

(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
2020年3月12日(12.03.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/049916 A1

(51) 国際特許分類:
F04B 37/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/030302

(22) 国際出願日: 2019年8月1日(01.08.2019)

(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 2018-167177 2018年9月6日(06.09.2018) JP

(71) 出願人: 住友重機械工業株式会社
(SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/
JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎2丁目
1番1号 Tokyo (JP).

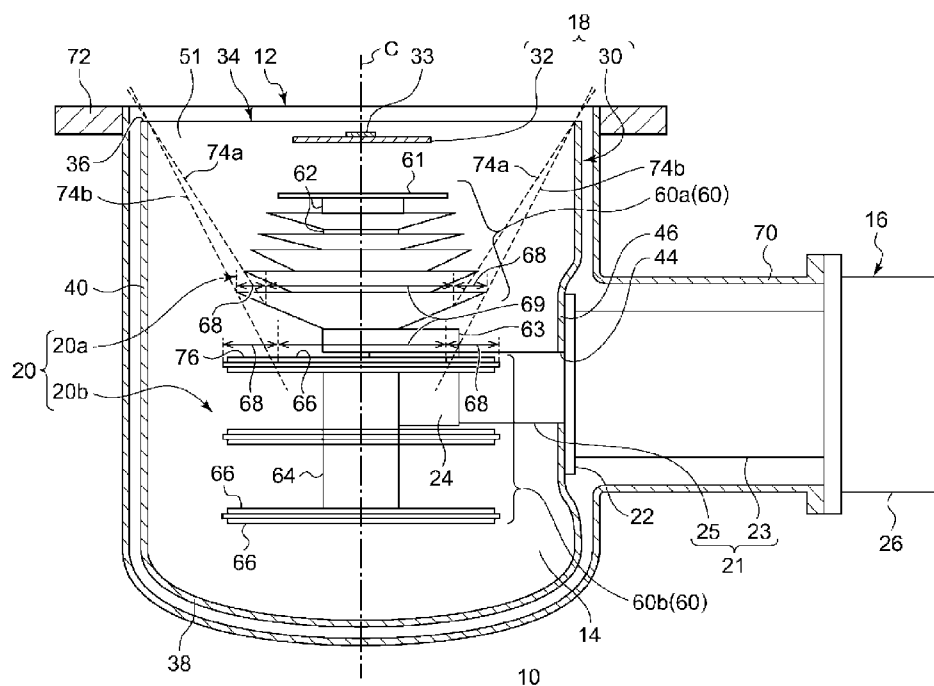
(72) 発明者: ▲高▼橋 走 (TAKAHASHI Kakeru);
〒1888585 東京都西東京市谷戸町二丁目
1番1号住友重機械工業株式会社田
無製造所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 森下 賢樹 (MORISHITA Sakaki);
〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西2-
11-12 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, 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, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: CRYOPUMP AND CRYOPANEL

(54) 発明の名称: クライオポンプおよびクライオパネル



(57) Abstract: A cryopump (10) that comprises a two-stage cryopanel assembly (20) that comprises: an exposed area (68) that gas that is to be discharged can reach through an intake port (12) via a straight line; and a not-exposed area (69) that gas that is to be discharged cannot reach through the intake port (12) via a straight line. The not-exposed area (69) includes an adsorption area (66) that can adsorb non-condensable gas, and the exposed area (68) is covered by a removable protective surface (76). The removable protective surface (76) may be a resin or metal protective layer that is

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)）

peelably adhered to the exposed area (68).

(57) 要約：クライオポンプ（10）は、吸気口（12）を通じて被排気気体が直線的に到達可能な露出領域（68）と、吸気口（12）を通じて被排気気体が直線的に到達不能な非露出領域（69）と、を備える第2段クライオパネルアセンブリ（20）を備える。非露出領域（69）は、非凝縮性気体を吸着可能な吸着領域（66）を有し、露出領域（68）は、取り外し可能な保護面（76）で被覆されている。取り外し可能な保護面（76）は、露出領域（68）に剥離可能に接着された樹脂製または金属製の保護層によって提供されてもよい。

明 細 書

発明の名称： クライオポンプおよびクライオパネル

技術分野

[0001] 本発明は、クライオポンプおよびクライオパネルに関する。

背景技術

[0002] クライオポンプは、極低温に冷却されたクライオパネルに気体分子を凝縮または吸着により捕捉して排気する真空ポンプである。クライオポンプは半導体回路製造プロセス等に要求される清浄な真空環境を実現するために一般に利用される。クライオポンプはいわゆる気体溜め込み式の真空ポンプであるから、捕捉した気体を外部に定期的に排出する再生を要する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平10-184540号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] クライオポンプの用途によっては、真空排気運転中に、再生を行っても排出されにくいある種の気体がクライオポンプに流入し、クライオパネル上に凝縮して付着し、そうした付着物でクライオパネルが汚染されうる。汚染されたクライオパネルは、クライオポンプのメンテナンスの際に、クライオポンプから分解され洗浄されることを必要としうる。洗浄されたクライオパネルは、再利用可能な場合には、再び組み立てられ使用される。再利用できない場合には、廃棄され、新たなクライオパネルと交換される。いずれにしても、このようなメンテナンスには手間がかかる。

[0005] 本発明のある態様の例示的な目的のひとつは、クライオポンプのメンテナンスを容易にすることにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のある態様によると、クライオポンプは、クライオポンプ吸気口を

通じて被排気気体が直線的に到達可能な露出領域と、クライオポンプ吸気口を通じて被排気気体が直線的に到達不能な非露出領域と、を備えるクライオパネルアセンブリを備える。非露出領域は、非凝縮性気体を吸着可能な吸着領域を有し、露出領域は、取り外し可能な保護面で被覆されている。

[0007] 本発明のある態様によると、クライオパネルは、クライオパネル基材と、クライオパネル基材の少なくとも一部を被覆する取り外し可能な保護面と、を備える。

[0008] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、クライオポンプのメンテナンスを容易にすることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]ある実施の形態に係るクライオポンプを概略的に示す。

[図2]図1に示されるクライオポンプに使用されうる例示的なクライオパネルの概略斜視図である。

[図3]図1に示されるクライオポンプに使用されうる別の例示的なクライオパネルの概略斜視図である。

[図4]図1に示されるクライオポンプに使用されうるさらに別の例示的なクライオパネルの概略上面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための形態について詳細に説明する。説明および図面において同一または同等の構成要素、部材、処理には同一の符号を付し、重複する説明は適宜省略する。図示される各部の縮尺や形状は、説明を容易にするために便宜的に設定されており、特に言及がない限り限定的に解釈されるものではない。実施の形態は例示であり、本発明の範囲を何ら限定するものではない。実施の形態に記述されるすべての特

徴やその組み合わせは、必ずしも発明の本質的なものであるとは限らない。

[0012] 図1は、ある実施の形態に係るクライオポンプ10を概略的に示す。

[0013] クライオポンプ10は、例えばイオン注入装置、スパッタリング装置、蒸着装置、またはその他の真空プロセス装置の真空チャンバに取り付けられて、真空チャンバ内部の真空度を所望の真空プロセスに要求されるレベルまで高めるために使用される。クライオポンプ10は、排気されるべき気体を真空チャンバから受け入れるためのクライオポンプ吸気口（以下では単に「吸気口」ともいう）12を有する。吸気口12を通じて気体がクライオポンプ10の内部空間14に進入する。

[0014] なお以下では、クライオポンプ10の構成要素の位置関係をわかりやすく表すために、「軸方向」、「径方向」との用語を使用することがある。クライオポンプ10の軸方向は吸気口12を通る方向（すなわち、図において中心軸Cに沿う方向）を表し、径方向は吸気口12に沿う方向（中心軸Cに垂直な平面における第1の方向）を表す。便宜上、軸方向に関して吸気口12に相対的に近いことを「上」、相対的に遠いことを「下」と呼ぶことがある。つまり、クライオポンプ10の底部から相対的に遠いことを「上」、相対的に近いことを「下」と呼ぶことがある。径方向に関しては、吸気口12の中心（図において中心軸C）に近いことを「内」、吸気口12の周縁に近いことを「外」と呼ぶことがある。なお、こうした表現はクライオポンプ10が真空チャンバに取り付けられたときの配置とは関係しない。例えば、クライオポンプ10は鉛直方向に吸気口12を下向きにして真空チャンバに取り付けられてもよい。

[0015] また、軸方向を囲む方向を「周方向」と呼ぶことがある。周方向は、吸気口12に沿う第2の方向（中心軸Cに垂直な平面における第2の方向）であり、径方向に直交する接線方向である。

[0016] クライオポンプ10は、冷凍機16、第1段クライオパネル18、第2段クライオパネルアセンブリ20、及び、クライオポンプハウジング70を備える。第1段クライオパネル18は、高温クライオパネル部または100K

部とも称されうる。第２段クライオパネルアセンブリ２０は、低温クライオパネル部または１０Ｋ部とも称されうる。

[0017] 冷凍機１６は、例えばギフォード・マクマホン式冷凍機（いわゆるＧＭ冷凍機）などの極低温冷凍機である。冷凍機１６は、二段式の冷凍機である。そのため、冷凍機１６は、第１冷却ステージ２２及び第２冷却ステージ２４を備える。冷凍機１６は、第１冷却ステージ２２を第１冷却温度に冷却し、第２冷却ステージ２４を第２冷却温度に冷却するよう構成されている。第２冷却温度は第１冷却温度よりも低温である。例えば、第１冷却ステージ２２は６５Ｋ～１２０Ｋ程度、好ましくは８０Ｋ～１００Ｋに冷却され、第２冷却ステージ２４は１０Ｋ～２０Ｋ程度に冷却される。第１冷却ステージ２２および第２冷却ステージ２４はそれぞれ、高温冷却ステージおよび低温冷却ステージと称してもよい。

[0018] また、冷凍機１６は、第２冷却ステージ２４を第１冷却ステージ２２に構造的に支持するとともに第１冷却ステージ２２を冷凍機１６の室温部２６に構造的に支持する冷凍機構造部２１を備える。そのため冷凍機構造部２１は、径方向に沿って同軸に延在する第１シリンダ２３及び第２シリンダ２５を備える。第１シリンダ２３は、冷凍機１６の室温部２６を第１冷却ステージ２２に接続する。第２シリンダ２５は、第１冷却ステージ２２を第２冷却ステージ２４に接続する。室温部２６、第１シリンダ２３、第１冷却ステージ２２、第２シリンダ２５、及び第２冷却ステージ２４は、この順に直線状に一直列に並ぶ。

[0019] 第１シリンダ２３及び第２シリンダ２５それぞれの内部には第１ディスプレイサ及び第２ディスプレイサ（図示せず）が往復動可能に配設されている。第１ディスプレイサ及び第２ディスプレイサにはそれぞれ第１蓄冷器及び第２蓄冷器（図示せず）が組み込まれている。また、室温部２６は、第１ディスプレイサ及び第２ディスプレイサを往復動させるための駆動機構（図示せず）を有する。駆動機構は、冷凍機１６の内部への作動気体（例えばヘリウム）の供給と排出を周期的に繰り返すよう作動気体の流路を切り替える流

路切替機構を含む。

[0020] 冷凍機 16 は、作動気体の圧縮機（図示せず）に接続されている。冷凍機 16 は、圧縮機により加圧された作動気体を内部で膨張させて第 1 冷却ステージ 22 及び第 2 冷却ステージ 24 を冷却する。膨張した作動気体は圧縮機に回収され再び加圧される。冷凍機 16 は、作動気体の給排とこれに同期した第 1 ディスプレーサ及び第 2 ディスプレーサの往復動とを含む熱力学的サイクル（例えば GM サイクルなどの冷凍サイクル）を繰り返すことによって寒冷を発生させる。

[0021] 図示されるクライオポンプ 10 は、いわゆる横型のクライオポンプである。横型のクライオポンプとは一般に、冷凍機 16 がクライオポンプ 10 の中心軸 C に交差する（通常は直交する）よう配設されているクライオポンプである。

[0022] 第 1 段クライオパネル 18 は、放射シールド 30 と入口クライオパネル 32 とを備え、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 を包囲する。第 1 段クライオパネル 18 は、クライオポンプ 10 の外部またはクライオポンプハウジング 70 からの輻射熱から第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 を保護するための極低温表面を提供する。第 1 段クライオパネル 18 は第 1 冷却ステージ 22 に熱的に結合されている。よって第 1 段クライオパネル 18 は第 1 冷却温度に冷却される。第 1 段クライオパネル 18 は第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 との間に隙間を有しており、第 1 段クライオパネル 18 は第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 と接触していない。第 1 段クライオパネル 18 はクライオポンプハウジング 70 ととも接触していない。

[0023] 放射シールド 30 は、クライオポンプハウジング 70 の輻射熱から第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 を保護するために設けられている。放射シールド 30 は、吸気口 12 から軸方向に筒状（例えば円筒状）に延在する。放射シールド 30 は、クライオポンプハウジング 70 と第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 との間にあり、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 を囲む。放射シールド 30 は、クライオポンプ 10 の外部から内部空間 14 に気体

を受け入れるためのシールド主開口 34 を有する。シールド主開口 34 は、吸気口 12 に位置する。

[0024] 放射シールド 30 は、シールド主開口 34 を定めるシールド前端 36 と、シールド主開口 34 と反対側に位置するシールド底部 38 と、シールド前端 36 をシールド底部 38 に接続するシールド側部 40 と、を備える。シールド側部 40 は、軸方向にシールド前端 36 からシールド主開口 34 と反対側へと延在し、周方向に第 2 冷却ステージ 24 を包囲するよう延在する。

[0025] シールド側部 40 は、冷凍機構造部 21 が挿入されるシールド側部開口 44 を有する。シールド側部開口 44 を通じて放射シールド 30 の外から第 2 冷却ステージ 24 及び第 2 シリンダ 25 が放射シールド 30 の中に挿入される。シールド側部開口 44 は、シールド側部 40 に形成された取付穴であり、例えば円形である。第 1 冷却ステージ 22 は放射シールド 30 の外に配置されている。

[0026] シールド側部 40 は、冷凍機 16 の取付座 46 を備える。取付座 46 は、第 1 冷却ステージ 22 を放射シールド 30 に取り付けるための平坦部分であり、放射シールド 30 の外から見てわずかに窪んでいる。取付座 46 は、シールド側部開口 44 の外周を形成する。第 1 冷却ステージ 22 が取付座 46 に取り付けられることによって、放射シールド 30 が第 1 冷却ステージ 22 に熱的に結合されている。

[0027] このように放射シールド 30 を第 1 冷却ステージ 22 に直接取り付けすることに代えて、ある実施形態においては、放射シールド 30 は、追加の伝熱部材を介して第 1 冷却ステージ 22 に熱的に結合されていてもよい。伝熱部材は、例えば、両端にフランジを有する中空の短筒であってもよい。伝熱部材は、その一端のフランジにより取付座 46 に固定され、他端のフランジにより第 1 冷却ステージ 22 に固定されてもよい。伝熱部材は、冷凍機構造部 21 を囲んで第 1 冷却ステージ 22 から放射シールド 30 に延在してもよい。シールド側部 40 は、こうした伝熱部材を含んでもよい。

[0028] 図示される実施形態においては、放射シールド 30 は一体の筒状に構成さ

れている。これに代えて、放射シールド30は、複数のパーツにより全体として筒状の形状をなすように構成されていてもよい。これら複数のパーツは互いに間隙を有して配設されていてもよい。例えば、放射シールド30は軸方向に2つの部分に分割されていてもよい。

[0029] 入口クライオパネル32は、クライオポンプ10の外部の熱源（例えば、クライオポンプ10が取り付けられる真空チャンバ内の熱源）からの輻射熱から第2段クライオパネルアセンブリ20を保護するために、吸気口12（またはシールド主開口34、以下同様）に設けられている。また、入口クライオパネル32の冷却温度で凝縮する気体（例えば水分）がその表面に捕捉される。

[0030] 入口クライオパネル32は、吸気口12において第2段クライオパネルアセンブリ20に対応する場所に配置されている。入口クライオパネル32は、吸気口12の開口面積の中心部分を占有し、放射シールド30との間に環状（例えば円環状）の開放領域51を形成する。軸方向に見たときの入口クライオパネル32の形状は、例えば円盤状である。入口クライオパネル32の径は、比較的小さく、例えば、第2段クライオパネルアセンブリ20の径より小さい。入口クライオパネル32は、吸気口12の開口面積の多くとも $1/3$ 、または多くとも $1/4$ を占めてもよい。このようにして、開放領域51は、吸気口12の開口面積の少なくとも $2/3$ 、または少なくとも $3/4$ を占めてもよい。

[0031] 入口クライオパネル32は、入口クライオパネル取付部材33を介してシールド前端36に取り付けられる。図1に示されるように、入口クライオパネル取付部材33は、シールド主開口34の直径に沿ってシールド前端36に架け渡された直線状の部材である。こうして入口クライオパネル32は放射シールド30に固定され、放射シールド30に熱的に結合されている。入口クライオパネル32は第2段クライオパネルアセンブリ20に近接しているが、接触はしていない。また、入口クライオパネル取付部材33は、開放領域51を周方向に分割している。開放領域51は、複数（例えば2つ）の

円弧状領域からなる。入口クライオパネル取付部材 33 は、十字状またはその他の形状を有してもよい。

[0032] 入口クライオパネル 32 は、吸気口 12 の中心部に配置されている。入口クライオパネル 32 の中心は、中心軸 C 上に位置する。ただし、入口クライオパネル 32 の中心は、中心軸 C からいくらか外れて位置してもよく、その場合にも、入口クライオパネル 32 は、吸気口 12 の中心部に配置されているとみなされうる。入口クライオパネル 32 は、中心軸 C に垂直に配置されている。また、軸方向に関しては、入口クライオパネル 32 は、シールド前端 36 よりも若干上方に配置されていてもよい。あるいは、入口クライオパネル 32 は、シールド前端 36 と軸方向にほぼ同じ高さ、またはシールド前端 36 よりも軸方向に若干下方に配置されてもよい。

[0033] 第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は、クライオポンプ 10 の内部空間 14 の中心部に設けられている。第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は、上部構造 20a と下部構造 20b とを備える。第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は、軸方向に配列された複数の吸着クライオパネル 60 を備える。複数の吸着クライオパネル 60 は軸方向に互いに間隔をあけて配列されている。

[0034] 第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 の上部構造 20a は、複数の上部クライオパネル 60a と、複数の伝熱体（伝熱スペーサともいう）62 と、を備える。複数の上部クライオパネル 60a は、軸方向において入口クライオパネル 32 と第 2 冷却ステージ 24 との間に配置されている。複数の伝熱体 62 は、軸方向に柱状に配列されている。複数の上部クライオパネル 60a および複数の伝熱体 62 は、吸気口 12 と第 2 冷却ステージ 24 との間で軸方向に交互に積み重ねられている。上部クライオパネル 60a と伝熱体 62 の中心はともに中心軸 C 上に位置する。こうして上部構造 20a は、第 2 冷却ステージ 24 に対し軸方向上方に配置されている。上部構造 20a は、銅（例えば純銅）などの高熱伝導金属材料で形成された伝熱ブロック 63 を介して第 2 冷却ステージ 24 に固定され、第 2 冷却ステージ 24 に熱的に結合

されている。よって、上部構造 20a は第 2 冷却温度に冷却される。

[0035] 第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 の下部構造 20b は、複数の下部クライオパネル 60b と、第 2 段クライオパネル取付部材 64 と、を備える。複数の下部クライオパネル 60b は、軸方向において第 2 冷却ステージ 24 とシールド底部 38 との間に配置されている。第 2 段クライオパネル取付部材 64 は、第 2 冷却ステージ 24 から軸方向に下方に向けて延びている。複数の下部クライオパネル 60b は、第 2 段クライオパネル取付部材 64 を介して第 2 冷却ステージ 24 に取り付けられている。こうして、下部構造 20b は、第 2 冷却ステージ 24 に熱的に結合され、第 2 冷却温度に冷却される。

[0036] 第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 においては、少なくとも一部の表面に吸着領域 66 が形成されている。吸着領域 66 は非凝縮性気体（例えば水素）を吸着により捕捉するために設けられている。吸着領域 66 は例えば吸着材（例えば活性炭）をクライオパネル表面に接着することにより形成される。

[0037] 複数の吸着クライオパネル 60 のうち少なくとも 1 つ（例えば、複数の上部クライオパネル 60a の各々、及び／または、複数の下部クライオパネル 60b のうち少なくとも 1 つ）は、露出領域 68 と非露出領域 69 とを備える。あるクライオパネルについて、露出領域 68 は、吸気口 12 を通じて被排気気体が直線的に到達可能なクライオパネル上の場所を指し、非露出領域 69 は、吸気口 12 を通じて被排気気体が直線的に到達不能な場所を指す。したがって、吸気口 12 を向くクライオパネルの前面は、露出領域 68 と非露出領域 69 に区分けされうる。吸気口 12 とは反対側、すなわちシールド底部 38 を向くクライオパネルの背面は、非露出領域 69 となる。

[0038] あるクライオパネルの前面における露出領域 68 と非露出領域 69 との境界は、シールド前端 36 の内周縁（吸気口フランジ 72 の内周縁でもよい）からそのクライオパネルの直上のクライオパネルの外周縁に向かう視線を考慮して定められてもよい。この視線を延長すると、視線はそのクライオパネ

ルの前面に交点を形成する。視線をシールド前端 36 の全周にわたって走査すると、交点はクライオパネルの前面に軌跡を描く。軌跡の内側の領域は直上のクライオパネルの陰となり、吸気口 12 を通じてクライオポンプ 10 の外から見えない。軌跡の外側の領域は吸気口 12 を通じてクライオポンプ 10 の外から見える。このように、視線を用いて露出領域 68 と非露出領域 69 との境界を定めることができる。

[0039] 例として、図 1 には、第 1 視線 74 a と第 2 視線 74 b を破線で示す。第 1 視線 74 a は、下から 2 番目の上部クライオパネル 60 a の外周端へとシールド前端 36 から引かれ、最も下方の上部クライオパネル 60 a と交差している。よって、最も下方の上部クライオパネル 60 a の前面において第 1 視線 74 a より径方向外側の領域は、露出領域 68 となり、第 1 視線 74 a より径方向内側の領域は、非露出領域 69 となる。第 2 視線 74 b は、最も下方の上部クライオパネル 60 a の外周端へとシールド前端 36 から引かれ、最も上方の下部クライオパネル 60 b と交差している。よって、最も上方の下部クライオパネル 60 b の前面において第 2 視線 74 b より径方向外側の領域は、露出領域 68 となり、第 2 視線 74 b より径方向内側の領域は、非露出領域 69 となる。

[0040] 一例として、複数の上部クライオパネル 60 a のうち軸方向に入口クライオパネル 32 に最も近接する 1 つ又は複数の上部クライオパネル 60 a は、平板（例えば円盤状）であり、中心軸 C に垂直に配置されている。残りの上部クライオパネル 60 a は、逆円錐台状であり、円形の底面が中心軸 C に垂直に配置されている。

[0041] 上部クライオパネル 60 a うち入口クライオパネル 32 に最も近接するもの（すなわち、軸方向に入口クライオパネル 32 の直下に位置する上部クライオパネル 60 a、トップクライオパネル 61 とも呼ばれる）は、入口クライオパネル 32 より径が大きい。ただし、トップクライオパネル 61 の径は、入口クライオパネル 32 の径と等しくてもよいし、それより小さくてもよい。トップクライオパネル 61 は入口クライオパネル 32 は直接対向してお

り、トップクライオパネル 6 1 と入口クライオパネル 3 2 の間には、他のクライオパネルは存在しない。

[0042] 複数の上部クライオパネル 6 0 a は、軸方向に下方に向かうにつれて徐々に径が大きくなっている。また、逆円錐台状の上部クライオパネル 6 0 a は、入れ子状に配置されている。より上方の上部クライオパネル 6 0 a の下部が、その下方に隣接する上部クライオパネル 6 0 a の中の逆円錐台状空間に入り込んでいる。

[0043] 個々の伝熱体 6 2 は、円柱形状を有する。伝熱体 6 2 は、比較的短い円柱形状とされ、伝熱体 6 2 の径より軸方向高さが小さくてもよい。吸着クライオパネル 6 0 などのクライオパネルは一般に、銅（例えば純銅）などの高熱伝導金属材料で形成され、必要とされる場合、表面がニッケルなどの金属層で被覆されている。これに対して、伝熱体 6 2 は、クライオパネルとは異なる材料で形成されてもよい。伝熱体 6 2 は、例えばアルミニウムまたはアルミニウム合金などの、吸着クライオパネル 6 0 よりも熱伝導率は低いが密度の小さい金属材料で形成されてもよい。このようにすれば、伝熱体 6 2 の熱伝導性と軽量化をある程度両立でき、第 2 段クライオパネルアセンブリ 2 0 の冷却時間の短縮に役立つ。

[0044] 下部クライオパネル 6 0 b は、平板であり、例えば円盤状である。下部クライオパネル 6 0 b は、上部クライオパネル 6 0 a よりも大径である。ただし、下部クライオパネル 6 0 b には第 2 段クライオパネル取付部材 6 4 への取付のために、外周の一部分から中心部へと切欠部（例えば、図 4 に示される切欠部 8 2）が形成されていてもよい。

[0045] なお、第 2 段クライオパネルアセンブリ 2 0 の具体的構成は上述のものに限られない。上部構造 2 0 a は、任意の枚数の上部クライオパネル 6 0 a を有してもよい。上部クライオパネル 6 0 a は、平板、円錐状、またはその他の形状を有してもよい。同様に、下部構造 2 0 b は、任意の枚数の下部クライオパネル 6 0 b を有してもよい。下部クライオパネル 6 0 b は、平板、円錐状、またはその他の形状を有してもよい。

- [0046] 吸着領域 66 は、吸気口 12 から見えないように、上方に隣接する吸着クライオパネル 60 の陰となる場所に形成されていてもよい。すなわち、吸着領域 66 は、非露出領域 69 に配置されている。例えば、吸着領域 66 は吸着クライオパネル 60 の下面の全域に形成されている。吸着領域 66 は、下部クライオパネル 60 b の上面に形成されていてもよい。また、図 1 においては簡明化のために図示を省略しているが、吸着領域 66 は、上部クライオパネル 60 a の下面（背面）にも形成されている。必要に応じて、吸着領域 66 は、上部クライオパネル 60 a の上面に形成されてもよい。
- [0047] 吸着領域 66 においては、多数の活性炭の粒が吸着クライオパネル 60 の表面に密に並べられた状態で不規則な配列で接着されている。活性炭の粒は例えば円柱形状に成形されている。なお吸着材の形状は円柱形状でなくともよく、例えば球状やその他の成形された形状、あるいは不定形状であってもよい。吸着材のパネル上での配列は規則的配列であっても不規則な配列であってもよい。
- [0048] また、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 の少なくとも一部の表面には凝縮性気体を凝縮により捕捉するための凝縮領域が形成されている。露出領域 68 は、凝縮領域として働くことができる。凝縮領域は例えば、クライオパネル表面上で吸着材の欠落した区域であり、クライオパネル基材表面例えば金属面が露出されている。吸着クライオパネル 60（例えば、上部クライオパネル 60 a）の上面、または上面外周部、または下面外周部は、凝縮領域であってもよい。
- [0049] トップクライオパネル 61 は、上面および下面の両方の全体が凝縮領域であってもよい。すなわち、トップクライオパネル 61 は、吸着領域 66 を有しなくてもよい。このように、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 において吸着領域 66 を有しないクライオパネルは、凝縮クライオパネルと称されてもよい。例えば、上部構造 20 a は、少なくとも 1 つの凝縮クライオパネル（例えば、トップクライオパネル 61）を備えてもよい。
- [0050] クライオポンプハウジング 70 は、第 1 段クライオパネル 18、第 2 段ク

ライオパネルアセンブリ 20、及び冷凍機 16 を収容するクライオポンプ 10 の筐体であり、内部空間 14 の真空気密を保持するよう構成されている真空容器である。クライオポンプハウジング 70 は、第 1 段クライオパネル 18 及び冷凍機構造部 21 を非接触に包含する。クライオポンプハウジング 70 は、冷凍機 16 の室温部 26 に取り付けられている。

[0051] クライオポンプハウジング 70 の前端によって、吸気口 12 が画定されている。クライオポンプハウジング 70 は、その前端から径方向外側に向けて延びている吸気口フランジ 72 を備える。吸気口フランジ 72 は、クライオポンプハウジング 70 の全周にわたって設けられている。クライオポンプ 10 は、吸気口フランジ 72 を用いて真空排気対象の真空チャンバに取り付けられる。

[0052] 上述のように、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は、多数の吸着クライオパネル 60（すなわち、複数の上部クライオパネル 60 a および下部クライオパネル 60 b）を有するので、非凝縮性気体について高い排気性能をもつ。例えば、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は、水素ガスを高い排気速度で排気することができる。

[0053] 複数の吸着クライオパネル 60 の各々は、クライオポンプ 10 の外部から視認不能である部位に吸着領域 66 を備える。よって、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は、吸着領域 66 の全部またはその大半がクライオポンプ 10 の外部から完全に見えないように構成されている。クライオポンプ 10 は、吸着材非露出型のクライオポンプと呼ぶこともできる。

[0054] ところで、クライオポンプに蓄積された気体は通常、再生処理により実質的に完全に排出され、再生完了時にはクライオポンプは仕様上の排気性能に回復される。しかし、吸着材がクライオポンプの外から見えるように配置された吸着材露出型のクライオポンプでは、蓄積された気体のうち一部の成分は再生処理を経ても吸着材に残留する割合が比較的高い。

[0055] 例えば、イオン注入装置の真空排気用に設置されているクライオポンプにおいては、吸着材としての活性炭に粘着性の物質が付着することが観察され

た。この粘着性物質は再生処理を経ても完全に除去することが困難であった。この粘着性物質は、処理対象基板に被覆されるフォトレジストから排出される有機系のアウトガスに起因すると考えられる。またはイオン注入処理でドーパントガスつまり原料ガスとして使用される毒性ガスに起因する可能性もある。イオン注入処理におけるその他の副生成ガスに起因する可能性も考えられる。これらのガスが複合的に関係して粘着性物質が生成されている可能性もある。

[0056] イオン注入処理では、クライオポンプの排気する気体の大半は水素ガスであり得る。水素ガスは再生により実質的に完全に外部に排出される。難再生気体は微量であれば、1回のクライオポンピング処理においてクライオポンプの排気性能に難再生気体を与える影響は軽微である。しかし、吸着材露出型のクライオポンプでは、クライオポンピング処理と再生処理とを反復するうちに、難再生気体は徐々に吸着材に蓄積され、排気性能を低下させていく可能性がある。排気性能が許容範囲を下回ったときには、例えば吸着材またはそれとともにクライオパネルの交換、または吸着材への化学的な難再生気体除去処理を含むメンテナンス作業が必要となる。

[0057] 難再生気体はほぼ例外なく凝縮性気体である。外部からクライオポンプ10へと向けて飛来する凝縮性気体の分子は、入口クライオパネル32の周囲の開放領域を通過して、放射シールド30または第2段クライオパネルアセンブリ20の外周の凝縮領域に直線的経路で到達し、それらの表面に捕捉される。難再生気体は凝縮領域に堆積される。上述のようにクライオポンプ10は吸着材非露出型であり、吸着領域66が非露出領域69に配置されているから、難再生気体から吸着領域66は保護される。

[0058] その反面、露出領域68は、難再生気体によって汚染されうる。汚染された吸着クライオパネル60は、クライオポンプ10のメンテナンスの際に、クライオポンプ10から分解され洗浄されることを必要としうる。吸着領域66に設けられた活性炭などの吸着材は難再生気体に汚染されていないので、再利用可能と考えられる。洗浄されたクライオパネルは、再利用可能な場

合には、再び組み立てられ使用される。しかし、洗浄の方法によっては、吸着領域 66 の吸着機能が失われうる。その場合、洗浄後の吸着クライオパネル 60 は再利用できないので、廃棄されなければならない。

[0059] そこで、露出領域 68 は、取り外し可能な保護面 76 で被覆されている。取り外し可能な保護面 76 は、少なくとも 1 つの吸着クライオパネル 60 の露出領域 68 に設けられている。取り外し可能な保護面 76 は、複数の吸着クライオパネル 60 の各々に設けられていてもよい。取り外し可能な保護面 76 は、種々の例示的な構成が考えられ、それらを以下に説明する。

[0060] 図 2 は、図 1 に示されるクライオポンプ 10 に使用されうる例示的なクライオパネルの概略斜視図である。図示されるクライオパネルは、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 に使用されうるクライオパネルであり、トップクライオパネル 61 である。ただし、図示されるクライオパネルは、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 に使用される他の吸着クライオパネル 60 であってもよい。

[0061] トップクライオパネル 61 は、第 1 のクライオパネル基材 78a と、第 2 のクライオパネル基材 78b とを備える。これらクライオパネル基材 78a、78b は、同じ材料（例えば金属材料）で形成され、同じ形状を有する。クライオパネル基材 78a、78b は、例えば、銅（例えば純銅）などの高熱伝導金属材料で形成され、必要とされる場合、表面がニッケルなどの金属層で被覆されている。したがって、クライオパネル基材 78a、78b 自体は、非凝縮性気体を吸着不能である。トップクライオパネル 61 が非凝縮性気体を吸着可能とするために、図示されていないが、第 1 のクライオパネル基材 78a は、その裏面（下面）に吸着材が設けられていてもよい。あるいは、第 1 のクライオパネル基材 78a には吸着材が設けられていなくてもよく、その場合、トップクライオパネル 61 が非凝縮性気体を吸着しない。クライオパネル基材 78a、78b は、例えば、円板状である。なお、クライオパネル基材 78a、78b は、円錐状またはその他の形状であってもよい。

- [0062] 第2のクライオパネル基材78bが、取り外し可能な保護面76を提供するように第1のクライオパネル基材78aに取り外し可能に装着されている。第2のクライオパネル基材78bは、その裏面が第1のクライオパネル基材78aの前面と接触し、第1のクライオパネル基材78aの前面の全体を覆うようにして、第1のクライオパネル基材78aに取り外し可能に取り付けられている。第2のクライオパネル基材78bの前面が、保護面76として使用される。
- [0063] また、第2のクライオパネル基材78bは、第1のクライオパネル基材78aに熱的に結合され、第1のクライオパネル基材78aとともに冷却される。これらクライオパネル基材78a、78b間に良好な熱接触があるようにして、第2のクライオパネル基材78bは、ボルトなどの取り外し可能な締結部材、剥離可能な接着剤など適宜の取り外し可能な取付方法によって第1のクライオパネル基材78aに取り付けられている。
- [0064] 第1のクライオパネル基材78aは、典型的に使用されるクライオパネルに相当する。図2に示される実施の形態では、第1のクライオパネル基材78aに第2のクライオパネル基材78bが重ね合わされている。このようにして追加された第2のクライオパネル基材78bが取り外し可能な保護面76を提供する。
- [0065] 第2のクライオパネル基材78bは、非凝縮性気体を吸着不能とするので、吸着領域すなわち吸着材を有しない。そのため、製造工程において、吸着材をクライオパネル基材に取り付ける工程を要しない。これに対して、そうした吸着材取付工程を要する吸着クライオパネル60は、製造にコストがかかる。よって、第2のクライオパネル基材78bは、比較的安価に提供することができる。
- [0066] また、第2のクライオパネル基材78bは、典型的にクライオパネルに使用される第1のクライオパネル基材78aと同等に設計されているから、クライオポンプ10における使用に要求される熱的性能、機械的強度、およびその他の必要な条件を満たす。よって、第2のクライオパネル基材78b

は、クライオポンプ 10 の設計者にとって容易に利用可能である。

[0067] 第 2 のクライオパネル基材 78 b は第 1 のクライオパネル基材 78 a と同様に第 2 冷却温度に冷却されているから、第 2 のクライオパネル基材 78 b 上の保護面 76 には難再生気体が凝縮し、汚染されうる。しかし、第 1 のクライオパネル基材 78 a については、保護面 76 によって汚染は防止または緩和される。汚染が無いまたは程度が軽ければ、クライオポンプ 10 のメンテナンスの際に分解や洗浄などの煩雑な作業を行うことなく、トップクライオパネル 61 を再利用することができる。第 2 のクライオパネル基材 78 b は、吸着材を有しないから、洗浄すれば再利用できる。あるいは、上述のように第 2 のクライオパネル基材 78 b は比較的安価であるから、使用済みのクライオパネル基材 78 b は廃棄し、新たなクライオパネル基材 78 b と交換しても、コスト面での影響は小さい。

[0068] なお、使用済みのクライオパネル基材 78 b が取り外された後、新たなクライオパネル基材 78 b が第 1 のクライオパネル基材 78 a に装着されなくてもよい。この場合、保護面 76 が第 1 のクライオパネル基材 78 a に提供されないから、以降のクライオポンプ 10 の運転中に、第 1 のクライオパネル基材 78 a の前面は汚染されうる。次回のメンテナンスにおいて第 1 のクライオパネル基材 78 a を新たなものと交換しなければならないかもしれない。しかし、第 1 のクライオパネル基材 78 a 上の吸着材にも寿命があるので、第 1 のクライオパネル基材 78 a の汚染の有無にかかわらず、いずれは吸着材とともに第 1 のクライオパネル基材 78 a の交換を要することになる。したがって、新たなクライオパネル基材 78 b を装着するか否かは、クライオパネル基材 78 b のコストや吸着材の寿命を考慮して決定されてもよい。

[0069] 図 3 は、図 1 に示されるクライオポンプ 10 に使用されうる別の例示的なクライオパネルの概略斜視図である。図示されるクライオパネルは、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 に使用されうるクライオパネルであり、上部クライオパネル 60 a である。ただし、図示されるクライオパネルは、第 2

段クライオパネルアセンブリ 20 に使用される他の吸着クライオパネル 60 であってもよい。

[0070] 上部クライオパネル 60 a は、図 1 を参照して説明したように、例えば逆円錐状の形状を有する。上部クライオパネル 60 a の前面は、外周部に露出領域 68 を有し、露出領域 68 の内側に非露出領域 69 を有する。非露出領域 69 には吸着材が設けられうるが、図示の簡明化のために、図 3 では図示を省略する。

[0071] 上部クライオパネル 60 a（または吸着クライオパネル 60）は、取り外し可能な保護面 76 を提供するように露出領域 68 を被覆する保護層 80 を備える。非露出領域 69 には、保護層 80 は設けられていない。保護面 76 として機能する保護層 80 の表面は、難再生気体に対して耐腐食性を有する材料、例えば、ポリテトラフルオロエチレンなどのフッ素樹脂またはその他の樹脂、あるいは、アルミニウムまたは銅などの金属で形成されていてもよい。よって、保護層 80 は、そうした樹脂材料または金属材料の表面を有する粘着テープまたは剥離可能に接着された保護フィルムであってもよい。保護層 80 は、上部クライオパネル 60 a のクライオパネル基材に接着され、それにより熱的に結合され、同じ冷却温度に冷却される。

[0072] 保護層 80 は、露出領域 68 に設置され、第 2 冷却温度に冷却されているから、保護面 76 には難再生気体が凝縮し、汚染されうる。保護層 80 は上部クライオパネル 60 a に剥離可能に接着されているから、クライオポンプ 10 のメンテナンスの際に保護層 80 を剥がすことによって、上部クライオパネル 60 a から汚染物質を取り除くことができる。メンテナンスの際に分解や洗浄などの煩雑な作業を行うことなく、上部クライオパネル 60 a の再利用が可能となりうる。

[0073] 図 4 は、図 1 に示されるクライオポンプ 10 に使用されうるさらに別の例示的なクライオパネルの概略上面図である。図示されるクライオパネルは、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 に使用されうるクライオパネルであり、下部クライオパネル 60 b である。ただし、図示されるクライオパネルは

、第２段クライオパネルアセンブリ２０に使用される他の吸着クライオパネル６０であってもよい。

[0074] 下部クライオパネル６０ｂは、図１を参照して説明したように、例えば円板状の形状を有する。ただし、下部クライオパネル６０ｂには第２段クライオパネル取付部材６４への取付のために、外周の一部分から中心部へと切欠部８２が形成されている。下部クライオパネル６０ｂの前面は、外周部に露出領域６８を有し、露出領域６８の内側に非露出領域６９を有する。非露出領域６９には吸着材としての粒状の活性炭８４が貼り付けられている。

[0075] 下部クライオパネル６０ｂ（または吸着クライオパネル６０）は、取り外し可能な保護面７６を提供するように露出領域６８に剥離可能に接着された樹脂製または金属製の保護層８０を備える。保護層８０は、下部クライオパネル６０ｂのクライオパネル基材に接着され、それにより熱的に結合され、同じ冷却温度に冷却される。

[0076] 保護層８０は、露出領域６８に設置され、第２冷却温度に冷却されているから、保護面７６には難再生気体が凝縮し、汚染されうる。保護層８０は下部クライオパネル６０ｂに剥離可能に接着されているから、クライオポンプ１０のメンテナンスの際に保護層８０を剥がすことによって、下部クライオパネル６０ｂから汚染物質を取り除くことができる。メンテナンスの際に分解や洗浄などの煩雑な作業を行うことなく、下部クライオパネル６０ｂの再利用が可能となりうる。

[0077] なお、使用済みの保護層８０が剥がされた後、新たな保護層８０が吸着クライオパネル６０に貼り付けられてもよいし、貼り付けられなくてもよい。新たな保護層８０を装着するか否かは、保護層８０のコストや吸着クライオパネル６０上の吸着材の寿命を考慮して決定されてもよい。

[0078] あるいは、複数の保護層８０が露出領域６８に積層されていてもよい。このようにすれば、使用済みの保護層８０が剥がされたとき、その直下の新たな保護層８０が露出され使用可能となる。

[0079] 上記の構成のクライオポンプ１０の動作を以下に説明する。クライオポン

プ 10 の作動に際しては、まずその作動前に他の適当な粗引きポンプで真空チャンバ内部を 1 Pa 程度にまで粗引きする。その後、クライオポンプ 10 を作動させる。冷凍機 16 の駆動により第 1 冷却ステージ 22 及び第 2 冷却ステージ 24 がそれぞれ第 1 冷却温度及び第 2 冷却温度に冷却される。よって、これらに熱的に結合されている第 1 段クライオパネル 18、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 もそれぞれ第 1 冷却温度及び第 2 冷却温度に冷却される。

[0080] 入口クライオパネル 32 は、真空チャンバからクライオポンプ 10 に向かって飛来する気体を冷却する。入口クライオパネル 32 の表面には、第 1 冷却温度で蒸気圧が十分に低い（例えば 10^{-8} Pa 以下の）気体が凝縮する。この気体は、第 1 種気体と称されてもよい。第 1 種気体は例えば水蒸気である。こうして、入口クライオパネル 32 は、第 1 種気体を排気することができる。第 1 冷却温度で蒸気圧が十分に低くない気体の一部は、吸気口 12 から内部空間 14 へと進入する。あるいは、気体の他の一部は、入口クライオパネル 32 で反射され、内部空間 14 に進入しない。

[0081] 内部空間 14 に進入した気体は、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 によって冷却される。吸着クライオパネル 60 の凝縮領域の表面には、第 2 冷却温度で蒸気圧が十分に低い（例えば 10^{-8} Pa 以下の）気体が凝縮する。この気体は、第 2 種気体と称されてもよい。第 2 種気体は例えば窒素 (N_2)、アルゴン (Ar) である。こうして、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は、第 2 種気体を排気することができる。

[0082] 第 2 冷却温度で蒸気圧が十分に低くない気体は、吸着クライオパネル 60 の吸着領域 66 に吸着される。この気体は、第 3 種気体と称されてもよい。第 3 種気体は例えば水素 (H_2) である。こうして、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は、第 3 種気体を排気することができる。したがって、クライオポンプ 10 は、種々の気体を凝縮または吸着により排気し、真空チャンバの真空度を所望のレベルに到達させることができる。

[0083] 実施の形態に係るクライオポンプ 10 によると、露出領域 68 は、取り外

し可能な保護面 76 で被覆されている。第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 と同様に第 2 冷却温度に冷却されているから、難再生気体は保護面 76 上に凝縮される。保護面 76 には難再生気体が付着して汚染されうるが、保護面 76 は取り外すことができる。保護面 76 を取り外すことによって、保護面 76 で覆われていた清浄な面が露出される。あるいは、新たな保護面 76 を取り付けることによって、露出領域 68 は再び保護される。したがって、クライオポンプ 10 は、メンテナンスの際に、難再生気体などの付着物を除去するために第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 を分解し洗浄する必要がない。こうした取り外し可能な保護面 76 が設けられていないクライオポンプに比べて、クライオポンプ 10 のメンテナンスを容易に行うことができる。

[0084] とくに、上述のようにクライオポンプ 10 は吸着材非露出型であり、吸着領域 66 が非露出領域 69 に配置されているから、難再生気体から吸着領域 66 は保護される。したがって、保護面 76 の取り外しまたは交換によって難再生気体が除去されれば、第 2 段クライオパネルアセンブリ 20 は再利用可能である。このように、クライオポンプ 10 は吸着材非露出型である場合、とくに、クライオポンプ 10 のメンテナンスを容易に行うことができる。

[0085] 以上、本発明を実施例にもとづいて説明した。本発明は上記実施形態に限定されず、種々の設計変更が可能であり、様々な変形例が可能であること、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは、当業者に理解されるところである。

[0086] 上述の実施の形態では、非露出領域 69 に保護層 80 が設けられていない場合を例に挙げて説明したが、これは本発明に必須ではない。ある実施の形態においては、非露出領域 69 の少なくとも一部（例えば、非露出領域 69 において吸着領域 66 の外側の部分）が取り外し可能な保護面 76 で被覆されていてもよい。例えば、非露出領域 69 において、活性炭などの吸着材が貼り付けられていない領域に保護層 80 が剥離可能に接着されてもよい。

[0087] 上記の説明においては横型のクライオポンプを例示したが、本発明は、縦

型その他のクライオポンプにも適用可能である。なお、縦型のクライオポンプとは、冷凍機 16 がクライオポンプ 10 の中心軸 C に沿って配設されているクライオポンプをいう。また、クライオパネルの配置や形状、数などクライオポンプの内部構成は、上述の特定の実施形態には限られない。種々の公知の構成を適宜採用することができる。

産業上の利用可能性

[0088] 本発明は、クライオポンプおよびクライオパネルの分野における利用が可能である。

符号の説明

[0089] 10 クライオポンプ、 12 吸気口、 66 吸着領域、 68 露出領域、 69 非露出領域、 76 保護面、 78a, 78b クライオパネル基材、 80 保護層。

請求の範囲

- [請求項1] クライオポンプ吸気口を通じて被排気気体が直線的に到達可能な露出領域と、前記クライオポンプ吸気口を通じて被排気気体が直線的に到達不能な非露出領域と、を備えるクライオパネルアセンブリを備え、
- 前記非露出領域は、非凝縮性気体を吸着可能な吸着領域を有し、前記露出領域は、取り外し可能な保護面で被覆されていることを特徴とするクライオポンプ。
- [請求項2] 前記取り外し可能な保護面を提供するように前記露出領域に剥離可能に接着された樹脂製または金属製の保護層をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のクライオポンプ。
- [請求項3] 前記露出領域には複数の保護層が積層されていることを特徴とする請求項1または2に記載のクライオポンプ。
- [請求項4] 前記クライオパネルアセンブリは、前記非凝縮性気体を吸着不能とする第1のクライオパネル基材と、前記非凝縮性気体を吸着不能とする第2のクライオパネル基材と、を備え、
- 前記第2のクライオパネル基材が、前記取り外し可能な保護面を提供するように前記第1のクライオパネル基材に取り外し可能に装着されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載のクライオポンプ。
- [請求項5] 前記非露出領域の少なくとも一部が前記取り外し可能な保護面で被覆されていることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のクライオポンプ。
- [請求項6] 前記クライオポンプ吸気口から軸方向に筒状に延在し、前記クライオパネルアセンブリを囲むように配置された放射シールドと、
- 前記放射シールドを冷却する高温冷却ステージと、前記クライオパネルアセンブリを冷却する低温冷却ステージとを備え、前記低温冷却ステージが前記高温冷却ステージよりも低温に冷却される冷凍機と、

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のクライオポンプ。

[請求項7] 前記クライオパネルアセンブリは、各々が前記露出領域および前記非露出領域を有する複数のクライオパネルと、軸方向に柱状に配列された複数の伝熱体と、を備え、前記複数のクライオパネルおよび前記複数の伝熱体が軸方向に積み重ねられていることを特徴とする請求項 6 に記載のクライオポンプ。

[請求項8] 前記クライオパネルアセンブリは、前記クライオパネルアセンブリのうち軸方向に最も上方に配置されたトップクライオパネルを備え、
前記トップクライオパネルは、第 1 のクライオパネル基材と、前記取り外し可能な保護面を提供する第 2 のクライオパネル基材とを備え、前記第 2 のクライオパネル基材は、その裏面が前記第 1 のクライオパネル基材の前面と接触し、前記第 1 のクライオパネル基材の前面の全体を覆うようにして、前記第 1 のクライオパネル基材に取り外し可能に装着されていることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のクライオポンプ。

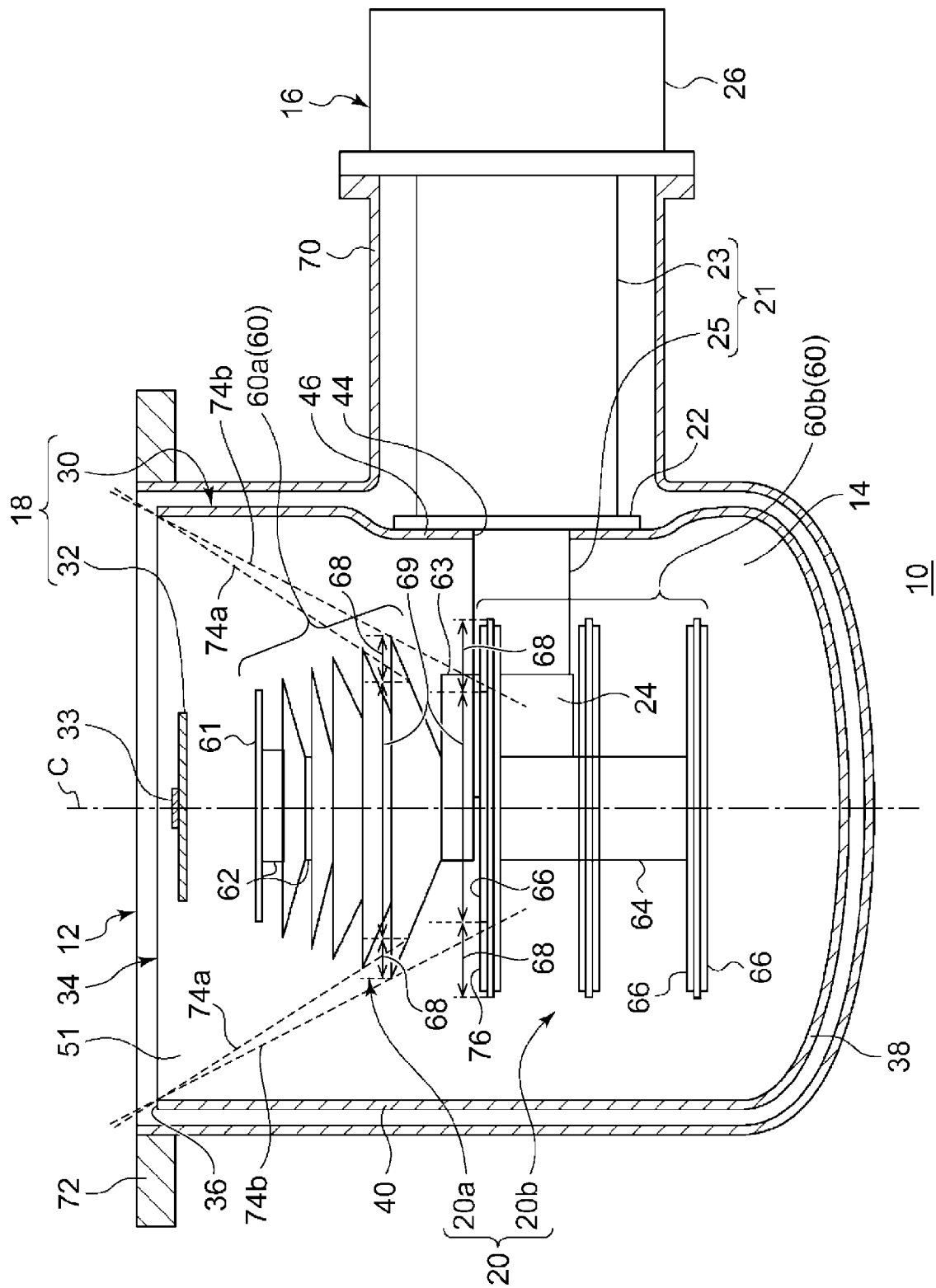
[請求項9] 前記クライオパネルアセンブリは、前記低温冷却ステージよりも軸方向上方に配置され、逆円錐状の外周部を有する少なくとも 1 つの上部クライオパネルを備え、前記取り外し可能な保護面で被覆された前記露出領域は、前記逆円錐状の外周部に設けられていることを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれかに記載のクライオポンプ。

[請求項10] 前記クライオパネルアセンブリは、前記低温冷却ステージよりも軸方向下方に配置された少なくとも 1 つの下部クライオパネルを備え、前記取り外し可能な保護面で被覆された前記露出領域は、前記少なくとも 1 つの下部クライオパネルの外周部に設けられていることを特徴とする請求項 6 から 9 のいずれかに記載のクライオポンプ。

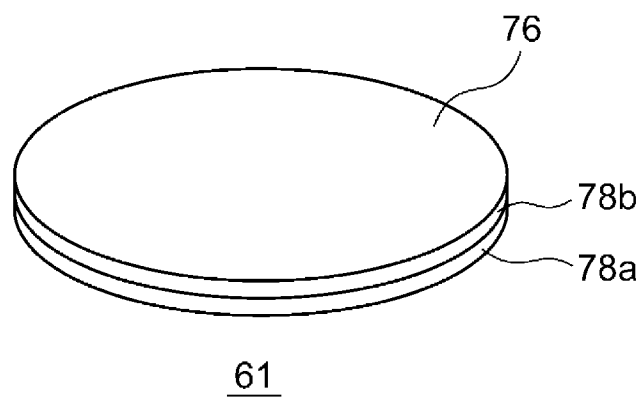
[請求項11] クライオパネル基材と、前記クライオパネル基材の少なくとも一部を被覆する取り外し可能な保護面と、を備えることを特徴とするクラ

イオパネル。

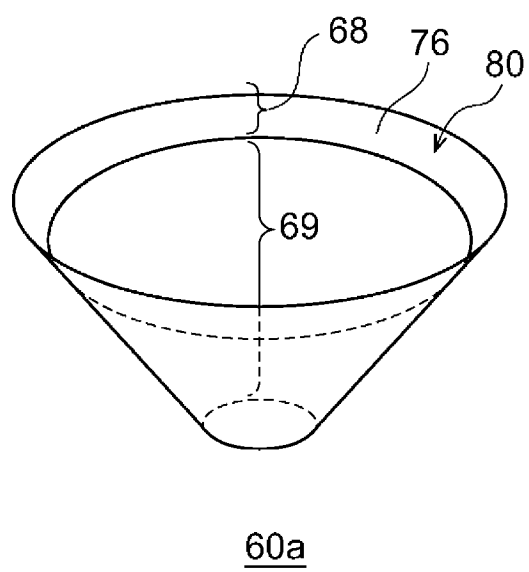
[図1]



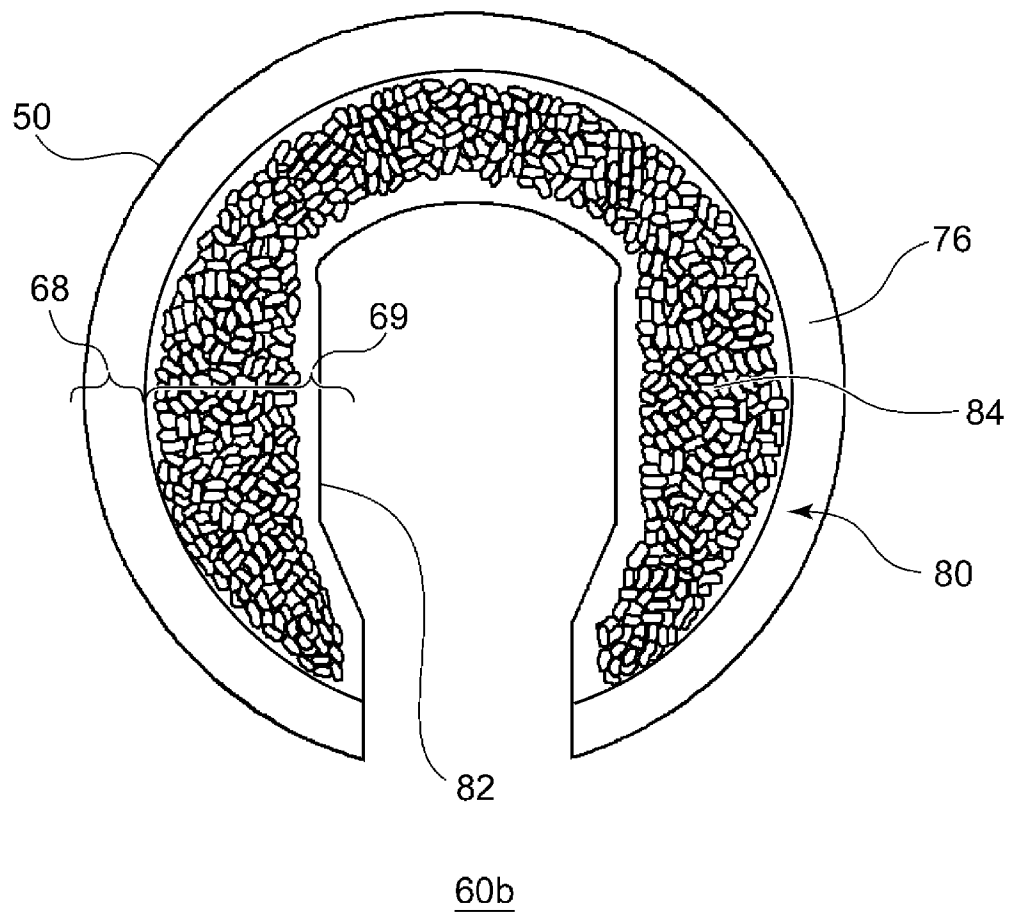
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030302

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. 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)

Int.Cl. F04B37/08

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.
X	JP 2512129 B2 (HITACHI, LTD.) 03 July 1996, page 4, right column, lines 3-16, fig. 9 & US 5083445 A, column 9, lines 34-52, fig. 14 & EP 379992 A1	11
A	JP 2012-237263 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 06 December 2012, paragraphs [0103]-[0116], fig. 5-7 & US 2013/0061609 A1, paragraphs [0115]-[0128], fig. 5-7 & CN 102777347 A & KR 10-2012-0127283 A	1-10



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

"I" 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
09.10.2019

Date of mailing of the international search report
21.10.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030302

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 2018-127943 A (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 16 August 2018 & WO 2018/147187 A1	1-10
A	JP 2010-516939 A (BROOKS AUTOMATION INC.) 20 May 2010 & US 2008/0168778 A1 & WO 2008/088794 A2 & KR 10- 2009-0101379 A & CN 101595305 A	1-10
A	JP 7-18410 B2 (ANELVA CORP.) 06 March 1995 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

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 (IPC))

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	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
X	JP 2512129 B2 (株式会社日立製作所) 1996.07.03, 第4ページ右欄第3-16行, 第9図 & US 5083445 A, 第9欄第34-52行, 第14図 & EP 379992 A1	11
A	JP 2012-237263 A (住友重機械工業株式会社) 2012.12.06, 段落0103-0116, 図5-7 & US 2013/0061609 A1, 段落0115-0128, 図5-7 & CN 102777347 A & KR 10-2012-0127283 A	1-10

☒ 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

09.10.2019

国際調査報告の発送日

21.10.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

松浦 久夫

30

9613

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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 2018-127943 A (住友重機械工業株式会社) 2018.08.16 & WO 2018/147187 A1	1-10
A	JP 2010-516939 A (ブルックス オートメーション インコーポレ イテッド) 2010.05.20 & US 2008/0168778 A1 & WO 2008/088794 A2 & KR 10-2009-0101379 A & CN 101595305 A	1-10
A	JP 7-18410 B2 (日電アネルバ株式会社) 1995.03.06 (ファミリーなし)	1-10