

(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4月7日(07.04.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/040002 A1

- (51) 国際特許分類:
F04B 37/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/005838
- (22) 国際出願日: 2010年9月28日(28.09.2010)
- (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 2009-225160 2009年9月29日(29.09.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アルバック・クライオ株式会社(ULVAC CRYOGENICS INC.) [JP/JP]; 〒2530085 神奈川県茅ヶ崎市矢畑1222-1 Kanagawa (JP). 株式会社アルバック(ULVAC, INC.) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 直人 (SUZUKI, Naoto) [JP/JP]; 〒2530085 神奈川県茅ヶ崎市矢畑1222-1 アルバック・クライオ株式会社内 Kanagawa (JP). 増田 行男 (MASUDA, Yukio) [JP/JP]; 〒2530085 神奈川県茅ヶ崎市矢畑1222-1 アルバック・クライオ株式

会社内 Kanagawa (JP). 山口 理 (YAMAGUCHI, Osamu) [JP/JP]; 〒2538543 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地株式会社アルバック内 Kanagawa (JP).

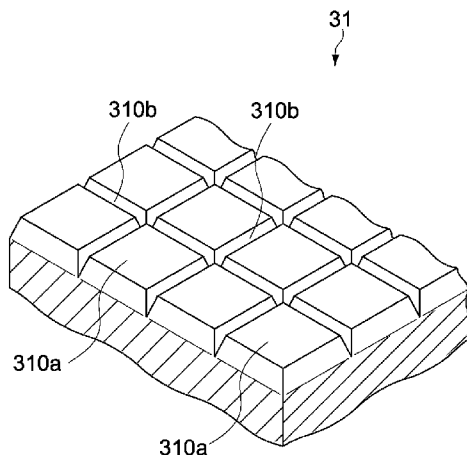
- (74) 代理人: 大森 純一 (OMORI, Junichi); 〒1070052 東京都港区赤坂7-5-47 U & M赤坂ビル2F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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,

[続葉有]

(54) Title: CRYOPUMP

(54) 発明の名称: クライオポンプ

[図3]



(57) Abstract: Provided is a cryopump which can prevent a condensate from being detached from a panel surface to maintain a stable exhaust operation. A cryopump (30) has a cryopanel (31) to be cooled by a refrigerating machine (32). A condensation plane (310) of the cryopanel is divided into a plurality of divided planes (310a) by boundary portions (groove portions) (310b). Thus, cracks occurring on a divided plane are prevented from being transmitted to another divided plane adjacent thereto, by the boundary portions, and the occurrence region of the cracks can be limited within the divided plane. Further, the inner stress of a condensate on the condensation plane is dispersed to and absorbed by divided planes, so that the condensate is prevented from being detached from the divided planes. Thus, the pressure within a vacuum chamber can be prevented from varying due to the detachment of the condensate from the condensation plane and another condensation occurring thereafter, and a stable exhaust pressure can be maintained.

(57) 要約: 【課題】 パネル表面での凝縮体の剥離を防止し、安定した排気動作を維持することが可能なクライオポンプを提供する。

【解決手段】 本発明の一実施形態に係るクライオポンプ30は、冷凍機32によって冷却

されるクライオパネル31を有する。クライオパネルの凝縮面310は、境界部(溝部310b)によって独立した複数の分割面310aに区画されている。このため、ある分割面上で発生したクラックは、上記境界部によって隣接する他の分割面への伝播が抑制され、クラックの発生領域を当該分割面にとどめさせることが可能となる。また、凝縮面上の凝縮体の内部応力が各分割面に分散されることで緩和され、分割面上における凝縮体の剥離が阻止される。これにより、凝縮面からの凝縮体の剥離及びその後の再凝縮を原因とする真空チャンバ内の圧力変動が防止され、安定した排気圧力が維持される。

WO 2011/040002 A1



NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, 添付公開書類:
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： クライオポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、真空中で気体分子を捕捉するクライオパネルを備えたクライオポンプに関する。

背景技術

[0002] クライオポンプは、高真空ポンプの一つとして知られており、膜形成、表面改質、パターン描画、分析、蒸発乾燥等を目的とした真空処理装置に用いられている。クライオポンプは、真空チャンバ内に配置されるパネルと、このパネルを極低温に冷却する冷凍機とを有し、上記パネルに気体分子を凝縮又は凝結させて排気する、捕集式ポンプである。パネルの冷却温度は、到達目標圧力、捕集すべき気体分子の種類等に応じて設定され、水分子（水蒸気）を排気する場合、例えば 80 K の超低温又は極低温に冷却される（例えば下記特許文献 1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2002-70738 号公報（段落[0002]、図1）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、水蒸気と、水蒸気よりも飽和蒸気圧の高い気体分子（二酸化炭素、塩素、アンモニア等）との混合ガスの雰囲気下で水蒸気を凝縮排気する場合、パネル表面上の凝縮体（氷膜）にクラックが発生し、これが原因で凝縮体が剥離することがある。剥離した凝縮体は昇華（再気化）し、昇華したガスはパネル表面で捕捉されることで再凝縮する。このような凝縮体の昇華及び再凝縮は、排気圧力の変動を招き、安定した排気動作を維持することが困難になる。

[0005] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、パネル表面での凝縮体の剥離

を防止し、安定した排気動作を維持することが可能なクライオポンプ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、本発明の一形態に係るクライオポンプは、真空チャンバを目標圧力に排気するためのクライオポンプであって、パネルと、冷凍機とを具備する。

上記パネルは、上記真空チャンバ内の排気すべきガスを凝縮させる凝縮面と、上記凝縮面に形成され上記凝縮面を独立した複数の分割面に区画する境界部とを有する。

上記冷凍機は、上記パネルを上記目標圧力下での上記ガスの露点以下に冷却することが可能である。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本発明の一実施形態に係るクライオポンプを備えた真空処理装置の構成を示す部分破断側面図である。

[図2]上記クライオポンプに係るクライオパネルの概略平面図である。

[図3]上記クライオパネルの要部の部分破断斜視図である。

[図4]従来のクライオパネルの凝縮面上に堆積した凝縮体の剥離のメカニズムを説明する模式図である。

[図5]本実施形態に係るクライオパネルの凝縮面に堆積した凝縮体の様子を説明する模式図である。

[図6]クライオポンプの排気圧力の時間変化を示す実験結果であり、（A）は比較例を示し、（B）は本発明の実施形態を示している。

[図7]本発明の実施形態に係るクライオパネルの凝縮面の構成の変形例を示す模式断面図である。

[図8]本発明の実施形態に係るクライオパネルの凝縮面の構成の変形例を示す模式断面図である。

[図9]本発明の他の実施形態に係るクライオポンプを備えた真空処理装置の構成を示す部分破断側面図である。

[図10]本発明のさらに他の実施形態に係るクライオポンプを備えた真空処理装置の構成を示す部分破断側面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 本発明の一実施形態に係るクライオポンプは、真空チャンバを目標圧力に排気するためのクライオポンプであって、パネルと、冷凍機とを具備する。

上記パネルは、上記真空チャンバ内の排気すべきガスを凝縮させる凝縮面と、上記凝縮面に形成され上記凝縮面を独立した複数の分割面に区画する境界部とを有する。

上記冷凍機は、上記パネルを上記目標圧力下での上記ガスの露点以下に冷却することが可能である。

[0009] 上記クライオポンプにおいて、パネルは、真空チャンバ内あるいは真空チャンバの排気通路内等に設置され、冷凍機によって、目標圧力下における真空チャンバ内の排気すべきガスの露点以下に冷却される。真空チャンバ内のガスは、パネルの凝縮面上に凝縮することで捕捉され、これにより真空チャンバは真空排気される。

[0010] 真空チャンバ内のガスが飽和蒸気圧の異なる複数の混合ガスである場合、凝縮面に堆積した凝縮体は、内部応力によってクラックが発生することがある。上記パネルの凝縮面は、境界部によって独立した複数の分割面に区画されており、個々の分割面は、孤立した島として凝縮面上に点在する。このため、ある分割面上で発生したクラックは、上記境界部によって隣接する他の分割面への伝播が抑制され、クラックの発生領域を当該分割面内にとどめさせることが可能となる。また、凝縮面上の凝縮体の内部応力が各分割面に分散されることで緩和され、分割面上における凝縮体の剥離が阻止される。これにより、凝縮面からの凝縮体の剥離及びその後の再凝縮を原因とする真空チャンバ内の圧力変動が防止され、安定した排気圧力が維持される。

[0011] 上記境界部は、上記凝縮面に凹設された溝部で構成することができる。これにより、各分割面を上記溝部で孤立させた島状に形成することができる。溝部は、直線形状でもよいし曲線形状でもよい。溝部は規則的に形成されて

もよいし、不規則的に形成されてもよい。溝部の形成本数、形成パターン等は特に限定されず、形成すべき分割面の大きさに応じて適宜設定することが可能である。例えば、溝部は格子状に形成されてもよく、これにより分割面を容易に形成することが可能となる。溝部の断面形状も特に限定されず、三角形形状（V字形状）、矩形状、湾曲形状等であってもよい。

[0012] 上記境界部は、上記凝縮面に突設された壁部で構成されてもよい。この場合も、各分割面を上記壁部で孤立させた島状に形成することができる。壁部は、直線形状でもよいし曲線形状でもよい。壁部は規則的に形成されてもよいし、不規則的に形成されてもよい。壁部の形成本数、形成パターン等は特に限定されず、形成すべき分割面の大きさに応じて適宜設定することが可能である。例えば、壁部は格子状に形成されてもよく、これにより分割面を容易に形成することが可能となる。壁部の断面形状も特に限定されず、三角形形状（V字形状）、矩形状、湾曲形状等であってもよい。

[0013] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

[0014] 図1は、本発明の一実施形態に係るクライオポンプを備えた真空処理装置の構成を示す部分破断側面図である。真空処理装置1は、真空チャンバ10と、主ポンプ20と、クライオポンプ30とを有する。

[0015] 真空チャンバ10は、内部を真空排気可能な密閉構造を有しており、例えばアルミニウム合金、ステンレス鋼等の金属材料で構成されている。真空チャンバ10の内部には、図示せずとも、半導体ウエハやガラス基板等の被処理基板を支持するステージ、被処理基板を加熱、プラズマ照射、エッチング、成膜等の各種真空処理を実行するための加熱源、プラズマ源、成膜源等が設置されている。

[0016] 主ポンプ20には、例えば、ターボ分子ポンプやルーツ型ポンプ等のドライポンプが用いられるが、これ以外にも拡散ポンプ等の他の真空ポンプが用いられてもよい。主ポンプ20は、真空チャンバ10の底部に設置されており、真空チャンバ10の内部を所定の第1の真空度（例えば 1×10^{-4} Pa）にまで排気する。

- [0017] クライオポンプ30は、真空チャンバ10の内部に存在する水蒸気（ H_2O ）を凝縮排気するためのもので、第1の真空度よりも高真空の第2の真空度（例えば $1 \times 10^{-5} \text{Pa}$ ）にまで真空チャンバ10の内部を排気する。本実施形態において、クライオポンプ30は、主ポンプ20によって真空チャンバの内部が上記第1の真空度に達した後、駆動される。
- [0018] クライオポンプ30は、真空チャンバ10の内部に位置するクライオパネル31と、真空チャンバ10の外部に位置するクライオパネル31を冷却する冷凍機32とを有する。冷凍機32は、真空チャンバ10の底部10aを気密に貫通するコールドヘッド32aを有し、コールドヘッド32aはその先端部でクライオパネル31を支持する。冷凍機32は、図示しないヘリウム圧縮機から送り込まれるヘリウムをコールドヘッド32aにおいて膨張させ、クライオパネル31を例えば80K以下の超低温または極低温に冷却する。
- [0019] クライオパネル31の冷却温度は特に限定されず、クライオポンプ30の到達目標圧力下において、クライオパネル31上で水蒸気を凝縮できる温度（露点）以下であればよい。
- [0020] 次に、クライオパネル31の詳細について説明する。図2は、クライオパネル31の平面図、図3は、クライオパネル31の部分斜視図である。
- [0021] クライオパネル31は、銅やアルミニウム等の熱伝導性の高い金属材料の円盤で構成されている。クライオパネル31は、真空チャンバ10の内部に対向する上面が、排気対象である水蒸気を凝縮させる凝縮面310とされている。なお、クライオパネル31は、円盤形状に限られず、矩形状であってもよい。また、クライオパネル31は平板である場合に限られず、湾曲板、円筒形状等であってもよい。
- [0022] 凝縮面310は、相互に独立した複数の分割面310aを有する。各分割面310aは、凝縮面310に格子状に形成された複数本の溝部310b（境界部）によって区画されている。これにより、各分割面310aは、相互に孤立した島として凝縮面310上に点在する。なお、図2は理解容易のため

め簡略化して示されており、実際には、分割面 310a は図示の例よりも微細に形成されている。

[0023] 溝部 310b は、隣接する複数の分割面 310a の境界を構成する。溝部 310b は、略三角形状（V 字形状）の断面形状を有する。本実施形態において溝部 310b は、各々の分割面 310a が正方形となるように、面内で直交する二軸方向（X 軸方向、Y 軸方向）にそれぞれ直線的に複数形成されている。溝部 310b の幅、深さ、形成間隔は特に制限されず、各分割面 310a の大きさ（面積）、間隔等に応じて適宜設定される。例えば、クライオパネル 31 の直径が 470mm の場合、溝部 310b の幅、深さ、形成間隔はそれぞれ 1mm、0.5mm、5mm とすることができる。

[0024] 以上のように構成される本実施形態のクライオポンプ 30 において、クライオパネル 31 は、冷凍機 32 によって 80K 以下に冷却される。真空チャンバ 10 内の残留ガス（あるいは放出ガス）は、クライオパネル 31 の凝縮面 310 上に凝縮することで捕捉され、これにより真空チャンバ 10 は上記第 2 の真空度にまで排気される。

[0025] 本実施形態においてクライオポンプ 30 は、主として、真空チャンバ 10 内の水蒸気（ H_2O ）を排気するように運転される。ここで、真空チャンバ 10 内に水蒸気よりも飽和蒸気圧の高いガス（例えば、二酸化炭素、塩素、アンモニア）が存在する場合、これらのガスも水蒸気と共にクライオパネル 31 に捕捉され、水蒸気との混合ガスの凝縮体として凝縮面 310 上に堆積する。上記混合ガスの凝縮体は、凝縮熱や凝縮時の体積膨張率の相違などにより内部応力が比較的大きいため、クライオパネル 31 上でクラックが発生することがある。

[0026] ここで、凝縮体に発生したクラックが所定以上にわたって成長すると、凝縮面からの凝縮体の剥離が誘発される。図 4 は、凝縮面上における凝縮体の剥離のメカニズムを説明する模式図である。凝縮面 S 上の凝縮体（氷膜）F に発生するクラック C1 は、任意の位置で発生し（図 4（A））、成長と合体を経て比較的大きなクラック C2 を発生させる（図 4（B））。クラック

C 2は凝縮面Sから剥離し（図4（C））、最終的に剥離片C 3を発生させる（図4（D））。凝縮面Sからの凝縮体Fの剥離は、ポンプ排気能力の低下を招くとともに、剥離片C 3の昇華（再気化）によって真空チャンバ内の圧力を上昇させる。また、昇華したガスは凝縮面Sで再凝縮し、これにより真空チャンバ内の圧力が低下する。これらの現象が繰り返されることで、排気圧力が変動し、安定した高真空度を維持することが困難となる。

[0027] 一方、本実施形態においては、クライオパネル3 1は、凝縮面3 1 0が溝部3 1 0 bによって独立した複数の分割面3 1 0 aに区画されている。図5（A）は、クライオパネル3 1の凝縮面3 1 0上に堆積した凝縮体Fを示している。凝縮体Fは、分割面3 1 0 aと溝部3 1 0 bの表面形状にならって凝縮面3 1 0上に堆積される。

[0028] 図5（B）は、凝縮体Fにクラックが発生したときの様子を示す模式図である。個々の分割面3 1 0 aは、孤立した島として凝縮面3 1 0上に点在している。したがって、ある分割面3 1 0 aで発生したクラックCは、溝部3 1 0 bによって大きな伝播抵抗を受けることで、隣接する他の分割面への伝播と、分割面3 1 0 a相互間のクラックCの合体が抑制される。すなわち、凝縮面に形状的な異方性を付与する境界部を形成することにより、クラックCの伝播の態様を制御することが可能となる。したがって、個々の分割面3 1 0 aの大きさをクラックCによる当該分割面からの剥離を生じさせない大きさに設定することで、クラックの発生領域を当該分割面内にとどめさせることができる。

[0029] また、本実施形態によれば、凝縮面3 1 0上の凝縮体Fの内部応力が各分割面3 1 0 aに分散されることで緩和され、分割面3 1 0 a上における凝縮体Fの剥離を有効に阻止することが可能となる。これにより、凝縮面3 1 0からの凝縮体Fの剥離及びその後の再凝縮を原因とする真空チャンバ内の圧力変動を防止でき、安定した排気圧力を維持することが可能となる。

[0030] なお、凝縮体FのクラックCは、溝部3 1 0 b内においても発生し得る。しかし、溝部3 1 0 bと分割面3 1 0 aとの間に形状上の等方性が失われて

いるため、溝部 310b と分割面 310a との間にわたるクラックの伝播及び合体は効果的に阻止される。

[0031] 図 6 (A)、(B) は、排気圧力の時間変化を示しており、(A) は凝縮面が連続平面で形成された比較例 (図 4) に係るクライオパネルを用いたときの実験結果、(B) は凝縮面が境界部で区画された複数の分割面で形成された本実施形態に係るクライオパネル 31 を用いたときの実験結果である。実験では、真空チャンバを 1×10^{-5} Pa まで排気した後、真空チャンバに水蒸気 (H_2O) を 130 sccm、二酸化炭素 (CO_2) を 100 sccm それぞれ導入し続けながら圧力を測定した。クライオパネルの冷却温度は 70 K とした。

[0032] 図 6 (A) に示すように、比較例に係るクライオパネルでは運転を開始してから約 1 時間経過後に圧力の変化が現れ始め、以後、継続して圧力の変動が認められた。これに対して本実施形態によれば、図 6 (B) に示すように、運転開始から圧力の変動は認められず、長時間にわたって安定した排気圧力を維持できることが確認された。また図示せずとも、本実施形態によれば、24 時間の排気時間にわたって排気圧力を安定に維持できることが確認された。このように排気圧力を安定に維持できる要因は、クライオパネルからの凝縮体の剥離を確実に防止することにある。従来技術であれば凝縮体が剥離を起こす厚みである 3 mm 堆積した場合でも、本実施形態によれば、クライオパネルからの剥離がないことが確認されている。

[0033] 以上のように、本実施形態によれば、クライオパネル 31 の凝縮面 310 が溝部 310b によって複数の分割面 310a で形成されているので、凝縮面 310 上における凝縮体の剥離を防止することができる。これにより、クライオポンプ 30 による安定した排気動作を実現でき、真空チャンバ内の圧力変動を防止することができる。また、真空チャンバ内における成膜等の真空プロセスを長時間にわたって安定して実施することが可能となる。

[0034] 以上、本発明の実施形態について説明したが、勿論本発明はこれに限定されることはなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

- [0035] 例えば以上の実施形態では、クライオパネル 31 の凝縮面 310 を構成する複数の分割面 310a を平面形状とし、また、各分割面 310a を区画する溝部 310b の断面形状を三角形形状（V 字形状）としたが、これらに限られない。また、溝部 310b の幅を分割面 310a の溝よりも小さくしたが、溝部 310b の幅を分割面 310a の幅と同等以上の大きさとしてもよい。上記のような構成例においても、上述と同様な作用効果を得ることができる。
- [0036] 図 7（A）～（C）は、凝縮面の構成の変形例を示すクライオパネルの模式断面図である。図 7 において、（A）は、断面形状が矩形状の溝部 410b で分割面 410a を形成した例を示している。溝部 410b は分割面 410a と同等以上の幅を有する。（B）は、断面三角形形状の溝部 510b を連続的に形成することで、溝部 510b の斜面を分割面 510a とした構成例を示している。（C）は、溝部 610b の幅を分割面 610a の幅と同等以上に形成した例を示している。
- [0037] また、以上の実施形態では、クライオパネルの凝縮面を複数の分割面に区画する境界部を溝部で構成したが、上記境界部を壁部で構成してもよい。この場合にも、個々の分割面を孤立した島として凝縮面上に点在させることができる。この構成の一例は、例えば図 7（A）の構成例に対応し、この場合、溝部 410b は分割面に相当し、分割面 410a は壁部に相当する。
- [0038] また、以上の実施形態では、クライオパネルの凝縮面に境界部を形成することで複数の分割面を形成したが、これに代えて、図 8（A）～（C）に示すように、クライオパネルそのものを凝縮面に分割面が形成されるような形状に加工してもよい。例えば図 8 において（A）は、断面形状が半円形状の壁部 710b で分割面 710a を区画したクライオパネル 71 を示している。（B）は、断面形状が三角形形状の壁部 810b で分割面 810a を区画したクライオパネル 81 を示している。そして（C）は、断面形状が矩形状の溝部 910b で分割面 910a を区画したクライオパネル 91 を示している。これらのクライオパネル 71、81、91 は、例えば金属板をプレス加工

する等して形成することができる。また、図 8 (A)、(B)において、上記壁部 710b、810bは分割面であってもよく、分割面 710a、810aは溝部であってもよい。また、図 8 (C)において、溝部 910bは分割面であってもよく、分割面 910aは壁部であってもよい。

[0039] さらに、クライオポンプ 30を備えた真空処理装置は、上述の構成例に限られず、例えば図 9に示すように構成されてもよい。図 9に示す真空処理装置 2は、真空チャンバ 10と、主ポンプ 20と、クライオポンプ 30と、真空チャンバ 10の内部とクライオポンプ 30が設置されるポンプ室とを仕切る仕切弁 40とを有する。なお、図 9において図 1の構成と同様の部分については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略するものとする。

[0040] 図 9において、仕切弁 40は、ドアバルブ等の開閉弁で構成されており、真空チャンバ 10の真空排気時、全開状態とされる。また、真空チャンバ 10の内部を大気開放する際等においては全閉状態とされ、ポンプ室内を真空状態に維持することが可能となっている。このような構成の真空処理装置 2においても、上述の実施形態と同様な作用効果を得ることができる。

[0041] さらに、クライオポンプ 30を備えた真空処理装置は、上述の構成例に限られず、例えば図 10に示すように構成されてもよい。図 10に示す真空処理装置 3は、真空チャンバ 10と、主ポンプ 20と、クライオポンプ 30と、真空チャンバ 10と主ポンプ 20とを接続する排気通路 15とを有する。なお、図 10において図 1の構成と同様の部分については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略するものとする。

[0042] 図 10において、クライオポンプ 30は、排気通路 15に取り付けられており、真空チャンバ 10から主ポンプ 20へ向かうガス（例えば水蒸気）を排気通路 15の内部において排気する。クライオポンプ 30は、円筒形状のクライオパネル 131を有しており、排気通路 15の内部に、例えば排気通路 15と同心的に配置される。この円筒形状のクライオパネル 131の内周面および外周面には、相互に独立した複数の分割面を有する上述と同様の凝縮面が形成されている。

[0043] なお、当該凝縮面は、クライオパネル 131 の内周面および外周面の少なくとも一方に形成されていればよい。このような構成の真空処理装置 3 においても、上述の実施形態と同様な作用効果を得ることができる。また、排気通路 15 内に設置されるクライオパネル 131 の数は単一に限られず、複数でもよい。この場合、径の異なる複数の円筒状クライオパネルが相互に同心的に配置されてもよいし、同一径の複数の円筒状クライオパネルが排気通路に沿って直列に配置されてもよい。

[0044] さらに、以上の実施形態では、クライオポンプ 30 によって排気すべきガスとして水蒸気を例に挙げたが、これに限られず、真空処理に用いられる各種プロセスガス（例えば、窒素やアルゴン）の排気に際しても本発明は適用可能である。例えば、クライオパネルを 30～40 K に冷却することで、真空チャンバ内の窒素及びアルゴンを凝縮排気することができる。この場合にも、クライオパネル上の凝縮体が内部応力によってクラックが発生するおそれがあるが、本発明に係るクライオパネルを用いることにより、当該凝縮体の剥離を阻止し、排気圧力の変動を防止することが可能となる。

符号の説明

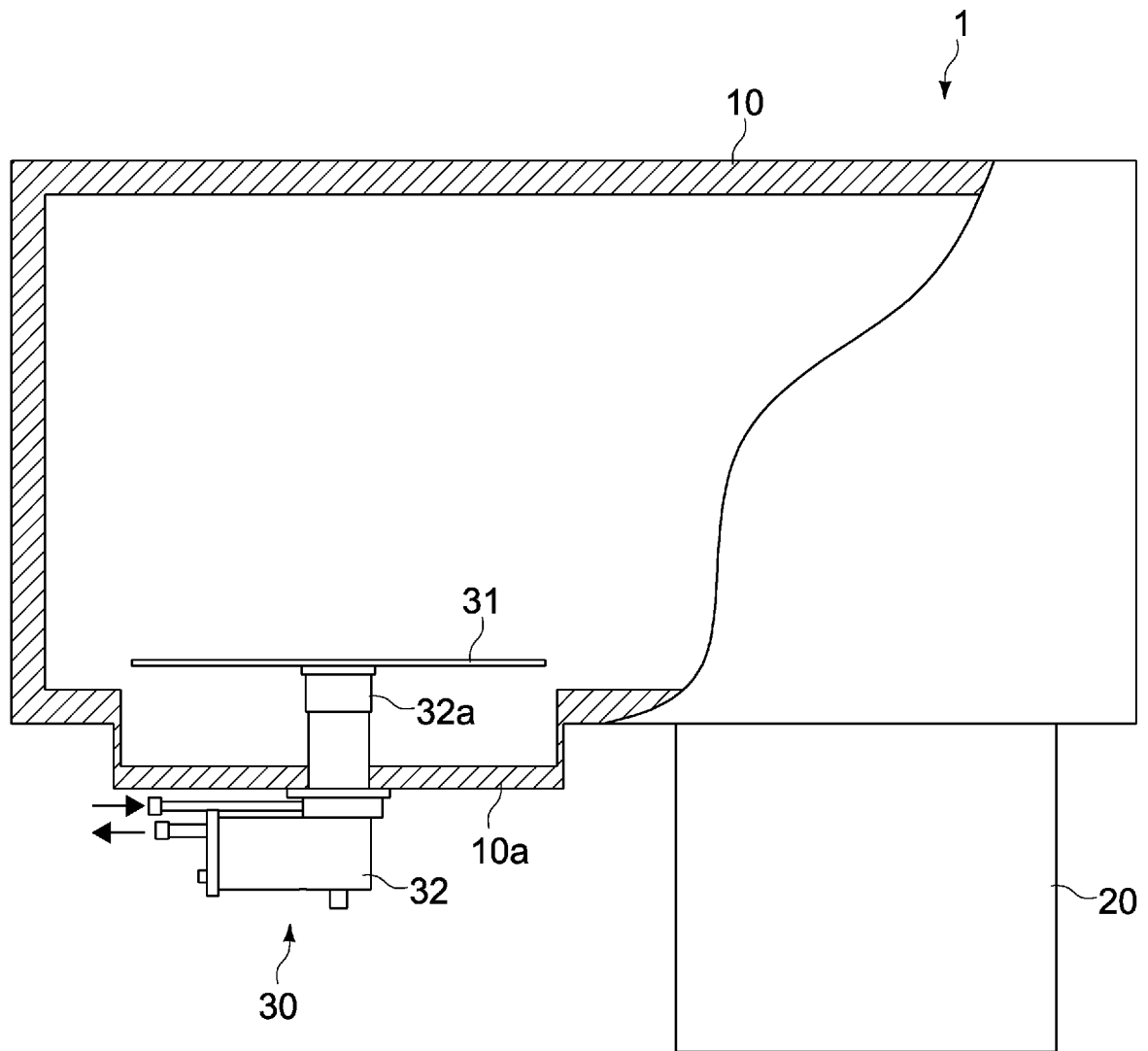
- [0045] 1、2、3…真空処理装置
10…真空チャンバ
15…排気通路
20…主ポンプ
30…クライオポンプ
31、61、71、81、91、131…クライオパネル
32…冷凍機
40…仕切弁
310…凝縮面
310a、410a、510a、610a、710a、810a、910a…分割面
310b、410b、510b、810b、910b…溝部

610b、710b…壁部

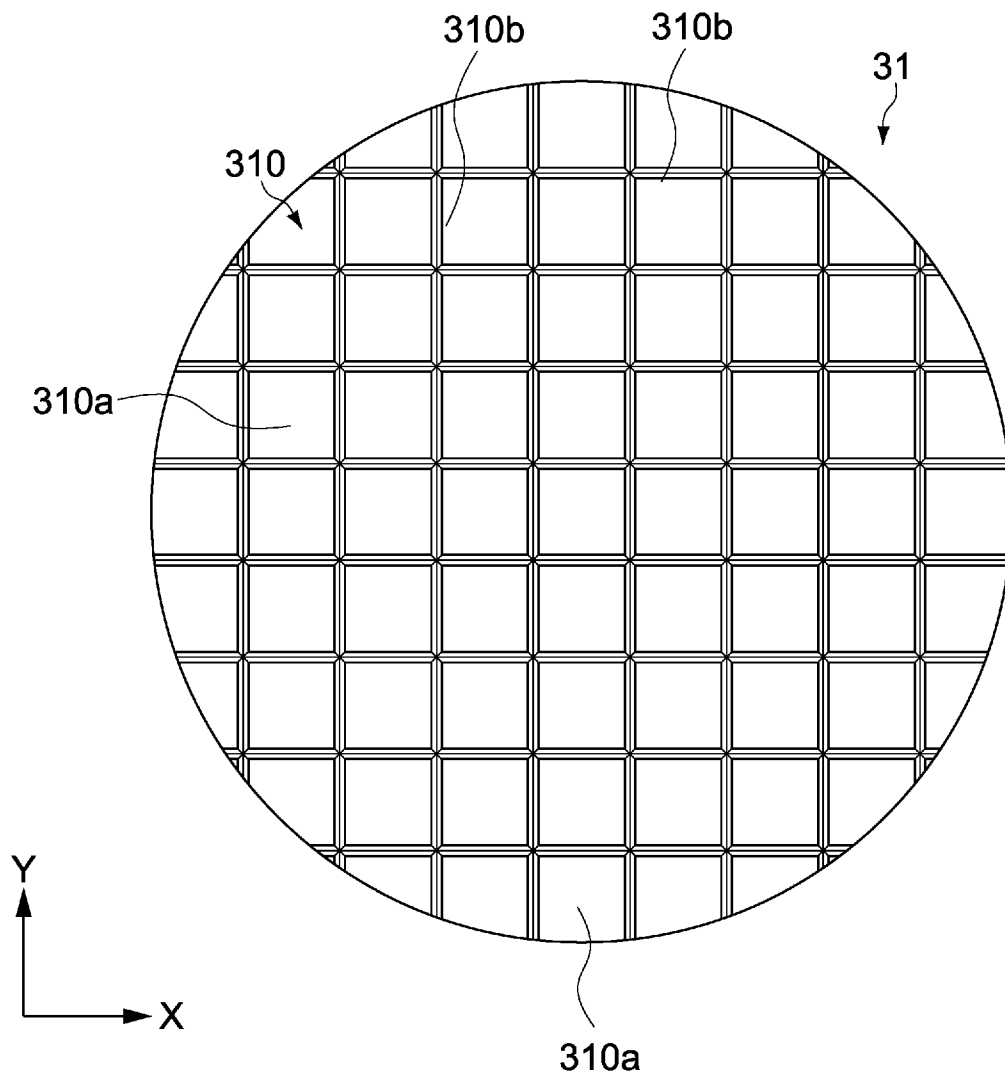
請求の範囲

- [請求項1] 真空チャンバを目標圧力に排気するためのクライオポンプであって、
- 、
- 前記真空チャンバ内の排気すべきガスを凝縮させる凝縮面と、前記凝縮面に形成され前記凝縮面を独立した複数の分割面に区画する境界部とを有するパネルと、
- 前記パネルを前記目標圧力下での前記ガスの露点以下に冷却することが可能な冷凍機と
- を具備するクライオポンプ。
- [請求項2] 請求項1に記載のクライオポンプであって、
- 前記境界部は、前記凝縮面に凹設された溝部であるクライオポンプ。
- 。
- [請求項3] 請求項2に記載のクライオポンプであって、
- 前記溝部は、前記凝縮面に格子状に形成されているクライオポンプ。
- 。
- [請求項4] 請求項1に記載のクライオポンプであって、
- 前記境界部は、前記凝縮面に突設された壁部であるクライオポンプ。
- 。

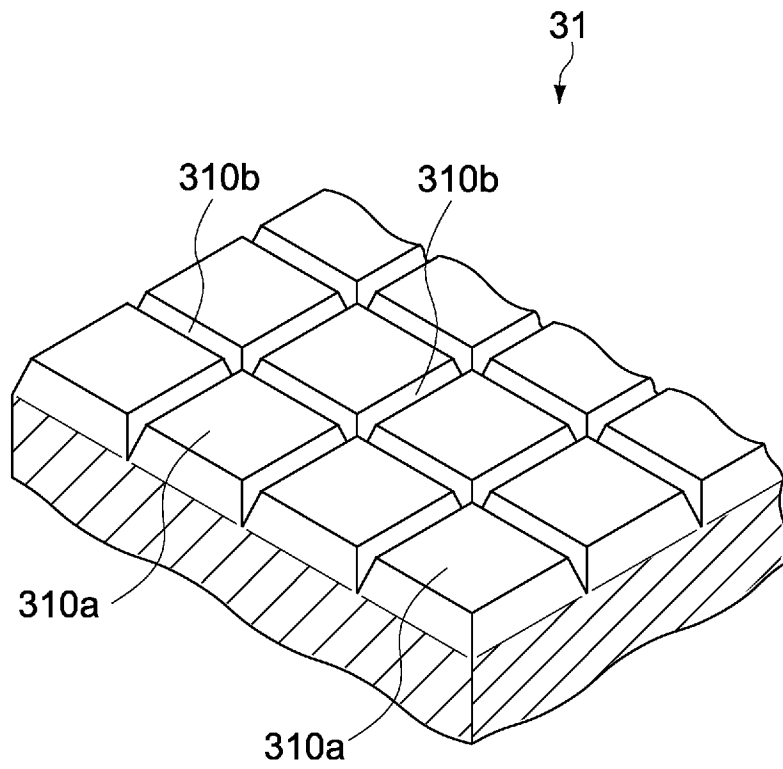
[図1]



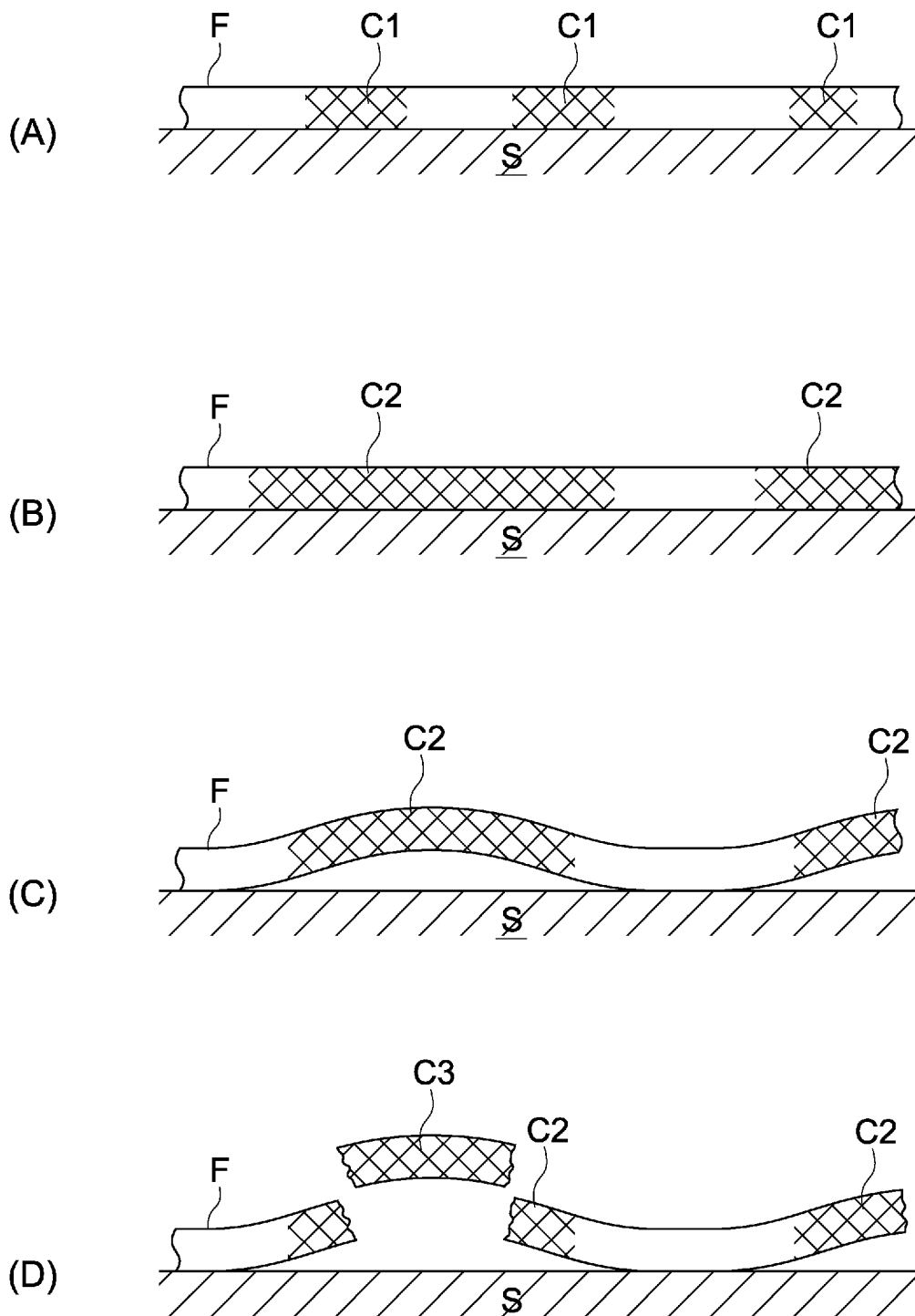
[図2]



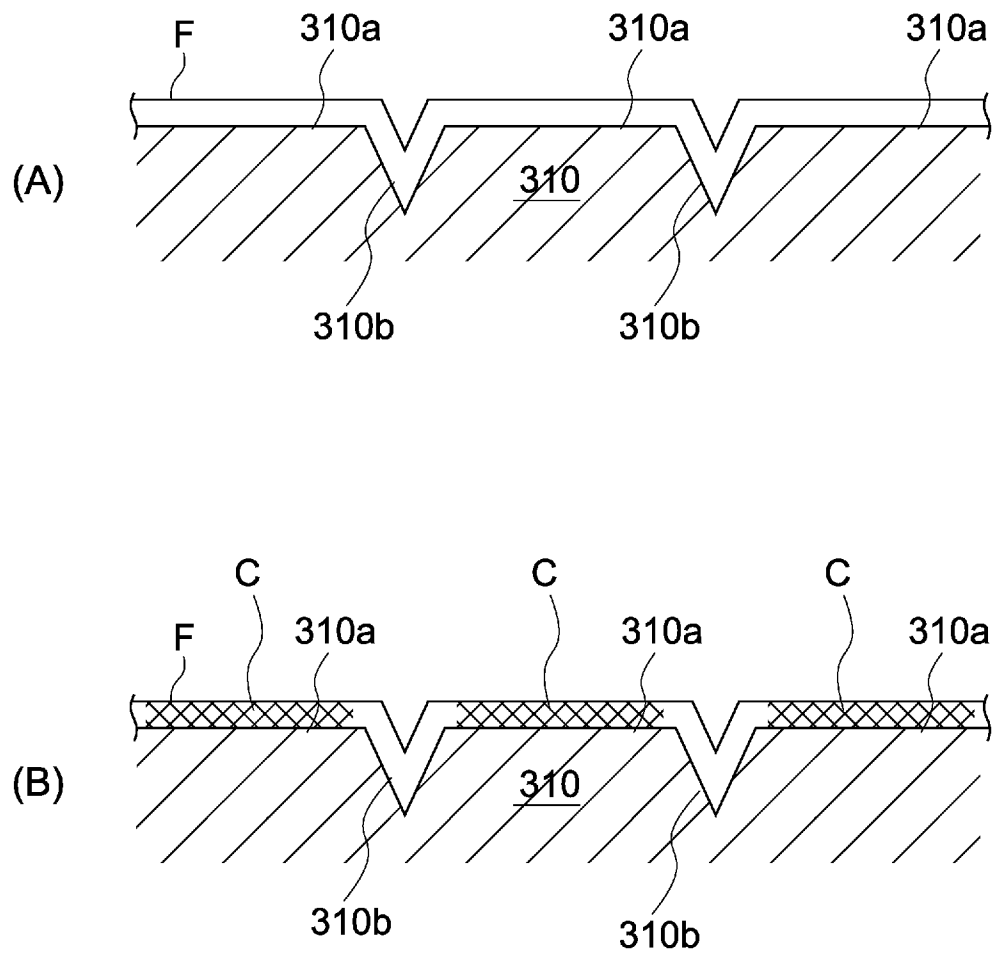
[図3]



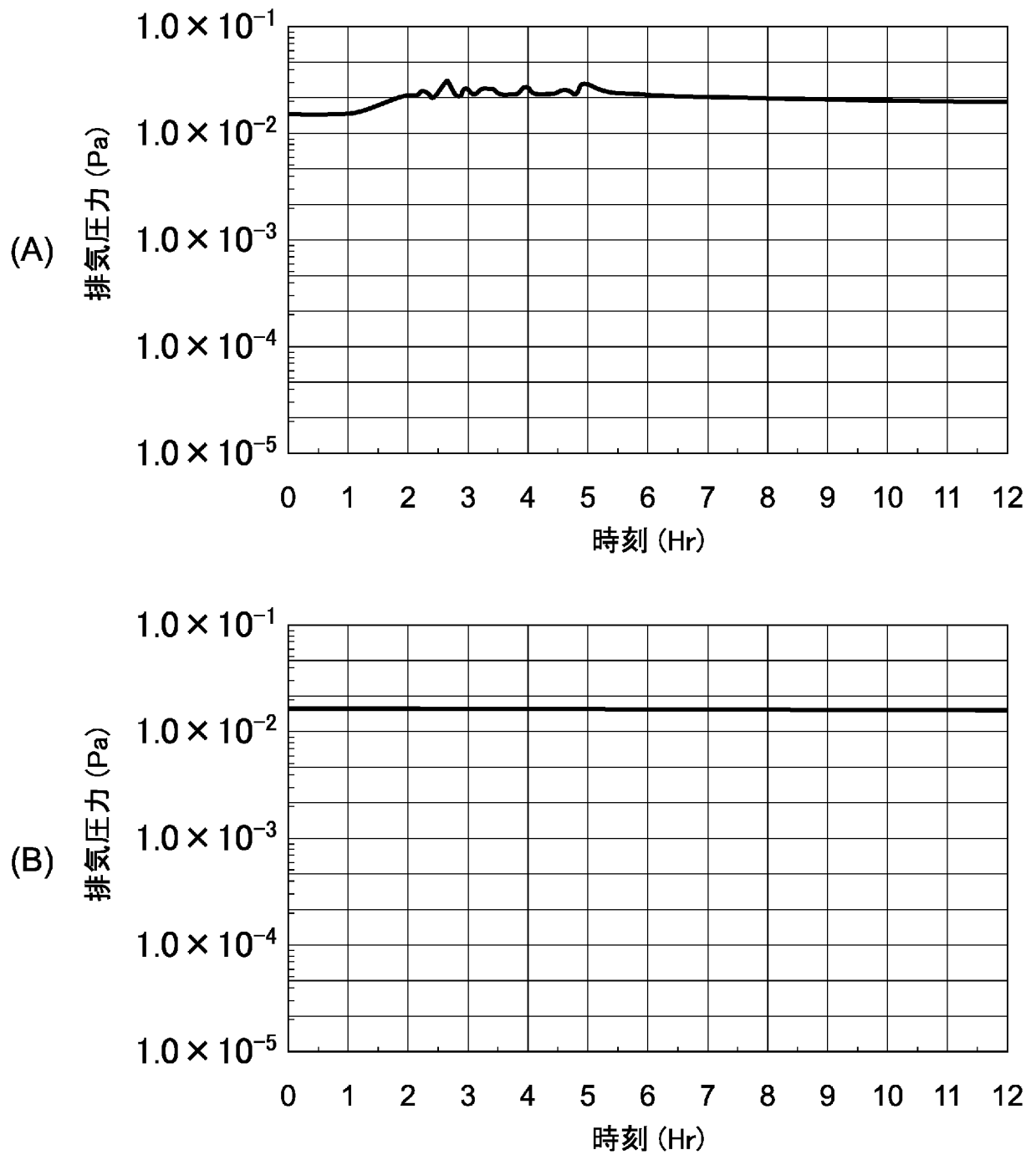
[図4]



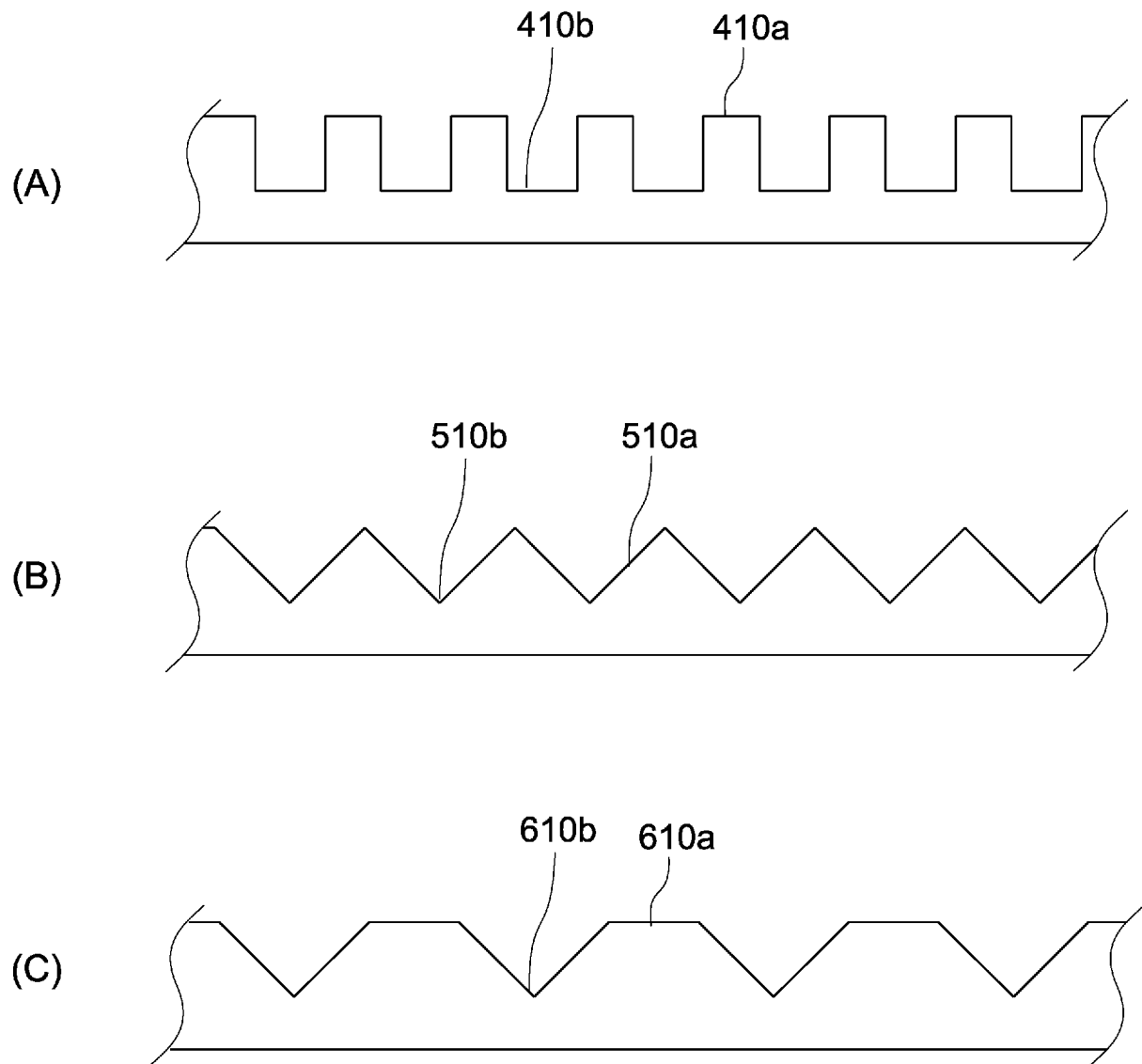
[図5]



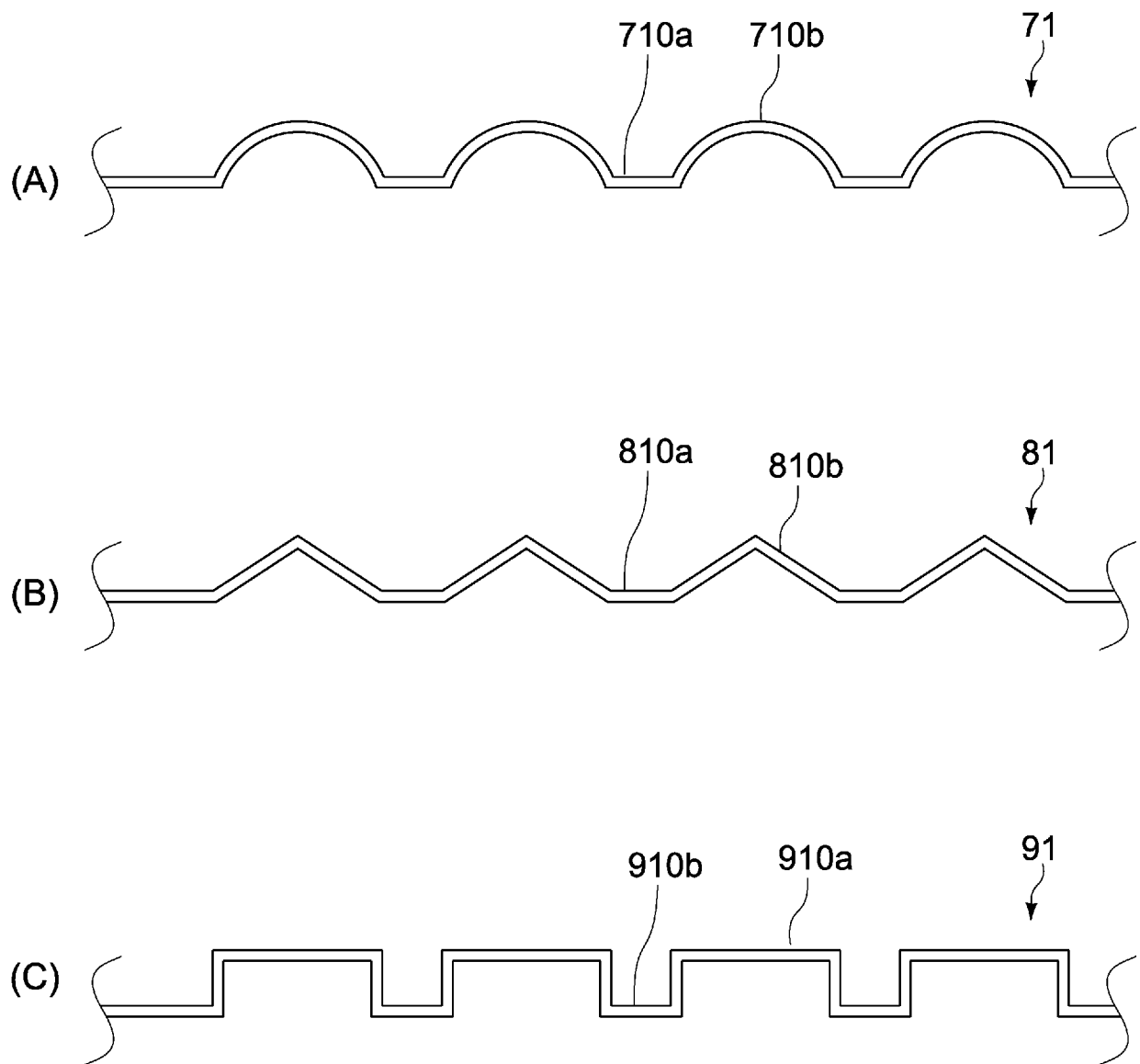
[図6]



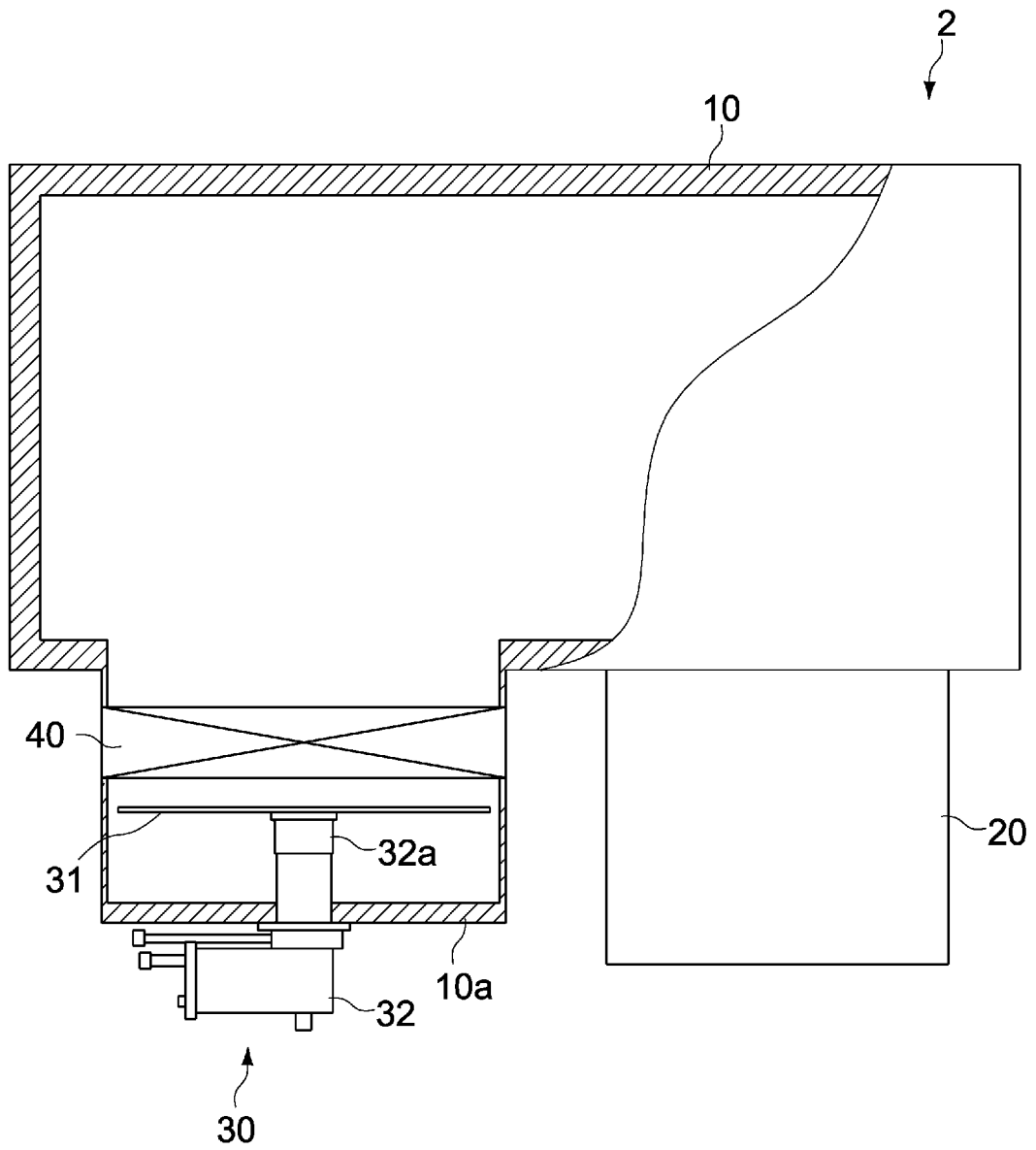
[図7]



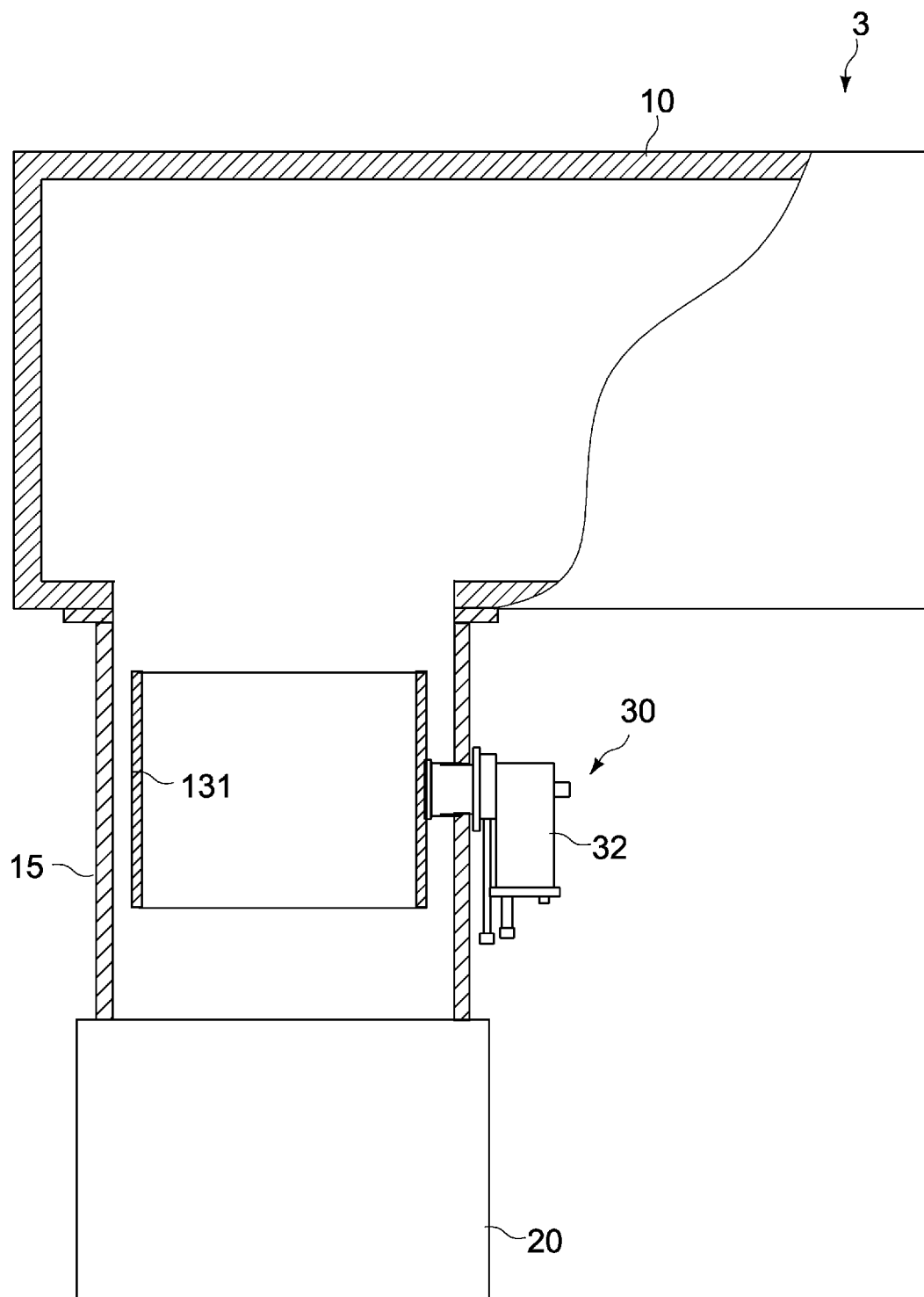
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/005838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04B37/08 (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)

F04B37/08

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.
X	WO 2008/088794 A2 (BROOKS AUTOMATION, INC.), 24 July 2008 (24.07.2008), entire text; all drawings & JP 2010-516939 A & US 2008/0168778 A1	1-4
X	JP 63-243470 A (Toshiba Corp.), 11 October 1988 (11.10.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
X	JP 59-229071 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 22 December 1984 (22.12.1984), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

☒ 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
15 December, 2010 (15.12.10)Date of mailing of the international search report
28 December, 2010 (28.12.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/005838

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 60-249678 A (Toshiba Corp.), 10 December 1985 (10.12.1985), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F04B37/08 (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. F04B37/08

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
X	W0 2008/088794 A2 (BROOKS AUTOMATION, INC.) 2008.07.24, 全文, 全図 & JP 2010-516939 A & US 2008/0168778 A1	1-4
X	JP 63-243470 A (株式会社 東芝) 1988.10.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
X	JP 59-229071 A (三菱重工業株式会社) 1984.12.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4

☒ 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 5 . 1 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 2 . 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)

佐藤 秀之

3 0

3 9 2 5

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
X	JP 60-249678 A (株式会社 東芝) 1985. 12. 10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4