(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
2019年10月17日(17.10.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/198650 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 2/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/015242

(22) 国際出願日： 2019年4月8日(08.04.2019)

(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 2018-077072 2018年4月12日(12.04.2018) JP

(71) 出願人: 豊田合成株式会社 (**TOYODA GOSEI CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒4528564 愛知県清須市春日長畑１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 今井 亮(**IMAI Ryo**); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑１番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP). 破田野 貴司(**HATANO Takashi**); 〒4528564 愛知県清須市春日長畑１番地 豊田合成株式会社内 Aichi (JP).

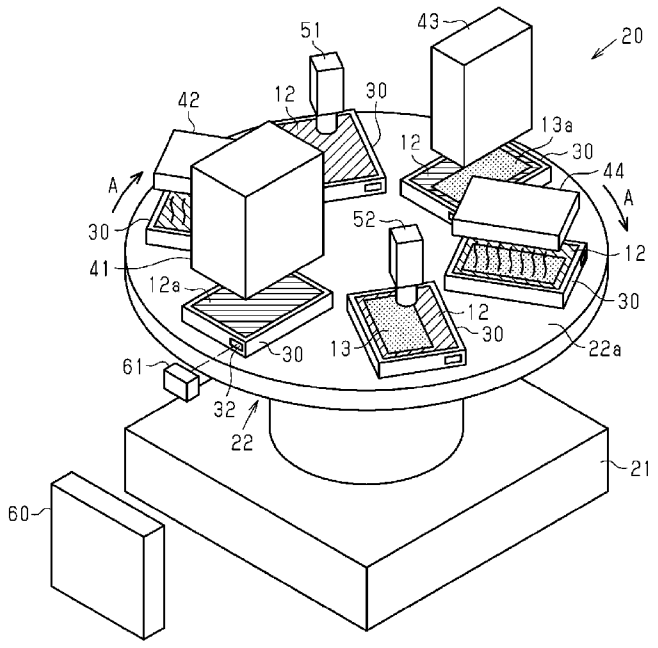
(74) 代理人: 恩田 誠, 外 (**ONDA Makoto** et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目１２番地１ Gifu (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) **Title:** METHOD FOR MANUFACTURING STACKED-TYPE DIELECTRIC ACTUATOR

(54) 発明の名称： 積層型誘電アクチュエータの製造方法

[図2]



(57) **Abstract:** A stacked-type dielectric actuator includes a stacked body (10a) obtained by stacking a plurality of unit layers (11). Each unit layer (11) is provided with a dielectric layer (12) made from a dielectric elastomer, and an electrode layer (13) made from an electrically conductive elastomer and provided on one surface of the dielectric layer. The method for manufacturing the stacked-type dielectric actuator is provided with: a first step of forming a film (12a) made from the dielectric elastomer; a second step of curing the film (12a) made from the dielectric elastomer to form the dielectric layer

WO 2019/198650 A1

[続葉有]

KN, KP, KR, KW, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(12); a third step of forming a film (13a) made from the electrically conductive elastomer on the dielectric layer (12); and a fourth step of curing the film (13a) made from the electrically conductive elastomer to form the electrode layer (13). In this manufacturing method, the stacked bodies (10a) are formed on each of a plurality of bases (30) by repeatedly performing the first step to the fourth step sequentially a plurality of times each, on the plurality of bases (30), while the plurality of bases (30), arranged side by side in a conveying direction (A) on a circulating conveying route, are each being circulated.

(57) 要約:積層型誘電アクチュエータは、複数の単位層(１１)が積層された積層体(１０ａ)を有する。各単位層(１１)は、誘電エラストマー製の誘電層(１２)と、誘電層の一方の面に設けられた導電エラストマー製の電極層(１３)とを備える。当該積層型誘電アクチュエータの製造方法は、誘電エラストマー製の膜(１２ａ)を形成する第１工程と、誘電エラストマー製の膜(１２ａ)を硬化させて誘電層(１２)を形成する第２工程と、誘電層(１２)上に導電エラストマー製の膜(１３ａ)を形成する第３工程と、導電エラストマー製の膜(１３ａ)を硬化させて電極層(１３)を形成する第４工程と、を備える。当該製造方法では、循環する搬送経路上において搬送方向(Ａ)に並んで配置された複数の基台(３０)がそれぞれ循環される間に、複数の基台(３０)上にて、第１工程から第４工程までを順に行うことをそれぞれ複数回繰り返すことにより各基台(３０)上に積層体(１０ａ)を形成する。

明　細　書

発明の名称 ： 積層型誘電アクチュエータの製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、積層型誘電アクチュエータの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１には、複数の単位層により構成される積層型誘電アクチュエータ（以下、誘電アクチュエータと称す）の製造方法が開示されている。各単位層は、誘電エラストマー製の誘電層と、その誘電層上に設けられた電極層とを備えている。特許文献１に記載の製造方法では、１枚の誘電層上に複数の電極層を配置することにより中間品が形成される。そして、その中間品を電極層同士が重なるように折り畳むことによって誘電アクチュエータが製造される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表２０１６－５０９８２６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献１に記載の製造方法の場合には、以下の不都合が生じる。すなわち、誘電層及び電極層はエラストマー製であり、かつそれらの厚さは数十μｍと薄い。そのため、電極層同士が重なるように中間品を折り畳む際の取り扱いが難しいといった不都合や、電極層同士の位置合わせが難しいといった不都合が生じ、誘電アクチュエータの製造方法の機械化が困難である。

[0005] 本開示の目的は、機械化を可能とした積層型誘電アクチュエータの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するための積層型誘電アクチュエータの製造方法は、複数

の単位層が積層された積層体を有し、各単位層は、誘電エラストマー製の誘電層と、前記誘電層の一方の面に設けられた導電エラストマー製の電極層とを備える積層型誘電アクチュエータを製造する方法であって、前記誘電エラストマー製の膜を形成する第１工程と、前記誘電エラストマー製の前記膜を硬化させて前記誘電層を形成する第２工程と、前記誘電層上に前記導電エラストマー製の膜を形成する第３工程と、前記導電エラストマー製の前記膜を硬化させて前記電極層を形成する第４工程と、を備え、循環する搬送経路上において搬送方向に並んで配置された複数の基台がそれぞれ循環される間に、複数の前記基台上にて、前記第１工程から前記第４工程までを順に行うことをそれぞれ複数回繰り返すことにより各基台上に前記積層体を形成する。

[0007] 同方法によれば、積層体を形成する各工程が基台上において行われるため、特許文献１に記載の製造方法に比べて、取り扱いが容易となり、機械化が可能となる。

また、上記方法によれば、硬化途中の状態における誘電エラストマー製の膜の上に導電エラストマー製の膜を形成することが可能となるとともに、硬化途中の状態における導電エラストマー製の膜の上に誘電エラストマー製の膜を形成することが可能となる。これにより、積層体の形成に要する時間を短縮することができる。

[0008] 上記積層型誘電アクチュエータの製造方法において、前記第１工程、前記第２工程、前記第３工程、及び前記第４工程を前記搬送経路上における互いに異なる位置にて行うことが好ましい。

[0009] 同方法によれば、４つ以上の基台を搬送経路上に配置すれば、各工程を同時に行うことが可能となる。これにより、各工程設備の稼働効率を高めることができる。したがって、積層体の形成に要する時間を短縮することができる。

[0010] 上記積層型誘電アクチュエータの製造方法において、前記第１工程と前記第３工程との間に行われ、前記第１工程により形成された前記膜の検査を行う第１検査工程と、前記第３工程と前記第１工程との間に行われ、前記第３

工程により形成された前記膜の検査を行う第２検査工程と、を備えることが好ましい。

[0011] 同方法によれば、第３工程までに、第１工程により形成された膜の検査が行われる。このため、第１工程において形成された膜が不良であった場合に、当該膜が形成された基台を第３工程に進む前に搬送経路から取り出すことが可能となる。また、第１工程までに、第３工程により形成された膜の検査が行われる。このため、第３工程において形成された膜が不良であった場合に、当該膜が形成された基台を第１工程に進む前に搬送経路から取り出すことが可能となる。このため、直前に形成された膜に不良があった場合に、その後の無駄な膜の形成を抑制することができる。

[0012] 上記積層型誘電アクチュエータの製造方法において、前記第１検査工程及び前記第２検査工程の各々は、画像解析による検査を行う工程であり、前記第２工程の後に前記第１検査工程を行うとともに、前記第４工程の後に前記第２検査工程を行うことが好ましい。

[0013] 第１検査工程及び第２検査工程において画像解析により膜の検査を行う場合、膜の表面に溶剤が存在する場合などには、ハレーションが生じやすく、検査精度が悪化するおそれがある。また、第２及び第４工程において膜を硬化させる際に、膜から気泡が発生することで膜に不良が発生するおそれがある。

[0014] この点、上記方法によれば、第２工程において膜が硬化された後に第１検査工程が行われるとともに、第４工程において膜が硬化された後に第２検査工程が行われる。このため、膜の表面から溶剤が除去された後に検査工程が行われることで、上述したハレーションの発生を抑制することができ、検査精度の悪化を抑制することができる。また、膜から気泡が発生した後に検査工程が行われることで、膜の不良を発見することができる。

[0015] 上記積層型誘電アクチュエータの製造方法において、各基台に対して個別の識別情報を予め付与し、各基台が前記搬送経路の所定位置を通過する際に、その基台の前記識別情報を検出部により検出し、前記検出部による検出回

数に基づいてその基台の循環回数を導出することが好ましい。

[0016] 同方法によれば、基台の循環回数を個別に管理することができるため、例えば単位層の形成及び積層途中において膜の形成不良が発生した基台を搬送経路から取り出し、その後、当該基台の配置されていた箇所に新たな基台を配置することで、単位層の形成及び積層を、他の基台と並行して行うことができる。

[0017] 上記積層型誘電アクチュエータの製造方法において、前記循環回数が所定の数に達した基材を前記搬送経路から取り出すことが好ましい。

同方法によれば、循環回数が所定の数に達した基台、すなわち単位層が所定数積層されて積層体が形成された基台を搬送経路から確実に取り出すことができる。

[0018] 上記積層型誘電アクチュエータの製造方法において、前記循環回数が前記所定の数に達して前記搬送経路から取り出された前記基台上に形成された前記積層体に対して追加の硬化工程を行うことが好ましい。

[0019] 同方法によれば、循環回数が所定の数に達して搬送経路から取り出された基台上の積層体を更に硬化させることができる。このため、第２工程及び第４工程においては、第３工程または第１工程を行うことのできる程度の短い硬化時間で済む。したがって、積層体の形成に要する時間を短縮することができる。

[0020] 上記積層型誘電アクチュエータの製造方法において、前記第３工程において、当該第３工程の対象となる基台上に形成された前記誘電層に対する前記誘電エラストマー製の膜の形成範囲を、前回の前記第３工程における前記膜の形成範囲と異ならせることが好ましい。

[0021] 同方法によれば、積層体の積層方向において隣り合う２つの電極層の形成範囲、すなわち正極層と負極層との形成範囲を異ならせることができる。

上記積層型誘電アクチュエータの製造方法において、前記第３工程において、当該第３工程の対象となる基台を回転させることにより、前記膜の形成範囲を、前回の前記第３工程における前記膜の形成範囲と異ならせることが

好ましい。

[0022] 同方法によれば、基台を回転させることにより、積層体の積層方向において隣り合う２つの電極層の形成範囲、すなわち正極層と負極層との形成範囲を容易に異ならせることができる。

発明の効果

[0023] 本開示によれば、積層型誘電アクチュエータの製造方法の機械化が可能となる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]積層型誘電アクチュエータの製造方法の一実施形態により製造される誘電アクチュエータの断面図。

[図2]同実施形態における誘電アクチュエータの製造装置の斜視図。

[図3]同製造装置における基台を拡大して示す斜視図。

[図4]図３の４－４線に沿った断面図。

[図5]同実施形態の第３工程を説明する図であって、（ａ）は基台の循環回数が奇数であるときの基台上に形成された膜のパターンを示す平面図、（ｂ）は基台の循環回数が偶数であるときの基台上に形成された膜のパターンを示す平面図。

[図6]同実施形態における誘電アクチュエータの積層体の製造方法を示す説明図。

[図7]基台上に形成される膜のパターンの変更例を示す平面図。

[図8]搬送経路の変更例を示す模式図。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図１～図６を参照して、積層型誘電アクチュエータの製造方法の一実施形態について説明する。

まず、本実施形態の積層型誘電アクチュエータ（以下、誘電アクチュエータ１０と称す）について説明する。

[0026] 図１に示すように、誘電アクチュエータ１０は、その厚さ方向に積層された複数の単位層１１により構成された積層体１０ａを有している。積層体１

０ａは、複数の単位層１１として、複数の第１単位層１１Ａと複数の第２単位層１１Ｂとを備えている。第１単位層１１Ａと第２単位層１１Ｂとは交互に配置されている。

[0027] 第１単位層１１Ａは、誘電エラストマー製の誘電層１２を備えている。誘電層１２は、その厚さが例えば、２０～２００μｍである薄膜状に形成されている。

誘電層１２を構成する誘電エラストマーは特に限定されるものではなく、公知の誘電アクチュエータに用いられる誘電エラストマーを用いることができる。上記誘電エラストマーとしては、例えば、架橋ポリロタキサン、シリコーンエラストマー、アクリルエラストマー、及びウレタンエラストマーが挙げられる。これら誘電エラストマーのうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。

[0028] 誘電層１２の一方の面（図１の上面）の中央部には、導電エラストマー製の電極層１３が配置されている。電極層１３は、その厚さが例えば、１０～１００μｍである薄膜状に形成されている。

[0029] 電極層１３を構成する導電エラストマーは特に限定されるものではなく、公知の誘電アクチュエータに用いられる導電エラストマーを用いることができる。上記導電エラストマーとしては、例えば、絶縁性高分子及び導電性フィラーを含有する導電エラストマーが挙げられる。

[0030] 上記絶縁性高分子としては、例えば、ポリロタキサン、シリコーンエラストマー、アクリルエラストマー、及びウレタンエラストマーが挙げられる。これら絶縁性高分子のうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。

[0031] 上記導電性フィラーとしては、例えば、ケッチェンブラック（登録商標）、カーボンブラック、及び金属粒子が挙げられる。金属粒子としては、例えば、銅及び銀が挙げられる。これら導電性フィラーのうちの一種を用いてもよいし、複数種を併用してもよい。

[0032] 図１に示すように、第１単位層１１Ａでは、誘電層１２の一方の面（図１

の上面）の中央部における特定方向の一方側（図１の左側）に寄った位置に、電極層１３（正極層１３Ａ）が配置され、電極層１３（正極層１３Ａ）の周囲に誘電層１２が配置されている。

[0033] 第２単位層１１Ｂの構成は、電極層１３及び電極層１３の周囲を囲む誘電層１２の配置が異なる点を除いて、第１単位層１１Ａの構成と同じである。すなわち、第２単位層１１Ｂでは、誘電層１２の一方の面（図１の上面）の中央部における特定方向の他方側（図１の右側）に寄った位置に電極層１３（負極層１３Ｂ）が配置され、電極層１３（負極層１３Ｂ）の周囲に誘電層１２が配置されている。

[0034] そして、上記の第１単位層１１Ａ及び第２単位層１１Ｂが交互に配置されることにより、隣り合う電極層１３同士の間に誘電層１２が配置された誘電アクチュエータ１０が構成される。単位層１１の積層数は特に限定されるものではないが、例えば、第１単位層１１Ａ及び第２単位層１１Ｂの合計数が５～１０００層である。

[0035] また、最下部に配置された第１単位層１１Ａの下には、誘電層１２が設けられている。

次に、図６を参照して、誘電アクチュエータ１０の積層体１０ａの製造方法について説明する。積層体１０ａは、誘電エラストマー製の膜１２ａを形成する第１工程、同膜１２ａを硬化させて誘電層１２を形成する第２工程、誘電層１２上に導電エラストマー製の膜１３ａを形成する第３工程、及び同膜１３ａを硬化させて電極層１３を形成する第４工程を順に行うことを複数回繰り返すことにより形成される。

[0036] （第１工程）

図６に示すように、先ず、基台３０（図２～図５参照）の上面に、低粘度の誘電エラストマーの原料組成物を塗布することにより膜１２ａを形成する。本実施形態の原料組成物には、溶剤が含まれている。なお、図６では基台３０の図示を省略している。

[0037] （第２工程）

次に、膜１２ａに対して硬化処理を施すことにより、最外層に位置する誘電層１２を形成する。

[0038] （第３工程）

次に、先に形成された誘電層１２の上面の一部に、低粘度の導電エラストマーの原料組成物を部分的に印刷することにより膜１３ａを形成する。本実施形態の原料組成物には、溶剤が含まれている。このとき、誘電層１２の上面のうち電極層１３の周囲には、誘電層１２が露出する露出部分１２ｃが設けられる。

[0039] （第４工程）

次に、膜１３ａに対して硬化処理を施すことにより、導電エラストマー製の電極層１３を形成する。

[0040] 次に、第１工程を行う、すなわち、電極層１３の上部、及び電極層１３の下側に位置する誘電層１２の露出部分１２ｃの上部を覆うように誘電エラストマーの原料組成物を塗布することにより膜１２ａを形成する。このとき、塗布された原料組成物は、自身の流動性に基づいて、その上面が水平に近づくようにレベリングされて、電極層１３に塗布された部分の上面と、露出部分１２ｃに塗布された部分の上面との段差が小さくなる。

[0041] 次に、第２工程を行う、すなわち、膜１２ａに対して硬化処理を施すことにより、誘電層１２を形成する。これにより、最下部に位置する単位層１１が形成される。

その後、第３工程、第４工程、第１工程、及び第２工程を順に行うことにより、各々が誘電層１２と電極層１３とを備える複数の単位層１１が形成される。

[0042] 詳しくは、第２工程を経て形成された単位層１１の上面を構成する誘電層１２を、先に形成された誘電層１２として、第３工程、第４工程、第１工程、及び第２工程を順に行うことにより、新たな単位層１１が、先に形成された単位層１１の上に接合した状態で形成される。

[0043] このとき、先に形成された単位層１１が第１単位層１１Ａである場合、新

たな単位層１１として第２単位層１１Ｂが形成されるように、電極層１３の形成位置を調整する。また、先に形成された単位層１１が第２単位層１１Ｂである場合、新たな単位層１１として第１単位層１１Ａが形成されるように、電極層１３の形成位置を調整する。

[0044] そして、単位層１１の積層数が所定の数となるまで、第３工程、第４工程、第１工程、及び第２工程を順に繰り返し行うことにより、複数の単位層１１が積層された積層体１０ａが得られる。

[0045] 次に、図２～図５を参照して、本実施形態における誘電アクチュエータ１０の積層体１０ａを製造する製造装置２０について説明する。

図２に示すように、製造装置２０は、ベース２１と、そのベース２１の上に固定された回転テーブル２２とを備えている。回転テーブル２２は、平面視時計回り方向（図２中の矢印方向）に回転される円盤状の天板２２ａを備えている。

[0046] 回転テーブル２２の天板２２ａの上には、長方形板状をなす複数の基台３０が、天板２２ａの回転方向に沿って並んで配置されている。

（基台３０）

図２に示すように、基台３０の長方形の長辺が天板２２ａの径方向に沿うようにして天板２２ａに対して基台３０が位置決めされている。各基台３０の下面の中央部には、その基台３０を天板２２ａに対して位置決めするための下面視長方形状の係合凹部３１が形成されている（図３参照）。

[0047] 本実施形態では、６つの基台３０が等間隔、すなわち６０度間隔にて配置されている。回転テーブル２２の天板２２ａが回転すると、各基台３０は、天板２２ａの軸線を中心に回転されて搬送される。ここで、天板２２ａの軸線を中心とする各基台３０の回転軌跡が、本開示に係る循環する搬送経路に相当する。以降において、天板２２ａの回転方向を、基台３０の搬送方向Ａと称することがある。また、天板２２ａの径方向における内側及び外側を単に内側及び外側と称することがある。

[0048] 図２及び図３に示すように、各基台３０の内側及び外側の両側面には、基

台３０に対して予め付与された個別の識別情報を示す識別コード３２が設けられている。識別コード３２は、例えばバーコードである。なお、識別コード３２としてＱＲコード（登録商標）を採用してもよい。

[0049] 図２に示すように、天板２２ａの上方には、第１工程にて用いられる塗布装置４１、第２工程にて用いられる第１加熱装置４２、第１検査工程にて用いられる第１カメラ５１、第３工程にて用いられる印刷装置４３、第４工程にて用いられる第２加熱装置４４、及び第２検査工程にて用いられる第２カメラ５２が設けられている。

[0050] （塗布装置４１）

塗布装置４１は、例えばダイコータ装置であり、誘電エラストマーの原料組成物を基台３０の上面または電極層１３上に塗布することで平面視長方形状の膜１２ａを形成する。本実施形態では、塗布装置４１により１つの膜１２ａを形成する。

[0051] （第１加熱装置４２）

第１加熱装置４２は、例えば熱板加熱装置であり、第１工程において形成された膜１２ａを非接触にて加熱して硬化させることで誘電層１２を形成する。

[0052] （第１カメラ５１）

第１カメラ５１は、例えばＣＣＤカメラであり、第１工程において形成された膜１２ａを撮影する。第１カメラ５１による撮影結果は、画像解析による膜１２ａの検査を行うために制御装置６０に対して出力される。

[0053] （印刷装置４３）

印刷装置４３は、例えばインクジェット印刷装置であり、導電エラストマーの原料組成物を誘電層１２上の所定の範囲に噴射することで平面視長方形状の膜１３ａを形成する。本実施形態では、印刷装置４３により１つの膜１３ａを形成する。

[0054] （第２加熱装置４４）

第２加熱装置４４は、例えば熱板加熱装置であり、第３工程において形成

された膜１３ａを非接触にて加熱して硬化させることで電極層１３を形成する。

[0055] （第２カメラ５２）

第２カメラ５２は、例えばＣＣＤカメラであり、第３工程において形成された膜１３ａを撮影する。第２カメラ５２による撮影結果は、画像解析による膜１３ａの検査を行うために制御装置６０に対して出力される。

[0056] （回転装置２３）

図３及び図４に示すように、回転テーブル２２には、天板２２ａに対して各基台３０を回転させる回転装置２３が設けられている。

[0057] 図４に示すように、天板２２ａには、ロータリアクチュエータ２４が設けられている。ロータリアクチュエータ２４は、例えばエアシリンダであり、天板２２ａの上面から突出する回転軸２４ａを有している。回転軸２４ａの先端には、係合部２５が連結されている。係合部２５は、基台３０の係合凹部３１に対応した直方体状をなしている。基台３０の係合凹部３１が係合部２５に相対変位不能に係合されることにより、天板２２ａに対して基台３０が位置決めされる。

[0058] （検出部６１）

図２に示すように、天板２２ａの周囲には、各基台３０が、第１工程、第２工程、第１検査工程、第３工程、第４工程、及び第２検査工程に進んだ際に、その基台３０の識別コード３２を検出する検出部６１が工程毎に設けられている。なお、図２では、第１工程に対応する検出部６１のみを図示している。

[0059] （制御装置６０）

制御装置６０は、回転テーブル２２の駆動制御処理、塗布装置４１の駆動制御処理、第１加熱装置４２の通電制御処理、第１カメラ５１の撮影制御処理及び画像解析処理、印刷装置４３の駆動制御処理、第２加熱装置４４の通電制御処理、並びに第２カメラ５２の撮影制御処理及び画像解析処理を行う。また、制御装置６０は、回転装置２３の駆動制御処理を行う。また、制御

装置６０は、検出部６１による検出回数に基づいて各基台３０の循環回数を導出する。

[0060] 各種制御処理は、制御装置６０により以下のように行われる。

まず、各基台３０が各係合部２５により位置決めされて天板２２ａ上に配置された状態において、塗布装置４１の直下に位置する１番目の基台３０に対して第１工程が行われる。

[0061] 第１工程が完了すると、次に、回転テーブル２２が回転されることで、１番目の基台３０は、第１加熱装置４２の直下まで移動する。そして、１番目の基台３０に対して第２工程が行われる。またこのとき、塗布装置４１の直下に移動した２番目の基台３０に対して第１工程が行われる。

[0062] 第２工程が完了すると、次に、回転テーブル２２が回転されることで、１番目の基台３０は、第１カメラ５１の直下まで移動する。そして、１番目の基台３０に対して第１検査工程が行われる。ここで、第１検査工程では、膜１２ａの欠けの有無を周知の画像解析により判定する。またこのとき、２番目の基台３０に対して第２工程が行われるとともに、３番目の基台３０に対して第１工程が行われる。

[0063] 第１検査工程が完了すると、次に、回転テーブル２２が回転されることで、１番目の基台３０は、印刷装置４３の直下まで移動する。そして、１番目の基台３０に対して第３工程が行われる。またこのとき、２番目の基台３０に対して第１検査工程が行われるとともに、３番目の基台３０に対して第２工程が行われる。また、４番目の基台３０に対して第１工程が行われる。

[0064] ここで、第３工程においては、図５に示すように、当該第３工程の対象となる基台３０の循環回数が偶数である場合（図５（ｂ）参照）には、奇数である場合（図５（ａ）参照）に対して、回転装置２３により基台３０が１８０度回転される。これにより、誘電層１２に対する誘電エラストマー製の膜１３ａの形成範囲が、前回の第３工程における膜１３ａの形成範囲と異なることとなる。

[0065] 第３工程が完了すると、次に、回転テーブル２２が回転されることで、１

番目の基台３０は、第２加熱装置４４の直下まで移動する。そして、１番目の基台３０に対して第４工程が行われる。またこのとき、２番目の基台３０に対して第３工程が行われるとともに、３番目の基台３０に対して第１検査工程が行われる。また、４番目の基台３０に対して第２工程が行われるとともに、５番目の基台３０に対して第１工程が行われる。

[0066] 第４工程が完了すると、次に、回転テーブル２２が回転されることで、１番目の基台３０は、第２カメラ５２の直下まで移動する。そして、１番目の基台３０に対して第２検査工程が行われる。ここで、第２検査工程では、膜１３ａの欠けの有無を周知の画像解析により判定する。またこのとき、２番目の基台３０に対して第４工程が行われるとともに、３番目の基台３０に対して第３工程が行われる。また、４番目の基台３０に対して第１検査工程が行われるとともに、５番目の基台３０に対して第２工程が行われる。また、６番目の基台３０に対して第１工程が行われる。

[0067] 第２検査工程が完了すると、次に、回転テーブル２２が回転されることで、１番目の基台３０は、再び塗布装置４１の直下まで移動する。

このようにして、６つの基台３０上にて、上述した第１工程から第２検査工程までを順に行うことをそれぞれ複数回繰り返す。

[0068] 循環回数が所定の数に達して積層体１０ａが形成された基台３０は、図示しないロボットアームによって天板２２ａから取り出される。そして、当該基台３０上に形成された積層体１０ａに対して追加の加熱工程が行われる。

[0069] 次に、本実施形態の作用効果について説明する。

（１）回転テーブル２２の天板２２ａ上において天板２２ａの回転方向（搬送方向Ａ）に並んで配置された複数の基台３０がそれぞれ循環される間に、複数の基台３０上にて、第１工程から第４工程までを順に行うことをそれぞれ複数回繰り返すことにより各基台３０上に積層体１０ａが形成される。

[0070] こうした方法によれば、積層体１０ａを形成する各工程が基台３０上において行われるため、特許文献１に記載の製造方法に比べて、取り扱いが容易となり、機械化が可能となる。

[0071] また、上記方法によれば、硬化途中の状態における誘電エラストマー製の膜１２ａの上に導電エラストマー製の膜１３ａを形成することが可能となるとともに、硬化途中の状態における導電エラストマー製の膜１３ａの上に誘電エラストマー製の膜１２ａを形成することが可能となる。これにより、積層体１０ａの形成に要する時間を短縮することができる。

[0072] （２）第２工程の後に、画像解析により、第１工程により形成された膜１２ａの検査を行うようにした（第１検査工程）。また、第４工程の後に、画像解析により、第３工程により形成された膜１３ａの検査を行うようにした（第２検査工程）。

[0073] こうした方法によれば、第１工程において形成された膜１２ａが不良であった場合に、当該膜１２ａが形成された基台３０を第３工程に進む前に天板２２ａから取り出すことが可能となる。また、第３工程において形成された膜１３ａが不良であった場合に、当該膜１３ａが形成された基台３０を第１工程に進む前に天板２２ａから取り出すことが可能となる。このため、直前に形成された膜１２ａ，１３ａに不良があった場合に、その後の無駄な膜１３ａ，１２ａの形成を抑制することができる。

[0074] ところで、カメラ５１，５２による撮影の際に、当該膜１２ａ，１３ａの表面に残存する溶剤によってハレーションが生じやすく、検査精度が悪化するおそれがある。また、第２及び第４工程において膜１２ａ，１３ａを加熱して硬化させる際に、気泡が発生することで膜１２ａ，１３ａに不良が発生するおそれがある。

[0075] この点、本実施形態によれば、第２工程において膜１２ａが加熱された後に第１検査工程が行われるとともに、第４工程において膜１３ａが加熱された後に第２検査工程が行われる。このため、当該膜１２ａ，１３ａの表面から溶剤が除去された後に検査工程が行われることで、上述したハレーションの発生を抑制することができ、検査精度の悪化を抑制することができる。また、膜１２ａ，１３ａから気泡が発生した後に検査工程が行われることで、膜１２ａ，１３ａの不良を発見することができる。

[0076] （３）第１工程、第２工程、第３工程、第４工程、第１検査工程、及び第２検査工程を回転テーブル２２の天板２２ａ（搬送経路）上における互いに異なる位置にて行うようにした。

[0077] こうした方法によれば、各工程を同時に行うことが可能となる。これにより、各工程設備の稼働効率を高めることができる。したがって、積層体１０ａの形成に要する時間を短縮することができる。

[0078] （４）各基台３０に対して個別の識別コード３２を予め付与し、各検出部６１を基台３０が通過する際に、その通過する基台３０の識別コード３２を検出部６１により検出し、検出部６１による検出回数に基づいて当該基台３０の循環回数を導出するようにした。

[0079] こうした方法によれば、基台３０の循環回数を個別に管理することができる。このため、例えば単位層１１の形成及び積層途中において膜１２ａ（１３ａ）の形成不良が発生した基台３０を回転テーブル２２の天板２２ａから取り出し、その後、当該基台３０の配置されていた箇所に新たな基台３０を配置することで、単位層１１の形成及び積層を、他の基台３０と並行して行うことができる。

[0080] （５）循環回数が所定の数に達した基台３０を回転テーブル２２の天板２２ａから取り出すようにした。

こうした方法によれば、循環回数が所定の数に達した基台３０、すなわち単位層１１が所定数積層されて積層体１０ａが形成された基台３０を天板２２ａから確実に取り出すことができる。

[0081] （６）循環回数が所定の数に達して回転テーブル２２の天板２２ａから取り出された基台３０上に形成された積層体１０ａに対して追加の加熱工程（硬化工程）を行うようにした。

[0082] こうした方法によれば、循環回数が所定の数に達して搬送経路から取り出された基台３０上の積層体１０ａを更に硬化させることができる。このため、第２工程及び第４工程においては、第３工程または第１工程を行うことのできる程度の短い加熱（硬化）時間で済む。したがって、積層体１０ａの形

成に要する時間を短縮することができる。

[0083] （７）第３工程では、印刷装置４３により所定の範囲に対して導電性エラストマー製の膜１３ａを形成する。さらに、第３工程では、当該第３工程の対象となる基台３０を回転させることにより、当該基台３０上に形成された誘電層１２に対する誘電エラストマー製の膜１３ａの形成範囲を、前回の第３工程における膜１３ａの形成範囲と異ならせるようにした。

[0084] こうした方法によれば、基台３０を回転させることにより、積層体１０ａの積層方向において隣り合う２つの電極層１３の形成範囲、すなわち正極層１３Ａと負極層１３Ｂとの形成範囲を容易に異ならせることができる。

[0085] 本実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態及び以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

・回転装置２３のロータリアクチュエータ２４はエアシリンダに限定されず、電動モータであってもよい。

[0086] ・第３工程において、印刷装置４３によって、当該第３工程の対象となる基台３０上に形成された誘電層１２に対する誘電エラストマー製の膜１３ａの形成範囲を、前回の第３工程における膜１３ａの形成範囲と異ならせるようにすれば、回転装置２３を省略することができる。

[0087] ・積層体１０ａが完全に硬化しているのであれば、回転テーブル２２の天板２２ａ上から取り出された基台３０上に形成された積層体１０ａに対して行われる追加の硬化工程を省略してもよい。

[0088] ・バーコードやＱＲコードなどの識別コード３２に代えて、各基台３０に個別の識別情報を有するＩＣチップを設けるようにしてもよい。

・第１検査工程を第１工程と第２工程との間に行うようにしてもよい。また、第２検査工程を第３工程と第４工程との間に行うようにしてもよい。

[0089] ・第１及び第２検査工程を省略してもよい。

・第１工程において用いられる塗布装置４１は、ダイコータ装置に限定されず、他に例えば、マスクを用いてスプレー等により塗布する装置であって

もよい。また、第１工程において、第３工程と同様なインクジェット印刷装置を用いてもよい。

[0090] ・図７に示すように、1つの基台３０上に誘電エラストマー製の複数（例えば４つ）の膜１２ａを形成するようにしてもよい。この場合、各膜１２ａを硬化して形成された４つの誘電層１２上に導電エラストマー製の膜１３ａをそれぞれ形成すればよい。

[0091] ・第２工程において用いられる第１加熱装置４２は熱板加熱装置に限定されず、他に例えば赤外線加熱装置であってもよい。また、基台３０にヒータ等の加熱手段を設け、上方からの加熱と下方からの加熱とを併用してもよい。第２工程は、膜１２ａを加熱乾燥させて硬化させる工程に限定されず、原料組成物に応じて適宜変更することができる。例えば、紫外線照射により膜１２ａを硬化させるようにしてもよい。また、第４工程において用いられる第２加熱装置４４についても同様な変更を行うことができる。

[0092] ・第３工程は、印刷装置４３を用いて膜１３ａを形成する工程に限定されず、マスクを用いてスプレー等により塗布して膜１３ａを形成することもできる。

・本開示に係る循環する搬送経路は、回転テーブル２２を用いて構成されるものに限定されず、他に例えば、コンベアなどを用いて循環する搬送経路を構成してもよい。また、膜１２ａ，１３ａをそれぞれ硬化させる第２及び４工程に要する時間が他の工程に要する時間に比べて長い場合には、第２及び４工程を行う加熱装置４２，４４を複数設け、複数の加熱装置４２（４４）間において基台３０を搬送機構により搬送するようにすればよい。

[0093] 図８に示す変更例では、第１コンベア７１と第２コンベア７２とが互いに平行に配置されている。第１コンベア７１は、その長手方向の一方の側（図８の右側）に向けて基台３０を搬送する。また、第２コンベア７２は、その長手方向の他方の側（図８の左側）に向けて基台３０を搬送する。ここで、第１コンベア７１と第２コンベア７２との間には、塗布装置４１、２つの第１加熱装置４２、第１カメラ５１、印刷装置４３、２つの第２加熱装置４４

、及び第２カメラ５２がそれらの作業台と共に各コンベア７１，７２の長手方向に沿って設けられている。また、図８に示す短い矢印は、コンベア７１，７２と作業台との間、あるいは作業台間において基台３０を搬送する搬送機構または多関節ロボットを示している。

符号の説明

[0094] １０…誘電アクチュエータ、１０ａ…積層体、１１…単位層、１１Ａ…第１単位層、１１Ｂ…第２単位層、１２…誘電層、１２ａ…膜、１２ｃ…露出部分、１３…電極層、１３Ａ…正極層、１３Ｂ…負極層、１３ａ…膜、２０…製造装置、２１…ベース、２２…回転テーブル、２２ａ…天板、２３…回転装置、２４…ロータリアクチュエータ、２４ａ…回転軸、２５…係合部、３０…基台、３１…係合凹部、３２…識別コード、４１…塗布装置、４２…第１加熱装置、４２ａ…熱板、４３…印刷装置、４４…第２加熱装置、４４ａ…熱板、５１…第１カメラ、５２…第２カメラ、６０…制御装置、６１…検出部、７１，７２…コンベア。

請求の範囲

[請求項1] 複数の単位層が積層された積層体を有し、各単位層は、誘電エラストマー製の誘電層と、前記誘電層の一方の面に設けられた導電エラストマー製の電極層とを備える積層型誘電アクチュエータを製造する方法であって、

前記誘電エラストマー製の膜を形成する第１工程と、

前記誘電エラストマー製の前記膜を硬化させて前記誘電層を形成する第２工程と、

前記誘電層上に前記導電エラストマー製の膜を形成する第３工程と、

前記導電エラストマー製の前記膜を硬化させて前記電極層を形成する第４工程と、を備え、

循環する搬送経路上において搬送方向に並んで配置された複数の基台がそれぞれ循環される間に、複数の前記基台上にて、前記第１工程から前記第４工程までを順に行うことをそれぞれ複数回繰り返すことにより各基台上に前記積層体を形成する、

積層型誘電アクチュエータの製造方法。

[請求項2] 前記第１工程、前記第２工程、前記第３工程、及び前記第４工程を前記搬送経路上における互いに異なる位置にて行う、

請求項１に記載の積層型誘電アクチュエータの製造方法。

[請求項3] 前記第１工程と前記第３工程との間に行われ、前記第１工程により形成された前記膜の検査を行う第１検査工程と、

前記第３工程と前記第１工程との間に行われ、前記第３工程により形成された前記膜の検査を行う第２検査工程と、を備える、

請求項１または請求項２に記載の積層型誘電アクチュエータの製造方法。

[請求項4] 前記第１検査工程及び前記第２検査工程の各々は、画像解析による検査を行う工程であり、

前記第２工程の後に前記第１検査工程を行うとともに、前記第４工程の後に前記第２検査工程を行う、

請求項３に記載の積層型誘電アクチュエータの製造方法。

[請求項5] 各基台に対して個別の識別情報を予め付与し、各基台が前記搬送経路の所定位置を通過する際に、その基台の前記識別情報を検出部により検出し、前記検出部による検出回数に基づいてその基台の循環回数を導出する、

請求項１～請求項４のいずれか一項に記載の積層型誘電アクチュエータの製造方法。

[請求項6] 前記循環回数が所定の数に達した基材を前記搬送経路から取り出す、

請求項５に記載の積層型誘電アクチュエータの製造方法。

[請求項7] 前記循環回数が前記所定の数に達して前記搬送経路から取り出された前記基台上に形成された前記積層体に対して追加の硬化工程を行う、

請求項６に記載の積層型誘電アクチュエータの製造方法。

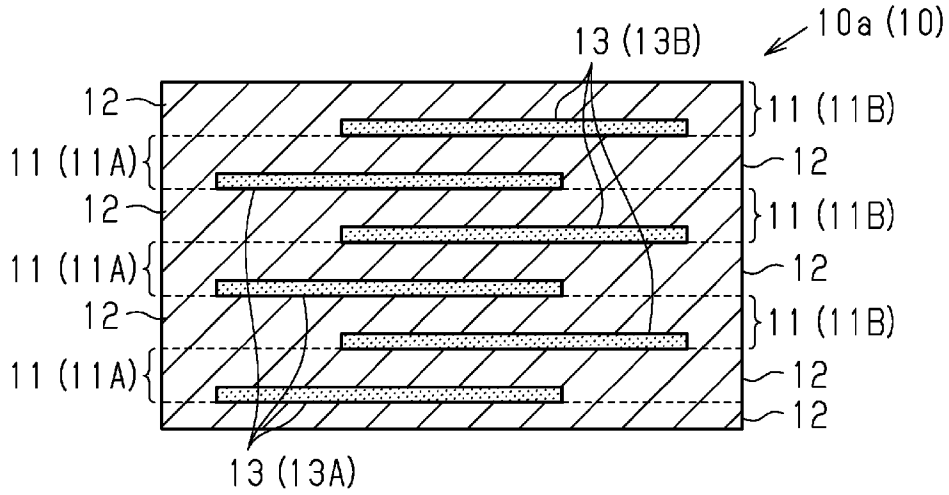
[請求項8] 前記第３工程において、当該第３工程の対象となる基台上に形成された前記誘電層に対する前記誘電エラストマー製の膜の形成範囲を、前回の前記第３工程における前記膜の形成範囲と異ならせる、

請求項１～請求項７のいずれか一項に記載の積層型誘電アクチュエータの製造方法。

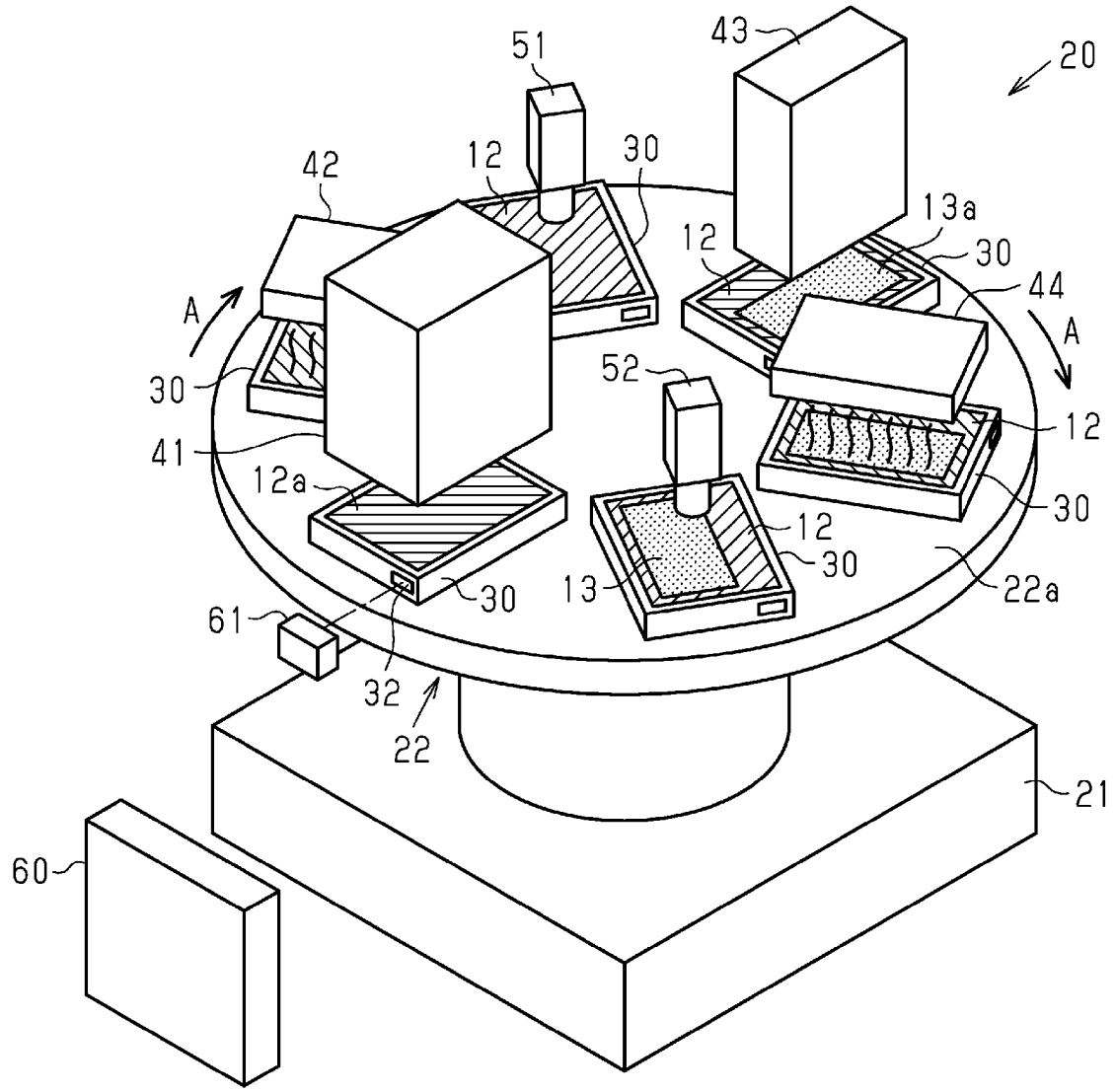
[請求項9] 前記第３工程において、当該第３工程の対象となる基台を回転させることにより、前記膜の形成範囲を、前回の前記第３工程における前記膜の形成範囲と異ならせる、

請求項８に記載の積層型誘電アクチュエータの製造方法。

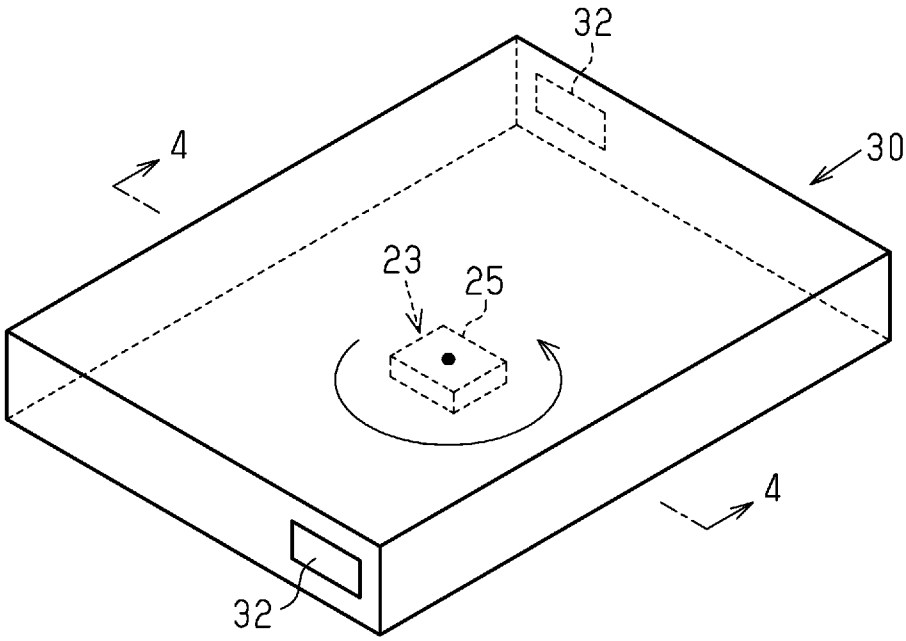
[図1]


13 (13B)
10a (10)
12
11 (11B)
11 (11A)
12
12
11 (11B)
11 (11A)
12
12
11 (11B)
11 (11A)
12
12
13 (13A)

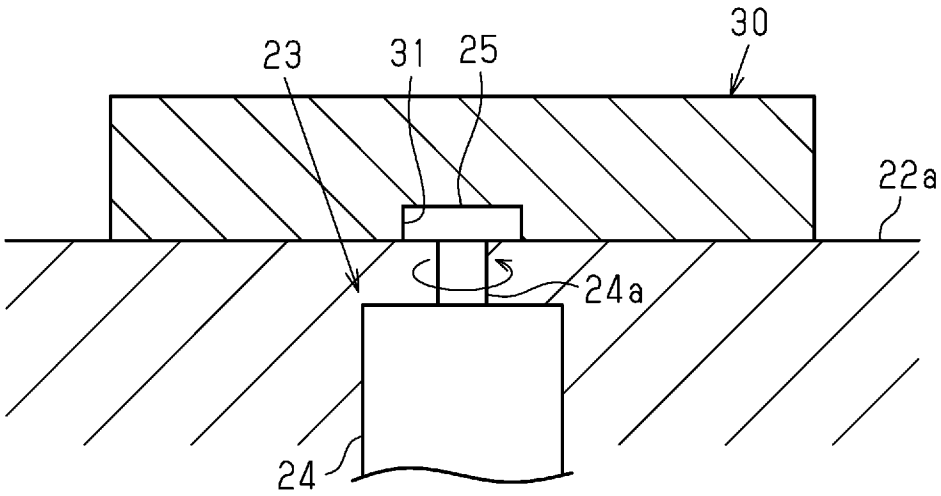
[図2]


51
43
20
42
12
30
13a
12
30
44
A
A
30
52
12
41
12a
12
30
30
13
12
30
22a
61
32
22
21
60

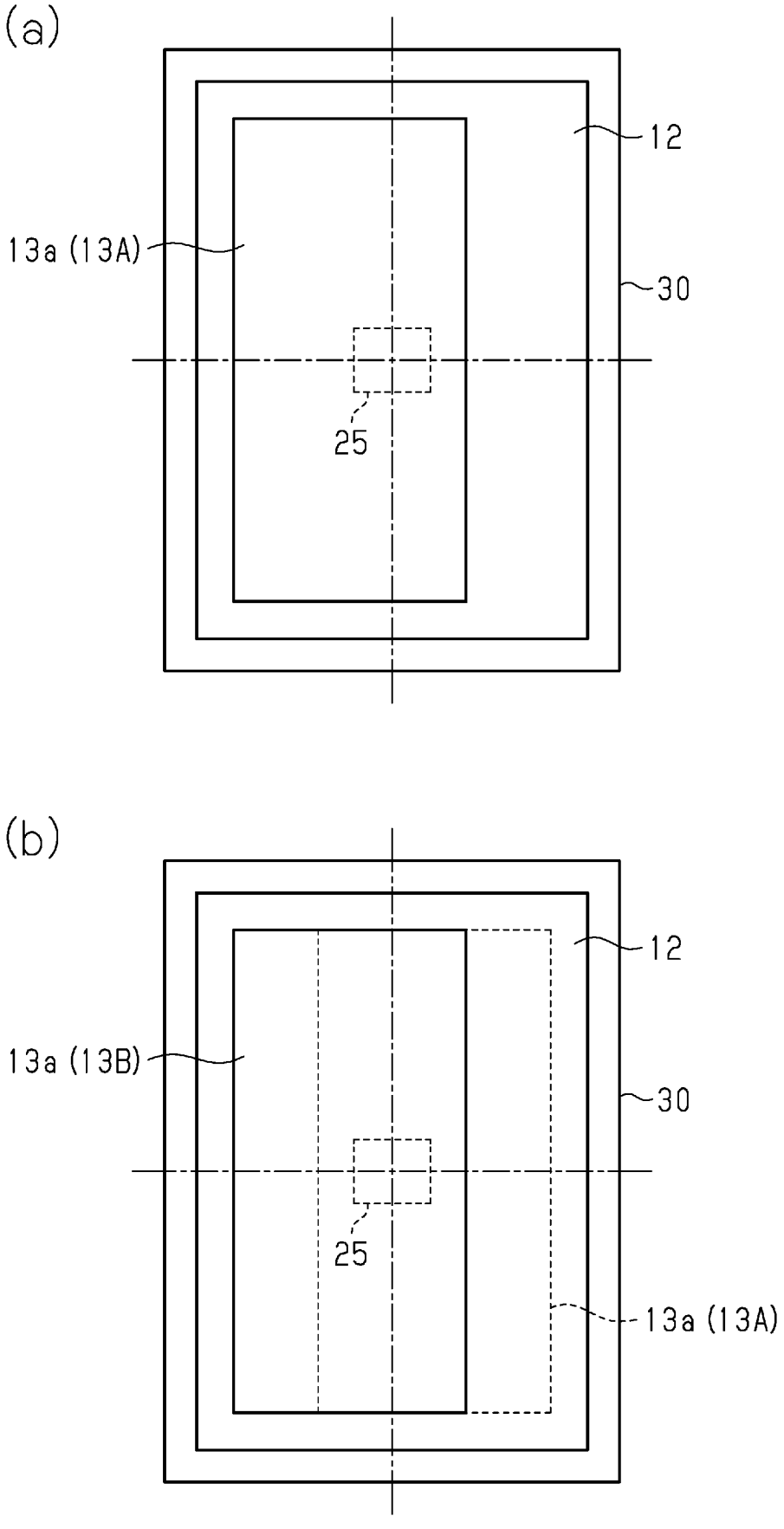
[図3]



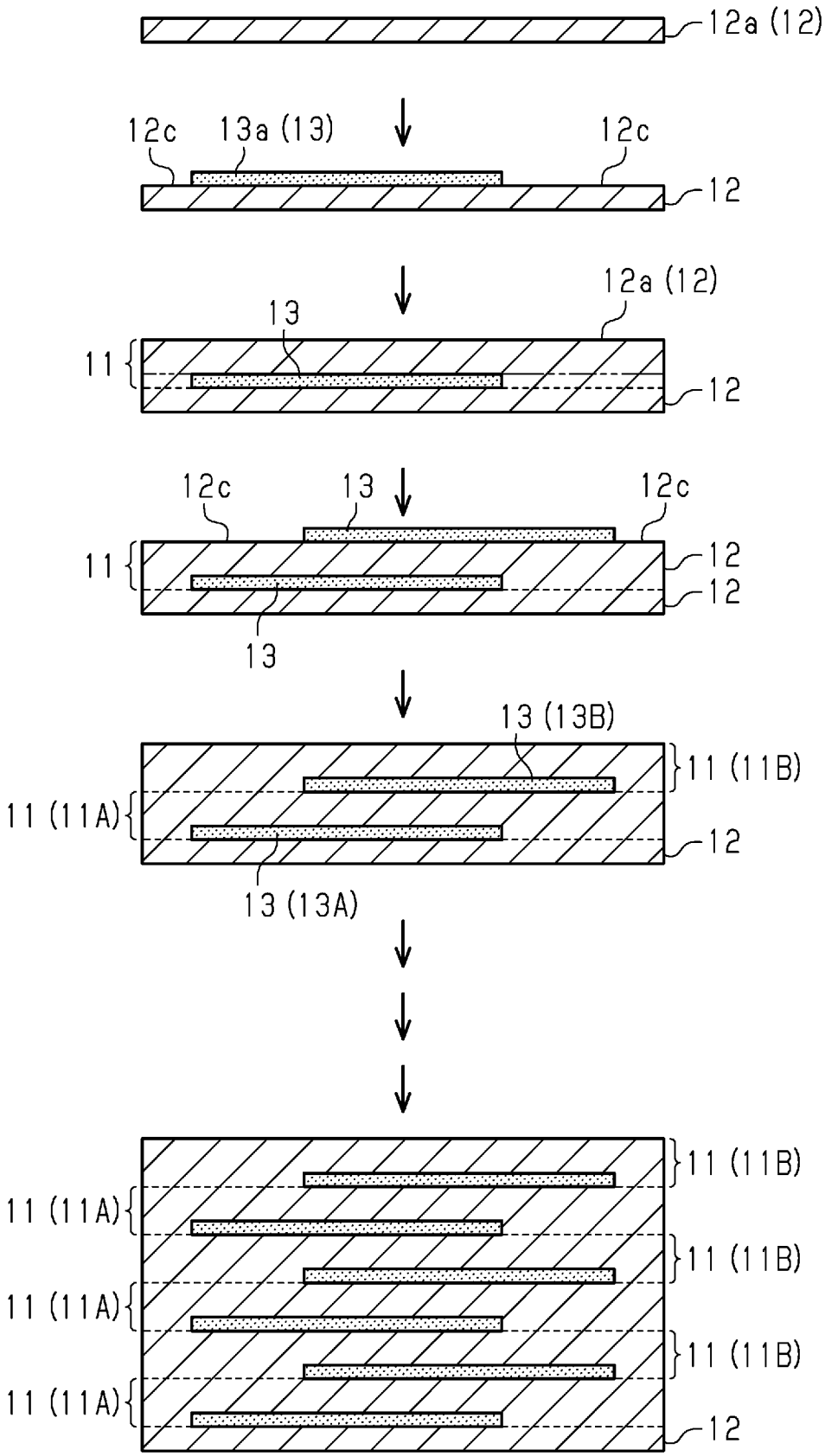
[図4]



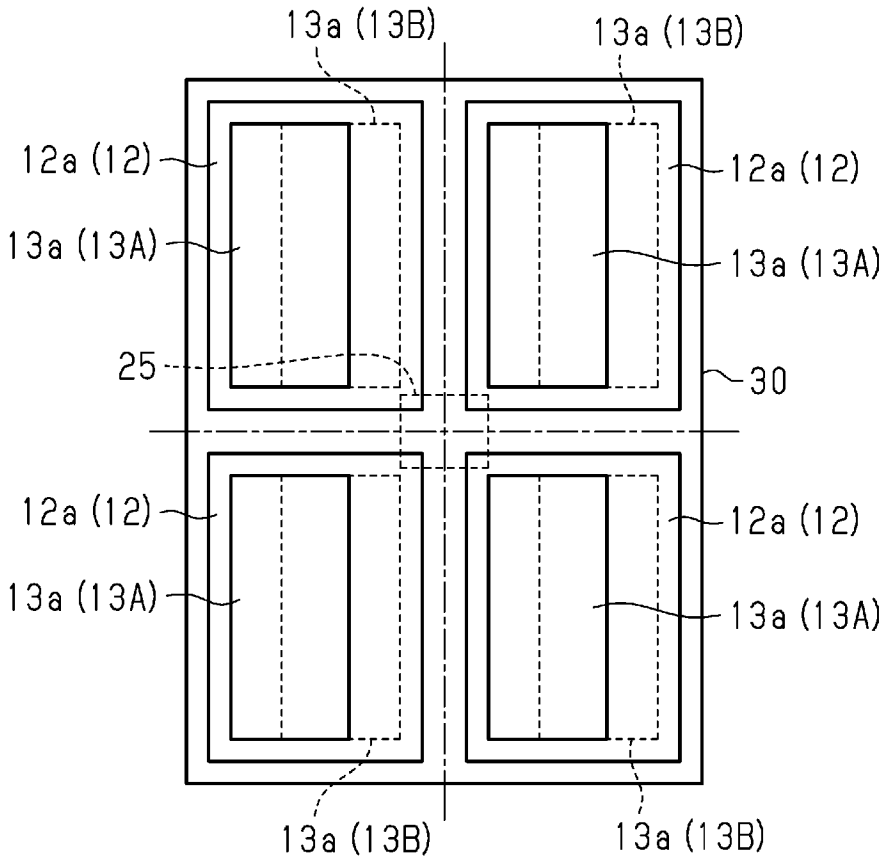
[図5]



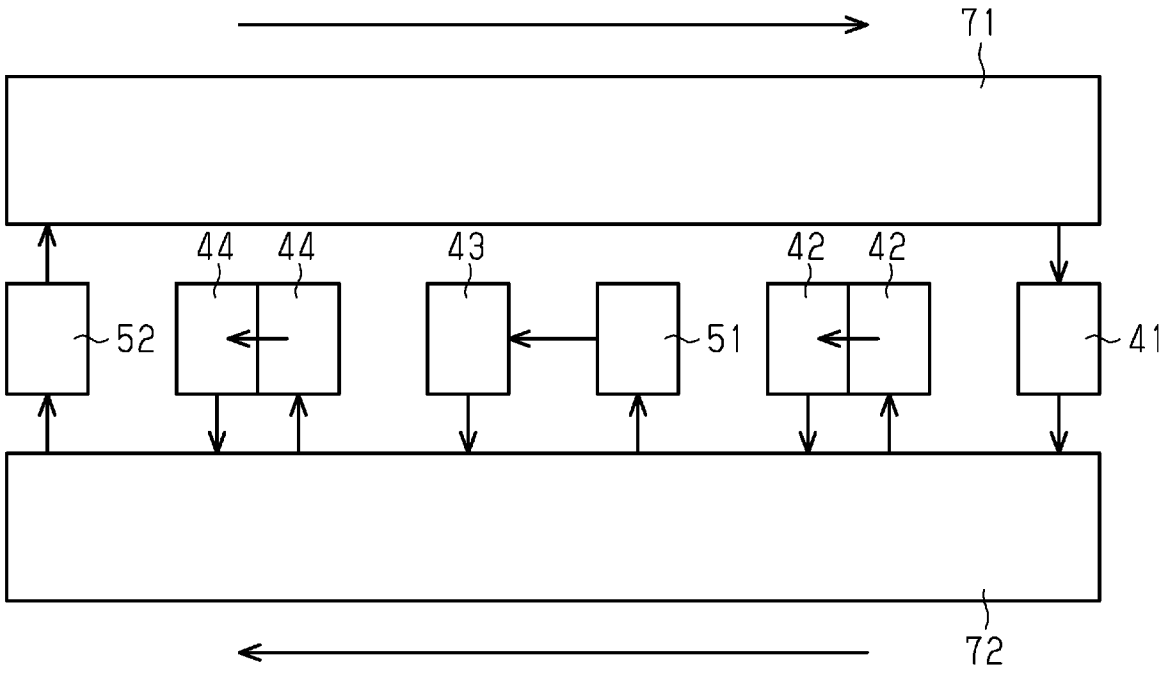
[図6]


12a (12)
12c
13a (13)
12c
12
12a (12)
13
11
12
12c
13
12c
11
12
12
13
13 (13B)
11 (11B)
11 (11A)
12
13 (13A)
11 (11B)
11 (11A)
11 (11B)
11 (11A)
11 (11B)
11 (11A)
12

[図7]


13a (13B)
13a (13B)
12a (12)
12a (12)
13a (13A)
13a (13A)
25
30
12a (12)
12a (12)
13a (13A)
13a (13A)
13a (13B)
13a (13B)

[図8]


71
44
44
43
42
42
52
51
41
72

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/015242

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H02N2/04(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)
Int.Cl. H02N2/04

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
A	JP 2006-118008 A (SHOWA SHINKU CO., LTD.) 11 May 2006, paragraphs [0017]-[0029], all drawings & KR 10-2007-0067147 A & CN 101044260 A	1-9
A	JP 2000-200930 A (SEIKO INSTRUMENTS INC.) 18 July 2000, paragraphs [0016]-[0052], all drawings & US 6469421 B1 column 5, line 54 to column 12, line 62, all drawings	1-9
A	JP 1-503660 A (SOCIETE NATIONALE ELF AQUITAINE) 07 December 1989, entire text, all drawings & US 5100746 A entire text, all drawings & EP 298800 A1 & FR 2616970 A1	1-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
28 June 2019 (28.06.2019)	09 July 2019 (09.07.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/015242

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-124516 A (SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD.) 28 April 2000, paragraphs [0034]-[0124], all drawings & US 2001-0009345 A1 paragraphs [0041]-[0135], all drawings & KR 2000-0028550 A	1-9
A	JP 2007-149880 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 14 June 2007, paragraphs [0021]-[0034], all drawings (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０１５２４２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N2/04(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.　H02N2/04

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
Ａ	JP 2006-118008 A（株式会社昭和真空）2006.05.11，段落［００１７］-［００２９］，全図 & KR 10-2007-0067147 A & CN 101044260 A	１－９
Ａ	JP 2000-200930 A（セイコーインスツルメンツ株式会社）2000.07.18，段落［００１６］-［００５２］，全図 & US 6469421 B1 第5欄第54行-第12欄第62行，全図	１－９
Ａ	JP 1-503660 A（ソシエテ・ナシオナル・エルフ・アキテーヌ）1989.12.07，全文，全図 & US 5100746 A 全文，全図 & EP 298800 A1	１－９

☑　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
２８．０６．２０１９	０９．０７．２０１９

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　４１３１
島倉　理
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
	& FR 2616970 A1	
A	JP 2000-124516 A（三星電機株式会社）2000.04.28，段落［００３４］-［０１２４］，全図 & US 2001-0009345 A1 段落[0041]-[0135]，全図 & KR 2000-0028550 A	１－９
A	JP 2007-149880 A（松下電工株式会社）2007.06.14，段落［００２１］-［００３４］，全図（ファミリーなし）	１－９