(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5478290号
(P5478290)

(45)発行日　平成26年4月23日(2014.4.23)　(24)登録日　平成26年2月21日(2014.2.21)

(51)Int.Cl.		F I		
F16J 15/34	(2006.01)	F16J	15/34	J
F04D 29/08	(2006.01)	F04D	29/08	C
		F16J	15/34	K

請求項の数 7　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2010-28865(P2010-28865)
(22)出願日　平成22年2月12日(2010.2.12)
(65)公開番号　特開2011-163494(P2011-163494A)
(43)公開日　平成23年8月25日(2011.8.25)
審査請求日　平成24年10月4日(2012.10.4)

(73)特許権者　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100091498
弁理士　渡邊　勇
(74)代理人　100093942
弁理士　小杉　良二
(74)代理人　100118500
弁理士　廣澤　哲也
(72)発明者　川畑　潤也
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内
(72)発明者　牧野　力
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】タンデムメカニカルシール

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

回転軸を備えた回転機械に設置されるタンデムメカニカルシールであって、

前記回転軸に取付けられる第１スリーブ、前記第１スリーブと共に回転する第１回転シールリング、前記第１回転シールリングに当接する第１静止シール部、および前記第１回転シールリングと前記第１静止シール部とを互いに押し付ける第１ばね機構を有する第１シールユニットと、

前記回転軸に取付けられる第２スリーブ、前記第２スリーブと共に回転する第２回転シールリング、前記第２回転シールリングに当接する第２静止シール部、前記第２回転シールリングと前記第２静止シール部とを互いに押し付ける第２ばね機構、および前記第２スリーブと共に回転する冷却液循環用の遠心羽根車を有する第２シールユニットとを備え、

前記第１シールユニットおよび前記第２シールユニットを前記回転機械に設置したときに、前記第１スリーブの端面と前記第２スリーブの端面同士が接触し、

前記遠心羽根車は、その径方向外側に冷却液を吐出するように構成されており、該遠心羽根車は、前記第１シールユニットのシール面と前記第２シールユニットのシール面との間にあることを特徴とするタンデムメカニカルシール。

【請求項２】

前記第１シールユニットは、前記第１静止シール部の前記第１スリーブに対する変位を制限する第１変位制限機構をさらに備え、前記第１変位制限機構は、前記第１ばね機構の伸びによって前記第１回転シールリングと前記第１静止シール部との当接が維持されるよ

うな位置に配置されていることを特徴とする請求項１に記載のタンデムメカニカルシール。

【請求項３】

前記第１静止シール部は、前記第１回転シールリングに当接する第１静止シールリングと、前記回転機械に固定される第１固定部材とを有することを特徴とする請求項１または２に記載のタンデムメカニカルシール。

【請求項４】

前記第２ばね機構は、前記第２スリーブと前記第２回転シールリングとの間に配置されており、

前記第２シールユニットは、前記第２スリーブと前記第２回転シールリングとを互いに連結し、且つ、前記第２回転シールリングの前記第２スリーブに対する変位を制限する第２変位制限機構をさらに有することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか一項に記載のタンデムメカニカルシール。

【請求項５】

前記第２静止シール部は、前記第２回転シールリングに当接する第２静止シールリングと、前記回転機械に固定される第２固定部材とを有することを特徴とする請求項１乃至４のいずれか一項に記載のタンデムメカニカルシール。

【請求項６】

前記第１スリーブは、前記回転軸に形成された第１段付き面に当接する第１位置決め面を有し、

前記第２スリーブは、前記回転軸に形成された第２段付き面に当接する第２位置決め面を有していることを特徴とする請求項１乃至５のいずれか一項に記載のタンデムメカニカルシール。

【請求項７】

前記第２ばね機構は前記遠心羽根車のボス部に設けられていることを特徴とする請求項１乃至６のいずれか一項に記載のタンデムメカニカルシール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、水中モータポンプに使用されるタンデムメカニカルシールに関する。

【背景技術】

【０００２】

汚水や廃水、河川水のように夾雑物や汚物が混じった液体の移送用途には水中モータポンプが広く使用されている。一般にモータは羽根車の上方に設置される。よって、水位が低下した状況では、モータが大気中に露出した状態で運転される。そのような状態でもモータの冷却が十分になされるように、モータの周囲にウォータジャケットを設け、ウォータジャケット内に液体を循環させてモータを冷却することが行われている。

【０００３】

モータの冷却に使用される液体としては、ポンプの取扱液（ポンプの移送対象となる液体）や、冷却専用の冷却液がある。ポンプの取扱液を用いる場合、汚物や夾雑物がウォータジャケット内に堆積したり、ウォータジャケットを詰まらせたりするため、頻繁なメンテナンスが必要になることがある。そのため、専用の冷却液を用いたウォータジャケットへの需要が高まりつつある。

【０００４】

冷却液を用いる場合は、取扱液を移送するための主羽根車とは別に、冷却液を循環させるための機構が必要になる。この循環機構としては、主羽根車とは別に回転軸に設けられた羽根車により、冷却液を循環させる機構が提案されている。冷却液はモータ及び取扱液から十分に隔離されていなければならない。さらに、モータを取扱液から隔離する必要もある。モータを取扱液から隔離するシール機構として、２つのメカニカルシールが直列に配置されたタンデムメカニカルシールが従来から使用されている。この２つのメカニカル

シールの間に循環機構の羽根車を設けることも提案されている。しかし、羽根車を組み込んだタンデムメカニカルシールは構造が複雑となる。特に、冷却液の循環用の羽根車として遠心羽根車を採用するには、組立上の構造の工夫が必要になる。

【０００５】

また、冷却液を用いたモータの冷却機構においては、モータから奪った熱を冷却液の循環流路外に逃す機構も必要になる。そこで、ポンプケーシングを介して冷却液と取扱液とを熱交換することにより、冷却液の熱を逃がすことが提案されている。しかし、モータとポンプケーシングとの間の空間の大きさは限られているため、熱交換のための十分な伝熱面積を確保することが難しい。また、主羽根車の収容空間内（例えば、主羽根車の裏側など、主羽根車よりも上方の箇所）には空気溜りができやすい。このような空気溜りは、冷却液と取扱液との熱交換を妨げる原因となりうる。また、空気溜りは、メカニカルシールの潤滑および冷却を妨げるため、メカニカルシールの寿命が短くなるおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開昭５６－１１３０９３号公報

【特許文献２】特開平１１－３２５２５８号公報

【特許文献３】特開２０００－１１０７６８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明は、２つのメカニカルシールの間に冷却液循環用の遠心羽根車を設けたタンデムメカニカルシールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

遠心羽根車は、入口よりも径の大きい出口を有する。そして、入口にはライナーリングが設置される。このため、タンデムメカニカルシール中に遠心羽根車を設ける場合は、遠心羽根車の入口側にあるメカニカルシールと遠心羽根車との間にライナーリングを挿入しなければならない。ライナーリングはメカニカルシールよりも径が小さいため、タンデムメカニカルシールを一体にユニット化するとライナーリングの挿入が困難になる。

【０００９】

本発明の一態様は、回転軸を備えた回転機械に設置されるタンデムメカニカルシールであって、前記回転軸に取付けられる第１スリーブ、前記第１スリーブと共に回転する第１回転シールリング、前記第１回転シールリングに当接する第１静止シール部、および前記第１回転シールリングと前記第１静止シール部とを互いに押し付ける第１ばね機構を有する第１シールユニットと、前記回転軸に取付けられる第２スリーブ、前記第２スリーブと共に回転する第２回転シールリング、前記第２回転シールリングに当接する第２静止シール部、前記第２回転シールリングと前記第２静止シール部とを互いに押し付ける第２ばね機構、および前記第２スリーブと共に回転する冷却液循環用の遠心羽根車を有する第２シールユニットとを備え、前記第１シールユニットおよび前記第２シールユニットを前記回転機械に設置したときに、前記第１スリーブの端面と前記第２スリーブの端面同士が接触し、前記遠心羽根車は、その径方向外側に冷却液を吐出するように構成されており、該遠心羽根車は、前記第１シールユニットのシール面と前記第２シールユニットのシール面との間にあることを特徴とする。

【００１０】

本発明の好ましい態様は、前記第１シールユニットは、前記第１静止シール部の前記第１スリーブに対する変位を制限する第１変位制限機構をさらに備え、前記第１変位制限機構は、前記第１ばね機構の伸びによって前記第１回転シールリングと前記第１静止シール部との当接が維持されるような位置に配置されていることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記第１静止シール部は、前記第１回転シールリングに当接

する第１静止シールリングと、前記回転機械に固定される第１固定部材とを有することを特徴とする。

【００１１】

本発明の好ましい態様は、前記第２ばね機構は、前記第２スリーブと前記第２回転シールリングとの間に配置されており、前記第２シールユニットは、前記第２スリーブと前記第２回転シールリングとを互いに連結し、且つ、前記第２回転シールリングの前記第２スリーブに対する変位を制限する第２変位制限機構をさらに有することを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記第２静止シール部は、前記第２回転シールリングに当接する第２静止シールリングと、前記回転機械に固定される第２固定部材とを有することを特徴とする。

【００１２】

本発明の好ましい態様は、前記第１スリーブは、前記回転軸に形成された第１段付き面に当接する第１位置決め面を有し、前記第２スリーブは、前記回転軸に形成された第２段付き面に当接する第２位置決め面を有していることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記第２ばね機構は前記遠心羽根車のボス部に設けられていることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、第１スリーブと第２スリーブとは互いに分割され、タンデムメカニカルシールは別々の組立体としての第１シールユニットと第２シールユニットとから構成される。これら第１シールユニットおよび第２シールユニットは、別々に回転機械に組み付けることができる。したがって、吐出圧力の高い径の大きな遠心羽根車を採用した場合でも、タンデムメカニカルシールを回転機械に設置することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の一実施形態に係る水中モータポンプの断面図である。

【図２】図１のＡ－Ａ線断面図である。

【図３】図１に示すタンデムメカニカルシールおよびポンプケーシングを示す拡大断面図である。

【図４】図４（ａ）は、主羽根車の一部を示す上面図であり、図４（ｂ）は主羽根車の部分断面図である。

【図５】図５（ａ）はサイドプレートを示す平面図であり、図５（ｂ）はサイドプレートを示す底面図であり、図５（ｃ）は図５（ｂ）のＢ－Ｂ線断面図である。

【図６】図６（ａ）は内ケーシングを示す平面図であり、図６（ｂ）は図６（ａ）のＣ－Ｃ線断面図であり、図６（ｃ）は内ケーシングを示す底面図である。

【図７】図７（ａ）は中間ケーシングを示す平面図であり、図７（ｂ）は中間ケーシングを示す底面図であり、図７（ｃ）は図７（ｂ）のＤ－Ｄ線断面図である。

【図８】タンデムメカニカルシールを示す分解図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

図１は、本発明の一実施形態に係る水中モータポンプの断面図である。図２は、図１のＡ－Ａ線断面図である。モータ軸とポンプ軸は一体に回転軸１として形成されている。回転軸１にはモータ回転子３ａが固定され、モータ回転子３ａを囲むようにモータ固定子３ｂが配置されている。モータ固定子３ｂは、円筒状のモータケーシング５の内周面に固定されている。このモータケーシング５の上部および下部には、トップカバー６およびボトムカバー７が取付けられている。モータケーシング５、トップカバー６、およびボトムカバー７によって形成される密閉空間内にモータ回転子３ａおよびモータ固定子３ｂが収容され、モータ３を構成している。

【００１６】

トップカバー６およびボトムカバー７には軸受９が設けられており、回転軸１はこれら

軸受９によって回転自在に支持されている。回転軸１の端部には、主羽根車１２が固定されている。この主羽根車１２は、ポンプ吸込口１９ａおよびポンプ吐出口１９ｂを有するボリュートケーシング１９内に収容されている。モータ３と主羽根車１２との間には、タンデムメカニカルシール９０が設けられている。このタンデムメカニカルシール９０により、ポンプの取扱液がモータ３に浸入することを防いでいる。

【００１７】

モータケーシング５の外側には円筒状の外カバー８が設けられ、モータケーシング５と外カバー８との間には空間が形成されている。これらモータケーシング５と外カバー８とにより、モータ３の冷却液が流れるウォータジャケット１１が構成される。ウォータジャケット１１内は冷却液（典型的には、エチレングリコール溶液などの不凍液）で満たされている。タンデムメカニカルシール９０には、回転軸１と一体に回転する遠心羽根車２０が備えられており、冷却液はこの遠心羽根車２０の回転により昇圧される。冷却液はポンプの取扱液と熱交換した後に、ウォータジャケット１１に供給される。ウォータジャケット１１でモータ３を冷却した冷却液は再び遠心羽根車２０に戻ってくる。このように冷却液は遠心羽根車２０およびウォータジャケット１１を循環する。

【００１８】

ウォータジャケット１１の最上部には独立発泡の環状のゴムスポンジ２１がはめ込まれている。このゴムスポンジ２１を配置する理由は次の通りである。ウォータジャケット１１内に空気があると、冷却液の流れに空気が巻き込まれて冷却液が白濁してしまい、冷却効率が若干低下してしまう。一方、ウォータジャケット１１内を冷却液で満たすと、温度変化による冷却液の体積変化を吸収できなくなってしまう。そのため、冷却液が浸潤しない柔軟な素材からなる可撓材ブロックとしてのゴムスポンジ２１をウォータジャケット１１内に設置している。なお、冷却液の白濁による冷却効率の低下は大きくないため、ウォータジャケット１１の冷却能力に余裕がある場合には、可撓材ブロックを設けず、空気層を設けても良い。

【００１９】

図２に示すように、モータケーシング５の外周面には、縦に延びる４つのリブ５ａが設けられている。また、ウォータジャケット１１の内部空間を円周方向に区切る４つの仕切板２３が４つのリブ５ａにそれぞれ取付けられている。外カバー８の内周面と仕切板２３とは接触しなくてもよい。この仕切板２３は、ウォータジャケット１１の下端から所定の位置まで縦に延び、ウォータジャケット１１内に４つの循環流路２４Ａ，２４Ｂ，２４Ｃ，２４Ｄを形成する。４つの循環流路のうち２つは冷却液の往流路（符号２４Ａ，２４Ｂで示す）を構成し、他の２つは冷却液の復流路（符号２４Ｃ，２４Ｄで示す）を構成する。往流路２４Ａ，２４Ｂは軸対称に配置され、復流路２４Ｃ，２４Ｄも同様に軸対称に配置される。

【００２０】

モータ３の冷却は、ウォータジャケット１１内を流れる冷却液とモータ３との間でモータケーシング５を介して熱交換されることによって行われる。モータ３を冷却した冷却液の温度は上昇するため、冷却液自体を冷却することができなければモータ３が過熱してしまう。外カバー８を介して、ウォータジャケット１１の周囲の環境に放熱することも考えられるが、外カバー８が大気中に露出している場合は十分な放熱は期待できない。したがって、以下に述べるように、冷却液とポンプの取扱液との熱交換によって十分な放熱を行うことが望ましい。

【００２１】

冷却液と取扱液との混合は避けるべきであるので、冷却液と取扱液との熱交換は何らかの部材（熱交換部材）を介して行なわれることになる。つまり、冷却液と取扱液との熱交換においては、冷却液および取扱液と熱交換部材との熱伝達率が重要になる。一般に、流体と物体間で伝達される熱量は熱伝達面積が大きくなるほど大きくなり、熱伝達率は流体の速度が速いほど大きくなる。狭い流路を流体が流れると流速は速くなるが、流路の抵抗が大きくなり、圧力損失が大きくなる。よって、冷却液のための循環羽根車としては流量

に対して大きな揚程が実現できる遠心式の羽根車が望ましい。更に効率を高めるために、クローズドタイプの遠心羽根車を採用することが望ましい。

【００２２】

冷却液を循環させる遠心羽根車２０は、タンデムメカニカルシール９０に組み込まれている。タンデムメカニカルシール９０は、サイドプレート３０、内ケーシング５０、および中間ケーシング６０から構成されるポンプケーシング内に収容されている。中間ケーシング６０は、ボトムカバー７および外カバー８の下部に固定されている。内ケーシング５０およびサイドプレート３０はボルト４５，４６により中間ケーシング６０の下部に固定されている。内ケーシング５０は、サイドプレート３０の上方に配置されている。ボリュートケーシング１９は中間ケーシング６０の下部に固定されており、主羽根車１２の収容空間は、サイドプレート３０およびボリュートケーシング１９により形成される。

【００２３】

図３は、図１に示すタンデムメカニカルシールおよびポンプケーシングを示す拡大断面図である。図３に示すように本実施形態では冷却液の循環羽根車としてクローズドタイプの遠心羽根車２０が採用されている。遠心羽根車２０は、内ケーシング５０とサイドプレート３０との間に挟まれている。内ケーシング５０とサイドプレート３０との間には、円盤状に広がる熱交換流路８０が形成されている。より具体的には、内ケーシング５０の下面とサイドプレート３０の上面とによって熱交換流路８０が形成されている。この熱交換流路８０は、遠心羽根車２０の流体出口から径方向外側に拡がり、軸方向から見たときに円形となっている。遠心羽根車２０の流体出口は、この熱交換流路８０の入口に面しており、遠心羽根車２０から吐出された冷却液は熱交換流路８０に流れ込むようになっている。熱交換流路８０の壁面を構成する内ケーシング５０の下面とサイドプレート３０の上面との間隔は狭く、熱交換流路８０の全体に亘ってほとんど間隔が一定となっている。したがって、熱交換流路８０の断面積は半径位置とともに拡がるのみであり、熱交換流路８０の高さはその全長に亘って実質的に一定である。

【００２４】

熱交換流路８０は、遠心羽根車２０を囲む内側水平流路（第１径方向流路区間）８１、この内側水平流路８１に接続される内側軸方向流路（第１軸方向流路区間）８２、この内側軸方向流路８２に接続される外側水平流路（第２径方向流路区間）８３、およびこの外側水平流路８３に接続される外側軸方向流路（第２軸方向流路区間）８４から構成される。内側水平流路８１は、遠心羽根車２０から径方向外側に拡がる平坦な環状の形状を有している。内側軸方向流路８２は、内側水平流路８１から主羽根車１２に向かって軸方向に延びながら、径方向外側にも延びており、全体として概ね円錐台の形状を有している。外側水平流路８３は、内側軸方向流路８２から径方向外側に拡がる平坦な環状の形状を有している。外側軸方向流路８４は、外側水平流路８３からモータ３に向かって軸方向に延びており、全体として概ね円筒形状を有している。

【００２５】

内側軸方向流路８２は、軸方向の流路長と径方向の流路長との両方を持っていて、軸方向の流路長は径方向の流路長よりも長く設定されている。内側軸方向流路８２が径方向の流路長を持っているのは次の理由による。第１の理由は、遠心羽根車２０を出た直後の大きな運動エネルギーをもった冷却液の流れ方向を大きく変える（径方向から軸方向へ）ことによる圧力損失を抑制するためである。第２の理由は、内側軸方向流路８２が軸方向の流路長のみを持つとすると、サイドプレート３０を隔てた内側の空間（符号４１で示す）が狭くなり取扱液が滞留しやすくなるからである。

【００２６】

遠心羽根車２０で昇圧された冷却液は旋回方向の速度成分を持っている。この旋回流を妨げないようにすることによって、熱交換部材としてのサイドプレート３０と冷却液との相対速度を高く維持することができる。また、熱交換流路８０は、略軸方向に延びる軸方向流路区間を有している。このような軸方向流路区間では流路断面積がほとんど増加しない。したがって、軸方向流路区間を設けることにより、冷却液の速度低下を抑制しつつ、

大きな熱伝達面積を確保することができる。主羽根車１２の径やモータ３の径などにより、熱交換に使用できる熱交換流路８０の最大半径が制約を受けるが、軸方向に延びる流路を設けることにより、熱交換流路８０を長くすることができる。

【００２７】

図４（ａ）は、主羽根車の一部を示す上面図であり、図４（ｂ）は主羽根車の部分断面図である。主羽根車１２は、取扱液を昇圧するための複数の主翼１３を有している。主羽根車１２は、これら主翼１３がポンプ吸込口１９ａ（図１参照）を向くように配置される。主羽根車１２の裏面（上面）には、複数の裏羽根１４が設けられている。より具体的には、主羽根車１２の裏面には放射状に延びる複数の溝１５が設けられており、これら溝１５の間に裏羽根１４が形成される。この裏羽根１４は、主羽根車１２の中心周りに等間隔に配列されており、図３に示すように、サイドプレート３０に対向するように配置されている。裏羽根１４は主羽根車１２とともに回転し、サイドプレート３０の周囲の取扱液を攪拌、循環させることにより熱交換効率の低下を抑制している。なお、本実施形態では、主羽根車１２は斜流渦巻ポンプを構成する羽根車として記載されているが、主羽根車１２はこの例に限られない。

【００２８】

図５（ａ）はサイドプレートを示す平面図であり、図５（ｂ）はサイドプレートを示す底面図であり、図５（ｃ）は図５（ｂ）のＢ－Ｂ線断面図である。サイドプレート（円環壁部）３０は概略円環状の形状をしている。サイドプレート３０の上面には熱交換流路８０が形成され、下面には取扱液が接触する。サイドプレート３０は冷却液と取扱液との熱交換を行う熱交換部材を構成する。サイドプレート３０は青銅、黄銅など熱伝導率の高い材料で製作されていることが望ましい。サイドプレート３０は中間ケーシング６０にボルト４６で取付けられ、タンデムメカニカルシール９０の第１静止シール部が固定されるのみであり、モータ３やボリュートケーシング１９等の重量物を支持する必要がないため、比較的強度の弱い材質や形状が許容される。

【００２９】

サイドプレート３０の上面には、内側案内羽根３１と外側案内羽根３２が設けられている。内側案内羽根３１は内側水平流路８１内に位置しており、外側案内羽根３２は外側水平流路８３内に位置している。内側案内羽根３１および外側案内羽根３２は、冷却液の流れを整える目的で設けられている。図５（ａ）に示すように、回転軸１と同心状に置かれた仮想円（図示せず）の接線方向に対する内側案内羽根３１の角度は、外側案内羽根３２の上記接線方向に対する角度よりも小さくなっており、内側案内羽根３１が冷却液の旋回成分を阻害しないようになっている。

【００３０】

サイドプレート３０の上面（表面）は冷却液に接触し、サイドプレート３０の下面（裏面）は取扱液に接触する。サイドプレート３０の下面には、主羽根車１２に向かって延びる円筒状の垂直延長壁３３が形成されており、さらに垂直延長壁３３の下端から径方向内側に延びる水平延長壁３４が設けられている。これらの延長壁３３，３４により取扱液とサイドプレート３０との接触面積、つまり、熱伝達面積が増える。水平延長壁３４は裏羽根１４に対向するように配置される。サイドプレート３０は、図１および図３に示すように、主羽根車１２の上方の空間を内周側空間４１と外周側空間４２とに仕切る。

【００３１】

垂直延長壁３３の一部は内側に窪んだ形状をしており、凹部３５を形成している。この凹部３５は、裏羽根１４によって半径方向外方に移送される取扱液の一部を、裏羽根１４から上方へ導く上昇流路を構成する。凹部３５は、裏羽根１４および外周側空間４２に面している。凹部３５の内端は、対向する裏羽根１４の内端よりも半径方向外側にある。したがって、凹部３５には裏羽根１４で加圧された取扱液が供給される。この加圧された取扱液は、裏羽根１４から凹部３５を通って上昇し、サイドプレート３０の外周面上を流れる。この取扱液の流れは、主羽根車１２の裏側にある外周側空間４２内の取扱液を攪拌し、循環させる。

【００３２】
また、水平延長壁３４の一部には貫通孔３６が設けられている。この貫通孔３６は、裏羽根１４によって半径方向外方に移送される取扱液の一部を、内周側空間４１へ戻す戻り流路を構成する。貫通孔３６の内端は、対向する裏羽根１４の内端よりも半径方向外側にある。したがって、貫通孔３６には裏羽根１４で加圧された取扱液が供給される。この加圧された取扱液は回転軸１の軸方向に流れ、主羽根車１２の裏側にある内周側空間４１内の取扱液を攪拌し、循環させる。この取扱液の流れは旋回成分を持つが、サイドプレート３０の下面に設けられた複数のバッフル（リブ）３７によってこの旋回流れが邪魔され、取扱液の攪拌がより促進される。これらバッフル３７は、径方向内側に張り出した垂直壁として構成されている。

【００３３】
このような取扱液の攪拌作用および循環作用は、サイドプレート３０と熱交換する取扱液の滞留を防止し、熱交換効率を高めることにつながる。内周側空間４１および外周側空間４２の最上部には、特にポンプ運転開始時には空気溜りができやすい。このような空気の存在は熱交換効率を低下させるだけでなく、メカニカルシールの潤滑にも悪影響を与える。裏羽根１４、貫通孔３６、凹部３５、バッフル３７によりこれらの空間４１，４２内の取扱液を攪拌することができるため、溜まっていた空気を取扱液の流れによって排出することができる。なお、本実施形態は水中モータポンプであるが、主羽根車１２の裏側の空間に滞留する空気を効果的に排出するための構成は、水中モータポンプ以外のポンプに適用することもできる。

【００３４】
図６（ａ）は内ケーシングを示す平面図であり、図６（ｂ）は図６（ａ）のＣ－Ｃ線断面図であり、図６（ｃ）は内ケーシングを示す底面図である。内ケーシング５０は概略円環状の形状を有している。内ケーシング５０の上面には、放射状に延びる複数のリブ５１が設けられている。内ケーシング５０の裏面はサイドプレート３０と共に熱交換流路８０を形成する。内ケーシング５０の内周端５２は遠心羽根車２０のライナーリングとなる。つまり内ケーシング５０の上部開口は冷却液の循環ポンプの吸込口を構成する。

【００３５】
図７（ａ）は中間ケーシングを示す平面図であり、図７（ｂ）は中間ケーシングを示す底面図であり、図７（ｃ）は図７（ｂ）のＤ－Ｄ線断面図である。中間ケーシング６０の上面には、４つの開口（２つの入口６１Ａ，６１Ｂ、２つの出口６１Ｃ，６１Ｄ）が設けられており、これら開口６１Ａ，６１Ｂ，６１Ｃ，６１Ｄは周方向に沿って等間隔に配列されている。入口６１Ａ，６１Ｂはウォータジャケット１１の復流路２４Ｃ，２４Ｄにそれぞれ接続され、出口６１Ｃ，６１Ｄはウォータジャケット１１の往流路２４Ａ，２４Ｂにそれぞれ接続されている。２つの入口６１Ａ，６１Ｂは、中間ケーシング６０を縦方向に貫通する２つの入口流路（吸込流路）６２を通じて、中間ケーシング６０の下部の中心部にある収容空間６４に連通する。この収容空間６４には、メカニカルシール９０や遠心羽根車２０などが設置される。２つの出口６１Ｃ，６１Ｄは中間ケーシング６０を縦方向に貫通する２つの出口流路６３を通じて、中間ケーシング６０の下面に設けられた２つの冷却液吐出口６５にそれぞれ連通する。

【００３６】
図７（ｂ）に点線で示すように、中間ケーシング６０の入口流路６２と出口流路６３とは２つの隔壁６６によって隔てられていて、互いに連通していない。２つの入口流路６２は収容空間６４を通じて互いに連通しているのに対して、２つの出口流路６３は互いに連通せず独立した流路を形成している。２つの冷却液吐出口６５は熱交換流路８０の終端の一部に接続され、取扱液によって冷却された冷却液は出口流路６３を通ってウォータジャケット１１に流入する。したがって、熱交換流路８０と出口流路６３により、遠心羽根車２０とウォータジャケット１１とを連通する吐出流路が構成される。

【００３７】
熱交換流路８０の終端は、中間ケーシング６０に設けられた出口流路６３に接続されて

いる。熱交換流路８０の終端は環状であるが、出口流路６３は、上述したように、中間ケーシング６０を軸方向に貫通するように設けられた４つの流路のうちの２つによって構成される。出口流路６３は、ウォータジャケット１１の２つの軸対称な往流路２４Ａ，２４Ｂに接続されている。冷却液は往流路２４Ａ，２４Ｂを軸方向に流れてモータ３を冷却し、ゴムスポンジ２１に衝突してその流れ方向を変え、隣の復流路２４Ｃ，２４Ｄを下降する。軸対称な２つの復流路２４Ｃ，２４Ｄは、中間ケーシング６０の２つの入口流路６２（中間ケーシング６０を軸方向に貫通するように設けられた４つの流路のうちの他の２つ）にそれぞれ接続されていて、冷却液は遠心羽根車２０の吸込口へと導かれる。このように、冷却液は、遠心羽根車２０、熱交換流路８０、出口流路６３、ウォータジャケット１１（往流路２４Ａ，２４Ｂと復流路２４Ｃ，２４Ｄ）、入口流路６２、遠心羽根車２０を循環する。

【００３８】

図８はタンデムメカニカルシールを示す分解図である。本実施形態のタンデムメカニカルシール９０は、遠心羽根車を備えない第１シールユニット１００と、遠心羽根車２０を備える第２シールユニット１２０とから構成される。第１シールユニット１００と第２シールユニット１２０は、独立した組立体として構成されており、互いに分離可能となっている。

【００３９】

第１シールユニット１００は、回転側要素として、回転軸１に固定される第１スリーブ１０２と、この第１スリーブ１０２とピン１０３を介して一体に回転する第１回転シールリング１０４とを備えている。第１スリーブ１０２と第１回転シールリング１０４との間にはＯリング１０６が配置されている。第１シールユニット１００は、さらに、静止側要素として、サイドプレート３０（回転機械の枠体）に固定される第１固定部材１０７と、この第１固定部材１０７にＯリング１０８を介して支持される第１静止シールリング１０９と、第１静止シールリング１０９を第１回転シールリング１０４に対して押し付けるばね１１０とを備えている。ばね１１０は、第１固定部材１０７と第１静止シールリング１０９との間に配置されている。第１静止シールリング１０９と第１固定部材１０７とは係合部１１１により係合し、第１静止シールリング１０９が回転しないようになっている。なお、本実施形態では、第１静止シールリング１０９と第１固定部材１０７とにより第１静止シール部が構成される。

【００４０】

第１固定部材１０７、第１回転シールリング１０４、および第１静止シールリング１０９は、第１スリーブ１０２を囲むように配置されている。第１スリーブ１０２の外周面には、ばね１１０が伸びきらない位置で、且つ、第１静止シールリング１０９と第１固定部材１０７との係合が外れない位置に、ばね１１０による第１固定部材１０７の第１スリーブ１０２に対する変位を制限する止め輪１１５が取付けられている。この止め輪１１５によって、第１シールユニット１００が回転機械に設置されていないときであっても、第１シールユニット１００は一体的に組み立てられた状態を維持できる。よって、第１固定部材１０７を枠体（サイドプレート３０）に固定するだけで、第１シールユニット１００をポンプに組み付けることができる。特に、第１シールユニット１００をポンプに組み付ける前に、係合部１１１やピン１０３の位置合わせを完了させておくことができるので、ポンプの組み立てが容易になる。

【００４１】

第２シールユニット１２０は、静止側要素として、中間ケーシング６０（回転機械の枠体）に固定される第２固定部材１２１と、この第２固定部材１２１にＯリング１２２を介して支持される第２静止シールリング１２３とを備えている。第２静止シールリング１２３は、係合部１２４を介して第２固定部材１２１と係合し、回転しないようになっている。なお、本実施形態では、第２静止シールリング１２３と第２固定部材１２１とにより、第２静止シール部が構成される。さらに第２シールユニット１２０は、回転側要素として、回転軸１に固定される第２スリーブ１３１と、この第２スリーブ１３１と一体に回転す

る第２回転シールリング１３２と、第２回転シールリング１３２を第２静止シールリング１２３に対して押し付けるばね１３３とを備えている。第２スリーブ１３１と第２回転シールリング１３２との間にはＯリング１３４が介装されている。

【００４２】

第２回転シールリング１３２は、ボルト１３６により第２スリーブ１３１に連結されている。このボルト１３６は第２回転シールリング１３２に固定されており、かつ、第２スリーブ１３１には緩やかに係合している。第２回転シールリング１３２およびボルト１３６は、第２スリーブ１３１に対して相対的に軸方向に移動可能となっている。ボルト１３６は、第２回転シールリング１３２の第２スリーブ１３１に対する変位を制限するストッパとして機能する。

【００４３】

第２スリーブ１３１の外周面には遠心羽根車２０が一体に形成されている。遠心羽根車２０は、その流体入口が第２固定部材１２１に対向するように配置されている。遠心羽根車２０は、第１シールユニット１００のシール面（すなわち、第１回転シールリング１０４と第１静止シールリング１０９との接触面）と第２シールユニット１２０のシール面（すなわち、第２回転シールリング１３２と第２静止シールリング１２３との接触面）との間に位置している。ばね１３３は、遠心羽根車２０のボス部に設けられている。ばね１３３の伸びによる第２回転シールリング１３２の変位をボルト１３６が制限するので、回転側要素が回転機械に組みつけられていないときでも、回転側要素は一体に組み立てられた状態を保つことができる。さらに、第１スリーブ１０２と第２スリーブ１３１は別体となっているので、第１シールユニット１００と第２シールユニット１２０とは独立した組立体として互いに分離可能となっている。

【００４４】

タンデムメカニカルシール９０の回転機械への組み付けの手順は、次の通りである。

１．第２シールユニット１２０の静止側要素を中間ケーシング６０にボルト５５（図３参照）で固定する。

２．内ケーシング５０を中間ケーシング６０にボルト４５（図１参照）で固定する。

３．回転軸１にキー１４０（図３参照）を取付け、第２シールユニット１２０の回転側要素を回転軸１に取付ける。

４．サイドプレート３０を中間ケーシング６０にボルト４６（図１参照）で固定する。

５．回転軸１にピン１４１（図３参照）を取付け、第１シールユニット１００をサイドプレート３０にボルト５６（図３参照）で固定する。

６．主羽根車１２を回転軸１にボルト４７（図１参照）で固定する。

【００４５】

主羽根車１２を回転軸１に取付けることによって、第１シールユニット１００および第２シールユニット１２０が図３の上方向に付勢され、ばね１１０，１３３が縮む。図８に示すように、第１スリーブ１０２の下部には、小径部１０２ａが形成されており、この小径部１０２ａの上端面（第１位置決め面）１０５は、図３に示すように、回転軸１の第１段付き面１ａに当接する。第１スリーブ１０２の上端は第２スリーブ１３１の下端に当接し、さらに第２スリーブ１３１の上端面（第２位置決め面）１３５は回転軸１の第２段付き面１ｂに当接する。このようにして第１スリーブ１０２および第２スリーブ１３１が位置決めされる。回転軸１の回転力は、回転力伝達部としてのピン１４１およびキー１４０を介して第１スリーブ１０２および第２スリーブ１３１にそれぞれ伝達される。

【００４６】

クローズドタイプの遠心羽根車２０にはライナーリングの設置が必要になる。図３から分かるように、遠心羽根車２０の流体入口の径は小さいため、ライナーリングは第２固定部材１２１と遠心羽根車２０との間の位置に配置しなければならない。本実施形態では、第２シールユニット１２０が静止側要素および回転側要素からなる２つの独立した組立体から構成され、これら２つの組立体が別々に回転機械に組み付けられるように構成されているので、径の小さいライナーリングを静止側要素と遠心羽根車２０との間に配置するこ

とができる。

【００４７】

また、第１スリーブ１０２と第２スリーブ１３１とを別体とし、第１シールユニット１００と第２シールユニット１２０とを分離可能としたため、第１シールユニット１００の第１固定部材１０７と遠心羽根車２０とに挟まれた空間にもポンプの枠体（この例ではサイドプレート３０）を挿入することができる。この構成により、メカニカルシールの外径を小さくすることができる。また、熱伝導率の高い材質で成形したサイドプレート３０を遠心羽根車２０の流体出口よりも内側まで挿入できるため、吐出直後の流速の速い冷却液と取扱液との熱交換をサイドプレート３０を介して確実に行うことができる。

【００４８】

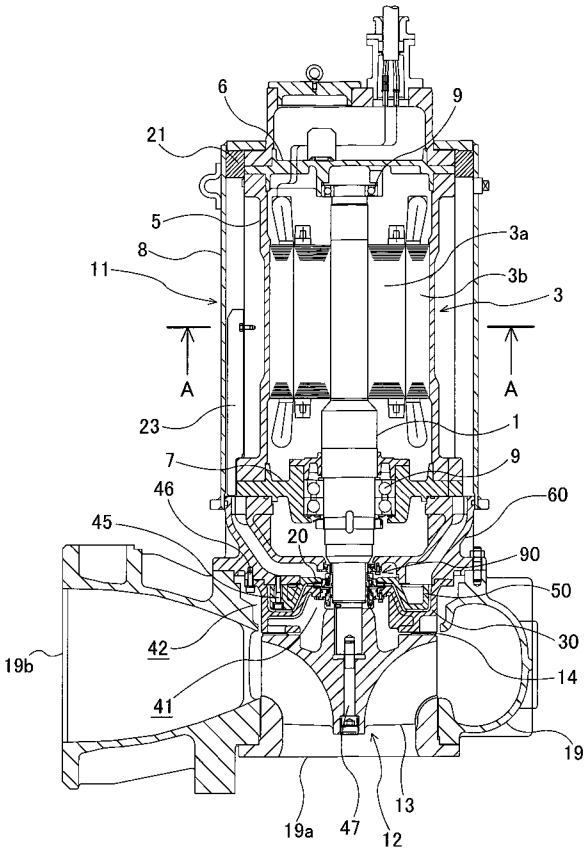
上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうることである。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

【符号の説明】

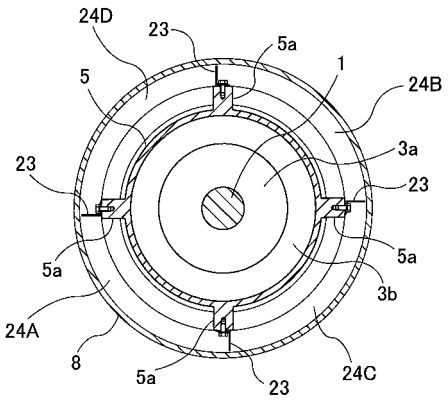
【００４９】

１　回転軸
３　モータ
８　外カバー
１１　ウォータジャケット
１２　主羽根車
１４　裏羽根
２０　遠心羽根車
２１　ゴムスポンジ
２３　仕切板
３０　サイドプレート
３３　垂直案内壁
３４　水平案内壁
３５　凹部
３６　貫通孔
３７　バッフル
５０　内ケーシング
６０　中間ケーシング
８０　熱交換流路
９０　タンデムメカニカルシール
１００　第１シールユニット
１２０　第２シールユニット

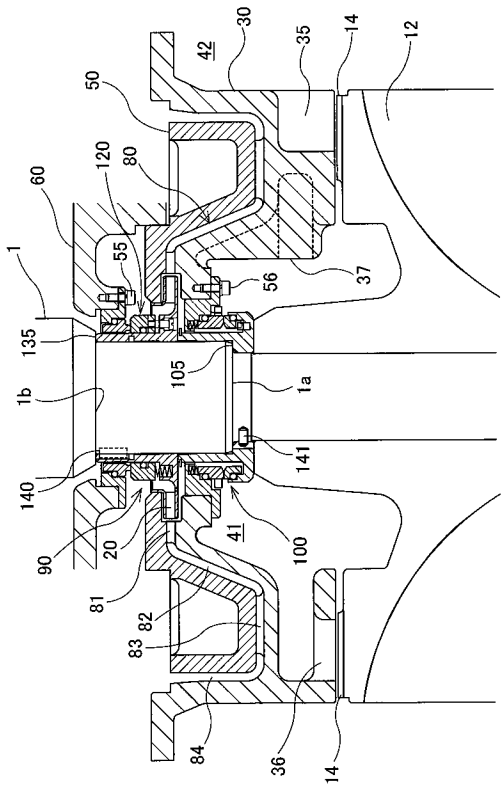
【図１】


6
9
21
5
8
11
3a
3b
3
A
A
23
1
7
9
46
60
45
20
90
50
42
30
19b
14
41
19
19a
47
12
13

【図２】

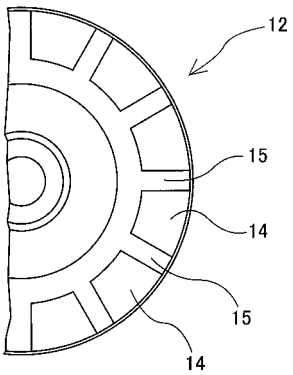

24D
23
5a
1
5
24B
3a
23
23
5a
5a
3b
24A
8
5a
23
24C

【図３】

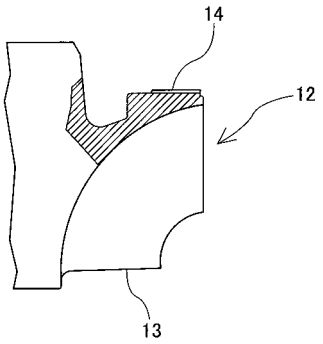

42
30
35
14
12
50
120
80
60
55
1
56
37
135
105
1a
1b
141
140
90
20
41
100
81
82
83
84
36
14

【図４】

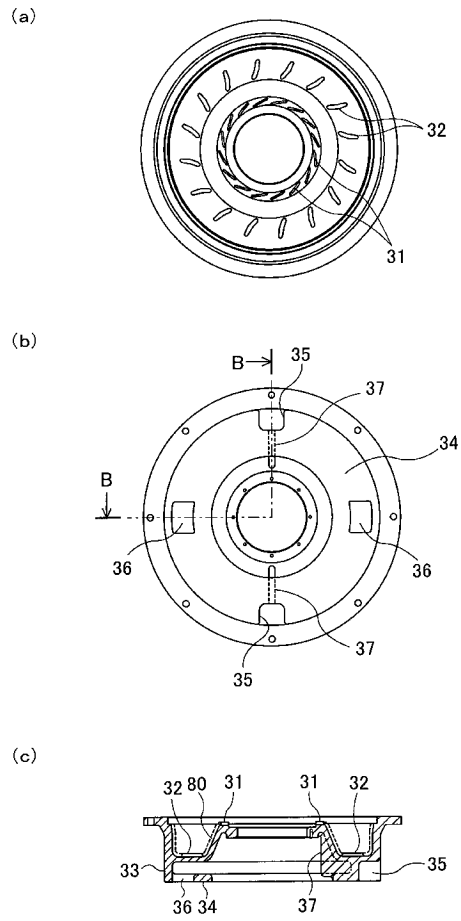
(a)


12
15
14
15
14

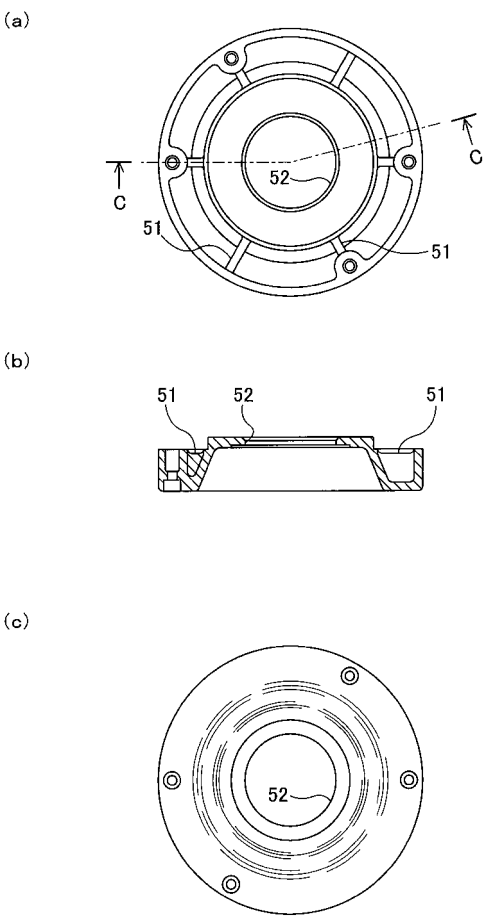
(b)


14
12
13

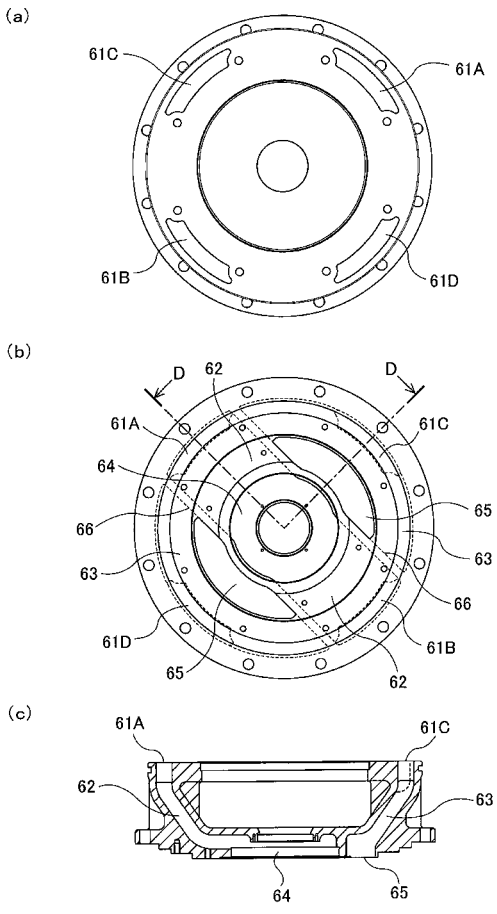
【図５】


(a)
32
31
(b)
B
35
37
34
B
36
36
37
35
(c)
32 80 31 31 32
33
35
36 34
37

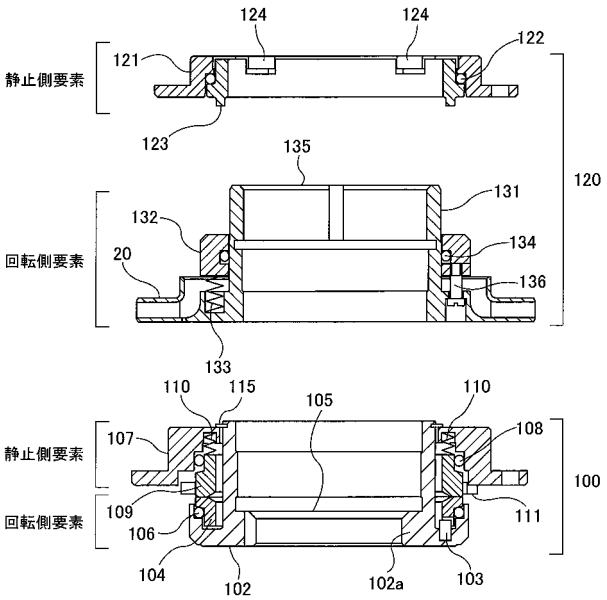
【図６】


(a)
C
C
52
51
51
(b)
51 52 51
(c)
52

【図７】


(a)
61C
61A
61B
61D
(b)
D
62
D
61A
61C
64
66
65
63
63
66
61D
61B
65
62
(c)
61A
61C
62
63
64
65

【図８】


124
124
122
静止側要素
121
123
135
131
120
回転側要素
132
134
20
136
133
110
115
105
110
静止側要素
107
108
100
回転側要素
109
111
106
104
102
102a
103

フロントページの続き

(72)発明者　相吉澤　俊一
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社　荏原製作所内

審査官　森本　康正

(56)参考文献　特開２００１－２０８２１３（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－３２５２５８（ＪＰ，Ａ）
実開昭６２－０２７２６５（ＪＰ，Ｕ）
実開平０５－０１０８６６（ＪＰ，Ｕ）
国際公開第２００９／１０７４４０（WO，Ａ１）
実開昭５７－０９８３６２（ＪＰ，Ｕ）
特開２００７－１７０３２４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１４８３９２（ＪＰ，Ａ）
米国特許第２９３１６３１（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｊ　１５／３４－１５／３８
Ｆ０４Ｄ　２９／０８