(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
2015 年 9 月 3 日(03.09.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/129462 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/053775

(22) 国際出願日: 2015 年 2 月 12 日(12.02.2015)

(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 2014-035957 2014 年 2 月 26 日(26.02.2014) JP

(71) 出願人: 大日本印刷株式会社(**DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高橋 徳男(**TAKAHASHI Norio**); 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目１番１号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 勝沼 宏仁, 外(**KATSUNUMA Hirohito** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１丁目６番６号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

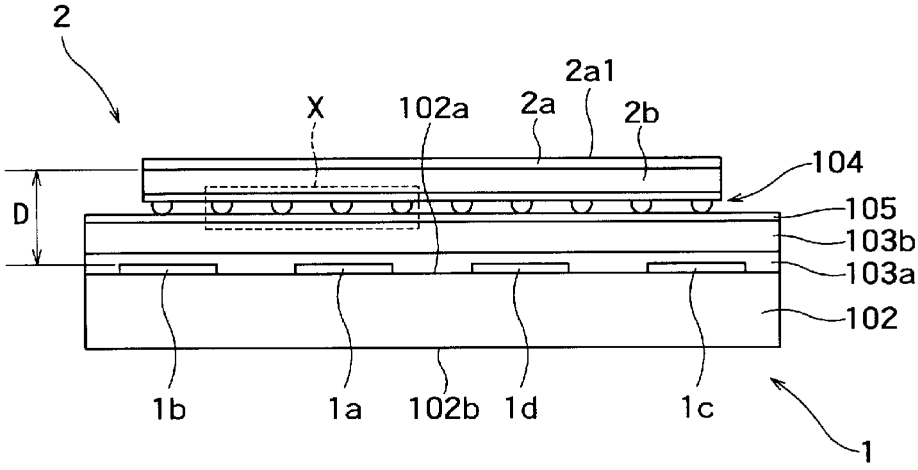
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, 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**: ELECTROSTATIC ACTUATOR

(54) 発明の名称 : 静電アクチュエータ



100

(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide an electrostatic actuator that is able to suppress deterioration in the driving force of a moving element when humidity is high or there are water droplets such as condensation. An electrostatic actuator (100) comprises: a stationary element (1) having a substrate (102) and electrodes (1a-1d) provided on the substrate; and a moving element (2) arranged on a surface of the stationary element, which includes the electrodes. The moving element has a resin substrate (2a) and a plurality of projecting bodies (104) provided to the stationary element side of the resin substrate. A surface of the stationary element that faces the plurality of projecting bodies is subjected to a water repellency treatment.

(57) 要約: 高湿中や結露などの水滴が存在する場合において移動子の駆動力の低下を抑制することが可能な静電アクチュエータを提供する。静電アクチュエータ（１００）は、基板（１０２）と、基板上に設けられた電極（１ａ－１ｄ）とを有する固定子（１）と、固定子の前記電極を有する面上に配置される移動子（２）と、を備える。移動子は、樹脂基板（２ａ）と、樹脂基板の固定子側に設けられた多数の突状体（１０４）と、を有する。多数の突状体に対向する固定子の面は、撥水処理されている。

WO 2015/129462 A1

明 細 書

発明の名称 ： 静電アクチュエータ

技術分野

[0001] 本発明は、静電アクチュエータに関する。

背景技術

[0002] 従来、電極が設けられた固定子と、この固定子上に配置されるとともに、樹脂基板と、樹脂基板上に設けられた抵抗層とを有する移動子と、を備えた静電アクチュエータが知られている（例えば、特開平１－１０１７９７号公報参照。）。

[0003] このような静電アクチュエータは、固定子と移動子が平面的に張り付いた状態で動くため、そのままでは固定子と移動子の摩擦抵抗が大きくなる傾向がある。

[0004] そこで、従来の静電アクチュエータには、固定子の上面に絶縁性バインダによって固着された導電性ビーズを固定した凹凸面を設け、この凹凸面に対向する移動子の裏面に潤滑面を設けたものがある（例えば、特開平９－１２１５６２号公報参照。）。

[0005] しかし、ビーズを含むインク（塗料）の印刷またはコーティングは、目詰まりし易く、また、ビーズ含有液体は凝集し、凹凸面にムラが出やすくなる。

[0006] そして、ビーズ含有量が少ない場合、凸部間隔が広くなり、フィルムのたわみにより、凹凸面と潤滑面が平面で接する面積が広くなる。一方、ビーズ含有量が多い場合、カールし易くまた接触する凸部が多くなり摩擦抵抗も大きくなる。

[0007] さらに、ビーズを固定する絶縁性バインダ（樹脂層）は、所定値よりも薄い場合、ビーズが脱落し易くなり、所定値よりも厚い場合、ビーズが覆われ凹凸面の所定の凹凸が形成されない。

[0008] すなわち、上記従来の静電アクチュエータでは、導電性ビーズを用いた凹

凸面の面内における凹凸の均一性が低く、固定子と移動子との間の摩擦抵抗が局所的に大きくなる。

[0009] そして、既述のように、このような従来の静電アクチュエータにおいて、移動子の抵抗層は、樹脂基板を挟んで固定子と反対側に配置されている。

[0010] これにより、抵抗層が固定子と擦れて磨耗や劣化が生じるのを防ぐことができる。

[0011] しかし、この従来の静電アクチュエータでは、湿度の高い環境下で使用すると、外気に触れる面では水膜が生じその水膜が電気的遮蔽層となり移動子が駆動しにくくなる。また、結露した場合には水滴が表面に留まり、固定子と移動子との間に入り込み、固定子と移動子とが密着し摩擦が大きくなり移動子が動き難くなるという問題があった。

[0012] しかし、この従来の静電アクチュエータでは、移動子の樹脂基板の厚みが厚くなると固定子の帯状電極との電極間距離が大きくなり移動子の駆動力が弱くなる問題がある。さらに、移動子に絵柄を印刷する用途の場合に抵抗層の特性に影響を与えることが少ない印刷方式やインク材料を選ばなければならず、自由度が狭くなる問題がある。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0013] 本発明は、このような点を考慮してなされるものであり、高湿中や結露などの水滴が存在する場合において移動子の駆動力の低下を抑制することが可能な静電アクチュエータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の一態様に係る静電アクチュエータは、

基板と、前記基板上に設けられた電極とを有する固定子と、前記固定子の前記電極を有する面上に配置される移動子と、を備えた静電アクチュエータにおいて、

前記移動子は、樹脂基板と、前記樹脂基板の固定子側に設けられた多数の突状体と、を有し、

前記多数の突状体に対向する前記固定子の面は、撥水処理されていることを特徴とする。

[0015] また、前記静電アクチュエータにおいて、

前記固定子は、前記基板上に設けられた前記電極を覆う接着層と、前記接着層上に設けられたカバーフィルムと、前記カバーフィルム上に設けられた潤滑層と、をさらに備え、 前記多数の突状体に対向する前記潤滑層の面は、撥水性を有するようにしてもよい。

[0016] また、前記静電アクチュエータにおいて、

前記多数の突状体に対向する前記基板の面は、撥水処理されているようにしてもよい。

[0017] また、前記静電アクチュエータにおいて、

前記多数の突状体に対向する前記カバーフィルムの面は、撥水処理されているようにしてもよい。

[0018] また、前記静電アクチュエータにおいて、

前記固定子と対向しない前記移動子の前記樹脂基板の面は、撥水処理されているようにしてもよい。

[0019] また、前記静電アクチュエータにおいて、

前記移動子は、前記樹脂基板の固定子側に設けられた抵抗層をさらに有し、

前記多数の突状体は、前記抵抗層の固定子側に設けられているようにしてもよい。

[0020] また、前記静電アクチュエータにおいて、

前記抵抗層は、アンチモンドープ酸化スズ（ＡＴＯ）で構成されているようにしてもよい。

[0021] また、前記静電アクチュエータにおいて、

前記抵抗層の固定子側に設けられた前記多数の突状体は、前記抵抗層の固定子側にカーボンビーズが混ぜられた防湿性樹脂であるようにしてもよい。

[0022] また、前記静電アクチュエータにおいて、

前記移動子の前記樹脂基板の前記固定子と対向しない面に、絵柄が記載されているようにしてもよい。

発明の効果

[0023] 本発明に係る静電アクチュエータにおいて、移動子は、樹脂基板と、樹脂基板の固定子側に設けられた抵抗層と、抵抗層の固定子側に設けられた多数の突状体と、を有し、固定子の多数の突状体に対向する面に、潤滑層が形成されている。

[0024] 本発明に係る静電アクチュエータによれば、湿度の高い環境下での使用であっても、移動子の駆動力が低下することを抑制でき、結露した場合であっても水滴が排除され駆動力の低下が抑制できる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図１は、本発明による静電アクチュエータ１００の構成の一例を示す斜視図である。

[図2]図２は、図１に示す静電アクチュエータ１００を模式的に示す上面図である。

[図3]図３は、図２のＡ－Ａ線に沿った静電アクチュエータ１００の断面の一例を示す断面図である。

[図4]図４は、図３に示す領域Ｘに囲まれる摺動構造体１０４を含む領域を拡大した一例を示す断面図である。

[図5]図５は、図３に示す領域Ｘに囲まれる摺動構造体１０４を含む領域を拡大した他の例を示す断面図である。

[図6]図６は、線状電極１ａ～１ｄに印加される信号ａ～ｄの波形の一例を示す波形図である。

発明を実施するための最良の形態

[0026] 以下、本発明による静電アクチュエータの実施の形態について図面に基づいて説明する。

図１は、本発明による静電アクチュエータ１００の構成の一例を示す斜視

図である。また、図２は、図１に示す静電アクチュエータ１００を模式的に示す上面図である。また、図３は、図２のＡ－Ａ線に沿った静電アクチュエータ１００の断面の一例を示す断面図である。

[0027] なお、簡単のため、図２おいては、接着層１０３ａ、カバーフィルム１０３ｂ、摺動構造体１０４を省略している。

[0028] 図１ないし図３に示すように、静電アクチュエータ１００は、一面１０２ａと他面１０２ｂとを有する基板１０２と、基板１０２の一面１０２ａに各々独立して設けられ、互いに平行に等間隔で配置された複数の線状電極１ａ～１ｄと、を有する固定子１と、固定子１の線状電極１ａ～１ｄ上に移動自在に配置された移動子２と、を備える。

[0029] なお、移動子２を駆動するための信号ａ～ｄは、図示しない駆動回路から静電アクチュエータ１００に入力される。このとき、各信号ａ～ｄは、バスライン１０１ａ～１０１ｄ、スルーホール配線１ｂ２、１ｄ２、および、パッド電極１ｂ１、１ｄ１を介して、線状電極１ａ～１ｄに、それぞれ印加される。

[0030] 以下、固定子１について、さらに詳述する。上述のように、固定子１は、基板１０２と、この基板１０２の一面１０２ａに設けられた導電性を有する複数の線状電極１ａ～１ｄとを備えている。

[0031] さらに、複数の線状電極１ａ～１ｄの一側に（図２の左側）、複数の線状電極１ａ～１ｄに直交する方向に延設するとともに、線状電極１ａと線状電極１ｂに各々接続される第１のバスライン１０１ａと第２のバスライン１０１ｂが互いに平行に設けられている。

[0032] さらに、複数の線状電極１ａ～１ｄの他側に（図２の右側）、複数の線状電極１ａ～１ｄに直交する方向に延設するとともに線状電極１ｃと線状電極１ｄに各々接続される第３のバスライン１０１ｃと第４のバスライン１０１ｄとが互いに平行に設けられている。

[0033] また、基板１０２の一面１０２ａ上に設けられた複数の線状電極１ａ～１ｄを覆って接着層１０３ａ、カバーフィルム１０３ｂが設けられ、さらにカ

バーフィルム１０３を覆って潤滑層１０５が設けられている。すなわち、カバーフィルム１０３ｂは、接着層１０３ａ上に設けられている。また、潤滑層１０５は、カバーフィルム１０３ｂ上に設けられている。

[0034] ところで、基板１０２は、例えば、２５μｍの厚さを有する。この基板１０２に用いられる素材としては、例えば、ポリイミド、ガラスエポキシ樹脂、フェノール樹脂、ＰＥＴ（ポリエチレンテレフタレート）、ＰＥＴ－Ｇ（テレフタル酸－シクロヘキサンジメタノール－エチレングリコール共重合体）、PEN（ポリエチレンナフレタート）、ＰＰ（ポリプロピレン）、ＰＥ（ポリエチレン）、ＰＣ（ポリカーボネート）、ＰＡ（ポリアミド）、ＰＰＳ（ポリフェニレンサルファイド）、ポリ塩化ビニル、塩化ビニル－酢酸ビニル共重合体、セルロースジアセテート、セルローストリアセテート、ポリスチレン系、ＡＢＳ、ポリアクリル酸エステル、ポリエチレン、ポリウレタン等が、選択される。特にポリイミドやPENは高耐熱性、高強度であり好ましい。

[0035] また、上述のように、複数の線状電極１ａ～１ｄは、基板１０２の一面１０２ａ上に各々独立して設けられ、互いに平行に等間隔で櫛歯状に繰り返し配置されている。この線状電極１ａ～１ｄは、例えば、配線ピッチが０．３ｍｍ以下に設定され、また、この線状電極１ａ～１ｄは、その厚さは、例えばポリイミド基板上に電極材としてCuを使用する場合は18μm程度、電極材としてＩＴＯ（酸化インジウムスズ）を形成する場合では１，５００Å程度を有する（図２および図３参照）。

[0036] また、２本の第１、第２のバスライン１０１ａ、１０１ｂは、各々帯状をなし、上述のように線状電極１ａ～１ｄの一側（図２の左側）に、設けられている。

[0037] また、２本の第３、第４のバスライン１０１ｃ、１０１ｄは、各々帯状をなし、上述のように線状電極１ａ～１ｄの他側（図２の右側）に、設けられている。

[0038] 次に、図３により、固定子１の接着層１０３ａ、カバーフィルム１０３ｂ、および潤滑層１０５について詳述する。

図３に示すように、接着層１０３ａは、基板１０２上に複数の線状電極１ａ～１ｄを覆うように設けられている。

[0039] また、カバーフィルム１０３ｂは、接着層１０３ａ上に設けられている。このカバーフィルム１０３に用いられる素材としては、例えば、ポリイミドが選択される。

[0040] また、潤滑層１０５は、カバーフィルム１０３ｂ上に設けられている。すなわち、多数の突状体１０４ｂに対向する固定子１の面に、潤滑層１０５を形成されている。この潤滑層１０５は、例えば、シリコーン樹脂からなる。

[0041] そして、多数の突状体１０４ｂに対向する固定子１の面は、撥水処理されている。例えば、シリコーン樹脂が塗布されている。すなわち、多数の突状体１０４ｂに対向する潤滑層１０５の面は、撥水性を有する。これにより、多数の突状体１０４ｂに対向する固定子１の面において、水滴が排除される。

[0042] これにより、多数の突状体１０４ｂに対向する固定子１の面において、電気的遮蔽層となる水膜の発生を防ぐことができる。

[0043] したがって、湿度の高い環境下での使用であっても、移動子２の駆動力が低下することを抑制でき、結露した場合であっても水滴が排除され駆動力の低下が抑制できる。

[0044] また、多数の突状体１０４ｂに対向する基板１０２の面は、撥水処理されている。例えば、パラフィンワックスが塗布されているようにしてもよい。これにより、基板１０２の面において、水滴が排除される。さらに、多数の突状体１０４ｂに対向するカバーフィルム１０３ｂの面は、撥水処理されている。例えば、シリコーン樹脂が塗布されているようにしてもよい。これにより、カバーフィルム１０３ｂの面において、水滴が排除される。

[0045] 次に、移動子２について詳述する。ここで、図４は、図３に示す領域Ｘに囲まれる摺動構造体１０４を含む領域を拡大した一例を示す断面図である。

[0046] 図１および図２に示すように、移動子２は、固定子１の電極（複数の線状電極１ａ～１ｄ）を有する面上に配置されている。

[0047]　この移動子２は、図３、図４に示すように、絶縁基材（樹脂基板）２ａと、樹脂基板２ａの固定子１側に設けられた抵抗層（抵抗体膜）２ｂと、この抵抗層２ｂの固定子１側（すなわち、樹脂基板２ａの固定子側）に設けられた多数の突状体１０４ｂを含む摺動構造体１０４と、を有する。

[0048]　そして、移動子２の樹脂基板２ａの固定子１と対向しない面２ａ１には、絵柄が記載されている。

[0049]　さらに、移動子２の樹脂基板２ａの固定子１と対向しない面２ａ１に、該絵柄を被覆するように第２の撥水剤が塗布されている。なお、この第２の撥水剤は、例えば、ＰＴＦＥ、フッ素樹脂誘導体、界面活性剤、ワックス、ジメシルロキサン、パラフィン系溶剤、または、乳化剤の何れかである。

[0050]　また、樹脂基板２ａに用いられる素材としては、例えば、ＰＥＴ（ポリエチレンテレフタレート）、ＰＥＴ－Ｇ（テレフタル酸－シクロヘキサンジメタノール－エチレングリコール共重合体）、PEN（ポリエチレンナフレタート）、ＰＰ（ポリプロピレン）、ＰＥ（ポリエチレン）、ＰＣ（ポリカーボネート）、ＰＡ（ポリアミド）、ＰＰＳ（ポリフェニレンサルフイド）、ポリ塩化ビニル、塩化ビニル－酢酸ビニル共重合体、セルロースジアセテート、セルローストリアセテート、ポリスチレン系、ＡＢＳ、ポリアクリル酸エステル、ポリエチレン、ポリウレタン等が、選択される。特に、PETは安価であり、またPENは高耐熱性、高強度であり好ましい。

[0051]　また、固定子１と対向しない移動子２の樹脂基板２ａの面２ａ１は、撥水処理されている。これにより、移動子２の耐湿性を向上することができる。

[0052]　抵抗層２ｂは、上述のように、樹脂基板２ａ上に設けられ、この抵抗層２ｂは、例えば、１μｍ程度の厚さを有する。また、抵抗層２ｂは、例えば、１０^{11}～１０^{13}Ω／□の範囲の表面抵抗値を有する。

[0053]　この抵抗層２ｂは、例えば、アンチモンドープ酸化スズ（ＡＴＯ）で構成されている。

[0054]　ここで、抵抗層２ｂの固定子１側にカーボンビーズ（導電性ビーズ）１０４ａが混ぜられた防湿性樹脂１０４ｃが塗布されることにより、多数の突状

体１０４ｂが抵抗層２ｂの固定子１側に設けられる。

[0055] これにより、移動子２の固定子１側の面を滑りやすいマット状の形状にしつつ、移動子２の固定子１側の面に適度な放電特性を持たせることができる。

[0056] なお、既述の防湿性樹脂１０４ｃは、溶剤を含まない水系の樹脂（例えば、スチレンアクリル樹脂である）である。これにより、ＡＴＯへのダメージを低減することができる。

[0057] さらに、この防湿性樹脂１０４ｃには、第１の撥水剤が混ぜられている。なお、この第１の撥水剤は、例えば、パラフィンワックスである。これにより、電極と帯電面との間に、導電膜になる水の膜が形成されるのを抑制することができる。

[0058] 既述のように、摺動構造体１０４は、防湿性樹脂１０４ｃとカーボンビーズ１０４ａで構成される多数の突状体１０４ｂを含み、固定子１の上面（潤滑層１０５）に対して摺動性を有する。

[0059] すなわち、移動子２の固定子１側の面には、移動子２の摺動性を高めるために、多数の突状体１０４ｂが設けられた摺動構造体１０４が形成されている。そして、摺動構造体１０４に対向する固定子１の面に、潤滑層１０５が形成されている。

[0060] これにより、固定子１と移動子２との間の接触面積が減少し、摩擦抵抗を低減することができる。特に、移動子２に摺動構造体１０４を形成することで、固定子１に摺動構造体を形成する従来の場合と比較して、摺動構造体の面積を小さくすることができる。

ここで、多数の突状体１０４ｂが設けられた摺動構造体１０４において、突状体１０４ｂを均一に形成する必要があり、突状体１０４ｂの均一性の歩留まりを向上させるためには、製造コストが増加する。

しかし、上述のように、静電アクチュエータ１００は、移動子２に摺動構造体１０４が形成されており、摺動構造体１０４の面積を小さくできる。すなわち、特別な加工の制御が必要な摺動構造体の面積を小さくすることで、

静電アクチュエータ１００の製造コストを低減することができる。

[0061] なお、カーボンビーズ１０４ａを接着剤で抵抗層２ｂに固定するようにしてもよい。ここで、図５は、図３に示す領域Ｘに囲まれる摺動構造体１０４を含む領域を拡大した他の例を示す断面図である。

[0062] 図５に示すように、摺動構造体１０４は、接着剤１０４ｃ１、撥水剤１０４ｃ２、およびカーボンビーズ１０４ａで構成される多数の突状体１０４ｂを含み、固定子１の上面（潤滑層１０５）に対して摺動性を有する。

[0063] すなわち、抵抗層２ｂの固定子側にカーボンビーズ１０４ａを接着剤１０４ｃ１により接着し、接着剤１０４ｃ１およびカーボンビーズ１０４ａを被覆するように撥水剤１０４ｃ２が塗布されることにより、多数の突状体１０４ｂが抵抗層２ｂの固定子側に設けられる。これにより、容易に多数の突状体１０４ｂが抵抗層２ｂの固定子側に形成することができる。

[0064] この場合も、移動子２の固定子１側の面には、移動子２の摺動性を高めるために、多数の突状体１０４ｂが設けられた摺動構造体１０４が形成されている。そして、摺動構造体１０４に対向する固定子１の面に、潤滑層１０５が形成されている。

[0065] これにより、固定子１と移動子２との間の接触面積が減少し、摩擦抵抗を低減することができる。特に、移動子２の樹脂基板２ａの厚みが厚くなっても、抵抗層２ｂと線状電極１ａ～１ｄとの電極間距離は変わらないため、移動子２の駆動力が小さくなることを防げる。さらに、後述のように、移動子２に絵柄を印刷する用途の場合にも抵抗層２ｂが樹脂基板２ａに覆われているため、印刷方式やインク材料の選定の自由度が大きくなる。すなわち、移動子の駆動力を向上しつつ、印刷の自由度を向上させることができる。

[0066] 以上のように、移動子２の固定子１側の面には、移動子２の摺動性を高めるために、多数の突状体１０４ｂが設けられた摺動構造体１０４が形成されている。これにより、固定子１と移動子２との間の接触面積が減少し、摩擦抵抗を低減することができる。

[0067] 次に、以上のような構成を有する静電アクチュエータ１００の動作につい

て説明する。

まず、図２に示すように、信号ａ～ｄは、図示しない駆動回路から静電アクチュエータ１００に入力される。このとき、各信号ａ～ｄは、バスライン１０１ａ～１０１ｄ、スルーホール配線１ｂ２、１ｄ２、および、パッド電極１ｂ１、１ｄ１を介して、線状電極１ａ～１ｄに、それぞれ印加される。

[0068] ここで、図６は、線状電極１ａ～１ｄに印加される信号ａ～ｄの波形の一例を示す波形図である。なお、図６では、信号ａ～ｄが矩形波の場合について示しているが、信号ａ～ｄが正弦波である場合も同様の位相関係になる。

[0069] 図６に示すように、隣接する線状電極１ａ、１ｂに入力される２つの信号ａ、ｂは、４分の１周期だけずれている。同様に、隣接する線状電極１ｂ、１ｃに入力される２つの信号ｂ、ｃは、４分の１周期だけずれている。同様に、隣接する線状電極１ｃ、１ｄに入力される２つの信号ｃ、ｄは、４分の１周期だけずれている。

[0070] これにより、線状電極１ａと線状電極１ｃには、各々位相が半周期ずれた信号ａ、ｃが入力される。また、線状電極１ｂと線状電極１ｄには、各々位相が半周期ずれた信号ｂ、ｄが入力される。

[0071] この場合、移動子２の抵抗層２ｂが、線状電極１ａ～１ｄに印加される信号ａ～ｄに応じて帯電する。そして、信号ａ～ｄの電圧が変化することにより、移動子２の帯電した部分が放電する前に、移動子２が固定子１上を線状電極１ａ～１ｄに垂直な方向Ｙに、移動する（図２）。

[0072] ここで、既述のように、静電アクチュエータ１００において、移動子は、樹脂基板と、樹脂基板の固定子側に設けられた抵抗層と、抵抗層の固定子側に設けられた多数の突状体と、を有し、固定子の多数の突状体に対向する面に、潤滑層が形成されている。さらに、多数の突状体に対向する固定子の面は、撥水処理されている。

[0073] これにより、移動子と固定子との間の水滴が排除される。すなわち、湿度の高い環境下での使用であっても、移動子の駆動力が低下することを抑制でき、結露した場合であっても水滴が排除され駆動力の低下が抑制できる。

[0074] さらに、移動子２に絵柄を印刷する用途の場合にも抵抗層２ｂが樹脂基板２ａに覆われているため、印刷方式やインク材料の選定の自由度が大きくなる。

[0075] さらに、移動子２の抵抗層２ｂが摺動構造体（マット層）１０４を介して固定子と接触しており、磨耗や劣化の発生を低減できる。

[0076] また、固定子１と移動子２との間に空間が介在するため、固定子１と移動子２とが貼り付つきにくくなり、移動子２が動き易くなる。

[0077] また、例えば、湿度が高い場合、潤滑層１０５と摺動構造体１０４との間に隙間ができるため、水分により固定子１と移動子２とが貼り付くのを、抑制することができる。

[0078] また、長時間運転しても、突状体１０４ｂが導電性を有し放電するため、帯電（全体チャージアップ）しにくく、固定子と移動子とが貼り付きにくくなり、移動子が動き易くなる。

[0079] 以上のように、本実施例に係る静電アクチュエータによれば、高湿中や結露などの水滴が存在する場合において移動子の駆動力の低下を抑制することができる。

[0080] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0081] １　固定子

１ａ～１ｄ　線状電極

１ｂ１、１ｄ１　パッド電極

１ｂ２、１ｄ２　スルーホール配線

２　移動子

２ａ　樹脂基板

２ｂ　抵抗層

１００　静電アクチュエータ

１０１ａ　第１のバスライン

１０１ｂ　第２のバスライン

１０１ｃ　第３のバスライン

１０１ｄ　第４のバスライン

１０２　基板

１０３ａ　接着層

１０３ｂ　カバーフィルム

１０４　摺動構造体

１０４ａ　カーボンビーズ

１０４ｂ　突状体

１０５　潤滑層

ａ～ｄ　信号

請求の範囲

[請求項1] 基板と、前記基板上に設けられた電極とを有する固定子と、前記固定子の前記電極を有する面上に配置される移動子と、を備えた静電アクチュエータにおいて、

前記移動子は、樹脂基板と、前記樹脂基板の固定子側に設けられた多数の突状体と、を有し、

前記多数の突状体に対向する前記固定子の面は、撥水処理されていることを特徴とする静電アクチュエータ。

[請求項2] 前記固定子は、前記基板上に設けられた前記電極を覆う接着層と、前記接着層上に設けられたカバーフィルムと、前記カバーフィルム上に設けられた潤滑層と、をさらに備え、　前記多数の突状体に対向する前記潤滑層の面は、撥水性を有する

ことを特徴とする請求項１に記載の静電アクチュエータ。

[請求項3] 前記多数の突状体に対向する前記基板の面は、撥水処理されている

ことを特徴とする請求項１及び２に記載の静電アクチュエータ。

[請求項4] 前記多数の突状体に対向する前記カバーフィルムの面は、撥水処理されている

ことを特徴とする請求項２に記載の静電アクチュエータ。

[請求項5] 前記固定子と対向しない前記移動子の前記樹脂基板の面は、撥水処理されていることを特徴とする請求項１に記載の静電アクチュエータ。

[請求項6] 前記移動子は、前記樹脂基板の固定子側に設けられた抵抗層をさらに有し、

前記多数の突状体は、前記抵抗層の固定子側に設けられていることを特徴とする請求項１に記載の静電アクチュエータ。

[請求項7] 前記抵抗層は、アンチモンドープ酸化スズ（ＡＴＯ）で構成されていることを特徴とする請求項６に記載の静電アクチュエータ。

[請求項8] 前記抵抗層の固定子側に設けられた前記多数の突状体は、前記抵抗

層の固定子側にカーボンビーズが混ぜられた防湿性樹脂である

ことを特徴とする請求項６に記載の静電アクチュエータ。

[請求項9] 前記抵抗層の固定子側に設けられた前記多数の突状体は、前記抵抗層の固定子側でカーボンビーズを接着する接着剤と、前記接着剤およびカーボンビーズを被覆する第１の撥水剤とを含む

ことを特徴とする請求項６に記載の静電アクチュエータ。

[請求項10] 前記移動子の前記樹脂基板の前記固定子と対向しない面に、絵柄が記載されていることを特徴とする請求項１に記載の静電アクチュエータ。

[請求項11] 基板と、前記基板上に設けられた電極とを有する固定子と、前記固定子の前記電極を有する面上に配置される移動子と、を備えた静電アクチュエータにおいて、

前記移動子は、樹脂基板と、前記樹脂基板の固定子側に設けられた抵抗層と、前記抵抗層の固定子側に設けられた多数の突状体と、を有し、

前記多数の突状体に対向する前記固定子の面に、潤滑層を形成したことを特徴とする静電アクチュエータ。

[請求項12] 前記潤滑層は、シリコーン樹脂を含むことを特徴とする請求項１１に記載の静電アクチュエータ。

[請求項13] 前記抵抗層は、アンチモンドープ酸化スズ（ＡＴＯ）で構成されていることを特徴とする請求項１１に記載の静電アクチュエータ。

[請求項14] 前記抵抗層の固定子側に設けられた前記多数の突状体は、前記抵抗層の固定子側にカーボンビーズが混ぜられた防湿性樹脂である

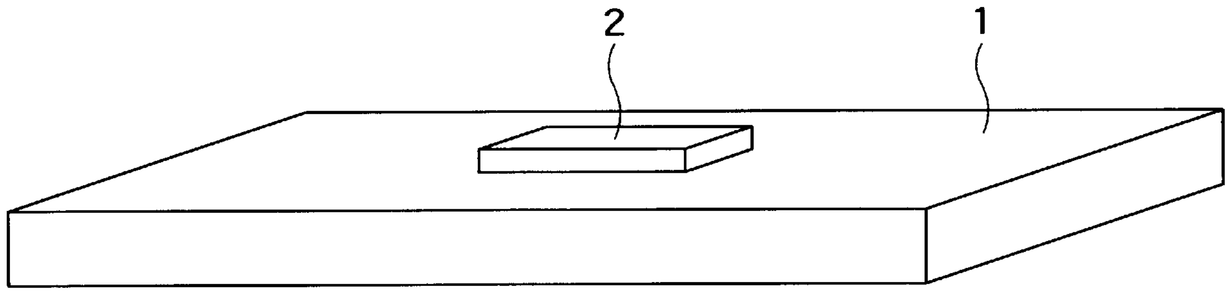
ことを特徴とする請求項１１に記載の静電アクチュエータ。

[請求項15] 前記防湿性樹脂は、溶剤を含まない水系の樹脂であることを特徴とする請求項１４に記載の静電アクチュエータ。

[請求項16] 前記防湿性樹脂は、スチレンアクリル樹脂であることを特徴とする請求項１４に記載の静電アクチュエータ。

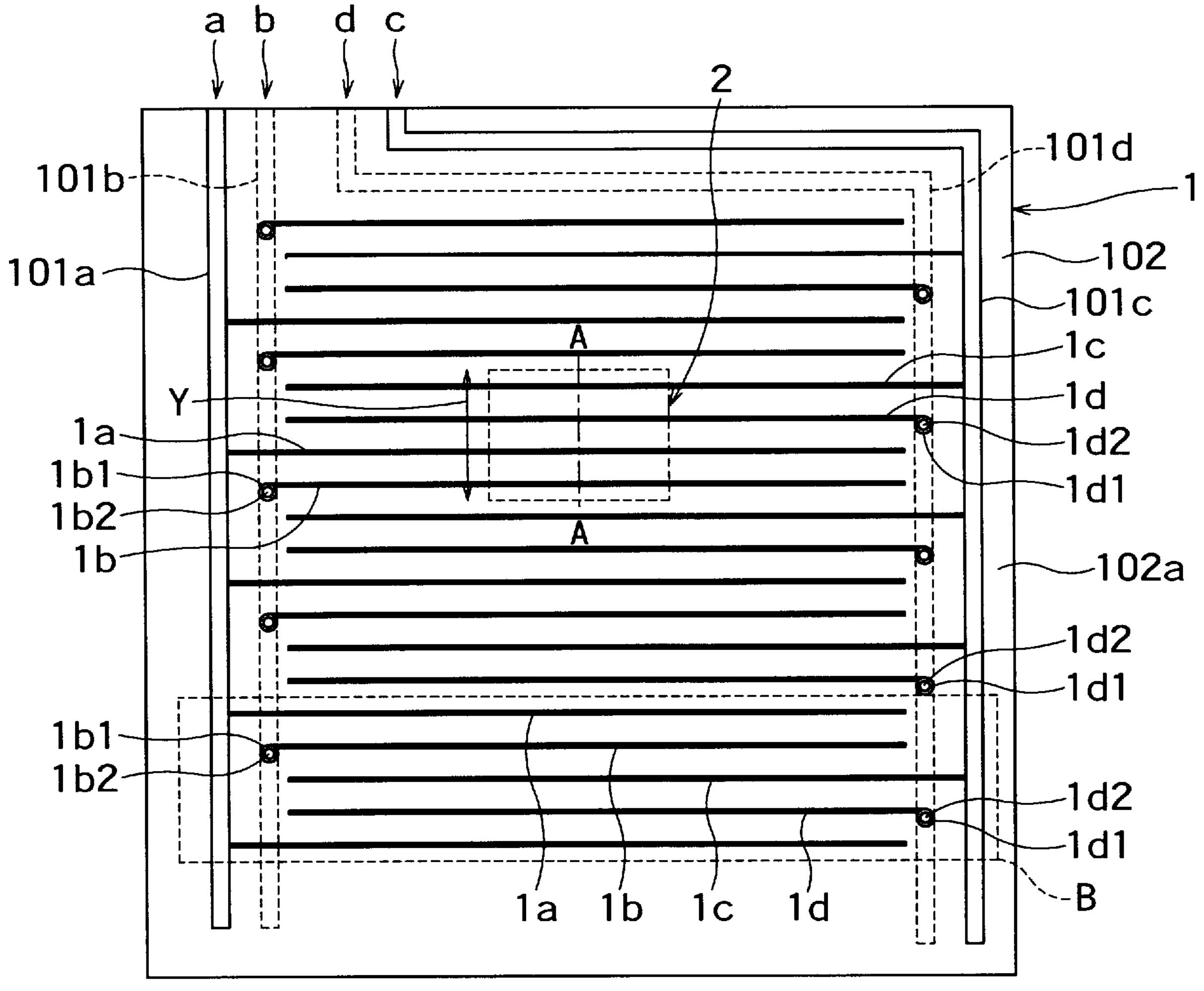
[請求項17] 前記移動子の前記樹脂基板の前記固定子と対向しない面に、絵柄が記載されていることを特徴とする請求項１１に記載の静電アクチュエータ。

[図1]


2
1

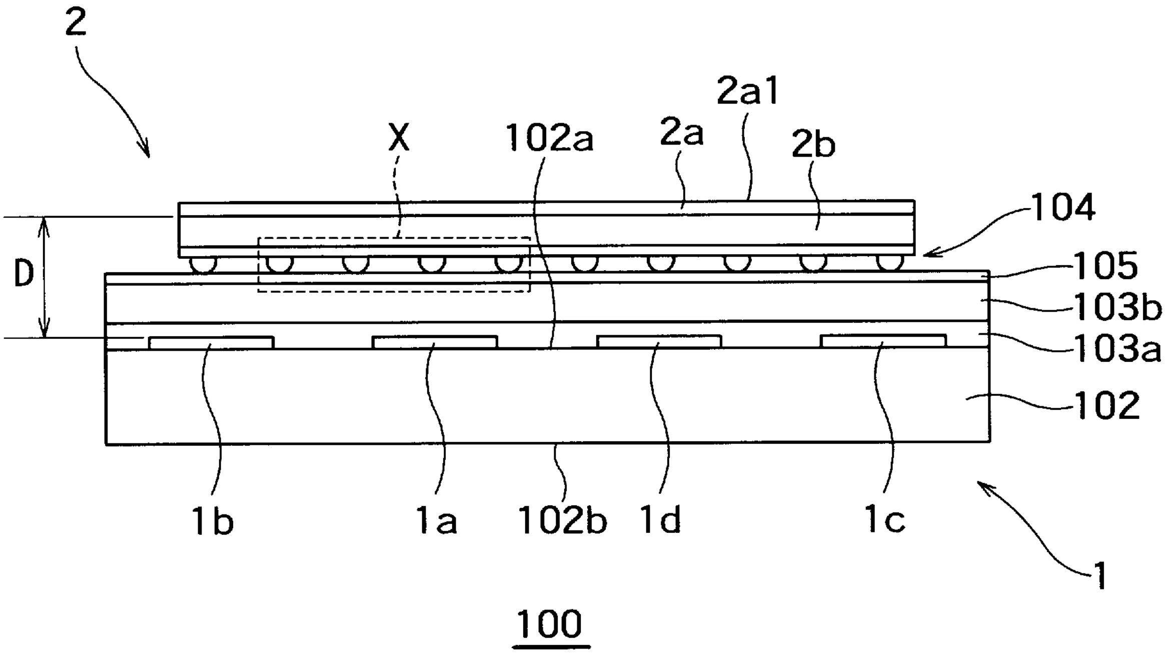
100

[図2]

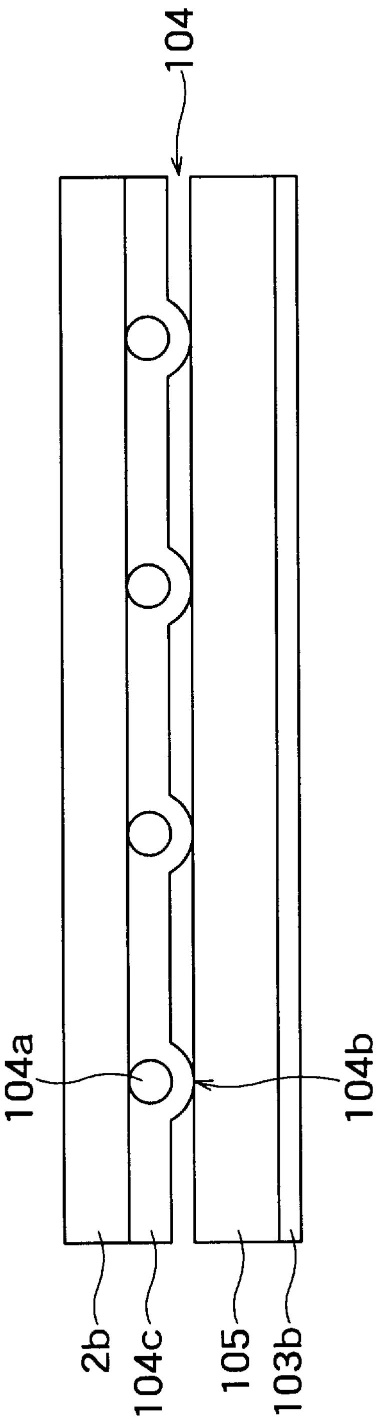

a
b
d
c
2
101b
101d
1
101a
102
101c
1c
Y
1d
1a
1d2
1b1
1d1
1b2
1b
A
A
102a
1d2
1d1
1b1
1b2
1d2
1d1
B
1a
1b
1c
1d

100

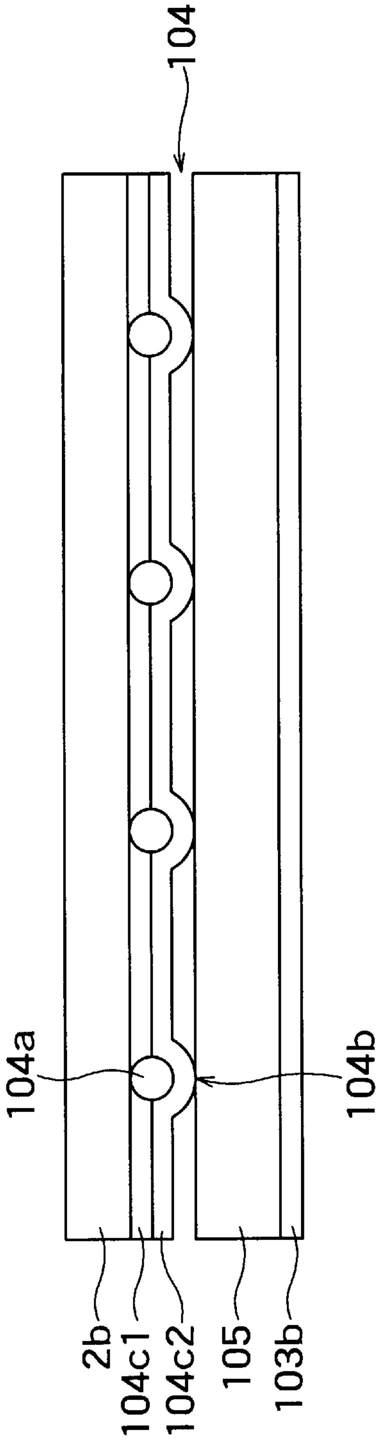
[図3]



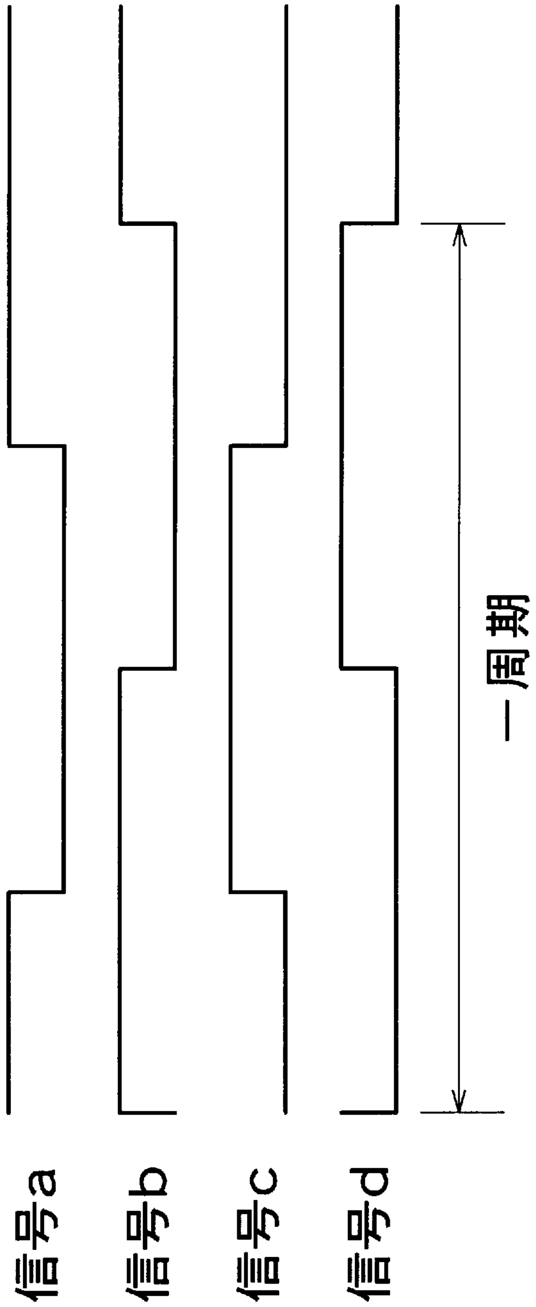
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/053775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02N1/00(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)
H02N1/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y	JP 2011-250623 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0068], [0082], [0086] to [0099]; fig. 9 & US 2013/0026879 A1 & WO 2011/148758 A1 & CN 102906986 A	11 1-10,12-17
Y	JP 5-308784 A (Mitsubishi Kasei Corp.), 19 November 1993 (19.11.1993), claim 1; fig. 1 (Family: none)	1-10
Y	JP 2005-237651 A (Akio YAMAMOTO), 08 September 2005 (08.09.2005), paragraphs [0021] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	7,10,13,17

☒ 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 16 April 2015 (16.04.15)	Date of mailing of the international search report 28 April 2015 (28.04.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

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 9-238484 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 09 September 1997 (09.09.1997), paragraphs [0041] to [0058]; fig. 1 to 2 (Family: none)	8-9,12-16
Y	JP 7-255185 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 03 October 1995 (03.10.1995), paragraph [0034] (Family: none)	15-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５３７７５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N1/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N1/00

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
X Y	JP 2011-250623 A (大日本印刷株式会社) 2011.12.08, 段落［0068］, ［0082］, ［0086］－［0099］, 図９ & US 2013/0026879 A1 & WO 2011/148758 A1 & CN 102906986 A	11 1-10,12-17
Y	JP 5-308784 A (三菱化成株式会社) 1993.11.19, ［請求項１］, 図１ (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2005-237651 A (山本晃生) 2005.09.08, 段落［0021］－［0023］, 図１ (ファミリーなし)	7,10,13,17

☑ 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	国際調査報告の発送日
１６．０４．２０１５	２８．０４．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　３Ｖ　９１５０
安池　一貴
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７

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 9-238484 A（三菱化学株式会社）1997.09.09，段落［0041］－［0058]，図１－２（ファミリーなし）	8-9,12-16
Y	JP 7-255185 A（大日本印刷株式会社）1995.10.03，段落［0034］（ファミリーなし）	15-16