

(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



(43) 国際公開日
2011 年 9 月 15 日(15.09.2011)

PCT

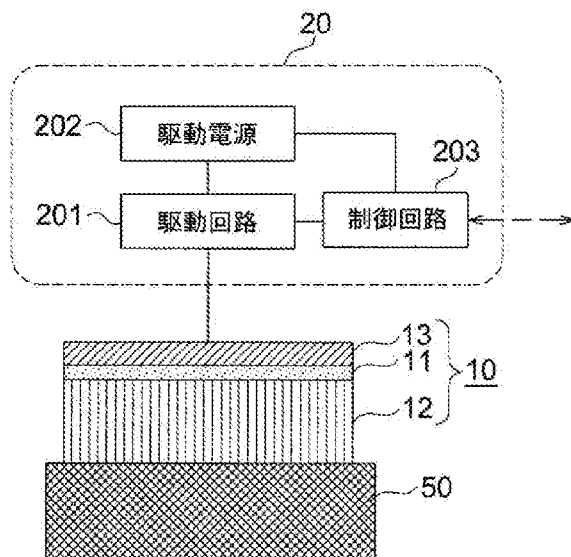
(10) 国際公開番号
WO 2011/111486 A1

- (51) 国際特許分類:
H02N 13/00 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053232
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 16 日(16.02.2011)
- (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 2010-050341 2010 年 3 月 8 日(08.03.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタホールディングス株式会社(Konica Minolta Holdings, Inc.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内一丁目 6 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): 和田 滋 (WADA Shigeru) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (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, JP, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

- (54) Title: GRASPING APPARATUS
- (54) 発明の名称: 把持装置

[図1]



201 DRIVE CIRCUIT
202 DRIVING POWER SUPPLY
203 CONTROL CIRCUIT

(57) Abstract: Disclosed is a grasping apparatus that grasps an object with a van der Waals force, wherein the grasping apparatus is provided with: a holding member that has a plurality of fine hairs, and is formed of dielectric material; a moving mechanism that makes the holding member move relative to the object so as to have the plurality of fine hairs come in contact with the object; and a drive circuit that applies to an electrode a voltage that has the polarity thereof changed alternately with the lapse of time, when the plurality of fine hairs is to be released from a state of grasping the object with the van der Waals force.

(57) 要約: 物体をファンデルワールス力により把持する把持装置において、複数の細毛を有し、誘電体材料で形成された保持部材と、前記複数の細毛が前記物体と接するように、前記保持部材を前記物体に対して相対的に移動させる移動機構と、前記複数の細毛が前記物体をファンデルワールス力により把持している状態から解放するとき、前記電極に時間の経過と共に交互に極性が変わる電圧を印加する駆動回路とを備えた。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 把持装置

技術分野

[0001] 本発明は、把持装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、エネルギー効率の面でバイオミメティックス（生物模倣技術等と称される。）が注目されつつある。その例として、ヤモリが四肢で壁や天井を歩く際の付着能力がある。

[0003] ヤモリの天井への付着力はその足の裏面に生えているナノサイズの微細毛によるものである。この付着力は、毛の先端と付着面との間の接触で発生するファンデルワールス力による。人工的にヤモリの足の微細毛を模倣した部材を製作し、この部材の付着力を利用しようとする研究が精力的に行われている。

[0004] ファンデルワールス力の利用の例として、プリント基板への電子部品（チップ部品）の実装がある。現状では、例えばロボットアーム等の先端部でのチップ部品の把持は、真空吸着を利用する方法が一般的であるが、チップ部品は年々微小となり、真空吸着による把持が困難な状況となりつつある。真空吸着等の従来方法に替わる把持方法としてファンデルワールス力の利用が考えられる。

[0005] 特許文献１においては、ヤモリの足裏の繊毛を模した長手を備え、ファンデルワールス力を得る吸着装置が開示されている。この長手は、正の導体と負の導体とが絶縁体により遮断された構造を有している。

[0006] 特許文献２においては、異方性の毛状部を有する吸着構造を備えた物体取り扱いモジュールが開示されている。この毛状部は、基部に対して斜めに形成されており、また毛状部の先端部も斜めになっている。物体取り扱いモジュールは、この毛状部を対象物の接触面の接線方向から接触させることにより、対象物を吸着するように構成されている。

- [0007] 特許文献3においては、複数の突起を備えるナノ構造にファンデルワールス力によって付着した塵等の微小粒子を、ナノ構造への電位の印加によりナノ構造より引き離すことが開示されている。また、特許文献3は、このナノ構造を物体の移動に用いることについても開示している。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2007-236174号公報
特許文献2：国際公開第2007/121450号
特許文献3：米国特許出願公開第2008/0169003号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] しかしながら、特許文献1に記載の長手は、正負両極となる金属等の導体を電氣的に絶縁する複雑な構造であり、これ製造することは容易ではなく、その具体的な方法は示されていない。
- [0010] 特許文献2に記載の物体取り扱いモジュールは、取り扱う物体がある程度の大きさであることを前提とした構成であり、微小な物体を扱うことは困難であるという欠点を有する。
- [0011] 特許文献3に記載のシステムでは、ナノ構造に可変レベルの電位を与えることによりファンデルワールス力を調整するとしているが、ナノ構造に電位を与えた場合の電場により生じる静電力は吸着力にもなり得るので、正負いずれかの電位のみで接触面との吸着力を制御することは容易でない。
- [0012] 本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、ファンデルワールス力によって把持された対象物を自在に解放することができる把持装置を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0013] 上記の課題は、以下の構成により解決される。
- [0014] 物体をファンデルワールス力により把持する把持装置において、

複数の細毛を有し、誘電体材料で形成された保持部材と、
前記複数の細毛が前記物体と接するように、前記保持部材を前記物体に対して相対的に移動させる移動機構と、
前記保持部材の前記複数の細毛を有する側とは反対側に設けられた電極と、
前記複数の細毛が前記物体をファンデルワールス力により把持している状態から解放するとき、前記電極に時間の経過と共に交互に極性が変わる電圧を印加する駆動回路とを備えたことを特徴とする把持装置。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、ファンデルワールス力によって把持された対象物を自在に解放することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明に係る実施の形態の把持部及び制御部の概略構成を示す図である。
[図2]本発明に係る実施の形態の把持装置の概略構成を示す図である。
[図3]細毛を備える保持部材の斜視図である。
[図4]把持対象物に接触している把持部の電気的狀態を示す図である。
[図5]電極に印加する電圧を示す図である。
[図6]把持部の別の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明を実施の形態に基づいて説明するが、本発明は該実施の形態に限らない。

[0018] 図2に本発明に係る実施の形態の把持装置1の全体の概略構成を示す。把持装置1は、架台の上に設置される把持移動部30を備えている。把持移動部30は、例えば架台の上の位置Aから位置Bに把持部10で把持した把持対象物50を2次元（1次元や3次元とすることもできる）移動可能とするものである。把持移動部30は、垂直ガイド軸34、垂直移動部33、水平ガイド軸32及び水平移動部31を備えている。

- [0019] 垂直移動部 33 は、架台に固定されている垂直ガイド軸 34 に沿って垂直方向に移動可能であり、水平移動部 31 は、水平ガイド軸 32 に沿って水平方向に移動可能である。垂直移動部 33 は、水平ガイド軸 32 が垂直ガイド軸 34 に対し略直角方向となるように、その一方の端部を保持している。垂直移動部 33 及び水平移動部 31 は、それぞれ内部にモータ等の駆動部を備えており、図示しない移動制御部により駆動部を制御することにより、水平移動部 31 が保持部材 31a を介して保持する把持部 10 を 2 次元で自在に移動可能とすることができる。尚、本実施の形態では、把持対象物 50 を把持するに際し、把持部 10 を移動させるが、把持対象物 50 を移動する形態のものも考えられ、把持部 10 は把持対象物 50 に対して相対的に移動するものであればよい。
- [0020] 把持部 10 には、把持部 10 に印加する電力を制御する制御部 20 が接続され、印加される電力の制御により把持対象物 50 の把持及び解放を行うことができる。把持部 10 及び制御部 20 の構成を図 1 に示す。
- [0021] 把持部 10 は、非導電材料で形成された保持部材 11 に細毛 12 が複数形成された微細構造体を有している。保持部材 11 の細毛 12 が備わる側の反対側には、導電性材料で形成された電極 13 が設けられている。
- [0022] 保持部材 11 に細毛 12 が備わっている様子を部分的に拡大して図 3 に示す。図 3 は、細毛 12 が把持対象物 50 に接する側である細毛 12 の先端部を下向きにした状態で示す。図 3 に示すように、細毛 12 は、保持部材 11 の下面から細毛 12 の先端までの高さ（長さ）がほぼ揃うように設けられている。細毛 12 は、導電材料で形成されており、本実施の形態では CNT（カーボンナノチューブ）で形成されている。CNT 以外には、金属繊維、導電性高分子繊維等を用いることができる。細毛 12 が把持対象物 50 に接した際の把持力は、細毛 12 の材料、断面積、長さ及び密度と、把持対象物 50 との見かけ接触面積（接触しているように見えている面積）とで決まると考えられる。これらの条件は、把持対象物 50 に応じて適宜決めれば良いが、製造の容易性やコストの観点から、実質的には細毛 12 の断面積（直径）

を主体として決められる。細毛 12 の直径が小さい程、単位面積当たりの細毛 12 の数を多くすることができ、細毛 12 が把持対象物 50 に接触する実質的な接点が多くなり、把持力（接触部分全体のファンデルワールス力）はより大きくなる。

[0023] 細毛 12 の直径及び長さは、把持対象物 50 の大きさ、重さ及び接触表面のうねり等の表面状態、製造の容易さ、製造コスト等を併せて考慮して適宜決めれば良い。細毛 12 に関しては、その直径は $50\ \mu\text{m}$ 以下が好ましく、そのアスペクト比（長さ／直径）は 2.5 以上が好ましく、直径を $50\ \mu\text{m}$ 以下でアスペクト比 2.5 以上とすると柔軟で可撓性を十分に備えたものとすることができる。

[0024] このような細毛 12 は、把持対象物 50 の接触表面に $10\ \mu\text{m}$ 程度のうねりがあっても、また細毛 12 自体の高さ（長さ）の製造ばらつきがあっても、把持対象物 50 の表面に対し、ファンデルワールス力が十分生じるような接触が可能となる。尚、直径の下限とアスペクト比の上限とは特に定めないが、ファンデルワールス力を利用すること、把持対象物 50 の大きさ及び製造の容易さ等の実用的な観点から自ずと制限され、仕様に応じて適宜定めればよい。

[0025] 保持部材 11 の材料は、誘電体の非導電性材料で、薄くすることが可能なものであれば良く、例えば絶縁性の樹脂フィルムがあり、誘電率がより大きいものが好ましい。また、保持部材 11 は、数 kV の印加電圧によっても絶縁破壊されない厚みと誘電率とを有するものが好ましい。保持部材 11 としても用いることができる樹脂フィルムとしては、例えばポリエステルフィルム、ポリカーボネートフィルム、ポリイミドフィルム等が挙げられる。

[0026] 細毛 12 を備える保持部材 11 の製造の具体例として、保持部材 11 を樹脂フィルム、細毛 12 を CNT とすると、シリコン基板上に CVD 法を用いて CNT を垂直に配向して成長させ、これを、表面部分を溶解又は接着剤を塗布した樹脂フィルムに押圧・転写する方法がある。

[0027] 保持部材 11 の細毛 12 がある面の反対側の面には、電極 13 が設けられ

ている。電極 13 は、例えば真空蒸着により形成することができ、その電極材料としては特に限定されるものではなく、アルミニウム、亜鉛、錫、ニッケル、銅及び銀等を単独で、また組み合わせて合金や多層にして用いることができる。

[0028] このように、電極 13 が保持部材 11 によって、細毛 12 と電気液に絶縁された状態とすることにより、電極 13 に電圧を印加しても、細毛 12 から把持対象物 50 への電流がほとんど生じることがなく、放電も生じ難くすることができる。

[0029] 制御部 20 は、電極 13 に電力を付与する駆動回路 201、駆動回路 201 を制御する制御回路 203 及び駆動回路 201 と制御回路 203 とに電力を供給する駆動電源 202 を備えている。制御回路 203 は、制御部 20 の外部からの制御信号等により駆動回路 201 を制御する。尚、制御部 20 は、把持移動部 30 を制御する移動制御部と一体化して、これらを統括して制御する統括制御装置としてもよく、把持装置 1 の全体を制御するものであってもよい。

[0030] 駆動回路 201 は、制御回路 203 からの指示に基づき、把持対象物 50 の電位を基準電位（例えば GND）として、電極 13 に印加する電圧の極性を正負に変化させることができる。尚、把持対象物 50 の電位を必ずしも GND とする必要はない。

[0031] これまで説明した把持装置 1 の動作について、図 4、5 を参照しながら説明する。図 4（a）から（c）は、1 つの細毛 12 に注目して把持部 10 と把持対象物 50 とにおける電氣的状態を模式的に示している。図 5 は、電極 13 に印加する電圧の時間的な変化を示している。尚、図 5 においては、上方が負である。

[0032] 移動制御部（図示しない）が把持対象物 50 の把持の指示を受けると、把持移動部 30 は、把持部 10 をこれまでの把持部 10 の移動経験や、接触により生じる反力検知等により、細毛 12 が把持対象物 50 に接近・接触するように移動させ、押圧する（押圧工程）。

- [0033] 次に、制御部 20 に対し把持対象物 50 の付着が指示されると、この指示に基づき制御回路 203 は電極 13 に所定値以上の電圧を印加するように駆動回路 201 を制御する。
- [0034] 駆動回路 201 は、図 5 に示すように、制御回路 203 の制御により所定値以上の負の電圧 V_1 を電極 13 に印加する。電極 13 に電圧 V_1 が印加された際の電氣的状態を図 4 (a) に示す。電極 13 への負の電圧 V_1 の印加により、保持部材 11 の電極 13 が接触する側の面の近傍には正の電荷が集中し、反対側の面の近傍には負の電荷が集中する。この集中した負の電荷によって、細毛 12 の保持部材 11 側には正の電荷が集中し、反対側の先端部付近には負の電荷が集中する。なお、細毛 12 は、導電性ではあるが、ある程度の抵抗を有するため、ここでは模式的に誘電体と同様のものとして示している。
- [0035] 細毛 12 の先端部付近の負の電荷により把持対象物 50 の表面には正の電荷が集中する。この細毛 12 と把持対象物 50 との電荷により静電力が生じ、把持対象物 50 は細毛 12 に付着される（付着工程）。
- [0036] 把持部 10 に一時的（図 5 の時間 t が 0 から t_1 までの間）に所定値以上の電圧 V_1 を付与して、把持対象物 50 と細毛 12 との間にファンデルワールス力よりも強力に作用する静電力を生じさせることで、把持対象物 50 と細毛 12 との接触を確実なものとすることができる。
- [0037] 電極 13 に印加する電圧 V_1 の電圧値 V_{a1} は、把持移動部 30 による把持部 10 の移動により細毛 12 が把持対象物 50 に接触した状態で発生すると想定されるファンデルワールス力よりも強力な静電力が生じる値（所定値）以上としている。
- [0038] 発生させた静電力により、細毛 12 と把持対象物 50 との距離がより近づき、細毛 12 と把持対象物 50 との接触が促進され、接触圧もより大きくなるようになされる。これらは、細毛 12 と把持対象物 50 との接触面積がより大きくなるように作用し、例えば把持対象物 50 の表面粗さで示される凹部の奥まで細毛 12 の先端が接触・付着できるようになる。尚、電圧 V_1 の

電圧値 V_a1 及び印加時間（ $t=0$ から t_1 ）は、把持部10が確實（ファンデルワールス力のみで把持対象物50を把持できる状態）に把持対象物50を把持できる電圧値及び時間とし、実験等により定めることができる。

[0039] なお、本実施の形態では、細毛12としてCNTを用いているため、把持対象物50と細毛12との間で一般的に生じるファンデルワールス力の極性（図4（b）における電気双極子の向き）に合わせて、電圧 V_1 を負の値としている。このファンデルワールス力の極性は把持対象物50と細毛12との素材で決まるものであるため、把持対象物50の素材によっては電圧 V_1 を正の値とする方が望ましい場合がある。したがって、電圧 V_1 を負の値とするか正の値とするかは、把持対象物50の素材によって決めればよい。

[0040] 電極13への電圧 V_1 の印加により生じる静電力により、一旦、上記のように把持対象物50と細毛12との付着がなされた後（図5に示す時間 t_1 経過後）、制御部20に対し電圧印加の終了が指示される。この指示に基づき、制御部20は、図5に示すように、電極13への電圧 V_1 の印加を停止する。電圧 V_1 印加の停止直前の状態においては、細毛12端部と把持対象物50の表面とは、微小な凸凹の存在にかかわらず、静電力により、十分にファンデルワールス力の働く接触若しくは距離範囲内にある。このため、図4（b）に示すように、細毛12の先端部分及び細毛12の先端部分が接触又は近接する把持対象物50の表面近傍には、電気双極子（エレクトリックダイポール：Electric dipole）が発生し、把持部10は、電極13への電圧 V_1 の印加が停止されても、静電力に代わりファンデルワールス力により把持対象物50の把持状態を十分に維持することができる。この把持状態を維持する上で、把持部10への電力の供給は不要であり、把持装置1はエネルギー削減に寄与することができる。

[0041] なお、以上の説明では、時間 t_1 までの期間に電圧 V_1 を電極13に印加することになっているが、この電圧 V_1 の印加は必ずしも必要ではない。電圧 V_1 を電極13に印加しなくても把持移動部30による把持部10の移動によって細毛12を把持対象物50に十分に密着させることができれば、細毛

12と把持対象物50との間で働くファンデルワールス力によって把持対象物50を把持することができる。

[0042] 次に、制御部20に対し把持対象物50の解放が指示されると、この指示に基づき、制御回路203は、電極13に所定の振幅値の正負交番電圧V2を印加するように駆動回路201を制御する。図5に示すように、時間t2より、駆動回路201は、制御回路203の指示により、時間の経過と共に交互に極性が変わる交番電圧V2を電極13に印加する。

[0043] 交番電圧V2の振幅値Va2は、付着状態で発生すると想定されるファンデルワールス力と同等の静電力を生じる値（所定値）以下とし、保持部材11の電極13の接触面側に集中する電荷は、想定されるファンデルワールス力と同等以下の静電力を生じる程度とすることが望ましい。尚、ここで想定されるファンデルワールス力とは、把持対象物50を把持した状態で平均的に想定されるものであればよい。つまり、多数の細毛12のそれぞれと把持対象物50との接触状態は、個々に異なると考えられるため、全体として平均的なファンデルワールス力を想定すればよい。

[0044] 電極13に印加する電圧の極性を交互反転させると、ファンデルワールス力の発生源の双極子の方向に関わらず、少なくとも電圧変化サイクルの2回に1回はこのファンデルワールス力の全部又は一部を相殺する方向に静電力が発生する。ファンデルワールス力が相殺されると把持対象物50は、重力その他の力の関係により、把持部10から解放されることになる（解放工程）。

[0045] 尚、交番電圧V2の振幅値及び印加時間（ $t = t_2$ から t_3 ）は、把持部10が確実に把持対象物50を解放できるように実験等により定めることができる。また、交番電圧V2の周波数は、上記と同様に実験等により定めることができるが、定める上で、細毛12の固有振動数を目安にすることができる。

[0046] 次に、変形例として、図1の把持部10とは異なる構成の把持部10aを説明する。尚、他の構成、把持・解放動作は上記の説明と同様であるため、

説明を省略する。

- [0047] 把持部 10 a は、図 6 の模式図に示すように、誘電体材料で形成された一体構造の保持部材 11 a と細毛 12 a を有している。保持部材 11 a の細毛 12 a がある面側の反対側の面には、図 1 の構成と同じく、電極 13 が設けてある。
- [0048] 保持部材 11 a と細毛 12 a との形状は、図 1 の保持部材 11 と細毛 12 と同じなので、説明を省略する。
- [0049] 保持部材 11 a と細毛 12 a とに用いられる誘電体材料は、数 kV の印加電圧によっても絶縁破壊されない誘電率を有するものが好ましく、また、可撓性があり微細形状を容易に形成できる材料であれば、特に限定されることはない。具体的な保持部材 11 a と細毛 12 a との一体構造の例としては、ゴム材料にチタン酸バリウム等の誘電体を混合したものを基材として、ナノインプリントや光造形等により製造することができる。
- [0050] 電極 13 は、細毛 12 a と絶縁された状態となり、電極 13 に電圧を印加しても、細毛 12 a から把持対象物 50 への電流がほとんど生じることがなく、放電も生じ難くすることができる。
- [0051] 図 1 の構成と同様に、把持部 10 a の電極 13 に、制御部 20 の駆動回路 201 の出力を接続することで、把持部 10 a は把持対象物 50 の把持・解放を同様に行うことができる。
- [0052] これまでに説明したように、把持部 10、10 a に所定値以下の振幅値で振動する交番電圧 V_2 を付与することで、ファンデルワールス力を一時的に無力とすることにより、把持部 10 は把持対象物 50 の解放を確実に行うことができる。
- [0053] 把持部 10 の構成は簡単であり、電極 13 への電圧の付与も、簡単な回路構成で達成可能であるため、把持装置 1 は安価に達成することができる。更に、把持部 10 が把持対象物 50 の把持状態を維持する際は、ファンデルワールス力によるため、電極 13 に電圧を印加しておく電力を必要とせず、エネルギー削減に寄与することができる。

符号の説明

- [0054] 1 把持装置
- 1 0、1 0 a 把持部
- 1 1、1 1 a 保持部材
- 1 2、1 2 a 細毛
- 1 3 電極
- 2 0 制御部
- 2 0 1 駆動回路
- 2 0 2 駆動電源
- 2 0 3 制御回路
- 3 0 把持移動部
- 3 1 水平移動部
- 3 2 水平ガイド軸
- 3 3 垂直移動部
- 3 4 垂直ガイド軸
- 5 0 把持対象物

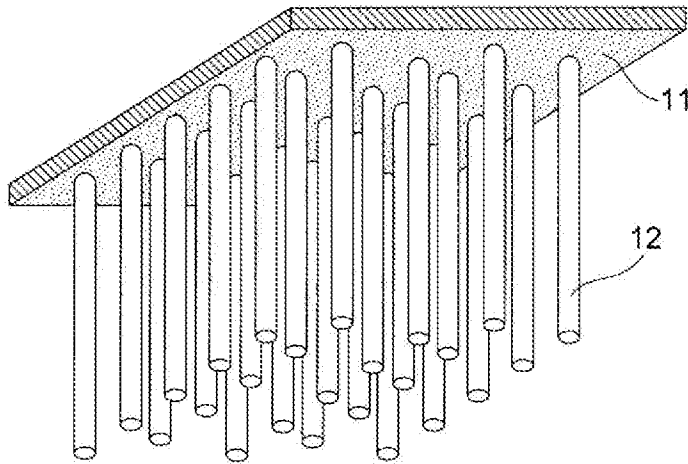
請求の範囲

- [請求項1] 物体をファンデルワールス力により把持する把持装置において、
複数の細毛を有し、誘電体材料で形成された保持部材と、
前記複数の細毛が前記物体と接するように、前記保持部材を前記物体に対して相対的に移動させる移動機構と、
前記保持部材の前記複数の細毛を有する側とは反対側に設けられた電極と、
前記複数の細毛が前記物体をファンデルワールス力により把持している状態から解放するとき、前記電極に時間の経過と共に交互に極性が変わる電圧を印加する駆動回路とを備えたことを特徴とする把持装置。
- [請求項2] 前記複数の細毛は、前記誘電体材料により前記保持部材と一体構造で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の把持装置。
- [請求項3] 前記複数の細毛は、導電材料で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の把持装置。
- [請求項4] 前記複数の細毛は、カーボンナノチューブで形成されていることを特徴とする請求項3に記載の把持装置。
- [請求項5] 前記複数の細毛は、断面の直径が $50\mu\text{m}$ 以下でアスペクト比2.5以上であることを特徴とする請求項1から4の何れか一項に記載の把持装置。
- [請求項6] 前記駆動回路は、前記複数の細毛が前記物体を把持する際に、静電力を発生するための所定の電圧を前記電極に印加することを特徴とする請求項1から5の何れか一項に記載の把持装置。
- [請求項7] 前記移動機構は、前記保持部材を垂直方向に移動させる垂直移動部と、前記保持部材を水平方向に移動させる水平移動部とを有することを特徴とする請求項1から6の何れか一項に記載の把持装置。

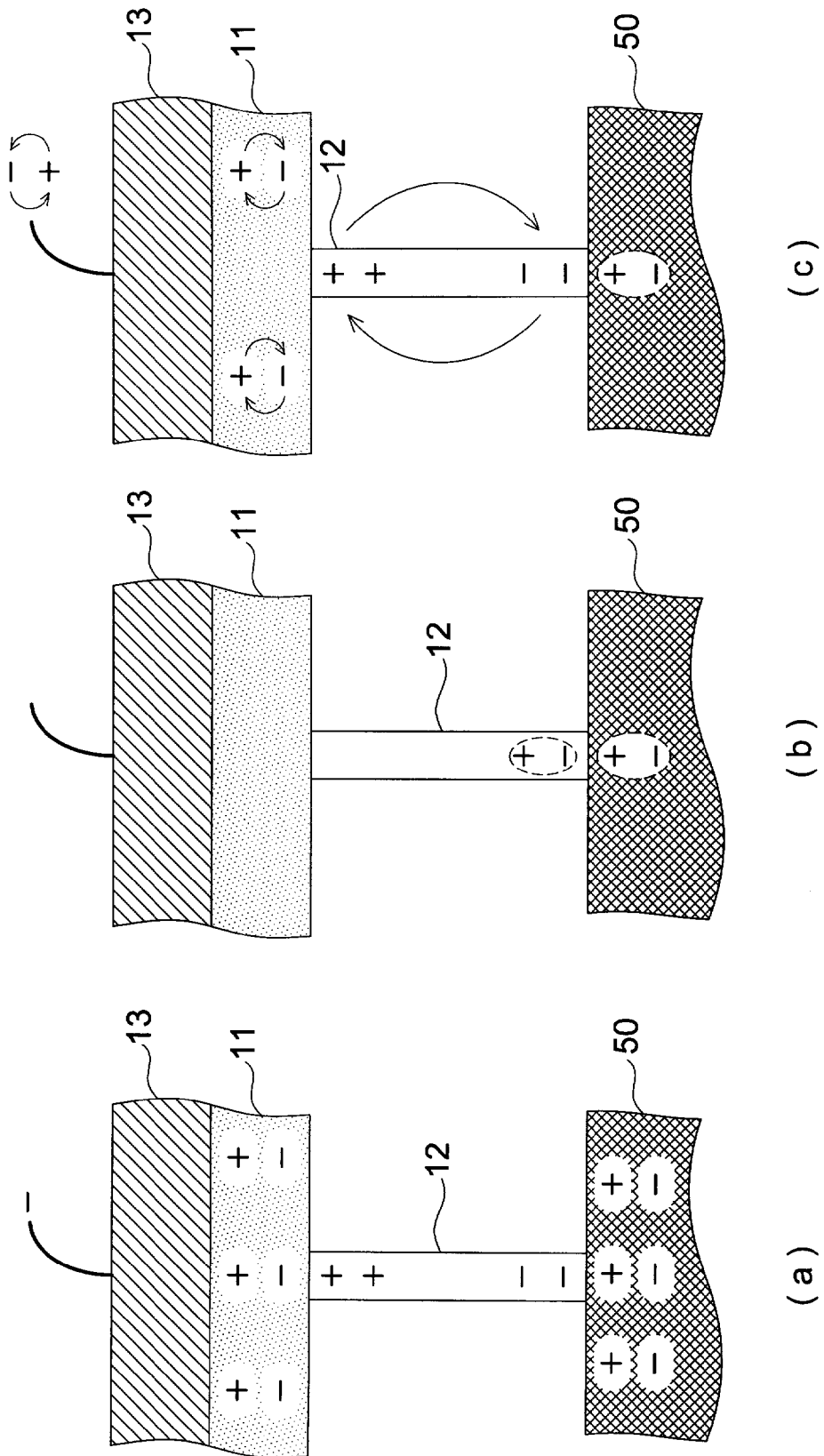
The block diagram shows a driving circuit 20 enclosed in a dashed box. It includes a driving power source 202, a driving circuit 201, and a control circuit 203. The driving power source 202 is connected to the driving circuit 201. The control circuit 203 is connected to the driving circuit 201 and has a bidirectional connection to an external system (indicated by a dashed arrow). The driving circuit 201 is connected to the device 10.

The cross-sectional view of the device 10 shows a substrate 50 with a patterned layer 12 on top. Above the patterned layer 12 is a thin layer 11, and above that is a top layer 13.

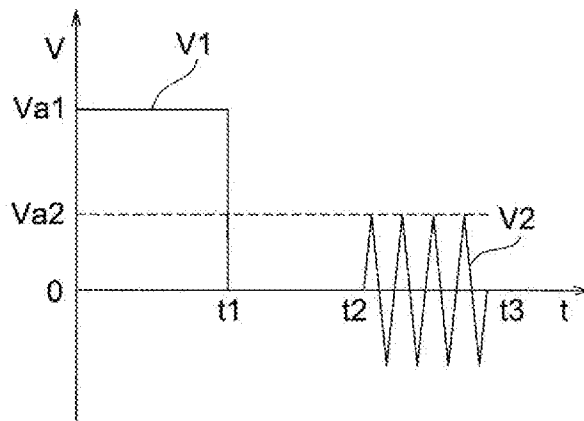
[図3]



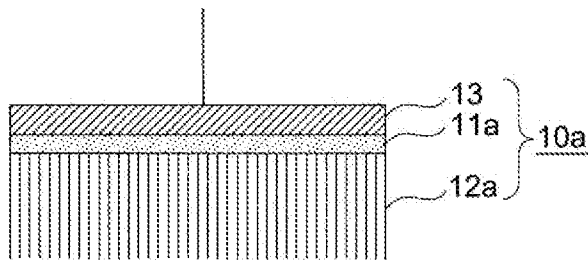
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N13/00 (2006.01) i, H01L21/683 (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)

H02N13/00, H01L21/683

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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	JP 2009-117441 A (Creative Technology Corp.), 28 May 2009 (28.05.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
Y	JP 2007-236174 A (Lopez Berengueres Jose Oriol), 13 September 2007 (13.09.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
Y	JP 2010-21510 A (Canon Anelva Corp.), 28 January 2010 (28.01.2010), paragraph [0017]; fig. 1 & US 2009/0308537 A1 & KR 10-2009-0129960 A & CN 101604654 A	1-7



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
04 March, 2011 (04.03.11)

Date of mailing of the international search report
15 March, 2011 (15.03.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053232

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-118164 A (Seiko Epson Corp.), 19 April 2002 (19.04.2002), paragraphs [0019] to [0021]; fig. 3 (Family: none)	1-7
Y	JP 2001-358193 A (Ulvac, Inc.), 26 December 2001 (26.12.2001), paragraphs [0022] to [0023] (Family: none)	7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02N13/00(2006.01)i, H01L21/683(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. H02N13/00, H01L21/683

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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	JP 2009-117441 A（株式会社クリエイティブ テクノロジー） 2009.05.28, 全文、全図（ファミリーなし）	1 - 7
Y	JP 2007-236174 A（ロペス ベレンゲレス ホセ オリオル） 2007.09.13, 全文、全図（ファミリーなし）	1 - 7
Y	JP 2010-21510 A（キヤノンアネルバ株式会社）2010.01.28, 【O O 1 7】、第1図 & US 2009/0308537 A1 & KR 10-2009-0129960 A & CN 101604654 A	1 - 7

☒ 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
0 4 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日
1 5 . 0 3 . 2 0 1 1

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）

3 V

3 0 2 6

大山 広人

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

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	JP 2002-118164 A (セイコーエプソン株式会社) 2002. 04. 19, 【0 0 1 9】 - 【0 0 2 1】、第3図 (ファミリーなし)	1 - 7
Y	JP 2001-358193 A (株式会社アルバック) 2001. 12. 26, 【0 0 2 2】 - 【0 0 2 3】 (ファミリーなし)	7