

(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
2014年8月28日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/129039 A1

- (51) 国際特許分類:
C23C 14/35 (2006.01) *C23C 14/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/081650
- (22) 国際出願日: 2013年11月25日(25.11.2013)
- (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 2013-031972 2013年2月21日(21.02.2013) JP
- (71) 出願人: 中外炉工業株式会社(CHUGAI RO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5410046 大阪府大阪市中央区平野町3丁目6番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 古屋 英二(FURUYA, Eiji), 小山 良介(KOYAMA, Ryousuke).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (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).

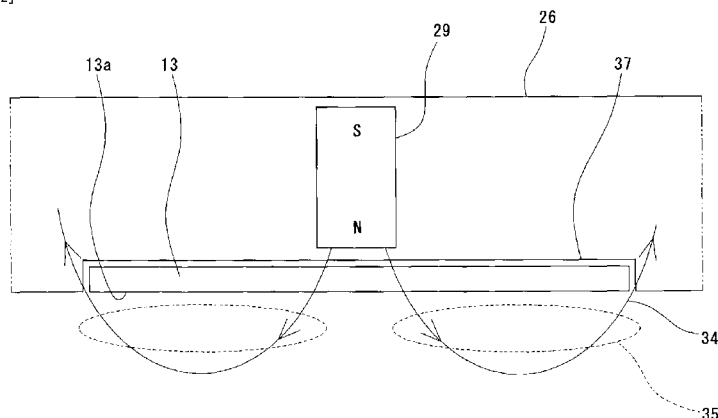
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: FILM FORMATION METHOD AND FILM FORMATION DEVICE

(54) 発明の名称: 成膜方法及び成膜装置

[図2]



(57) Abstract: Provided are a method and a device, in which sublimation-type SiO₂, which can be deposited uniformly, is used as a target material and which enable the formation of a transparent film that has no concern about discoloration. A base (13) is installed in a film formation chamber (12) in such a manner that a deposition surface (13a) of the base (13) faces the inside of the film formation chamber (12), a magnet (29) is placed on the back surface of the base (13), SiO₂ is placed in a crucible (21) that is arranged in the film formation chamber (12), SiO₂ that is a target material (22) is irradiated with plasma using a plasma generator (11) to evaporate SiO₂, a plasma confinement space (35) is formed on the side of the deposition surface (13a) of the base (13) by the action of the magnetic field of the magnet (29), and the evaporated SiO₂ is reacted with plasma in the plasma confinement space (35) to activate SiO₂, whereby SiO₂ is formed. In this manner, a SiO₂ film can be formed on the deposition surface (13a) of the base (13) without requiring the use of oxygen as a reaction gas.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/129039 A1



ターゲット材料として均一な蒸着が行える昇華型の SiO を使用し、かつ、色が付かない透明な成膜が行える方法及び装置を提供する。蒸着面13aが成膜室12の内側に臨むように基材13を搬入し、基材13の背面に磁石29を配置し、成膜室12に配置した坩堝21に SiO を収容し、プラズマ発生装置11によりプラズマをターゲット材料22である SiO に照射して SiO を蒸発させ、基材13の蒸着面13a側に磁石29の磁界によるプラズマ閉じ込め空間35を形成し、プラズマ閉じ込め空間35で前記蒸発した SiO とプラズマを反応させて SiO を活性化させて SiO_2 を形成することにより、反応ガスとして酸素を使用することなく、基材13の蒸着面13aに SiO_2 の膜を形成する。

明 細 書

発明の名称：成膜方法及び成膜装置

技術分野

[0001] 本発明はイオンプレーティング法により基材に薄膜を形成する成膜方法及び成膜装置に関する。

背景技術

[0002] イオンプレーティング法による成膜方法では、反応室内に配置した坩堝内のターゲット材料にプラズマガンによりプラズマを照射してターゲット材料を蒸発させる一方、反応室内に反応ガスを導入してターゲット材料と反応させて、反応したターゲット材料を基材に蒸着させる。ターゲット材料と反応ガスとの反応が不十分であると、品質の悪い膜が形成される。膜質を改善するには、反応ガスの流量を増加し、成膜速度を低下し、あるいは基材を加熱する等の方法がある。

[0003] しかし、反応ガスの流量を増加する方法は、導入可能なガス量に制限があり、成膜圧力が上昇し、成膜速度が低下するので、却って欠陥が増加する。成膜速度を低下する方法は、生産性が悪くなる。基材を加熱する方法は、樹脂フィルムなどには適用できないし、物理的に加熱の限界がある。

[0004] SiO_2 の透明絶縁膜を形成する場合のターゲット材料としては、一般に SiO が使用される。 SiO_2 をターゲット材として使用すると、 SiO_2 は昇華せずに溶融し、液体の状態が存在するので、均一で安定した蒸着ができず、成膜速度を維持することが困難であるからである。これに対し、 SiO は昇華するので、均一で安定した蒸着を行うことができるが、原料が黒色であるため、酸素を加えて SiO_2 にしないと透明な成膜ができない。そこで、 SiO をターゲット材料とする場合には、反応ガスとしては酸素が使用される。しかし、酸素と SiO の反応が不十分であると、膜が SiO_2 とならずに、着色した膜が形成される。

[0005] 特許文献1には、成膜ドラムの内壁に沿ってマグネットを配置して、基材

表面にプラズマ閉じ込め部を形成し、成膜材料を活性化することで、基材に緻密で良質な膜を形成することが提案されている。しかし、この引用文献1の方法は、ターゲット材料として SiO_2 を使用するものである。引用文献1の方法の磁石によるプラズマ閉じ込め空間は、ターゲット材料として SiO を使用し、反応ガスとして酸素を使用する場合の、酸素と SiO の反応を十分に行うためのものではない。

同様に、磁石を用いるものとして、特許文献2には、フィルム基材が成膜ドラムから剥離する近傍の成膜ドラム内に永久磁石を設置して、フィルム基材が成膜ドラムから剥離する際の静電気力を減少して、フィルム基材が損傷するのを防止することが提案されている。しかし、この特許文献2の方法は、成膜時点の膜の品質とは直接関係がない。

[0006] 成膜業界では、上記背景に鑑み、ターゲット材料として均一な蒸着が行える SiO を使用し、制御が難しい反応ガス（酸素）を用いることなく、透明な成膜を行える方法が要請されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2006-124738号公報（特許第4613046号）
特許文献2：特開2008-075164号公報（特許第4826907号）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、ターゲット材料として均一な蒸着が行える昇華型の SiO を使用し、かつ、色が付かない透明な成膜が行える方法及び装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明者らは、ターゲット材料として SiO を使用した場合に、反応ガスとして酸素を用いることなく透明な成膜を行える方法を鋭意研究した結果、基材の背面に磁石を配置して、そのプラズマ閉じ込め空間で SiO をプラズ

マにより活性化させて、 SiO_2 を形成することで、透明な成膜が行えることを見出した。

[0010] 前記課題を解決するための手段として、本発明の成膜方法は、蒸着面が成膜室内側に臨むように基材を搬入し、前記基材の背面に磁石を配置し、前記成膜室に配置した坩堝に SiO を収容し、プラズマ発生装置によりプラズマを前記 SiO に照射して SiO を蒸発させ、前記基材の蒸着面側に前記磁石の磁界によるプラズマ閉じ込め空間を形成し、前記プラズマ閉じ込め空間で前記蒸発した SiO とプラズマを反応させて SiO を活性化させて SiO_2 を形成することにより、反応ガスとして酸素を使用することなく、前記基材の蒸着面に SiO_2 の膜を形成するようにした。

[0011] この方法によれば、プラズマ閉じ込め空間で、蒸発させた SiO とプラズマを反応させて SiO を活性化させるので、反応ガスとして酸素を使用することなく、基材の蒸着面に SiO_2 の膜を形成できる。つまり、ターゲット材料として均一な蒸着が行える昇華型の SiO を使用し、かつ、色が付かない透明な成膜を行うことができる。

[0012] 前記課題を解決するための手段として、本発明の成膜装置は、成膜室内の坩堝に収容したターゲット材料にプラズマ発生装置によりプラズマを照射してターゲット材料を蒸発させ、蒸発したターゲット材料を蒸着面が成膜室内側に臨むように搬入された基材に蒸着させる成膜装置において、前記基材の背面に磁石を配置し、前記基材の蒸着面側に前記磁石の磁界によるプラズマ閉じ込め空間を形成し、前記坩堝にターゲット材料として SiO を収容し、プラズマ発生装置によりプラズマを前記 SiO に照射して SiO を蒸発させ、前記プラズマ閉じ込め空間で前記蒸発した SiO とプラズマを反応させて SiO を活性化させて SiO_2 を形成することにより、反応ガスとして酸素を使用することなく、前記基材の蒸着面に SiO_2 の膜を形成するようにした。

[0013] この構成によれば、プラズマ閉じ込め空間で、蒸発させた SiO とプラズマを反応させて SiO を活性化させるので、反応ガスとして酸素を使用する

ことなく、基材の蒸着面に SiO_2 の膜を形成できる。つまり、ターゲット材料として均一な蒸着が行える昇華型の SiO を使用し、かつ、色が付かない透明な成膜を行うことができる。

[0014] 前記磁石は、長尺な形状を有することが好ましい。この構成によれば、幅広い基材に対しても成膜できる。

[0015] 前記磁石と前記基材を介して対向する位置に、遮蔽板を配置することが好ましい。この構成によれば、プラズマ閉じ込め空間が形成されない基材上の領域に SiO からなる色が付いた膜が形成されることを防止できる。

[0016] 前記磁石は、その長手方向が前記基材の端縁近傍で、当該端縁に沿うように配置することが好ましい。この構成によれば、基材の蒸着面全体をプラズマ閉じ込め空間の内部に配置できる。そして、ターゲット材料として均一な蒸着が行える昇華型の SiO を使用して、基材の蒸着面全体に色が付かない透明な成膜を行うことができる。

[0017] 前記磁石は、前記基材の搬送方向に複数配置することが好ましい。また、前記基材は、成膜中に、蒸着面に垂直な中心線の周りに回転させる構成であり、前記磁石は前記中心線から離れた位置に配置することが好ましい。これらの構成によれば、反応度合の高い SiO_2 膜と低い SiO_2 膜の積層が可能である。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、プラズマ閉じ込め空間で、蒸発させた SiO とプラズマを反応させて SiO を活性化させるので、反応ガスとして酸素を使用することなく、基材の蒸着面に SiO_2 の膜を形成できる。つまり、ターゲット材料として均一な蒸着が行える昇華型の SiO を使用し、かつ、色が付かない透明な成膜を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明の第1実施形態における成膜装置を示す概略図。

[図2]基材の背面に配置された磁石によって形成されたプラズマ閉じ込め空間を示す図。

[図3]本発明の第2実施形態の成膜装置の要部を示す図。

[図4]本発明の第3実施形態の成膜装置の要部を示す図。

[図5]本発明の第4実施形態の成膜装置の要部を示す図。

[図6]本発明の第5実施形態における成膜装置を示す概略図。

[図7]回転可能に支持された基材と磁石との位置関係を示す図。

[図8]本発明の成膜装置の変形例を示す図。

[図9] (a) は本発明の成膜装置の変形例を示す図、(b) はその要部の側面図。

[図10]基材の透過率の測定位置を示す図。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施の形態を図面に従って説明する。

[0021] (第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態の成膜装置を示す。成膜装置10は、イオンプレーティング装置であり、プラズマガン（プラズマ発生装置）11により成膜室12内にプラズマを発生させて基材13上に蒸着により薄膜を形成するものである。

[0022] プラズマガン11は、圧力勾配型プラズマガンである。プラズマガン11は、放電電源14のマイナス側に接続された陰極15とプラス側に接続された中間電極16、17とを備えている。陰極15および中間電極16、17は、プラズマガン11に供給される放電ガスを陰極15の中心部の穴から成膜室12内部に噴射可能なように円環状に配置されている。

[0023] 成膜室12は、略直方体状に形成された箱体である。成膜室12の側面には、内部と外部とを連通するように略水平方向外側に突出する略円筒状のプラズマガン装着部19が設けられている。プラズマガン装着部19の内部空間には、中間電極16、17の開口の径方向外側に対応する領域に円環状の電子帰還電極20が設けられている。成膜室12内部の下方には、放電電源14のプラス側に接続された坩堝21が設けられている。坩堝21には、基材13の蒸着面13aに絶縁性物質からなる薄膜を成膜するためのターゲット

ト材料 22 が收容されている。ターゲット材料 22 は SiO₂ である。坩堝 21 には、プラズマビーム 23 を引き寄せる坩堝磁石 24 が配置されている。成膜室 12 では、プラズマガン 11 によって略水平方向に照射されたプラズマビーム 23 が坩堝 21 の坩堝磁石 24 の方向に曲げられターゲット材料 22 に照射されるようになっている。坩堝 21 に対向する成膜室 12 内部の上方には、基材 13 の蒸着面 13a が成膜室 12 の内側に臨むように基材 13 が配置される処理部 26 が設けられている。成膜室 12 には、開閉扉 27 が設けられ基材 13 の交換やターゲット材料 22 の補充が行えるようになっている。成膜室 12 では、開閉扉 27 を閉じることにより内部の気密性が確保されるようになっている。処理部 26 には、基材 13 の坩堝 21 と反対側である背面に長尺のプラズマ閉じ込め用磁石 29 が設けられている。図 2 に示すように、プラズマ閉じ込め用磁石 29 は、N 極が基材 13 側に位置するように、その長手方向が基材 13 の中心線に沿うように配置されている。プラズマガン装着部 19 の端面は、プラズマビームを略水平方向に照射するようにプラズマガン 11 が装着された状態で閉塞される。プラズマガン装着部 19 の外周には、集束コイル 32 が設けられている。基材配置部 37 は、プラズマ閉じ込め用磁石 29 が中心に位置するように配置されている。成膜室 12 には、内部のガスを排気する真空ポンプ 33 が接続されている。

[0024] 成膜装置 10 の開閉扉 27 を開き、基材 13 を、蒸着面 13a が成膜室 12 の内側、すなわち坩堝 21 側に臨むように取り付ける。そして、開閉扉 27 を閉め、真空ポンプ 33 で減圧した後、放電電源 14 を起動する。プラズマガン 11 により放電ガスのプラズマが生成されるとともに、このプラズマの一部をターゲット材料 22 である SiO₂ に照射してターゲット材料 22 である SiO₂ を蒸発させる。図 2 に示すように、成膜室 12 内部で生成されたプラズマの一部は、処理部 26 のプラズマ閉じ込め用磁石 29 の磁力線 34 の近傍に比較的多く存在するように移動する。つまり、基材 13 の蒸着面 13a 近傍には、プラズマ閉じ込め用磁石 29 の磁界によるプラズマ閉じ込め空間 35 が形成されている。そのため、プラズマ閉じ込め空間 35 において

、坩堝 21 のターゲット材料 22 が蒸発した SiO とプラズマが反応して SiO が活性化される。これにより、基材 13 の蒸着面 13a に SiO₂ が形成される。つまり、反応ガスとして酸素を使用することなく、基材 13 の蒸着面 13a に SiO₂ の膜が形成される。

[0025] 本発明によれば、プラズマ閉じ込め空間 35 にプラズマ閉じ込め空間 35 の周囲よりも多くのプラズマが存在するように閉じ込められているので、坩堝 21 のターゲット材料 22 から蒸発した SiO とプラズマとの反応を促進させることができる。すなわち、蒸発させた SiO とプラズマを反応させて SiO を活性化させることができる。したがって、反応ガスとして酸素を使用することなく、基材 13 の蒸着面 13a に SiO₂ の膜を形成できる。つまり、ターゲット材料 22 として均一な蒸着が行える昇華型の SiO を使用し、かつ、色が付かない透明な成膜を行うことができる。また、安定した状態で、より効率的かつ高品質に基材 13 上に成膜できる。

[0026] プラズマ閉じ込め用磁石 29 が長尺な形状を有しているので、幅広の基材 13 に対しても成膜できる。

[0027] プラズマ閉じ込め用磁石 29 を、その長手方向が基材 13 の中心線に沿うように配置しているので、基材 13 に対して最も広範囲に成膜できる。

[0028] (第 2 実施形態)

図 3 は、本発明の第 2 実施形態の成膜装置 10 の要部を示す。成膜室 12 には、プラズマ閉じ込め用磁石 29 と基材 13 を介して対向する位置に、遮蔽板 39 が配置されている。

[0029] この構成によれば、プラズマ閉じ込め用磁石 29 と基材 13 を介して対向する位置、すなわちプラズマ閉じ込め空間 35 が形成されない基材 13 の領域に対向する位置に遮蔽板 39 を配置しているので、蒸発した SiO がプラズマ閉じ込め空間 35 内で活性化されずに基材 13 の蒸着面 13a に到達することを防止でき透明な SiO₂ の薄膜 36 だけが成膜される。したがって、プラズマ閉じ込め空間 35 が形成されない基材 13 上の領域に SiO からなる色が付いた膜が形成されることを防止できる。

[0030] (第3実施形態)

図4は、本発明の第3実施形態の成膜装置10の要部を示す。プラズマ閉じ込め用磁石29は、その長手方向が基材13の端縁近傍で、当該端縁に沿うように配置されている。この構成によれば、基材13の蒸着面13a全体を磁力線34の内側、すなわちプラズマ閉じ込め空間35の内部に配置できる。したがって、ターゲット材料22として均一な蒸着が行える昇華型のSiO₂を使用して、基材13の蒸着面13a全体に色が付かない透明な成膜を行うことができる。同様に、プラズマ閉じ込め空間35が形成されない領域には、遮蔽板39が配置される。

[0031] (第4実施形態)

図5は、本発明の第4実施形態の成膜装置10の要部を示す。プラズマ閉じ込め用磁石29は、基材13の搬送方向に複数配置されている。この構成によれば、搬送方向で、反応度合の高いSiO₂膜と低いSiO₂膜とを交互に基材13の蒸着面13aに成膜できる。

[0032] (第5実施形態)

図6は、本発明の第5実施形態の成膜装置を示す。処理部26は、モータ30の回転軸に連結されている。図7は、第5実施形態の成膜装置10の要部を示す。プラズマ閉じ込め用磁石29は、モータ30の回転軸に対して偏心した位置に配置されている。モータ30を回転すると、基材13も軸線Pの回りに回転する。これにより、基材13は、プラズマ閉じ込め用磁石29を中心として形成されたプラズマ閉じ込め空間35から近づいたり遠ざかったりを繰り返しながら、成膜される。この構成によっても、同様に、反応度合の高いSiO₂膜と低いSiO₂膜とを交互に基材13の蒸着面13aに成膜できる。

[0033] なお、本発明の成膜装置10は、前記実施形態に限定されるものではなく、以下に例示するように種々の変更が可能である。

[0034] 図8に示すように、成膜室12に、処理部26と坩堝21との間で略水平方向に移動可能なシャッター31を設けてもよい。この構成によれば、シャ

ッター３１の開度を調節することにより、基材１３の蒸着面１３aの成膜領域が拡張できる。

[0035] 図９（a）に示すように、成膜装置１０の処理部２６を略水平方向に延びるように形成し、処理部２６に略水平方向に搬送可能な搬送部４０を設けてもよい。図９（b）は、磁石２９の位置における側断面を示す。この構成によれば、搬入室２８からの基材１３を所定間隔で搬送部４０により搬送して、処理部２６で基材１３に成膜できる。すなわち、基材１３への成膜を連続的に処理できる。

[0036] また、本発明は基材１３をロールに沿って連続的に供給するロール型の成膜装置にも適用できるので、樹脂フィルム等にも成膜が可能となる。

[0037] （実験例）

基材１３の背面にプラズマ閉じ込め用磁石２９を配置して成膜することによる効果を確認するため、以下に示す条件（表１）で実験した。具体的には、プラズマ閉じ込め用磁石２９を配置せずに成膜した基材の透過率（％）に対して、プラズマ閉じ込め用磁石２９を配置して成膜した基材１３の透過率（％）が、どのように変化するかを調べた。基材はいずれも同じ透明ガラスを使用した。３００（mm）×３００（mm）の大きさの基材の中央に磁石２９のN極が近接するように磁石２９を配置した。長尺の遮蔽板３９を、磁石と基材を介して対向する位置で基材の中心線に沿うように配置した。図１０に示すように、基材における透過率の測定位置はA～Dである。成膜時間は同一とした。

[0038]

[表1]

	磁石	電力(kW)	圧力(Pa)	測定位置	膜厚(nm)	透過率(%)
比較例	なし	12.2	0.12	A	406.8	71.5
				B	417.0	57.0
				C	387.6	80.6
				D	404.0	59.4
実験1	あり	12.2	0.12	A	129.0	91.6
				B	161.0	91.4
				C	194.0	91.4
				D	158.0	91.2
実験2	あり	12.2	0.08	A	216.0	89.8
				B	209.0	90.1
				C	229.0	89.7
				D	216.0	90.8
実験3	あり	14.2	0.12	A	159.0	91.1
				B	175.0	91.2
				C	224.0	90.3
				D	228.0	90.4
実験4	あり	16.2	0.12	A	197.0	91.0
				B	213.0	90.9
				C	262.0	89.8
				D	202.0	91.3

[0039] (比較例)

基材の背面に磁石を配置せずに、基材の透過率を測定した。測定条件について、電力は12.2 (kW) であり、圧力は0.12 (Pa) である。表1に示すように、A、B、C、Dにおける透過率は71.5%、57.0%、80.6%、59.4%であった。膜には、点A～Dの全てにおいて、色が付いていた。

[0040] (実験1)

基材の背面中央に磁石を配置し、基材の透過率を測定した。測定条件について、電力は12.2 (kW) であり、圧力は0.12 (Pa) である。A、B、C、Dにおける透過率は91.6%、91.4%、91.4%、91.2%であった。膜には、点A～Dの全てにおいて、色が付いていなかった。

[0041] (実験2)

基材の背面中央に磁石を配置し、基材の透過率を測定した。測定条件について、電力は12.2 (kW) であり、圧力は0.08 (Pa) である。A

、B、C、Dにおける透過率は89.8%、90.1%、89.7%、90.8%であった。膜には、点A～Dの全てにおいて、色が付いていなかった。

[0042] (実験3)

基材の背面中央に磁石を配置し、基材の透過率を測定した。測定条件について、電力は14.2 (kW) であり、圧力は0.12 (Pa) である。A、B、C、Dにおける透過率は、91.1%、91.2%、90.3%、90.4%であった。膜には、点A～Dの全てにおいて、色が付いていなかった。

[0043] (実験4)

基材の背面中央に磁石を配置し、基材の透過率を測定した。測定条件について、電力は16.2 (kW) であり、圧力は0.12 (Pa) である。A、B、C、Dにおける透過率は91.0%、90.9%、89.8%、91.3%であった。膜には、点A～Dの全てにおいて、色が付いていなかった。

[0044] 以上より、基材の背面に磁石を配置した実験1～4の基材の透過率は、電力および圧力の大きさに依存せず概ね90%であるのに対して、基材の背面に磁石を配置していない比較例の基材の透過率は、57.0～80.6 (%) の範囲で90 (%) を大きく下回る値となっていることが分かった。これにより、基材13の背面にプラズマ閉じ込め用磁石29を配置することにより、ターゲット材料22として均一な蒸着が行える昇華型のSiO₂を使用し、かつ、色が付かない透明な成膜が行えることが確認できた。今回の実験1～4の透過率は、90%程度である。この値は、基板として用いたガラスの透過率と同程度であるため、成膜された薄膜自体は、100%に近い透過率を持つといえる。実験1～4の膜厚は、比較例に比べて約1/2であるため、透過率の違いを単純に比較することはできない。しかし、100%に近い透過率の薄膜を2倍の厚さにしたところで、透過率の変化は非常に小さいはずである。従って、今回の実験によって、薄膜の透過率が向上したことは明

白であるといえる。

[0045] また、比較例では、磁石を配置していないため、A～Dの各点において、透過率が異なる値をとっているのに対し、実験1～4では、ほぼ同様の値をとっている。このことは、磁石が配置されていない場合に、蒸発したSiO₂が活性化させる領域が形成されないため、A～Dにおいて不均一な成膜が行われた結果を示すと考えられ、磁石が配置された場合に、磁石から放射状に広がった磁力線によりプラズマ閉じ込め空間35を磁石の回りに形成して均一な成膜が行われた結果を示すと考えられる。また、成膜は同一時間行っただが、磁石を基板の背面に配置せずに成膜した膜の厚さ（387.6～417.0mm）よりも、磁石を基板の背面に配置して成膜した膜の厚さ（129.0～262.0mm）の方が、薄くなることが確認できた。

符号の説明

- [0046] 10 成膜装置
- 11 プラズマガン（プラズマ発生装置）
- 12 成膜室
- 13 基材
- 13a 蒸着面
- 14 放電電源
- 15 陰極
- 16, 17 中間電極
- 19 プラズマガン装着部
- 20 電子帰還電極
- 21 坩堝
- 22 ターゲット材料
- 23 プラズマビーム
- 24 坩堝磁石
- 26 処理部
- 27 開閉扉

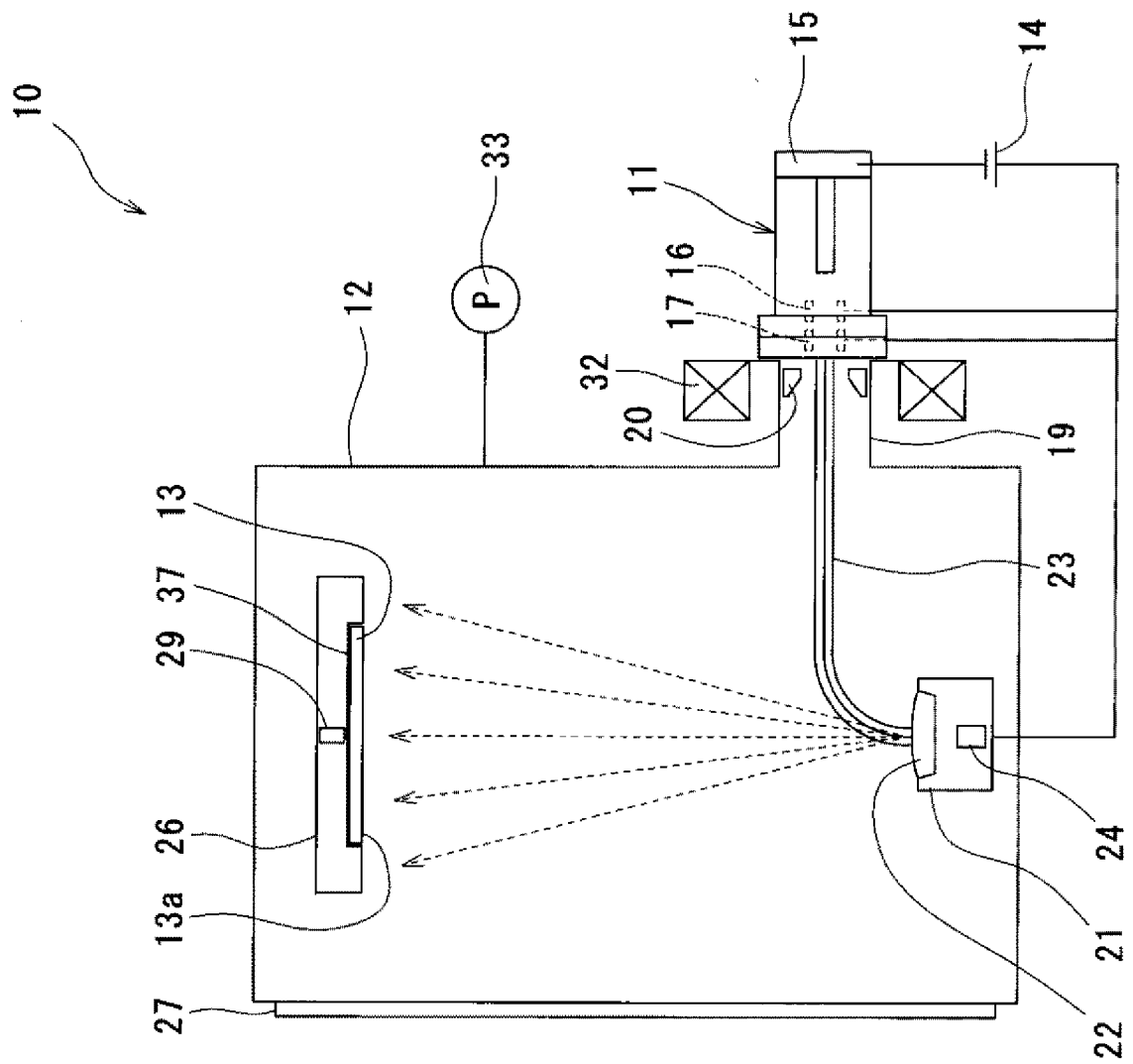
- 28 搬入室
- 29 プラズマ閉じ込め用磁石
- 30 モータ
- 31 シャッター
- 32 集束コイル
- 33 真空ポンプ
- 34 磁力線
- 35 プラズマ閉じ込め空間
- 36 薄膜
- 37 基材配置部
- 39 遮蔽板
- 40 搬送部

請求の範囲

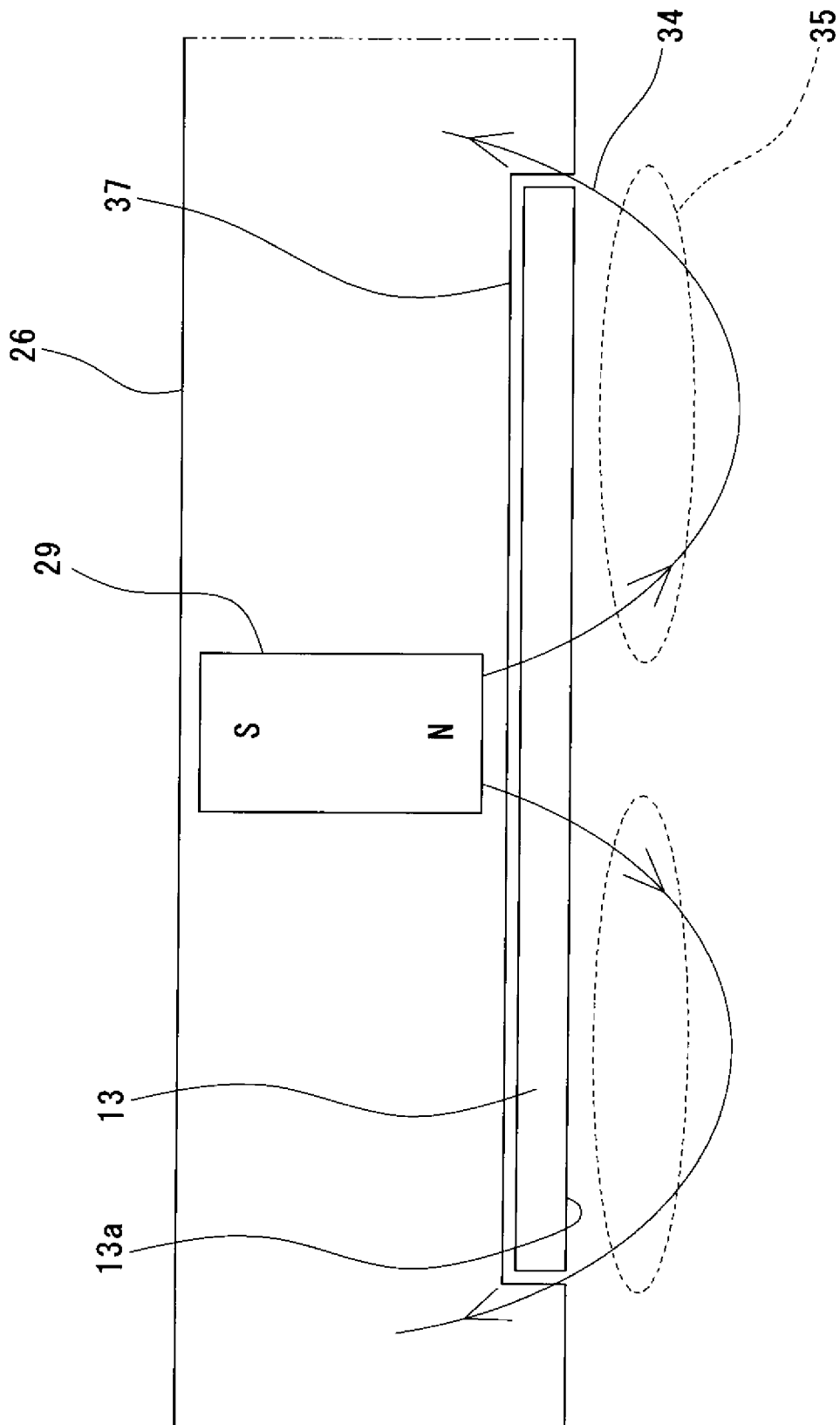
- [請求項1] 蒸着面が成膜室の内側に臨むように基材を搬入し、
前記基材の背面に磁石を配置し、
前記成膜室に配置した坩堝にS i Oを収容し、
プラズマ発生装置によりプラズマを前記S i Oに照射してS i Oを蒸発させ、
前記基材の蒸着面側に前記磁石の磁界によるプラズマ閉じ込め空間を形成し、
前記プラズマ閉じ込め空間で前記蒸発したS i Oとプラズマを反応させてS i Oを活性化させてS i O₂を形成することにより、反応ガスとして酸素を使用することなく、前記基材の蒸着面にS i O₂の膜を形成することを特徴とする成膜方法。
- [請求項2] 成膜室内の坩堝に収容したターゲット材料にプラズマ発生装置によりプラズマを照射してターゲット材料を蒸発させ、蒸発したターゲット材料を蒸着面が成膜室の内側に臨むように搬入された基材に蒸着させる成膜装置において、
前記基材の背面に磁石を配置し、前記基材の蒸着面側に前記磁石の磁界によるプラズマ閉じ込め空間を形成し、前記坩堝にターゲット材料としてS i Oを収容し、
プラズマ発生装置によりプラズマを前記S i Oに照射してS i Oを蒸発させ、前記プラズマ閉じ込め空間で前記蒸発したS i Oとプラズマを反応させてS i Oを活性化させてS i O₂を形成することにより、反応ガスとして酸素を使用することなく、前記基材の蒸着面にS i O₂の膜を形成することを特徴とする成膜装置。
- [請求項3] 前記磁石は、長尺な形状を有することを特徴とする請求項2に記載の成膜装置。
- [請求項4] 前記磁石と前記基材を介して対向する位置に、遮蔽板を配置したことを特徴とする請求項2に記載の成膜装置。

- [請求項5] 前記磁石は、その長手方向が前記基材の端縁近傍で、当該端縁に沿うように配置することを特徴とする請求項3に記載の成膜装置。
- [請求項6] 前記磁石は、前記基材の搬送方向に複数配置することを特徴とする請求項2に記載の成膜装置。
- [請求項7] 前記基材は、成膜中に、蒸着面に垂直な中心線の周りに回転させる構成であり、前記磁石は前記中心線から離れた位置に配置することを特徴とする請求項2に記載の成膜装置。

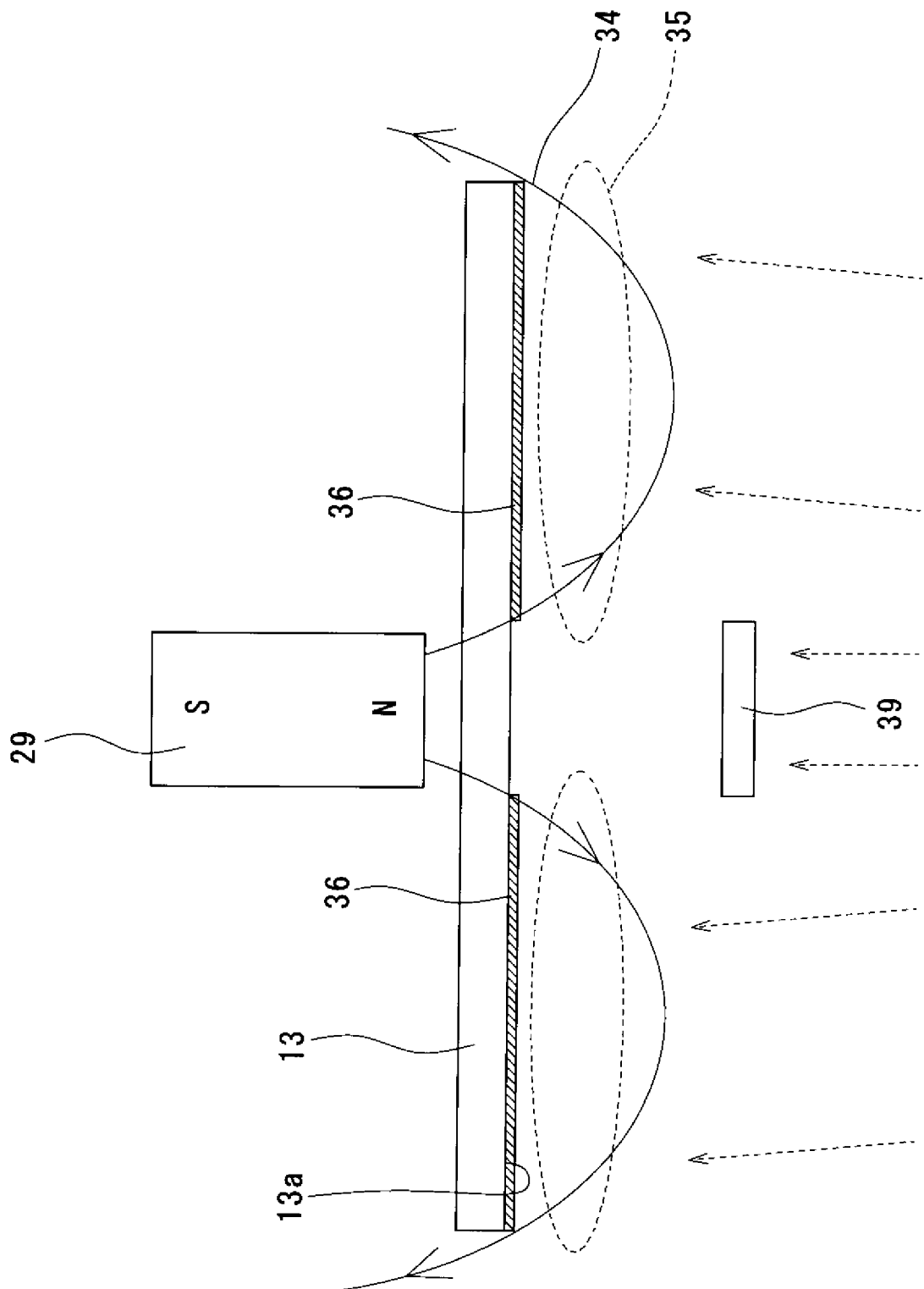
[図1]



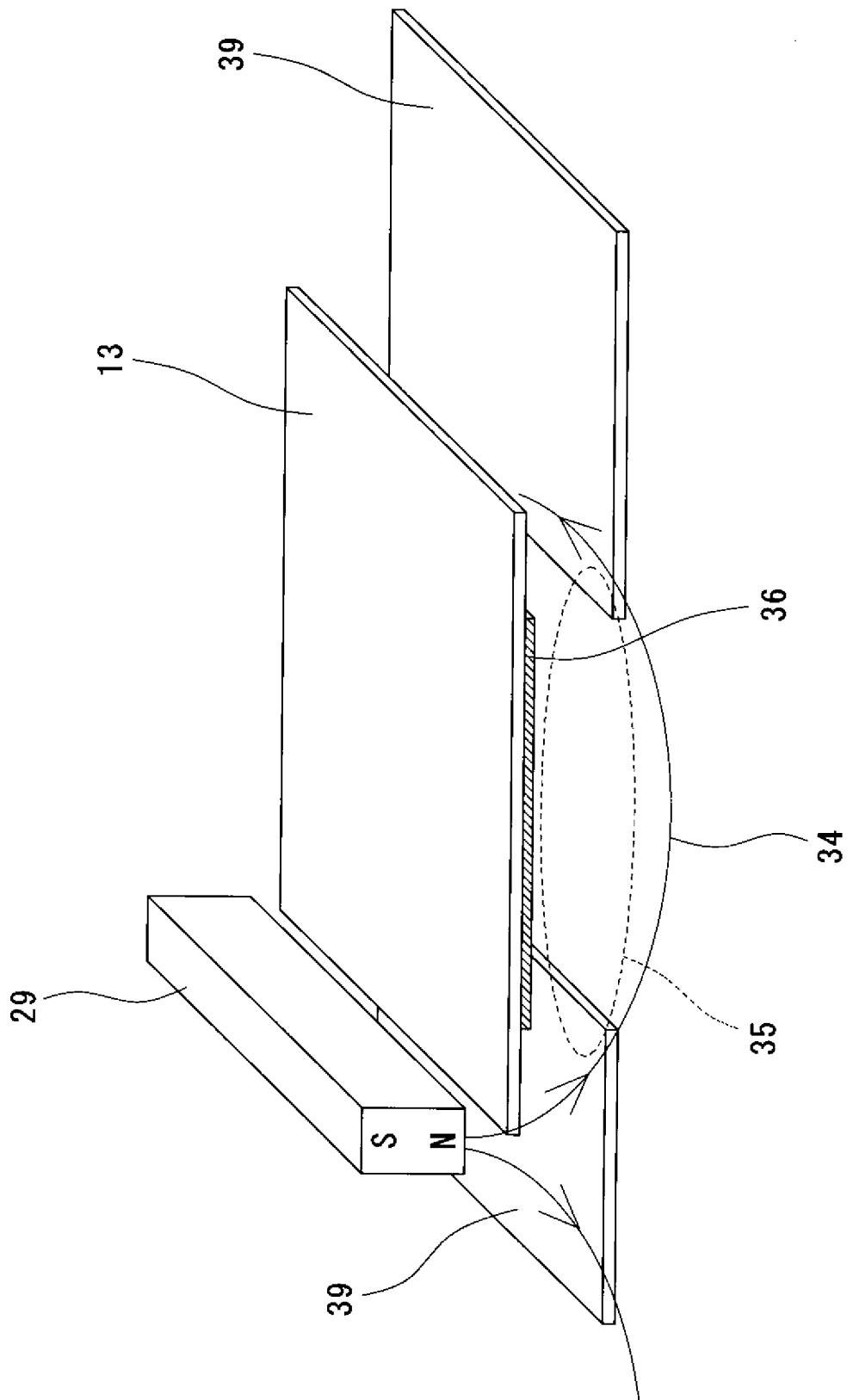
[図2]



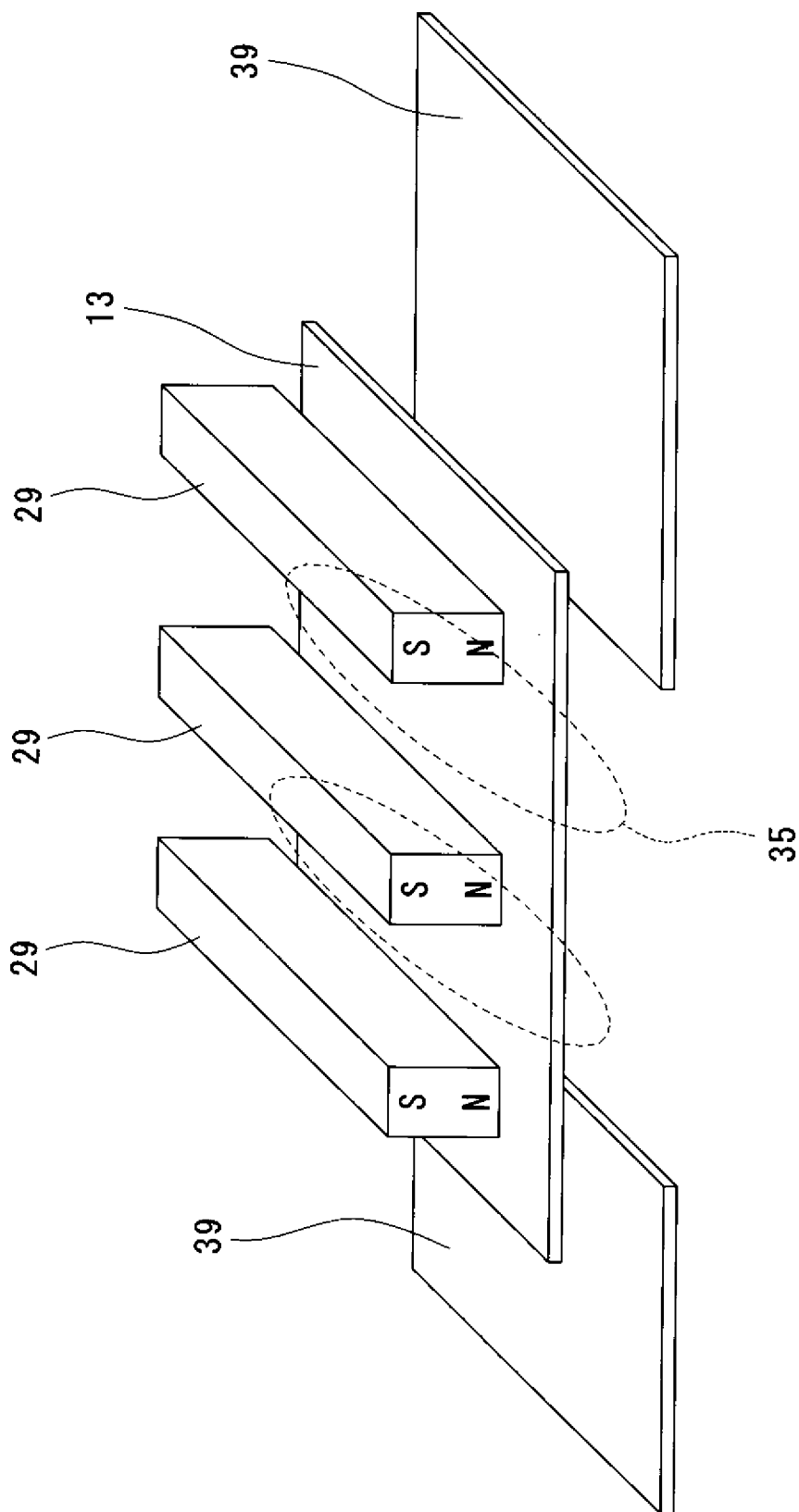
[図3]



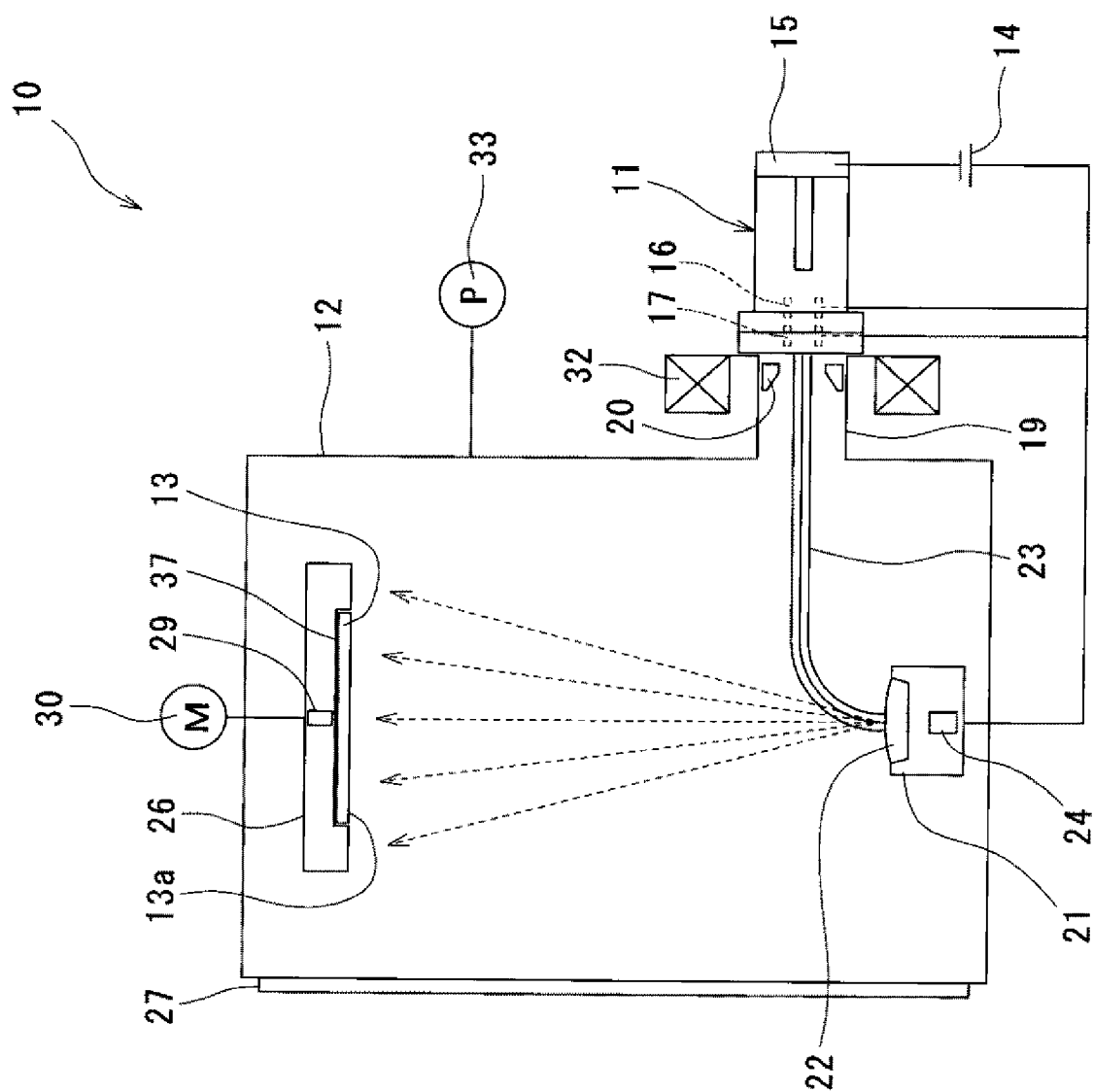
[図4]



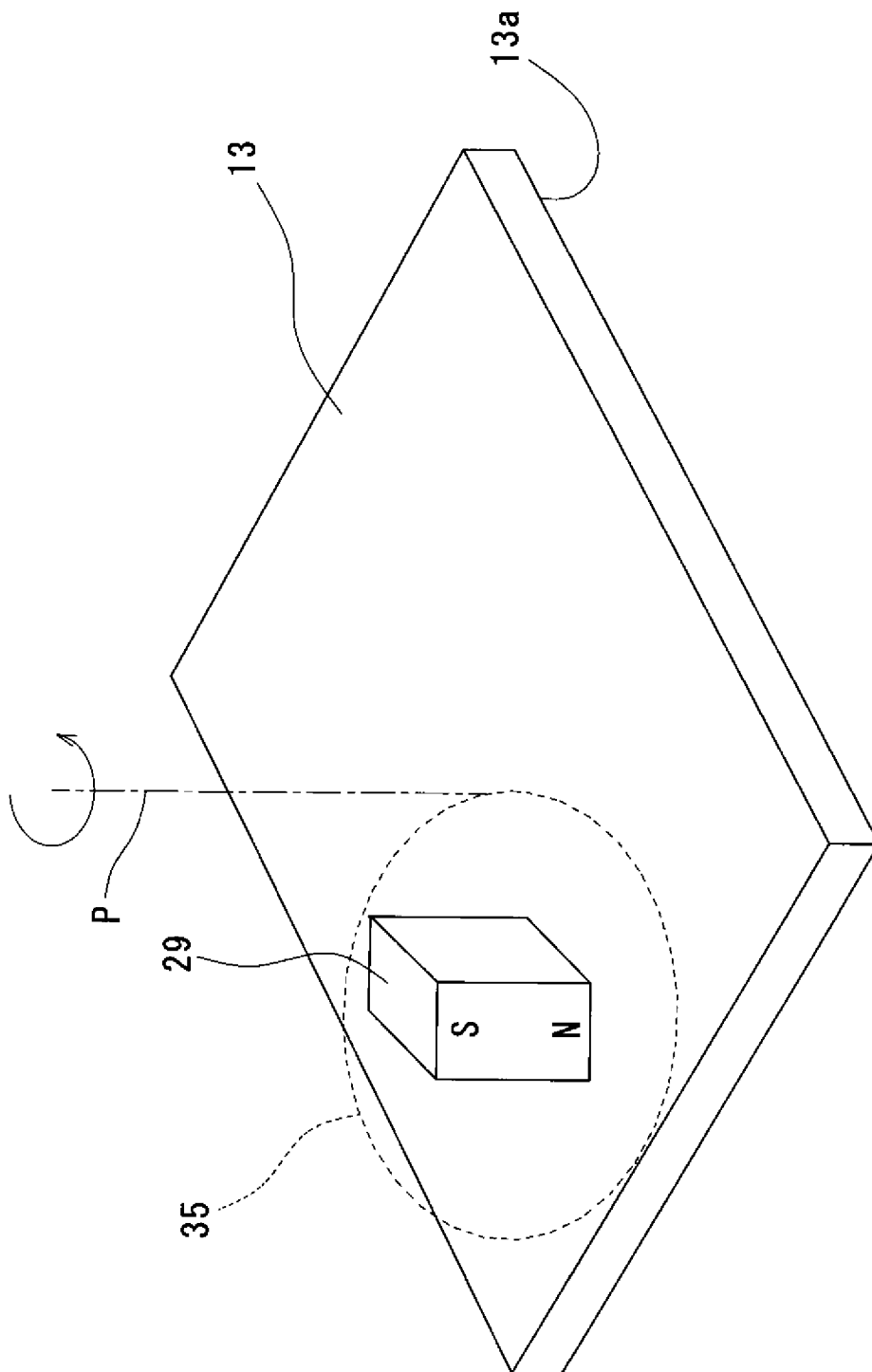
[図5]



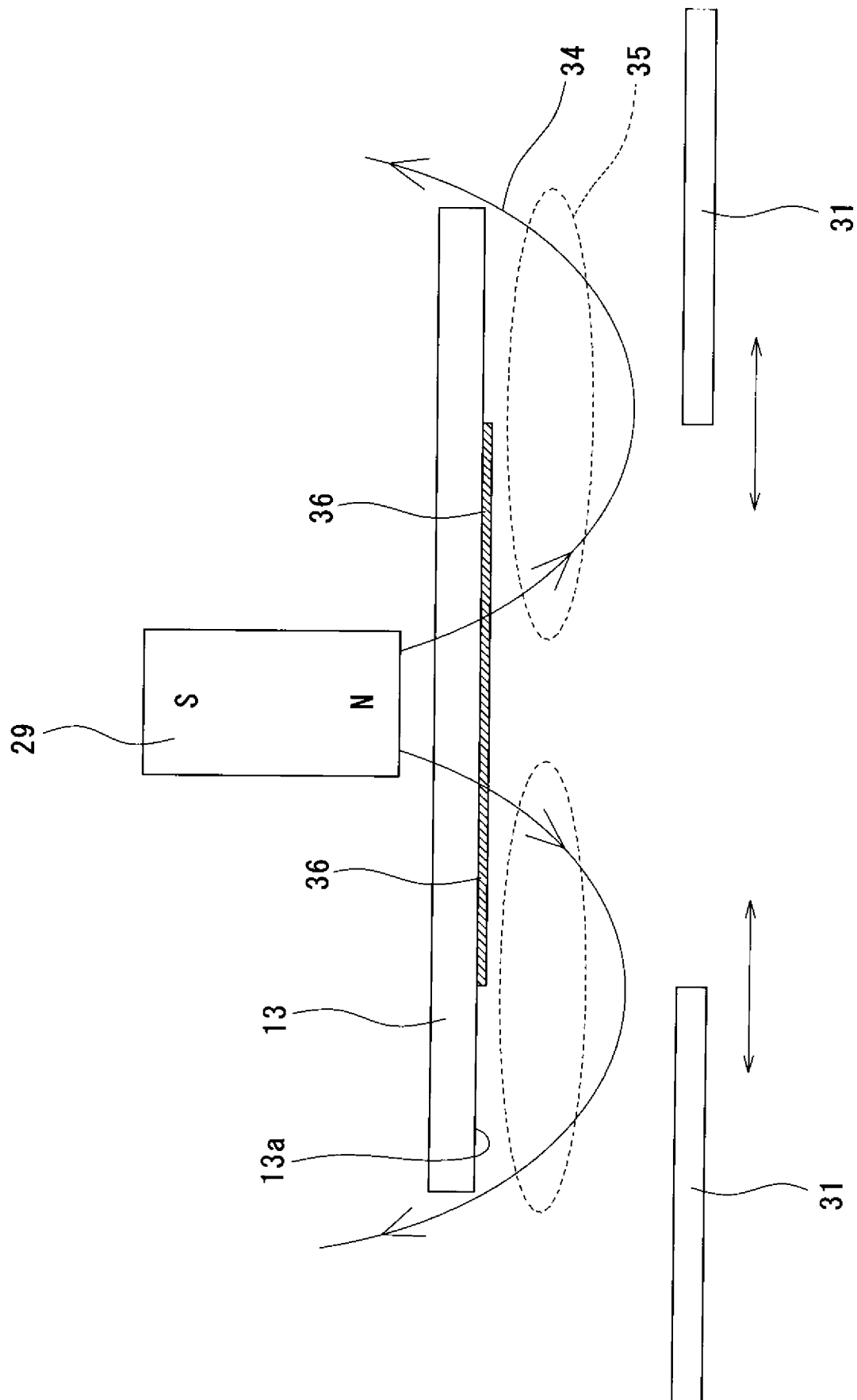
[図6]



[図7]

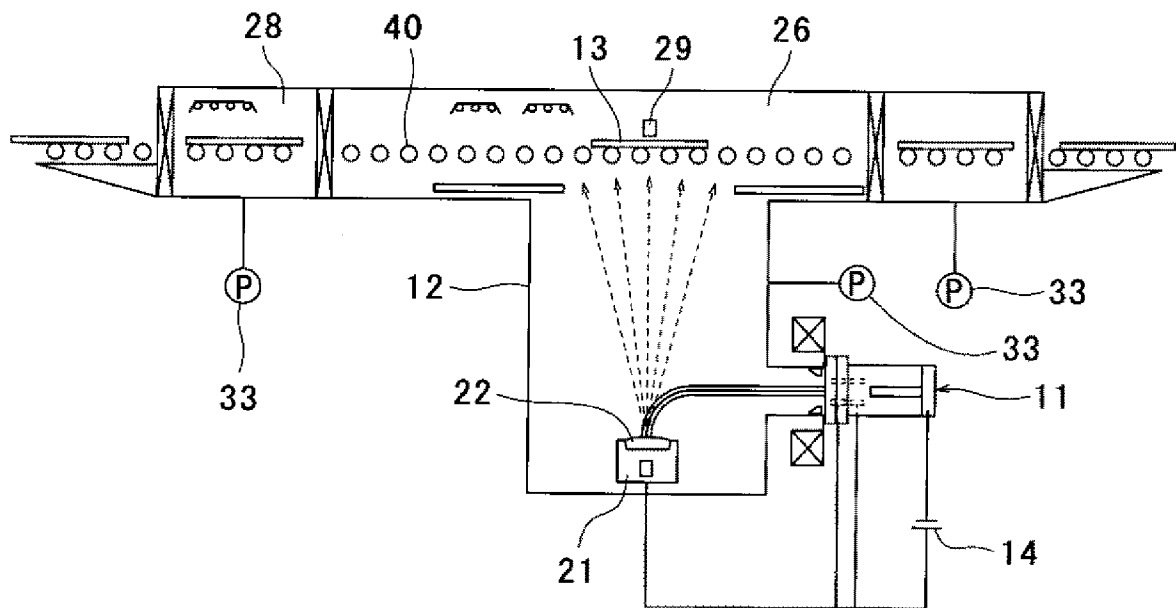


[図8]

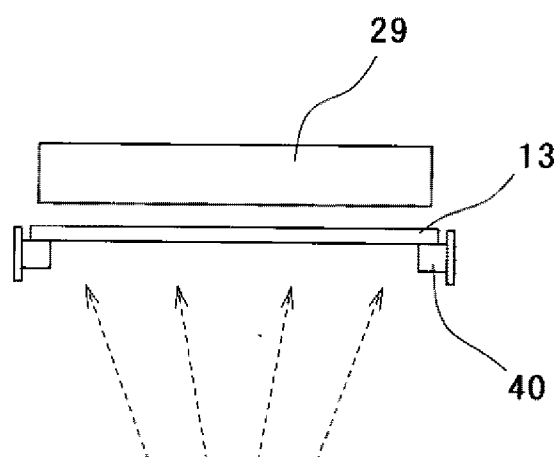


[図9]

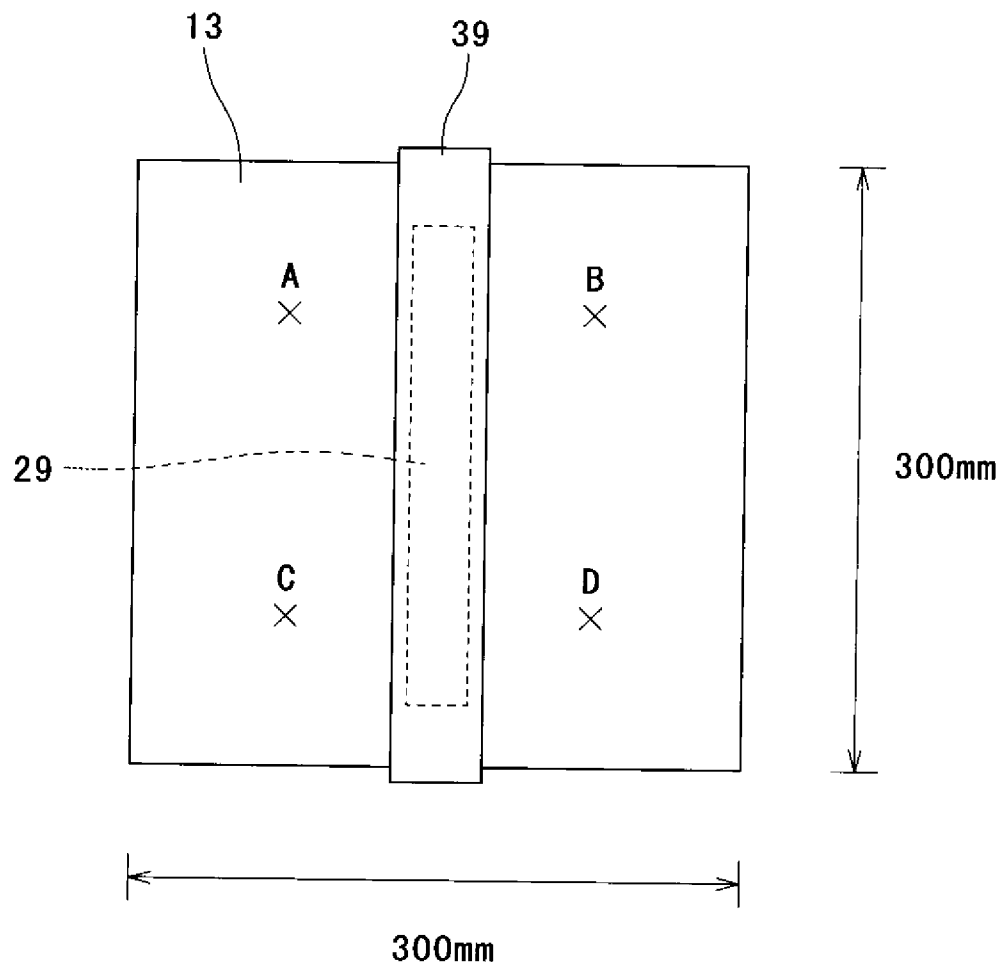
(a)



(b)



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081650

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C14/35(2006.01)i, C23C14/10(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)

C23C14/35, C23C14/10

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2011-246777 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0010], [0038] to [0041], [0057], [0088] to [0091] (Family: none)	1-7
A	JP 2006-124738 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraphs [0006], [0007], [0009], [0043] (Family: none)	1-7
A	JP 55-91971 A (Kabushiki Kaisha Suwa Seikosha), 11 July 1980 (11.07.1980), claims 1, 2; page 2, left column, lines 1 to 6 (Family: none)	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
10 January, 2014 (10.01.14)

Date of mailing of the international search report
21 January, 2014 (21.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081650

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 11-302833 A (Toray Industries, Inc.), 02 November 1999 (02.11.1999), paragraphs [0004], [0005], [0050] (Family: none)	1-7
A	JP 59-200755 A (White Engineering Corp.), 14 November 1984 (14.11.1984), page 4, upper left column, lines 9 to 14; fig. 1 & US 4420386 A & GB 2138449 A & DE 3340585 A & FR 2544746 A & AU 2688684 A & HK 67587 A & AU 552239 B	1-7
A	JP 2002-97569 A (Ito Optical Industrial Co., Ltd.), 02 April 2002 (02.04.2002), claims 1, 2; paragraphs [0010], [0021]; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 6-264238 A (ULVAC Japan Ltd.), 20 September 1994 (20.09.1994), paragraphs [0001], [0009]; fig. 6 (Family: none)	1-7
A	JP 51-103879 A (Hitachi, Ltd.), 14 September 1976 (14.09.1976), page 3, upper right column, lines 10 to 17; lower left column, lines 3 to 5; fig. 3 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C23C14/35(2006.01)i, C23C14/10(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. C23C14/35, C23C14/10

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 2011-246777 A（大日本印刷株式会社）2011.12.08, 【0010】、【0038】～【0041】、【0057】、【0088】～【0091】（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2006-124738 A（大日本印刷株式会社）2006.05.18, 【0006】、【0007】、【0009】、【0043】（ファミリーなし）	1-7
A	JP 55-91971 A（株式会社諏訪精工舎）1980.07.11, 特許請求の範囲1、2、第2頁左欄第1～6行目（ファミリーなし）	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

1 0 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 1 . 2 0 1 4

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）

村岡 一磨

4 G

5 3 7 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

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
A	JP 11-302833 A (東レ株式会社) 1999. 11. 02, 【0004】、【0005】、【0050】 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 59-200755 A (ホワイト・エンジニアリング・コーポレイション) 1984. 11. 14, 第 4 頁左上欄第 9~14 行、F I G. 1 & US 4420386 A & GB 2138449 A & DE 3340585 A & FR 2544746 A & AU 2688684 A & HK 67587 A & AU 552239 B	1-7
A	JP 2002-97569 A (伊藤光学工業株式会社) 2002. 04. 02, 【請求項 1】、 【請求項 2】、【0010】、【0021】、【図 1】 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 6-264238 A (日本真空技術株式会社) 1994. 09. 20, 【0001】、 【0009】、【図 6】 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 51-103879 A (株式会社日立製作所) 1976. 09. 14, 第 3 頁右上欄 第 10~17 行、左下欄第 3~5 行、第 3 図 (ファミリーなし)	1-7