

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2011/033941 A1

PCT

(43) 国際公開日
2011年3月24日(24.03.2011)

- (51) 国際特許分類:
C03C 27/02 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/065036
- (22) 国際出願日: 2010年9月2日(02.09.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-215423 2009年9月17日(17.09.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高木 秀樹 (TAKAGI Hideki) [JP/JP]; 〒3058564 茨城県つくば市並木1-2-1 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 銘苅 春隆(MEKARU Harutaka) [JP/JP]; 〒3058564 茨城県つくば市並木1-2-1 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 尹 成園(YOUN Sung-Won) [KR/JP]; 〒3058564 茨城県つくば市並木1-2-1 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki

(JP). 高橋 正春(TAKAHASHI Masaharu) [JP/JP]; 〒3058564 茨城県つくば市並木1-2-1 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

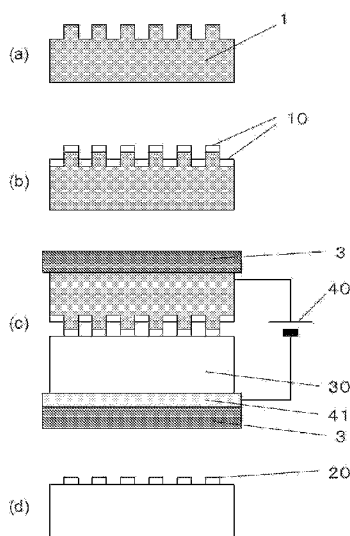
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MICROPATTERN FORMATION METHOD

(54) 発明の名称: 微細パターン形成方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a micropattern formation method that can form an even film pattern, even one of large area, and can prevent substrate deformation and uneven mechanical pressure from occurring in a bonding step that uses heating and pressure. The provided method is characterized by the inclusion of: a step in which a film material (10) is formed on the surface of a die (1) having a patterned surface; a step in which the die (1) with the film material (10) formed thereon is brought into contact with a glass substrate (30) and a voltage and heat are applied thereto, thereby creating an even electrostatic attractive force between the surface of the die and the surface of the glass substrate and bonding the film material formed on the pattern on the die (1) to the glass substrate (30), resulting in a film pattern (20); and a step in which, after the voltage application is finished, the die (1) and the glass substrate (30) are separated, thereby transferring the film pattern (20) to the glass substrate.

(57) 要約: 接合のための加熱加圧工程における機械的加圧力の不均一性や基板自体の変形などを防止し、大面積であっても均一な膜パターンの形成を可能とする。表面上に凹凸を有する型(1)の表面に膜材料(10)を形成する工程と、前記膜材料(10)が形成された型(1)とガラス基板(30)を接触させ加熱下で電圧を印加することにより、型表面とガラス基板表面間に均一な静電引力を発生させ、型(1)の凸部に形成された膜材料をガラス基板(30)上に膜パターン(20)として接合させる工程と、電圧の印加終了後、型(1)とガラス基板(30)を剥離してガラス基板上に前記膜パターン(20)を転写する工程と、を有することを特徴とする微細パターンの形成方法。

る工程と、を有することを特徴とする微細パターンの形成方法。

明 細 書

発明の名称：微細パターン形成方法

技術分野

[0001] 半導体やディスプレイ、MEMSなど様々な先端技術分野においては、さらなるパターンの微細化と、大面積での一括形成の要求が強まってきている。本発明はナノメートルサイズの微細な膜パターンを、大面積基板に低コストで作製する方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、微細パターン形成法としてはフォトリソグラフィ法が広く使用されている。しかしながら、ナノメートルサイズの微細パターンや、メートル級の面積パターンの形成に対応するためには、高価な露光装置や周辺機器などが必要であり、加工コストの面などから、その適用は高機能半導体などの高付加価値製品に限定されてしまっている。

これに対し、近年、ナノメートルサイズの微細パターンを簡易な装置で製造する方法として、ナノインプリント法が注目を浴びている。ナノインプリント法は、原版となる型の形状を、加熱と加圧を用いて樹脂などに転写する手法である。ナノインプリント法は、微細な形状を単一工程で作製出来るという利点を有し、低コストでのナノ構造の製造が可能である（特許文献1～3、非特許文献1、2参照）。

[0003] 例えば、特許文献1のようなナノインプリント法では、加熱下で大きな荷重を付加して材料を変形させる必要があり、そのための加熱および加圧機構が必要である。特に、高温でのプロセスが必要となるガラスの成形では、断熱機構と加圧機構のために装置が大型化することが、大きな問題となっていた。このような加圧の問題を解決する手法として、ガラスと金型の間に電圧を印加し静電気力により成形を行う方法が開発されている（特許文献2参照）。この方法によれば、機械的な荷重をほとんど必要とせずにガラスの成形が可能であり、大面積の微細パターン形成が可能になるものと期待されてい

る。

一方、配線パターンのような膜材料のパターンを形成するには、ナノインプリント法により樹脂を成形した後で、フォトリソグラフィーと同様にエッチング等の複数のプロセスが必要である。そのためナノインプリント法では、膜パターンの形成は成形に比べ複雑でコストのかかるプロセスとなっている。これに対し、同様に型を利用して、微細な膜材料のパターンを形成する手法として、ナノ転写法が知られている（特許文献3、非特許文献1、2参照）。ナノ転写法では、図2（a）～（d）に示すように型1の表面に膜材料10を形成し、これと基板2を加熱（ヒータ3参照）下で機械的に加圧することにより、金型凸部の膜材料を基板上に接合する。その後金型から膜材料を剥離することにより、基板2上に微細な膜パターン20を形成する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-269919号公報

特許文献2：特開2008-266123号公報

特許文献3：特開2004-119708号公報

非特許文献

[0005] 非特許文献1：S. -H. Hur, D. -Y. Khang, C. Kocabas, J. A. Rogers, "NanoTransfer printing by use of noncovalent surface forces: Applications to thin-film transistors that use single-walled carbon nanotube networks and semiconducting polymers", Appl. Phys. Lett., Vol. 85 (2004), pp. 5730-5732

非特許文献2：Z. Wang, J. Yuan, J. Zhang, R. Xing, D. Yan, and Y. Han, "Metal Transfer Printing and Its Application in Org

anic Field-Effect Transistor Fabrication", Adv. Mater., Vol. 15 (2003), pp. 1009-1012.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] このように、ナノ転写法では簡易な工程により微細な膜パターンを形成可能であるが、加熱と加圧により接合を行う必要があるために、加熱により軟化する樹脂やガラスの基板を用いるか、基板上に接合性を向上するための接着層をコーティングする必要がある。樹脂やガラスの基板を用いた場合、接合のための加熱加圧工程において基板自体が変形してしまう可能性があるため、加熱温度や加圧力が制限され、基板と膜材料の接合強度に影響する。一方、基板上に接合強度を向上させるための薄い接着層を形成する手法では、このような接着層は基板材料や膜材料に比べ熱的・化学的安定性に劣るため、結果として製品の熱的・化学的特性が低下してしまう。

また、従来のナノ転写法のプロセスでは加圧力が膜パターンと基板との接合強度、ひいては転写の均一性に大きく影響するため、接合部の荷重分布には非常に高い均一性が必要となる。転写時に必要な荷重は転写面積に比例するため、大面積転写では全体の荷重が膨大なものとなり、また上記の均一性に関する高い要求と相まって、大面積転写の実現は困難であった。

課題を解決するための手段

[0007] このような問題を解決するため、本発明の微細パターン形成方法は、表面に凹凸を有する型の表面に膜材料を形成する工程と、前記膜材料が形成された型とガラスを接触させ加熱下で電圧を印加することにより、型表面とガラス基板表面間に均一な静電引力を発生させ、型の凸部に形成された膜材料をガラス基板上に膜パターンとして接合させる工程と、電圧の印加終了後、型とガラス基板を剥離してガラス基板上に前記膜パターンを転写する工程とを有することを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記ガラス基板はアル

カリ金属を含むガラス材料であることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記膜材料は2層以上の材料からなる多層膜であることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記多層膜の最下層は金であることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記多層膜の最上層はアルミニウム又はシリコンであることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記型は導電性材料で作製されていることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記型はシリコン製であることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記シリコン製の型の表面に、シリコンの酸化膜が形成されていることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、印加される電圧は、型を正、ガラス基板を負とする直流電圧であることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、印加される電圧は、時間に対して正負の極性が変化することを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、印加される電圧の極性を時間平均したとき、型を正とする時間が、型を負とする時間より長いことを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、型を正とするときの印加電圧が、型を負とする時の印加電圧より高いことを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記加熱下で電圧を印加する工程は、真空中または窒素ガス雰囲気もしくはアルゴンガス雰囲気にて行われることを特徴としている。

また、本発明の微細パターン形成方法は、さらに、上記膜材料のうち少なくとも1つは、真空蒸着法により形成されることを特徴としている。

発明の効果

[0008] 以上のように、表面に凹凸を有する型の表面に膜材料を形成し、型とガラス基板を接触させ加熱下で電圧を印加し、型の凸部に形成された薄膜をガラス基板に接合させることにより、ガラス基板上に膜材料の微細パターンを形成することが可能となる。

基板をガラス材料とし加熱下で電圧を印加することで、図3に示すようにガラス基板30中の陽イオン31が移動し、ガラス表面に負電荷32が蓄積する。この負電荷に対する鏡像力により、型または膜材料の表面には正電荷33が蓄積されるので、これらの正負の電荷の間に働く静電引力により型とガラス基板30は密着する。このとき静電引力は非常に大きく、且つ接触面内で均一に働くため、基板30と膜パターンは非常に強固に接合される。

本発明の微細パターン形成方法によれば、ガラスの軟化温度よりも低い温度でガラス基板表面に膜パターンを強固に接合することが可能となるため、基板はほとんど変形しない。また、樹脂などの中間材を利用せずにガラスと膜材料を直接結合出来るため、耐熱性や化学的安定性に優れた製品を作製できる。

さらに、本発明の微細パターン形成方法によれば、電圧の印加により型とガラス基板の間に静電気力による大きな力を均一に付加することが出来る。これにより、外部から荷重を付加する必要がなくなるため、製造装置を簡易化することが出来る。また、機械的な荷重は基板面積に比例して増大するが、電圧印加による静電気力は面積に関わりなく電圧のみに比例するため、同じ電圧で大面積の膜パターン形成が可能である。さらに、静電気力は型とガラス基板の接触面全面にわたり均一に作用するため、大面積であっても均一な膜パターン形成が可能である。

さらに、本発明の微細パターン形成方法によれば、形成できるパターンサイズは型のパターンのみに依存するため、原理的にパターンサイズに制限はなく、ナノメートルスケールの非常に微細な膜パターンの作成が可能である。また、膜を転写したあとの型は、酸などにより洗浄することで簡単に再利用が可能である。このことから、光の波長によりパターンサイズが制限され

ていた従来のフォトリソグラフィー法などに比べ、微細パターンの成形に非常に有利であるといえる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1] 本発明の微細パターン形成方法を示した工程図である。
- [図2] 従来のナノ転写法による微細パターン形成方法を示した工程図である。
- [図3] 本発明の電圧印加による静電引力発生を説明する図である。
- [図4] 本発明の型表面に形成した多層膜を示す図である。
- [図5] 本発明の第1の実施例を示す図である。
- [図6] 本発明の第1の実施例による、膜パターン転写前と転写後のパイレックス（登録商標）ガラスウェハの写真である。
- [図7] 本発明の第1の実施例によりパイレックスガラスウェハ表面に転写された微細パターンの走査型電子顕微鏡による写真である。
- [図8] 比較例1による、膜パターン転写後の型とガラス片の写真である。

発明を実施するための形態

- [0010] 以下、本発明の微細パターン形成方法の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

図1の(a)～(d)は、本発明の微細パターン形成方法を示した工程図である。本発明では図1(a)に示すような表面に凹凸を有する型1を用い、型1の表面に膜材料10を形成する(図1(b)参照)。このとき膜材料10は、図1(b)に示すように、凸部と凹部に形成され、凹凸の立ち上がり部分にはほとんど形成されない。次に、型1とガラス基板30を接触させ加熱下で電源40よりガラス基板側電極41を介して型1と基板ガラス30間に電圧を印加し、型の凸部に形成された膜材料を膜パターン20としてガラス基板に接合させる(図1(c)参照)。なお、図1(c)ではヒータ3を加熱手段として用いているが、加熱媒体など他の加熱手段を用いることもできる。

基板をガラス材料とし加熱下で電圧を印加することで、図3に示すようにガラス中の陽イオン(M^{+})31が移動し、ガラス基板表面に負電荷(−)3

2が蓄積する。この負電荷（－）32に対する鏡像力により、型または膜材料の表面には正電荷（＋）33が蓄積されるので、これらの正負の電荷の間に働く静電引力により型1とガラス基板30は密着する。このとき静電引力は非常に大きく、且つ接触面内で均一に働くため、ガラス基板30と膜パターン20は非常に強固に接合される。

電圧の印加終了後、型1とガラス基板30を剥離してガラス基板上に前記膜パターン20を転写する（図1（d）参照）。

[0011] 上記本発明の微細パターン形成法において、上記ガラス基板はアルカリ金属を含むガラス材料であることが望ましい。アルカリ金属は電界によりガラス内を容易に移動するため、より多くの電荷がガラス表面に蓄積し、大きな静電引力が得られると共に、膜パターンの接合強度が向上する。

[0012] 上記型1の表面に形成する膜材料は、2層以上の材料からなる多層膜であることが望ましい。多層膜の一例として、膜材料を3層にした例を図4に示す。このような多層膜11とすることにより、最下層12は接合後に型から容易に剥離できる材料とすることが可能であり、また、最上層13をガラス基板と強固な接合を形成する材料とすることにより、膜パターンを基板に強固に固定することが可能となる。また、中間層に各種の機能性材料を形成することにより、様々な機能を有する微細パターンを作製することが可能となる。

上記多層膜の最下層は金であることが望ましい。金は非常に反応性が低い金属であるため酸化物や有機物で覆われた型表面への付着力が小さく、接合後に膜パターンを剥離することが容易となる。

さらに、上記多層膜の最上層はアルミニウム又はシリコンであることが望ましい。アルミニウムおよびシリコンは、加熱下での電圧の印加によりガラス基板に強固に接合するため、膜パターンの基板への接合強度を向上させることが出来る。

また、上記膜材料を形成する各層のうち少なくとも1つは、真空蒸着法により形成されることが望ましい。真空蒸着法では、他の製膜法に比べて下地

材料との反応が少ないため、接合後の型と膜材料の剥離が容易となる。

- [0013] 上記型は導電性材料で作製されていることが望ましい。型を導電性材料とすることで電荷を型とガラス基板の接触部近傍に集中し、より効果的に大きな静電力を発生させることが出来る。

上記の型を構成する導電性材料はシリコン製であることが望ましい。シリコンは型の作製に必要な微細加工法が数多く開発されており、他の材料に比べ微細なパターンの形成が容易であり、低コストでの型作製が可能である。

上記シリコン製の型の表面に、シリコンの酸化膜が形成されていることが望ましい。シリコンの酸化膜は化学的に安定であり、加熱下での電圧印加に伴う型の形状劣化を抑制することが出来る。また、膜材料とシリコンとの反応を抑制し、ガラス基板への接合後に容易に膜パターンを型から剥離することが可能となる。

- [0014] これらの微細パターン形成方法において、型とガラス基板のあいだに印加される電圧は、型を正、ガラス基板を負とする直流電圧であることが望ましい。型とガラス基板の間に印可される電圧をこの極性にした場合に接触部での電荷の蓄積が最大となり、最大の静電引力が得られる。

これらの微細パターン形成方法において、型とガラス基板のあいだに印加される電圧は、時間に対して正負の極性が変化することが望ましい。極性を時間的に切り替えることで、ガラス内での陽イオンの偏りを押さえることが出来るため、ガラス基板へのダメージを低減することが出来る。

上記において、印加される電圧の極性を時間平均したとき、型を正とする時間が、型を負とする時間より長いことが望ましい。このようにすることで、型とガラス基板の接触部に蓄積される電荷と静電引力が増大し、ガラス基板へのダメージを抑えながら、膜パターンの接合強度が向上する。

型とガラス基板のあいだに印加される電圧が、時間に対して正負の極性が変化する場合において、型を正とするときの印加電圧が、型を負とする時の印加電圧よりより高いことが望ましい。このようにすることで、型とガラス基板の接触部に蓄積される電荷と静電引力が増大し、ガラス基板へのダメー

ジを抑えながら、膜パターンの接合強度が向上する。

- [0015] これら微細パターン形成方法において、上記加熱下で電圧を印加する工程は、真空中または窒素ガス雰囲気もしくはアルゴンガス雰囲気にて行われることが望ましい。これにより加熱時の膜材料の酸化が抑制され、電圧印加時により強固な接合が形成される。

実施例

- [0016] 以下に具体例に従い本発明をさらに詳述する。ただし、これらの実施例に本発明が必ずしも限定されるものではない。

- [0017] (実施例 1)

図 5 は本発明の第 1 の実施例を示している。シリコン製型 5 は、直径 100 mm のシリコンウェハ表面に、フォトリソグラフィー法により高さ $1\ \mu\text{m}$ の微細パターンを形成している。シリコン製型 5 の表面には、厚さ $0.1\ \mu\text{m}$ のシリコン酸化膜を熱酸化法により形成した。このシリコン製型の表面に、真空蒸着法により厚さ $0.1\ \mu\text{m}$ の金膜 15 を製膜し、続いて厚さ $0.1\sim 0.2\ \mu\text{m}$ の最上層膜 13 を製膜した。

次に、シリコンウェハ電極 42 とガラス基板 30 の上に、金膜および最上層膜を形成したシリコン製型 5 を重ね合わせ、1 N 程度の荷重を付加して固定した。シリコン製型 5 に正極、シリコンウェハ電極 42 に負極を接続し、窒素ガス雰囲気中の加熱下にて直流電圧を印加した（図 5 (a) 参照）。電圧の印加終了後、型とガラス基板を剥離することで、ガラス基板上に多層膜パターン 21 を形成した（図 5 (b) 参照）。

ガラス基板 30 としてパイレックスガラス（旭テクノガラス社製）、多層膜の最上層の膜 13 にアルミニウムを使用した場合、印加電圧 600 V、印加時間 120 秒の条件で、加熱温度 280°C 以上 450°C 以下において膜の転写が可能であった。加熱温度 260°C 以下では、膜の一部が転写されず、膜の付着強度も不十分であった。図 6 は、膜パターン転写前後のガラス基板としての 4 インチパイレックスガラスウェハ 35 の写真（転写前 (a)、転写後 (b)）であり、本発明により 4 インチパイレックスガラスウェハ 35

の全面で、金とアルミニウムの二層膜パターン 22 の転写が可能であった。

図 7 は、転写された金とアルミニウムの二層膜パターン 22 を走査型電子顕微鏡により観察したもので、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下の微細パターンが転写されている。

シリコン製型 5 は、剥離後に超音波洗浄および硫酸と過酸化水素水の混合液により洗浄した。これにより、凹部に残留している多層膜は除去され型として繰り返し使用することが可能であった。

[0018] （比較例 1）

上記実施例 1 のシリコン製型 5 と同じパターンを表面に形成したシリコンウェハから、 $20 \times 20\text{mm}^2$ の大きさに切り出したシリコン製型 6 と、同じくパイレックスガラスウェハから切り出した $25 \times 25\text{mm}^2$ のパイレックスガラス片 36 を用いて、従来の機械的加圧による膜パターンの転写を行った。型 6 の表面には実施例 1 と同様に、金膜およびアルミニウムの最上層膜を形成した。これらを図 2 に示す従来のナノ転写法により機械的加圧による膜パターンの転写を行った。転写時の荷重 400N 、保持時間 300 秒の条件では、膜パターンの転写には 400°C 以上が必要であった。図 8 は、 400°C で転写を行った後の型 6（図 8（a）参照）とパイレックスガラス片 36（図 8（b）参照）の写真である。図 8（a）において、符号 16 は多層膜が膜パターンとしてパイレックスガラス片側へ正常に転写された後の部分、符号 17 は多層膜が膜パターンとしてパイレックスガラス片側に正常に転写できずに型 6 に残った部分であり、図 8（b）における符号 23 が、パイレックスガラス片 36 上に膜パターンとして正常に転写された金とアルミニウムの二層膜パターンの部分である。

このように、直径 100mm のシリコンウェハをそのまま型 5 とした実施例 1 に比べて、比較例 1 では、直径 100mm のシリコンウェハから $20 \times 20\text{mm}^2$ の小さな面積を切り出して型 6 としたにもかかわらず、機械的加圧による転写時の荷重の不均一により転写できていない部分が生じている。実施例 1 と比較例 1 を比べれば明らかなように、本発明を用いることにより、

従来のナノ転写法と比べて低い温度で、ガラス上に膜パターンの形成が可能である。さらに、従来法に比べ、低温、低荷重の条件で大面積に欠陥なく膜パターンを形成することが可能である。

[0019] (実施例 2)

本発明の第 2 の実施例では、ガラス基板 30 としてクラウンガラス (S o h o t t 社製 B 2 7 0) を使用し、型表面に最下層膜として金、最上層膜としてアルミニウムを形成して、実施例 1 と同様に膜パターンの転写をおこなった。クラウンガラスでは、240℃以上400℃以下において、膜の転写が可能であった。

[0020] (実施例 3)

本発明の第 3 の実施例では、ガラス基板 30 としてパイレックスガラスを使用し、型表面に最下層膜として金を真空蒸着法により形成し、最上層膜としてシリコンをスパッタリング法により形成した。これを実施例 1 と同様に膜パターンの転写を行った。最上層がシリコンの場合には、加熱温度 320℃以上450℃以下において膜の転写が可能であった。

[0021] 以上のように、本発明においては、ガラス基板および最上層の膜材料により、膜パターン転写に必要なプロセス条件が異なる。本発明は、膜の転写時に電圧を印加することを特徴としており、上記の実施例に用いた加熱温度、印加電圧、印加時間、転写時の加圧力などはその一例であり、本発明の実施条件を制限するものではない。

産業上の利用可能性

[0022] 本発明の微細パターン形成方法によれば、ナノメートルサイズの微細パターンを、大面積の基板に低コストで作成することが出来る。これらの微細パターンは、半導体、MEMS、ディスプレイデバイス、配線基板などガラス基板を用いたマイクロエレクトロニクスデバイスの作製、およびそれらの集積化実装分野において、製造コストの低減と高機能化を実現するものとして適用可能であり、また、ガラス基板以外の基板であっても基板と型への電圧の印加により基板表面と型表面間に静電引力を発生する材質の基板であれば

適用可能である。

符号の説明

[0023]	1	型
	2	基板
	3	ヒータ
	5	シリコン製型
	6	ウェハから切り出した $20 \times 20 \text{ mm}^2$ のシリコン製型
	10	膜材料
	11	多層膜
	12	多層膜の最下層
	13	多層膜の最上層
	15	金膜
	16	多層膜がガラスへ転写された部分
	17	転写されなかった多層膜
	20	膜パターン
	21	転写された多層膜パターン
	22	パイレックスガラスウェハに転写された金とアルミニウムの二層膜パターン
	23	パイレックスガラス片に転写された金とアルミニウムの二層膜パターン
	30	ガラス基板
	31	陽イオン
	32	負電荷
	33	正電荷
	35	パイレックスガラスウェハ
	36	パイレックスガラス片
	40	電源
	41	電極

4 2 シリコンウェハ電極

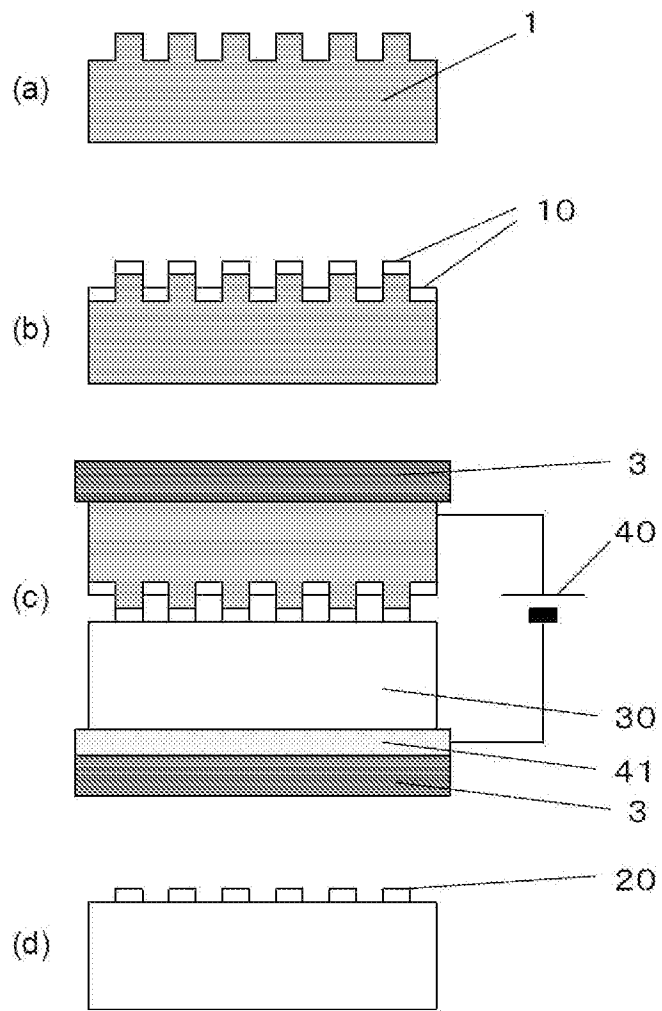
請求の範囲

- [請求項1] 表面に凹凸を有する型の表面に膜材料を形成する工程と、
前記膜材料が形成された型とガラス基板を接触させ加熱下で電圧を印加することにより、型表面とガラス基板表面間に均一な静電引力を発生させ、型の凸部に形成された膜材料をガラス基板上に膜パターンとして接合させる工程と、
電圧の印加終了後、型とガラス基板を剥離してガラス基板上に前記膜パターンを転写する工程と、
を有することを特徴とする微細パターン形成方法。
- [請求項2] 上記ガラス基板はアルカリ金属を含むガラス材料であることを特徴とする、請求項1記載の微細パターン形成方法。
- [請求項3] 上記膜材料は2層以上の材料からなる多層膜であることを特徴とする、請求項1又は2記載の微細パターン形成方法。
- [請求項4] 上記多層膜の最下層は金であることを特徴とする、請求項3記載の微細パターン形成方法。
- [請求項5] 上記多層膜の最上層はアルミニウム又はシリコンであることを特徴とする、請求項3記載の微細パターン形成方法。
- [請求項6] 上記型は導電性材料で作製されていることを特徴とする、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の微細パターン形成方法。
- [請求項7] 上記型はシリコン製であることを特徴とする、請求項6記載の微細パターン形成方法。
- [請求項8] 上記シリコン製の型の表面に、シリコンの酸化膜が形成されていることを特徴とする、請求項7記載の微細パターン形成方法。
- [請求項9] 印加される電圧は、型を正、ガラス基板を負とする直流電圧であることを特徴とする、請求項1乃至8のいずれか1項に記載の微細パターン形成方法。
- [請求項10] 印加される電圧は、時間に対して正負の極性が変化することを特徴とする、請求項1乃至8のいずれか1項に記載の微細パターン形成方

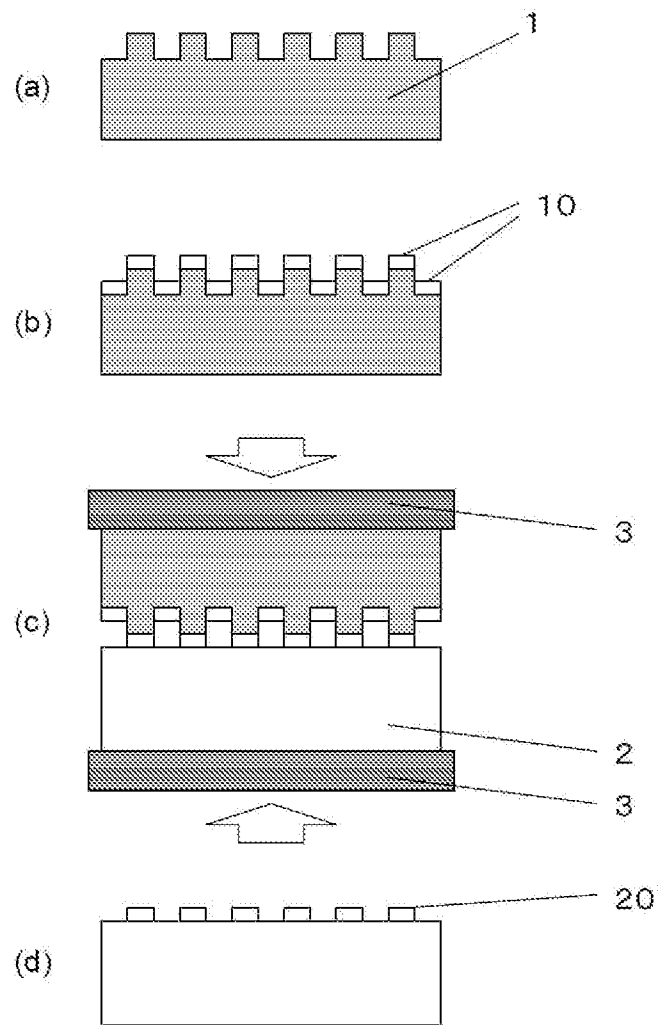
法。

- [請求項11] 印加される電圧の極性を時間平均したとき、型を正とする時間が、型を負とする時間より長いことを特徴とする、請求項10記載の微細パターン形成方法。
- [請求項12] 型を正とするときの印加電圧が、型を負とする時の印加電圧よりより高いことを特徴とする、請求項10記載の微細パターン形成方法。
- [請求項13] 上記加熱下で電圧を印加する工程は、真空中または窒素ガス雰囲気もしくはアルゴンガス雰囲気にて行われることを特徴とする、請求項1乃至12のいずれか1項に記載の微細パターン形成方法。
- [請求項14] 上記膜材料のうち少なくとも1つは、真空蒸着法により形成されることを特徴とする、請求項1乃至13のいずれか1項に記載の微細パターン形成方法。

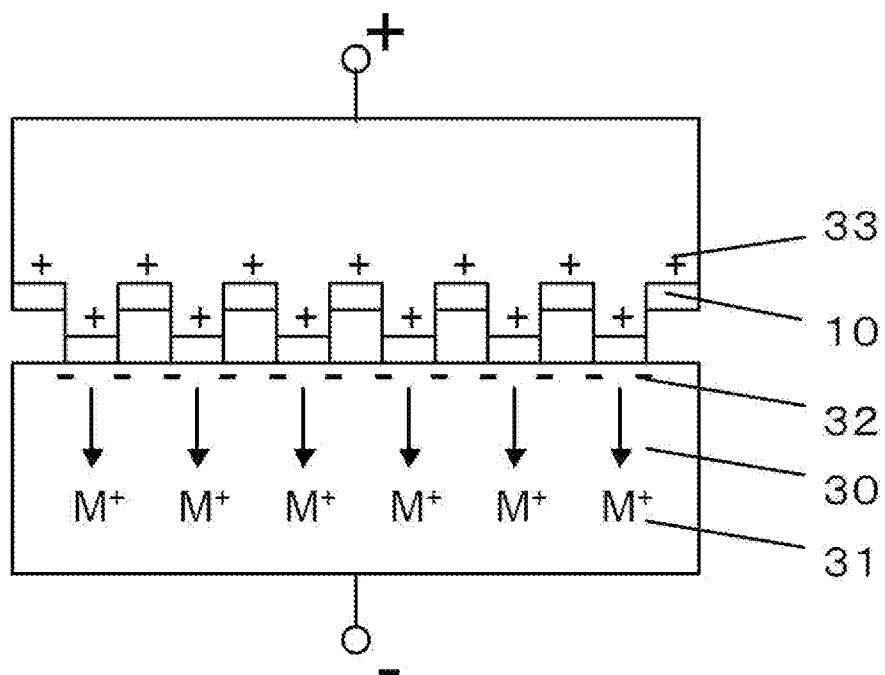
[図1]



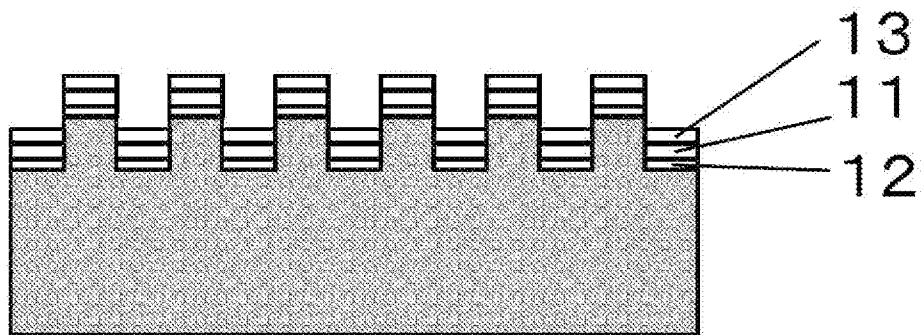
[図2]



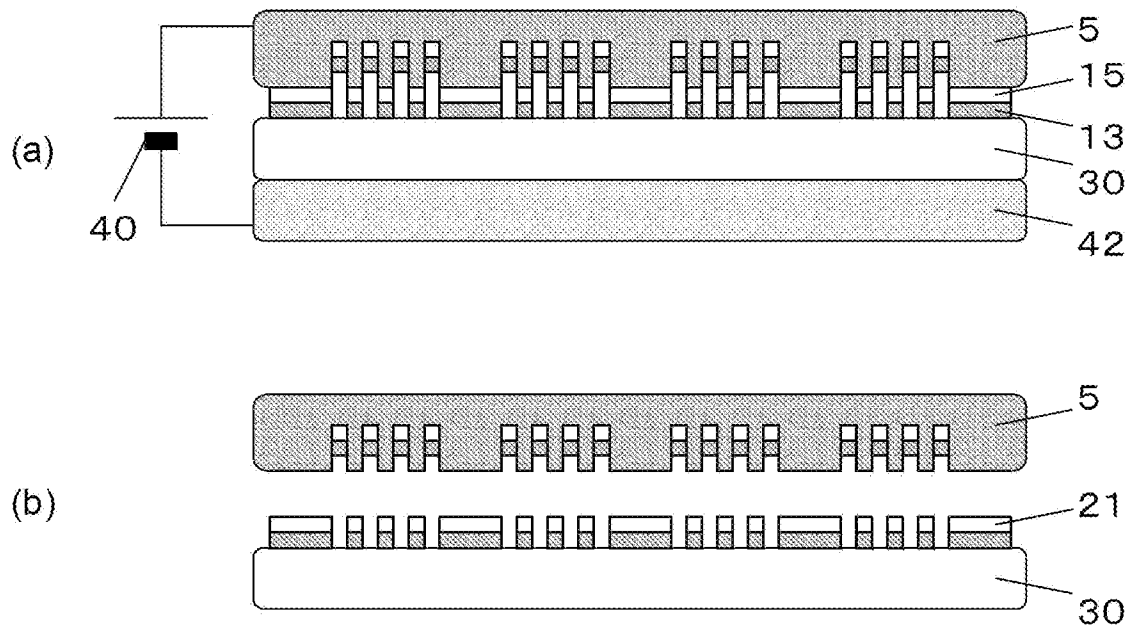
[図3]



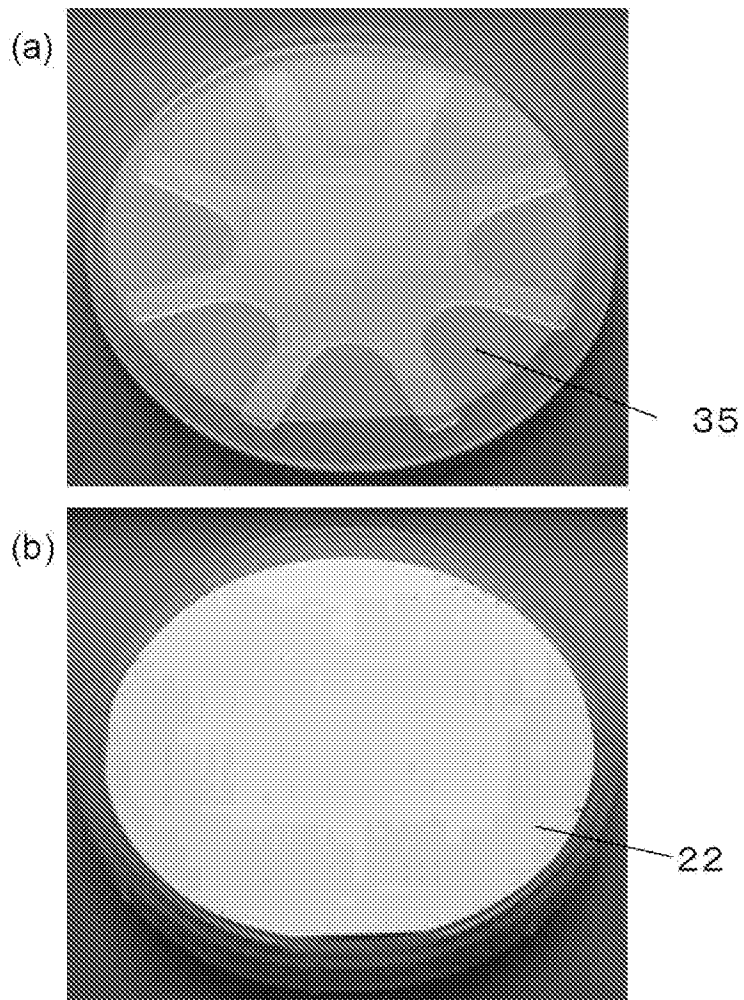
[図4]



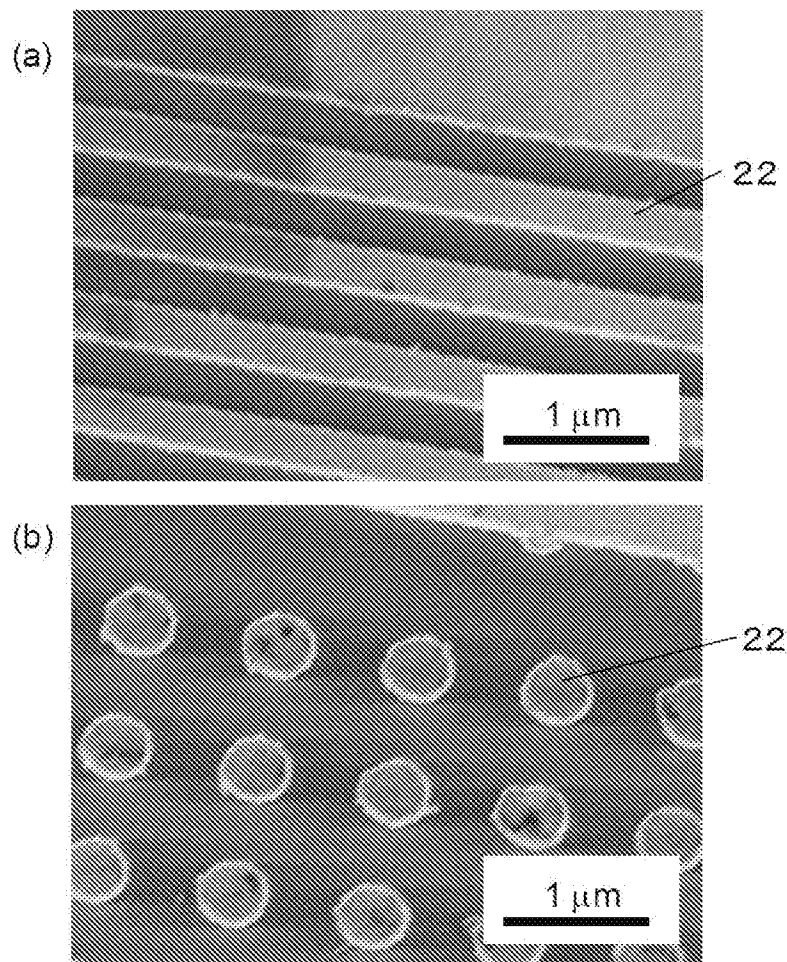
[図5]



[図6]

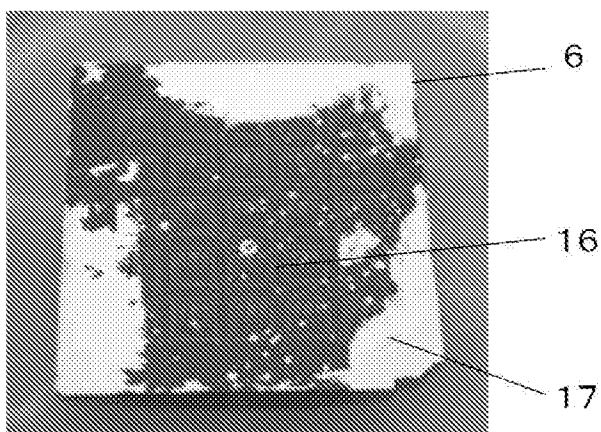


[図7]

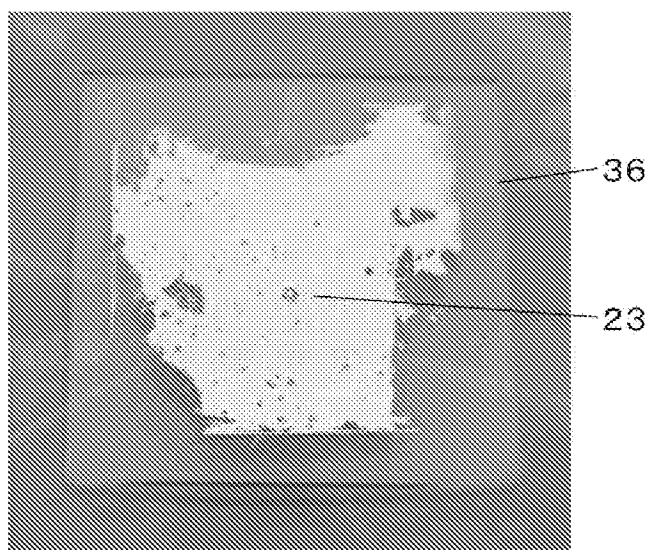


[図8]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/065036

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C27/02(2006.01) i, H01L21/027(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03C27/00-29/00, C03C17/00-17/44, B82B3/00, H01L21/027, H01L21/3205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	HUR Seung-Hyun, Nanotransfer printing by use of noncovalent surface forces: Applications to thin-film transistors that use single-walled carbon nanotube networks and semiconducting polymers, APPLIED PHYSICS LETTERS, 2004.12.06, Vol.85, No.23, p.5730-5732	1-4, 6-14 5
Y A	JP 2004-119708 A (NEC Corp.), 15 April 2004 (15.04.2004), claims; paragraphs [0015], [0019]; fig. 1 (Family: none)	1-4, 6-14 5
Y A	WO 2007/100007 A1 (Toshiba Corp.), 07 September 2007 (07.09.2007), paragraphs [0047] to [0050]; fig. 9, 10 & US 2009/53632 A1 & EP 1990792 A1	1-4, 6-14 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 October, 2010 (18.10.10)

Date of mailing of the international search report
09 November, 2010 (09.11.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/065036

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-505845 A (President and Fellows of Harvard College), 12 February 2009 (12.02.2009), paragraph [0037]; fig. 1 & EP 1920295 A2 & WO 2007/021741 A2	1-4, 6-14 5
Y A	JP 2008-266123 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0001], [0015] to [0017], [0032] to [0033] & US 2010/112341 A1 & WO 2008/123293 A1	1-4, 6-14 5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C03C27/02 (2006.01)i, H01L21/027 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C03C27/00-29/00, C03C17/00-17/44, B82B3/00, H01L21/027, H01L21/3205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	HUR Seung-Hyun, Nanotransfer printing by use of noncovalent surface forces: Applications to thin-film transistors that use single-walled carbon nanotube networks and semiconducting polymers, APPLIED PHYSICS LETTERS, 2004.12.06, Vol.85, No.23, p.5730-5732	1-4, 6-14 5
Y A	JP 2004-119708 A (日本電気株式会社) 2004.04.15, 特許請求の範囲、【0015】、【0019】、図1 (ファミリーなし)	1-4, 6-14 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 8 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 9 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤代 佳

4 T

3 8 3 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2007/100007 A1 (株式会社東芝) 2007. 09. 07, 【0 0 4 7】－【0 0 5 0】、図 9, 1 0 & US 2009/53632 A1 & EP 1990792 A1	1-4, 6-14 5
Y A	JP 2009-505845 A (プレジデント・アンド・フエローズ・オブ・ハ ーバード・カレッジ) 2009. 02. 12, 【0 0 3 7】、図 1 & EP 1920295 A2 & WO 2007/021741 A2	1-4, 6-14 5
Y A	JP 2008-266123 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2008. 11. 06, 【0 0 0 1】、【0 0 1 5】－【0 0 1 7】、【0 0 3 2】－【0 0 3 3】 & US 2010/112341 A1 & WO 2008/123293 A1	1-4, 6-14 5