

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7086489号

(P7086489)

(45)発行日 令和4年6月20日(2022.6.20)

(24)登録日 令和4年6月10日(2022.6.10)

(51)国際特許分類

F I

F 1 6 C 33/12 (2006.01)

F 1 6 C

33/12

Z

F 1 6 C 33/24 (2006.01)

F 1 6 C

33/24

A

F 1 6 C 33/16 (2006.01)

F 1 6 C

33/16

F 1 6 J 15/34 (2006.01)

F 1 6 J

15/34

G

請求項の数 10 (全12頁)

(21)出願番号 特願2019-527756(P2019-527756)

(86)(22)出願日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(86)国際出願番号 PCT/JP2018/025425

(87)国際公開番号 WO2019/009345

(87)国際公開日 平成31年1月10日(2019.1.10)

審査請求日 令和3年1月19日(2021.1.19)

(31)優先権主張番号 特願2017-133953(P2017-133953)

(32)優先日 平成29年7月7日(2017.7.7)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(73)特許権者 000101879

イーグル工業株式会社

東京都港区芝大門一丁目12番15号

(74)代理人 100098729

弁理士 重信 和男

(74)代理人 100204467

弁理士 石川 好文

(74)代理人 100148161

弁理士 秋庭 英樹

(74)代理人 100195833

弁理士 林 道広

(74)代理人 100201259

弁理士 天坂 康種

(74)代理人 100116506

弁理士 櫻井 義宏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 摺動部品

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに相対摺動する摺動面を有する一対の摺動部品であって、少なくとも一方側の前記摺動面は、複数のディンプルを備え、

前記ディンプルは、凹部と、前記凹部の外周部において前記凹部より浅い周縁部と、を有し、

前記凹部は、底部から前記摺動面に向かって徐々に開口が大きくなる壁部、

前記周縁部は、前記摺動面に連なる外周縁部、前記壁部に連なる内周縁部、前記外周縁部と前記内周縁部との間に底部壁、及び、前記外周縁部と前記底部壁との間に立設される周壁を備え、

前記外周縁部、前記底部壁及び前記周壁によりレイリーステップ又は逆レイリーステップが形成されることを特徴とする摺動部品。

【請求項2】

互いに相対摺動する摺動面を有する一対の摺動部品であって、少なくとも一方側の前記摺動面は、複数のディンプルを備え、

前記ディンプルは、凹部と、前記凹部の外周部において前記凹部より浅い周縁部と、を有し、

前記凹部は、底部から前記摺動面に向かって徐々に開口が大きくなる壁部、

前記周縁部は、前記摺動面に連なる外周縁部、前記壁部に連なる内周縁部、及び、前記外周縁部と前記内周縁部との間に前記壁部の勾配より小さく且つ一定の勾配を有する傾斜壁

部を備えることを特徴とする摺動部品。

【請求項 3】

前記周縁部の前記底部壁の深さは $1 \sim 5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の摺動部品。

【請求項 4】

前記周縁部の前記勾配は $1 / 100$ 以下であることを特徴とする請求項 2 に記載の摺動部品。

【請求項 5】

前記内周縁部は曲面からなることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の摺動部品。

10

【請求項 6】

前記凹部の深さと前記摺動面における前記凹部の開口径との比（深さ／開口径）は 0.25 から 1 であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の摺動部品。

【請求項 7】

前記周縁部の巾と前記開口径との比（巾／開口径）は 0.15 から 0.5 であることを特徴とする請求項 6 に記載の摺動部品。

【請求項 8】

前記凹部の前記深さは $5 \mu\text{m}$ から $50 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 6 に記載の摺動部品。

【請求項 9】

20

前記周縁部の巾は $5 \mu\text{m}$ から $20 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 7 に記載の摺動部品。

【請求項 10】

前記凹部の開口径は $10 \mu\text{m}$ から $60 \mu\text{m}$ 、前記周縁部の巾は $5 \mu\text{m}$ から $20 \mu\text{m}$ 及び前記凹部の深さは $5 \mu\text{m}$ から $50 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の摺動部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、たとえば、メカニカルシール、すべり軸受、その他、摺動部に適した摺動部品に関する。特に、摺動面に流体を介在させて摩擦を低減させるとともに、摺動面から流体が漏洩するのを防止するための密封環または軸受などの摺動部品に関する。

30

【背景技術】

【0002】

メカニカルシール等の摺動部にディンプルと呼ばれる凹部を設け、潤滑性や密封性を向上させることがしばしば行われている。（特許文献 1、特許文献 2）

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2003 - 343741 号公報

特許 5518527 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、ノンフロン冷媒として CO_2 等の自然冷媒の普及が進んでいる。しかし、これら自然冷媒の使用圧力は非常に高く、従来のディンプルを設けたメカニカルシールでは焼き付き等が発生し、十分な密封性を発揮できない場合がある。

【0005】

本発明は、このような問題点に着目してなされたもので、摺動面に形成された複数のディンプルの性能を十分に引き出すことができ、延いては潤滑性能及び密封性能を向上させた摺動部品を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するために、本発明の摺動部品は、
互いに相対摺動する摺動面を有する一対の摺動部品であって、少なくとも一方側の前記摺動面は、複数のディンプルを備え、
前記ディンプルは、凹部と、前記凹部の外周部において前記凹部より浅い周縁部と、を有し、
前記凹部は、底部から前記摺動面に向かって徐々に開口が大きくなる壁部、
前記周縁部は、前記摺動面に連なる外周縁部、前記壁部に連なる内周縁部、前記外周縁部と前記内周縁部との間に底部壁、及び、前記外周縁部と前記底部壁との間に立設される周壁を備え、
前記外周縁部、前記底部壁及び前記周壁によりレイリーステップ又は逆レイリーステップが形成されることを特徴としている。
この特徴によれば、ディンプルの周縁部に外周縁部、前記底部壁及び前記周壁からなるレイリーステップ又は逆レイリーステップによって、凹部の流体潤滑効果及び密封効果をさらに向上させ、密封性及び潤滑性に優れた摺動部品を提供することができる。

10

【0007】

本発明の摺動部品は、
互いに相対摺動する摺動面を有する一対の摺動部品であって、少なくとも一方側の前記摺動面は、複数のディンプルを備え、
前記ディンプルは、凹部と、前記凹部の外周部において前記凹部より浅い周縁部と、を有し、
前記凹部は、底部から前記摺動面に向かって徐々に開口が大きくなる壁部、
前記周縁部は、前記摺動面に連なる外周縁部、前記壁部に連なる内周縁部、及び、前記外周縁部と前記内周縁部との間に前記壁部の勾配より小さく且つ一定の勾配を有する傾斜壁部を備えることを特徴としている。
この特徴によれば、ディンプルの周縁部に凹部壁部の勾配より小さく且つ一定の勾配を有する傾斜壁部によって形成されるくさび部を利用してさらに高い圧力を発生させて、ディンプルの流体潤滑効果及び密封効果を高めることができる。

20

【0008】

本発明の摺動部品は、
前記周縁部の前記底部壁の深さは $1 \sim 5 \mu\text{m}$ であることを特徴としている。
この特徴によれば、ディンプルの周縁部の底部壁の深さを $1 \sim 5 \mu\text{m}$ にすることにより確実に逆レイリーステップ、レイリーステップを形成できる。

30

【0009】

本発明の摺動部品は、
前記周縁部の前記勾配は $1 / 100$ 以下であることを特徴としている。
この特徴によれば、周縁部は小さな勾配を有するくさび部を常に形成でき、確実に高圧を発生させることができる。

【0010】

本発明の摺動部品は、
前記内周縁部は曲面からなることを特徴としている。
この特徴によれば、凹部の壁部に連なる内周縁部は曲面に形成されることによって、ディンプルの内の流動抵抗を低減して、周縁部においてさらに効率よく高圧を発生させることができる。

40

【0011】

本発明の摺動部品は、
前記凹部の深さと前記摺動面における前記凹部の開口径との比（深さ／開口径）は 0.25 から 1 であることを特徴としている。
この特徴によれば、凹部に貯蔵された流体を周縁部に供給して周縁部で流体膜を形成する

50

ことができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の摺動部品は、

前記周縁部の巾と前記開口径との比（巾／開口径）は 0 . 1 5 から 0 . 5 であることを特徴としている。

この特徴によれば、高圧を発生する周縁部の面積を大きくして負荷容量を高めることができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の摺動部品は、

前記凹部の前記深さは 5 μ m から 5 0 μ m であることを特徴としている。

10

この特徴によれば、凹部に貯蔵された流体を周縁部に供給して周縁部で流体膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明に係る摺動部品を適用したメカニカルシールの一例を示す縦断面図である。

【図 2】図 1 の W - W 矢視図であり、本発明の実施例 1 に係る摺動部品の摺動面の一例である。

【図 3】図 2 の断面 A - A であり、本発明の実施例 1 に係るディンプルの断面形状を示す。

【図 4】本発明の実施例 1 に係るディンプルにおける圧力分布を示す図である。

【図 5】図 2 の断面 A - A であり、本発明の実施例 2 に係るディンプルの断面形状を示す。

20

【図 6】図 2 の断面 A - A であり、本発明の実施例 3 に係るディンプルの断面形状を示す。

【図 7】（ a ）は図 5 の C 部の変形例、（ b ）は図 6 の D 部の変形例を示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

本発明を実施するための形態を、実施例に基づいて例示的に説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置などは、特に明示的な記載がない限り、本発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【実施例 1】

【 0 0 1 6 】

図 1 ないし図 4 を参照して、本発明の実施例 1 に係る摺動部品について説明する。なお、以下の実施例においては、摺動部品の一例であるメカニカルシールを例にして説明するが、これに限定されることなく、例えば、円筒状摺動面の軸方向一方側に潤滑油を密封しながら回転軸と摺動する軸受の摺動部品として利用することも可能である。なお、メカニカルシールを構成する摺動部品の外周側を高圧流体側（被密封流体側）、内周側を低圧流体側（漏れ側）として説明する。

30

【 0 0 1 7 】

図 1 は、メカニカルシール 1 の一例を示す縦断面図であって、摺動面の外周から内周方向に向かって漏れようとする高圧流体側の被密封流体を密封する形式のインサイド形式のものであり、高圧流体側のポンプインペラ（図示省略）を駆動させる回転軸 9 側にスリーブ 2 を介してこの回転軸 9 と一体的に回転可能な状態に設けられた一方の摺動部品である円環状の回転側密封環 3 と、ポンプのハウジング 4 に非回転状態かつ軸方向移動可能な状態で設けられた他方の摺動部品である円環状の固定側密封環 5 とが設けられ、固定側密封環 5 を軸方向に付勢するコイルドウェーブスプリング 6 及びベローズ 7 によって、摺動面 S 同士で密接摺動するようになっている。すなわち、このメカニカルシールは、回転側密封環 3 と固定側密封環 5 との互いの摺動面 S において、被密封流体が回転軸 9 の外周側から内周側へ流出するのを防止するものである。なお、図 1 では、回転側密封環 3 の摺動面の幅が固定側密封環 5 の摺動面の幅より広い場合を示しているが、これに限定されることなく、逆の場合においても本発明を適用できることはもちろんである。

40

【 0 0 1 8 】

回転側密封環 3 及び固定側密封環 5 の材質は、耐摩耗性に優れた炭化ケイ素（ S i C ）及

50

び自己潤滑性に優れたカーボンなどから選定されるが、例えば、両者がSiC、あるいは、回転側密封環3がSiCであって固定側密封環5がカーボンの組合せが可能である。相対摺動する回転側密封環3あるいは固定側密封環5の少なくともいずれか一方の摺動面には、ディンプルが配設される。

【0019】

本発明において、「ディンプル」とは、平坦な摺動面S（ランド部）に囲まれた開口部を有し、摺動面Sよりへこんだ底部を有する窪みのことであり、その形状は特に限定されるものではない。例えば、くぼみの開口部の形状は円形、三角形、楕円形、長円形、もしくは矩形が包含され、くぼみの断面形状も円錐状、円錐台状、半円状、お椀状、または、方形など種々の形が包含される。

10

【0020】

本例では、固定側密封環5の摺動面Sに複数のディンプルが配置される場合について説明する。この場合、回転側密封環3にはディンプルは設けられなくても、設けられてもよい。なお、複数のディンプルは、摺動面Sに規則的に配置して整列ディンプル群として形成してもよいし、また不規則に配置してランダムディンプル群として形成してもよい、さらには整列ディンプル群とランダムディンプル群とを組み合わせ配置してもよい。

【0021】

図2に示すように、固定側密封環5の摺動面Sのほぼ全面に、略円形の開口部を有する複数のディンプル10が配置される。

【0022】

図3に示すように、ディンプル10は、断面形状が円錐状の凹部15と凹部15の壁部15aの外周部に連なりラッパ状に広がる周縁部11とから主に構成される。凹部15は、その中央に深さGを有する底部15b、底部15b近傍から摺動面Sに向かって略一定の勾配で傾斜し、徐々に開口が大きくなる壁部15aを有する。以下、摺動面Sにおける凹部15の開口径Dは、壁部15aを区画する面を延長した延長面15cと摺動面Sとが交差してなる架空の図形の直径として定義する。周縁部11は、凹部15の開口径Dの外側において摺動面Sに滑らかに連なる外周縁部11a、外周縁部11aから凹部15の中央部に向かう下り傾斜で、相手摺動面（ディンプル10の内部）に向かって凸状の曲面で、かつ、壁部15aより小さな勾配を備える傾斜壁部11b、及び、傾斜壁部11bと壁部15aとが連なる内周縁部11cからなる。外周縁部11a、傾斜壁部11b、内周縁部11c及び壁部15aは全体としてディンプル10の内部に向かう凸状の曲面としてもよい。また、凹部15の底部15bは尖った形状を有しているが、これに限らず半球面であっても、平坦面であってもよい。

20

【0023】

また、ディンプル10の深さG、すなわち凹部15の深さG、周縁部11の径方向幅E1、及び、凹部15の開口径Dの関係は、 $0.25 \leq G/D \leq 1$ 、 $0.15 \leq E1/D \leq 0.5$ 程度に設定される。また、周縁部11の勾配は $1/100$ 以下に設定される。たとえば、図3のディンプル10においては、開口径Dは約 $36 \mu\text{m}$ 、ディンプル深さGは約 $25 \mu\text{m}$ 、周縁部11の径方向幅E1は約 $8 \mu\text{m}$ 程度に形成されている。特に、凹部15の開口径Dを $10 \mu\text{m}$ から $60 \mu\text{m}$ 、周縁部11の径方向幅E1を $5 \mu\text{m}$ から $20 \mu\text{m}$ 、凹部15の深さGを $5 \mu\text{m}$ から $50 \mu\text{m}$ とするのが好ましい。また、ディンプル10の周縁部11は曲面から形成されるので、周縁部11が摺動面Sに滑らかに連なる外周縁部11aにおいて容易に $1/1000$ 程度の勾配を形成できる。

30

40

【0024】

このように構成されたディンプル10を有するメカニカルシール1は、以下のような作用効果を奏する。

【0025】

図4に示すように、相手側摺動面の回転側密封環3が矢印方向へ固定側密封環5に対して相対移動すると、回転側密封環3と固定側密封環5との間の流体は粘性により図4の矢印方向、すなわち左側（以下、「上流側」と記す。）から右側（以下、「下流側」と記す。）

50

）に流れる。この結果、摺動面 S からディンプル 10 内へ流体の粘性によって流体が吸い込まれ、ディンプル 10 の上流側では負圧 P1 が発生し、ディンプル 10 の下流側ではくさび効果によって流体は昇圧して正圧 P2 が発生する。その際、ディンプル 10 の上流側の負圧部分ではキャビテーションが発生し、キャビテーション領域では流体の蒸気圧に依存した圧力となるので負圧 P1 のピークが小さくなる。この結果、ディンプル 10 内では正圧 P2 の影響が支配的となり、負荷能力が発生して摺動面 S が持ち上がる。そして摺動面 S が持ち上がると、相対摺動する 2 つの摺動面の間隙が大きくなり、摺動面 S に流体が流入し、潤滑機能が得られる。

【0026】

ここで、ディンプル 10 の周縁部 11 は、勾配 $1/100$ 以下の非常に小さな勾配に形成されるので、回転側密封環 3 の摺動面 S と固定側密封環 5 の摺動面 S との間に常にくさび部を形成することができる。これにより、ディンプル 10 の上流側において、摺動面 S からディンプル 10 内に吸い込まれた流体は、下流側において周縁部 11 のくさび部で効率よく正圧を発生させ、しかも正圧 P2 のピーク P_{max} も高めることができる。

10

【0027】

また、径方向幅 E1 は $0.15 \leq E1/D \leq 0.5$ の範囲で幅広に形成されることで、高い正圧 P2 が発生する領域の面積を大きくすることができるので、摺動面 S が持ち上げる力、すなわちディンプル 10 の負荷能力を向上させることができる。これにより、被密封流体の圧力が 1 MPa 以上、たとえば 5 MPa 程度の高圧流体であっても、摺動面 S は確実に潤滑機能を得ることができる。

20

【0028】

さらに、ディンプル 10 の深さ G は、凹部 15 の開口径 D に対し $0.25 \leq G/D \leq 1$ の範囲で深く形成されるので、凹部 15 の容積を大きくできる。これにより、ディンプル 10 内に吸い込まれた流体は凹部 15 に十分に貯蔵され、凹部 15 から周縁部 11 の正圧領域へ安定して流体を供給できるので、流体膜が切れることなく安定した潤滑機能を発揮できる。

【0029】

加えて、流体を吸込み、昇圧された流体を吐き出すディンプル 10 が摺動面 S に複数配列されていると、摺動面の内周側に配置されたディンプル 10 内へ吸い込まれ、吐き出された昇圧流体は、さらに外径側に配置された複数のディンプル 10 による吸い込み、吐き出しが繰り返され、流体は摺動面 S の内周部から外周部へ運ばれ、摺動面 S 全体として密封機能が向上する。

30

【0030】

以上説明したように、本発明のディンプル 10 は、深く形成された凹部 15 と、凹部 15 の外周部に非常に小さな勾配で、かつ、幅広の周縁部 11 とを備えるので、ディンプル 10 の負荷能力を効率よく高めることができる。また、負荷能力を高めたディンプル 10 を摺動面 S に複数配列することにより、摺動部品全体として潤滑性能及び密封性能を高めることができる。

【実施例 2】

【0031】

40

次に、実施例 2 に係る摺動部品につき、図 1、図 2 及び図 5 を参照して説明する。実施例 1 の周縁部 11 の傾斜壁部 11b は曲面からなるのに対し、実施例 2 の周縁部 21 の傾斜壁部 21b は一定の勾配を有する傾斜面からなる点で異なる。なお、前記実施例に示される構成部分と同一構成部分に付いては同一符号を付して重複する説明を省略する。

【0032】

図 5 に示すように、ディンプル 10 は円錐状の凹部 15 と、凹部 15 の壁部 15a の外周部に連なるとともに壁部 15a より小さな勾配を有する周縁部 21 とから主に構成される。凹部 15 は、その中央部に深さ G を有する底部 15b、底部 15b 近傍から摺動面に向かって略一定の勾配で傾斜し、徐々に開口が大きくなる壁部 15a を有する。以下、円錐形状の凹部 15 の開口径 D は、壁部 15a を区画する面を延長した延長面 15c と摺動面

50

S とが交差してなる架空の図形の直径である。周縁部 2 1 は、凹部 1 5 の開口径 D の外側において摺動面 S に連なる外周縁部 2 1 a、外周縁部 2 1 a から凹部 1 5 の中央に向かって一定の下り傾斜で、かつ、壁部 1 5 a より小さな勾配を備える傾斜壁部 2 1 b、及び、傾斜壁部 2 1 b と壁部 1 5 a とが連なる内周縁部 2 1 c からなる。

【0033】

また、ディンプル 1 0 の深さ G、周縁部 2 1 の径方向幅 E 2、及び、凹部 1 5 の開口径 D の関係は、 $0.25 \leq G/D \leq 1$ 、 $0.15 \leq E2/D \leq 0.5$ 程度に設定される。また、周縁部 2 1 の勾配は $1/100$ 以下に設定される。たとえば、図 5 のディンプル 1 0 においては、開口径 D は約 $36 \mu\text{m}$ 、ディンプル深さ G は約 $25 \mu\text{m}$ 、周縁部 2 1 の径方向幅 E 2 は約 $8 \mu\text{m}$ 程度に形成されている。特に、凹部 1 5 の開口径 D を $10 \mu\text{m}$ から $60 \mu\text{m}$ 、周縁部 2 1 の径方向幅 E 2 を $5 \mu\text{m}$ から $20 \mu\text{m}$ 、凹部 1 5 の深さ G を $5 \mu\text{m}$ から $50 \mu\text{m}$ とするのが好ましい。

10

【0034】

実施例 1 と同じく、ディンプル 1 0 の周縁部 2 1 は、勾配 $1/100$ 以下の非常に小さな勾配に形成されるので、回転側密封環 3 の摺動面 S と固定側密封環 5 の摺動面 S との間に常にくさび部を形成できる。これにより、ディンプル 1 0 の上流側において、摺動面 S からディンプル 1 0 内に吸い込まれた流体は、下流側において周縁部 2 1 のくさび部で効率よく正圧を発生させ、しかも正圧 P 2 のピーク P max も高めることができる。

【0035】

また、径方向幅 E 2 は $0.15 \leq E2/D \leq 0.5$ の範囲で幅広に形成されることで、高い正圧 P 2 が発生する領域の面積を大きくすることができるので、ディンプル 1 0 の負荷能力を向上させることができる。

20

【0036】

さらに、ディンプル 1 0 の深さ G は、凹部 1 5 の開口径 D に対し $0.25 \leq G/D \leq 1$ の範囲で深く形成されるので、凹部 1 5 の容積を大きくできる。これにより、ディンプル 1 0 内に吸い込まれた流体は凹部 1 5 に十分に貯蔵され、凹部 1 5 から周縁部 2 1 の正圧領域へ安定して流体を供給できるので、流体膜が切れることなく安定した潤滑性能を発揮できる。

【0037】

以上説明したように、実施例 2 においても、ディンプル 1 0 は、深く形成された凹部 1 5 と、凹部 1 5 の外周部に非常に小さな勾配で、かつ、幅広の周縁部 2 1 とを備えるので、ディンプル 1 0 の負荷能力を効率よく高めることができる。また、負荷能力を高めたディンプル 1 0 を摺動面 S に複数配列することにより、摺動部品全体として潤滑性能及び密封性能を高めることができる。

30

【0038】

なお、図 5 において、周縁部 2 1 の傾斜壁部 2 1 b は一定の勾配を有する傾斜面としたがこれに限らない。たとえば、図 7 (a) に示すように、傾斜壁部 2 1 b と壁部 1 5 a とが連なる内周縁部 2 1 d を曲面として、流体がくさび部に流入するときの流入抵抗を低減することができる。これにより、ディンプル 1 0 の周縁部 2 1 においてさらに効率よく高圧を発生させ、ディンプル 1 0 の負荷容量を向上させることができる。

40

【実施例 3】

【0039】

次に、実施例 3 に係る摺動部品につき、図 1、図 2 及び図 6 を参照して説明する。実施例 1 の周縁部 1 1 の傾斜壁部 1 1 b は曲面からなり、実施例 2 の周縁部 2 1 の傾斜壁部 2 1 b は一定勾配を有する傾斜面からなるのに対し、実施例 3 の周縁部 3 1 の底部壁 3 1 b は一定深さの底部を有する点で異なる。なお、前記実施例に示される構成部分と同一構成部分に付いては同一符号を付して重複する説明を省略する。

【0040】

図 6 に示すように、ディンプル 1 0 は円錐状の凹部 1 5 と凹部 1 5 の壁部 1 5 a の外側に凹部 1 5 より浅いくぼみを有する周縁部 3 1 とから主に構成される。実施例 1 及び 2 と同

50

じく、凹部 15 は、その中央部に深さ G を有する底部 15 b、底部 15 b 近傍から摺動面に向かって略一定の勾配で傾斜し、徐々に開口が大きくなる壁部 15 a を有する。以下、円錐形状の凹部 15 の開口径 D は、壁部 15 a を区画する面を延長した延長面 15 c と摺動面 S とが交差してなる架空の図形の直径として定義する。周縁部 31 は、凹部 15 の開口径 D の外側において摺動面 S に連なる外周縁部 31 a、外周縁部 31 a に立設される周壁 31 e、周壁 31 e に連なり一定の深さ δ を有する底部壁 31 b、及び、底部壁 31 b と壁部 15 a とが連なる内周縁部 31 c からなる。

【0041】

また、ディンプル 10 の深さ G (凹部 15 の深さ G)、周縁部 31 の径方向幅 E3、及び、凹部 15 の開口径 D の関係は、 $0.25 \leq G/D \leq 1$ 、 $0.15 \leq E3/D \leq 0.5$ 程度に設定される。たとえば、図 6 のディンプル 10 においては、開口径 D は約 $36 \mu\text{m}$ 、ディンプル深さ G は約 $25 \mu\text{m}$ 、周縁部 21 の径方向幅 E3 は約 $8 \mu\text{m}$ 程度に形成されている。特に、凹部 15 の開口径 D を $10 \mu\text{m}$ から $60 \mu\text{m}$ 、周縁部 31 の径方向幅 E3 を $5 \mu\text{m}$ から $20 \mu\text{m}$ 、凹部 15 の深さ G を $5 \mu\text{m}$ から $50 \mu\text{m}$ 、周縁部 31 の底部壁 31 b の深さ δ は $1 \mu\text{m}$ から $5 \mu\text{m}$ 程度に形成するのが好ましい。

10

【0042】

ディンプル 10 の周縁部 31 の底部壁 31 b は一定の深さ δ を有するので、ディンプル 10 の上流側において、逆レイリーステップとして機能して負圧を発生して摺動面 S からディンプル 10 内に流体を低損失で吸い込み、下流側において、レイリーステップとして機能して正圧を発生させることができる。

20

【0043】

また、径方向幅 E3 は $0.15 \leq E3/D \leq 0.5$ の範囲で幅広に形成されることで、正圧が発生する領域の面積を大きくすることができるので、ディンプル 10 の負荷能力を向上させることができる。

【0044】

さらに、ディンプル 10 の深さ G は、凹部 15 の開口径 D に対し $0.25 \leq G/D \leq 1$ の範囲で深く形成されるので、凹部 15 の容積を大きくできる。これにより、ディンプル 10 内に吸い込まれた流体は凹部 15 に十分に貯蔵され、凹部 15 から周縁部 31 の正圧領域へ安定して流体を供給できるので、流体膜が切れることなく安定した潤滑性能を発揮できる。

30

【0045】

このように、実施例 3 の周縁部 31 は一定深さ δ の底部壁 31 b を有するので容易に製作でき、ディンプル 10 の負荷能力を効率よく高めることができる。また、負荷能力を高めたディンプル 10 を摺動面 S に複数配列することにより、摺動部品全体として潤滑性能及び密封性能を高めることができる。

【0046】

なお、図 6 において、周縁部 31 の底部壁 31 b は一定の深さを有していたが、これに限らない。たとえば、図 7 (b) に示すように、底部壁 31 b と壁部 15 a とが連なる内周縁部 31 d を曲面として、流体がレイリーステップに流入するときの流入抵抗を低減することができる。これにより、ディンプル 10 の周縁部 31 においてさらに効率よく高圧を発生させ、ディンプル 10 の負荷容量を向上させることができる。

40

【0047】

以上、本発明の実施例を図面により説明してきたが、具体的な構成はこれら実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における変更や追加があっても本発明に含まれる。

【0048】

例えば、上記実施例において、ディンプル 10 は摺動面 S の全面に設けられていたが、これに限らない。たとえば、複数のディンプル 10 を摺動面 S で囲んで島状のディンプル群を形成し、摺動面 S の負荷の高い部分に島状のディンプル群を配置することによって、密封性、潤滑性を向上させてもよい。また、島状のディンプル群を低圧流体側に連通させて

50

、低圧流体側から吸込み量を増加させて密封性をさらに向上させてもよいし、島状のディンプル群を高圧流体側に連通させて、高圧流体側からの流体供給量を増加させて潤滑性をさらに向上させてもよい。さらに、島状のディンプル群を低圧流体側及び高圧流体側に連通させて密封性及び潤滑性をさらに向上させてもよい。

【 0 0 4 9 】

実施例 1 ～ 実施例 3 において、摺動部品をメカニカルシール装置における一対の回転側密封環及び固定側密封環の少なくともいずれか一方に用いる例について説明したが、円筒状摺動面の軸方向一方側に潤滑油を密封しながら回転軸と摺動する軸受の摺動部品として利用することも可能である。

【 0 0 5 0 】

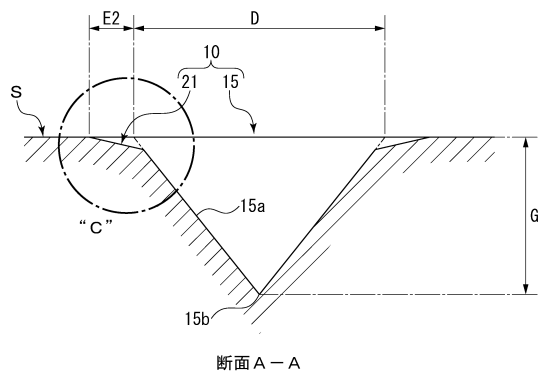
また、実施例 1 ～ 実施例 3 において、摺動部品の外周側を高圧流体側（被密封流体側）、内周側を低圧流体側（漏れ側）として説明しているが、本発明はこれに限定されることがなく、摺動部品の外周側を低圧流体側（漏れ側）、内周側を高圧流体側（被密封流体側）の場合にも適用可能である。

【 符号の説明 】

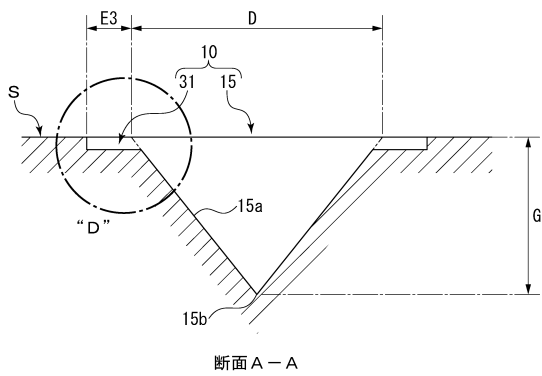
【 0 0 5 1 】

1	メカニカルシール	
2	スリーブ	
3	回転側密封環	
4	ハウジング	20
5	固定側密封環	
6	コイルドウェーブスプリング	
7	ベローズ	
9	回転軸	
1 0	ディンプル	
1 1	周縁部	
1 1 a	外周縁部	
1 1 b	傾斜壁部	
1 1 c	内周縁部	
1 5	凹部	30
1 5 a	壁部	
1 5 b	底部	
1 5 c	延長面	
2 1	周縁部	
2 1 a	外周縁部	
2 1 b	傾斜壁部	
2 1 c	内周縁部	
2 1 d	内周縁部	
3 1	周縁部	
3 1 a	外周縁部	40
3 1 b	底部壁	
3 1 c	内周縁部	
3 1 e	周壁	
D	摺動面における凹部の開口径	
E 1	周縁部の径方向幅	
E 2	周縁部の径方向幅	
E 3	周縁部の径方向幅	
S	摺動面	

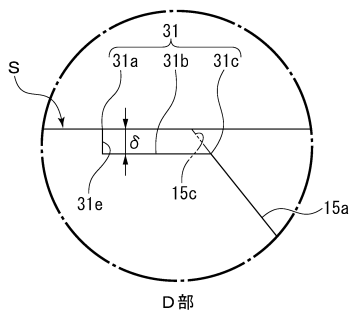
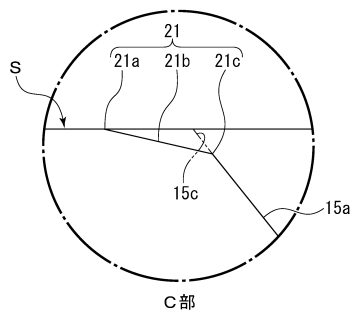
【図 5】



【図 6】

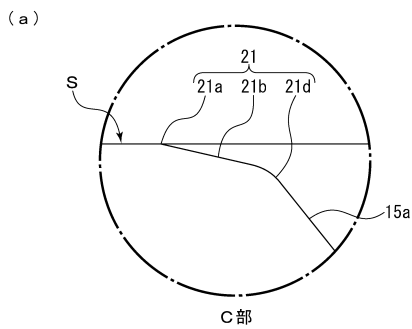


10

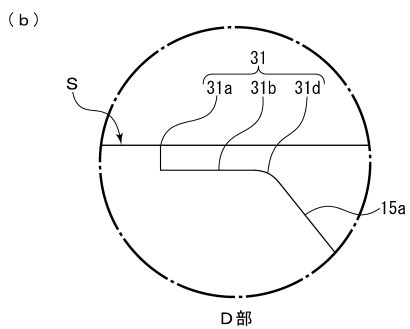


20

【図 7】



30



40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 井村 忠継
東京都港区芝大門一丁目１番１５号 イーグル工業株式会社内
- (72)発明者 井上 秀行
東京都港区芝大門一丁目１番１５号 イーグル工業株式会社内
- (72)発明者 徳永 雄一郎
東京都港区芝大門一丁目１番１５号 イーグル工業株式会社内
- 審査官 日下部 由泰
- (56)参考文献 特開２０１０－１３３４９６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１８５２９２（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－９２９８３（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１６Ｃ １７／００－１７／２６
Ｆ１６Ｃ ３３／００－３３／２８
Ｆ１６Ｊ １５／３４－１５／３８