

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年10月5日(05.10.2017)



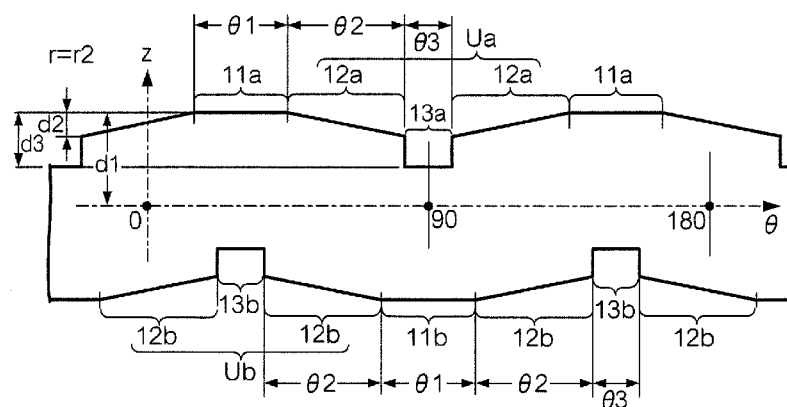
(10) 国際公開番号

WO 2017/170544 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 17/04 (2006.01) *F16C 33/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012629
- (22) 国際出願日: 2017年3月28日(28.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-066159 2016年3月29日(29.03.2016) JP
特願 2016-066167 2016年3月29日(29.03.2016) JP
特願 2016-066170 2016年3月29日(29.03.2016) JP
- (71) 出願人: 大豊工業株式会社(TAIHO KOGYO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4718502 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目6番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: ▲濱▼本 祥宏(HAMAMOTO, Tadahiro); 〒4718502 愛知県豊田市緑ヶ丘3丁目6番地 大豊工業株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人朝日特許事務所(ASAHI PATENT FIRM); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町三丁目15番地 NTF竹橋ビル3階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: WASHER

(54) 発明の名称: ワッシャ



(57) Abstract: A washer 1 has a washer main body that slides against another member by a first surface 10a and a second surface 10b of a plate formed into an annular shape. The first surface 10a is provided with a land part 11a, a taper part 12a, and an oil groove 13a. The land part 11a is a portion extending along the first surface 10a. The taper part 12a is a portion inclined so as to decrease in height from both sides of the land part 11a in the circumferential direction of the washer 1. The oil groove 13a is a groove facing the thinnest portion of the taper part 12a. The oil groove 13a and the taper part 12a on both circumferential-direction sides are sections recessed further in a -z direction than the land part 11a, and are included in a first recess Ua. The second surface 10b has a second recess Ub provided to a different position than the first recess Ua in the circumferential direction. A notched part is provided in an inner peripheral surface 17 of the washer 1.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/170544 A1



ワッシャ1は、環状に形成された板の第1面10aおよび第2面10bでそれぞれ他の部材と摺動するワッシャ本体を有する。第1面10aには、ランド部11a、テーパ部12a、および油溝13aが設けられている。ランド部11aは、第1面10aに沿った部分である。テーパ部12aは、ワッシャ1の周方向においてランド部11aの両側から高さが減少するように傾斜した部分である。油溝13aは、テーパ部12aの最も薄い部分に面した溝である。油溝13aと、この周方向における両側のテーパ部12aとは、ランド部11aよりも $-z$ 方向に凹んだ部位であり、第1凹部Uaに含まれる。第2面10bには、第2凹部Ubが周方向において第1凹部Uaと異なる位置に設けられている。ワッシャ1の内周面17には切欠部が設けられている。

明 細 書

発明の名称 : ワッシャ

技術分野

[0001] 本発明は、表裏の両面で他の部材と摺動するワッシャに関する。

背景技術

[0002] 自動車のトランスミッションまたはエンジン、もしくは光ディスクドライブなどで利用されるスラスト荷重を受ける摺動部材には、表裏の両面で他の部材（相手部材）と摺動するものがあり、さらに相手部材が正逆両方に回転し得るものもある。これらの摺動部材において摩擦抵抗を低減することが求められている。

[0003] 例えば、特許文献１には、摺動面に潤滑油を供給するため、リング状平板の表裏それぞれの面に、径方向の溝部と非溝部を所定角度間隔で交互に設け、溝部を潤滑油の流通路とし非溝部を摺動面とし、一方の面の溝部が他方の面の非溝部に対応する配置とし、溝部には対応する反対面の非溝部に通じる貫通穴を設けたスラストワッシャが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００２－８１４４６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１に記載の溝は単に潤滑油を供給するためのものであるもので、油膜圧力が低いという問題があった。

[0006] これに対し本発明は、両面摺動可能なワッシャにおいて油膜圧力を向上させる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様において、他の部材と摺動する第１面および第２面を形成するための環形状を有するワッシャ本体と、前記第１面に設けられた第１凹

部と、前記第2面に、周方向において前記第1凹部と異なる位置に設けられた第2凹部と、前記ワッシャ本体の内周面に設けられた切欠部とを有するワッシャが提供される。

[0008] 前記第1面は、第1ランド部と、該第1ランド部に対して周方向において傾斜している第1テーパ部とを有し、前記第2面は、第2ランド部と、該第2ランド部に対して周方向において傾斜している第2テーパ部とを有し、前記第1凹部は、前記第1テーパ部を含み、前記第2凹部は、前記第2テーパ部を含んでもよい。

[0009] 前記第1面は、前記第1ランド部から見て前記周方向において前記第1テーパ部と反対の方向に設けられた第3テーパ部を有し、前記第2面は、前記第2ランド部から見て前記周方向において前記第2テーパ部と反対の方向に設けられた第4テーパ部を有してもよい。

[0010] 前記第1テーパ部および前記第3テーパ部が、前記第1ランド部について対称であり、前記第2テーパ部および前記第4テーパ部が、前記第2ランド部について対称であってもよい。

[0011] 前記第1凹部に含まれる前記第1テーパ部は、前記第2凹部に含まれる前記第2テーパ部とほぼ同じ大きさであってもよい。

[0012] 前記第1凹部および前記第2凹部には、外周面から内周面にわたって潤滑油を通す油溝が設けられていてもよい。

[0013] 本発明の別の態様において、環状に形成された板の第1面および第2面でそれぞれ他の部材と摺動するワッシャ本体と、前記第1面に設けられた第1ランド部と、前記第1面に設けられ、前記第1ランド部に対して周方向において傾斜している第1テーパ部と、前記第2面に、周方向において前記第1ランド部と異なる位置に設けられた第2ランド部と、前記第2面に、周方向において前記第1テーパ部と異なる位置に設けられ、前記第2ランド部に対して周方向において傾斜している第2テーパ部とを有するワッシャが提供される。

[0014] 前記第1面は、前記第1ランド部から見て前記周方向において前記第1テ

一パ部と反対の方向に設けられた第3テーパ部を有し、前記第2面は、前記第2ランド部から見て前記周方向において前記第2テーパ部と反対の方向に設けられた第4テーパ部を有してもよい。

[0015] 前記第1テーパ部および前記第3テーパ部が、前記第1ランド部について対称であり、前記第2テーパ部および前記第4テーパ部が、前記第2ランド部について対称であってもよい。

[0016] 前記第1テーパ部は、前記第2テーパ部とほぼ同じ大きさであってもよい。

[0017] 前記第1面および前記第2面には、外周面から内周面にわたって潤滑油を通す油溝が設けられていてもよい。

[0018] 前記第1面において前記ワッシャ本体が露出していてもよい。

[0019] 前記ワッシャ本体の少なくとも一部を被覆する、前記ワッシャ本体よりも摩擦係数が低い材質で形成された被覆層を有し、少なくとも前記第1ランド部および前記第1テーパ部が、前記被覆層により覆われていてもよい。

[0020] 前記第2ランド部および前記第2テーパ部が、前記被覆層により覆われていてもよい。

[0021] 前記被覆層が、樹脂により形成されてもよい。

[0022] 前記被覆層が、めっきにより形成されてもよい。

[0023] 少なくとも前記第1テーパ部が、前記めっきにより形成された被覆層により覆われていてもよい。

[0024] 前記ワッシャ本体において前記被覆層が形成される面が平坦であってもよい。

[0025] 前記ワッシャ本体において前記被覆層が形成される面が、前記第1ランド部および前記第1テーパ部に対応する凹凸を有してもよい。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、両面摺動可能なワッシャにおいて油膜圧力を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]第1実施形態に係るワッシャ1の一例を示す概要図。

[図2]ワッシャ1を第1面10aの側から見た図。

[図3]軸Oを中心とした円に沿ってワッシャ1を切断した断面Sを示す図。

[図4]ワッシャ1に生じる弾性変形を説明するための概要図。

[図5]変形例におけるワッシャ1を説明するための図。

[図6]変形例においてワッシャ1を切断した断面Sを示す図。

[図7]第2実施形態に係るワッシャ2の一例を示す分解斜視図。

[図8]ワッシャ2を第1面210aの側から見た図。

[図9]軸Oを中心とした円に沿ってワッシャ1を切断した断面Scを示す図。

[図10]摺動による被覆層215aの弾性変形を説明するための概略図。

[図11]第3実施形態に係るワッシャ3の一例を示す分解斜視図。

[図12]ワッシャ1を第1面310aの側から見た図。

[図13]軸Oを中心とした円に沿ってワッシャ3を切断した断面Scを示す図

。

符号の説明

[0028] 1…ワッシャ

10a…第1面

10b…第2面

11a, 11b…ランド部

12a, 12b…テーパ部

13a, 13b…油溝

14a, 14b…ボトム部

17…内周面

18…外周面

19…切欠部

8a, 8b…相手部材

発明を実施するための形態

[0029] 1. 第1実施形態

図1は、本発明の実施形態に係るワッシャ1の一例を示す概要図である。ワッシャ1は、環状に形成された（すなわち環形状の）平板の部材であるワッシャ本体を有する。ワッシャ本体は平板であるため、表裏に互いに平行な端面を有する。ワッシャ本体の一方の端面を第1面10aと呼び、他方の端面を第2面10bと呼ぶ。ワッシャ1は、これら2つの端面で他の部材（相手部材という）と摺動し、その相手部材のスラスト荷重（軸方向に沿った荷重）を受ける。ワッシャ本体は、環の内側の面である内周面17と、外側の面である外周面18とを有する。なお、ワッシャ本体の材質には、スチールやブロンズ（例えばリン青銅）など様々な金属が好適に用いられる。なおこの例において摺動面は被覆層で覆われておらず、ワッシャ本体が露出している。

[0030] 図2は、ワッシャ1を第1面10aの側から見た図である。図2において、ワッシャ1が配置される空間を $x y z$ 右手系座標空間として表し、座標記号のうち、円の中に点を描いた記号は、紙面奥側から手前側に向かう矢印を表す。空間において x 軸に沿う方向を x 軸方向という。また、 x 軸方向のうち、 x 成分が増加する方向を $+x$ 方向といい、 x 成分が減少する方向を $-x$ 方向という。 y 、 z 成分についても、上記の定義に沿って y 軸方向、 $+y$ 方向、 $-y$ 方向、 z 軸方向、 $+z$ 方向、 $-z$ 方向を定義する。

[0031] 図2に示す通り、ワッシャ本体の環の軸Oは z 軸方向に沿って配置されている。第1面10aはワッシャ本体の $+z$ 方向の側であり、第2面10b（図2において図示せず）はワッシャ本体の $-z$ 方向の側である。内周面17は、軸Oから半径 r_0 の距離にある面である。外周面18は、軸Oから半径 r_3 の距離にある面である。

[0032] ワッシャ本体の内周面17には、複数の切欠部19が設けられている。図2に示すワッシャ1では、内周面17の6箇所切欠部19が設けられている。切欠部19のうち最も軸Oから遠い部分は軸Oから距離 r_1 だけ離れている。

[0033] 第1面10aは、ランド部11a（第1ランド部の一例）と、テーパ部1

2 a（第1テーパ部の一例）と、油溝13 aとを有する。ランド部11 aは、軸Oに垂直な面、すなわち、第1面10 aに沿った部分である。テーパ部12 aは、ランド部11 aに対して周方向において傾斜している部分である。

[0034] 図2に示す位相 θ は、 x y 平面上において軸Oを中心とした円周上の点の位置を示す値であり、軸Oからその点へ向いたベクトルと、 $+x$ 方向のベクトルとが成す角度で表される。したがって、位相 θ は0度のときに $+x$ 方向を示し、90度のときに $+y$ 方向を示し、180度のときに $-x$ 方向を示し、270度のときに $-y$ 方向を示す。

[0035] ここで、ワッシャ1の断面によりランド部11 a、テーパ部12 a、および油溝13 aの z 軸方向の形状を説明する。

[0036] 図3は、軸Oを中心として x y 平面上に描いた円に沿ってワッシャ1を切断した断面Sを示す図である。ワッシャ1を切断した断面Sは x y 平面上において軸Oを中心とする半径 r_2 の円に沿っている。ここで、半径 r_2 の円とは、図1に示すように、軸Oを中心とする放射方向において「切欠部19のうち最も軸Oから遠い部分」と「外周面18」とを結ぶ線分の中間点を通る円である。したがって、半径 r_2 は、以下の式（1）によって算出される。

$$r_2 = (r_1 + r_3) / 2 \quad \dots (1)$$

[0037] なお、切欠部19のうち最も軸Oから遠い部分と外周面18との距離は、 $(r_3 - r_1)$ であり、上述した円はこの中間点を通るので、この距離の半分を距離 r_4 とすると半径 r_2 は、以下の式（2）によっても表される。

$$r_2 = r_1 + r_4 \quad \dots (2)$$

[0038] 半径 r_0 、 r_2 、 r_3 、および距離 r_1 は、ワッシャ1が支える相手部材の大きさなどに応じて決められる。例えば、 $r_0 = 24.5$ mm、 $r_1 = 26.5$ mm、 $r_2 = 29.5$ mm、 $r_3 = 32.5$ mm、 $r_4 = 3.0$ mm などである（この例は図2のワッシャ1の寸法を示すものではない）。

[0039] 図3には、 z 軸方向の位置を示す「 z 」と、位相 θ を示す「 θ 」とで構成

される z θ 座標でこの断面 S を表した形状が示されている。ランド部 1 1 a は、 $z = 0$ の平面から $+z$ 方向に高さ d_1 を有する。テーパ部 1 2 a は、ワッシャ 1 の周方向においてランド部 1 1 a の両側に隣接してそれぞれ設けられている。図 3 において、ランド部 1 1 a（第 1 ランド部の一例）の左に位置するテーパ部 1 2 a は第 1 テーパ部の一例であり、ランド部 1 1 a の右に位置するテーパ部 1 2 a は第 3 テーパ部の一例である。すなわち、第 1 面 1 0 a は、第 1 ランド部から見て周方向において第 1 テーパ部と反対の方向に設けられた第 3 テーパ部を有する。テーパ部 1 2 a は、周方向においてランド部 1 1 a の両側から高さが減少するように傾斜した部分であり、その最も薄い部分はランド部 1 1 a を基準として、深さ d_2 の窪みとなっている。なお、テーパ部 1 2 a はランド部 1 1 a より高さが減少した部位であるため、深さ d_2 は正の値であり、 0 mm および負の値にはならない。

[0040] 油溝 1 3 a は、内周面 1 7 から外周面 1 8 にわたって潤滑油を通す溝である。油溝 1 3 a は、テーパ部 1 2 a の最も薄い部分に隣接していて、その深さは深さ d_3 である。深さ d_3 は、深さ d_2 よりも深い。

[0041] なお、図 3 において示される位置は相対的であり、実際には高さ $d_1 >$ 深さ $d_3 \gg$ 深さ d_2 である。例えば、高さ $d_1 = 1.0\text{ mm}$ （ミリメートル）、深さ $d_3 = 0.2\text{ mm}$ 、深さ $d_2 = 0.025\text{ mm}$ である。

[0042] また、ランド部 1 1 a の周方向における一方の側に設けられたテーパ部 1 2 a は、他方の側に設けられたテーパ部 1 2 a と、ランド部 1 1 a を介して対称である。ここでいう「対称」とは、軸 O に沿ったベクトルと、この軸 O を中心とする一つの放射方向に沿ったベクトルとで表される平面のうち、ランド部 1 1 a の周方向における中間点を通る平面を鏡映面としたときに、このランド部 1 1 a の両側のテーパ部 1 2 a が互いに鏡像となる「鏡像対称」をいう。ワッシャ 1 と摺動する相手部材の回転方向が正逆いずれもあり得る場合であっても、ランド部 1 1 a の周方向における両側に設けられた 2 つのテーパ部 1 2 a がランド部 1 1 a を介して互いに鏡像対称であることにより、摺動によって潤滑油が誘導される隙間の形状は同じになる。

[0043] テーパ部12aおよび油溝13aは、ランド部11aよりも $-z$ 方向に凹んだ部位である。したがって、ランド部11aはテーパ部12aよりも $+z$ 方向に突出した部位であり、テーパ部12aよりも第1面10aと摺動する相手部材に近い部位である。油溝13aと、この油溝13aの周方向における両側のテーパ部12aとは、第1凹部Uaに含まれる。

[0044] 深さd2は、0.04mm以下であることが望ましく、0.01mm程度（例えば0.005mm以上0.015mm未満）であることが最も望ましい。

[0045] またこの断面において、ランド部11aは、周方向に沿って角度 $\theta 1$ にわたって存在し、テーパ部12aは、周方向に沿って角度 $\theta 2$ にわたって存在している。そして、この断面において油溝13aは、周方向に沿って角度 $\theta 3$ にわたって存在している。図3に示す例では、角度 $\theta 3$ は角度 $\theta 1$ よりも小さい。

[0046] テーパ比とは、ランド部11aと、このランド部11aに隣接する1つのテーパ部12aの周方向に沿った範囲のうち1つのテーパ部12aが占める比率である。テーパ比kは、以下の式(3)で表される。

$$k = \theta 2 / (\theta 2 + \theta 1) \quad \dots (3)$$

[0047] テーパ比は、0.5以上0.9以下であることが望ましく、0.6以上0.8以下であることがより望ましい。最も望ましいテーパ比は、0.7である。

[0048] 第2面10bにも、ランド部11b（第2ランド部の一例）、テーパ部12b（第2テーパ部の一例）、および油溝13bが設けられている。ランド部11b、テーパ部12b、および油溝13bは、大きさ、すなわち、周方向の長さ z 軸方向の深さ、およびこれらの周方向における並び方、鏡像関係などがそれぞれ、ランド部11a、テーパ部12a、および油溝13aと共通である。図3において、ランド部11b（第2ランド部の一例）の左に位置するテーパ部12bは第2テーパ部の一例であり、ランド部11bの右に位置するテーパ部12bは第4テーパ部の一例である。すなわち、第2面

10bは、第2ランド部から見て周方向において第2テーパ部と反対の方向に設けられた第4テーパ部を有する。また、第1テーパ部は第2テーパ部とほぼ同じ大きさである。

[0049] つまり、ワッシャ1の第1面10aには、1つのランド部11a、このランド部11aの両側に隣接した2つのテーパ部12a、およびこれら2つのテーパ部12aのいずれか一方に隣接した1つの油溝13aからなる組が、第1面10aにおいて120度ごとに3つ設けられている。そして、ワッシャ1の第2面10bには、1つのランド部11b、このランド部11bの両側に隣接した2つのテーパ部12b、およびこれら2つのテーパ部12bのいずれか一方に隣接した1つの油溝13bからなる組が、第2面10bにおいて120度ごとに3つ設けられている。

[0050] 一方、ランド部11aとランド部11bとは周方向において異なる位相で設けられている。例えば、図3に示すランド部11aは、30度を中心に設けられているが、ランド部11bは、90度を中心に設けられている。したがって、ランド部11aとランド部11bとは周方向において60度の位相差がある。テーパ部12aとテーパ部12b、および油溝13aと油溝13bも同様に、周方向において60度の位相差がある。

[0051] なお、テーパ部12bおよび油溝13bは、ランド部11bよりも+z方向に凹んだ部位である。油溝13bと、この油溝13bの周方向における両側のテーパ部12bとは、第2凹部U_bに含まれる。上述した通り、ランド部11aとランド部11bとは周方向においてそれぞれ異なる位置に設けられているので、第2凹部U_bは、周方向において第1凹部U_aと異なる位置に設けられている。切欠部19は、ワッシャ1の内周面17において、3つのランド部11aおよび3つのランド部11bに相当する合計6箇所それぞれ重ねて設けられている。

[0052] ワッシャ1に相手部材からz軸方向の荷重がかかると、上述した第1面10aの構成と第2面10bの構成との位相差により、ワッシャ1は弾性変形する。

[0053] 図4は、ワッシャ1に生じる弾性変形を説明するための概要図である。図4には、半径 r_2 の円でワッシャ1を切断した断面Sが示されており、上下が z 軸方向であり、左右が周方向である。図4に示す断面図の z 軸方向の位置は、誇張されており相対的なものである。第1面10aが、ワッシャ1の $+z$ 方向に存在する相手部材8aと摺動すると、第1面10aのランド部11aが $-z$ 方向の力 F_a を受ける。

[0054] 一方、第2面10bが、ワッシャ1の $-z$ 方向に存在する相手部材8bと摺動すると、第2面10bのランド部11bが $+z$ 方向の力 F_b を受ける。ランド部11bが相手部材8bから受ける $+z$ 方向の力 F_b は、ランド部11aが相手部材8aから受ける $-z$ 方向の力 F_a と周方向において位相が異なっており、第1面10aにおいてランド部11bに対向する位置には、第1凹部11aが存在している。そのため、荷重がかかる前後において相手部材8aの z 軸方向の位置が変化しないとすると、第1凹部11aは、図4に二点鎖線で示した形状に変形する。すなわち、力 F_a と力 F_b とによって、第1凹部11aは浅くなるように変形する。その結果、図4に示す断面図においてランド部11aとテーパ部12aとの成す角度は、変形前の角度 α から、角度 α よりも鋭角な角度 β に変化する。

[0055] ワッシャ1が図4に示す矢印D0方向に回転すると、第1面10aの第1凹部11aに付着した潤滑油は、相手部材8aからのせん断力を受けて矢印D1方向に移動するので、相手部材8aとテーパ部12aとに挟まれたくさび状の隙間に誘導される。製造時においてワッシャ1は相手部材8aから $-z$ 方向の荷重を受けていないので、上述した通り、ランド部11aとテーパ部12aとの成す角度は角度 α である。一方、相手部材8aと摺動しているとき、ワッシャ1は相手部材8aから $-z$ 方向の荷重を受けているため、ランド部11aとテーパ部12aとの成す角度は角度 α よりも鋭角である角度 β に変化している。そのため、潤滑油はワッシャ1の製造時よりも狭い隙間に誘導されることとなり、くさび効果が増大する。

[0056] 周方向に角度 β の傾斜を有するテーパ部12aを製造することは困難であ

るが、角度 β よりも大きい角度 α の傾斜を有するテーパ部12aを製造することは、比較的容易である。したがって、この実施形態におけるワッシャ1は、製造し易く、かつ、相手部材と摺動する際に弾性変形して変形前よりも高い「くさび効果」を奏するので、より少ない量の潤滑油で摩擦抵抗が低減する。

[0057] 本願発明の発明者らは、実際に高速スラスト軸受試験機を用いてワッシャ1に1000秒にわたる負荷をかけた実験を行った。この実験において、テーパ部を設けずにランド部と油溝13aで構成されたワッシャ（平ワッシャ）と比較した結果、本願発明に係るワッシャ1は、平ワッシャに比べて、荷重25N（ニュートン）、50N、75Nのいずれにおいても摩擦トルクが抑制された。

[0058] 1-2. 変形例

本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、種々の変形実施が可能である。以下、変形例をいくつか説明する。以下の変形例のうち2つ以上のものが組み合わせて用いられてもよい。

[0059] 1-2-1. 変形例1

上述した実施形態において、油溝13aは、テーパ部12aの最も薄い部分に隣接していたが、テーパ部12aに隣接していなくてもよい。例えば、ワッシャ1は、油溝13aとテーパ部12aとの間にテーパ部12aと異なる部分を有していてもよい。

[0060] 図5は、この変形例におけるワッシャ1を説明するための図である。図5には、この変形例におけるワッシャ1を+z方向から見た形状が描かれている。図5に示すように、この変形例におけるワッシャ1の第1面10aには、油溝13aとテーパ部12aとの間には、ボトム部14aが設けられている。

[0061] 図6は、この変形例において、軸Oを中心としてxy平面上に描いた円に沿ってワッシャ1を切断した断面Sを示す図である。ボトム部14aは、テーパ部12aの最も薄い部分に隣接した面であり、軸Oに垂直な面、すなわ

ち、第1面10aに沿った部分である。図6に示す通り、ボトム部14aのランド部11aを基準とした深さは、テーパ部12aの最も薄い部分の深さと同じ「深さd2」である。この構成であっても、テーパ部12aとランド部11aとの成す角は比較的鋭角であり、周方向に沿って傾斜しているため、潤滑油がこの傾斜によって狭くなる方の隙間に誘導されて、くさび効果を奏する。

[0062] なお、上述した実施形態において、油溝13aの周方向の大きさを示す角度 $\theta 3$ は、ランド部11aの周方向の大きさを示す角度 $\theta 1$ よりも小さかったが、角度 $\theta 1$ 以上であってもよい。また、油溝13aの2つの稜線は、軸Oを中心としてx y平面上に放射状に広がっておらず、幅が同じになるように平行となっていたが、放射状に沿った形状であってもよい。

[0063] 1-2-2. 変形例2

上述した実施形態において、ワッシャ1の第1面10aには、ランド部11aと、このランド部11aの両側に隣接した2つのテーパ部12aと、いずれか一方のテーパ部12aに隣接した油溝13aとからなる組が、第1面10aにおいて120度ごとに3つ設けられ、第2面10bにおいても、これらに相当する構成が3つ設けられていたが、これらの組が端面に設けられる数は3つに限られない。これらの組は複数であれば、2つであってもよいし、4つ以上であってもよい。

[0064] 1-2-3. 変形例3

上述した実施形態において、ワッシャ1の第1面10aには油溝13aが、第2面10bには油溝13bがそれぞれ設けられていたが、油溝はいずれか一方の端面にだけ設けられていてもよい。また、油溝は、いずれの端面にも設けられなくてよい。油溝13aが設けられていない場合、2つのテーパ部12aが第1凹部Uaを構成し、2つのテーパ部12bが第2凹部Ubを構成していればよい。この場合、例えばテーパ部12aやテーパ部12bは、それらの最も薄い部分同士で隣接する。

[0065] 1-2-4. 変形例4

上述した実施形態において、ランド部 1 1 a の周方向における一方の側に設けられたテーパ部 1 2 a は、他方の側に設けられたテーパ部 1 2 a と、ランド部 1 1 a を介して対称であったが、非対称であってもよい。例えば相手部材の回転方向が一方向に限定されている場合、潤滑油が誘導される方のテーパ部 1 2 a が、誘導されない側のテーパ部 1 2 a に比べて、軸 O に垂直な面に対する角度が浅いように設計されていればよい。

[0066] また、ランド部 1 1 a の周方向における一方の側にテーパ部 1 2 a が設けられている場合に、他方の側にテーパ部 1 2 a が設けられていなくてもよい。

[0067] 1-2-5. 変形例 5

また、ランド部 1 1 a やランド部 1 1 b の周方向における両側のいずれにも、テーパ部 1 2 a やテーパ部 1 2 b は設けられなくてよい。この場合、ランド部 1 1 a とランド部 1 1 b とは周方向における位相が異なっており、ランド部 1 1 a やランド部 1 1 b の周方向における両側には油溝 1 3 a、油溝 1 3 b がそれぞれ設けられていればよく、この油溝 1 3 a および油溝 1 3 b が通過する内周面 1 7 にはそれぞれ潤滑油を軸 O に沿った方向に通す切欠部 1 9 が設けられていればよい。

[0068] 1-2-6. 変形例 6

上述した実施形態において、切欠部 1 9 は、ワッシャ 1 の内周面 1 7 において、3つのランド部 1 1 a および3つのランド部 1 1 b に相当する合計6箇所それぞれ重ねて設けられていたが、ワッシャ 1 は切欠部 1 9 を有していなくてもよい。例えば、内周面 1 7 に収容される軸との隙間を通して潤滑油が第1面 1 0 a と第2面 1 0 b とを行き来するように構成されていてもよい。また、油溝 1 3 a やテーパ部 1 2 a などに、軸 O に沿った方向の孔が設けられていてもよい。これらの孔は、潤滑油を通す孔であるため、潤滑油は第1面 1 0 a と第2面 1 0 b とを行き来する。

[0069] 2. 第2実施形態

図 7 は、本発明の第2実施形態に係るワッシャ 2 の一例を示す分解斜視図

である。ワッシャ 2 は、環状に形成された平板の部材であるワッシャ本体 2 1 6 を有する。ワッシャ本体 2 1 6 は平板であるため、表裏に互いに平行な端面を有する。ワッシャ本体 2 1 6 の一方の端面を第 1 面 2 1 0 a と呼び、他方の端面を第 2 面 2 1 0 b と呼ぶ。

[0070] ワッシャ 2 は、これら 2 つの端面で他の部材（相手部材という）と摺動し、その相手部材のスラスト荷重（軸方向に沿った荷重）を受ける。ワッシャ本体 2 1 6 は、環の内側の面である内周面 2 1 7 と、外側の面である外周面 2 1 8 とを有する。なお、ワッシャ本体 2 1 6 の材質には、スチールやブロンズ（例えばリン青銅）など様々な金属が好適に用いられる。

[0071] また、図 7 に示す通り、ワッシャ本体 2 1 6 の第 1 面 2 1 0 a の一部は、樹脂を含む被覆層 2 1 5 a によって被覆されている。そして図 7 には示されていないが、ワッシャ本体 2 1 6 の第 2 面 2 1 0 b の一部も、第 1 面 2 1 0 a と同様に、樹脂を含む被覆層 2 1 5 b によってコーティング（被覆）されている。被覆層 2 1 5 a および被覆層 2 1 5 b（以下、これらを区別しない場合、単に「被覆層 2 1 5」という）はワッシャ本体 2 1 6 の 2 つの端面に設けられているので、上述した通り、相手部材と摺動し、そのスラスト荷重を受ける。なお、被覆層 2 1 5 の材質には、摩擦係数の低い P T F E（polytetrafluoroethylene）、P A I（polyamide-imide）、P I（Polyimide）などの樹脂が好適に用いられる。また、被覆層 2 1 5 の材質には、硬質物や固体潤滑剤が含まれた複合部材を用いてもよい。

[0072] 図 8 は、ワッシャ 2 を第 1 面 2 1 0 a の側から見た図である。図 8 において、ワッシャ 2 が配置される空間を $x y z$ 右手系座標空間として表し、座標記号のうち、円の中に点を描いた記号は、紙面奥側から手前側に向かう矢印を表す。空間において x 軸に沿う方向を x 軸方向という。また、 x 軸方向のうち、 x 成分が増加する方向を $+x$ 方向といい、 x 成分が減少する方向を $-x$ 方向という。 y 、 z 成分についても、上記の定義に沿って y 軸方向、 $+y$ 方向、 $-y$ 方向、 z 軸方向、 $+z$ 方向、 $-z$ 方向を定義する。

[0073] 図 8 に示す通り、ワッシャ本体 2 1 6 の環の軸 O は z 軸方向に沿って配置

されている。第1面210aはワッシャ本体216の+z方向の側であり、第2面210b（図8において図示せず）はワッシャ本体216の-z方向の側である。内周面217は、軸Oから半径 r_0 の距離にある面である。外周面218は、軸Oから半径 r_3 の距離にある面である。

[0074] ワッシャ本体216の内周面217には、複数の切欠部19が設けられている。図8に示すワッシャ2では、内周面217の6箇所（図8）に切欠部19が設けられている。切欠部19のうち最も軸Oから遠い部分は軸Oから距離 r_1 だけ離れている。

[0075] 第1面210aは、油溝213aを有する。油溝213aは、内周面217から外周面218にわたって潤滑油を通す溝である。第1面210aのうち油溝213aを除く領域には被覆層215aがコーティングされている。

[0076] 図8に示す被覆層215aは3箇所に分割されており、そのそれぞれにランド部211aと2つのテーパ部212aとを有する。ランド部211aは、軸Oに垂直な面、すなわち、第1面210aに沿った部分である。テーパ部212aは、ランド部211aの周方向に隣接し、このランド部211aに対して周方向に傾斜している部分である。

[0077] 図8に示す位相 θ は、 $x-y$ 平面上において軸Oを中心とした円周上の点の位置を示す値であり、軸Oからその点へ向いたベクトルと、+x方向のベクトルとが成す角度で表される。したがって、位相 θ は0度のときに+x方向を示し、90度のときに+y方向を示し、180度のときに-x方向を示し、270度のときに-y方向を示す。

[0078] 図9は、軸Oを中心として $x-y$ 平面上に描いた円に沿ってワッシャ2を切断した断面Scを示す図である。この例において、ワッシャ本体216の、被覆層215が形成される面はほぼ平坦である。ランド部およびテーパ部は、被覆層215の厚みの差によって形成される。ワッシャ2を切断した断面Sは $x-y$ 平面上において軸Oを中心とする半径 r_2 の円に沿っている。ここで、半径 r_2 の円とは、図7に示すように、軸Oを中心とする放射方向において「切欠部19のうち最も軸Oから遠い部分」と「外周面218」とを結

ぶ線分の中間点を通る円である。したがって、半径 r_2 は、以下の式 (2-1) によって算出される。

$$r_2 = (r_1 + r_3) / 2 \quad \dots (2-1)$$

[0079] なお、切欠部 19 のうち最も軸 O から遠い部分と外周面 218 との距離は、 $(r_3 - r_1)$ であり、上述した円はこの中間点を通るので、この距離の半分の距離 r_4 とすると半径 r_2 は、以下の式 (2) によっても表される。

$$r_2 = r_1 + r_4 \quad \dots (2-2)$$

[0080] 半径 r_0 , r_2 , r_3 、および距離 r_1 は、ワッシャ 2 が支える相手部材の大きさなどに応じて決められる。例えば、 $r_0 = 24.5 \text{ mm}$ 、 $r_1 = 26.5 \text{ mm}$ 、 $r_2 = 29.5 \text{ mm}$ 、 $r_3 = 32.5 \text{ mm}$ 、 $r_4 = 3.0 \text{ mm}$ などである (この例は図 8 のワッシャ 2 の寸法を示すものではない)。

[0081] 図 9 には、 z 軸方向の位置を示す「 z 」と、位相 θ を示す「 θ 」とで構成される $z-\theta$ 座標でこの断面 S_c を表した形状が示されている。ランド部 211a は、 $z = 0$ の平面 F_0 から $+z$ 方向に高さ (厚み) d_1 を有する。

[0082] テーパ部 212a は、ワッシャ 2 の周方向においてランド部 211a の両側に隣接してそれぞれ設けられている。テーパ部 212a は、周方向においてランド部 211a の両側に配置される領域であり、このランド部 211a に対して周方向に傾斜するように形成された部分である。テーパ部 212a の最も薄い部分はランド部 211a を基準として、深さ d_2 の窪みとなっている。なお、深さ d_2 は正の値であり、 0 mm および負の値にはならない。

[0083] 油溝 213a は、テーパ部 212a の最も薄い部分に隣接していて、その深さは深さ d_3 である。深さ d_3 は、深さ d_2 よりも深い。テーパ部 212a は油溝 213a に隣接しているため、油溝 213a から潤滑油を供給される。すなわち、油溝 213a は、隣接するテーパ部 212a に向けて潤滑油を供給する。

[0084] なお、図 9 において示される位置は相対的であり、実際には高さ $d_1 > \text{深さ } d_3 \gg \text{深さ } d_2$ である。例えば、高さ $d_1 = 1.0 \text{ mm}$ (ミリメートル)、深さ $d_3 = 0.2 \text{ mm}$ 、深さ $d_2 = 0.025 \text{ mm}$ である。

[0085] また、ランド部 2 1 1 a の周方向における一方の側に設けられたテーパ部 2 1 2 a は、他方の側に設けられたテーパ部 2 1 2 a と、ランド部 2 1 1 a を介して対称である。ここでいう「対称」とは、軸 O に沿ったベクトルと、この軸 O を中心とする一つの放射方向に沿ったベクトルとで表される平面のうち、ランド部 2 1 1 a の周方向における中間点を通る平面を鏡映面としたときに、このランド部 2 1 1 a の両側のテーパ部 2 1 2 a が互いに鏡像となる「鏡像対称」をいう。ワッシャ 2 と摺動する相手部材の回転方向が正逆いずれもあり得る場合であっても、ランド部 2 1 1 a の周方向における両側に設けられた 2 つのテーパ部 2 1 2 a がランド部 2 1 1 a を介して互いに鏡像対称であることにより、摺動によって潤滑油が誘導される隙間の形状は同じになる。

[0086] テーパ部 2 1 2 a および油溝 2 1 3 a は、ランド部 2 1 1 a よりも - z 方向に凹んだ部位である。したがって、ランド部 2 1 1 a はテーパ部 2 1 2 a よりも + z 方向に隆起した部位であり、テーパ部 2 1 2 a よりも第 1 面 2 1 0 a と摺動する相手部材に近い部位である。

[0087] 深さ d 2 は、0. 0 4 mm 以下であることが望ましく、0. 0 1 mm 程度（例えば 0. 0 0 5 mm 以上 0. 0 1 5 mm 未満）であることが最も望ましい。

[0088] テーパ比とは、ランド部 2 1 1 a と、このランド部 2 1 1 a に隣接する 1 つのテーパ部 2 1 2 a の周方向に沿った範囲のうち 1 つのテーパ部 2 1 2 a が占める比率である。テーパ比 k は、以下の式（2-3）で表される。

$$k = \theta 2 / (\theta 2 + \theta 1) \quad \dots (2-3)$$

[0089] テーパ比は、0. 5 以上 0. 9 以下であることが望ましく、0. 6 以上 0. 8 以下であることがより望ましい。最も望ましいテーパ比は、0. 7 である。

[0090] 被覆層 2 1 5 は、樹脂を含むため相手部材との摺動により圧力がかかると弾性変形し易い。図 7 0 は、摺動による被覆層 2 1 5 a の弾性変形を説明するための概略図である。第 1 面 2 1 0 a には、ランド部 2 1 1 a と、このラ

ンド部 2 1 1 a の周方向の両側に隣接したテーパ部 2 1 2 a とを有する被覆層 2 1 5 a がコーティングされている。第 1 面 2 1 0 a の側には相手部材 8 a が配置されており、相手部材 8 a はワッシャ 2 と第 1 面 2 1 0 a で摺動する。このとき、ランド部 2 1 1 a は相手部材 8 a に最も近い位置にあり、ランド部 2 1 1 a が相手部材 8 a から図 7 0 (a) に矢印で示した $-z$ 方向のスラスト荷重を受ける。

[0091] ランド部 2 1 1 a が $-z$ 方向のスラスト荷重を受けると、このランド部 2 1 1 a を有する被覆層 2 1 5 a は図 7 0 (b) に示すように $-z$ 方向に圧縮する。これにより、相手部材 8 a がワッシャ 2 と摺動していないとき、図 7 0 (a) に示す通り、テーパ部 2 1 2 a の最も薄い部分の深さはランド部 2 1 1 a を基準として深さ d_2 であったが、摺動しているとき、この部分の深さは図 7 0 (b) に示す通り、ランド部 2 1 1 a を基準として深さ d_{20} ($d_{20} < d_2$) となる。また、テーパ部 2 1 2 a のランド部 2 1 1 a (またはこれに沿って摺動する相手部材 8 a) に対する角度が小さくなる。

[0092] 相手部材 8 a がワッシャ 2 に対して相対的に静止しているとき、つまり摺動していないとき、相手部材 8 a とテーパ部 2 1 2 a とが成す角は、図 7 0 (a) に示す通り、角度 α である。一方、相手部材 8 a がワッシャ 2 に対して相対的に回転し、相手部材 8 a とランド部 2 1 1 a とが摺動しているとき、相手部材 8 a とテーパ部 2 1 2 a とが成す角は角度 β である。角度 β は角度 α よりも鋭角である ($\beta < \alpha$)。

[0093] すなわち、ワッシャ 2 は相手部材 8 a と摺動すると被覆層 2 1 5 a がスラスト荷重を受けて弾性変形し z 軸方向に縮む。そのため、相手部材 8 a とテーパ部 2 1 2 a とが成す角はより浅くなり、相手部材 8 a とテーパ部 2 1 2 a との隙間が狭くなる。このため、この狭くなった隙間に潤滑油が流入することで、油膜圧力が増大する。

[0094] 特に、相手部材 8 a に対して周方向に角度 β の傾斜があるテーパ部 2 1 2 a を有する被覆層 2 1 5 a をワッシャ本体 2 1 6 の第 1 面 2 1 0 a にコーティングすることは困難であるが、角度 β よりも大きい角度 α の傾斜があるテ

ーパ部212aを有する被覆層215aを第1面210aにコーティングすることは、比較的容易である。したがって、この実施形態におけるワッシャ2は、製造し易く、かつ、相手部材と摺動する際に被覆層215が弾性変形して変形前よりも高い「くさび効果」を奏するので、より少ない量の潤滑油で摩擦抵抗が低減する。

[0095] 図9に戻り、第2面210bの構成について説明する。第2面210bにも、ランド部211b、テーパ部212b、および油溝213bが設けられている。ランド部211b、テーパ部212b、および油溝213bは、大きさ、すなわち、周方向の長さとはz軸方向の深さ、およびこれらの周方向における並び方、鏡像関係などがそれぞれ、ランド部211a、テーパ部212a、および油溝213aと共通である。

[0096] つまり、ワッシャ2の第1面210aには、1つのランド部211a、このランド部211aの両側に隣接した2つのテーパ部212a、およびこれら2つのテーパ部212aのいずれか一方に隣接した1つの油溝213aからなる組が、第1面210aにおいて120度ごとに3つ設けられている。そして、ワッシャ2の第2面210bには、1つのランド部211b、このランド部211bの両側に隣接した2つのテーパ部212b、およびこれら2つのテーパ部212bのいずれか一方に隣接した1つの油溝213bからなる組が、第2面210bにおいて120度ごとに3つ設けられている。

[0097] 一方、ランド部211aとランド部211bとは周方向において異なる位相で設けられている。例えば、図9に示すランド部211aは、30度や150度を中心に設けられているが、ランド部211bは、90度を中心に設けられている。したがって、ランド部211aとランド部211bとは周方向において60度の位相差がある。テーパ部212aとテーパ部212b、および油溝213aと油溝213bも同様に、周方向において60度の位相差がある。切欠部19は、ワッシャ2の内周面217において、3つのランド部211aおよび3つのランド部211bに相当する合計6箇所それぞれ重ねて設けられている。

[0098] この構成において、ワッシャ 2 に相手部材から z 軸方向の荷重がかかると、上述した第 1 面 210a の構成と第 2 面 210b の構成との位相差により、ワッシャ 2 は弾性変形する。

[0099] 特に、図 9 に示す被覆層 215a は、第 2 面 210b に油溝 213b が設けられた周方向の位置にランド部 211a を有し、被覆層 215b は、第 1 面 210a に油溝 213a が設けられた周方向の位置にランド部 211b を有する。 $+z$ 方向で摺動する相手部材からスラスト荷重を受けるランド部 211a の周方向の位置は、反対側の端面である第 2 面 210b のうち $-z$ 方向で摺動する相手部材から最も遠い油溝 213b のある位置であるから、ランド部 211a が受ける $-z$ 方向のスラスト荷重は、正反対の抗力を第 2 面 210b から受けておらず、ワッシャ 2 の弾性変形に寄与し易い。

[0100] ワッシャ 2 が弾性変形すると、ランド部 211a およびランド部 211b の軸方向の高さが低くなり、テーパ部 212a およびテーパ部 212b の軸方向の高低差が縮まるので、相手部材とテーパ部 212a との隙間が狭くなり、この隙間に潤滑油が誘導されることで生じる「くさび効果」が増大する。

[0101] 2-2. 変形例

本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、種々の変形実施が可能である。以下、変形例をいくつか説明する。以下の変形例のうち 2 つ以上のものが組み合わせて用いられてもよい。

[0102] 2-1. 変形例 1

上述した実施形態において、被覆層 215a は油溝 213a 以外の領域の全部を覆っていたが、一部を覆っていてもよい。例えば、ワッシャ 2 は、油溝 213a とテーパ部 212a との間に被覆層 215a が被覆されていない部分を有していてもよい。また、被覆層 215a は、油溝 213a も含めて第 1 面 210a の全体を覆ってもよい。

[0103] この構成であっても、テーパ部 212a がランド部 211a と隣接する領域において、テーパ部 212a はランド部 211a に対して周方向に傾斜し

ているため、テーパ部 2 1 2 a とランド部 2 1 1 a との成す角は比較的鋭角であり、テーパ部 2 1 2 a の表面を流れる潤滑油がこの傾斜に沿って相手部材との隙間が狭くなる方に誘導されて、くさび効果を奏する。

[0104] 2-2. 変形例 2

上述した実施形態において、ワッシャ 2 の第 1 面 2 1 0 a には、ランド部 2 1 1 a と、このランド部 2 1 1 a の両側に隣接した 2 つのテーパ部 2 1 2 a と、いずれか一方のテーパ部 2 1 2 a に隣接した油溝 2 1 3 a とからなる組が、第 1 面 2 1 0 a において 1 2 0 度ごとに 3 つ設けられ、第 2 面 2 1 0 b においても、これらに相当する構成が 3 つ設けられていたが、これらの組が端面に設けられる数は 3 つに限られない。これらの組は複数であれば、2 つであってもよいし、4 つ以上であってもよい。

[0105] 2-3. 変形例 3

上述した実施形態において、ワッシャ 2 の第 1 面 2 1 0 a には油溝 2 1 3 a が、第 2 面 2 1 0 b には油溝 2 1 3 b がそれぞれ設けられていたが、油溝はいずれか一方の端面にだけ設けられていてもよい。また、油溝は、いずれの端面にも設けられなくてよい。油溝 2 1 3 a が設けられていない場合、例えばテーパ部 2 1 2 a やテーパ部 2 1 2 b は、それらの最も薄い部分同士で隣接する。

[0106] 2-4. 変形例 4

上述した実施形態において、ランド部 2 1 1 a の周方向における一方の側に設けられたテーパ部 2 1 2 a は、他方の側に設けられたテーパ部 2 1 2 a と、ランド部 2 1 1 a を介して対称であったが、非対称であってもよい。例えば相手部材の回転方向が一方向に限定されている場合、潤滑油が誘導される方のテーパ部 2 1 2 a が、誘導されない側のテーパ部 2 1 2 a に比べて、軸 O に垂直な面に対する角度が浅いように設計されていればよい。

[0107] また、ランド部 2 1 1 a の周方向における一方の側にテーパ部 2 1 2 a が設けられている場合に、他方の側にテーパ部 2 1 2 a が設けられていなくてもよい。

[0108] 2-5. 変形例5

上述した実施形態において、第1面210aに設けられた被覆層215aは、第2面210bに設けられた被覆層215bと、周方向におけるランド部211a、ランド部211bの位置が異なっていたが、これらの位置が同じであってもよい。

[0109] 2-6. 変形例6

上述した実施形態において、切欠部19は、ワッシャ2の内周面217において、3つのランド部211aおよび3つのランド部211bに相当する合計6箇所それぞれ重ねて設けられていたが、ワッシャ2は切欠部19を有していなくてもよい。例えば、内周面217に収容される軸との隙間を通して潤滑油が第1面210aと第2面210bとを行き来するように構成されていてもよい。また、油溝213aやテーパ部212aなどに、軸Oに沿った方向の孔が設けられていてもよい。これらの孔は、潤滑油を通す孔であるため、潤滑油は第1面210aと第2面210bとを行き来する。

[0110] 3. 第3実施形態

図11は、本発明の第3実施形態に係るワッシャ3の一例を示す分解斜視図である。ワッシャ3は、環状に形成された平板の部材であるワッシャ本体316を有する。ワッシャ本体316は平板であり、表裏に互いに平行な端面を有する。ワッシャ本体316の一方の端面を第1面310aと呼び、他方の端面を第2面310bと呼ぶ。

[0111] ワッシャ3は、これら2つの端面で他の部材（相手部材という）と摺動し、その相手部材のスラスト荷重（軸方向に沿った荷重）を受ける。ワッシャ本体316は、環の内側の面である内周面317と、外側の面である外周面318とを有する。なお、ワッシャ本体316の材質には、スチールやブロンズ（例えばリン青銅）など様々な金属が好適に用いられる。

[0112] また、図11に示す通り、ワッシャ本体316の第1面310aの一部は被覆層315aによって被覆されている。そして図11には示されていないが、ワッシャ本体316の第2面310bの一部も、第1面310aと同様

に、樹脂を含む被覆層 315b によって被覆されている。被覆層 315a および被覆層 315b（以下、これらを区別しない場合、単に「被覆層 315」という）はワッシャ本体 316 の 2 つの端面に設けられているので、上述した通り、相手部材と摺動し、そのスラスト荷重を受ける。なお、被覆層 315 の材質には、ワッシャ本体 316 よりも摩擦係数（例えば静止摩擦係数）が低い材質が用いられ、例えば P A I（polyamide-imide）、P I（Polyimide）、P T F E（polytetrafluoroethylene）などの樹脂や S i、N i などの金属めっきなどが好適に用いられる。

[0113] 図 12 は、ワッシャ 3 を第 1 面 310a の側から見た図である。図 12 において、ワッシャ 3 が配置される空間を $x y z$ 右手系座標空間として表し、座標記号のうち、円の中に点を描いた記号は、紙面奥側から手前側に向かう矢印を表す。空間において x 軸に沿う方向を x 軸方向という。また、 x 軸方向のうち、 x 成分が増加する方向を $+x$ 方向といい、 x 成分が減少する方向を $-x$ 方向という。 y 、 z 成分についても、上記の定義に沿って y 軸方向、 $+y$ 方向、 $-y$ 方向、 z 軸方向、 $+z$ 方向、 $-z$ 方向を定義する。

[0114] 図 12 に示す通り、ワッシャ本体 316 の環の軸 O は z 軸方向に沿って配置されている。第 1 面 310a はワッシャ本体 316 の $+z$ 方向の側であり、第 2 面 310b（図 12 において図示せず）はワッシャ本体 316 の $-z$ 方向の側である。内周面 317 は、軸 O から半径 r_0 の距離にある面である。外周面 318 は、軸 O から半径 r_3 の距離にある面である。

[0115] ワッシャ本体 316 の内周面 317 には、複数の切欠部 319 が設けられている。図 12 に示すワッシャ 3 では、内周面 317 の 6 箇所切欠部 319 が設けられている。切欠部 319 のうち最も軸 O から遠い部分は軸 O から距離 r_1 だけ離れている。

[0116] 第 1 面 310a は、3 つの油溝 313a を有する。油溝 313a は、内周面 317 から外周面 318 にわたって潤滑油を通す溝である。また、第 1 面 310a のうち油溝 313a を除く 3 つの領域には、図 11 に示すように突出面 3101a と、2 つの傾斜面 3102a とがそれぞれ設けられている。

- [0117] 突出面 3101a は、+z 方向に突出した、軸 O にほぼ垂直な面である。傾斜面 3102a は、突出面 3101a の周方向の両側にそれぞれ隣接し、この周方向に沿って突出面 3101a から離れるほど +z 方向の高さが減少するように傾斜する面である。突出面 3101a および傾斜面 3102a には、被覆層 315a がコーティングされている。
- [0118] 図 12 に示す被覆層 315a は 3 箇所分割されており、そのそれぞれにランド部 311a とテーパ部 312a とを有する。ランド部 311a は、突出面 3101a を被覆する部位である。テーパ部 312a は、傾斜面 3102a を被覆する部位である。被覆層 315a の厚みは、z 軸方向にほぼ均一であってもよい。
- [0119] 図 12 に示す位相 θ は、xy 平面上において軸 O を中心とした円周上の点の位置を示す値であり、軸 O からその点へ向いたベクトルと、+x 方向のベクトルとが成す角度で表される。したがって、位相 θ は 0 度のときに +x 方向を示し、90 度のときに +y 方向を示し、180 度のときに -x 方向を示し、270 度のときに -y 方向を示す。
- [0120] 図 13 は、軸 O を中心として xy 平面上に描いた円に沿ってワッシャ 3 を切断した断面 Sc を示す図である。この例において、ワッシャ本体 316 において被覆層 315 が形成される面は、各ランド部および各テーパ部に対応する凹凸を有する。被覆層 315 の厚みはほぼ均一であり、ランド部およびテーパ部は、ワッシャ本体 316 の凹凸によって形成される。ワッシャ 3 を切断した断面 Sc は xy 平面上において軸 O を中心とする半径 r_2 の円に沿っている。ここで、半径 r_2 の円とは、図 11 に示すように、軸 O を中心とする放射方向において「切欠部 319 のうち最も軸 O から遠い部分」と「外周面 318」とを結ぶ線分の中点を通る円である。したがって、半径 r_2 は、以下の式 (3-1) によって算出される。
- $$r_2 = (r_1 + r_3) / 2 \quad \dots (3-1)$$
- [0121] なお、切欠部 319 のうち最も軸 O から遠い部分と外周面 318 との距離は、 $(r_3 - r_1)$ であり、上述した円はこの中点を通るので、この距離

の半分を距離 r_4 とすると半径 r_2 は、以下の式 (3-2) によっても表される。

$$r_2 = r_1 + r_4 \quad \cdots (3-2)$$

[0122] 半径 r_0 , r_2 , r_3 、および距離 r_1 は、ワッシャ 3 が支える相手部材の大きさなどに応じて決められる。例えば、 $r_0 = 24.5 \text{ mm}$ 、 $r_1 = 26.5 \text{ mm}$ 、 $r_2 = 29.5 \text{ mm}$ 、 $r_3 = 32.5 \text{ mm}$ 、 $r_4 = 3.0 \text{ mm}$ などである（この例は図 12 のワッシャ 3 の寸法を示すものではない）。

[0123] 図 13 には、 z 軸方向の位置を示す「 z 」と、位相 θ を示す「 θ 」とで構成される $z-\theta$ 座標でこの断面 S_c の一部を表した形状が示されている。ランド部 311a は、突出面 3101a を被覆して形成されているため、周方向にわたって $+z$ 方向の高さがほぼ変わらない、すなわち、 z 軸方向に対してほぼ垂直である。テーパ部 312a は、傾斜面 3102a を被覆して形成されているため、ランド部 311a の周方向の両側に隣接し、周方向に沿ってこのランド部 311a から離れるほど $+z$ 方向の高さが減少するように傾斜する。

[0124] ランド部 311a は、 $+z$ 方向の高さ、つまり $z=0$ の平面 F_0 からの $+z$ 方向の高さが高さ d_1 である。テーパ部 312a は、 $+z$ 方向の高さが隣接しているランド部 311a から離れるほど低くなり、最も低い部分においてその高さは、ランド部 311a よりも高さ d_2 だけ低くなっている ($0 < \text{高さ } d_2 \ll \text{高さ } d_1$)。なお、テーパ部 312a はランド部 311a より高さが減少した部位であるため、高さ d_2 は正の値であり、 0 mm および負の値にはならない。

[0125] 油溝 313a の深さはランド部 311a を基準として深さ d_3 である。深さ d_3 は、高さ d_2 よりも大きい ($\text{高さ } d_2 \ll \text{深さ } d_3$)。テーパ部 312a は油溝 313a に隣接しているため、ワッシャ 3 の回転方向に応じて、油溝 313a からテーパ部 312a、そしてランド部 311a に向けて潤滑油が供給される。すなわち、油溝 313a は、被覆層 315 に向けて潤滑油を供給する。

- [0126] テーパ部312aは、傾斜面3102aを被覆しているため、相手部材との間でくさび状の隙間を作る。油溝313aから供給された潤滑油は、この隙間に流入し、更にランド部311aと相手部材との隙間に流入するため、くさび効果が発生し、摺動面における油膜圧力が上昇する。
- [0127] なお、図13において示される位置は相対的である。実際には高さ $d1 >$ 深さ $d3 \gg$ 高さ $d2$ である。例えば、高さ $d1 = 1.0\text{ mm}$ （ミリメートル）、深さ $d3 = 0.2\text{ mm}$ 、高さ $d2 = 0.025\text{ mm}$ である。
- [0128] また、突出面3101aの周方向における両側に隣接した2つの傾斜面3102aは互いに鏡像対称である。そのため、ランド部311aの周方向における一方の側に設けられたテーパ部312aは、他方の側に設けられたテーパ部312aと、ランド部311aを介して対称である。ここでいう「対称」とは、軸Oに沿ったベクトルと、この軸Oを中心とする一つの放射方向に沿ったベクトルとで表される平面のうち、ランド部311aの周方向における中間点を通る平面を鏡面としたときに、このランド部311aの両側のテーパ部312aが互いに鏡像となる「鏡像対称」をいう。ワッシャ3と摺動する相手部材の回転方向が正逆いずれもあり得る場合であっても、ランド部311aの周方向における両側に設けられた2つのテーパ部312aがランド部311aを介して互いに鏡像対称であることにより、摺動によって潤滑油が誘導される隙間の形状は同じになる。
- [0129] 高さ $d2$ は、 0.04 mm 以下であることが望ましく、 0.01 mm 程度であることが最も望ましい。
- [0130] また、図13に示す通り第2面310bにも、ランド部311b、テーパ部312b、および油溝313bが設けられている。ランド部311b、テーパ部312b、および油溝313bは、周方向の長さとはz軸方向の深さ、およびこれらの周方向における並び方、鏡像関係などがそれぞれ、ランド部311a、テーパ部312a、および油溝313aと共通である。
- [0131] つまり、ワッシャ3の第1面310aには、+z方向に突出した突出面3101aを被覆するランド部311aと、周方向の一方側に沿って進むほど

+z方向の高さが減少するように傾斜する傾斜面3102aを被覆するテーパ部312aと、このテーパ部312aに隣接した油溝313aとからなる組が、第1面310aにおいて120度ごとに3つ設けられている。

[0132] そして、ワッシャ3の第2面310bには、-z方向に突出した突出面3101bを被覆するランド部311bと、周方向の一方側に沿って進むほど-z方向の高さが減少するように傾斜する傾斜面3102bを被覆するテーパ部312bと、このテーパ部312bに隣接した油溝313bとからなる組が、第2面310bにおいて120度ごとに3つ設けられている。

[0133] テーパ部312bにおいても相手部材との間にくさび状の隙間が生じるため、潤滑油が流入することによりいわゆるくさび効果が生じ、油膜圧力が上昇する。

[0134] なお、図13に示す例で、被覆層315aと被覆層315bとの周方向の位置は異なっている。すなわち、ランド部311aとランド部311b（以下、これらを区別しない場合、単に「ランド部311」という）とは、それぞれの被覆層315で周方向における異なる位相に設けられており、テーパ部312aとテーパ部312b（以下、これらを区別しない場合、単に「テーパ部312」という）とは、それぞれの被覆層315で周方向における異なる位相に設けられている。

[0135] また、油溝313aと油溝313b（以下、これらを区別しない場合、単に「油溝313」という）とは、それぞれの端面で周方向における異なる位相に設けられている。

[0136] 特にこの実施形態において、第2面310bで突出面3101bが設けられた周方向の位置に、第1面310aでは油溝313bが設けられている。また、第1面310aで突出面3101aが設けられた周方向の位置に、第2面310bでは油溝313aが設けられている。

[0137] 突出面3101にはランド部311が被覆されているから、この構成はすなわち、相手部材との摺動面においてその相手部材からのz軸方向の距離が最も近いランド部311の反対側に、油溝313が設けられているというも

のである。この構成では、油溝 313 が相手部材のスラスト荷重を直接受けないので、それぞれの端面でランド部 311 がスラスト荷重を受ける作用点が周方向にズレている。そのため、ワッシャ本体は両端面で受けるスラスト荷重によりせん断力を受け易く、弾性変形する可能性が高くなり、その結果、例えば傾斜面 3102a およびこの傾斜面 3102a を被覆するテーパ部 312a の傾斜角度がランド部 311a に近くなる。つまり、テーパ部 312a と相手部材との隙間のくさび形状が弾性変形によってより鋭角になるから、くさび効果が向上する。

[0138] この例で被覆層 315 は、いずれも均一の厚みであるから、被覆層 315 と相手部材との間に生じるくさび状の隙間は被覆層 315 がなくても、傾斜面 3102a と相手部材との間にも生じ得る。しかし、傾斜面 3102a や突出面 3101a は、被覆層 315 よりも摩擦係数（例えば静摩擦係数）が高い。したがって、被覆層 315 がないと、例えばエンジンが起動された直後で相手部材との摺動が開始されたときなどに相手部材とワッシャ本体 316 との間で被覆層 315 がある場合に比べて大きい摩擦が生じ、ワッシャ 3 が摩耗したり破損したりする場合も考えられる。また、相手部材を回転させるエネルギーが摩擦熱に消費され、効率を損なうことも考えられる。

[0139] 上述したワッシャ 3 には被覆層 315 が被覆されており、この被覆層 315 は、ワッシャ本体 316 よりも摩擦係数（例えば静摩擦係数）が低い材質で構成されているため、起動時などに生じる摩擦が抑制される。

[0140] また、上述した通り、ワッシャ本体 316 の傾斜面 3102a は、突出面 3101a の周方向の両側にそれぞれ隣接し、この周方向に沿って突出面 3101a から離れるほど +z 方向の高さが減少するように傾斜する面である。

[0141] この構成を有するため、相手部材がワッシャ 3 に対して正逆いずれに回転したとしても、これに伴って流動する潤滑油は傾斜面 3102a を被覆するテーパ部 312a により相手部材との間に形成されるくさび状の隙間の狭くなる方向に誘導されるため、ワッシャ 3 にはくさび効果が生じる。

[0142] 特に、本実施形態では、ランド部 3 1 1 a およびランド部 3 1 1 b の周方向における両側に設けられた 2 つのテーパ部 3 1 2 a、テーパ部 3 1 2 b が互いに鏡像対称であって潤滑油が誘導される隙間の形状が同じであるため、「くさび効果」の程度は回転方向に影響されにくい。

[0143] 3-2. 変形例

本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、種々の変形実施が可能である。以下、変形例をいくつか説明する。以下の変形例のうち 2 つ以上のものが組み合わせて用いられてもよい。

[0144] 3-2-1. 変形例 1

上述した実施形態において、油溝 3 1 3 a 以外の領域には、突出面 3 1 0 1 a および傾斜面 3 1 0 2 a があったが、これ以外の構成があってもよい。例えば、傾斜面 3 1 0 2 a は周方向で突出面 3 1 0 1 a と隣接する側とは反対側において油溝 3 1 3 a との間に軸 O に対してほぼ垂直な面を有してもよい。

[0145] この構成であっても、傾斜面 3 1 0 2 a は突出面 3 1 0 1 a と隣接し、突出面 3 1 0 1 a に対して周方向に傾斜しているため、テーパ部 3 1 2 a と相手部材との成す角は比較的鋭角であり、テーパ部 3 1 2 a の表面を流れる潤滑油がこの傾斜に沿って相手部材との隙間が狭くなる方に誘導されて、くさび効果を奏する。

[0146] 3-2-2. 変形例 2

上述した実施形態において、ワッシャ 3 の第 1 面 3 1 0 a には、ランド部 3 1 1 a と、テーパ部 3 1 2 a と、油溝 3 1 3 a とからなる組が、第 1 面 3 1 0 a において 120 度ごとに 3 つ設けられていたが、これらの組が端面に設けられる数は 3 つに限られない。これらの組は複数であれば、2 つであってもよいし、4 つ以上であってもよい。

[0147] 3-2-3. 変形例 3

上述した実施形態において、ワッシャ 3 の第 1 面 3 1 0 a には油溝 3 1 3 a が、第 2 面 3 1 0 b には油溝 3 1 3 b がそれぞれ設けられていたが、油溝

313はいずれか一方の端面にだけ設けられていてもよい。また、油溝313は、いずれの端面にも設けられなくてよい。

[0148] また、被覆層315は、いずれか一方の端面だけを被覆してもよい。この場合、被覆層315は、少なくともその端面が有する突出面3101aまたは突出面3101bを被覆すればよい。傾斜面3102aおよび傾斜面3102bは突出面3101aまたは突出面3101bと比べて相手部材と接触する可能性が低く、起動時に相手部材と摩擦を生じる可能性が低いからである。また、被覆層315は、油溝313も含めて端面の全体を覆ってもよい。

[0149] 3-2-4. 変形例4

上述した実施形態において、1つの突出面3101aに隣接する2つの傾斜面3102aは、突出面3101aを通り、軸Oを含む平面を鏡面として互いに鏡像対称であったが、鏡像対称でなくてもよい。この場合であっても、2つの傾斜面3102aがいずれも隣接した突出面3101aから周方向に離れるほど+z方向の高さが減少するように傾斜していれば、相手部材がワッシャ3に対して正逆いずれに回転したとしても、これに伴って流動する潤滑油は隙間の狭くなる方向に誘導されるため、くさび効果が生じる。

[0150] 3-2-5. 変形例5

上述した実施形態において、ランド部311とテーパ部312とは同じ材質で形成されていたが、テーパ部312を形成する被覆層315の材質はランド部311を形成する材質と異なってもよい。例えば、テーパ部312aはめっきにより傾斜面3102aを被覆することによって形成されてもよい。

[0151] 3-2-6. 変形例6

上述した実施形態において、第1面310aに設けられた被覆層315aは、第2面310bに設けられた被覆層315bと、周方向におけるランド部311a、ランド部311bの位置が異なっていたが、これらの位置が同じであってもよい。

[0152] 3-2-7. 変形例7

上述した実施形態において、切欠部319は、ワッシャ3の内周面317において、3つのランド部311aおよび3つのランド部311bに相当する合計6箇所それぞれ重ねて設けられていたが、ワッシャ3は切欠部319を有していなくてもよい。例えば、内周面317に収容される軸との隙間を通して潤滑油が第1面310aと第2面310bとを行き来するように構成されていてもよい。また、油溝313aやテーパ部312aなどに、軸Oに沿った方向の孔が設けられていてもよい。これらの孔は、潤滑油を通す孔であるため、潤滑油は第1面310aと第2面310bとを行き来する。

[0153] 4. 他の実施形態

第1～第3実施形態はあくまで例示であり、本発明はこれに限定されない。第1～第3実施形態のうちの実施形態の少なくとも一部を、他の実施形態の少なくとも一部と組み合わせてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 他の部材と摺動する第1面および第2面を形成するための環形状を有するワッシャ本体と、
 前記第1面に設けられた第1凹部と、
 前記第2面に、周方向において前記第1凹部と異なる位置に設けられた第2凹部と、
 前記ワッシャ本体の内周面に設けられた切欠部と、
 を有するワッシャ。
- [請求項2] 前記第1面は、第1ランド部と、該第1ランド部に対して周方向において傾斜している第1テーパ部とを有し、
 前記第2面は、第2ランド部と、該第2ランド部に対して周方向において傾斜している第2テーパ部とを有し、
 前記第1凹部は、前記第1テーパ部を含み、
 前記第2凹部は、前記第2テーパ部を含む
 ことを特徴とする請求項1に記載のワッシャ。
- [請求項3] 前記第1面は、前記第1ランド部から見て前記周方向において前記第1テーパ部と反対の方向に設けられた第3テーパ部を有し、
 前記第2面は、前記第2ランド部から見て前記周方向において前記第2テーパ部と反対の方向に設けられた第4テーパ部を有する
 ことを特徴とする請求項2に記載のワッシャ。
- [請求項4] 前記第1テーパ部および前記第3テーパ部が、前記第1ランド部について対称であり、
 前記第2テーパ部および前記第4テーパ部が、前記第2ランド部について対称である
 ことを特徴とする請求項3に記載のワッシャ。
- [請求項5] 前記第1凹部に含まれる前記第1テーパ部は、前記第2凹部に含まれる前記第2テーパ部とほぼ同じ大きさである
 ことを特徴とする請求項2から4のいずれか一項に記載のワッシャ

- 。
- [請求項6] 前記第1凹部および前記第2凹部には、外周面から内周面にわたって潤滑油を通す油溝が設けられている
- ことを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載のワッシャ
- 。
- [請求項7] 環状に形成された板の第1面および第2面でそれぞれ他の部材と摺動するワッシャ本体と、
- 前記第1面に設けられた第1ランド部と、
- 前記第1面に設けられ、前記第1ランド部に対して周方向において傾斜している第1テーパ部と、
- 前記第2面に、周方向において前記第1ランド部と異なる位置に設けられた第2ランド部と、
- 前記第2面に、周方向において前記第1テーパ部と異なる位置に設けられ、前記第2ランド部に対して周方向において傾斜している第2テーパ部と、
- を有するワッシャ。
- [請求項8] 前記第1面は、前記第1ランド部から見て前記周方向において前記第1テーパ部と反対の方向に設けられた第3テーパ部を有し、
- 前記第2面は、前記第2ランド部から見て前記周方向において前記第2テーパ部と反対の方向に設けられた第4テーパ部を有する
- ことを特徴とする請求項7に記載のワッシャ。
- [請求項9] 前記第1テーパ部および前記第3テーパ部が、前記第1ランド部について対称であり、
- 前記第2テーパ部および前記第4テーパ部が、前記第2ランド部について対称である
- ことを特徴とする請求項8に記載のワッシャ。
- [請求項10] 前記第1テーパ部は、前記第2テーパ部とほぼ同じ大きさである
- ことを特徴とする請求項7から9のいずれか一項に記載のワッシャ

。

[請求項11] 前記第1面および前記第2面には、外周面から内周面にわたって潤滑油を通す油溝が設けられている

ことを特徴とする請求項7から10のいずれか一項に記載のワッシャ。

[請求項12] 前記第1面において前記ワッシャ本体が露出している

ことを特徴とする請求項1から11のいずれか一項に記載のワッシャ。

[請求項13] 前記ワッシャ本体の少なくとも一部を被覆する、前記ワッシャ本体よりも摩擦係数が低い材質で形成された被覆層を有し、

少なくとも前記第1ランド部および前記第1テーパ部が、前記被覆層により覆われている

ことを特徴とする請求項7に記載のワッシャ。

[請求項14] 前記第2ランド部および前記第2テーパ部が、前記被覆層により覆われている

ことを特徴とする請求項13に記載のワッシャ。

[請求項15] 前記被覆層が、樹脂により形成される

ことを特徴とする請求項13または14に記載のワッシャ。

[請求項16] 前記被覆層が、めっきにより形成される

ことを特徴とする請求項13または14に記載のワッシャ。

[請求項17] 少なくとも前記第1テーパ部が、前記めっきにより形成された前記被覆層により覆われている

ことを特徴とする請求項16に記載のワッシャ。

[請求項18] 前記ワッシャ本体において前記被覆層が形成される面が平坦である

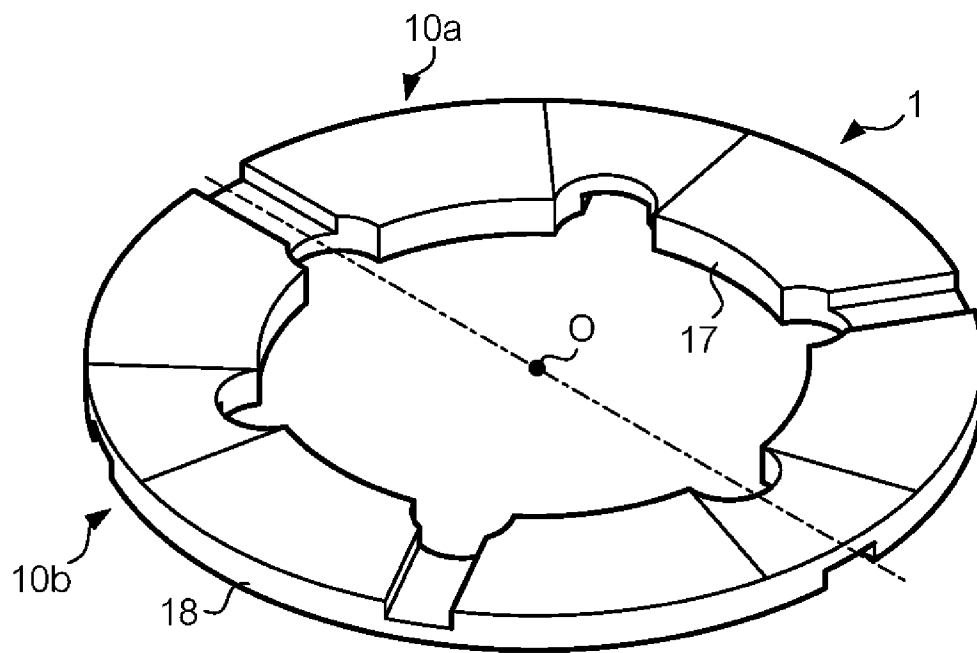
ことを特徴とする請求項13から17のいずれか一項に記載のワッシャ。

[請求項19] 前記ワッシャ本体において前記被覆層が形成される面が、前記第1

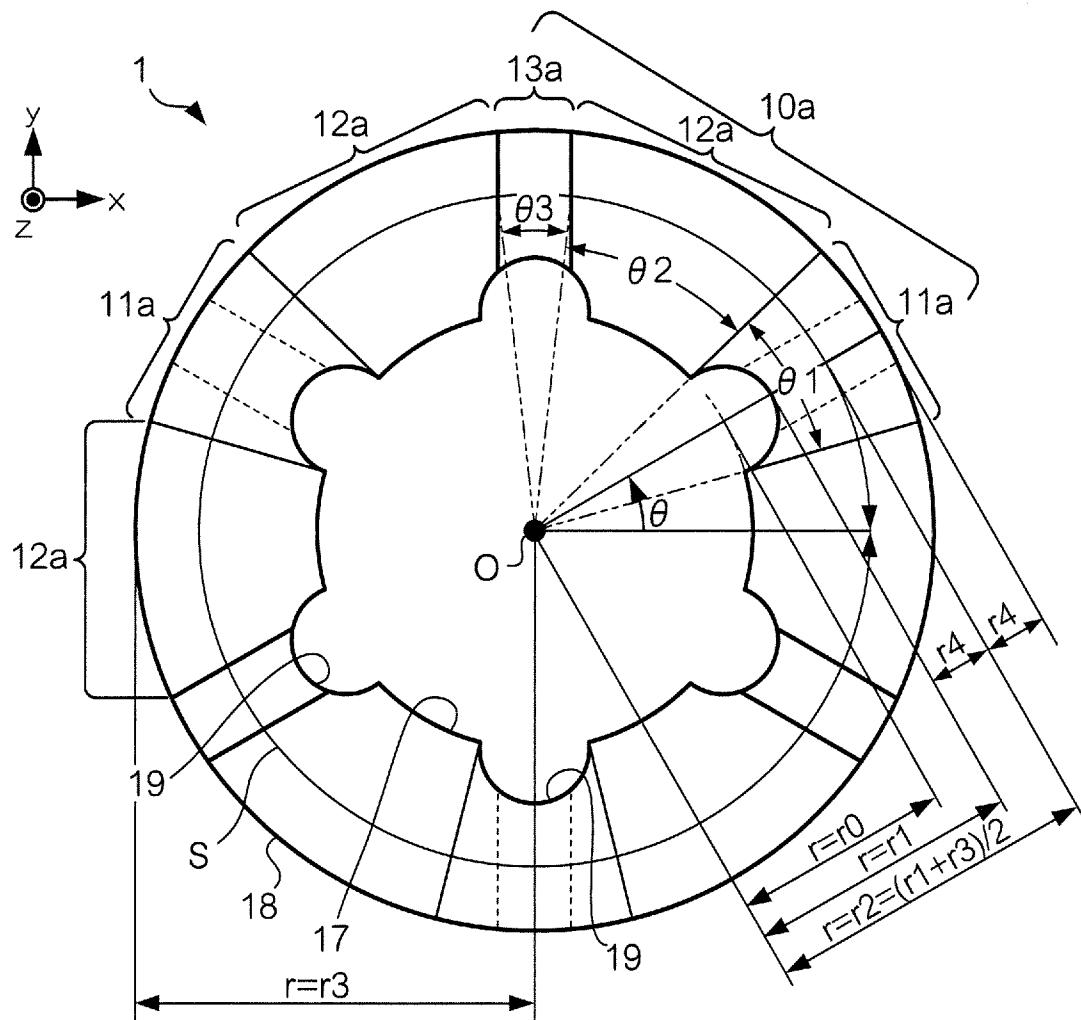
ランド部および前記第1テーパ部に対応する凹凸を有する

ことを特徴とする請求項 1 3 から 1 7 のいずれか一項に記載のワッ
シャ。

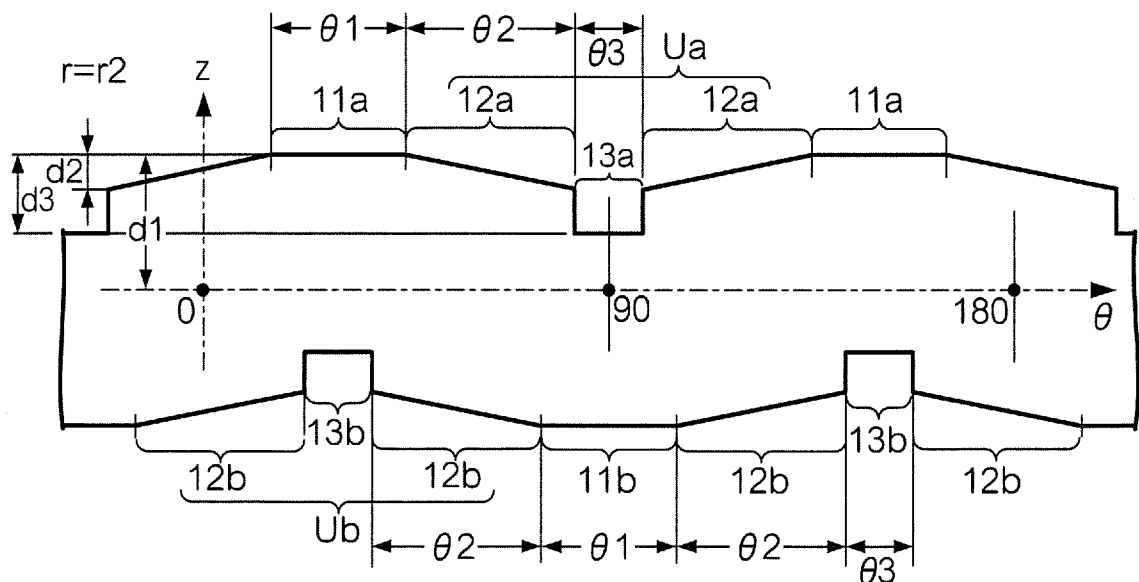
[図1]



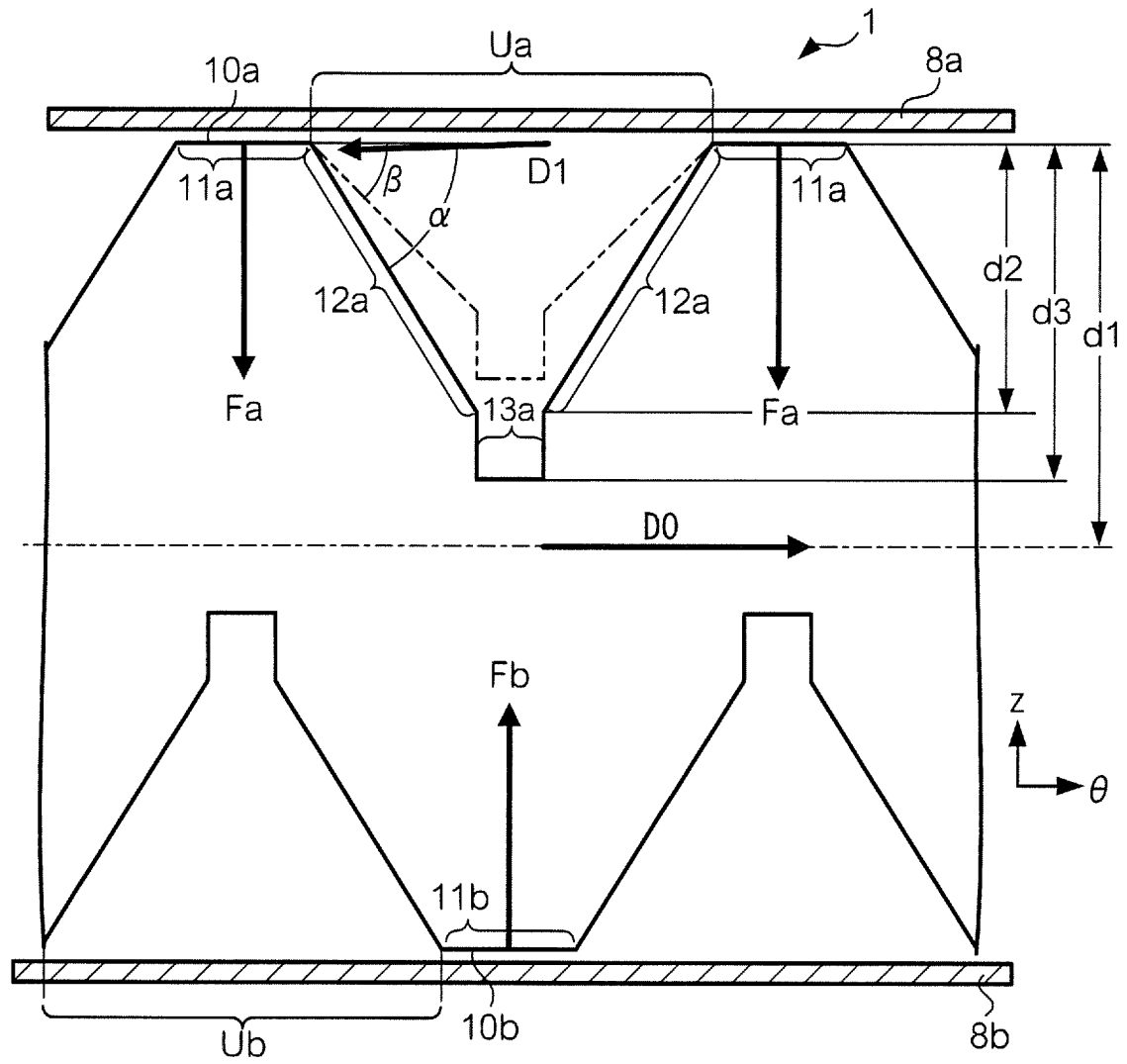
[図2]



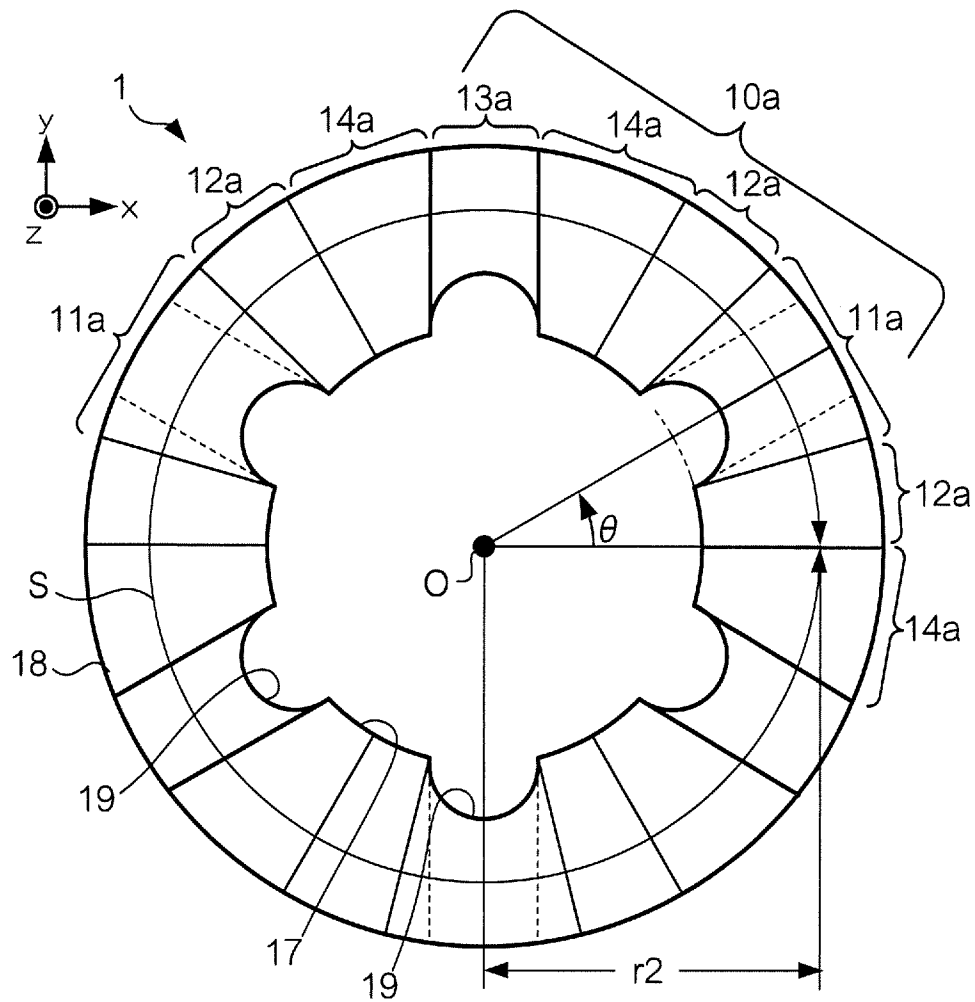
[図3]



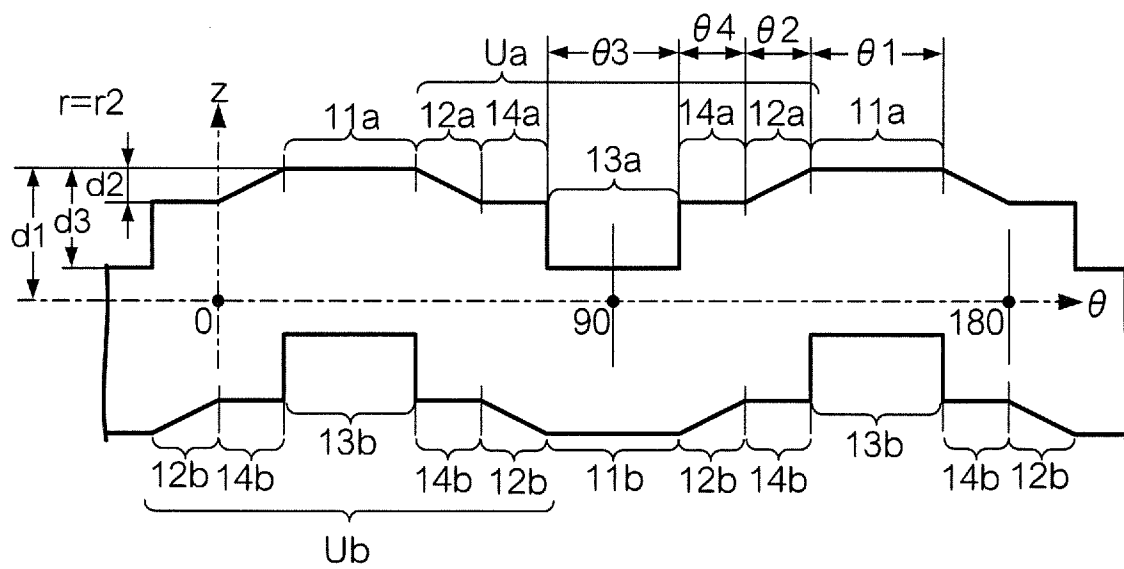
[図4]



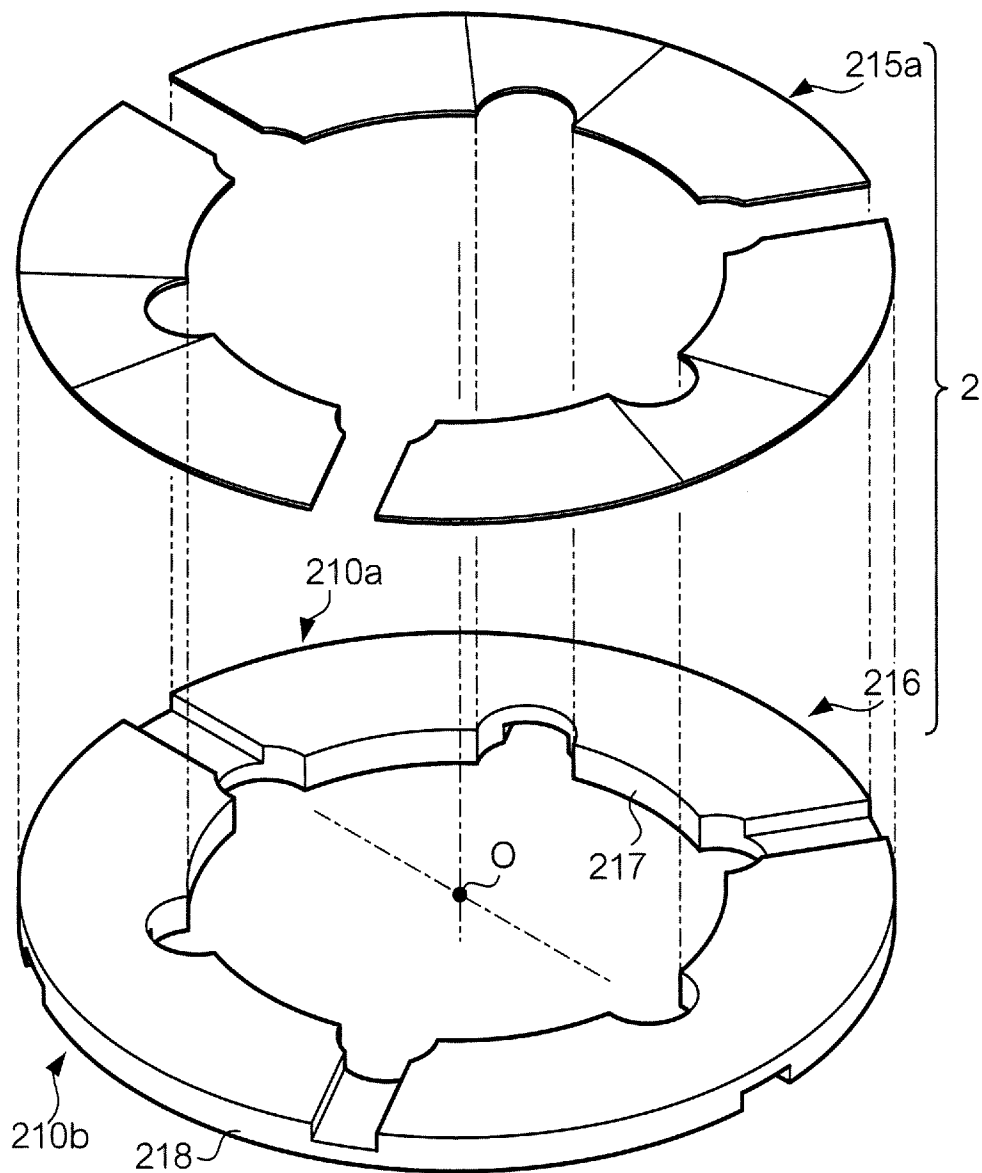
[図5]



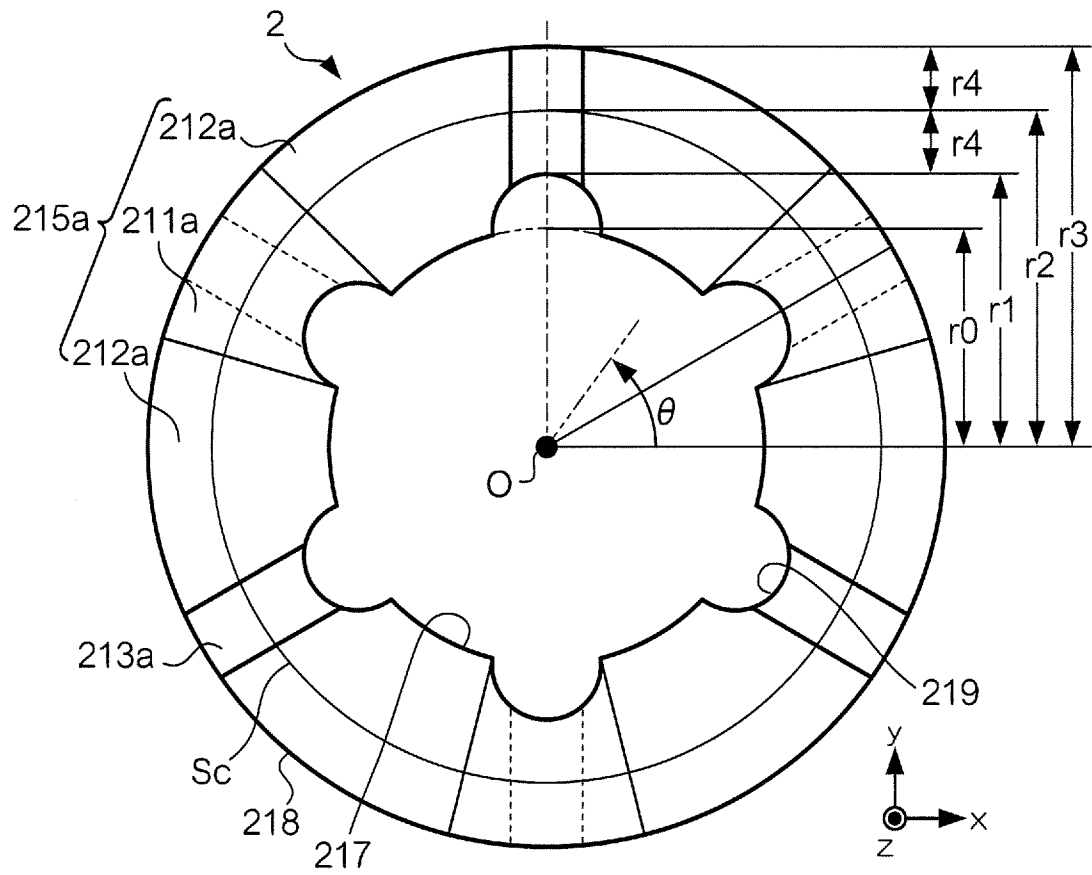
[図6]



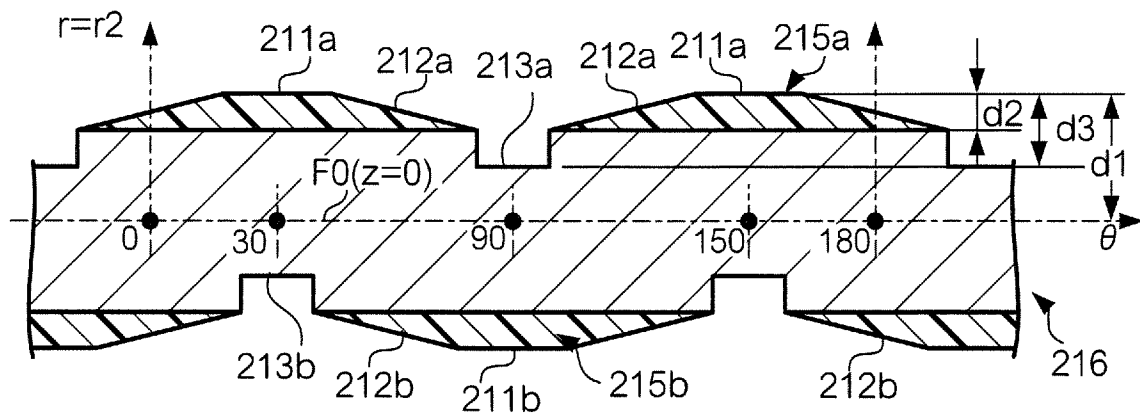
[図7]



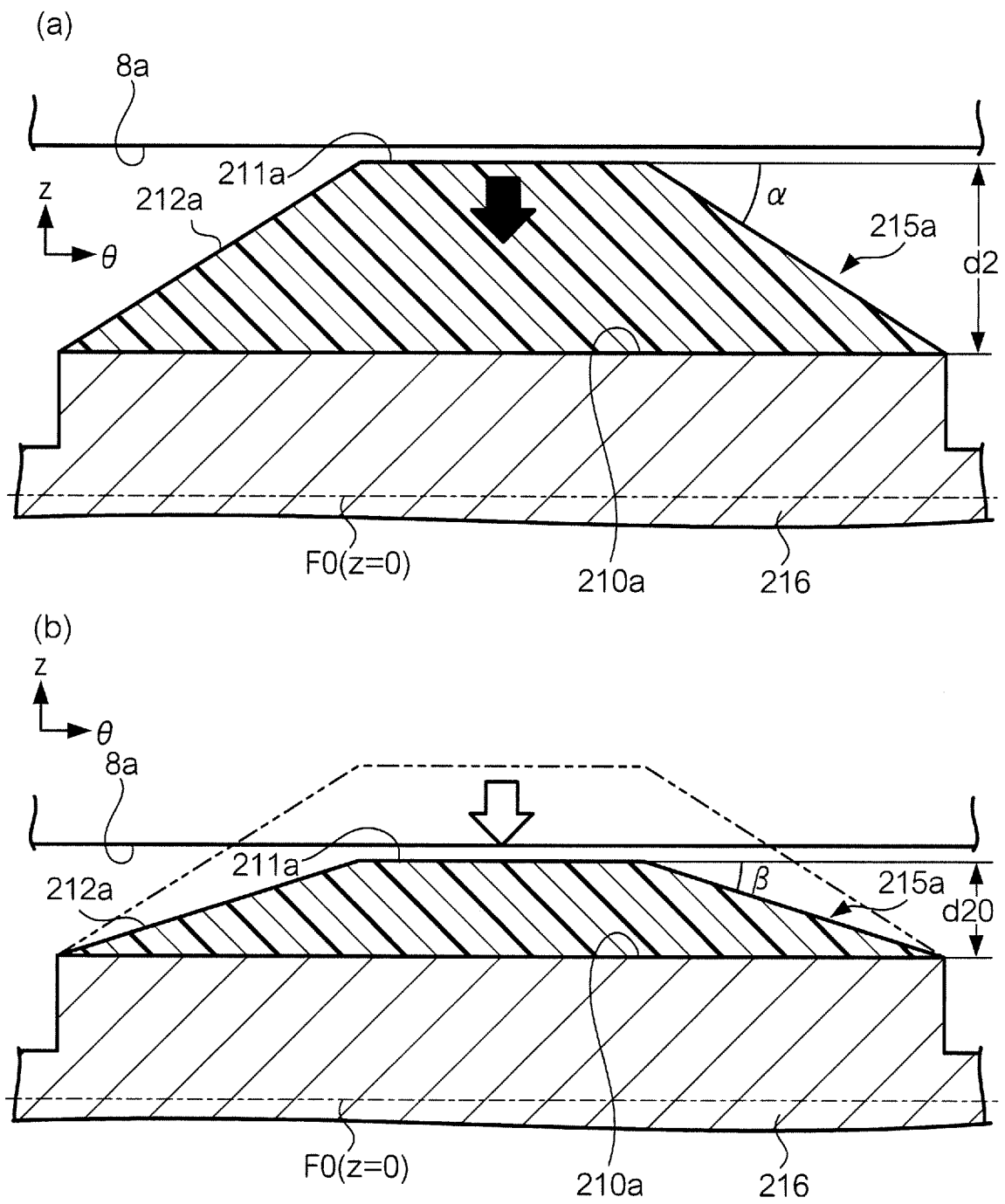
[図8]



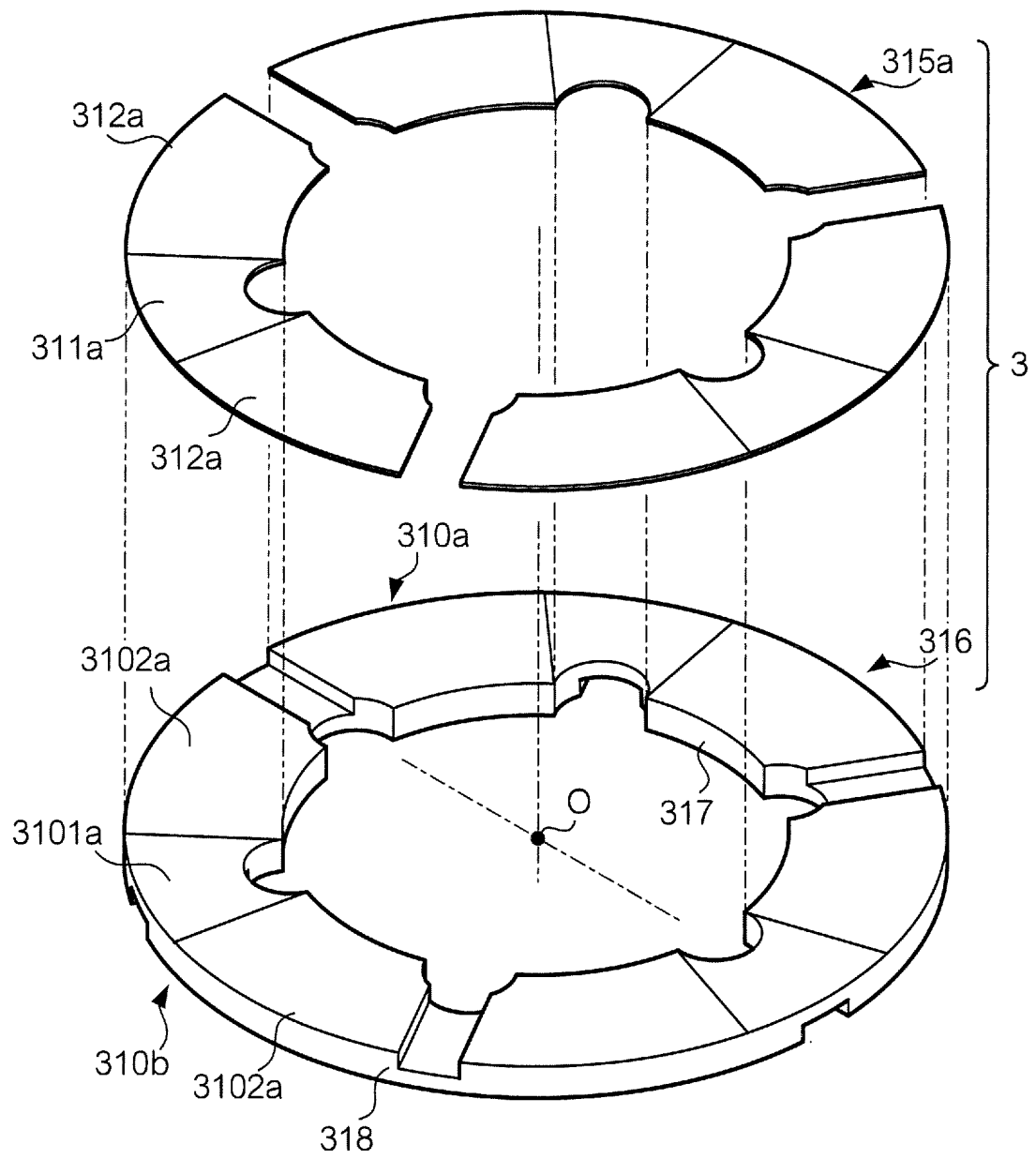
[図9]



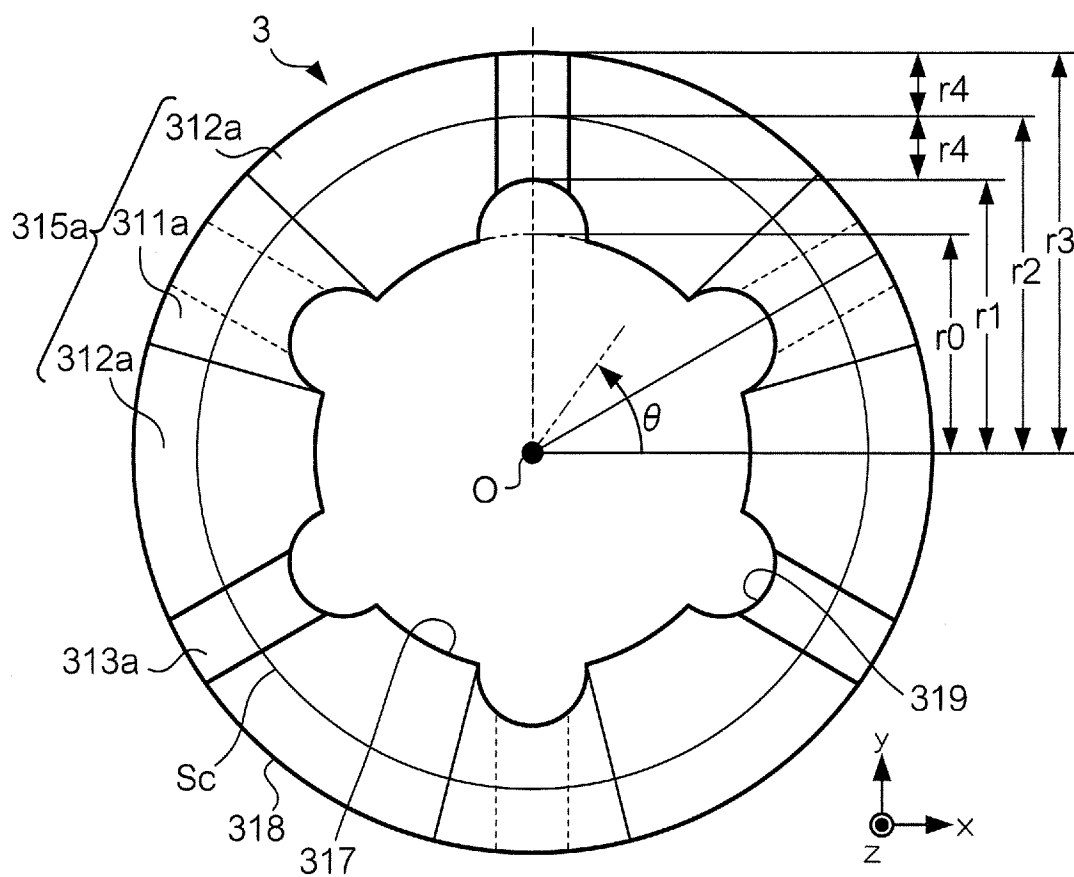
[図10]



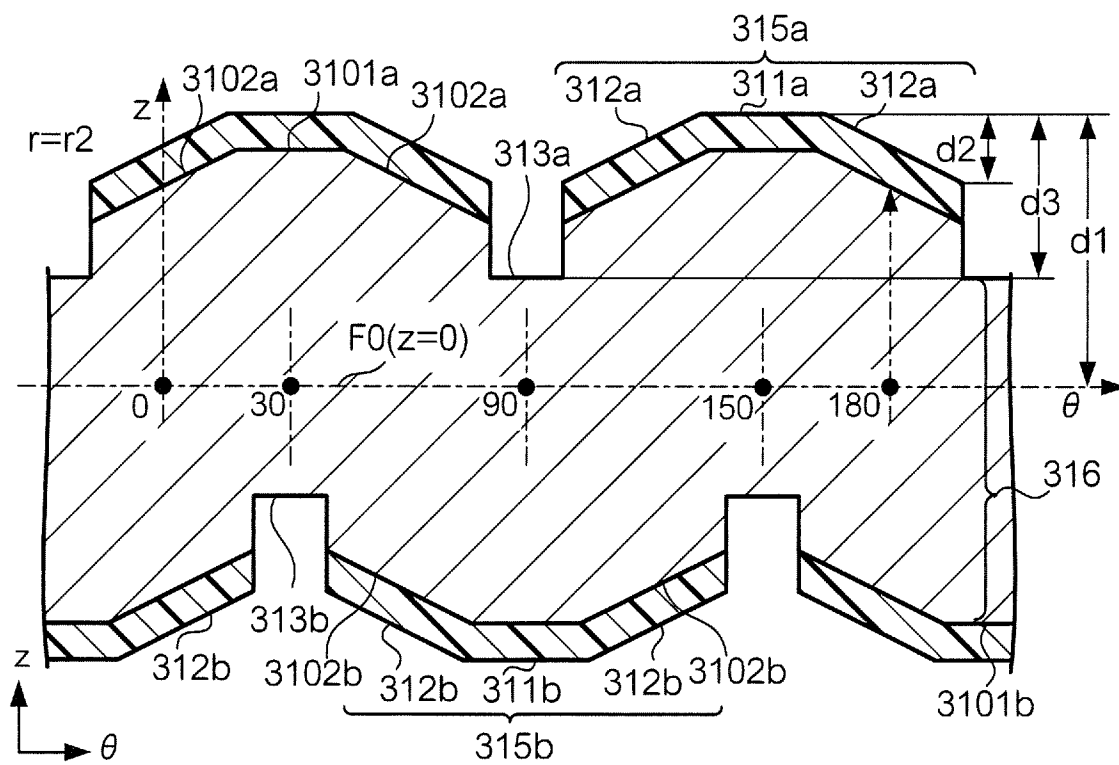
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012629

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C17/04(2006.01)i, F16C33/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16C17/04, F16C33/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2002-081446 A (Shin-Kobe Electric Machinery Co., Ltd.), 22 March 2002 (22.03.2002), paragraphs [0009], [0019]; fig. 1, 6 (Family: none)	7-12 1-6, 12-19
Y	JP 08-184363 A (NSK-WARNER Kabushiki Kaisha), 16 July 1996 (16.07.1996), paragraph [0005]; fig. 3 & US 5676230 A column 1, lines 36 to 44; fig. 3	1-6, 12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 June 2017 (16.06.17)

Date of mailing of the international search report
27 June 2017 (27.06.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/012629

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2016-500430 A (Mahle International GmbH), 12 January 2016 (12.01.2016), paragraphs [0030] to [0042]; fig. 1A to 3 & US 2015/0323006 A1 paragraphs [0044] to [0056]; fig. 1A to 3 & WO 2014/091207 A1 & CN 104937290 A & KR 10-2015-0132079 A	13-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C17/04(2006.01)i, F16C33/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C17/04, F16C33/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2002-081446 A (新神戸電機株式会社) 2002.03.22, 段落 [0009]、 [0019]、[図1]、[図6] (ファミリーなし)	7-12 1-6, 12-19
Y	JP 08-184363 A (エヌエスケー・ワーナー株式会社) 1996.07.16, 段 落 [0005]、[図3] & US 5676230 A, 第1欄第36-44行、FIG.3	1-6, 12

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.06.2017

国際調査報告の発送日

27.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

尾形 元

3 J

4 6 5 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2016-500430 A (マーレ インターナショナル ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 2016.01.12, 段落 [0030] - [0042]、[図 1A] - [図 3] & US 2015/0323006 A1, [0044]-[0056], FIG. 1A-3 & WO 2014/091207 A1 & CN 104937290 A & KR 10-2015-0132079 A	13-19