3/00 (2006.01)	B 8 2 B 3/00
B 8 2 Y 40/00 (2011.01)	B 8 2 Y 40/00
B 2 9 C 59/02 (2006.01)	B 2 9 C 59/02 B

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-137225 (P2007-137225)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成19年5月23日 (2007.5.23)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2008-75175 (P2008-75175A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成20年4月3日 (2008.4.3)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	平成22年4月27日 (2010.4.27)		弁理士 阿部 琢磨
(31) 優先権主張番号	特願2006-228364 (P2006-228364)	(74) 代理人	100124442
(32) 優先日	平成18年8月24日 (2006.8.24)		弁理士 黒岩 創吾
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	今田 彩
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	田 透
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	國方 康伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 構造体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

孔を有する構造体の製造方法であって、基板上に凸構造が規則的に配列した凸構造体を形成する工程、前記凸構造体を有する基板上に被陽極酸化層を成膜し、該被陽極酸化層上における前記凸構造体の凸構造間に形成されるセルの中心部に凹構造を形成する工程、前記凸構造体を除去して凸構造の位置に孔を形成する工程、前記被陽極酸化層を陽極酸化して凹構造の位置に孔を形成する工程とを有することを特徴とする構造体の製造方法。

【請求項 2】

孔を有する構造体の製造方法であって、基板上に凸構造が規則的に配列した凸構造体を形成する工程、前記凸構造体を有する基板上に被陽極酸化層を成膜し、該被陽極酸化層上における前記凸構造体の凸構造間に形成されるセルの中心部に凹構造を形成する工程、前記被陽極酸化層を陽極酸化して凹構造の位置に孔を形成する工程、前記凸構造体を除去して凸構造の位置に孔を形成する工程を有することを特徴とする構造体の製造方法。

【請求項 3】

前記凸構造体を形成する工程は、基板上に下地金属層を形成する工程、該下地金属層の上に被陽極酸化層を形成する工程、前記被陽極酸化層を陽極酸化して規則的に配列した孔を形成すると共に前記陽極酸化により下地金属層を酸化することにより金属酸化物を前記孔から突出させる工程、前記被陽極酸化層の残った部分を除去する工程を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の構造体の製造方法。

【請求項 4】

前記下地金属層がW, Nb, Mo, Ta, Ti, Zr, Hfのうち一つ以上の元素を含むことを特徴とする請求項3記載の構造体の製造方法。

【請求項5】

請求項1乃至4のいずれかの項に記載の方法により製造された構造体の孔に充填材料を充填する工程と、前記構造体から充填材料を分離して前記構造体と凹凸が反転した反転構造を得る工程とを有することを特徴とする構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ナノメートルスケールの間隔を有する凹凸構造の構造体の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

物体表面に微細な構造を作製する技術として、フォトリソグラフィー、電子線露光、X線露光、ナノインプリントリソグラフィー等といった方法が、従来より知られている。

また、上記以外の方法では、アルミニウムの陽極酸化法や分子自己組織構造を利用した、ボトムアップ方法による構造体の形成法がある。

【0003】

また更に、陽極酸化法により形成したホール型のナノ構造体を鋳型として、ピラー型のレプリカ構造体を作製する方法も提案されている。特許文献1および非特許文献1、2には、ホール型ナノ構造体を鋳型として、その細孔内部に樹脂や金属等の材料を充填し、鋳型を除去してピラー構造とするものが提案されている。これらにより、半導体プロセスを用いた製造法では得られない微細なサイズで、高いアスペクト比を有する構造を作製する事が可能となっている。

20

【特許文献1】特開平6-32675号公報

【非特許文献1】Jpn. J. Appl. 36, 7791, 1997

【非特許文献2】J. Vac. Sci. Technol. B, 19(2), 569, 2001

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

上記した電子線描画やイオンビーム描画のような直描技術では、微細な構造になる程パターン形成に長時間を要する。そのため、安価に大量生産をする製品に対しては、X線や紫外線露光用やインプリントモールド用のマスクを直描技術などで精密に作製し、フォトリソグラフィーやナノインプリントリソグラフィーで一括して短時間にパターンニングをするという方法が主流である。

【0005】

しかしながら、これらのいずれの方法においても形成できる構造のサイズには限界がある。現在、最も微細な構造を作製することが出来る電子線露光においても、10nmの単一ドットを形成することはできるが、これをピッチ20nm以下に大面積に配列することは困難である。

40

【0006】

また、上記した従来例のアルミニウム等の陽極酸化による自己組織法や、分子自己組織構造を利用したボトムアップ方法による構造体の形成法では、規則的な繰り返し構造を大面積に形成するには適しているが、任意の構造を形成することは困難である。

【0007】

本発明は、上記課題に鑑み、陽極酸化法を利用して、ナノメートルスケールの構造体を容易に得ることができる構造体の製造方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

上記の課題を解決する構造体の製造方法は、基板上に凸構造が規則的に配列した凸構造体を形成する工程、前記凸構造体を有する基板上に被陽極酸化層を成膜し、該被陽極酸化層上における前記凸構造体の凸構造間に形成されるセルの中心部に凹構造を形成する工程、前記凸構造体を除去して凸構造の位置に孔を形成する工程、前記被陽極酸化層を陽極酸化して凹構造の位置に孔を形成する工程とを有することを特徴とする。

【0009】

上記の課題を解決する他の構造体の製造方法は、基板上に凸構造が規則的に配列した凸構造体を形成する工程、前記凸構造体を有する基板上に被陽極酸化層を成膜し、該被陽極酸化層上における前記凸構造体の凸構造間に形成されるセルの中心部に凹構造を形成する工程、前記被陽極酸化層を陽極酸化して凹構造の位置に孔を形成する工程、前記凸構造体を除去して凸構造の位置に孔を形成する工程を有することを特徴とする。

10

【0010】

上記の課題を解決する第二の構造体の製造方法は、上記の方法により製造された構造体の孔に充填材料を充填する工程と、前記構造体から充填材料を分離して前記構造体と凹凸が反転した反転構造を得る工程とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、陽極酸化法を利用して、ナノメートルスケールの構造体を容易に得ることができる構造体の製造方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0012】

以下、本発明を詳細に説明する。

上記の課題を解決する第一の構造体の製造方法は以下の(A)から(D)の工程を有する。(A)基板上に規則的に配列した凸構造体を形成する工程。(B)前記凸構造体を有する基板上に被陽極酸化層を成膜し、該被陽極酸化層上における前記凸構造体により形成されるセルの中心部に凹構造を形成する工程。(C)前記凸構造体を除去して孔を形成する工程。(D)前記被陽極酸化層を陽極酸化して凹構造の位置に孔を形成する工程。

【0013】

または、(A)基板上に規則的に配列した凸構造体を形成する工程。(B)前記凸構造体を有する基板上に被陽極酸化層を成膜し、該被陽極酸化層上における前記凸構造体により形成されるセルの中心部に凹構造を形成する工程。(C)前記被陽極酸化層を陽極酸化して凹構造の位置に孔を形成する工程。(D)前記凸構造体を除去して孔を形成する工程。

30

【0014】

上記の様に、前記凸構造体を除去して孔を形成する工程と、前記被陽極酸化層を陽極酸化して凹構造の位置に孔を形成する工程の順番はどちらが先となってもよい。

本発明の第一の方法を、図1および図2を用いて説明する。図1は本発明の構造体の製造方法の一実施態様の工程を示す断面図である。図2は本発明の構造体の製造方法の一実施態様の工程を示す平面図である。

【0015】

40

基板1上に図1(a)、図2(a)のように周期Aの三角格子配列からなる第1の凸構造2を、フォトリソグラフィや電子線描画やエッチング法などを用いて形成する。第1の凸構造2は、樹脂や金属等から形成される。次に、スパッタや蒸着法などを用いて、第1の凸構造上に第1の被陽極酸化層3を積層し、第1の被陽極酸化層の表面に第1の凹構造4と第2の凸構造5を形成する(図1(b))。被陽極酸化層3は、例えばアルミニウムやアルミニウム合金などが好ましい。第1の凹構造4は、配列した第1の凸構造体の間に形成されるセル14の中心部、すなわち第2の凸構造5の中心部に位置する(図2(b))。このとき、第2の凸構造5に対して第1の凹構造4がより深くなる形成条件であることが望ましい。次に、第1の被陽極酸化層3に埋まった第1の凸構造2の頭頂部を露出させる(図1(c)、図2(c))。次に、ウェットエッチングないしドライエッチングによ

50

り第1の凸構造を除去し、第2の凹構造6を形成する(図1(d))、図2(d))。但しこのとき、第1の凹構造4は必ず残留しなければならない。

【0016】

第1の凹構造4と第2の凹構造6からなる配列の周期をBとすると、第1の凸構造2が三角格子配列のときは $B[nm] = A[nm] / \sqrt{3}$ 、第1の凸構造2が正方格子配列のときは $B[nm] = A[nm] / 2$ となる。次に、第1の凹構造4をナノホール(本発明においては、ナノメートルスケールの孔構造を"ナノホール"と称する)の形成開始点として、第1の被陽極酸化層3の陽極酸化を行う。例えば、第1の凸構造2が三角格子配列のときは、基板を陽極として酸性溶液中に浸漬し、陽極酸化電圧 $[V] = A[nm] / 3 \times 2.5 - 1$ を印加し、被陽極酸化層3に酸化とエッチング反応を施してナノホール構造を形成する(図1(e)、図2(e))。第2の凹構造部は既に凹構造となっているためナノホールは形成されず、第1の凹構造からナノホールが形成される。尚、本発明においてナノメートルスケールとは好ましくは数nmから数百nmの範囲である。

10

【0017】

第2の凹構造6の底部で導電性の基板1が露出している場合は、陽極酸化電流が集中してしまうため、基板1上に陽極酸化により酸化絶縁膜となる下地層を形成しておく必要がある。

【0018】

尚、第1の凸構造2の頭頂部を露出させる工程(図1(c))後、第1の凹構造4をナノホールの形成開始点として、第1の陽極酸化層3の陽極酸化を行ってもよい。この場合は、陽極酸化後にウエットエッチングないしドライエッチングにより第1の凸構造2を除去することで、図1(e)に示すような構造体を作製することができる。

20

【0019】

次に、本発明の第一の方法の別の態様を図6を用いて説明する。

この方法は、図6(a)から(b)までは前述した方法の図1(a)から(b)までと同様であるので、それ以降の方法に関して説明する。

【0020】

図6(b)の後、第1の凹構造4をナノホールの形成開始点として、第1の被陽極酸化層3の陽極酸化を行う(図6(c))。陽極酸化の方法は前述した方法と同様である。

次に、第1の被陽極酸化層3に埋まった第1の凸構造2の頭頂部を露出させる(図6(d))。次に、ウエットエッチングないしドライエッチングにより第1の凸構造を除去し、第2の凹構造6を形成する(図1(e))。

30

【0021】

以上の方法においても、本発明に係るナノホールを有する構造体を作製することができる。

本発明の第二の方法を説明する。

【0022】

本発明の第二の方法は前記凸構造体を形成する工程に係り、前記凸構造体を形成する工程は以下の(A)から(D)の工程を有する。(A)基板上に下地金属層を形成する工程。(B)該下地金属層の上に被陽極酸化層を形成する工程。(C)前記被陽極酸化層を陽極酸化して規則的に配列した孔を形成すると共に前記陽極酸化により下地金属層を酸化することにより金属酸化物を前記孔から突出させる工程。(D)前記被陽極酸化層の残った部分を除去する工程。

40

【0023】

本発明の第二の方法を、図3を用いて説明する。図3は本発明の構造体の製造方法の他の実施態様の工程を示す断面図である。

第二の構造体の製造方法は以下の(A)から(F)の工程を有する。(A)基板上に下地金属層と、該下地金属層の上に第2の被陽極酸化層を形成する工程。(B)前記第2の被陽極酸化層を陽極酸化して規則的に配列した孔を形成すると共に前記陽極酸化により下地金属層を酸化することにより金属酸化物を前記孔から突出させて規則的に配列した凸構

50

造を形成する工程。(C)前記第2の被陽極酸化層の残った部分を除去する工程。(D)前記規則的に配列した凸構造体上に第1の被陽極酸化層を成膜し、前記配列した凸構造体の間に形成されるセルの中心部に前記第1の被陽極酸化層による凹構造を形成する工程。(E)前記凸構造体を除去して孔を形成する工程。(F)前記第1の被陽極酸化層を陽極酸化して凹構造の位置に孔を形成する工程。

【0024】

例えば、基板1上に下地金属層9を形成し、更にその上に第2の被陽極酸化層8を形成する(図3(a))。ここで、下地金属層9は第2の被陽極酸化層8の陽極酸化で酸化物を形成するような材料であり、W, Nb, Mo, Ta, Ti, Zr, Hfのうち一つ以上の元素を主成分とすることが好ましい。主成分とは、ある材料に含まれる元素のうち、最も重量分率の大きい成分を示す。

10

【0025】

次に、基板を陽極として酸性溶液中に浸漬し、第2の被陽極酸化層8にナノホール構造を形成する。このとき印加する陽極酸化電圧は、形成する規則配列ナノホールの周期をAとすると、 $V = A \text{ [nm]} \times 2.5^{-1}$ とすると良い。ナノホールを規則化する方法は、アルミナナノホールの自己規則化条件や、第2の被陽極酸化層8の表面にナノホール開始点を利用する等が提案されている。形成されるナノホールの底部が下地金属層9に到達した後も陽極酸化を続けたり、下地金属層9の溶解よりも酸化が促進される別種の溶液に変えた後に再度電圧を印加する。すると、下地金属層の体積が膨張し、第2の被陽極酸化層8に形成されたナノホール内部に第1の凸構造2として形成される(図3(b))。次に、第2の被陽極酸化層8を溶解し且つ第1の凸構造2を侵さない気体や液体の雰囲気中にてエッチングを行い、第2の被陽極酸化層8を除去する(図3(c))。

20

【0026】

次に、本発明の第一の方法と同様に、スパッタや蒸着法等を用いて第1の凸構造2上に第1の被陽極酸化層3を積層し、第1の被陽極酸化層表面に第1の凹構造4を形成する(図3(d))。ここで、下地金属層による第1の凸構造が高アスペクト構造であったり、第1の凸構造の径に対して周期Aが大きい場合には、第2の凸構造の頂点部分から第1の凸構造が露出した状態となり易い。そのため、本発明の第一の方法のような第1の凸構造を露出させる工程は不要であり、第1の陽極酸化層3を侵さず且つ第1の凸構造を除去する気体や液体の雰囲気中でエッチングを行って、第2の凹構造6を形成することが出来る(図3(e))。最後に、第1の方法と同様に陽極酸化電圧 $B \text{ [nm]} \times 2.5^{-1} \text{ [V]}$ にて陽極酸化を行うと、周期Bの凹構造が製造される(図3(f))。

30

【0027】

尚、図3(d)以降の工程については、次のようにすることもできる。

本発明の第二の方法の別の態様を図7を用いて説明する。

この方法は、図7(a)から(d)までは、前述した方法の図3(a)から(d)までと同様であるので、それ以降の方法に関して説明する。

【0028】

図7(d)の後、第1の凹構造4をナノホールの形成開始点として、第1の被陽極酸化層3の陽極酸化を行う(図7(e))。陽極酸化の方法は前述した方法と同様である。

40

最後に第1の凸構造を除去することで、本発明に係るナノホールを有する構造体(図7(f))を作製することができる。

【0029】

上述のように、本発明の第一の方法および第二の方法において、第1の凹構造と第2の凸構造を形成した後に、陽極酸化電圧 $V = B \text{ [nm]} \times 2.5^{-1}$ で陽極酸化を行い、その後第1の凸構造を除去することもできる。この場合、第1の凸構造が絶縁体であると、第1の凸構造周辺からナノホールが形成されてしまうため好ましくない。また、第1の凸構造が導電体であり金属と導通していると、陽極酸化時に電流が集中してしまうため好ましくない。即ち、第1の凸構造は適度な抵抗を有する材料や、陽極酸化電圧により酸

50

化物を形成する金属などであることが好ましい。

【0030】

次に、本発明の第3の製造方法を説明する。本発明の第1の方法において、基板1がアルミニウム乃至アルミニウム合金であり、陽極酸化によりナノホールを形成する材料の時、より高いアスペクト比を有する構造を形成することが可能となる。本発明の第一の方法における陽極酸化で、第2の凹構造と第1の凹構造の両方が開始点となり、基板1にも引き続きナノホール形成を行うことが出来る(図4))。ここで、第1の被陽極酸化層3と基板1の組成が異なる時は、同じ陽極酸化条件にて陽極酸化を行っても、形成されるナノホールの孔径が異なる場合がある。

【0031】

さらに、本発明の構造体の製造方法は、上記の方法により製造された構造体の孔に充填材料を充填する工程と、前記構造体から充填材料を分離して前記構造体と凹凸が反転した反転構造を得る工程とを有することを特徴とする。

【0032】

上記の本発明の方法により製造される構造体に、異なる材料を充填し、この充填材料を分離してレプリカ構造(構造体と凹凸が反転した反転構造)を作製することも可能である。充填においては幾種かの方法が考えられる。例えば液状の樹脂を充填する場合では、真空中でホール開口部に滴下したり、遠心力による脱泡処理を行なうなどがある。また、金属等を充填するにはスパッタリング法や蒸着法がある。

【0033】

本発明の第1から第3の方法において、第1の凸構造の規則配列が複数種類の配列から成る場合も、同様の方法にて構造体を製造することが出来る。例えば、周期Aの三角格子領域と周期Aの正方格子領域が、ある共有部13を持って配列する場合がある(図5)。このとき、陽極酸化電圧は $(A[nm] \times 2.5^{-1})[V]$ が好ましく、共有部の孔も乱れることなく配列通りに形成することが出来る。

【実施例】

【0034】

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

実施例1

まず、シリコン(Si)上にチタン(Ti)を厚さ10nm積層したものを基板1とする。その基板上に直径35nm、高さ50nmの凸構造が図1(a)、図2(a)のように周期70nmの三角格子状に配列した第1の凸構造2を、電子線描画を用いて電子線レジストにて形成する。レジストは、日本ゼオン社製、ZEP520A乃至ポリメチルメタクリレート(PMMA)を用いた。次に、スパッタ法を用いて、電子線レジスト上に厚さ40nmのアルミニウム-ハフニウム(AlHf、Hfの割合は原子量百分率が6atm%)合金からなる第1の被陽極酸化層3を積層する。その表面に第1の凹構造4と第2の凸構造5を形成する(図1(b))。スパッタ条件を調整することで、第1の凹構造4は第2の凹構造5のユニットセルの重心点(中心点)に位置させ、第1の凹構造の底部は第1の凸構造よりも低い位置になるようにする(図2(b))。次に、AlHf合金層に埋まった電子線レジストの頭頂部を、塩素ガスと酸素ガスの混合プラズマ中でドライエッチングすることで露出させる(図1(c)、図2(c))。続けて酸素ガスプラズマ中でドライエッチングすることにより電子線レジストを除去する(図1(d)、図2(d))。このとき、第1の凹構造4は必ず残留するよう留意する。第1の凹構造4と第2の凹構造6からなる配列の周期は約40nmとなる。この基板を陽極として、硫酸水溶液(1mol/L, 10)に浸し、電圧16.2Vにて陽極酸化を行う。第1の凹構造4と第2の凹構造6の両方を形成開始点として酸化とエッチング反応が起こり、ナノホール構造が形成される(図1(e)、図2(e))。

【0035】

第2の凹構造部は既に凹構造となっているため硫酸水溶液が進入するが、チタン層は陽極酸化において酸化物となり難溶であるため、第1の凹構造のみでナノホールが形成され

10

20

30

40

50

る。

【0036】

更に、スパッタによりタングステン(W)を成膜してナノホール構造に充填し、支持基板を接着剤で貼り付けて剥離することで、凹凸の反転したレプリカ凸構造体を得ることが出来る。

【0037】

実施例2

シリコン基板1上に、下地金属層9としてタングステン(W)を厚さ20nm積層し、更に実施例1と同様のアルミニウム-ハフニウム合金を第2の被陽極酸化層8として厚さ200nm形成する(図3(a))。アルミニウム-ハフニウム合金層の表面には、FIB(Focused Ion Beam)法により、70nmピッチで三角格子状に配列した凹構造を形成しておく。次に、基板を陽極としてシュウ酸水溶液(0.3mol/L, 20℃)中に浸漬し、アルミニウム-ハフニウム合金層に電圧28Vを印加して、陽極酸化ナノホールを形成する。ナノホールはFIB法により形成された凹構造を開始点として形成するため、70nmピッチの三角格子配列となる。ナノホール底部がタングステン層に到達した後も陽極酸化を続けると、酸化が促進されることでタングステンの体積が膨張し、ナノホール内部へと成長する(図3(b))。タングステン酸化物の基板からの長さが200nmになった時点で陽極酸化を停止する。ここで、タングステン酸化物の径を太くする場合には、ナノホールがタングステン層に到達した時点で一度陽極酸化を停止し、リン酸水溶液(5wt%)に浸漬して任意の径までナノホールを溶解し、再度陽極酸化を行って酸化タングステンを成長させれば良い。

【0038】

基板をリン酸水溶液(5wt%)に数時間浸漬し、アルミニウム-ハフニウム合金層を除去すると、規則的に配列したタングステン酸化物が残留する(図3(c))。実施例1と同様に、厚さ150nmのアルミニウム-ハフニウム合金層をスパッタリング法により積層し、第1の凹構造4と第2の凸構造を形成する(図3(d))。タングステン酸化物は、実施例1のリソグラフィによるレジスト構造体と比較して、非常に高アスペクトな構造を形成することが出来るため、第1の被陽極酸化層を積層した後も酸化タングステン全面が覆われることは無い。そのため、第2の凸構造5の先端部を露出させることなく酸化タングステンを除去することが可能である。酸化タングステンは、焼成してリン酸水溶液(5wt%)に浸漬することで除去される(図3(e))。最後に、第1の方法と同様に硫酸水溶液(1mol/L, 10℃)に浸漬し、陽極酸化電圧16.2[V]にて陽極酸化を行うと、周期40nmの三角格子配列ナノホール構造が得られる。

【0039】

またこの場合、酸化タングステンを除去せずに電圧16.2[V]での陽極酸化を行い、その後に酸化タングステンを除去しても良い。上記と同様の条件で第1の凹構造と第2の凸構造を形成し(図3(d))、酸化タングステンを除去せずに電圧16.2[V]で陽極酸化を行い、第1の凹構造を開始点とした第3の凹構造を形成する。通常の陽極酸化の際には自己規則的な現象であるために酸化タングステンの位置にもナノホールが形成される。しかし、この場合には酸化タングステンが存在するためホールは形成されず、印加電圧に応じた速度で酸化が促進し、第1の凹構造からのナノホール形成は阻害されない。次に、酸化タングステン2を焼成してリン酸水溶液(5wt%)に浸漬することで除去すると、図3(f)の構造が得られる。

【0040】

実施例3

実施例1において、基板1がアルミニウム製である場合について説明する。第1の凸構造を除去した後に、硫酸水溶液(1mol/L, 10℃)に浸漬し、電圧16.2[V]を印加して陽極酸化を行う。第1の凹構造と第2の凹構造がナノホール形成の開始点となり、構造体が形成される。アルミニウム-ハフニウム合金層からアルミニウム基板へと、連続してナノホールを形成することが出来る。上記の陽極酸化条件では、アルミニウムよ

りもアルミニウム - ハフニウム合金に形成されるナノホールの方が径が小さいが、規則性は失われない(図4)。また、初期の開始点の深さが深いほうがナノホールの形成も先に進むため、第2の凹構造6の深さが第1の凹構造4よりも深い場合は(図1(d))、第2の凹構造からのナノホールのほうが先行して形成される(図4)。ここで、第1の凹構造と第2の凹構造の深さに差がありすぎる場合には、より深い側からのナノホールの基板に対する垂直性が悪くなるため、好ましくない。

【産業上の利用可能性】

【0041】

本発明は、従来のアルミニウム等の陽極酸化法を利用して、ナノメートルスケールの構造体を容易に得ることができるので、ナノメートルスケールの構造体の製造方法に利用

10

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の構造体の製造方法の一実施態様の工程を示す断面図である。

【図2】本発明の構造体の製造方法の一実施態様の工程を示す平面図である。

【図3】本発明の構造体の製造方法の他の実施態様の工程を示す断面図である。

【図4】本発明の構造体の製造方法の他の実施態様を示す断面図である。

【図5】本発明の構造体の製造方法の他の実施態様を示す説明図である。

【図6】本発明の構造体の製造方法の一実施態様の工程を示す断面図である。

【図7】本発明の構造体の製造方法の一実施態様の工程を示す断面図である。

20

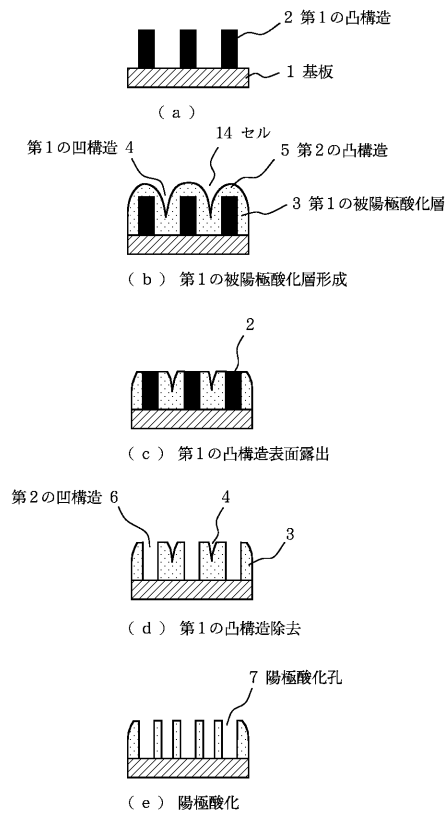
【符号の説明】

【0043】

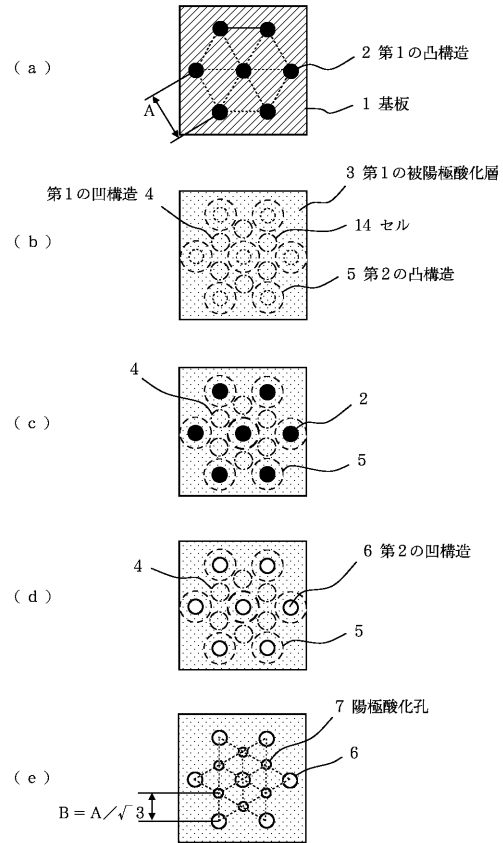
- 1 基板
- 2 第1の凸構造
- 3 第1の被陽極酸化層
- 4 第1の凹構造
- 5 第2の凸構造
- 6 第2の凹構造
- 7 陽極酸化孔
- 8 第2の被陽極酸化層
- 9 下地金属層
- 10 三角格子領域
- 11 正方格子領域
- 12 パターン領域
- 13 共有部
- 14 セル

30

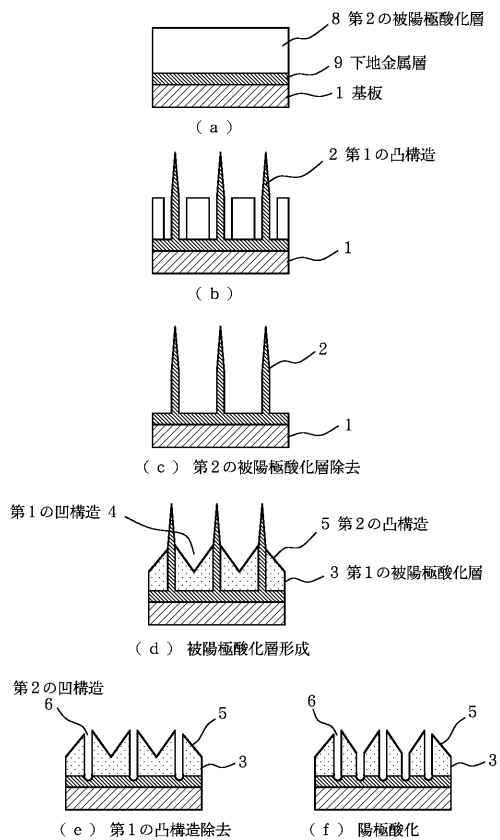
【図 1】



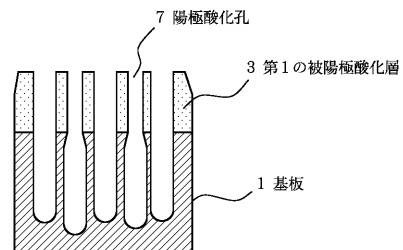
【図 2】



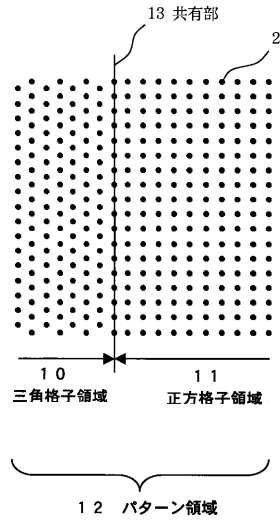
【図 3】



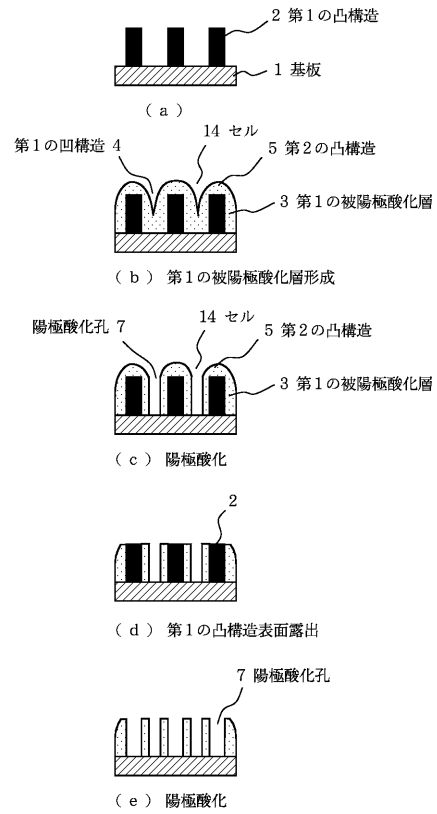
【図 4】



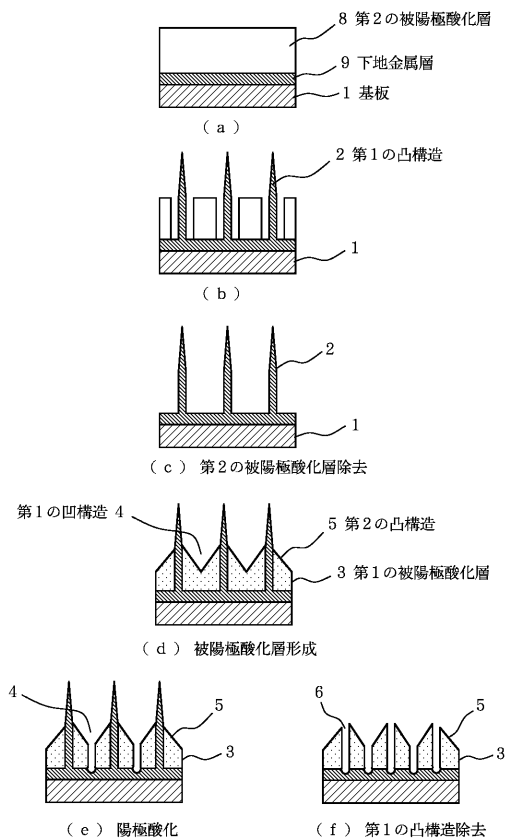
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-028604(JP,A)
特開2004-066447(JP,A)
特開2005-076039(JP,A)
特開2004-027360(JP,A)
特開2006-326723(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C25D 11/00 - 11/38
B82Y 5/00 - 99/00