

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7203728号
(P7203728)

(45)発行日 令和5年1月13日(2023.1.13)

(24)登録日 令和5年1月4日(2023.1.4)

(51)国際特許分類	F I
F 1 6 J 15/3232(2016.01)	F 1 6 J 15/3232 2 0 1
F 1 6 J 15/3236(2016.01)	F 1 6 J 15/3236
F 1 6 J 15/3244(2016.01)	F 1 6 J 15/3244
F 1 6 J 15/3252(2016.01)	F 1 6 J 15/3252

請求項の数 6 (全42頁)

(21)出願番号	特願2019-527610(P2019-527610)	(73)特許権者	000004385 N O K株式会社 東京都港区芝大門1丁目12番15号
(86)(22)出願日	平成30年6月18日(2018.6.18)	(74)代理人	100114890 弁理士 アイゼル・フェリックス=ライ ンハルト
(86)国際出願番号	PCT/JP2018/023147	(74)代理人	100162880 弁理士 上島 類
(87)国際公開番号	WO2019/009053	(72)発明者	米内 寿斗 福島県福島市永井川字続堀8番地 N O K株式会社内
(87)国際公開日	平成31年1月10日(2019.1.10)	(72)発明者	坂野 祐也 福島県福島市永井川字続堀8番地 N O K株式会社内
審査請求日	令和3年4月20日(2021.4.20)	審査官	山田 康孝
(31)優先権主張番号	特願2017-133866(P2017-133866)		
(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)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 密封装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハウジングに対して回転する回転軸の外周面に装着される円筒部、および、当該円筒部の内側の端部から前記回転軸の軸線とは垂直な方向へ延びる円環状のフランジ部を有するスリンガーと、

前記ハウジングに装着され、前記スリンガーのフランジ部の平坦な外側面と摺動自在に接触することにより潤滑油を前記ハウジングの機内側へシールするメインリップを有するシール部と

を備え、

前記フランジ部の外側面において前記メインリップと接触する部分には、回転時に前記潤滑油を前記ハウジングの機内側へ戻す排出作用を発揮するための溝が形成され、

前記フランジ部と前記メインリップとの間で前記潤滑油が貯留されるように、前記フランジ部の前記溝が形成された部分と前記メインリップの先端側とが接触したときの当該フランジ部と当該メインリップとがなす相対的な接触角度が小さくなるような狭小化構造が前記フランジ部と前記メインリップとの間に形成されており、

前記接触角度が17度以下である

ことを特徴とする密封装置。

【請求項2】

前記狭小化構造は、前記スリンガーの前記フランジ部が傾斜された傾斜フランジ部分と、前記メインリップとの組み合わせにより形成される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の密封装置。

【請求項 3】

前記狭小化構造は、前記スリンガーの前記フランジ部が湾曲した湾曲フランジ部と、前記メインリップとの組み合わせにより形成される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の密封装置。

【請求項 4】

前記狭小化構造は、前記メインリップが前記フランジ部の外側面と接触するリップ先端側においてメインリップ本体よりも肉厚が薄く形成された薄肉先端部と、前記スリンガーとの組み合わせにより形成される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の密封装置。

10

【請求項 5】

前記狭小化構造は、前記メインリップを画成する面に形成された切込部により、当該切込部よりもリップ先端側において前記フランジ部の前記外側面と接触して屈曲する先端部分と、前記メインリップとの組み合わせにより形成される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の密封装置。

【請求項 6】

前記狭小化構造は、前記フランジ部の外側面と接触するリップ先端部にかけてリップ基部から全体的に湾曲した湾曲形状を有するリップ湾曲部が設けられた前記メインリップと、前記スリンガーとの組み合わせにより形成される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の密封装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、密封装置に関し、例えば、自動車関連の分野において回転用シールとして用いられ、特に、機内に潤滑油が存在するエンジン用シールとして用いられるものである。

【背景技術】

【0002】

従来、エンジン用シールとして用いられる密封装置としては、機内に密封されている潤滑油が機外へ漏洩することを防止するために、例えば、エンジンハウジングとクランクシャフトとの間に装着されている。この密封装置としては、スリンガーのフランジ部に設けられたネジ部によって、クランクシャフトの回転時にポンピング作用を発揮し、機内の潤滑油をシールしている（例えば、特許文献 1 を参照。）。

30

【0003】

図 22 に示すように、このような密封装置 100 としては、回転軸としてのクランクシャフト 201 の外周面に装着されて当該クランクシャフト 201 とともに回転するスリンガー 101 と、ハウジング 202 の内周面に装着されるシール部 102 とを備えている。

【0004】

スリンガー 101 は、クランクシャフト 201 の外周面に装着される円筒部 105 と、当該円筒部 105 の機内 A 側の端部から外周側へ広がるフランジ部 103 とを備えている。フランジ部 103 には、機内 A 側に膨らんだ中空円盤状の膨出部分 103 e と、当該膨出部分 103 e の外周側の端部から機外 B 側へ折り曲げされた後に外周側へ広がる中空円盤状の円盤部分 103 f とを備えている。

40

【0005】

この密封装置 100 では、フランジ部 103 の円盤部分 103 f の軸方向における機外 B 側の端面である外側面 103 a に対して、シール部 102 のメインリップ 111 が摺動可能に密接することにより、機内 A に存在する潤滑油（オイル）が機外 B へ漏洩することを防止している。

【0006】

この密封装置 100 においては、メインリップ 111 が摺動可能に密接するフランジ部 103 の円盤部分 103 f の外側面 103 a に対して複数のネジ溝 104 が設けられてい

50

る。

【0007】

ネジ溝104は、一定の間隔でそれぞれ独立して配置され、クランクシャフト201の回転方向に対応して内径側から外径側へ右回転で進む4等配の螺旋状の溝であり、個々の溝の始点および終点がそれぞれ異なっている。このネジ溝104は、スリンガー101におけるフランジ部103の円盤部分103fの外側面103aに形成され、シール部102のメインリップ111のリップ先端111aが4本のネジ溝104の範囲内で接触している。

【0008】

したがって、密封装置100では、スリンガー101とシール部102のシール部材110との間に囲まれた空間Sへ潤滑油がしみ出した場合でも、クランクシャフト201とともにスリンガー101が回転したときのフランジ部103の遠心力により潤滑油を空間Sから機内A側へ戻す振切作用と、当該フランジ部103における円盤部分103fの回転時におけるネジ溝104の影響により潤滑油を空間Sから機内A側へ戻す作用（以下、これを「ネジ作用」ともいう。）とを奏することができる。なお、このような振切作用およびネジ作用の双方により潤滑油を空間Sから機内A側へ戻す効果をポンピング効果という。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【文献】特開2014-129837号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上述した密封装置100において、クランクシャフト201の回転数が例えば5000rpm(revolution per minute)程度以下の低速で回転するディーゼルエンジンであれば、スリンガー101のフランジ部103とメインリップ111のリップ先端111aとの隙間から空間Sへ潤滑油がしみ出すことはない。

【0011】

しかしながら密封装置100を、例えば6000rpm程度以上の高速でクランクシャフト201が回転するガソリンエンジンに適用した場合、スリンガー101のフランジ部103とメインリップ111のリップ先端111aとの隙間から空間Sへ潤滑油がしみ出てしまい、空間Sに潤滑油が貯留してしまうおそれがあった。

【0012】

本発明は、上記の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、回転軸の回転数が所定以上の高速回転時であっても、機内側の潤滑油がスリンガーのフランジ部とメインリップとの隙間からしみ出て最終的に漏洩してしまうことを防止し得る密封装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために、本発明においては、ハウジングに対して回転する回転軸の外周面に装着される円筒部、および、当該円筒部の内側の端部から前記回転軸の軸線とは垂直な方向へ延びる円環状のフランジ部を有するスリンガーと、前記ハウジングに装着され、前記スリンガーのフランジ部の平坦な外側面と摺動自在に接触することにより潤滑油を前記ハウジングの機内側へシールするメインリップを有するシール部とを備え、前記フランジ部の外側面において前記メインリップと接触する部分には、回転時に前記潤滑油を前記ハウジングの機内側へ戻す排出作用を発揮するための溝が形成され、前記フランジ部と前記メインリップとの間には、前記フランジ部の前記外側面と前記メインリップとが接触したときの当該フランジ部と当該メインリップとがなす相対的な接触角度が小さくなるような狭小化構造が形成されていることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

本発明において、前記狭小化構造は、前記スリンガーの前記フランジ部が傾斜された傾斜フランジ部分と、前記メインリップとの組み合わせにより形成されることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明において、前記狭小化構造は、前記スリンガーの前記フランジ部が湾曲した湾曲フランジ部と、前記メインリップとの組み合わせにより形成成されることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明において、前記狭小化構造は、前記メインリップが前記フランジ部の外側面と接触するリップ先端側においてメインリップ本体よりも肉厚が薄く形成された薄肉先端部と、前記スリンガーとの組み合わせにより形成されることを特徴とする。

10

【 0 0 1 7 】

本発明において、前記狭小化構造は、前記メインリップを画成する面に形成された切込部により、当該切込部よりもリップ先端側において前記フランジ部の前記外側面と接触して屈曲する先端部分と、前記メインリップとの組み合わせにより形成成されることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

本発明において、前記狭小化構造は、前記フランジ部の外側面と接触するリップ先端部にかけてリップ基部から全体的に湾曲した湾曲形状を有するリップ湾曲部が設けられた前記メインリップと、前記スリンガーとの組み合わせにより形成されることを特徴とする。

【 発明の効果 】

20

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、回転軸の回転数が所定以上の高速回転時であっても、機内側の潤滑油がスリンガーのフランジ部とメインリップとの隙間から滲み出て最終的に漏洩してしまうことを防止し得る密封装置を実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】本発明の第 1 の実施の形態に係るオイルシールの装着状態を示す断面図である。

【 図 2 】本発明の第 1 の実施の形態に係るオイルシールの単体の構成を示す拡大断面図である。

【 図 3 】本発明の第 1 の実施の形態に係るスリンガーの構成を示す平面図である。

30

【 図 4 】本発明の第 1 の実施の形態に係るスリンガーの他の構成例を示す平面図である。

【 図 5 】従来のメインリップとスリンガーのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する断面図である。

【 図 6 】本発明の第 1 の実施の形態に係るオイルシールにおいて、メインリップとスリンガーのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

【 図 7 】本発明の第 1 の実施の形態に係るオイルシールとスリンガーとの接触角度と潤滑油を含んだエアーのエアー吸込量との関係を示すグラフである。

【 図 8 】本発明の第 2 の実施の形態に係るオイルシールの装着状態を示す断面図である。

【 図 9 】本発明の第 2 の実施の形態に係るオイルシールの単体の構成を示す拡大断面図である。

40

【 図 1 0 】本発明の第 2 の実施の形態に係るオイルシールにおいて、メインリップとスリンガーのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

【 図 1 1 】本発明の第 3 の実施の形態に係るオイルシールの装着状態を示す断面図である。

【 図 1 2 】本発明の第 3 の実施の形態に係るオイルシールの単体の構成を示す拡大断面図である。

【 図 1 3 】本発明の第 3 の実施の形態に係るオイルシールにおいて、メインリップとスリンガーのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

【 図 1 4 】本発明の第 3 の実施の形態に係るオイルシールの薄肉先端部が折れ曲がる湾曲面の中心と最先端面との間の曲げ距離 L を示す略線的断面図である。

【 図 1 5 】本発明の第 3 の実施の形態に係る曲げ距離と締め代との関係を表すグラフであ

50

る。

【図 16】本発明の第 4 の実施の形態に係るオイルシールの装着状態を示す断面図である。

【図 17】本発明の第 4 の実施の形態に係るオイルシールの単体の構成を示す拡大断面図である。

【図 18】本発明の第 4 の実施の形態に係るオイルシールにおいて、メインリップとスリンガのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

【図 19】本発明の第 5 の実施の形態に係るオイルシールの装着状態を示す断面図である。

【図 20】本発明の第 5 の実施の形態に係るオイルシールの単体の構成を示す拡大断面図である。

【図 21】本発明の第 5 の実施の形態に係るオイルシールにおいて、メインリップとスリンガのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

【図 22】従来の密封装置（オイルシール）の構成を示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照し説明する。

【0022】

<第 1 の実施の形態>

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る密封装置の装着状態を示す断面図である。図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る密封装置の単体の構成を示す拡大断面図である。

図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るスリンガの構成を示す平面図である。図 4 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るスリンガの他の構成例を示す平面図である。図 5 は、従来のメインリップとスリンガのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する断面図である。図 6 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る密封装置において、メインリップとスリンガのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

【0023】

以下、説明の便宜上、軸線 x 方向において矢印 a（図 1 参照）方向を外側とし、軸線 x 方向において矢印 b（図 1 参照）方向を内側とする。より具体的には、外側とは、エンジンから離れる機外 B 側であり、内側とは、エンジンの内部方向であり機内 A 側である。また、軸線 x に垂直な方向（以下、「径方向」ともいう。）において、軸線 x から離れる方向（図 1 の矢印 c 方向）を外周側とし、軸線 x に近づく方向（図 1 の矢印 d 方向）を内周側とする。

【0024】

<密封装置の構成>

図 1 および図 2 に示すように、本発明の実施の形態に係る密封装置としてのオイルシール 1 は、機内 A に潤滑油が存在する自動車用エンジン（特にガソリンエンジン）のシールとして用いられ、機内 A の潤滑油が機外 B へ漏洩するのを防止するとともに、機外 B から機内 A へダスト等の異物が侵入するのを防止するものである。

【0025】

オイルシール 1 は、エンジンハウジング（以下、これを単に「ハウジング」ともいう。）202 の内周側（矢印 d 方向）の面である内周面 202 a に装着されるシール部 10 と、ハウジング 202 に対して回転する回転軸としてのクランクシャフト 201 の外周側（矢印 c 方向）の面である外周面 201 a に装着されるスリンガ 30 とを備え、これらが組み合わされて構成されている。

【0026】

シール部 10 は、補強環 20 と、当該補強環 20 と一体に形成された弾性体部 21 とを備えている。補強環 20 は、軸線 x を中心とする環状の金属材料からなる。補強環 20 の金属材料としては、例えば、ステンレス鋼や S P C C（冷間圧延鋼）がある。一方、弾性体部 21 の弾性体としては、例えば、各種ゴム材がある。各種ゴム材としては、例えば、ニトリルゴム（NBR）、水素添加ニトリルゴム（H-NBR）、アクリルゴム（ACM）、

10

20

30

40

50

フッ素ゴム（FKM）等の合成ゴムである。

【0027】

補強環20は、例えばプレス加工や鍛造によって製造され、弾性体部21は成形型を用いて架橋（加硫）成型によって成形される。この架橋成型の際に、補強環20は成形型の中に配置されており、弾性体部21が架橋（加硫）接着により補強環20に接着され、弾性体部21が補強環20と一体的に成形される。

【0028】

補強環20は、例えば、断面略L字状の形状を呈しており、円筒部20a、外周側円盤部20b、テーパ部20c、および、内周側円盤部20dを備え、円筒部20a、外周側円盤部20b、テーパ部20c、および、内周側円盤部20dが全て一体に形成されている。

10

【0029】

この場合、円筒部20aは、外周側（矢印c方向）に向かって凸状に膨出した湾曲形状を有している。また、外周側円盤部20b、テーパ部20c、および、内周側円盤部20dは、全体略S字状のフランジ部を形成している。

【0030】

円筒部20aは、軸線xに沿って略平行に延びる円筒状の部分であり、ハウジング202の内周面202aに対して内嵌される。外周側円盤部20bは、軸線xと略垂直な方向、すなわち、円筒部20aの外側（矢印a方向）の端部から内周側（矢印d方向）へ向かって広がる中空円盤状の部分である。テーパ部20cは、外周側円盤部20bの内周側（矢印d方向）の端部から更に内周側（矢印d方向）および内側（矢印b方向）に向かって斜めに延びる中空円盤状の部分である。内周側円盤部20dは、テーパ部20cの内周側（矢印d方向）の端部からさらに内周側（矢印d方向）に向かって広がる中空円盤状の部分である。

20

【0031】

なお、補強環20の円筒部20aは、この場合、外周側（矢印c方向）に向かって凸状に膨出した湾曲形状を有しているが、これに限るものではなく、軸線xに沿って真っ直ぐに延びる円筒状の部分であってもよい。また、補強環20は、外周側円盤部20b、テーパ部20c、および、内周側円盤部20dにより全体略S字状に形成されているが、外周側円盤部20b、テーパ部20c、および、内周側円盤部20dが軸線xと略垂直な方向に真っ直ぐに延びていてもよい。

30

【0032】

弾性体部21は、補強環20に一体に取り付けられており、当該補強環20を外側（矢印a方向）、外周側（矢印c方向）の一部、および、内周側（矢印d方向）を覆うように当該補強環20と一体的に成形されている。

【0033】

弾性体部21は、補強環20の円筒部20aにおける外周側（矢印c方向）の一部を覆うリップ被覆部21aと、補強環20の外周側円盤部20bを外側（矢印a方向）から覆うリップ被覆部21bと、補強環20のテーパ部20cを覆うリップ被覆部21cと、補強環20の内周側円盤部20dを外側（矢印a方向）から覆うリップ被覆部21dと、リップ被覆部21dと一体化されたリップ腰部21eと、当該リップ腰部21eに一体形成されたメインリップ22、ダストリップ23、中間リップ24とを備えている。

40

【0034】

弾性体部21のリップ腰部21eは、補強環20の内周側円盤部20dにおける内周側（矢印d方向）の端部の近傍に位置する部分であり、メインリップ22、ダストリップ23、および、中間リップ24の基部である。

【0035】

弾性体部21のメインリップ22は、リップ腰部21eの内側（矢印b方向）の端部から更に内側（矢印b方向）かつ外周側（矢印c方向）に向かって斜めに延びる、軸線xを中心とした環状のリップ部分であり、内周側（矢印d方向）から外周側（矢印c方向）へ

50

向かって拡径している。

【 0 0 3 6 】

メインリップ 2 2 は、リップ腰部 2 1 e の内側（矢印 b 方向）の端部から延びる付け根部分 2 2 r の厚さが本体部分 2 2 b の厚さよりも薄く形成されている。これは、弾性体部 2 1 において、付け根部分 2 2 r を起点としてメインリップ 2 2 を付け根から曲がり易くするためである。このようなタイプのメインリップ 2 2 については、本明細書中において薄肉リップと呼ぶ場合があるものとする。

【 0 0 3 7 】

弾性体部 2 1 のダストリップ 2 3 は、リップ腰部 2 1 e の内周側（矢印 d 方向）の端部から外側（矢印 a 方向）かつ内周側（矢印 d 方向）に向かって斜めに延びる、軸線 x を中心とした環状のリップ部分であり、外周側（矢印 c 方向）から内周側（矢印 d 方向）へ向かって拡径している。なお、ダストリップ 2 3 が延びる延び方向は、メインリップ 2 2 の延び方向とはほぼ反対向きである。

10

【 0 0 3 8 】

弾性体部 2 1 の中間リップ 2 4 は、リップ腰部 2 1 e においてメインリップ 2 2 よりも内周側（矢印 d 方向）に位置し、かつ、ダストリップ 2 3 よりも内側（矢印 b 方向）に位置し、リップ腰部 2 1 e の内周側（矢印 d 方向）の端部から内側（矢印 b 方向）に向かって僅かに延びる、軸線 x を中心とした環状のリップ部分である。中間リップ 2 4 は、そのリップ長が短く、リップ先端がスリンガー 3 0 と接触することはない。

【 0 0 3 9 】

スリンガー 3 0 は、クランクシャフト 2 0 1 の外周面 2 0 1 a に装着された状態で、当該クランクシャフト 2 0 1 の回転とともに連れ回る例えば金属製の板状部材であり、円筒部 3 1 と、フランジ部 3 3 とを備えている。スリンガー 3 0 は、例えば板状部材を曲げ加工により形成することが可能である。

20

【 0 0 4 0 】

スリンガー 3 0 の円筒部 3 1 は、軸線 x に沿って略平行に延びる円筒状の部分であり、ハウジング 2 0 2 に対して回転するクランクシャフト 2 0 1 の外周面 2 0 1 a に圧入して固定することにより装着される。スリンガー 3 0 の円筒部 3 1 は、外周側（矢印 c 方向）の面である外周面 3 1 a を有しており、その外周面 3 1 a に対して弾性体部 2 1 のダストリップ 2 3 のリップ先端が摺動自在に接触する。これにより、機外 B からダスト等の異物が機内 A に侵入することを防止している。

30

【 0 0 4 1 】

スリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 は、垂直フランジ部分 3 4 および傾斜フランジ部分 3 5 を備えている。垂直フランジ部分 3 4 は、円筒部 3 1 の内側（矢印 b 方向）の端部から軸線 x とは垂直な径方向の外周側（矢印 c 方向）へ向かって広がる、軸線 x を中心とした中空円盤状の部分である。

【 0 0 4 2 】

垂直フランジ部分 3 4 の外周側（矢印 c 方向）への高さは、中間リップ 2 4 のリップ先端の位置よりも高く、当該垂直フランジ部分 3 4 と中間リップ 2 4 のリップ先端とが対向するように配置されている。なお、フランジ部 3 3 の垂直フランジ部分 3 4 は、従来のスリンガー 1 0 1 におけるフランジ部 1 0 3 の膨出部分 1 0 3 e が存在しない分だけ、中間リップ 2 4 との間隔が狭くなっている。

40

【 0 0 4 3 】

傾斜フランジ部分 3 5 は、垂直フランジ部分 3 4 の外周側（矢印 c 方向）の端部から内側（矢印 b 方向）および外周側（矢印 c 方向）へ向かって所定角度に傾斜された中空円盤状の部分であり、垂直フランジ部分 3 4 と一体に形成されている。

【 0 0 4 4 】

この傾斜フランジ部分 3 5 は、外側（矢印 a 方向）の平坦な面である外側面 3 5 a を有している。外側面 3 5 a の外周側（矢印 c 方向）の端部領域には、空間 S に侵入した潤滑油 G 1（図 6）を機外 A へ排出するために用いられる 4 本の螺旋溝状のネジ溝 3 6 が設け

50

られている。

【 0 0 4 5 】

これら 4 本のネジ溝 3 6 は、図 3 に示すように、それぞれの始点 s t が互いに 9 0 度ずつ離間した位置に形成されるとともに、それぞれの終点 e t についても互いに 9 0 度ずつ離間した位置に形成されている。ネジ溝 3 6 は、始点 s t から終点 e t まで約 1 周分程度の螺旋状に形成されているが、これに限るものではなく、半周程度、3 / 4 周程度等の 1 周以下であったり、1 周半程度、2 周程度等の 1 周以上の螺旋状に形成されていてもよい。

【 0 0 4 6 】

また、ネジ溝 3 6 は、傾斜フランジ部分 3 5 の内径側から外径側へ向かって右回転向き（時計回り）に次第に半径を大きくしながら進む 4 等配の溝としてそれぞれ独立して形成されている。ただし、これに限るものではなく、ネジ溝 3 6 は、2 等配、3 等配、6 等配等のその他種々の本数であってもよい。なお、この場合、スリンガー 3 0 は、ネジ溝 3 6 とは逆に図中矢印で示すように左回転（反時計回り）するものとする。

10

【 0 0 4 7 】

ただし、スリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 の傾斜フランジ部分 3 5 に形成される溝としては、ネジ溝 3 6 である必要は必ずしもない。例えば、図 4 (A) に示すように、スリンガー 3 0 S では、フランジ部 3 3 の傾斜フランジ部分 3 5 の内径側から外径側へ向かって延びる放射状であり、当該スリンガー 3 0 の軸線とは垂直な方向へ直線状に延びる放射状溝 3 7 (3 7 a ~ 3 7 h) であってもよい。この場合、メインリップ 2 2 のリップ先端が傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a と摺動するのは、例えば放射状溝 3 7 のほぼ中央付近の位置 P O S 1 となる。

20

【 0 0 4 8 】

同様に、図 4 (B) に示すように、スリンガー 3 0 V では、フランジ部 3 3 の傾斜フランジ部分 3 5 の内径側から外径側へ向かって延びるが、内径側から外径側の外周方向へ向かって図中右側へ傾斜するように直線状に延びる傾斜状溝 3 8 (3 8 a ~ 3 8 h) であってもよい。この場合、メインリップ 2 2 のリップ先端が傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a と摺動するのは、例えば傾斜状溝 3 8 のほぼ中央付近よりもやや外周寄りの位置 P O S 2 となる。

【 0 0 4 9 】

この場合、放射状溝 3 7 および傾斜状溝 3 8 は、ネジ溝 3 6 に比べて始点 s t から終点 e t までの長さが非常に短くなり、放射状溝 3 7、傾斜状溝 3 8 を伝って潤滑油 G 1 を短時間のうちに振り切り、機内 A 側へ戻すことが可能となる。また、放射状溝 3 7 および傾斜状溝 3 8 は、ネジ溝 3 6 に比べて溝本数を多く形成することができるので、ネジ溝 3 6 よりも短時間のうちに多くの量の潤滑油 G 1 を機内 A 側へ戻すことが可能となる。

30

【 0 0 5 0 】

傾斜フランジ部分 3 5 は、弾性体部 2 1 のメインリップ 2 2 のリップ先端と外側面 3 5 a とが接触する際の相対的な接触角度 θ_1 (図 2、図 6) を、従来の傾斜フランジ部分 3 5 を有することのないフランジ部 1 0 3 の接触角度 θ_0 (図 5) に比して小さくすることを目的として所定角度に傾斜されている。

【 0 0 5 1 】

この場合、接触角度 θ_1 が従来の接触角度 θ_0 よりも小さくなる分だけ、メインリップ 2 2 のリップ先端と外側面 3 5 a との接触面積が増大するため密封性を維持し易くなる。ここで、接触角度 θ_1 は、メインリップ 2 2 のリップ先端が傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a に押し付けられているものの、当該メインリップ 2 2 のリップ先端側が折れ曲がることのない程度の締め代で傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a と接触した状態にあることを前提とする。ただし、これに限るものではなく、メインリップ 2 2 の先端側が折れ曲がる程度の締め代で傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a とリップ先端とが接触した状態であってもよい。この場合、当該メインリップ 2 2 のリップ先端から付け根までの長さのうち、リップ先端から約 2 0 % の長さよりも短い先端側の位置で測定された接触角度 θ_1 であるものとする。ただし、これに限らず、リップ先端から約 1 7 % の先端側の位置で

40

50

測定された接触角度 1 であることが好ましい。例えば、メインリップ 2 2 のリップ先端から付け根までの長さが 6 mm であった場合、リップ先端から約 17 % の長さである約 1 mm の位置で測定されたときの接触角度 1 とすることが好ましい。

【 0 0 5 2 】

このように、オイルシール 1 は、スリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 における傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a と接触する弾性体部 2 1 のメインリップ 2 2 が機内 A 側に配置されて潤滑油が滲み出すことを防止するとともに、スリンガー 3 0 の円筒部 3 1 の外周面 3 1 a に接触する弾性体部 2 1 のダストリップ 2 3 が機外 B 側に配置されてダストの侵入および機外 B 側へ潤滑油が漏洩することを防止する構造を有している。

【 0 0 5 3 】

ところで、一般的にハブベアリングに用いられるハブシールは、スリンガーのフランジ部と接触する弾性体部のサイドリップ（メインリップ 2 2 に相当）が機外 B 側に配置されてダストの侵入を防止するとともに、スリンガーの円筒部と接触するラジアルリップ（ダストリップ 2 3 に相当）が機内 A 側に配置されて潤滑油の漏洩を防止する構造を有している。

【 0 0 5 4 】

すなわち、本発明のオイルシール 1 は、ハブベアリングに用いられるハブシールと比べて、スリンガー 3 0 と接触するメインリップ 2 2 の配置が真逆であり、かつ、その役割についても逆であるため、ハブシールとは根本的に異なるシール構造を有するものである。

【 0 0 5 5 】

このような構成のオイルシール 1 において、弾性体部 2 1 のメインリップ 2 2、ダストリップ 2 3、および、スリンガー 3 0 の円筒部 3 1 の外周面 3 1 a、および、フランジ部 3 3 の垂直フランジ部分 3 4 および傾斜フランジ部分 3 5 によって軸線 x を中心とした環状の閉じた空間 S（図 6）が形成されている。

【 0 0 5 6 】

この空間 S は、スリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 における傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a とメインリップ 2 2 のリップ先端との隙間を伝って機内 A 側から当該空間 S に滲み出た潤滑油 G 1（図 6）を貯留する空間である。この空間 S に貯留された潤滑油 G 1 は、ダストリップ 2 3 の存在により機外 B 側へ漏洩することが抑制されている。

【 0 0 5 7 】

< 作用および効果 >

以上の構成において、第 1 の実施の形態におけるオイルシール 1 は、シール部 1 0 がハウジング 2 0 2 の内周面 2 0 2 a に圧入して固定されるとともに、スリンガー 3 0 がクランクシャフト 2 0 1 の外周面 2 0 1 a に圧入して固定されることに装着される。

【 0 0 5 8 】

このとき、シール部 1 0 における弾性体部 2 1 のダストリップ 2 3 をスリンガー 3 0 の円筒部 3 1 の外周面 3 1 a に所定の締め代で接触させるとともに、当該弾性体部 2 1 のメインリップ 2 2 をスリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 の傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a に所定の締め代で接触させる。この場合、メインリップ 2 2 は、付け根部分 2 2 r の厚さが本体部分 2 2 b よりも薄いため、当該メインリップ 2 2 が付け根から曲がるとしてもリップ先端が撓むことない程度の締め代である。

【 0 0 5 9 】

このとき、弾性体部 2 1 のメインリップ 2 2 のリップ先端は、4 本のネジ溝 3 6 の何れかとメインリップ 2 2 のリップ先端とが必ず接触するように、シール部 1 0 とスリンガー 3 0 とが組み合わされる。

【 0 0 6 0 】

上述したように組み合わされて取り付けられたシール部 1 0 とスリンガー 3 0 とからなるオイルシール 1 は、クランクシャフト 2 0 1 の回転に伴ってスリンガー 3 0 が左回転（反時計回り）する。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

このとき、オイルシール1は、フランジ部33の外周側(矢印c方向)の端部領域に形成された4本のネジ溝36の影響により、空間Sにしみ出た潤滑油G1を内周側(矢印d方向)から外周側(矢印c方向)へ向かって移動させ、フランジ部33の傾斜フランジ部分35の外側面35aとメインリップ22のリップ先端との隙間から機内A側へ吸い込んで排出する(ネジ作用)ことができる。すなわち、ネジ溝36は、潤滑油G1を空間Sから機内A側へ吸い込んで排出する油排出作用を機能として有している。このように、傾斜フランジ部分35の外側面35aにおいてメインリップ22と接触する部分には、回転時に潤滑油をハウジング202の機内側へ戻す排出作用を発揮するためのネジ溝36が形成されている。

【0062】

なお、オイルシール1では、弾性体部21の中間リップ24の存在により、空間Sにしみ出てきた潤滑油G1を受け止めることができるので、ダストリップ23に潤滑油G1が直接到達することを防ぎながら空間Sに侵入した潤滑油G1を機内A側へ吸い出すことができる。

【0063】

また、オイルシール1は、スリンガー30のフランジ部33の回転に伴う遠心力によって空間S内の潤滑油G1を内周側(矢印d方向)から外周側(矢印c方向)へ向かって移動させ、フランジ部33の傾斜フランジ部分35の外側面35aとメインリップ22のリップ先端との隙間から機内A側へ潤滑油G1を振り切りながら排出する(振切作用)ことができる。

【0064】

すなわち、オイルシール1は、ネジ溝36の影響による空間Sの潤滑油G1に対するネジ作用と、フランジ部33の傾斜フランジ部分35の遠心力による空間Sの潤滑油G1に対する振切作用とにより、空間Sに存在する潤滑油G1を機内Aに吸い込んで排出するポンピング効果を働かせることができる。

【0065】

ところで、図5に示すように、従来の密封装置100(図22)ではメインリップ111の内側の面である内側面111uとフランジ部103の外側面103aとの相対的な接触角度 θ_0 を有する。これに比べて、図6に示すように、本発明のオイルシール1ではメインリップ22の内側面22uと傾斜フランジ部分35の外側面35aとの相対的な接触角度 θ_1 の方が接触角度 θ_0 よりも小さくなっている($\theta_0 > \theta_1$)。すなわち、傾斜フランジ部分35とメインリップ22の間には、傾斜フランジ部分35の外側面35aとメインリップ22とが接触したときの当該傾斜フランジ部分35と当該メインリップ22とがなす相対的な接触角度 θ_1 が小さくなるような狭小化構造が形成されている。

【0066】

従来の密封装置100では、メインリップ111とフランジ部103との接触角度 θ_0 が大きいため、当該メインリップ111の内側面111uとフランジ部103の外側面103aとの間に表面張力により付着される潤滑油G0の量が少ない。そのため、ポンピング効果が働いても、空間Sに侵入した潤滑油G0が全て効率良く機内A側へ排出されることがないので一部残留してしまう。

【0067】

これに対して、本発明のオイルシール1では、メインリップ22とフランジ部33の傾斜フランジ部分35との相対的な接触角度 θ_1 が従来の接触角度 θ_0 よりも小さい。このため、メインリップ22の内側面22uと傾斜フランジ部分35の外側面35aとの間に表面張力により付着して貯留される潤滑油G1の量が従来よりも多くなっている。

【0068】

すなわち、メインリップ22の内側面22uと傾斜フランジ部分35の外側面35aとに付着される潤滑油G1の付着面積が従来よりも大きくなっている。具体的には、メインリップ22の内側面22uおよび傾斜フランジ部分35の外側面35aに付着される潤滑油G1の付着幅W1が従来の密封装置100(図5)よりも大きい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

このため、メインリップ 2 2 の内側面 2 2 u と傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a との間に表面張力により付着された潤滑油 G 1 がそのまま全てポンピング作用によって機内 A 側へ効率よく排出されるため、空間 S に潤滑油 G 1 が残留してしまうことを防止することができる。

【 0 0 7 0 】

ところで、従来のフランジ部 1 0 3 では、当該フランジ部 1 0 3 の外側面 1 0 3 a に付着した潤滑油 G 0 が遠心力により振り切られるときの外周側（矢印 c 方向）へ向かう速度ベクトルが大きい。

【 0 0 7 1 】

これに対し、本発明のオイルシール 1 では、傾斜フランジ部分 3 5 が傾斜しているため、当該傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a に付着している潤滑油 G 1 が遠心力により振り切られるときの外周側（矢印 c 方向）へ向かう速度ベクトルが従来のフランジ部 1 0 3 よりも小さくなる。

【 0 0 7 2 】

さらに、オイルシール 1 では、傾斜フランジ部分 3 5 が傾斜しているため、傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a に付着している潤滑油 G 1 の方が従来のフランジ部 1 0 3 に付着している潤滑油 G 0 よりも離間し難い状態にある。したがって、オイルシール 1 では、傾斜フランジ部分 3 5 が傾斜しているため、当該傾斜フランジ部分 3 5 に付着した潤滑油 G 1 は、遠心力と表面張力により当該傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a に沿って機内 A 側へ効率良く排出される。

【 0 0 7 3 】

かくしてオイルシール 1 では、エンジンの回転数が所定回転数以上に高くなった場合であっても、フランジ部 3 3 の遠心力による潤滑油 G 1 の振切作用と、ネジ溝 3 6 により潤滑油 G 1 を機内 A 側へ戻すネジ作用が効果的に働くことになる。

【 0 0 7 4 】

すなわちオイルシール 1 では、機内 A 側から空間 S にしみ出た潤滑油 G 1 を当該空間 S から機内 A 側へ効率的かつ短時間のうちに戻すポンピング効果を十分に発揮させることができる。かくして、オイルシール 1 は、機内 A の潤滑油 G 1 が空間 S にしみ出たとしても、空間 S に残留してしまい、当該空間 S から機外 B へ潤滑油 G 1 が漏洩することを大幅に低減することができる。

【 0 0 7 5 】

さらにオイルシール 1 では、スリンガー 3 0 の垂直フランジ部分 3 4 と中間リップ 2 4 との間隔が従来の密封装置 1 0 0（図 2 2）よりも狭くなっているため、ラビリンス効果により機外 B 側から機内 A 側へダストが侵入することを従来よりも効果的に防止することができる。

【 0 0 7 6 】

さらに、オイルシール 1 では、メインリップ 2 2 のリップ先端と傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a との相対的な接触角度 θ_1 が従来よりも小さいので、メインリップ 2 2 の内側面 2 2 u と傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a との密着度が従来よりも増し、ネジ溝 3 6 を多く塞ぐことになるため、従来に比して静止漏れを抑制することができる。

【 0 0 7 7 】

< 実施例 >

本発明のオイルシール 1 において、エンジンの回転数が例えば 8000rpm の場合であっても、メインリップ 2 2 とフランジ部 3 3 の傾斜フランジ部分 3 5 とが接触したときの相対的な接触角度 θ_1 を約 30 度程度の角度大から約 0 度の角度小まで次第に小さくした場合、空間 S に存在する潤滑油 G 1 が含まれたエアの機内 A 側へのエア吸込量の変化を計測した。図 7（A）は、その接触角度 θ_1 とエア吸込量との関係を表したグラフである。

【 0 0 7 8 】

ここで、オイルシール 1 のスリンガー 3 0 に用いられるメインリップ 2 2 としては、上

10

20

30

40

50

述したような薄肉リップだけではなく、付け根部分 2 2 r の厚さが本体部分 2 2 b の厚さとほぼ同一かそれ以上の厚さを有する厚肉リップであってもよく、以下の説明では薄肉リップ 2 2 0 n および厚肉リップ 2 2 0 k として区別する。なお、比較対象として、ネジ溝 3 6 が形成されていないスリンガー（本発明のスリンガー 3 0 に相当する形状のスリンガー）に用いられる薄肉リップについては、薄肉リップ 2 2 0 x として区別する。

【 0 0 7 9 】

この計測結果では、接触角度 θ_1 が大きい場合、薄肉リップ 2 2 0 n、厚肉リップ 2 2 0 k および薄肉リップ 2 2 0 x の何れにおいても、エア吸込量が 0 [ml/min] であるが、接触角度 θ_1 が小さくなるに連れてエア吸込量がほぼリニアに増大していることが示されている。なお、ネジ溝 3 6 が形成されていないスリンガーに用いられる薄肉リップ 2 2 0 x については、ネジ溝 3 6 が設けられていないため接触角度 θ_1 が小さくてもエア吸込量が 0 [ml/min] であり、空間 S に潤滑油 G 1 が滲み出る可能性が高いことが予測される。

10

【 0 0 8 0 】

このようにオイルシール 1 では、エンジンの回転数が 8000rpm の場合であって、メインリップ 2 2 とフランジ部 3 3 の傾斜フランジ部分 3 5 との相対的な接触角度 θ_1 が小さくなり、潤滑油 G 1 の傾斜フランジ部分 3 5 の外側面 3 5 a に対する付着幅 W 1 が大きくなる場合、空間 S に存在する潤滑油 G 1 が含まれたエアの機内 A 側へのエア吸込量が大幅に増大することが分かった。

【 0 0 8 1 】

すなわち、オイルシール 1 は、従来に比して、クランクシャフト 2 0 1 の回転数が所定以上の高速回転時であっても、メインリップ 2 2 とフランジ部 3 3 の傾斜フランジ部分 3 5 との相対的な接触角度 θ_1 が小さくなれば、機内 A 側から空間 S に滲み出した潤滑油 G 1 を機内 A 側へ効率的に戻し、空間 S に潤滑油 G 1 が貯留されることを防止できることが判明した。

20

【 0 0 8 2 】

その後、同様の条件で図 7 (B) に示すように、メインリップ 2 2 のリップ先端と、スリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 における傾斜フランジ部分 3 5 とが締め代 2 . 5 mm のときに接触幅 d 1 (例えば 0 . 0 8 mm) で接触している場合の接触部分の内周側 (矢印 d 方向) の端部 (以下、「内周側端」ともいう。) からメインリップ 2 2 の内側面 2 2 u に沿った 1 mm の位置における接触角度 θ_1 を測定基準として実験を行った。

30

【 0 0 8 3 】

この場合、メインリップ 2 2 のリップ先端から付け根部分 2 2 r までの長さが 6 mm であり、リップ先端における接触幅 d 1 (例えば 5 mm) の接触部分の内周側端から約 1 7 % の長さに相当する約 1 mm の位置での接触角度 θ_1 とする。

【 0 0 8 4 】

その結果、図 7 (C) に示すように、薄肉リップ 2 2 0 n () において接触角度 θ_1 が約 1 7 度以下になると、空間 S に存在する潤滑油 G 1 が含まれたエアの機内 A 側へのエア吸込量が急激に増大することが判明した。具体的には、接触角度 θ_1 が約 1 3 度においてエア吸込量が 2 3 ml/min、約 5 度においてエア吸込量が 7 8 ml/min、約 0 度においてエア吸込量が 1 4 0 ml/min となっている。

40

【 0 0 8 5 】

同様に、厚肉リップ 2 2 0 k () においても、接触角度 θ_1 が約 1 7 度以下になると、空間 S に存在する潤滑油 G 1 が含まれたエアの機内 A 側へのエア吸込量が次第に増大することが判明した。

【 0 0 8 6 】

すなわち、ネジ溝 3 6 が形成されているスリンガー 3 0 に用いられる薄肉リップ 2 2 0 n () および厚肉リップ 2 2 0 k () であれば、メインリップ 2 2 と傾斜フランジ部分 3 5 との相対的な接触角度 θ_1 が約 1 7 度以下になればなるほど、エア吸込み量が増大することが分かった。ただし、薄肉リップ 2 2 0 x においては、やはり、ネジ溝 3 6 が

50

設けられていないため、接触角度 1 の値に拘わらずエア吸込量が 0 [ml/min] のままであった。

【 0 0 8 7 】

< 第 2 の実施の形態 >

図 8 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る密封装置の装着状態を示す断面図である。図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る密封装置の単体の構成を示す拡大断面図である。図 10 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る密封装置において、メインリップとスリンガのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

【 0 0 8 8 】

< 密封装置の構成 >

図 8 および図 9 に示すように、本発明の第 2 の実施の形態に係る密封装置としてのオイルシール 2000 は、機内 A に潤滑油が存在する自動車用エンジン（特にガソリンエンジン）のシールとして用いられ、機内 A の潤滑油が機外 B へ漏洩するのを防止するとともに、機外 B から機内 A へダスト等の異物が侵入するのを防止するものである。

【 0 0 8 9 】

オイルシール 2000 は、ハウジング 202 の内周側（矢印 d 方向）の面である内周面 202 a に装着されるシール部 10 と、ハウジング 202 に対して回転する回転軸としてのクランクシャフト 201 の外周側（矢印 c 方向）の面である外周面 201 a に装着されるスリンガー 130 とを備え、これらが組み合わされて構成されている。

【 0 0 9 0 】

シール部 10 は、補強環 20 と、当該補強環 20 と一体に形成された弾性体部 21 とを備えている。補強環 20 および弾性体部 21 の構成は、第 1 の実施の形態と同じであるため、ここではその説明を省略する。

【 0 0 9 1 】

スリンガー 130 は、クランクシャフト 201 の外周面 201 a に装着された状態で、当該クランクシャフト 201 の回転とともに連れ回る例えば金属製の板状部材であり、円筒部 131、および、曲線状に湾曲した湾曲フランジ部 133 を備えている。スリンガー 130 は、例えば板状部材を曲げ加工により形成することが可能である。

【 0 0 9 2 】

スリンガー 130 の円筒部 131 は、軸線 x に沿って略平行に延びる円筒状の部分であり、ハウジング 202 に対して回転するクランクシャフト 201 の外周面 201 a に圧入して固定することにより装着される。円筒部 131 は、従来のスリンガー 101 の円筒部 105 に比べると軸線 x 方向の長さが短くなっている。スリンガー 130 の円筒部 131 は、外周側（矢印 c 方向）の面である外周面 131 a を有しており、その外周面 131 a に対して弾性体部 21 のダストリップ 23 のリップ先端が摺動自在に接触する。これにより、機外 B からダスト等の異物が機内 A に侵入することを防止している。

【 0 0 9 3 】

湾曲フランジ部 133 は、円筒部 131 の内側（矢印 b 方向）の端部からクランクシャフト 201 の軸線 x と離間する方向へ曲線状に湾曲しながら延びた、軸線 x を中心とする円環状のフランジ部分であり、弾性体部 21 に対して凹状に形成されている。湾曲フランジ部 133 は、曲率半径の小さい小半径フランジ部分 133 m、および、小半径フランジ部分 133 m よりも曲率半径の大きい大半径フランジ部分 133 s を備えている。小半径フランジ部分 133 m および大半径フランジ部分 133 s は、その外側（矢印 a 方向）の面である外側面 133 a が滑らかに繋がるように一体化されている。

【 0 0 9 4 】

湾曲フランジ部 133 は、軸線 x 方向に沿った長さが短い円筒部 131 の内側（矢印 b 方向）の端部から湾曲した小半径フランジ部分 133 m を有しているため、弾性体部 21 の中間リップ 24 と軸線 x 方向において対向したとき、当該中間リップ 24 のリップ先端と湾曲フランジ部 133（小半径フランジ部分 133 m）の外側面 133 a との間隔が従来に比して狭くなっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 5 】

大半径フランジ部分 1 3 3 s は、小半径フランジ部分 1 3 3 m に比べて曲率半径が非常に大きくなっており、外周側（矢印 c 方向）の先端に向かうに連れてメインリップ 2 2 に近付かないように湾曲部分の曲がりが緩やかになった、軸線 x を中心とする円盤状部分である。

【 0 0 9 6 】

すなわち、大半径フランジ部分 1 3 3 s において、機外 B 側の外側（矢印 a 方向）の端面である外側面 1 3 3 a は、外周側（矢印 c 方向）の先端に向かうに連れてメインリップ 2 2 に近付かないように湾曲部分の曲がりが緩やかになっている。このため、メインリップ 2 2 のリップ先端と大半径フランジ部分 1 3 3 s の外側面 1 3 3 a との相対的な接触角度 1（図 9 および図 1 0）を、従来のスリンガー 1 0 1 の円筒部 1 0 5 とメインリップ 1 1 1 との相対的な接触角度 0（図 5）よりも小さくしている。

10

【 0 0 9 7 】

なお、大半径フランジ部分 1 3 3 s の外側面 1 3 3 a の外周側（矢印 c 方向）の端部領域には、空間 S に侵入した潤滑油 G 1（図 1 0）を機外 A へ排出するために用いられる 4 本の螺旋溝状のネジ溝 3 6 が設けられている。

【 0 0 9 8 】

これら 4 本のネジ溝 3 6 は、図 3 に示したように、第 1 の実施の形態におけるネジ溝 3 6 と同様の構成を有しており、ここではその説明を省略する。この場合もネジ溝 3 6 は、4 等配の溝としてそれぞれ独立して形成されているが、これに限るものではなく、2 等配、3 等配、6 等配等のその他種々の本数であってもよい。

20

【 0 0 9 9 】

また、ネジ溝 3 6 の代わりに、図 4（A）および図 4（B）に示したような放射状溝 3 7（3 7 a ~ 3 7 h）であったり、傾斜状溝 3 8（3 8 a ~ 3 8 h）であってもよい。

【 0 1 0 0 】

上述したように、湾曲フランジ部 1 3 3 の大半径フランジ部分 1 3 3 s は、弾性体部 2 1 のメインリップ 2 2 のリップ先端と外側面 1 3 3 a とが接触する際の相対的な接触角度 1（図 9、図 1 0）を、従来の接触角度 0（図 5）に比して小さくすることを目的として、大きな曲率半径により湾曲状に形成されている。

【 0 1 0 1 】

この場合、接触角度 1 が従来の接触角度 0 よりも小さくなる分だけ、メインリップ 2 2 のリップ先端と大半径フランジ部分 1 3 3 s の外側面 1 3 3 a との接触面積が増大するため密封性を維持し易くなる。ここで、接触角度 1 は、メインリップ 2 2 のリップ先端が大半径フランジ部分 1 3 3 s の外側面 1 3 3 a に押し付けられているものの、当該メインリップ 2 2 のリップ先端側が折れ曲がることのない程度の締め代で大半径フランジ部分 1 3 3 s の外側面 1 3 3 a と接触した状態にあることを前提とする。ただし、これに限るものではなく、メインリップ 2 2 の先端側が折れ曲がる程度の締め代で大半径フランジ部分 1 3 3 s の外側面 1 3 3 a とリップ先端とが接触した状態であってもよい。この場合、当該メインリップ 2 2 のリップ先端から付け根までの長さのうち、リップ先端から約 2 0 % の長さよりも短い先端側の位置で測定された接触角度 1 であるものとする。ただし、これに限らず、リップ先端から約 1 7 % の長さよりも短い先端側の位置で測定された接触角度 1 であることが好ましい。

30

40

【 0 1 0 2 】

このように、オイルシール 2 0 0 0 は、スリンガー 1 3 0 の湾曲フランジ部 1 3 3 における大半径フランジ部分 1 3 3 s の外側面 1 3 3 a と接触する弾性体部 2 1 のメインリップ 2 2 が機内 A 側に配置されて潤滑油が滲み出すことを防止するとともに、スリンガー 1 3 0 の円筒部 1 3 1 の外周面 1 3 1 a に接触する弾性体部 2 1 のダストリップ 2 3 が機外 B 側に配置されてダストの侵入および機外 B 側へ潤滑油が漏洩することを防止する構造を有している。

【 0 1 0 3 】

50

ところで、一般的にハブベアリングに用いられるハブシールは、スリンガーのフランジ部と接触する弾性体部のサイドリップ（メインリップ 22 に相当）が機外 B 側に配置されてダストの侵入を防止するとともに、スリンガーの円筒部と接触するラジアルリップ（ダストリップ 23 に相当）が機内 A 側に配置されて潤滑油の漏洩を防止する構造を有している。

【0104】

すなわち、本発明のオイルシール 2000 は、ハブベアリングに用いられるハブシールと比べて、スリンガー 130 と接触するメインリップ 22 の配置が真逆であり、かつ、その役割についても逆であるため、ハブシールとは根本的に異なるシール構造を有するものである。

10

【0105】

このような構成のオイルシール 2000 において、弾性体部 21 のメインリップ 22、ダストリップ 23、および、スリンガー 130 の円筒部 131 の外周面 131a、および、湾曲フランジ部 133 の小半径フランジ部分 133m および大半径フランジ部分 133s によって軸線 x を中心とした環状の閉じた空間 S（図 10）が形成されている。

【0106】

この空間 S は、スリンガー 130 の湾曲フランジ部 133 における大半径フランジ部分 133s の外側面 133a とメインリップ 22 のリップ先端との隙間を伝って機内 A 側から当該空間 S に滲み出た潤滑油 G1（図 10）を貯留する空間である。この空間 S に貯留された潤滑油 G1 は、ダストリップ 23 の存在により機外 B 側へ漏洩することが抑制されている。

20

【0107】

<作用および効果>

以上の構成において、第 2 の実施の形態におけるオイルシール 2000 は、シール部 10 がハウジング 202 の内周面 202a に圧入して固定されるとともに、スリンガー 130 がクランクシャフト 201 の外周面 201a に圧入して固定されることに装着される。

【0108】

このとき、シール部 10 における弾性体部 21 のダストリップ 23 をスリンガー 130 の円筒部 131 の外周面 131a に所定の締め代で接触させるとともに、当該弾性体部 21 のメインリップ 22 をスリンガー 130 の湾曲フランジ部 133 の外側面 133a に所定の締め代で接触させる。この場合、メインリップ 22 は、付け根部分 22r の厚さが本体部分 22b よりも薄いため、当該メインリップ 22 が付け根から曲がるとしてもリップ先端が撓むことない程度の締め代である。

30

【0109】

このとき、弾性体部 21 のメインリップ 22 のリップ先端は、4 本のネジ溝 36 のどれかとメインリップ 22 のリップ先端とが必ず接触するように、シール部 10 とスリンガー 130 とが組み合わされる。

【0110】

上述したように組み合わされて取り付けられたシール部 10 とスリンガー 130 とからなるオイルシール 2000 は、クランクシャフト 201 の回転に伴ってスリンガー 130 が左回転（反時計回り）する。

40

【0111】

このとき、オイルシール 2000 は、湾曲フランジ部 133 の大半径フランジ部分 133s における外周側（矢印 c 方向）の端部領域に形成された 4 本のネジ溝 36 の影響により、空間 S に滲み出た潤滑油 G1 を内周側（矢印 d 方向）から外周側（矢印 c 方向）へ向かって移動させ、大半径フランジ部分 133s の外側面 133a とメインリップ 22 のリップ先端との隙間から機内 A 側へ吸い込んで排出する（ネジ作用）ことができる。すなわち、ネジ溝 36 は、潤滑油 G1 を空間 S から機内 A 側へ吸い込んで排出する油排出作用を機能として有している。このように、傾斜フランジ部分 35 の外側面 35a においてメインリップ 22 と接触する部分には、回転時に潤滑油をハウジング 202 の機内側へ戻す排

50

出作用を発揮するためのネジ溝 36 が形成されている。

【0112】

なお、オイルシール 2000 では、弾性体部 21 の中間リップ 24 の存在により、空間 S に滲み出てきた潤滑油 G1 を受け止めることができるので、ダストリップ 23 に潤滑油 G1 が直接到達することを防ぎながら空間 S に侵入した潤滑油 G1 を機内 A 側へ吸い出すことができる。

【0113】

また、オイルシール 2000 は、スリンガー 130 の湾曲フランジ部 133 の回転に伴う遠心力によって空間 S 内の潤滑油 G1 を内周側（矢印 d 方向）から外周側（矢印 c 方向）へ向かって移動させ、湾曲フランジ部 133 の大半径フランジ部分 133s の外側面 133a とメインリップ 22 のリップ先端との隙間から機内 A 側へ潤滑油 G1 を振り切りながら排出する（振切作用）ことができる。

10

【0114】

すなわち、オイルシール 2000 は、ネジ溝 36 の影響による空間 S の潤滑油 G1 に対するネジ作用と、湾曲フランジ部 133 の大半径フランジ部分 133s の遠心力による空間 S の潤滑油 G1 に対する振切作用とにより、空間 S に存在する潤滑油 G1 を機内 A に排出するポンピング効果を働かせることができる。

【0115】

ところで、図 5 に示すように、従来の密封装置 100（図 22）ではメインリップ 111 の内側の面である内側面 111u とフランジ部 103 の外側面 103a との相対的な接触角度 θ_0 を有する。これに比べて、図 10 に示すように、本発明のオイルシール 2000 ではメインリップ 22 の内側面 22u と大半径フランジ部分 133s の外側面 133a との相対的な接触角度 θ_1 の方が接触角度 θ_0 よりも小さくなっている（ $\theta_0 > \theta_1$ ）。すなわち、大半径フランジ部分 133s とメインリップ 22 との間には、大半径フランジ部分 133s の外側面 133a とメインリップ 22 とが接触したときの当該大半径フランジ部分 133s と当該メインリップ 22 とがなす相対的な接触角度 θ_1 が小さくなるような狭小化構造が形成されている。

20

【0116】

従来の密封装置 100 では、メインリップ 111 とフランジ部 103 との接触角度 θ_0 が大きいため、当該メインリップ 111 の内側面 111u とフランジ部 103 の外側面 103a との間に表面張力により付着される潤滑油 G0 の量が少ない。そのため、ポンピング効果が働いても、空間 S に侵入した潤滑油 G0 が全て効率良く機内 A 側へ排出されることがないので一部残留してしまう。

30

【0117】

これに対して、本発明のオイルシール 2000 では、メインリップ 22 と湾曲フランジ部 133 の大半径フランジ部分 133s との相対的な接触角度 θ_1 が従来の接触角度 θ_0 よりも小さい。このため、メインリップ 22 の内側面 22u と大半径フランジ部分 133s の外側面 133a との間に表面張力により付着して貯留される潤滑油 G1 の量が従来よりも多くなっている。

【0118】

すなわち、メインリップ 22 の内側面 22u と大半径フランジ部分 133s の外側面 133a とに付着される潤滑油 G1 の付着面積が従来よりも大きくなっている。具体的には、メインリップ 22 の内側面 22u および大半径フランジ部分 133s の外側面 133a に付着される潤滑油 G1 の付着幅 W1 が従来の密封装置 100（図 5）よりも大きい。

40

【0119】

このため、メインリップ 22 の内側面 22u と大半径フランジ部分 133s の外側面 133a との間に表面張力により付着された潤滑油 G1 がそのまま全てポンピング作用によって機内 A 側へ効率よく排出されるため、空間 S に潤滑油 G1 が残留してしまうことを防止することができる。

【0120】

50

ところで、従来のフランジ部 103 では、当該フランジ部 103 の外側面 103 a に付着した潤滑油 G0 が遠心力により振り切られるときの外周側（矢印 c 方向）へ向かう速度ベクトルが大きい。

【0121】

これに対し、本発明のオイルシール 2000 では、大半径フランジ部分 133 s が湾曲し、外側面 133 a が従来ほど垂直ではなく傾斜しているため、当該大半径フランジ部分 133 s の外側面 133 a に付着している潤滑油 G1 が遠心力により振り切られるときの外周側（矢印 c 方向）へ向かう速度ベクトルが従来のフランジ部 103 よりも小さくなる。

【0122】

さらに、オイルシール 2000 では、大半径フランジ部分 133 s が湾曲し、外側面 133 a が従来ほど垂直ではないため、大半径フランジ部分 133 s の外側面 133 a に付着している潤滑油 G1 の方が従来のフランジ部 103 に付着している潤滑油 G0 よりも離間し難い状態にある。したがって、オイルシール 2000 では、大半径フランジ部分 133 s が湾曲しているため、当該大半径フランジ部分 133 s の外側面 133 a に付着した潤滑油 G1 は、遠心力と表面張力により当該大半径フランジ部分 133 s の外側面 133 a に沿って機内 A 側へ効率良く排出される。

10

【0123】

かくしてオイルシール 2000 では、エンジンの回転数が所定回転数以上に高くなった場合であっても、湾曲フランジ部 133 の遠心力による潤滑油 G1 の振切作用と、ネジ溝 36 により潤滑油 G1 を機内 A 側へ戻すネジ作用が効果的に働く。

20

【0124】

すなわちオイルシール 2000 では、機内 A 側から空間 S に滲み出た潤滑油 G1 を当該空間 S から機内 A 側へ効率的かつ短時間のうちに戻すポンピング効果を十分に発揮させることができる。かくして、オイルシール 2000 は、機内 A の潤滑油 G1 が空間 S に滲み出たとしても、空間 S に残留してしまい、当該空間 S から機外 B へ潤滑油 G1 が漏洩することを大幅に低減することができる。

【0125】

さらにオイルシール 2000 では、スリンガー 130 の湾曲フランジ部 133 と中間リップ 24 との間隔が従来の密装置 100（図 22）よりも狭くなっているため、ラピリンス効果により機外 B 側から機内 A 側へダストが侵入することを従来よりも効果的に防止することができる。

30

【0126】

さらに、オイルシール 2000 では、メインリップ 22 のリップ先端と大半径フランジ部分 133 s の外側面 133 a との相対的な接触角度 θ_1 が従来よりも小さいので、メインリップ 22 の内側面 22 u と大半径フランジ部分 133 s の外側面 133 a との密着度が従来よりも増し、ネジ溝 36 を多く塞ぐことになるため、従来に比して静止漏れを抑制することができる。

【0127】

<実施例>

本発明のオイルシール 2000 において、エンジンの回転数が例えば 8000rpm の場合であって、メインリップ 22 と湾曲フランジ部 133 の大半径フランジ部分 133 s とが接触したときの相対的な接触角度 θ_1 を約 30 度程度の角度大から約 0 度の角度小まで次第に小さくした場合、空間 S に存在する潤滑油 G1 が含まれたエアーの機内 A 側へのエアー吸込量の変化を計測した。図 7（A）は、その接触角度 θ_1 とエアー吸込量との関係を表したグラフである。

40

【0128】

ここで、オイルシール 2000 のスリンガー 130 に用いられるメインリップ 22 としては、上述したように薄肉リップだけではなく、付け根部分 22 r の厚さが本体部分 22 b の厚さとほぼ同一かそれ以上の厚さを有する厚肉リップであってもよく、以下の説明では薄肉リップ 220 n および厚肉リップ 220 k として区別する。なお、比較対象として

50

、ネジ溝 36 が形成されていないスリンガー（本発明のスリンガー 130 に相当する形状のスリンガー）に用いられる薄肉リップについては、薄肉リップ 220x として区別する。

【0129】

この計測結果では、接触角度 1 が大きい場合、薄肉リップ 220n、厚肉リップ 220k および薄肉リップ 220x の何れにおいても、エア吸込量が 0 [ml/min] であるが、接触角度 1 が小さくなるに連れてエア吸込量がほぼリニアに増大していることが示されている。なお、ネジ溝 36 が形成されていない薄肉リップ 220x については、ネジ溝 36 が設けられていないため接触角度 1 が小さくなくてもエア吸込量が 0 [ml/min] であり、空間 S に潤滑油 G1 が滲み出る可能性が高いことが予測される。

【0130】

このようにオイルシール 2000 では、エンジンの回転数が 8000rpm の場合であって、メインリップ 22 と湾曲フランジ部 133 の大半径フランジ部分 133s との相対的な接触角度 1 が小さくなり、潤滑油 G1 の大半径フランジ部分 133s の外側面 133a に対する付着幅 W1 が大きくなる場合、空間 S に存在する潤滑油 G1 が含まれたエアの機内 A 側へのエア吸込量が大幅に増大することが分かった。

【0131】

すなわち、オイルシール 2000 は、従来に比して、クランクシャフト 201 の回転数が所定以上の高速回転時であっても、メインリップ 22 と湾曲フランジ部 133 の大半径フランジ部分 133s との相対的な接触角度 1 が小さくなれば、機内 A 側から空間 S に滲み出した潤滑油 G1 を機内 A 側へ効率的に戻し、空間 S に潤滑油 G1 が貯留されることを防止できることが判明した。

【0132】

この場合も、メインリップ 22 のリップ先端から付け根部分 22r までの長さが 6mm であり、図 7 (B) 同様、リップ先端における接触部分の内周側端から約 17% の長さに相当する約 1mm の位置での接触角度 1 とすると、図 7 (C) に示すように、薄肉リップ 220n () および厚肉リップ 220k () において接触角度 1 が約 17 度以下になると、空間 S に存在する潤滑油 G1 が含まれたエアの機内 A 側へのエア吸込量が急激に増大することが判明した。

【0133】

すなわち、ネジ溝 36 が形成されているスリンガー 30 に用いられる薄肉リップ 220n () および厚肉リップ 220k () であれば、メインリップ 22 と大半径フランジ部分 133s との相対的な接触角度 1 が約 17 度以下になればなるほど、エア吸込み量が増大することが分かった。

【0134】

< 第 3 の実施の形態 >

図 11 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る密封装置の装着状態を示す断面図である。図 12 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る密封装置の単体の構成を示す拡大断面図である。図 13 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る密封装置において、メインリップとスリンガーのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。図 14 は、本発明の第 3 の実施の形態に係るオイルシールの薄肉先端部が折れ曲がる湾曲面の中心と最先端面との間の曲げ距離 L を示す略線的断面図である。図 15 は、本発明の第 3 の実施の形態に係る曲げ距離と締め代との関係を表すグラフである。

【0135】

< 密封装置の構成 >

図 16 よび図 17 に示すように、本発明の第 3 の実施の形態に係る密封装置としてのオイルシール 3000 は、機内 A に潤滑油が存在する自動車用エンジン（特にガソリンエンジン）のシールとして用いられ、機内 A の潤滑油が機外 B へ漏洩するのを防止するとともに、機外 B から機内 A へダスト等の異物が侵入するのを防止するものである。

【0136】

オイルシール 3000 は、ハウジング 202 の内周側（矢印 d 方向）の面である内周面

10

20

30

40

50

202aに装着されるシール部10と、ハウジング202に対して回転する回転軸としてのクランクシャフト201の外周側(矢印c方向)の面である外周面201aに装着されるスリンガー30とを備え、これらが組み合わされて構成されている。

【0137】

シール部10は、補強環20と、当該補強環20と一体に形成された弾性体部21とを備えている。ここで、補強環20の構成は、第1の実施の形態と同様であるため、便宜上その説明を省略する。

【0138】

弾性体部21は、補強環20に一体に取り付けられており、当該補強環20を外側(矢印a方向)、外周側(矢印c方向)の一部、および、内周側(矢印d方向)を覆うように当該補強環20と一体的に成形されている。

10

【0139】

弾性体部21において、リップ被覆部21a、リップ被覆部21b、リップ被覆部21c、リップ被覆部21d、リップ腰部21e、メインリップ322、ダストリップ23、中間リップ24を備えており、第1および第2の実施の形態とはメインリップ322の形状だけが異なっている。

【0140】

弾性体部21のメインリップ322は、リップ腰部21eの内側(矢印b方向)の端部から更に内側(矢印b方向)かつ外周側(矢印c方向)に向かって斜めに延びる、軸線xを中心とした環状のリップ部分であり、内周側(矢印d方向)から外周側(矢印c方向)へ向かって拡径している。

20

【0141】

メインリップ322は、外周側(矢印c方向)の面である外周面322gと、内周側(矢印d方向)の面である内周面322uとの間の幅すなわち厚さがリップ腰部21eから先端側へ向かって同様の太さで延びている。メインリップ322のリップ先端側には、後述するスリンガー30のフランジ部333の外側面333gと接触しない外周面322gにおいて部分的に切り欠かれて切除されたような形状であり、メインリップ322の本体よりも肉厚の薄い薄肉先端部322pを備えている。

【0142】

メインリップ322の薄肉先端部322pは、湾曲面322w、薄肉外周面322gt、最先端面322e、および、薄肉内周面322usによって画成されている。

30

【0143】

薄肉先端部322pの湾曲面322wは、外周面322gにおいて、最先端面322eから所定の長さ(例えば、1mm程度)だけリップ腰部21eに近づいた切欠位置322cから弧状に湾曲した面であり、外周面322gから切欠位置322cを介して最先端面322eへ続く面である。

【0144】

薄肉外周面322gtは、湾曲面322wから滑らかに続き、スリンガー30のフランジ部333の外側面333gと接触する薄肉内周面322usとほぼ平行に最先端面322eまで直線状に延びる平坦な面である。ただし、これに限るものではなく、薄肉外周面322gtは、薄肉内周面322usとほぼ平行ではなく、最先端面322eに向かって薄肉内周面322usとの幅が次第に狭くなるように傾斜した平坦な面であってもよい。この場合、薄肉先端部322pは先端側に向かうに連れて肉厚が僅かに薄くなる先細形状となる。

40

【0145】

最先端面322eは、メインリップ322の最先端の端面であり、薄肉外周面322gtおよび薄肉内周面322usとほぼ垂直な平坦面である。ただし、これに限るものではなく、最先端面322eは丸みを帯びた湾曲面であってもよい。

【0146】

薄肉内周面322usは、メインリップ322の内周面322uのうち、後述するスリ

50

スリンガー 30 のフランジ部 333 の外側（矢印 a 方向）の面である外側面 333 g と接触するリップ先端側の接触面である。なお、内周面 322 u のうち、薄肉内周面 322 u s とリップ腰部 21 e との間の面は厚肉内周面 322 u k となっている。この厚肉内周面 322 u k は、スリンガー 30 のフランジ部 333 の外側面 333 g とは接触することのない基端側の非接触面である。

【0147】

なお、弾性体部 21 のダストリップ 23 および中間リップ 24 の構成は、第 1 の実施の形態と同様であるため、ここではその説明を省略する。

【0148】

スリンガー 30 は、クランクシャフト 201 の外周面 201 a に装着された状態で、当該クランクシャフト 201 の回転とともに連れ回る例えば金属製の板状部材であり、円筒部 31 と、フランジ部 333 とを備えている。スリンガー 30 は、例えば板状部材を曲げ加工により形成することが可能である。

10

【0149】

スリンガー 30 の円筒部 31 は、軸線 x に沿って略平行に延びる円筒状の部分であり、ハウジング 202 に対して回転するクランクシャフト 201 の外周面 201 a に圧入して固定することにより装着される。スリンガー 30 の円筒部 31 は、外周側（矢印 c 方向）の面である外周面 31 a を有しており、その外周面 31 a に対して弾性体部 21 のダストリップ 23 のリップ先端が摺動自在に接触する。これにより、機外 B からダスト等の異物が機内 A に侵入することを防止している。

20

【0150】

スリンガー 30 のフランジ部 333 は、機内 A 側に膨らんだ中空円盤状の膨出部分 333 b と、当該膨出部分 333 b の外周側の端部から機外 B 側へ折り曲げられた後に外周側（矢印 c 方向）へ広がる中空円盤状の円盤部分 333 a とを備えている。

【0151】

フランジ部 333 の膨出部分 333 b の外周側（矢印 c 方向）への高さは、中間リップ 24 のリップ先端の位置よりも高く、当該膨出部分 333 b と中間リップ 24 のリップ先端とが対向するように配置されている。

【0152】

このオイルシール 3000 では、フランジ部 333 の円盤部分 333 a の軸方向における機外 B 側の端面である外側面 333 g に対して、弾性体部 21 のメインリップ 322 の薄肉先端部 322 p が摺動可能に密接することにより、機内 A に存在する潤滑油（オイル）が機外 B へ漏洩することを防止している。

30

【0153】

このオイルシール 3000 において、メインリップ 322 の薄肉先端部 322 p が摺動可能に密接する外側面 333 g の端部領域には、空間 S に侵入した潤滑油 G1（図 13）を機外 A へ排出するために用いられる 4 本の螺旋溝状のネジ溝 334 が設けられている。

【0154】

ネジ溝 334 は、一定の間隔でそれぞれ独立して配置され、クランクシャフト 201 の回転方向に対応して内径側から外径側へ右回転で進む 4 等配の螺旋状の溝であり、個々の溝の始点および終点がそれぞれ異なっている。このネジ溝 334 は、スリンガー 30 におけるフランジ部 333 の円盤部分 333 a の外側面 333 g に形成され、弾性体部 21 のメインリップ 322 の薄肉先端部 322 p が 4 本のネジ溝 334 の範囲内で接触している。

40

【0155】

これら 4 本のネジ溝 334 は、図 3 に示したように、第 1 の実施の形態におけるネジ溝 36 と同様の構成を有しており、ここではその説明を省略する。この場合もネジ溝 334 は、4 等配の溝としてそれぞれ独立して形成されているが、これに限るものではなく、2 等配、3 等配、6 等配等のその他種々の本数であってもよい。

【0156】

また、ネジ溝 334 の代わりに、図 4（A）および図 4（B）に示したような放射状溝

50

37(37a~37h)であったり、傾斜状溝38(38a~38h)であってもよい。

【0157】

上述したように、メインリップ322の薄肉先端部322pは、メインリップ322の本体部分よりも肉薄形状であるため、フランジ部333の外側面333gと接触する際の相対的な接触角度1(図13)を、従来の接触角度0(図5)に比して小さくすることが可能である。

【0158】

この場合、接触角度1が従来の接触角度0よりも小さくなる分だけ、メインリップ322の薄肉先端部322pとフランジ部333の外側面333gとの接触面積が増大するため密封性を維持し易くなる。ここで、接触角度1は、メインリップ322の薄肉先端部322pがフランジ部333の外側面333gに押し付けられた際、当該メインリップ322の本体部分が折れ曲がることのない程度の締め代でフランジ部333の外側面333gと接触した状態にあることを前提とする。

10

【0159】

このように、オイルシール3000は、スリンガー30のフランジ部333における外側面333gと接触する弾性体部21のメインリップ322が機内A側に配置されて潤滑油が滲み出すことを防止するとともに、スリンガー30の円筒部31の外周面31aに接触する弾性体部21のダストリップ23が機外B側に配置されてダストの侵入および機外B側へ潤滑油が漏洩することを防止する構造を有している。

【0160】

20

ところで、一般的にハブベアリングに用いられるハブシールは、スリンガーのフランジ部と接触する弾性体部のサイドリップ(メインリップ322に相当)が機外B側に配置されてダストの侵入を防止するとともに、スリンガーの円筒部と接触するラジアルリップ(ダストリップ23に相当)が機内A側に配置されて潤滑油の漏洩を防止する構造を有している。

【0161】

すなわち、本発明のオイルシール3000は、ハブベアリングに用いられるハブシールと比べて、スリンガー30と接触するメインリップ322の配置が真逆であり、かつ、その役割についても逆であるため、ハブシールとは根本的に異なるシール構造を有するものである。

30

【0162】

このような構成のオイルシール3000において、弾性体部21のメインリップ322、ダストリップ23、および、スリンガー30の円筒部31の外周面31a、および、フランジ部333の外側面333gによって軸線xを中心とした環状の閉じた空間S(図12および図13)が形成されている。

【0163】

この空間Sは、スリンガー30のフランジ部333における外側面333gとメインリップ322の薄肉先端部322pとの隙間を伝って機内A側から当該空間Sに滲み出た潤滑油G1(図13)を貯留する空間である。この空間Sに貯留された潤滑油G1は、ダストリップ23の存在により機外B側へ漏洩することが抑制されている。

40

【0164】

<作用および効果>

以上の構成において、第3の実施の形態におけるオイルシール3000は、シール部10がハウジング202の内周面202aに圧入して固定されるとともに、スリンガー30がクランクシャフト201の外周面201aに圧入して固定されることにより装着される。

【0165】

このとき、シール部10における弾性体部21のダストリップ23をスリンガー30の円筒部31の外周面31aに所定の締め代で接触させるとともに、当該弾性体部21のメインリップ322をスリンガー30のフランジ部333の外側面333gに所定の締め代で接触させる。この場合、メインリップ322は、当該メインリップ322の薄肉先端部

50

3 2 2 p が当該メインリップ 3 2 2 の本体部である外周面 3 2 2 g と厚肉内周面 3 2 2 u k との間の厚さよりも薄いため、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g に押し付けられた薄肉先端部 3 2 2 p が湾曲面 3 2 2 w のほぼ中心を起点として折り曲げられることになる。

【 0 1 6 6 】

このとき、メインリップ 3 2 2 の薄肉先端部 3 2 2 p における薄肉内周面 3 2 2 u s は、4 本のネジ溝 3 3 4 の何れかと必ず接触するように、シール部 1 0 とスリンガー 3 0 とが組み合わされる。

【 0 1 6 7 】

上述したように組み合わされて取り付けられたシール部 1 0 とスリンガー 3 0 とからなるオイルシール 3 0 0 0 は、クランクシャフト 2 0 1 の回転に伴ってスリンガー 3 0 が左回転（反時計回り）する。

10

【 0 1 6 8 】

このとき、オイルシール 3 0 0 0 は、フランジ部 3 3 3 の外周側（矢印 c 方向）の端部領域に形成された 4 本のネジ溝 3 3 4 の影響により、空間 S に滲み出た潤滑油 G 1 を内周側（矢印 d 方向）から外周側（矢印 c 方向）へ向かって移動させ、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g とメインリップ 3 2 2 の薄肉先端部 3 2 2 p の薄肉内周面 3 2 2 u s との隙間から機内 A 側へ吸い込んで排出する（ネジ作用）ことができる。すなわち、ネジ溝 3 3 4 は、潤滑油 G 1 を空間 S から機内 A 側へ吸い込んで排出する油排出作用を機能として有している。このように、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 a においてメインリップ 3 2 2 と接触する部分には、回転時に潤滑油をハウジング 2 0 2 の機内側へ戻す排出作用を発揮するためのネジ溝 3 3 4 が形成されている。

20

【 0 1 6 9 】

なお、オイルシール 3 0 0 0 では、弾性体部 2 1 の中間リップ 2 4 の存在により、空間 S に滲み出てきた潤滑油 G 1 を受け止めることができるので、ダストリップ 2 3 に潤滑油 G 1 が直接到達することを防ぎながら空間 S に侵入した潤滑油 G 1 を機内 A 側へ吸い出すことができる。

【 0 1 7 0 】

また、オイルシール 3 0 0 0 は、スリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 3 の回転に伴う遠心力によって空間 S 内の潤滑油 G 1 を内周側（矢印 d 方向）から外周側（矢印 c 方向）へ向かって移動させ、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g とメインリップ 3 2 2 の薄肉先端部 3 2 2 p の薄肉内周面 3 2 2 u s との隙間から機内 A 側へ潤滑油 G 1 を振り切りながら排出する（振切作用）ことができる。

30

【 0 1 7 1 】

すなわち、オイルシール 3 0 0 0 は、ネジ溝 3 3 4 の影響による空間 S の潤滑油 G 1 に対するネジ作用と、フランジ部 3 3 3 の遠心力による空間 S の潤滑油 G 1 に対する振切作用とにより、空間 S に存在する潤滑油 G 1 を機内 A に吸い込んで排出するポンピング効果を働かせることができる。

【 0 1 7 2 】

ところで、図 5 に示すように、従来の密封装置 1 0 0（図 2 2）ではメインリップ 1 1 1 の内側の面である内側面 1 1 1 u とフランジ部 1 0 3 の外側面 1 0 3 a との相対的な接触角度 θ_0 を有する。これに比べて、図 1 3 に示すように、本発明のオイルシール 3 0 0 0 ではメインリップ 3 2 2 の薄肉先端部 3 2 2 p の薄肉内周面 3 2 2 u s とフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g との相対的な接触角度 θ_1 の方が接触角度 θ_0 よりも小さくなっている（ $\theta_0 > \theta_1$ ）。すなわち、フランジ部 3 3 3 とメインリップ 3 2 2 との間には、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g とメインリップ 3 2 2 とが接触したときの当該フランジ部 3 3 3 と当該メインリップ 3 2 2 とがなす相対的な接触角度 θ_1 が小さくなるような狭小化構造が形成されている。

40

【 0 1 7 3 】

従来の密封装置 1 0 0 では、メインリップ 1 1 1 とフランジ部 1 0 3 との接触角度 θ_0 が大きいため、当該メインリップ 1 1 1 の内側面 1 1 1 u とフランジ部 1 0 3 の外側面 1

50

03aとの間に表面張力により付着される潤滑油G0の量が少ない。そのため、ポンピング効果が働いても、空間Sに侵入した潤滑油G0が全て効率良く機内A側へ排出されることがないので一部残留してしまう。

【0174】

これに対して、本発明のオイルシール3000では、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usとフランジ部333の外側面333gとの相対的な接触角度1が従来の接触角度0よりも小さい。このため、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usとフランジ部333の外側面333gとの間に表面張力により付着して貯留される潤滑油G1の量が従来よりも多くなっている。

【0175】

すなわち、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usとフランジ部333の外側面333gとに付着される潤滑油G1の付着面積が従来よりも大きくなっている。具体的には、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usおよびフランジ部333の外側面333gに付着される潤滑油G1の付着幅W1が従来の密封装置100(図5)よりも大きい。

【0176】

このため、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usとフランジ部333の外側面333gとの間に表面張力により付着された潤滑油G1がそのまま全てポンピング作用によって機内A側へ効率よく排出されるため、空間Sに潤滑油G1が残留してしまうことを防止することができる。

【0177】

かくしてオイルシール3000では、エンジンの回転数が所定回転数以上に高くなった場合であっても、フランジ部333の遠心力による潤滑油G1の振切作用と、ネジ溝334により潤滑油G1を機内A側へ戻すネジ作用が効果的に働くことになる。

【0178】

すなわちオイルシール3000では、機内A側から空間Sにしみ出た潤滑油G1を当該空間Sから機内A側へ効率的かつ短時間のうちに戻すポンピング効果を十分に発揮させることができる。かくして、オイルシール3000は、機内Aの潤滑油G1が空間Sにしみ出たとしても、空間Sに残留してしまい、当該空間Sから機外Bへ潤滑油G1が漏洩することを大幅に低減することができる。

【0179】

さらに、オイルシール3000では、メインリップ322の薄肉先端部322pは、メインリップ322の外周面322gから切り欠かれたようなメインリップ322の本体よりも肉厚の薄い形状を有しているため、従来に比して少ない締め代で容易に折れ曲がる。これにより、薄肉先端部322pの薄肉内周面322usがフランジ部333の外側面333gと密着し、ネジ溝334を塞ぐことになるため、静止漏れを抑制するとともに、メインリップ322の摺動抵抗についても低減させることができる。

【0180】

<実施例>

本発明のオイルシール3000において、メインリップ322の薄肉先端部322pがスリンガー30のフランジ部333に任意の締め代で当接されたときに、図14に示すように、薄肉先端部322pの最先端面322eから当該薄肉先端部322pが折れ曲がる湾曲面322wの例えば中心位置までの距離(以下、これを「曲げ距離」ともいう。)Lと規定する。図14において、実線で示されるのは薄肉先端部322pが形成されているメインリップ322の場合であり、破線で示されるのは薄肉先端部322pが形成されていない従来のメインリップの場合である。ただし、これに限るものではなく、薄肉先端部322pの最先端面322eから切欠位置322cまでの距離を曲げ距離Lと規定しても良く、薄肉先端部322pの最先端面322eから薄肉外周面322gtと湾曲面322wとの境界点迄の距離を曲げ距離Lと規定しても良い。

【0181】

10

20

30

40

50

ここで、図15には、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usがスリンガー30のフランジ部333の外側面333gに当接されたときに、当該薄肉先端部322pの薄肉内周面322usが外側面333gから浮き上がることはない締め代の最大値と、薄肉先端部322pの曲げ距離Lとの関係が示されている。

【0182】

ここで、曲げ距離Lが「0」とは、薄肉先端部322pが存在していない従来のメインリップ（破線）の場合を意味する。また、曲げ距離L[mm]が「0.5」、「1」、「1.5」のように増加しているのは、メインリップ322の最先端面322eから薄肉先端部322pの湾曲面322wの中心位置までの距離の変化である。すなわち、図15に示すグラフでは、曲げ距離L[mm]が大きくなるほど、つまり、薄肉先端部322pが長くなるほど、小さな締め代で薄肉先端部322pが容易に折れ曲がることを示されている。

10

【0183】

曲げ距離Lが大きく薄肉先端部322pが湾曲面322wの中心位置で容易に折れ曲がるということは、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usとフランジ部333の外側面333gとの相対的な接触角度 θ_1 が従来の接触角度 θ_0 よりも容易に小さくなるということを示している。

【0184】

したがって、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usとフランジ部333の外側面333gとの間に表面張力により付着された潤滑油G1（図13）がそのまま全てポンピング作用によって機内A側へ効率よく排出され、空間Sに潤滑油G1が残留してしまうことを防止することができる。

20

【0185】

このように、オイルシール3000は、従来に比して、クランクシャフト201の回転数が所定以上の高速回転時であっても、メインリップ322の薄肉先端部322pの薄肉内周面322usとフランジ部333の外側面333gとの相対的な接触角度 θ_1 を小さな締め代で容易に小さくすることができる。これによりオイルシール3000は、メインリップ322の摺動抵抗を上げることなく、機内A側から空間Sに滲み出した潤滑油G1を機内A側へ効率的に戻し、空間Sに潤滑油G1が貯留されることを防止することができる。

【0186】

この場合も、メインリップ322のリップ先端から付け根部分までの長さが6mmであり、図7(B)と同様、リップ先端における接触部分の内周側端から約17%の長さに相当する約1mmの位置での接触角度 θ_1 とすると、図7(C)に示すように、メインリップ322において接触角度 θ_1 が約17度以下になると、空間Sに存在する潤滑油G1が含まれたエアーの機内A側へのエアー吸込量が急激に増大することが判明した。

30

【0187】

すなわち、ネジ溝36が形成されているスリンガー30に用いられるメインリップ322であれば、メインリップ322とフランジ部333との相対的な接触角度 θ_1 が約17度以下になればなるほど、エアー吸込み量が増大することが分かった。

【0188】

<第4の実施の形態>

図16は、本発明の第4の実施の形態に係る密封装置の装着状態を示す断面図である。図17は、本発明の第4の実施の形態に係る密封装置の単体の構成を示す拡大断面図である。図18は、本発明の第4の実施の形態に係る密封装置において、メインリップとスリンガーのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

40

【0189】

<密封装置の構成>

図16および図17に示すように、本発明の第4の実施の形態に係る密封装置としてのオイルシール4000は、機内Aに潤滑油が存在する自動車用エンジン（特にガソリンエンジン）のシールとして用いられ、機内Aの潤滑油が機外Bへ漏洩するのを防止するとと

50

もに、機外 B から機内 A ヘダスト等の異物が侵入するのを防止するものである。

【 0 1 9 0 】

オイルシール 4 0 0 0 は、ハウジング 2 0 2 の内周側（矢印 d 方向）の面である内周面 2 0 2 a に装着されるシール部 1 0 と、ハウジング 2 0 2 に対して回転する回転軸としてのクランクシャフト 2 0 1 の外周側（矢印 c 方向）の面である外周面 2 0 1 a に装着されるスリンガー 3 0 とを備え、これらが組み合わされて構成されている。

【 0 1 9 1 】

シール部 1 0 は、補強環 2 0 と、当該補強環 2 0 と一体に形成された弾性体部 2 1 とを備えている。ここで、補強環 2 0 の構成は、第 1 の実施の形態と同様であるため、便宜上その説明を省略する。

【 0 1 9 2 】

弾性体部 2 1 は、補強環 2 0 に一体に取り付けられており、当該補強環 2 0 を外側（矢印 a 方向）、外周側（矢印 c 方向）の一部、および、内周側（矢印 d 方向）を覆うように当該補強環 2 0 と一体的に成形されている。

【 0 1 9 3 】

弾性体部 2 1 において、リップ被覆部 2 1 a、リップ被覆部 2 1 b、リップ被覆部 2 1 c、リップ被覆部 2 1 d、リップ腰部 2 1 e、メインリップ 4 2 2、ダストリップ 2 3、中間リップ 2 4 を備えており、第 1 乃至第 3 の実施の形態とはメインリップ 4 2 2 の形状だけが異なっている。

【 0 1 9 4 】

弾性体部 2 1 のメインリップ 4 2 2 は、リップ腰部 2 1 e の内側（矢印 b 方向）の端部から更に内側（矢印 b 方向）かつ外周側（矢印 c 方向）に向かって斜めに延びる、軸線 x を中心とした環状のリップ部分であり、内周側（矢印 d 方向）から外周側（矢印 c 方向）へ向かって拡径している。

【 0 1 9 5 】

メインリップ 4 2 2 は、リップ腰部 2 1 e の内側（矢印 b 方向）の端部から延びる付け根部分 2 2 r の厚さがメインリップ本体の厚さよりも薄く形成されている。これは、弾性体部 2 1 において、付け根部分 2 2 r を起点としてメインリップ 4 2 2 を付け根から曲がり易くするためである。このようなタイプのメインリップ 4 2 2 については、本明細書中において薄肉リップと呼ぶ場合があるものとする。ただし、これに限るものではなく、付け根部分 2 2 r の厚さとメインリップ本体の厚さとがほぼ同じか、或いは、付け根部分 2 2 r の厚さがメインリップ本体の厚さよりも厚く形成されていてもよい。

【 0 1 9 6 】

メインリップ 4 2 2 は、外周側（矢印 c 方向）の面である外周面 4 3 3、内周側（矢印 d 方向）の面である内周面 4 3 4、最先端面 4 3 5、および、内周側基端面 4 3 6 によって画成されている。

【 0 1 9 7 】

外周面 4 3 3 は、付け根部分 2 2 r から最先端面 4 3 5 まで延びる平坦な面であり、先端側の任意の箇所に設けられた環状の切込部 4 3 3 m を有している。切込部 4 3 3 m は、断面略 V 字状である。ただし、切込部 4 3 3 m の底部分は三角形の頂点のように鋭角ではなく丸みを持った弧状に形成されている。切込部 4 3 3 m の断面形状としては V 字状に限るものではなく、断面 U 字状であってもよい。具体的には、切込部 4 3 3 m は、例えば、最先端面 4 3 5 から所定の長さ（例えば、1 mm 程度）だけ付け根部分 2 2 r に近づいた位置に形成されている。

【 0 1 9 8 】

この場合、メインリップ 4 2 2 は、当該メインリップ 4 2 2 を画成する外周面 4 3 3 に形成された切込部 4 3 3 m よりもリップ先端側においてフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g と接触して屈曲する先端部分 4 2 2 a を有することになる。

【 0 1 9 9 】

内周面 4 3 4 は、外周面 4 3 3 とほぼ平行で最先端面 4 3 5 から内周側基端面 4 3 6 ま

10

20

30

40

50

で当該外周面 4 3 3 から僅かに離れるように延びる平坦な面であり、後述するスリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g と接触する接触面である。ただし、これに限るものではなく、内周面 4 3 4 は、外周面 4 3 3 とほぼ平行であってもよく、また、内周側基端面 4 3 6 に向かって外周面 4 3 3 との幅が狭くなるように傾斜した平坦な面であってもよい。

【 0 2 0 0 】

内周面 4 3 4 は、メインリップ 4 2 2 がフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g に所定の締め代で押し当てられて、切込部 4 3 3 m を介して先端部分 4 2 2 a が折曲した際、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g と接触する接触面 4 3 4 s と、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g とは接触しない非接触面 4 3 4 k とを有している。

10

【 0 2 0 1 】

最先端面 4 3 5 は、メインリップ 4 2 2 の最先端の端面であり、外周面 4 3 3 および内周面 4 3 4 とほぼ垂直な略平坦な面である。ただし、これに限るものではなく、最先端面 4 3 5 は丸みを帯びた湾曲面であってもよい。

【 0 2 0 2 】

内周側基端面 4 3 6 は、内周面 4 3 4 から頂点 4 3 6 P を介して折れ曲がった状態でリップ腰部 2 1 e まで続く平坦な面である。外周面 4 3 3 と内周側基端面 4 3 6 との間の厚さがリップ腰部 2 1 e に近づくに連れて次第に薄くなり、付け根部分 2 2 r となる。

【 0 2 0 3 】

なお、弾性体部 2 1 のダストリップ 2 3 および中間リップ 2 4 の構成は、第 1 の実施の形態と同様であるため、ここではその説明を省略する。

20

【 0 2 0 4 】

スリンガー 3 0 は、クランクシャフト 2 0 1 の外周面 2 0 1 a に装着された状態で、当該クランクシャフト 2 0 1 の回転とともに連れ回る例えば金属製の板状部材であり、円筒部 3 1 と、フランジ部 3 3 3 とを備えている。スリンガー 3 0 は、例えば板状部材を曲げ加工により形成することが可能である。この円筒部 3 1 およびフランジ部 3 3 3 においても、上述した第 3 の実施の形態と同様である。

【 0 2 0 5 】

このオイルシール 4 0 0 0 では、フランジ部 3 3 3 の円盤部分 3 3 3 a の軸方向における機外 B 側の端面である外側面 3 3 3 g に対して、弾性体部 2 1 のメインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a が摺動可能に密接することにより、機内 A に存在する潤滑油（オイル）が機外 B へ漏洩することを防止している。

30

【 0 2 0 6 】

このオイルシール 4 0 0 0 においては、メインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a が摺動可能に密接するフランジ部 3 3 3 の円盤部分 3 3 3 a の外側面 3 3 3 g の端部領域には、空間 S に侵入した潤滑油 G 1（図 1 8）を機外 A へ排出するために用いられる 4 本の螺旋溝状のネジ溝 3 3 4 が設けられている。このネジ溝 3 3 4 においては、第 3 の実施の形態と同様の構成である。

【 0 2 0 7 】

上述したように、メインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a は、外周面 4 3 3 に環状の切込部 4 3 3 m が形成されているため、当該切込部 4 3 3 m の中心を屈曲点として外側（矢印 a 方向）へ折れ曲がり、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g と接触する際の相対的な接触角度 θ_1 （図 1 8）が、従来の接触角度 θ_0 （図 5）に比して小さくなる。

40

【 0 2 0 8 】

この場合、接触角度 θ_1 が従来の接触角度 θ_0 よりも小さくなる分だけ、メインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a とフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g との接触面積が増大するため密封性を維持し易くなる。

【 0 2 0 9 】

このように、オイルシール 4 0 0 0 は、スリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 3 における外側面 3 3 3 g と接触する弾性体部 2 1 のメインリップ 4 2 2 が機内 A 側に配置されて潤滑

50

油が滲み出すことを防止するとともに、スリンガー 30 の円筒部 31 の外周面 31 a に接触する弾性体部 21 のダストリップ 23 が機外 B 側に配置されてダストの侵入および機外 B 側へ潤滑油が漏洩することを防止する構造を有している。

【0210】

ところで、一般的にハブベアリングに用いられるハブシールは、スリンガーのフランジ部と接触する弾性体部のサイドリップ（メインリップ 422 に相当）が機外 B 側に配置されてダストの侵入を防止するとともに、スリンガーの円筒部と接触するラジアルリップ（ダストリップ 23 に相当）が機内 A 側に配置されて潤滑油の漏洩を防止する構造を有している。

【0211】

すなわち、本発明のオイルシール 4000 は、ハブベアリングに用いられるハブシールと比べて、スリンガー 30 と接触するメインリップ 422 の配置が真逆であり、かつ、その役割についても逆であるため、ハブシールとは根本的に異なるシール構造を有するものである。

【0212】

このような構成のオイルシール 4000 において、弾性体部 21 のメインリップ 422、ダストリップ 23、および、スリンガー 30 の円筒部 31 の外周面 31 a、および、フランジ部 333 の外側面 333 g によって軸線 x を中心とした環状の閉じた空間 S（図 18）が形成されている。

【0213】

この空間 S は、スリンガー 30 のフランジ部 333 における外側面 333 g とメインリップ 422 の先端部分 422 a との隙間を伝って機内 A 側から当該空間 S に滲み出た潤滑油 G1（図 18）を貯留する空間である。この空間 S に貯留された潤滑油 G1 は、ダストリップ 23 の存在により機外 B 側へ漏洩することが抑制されている。

【0214】

<作用および効果>

以上の構成において、第 4 の実施の形態におけるオイルシール 4000 は、シール部 10 がハウジング 202 の内周面 202 a に圧入して固定されるとともに、スリンガー 30 がクランクシャフト 201 の外周面 201 a に圧入して固定されることにより装着される。

【0215】

このとき、シール部 10 における弾性体部 21 のダストリップ 23 をスリンガー 30 の円筒部 31 の外周面 31 a に所定の締め代で接触させるとともに、当該弾性体部 21 のメインリップ 422 をスリンガー 30 のフランジ部 333 の外側面 333 g に所定の締め代で接触させる。このとき、メインリップ 422 は、外周面 433 に切込部 433 m が設けられているため、当該メインリップ 422 の先端部分 422 a が切込部 433 m の中心を屈曲点として外側（矢印 a 方向）へ僅かに折り曲げられることになる。

【0216】

なお、この場合、メインリップ 422 の先端部分 422 a の接触面 434 s（図 17）は、4 本のネジ溝 334 の何れかと必ず接触するように、シール部 10 とスリンガー 30 とが組み合わされる。

【0217】

上述したように組み合わされて取り付けられたシール部 10 とスリンガー 30 とからなるオイルシール 4000 は、クランクシャフト 201 の回転に伴ってスリンガー 30 が左回転（反時計回り）する。

【0218】

このとき、オイルシール 4000 は、フランジ部 333 の外周側（矢印 c 方向）の端部領域に形成された 4 本のネジ溝 334 の影響により、空間 S に滲み出た潤滑油 G1 を内周側（矢印 d 方向）から外周側（矢印 c 方向）へ向かって移動させ、フランジ部 333 の外側面 333 g とメインリップ 422 の先端部分 422 a の接触面 434 s との隙間から機内 A 側へ吸い込んで排出する（ネジ作用）ことができる。すなわち、ネジ溝 334 は、潤

10

20

30

40

50

滑油 G 1 を空間 S から機内 A 側へ吸い込んで排出する油排出作用を機能として有している。すなわち、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 a においてメインリップ 4 2 2 と接触する部分には、回転時に潤滑油をハウジング 2 0 2 の機内側へ戻す排出作用を発揮するためのネジ溝 3 3 4 が形成されている。

【 0 2 1 9 】

なお、オイルシール 4 0 0 0 では、弾性体部 2 1 の中間リップ 2 4 の存在により、空間 S に滲み出てきた潤滑油 G 1 を受け止めることができるので、ダストリップ 2 3 に潤滑油 G 1 が直接到達することを防ぎながら空間 S に侵入した潤滑油 G 1 を機内 A 側へ吸い出すことができる。

【 0 2 2 0 】

また、オイルシール 4 0 0 0 は、スリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 3 の回転に伴う遠心力によって空間 S 内の潤滑油 G 1 を内周側（矢印 d 方向）から外周側（矢印 c 方向）へ向かって移動させ、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g とメインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a の接触面 4 3 4 s との隙間から機内 A 側へ潤滑油 G 1 を振り切りながら排出する（振切作用）ことができる。

【 0 2 2 1 】

すなわち、オイルシール 4 0 0 0 は、ネジ溝 3 3 4 の影響による空間 S の潤滑油 G 1 に対するネジ作用と、フランジ部 3 3 3 の遠心力による空間 S の潤滑油 G 1 に対する振切作用とにより、空間 S に存在する潤滑油 G 1 を機内 A に吸い込んで排出するポンピング効果を働かせることができる。

【 0 2 2 2 】

ところで、図 5 に示したように、従来の密封装置 1 0 0（図 2 2）ではメインリップ 1 1 1 の内側の面である内側面 1 1 1 u とフランジ部 1 0 3 の外側面 1 0 3 a との間に相対的な接触角度 θ_0 を有する。これに比べて、図 1 8 に示すように、本発明のオイルシール 4 0 0 0 ではメインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a の接触面 4 3 4 s とフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g との相対的な接触角度 θ_1 の方が小さくなっている（ $\theta_0 > \theta_1$ ）。すなわち、フランジ部 3 3 3 とメインリップ 4 2 2 との間には、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g とメインリップ 4 2 2 とが接触したときの当該フランジ部 3 3 3 と当該メインリップ 4 2 2 とがなす相対的な接触角度 θ_1 が小さくなるような狭小化構造が形成されている。

【 0 2 2 3 】

従来の密封装置 1 0 0 では、メインリップ 1 1 1 とフランジ部 1 0 3 との接触角度 θ_0 が大きいため、当該メインリップ 1 1 1 の内側面 1 1 1 u とフランジ部 1 0 3 の外側面 1 0 3 a との間に表面張力により付着される潤滑油 G 0 の量が少ない。そのため、ポンピング効果が働いても、空間 S に侵入した潤滑油 G 0 が全て効率良く機内 A 側へ排出されることがないので一部残留してしまう。

【 0 2 2 4 】

これに対して、本発明のオイルシール 4 0 0 0 では、メインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a の接触面 4 3 4 s とフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g との相対的な接触角度 θ_1 が従来の接触角度 θ_0 よりも小さい。このため、メインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a の接触面 4 3 4 s とフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g との間に表面張力により付着して貯留される潤滑油 G 1 の量が従来よりも多くなっている。

【 0 2 2 5 】

すなわち、メインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a の接触面 4 3 4 s とフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g とに付着される潤滑油 G 1 の付着面積が従来よりも大きくなっている。具体的には、メインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a の接触面 4 3 4 s およびフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g に付着される潤滑油 G 1 の付着幅 W 1 が従来の密封装置 1 0 0（図 5）よりも大きい。

【 0 2 2 6 】

このため、メインリップ 4 2 2 の先端部分 4 2 2 a の接触面 4 3 4 s とフランジ部 3 3

10

20

30

40

50

3の外側面333gとの間に表面張力により付着された潤滑油G1がそのまま全てポンピング作用によって機内A側へ効率よく排出されるため、空間Sに潤滑油G1が残留してしまうことを防止することができる。

【0227】

かくしてオイルシール4000では、エンジンの回転数が所定回転数以上に高くなった場合であっても、フランジ部333の遠心力による潤滑油G1の振切作用と、ネジ溝334により潤滑油G1を機内A側へ戻すネジ作用が効果的に働くことになる。

【0228】

すなわちオイルシール4000では、機内A側から空間Sに滲み出た潤滑油G1を当該空間Sから機内A側へ効率的かつ短時間のうちに戻すポンピング効果を十分に発揮させることができる。かくして、オイルシール4000は、機内Aの潤滑油G1が空間Sに滲み出たとしても、空間Sに残留してしまい、当該空間Sから機外Bへ潤滑油G1が漏洩することを大幅に低減することができる。

10

【0229】

さらに、オイルシール4000では、メインリップ422の先端部分422aは、切込部433mの存在により、従来に比して少ない締め代で容易に折れ曲がる。これにより、メインリップ422の先端部分422aの接触面434sがフランジ部333の外側面333gと密着し、ネジ溝334を塞ぐことになるため、静止漏れを抑制するとともに、メインリップ422の摺動抵抗についても低減させることができる。

【0230】

この場合も、メインリップ422のリップ先端から付け根部分22rまでの長さが6mmであり、図7(B)と同様、先端部分422aにおける接触幅の接触部分の内周側端から約17%の長さに相当する約1mmの位置での接触角度 θ_1 とすると、図7(C)に示すように、メインリップ422において接触角度 θ_1 が約17度以下になると、空間Sに存在する潤滑油G1が含まれたエアーの機内A側へのエアー吸込量が急激に増大することが判明した。

20

【0231】

すなわち、ネジ溝36が形成されているスリンガー30に用いられるメインリップ422であれば、メインリップ422とフランジ部333との相対的な接触角度 θ_1 が約17度以下になればなるほど、エアー吸込み量が増大することが分かった。

30

【0232】

<第5の実施の形態>

図19は、本発明の第5の実施の形態に係る密封装置の装着状態を示す断面図である。図20は、本発明の第5の実施の形態に係る密封装置の単体の構成を示す拡大断面図である。図21は、本発明の第5の実施の形態に係るオイルシールにおいて、メインリップとスリンガーのフランジ部との接触角度に応じた潤滑油の貯留量の説明に供する平面図である。

【0233】

<オイルシールの構成>

図19および図20に示すように、本発明の第5の実施の形態に係る密封装置としてのオイルシール5000は、機内Aに潤滑油が存在する自動車用エンジン(特にガソリンエンジン)のシールとして用いられ、機内Aの潤滑油が機外Bへ漏洩するのを防止するとともに、機外Bから機内Aへダスト等の異物が侵入するのを防止するものである。

40

【0234】

オイルシール5000は、ハウジング202の内周側(矢印d方向)の面である内周面202aに装着されるシール部10と、ハウジング202に対して回転する回転軸としてのクランクシャフト201の外周側(矢印c方向)の面である外周面201aに装着されるスリンガー30とを備え、これらの組み合わせにより構成されている。

【0235】

シール部10は、補強環20と、当該補強環20と一体に形成された弾性体部21とを

50

備えている。ここで、補強環 20 の構成は、第 1 の実施の形態と同様であるため、便宜上その説明を省略する。

【0236】

弾性体部 21 は、補強環 20 に一体に取り付けられており、当該補強環 20 を外側（矢印 a 方向）、外周側（矢印 c 方向）の一部、および、内周側（矢印 d 方向）を覆うように当該補強環 20 と一体的に成形されている。

【0237】

弾性体部 21 において、リップ被覆部 21 a、リップ被覆部 21 b、リップ被覆部 21 c、リップ被覆部 21 d、リップ腰部 21 e、メインリップ 522、ダストリップ 23、中間リップ 24 を備えており、第 1 乃至第 4 の実施の形態とはメインリップ 522 の形状だけが異なっている。

10

【0238】

弾性体部 21 のリップ腰部 21 e は、補強環 20 の内周側円盤部 20 d における内周側（矢印 d 方向）の端部の近傍に位置する部分であり、メインリップ 522、ダストリップ 23、および、中間リップ 24 の基部である。

【0239】

弾性体部 21 のメインリップ 522 は、リップ腰部 21 e の内側（矢印 b 方向）の端部から更に内側（矢印 b 方向）かつ外周側（矢印 c 方向）に向かって斜めに延びる、軸線 x を中心とした環状のリップ部分であり、内周側（矢印 d 方向）から外周側（矢印 c 方向）へ向かって拡径している。

20

【0240】

メインリップ 522 は、外周側（矢印 c 方向）の面である外周面 522 g と、内周側（矢印 d 方向）の面である内周面 522 u との間の幅すなわち厚さがリップ腰部 21 e の基端側から先端側へ向かって同様の太さで延びている。ただし、これに限らず、外周面 522 g は、内周面 522 u とほぼ平行ではなく、当該外周面 522 g が最先端面に向かって内周面 522 u との幅が次第に狭くなるように傾斜した平坦な面であってもよい。同様に、内周面 522 u は、当該内周面 522 u が最先端面に向かって外周面 522 g との幅が次第に狭くなるように傾斜した平坦な面であってもよい。

【0241】

この場合、メインリップ 522 は、外周面 522 g、内周面 522 u、および、最先端面 522 e によって画成されている。メインリップ 522 の最先端面 522 e は、メインリップ 522 の最先端の端面であり、外周面 522 g および内周面 522 u とほぼ垂直な平坦面である。ただし、これに限るものではなく、最先端面 522 e は丸みを帯びた湾曲面であってもよい。

30

【0242】

メインリップ 522 のリップ基端側には、リップ腰部 21 e から内側（矢印 b 方向）へ向かって突出した根元部分に相当するリップ基端部 522 n を備え、メインリップ 522 のリップ先端側には、後述するスリンガー 30 のフランジ部 333 の外側面 333 g と接触する部分であるリップ先端部 522 p を備えている。

【0243】

すなわち、メインリップ 522 は、リップ基端部 522 n と、リップ先端部 522 p と、当該リップ基端部 522 n とリップ先端部 522 p とを滑らかな曲線で繋ぐリップ湾曲部 522 w とを備えている。この場合、メインリップ 522 は、リップ基端部 522 n からリップ先端部 522 p にかけて内周側（矢印 d 方向）に凹となるようにリップ湾曲部 522 w が全体的に湾曲している。ただし、メインリップ 522 のリップ基端部 522 n、リップ先端部 522 p、および、リップ湾曲部 522 w については、實際上、明確な境界は存在していない。

40

【0244】

メインリップ 522 の内周面 522 u は、後述するスリンガー 30 のフランジ部 333 の外側（矢印 a 方向）の面である外側面 333 g と接触する接触面である。ただし、内周

50

面 5 2 2 u の全てがフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g と接触するのではなく、内周面 5 2 2 u のうちリップ先端部 5 2 2 p の先端側の一部が外側面 3 3 3 g と面接触することになる。

【 0 2 4 5 】

メインリップ 5 2 2 の外周面 5 2 2 g は、後述するスリンガー 3 0 のフランジ部 3 3 3 の外側（矢印 a 方向）の面である外側面 3 3 3 g と接触することのない非接触面である。なおメインリップ 5 2 2 の外周面 5 2 2 g は、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g に限らず、何れの部分とも接触することはない。

【 0 2 4 6 】

メインリップ 5 2 2 のリップ基端部 5 2 2 n は、リップ腰部 2 1 e から内側（矢印 b 方向）へ向かって突出した当該メインリップ 5 2 2 の根元部分であり、リップ基端部 5 2 2 n からリップ先端部 5 2 2 p にかけて湾曲する際の起点となる部分である。

10

【 0 2 4 7 】

メインリップ 5 2 2 のリップ先端部 5 2 2 p は、フランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g に接触する部分であり、リップ基端部 5 2 2 n からリップ先端部 5 2 2 p にかけて湾曲する際の終点となる部分である。また、リップ先端部 5 2 2 p は、メインリップ 5 2 2 がフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g に対して所定の締め代で押し付けられた際に当該外側面 3 3 3 g と面接触し、機内 A に存在する潤滑油（オイル）が空間 S に滲み出ることを防止する部分である。

【 0 2 4 8 】

メインリップ 5 2 2 のリップ湾曲部 5 2 2 w は、リップ基端部 5 2 2 n とリップ先端部 5 2 2 p とを滑らかな曲線で繋ぎ、当該メインリップ 5 2 2 が全体的に湾曲状をなすため最も大きく曲がった主な湾曲部分である。すなわち、メインリップ 5 2 2 がフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g に所定の締め代で押し付けられる際、このリップ湾曲部 5 2 2 w が主に曲げられることになる。

20

【 0 2 4 9 】

なお、弾性体部 2 1 のダストリップ 2 3 および中間リップ 2 4 の構成は、第 1 の実施の形態と同様であるため、ここではその説明を省略する。

【 0 2 5 0 】

スリンガー 3 0 は、クランクシャフト 2 0 1 の外周面 2 0 1 a に装着された状態で、当該クランクシャフト 2 0 1 の回転とともに連れ回る例えば金属製の板状部材であり、円筒部 3 1 と、フランジ部 3 3 3 とを備えている。このフランジ部 3 3 3 についても、第 3 および第 4 の実施の形態と同様の構成であり、ここではその説明を省略する。

30

【 0 2 5 1 】

このオイルシール 5 0 0 0 では、フランジ部 3 3 3 の円盤部分 3 3 3 a の軸方向における機外 B 側の端面である外側面 3 3 3 g に対して、弾性体部 2 1 のメインリップ 5 2 2 のリップ先端部 5 2 2 p が摺動可能に密接することにより、機内 A に存在する潤滑油（オイル）が機外 B へ漏洩することを防止している。

【 0 2 5 2 】

このオイルシール 5 0 0 0 において、メインリップ 5 2 2 のリップ先端部 5 2 2 p が摺動可能に密接する外側面 3 3 3 g の端部領域には、空間 S に侵入した潤滑油 G 1（図 2 1）を機外 A へ排出するために用いられる 4 本の螺旋溝状のネジ溝 3 3 4 が設けられている。このネジ溝 3 3 4 についても、その構成は第 3 および第 4 の実施の形態と同様であり、ここではその説明を省略する。

40

【 0 2 5 3 】

上述したように、メインリップ 5 2 2 は、リップ先端部 5 2 2 p へ向かってリップ基端部 5 2 2 n から全体的に湾曲状に形成されているため、当該リップ先端部 5 2 2 p がフランジ部 3 3 3 の外側面 3 3 3 g に所定の締め代で押し付けられたときの当該外側面 3 3 3 g との相対的な接触角度 θ_1 （図 2 1）を、従来の接触角度 θ_0 （図 5）に比して小さくすることが可能である。

50

【0254】

この場合、接触角度 1 が従来の接触角度 0 よりも小さくなる分だけ、メインリップ 522 のリップ先端部 522 p とフランジ部 333 の外側面 333 g との接触面積が増大するため密封性を維持し易くなる。この場合、メインリップ 522 のリップ先端部 522 p は、フランジ部 333 の外側面 333 g と接触している部分が面接触しており、リップ先端部 522 p からリップ基端部 522 n にかけて緩やかに外側面 333 g から離間されている。ここで、接触角度 1 は、メインリップ 522 のリップ先端部 522 p がフランジ部 333 の外側面 333 g に押し付けられた際、当該メインリップ 522 のリップ湾曲部 522 w が屈曲されることのない程度の締め代でフランジ部 333 の外側面 333 g と接触した状態にあることを前提とする。

10

【0255】

このように、オイルシール 5000 は、スリンガー 30 のフランジ部 333 における外側面 333 g と接触する弾性体部 21 のメインリップ 522 が機内 A 側に配置されて潤滑油が滲み出すことを防止するとともに、スリンガー 30 の円筒部 31 の外周面 31 a に接触する弾性体部 21 のダストリップ 23 が機外 B 側に配置されてダストの侵入および機外 B 側へ潤滑油が漏洩することを防止する構造を有している。

【0256】

ところで、一般的にハブベアリングに用いられるハブシールは、スリンガーのフランジ部と接触する弾性体部のサイドリップ（メインリップ 522 に相当）が機外 B 側に配置されてダストの侵入を防止するとともに、スリンガーの円筒部と接触するラジアルリップ（ダストリップ 23 に相当）が機内 A 側に配置されて潤滑油の漏洩を防止する構造を有している。

20

【0257】

すなわち、本発明のオイルシール 5000 は、ハブベアリングに用いられるハブシールと比べて、スリンガー 30 と接触するメインリップ 522 の配置が真逆であり、かつ、その役割についても逆であるため、ハブシールとは根本的に異なるシール構造を有するものである。

【0258】

このような構成のオイルシール 5000 において、弾性体部 21 のメインリップ 522、ダストリップ 23、および、スリンガー 30 の円筒部 31 の外周面 31 a、および、フランジ部 333 の外側面 333 g によって軸線 x を中心とした環状の閉じた空間 S（図 20 および図 21）が形成されている。

30

【0259】

この空間 S は、スリンガー 30 のフランジ部 333 における外側面 333 g とメインリップ 522 のリップ先端部 522 p との隙間を伝って機内 A 側から当該空間 S に滲み出た潤滑油 G1（図 20、図 21）を貯留する空間である。この空間 S に貯留された潤滑油 G1 は、ダストリップ 23 の存在により機外 B 側へ漏洩することが抑制されている。

【0260】

<作用および効果>

以上の構成において、第 5 の実施の形態におけるオイルシール 5000 は、シール部 10 がハウジング 202 の内周面 202 a に圧入して固定されるとともに、スリンガー 30 がクランクシャフト 201 の外周面 201 a に圧入して固定されることにより装着される。

40

【0261】

このとき、シール部 10 における弾性体部 21 のダストリップ 23 をスリンガー 30 の円筒部 31 の外周面 31 a に所定の締め代で接触させるとともに、当該弾性体部 21 のメインリップ 522 におけるリップ先端部 522 p とスリンガー 30 のフランジ部 333 の外側面 333 g とが所定の締め代で接触される。

【0262】

上述したように組み合わされて取り付けられたシール部 10 とスリンガー 30 とからなるオイルシール 5000 は、クランクシャフト 201 の回転に伴ってスリンガー 30 が左

50

回転（反時計回り）する。

【0263】

このとき、オイルシール5000は、フランジ部333の外周側（矢印c方向）の端部領域に形成された4本のネジ溝334の影響により、空間Sに滲み出た潤滑油G1を内周側（矢印d方向）から外周側（矢印c方向）へ向かって移動させ、フランジ部333の外側面333gとメインリップ522のリップ先端部522pの内周面522uとの隙間から機内A側へ吸い込んで排出する（ネジ作用）ことができる。すなわち、ネジ溝334は、潤滑油G1を空間Sから機内A側へ吸い込んで排出する油排出作用を機能として有している。すなわち、フランジ部333の外側面333aにおいてメインリップ522と接触する部分には、回転時に潤滑油をハウジング202の機内側へ戻す排出作用を発揮するためのネジ溝334が形成されている。

10

【0264】

なお、オイルシール5000では、弾性体部21の中間リップ24の存在により、空間Sに滲み出てきた潤滑油G1を受け止めることができるので、ダストリップ23に潤滑油G1が直接到達することを防ぎながら空間Sに侵入した潤滑油G1を機内A側へ吸い出すことができる。

【0265】

また、オイルシール5000は、スリンガー30のフランジ部333の回転に伴う遠心力によって空間S内の潤滑油G1を内周側（矢印d方向）から外周側（矢印c方向）へ向かって移動させ、フランジ部333の外側面333gとメインリップ522のリップ先端部522pの内周面522uとの隙間から機内A側へ潤滑油G1を振り切りながら排出する（振切作用）ことができる。

20

【0266】

すなわち、オイルシール5000は、ネジ溝334の影響による空間Sの潤滑油G1に対するネジ作用と、フランジ部333の遠心力による空間Sの潤滑油G1に対する振切作用とにより、空間Sに存在する潤滑油G1を機内Aに吸い込んで排出するポンピング効果を働かせることができる。

【0267】

ところで、図5に示すように、従来の密封装置100（図22）ではメインリップ111の内側の面である内側面111uとフランジ部103の外側面103aとの相対的な接触角度 θ_0 を有する。これに比べて、図21に示すように、本発明のオイルシール5000ではメインリップ522のリップ先端部522pの内周面522uとフランジ部333の外側面333gとの相対的な接触角度 θ_1 の方が接触角度 θ_0 よりも小さくなっている（ $\theta_0 > \theta_1$ ）。すなわち、フランジ部333とメインリップ522の間には、フランジ部333の外側面333aとメインリップ522とが接触したときの当該フランジ部333と当該メインリップ522とがなす相対的な接触角度 θ_1 が小さくなるような狭小化構造が形成されている。

30

【0268】

従来の密封装置100では、メインリップ111とフランジ部103との接触角度 θ_0 が大きいため、当該メインリップ111の内側面111uとフランジ部103の外側面103aとの間に表面張力により付着される潤滑油G0の量が少ない。そのため、ポンピング効果が働いても、空間Sに侵入した潤滑油G0が全て効率良く機内A側へ排出されることがないので一部残留してしまう。

40

【0269】

これに対して、本発明のオイルシール5000では、リップ先端部522pからリップ基端部522nにかけてフランジ部333の外側面333gから緩やかに離間されているため、メインリップ522のリップ先端部522pの内周面522uとフランジ部333の外側面333gとの相対的な接触角度 θ_1 が従来の接触角度 θ_0 よりも小さくなっている。このため、メインリップ522のリップ先端部522pの内周面522uとフランジ部333の外側面333gとの間に表面張力により付着して貯留される潤滑油G1の量が

50

従来よりも多い。

【0270】

すなわち、メインリップ522のリップ先端部522pの内周面522uとフランジ部333の外側面333gとに付着される潤滑油G1の付着面積が従来よりも大きくなっている。具体的には、メインリップ522のリップ先端部522pの内周面522uおよびフランジ部333の外側面333gに付着される潤滑油G1の付着幅W1が従来の密封装置100(図5)よりも大きい。

【0271】

このため、メインリップ522のリップ先端部522pの内周面522uとフランジ部333の外側面333gとの間に表面張力により付着された潤滑油G1がそのまま全てポンピング作用によって機内A側へ効率よく排出されるため、空間Sに潤滑油G1が残留してしまふことを防止することができる。

10

【0272】

かくしてオイルシール5000では、エンジンの回転数が所定回転数以上に高くなった場合であっても、フランジ部333の遠心力による潤滑油G1の振切作用と、ネジ溝334により潤滑油G1を機内A側へ戻すネジ作用が効果的に働くことになる。

【0273】

すなわちオイルシール5000では、機内A側から空間Sに滲み出た潤滑油G1を当該空間Sから機内A側へ効率的かつ短時間のうちに戻すポンピング効果を十分に発揮させることができる。かくして、オイルシール5000は、機内Aの潤滑油G1が空間Sに滲み出たとしても、空間Sに残留してしまい、当該空間Sから機外Bへ潤滑油G1が漏洩することを大幅に低減することができる。

20

【0274】

さらに、オイルシール5000では、メインリップ522は、リップ基端部522nからリップ湾曲部522wを介してリップ先端部522pへ全体的に湾曲状に形成されているため、従来に比して少ない締め代でリップ先端部522pとフランジ部333の外側面333gとの相対的な接触角度 θ_1 を従来の接触角度 θ_0 よりも小さくすることができる。これにより、リップ先端部522pの内周面522uがフランジ部333の外側面333gと密着し、ネジ溝334を塞ぐことになるため、静止漏れを抑制するとともに、メインリップ522の摺動抵抗についても低減させることができる。

30

【0275】

この場合も、メインリップ522のリップ先端部522pから付け根部分までの長さが6mmであり、図7(B)と同様、リップ先端部522pにおける接触幅の接触部分の内周側端から約17%の長さに対応する約1mmの位置での接触角度 θ_1 とすると、図7(C)に示すように、メインリップ522において接触角度 θ_1 が約17度以下になると、空間Sに存在する潤滑油G1が含まれたエアの機内A側へのエア吸込量が急激に増大することが判明した。

【0276】

すなわち、ネジ溝36が形成されているスリンガー30に用いられるメインリップ522であれば、メインリップ522とフランジ部333との相対的な接触角度 θ_1 が約17度以下になればなるほど、エア吸込み量が増大することが分かった。

40

【0277】

<他の実施の形態>

なお、上述した第1、第2、第4の実施の形態においては、メインリップ22、422として、付け根部分22rの厚さを本体部分の厚さよりも薄くした薄肉リップを用いるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、付け根部分22rの厚さが本体部分の厚さと同等かそれよりも厚くしてもよい。

【0278】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上記の第1乃至第5の実施の形態に係るオイルシール1、2000、3000、4000、5000に限定され

50

るものではなく、本発明の概念および請求の範囲に含まれるあらゆる態様を含む。また、上述した課題および効果の少なくとも一部を奏するように、各構成を適宜選択的に組み合わせてもよい。例えば、上記実施の形態における各構成要素の形状、材料、配置、サイズ等は、本発明の具体的使用態様によって適宜変更され得る。具体的には、傾斜フランジ部分 35 を有するフランジ部 33 と薄肉先端部 322p を有するメインリップ 322 との組み合わせ、フランジ部 33 と切込部 433m が設けられたメインリップ 422 との組み合わせ、フランジ部 33 とリップ湾曲部 522w を有するメインリップ 522 との組み合わせ、薄肉先端部 322p および切込部 433m の双方が設けられたメインリップ、湾曲フランジ部 133 とメインリップ 322、メインリップ 422 またはメインリップ 522 との組み合わせ等、あらゆる組み合わせによる態様を含む。

10

【0279】

また、第1乃至第5の実施の形態に係る密封装置としてのオイルシール 1、2000、3000、4000、5000 は、自動車用エンジンのシールとして用いられるものとしたが、本発明に係る密封装置の適用対象はこれに限られるものではなく、他の汎用機械、産業機械等、本発明の奏する効果を利用し得る全ての構成に対して、本発明は適用可能である。

【符号の説明】

【0280】

1、2000、3000、4000、5000・・・オイルシール

10、102・・・シール部

20・・・補強環

21・・・弾性体部

22、111、322、422、522・・・メインリップ

23・・・ダストリップ

24・・・中間リップ

30、101・・・スリンガー

31・・・円筒部

31a・・・外周面

33、103、333・・・フランジ部

34・・・垂直フランジ部分

35・・・傾斜フランジ部分

35a・・・外側面

36、334・・・ネジ溝（溝）

37・・・放射状溝（溝）

38・・・傾斜状溝（溝）

201・・・クランクシャフト（回転軸）

202・・・ハウジング

S・・・空間

A・・・機内

B・・・機外

20

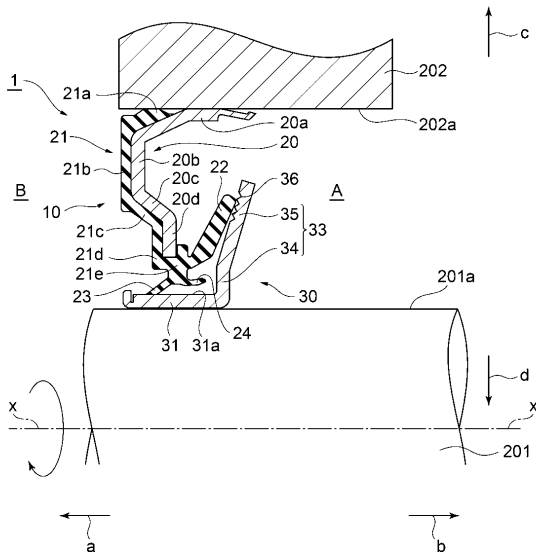
30

40

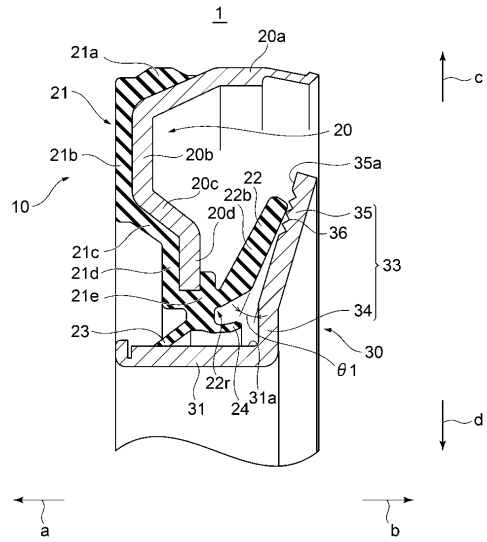
50

【図面】

【図 1】



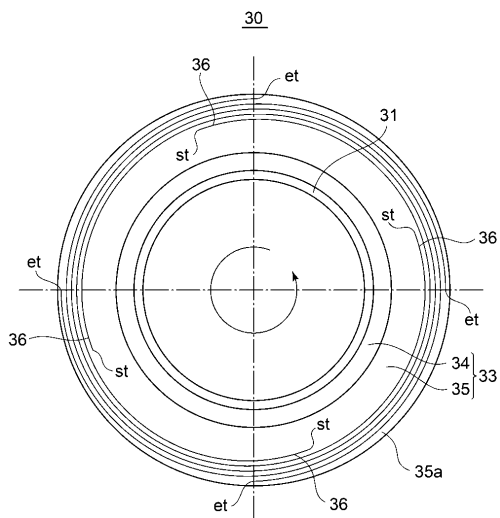
【図 2】



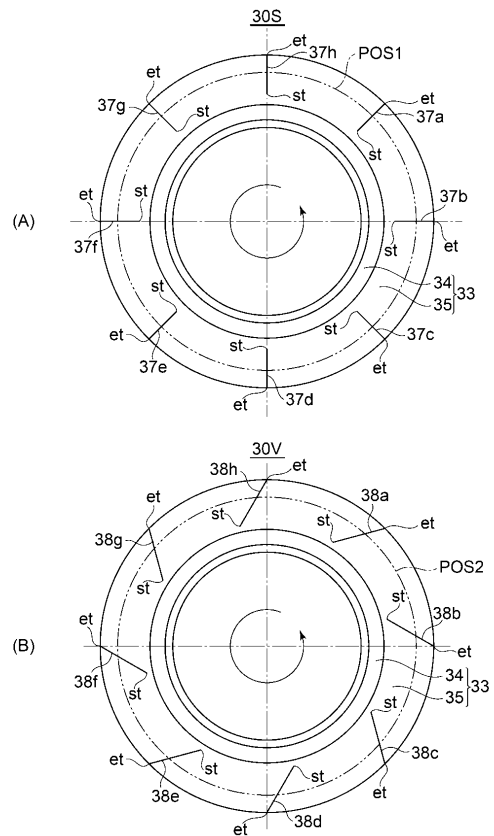
10

20

【図 3】



【図 4】

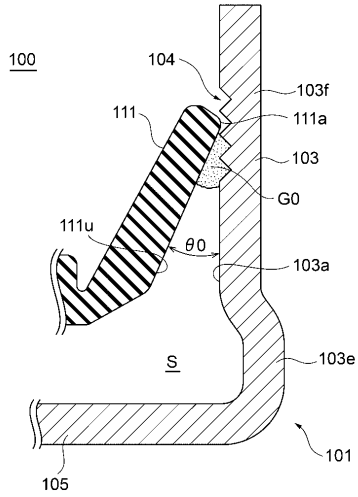


30

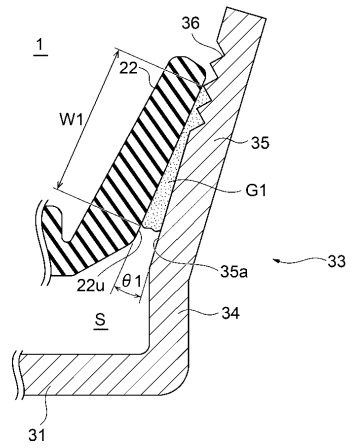
40

50

【図5】



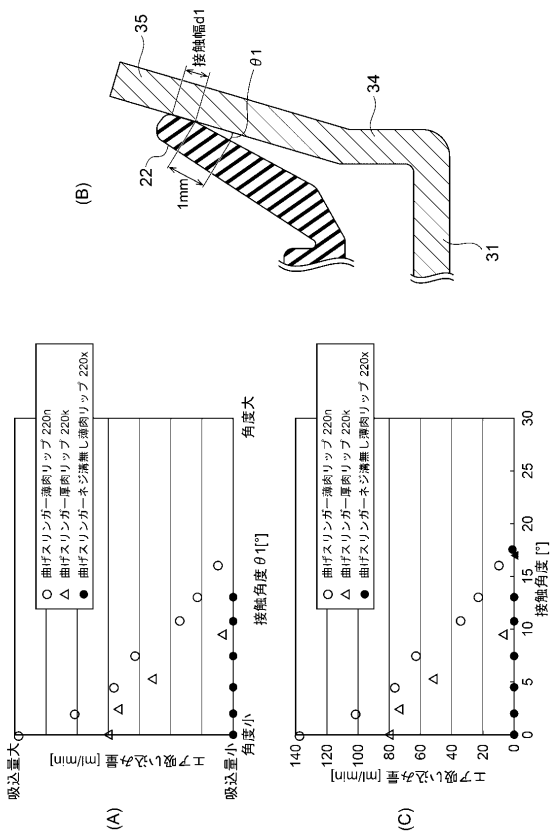
【図6】



10

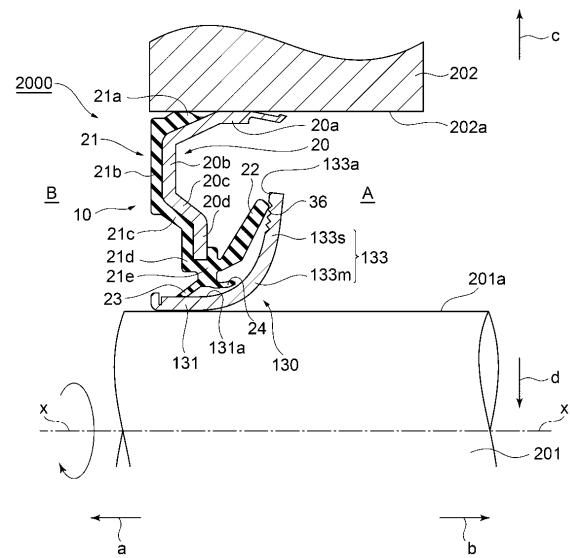
20

【図7】



30

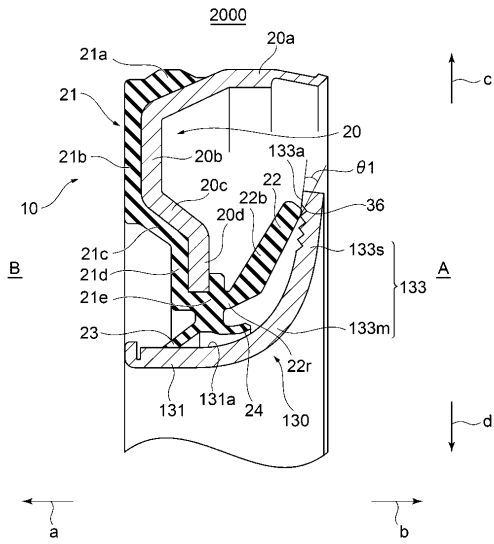
【図8】



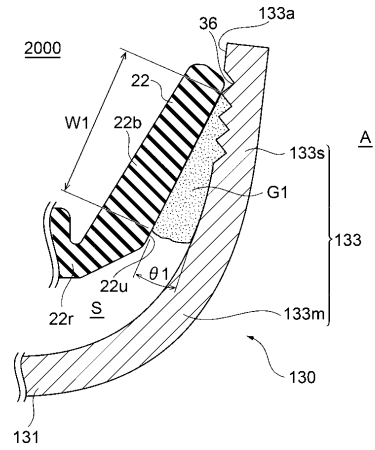
40

50

【 図 9 】



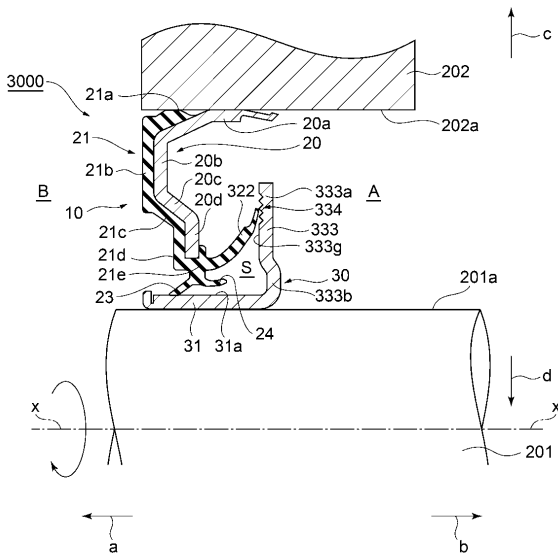
【 図 1 0 】



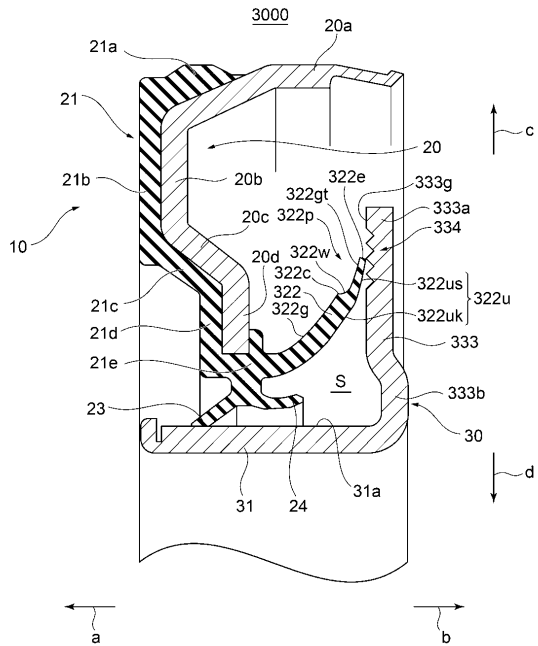
10

20

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

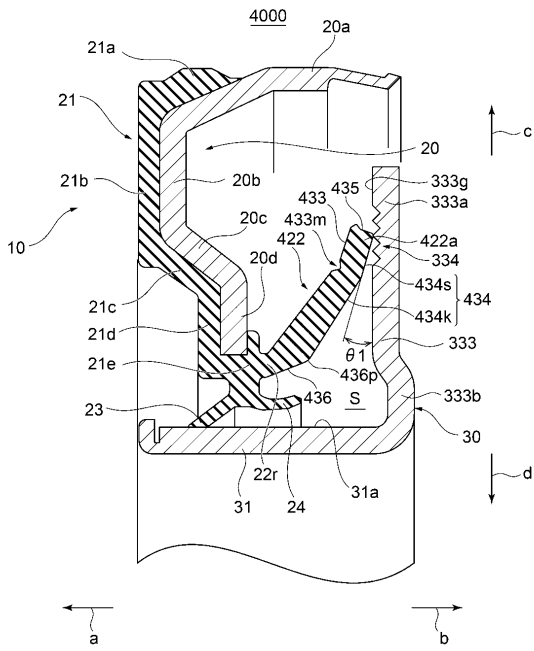


30

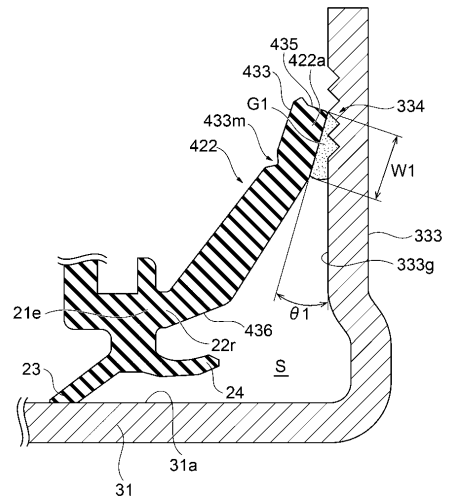
40

50

【図 17】



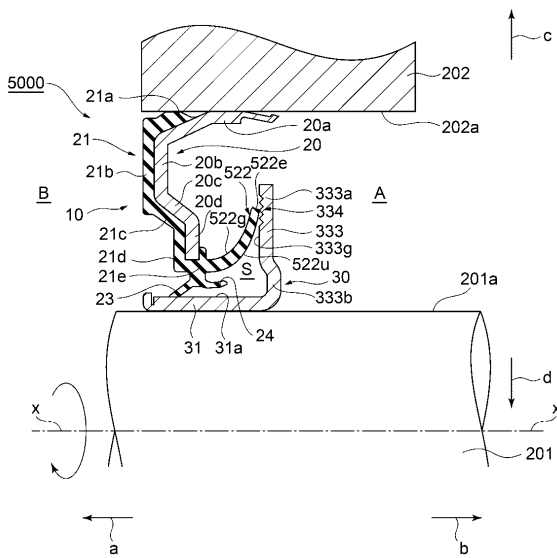
【図 18】



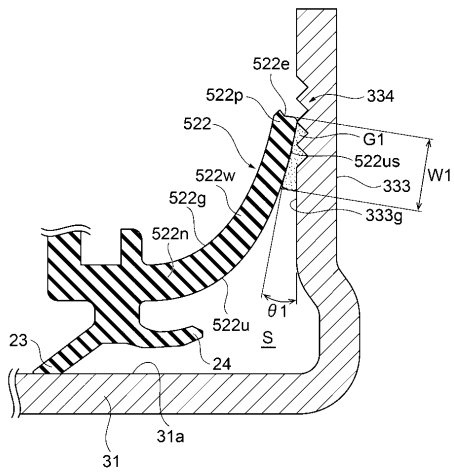
10

20

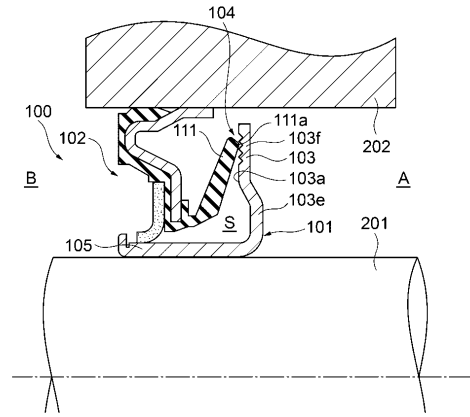
【図 19】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2016-148386(JP,A)
特開2015-194174(JP,A)
特開2002-372059(JP,A)
特開2006-342871(JP,A)
特開2009-103142(JP,A)
特開2004-125176(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16J 15/3204 - 15/3236
F16J 15/324 - 15/3296