



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I426687 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 11 日

(21) 申請案號：098104926

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 17 日

(51) Int. Cl. : H02K9/18 (2006.01)

H02K55/00 (2006.01)

F16L53/00 (2006.01)

(30) 優先權：2008/03/28 日本

2008-087509

(71) 申請人：伊谷魯工業股份有限公司 (日本) EAGLE INDUSTRY CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：高橋秀和 TAKAHASHI, HIDEKAZU (JP) ; 內山真己 UCHIYAMA, MAMI (JP)

(74) 代理人：洪澄文

(56) 參考文獻：

JP 9-322523A

JP 11-94095A

WO 2006/080280A1

審查人員：彭極富

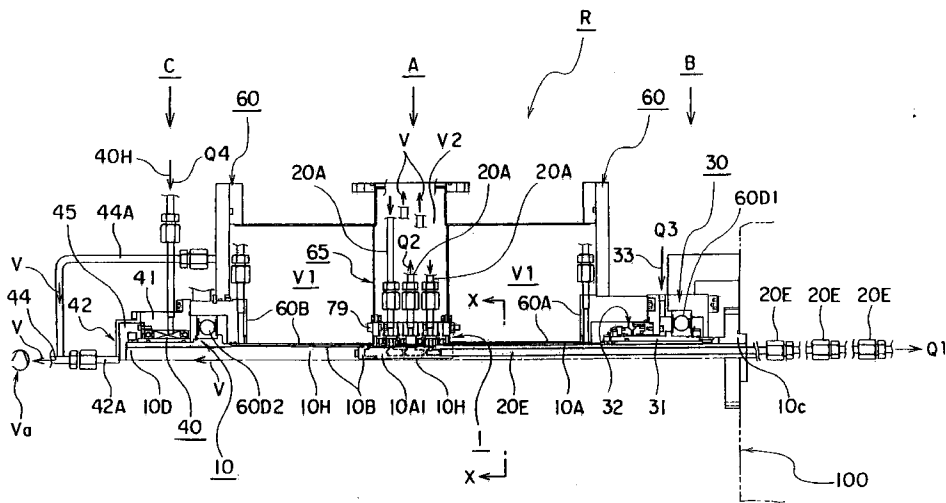
申請專利範圍項數：5 項 圖式數：9 共 0 頁

(54) 名稱

旋轉連接器

(57) 摘要

本發明提供一種旋轉連接器，其作成利用真空隔熱而保持在流體通路流動之供給冷媒的極低溫度，並可確實地冷卻冷卻部。又，使供給冷媒的運轉費用變成最少。本發明的旋轉連接器包括：真空用筒軸(10)，係由本體支持成可旋轉而且具有真空通路；旋轉密封環(1A)，係間隔著嵌接於真空用筒軸的外周面而且於兩端面具有密封面；固定密封環(2A)，係配置於該旋轉密封環之軸向兩側並具有和相對向之該密封面密接的相對向密封面；彈性伸縮囊(2B)，係和固定密封環之端部周面接合，對密封面側推壓固定密封環；間隔流體通路(20B)，係形成於和供給供給冷媒的第 1 流體通路連通並使供給冷媒通過的各彈性伸縮囊之間；第 2 流體通路(20C)，係設置於和間隔流體通路連通的旋轉密封環；連接流體通路(20D)，係和第 2 流體通路連通；第 1 配管(20E)，係和連接流體通路連通，而且向冷卻部側供給在真空用筒軸內被真空隔熱的供給冷媒；連結蓋(42)，係具有將真空用筒軸內抽真空的吸入口；以及磁性流體密封裝置(40)，係具有對應於抽真空的壓力而朝向軸向多段地構成的突起。



第1圖

- R . . . 旋轉連接器
- 1 . . . 第 2 機械式密封裝置
- 10 . . . 真空用筒軸
- 10A . . . 真空用筒軸
- 10A1 . . . 連接部(連接元件)
- 10B . . . 第 2 真空用筒軸(接頭部)
- 10C . . . 連結部
- 10D . . . 開口部
- 10H . . . 真空通路
- 20A . . . 第 1 流體通路
- 20E . . . 第 1 配管、第 2 配管
- 31 . . . 套筒
- 32 . . . 第 1 機械式密封裝置
- 33 . . . 供給通路
- 40 . . . 磁性流體密封裝置
- 40H . . . 流體供給通路
- 41 . . . 磁性流體密封用蓋
- 42 . . . 連結蓋
- 42A . . . 吸入口
- 44 . . . 吸入配管
- 44A . . . 分支配管
- 45 . . . 抽真空空間
- 60 . . . 第 1 本體
- 60A . . . 第 1 外筒
- 60B . . . 第 2 外筒
- 60D1 . . . 第 1 軸承部
- 60D2 . . . 第 2 軸承部

- 65 . . . 第 2 本體
- 79 . . . 螺栓
- Q1 . . . 供給冷媒
- Q2 . . . 排出冷媒
- Q3 . . . 流體
- Q4 . . . 供給流體
- V . . . 抽真空
- V1 . . . 第 1 真空室
- V2 . . . 第 2 真空室
- A . . . 第 1 組立體
- B . . . 第 2 組立體
- C . . . 第 3 組立體
- R . . . 旋轉連接器
- Va . . . 抽真空裝置
- 100 . . . 超導馬達

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98104926

※申請日：98.2.17

※IPC 分類：H02K 9/18 (2006.01)

H02K 53/00 (2006.01)

F16L 53/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

旋轉連接器

二、中文發明摘要：

本發明提供一種旋轉連接器，其作成利用真空隔熱而保持在流體通路流動之供給冷媒的極低溫度，並可確實地冷卻冷卻部。又，使供給冷媒的運轉費用變成最少。本發明的旋轉連接器包括：真空用筒軸(10)，係由本體支持成可旋轉而且具有真空通路；旋轉密封環(1A)，係間隔著嵌接於真空用筒軸的外周面而且於於兩端面具有密封面；固定密封環(2A)，係配置於該旋轉密封環之軸向兩側並具有和相對向之該密封面密接的相對向密封面；彈性伸縮囊(2B)，係和固定密封環之端部周面接合，對密封面側推壓固定密封環；間隔流體通路(20B)，係形成於和供給供給冷媒的第1流體通路連通並使供給冷媒通過的各彈性伸縮囊之間；第2流體通路(20C)，係設置於和間隔流體通路連通的旋轉密封環；連接流體通路(20D)，係和第2流體通路連通；第1配管(20E)，係和連接流體通路連通，而且向冷卻部側供給在真空用筒軸內被真空隔熱的供給冷媒；連結蓋(42)，係具有將真空用筒軸內抽真空的吸入口；以及磁性流體密封裝置(40)，係具有對應於抽真空的壓力而朝向軸

向多段地構成的突起。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

R	旋轉連接器、	1	第2機械式密封裝置、
10	真空用筒軸、	10A	真空用筒軸、
10A1	連接部(連接元件)、		
10B	第2真空用筒軸(接頭部)、		
10C	連結部、	10D	開口部、
10H	真空通路、	20A	第1流體通路、
20E	第1配管、第2配管、		
31	套筒、	32	第1機械式密封裝置、
33	供給通路、	40	磁性流體密封裝置、
40H	流體供給通路、	41	磁性流體密封用蓋、
42	連結蓋、	42A	吸入口、
44	吸入配管、	44A	分配管、
45	抽真空空間、	60	第1本體、
60A	第1外筒、	60B	第2外筒、
60D1	第1軸承部、	60D2	第2軸承部、
65	第2本體、	79	螺栓、
Q1	供給冷媒、	Q2	排出冷媒、
Q3	流體、	Q4	供給流體、
V	抽真空、	V1	第1真空室、
V2	第2真空室、	A	第1組立體、
B	第2組立體、	C	第3組立體、

R 旋轉連接器、

Va 抽真空裝置、

100 超導馬達

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於具有機械式密封裝置的旋轉連接器，其為了利用冷媒冷卻超導馬達之超導磁場線圈等的冷卻部，而設置於冷媒用流體通路之途中。更詳細說明之，係有關於具有機械式密封裝置的旋轉連接器，其作成從固定側的冷凍機往旋轉側的冷卻部，經由相對旋轉部而能以極低溫狀態引入供給冷媒。

【先前技術】

超導馬達等之超導裝置為了保持超導磁場線圈的超導狀態，而必須向超導磁場線圈等的冷卻部供給液態氦或液態氦等之極低溫的冷媒。又，必須向冷凍機回收在此冷卻部使用後的冷媒（稱為排出冷媒）。此時，需要將供給之冷媒（稱為供給冷媒）的溫度保持於極低溫的狀態，而且減少昂貴之供給冷媒的使用量。例如，為了從固定側的冷凍機向旋轉之超導馬達供給供給冷媒，從相對旋轉的固定部往旋轉部必須使用旋轉連接器使供給冷媒通過。在此旋轉連接器，將固定部之流體通路和旋轉部的流體通路之相對旋轉的連通路的流體通路密封的密封裝置，因為將極低溫度的供給冷媒或排出冷媒密封，所以將冷媒密封之性能隨著溫度而有問題。又，供給冷媒的溫度上昇時，若不增加供給冷媒的供給量，因為無法冷卻至既定的溫度，所以無法發揮超導之功能。因而，有對冷卻部之供給冷媒的使用量

增加之問題。

此外，在供給冷媒之供給時的隔熱，已知真空隔熱優異。可是，為了進行真空隔熱，若不提高包圍流體通路之外周側之空間的真空度，則難將供給冷媒保持於極低溫度。為了此真空隔熱並為了保持高真空度，需要和外氣阻斷的真空密封裝置。在此真空密封裝置，在將真空密封時，由於真空而密封面的潤滑消失，所以使密封面磨耗。結果，使應真空隔熱的真空度降低。此密封裝置的密封性能成為問題，而存在無法對冷卻部供給保持於極低溫度之供給冷媒的問題。在這種狀況，為了將冷卻部保持於極低溫度，因為必須對冷卻部大量地供給供給冷媒，所以昂貴之供給冷媒的運轉費用增加，而成為問題。因而，要求優異的旋轉連接器。

日本專利申請公開 2003-65477 號公報(專利文獻 1) 的第 9 圖(雖省略此第 9 圖的圖示，於元件名稱的後面表示專利文獻 1 之圖面的符號)，作為「具有對包括超導線圈之轉子之極低溫度的氣體移送接頭的同步機械」，表示對同步發電機械供給極低溫流體的極低溫劑移送接頭(26)的剖面圖。在此極低溫劑移送接頭 26，固定側之插入管 154 將前端部 158 以非接觸狀態和入口管 156 的內周面嵌合，而構成非接觸密封。可是，此非接觸密封係只是插入管 154 以非接觸狀態和入口管 156 的內周面嵌合。因此，從極低溫冷卻器 90 所供給之入口極低溫氣體 157 在插入管 154 內流動並流入入口管 156 內時，入口極低溫氣體 157 的一部

分可能從插入管 154 和入口管 156 之非接觸地嵌合的間隙流入圓筒形外殼 186 內。雖然圓筒形外殼 186 內被保持於真空狀態，但是入口極低溫氣體 157 流入圓筒形外殼 186 內時，因為圓筒形外殼 186 內的真空度降低，所以藉真空的隔熱效果降低。

又，因為極低溫劑移送接頭 26 係高溫冷卻氣體 164 在入口極低溫氣體 157 所流動之入口管 156 的外周和冷卻出口管 166 之間的環形空間流動之構成，所以在入口管 156 內流動之入口極低溫氣體 157 的溫度可能因高溫冷卻氣體 164 而上昇。

又，配置於筒形外殼 168 內的運動間隙密封 162，因為是入口極低溫氣體 157 在內周側流動，而且高溫冷卻氣體 164 在外周側流動之構成，所以因極低溫而材質變差，密封性能可能降低。尤其，在和外部之隔熱效果低的極低溫劑移送接頭 26 的構成，因為必須對超導線圈繞組供給大量的入口極低溫氣體 157，所以運動間隙密封 162 可能提早變差。

此外，雖然記載安裝於筒形外殼 196 內的磁性流體密封 176 防止回氣 164 的洩漏[參照段落編號 0046]，但是其構成係不清楚。在現在已知的磁性流體密封 176，使圓筒形外殼 186 內變成真空時，磁性流體被吸入圓筒形外殼 186 內，而磁性流體密封 176 的密封性能降低。因而，因為外部的氣流 177 通過磁性流體密封 176 而可能侵入圓筒形外殼 186 內，所以圓筒形外殼 186 內的真空度降低。此圓筒

形外殼 186 內的真空度降低時，無法得到入口極低溫氣體 157 的隔熱效果。在一般的磁性流體密封，難保持此高真空度。

在以往之包含有磁性流體密封裝置的密封手段，因為滑動面被抽真空而滑動面的潤滑液被吸走，所以密封面磨耗。結果，經由密封面間，氣流 177 或回氣逐漸侵入圓筒形外殼 186 內，而難將冷卻流體保持於極低溫的 30°K 以下。無法將此入口極低溫氣體 157 保持於 30°K 以下時，無法發揮超導線圈(線圈繞組 34)之超導效果。因而，必須對超導線圈側供給超出必要之入口極低溫氣體 157 的流量。在此現況，因為氦等冷卻流體是昂貴，所以同步發電機械等的運轉費用上漲。

此外，於日本專利第 3306452 號公報(專利文獻 2)的第 1 圖或第 3 圖(雖省略圖示，但是於元件名稱後的括弧內表示專利文獻 2 之圖面的符號)，和專利文獻 1 一樣，表示液態氦注入管(1)插入以真空層(2)所包覆之突出部(10)的內周面的剖面圖。於此插入之突出部(10)的內周面和液態氦注入管(1)的外周面之間形成間隙。係利用阻斷和此間隙連通之外周側的間隙之密封(4)將向外部洩漏的液態氦密封之構成。可是，此專利文獻 2 亦和專利文獻 1 一樣，以以往的密封(4)將極低溫的液態氦密封，因為液態氦係極低溫，所以難密封。在單純之密封裝置的構成，液態氦的密封在密封面引起各種的問題點。又，雖然真空層(2)是對管之外側的空間室封入之構造，但是在封入之構造，因為真

空度隨著時間而降低，所以無法長期地發揮對液態氦的隔熱效果。

又，在專利文獻 1，在將入口管 156 對固定插入管 154 嵌合之構成，又，在專利文獻 2，在對轉子前端的突出部 (10) 使液態氦注入管 (1) 朝向轉子的孔中心 (19) (引入孔) 並向軸向嵌合之構成，難固定轉子側的入口管 156 或轉子前端的突出部 (10)，入口管 156 或轉子前端的突出部 (10) 和相對向面接觸時，和固定插入管 154 或液態氦注入管 (1) 滑動，而可能產生磨耗粉。又，在此構造難保持真空度。此外，在因應於超導磁場線圈的個數而需要數支液態氦注入管 (1) 的情況，因應於其支數，轉子亦必須變得複雜，而使密封裝置之構造變得複雜。

【發明內容】

【發明要解決之課題】

本發明係鑑於上述之問題點而開發者，其課題在於將供給冷媒所流動之流體通路隔熱成高真空狀態，並對冷卻部供給極低溫的供給冷媒。此外，其課題在於利用此高真空的隔熱，防止使從固定側之流體通路向旋轉側的流體通路連通之第 2 機械式密封裝置的密封性能因供給冷媒而降低。又，其課題在於使與冷凍機連接之固定側的流體通路和相對旋轉之側的連接流體通路之連通的流體通路之構成變得高效率。此外，其課題在於提高使供給冷媒流通之旋轉連接器的耐久性能。又，其課題在於利用連接流體通路

之構造而使配管的組立變得容易，並使得易於製作流體通路。又，其課題在於使提高冷媒的冷卻效果，並降低冷媒的運轉費用。

【解決課題之手段】

本發明的旋轉連接器，是連接固定側的冷媒供給裝置和旋轉側的冷卻部之冷媒用的旋轉連接器，其特徵在於包括：真空用筒軸，係由本體支持成可旋轉並具有在軸向貫穿的真空通路，而且該真空通路的一端具有可和該冷卻部之連通路連通的連結部，而該真空通路的另一端具有抽真空用的開口部，該連結部和該開口部的中間具有連接部；旋轉密封環，係密封地嵌接於該真空用筒軸的該連接部，而且於兩端面具有各密封面；兩固定密封環，係具有相對向密封面，其配置於該旋轉密封環之軸向兩側並和相對向之該密封面密接；彈性伸縮囊，係一端的結合部和該各固定密封環之與相對向密封面相反的周面密封地連結，而且另一端的固定部包圍該真空用筒軸並密封地固接於該本體，而對該密封面彈性地推壓該固定密封環；第 1 間隔流體通路，係形成於隔著該旋轉密封環之兩側的該彈性伸縮囊之間，並可和引入供給冷媒的第 1 流體通路連通；第 2 流體通路，係朝向徑向貫穿該旋轉密封環，而且和該第 1 間隔流體通路連通；連接流體通路，係設置於該連接部的內部，一端和該第 2 流體通路連通，而且於另一端設置連接孔；第 1 配管，係一端和該連接孔連接，而和該連接流體通路連通，而且另一端具有可和該冷卻部側之流體通路連

通的流體通路，且配置於該真空用筒軸的真空通路；連結蓋，係具有吸入口，其從該真空用筒軸的開口部將該真空通路內抽真空；以及磁性流體密封裝置，係具有：磁性流體密封用蓋，係和該連結蓋密封地結合，並包圍該真空用筒軸；磁鐵用 POLE BLOCK，係密封地嵌接於該磁性流體密封用蓋的內周面和該真空用筒軸的外周面之間的一方的周面，而且並列地排列；磁鐵，係配置於該 POLE BLOCK 的並列之間；軸蓋，係排列複數個接近該各 POLE BLOCK 的周面並相對向之環形的突起而構成突起群，而且密封地嵌接於另一方的周面；以及磁性流體，係介於該突起和該 POLE BLOCK 之間；相對於該抽真空的力，承受磁力之該磁性流體阻斷該突起和該 POLE BLOCK 之間。

若依據這種構成之旋轉連接器，利用對抽真空可確實地密封之磁性流體密封裝置，將真空用筒軸的內周面內保持高真空狀態，而可發揮隔熱效果。而且，因為磁性流體密封裝置無滑動的滑動面，所以有效地防止滑動面提早磨耗，而可發揮耐久性能。因而，真空用筒軸的內周面內可長期保持高真空 (10^{-5} Torr 以下) 狀態 (此外，即使以往之密封裝置的密封面具有優異的密封性能，亦因為因真空狀態而吸取滑動之密封面的潤滑液，所以提早磨耗)。此外，真空用筒軸的連結部和冷卻部之連接部連結，因為亦和冷卻部的機內連通，所以藉此抽真空，連冷卻部的機內亦可進行真空隔熱。因此，因為配置於真空用筒軸之內周面內的各第 1 配管與第 2 配管以及連接部可和外氣有效地真空隔

熱，所以供給冷媒可保持於極低溫度的狀態。此外，此真空用筒軸之內周面內的真空隔熱將在間隔流體通路流動之供給冷媒保持於極低溫度，並可將供給冷媒保持於液體狀態。

結果，在由於此液體冷媒，而密封面和相對向密封面滑動時，潤滑液介於兩密封面間，而防止滑動發熱。又，防止兩密封面磨耗（在習知技術，即使優異的密封裝置，亦因為冷媒係極低溫，因為使密封材質變質，所以難將冷媒進行密封）。此外，防止兩密封面滑動時的磨耗，而發揮對供給冷媒的密封性能。又，因為和固定密封環一體之彈性伸縮囊的構成不需要將固定密封環之滑動的嵌合面間密封的 O 環，所以可防止隨著極低溫度所引起之 O 環的材質變化而冷媒洩漏的不良。此外，彈性伸縮囊之構成，即使在極低溫的狀態，亦將固定密封環之相對向密封面對密封面反彈地推壓，因為滑動面無此反彈所需的移動，所以可發揮相對向密封面之密封性能。此外，因為各第 1 配管及第 2 配管是配管，所以第 1 配管及第 2 配管的加工、組立變得容易，而且配管作業亦變得容易，而可降低作為流體通路的加工費用和組立費用。

最好，本發明的旋轉連接器，構成一對之該旋轉密封環和兩側的固定密封環至少在軸向排列 2 組，而且在和該一方之組的該固定密封環相鄰之該另一方之組的該固定密封環之相對向間具有第 2 間隔流體通路，該第 2 間隔流體通路和配置於該真空用筒軸之該真空通路的第 2 配管連

通，已冷卻該冷卻部的排出冷媒通過該第 2 配管和該第 2 間隔流體通路而回去。

若依據這種構成之旋轉連接器，因為第 2 配管配置於真空用筒軸的內周面內並被真空隔熱，所以排出冷媒可保持極低溫度。而，此排出冷媒在第 2 間隔流體通路流動時，因為在利用兩伸縮囊和固定密封環而阻斷兩側之間流動，所以可防止第 2 機械式密封的密封性能降低。即使排出冷媒向密封面和相對向密封面之滑動的面間側流動，亦因為排出冷媒作用於此密封面間的內周側，所以可防止密封面間變成無潤滑狀態。而且，可長期發揮第 2 機械式密封的密封性能。

又，最好，本發明的旋轉連接器，該連接部是將內周面形成為圓形面或橢圓形面，或沿著周面形成為凹凸面或齒輪形面，並於該第 1 配管側的端部形成連接孔者。

若依據這種構成之旋轉連接器，在真空用筒軸的機械式密封裝置內所設置之連接部的內周面之圓形、橢圓形、凹凸形等各種形狀，藉由將各第 1 及第 2 配管設置於向內徑側突出的側面，而可增加個數。又，此構成使第 1 配管和第 2 配管的安裝變得容易。而且，連接部之內周面的形狀使得易於抽真空，而可發揮真空通路之真空隔熱的效果。同時，因應於第 1 配管和第 2 配管的支數，而可使連接部之連接孔的配置變得容易。而且，即使在利用隔熱材料包覆第 1 配管和第 2 配管的情況，第 1 配管和第 2 配管的間隔亦變得隨意。而，因為可如設計設定此包覆之厚度，

所以可發揮隔熱效果。

又，最好，本發明的旋轉連接器，該旋轉密封環具有沿著圓周方向所排列之複數個該第 2 流體通路，而且於該連接部亦具有沿著圓周方向和該各第 2 流體通路連通的該連接流體通路，各該第 1 配管的該流體通路和各對應的該連接流體通路連通。

若依據這種構成之旋轉連接器，因為可將多條第 2 流體通路設置於旋轉密封環，所以從 1 個位置之第 1 流體通路所流動的供給冷媒可通過第 1 間隔流體通路並流入複數條第 2 流體通路。而，因為各第 1 配管的流體通路和與複數條第 2 流體通路連通之複數條連接流體通路連通，所以可僅對各冷卻部之需要的位置供給所需要量的供給冷媒。又，排列由兩固定密封環和旋轉密封環所構成之一對第 2 機械式密封的個數可少。同時，連接部之軸向的長度亦可變短。結果，可大為降低第 2 機械式密封裝置和連接元件的製作費用及組立費用。又，旋轉連接器亦可變成小型。

【實施方式】

以下，根據圖面說明本發明之實施形態的旋轉連接器。此外，以下所說明之各圖面係根據設計圖所製作之正確的圖面。第 1 圖係本發明之第 1 實施例的旋轉連接器 R 之單側的剖面圖。此外，在第 1 圖，對剖面畫斜線時，因為圖變得不清楚，所以省略斜線。又，第 2 圖係表示第 1 圖之機械式密封裝置 1 和配管的附近者，係第 1 組立體 A

之單側的放大剖面圖。又，第 3 圖係表示第 2 圖之第 2 機械式密封裝置 1 附近之構成的放大剖面圖。第 4 圖係第 1 軸承部 60D1 側之第 2 組立體 B 之單側的放大剖面圖。第 5 圖係磁性流體密封裝置 40 側之第 3 組立體 C 之單側的放大剖面圖。第 6 圖係第 5 圖所示之磁性流體密封 40 的放大剖面圖。

以下，參照第 1 圖至第 6 圖，說明本發明之旋轉連接器 R。旋轉連接器 R 之具有凸緣的連結部 10C 和例如旋轉發電機、線性馬達之具有磁場線圈的同步旋轉機械等之具有流體通路的旋轉軸及第 9 圖所示之超導馬達 100 之具有流體通路的旋轉軸 115 連結。

首先，說明和第 1 圖的旋轉連接器 R 連結之第 9 圖的超導馬達 100。但，簡單說明不是本發明之超導馬達 100。

第 9 圖所示之超導馬達 100 係示意圖。於以筒狀設置內周面 115A 之旋轉軸 115 的外周面，嵌接 3 個轉子 110 (僅在 1 個位置標示符號)。於轉子 110 的兩側，朝向軸向排列共 4 個定子 106 (僅在 1 個位置標示符號)。而，於各轉子 110，設置在超導 (SC) 線圈 103 之內周側具有空間的冷卻部 105。於此冷卻部 105 設置各第 1 管 101、101、101，其和旋轉連接器 R 之各第 1 配管 20E 連通並可供給冷媒。藉該各第 1 管 101、101、101 向各個冷卻部 105、105、105 供給冷媒，而冷卻各超導線圈 103、103、103 (僅在 1 個位置標示符號)。又，使冷卻各超導線圈 103、103、103 後的冷媒通過和排出流體通路用之各個第 2 管 102、102、102 連

通的第 2 配管 20E，再向省略圖示之冷媒供給裝置(亦稱為冷凍機)逆流。此外，於旋轉軸 115 的兩側，設置軸承 116、116。雖然現在權宜上說明轉子 110 有 3 個的情況，但是未限定為 3 個，亦有 1 個、2 個、或 3 個以上的情況。又，亦存在和此舉例表示之轉子 110 的構造相異的構造。可是，在同步旋轉機械，為了使超導線圈的電阻接近零(0)，必須將超導線圈冷卻至極低溫的溫度狀態。本發明解決此問題。

這些高溫的超導線圈達成超導電，而且為了保持此超導電，例如，必須將高溫超導線圈冷卻至臨界溫度(超導電轉移溫度，例如 27°K)或更低的溫度。本發明的旋轉連接器 R 構成為從固定側通過旋轉側的各連接流體通路 20D、20D，而可向各冷卻部 105 直接供給極低溫的供給冷媒 Q1。而，因為供給冷媒 Q1 或排出冷媒 Q2 通過配置於高真空(高真空係從 10^{-3} Torr 至 10^{-7} Torr 之範圍)狀態之真空通路 10H 的第 1 配管 20E 及第 2 配管 20E 內的流體通路，所以和外氣被真空隔熱，而可將供給冷媒 Q1 保持於臨界溫度以下的極低溫。而且，將第 1 配管 20E 和第 2 配管 20E 保持於高真空之狀態，而切斷外氣之溫度向第 1 配管 20E 和第 2 配管 20E 的熱傳遞。

在第 1 圖及第 9 圖，形成真空用筒軸 10 之連結部 10C，使和超導馬達 100 之旋轉軸 115 的一端的安裝部連結，並可一起旋轉。同時，第 1 配管 20E 設置供給流體通路，其作成和第 1 管 101 連結，並可將來自第 1 配管 20E 的供給

冷媒 Q1 向第 1 管 101 內供給。又，第 2 配管 20E 亦是排出流體通路，其作成和第 2 管 102 連結，並可將已冷卻超導線圈等之已使用的排出冷媒 Q2 從第 2 管 102 向第 2 配管 20E 排出。此外，此第 1 配管 20E 未限定為供給冷媒 Q1 之供給流體通路，又，第 2 配管 20E 未限定為排出冷媒 Q2 的排出流體通路。亦可將第 1 配管 20E 用於排出流體通路。又，亦可將第 2 配管 20E 選定為供給流體通路。可是，在使使用後的排出冷媒 Q2 回到冷卻供給裝置時，在第 1 圖之第 2 機械式密封裝置 1 的實施例，利用第 2 配管 20E 較佳。

此真空用筒軸 10 將整體為不銹鋼製之第 1 真空用筒軸 10A 的連接部(亦稱為連接元件。可是，連接元件不是意指和真空用筒軸不同的元件)10A1 和第 2 真空用筒軸 10B 的接頭部(符號 10B)接合，並將省略符號之所圖示的螺栓朝向螺合並連結。第 1 真空用筒軸 10A 將筒軸的端部和連接部 10A1 的分段面嵌合，而且將此嵌合部的周面焊接，而一體地形成。又，第 2 真空用筒軸 10B 將筒軸的端部和接頭部 10B 的分段面嵌合，並將此嵌合面間焊接。使此已焊接之接頭部 10B 和連接部 10A1 嵌合，而且利用螺栓固定而形成筒形。此第 1 真空用筒軸 10A 和第 2 真空用筒軸 10B 的連結係為了使可安裝第 2 機械式密封裝置 1 而以螺栓固定。可是，作為其他的例子，對省略圖示之長套筒將第 2 機械式密封裝置 1 嵌合，若將此套筒嵌接並固定於真空用筒軸 10 的外周，第 1 真空用筒軸 10A 和第 2 真空用筒軸 10B 不必分割並組立，而可作成一體。在本實施例的情況，

對第 1 真空用筒軸 10A 的內周面將連接部 10A1 一體地嵌接。或者，亦可將第 1 真空用筒軸 10A 進行加工，而形成為連接部 10A1。此外，第 2 機械式密封意指旋轉密封環 1A、和於此旋轉密封環 1A 各自配置固定密封環 2A、2A 組成一對者。而且，將由複數個第 2 機械式密封所組合的整體稱為機械式密封裝置 1。

又，連接部 10A1 如第 3 圖所示，於內部使截面構成徑向和軸向之 L 形的連接流體通路 20D 一面朝向軸向改變位置一面沿著圓周方向配置成如設定的個數。此各連接流體通路 20D、20D 之軸向的端部側的開口形成為連接孔 20D1，而且於各連接孔 20D1 各自密封地嵌接（將嵌合之周面焊接或黏接並密封）第 1 配管 20E 和第 2 配管 20E 的端部。具有此供給或排出流體通路之第 1 配管 20E 和第 2 配管 20E 配置於第 1 真空用筒軸 10A 的內周面 10A2 內，使極低溫度的冷媒 Q1、Q2 可流通。同時，配置於第 1 真空用筒軸 10A 之內周面 10A2 內的第 1 配管 20E 和第 2 配管 20E，配置於被抽真空的高真空內，而和外部被真空隔熱。此外，第 1 配管 20E 和第 2 配管 20E 的材質使用不銹鋼管、銅管、鋁管、氮化硼、石英管、強化玻璃管、低溫用樹脂（PTFE 等）管等。又，亦可以隔熱材料包覆第 1 配管 20E 和第 2 配管 20E 的外周面。例如，使用 PTFE、玻璃、石英等材質並以可隔熱之厚度包覆不銹鋼管的外周。藉由將第 1 配管 20E 和第 2 配管 20E 在真空用筒軸 10 內以真空隔熱之狀態進行配管，而可實現這些隔熱效果。在如以往般，於安裝機械式密封

裝置的外殼本體以鑽孔形成冷媒用之流體通路的構成，無法期待這些效果。

第 2 圖及第 3 圖，係第 1 圖所示之第 1 組立體 A 的放大圖。如第 2 圖及第 3 圖所示，於真空用筒軸 10 之連接部 10A1 的外周面將旋轉密封環 1A 之內周面 1A3 朝向軸向間隔著排成 2 列並嵌接。此旋轉密封環 1A 的組立，係將筒狀的間隔片 12 夾持於並列配置的兩旋轉密封環 1A、1A 之間，而且將兩旋轉密封環 1A、1A 之軸向的外側端在藉連接部 10A1 的分段面和第 2 真空用筒軸 10B 之接頭部 10B 的端面支持之狀態固定。各旋轉密封環 1A、1A 將各密封面 1A1、1A1、… 設置於軸向兩端面，而且將貫穿內外的第 2 流體通路 20C 設置於各旋轉密封環 1A、1A 之兩密封面 1A1、1A1 的中間。此第 2 流體通路 20C 係與內方連接流體通路 20D 連通。各旋轉密封環 1A 和後述的各固定密封環 2A 係碳化矽、碳、硬質合金、複合樹脂等不摩耗的硬質，而且可耐冷媒 Q1、Q2 的耐寒材料。

於旋轉密封環 1A 之軸向的兩側，設置一對兩固定密封環 2A、2A。固定密封環 2A 將和密封面 1A1 密接之相對向密封面 2A1 於端面。同時，於和相對向密封面 2A1 相反側面(背面)，利用焊接等將成為環狀地包圍真空用筒軸 10 之彈性伸縮囊 2B 的一端的結合部 2B1 密封地結合。此彈性伸縮囊 2B 係不銹鋼、鎳基合金(鉻鎳鐵合金 718 等)之金屬製，係和固定密封環 2A 一體地形成的附屬元件。又，彈性伸縮囊 2B 的另一端之構成環形的固定部 2B2 以焊接等密封

地和密封蓋 2B3 之內周的分段部黏接。而且，彈性伸縮囊 2B 將固定密封環 2A 之相對向密封面 2A1 朝向使和密封面 1A1 密接之方向反彈地推壓。

此外，旋轉密封環 1A 之外周面 1A2 和旋轉密封環 1A 之兩側的固定密封環 2A、2A 之間的空間(兩彈性伸縮囊 2B、2B 之間)形成為第 1 間隔流體通路 20B。此第 1 間隔流體通路 20B 和設置配管接頭部 20A1 的第 1 流體通路 20A 連通。此外，第 1 流體通路 20A 係從冷卻供給裝置引入供給冷媒 Q1 的流體通路。又，兩旋轉密封環 1A、1A 之間的兩彈性伸縮囊 2B、2B 的固定部 2B2、2B2 之相對向間、間隔片 12 的外周面以及配管接頭部 20A1(在第 3 圖省略符號)的內周面之間所形成之環形空間係第 2 間隔流體通路 20B。此第 2 間隔流體通路 20B 因為未通過設置於旋轉密封環 1A 的第 2 流體通路 20C，所以和連接流體通路 20D 直接連通。即，於第 2 間隔流體通路 20B 和連接流體通路 20D 之間，設置和旋轉密封環 1A 之第 2 流體通路 20C 連通的第 1 間隔流體通路 20B 及不通過第 2 流體通路 20C 的第 2 間隔流體通路 20B。

於環狀之各密封蓋 2B3、2B3、2B3、2B3 和環狀的配管接頭部 20A1、20A1、20A1 的接合間，安裝截面為 C 形或 U 形的各密封環 83A，而將各接合間密封(在第 3 圖朝向軸向設置 8 個)。此密封環 83A 構成為將金屬(鉻鎳鐵合金 718 等材質)製之彈性中空的 O 環設置於 PTFE 製之 U 形的槽內之形狀，或 C 形金屬環之形狀，並具有可耐冷媒 Q1、Q2 的

耐寒性。而且，各密封蓋 2B3 和各配管接頭部 20A1，利用由焊接於第 1 外筒 60A 之端部的凸緣部、和焊接於第 2 外筒 60B 之端部的凸緣部之間夾持並插入在軸向貫穿之螺栓用孔的螺栓 79(參照第 1 圖或第 2 圖)鎖緊，而形成為覆蓋第 2 機械式密封裝置 1 之外周側之形狀的蓋。又，和各配管接頭部 20A1 之第 1 流體通路 20A 連通的各配管由樹脂管、鋼管(不銹鋼管等)所形成，並通過第 2 本體 65 的第 2 真空室 V2，和省略圖示的冷卻供給裝置連通。此各配管亦可和第 5 圖所示的分支配管 44A 連結，並抽真空。

而，通過設置於各旋轉密封環 1A 之第 2 流體通路 20C 並向冷卻部 105 供給的供給冷媒 Q1 係極低溫的液態氦、液態氦。又，通過第 2 間隔流體通路 20B 而回去冷卻供給裝置的排出冷媒 Q2 係將冷卻部 105 冷卻後的冷媒(亦有冷媒氣化的情況)。此外，供給冷媒 Q1 的種類有液態氦(-273℃以下)、液態氦(-196℃以下)、液態氦、液態氫等。這些供給冷媒 Q1 冷卻超導線圈等並冷卻至產生超導狀態的極低溫。此第 2 本體 65 的第 2 真空室 V2 內係高真空的狀態，可將各第 1 流體通路 20A 進行真空隔熱。此第 2 真空室 V2 經由分支配管 44A 進行抽真空 V。又，以 PTFE 等纖維強化樹脂的隔熱材料包覆分支配管 44A 或第 1 流體通路 20A 之配管的周圍，而可防止供給冷媒 Q1 之溫度上昇。此外，對真空用筒軸 10 構成徑向之筒形的第 2 本體 65 的安裝部，利用螺栓如第 2 圖所示，和設置於第 1 外筒 60A 之凸緣部的安裝板及設置於第 2 外筒 60B 之凸緣部的安裝板

密封地結合。而，第 2 本體 65 雖然形成為於第 1 本體 60 內構成徑向的筒形，但是在第 1 流體通路 20A 的條數多的情況，亦可形成為包圍真空用筒軸 10 之軸芯的周圍之密閉的筒狀體。

第 1 外筒 60A 之內周面的內徑如第 1 圖或第 2 圖及第 4 圖所示，形成為直徑比第 1 真空用筒軸 10A 之外周面的外徑大。而，第 1 外筒 60A 對第 1 真空用筒軸 10A 設置環形空間並嵌合。又，第 2 外筒 60B 亦對第 2 真空用筒軸 10B 設置環形空間並嵌合，而且形成為和第 1 外筒 60A 大致對稱之形狀。其次，於第 1 外筒 60A 之大徑圓筒形的端部 60A，如第 4 圖所示，設置抽真空配管 33A，並將第 1 機械式密封裝置 32 之周圍抽真空並進行真空隔熱，而且真空用筒軸 10 之外周的環形空間亦進行真空隔熱。此抽真空配管 33A 沿著大徑圓筒形之端部 60A 的周面而等間隔或不等間隔地設置複數個貫穿孔。而且，將抽真空配管 33A 和此貫穿孔連結。此抽真空配管 33A 的另一端，通過第 1 真空室 V1 和第 2 真空室 V2 內並和抽真空裝置 Va(亦稱為真空泵)連通。此外，第 1 外筒 60A 和真空用筒軸 10 一樣，係不銹鋼、鎳基合金等材料製。

第 1 圖或第 2 圖及第 5 圖所示的第 2 外筒 60B，和第 1 外筒 60A 一樣，於一端之大徑圓筒形的端部 60B，設置和抽真空配管的接頭連接的貫穿孔。此和抽真空配管連接的貫穿孔係沿著大徑圓筒形之端部 60B 的周面而等間隔或不等間隔地設置複數個。且將第 2 真空用筒軸 10B 之外周的

環狀空間抽真空而將第 2 真空用筒軸 10B 真空隔熱。而，此抽真空配管的另一端部，和第 4 圖所示之抽真空配管 33A 一樣，和配置於第 2 本體 65 內的配管連通，並利用抽真空裝置 Va 進行抽真空 V。

此外，於內部具有第 1 真空室 V1 之圓筒形的第 1 本體 60，利用包圍真空用筒軸 10 之外周側的第 1 真空室 V1 進行真空隔熱，而且第 2 機械式密封裝置 1 之外周側亦進行真空隔熱。又，第 2 機械式密封裝置 1、及第 1 流體通路 20A、第 1 與第 2 間隔流體通路 20B、第 2 流體通路 20C 以及連接流體通路 20D 係在第 2 本體 65 內利用第 2 真空室 V2 雙重地進行真空隔熱。又，即使因旋轉連接器 R 達到耐用年數，而供給冷媒 Q1 從通過第 2 機械式密封裝置 1 等之第 1 間隔流體通路 20B 向外部洩漏，亦因為利用第 2 真空室 V2 吸入供給冷媒 Q1，所以可防止因向外部洩漏的供給冷媒 Q1 而成為公害的問題。

其次，第 2 組立體 B 係在第 1 圖對第 1 組立體 A 設置於真空用筒軸 10 的超導馬達 100 側。在第 4 圖放大表示此第 2 組立體 B。可旋轉地支持真空用筒軸 10 之一方的第 1 軸承部 60D1 將外周面嵌接於第 1 軸承盒 30A 的內周面。又，此第 1 軸承部 60D1 將內周面嵌接並安裝於套筒 31 的外周面。此外，此套筒 31 嵌接於真空用筒軸 10 的外周面。又，第 1 軸承盒 30A 經由以虛擬線所示之保持部而安裝並固定於超導馬達 100 的外殼。另外，於第 1 軸承盒 30A 的開口側面，設置保持板 30B，其保持第 1 機械式密封裝置

32，而且在軸向支持第 1 軸承部 60D1。藉設置於此保持板 30B 之供給通路 33 於第 1 軸承部 60D1 側向流體空間 30H 供給空氣等流體 Q3 或潤滑液等流體 Q3。此流體 Q3 從供給通路 33 流入流體空間 30H，並對第 1 機械式密封裝置 32 產生作為巴哈(Bach)流體的作用。或，亦可將潤滑液供給軸承部 60D1，而產生潤滑作用。

第 1 機械式密封裝置 32 的旋轉密封環(省略符號)經由附屬元件而嵌接於不銹鋼製的套筒 31。又，和此旋轉密封環進行相對旋轉之固定密封環經由附屬元件而由保持板 30B 之分段孔保持。而且，藉第 1 機械式密封裝置 32 阻斷第 1 軸承部 60D1 側的流體空間 30H 和第 1 外筒 60A 內的環形空間。在第 1 外筒 60A 之保持板 30B 側之大徑圓筒形的端部 60A 嵌接於第 1 本體 60 的內周面，而且另一端的凸緣部如上述所示，經由密封蓋 2B3 而和第 2 本體 65 結合。

第 3 組立體 C 如第 1 圖所示，設置於真空用筒軸 10 之第 2 組立體 B 的反側。於嵌接於第 1 本體 60 的內周面之第 2 外筒 60B 之大徑圓筒形的端部 60B，將第 2 軸承部 60D2 設置於內周的分段孔，以支持另一方。此外，大徑圓筒形的端部 60B 由複數個支座 61 支持。第 2 軸承部 60D2 的內周面嵌接於第 2 真空用筒軸 10B 的外周面(參照第 1 圖)。而且，藉第 1 軸承部 60D1 和第 2 軸承部 60D2 將真空用筒軸 10 支持成自由旋轉。於第 2 軸承部 60D2 之側面的空間 62，雖省略圖示，和第 4 圖一樣地使其和供給通路連通。於第 2 外筒 60B 的端部，藉省略符號的螺栓將不銹鋼等之

非磁性體的磁性流體密封用蓋 41 進行結合。於磁性流體密封用蓋 41 的內周面和第 2 真空用筒軸 10B 的外周面之間，安裝如第 6 圖所示的磁性流體密封裝置 40。於磁性流體密封用蓋 41 之內周面的磁性流體密封裝置 40 的兩側，各自設置高精度的軸承 40D、40D。此兩軸承 40D、40D 的內周面嵌接於磁性體的軸蓋 40A，而且外周面嵌接於磁性流體密封用蓋 41 的內周面。又，軸蓋 40A 經由並列排列之耐寒性的密封用 O 環 80B、80B 而嵌接於第 2 真空用筒軸 10B 的外周面。

而，於磁性材料之軸蓋 40A 的外周面，設置在軸向具有間隔之 2 列的密封突起群。此密封突起群於既定之軸向的寬度將複數個環形之截面為山形的突起 40A1 各自設置由 6 個至 20 個中的設定數。最好各自設置 8 個至 15 個。於對應於此 2 列之密封突起群的位置，磁性材料的 POLE BLOCK40B、40B 經由密封用的 O 環 80A 而嵌接於磁性流體密封用蓋 41 的內周面。此各 8 個的突起 40A1... 的外周面和 POLE BLOCK40B、40B 的內周面之間形成為 0.05mm 以下之不接觸的微小間隔(和內周面靠近至不接觸的間隔)。利用兩側之高精度的 2 個軸承 40D、40D 而可實現此間隔。而，於 2 個 POLE BLOCK40B、40B 之間，嵌接並配置永久磁鐵 40M。又，於密封突起群 40A1、40A1... 和 POLE BLOCK40B、40B 的內周面之間插入高精度的磁性流體 40F。又，於將永久磁鐵 40M、2 個 POLE BLOCK40B、40B 以及 2 個密封突起群 40A1、... 形成環形的迴路，利用永久磁鐵 40M 形成磁通。

而，於各密封突起群的突起 40A1 和 POLE BLOCK40B、40B 的內周面之間，磁性流體 40F 聚集，而對抽真空 V 的吸力阻斷接近之間隙的軸向兩側，不會引起滑動阻力，並保持抽真空空間 45 之高真空的狀態。

於磁性流體密封用蓋 41 之永久磁鐵(只要是磁鐵，未限定為永久磁鐵)40D 的外周，將流體供給通路 40H 設置成貫穿狀態。而，藉氮氣的供給流體 Q4 或空氣的供給流體 Q4 將永久磁鐵 40M 進行保溫。或，作成可從流體供給通路 40H 將作為供給流體 F 的磁性流體 40M 向 POLE BLOCK40B、40B 的內周面內供給。在永久磁鐵 40M，有以環形被夾持於 POLE BLOCK40B、40B 之間的情況，或以圓柱於 POLE BLOCK40B、40B 之間排列多個的情況。此外，突起 40A1 之外周面的截面形狀可作成尖的山形、M 形。此磁性流體密封裝置 40 構成為將真空用筒軸 10 內的真空通路 10H 對外部阻斷而可保持高真空度以上的狀態。此外，亦可採用將 POLE BLOCK40B、40B 和磁鐵 40M 安裝於真空用筒軸 10 的外周面，並將軸蓋 40A 安裝於磁性流體密封用蓋 41 之內周面的構成。而，於密封突起群 40A1、40A1... 和 POLE BLOCK40B、40B 的內周面之間，介入高精度的磁性流體 40F。即，是內外和上述之第 1 實施例相反的構成，是將內周側之元件配置於外周側，並將外周側之元件配置於內周側之磁性流體密封裝置 40 的構成。此外，密封突起群和 POLE BLOCK 之排列數，只要能於兩元件間形成磁路，即使是一對也可能。

於磁性流體密封用蓋 41 之軸向的端面，將和第 2 真空用筒軸 10B 之開口部 10D 相對向的連結蓋 42 密封地安裝於磁性流體密封用蓋 41 的端面(只要係包圍真空用筒部的部分即可)。於和此連結蓋 42 之開口部 10D 相對向的位置，設置吸入口 42A。此吸入口 42A 利用吸入配管 44 和第 1 圖所示的抽真空裝置(真空泵)Va 連通。又，從吸入配管 44 所分支的分支配管 44A 和貫穿第 1 本體 60 之內部的配管連結，並將第 1 真空室 V1 內抽真空，而使第 1 真空室 V1 變成高真空之狀態。此第 1 本體 60 之第 1 真空室 V1 內的高真空狀態係將對第 1 流體通路 20A、20A、20A 進行真空隔熱之第 2 本體 65 的第 2 真空室 V2 雙重地進行真空隔熱。

另一方面，從吸入口 42A 將真空用筒軸 10 的內周面 10A2 抽真空，而將真空通路 10H 內設為高真空狀態。此真空通路 10H 內之高真空，係因為藉高性能的磁性流體密封 40 將真空用筒軸 10 的內周面 10A2 內(真空通路 10H)完全地密封，所以此內周面 10A2 內，如上述所示，可成為高真空(從 10^{-3} Torr 至 10^{-7} Torr)或超真空(10^{-7} Torr 以下)。此外，為了使超導磁場線圈之電阻變成零(0)，雖然必須使供給冷媒 Q1 通過之第 1 配管 20E 或第 2 配管 20E 之外周側的真空通路 10H 內變成 10^{-3} Torr 以下的真空狀態，最好 10^{-5} Torr 以下的真空狀態，但是本發明的磁性流體密封裝置 40 藉由將真空通路 10H 內和外部有效地阻斷，而可保持此高真空狀態。此真空用筒軸 10 之內周面 10A2 內的高真空及超高真空之狀態對第 1 配管 20E 及第 2 配管 20E 高度地

隔絕外氣的溫度。而，將從冷媒供給裝置所供給之極低溫度之液狀的氦、氬、氙等的供給冷媒 Q1 一面在真空用筒軸 10 之內周面 10A2 內保持於極低溫的狀態，一面將此供給冷媒 Q1 從第 1 配管 20E 及第 2 配管 20E 向超導馬達 100 的冷卻部 105 供給並冷卻冷卻部 105。

又，因為第 1 及第 2 配管 20E、20E、20E 配置於真空用筒軸 10 的內周面 10A2 內，所以能以 PTFE、石英等隔熱材料包覆第 1 及第 2 配管 20E、20E、20E 的外周面。因而，可發揮第 1 配管 20E、20E 及第 2 配管 20E 的隔熱效果，並保持第 2 機械式密封裝置 1 的密封性能。

又，在第 2 機械式密封裝置 1 之並列配置的第 1 及第 2 間隔流體通路 20B、20B 內，因為同壓力的冷媒在各間隔流體通路 20B、20B 內流動，而密封面 1A1 和相對向密封面 2A1 之密接之徑向的兩側係大致同壓力，排出冷媒 Q2 例如即使氣化，亦因為真空用筒軸 10 旋轉，藉其離心力的作用而可直線地通過第 1 流體通路 20A，並回去冷媒供給裝置。因此，排出冷媒 Q2 例如即使氣化，亦可有效地防止通過密封面 1A1 和相對向密封面 2A1 的滑動面，而混入供給冷媒 Q1。因而，可防止如以往之因氣化的排出冷媒在中途和供給冷媒混合而使供給冷媒的溫度上昇的不良。而，第 2 機械式密封裝置 1 的密封性能更加發揮。又，超導馬達 100 之冷卻部(超導磁場線圈)105 藉所供給之極低溫的供給冷媒 Q1 將冷卻部 105 的儲液部冷卻至極低溫度，而產生電阻變成零(0)之狀態。結果，超導磁場線圈被激磁時，於電阻

變成零(0)之超導磁場線圈，產生無激磁損失之強力的磁場。

第 7 圖係第 2 實施例，係相當於在第 1 圖之 X-X 箭視之連接部 10A1 側的正視圖。此連接部 10A1 形成為長度比第 2 圖所示之連接部 10A1 短的筒形，而且於內周面內形成圓形的真空通路 10H。而且，在第 7 圖，和第 2 圖之連接部 10A1 所示的連接流體通路 20D 一樣，朝向連接部 10A1 的徑向形成於 4 個位置或 4 個以上的位置(在第 7 圖為 4 個位置)。於其中 3 個位置之連接流體通路 20D、20D、20D 的連接孔 20D1，密封地各自嵌接各第 1 配管 20E。而且，使供給冷媒 Q1 向此第 1 配管 20E 流通。又，於剩下之 1 個位置或 2 個位置的連接孔 20D1(符號參照第 2 圖)，密封地嵌接排出冷媒 Q2 用第 2 配管 20E。此 3 個位置之供給冷媒 Q1 用的連接流體通路 20D、20D、20D，雖然在連接部 10A1 之軸向位置係大致相同，但是朝向圓周方向改變位置形成(參照第 8 圖之第 2 流體通路 20C 之排列的構成)。又，排出冷媒 Q2 用之連接流體通路 20D 為了和第 2 間隔流體通路 20B 連通，而和 3 個位置之供給冷媒 Q1 用的連接流體通路 20D、20D、20D，在連接部 10A1 改變軸向位置。因此，因為此連接部 10A1 形成為在軸向短的筒形，所以真空通路 10H 之軸向的長度亦可變短。

又，藉由將此連接部 10A1 之內徑形成各種形式，亦可提高真空隔熱之效果。例如，在此連接部 10A1 之真空通路 10H 的正面形狀未限定為圓形，可下工夫，以形成為四角

形的內周面、作成星形或齒輪形之凹凸面的內周面、橢圓形的內周面等，並可將多支第 1 配管 20E 及第 2 配管和側面連結。此外，和 3 個位置之供給冷媒 Q1 用的連接流體通路 20D、20D、20D 對應之第 2 機械式密封只要 1 個即可。而，利用多支第 1 配管 20E，將供給冷媒 Q1 供給超導馬達 100 的超導磁場線圈，藉由將超導磁場線圈冷卻至極低溫度，而可使電阻變成零(0)。又，和上述之供給冷媒 Q1 用的連接流體通路 20D、20D、20D 一樣地構成，將排出冷媒 Q2 的第 2 配管作成複數個，而可使排出冷媒 Q2 高效率地回去冷卻供給裝置。

第 8 圖係嵌接於真空用筒軸 10 的旋轉密封環 1A 之從軸向所看到的正視圖。此旋轉密封環 1A 係第 3 實施例。第 8 圖所示之旋轉密封環 1A 係沿著周面設置貫穿 4 個位置的第 2 流體通路 20C 的例子。旋轉密封環 1A 的內周面 1A3 嵌接於連接部 10A1 的外周面，並使 4 個位置的第 2 流體通路 20C 和 4 個位置的連接流體通路 20D 各自連通。而此 4 個位置之第 2 流體通路 20C 流入從 1 個位置的第 1 流體通路 20A 所供給的供給冷媒 Q1。又，於旋轉密封環 1A 的兩端面，形成各密封面 1A1、1A1。此外，於旋轉密封環 1A 之兩密封面 1A1 的內周側，形成可安裝第 3 圖所示之密封環 83B 的密封安裝槽 1A4。

在第 8 圖，雖然以 4 個的例子說明此旋轉密封環 1A 之第 2 流體通路 20C 和連接元件 10A1 的連接流體通路 20D，但是亦可因應於冷卻部 105 的個數，而設置 5 個、6 個之

多個第 2 流體通路 20C、連接流體通路 20D 以及第 2 配管 20E。藉由依此方式，而不必使第 2 機械式密封的個數增加，就可對多個冷卻部 105 供給供給冷媒 Q1。此利用 1 個第 2 機械式密封裝置 1 而可對多個冷卻部 105 供給供給冷媒 Q1 之構成係藉本發明之第 2 機械式密封裝置 1 的構成和連接元件 10A1 的組合而可實現。此外，作為其他的實施例，亦有第 2 機械式密封裝置 1 由 1 個第 2 機械式密封構成的情況。在此情況，雖省略圖示，作成將第 2 配管設置於其他的流體通路，以使排出冷媒回去冷卻供給裝置。

作為本發明的比較例，在第 1 圖，將磁性流體密封裝置 40 置換成以往的磁性流體密封裝置時，因為因應於高真空而磁性流體密封裝置的磁性流體被吸入真空側，所以磁性流體變成不存在。因此，難保持真空通路內的真空狀態。因而，藉真空通路內之真空的隔熱效果亦降低。結果，若不使各流體通路或第 1 配管的直徑變大，以供給大量的供給冷媒，就難冷卻冷卻部 105。而且，超導馬達所使用之昂貴的供給冷媒之運轉費用上漲。而，在供給大量的供給冷媒的構成，因為旋轉連接器變成大型，所以製造費用上漲。又，因為旋轉連接器之安裝場所亦變大，所以有的安裝場所，安裝變得困難。此外，本體係相對於旋轉之真空用筒軸 10，如第 1 本體 60、第 2 本體 65、第 1 外筒 60A、第 2 外筒 60B 等之固定的元件。

【工業上之可應用性】

本發明係一種有用的旋轉連接器，其保持液態氦或液態氬等極低溫之冷媒的溫度，並從固定部側的冷媒供給裝置向旋轉之超導裝置的冷卻部供給供給冷媒，而且可回收使用後的冷媒。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係本發明之第 1 實施例的旋轉連接器之單側的剖面圖。

第 2 圖係表示第 1 圖之機械式密封裝置和配管的附近之第 1 組立體的放大剖面圖。

第 3 圖係表示第 2 圖之各第 2 機械式密封裝置附近之構成的放大剖面圖。

第 4 圖係第 1 圖之第 2 組立體之單側的剖面圖。

第 5 圖係第 1 圖之第 3 組立體之單側的剖面圖。

第 6 圖係第 5 圖所示之磁性流體密封之單側的放大剖面圖。

第 7 圖係本發明之第 2 實施例的連接部之軸向正視圖。

第 8 圖係本發明之第 3 實施例的旋轉密封環之軸向正視圖。

第 9 圖係安裝本發明之旋轉連接器的超導馬達的示意剖面圖。

【主要元件符號說明】

1 第 2 機械式密封裝置

- 1A 旋轉密封環
 - 1A1 密封面
 - 1A2 外周面
 - 1A3 內周面
 - 1A4 密封安裝槽
- 2A 固定密封環
 - 2A1 相對向密封面
- 2B 彈性伸縮囊
 - 2B1 結合部
 - 2B2 固定部
 - 2B3 密封蓋
- 10 真空用筒軸
 - 10A 真空用筒軸
 - 10A1 連接部(連接元件)
 - 10A2 內周面
 - 10B 第 2 真空用筒軸(接頭部)
 - 10C 連結部
 - 10D 開口部
 - 10H 真空通路
- 12 間隔片
 - 20A 第 1 流體通路
 - 20A1 配管接頭部
 - 20B 第 1 間隔流體通路、第 2 間隔流體通路
 - 20C 第 2 流體通路

- 20D 連接流體通路
- 20D1 連接孔
- 20E 第 1 配管、第 2 配管
- 30A 第 1 軸承盒
- 30B 保持板
- 30H 流體空間
- 31 套筒
- 32 第 1 機械式密封裝置
- 33 供給通路
- 33A 抽真空配管
- 40 磁性流體密封裝置
- 40A 軸蓋
- 40A1 突起
- 40B POLE BLOCK
- 40D 軸承
- 40F 磁性流體
- 40H 流體供給通路
- 40M 永久磁鐵
- 41 磁性流體密封用蓋
- 42 連結蓋
- 42A 吸入口
- 44 吸入配管
- 44A 分支配管
- 45 抽真空空間

- 60 第 1 本體
- 60A 第 1 外筒
- 60B 第 2 外筒
- 60D1 第 1 軸承部
- 60D2 第 2 軸承部
- 65 第 2 本體
- 80A O 環
- 80B O 環
- 83A 密封環
- 83B 密封環
- Q1 供給冷媒
- Q2 排出冷媒
- Q3 流體
- Q4 供給流體
- V 抽真空
- V1 第 1 真空室
- V2 第 2 真空室
- A 第 1 組立體
- B 第 2 組立體
- C 第 3 組立體
- R 旋轉連接器

七、申請專利範圍：

1. 一種旋轉連接器，連接固定側的冷媒供給裝置和旋轉側的冷卻部之冷媒用，

其特徵在於包括：

真空用筒軸，係由本體支持成可旋轉並具有在軸向貫穿的真空通路，而且該真空通路的一端具有可和該冷卻部之連通路連通的連結部，而該真空通路的另一端具有抽真空用的開口部，該連結部和該開口部的中間具有連接部；

旋轉密封環，係密封地嵌接於該真空用筒軸的該連接部，而且於兩端面具有各密封面；

兩固定密封環，係具有相對向密封面，其配置於該旋轉密封環之軸向兩側並和相對向之該密封面密接；

彈性伸縮囊，係一端的結合部和該各固定密封環之與相對向密封面相反的周面密封地連結，而且另一端的固定部包圍該真空用筒軸並密封地固接於該本體，而對該密封面彈性地推壓該固定密封環；

第 1 間隔流體通路，係形成於隔著該旋轉密封環之兩側的該彈性伸縮囊之間，並可和引入供給冷媒的第 1 流體通路連通；

第 2 流體通路，係朝向徑向貫穿該旋轉密封環，而且和該第 1 間隔流體通路連通；

連接流體通路，係設置於該連接部的內部，一端和該第 2 流體通路連通，而且於另一端設置連接孔；

第 1 配管，係一端和該連接孔連接，而和該連接流體

通路連通，而且另一端具有可和該冷卻部側之流通路連通的流體通路，且配置於該真空用筒軸的真空通路；

連結蓋，係具有吸入口，其從該真空用筒軸的開口部將該真空通路內抽真空；以及

磁性流體密封裝置，具有：磁性流體密封用蓋，係和該連結蓋密封地結合，並包圍該真空用筒軸；磁鐵用 POLE BLOCK，係密封地嵌接於該磁性流體密封用蓋的內周面和該真空用筒軸的外周面之間的一方的周面，而且並列地排列；磁鐵，係配置於該 POLE BLOCK 的並列之間；軸蓋，係排列複數個接近該各 POLE BLOCK 的周面並相對向之環形的突起而構成突起群，而且密封地嵌接於另一方的周面；以及磁性流體，係介於該突起和該 POLE BLOCK 之間；相對於該抽真空的力，承受磁力之該磁性流體阻斷該突起和該 POLE BLOCK 之間。

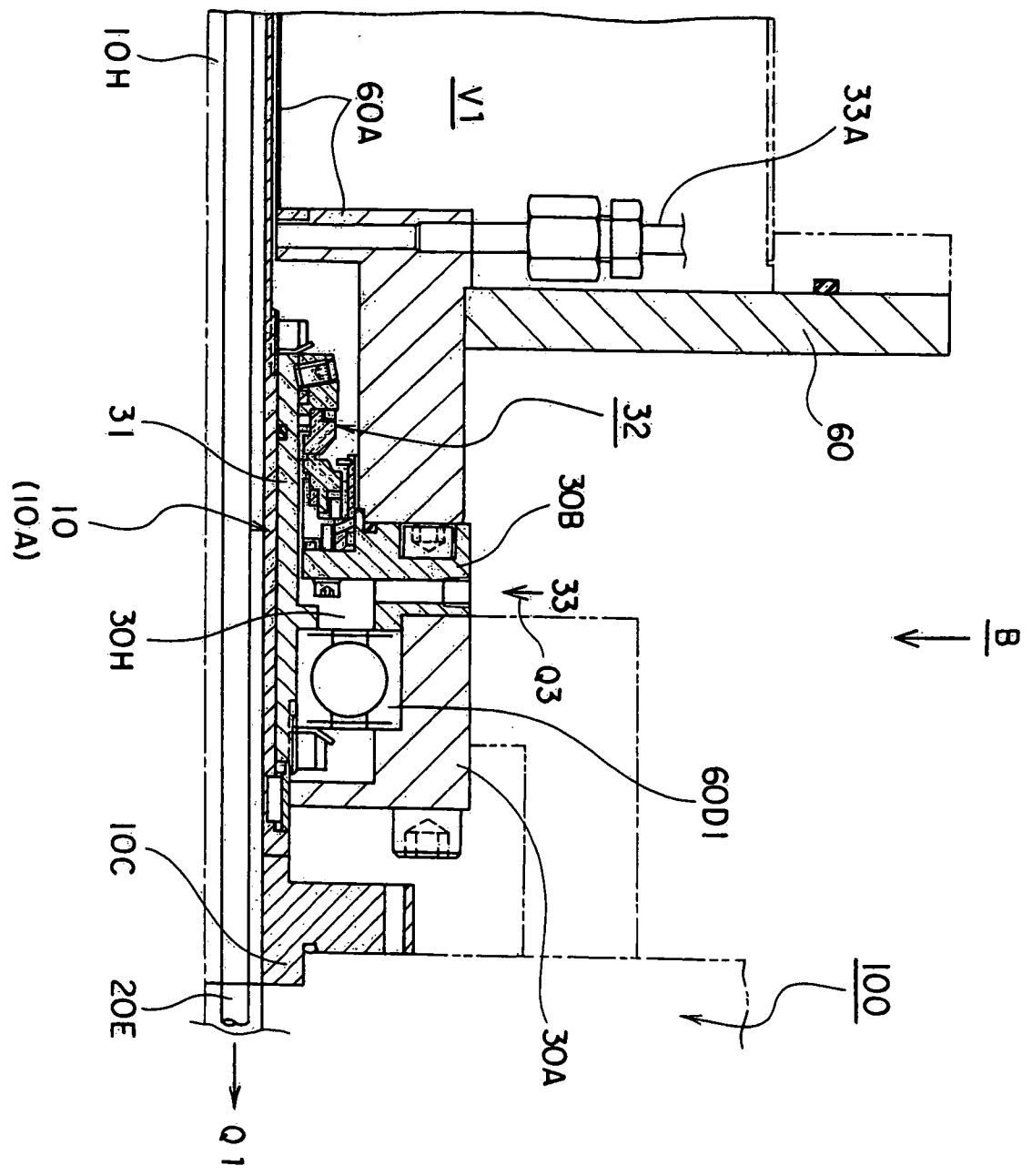
2. 如申請專利範圍第 1 項之旋轉連接器，其中構成一對之該旋轉密封環和兩側的固定密封環至少在軸向排列 2 組，而且在和該一方之組的該固定密封環相鄰之該另一方之組的該固定密封環之相對向間具有第 2 間隔流體通路，該第 2 間隔流體通路和配置於該真空用筒軸之該真空通路的第 2 配管連通，已冷卻該冷卻部的排出冷媒通過該第 2 配管和該第 2 間隔流體通路而回去。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之旋轉連接器，其中該連接部將內周面形成為圓形面或橢圓形面，或沿著周面形成為凹凸面或齒輪形面，並於該第 1 配管側的端部形成連

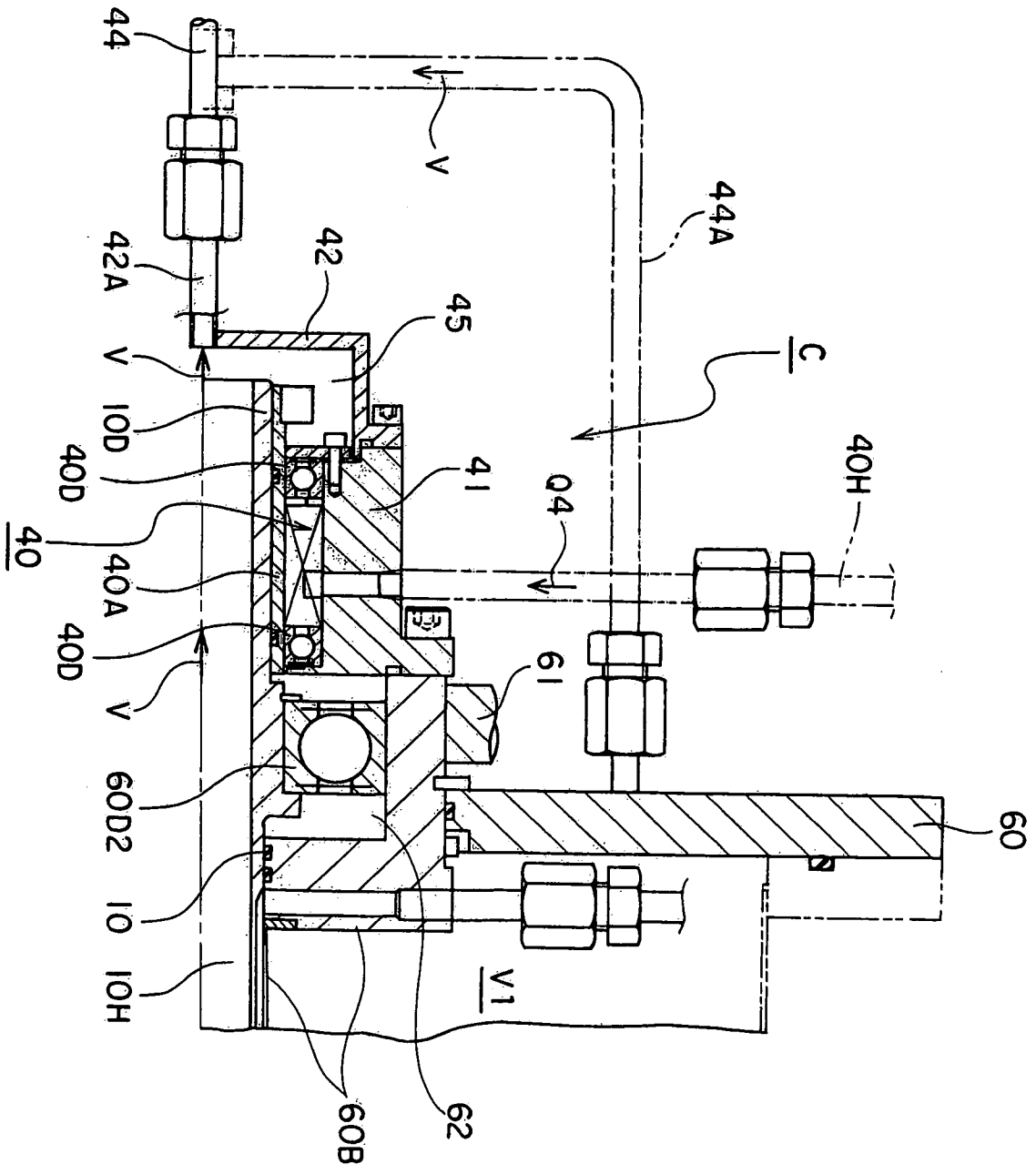
接孔。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之旋轉連接器，其中該旋轉密封環具有沿著圓周方向所排列之複數個該第 2 流體通路，而且於該連接部亦具有沿著圓周方向和該各第 2 流體通路連通的該連接流體通路，各該第 1 配管的該流體通路和各對應的該連接流體通路連通。

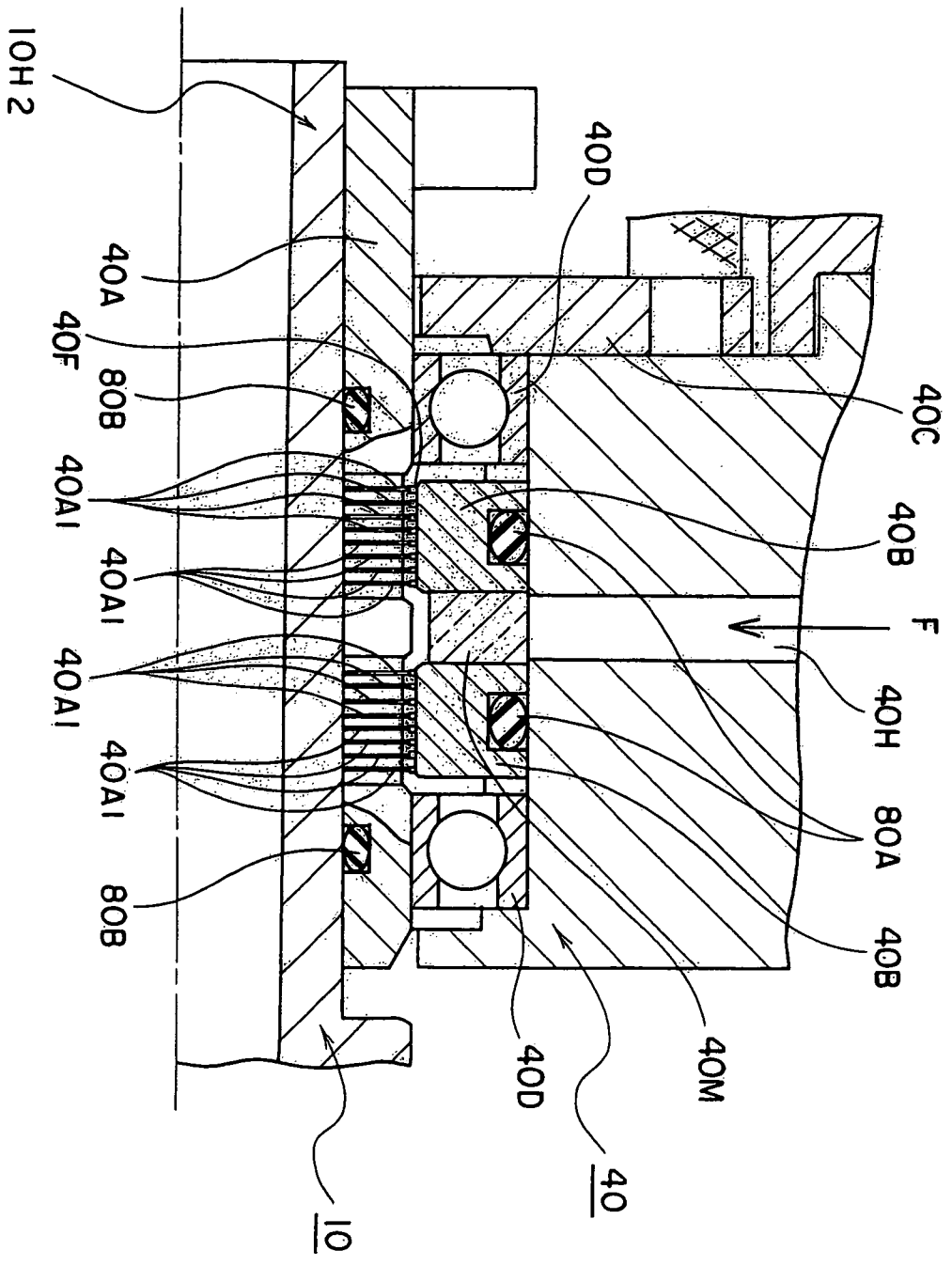
5. 如申請專利範圍第 3 項之旋轉連接器，其中該旋轉密封環具有沿著圓周方向所排列之複數個該第 2 流體通路，而且於該連接部亦具有沿著圓周方向和該各第 2 流體通路連通的該連接流體通路，各該第 1 配管的該流體通路和各對應的該連接流體通路連通。



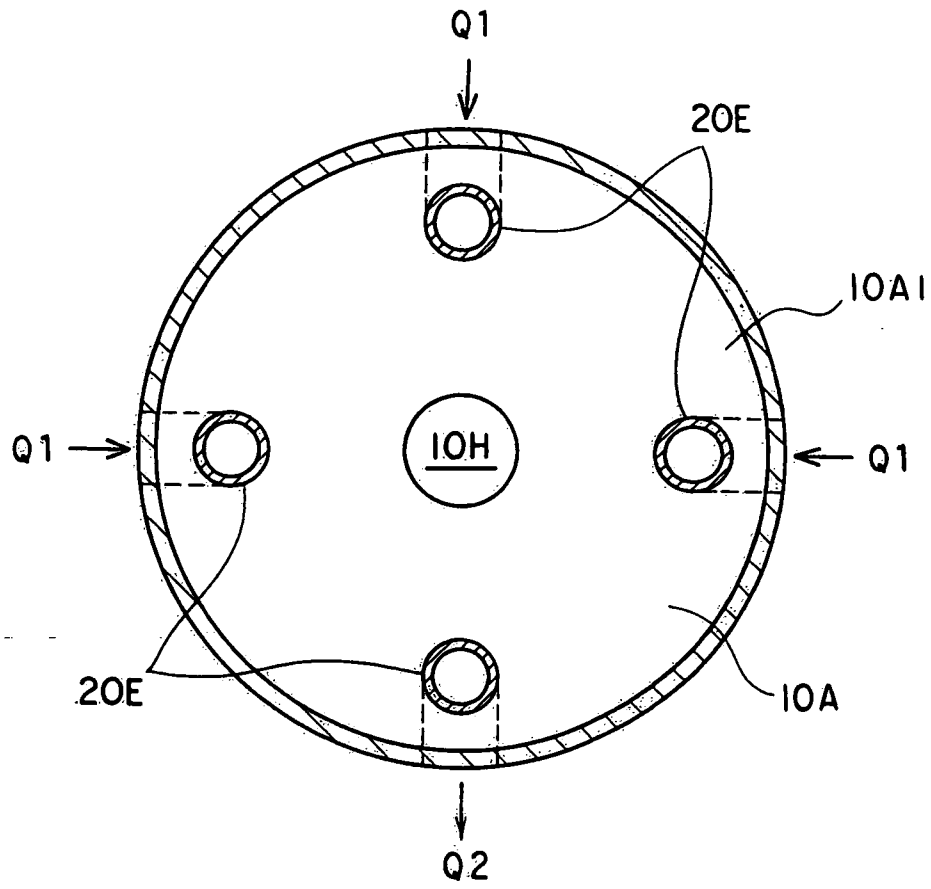
第4圖



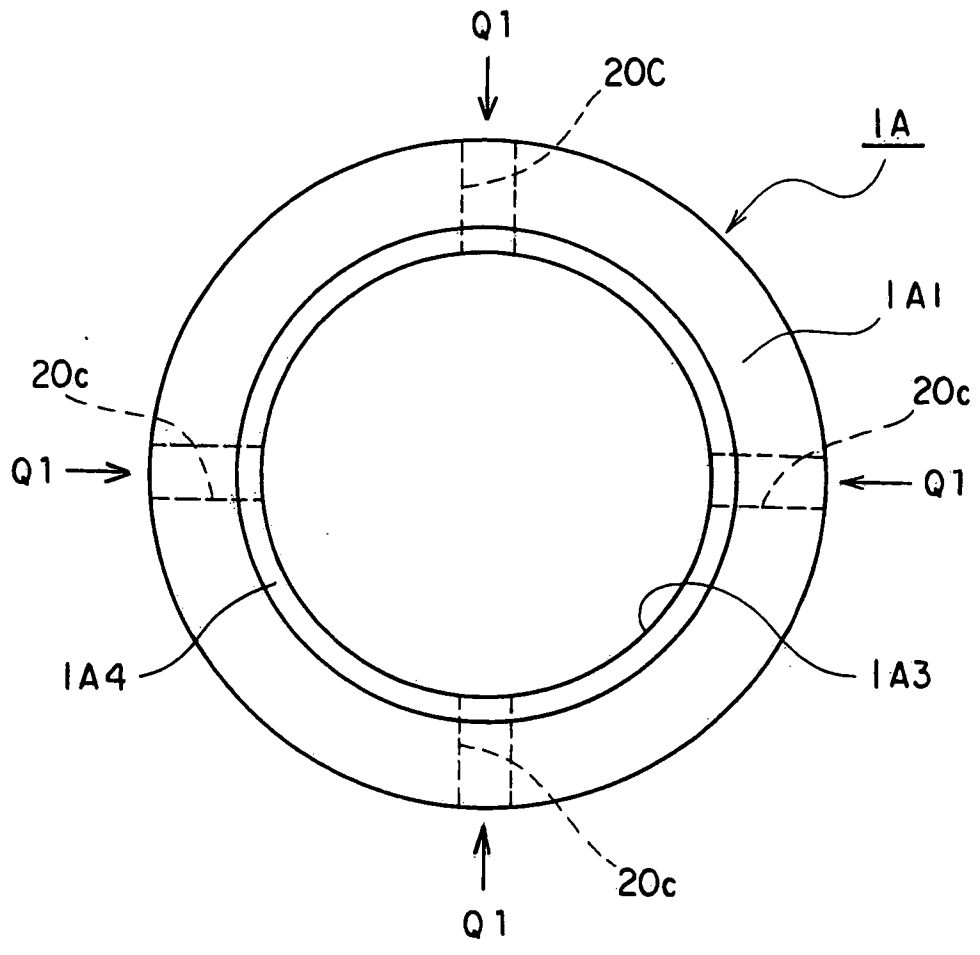
第5圖



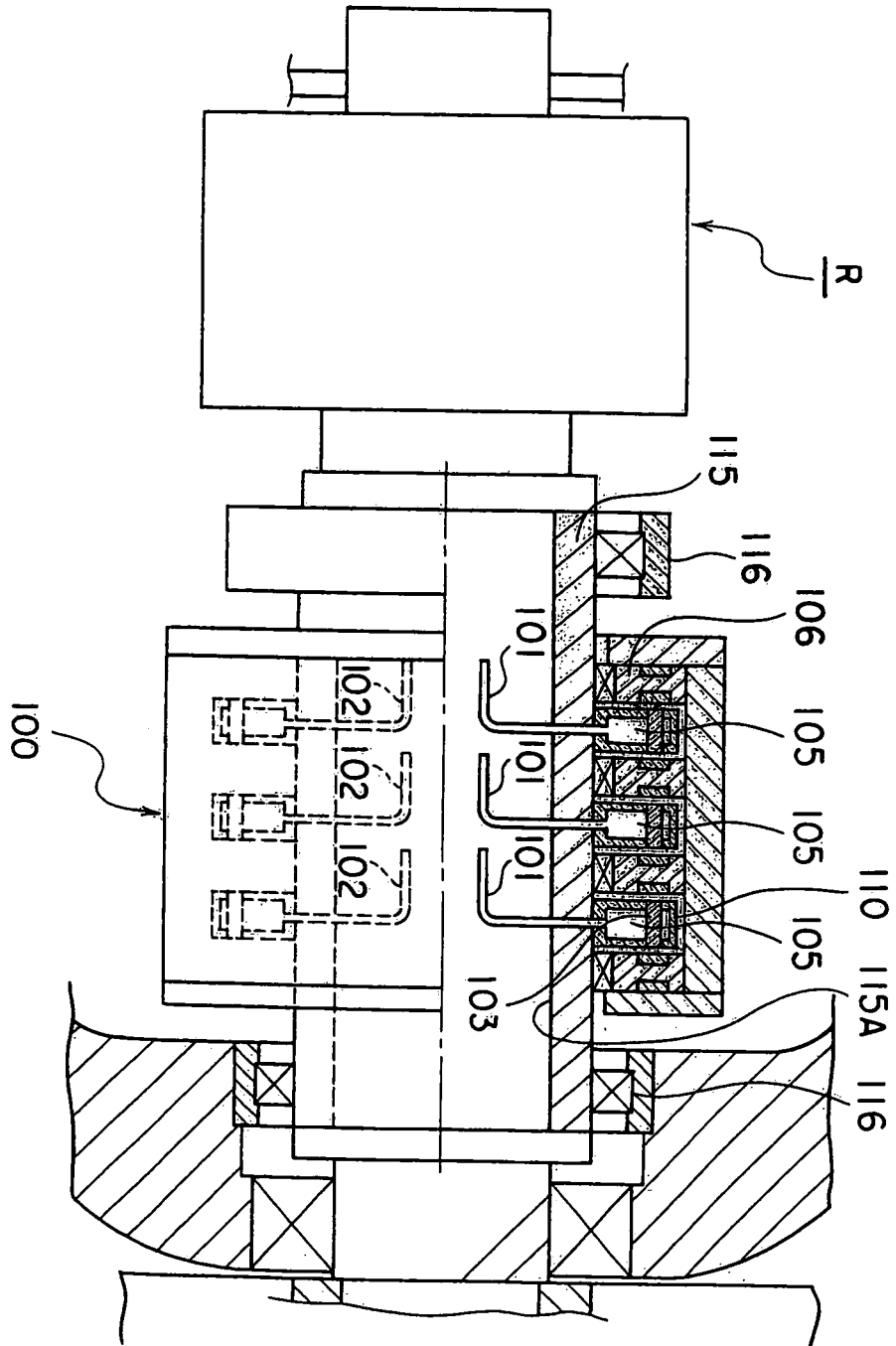
第6圖



第7圖



第8圖



第9圖