

(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
2014 年 6 月 26 日(26.06.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/097984 A1

- (51) 国際特許分類:
B62M 6/55 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083451
- (22) 国際出願日: 2013 年 12 月 13 日(13.12.2013)
- (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 2012-275111 2012 年 12 月 17 日(17.12.2012) JP
特願 2013-072460 2013 年 3 月 29 日(29.03.2013) JP
- (71) 出願人: ヤマハ発動機株式会社(YAMAHA HAT-SUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 石川 記尉(ISHIKAWA, Noriyasu); 〒4388501 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 吉田 亮(YOSHIDA, Ryo); 〒4388501 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 上羽 秀敏, 外(UEBA Hidetoshi et al.); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜 2 丁目 2 番 2

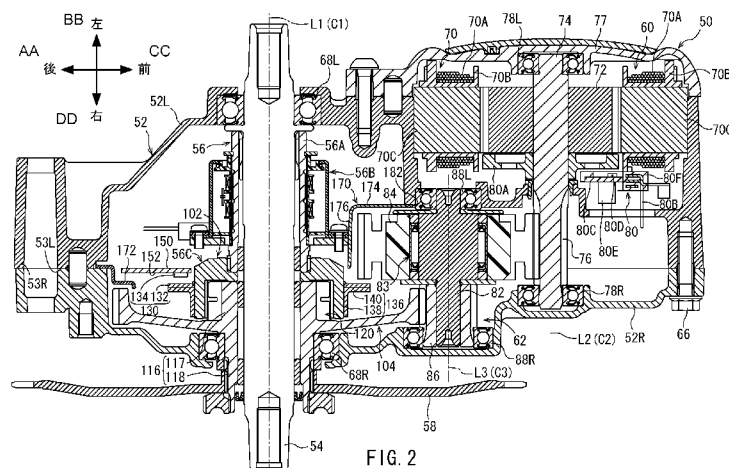
8 号堂島アクセスビル インテリクス特許法律事務所 Osaka (JP).

- (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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: DRIVE UNIT AND POWER-ASSISTED BICYCLE

(54) 発明の名称: 駆動ユニット及び電動補助自転車



AA Rear
BB Left
CC Front
DD Right

(57) Abstract: A drive unit used in a power-assisted bicycle, configured so as to effectively utilize space. The drive unit (50) comprises a motor (60). The motor (60) includes a rotor (72), an output shaft (74) and an output gear (76). The output shaft (74) rotates in conjunction with the rotor (72) and extends parallel to the center axis line (L1) of a crank shaft (54). The output gear (76) is arranged on the output shaft (74). A plurality of bearings (78L, 78R) rotatably support the output shaft (74) around the center axis line (L2) of the output shaft (74). The plurality of bearings (78L, 78R) include a first bearing (78R) arranged at the same position as a second transmission gear (86) in the shaft direction of the crank shaft (54).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/097984 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

電動補助自転車に用いられる駆動ユニットにおいて、スペースを有効利用できるようにする。駆動ユニット（50）は、モータ（60）を備える。モータ（60）は、ロータ（72）、出力軸（74）及び出力歯車（76）を含む。出力軸（74）は、ロータ（72）とともに回転し、クランクシャフト（54）の中心軸線（L1）に対して平行に延びる。出力歯車（76）は、出力軸（74）に配置される。複数の軸受（78L、78R）は、出力軸（74）の中心軸線（L2）周りで出力軸（74）を回転可能に支持する。複数の軸受（78L、78R）は、クランクシャフト（54）の軸方向で第2伝達歯車（86）と同じ位置に配置される第1軸受（78R）を含む。

明 細 書

発明の名称： 駆動ユニット及び電動補助自転車

技術分野

[0001] 本発明は、電動補助自転車に用いられる駆動ユニット及び当該駆動ユニットを備える電動補助自転車に関する。

背景技術

[0002] 近年、運転者がペダルを漕ぐ力（以下、踏力と称する）をモータの駆動力によってアシストする電動補助自転車が提案されている。電動補助自転車は、踏力をアシストするための駆動ユニットを備える。駆動ユニットは、例えば、特開２００８－１１４８５１号公報に開示されている。

[0003] 上記公報において、駆動ユニットは、回転部材を備える。回転部材は、ペダルクランク軸と同一軸線上で回転自在に設けられる。回転部材は、人力駆動系とモータ駆動系とを連結する。回転部材よりも車体の後方には、モータが配置される。モータと回転部材とは、歯車減速機を介して、連結される。

発明の開示

[0004] 上記公報において、モータ出力軸は、複数の軸受により、モータ出力軸の中心軸線周りで回転可能に支持される。軸受を配置するためには、スペースを確保する必要がある。そのため、軸受を配置する場所によっては、軸受の近くに他の部材を配置するためのスペースを確保することが難しくなる。

[0005] 本発明の目的は、電動補助自転車に用いられる駆動ユニットにおいて、スペースを有効利用できるようにすることである。

[0006] また、本発明は、上記駆動ユニットを備える電動補助自転車を提供すること、目的とする。

[0007] 本発明の駆動ユニットは、電動補助自転車に用いられ、クランクシャフト、モータ及び伝達軸を備える。伝達軸は、クランクシャフトの中心軸線に対して平行に延びる。

[0008] モータは、ロータ、出力軸及び出力歯車を含む。出力軸は、ロータとともに

に回転し、クランクシャフトの中心軸線に対して平行に延びる。出力歯車は、出力軸に配置される。

[0009] 駆動ユニットは、第1伝達歯車、第2伝達歯車、被駆動歯車及び複数の軸受をさらに備える。第1伝達歯車は、伝達軸に配置され、出力歯車と噛み合い、出力歯車よりも多い歯を有する。第2伝達歯車は、伝達軸に配置される。被駆動歯車は、クランクシャフトに配置され、第2伝達歯車と噛み合い、第2伝達歯車よりも多い歯を有する。複数の軸受は、出力軸の中心軸線周りで出力軸を回転可能に支持する。複数の軸受は、クランクシャフトの軸方向で第2伝達歯車と同じ位置に配置される第1軸受を含む。

[0010] 本発明の駆動ユニットによれば、スペースを有効に利用できる。

[0011] 具体的には、第1軸受が出力軸の軸方向で出力歯車に対してロータとは反対側に配置される場合、第1軸受をロータから離して配置できる。そのため、第1軸受とロータとの間のスペースを有効に利用できる。

[0012] また、第1軸受が出力軸の軸方向でロータに対して出力歯車とは反対側に配置される場合、モータから被駆動歯車への駆動力の伝達経路として、ロータよりも出力歯車側のスペースだけでなく、ロータに対して出力歯車とは反対側のスペースも利用できるので、スペースの有効利用になる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態による電動補助自転車の概略構成を示す右側面図である。

[図2]駆動ユニットの概略構成を示す縦断面図である。

[図3]第2ハウジング部を取り外した状態の駆動ユニットを示す右側面図である。

[図4]出力軸、ロータ及び軸受の位置関係を示す断面図である。

[図5]図2の一部を拡大して示す縦断面図である。

[図6]クランクシャフトの回転中心、出力軸の回転中心及び伝達軸の回転中心の位置関係を示す右側面図である。

[図7]図2の一部を拡大して示す縦断面図である。

[図8]基板を説明するための右側面図である。

[図9]第1領域を説明するための右側面図である。

[図10]第1領域と第2ハウジング部との関係を説明するための縦断面図である。

[図11]第2領域及び第3領域を説明するための右側面図である。

[図12]仕切壁を示す斜視図である。

[図13]仕切壁を示す斜視図であって、図12とは異なる方向から見た仕切壁を示す斜視図である。

[図14]図3に示す駆動ユニットから被駆動歯車を取り外した状態を示す右側面図である。

[図15]応用例に係る駆動ユニットの概略構成を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態による駆動ユニット及び電動補助自転車について説明する。図中、同一又は相当部分には、同一符号を付して、その部材についての説明は繰り返さない。また、各図中の構成部材の寸法は、実際の構成部材の寸法及び各構成部材の寸法比率等を忠実に表したのではない。なお、以下の説明において、前方、後方、左方及び右方は、サドル18に着座し且つハンドル16を握った状態の運転者から見た前方、後方、左方及び右方を意味する。

[0015] [電動補助自転車の全体構成]

図1を参照しながら、本発明の実施の形態による電動補助自転車10について説明する。図1は、電動補助自転車10の概略構成を示す右側面図である。

[0016] 電動補助自転車10は、車体フレーム12、前輪14F、後輪14R、ハンドル16、サドル18及び駆動ユニット50を備える。

[0017] 車体フレーム12は、ヘッドパイプ12A、メインフレーム12B、ダウンフレーム12C、シートフレーム12D、一対のチェーンステイ12E、12E、一対のシートステイ12F、12F及びブラケット12Gを含む。

- [0018] ヘッドパイプ 12 A は、電動補助自転車 10 の前部に配置され、上下方向に延びる。ヘッドパイプ 12 A には、ステム 20 が回転自在に挿入される。ステム 20 の上端には、ハンドル 16 が固定される。ステム 20 の下端には、フロントフォーク 22 が固定される。フロントフォーク 22 の下端には、前輪 14 F が回転可能に取り付けられる。
- [0019] メインフレーム 12 B は、ヘッドパイプ 12 A の後方に配置され、前後方向に延びる。メインフレーム 12 B の前端は、ヘッドパイプ 12 A の上端部に接続される。メインフレーム 12 B の後端は、上下方向に延びるシートフレーム 12 D の上端部に接続される。
- [0020] ダウンフレーム 12 C は、ヘッドパイプ 12 A の後方に配置され、前後方向に延びる。ダウンフレーム 12 C は、メインフレーム 12 B の下方に配置される。ダウンフレーム 12 C の前端は、ヘッドパイプ 12 A に接続される。ダウンフレーム 12 C の後端は、シートフレーム 12 D の下端に接続される。
- [0021] シートフレーム 12 D には、シートパイプ 24 が挿入される。シートパイプ 24 の上端には、サドル 18 が取り付けられる。
- [0022] 一对のチェーンステイ 12 E, 12 E は、それぞれ、前後方向に延びる。一对のチェーンステイ 12 E, 12 E の間には、後輪 14 R が配置される。各チェーンステイ 12 E の前端は、シートフレーム 12 D の下端に接続される。各チェーンステイ 12 E の後端において、後輪 14 R が回転可能に取り付けられる。後輪 14 R の右側には、従動スプロケット 26 が配置される。従動スプロケット 26 は、図示しないワンウェイクラッチを介して、後輪 14 R に連結される。
- [0023] 一对のシートステイ 12 F, 12 F は、それぞれ、前後方向に延びる。各シートステイ 12 F の前端は、シートフレーム 12 D の上端部に接続される。後輪 14 R よりも右側に配置されるシートステイ 12 F の後端は、後輪 14 R よりも右側に配置されるチェーンステイ 12 E の後端に接続される。後輪 14 R よりも左側に配置されるシートステイ 12 F の後端は、後輪 14 R

よりも左側に配置されるチェーンステイ 12 E の後端に接続される。

[0024] サドル 18 の後方には、キャリア 28 が配置される。キャリア 28 は、一対のシートステイ 12 F, 12 F に取り付けられる。キャリア 28 には、バッテリーユニット 30 が配置される。バッテリーユニット 30 は、駆動ユニット 50 のモータ 60 (図 2 参照) に電力を供給する。バッテリーユニット 30 は、バッテリー及び制御部を備える。バッテリーは、充放電可能な充電池である。制御部は、バッテリーの充放電を制御するとともに、バッテリーの出力電流及び残量等を監視する。

[0025] ブラケット 12 G は、ダウンフレーム 12 C の後端、シートフレーム 12 D の下端及び各チェーンステイ 12 E の前端を覆う。ブラケット 12 G には、複数の締結金具 (図示せず) により、駆動ユニット 50 が固定される。駆動ユニット 50 の詳細については、後述する。

[0026] 駆動ユニット 50 が備える駆動スプロケット 58 及び従動スプロケット 26 には、無端状のチェーン 32 が巻き掛けられる。

[0027] 駆動ユニット 50 が備えるクランクシャフト 54 の軸方向一端にはクランクアーム 34 R の一端部が取り付けられ、軸方向他端にはクランクアーム 34 L の一端部が取り付けられる。クランクアーム 34 R の他端部にはペダル 36 R が取り付けられ、クランクアーム 34 L の他端部には、ペダル 36 L が取り付けられる。

[0028] [駆動ユニット]

図 2 を参照しながら、駆動ユニット 50 について説明する。図 2 は、駆動ユニット 50 の概略構成を示す縦断面図である。

[0029] 駆動ユニット 50 は、ハウジング 52、クランクシャフト 54、回転部材 56、駆動スプロケット 58、モータ 60 及び減速機構 62 を備える。

[0030] [ハウジング]

ハウジング 52 は、第 1 ハウジング部 52 L 及び第 2 ハウジング部 52 R を含む。第 1 ハウジング部 52 L 及び第 2 ハウジング部 52 R は、それぞれ、金属材からなる。金属材は、例えば、アルミニウム合金である。第 1 ハウ

ジング部 5 2 L と第 2 ハウジング部 5 2 R は、左右方向から組み付けられ、複数の締結金具 6 6 により、互いに固定される。ハウジング 5 2 は、複数の締結金具（図示せず）により、ブラケット 1 2 G に取り付けられる。

[0031] ハウジング 5 2 について、もう少し詳しく説明する。第 1 ハウジング部 5 2 A は、重ね合わせ面 5 3 A を有する。第 2 ハウジング部 5 2 B は、重ね合わせ面 5 3 B を有する。重ね合わせ面 5 3 A 及び重ね合わせ面 5 3 B は、それぞれ、クランクシャフト 5 4 の軸方向に対して垂直な面である。第 1 ハウジング部 5 2 A と第 2 ハウジング部 5 2 B とが組み付けられた状態では、重ね合わせ面 5 3 A と重ね合わせ面 5 3 B とが重ね合わせられる。つまり、第 1 ハウジング部 5 2 A と第 2 ハウジング部 5 2 B は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で重ね合わせられる。

[0032] [クランクシャフト]

クランクシャフト 5 4 は、ハウジング 5 2 を左右方向に貫通して配置される。つまり、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 は、左右方向に延びる。なお、中心軸線 L 1 は、クランクシャフト 5 4 の軸方向から見た場合に、クランクシャフト 5 4 の回転中心 C 1 と一致する。

[0033] クランクシャフト 5 4 は、2 つの軸受 6 8 L, 6 8 R により、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 周りで回転可能に支持される。軸受 6 8 L は、回転部材 5 6 よりもクランクシャフト 5 4 の軸方向一端側（左端側）に配置され、第 1 ハウジング部 5 2 L に固定される。軸受 6 8 R は、軸受 6 8 L よりもクランクシャフト 5 4 の軸方向他端側（右端側）に配置され、第 2 ハウジング部 5 2 R に固定される。

[0034] クランクシャフト 5 4 は、回転部材 5 6 を貫通して配置される。駆動スプロケット 5 8 は、ハウジング 5 2 の外側であって且つハウジング 5 2 よりも右側に配置され、回転部材 5 6 とともに回転する。回転部材 5 6 の詳細については、後述する。

[0035] [モータ]

モータ 6 0 は、ハウジング 5 2 内に配置される。モータ 6 0 は、図示しな

い制御装置から出力される制御信号に基づいて、電動補助自転車 10 の走行をアシストするための駆動力を発生する。モータ 60 は、ステータ 70、ロータ 72、出力軸 74 及び出力歯車 76 を備える。

[0036] ステータ 70 は、コイル 70A が巻き回されたボビン 70B を複数（本実施形態では、14 個）備える。各ボビン 70B には、鉄心 70C が挿入される。ステータ 70 は、第 1 ハウジング部 52L に固定される。第 1 ハウジング部 52L には、モータ 60 を左側から覆うカバー 77 が取り付けられる。

[0037] ロータ 72 は、ステータ 70 の内側に配置される。ロータ 72 は、N 極と S 極とが周方向に交互に着磁された永久磁石である。本実施形態では、N 極及び S 極の数は、それぞれ、7 個である。

[0038] 出力軸 74 は、ロータ 72 を貫通して配置され、ロータ 72 に固定される。つまり、出力軸 74 は、ロータ 72 とともに回転する。

[0039] 出力軸 74 は、金属材からなる。金属材は、例えば、鉄である。

[0040] 出力軸 74 の中心軸線 L2 は、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 と平行である。つまり、出力軸 74 は、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 に対して平行に延びる。なお、中心軸線 L2 は、出力軸 74 の軸方向、つまり、クランクシャフト 54 の軸方向から見た場合に、出力軸 74 の回転中心 C2 と一致する。

[0041] 出力軸 74 は、2 つの軸受 78L、78R により、中心軸線 L2 周りで回転可能に支持される。換言すれば、出力軸 74 は、一对の軸受 78L、78R により、中心軸線 L2 周りで回転可能に支持される。軸受 78L は、ロータ 72 よりも軸方向一端側（左端側）に配置され、カバー 77 に固定される。軸受 78R は、ロータ 72 よりも軸方向他端側（右端側）に配置され、第 2 ハウジング部 52R に固定される。

[0042] 軸受 78L は、クランクシャフト 54 の軸方向で軸受 68L と異なる位置に配置される。ここで、「軸受 78L と軸受 68L とがクランクシャフト 54 の軸方向で異なる位置に配置される」とは、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 に対して直交する方向から見た場合に、軸受 78L が軸受 68L に

重ならないことをいう。軸受 7 8 L は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 6 8 L よりも軸受 6 8 R から離れて配置される。

[0043] 軸受 7 8 R は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 6 8 R と異なる位置に配置される。ここで、「軸受 7 8 R と軸受 6 8 R とがクランクシャフト 5 4 の軸方向で異なる位置に配置される」とは、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 に対して直交する方向から見た場合に、軸受 7 8 R が軸受 6 8 R に重ならないことをいう。軸受 7 8 R は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 6 8 L と軸受 6 8 R との間に配置される。軸受 7 8 R は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 6 8 L よりも軸受 6 8 R の近くに配置される。

[0044] 図 2 及び図 3 を参照しながら、出力軸 7 4 の回転中心 C 2 について説明する。図 3 は、第 2 ハウジング部 5 2 R が取り外された状態の駆動ユニット 5 0 を示す右側面図である。

[0045] 回転中心 C 2 は、クランクシャフト 5 4 の回転中心 C 1 よりも前方に位置する。回転中心 C 2 は、回転中心 C 1 よりも上方に位置する（図 3 参照）。

[0046] 図 4 を参照しながら、出力歯車 7 6 について説明する。図 4 は、出力軸 7 4、ロータ 7 2 及び軸受 7 8 L、7 8 R の位置関係を示す縦断面図である。

[0047] 出力歯車 7 6 は、ロータ 7 2 よりも軸方向他端側（右端側）において、出力軸 7 4 に形成される。つまり、出力歯車 7 6 は、金属材からなり、出力軸 7 4 に配置される。

[0048] 図 4 に示すように、出力歯車 7 6 は、出力軸 7 4 の軸方向長さの中心 C 0 よりも、軸受 7 8 R の近くに形成される。中心 C 0 は、ロータ 7 2 よりも軸受 7 8 R の近くに位置する。軸受 7 8 R は、出力軸 7 4 の軸方向で出力歯車 7 6 よりもロータ 7 2 から離れて配置される。つまり、軸受 7 8 R は、出力軸 7 4 の軸方向で出力歯車 7 6 に対してロータ 7 2 とは反対側に配置される。

[0049] [電気部品]

図 2 及び図 5 を参照しながら、電気部品 8 0 について説明する。図 5 は、図 2 の一部を拡大して示す縦断面図である。

[0050] 電気部品 80 は、出力軸 74 の周囲に配置される。電気部品 80 は、モータ 60 を駆動制御するために用いられる。電気部品 80 の少なくとも一部は、クランクシャフト 54 の軸方向から見た場合に、モータ 60 に重なる。電気部品 80 は、被検出部 80A、複数のバスバー 80B、基板 80C、検出素子 80D 及びコネクタ 80E を含む。

[0051] 被検出部 80A は、出力軸 74 の軸方向において、ロータ 72 と出力歯車 76 との間に配置される。被検出部 80A は、リング形状を有する。被検出部 80A には、出力軸 74 が挿入される。被検出部 80A は、出力軸 74 と同軸に配置される。被検出部 80A は、出力軸 74 に固定される。つまり、被検出部 80A は、出力軸 74 とともに回転する。被検出部 80A は、出力軸 74 の軸方向から見た場合に、ステータ 70 内側に配置される。

[0052] 複数のバスバー 80B は、それぞれ、絶縁性材料（例えば、合成樹脂）からなる支持部 80F に埋め込まれている。基板 80C は、支持部 80F に支持される。支持部 80F は、ボビン 70B に取り付けられる。この状態で、基板 80C に設けられた検出素子 80D は、出力軸 74 の軸方向で被検出部 80A に対向して配置される。検出素子 80D は、被検出部 80A の回転に伴って発生する磁気の変化を検出することにより、被検出部 80A の回転を検出する。その結果を利用して、制御装置（図示せず）がロータ 72 の回転を制御する。基板 80C に設けられたコネクタ 80E には、基板 80C と上記制御装置とを接続する配線（図示せず）が接続される。

[0053] [減速機構]

図 2 及び図 5 を参照しながら、減速機構 62 について説明する。減速機構 62 は、伝達軸 82、第 1 伝達歯車 84 及び第 2 伝達歯車 86 を備える。

[0054] 伝達軸 82 は、ハウジング 52 内に配置される。伝達軸 82 の中心軸線 L3 は、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 と平行である。つまり、伝達軸 82 は、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 に対して平行に延びる。中心軸線 L3 は、伝達軸 82 の軸方向、つまり、クランクシャフト 54 の軸方向から見た場合に、伝達軸 82 の回転中心 C3 と一致する。

- [0055] 伝達軸 8 2 は、2つの軸受 8 8 L、8 8 Rにより、中心軸線 L 3 周りで回転可能に支持される。軸受 8 8 L は、第 1 ハウジング部 5 2 L に固定される。軸受 8 8 R は、第 2 ハウジング部 5 2 R に固定される。
- [0056] 軸受 8 8 L の少なくとも一部は、クランクシャフト 5 4 の軸方向から見た場合に、ステータ 7 0 に重なる。伝達軸 8 2 の回転中心 C 3 は、クランクシャフト 5 4 の軸方向から見た場合に、ステータ 7 0 に重なる。つまり、伝達軸 8 2 の回転中心 C 3 は、クランクシャフト 5 4 の軸方向から見た場合に、モータ 6 0 に重なる（図 3 参照）。
- [0057] 軸受 8 8 L は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で電気部品 8 0 と同じ位置に配置される。ここで、「軸受 8 8 L と電気部品 8 0 とがクランクシャフト 5 4 の軸方向で同じ位置に配置される」とは、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 に対して直交する方向から見た場合に、軸受 8 8 L の少なくとも一部が電気部品 8 0 と重なることをいう。
- [0058] クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 8 8 L とモータ 6 0 との間には、電気部品 8 0 が配置されていない。つまり、軸受 8 8 L と電気部品 8 0 とは、出力軸 7 4 の中心軸線 L 2 周りの周方向で異なる位置に配置される。換言すれば、クランクシャフト 5 4 の軸方向から見ると、軸受 8 8 L の少なくとも一部と電気部品 8 0 の少なくとも一部とは互いに異なる領域でモータ 6 0 に重なる。
- [0059] 軸受 8 8 L は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 7 8 L と異なる位置に配置される。ここで、「軸受 8 8 L と軸受 7 8 L とがクランクシャフト 5 4 の軸方向で異なる位置に配置される」とは、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 に対して直交する方向から見た場合に、軸受 8 8 L が軸受 7 8 L に重ならないことをいう。軸受 8 8 L は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 7 8 L よりも軸受 7 8 R の近くに配置される。
- [0060] 軸受 8 8 R は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 7 8 R と異なる位置に配置される。ここで、「軸受 8 8 R と軸受 7 8 R とがクランクシャフト 5 4 の軸方向で異なる位置に配置される」とは、クランクシャフト 5 4 の中心

軸線L 1 に対して直交する方向から見た場合に、軸受 8 8 R が軸受 7 8 R に重ならないことをいう。軸受 8 8 R は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 7 8 R よりも軸受 7 8 L から離れて配置される。

[0061] 軸受 8 8 L は、図 2 に示すように、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 6 8 L と異なる位置に配置される。ここで、「軸受 8 8 L と軸受 6 8 L とがクランクシャフト 5 4 の軸方向で異なる位置に配置される」とは、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 に対して直交する方向から見た場合に、軸受 8 8 L が軸受 6 8 L に重ならないことをいう。軸受 8 8 L は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 6 8 L と軸受 6 8 R との間に配置される。軸受 8 8 L は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 6 8 R よりも軸受 6 8 L の近くに配置される。

[0062] 軸受 8 8 R は、図 2 に示すように、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 6 8 R と同じ位置に配置される。ここで、「軸受 8 8 R と軸受 6 8 R とがクランクシャフト 5 4 の軸方向で同じ位置に配置される」とは、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 に対して直交する方向から見た場合に、軸受 8 8 R の少なくとも一部が軸受 6 8 R に重なることをいう。

[0063] 伝達軸 8 2 の回転中心 C 3 は、図 2 及び図 3 に示すように、クランクシャフト 5 4 の回転中心 C 1 よりも前方に位置し、且つ、出力軸 7 4 の回転中心 C 2 よりも後方に位置する。回転中心 C 3 は、図 3 に示すように、回転中心 C 1 よりも上方に位置し、且つ、回転中心 C 2 よりも上方に位置する。

[0064] つまり、図 6 に示すように、回転中心 C 1 と回転中心 C 2 とを結ぶ第 1 線分 S 1 と、回転中心 C 2 と回転中心 C 3 とを結ぶ第 2 線分 S 2 と、回転中心 C 3 と回転中心 C 1 とを結ぶ第 3 線分 S 3 とにより、三角形が形成される。第 1 線分 S 1 は、第 2 線分 S 2 及び第 3 線分 S 3 よりも長い。

[0065] 再び、図 2 及び図 5 を参照しながら、説明する。第 1 伝達歯車 8 4 は、合成樹脂からなる。第 1 伝達歯車 8 4 は、伝達軸 8 2 に配置される。第 1 伝達歯車 8 4 は、伝達軸 8 2 の軸方向で軸受 8 8 L よりも軸受 8 8 R の近くに配置される。第 1 伝達歯車 8 4 は、出力歯車 7 6 と噛み合う。これにより、モ

ータ 60 で発生した駆動力が出力歯車 76 から第 1 伝達歯車 84 に伝達される。ここで、第 1 伝達歯車 84 と伝達軸 82 との間には、ワンウェイクラッチ 83 が配置される。これにより、出力歯車 76 が前転する方向（正しい方向）に回転する場合には第 1 伝達歯車 84 が後転する方向に回転し、出力歯車 76 が後転する方向（間違った方向）に回転する場合には第 1 伝達歯車 84 が回転しない。第 1 伝達歯車 84 は、出力歯車 76 よりも大径であり、出力歯車 76 よりも多い歯を有する。つまり、第 1 伝達歯車 84 は、出力歯車 76 よりも減速される。

[0066] 第 2 伝達歯車 86 は、金属材からなる。金属材は、例えば、鉄である。第 2 伝達歯車 86 は、伝達軸 82 に配置される。第 2 伝達歯車 86 は、伝達軸 82 の軸方向で第 1 伝達歯車 84 と異なる位置に配置される。第 2 伝達歯車 86 は、スプライン嵌合により、伝達軸 82 に固定される。つまり、第 2 伝達歯車 86 は、伝達軸 82 とともに回転する。第 2 伝達歯車 86 は、軸受 88 R により、伝達軸 82 の中心軸線 L3 周りで回転可能に支持される。つまり、第 2 伝達歯車 86 は、第 1 伝達歯車 84 よりも軸受 88 L から離れている。

[0067] 第 2 伝達歯車 86 は、クランクシャフト 54 の軸方向で軸受 78 R と同じ位置に配置される。ここで、「第 2 伝達歯車 86 と軸受 78 R とがクランクシャフト 54 の軸方向で同じ位置に配置される」とは、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 に対して直交する方向から見た場合に、第 2 伝達歯車 86 の少なくとも一部が軸受 78 R と重なることをいう。

[0068] 図 6 に示すように、クランクシャフト 54 の軸方向から見た場合、第 2 伝達歯車 86 は、第 1 線分 S1 と重ならない。

[0069] [回転部材]

図 7 を参照しながら、回転部材 56 について説明する。図 7 は、図 2 の一部を拡大して示す縦断面図である。

[0070] 回転部材 56 は、クランクシャフト 54 と同軸上に配置され、クランクシャフト 54 とともに回転する。回転部材 56 は、連結軸部 56 A、トルク検

出装置 5 6 B 及びワンウェイクラッチ 5 6 C を含む。

[0071] 連結軸部 5 6 A は、回転部材 5 6 の軸方向一方の端部（左端部）に配置され、ハウジング 5 2 内に位置する（図 2 参照）。連結軸部 5 6 A は、円筒形状を有する。連結軸部 5 6 A には、クランクシャフト 5 4 が挿入される。連結軸部 5 6 A は、クランクシャフト 5 4 と同軸に配置される。

[0072] 連結軸部 5 6 A の軸方向一端部の内周面には、セレーション 9 2 が形成される。セレーション 9 2 は、クランクシャフト 5 4 の外周面に形成されたセレーション 5 4 A と噛み合う。これにより、連結軸部 5 6 A は、クランクシャフト 5 4 に連結される。その結果、クランクシャフト 5 4 が前転方向及び後転方向の何れに回転しても、連結軸部 5 6 A はクランクシャフト 5 4 とともに回転する。なお、連結軸部 5 6 A の軸方向他端部とクランクシャフト 5 4 との間には、すべり軸受 1 0 6 が配置される。

[0073] トルク検出装置 5 6 B は、ハウジング 5 2 内に配置される（図 2 参照）。トルク検出装置 5 6 B は、運転者がペダル 3 6 R, 3 6 L（図 1 参照）を漕ぐときにクランクシャフト 5 4 に発生するトルクを検出する。トルク検出装置 5 6 B は、磁歪式のトルクセンサである。

[0074] トルク検出装置 5 6 B は、取付軸部 9 4、コイル 9 6、検出素子 9 8 及びシールド 1 0 0 を含む。取付軸部 9 4 は、連結軸部 5 6 A の外周面に取り付けられ、連結軸部 5 6 A に対して相対回転する。つまり、取付軸部 9 4 は、連結軸部 5 6 A とともに回転しない。コイル 9 6 は、取付軸部 9 4 の外周面に配置される。検出素子 9 8 は、連結軸部 5 6 A の歪みに起因するコイル 9 6 の電圧変化を検出することにより、クランクシャフト 5 4 に発生するトルクを検出する。検出素子 9 8 は、検出したトルクを制御装置（図示せず）に出力する。制御装置は、検出素子 9 8 が出力したトルクを参照して、運転者によるペダリングの状態を把握し、モータ 6 0 を制御する。シールド 1 0 0 は、外部磁場に起因して検出素子 9 8 の検出精度が低下するのを防ぐ。シールド 1 0 0 は、第 1 ハウジング部 5 2 L に形成された係合片（図示せず）に係合する。つまり、シールド 1 0 0 は、連結軸部 5 6 A とともに回転しない

。

- [0075] ワンウェイクラッチ 56C は、トルク検出装置 56B よりも駆動スプロケット 58 側において、クランクシャフト 54 と同軸に配置される。ワンウェイクラッチ 56C は、クランクシャフト 54 を前転方向に回転させる回転力を、駆動スプロケット 58 に伝達し、クランクシャフト 54 を後転方向に回転させる回転力を、駆動スプロケット 58 に伝達しない。
- [0076] ワンウェイクラッチ 56C は、駆動部材 102 と、被駆動歯車 104 とを含む。駆動部材 102 は、本体部 108 及び筒部 110 を含む。
- [0077] 本体部 108 は、リング形状を有する。本体部 108 には、クランクシャフト 54 が挿入される。本体部 108 は、クランクシャフト 54 と同軸に配置される。
- [0078] 本体部 108 の内周面には、セレーション 112 が形成される。セレーション 112 は、連結軸部 56A の軸方向他端部の外周面に形成されたセレーション 114 と噛み合う。これにより、本体部 108、すなわち、駆動部材 102 は、連結軸部 56A に連結される。その結果、連結軸部 56A が前転方向及び後転方向の何れに回転しても、本体部 108、すなわち、駆動部材 102 は連結軸部 56A とともに回転する。換言すると、クランクシャフト 54 が前転方向及び後転方向の何れに回転しても、駆動部材 102 はクランクシャフト 54 とともに回転する。
- [0079] 筒部 110 は、本体部 108 よりも駆動スプロケット 58 側において、本体部 108 と同軸に配置される。筒部 110 は、円筒状の部材であり、クランクシャフト 54 と同軸に配置される。筒部 110 は、本体部 108 と一体的に形成される。
- [0080] 被駆動歯車 104 は、軸部 116 を含む。軸部 116 は、円筒形状を有する。軸部 116 には、クランクシャフト 54 が挿入される。軸部 116 は、クランクシャフト 54 と同軸に配置され、且つ、駆動部材 102 と同軸に配置される。つまり、被駆動歯車 104 は、クランクシャフト 54 と同軸に配置され、且つ、駆動部材 102 と同軸に配置される。

- [0081] 軸部 1 1 6 とクランクシャフト 5 4 との間には、すべり軸受 1 2 2, 1 2 4 が配置される。これにより、被駆動歯車 1 0 4 がクランクシャフト 5 4 に対して相対回転可能となる。
- [0082] 軸部 1 1 6 は、従動軸部 1 1 7 及び取付軸部 1 1 8 を含む。従動軸部 1 1 7 は、取付軸部 1 1 8 よりも駆動部材 1 0 2 側であって、且つ、取付軸部 1 1 8 と同軸に配置される。従動軸部 1 1 7 は、取付軸部 1 1 8 と一体的に形成される。
- [0083] 従動軸部 1 1 7 は、クランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 に直交する方向で、筒部 1 1 0 の内側に配置される。従動軸部 1 1 7 と筒部 1 1 0 との間には、ラチェット機構 1 2 0 が配置される。その結果、駆動部材 1 0 2 の前転方向の回転力は、従動軸部 1 1 7、すなわち、被駆動歯車 1 0 4 に伝達されるが、駆動部材 1 0 2 の後転方向の回転力は、従動軸部 1 1 7、すなわち、被駆動歯車 1 0 4 に伝達されない。
- [0084] 取付軸部 1 1 8 は、第 2 軸受 6 8 R によって、クランクシャフト 5 4 の中心軸線周りで回転可能に支持される。取付軸部 1 1 8 は、第 2 軸受 6 8 R に対して、駆動部材 1 0 2 とは反対側に位置する部分を有する。当該部分には、駆動スプロケット 5 8 が取り付けられる（図 2 参照）。
- [0085] つまり、ワンウェイクラッチ 5 6 C は、駆動スプロケット 5 8 をクランクシャフト 5 4 の中心軸線 L 1 周りで前転方向に回転させる回転力が駆動スプロケット 5 8 に伝達されることを許容するが、駆動スプロケット 5 8 を後転方向に回転させる回転力が駆動スプロケット 5 8 に伝達されることを阻止する。
- [0086] 被駆動歯車 1 0 4 は、第 2 伝達歯車 8 6 と噛み合う。被駆動歯車 1 0 4 は、第 2 伝達歯車 8 6 よりも大径であり、第 2 伝達歯車 8 6 よりも多い歯を有する。つまり、被駆動歯車 1 0 4 は、第 2 伝達歯車 8 6 よりも減速される。
- [0087] 被駆動歯車 1 0 4 は、クランクシャフト 5 4 の軸方向で軸受 7 8 R と同じ位置に配置される。ここで、「被駆動歯車 1 0 4 と軸受 7 8 R とがクランクシャフト 5 4 の軸方向で同じ位置に配置される」とは、クランクシャフト 5

4の中心軸線L1に対して直交する方向から見た場合に、被駆動歯車104の少なくとも一部が軸受78Rと重なることをいう。

[0088] 被駆動歯車104は、金属材からなる。金属材は、例えば、鉄である。

[0089] 図6を参照しながら、被駆動歯車104、モータ60及び第1伝達歯車84の関係について説明する。

[0090] 被駆動歯車104は、クランクシャフト54の軸方向から見た場合、モータ60よりも大径であり、且つ、第1伝達歯車84よりも大径である。モータ60は、第1伝達歯車84よりも大径である。つまり、モータ60、第1伝達歯車84及び被駆動歯車104のうち、クランクシャフト54の軸方向から見たときの径が最も大きい部材（第1部材）は、被駆動歯車104である。その次に径が大きい部材（第2部材）は、モータ60である。最も径が小さい部材（第3部材）は、第1伝達歯車である。

[0091] 被駆動歯車104の少なくとも一部は、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、モータ60に重なる。第1伝達歯車84の少なくとも一部は、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、被駆動歯車104とモータ60とが重なる領域126に重なる。つまり、第1伝達歯車84の少なくとも一部は、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、被駆動歯車104とモータ60とのそれぞれに重なる。

[0092] [回転検出装置]

図7を参照しながら、回転検出装置130について説明する。回転検出装置130は、ハウジング52内に配置され、クランクシャフト54の回転を検出する。回転検出装置130は、被検出部としてのリング磁石132と、リング磁石132の回転を検出する検出素子134とを含む。

[0093] リング磁石132は、円環板形状を有する。リング磁石132では、軸方向の端面が磁極形成面になる。つまり、リング磁石132では、軸方向の端面においてクランクシャフト54の中心軸線L1周りにN極とS極とが交互に形成される。

[0094] リング磁石132は、支持部材136に取り付けられる。支持部材136

は、筒部 138 と、円環部 140 とを備える。

[0095] 筒部 138 は、クランクシャフト 54 の軸方向に延びる。筒部 138 は、筒部 110 の外周面に固定される。筒部 138 を筒部 110 の外周面に固定する方法としては、例えば、圧入や接着がある。

[0096] 円環部 140 は、筒部 138 の軸方向一端において、筒部 138 と同軸に配置される。円環部 140 は、筒部 138 と一体的に形成される。円環部 140 は、取付面 136A を含む。取付面 136A は、円環部 140 の軸方向の端面であり、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 に直交する方向に広がる環状面である。

[0097] リング磁石 132 は、クランクシャフト 54 の軸方向で円環部 140 に重ね合わせられる。この状態で、リング磁石 132 の軸方向の端面と取付面 136A とが接着される。

[0098] 上述のように、筒部 138 は、筒部 110 の外周面に固定される。つまり、リング磁石 132 は、回転部材 56 とともに回転する。

[0099] 検出素子 134 は、クランクシャフト 54 の軸方向でリング磁石 132 の磁極形成面に対向して配置される。検出素子 134 は、リング磁石 132 が回転部材 56 とともに回転することを検出する。本実施形態では、検出素子 134 は、リング磁石 132 が回転部材 56 とともに回転することによって発生する磁場の変化を検出する。つまり、本実施形態では、回転検出装置 130 が磁気式の回転検出センサである。

[0100] リング磁石 132 は、回転部材 56 において、クランクシャフト 54 とともに回転する駆動部材 102 に設けられる。そのため、リング磁石 132 の回転に伴って発生する磁場の変化を検出することにより、クランクシャフト 54 の回転が検出される。検出素子 134 は、検出したクランクシャフト 54 の回転を制御装置（図示せず）に出力する。制御装置は、検出素子 98 が検出したトルクだけでなく、検出素子 134 が検出したクランクシャフト 54 の回転も参照して、運転者によるペダリングの状態を把握し、モータ 60 を制御する。

[0101] 検出素子 134 は、ワンチップホール IC であり、2つの検出素子を備える。これにより、リング磁石 132 の横磁場と縦磁場とを検出することができる。その結果、リング磁石 132 が前転方向及び逆転方向の何れに回転しているかを判定できる。

[0102] [基板]

検出素子 134 は、基板 150 に設けられる。基板 150 は、プリント配線基板である。基板 150 は、図 3 に示すように、ハウジング 52 内に配置される。基板 150 には、駆動ユニット 50 の動作を制御する制御装置（図示せず）が実装される。なお、基板 150 は、防水性を有するコーティング材により、コーティングされている。

[0103] 図 2 及び図 8～図 11 を参照しながら、基板 150 について説明する。図 8 は、基板 150 を説明するための右側面図である。図 8 においてハッチングを付した部分が、基板 150 である。図 9 は、第 1 領域 154 を説明するための右側面図である。図 9 においてハッチングを付した部分が、第 1 領域 154 である。図 10 は、第 1 領域 154 と第 2 ハウジング部 52R との関係を説明するための縦断面図である。図 11 は、第 2 領域 162 及び第 3 領域 164 を説明するための右側面図である。図 11 においてハッチングを付した部分が、第 2 領域 162 及び第 3 領域 164 である。

[0104] 図 2 に示すように、基板 150 は、実装面 152 を有する。実装面 152 は、基板 150 の厚さ方向一方の端面である。実装面 152 には、駆動ユニット 50 の動作を制御するための各種電気部品が実装される。実装面 152 は、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 に対して直交する方向に広がる。

[0105] 図 2 に示すように、基板 150 は、クランクシャフト 54 の軸方向において、被駆動歯車 104 と、モータ 60 との間に配置される。ここで、「基板 150 が被駆動歯車 104 とモータ 60 との間に配置される」とは、モータ 60 のうちクランクシャフト 54 の軸方向から見たときの径が最も大きいステータ 70 と、被駆動歯車 104 との間に、基板 150 が配置されることをいう。

- [0106] 図2に示すように、基板150は、第1ハウジング部52Lと第2ハウジング部52Rとの重ね合わせ面53L、53Rに沿って配置される。ここで、「基板150が重ね合わせ面53L、53Rに沿って配置される」とは、基板150の厚さ方向の端面が、クランクシャフト54の軸方向で重ね合わせ面53L、53Rと一致することをいう。
- [0107] なお、基板150の厚さ方向の端面は、クランクシャフト54の軸方向で重ね合わせ面53L、53Rと厳密に一致していなくてもよい。例えば、重ね合わせ面53L、53Rは、クランクシャフト54の軸方向で基板150と同じ位置にあってもよい。ここで、「重ね合わせ面53L、53Rがクランクシャフト54の軸方向で基板150と同じ位置にある」とは、クランクシャフトの中心軸線L1に対して直交する方向から見た場合に、重ね合わせ面53L、53Rが基板150に重なることをいう。
- [0108] 図2に示すように、基板150は、クランクシャフト54の軸方向で第1伝達歯車84と同じ位置に配置される。ここで、「基板150と第1伝達歯車84とがクランクシャフト54の軸方向で同じ位置に配置される」とは、クランクシャフト54の中心軸線L1に対して直交する方向から見た場合に、基板150が第1伝達歯車84と重なることをいう。
- [0109] 図8に示すように、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、基板150は、第1線分S1に対して、回転中心C3とは反対側に配置される。
- [0110] 図8に示すように、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、基板150は、回転中心C1及び回転中心C2とは重ならない。
- [0111] 図9に示すように、基板150は、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、モータ60に重なる第1領域154を有する。
- [0112] 図9に示すように、第1領域154には、電気部品156が配置される。電気部品156は、モータ60に電力を供給するスイッチング素子である。電気部品156は、実装面152に配置される。
- [0113] 図9に示すように、第1領域154のうち、電気部品156が配置される領域には、伝熱シート158が配置される。伝熱シート158は、基板15

0の裏面（基板152の厚さ方向で実装面152とは反対側の面）に配置される。伝熱シート158は、基板150をコーティングするコーティング材よりも高い熱伝導率を有する。伝熱シート158は、電気部品156が発する熱を逃がす。

[0114] 図10に示すように、伝熱シート158は、第2ハウジング部52Rの内面に接する。換言すれば、第1領域154は、伝熱シート158を介して、第2ハウジング部52Rの内面に接する。

[0115] 図10に示すように、第2ハウジング部52Rは、伝熱シート158と重なる領域において、複数の放熱フィン160を有する。複数の放熱フィン160は、第2ハウジング部52Rの外面のうち、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に伝熱シート158と重なる領域に形成される。複数の放熱フィン160を有することで、電気部品156が発する熱を逃がしやすくなる。

[0116] 図11に示すように、基板150は、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、被駆動歯車104に重なる第2領域162を有する。

[0117] 図11に示すように、第2領域162は、クランクシャフト54の軸方向から見た場合にリング磁石132と重なる第3領域164を含む。第3領域164と重なる位置において、検出素子134が配置される。

[0118] [仕切壁]

図2、図3、図8、図12、図13及び図14を参照しながら、仕切壁170について説明する。図12及び図13は、仕切壁170を示す斜視図である。図14は、図3と比べて、被駆動歯車104が取り外されている。

[0119] 仕切壁170は、図2及び図3に示すように、ハウジング52内に配置される。仕切壁170は、図8及び図12～図14に示すように、第1壁部172、第2壁部174、第3壁部176及び第4壁部178を備える。

[0120] 第1壁部172は、図14に示すように、クランクシャフト54の中心軸線L1に対して直交する方向に広がる。第1壁部172には、図8及び図12～図14に示すように、貫通孔180が形成される。図14に示すように

、貫通孔１８０内には、駆動部材１０２が配置される。図２、図３、図８及び図１４から明らかなように、第１壁部１７２は、クランクシャフト５４の軸方向において、基板１５０と被駆動歯車１０４との間に配置される。ここで、「第１壁部１７２が基板１５０と被駆動歯車１０４との間に配置される」とは、第１壁部１７２が、基板１５０と、被駆動歯車１０４が有する歯（第２伝達歯車８６と噛み合う部分）との間に配置されることをいう。つまり、基板１５０と、被駆動歯車１０４が有する歯（第２伝達歯車８６と噛み合う部分）との間に形成される空間は、第１壁部１７２で仕切られる。

[0121] 第２壁部１７４は、図３及び図８に示すように、クランクシャフト５４の中心軸線Ｌ１に対して直交する方向に広がる。第２壁部１７４は、図３に示すように、クランクシャフト５４の軸方向で第１壁部１７２と異なる位置に配置される。ここで、「第２壁部１７４がクランクシャフト５４の軸方向で第１壁部１７２と異なる位置に配置される」とは、クランクシャフトの中心軸線Ｌ１に対して直交する方向から見た場合に、第２壁部１７４が第１壁部１７２と重ならないことをいう。

[0122] 第２壁部１７４には、図８、図１２及び図１３に示すように、２つの貫通孔１８２、１８４が形成される。クランクシャフト５４の軸方向から見た場合に、貫通孔１８２は、貫通孔１８４よりも大きい。

[0123] 図８に示すように、クランクシャフト５４の軸方向から見た場合に、回転中心Ｃ２は、貫通孔１８２内に位置する。図２及び図８から明らかなように、クランクシャフト５４の軸方向から見た場合に、軸受８８Ｌは、貫通孔１８２内に位置する。

[0124] 図８に示すように、クランクシャフト５４の軸方向から見た場合に、貫通孔１８４内には、出力軸７４が位置する。つまり、出力軸７４は、貫通孔１８４に挿通される。

[0125] 図８、図１２及び図１３に示すように、第３壁部１７６は、第２壁部１７４の外縁に沿って形成される。第３壁部１７６は、第２壁部１７４の厚さ方向一方の端面から厚さ方向一方に延びる。

- [0126] 図8、図12及び図13に示すように、第3壁部176は、第1周壁部186と、第2周壁部188とを含む。第1周壁部186は、貫通孔182の周囲に形成される。第2周壁部188は、貫通孔184の周囲に形成される。第1周壁部186の周方向一端と第2周壁部188の周方向他端とが接続される。第1周壁部186の周方向他端と第2周壁部188の周方向一端とが接続される。
- [0127] 図8に示すように、クランクシャフト54の軸方向から見た場合、第3壁部176の内側には、第1伝達歯車84、第2伝達歯車86及び出力歯車76が配置される。
- [0128] 具体的には、第1伝達歯車84は、第1周壁部186の内側に配置される。換言すると、第1伝達歯車84は、図2に示すように、クランクシャフト54の軸方向で第3壁部176と同じ位置に配置される。ここで、「第1伝達歯車84がクランクシャフト54の軸方向で第3壁部176と同じ位置に配置される」とは、クランクシャフト54の中心軸線L1に対して直交する方向から見た場合に、第1伝達歯車84の少なくとも一部が第3壁部176に重なることをいう。
- [0129] また、出力歯車76は、第2周壁部188の内側に配置される。換言すると、出力歯車76は、図2に示すように、クランクシャフト54の軸方向で第3壁部176と同じ位置に配置される。ここで、「出力歯車76がクランクシャフト54の軸方向で第3壁部176と同じ位置に配置される」とは、クランクシャフト54の中心軸線L1に対して直交する方向から見た場合に、出力歯車76の少なくとも一部が第3壁部176に重なることをいう。
- [0130] なお、第2伝達歯車86は、図2に示すように、クランクシャフト54の軸方向で第3壁部176と異なる位置に配置される。ここで、「第2伝達歯車86がクランクシャフト54の軸方向で第3壁部176と異なる位置に配置される」とは、クランクシャフト54の中心軸線L1に対して直交する方向から見た場合に、第2伝達歯車86が第3壁部176に重ならないことをいう。

- [0131] 図8に示すように、基板150は、出力軸74の中心軸線L2に対して直交する方向で、第2周壁部188の外側に配置される。つまり、基板150と出力歯車76との間に形成される空間は、第2周壁部188で仕切られる。
- [0132] 図8、図12及び図13に示すように、第4壁部178は、クランクシャフト54の中心軸線L1に対して直交する方向に広がる。第4壁部178は、第1壁部172に接続される。
- [0133] 図8に示すように、第4壁部178は、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、基板150に重なる。
- [0134] 電動補助自転車10においては、運転者がペダル36L、36Rを漕ぐことにより、クランクシャフト54が前転方向に回転する。クランクシャフト54が前転方向に回転すると、連結軸部56Aが前転方向に回転する。連結軸部56Aが前転方向に回転すると、駆動部材102が前転方向に回転する。駆動部材102が前転方向に回転すると、被駆動歯車104が前転方向に回転する。なお、駆動部材102が後転方向に回転する場合、つまり、クランクシャフト54が後転方向に回転する場合、駆動部材102は被駆動歯車104に対して相対回転する。被駆動歯車104が前転方向に回転すると、駆動スプロケット58が前転方向に回転する。駆動スプロケット58の回転力は、チェーン32を介して、従動スプロケット26に伝達される。
- [0135] 運転者がペダル36L、36Rを漕ぐことにより、クランクシャフト54にトルクが発生する。クランクシャフト54に発生するトルクは、トルク検出装置56Bによって検出される。クランクシャフト54に発生するトルクが予め定められた基準値を超える状態が一定期間以上継続すると、モータ60のロータ72、つまり、出力軸74が前転方向に回転する。出力軸74が前転方向に回転すると、出力歯車76が前転方向に回転する。出力歯車76が前転方向に回転すると、第1伝達歯車84が後転方向に回転する。第1伝達歯車84が後転方向に回転すると、第2伝達歯車86が後転方向に回転する。第2伝達歯車86が後転方向に回転すると、被駆動歯車104が前転方

向に回転する。被駆動歯車 104 が前転方向に回転すると、取付軸部 118 が前転方向に回転する。取付軸部 118 が前転方向に回転すると、駆動スプロケット 58 が前転方向に回転する。その結果、運転者によるペダリングがアシストされる。

[0136] ここで、電動補助自転車 10 においては、回転検出装置 130 がクランクシャフト 54 の回転を検出する。そのため、クランクシャフト 54 に発生するトルクだけでなく、クランクシャフト 54 の回転も参照して、運転者によるペダリングの状態を把握することができる。その結果、運転者によるペダリングの状態を的確に把握することができるようになるので、例えば、故障を検知し易くなったり、よりの確なアシストを行うことができるようになる。

[0137] また、電動補助自転車 10 においては、駆動ユニット 50 を備える。駆動ユニット 50 は、クランクシャフト 54、モータ 60 及び伝達軸 82 を備える。伝達軸 82 は、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 に対して平行に延びる。

[0138] モータ 60 は、ロータ 72、出力軸 74 及び出力歯車 76 を含む。出力軸 74 は、ロータ 72 とともに回転し、クランクシャフト 54 の中心軸線 L1 に対して平行に延びる。出力歯車 76 は、出力軸 74 に配置される。

[0139] 駆動ユニット 50 は、第 1 伝達歯車 84、第 2 伝達歯車 86、被駆動歯車 104 及び複数の軸受 78L、78R をさらに備える。第 1 伝達歯車 84 は、伝達軸 82 に配置され、出力歯車 76 と噛み合い、出力歯車 76 よりも多い歯を有する。第 2 伝達歯車 86 は、伝達軸 82 に配置される。被駆動歯車 104 は、クランクシャフト 54 に配置され、第 2 伝達歯車 86 と噛み合い、第 2 伝達歯車 86 よりも多い歯を有する。複数の軸受 78L、78R は、出力軸 74 の中心軸線 L2 周りで出力軸 74 を回転可能に支持する。複数の軸受 78L、78R は、クランクシャフト 54 の軸方向で第 2 伝達歯車 86 と同じ位置に配置される第 1 軸受 78R を含む。

[0140] 駆動ユニット 50 においては、スペースを有効に利用できる。

- [0141] 駆動ユニット50において、第1軸受78Rは、クランクシャフト54の軸方向で被駆動歯車104と同じ位置に配置される。
- [0142] 駆動ユニット50において、第1軸受78Rは、出力軸74の軸方向で出力歯車76に対してロータ72とは反対側に配置される軸受78Rである。この場合、第1軸受78Rをロータ72から離して配置できる。そのため、第1軸受78Rとロータ72との間のスペースを有効に利用できる。
- [0143] 具体的には、例えば、第1軸受78Rとロータ72との間に、モータ60を駆動制御するために用いられる電気部品80を配置できる。
- [0144] また、出力歯車76と噛み合う第1伝達歯車84の軸方向長さを大きくできる。そのため、第1伝達歯車84を合成樹脂で形成しても、第1伝達歯車84の耐久性を確保できる。また、第1伝達歯車84を合成樹脂で形成することができるので、第1伝達歯車84と出力歯車76とが噛み合うときに発生する音を小さくできる。
- [0145] 駆動ユニット50において、出力軸の軸方向長さの中心は、ロータ72よりも第1軸受78Rの近くに位置する。この場合、出力歯車76の軸方向長さを確保し易くなる。
- [0146] また、出力歯車76とロータ72との間に軸受78Rが配置される場合と比べて、軸受78Rに加わる荷重を小さくできる。その結果、軸受78Rの小型化（出力軸74の軸方向での小型化）を実現できる。
- [0147] 駆動ユニット50は、電気部品80と、第2軸受88Lとを含む。電気部品80は、出力軸74の周囲に配置され、モータ60を駆動制御するために用いられる。第2軸受88Lは、伝達軸82の中心軸線L3周りで伝達軸82を回転可能に支持する。クランクシャフト54の軸方向から見ると、第2軸受88Lの少なくとも一部及び電気部品80の少なくとも一部は、それぞれ、互いに異なる領域でモータ60に重なる。第2軸受88Lは、クランクシャフト54の軸方向で電気部品80と同じ位置に配置される。
- [0148] 駆動ユニット50においては、クランクシャフト54の回転中心C1と出力軸74の回転中心C2とを結ぶ第1線分S1と、出力軸74の回転中心C

2と伝達軸82の回転中心C3とを結ぶ第2線分S2と、伝達軸82の回転中心C3とクランクシャフト54の回転中心C1とを結ぶ第3線分S3とにより、三角形が形成される。

[0149] この場合、クランクシャフト54と、出力軸74と、伝達軸82とが一直線上に配置される場合と比べて、第1軸受78Rを被駆動歯車104に近づけることができる。その結果、第1軸受78Rと被駆動歯車104との間に形成される空間（無駄な空間）を埋めることができる。

[0150] 駆動ユニット50においては、クランクシャフト54の軸方向から見た場合に、被駆動歯車104がモータ60に重なる。

[0151] この場合、第1軸受78Rを駆動歯車に対してさらに近づけることができる。その結果、第1軸受78Rと被駆動歯車104との間に形成される空間（無駄な空間）をさらに埋めることができる。

[0152] 駆動ユニット50は、ワンウェイクラッチ56Cをさらに備える。ワンウェイクラッチ56Cは、クランクシャフト54に配置される。ワンウェイクラッチ56Cは、クランクシャフト54を第1の方向に回転させる回転力を、クランクシャフト54に配置される駆動スプロケット58に伝達する。ワンウェイクラッチ56Cは、クランクシャフト54を第1の方向とは反対の方向に回転させる回転力を、駆動スプロケット58に伝達しない。ワンウェイクラッチ56Cは、被駆動歯車104を含む。

[0153] 駆動ユニット50において、被駆動歯車104は、駆動スプロケット58が取り付けられる取付軸部118を含む。

[0154] [応用例]

上記実施の形態では、軸受78Rがクランクシャフト54の軸方向で第2伝達歯車86と同じ位置に配置されていたが、例えば、図15に示すように、軸受78Lがクランクシャフト54の軸方向で第2伝達歯車86と同じ位置に配置されていてもよい。つまり、クランクシャフト54の軸方向で第2伝達歯車86と同じ位置に配置される軸受は、出力軸74の軸方向でロータ72に対して出力歯車76とは反対側に配置される軸受78Lであってもよ

い。この場合、出力軸 7 4 から被駆動歯車 1 0 4 への駆動力伝達経路を、クラクシャフト 5 4 の軸方向でステータ 7 0 の両側に形成できる。その結果、ハウジング 5 2 内のスペースを有効に利用できる。

[0155] 以上、本発明の実施の形態を説明したが、上述した実施の形態は本発明を実施するための例示に過ぎない。よって、本発明は上述した実施の形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施の形態を適宜変形して実施することが可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 電動補助自転車に用いられる駆動ユニットであって、
クランクシャフトと、
モータと、
前記クランクシャフトの中心軸線に対して平行に延びる伝達軸とを
備え、
前記モータは、
ロータと、
前記ロータとともに回転し、前記クランクシャフトの中心軸線に対
して平行に延びる出力軸と、
前記出力軸に配置される出力歯車とを含み、
前記駆動ユニットは、さらに、
前記伝達軸に配置され、前記出力歯車と噛み合い、前記出力歯車よ
りも多い歯を有する第1伝達歯車と、
前記伝達軸に配置される第2伝達歯車と、
前記クランクシャフトに配置され、前記第2伝達歯車と噛み合い、
前記第2伝達歯車よりも多い歯を有する被駆動歯車と、
前記出力軸の中心軸線周りで前記出力軸を回転可能に支持する複数
の軸受とを備え、
前記複数の軸受は、前記クランクシャフトの軸方向で前記第2伝達
歯車と同じ位置に配置される第1軸受を含む、駆動ユニット。
- [請求項2] 請求項1に記載の駆動ユニットであって、
前記第1軸受は、前記クランクシャフトの軸方向で前記被駆動歯車
と同じ位置に配置される、駆動ユニット。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の駆動ユニットであって、
前記第1軸受は、前記出力軸の軸方向で前記出力歯車に対して前記
ロータとは反対側に配置される軸受である、駆動ユニット。
- [請求項4] 請求項3に記載の駆動ユニットであって、

前記出力軸の軸方向長さの中心は、前記ロータよりも前記第 1 軸受の近くに位置する、駆動ユニット。

[請求項5]

請求項 3 又は 4 に記載の駆動ユニットであって、

前記出力軸の周囲に配置され、前記モータを駆動制御するために用いられる電気部品と、

前記伝達軸の中心軸線周りで前記伝達軸を回転可能に支持する第 2 軸受とを含み、

前記クランクシャフトの軸方向から見ると、前記第 2 軸受の少なくとも一部及び前記電気部品の少なくとも一部は、それぞれ、互いに異なる領域で前記モータに重なり、

前記第 2 軸受は、前記クランクシャフトの軸方向で前記電気部品と同じ位置に配置される、駆動ユニット。

[請求項6]

請求項 3 ～ 5 の何れか 1 項に記載の駆動ユニットであって、

前記クランクシャフトの回転中心と前記出力軸の回転中心とを結ぶ第 1 線分と、前記出力軸の回転中心と前記伝達軸の回転中心とを結ぶ第 2 線分と、前記伝達軸の回転中心と前記クランクシャフトの回転中心とを結ぶ第 3 線分とにより、三角形が形成される、駆動ユニット。

[請求項7]

請求項 6 に記載の駆動ユニットであって、

前記クランクシャフトの軸方向から見た場合に、前記被駆動歯車が前記モータに重なる、駆動ユニット。

[請求項8]

請求項 1 又は 2 に記載の駆動ユニットであって、

前記第 1 軸受は、前記出力軸の軸方向で前記ロータに対して前記出力歯車とは反対側に配置される軸受である、駆動ユニット。

[請求項9]

請求項 1 ～ 8 の何れか 1 項に記載の駆動ユニットであって、

前記クランクシャフトに配置され、前記クランクシャフトを第 1 の方向に回転させる回転力を、前記クランクシャフトに配置される駆動スプロケットに伝達し、前記クランクシャフトを前記第 1 の方向とは反対の方向に回転させる回転力を、前記駆動スプロケットに伝達しな

いワンウェイクラッチをさらに備え、

前記ワンウェイクラッチは、前記被駆動歯車を含む、駆動ユニット

。

[請求項10] 請求項9に記載の駆動ユニットであって、

前記被駆動歯車は、前記駆動スプロケットが取り付けられる取付軸部を含む、駆動ユニット。

[請求項11] 請求項1～10の何れか1項に記載の駆動ユニットを備える電動補助自転車。

[図1]

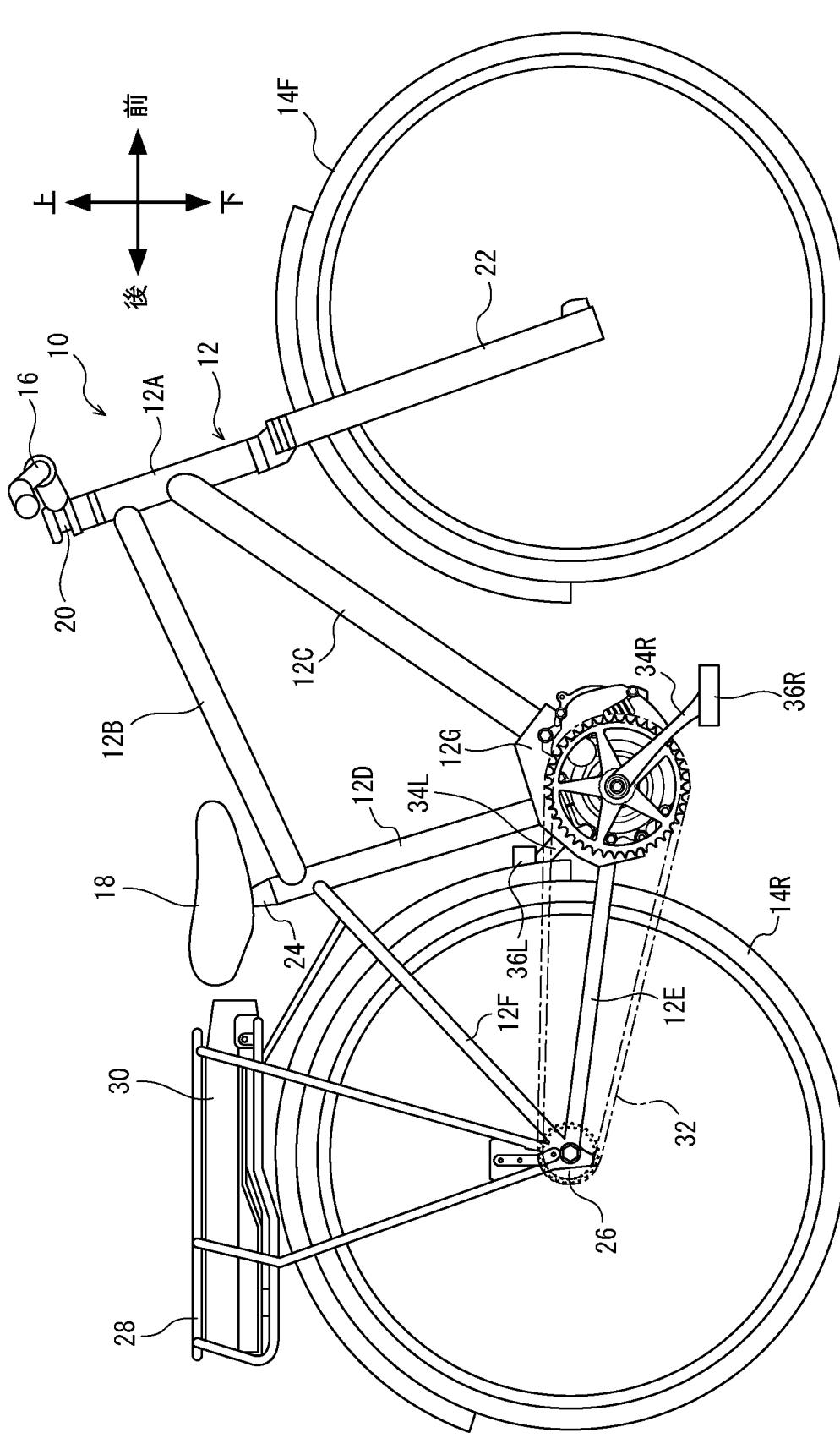
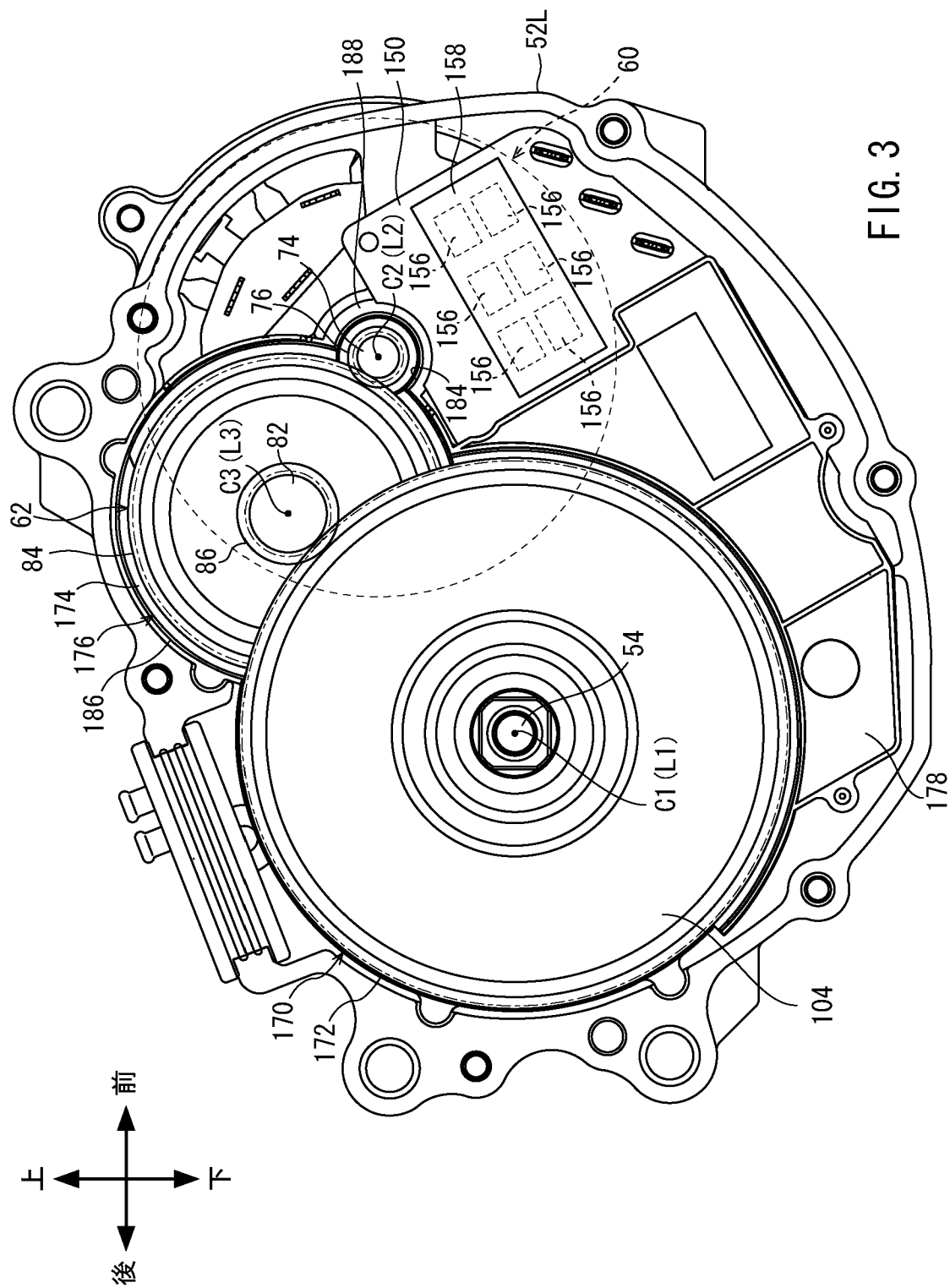


FIG. 1

[図3]



[図4]

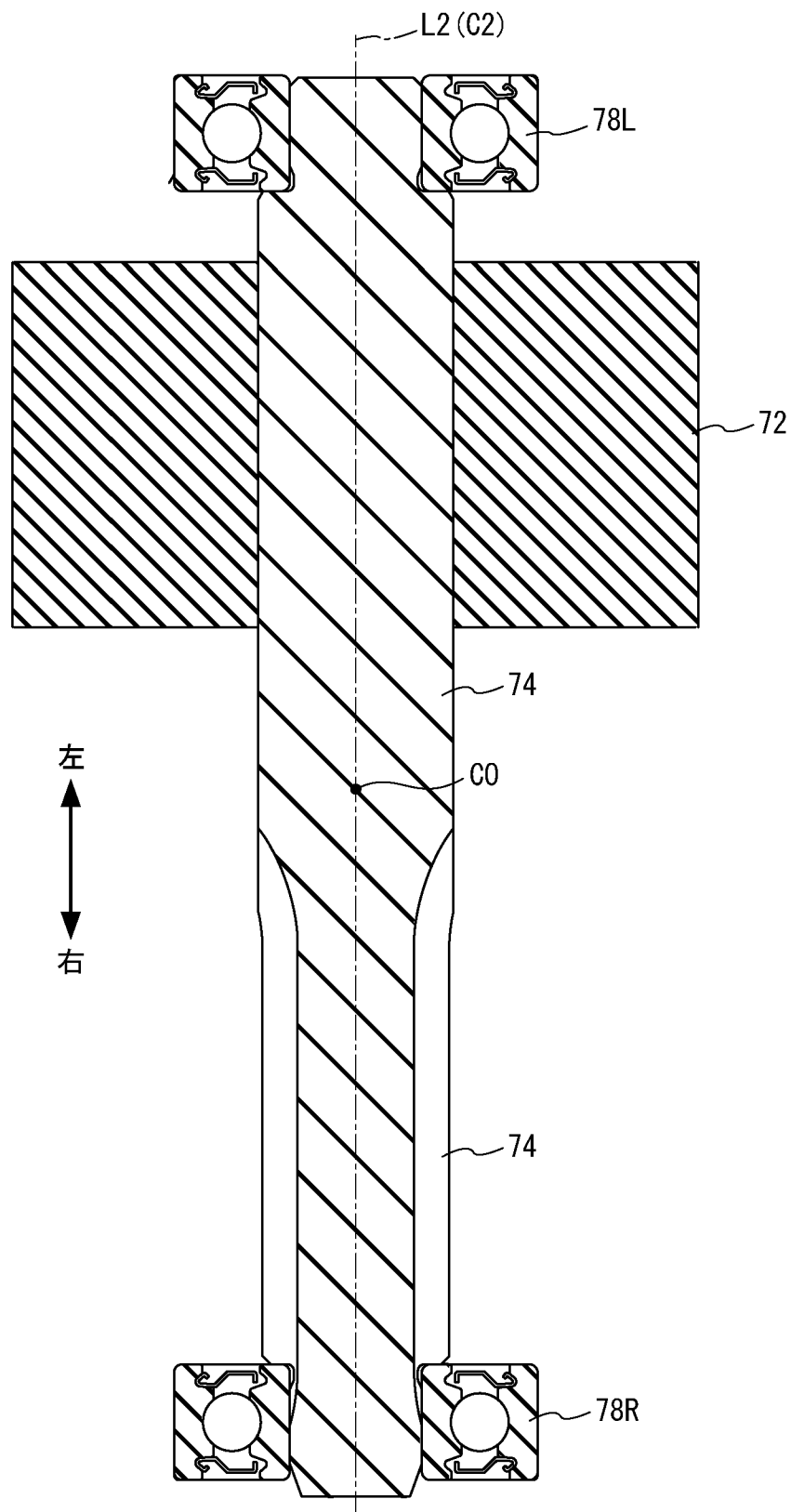


FIG. 4

[図5]

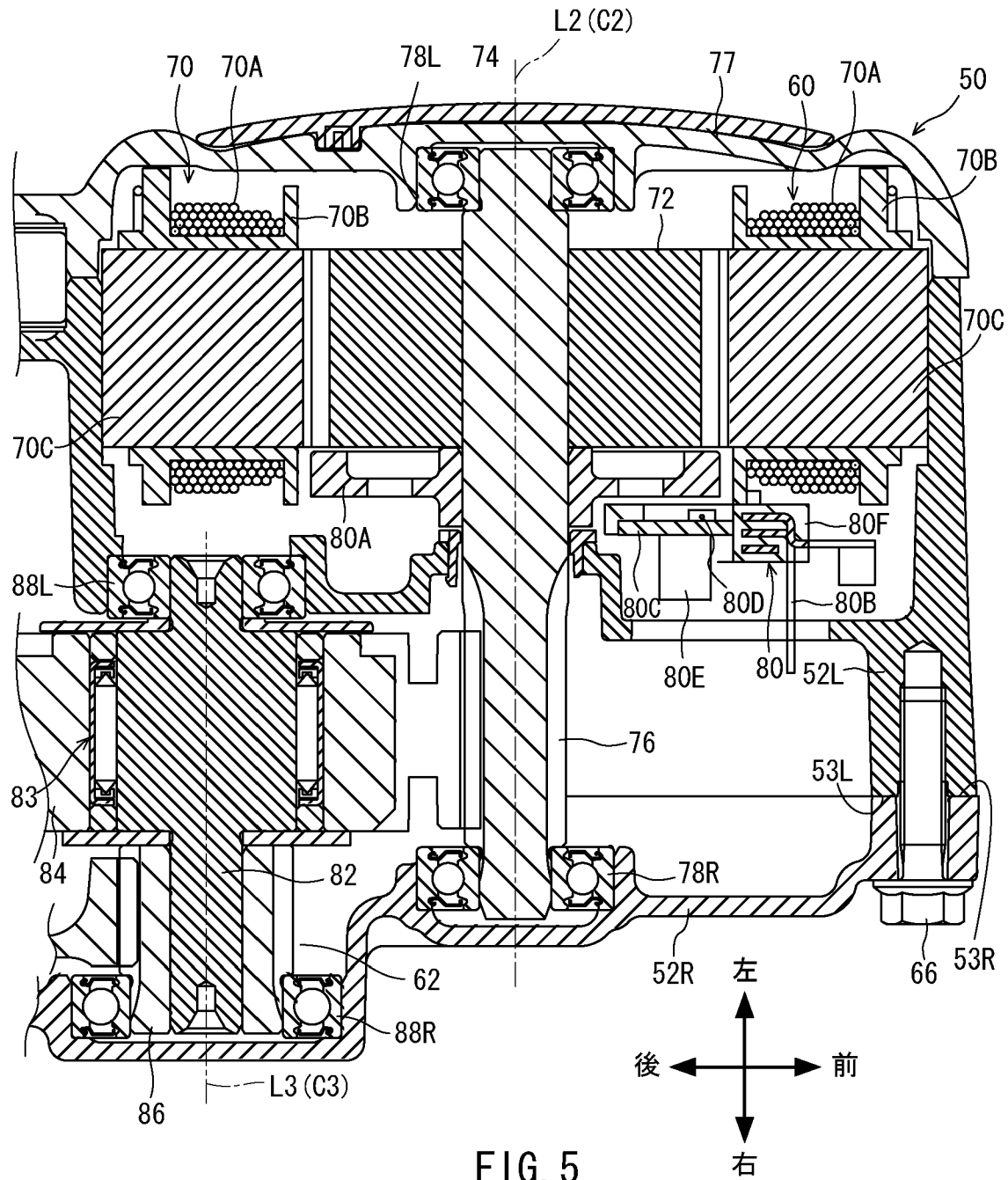


FIG. 5

[図6]

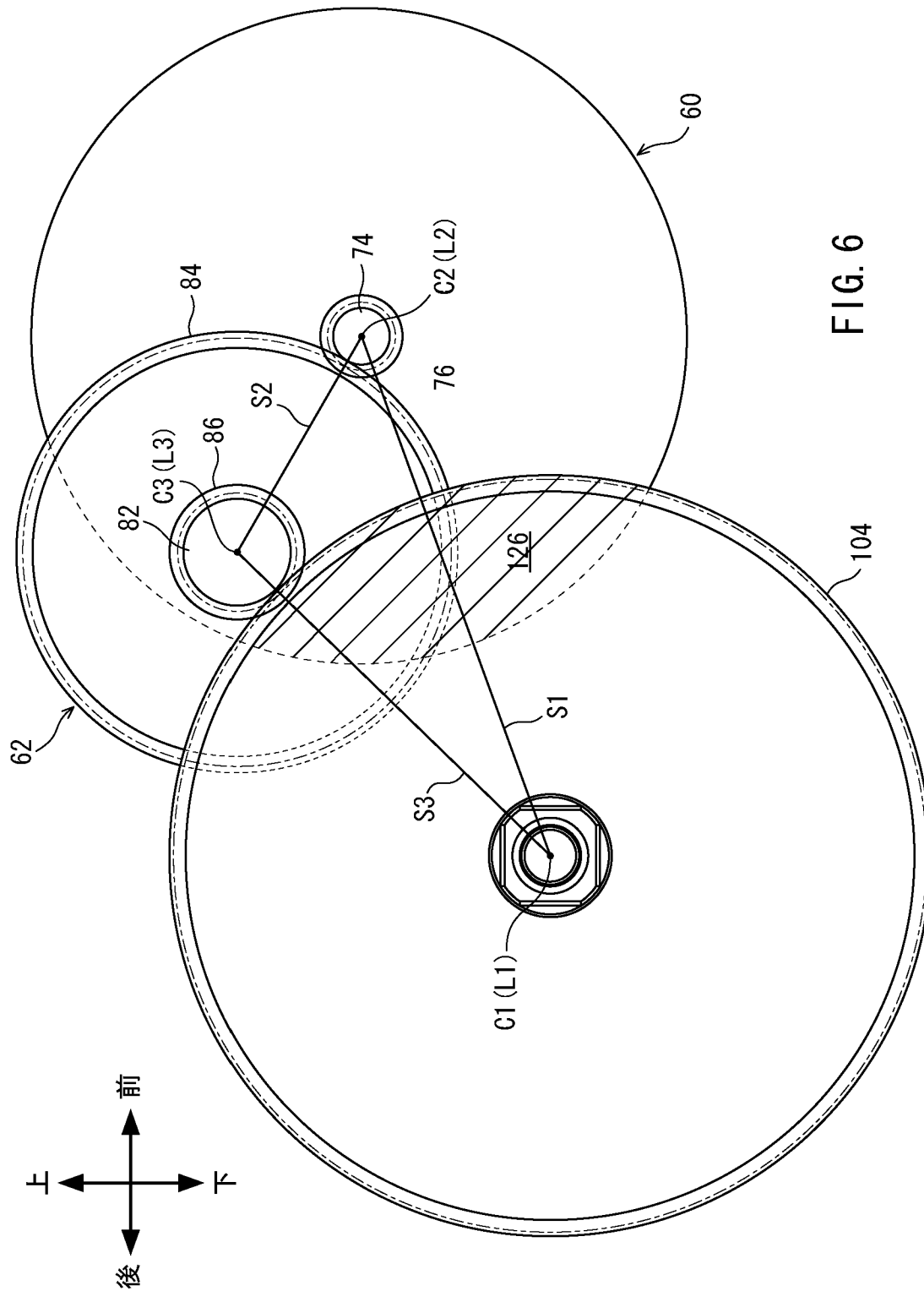


FIG. 6

[図7]

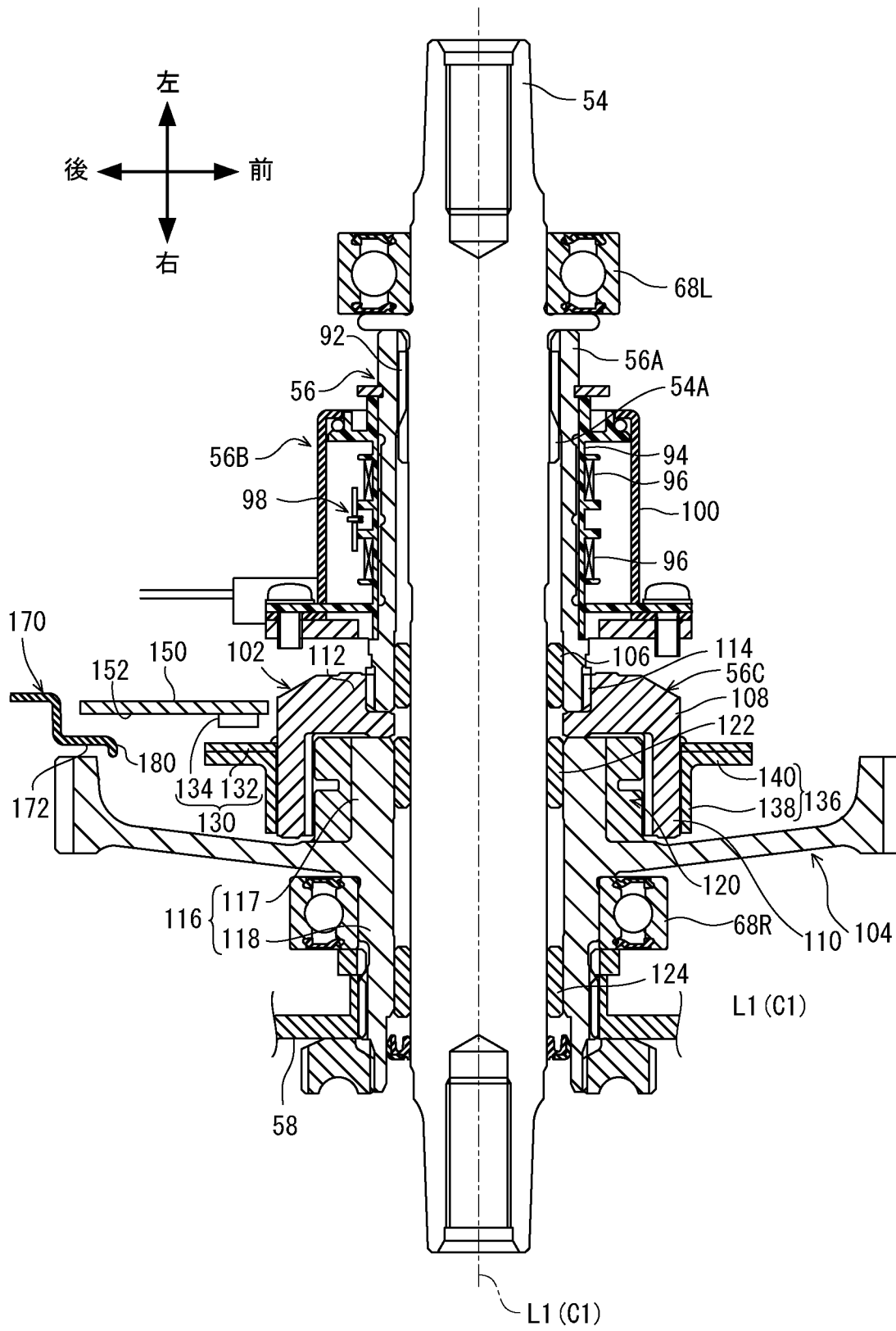
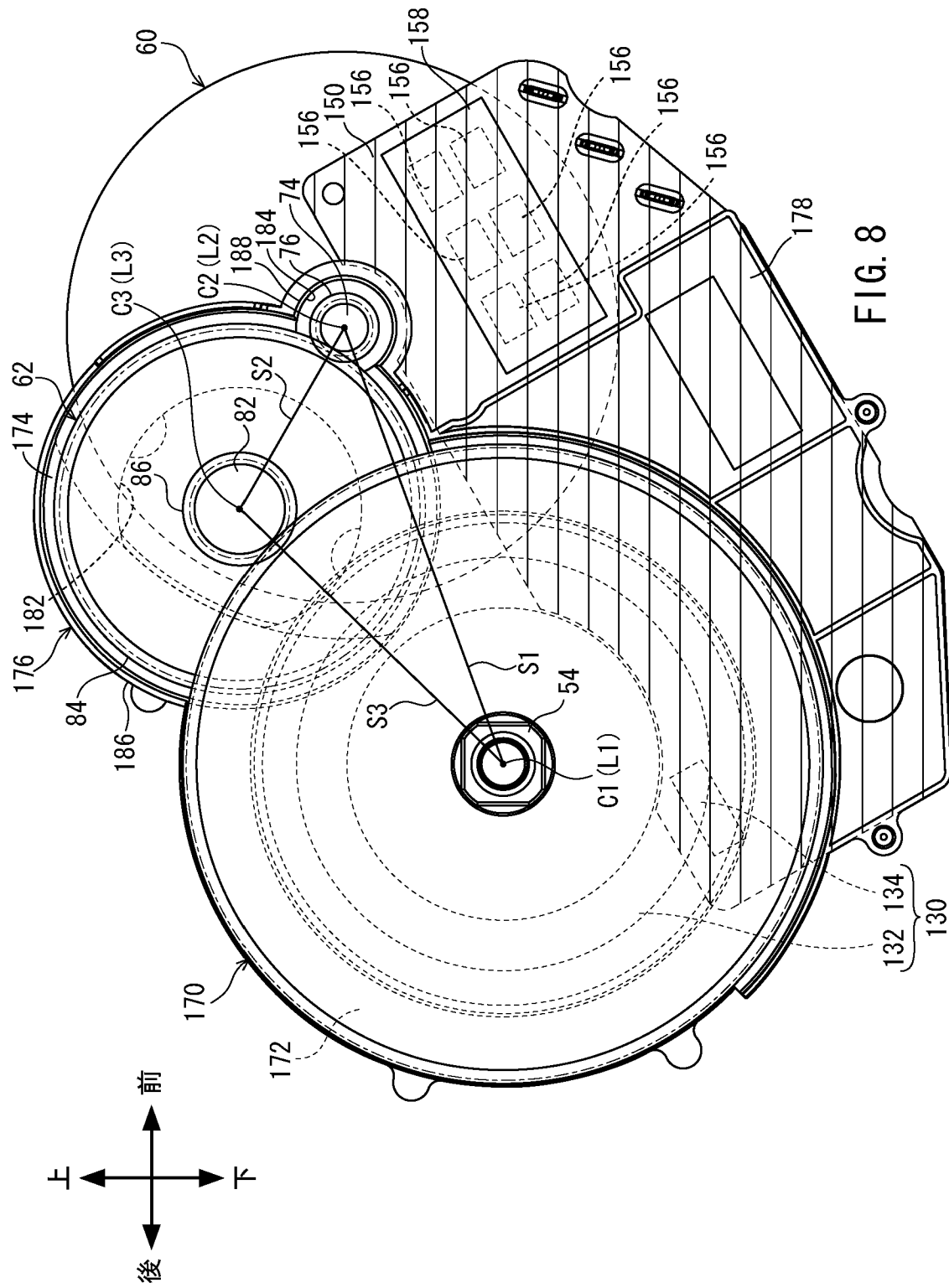


FIG. 7

[図8]



[図9]

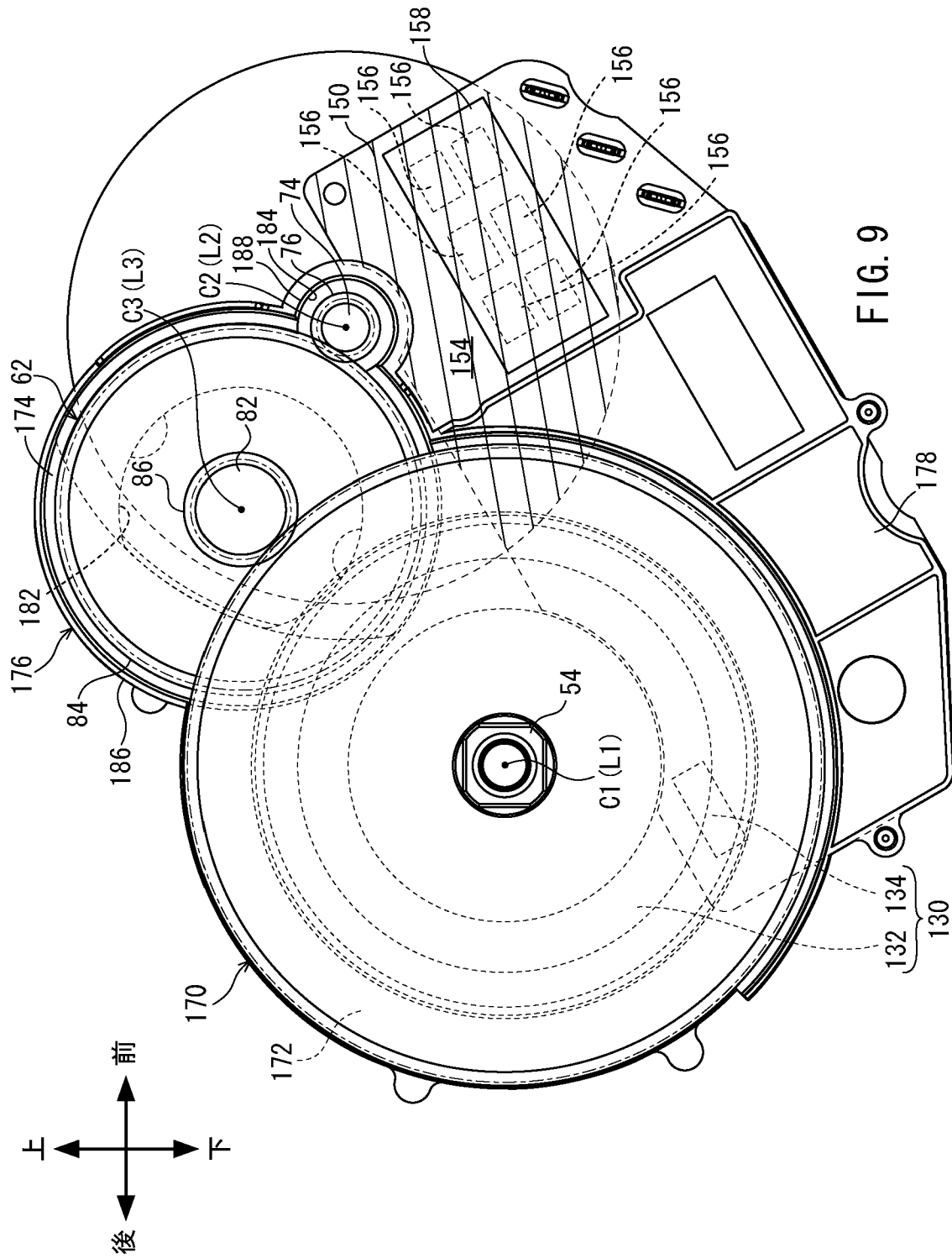


FIG. 9

[図10]

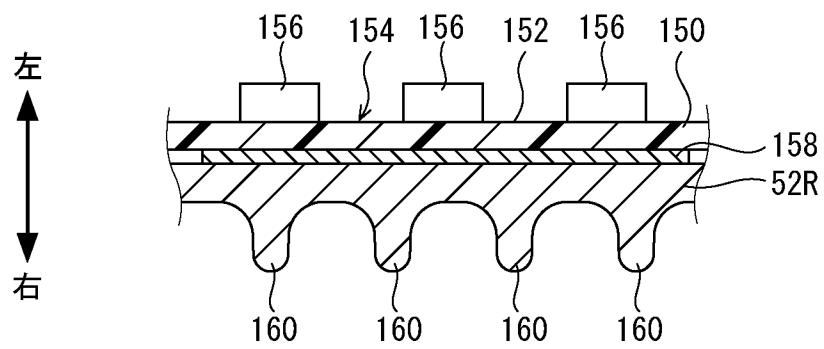


FIG. 10

[図11]

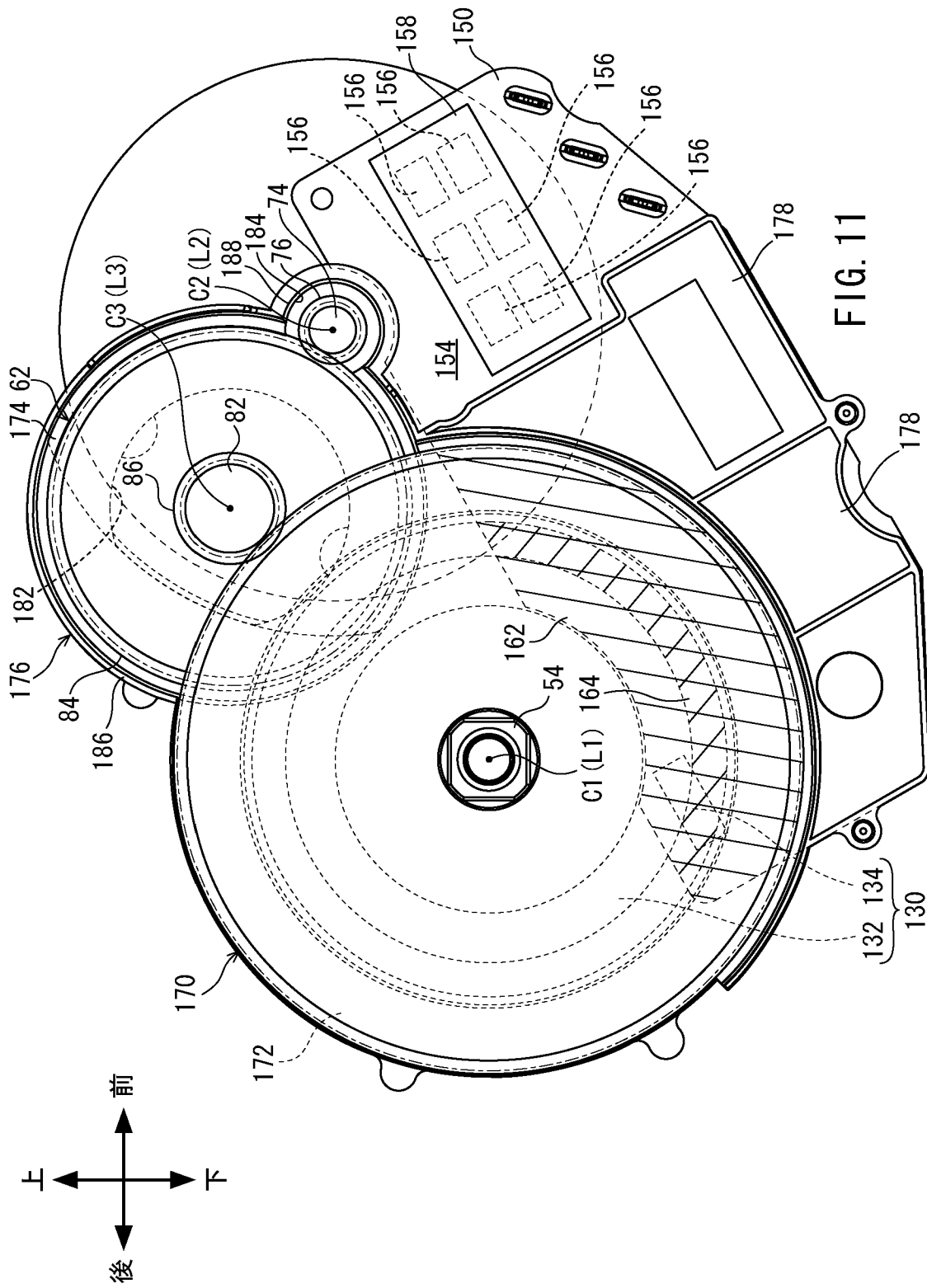


FIG. 11

[図12]

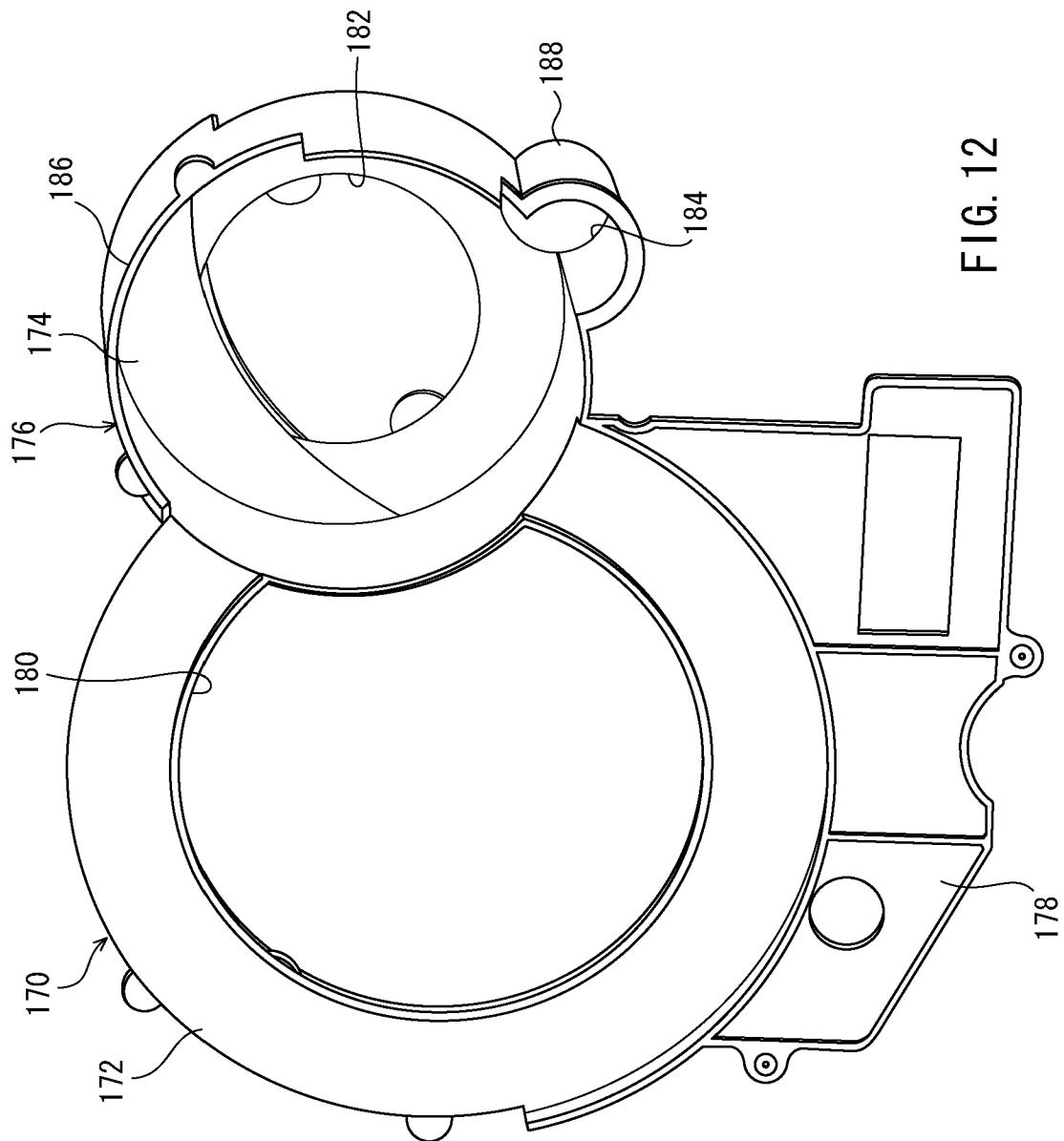


FIG. 12

[図13]

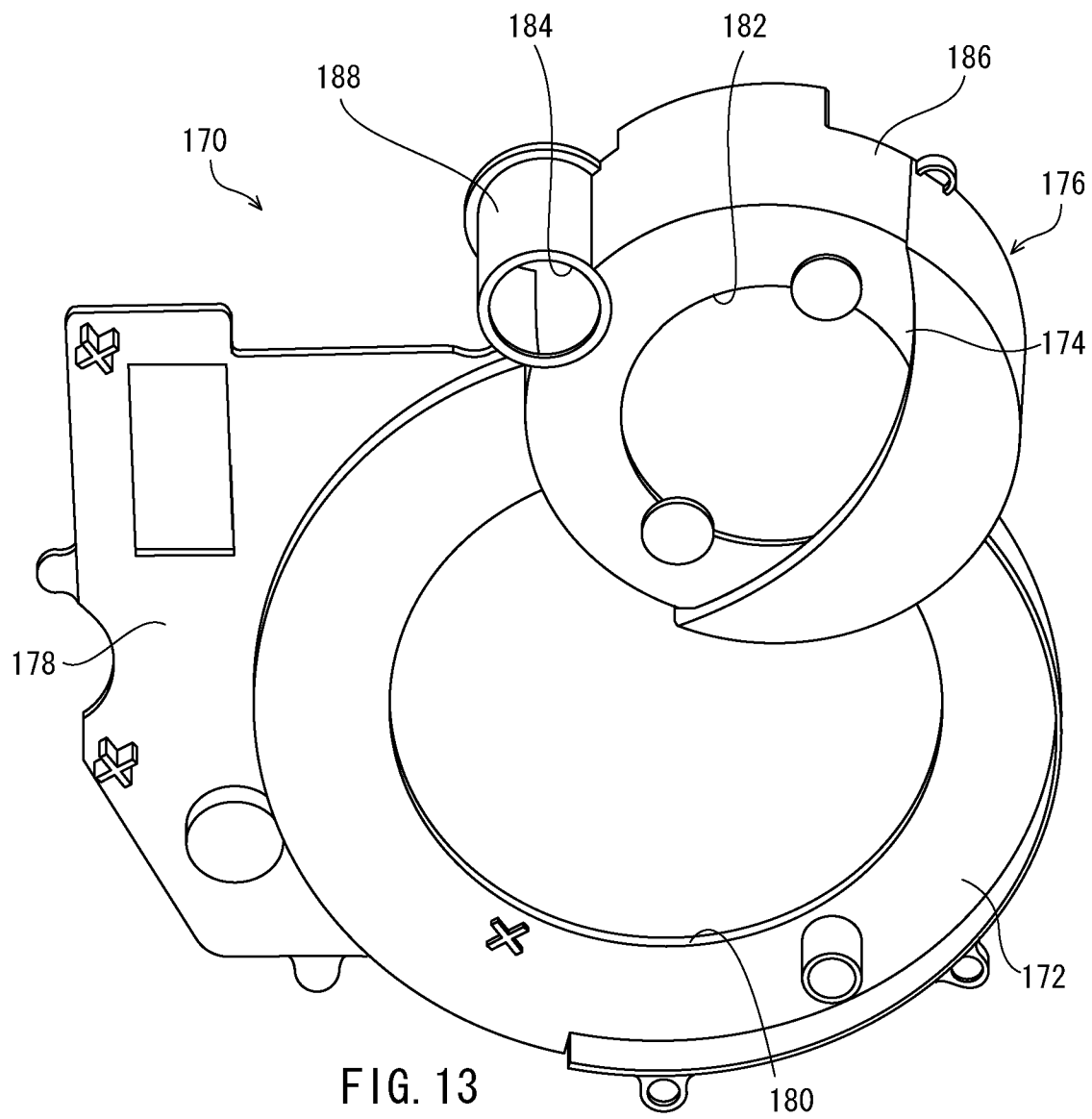


FIG. 14



FIG. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62M6/55(2010.01)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)

B62M6/55

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	JP 2008-114851 A (Yamaha Motor Electronics Co., Ltd.), 22 May 2008 (22.05.2008), paragraph [0023]; fig. 3 (Family: none)	1-11
P,X	JP 2013-208920 A (Honda Motor Co., Ltd.), 10 October 2013 (10.10.2013), paragraphs [0012] to [0024]; fig. 2, 3 (Family: none)	1-4, 6-7, 9-11

☐ 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
04 March, 2014 (04.03.14)

Date of mailing of the international search report
18 March, 2014 (18.03.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B62M6/55(2010.01)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（I P C））

Int.Cl. B62M6/55

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
A	JP 2008-114851 A（ヤマハモーターエレクトロニクス株式会社） 2008.05.22, 段落【0023】, 図3（ファミリーなし）	1-11
P, X	JP 2013-208920 A（本田技研工業株式会社）2013.10.10, 段落【0012】-【0024】, 図2, 3（ファミリーなし）	1-4, 6-7, 9-11

☐ 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

0 4 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

岸 智章

3 D

9 3 2 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 1