(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
2019年5月16日(16.05.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/092998 A1

(51) 国際特許分類:
B62D 5/04 (2006.01) *F16H 19/04* (2006.01)
F16C 33/64 (2006.01) *F16H 25/22* (2006.01)
F16H 7/02 (2006.01) *F16H 25/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/035374

(22) 国際出願日： 2018年9月25日(25.09.2018)

(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 2017-217393 2017年11月10日(10.11.2017) JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 渡部 眞徳 (**WATANABE Masanori**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 田部 洋祐(**TANABE Yosuke**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 椎野 高太郎(**SHIINO Kotaro**); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

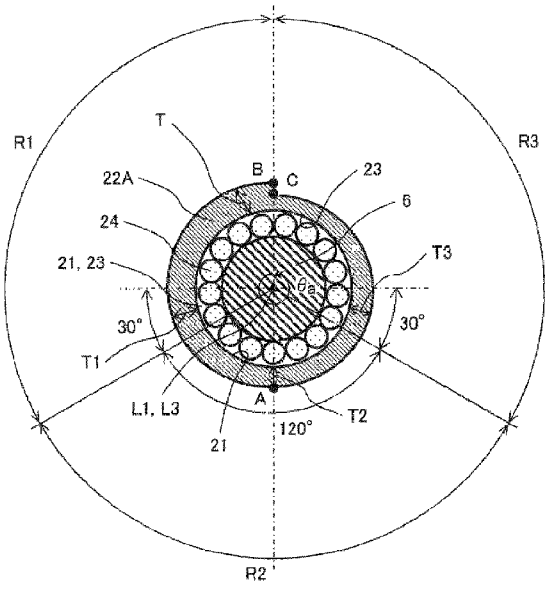
(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (**POLAIRE I.P.C.**); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目１３番１１号 Tokyo (JP).

(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, JO, 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,

(54) **Title:** ELECTRIC POWER STEERING APPARATUS

(54) 発明の名称： 電動パワーステアリング装置

図 9



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to provide a low-noise power steering apparatus. An electric power steering apparatus of the present invention comprises: a rack 6 having a rack-side ball screw groove 21 formed in a spiral shape; a nut 22A having a nut-side ball screw groove 23 formed in a spiral shape; and a plurality of balls 24 arranged in a ball circulation groove that is constituted by the rack-side ball screw groove 21 and the nut-side ball screw groove 23. Assuming that the nut-side ball screw groove 23 is divided into three ranges including a first range R1, a second range R2, and a third range R3 so that each range has a central angle of 120° in a continuous range with a central angle of 360° of the nut-side ball screw groove 23 and the three ranges do not overlap with each other, the first range R1, the second range R2, and the third range R3 in the nut 22A have thick regions T1, T2, and T3 extending in the radial direction and having mutually different thickness, respectively.

WO 2019/092998 A1

［続葉有］

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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:本発明の目的は、電動パワーステアリング装置の低騒音化を図ることにある。本発明の電動パワーステアリング装置は、螺旋状に形成されたラック側ボールねじ溝２１を有するラック６と、螺旋状に形成されたナット側ボールねじ溝２３を有するナット２２Ａと、ラック側ボールねじ溝２１とナット側ボールねじ溝２３とによって構成されるボール循環溝に配置される複数のボール２４と、を備える。ナット２２Ａは、ナット側ボールねじ溝２３の連続する中心角３６０°の範囲において、ナット側ボールねじ溝２３を中心角１２０°毎に相互に重ならないように第１範囲Ｒ１、第２範囲Ｒ２及び第３範囲Ｒ３の３つの範囲に区分する場合、第１範囲Ｒ１、第２範囲Ｒ２及び第３範囲Ｒ３が相互に異なる径方向の肉厚の領域Ｔ１，Ｔ２，Ｔ３を有する。

明　細　書

発明の名称 ： 電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、電動パワーステアリング装置に係り、特に電動パワーステアリングの低騒音化技術に関する。

背景技術

[0002] 電動パワーステアリング装置は、運転者の操舵力をモータでアシストし、車両進行方向を変えるための装置である。その一種で、モータの軸線とラック軸とを平行に配置し、モータの動力をベルトとボールねじとでラック軸に伝達するベルト駆動式の電動パワーステアリング装置がある。この種の電動パワーステアリング装置は、動力伝達効率や操舵感に利点があることから幅広い車両に適用されている。

[0003] 近年では、快適性向上の観点から、電動パワーステアリング装置においても低騒音化のニーズが高まってきている。電動パワーステアリング装置の低騒音化に関しては、これまで様々な発明がなされている。特に、加振源の一つであるボールねじ構造に関する技術として、特開２０１７－７５８７号公報（特許文献１）及び特開平１１－１１３３４号公報（特許文献２）に開示された発明が知られている。

[0004] 特許文献１の電動パワーステアリング装置は、ナットの回転運動をラック軸の軸方向運動に変換するボールねじ機構と、モータの駆動力をナットに伝達するベルトと、ナットの軸方向の一端側においてナットを回転可能に支持するベアリングと、を備え、ナットに直接又は間接に作用するベルトの張力に対向する反力を発生させる反力発生機構を設けている。反力発生機構は、ベアリングのアウターレースが当接するハウジングの内周面に形成された傾斜面により構成される。特許文献１の電動パワーステアリング装置は、反力発生機構により、ベルトテンションによるナットの傾きを防止し、騒音低減を図っている（要約及び段落００１０参照）。

[0005] また特許文献２の電動パワーステアリング装置は、ナットのねじ溝のうち、両端部のねじ溝の谷を、中央部のねじ溝の谷よりも深く設定している。これにより、特許文献１の電動パワーステアリング装置は、ラック軸のたわみ変形における自由度をナットの中央部に対して両端部の方が大きくなるようにし、ボールねじのねじ溝とボールとの接触圧力を中央と両端とでほぼ均等にしている。これにより、特許文献１の電動パワーステアリング装置は、ボールとナットとの接触によって発生する騒音を低減している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１７－７５８７号公報

特許文献2：特開平１１－１１３３４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献１や特許文献２においては、ナット肉厚が円周方向や軸方向において同一であるため、固有周波数が一つに固定される。もしその固有周波数においてボール等で加振されれば、単一周波数の鋭いピークをもつ周波数特性により共振現象を起こす。このような共振現象を回避するには、ナットの周方向や軸方向で固有周波数を分散することが必要であると考える。

[0008] 本発明の目的は、電動パワーステアリング装置の低騒音化を図ることにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために、本発明の電動パワーステアリング装置は、

ラック回転軸に沿って螺旋状に形成されたラック側ボールねじ溝を有するラックと、

ナット回転軸に沿って螺旋状に形成されたナット側ボールねじ溝を有し、かつ前記ラック回転軸と同軸上に配置されるナットと、

前記ラック側ボールねじ溝と前記ナット側ボールねじ溝とによって構成されるボール循環溝に配置される複数のボールと、

ベルトを介して前記ナットに動力を出力する電動モータと、

を備え、

前記ナットは、前記ナット側ボールねじ溝の連続する中心角３６０°の範囲において、前記ナット側ボールねじ溝を中心角１２０°毎に相互に重ならないように第１範囲、第２範囲及び第３範囲の３つの範囲に区分する場合、第１範囲、第２範囲及び第３範囲が相互に異なる径方向の肉厚の領域を有する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、ナット厚みが周方向又は軸方向で異なるため、ボール加振によって発生する振動の固有周波数をナットの周方向又は軸方向で分散させることができ、耳障りなピーク周波数騒音を低減できる。上記した以外の課題，構成及び効果は，以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の電動パワーステアリング装置１の一実施例について、一部を断面で示す正面図である。

[図2]図１の電動パワーステアリング装置１について、操舵機構２の部分を示す、ラックの軸方向に垂直な断面図である。

[図3]図１の電動パワーステアリング装置１について、ボールねじ機構２０の部分を示す、ラックの軸方向に垂直な断面図である。

[図4]図１の電動パワーステアリング装置１について、ボールねじ機構２０の部分を示す、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面図である。

[図5]本発明に係るボールねじ機構２０との比較例となるボールねじ機構２０’周辺の構造を、一部断面で示す概略図である。

[図6]図５の比較例のボールねじ機構２０’において、ベルト２７にテンションがかかった状態を示す概略図である。

[図7]図５の比較例のボールねじ機構２０’のモデルを示す図である。

[図8]本発明の第１実施例に係るボールねじ機構２０Ａについて、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面を示す概略図である。

[図9]図８のＢ－Ａ－Ｃ断面を第１基準軸線Ｌ１に垂直な平面に投影した概略図である。

[図10]ボール循環溝２１，２３の１周分を直線状に展開した概略図である。

[図11]本発明の第２実施例に係るボールねじ機構２０Ｂについて、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面を示す概略図である。

[図12]本発明の第３実施例に係るボールねじ機構２０Ｃについて、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面を示す概略図である。

[図13]本発明の第４実施例に係るボールねじ機構２０Ｄについて、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面を示す概略図である。

[図14]本発明の第５実施例に係るボールねじ機構２０Ｅについて、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面を示す概略図である。

[図15]本発明の第５実施例のボールねじ機構２０Ｅの変更例を示す図であり、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施例について説明する。

[0013] まず、本発明に係る電動パワーステアリング装置１の全体構成について、説明する。後述する実施例１～７が適用される電動パワーステアリング装置１の一実施例の構成を説明するが、各実施例が適用される電動パワーステアリング装置１は、以下で説明する構成のものに限定される訳ではない。

[0014] ［電動パワーステアリング装置］

図１は、本発明の電動パワーステアリング装置１の一実施例について、一部を断面で示す正面図である。図２は、図１の電動パワーステアリング装置

１について、操舵機構２の部分を示す、ラックの軸方向に垂直な断面図である。図３は、図１の電動パワーステアリング装置１について、ボールねじ機構２０の部分を示す、ラックの軸方向に垂直な断面図である。図４は、図１の電動パワーステアリング装置１について、ボールねじ機構２０の部分を示す、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面図である。

[0015] 電動パワーステアリング装置1は、エンジンを駆動源とする車両に搭載されている。電動パワーステアリング装置1は、操舵機構２、ギアハウジング３および電動モータ４を備える。操舵機構２は、ステアリングホイール（図示せず）の回転に伴い転舵輪（図示せず）を転舵させる。ギアハウジング３内には、操舵機構２が収容されている。電動モータ４は、操舵機構２に操舵力を付与する。

[0016] 操舵機構２は、操舵軸５およびラック（転舵軸）６を備える。操舵軸５は、ステアリングシャフト７およびピニオンシャフト８を有する。ステアリングシャフト7は、ステアリングホイールと一体に回転する。ピニオンシャフト８は、トーションバー９を介してステアリングシャフト７と接続されている。ピニオンシャフト８の外周には、ピニオンギア８ａが形成されている。ピニオンギア８ａは、ラック６の外周の所定範囲に形成されたラックギア６ａと噛み合う。ラック６は、操舵軸５の回転に応じて車体幅方向（ラック６の軸方向）にそって運動する。ラック６は棒状部材（軸）６ａに歯６ｂを切ったものであり、棒状部材６ａをラックバーと呼び、棒状部材に切られた歯６ｂをラックギアと呼ぶ。ラック６は、鋼材等の鉄系金属材料を用いて形成されている。

[0017] 図１に示すように、ラック６（ラックバー６ａ）の両端には、１対のタイロッド１０，１０の端部が接続されている。ギアハウジング３内には、操舵軸５の一部およびラック６の一部が収容されている。ギアハウジング３は、第１ギアハウジング部３ａおよび第２ギアハウジング部３ｂがラック６の軸方向（車幅方向）に突き当て状態で接合された二分割構造を有する。第１ギ

アハウジング部３ａ及び第２ギアハウジング部３ｂは、アルミニウム合金を用いて金型鋳造により形成されている。ギアハウジング３の１対の端部には、ラックク６が貫通する開口部３ｉ，３ｉが設けられている。ギアハウジング３の１対の端部には、ダストブーツ１１の車幅方向内側端が固定されている。ダストブーツ１１は、外部からギアハウジング３内への水分の侵入を抑制するためのものである。ダストブーツ１１は、合成樹脂を用いて蛇腹形状を成す環状部材として形成されている。ダストブーツ１１の車幅方向外側端は、タイロッド１０の車幅方向内側端に固定されている。

[0018] 図２に示すように、操舵軸５には、トルクセンサ１２が設けられている。トルクセンサ１２は、操舵機構２に生じる操舵トルク（トーションバートルク）を検出する。トルクセンサ１２は、トーションバー９、検出ユニット１２ａ及びセンサハウジング１２ｂを有する。検出ユニット１２ａは、トーションバー９の捩れ量を検出する。センサハウジング１２ｂは、車載状態において、第２ギアハウジング部３ｂの鉛直方向上側に設けられている。

[0019] 図３及び図４に示すように、電動モータ４は、三相ブラシレスモータが用いられている。電動モータ４は、モータハウジング１３内に収容されている。モータハウジング１３は、第１ギアハウジング部３ａに接合されている。特に本実施例では、モータハウジング１３は第１ギアハウジング部３ａと一体に成形されている。電動モータ４は、モータシャフト４ａ、ロータ４ｂ及びステータ４ｃを有する。モータシャフト４ａは、ロータ４ｂと一体に設けられている。モータシャフト４ａには、入力プーリ（モータ側プーリ）１４が取り付けられている。入力プーリ１４は、円筒状に形成されている。ロータ４ｂは、モータハウジング１３に対しモータシャフト４ａの軸方向周り（軸中心を中心とする周方向）に回転可能に支持されている。ステータ４ｃは、モータハウジング１３に固定されている。電動モータ４は、マイクロコンピュータ１５ａが搭載された制御装置１５によって駆動制御される。

[0020] 制御装置１５は、ＥＣＵハウジング１６を有する。ＥＣＵハウジング１６は、ＥＣＵハウジング本体部１７、蓋部材１８およびコネクタ部１９を有す

る。ＥＣＵハウジング本体部１７は、モータハウジング１３と接合されている。ＥＣＵハウジング本体部１７において電動モータ４と反対側には、ＥＣＵハウジング本体部１７の内部が露出するように形成されたＥＣＵハウジング本体開口部１７ａが設けられている。ＥＣＵハウジング本体部１７の内部には、回路基板１５ｂが収容されている。回路基板１５ｂには、ＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭ等を含むマイクロコンピュータ１５ａや図外のパワーモジュールが実装されている。ＥＣＵハウジング本体開口部１７ａは蓋部材１８により閉塞されている。ＥＣＵハウジング本体部１７及び蓋部材１８は、アルミニウム合金を用いて形成されている。

[0021] コネクタ部１９は、ＥＣＵハウジング本体部１７の外部に露出するように設けられている。コネクタ部１９は、合成樹脂を用いて形成されている。コネクタ部１９には、車両側から電力を供給するための電源系ハーネスが電気的に接続される。また、コネクタ部１９には、トルクセンサ１２の出力信号や車両の走行状態に関する情報（車速等）の信号を入力するための信号系ハーネスが電気的に接続される。コネクタ部１９に入力された電力及び信号は、図外のバスバーを介して制御装置１５に入力される。制御装置１５は、入力された各信号に基づき、電動モータ４を駆動制御するためのモータトルク指令を演算し、モータトルク指令に応じた電力を電動モータ４に供給する。

[0022] 電動モータ4とラック６との間には、ボールねじ機構２０が設けられている。ボールねじ機構２０は、ギアハウジング３のボールねじ機構収容部３ｃ内に収容されている。ボールねじ機構収容部３ｃは、ギアハウジング３の車載状態において、第１ギアハウジング部３ａ及び第２ギアハウジング部３ｂの接合面Ａの鉛直方向上側に設けられている。第１ギアハウジング部３ａは、接合面Ａに臨む開口部３ｅを有する。第１ギアハウジング部３ａの鉛直方向下端には、開口部３ｅに面した凹部３ｆが設けられている。凹部３ｆは、ギアハウジング３の車載状態において、鉛直方向下側に向かって凹むように形成されている（図３参照）。凹部３ｆには、ギアハウジング３内に侵入した水分を検知する水分検知システムの送信側ユニット３０が設けられている。

送信側ユニット３０は、接合面Ａにおいて第１ギアハウジング部３ａと第２ギアハウジング部３ｂとの間に挟み込まれることにより、ギアハウジング３に固定されている。これにより、送信側ユニット３０の脱落を抑制することができる。第１ギアハウジング部３ａ及び第２ギアハウジング部３ｂの内壁のうち、ギアハウジング３の車載状態における鉛直方向下側の部分は、開口部３ｅに近づくほど鉛直方向下側に向かって傾斜するように形成された傾斜面３ｇを有する。第１ギアハウジング部３ａに設けられた傾斜面３ｇの一部には、溝部３ｈが形成されている。溝部３ｈは、ギアハウジング３の車載状態において、鉛直方向下側に向かって凹み、かつ、送信側ユニット３０側に向かって延びるように形成されている。ギアハウジング３において、ラック６が収容されたラック収容部３ｄは、ボールねじ機構収容部３ｃから右側転舵輪側及び左側転舵輪側のそれぞれに向かって筒状に延びるように形成されている。

[0023] ボールねじ機構２０は、電動モータ４の回転力をラック６に伝達する減速機である。ボールねじ機構２０は、転舵軸側ボールねじ溝（ラック側ボールねじ溝）２１、ナット２２、ナット側ボールねじ溝２３、ボール２４及びリターンチューブ２５を有する。転舵軸側ボールねじ溝２１は、ラック６の外周側に設けられた螺旋状の溝である。ナット２２は、ラック６を包囲するように設けられている。ナット２２は、鋼材を用いて環状に形成されている。ナット２２は、ギアハウジング３に対し回転可能に、かつ、ギアハウジング３に対し軸方向には移動不能に支持されている。ナット２２の外周には、出力プーリ（ナット側プーリ）２６が固定されている。出力プーリ２６は、ラック６を包囲するように円筒状に形成されている。出力プーリ２６は、ナット２２の回転に伴い回転する。出力プーリ２６には、ベルト（伝達部材）２７が掛けられている。ベルト２７は、入力プーリ１４の回転を出力プーリ２６に伝達する。

[0024] ラック６の回転軸（回転中心線）を第１基準軸線Ｌ１としたとき、入力プーリ１４の回転軸（回転中心線）となる第２基準軸線Ｌ２は、第１基準軸線

Ｌ１に対し径方向にオフセットするように配置されている。ラック６とナット２２とは、ベルト２７のテンションがかかっていない理想的な状態において、両者の回転軸が一致するように配置されている。このため、第２基準軸線Ｌ２は、ナット２２の回転軸に対しても径方向にオフセットするように配置されている。

[0025] ナット側ボールねじ溝２３は、ナット２２の内周に設けられた螺旋状の溝である。ナット側ボールねじ溝２３は、転舵軸側ボールねじ溝２１と共にボール循環溝を構成する。ボール２４は、ボール循環溝２１，２３内に複数設けられている。ボール２４は、鋼材を用いて形成されている。リターンチューブ２５は、ナット２２の外周側に設けられ、ボール循環溝２１，２３の一端側または他端側に達したボール２４は、リターンチューブ２５を介してボール循環溝２１，２３の他端側または一端側へと戻される。

[0026] ボールねじ機構２０は、ラック６に対するナット２２の回転に伴い、ボール循環溝２１，２３内を複数のボール２４が移動し、ナット２２に対してラック６をラックバー６ａの長手方向（車幅方向）に移動させる。

[0027] ナット２２は、第１基準軸線Ｌ１方向の一端部がベアリング３１により、ギアハウジング３を構成する第２ギアハウジング部３ｂに支持されている。この支持構造は、ナット２２を片持ち状に支持している。ベアリング３１は、ベアリングボール３７とアウターレース３２とで構成される。本実施例では、ベアリング３１を構成するインナーレースはナット２２により構成されている。

[0028] 本発明は、電動パワーステアリング装置１の低騒音化、特に、ボールねじ機構２０のナット２２で発生する固有周波数（固有振動数）を分散し、騒音を低減する。ナット２２にはボール２４が配置されるナット側ボールねじ溝２３が形成される。ナット側ボールねじ溝２３は回転軸に沿って螺旋状に形成される。この螺旋溝２３は、連続する３６０°の範囲を１２０°毎の区間に分けた場合に、各１２０°の区間（範囲）が異なる肉厚（肉厚の平均寸法）の領域を有するようにする。ナット２２の肉厚は連続的に変化するように

するとよい。例えば、ナットはその外周面がテーパー状を成すように形成されるとよい。

[0029] 以下、ナット２２で発生する固有周波数を分散する実施例について、説明する。なお、以下で説明する各実施例において、共通する構成には同じ符号を付し、説明を省略する。

[0030] ［実施例１］

本発明に係る実施例の特徴を分かり易く説明するために、最初に、本発明に係る実施例に対する比較例について、図５乃至図７を用いて説明する。

[0031] 図５は、本発明に係るボールねじ機構２０との比較例となるボールねじ機構２０’周辺の構造を、一部断面で示す概略図である。なお、図５に図示ずる断面は、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面図である。

[0032] ボールねじ機構２０’は、ラック６とナット２２’とボール２４とで構成されている。ボールねじ機構２０’のナット２２’には、ナット側プーリ２６が取り付けられており、モータ側プーリ１４とナット側プーリ２６との間にはベルト２７が掛け渡される。ベルト２７が掛け渡されるモータ側プーリ１４には、図４と同様にモータ４が繋がっており、ベルト２７によってモータ４の動力がナット２２’に伝達される。また、ナット２２’はベアリングボール３７とアウターレース３２とで構成されたベアリング３１を介してハウジングを構成する第２ギアハウジング部３ｂと接続されている。

[0033] 図６は、図５の比較例のボールねじ機構２０’において、ベルト２７にテンションがかかった状態を示す概略図である。

[0034] モータ４が駆動すると、ベルト２７にテンションがかかる。また、ナット２２’は第１基準軸線Ｌ１方向の一端部がベアリング３１で第２ギアハウジング部３ｂに支持されている。この支持構造は、ナット２２’を片持ち状に支持している。このため、図６に示すように、ベルトテンションはナット２２’のベルト５が掛けられた他端側に働く。その結果、ナット２２’の他端側（プーリ２６側）がモータ側プーリ１４の側に引き付けられ、ナット２２

’に傾きが生じる。すなわち、第１基準軸線Ｌ１の方向とナット２２’の回転軸Ｌ３の方向との間に傾き角θが生じる。

[0035] ナット２２’に傾きが生じると、ボール２４が通過・回転するナット２２’の溝（ナット側ボールねじ溝）２３とラック６の溝（ラック側ボールねじ溝）２１とによって構成されるボール循環溝は、ナット２２’のプーリ２６側（ベルトテンションを受ける側）では、引っ張られる側（紙面の上側）では広く、その反対側（紙面の下側）では狭くなる。すなわち、ボール循環溝２１，２３の深さ寸法は、ナット２２’のプーリ２６側において、引っ張られる側では大きく、その反対側では小さくなる。ボール循環溝２１，２３の狭いところでは、大きな荷重を受けるボール２４ａ（黒く塗りつぶしたボール２４）が存在することになる。

[0036] 図７は、図５の比較例のボールねじ機構２０’のモデルを示す図である。

[0037] 図７のモデルは、ラック６と、ボール２４と、ナット２２’と、ボール循環溝２１，２３と、を有する。本来ボール循環溝２１，２３は、螺旋状になっているが、本モデルでは単純な１周の円状とした。ボール２４がナット２２’とラック６との間のボール循環溝２１，２３を自転しながら回転する。その際に、ボール２４は、ナット２２’に加振力を与え、ナット２２’は固有周波数で共振することとなる。ここで、ナット２２’の径方向の厚みＴが円周上で均一であれば、各ボール２４の加振に対して、同一の固有周波数を持つことになる。この場合、ボール２４の数だけ同一の固有周波数が存在し、一つの周波数で鋭いピークをもつことになり、一種の共振状態を引き起こす可能性がある。

[0038] 以下、このような共振現象を抑制する実施例について説明する。

[0039] 図８は、本発明の第１実施例に係るボールねじ機構２０Ａについて、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面を示す概略図である。

[0040] 本実施例のボールねじ機構２０Ａは、ラック６と、ナット２２Ａと、ボール２４と、を有している。ラック６は、その回転軸（ラック回転軸）Ｌ１に

沿って螺旋状に形成されたラック側ボールねじ溝２１を有する。ナット２２は、その回転軸（ナット回転軸）Ｌ３に沿って螺旋状に形成されたナット側ボールねじ溝を有し、かつラック回転軸Ｌ１と同軸上に配置される。ナット２２にベルト２７の張力が作用していない状態では、ラック回転軸Ｌ１とナット回転軸Ｌ３とは一致する。

[0041] ボールねじ機構２０Ａのナット２２Ａには、ナット側プーリ２６が取り付けられており、モータ側プーリ１４とナット側プーリ２６との間にはベルト２７が掛け渡される。さらに、ナット２２Ａはベアリングボール３７とアウターレース３２とで構成されたベアリング３１を介してギアハウジング３を構成する第２ギアハウジング部３ｂと接続されている。本実施例でも、上述した比較例と同様に、ナット２２は第１基準軸線Ｌ１方向の一端部がベアリング３１で第２ギアハウジング部３ｂに片持ち状に支持されている。

[0042] 本実施例のボールねじ機構２０Ａは、ナット２２Ａの外周面がテーパー状に形成されていることを特徴としている。すなわち、ナット２２Ａは、第１基準軸線Ｌ１方向の一方の端部の外径が他方の端部に対して大きく、一方の端部側から他方の端部側に向かって外周面が縮径するように形成されている。本実施例では、ベアリング３１に支持される側の外径が、ナット側プーリ２６が設けられる側の外径よりも大きくなるように、ナット２２Ａを形成している。ベアリング３１に支持される側の外径が、ナット側プーリ２６が設けられる側の外径よりも小さくなるように、ナット２２Ａを形成することも可能である。

[0043] ナット２２Ａの肉厚Ｔが変化する領域（テーパー状の領域）は、ボール２４がナット２２Ｄとラック６との間に存在して、力の伝達を行うボールねじ構造の有効範囲（力伝達範囲又はベアリングボール介在範囲）３３を含んで、ナット側プーリ２６が設けられる端部まで設けられている。

[0044] なお、ナット側ボールねじ溝２３が形成された部分の、ナット２２Ａの内周面の径（内径）は、第１基準軸線Ｌ１方向において、製造誤差の範囲内で一定である。また、ナット２２Ａの内周面からのナット側ボールねじ溝２３

の深さ寸法も、第１基準軸線Ｌ１方向において、製造誤差の範囲内で一定である。

[0045] ナット２２Ａの外周面がテーパー状に形成されていることによって、ナット２２Ａの肉厚が第１基準軸線Ｌ１方向（ラック軸方向）上で異なっているため、各ボール２４の加振に対して固有周波数を分散することが出来、ナット２２Ａの共振を回避することができる。また、ナット２２Ａにアンダーカットが構成されないため、金型等での成型が容易となり、ナット２２Ａを加工し易くなる。さらに、ベアリング３１に支持される端部側に比べてその反対の端部側（プーリ２６側）の径方向の肉厚が薄い形状とすることにより、ベアリング３１側の反対側、つまり、ベルト２７側が軽くなる。その結果、ベアリング３１側を固定端としてナット２２Ａが回転するときに、慣性モーメントを小さくできるというメリットがある。

[0046] 図９は、図８のＢ－Ａ－Ｃ断面を第１基準軸線Ｌ１に垂直な平面に投影した概略図である。Ｂ－Ａ－Ｃ断面は、ボールねじ機構２０Ａを、ボール循環溝２１，２３が描く螺旋に沿って切断した断面を示している。Ｂ－Ａ－Ｃ断面は、ナット２２Ａの径方向外側から螺旋状のナット側ボールねじ溝２３又はボール循環溝２１，２３を通過させて第１基準軸線Ｌ１に下ろした垂線（第１基準軸線Ｌ１に垂直な直線状の線分）を、ナット側ボールねじ溝２３又はボール循環溝２１，２３に沿ってＣ点まで移動させる際に、垂線が第１基準軸線Ｌ１を中心として回転しながら、且つ第１基準軸線Ｌ１に沿って移動しながら切断するナット２２Ａの断面である。Ｂ－Ａ－Ｃ断面は、螺旋に沿う断面と呼ぶ場合がある。

[0047] Ｂ点とＣ点とは、螺旋の中心角θａにおいて３６０°離間しており、第１基準軸線Ｌ１方向において離れた位置にある。以下、第１基準軸線Ｌ１に垂直な平面に投影したＢ－Ａ－Ｃ断面を、Ｂ－Ａ－Ｃ投影断面と呼んで説明する。また、第１基準軸線Ｌ１に垂直な平面に投影したＢ－Ａ－Ｃ断面は、螺旋に沿う投影断面と呼ぶ場合がある。

[0048] 図９に示すように、Ｂ－Ａ－Ｃ投影断面上において、ナット２２Ａの径方

向の肉厚（肉厚寸法）Ｔは円周上（第１基準軸線Ｌ１を中心とする周方向）で異なっている。すなわち、Ｂ－Ａ－Ｃ投影断面上におけるナット２２Ａの肉厚Ｔは、第１基準軸線Ｌ１を中心とする周方向において変化している。なお、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面上においては、ナット２２Ａの肉厚Ｔは、周方向において一定である。

[0049] 本実施例では、Ｂ－Ａ－Ｃ投影断面上において、ナット２２Ａの径方向の肉厚Ｔは、外周面の周方向に連続的に変化している。範囲Ｒ１（第１範囲），Ｒ２（第２範囲），Ｒ３（第３範囲）の肉厚Ｔは、Ｂ点側からＣ点側に向かって、或いはＣ点側からＢ点側に向かって、それぞれ所定の数値範囲で変化する。範囲Ｒ１の肉厚Ｔは範囲Ｒ２の肉厚Ｔの最大値以上であり、範囲Ｒ２の肉厚Ｔは範囲Ｒ３の肉厚Ｔの最大値以上である。なお、範囲Ｒ１とＲ２との境界で範囲Ｒ１の肉厚Ｔと範囲Ｒ２の肉厚Ｔとは等しく、範囲Ｒ２とＲ３との境界で範囲Ｒ２の肉厚Ｔと範囲Ｒ３の肉厚Ｔとは等しい。これにより、固有周波数は肉厚の変化に合わせて連続的に分散され、各ボール２４による加振によって引き起こされる共振現象の抑制効果を向上することができる。

[0050] 本実施例では、固有周波数を連続的に広範囲に分散する例を示しているが、固有周波数を少なくとも２つに分散するために、ナット２２Ａ（２２）を以下で説明するように構成するとよい。

[0051] 図６で説明したように、ナット２２Ａを片持ち状に支持する支持構造においては、ベルト２７のテンションによってナット２２Ａが傾くため、ボール循環溝２１，２３は、紙面の上側では広く、紙面の下側では狭くなっている。つまり、紙面上側の中心角１８０°の範囲は紙面下側の中心角１８０°の範囲よりボール循環溝２１，２３は広くなっている。ナット２２Ａは、特にボール循環溝２１，２３が狭くなる紙面下側の中心角１８０°の範囲において、各ボール２４から加振力を受けることになる。

[0052] そこで、Ｂ－Ａ－Ｃ投影断面上において、Ｂ点（起点）からＣ点（終点）までの３６０°の範囲の連続するボール循環溝２１，２３を、相互に重なら

ない中心角１２０°の３つの範囲Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３に区分し、ナット２２Ａが各範囲Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３に相互に肉厚Ｔの異なる領域を有するようにする。例えば、範囲Ｒ１には肉厚Ｔ１の領域があり、範囲Ｒ２には肉厚Ｔ２の領域があり、範囲Ｒ３には肉厚Ｔ３の領域があり、肉厚Ｔ１，Ｔ２，Ｔ３は相互に異なる値（肉厚寸法）である。

[0053] 本実施例では、Ｂ－Ａ－Ｃ投影断面上において、肉厚ＴはＢ点からＣ点まで連続的に変化するが、見方を変えると、ナット２２Ａは肉厚Ｔの平均値が各範囲Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３毎に異なっているという見方もできる。

[0054] ナット２２Ａの肉厚Ｔは、中心角１２０°毎に異なるため、ボール循環溝２１，２３の紙面上側の中心角１８０°の範囲と紙面下側の中心角１８０°の範囲とに、それぞれ少なくとも２つの固有周波数をもつことになる。すなわち、本実施例では、紙面上側の中心角１８０°の範囲には範囲Ｒ１による固有周波数と範囲Ｒ３による固有周波数とが存在し、紙面下側の中心角１８０°の範囲には範囲Ｒ１（中心角３０°の範囲）による固有周波数と範囲Ｒ２による固有周波数と範囲Ｒ３（中心角３０°の範囲）による固有周波数とが存在する。したがって、肉厚Ｔが中心角３６０°の範囲で同一の場合には固有周波数は一つであるが、本実施例の場合には中心角１８０°の範囲において、固有周波数を２つに分散できる。ナット２２Ａを相互に重ならない中心角１２０°の３つの範囲Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３に区分することで、起点となるＢ点の位置を周方向に変化させても、常に中心角１８０°の範囲において固有周波数を２つに分散できる。

[0055] 特に、ボール循環溝２１，２３が狭くなる紙面下側の中心角１８０°の範囲において、固有周波数を２つに分散できるようにすることにより、各ボール２４による加振によって引き起こされる共振現象の抑制効果を向上することができる。

[0056] 図１０は、ボール循環溝２１，２３の１周分を直線状に展開した概略図である。

[0057] 本実施例では、図１０に示すように、ナット２２Ａの径方向の肉厚Ｔは、

ボール循環溝２１，２３のＢ－Ａ－Ｃ投影断面上における１周分において、直線的に変化する例を示している。しかし、固有周波数を肉厚Ｔの変化に合わせて連続的に分散させるためには、ナット２２Ａの径方向の肉厚Ｔの変化が連続的であればよく、例えば、図１０の紙面上方向に凸となる曲線形状や下方向に凸となる曲線形状であってもよい。

[0058] また、Ｂ－Ａ－Ｃ投影断面上における径方向の肉厚Ｔの変化は、Ｂ点からＣ点までの１周分において連続的である必要はなく、断続的（離散的）に変化するようにしてもよい。例えば、肉厚Ｔは、中心角１２０°の３つの範囲Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３毎に断続的に（離散的）に変化させてもよい。

[0059] ［実施例２］

図１１は、本発明の第２実施例に係るボールねじ機構２０Ｂについて、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面を示す概略図である。

[0060] 本実施例においては、ナット２０Ｂの径方向の肉厚Ｔは、第１基準軸線Ｌ１を中心とする周方向において、変化している。本実施例では、紙面上下方向の肉厚Ｔが長く、左右方向の肉厚Ｔが短い。これによりナット２０Ｂの外周は楕円形状をしている。つまり、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面上において、第１基準軸線Ｌ１と交差する第１の直線Ｌ４を引いた場合に、第１の直線Ｌ４に対して一方の側のナット２０Ｂ外周（すなわち肉厚Ｔ）と第１の直線Ｌ４に対して他方の側のナット２０Ｂ外周（すなわち肉厚Ｔ）とは、第１の直線Ｌ４に対して線対称な形状である。さらに、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面上において、第１基準軸線Ｌ１と交差し第１の直線Ｌ３に垂直な第２の直線Ｌ５を引いた場合に、第２の直線Ｌ５に対して一方の側のナット２０Ｂ外周（すなわち肉厚Ｔ）と第２の直線Ｌ５に対して他方の側のナット２０Ｂ外周（すなわち肉厚Ｔ）とは、第２の直線Ｌ５に対して線対称な形状である。これにより、本実施例のナット２０Ｂは、周方向において固有周波数の分散が可能となる。その他の構成は、実施例１と同様である。

[0061] 本実施例は、点対称の形状の一例として楕円形状の場合を示したが、ラック６の肉厚Ｔが同じになる部分が周方向に等間隔に並んでいればよい。すな

わち、ナット２２Ｂは、径方向の肉厚Ｔの変化が第１基準軸線Ｌ１（ナット回転軸）を中心とする周方向において等間隔に繰り返されるように形成されている。

[0062] ［実施例３］

図１２は、本発明の第３実施例に係るボールねじ機構２０Ｃについて、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面を示す概略図である。

[0063] 本実施例のボールねじ機構２０Ｃにおいて、ナット２２Ｃは第１基準軸線Ｌ１方向の中央部における所定の位置から両端に向かって縮径する外周面を有するようなアンダーカットがない形状を有している。例えば、ナット２２Ｃの第１基準軸線Ｌ１方向（ラック軸方向）の中央部が両端部に比べて径方向外側に膨らんだ、いわゆる、たる型形状である。その他の構成は、実施例１と同様である。

[0064] これにより、ナット２２Ｃは実施例１と同様に固有周波数を分散することができる。特に本実施例では、たる型形状の膨らみ具合を調整することにより、固有周波数の分布を調整することができる。

[0065] ［実施例４］

図１３は、本発明の第４実施例に係るボールねじ機構２０Ｄについて、ラック６の回転軸Ｌ１を含み且つラック６の回転軸Ｌ１に平行な断面を示す概略図である。

[0066] 本実施例のボールねじ機構２０Ｄにおいては、ボール２４がナット２２Ｄとラック６との間に存在して、力の伝達を行うボールねじ構造の有効範囲（力伝達範囲又はベアリングボール介在範囲）３３に限って、ナット２２Ｄの肉厚Ｔが変化する領域を有している。すなわち、ナット２２Ｄの径方向の肉厚が変化する領域は、ナット回転軸方向において、ナット２２Ｄとラック６との間にボール２４が介在する範囲３３に構成されている。その他の構成は、実施例１と同様である。

[0067] 本実施例においても第１実施例と同様に、固有周波数を分散することがで

きる。

[0068] 本実施例のナット２２Ｄは、第１基準軸線Ｌ１方向（回転軸方向）の少なくとも一部に、外周面の全周に亘って円筒形状に形成された円筒部３４，３５を有している。円筒部３４は、第１基準軸線Ｌ１方向においてベアリング３１が設けられる一端部に形成され、円筒部３４にはベアリングアウターレース３２やベリングボール３７などが構成される。また円筒部３５は、第１基準軸線Ｌ１方向において、ベアリング３１が設けられる一端部とは反対側の他端部に形成され、円筒部３５にはナット側プーリ２６が取り付けられる。

[0069] 円筒部３４，３５があることで、クランプが容易になるというメリットがある。円筒部３４があることで、ベアリング３１のインナーレースを構成する面がアウターレース３２と平行になり、ベアリング３１を容易に構成することができる。また円筒部３５があることで、ナット側プーリ２６の取り付けが容易になる。

[0070] なお、円筒部３４，３５はいずれか一方を設けるようにしてもよい。

[0071] ［実施例５］

図１４は、本発明の第５実施例に係るボールねじ機構２０Ｅについて、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面を示す概略図である。

[0072] 本実施例のボールねじ機構２０Ｅでは、実施例２のナット２２Ｂを有する。ナット２２Ｂは周方向に肉厚が変化する。ナット２２Ｂの肉厚Ｔの厚くなる部分にリターンチューブ２５が設けられている。肉厚Ｔの厚い部分（肉厚Ｔ６の部分）では、リターンチューブ２５を固定しやすいというメリットがある。その他の構成は、実施例１及び実施例２と同様である。

[0073] 図１５は、本発明の第５実施例のボールねじ機構２０Ｅの変更例を示す図であり、第１基準軸線Ｌ１に垂直な断面を示す概略図である。

[0074] 本変更例では、実施例５のリターンチューブ２５を、図１５に示すように、ナット２２Ｂの肉厚Ｔが薄くなる部分（肉厚Ｔ７の部分）に取り付けている。リターンチューブ２５を肉厚Ｔの薄い部分に取り付けることによって、

リターンチューブ２５をナット２２Ｂの最大外径（肉厚Ｔの厚い部分の径）の内側に配置できる。或いは、リターンチューブ２５がナット２２Ｂの最大外径の外側にはみ出す場合もそのはみだし部分を小さくすることができる。その結果、ボールねじ機構２０Ｅ（２０）の小型化が図れる。その他の構成は、実施例１及び実施例２と同様である。

[0075] なお、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

符号の説明

[0076] １…電動パワーステアリング装置、４…電動モータ、６…ラック、２０，２０Ａ，２０Ｂ，２０Ｃ，２０Ｄ，２０Ｅ…ボールねじ機構、２１…ラック側ボールねじ溝、２２，２２Ａ、２２Ｂ，２２Ｃ，２２Ｄ…ナット、２３…ナット側ボールねじ溝、（２１，２３）…ボール循環溝、２４…ボール、２５…リターンチューブ、２６…プーリ、２７…ベルト、３１…軸受（ベアリング）、３３…ボールねじ有効範囲（ナットとラックとの間にボールが介在する範囲）、３４，３５…円筒部、Ｌ１…ラック回転軸（第１基準軸線、ナット回転軸）、Ｌ３…ナット回転軸、Ｌ４…第１の直線、Ｌ５…第２の直線、Ｒ１…ナット側ボールねじ溝の第１範囲、Ｒ２…ナット側ボールねじ溝の第２範囲、Ｒ３…ナット側ボールねじ溝の第３範囲、Ｔ，Ｔ１，Ｔ２，Ｔ３…ナットの径方向肉厚、Ｔ６…肉厚の厚い部分の肉厚、Ｔ７…肉厚の薄い部分の肉厚。

請求の範囲

[請求項1] ラック回転軸に沿って螺旋状に形成されたラック側ボールねじ溝を有するラックと、

ナット回転軸に沿って螺旋状に形成されたナット側ボールねじ溝を有し、かつ前記ラック回転軸と同軸上に配置されるナットと、

前記ラック側ボールねじ溝と前記ナット側ボールねじ溝とによって構成されるボール循環溝に配置される複数のボールと、

ベルトを介して前記ナットに動力を出力する電動モータと、

を備え、

前記ナットは、前記ナット側ボールねじ溝の連続する中心角３６０°の範囲において、前記ナット側ボールねじ溝を中心角１２０°毎に相互に重ならないように第１範囲、第２範囲及び第３範囲の３つの範囲に区分する場合、第１範囲、第２範囲及び第３範囲が相互に異なる径方向の肉厚の領域を有することを特徴とするとする電動パワーステアリング装置。

[請求項2] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットの前記肉厚は、前記ナット側ボールねじ溝の螺旋状に沿って連続的に変化することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項3] 請求項２に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットは、外周面の径がナット回転軸に沿って変化するテーパー状に形成されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項4] 請求項３に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットは、前記ベルトが掛け渡される側の径方向の肉厚が薄く、前記ベルトが掛け渡される側とは反対側の径方向の肉厚が厚くなるようなテーパー状に形成されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項5] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットは、径方向の肉厚変化が前記ナット回転軸を中心とする周方向において等間隔に繰り返されるように形成されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項6] 請求項５に記載の電動パワーステアリング装置において、

ラック回転軸に垂直な断面上において、ラック回転軸と交差する第１の直線を引いた場合に、第１の直線に対して一方の側の前記ナットの外周と第１の直線に対して他方の側の前記ナットの外周とは、第１の直線に対して線対称な形状であり、

ラック回転軸に垂直な断面上において、ラック回転軸と交差し第１の直線に垂直な第２の直線を引いた場合に、第２の直線に対して一方の側の前記ナットの外周と第２の直線に対して他方の側の前記ナットの外周とは、第２の直線に対して線対称な形状であることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項7] 請求項１に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットは、ナット回転軸方向の所定位置から両端に向かって、アンダーカットがないことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項8] 請求項７に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットは、たる型形状に形成されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項9] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットの径方向の肉厚が変化する領域は、ナット回転軸方向において、前記ナットと前記ラックとの間に前記ボールが介在する範囲に構成されていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項10] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットは、ナット回転軸方向の少なくとも一部に、円筒部を有することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項11] 請求項１０に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記円筒部に前記ナットを片持ち状に支持する軸受が設けられていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項12] 請求項１０に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記円筒部に前記ベルトが掛け渡されるプーリが設けられていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項13] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置において、

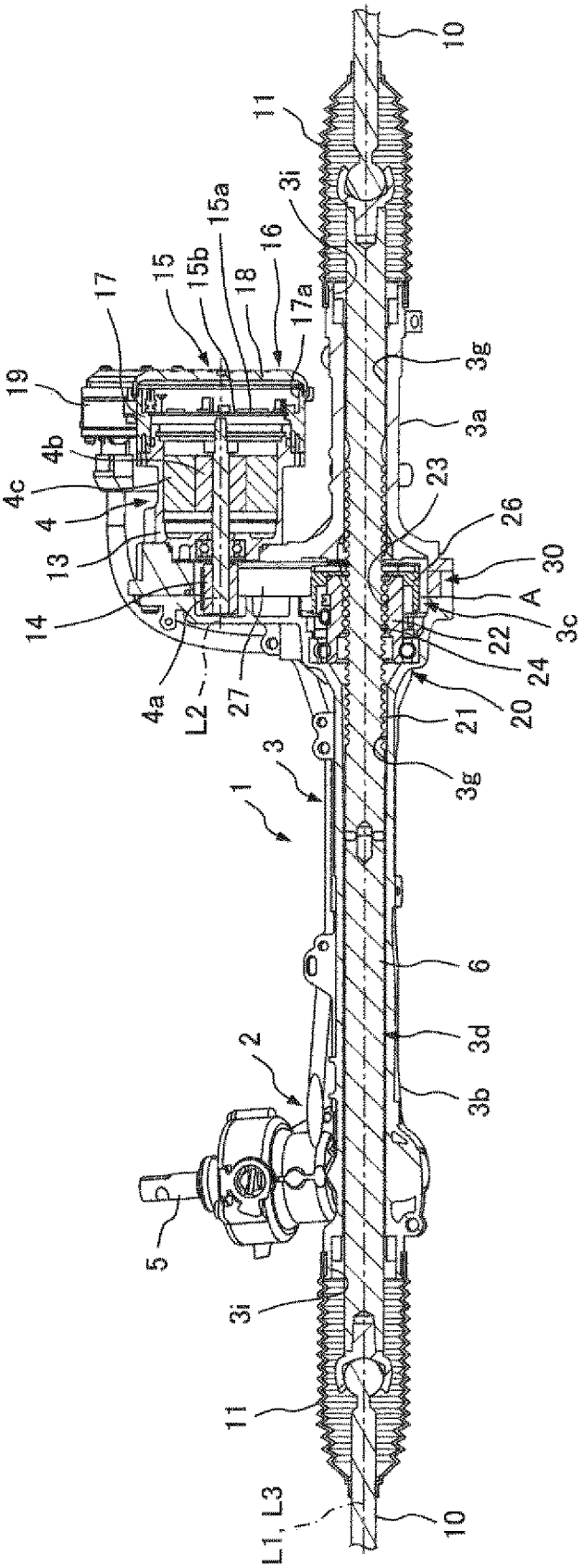
前記ナットは、周方向に肉厚が変化し、肉厚の薄くなる部分に前記ボールのリターンチューブが設けられていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

[請求項14] 請求項1に記載の電動パワーステアリング装置において、

前記ナットは、周方向に肉厚が変化し、肉厚の厚くなる部分に前記ボールのリターンチューブが設けられていることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

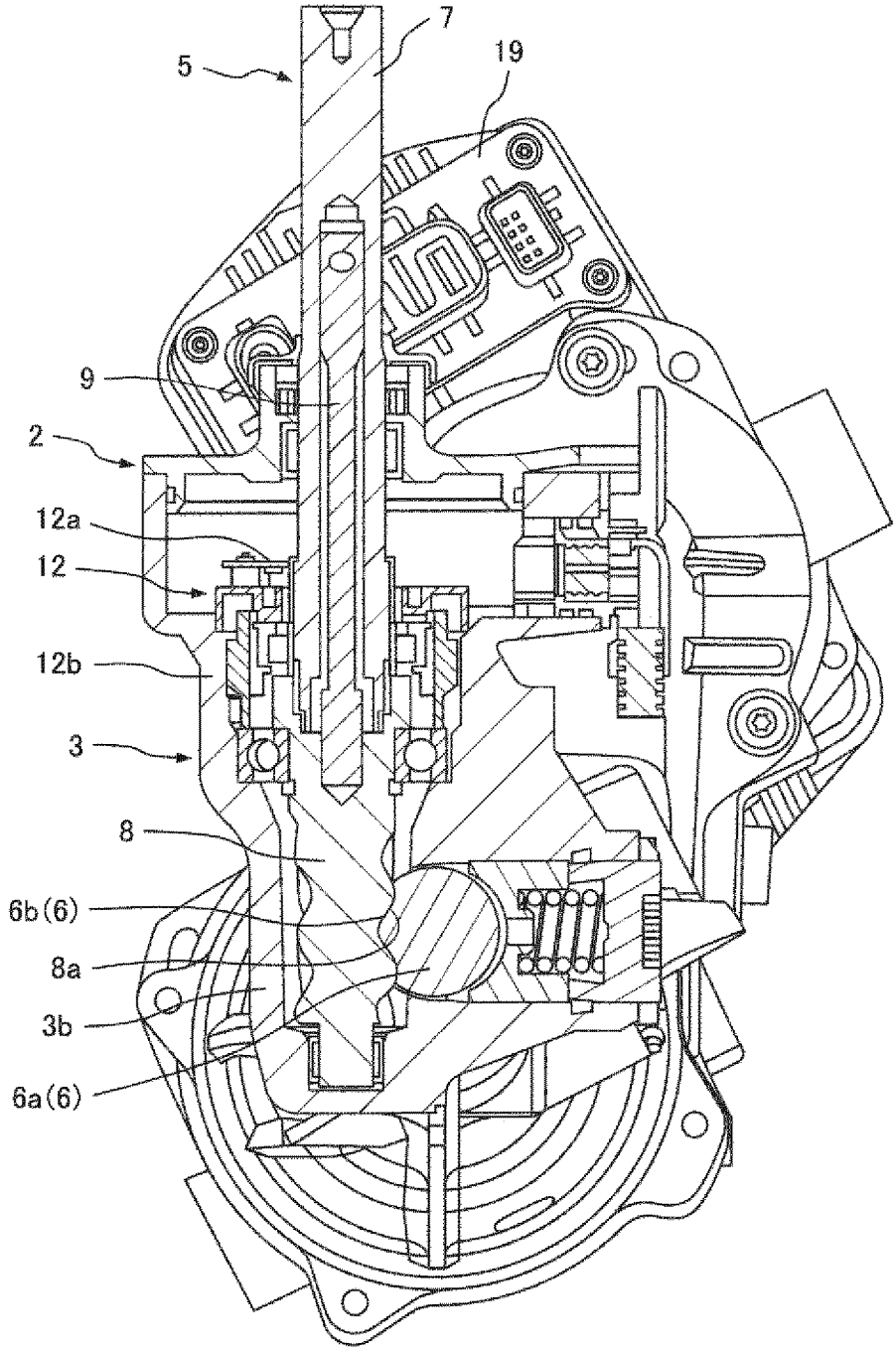
[図1]

図 1


10
11
3i
15a
16
15
15b
18
17a
17
19
3g
4b
3a
4c
23
26
4
13
30
A
14
3c
22
24
4a
L2
27
21
20
3
3g
1
6
3d
2
3b
5
3i
11
L1, L3
10

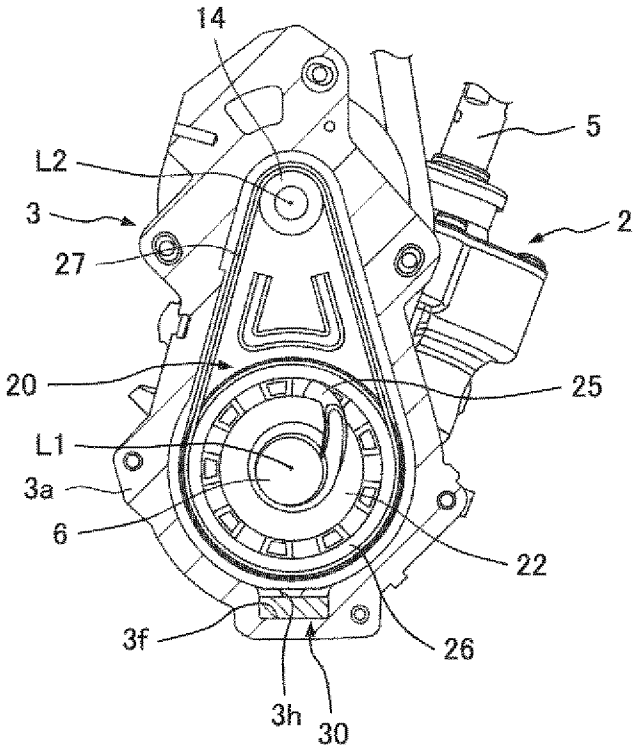
[図2]

図 2



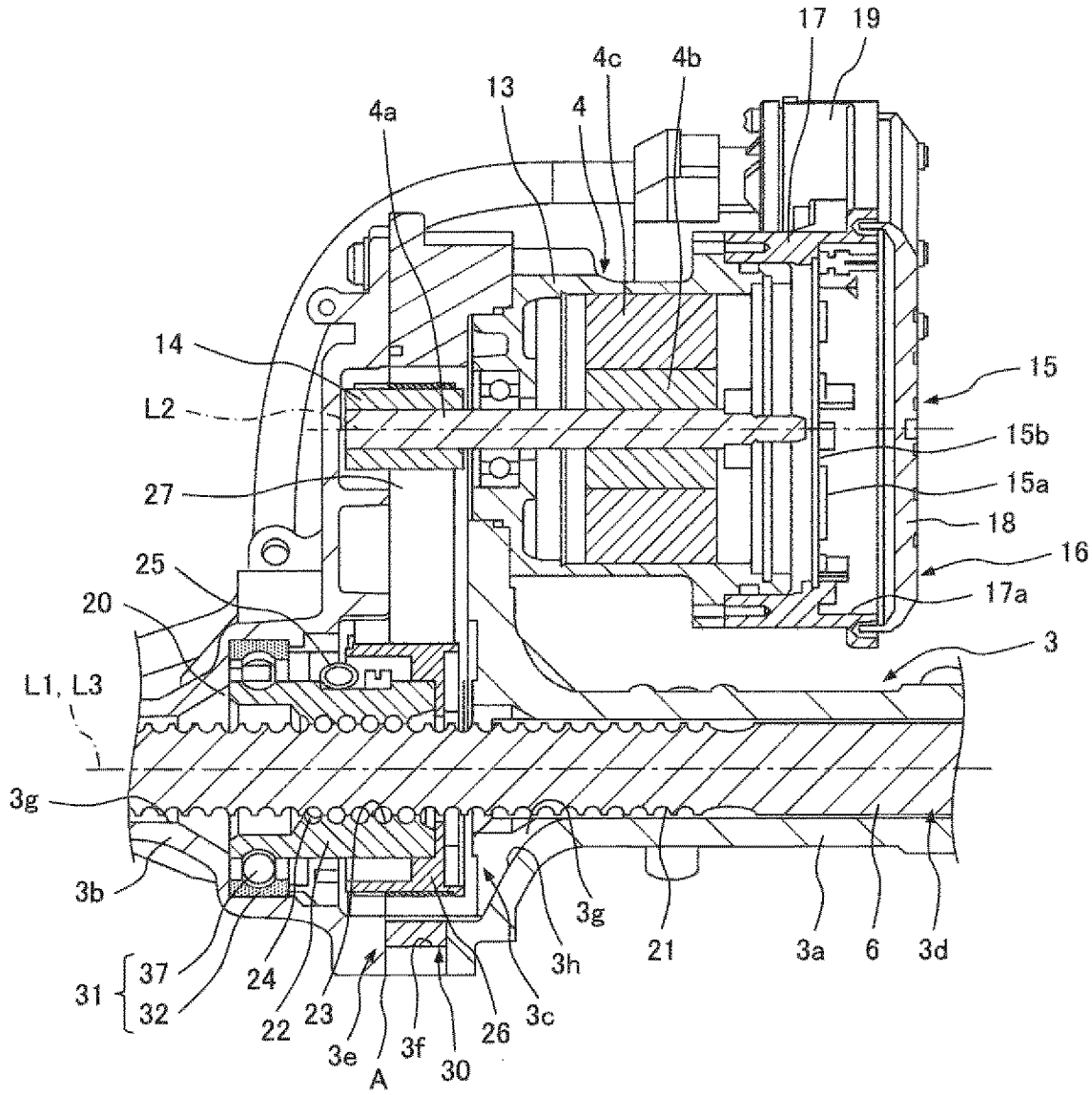
[図3]

図 3



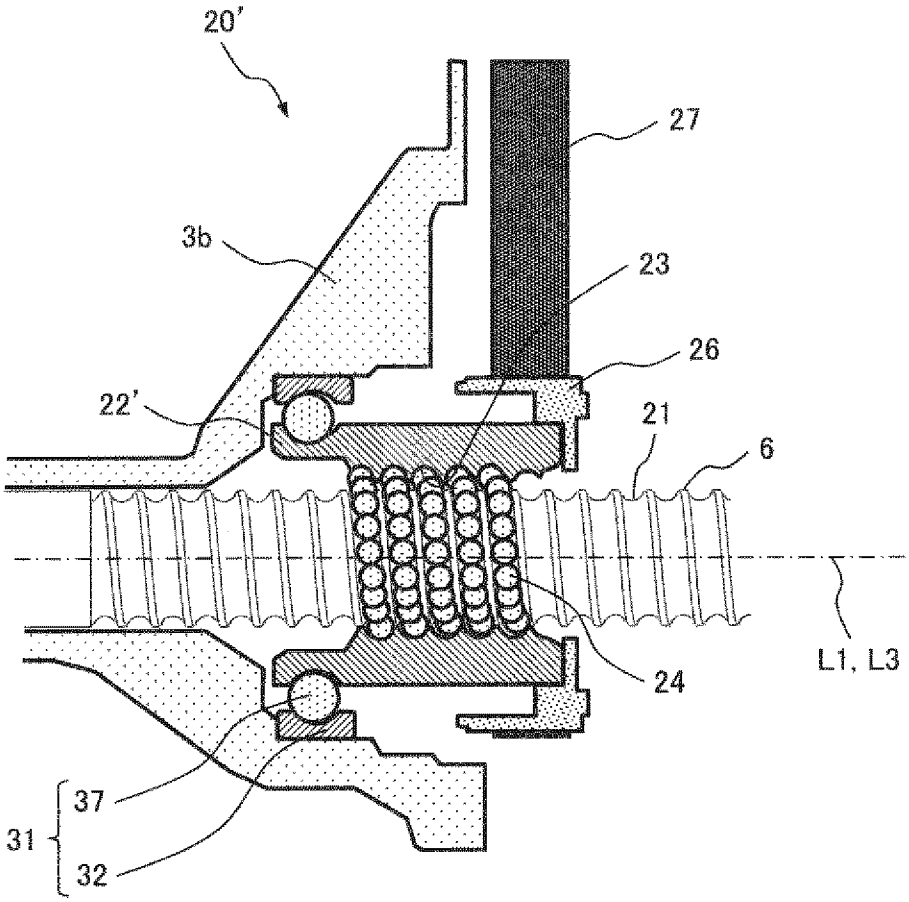
[図4]

図 4


17
19
4c
4b
13
4a
4
14
15
L2
15b
27
15a
18
16
25
17a
20
3
L1, L3
3g
3b
3g
21
3a
6
3d
3h
31
37
32
24
22
23
3e
A
3f
30
26
3c

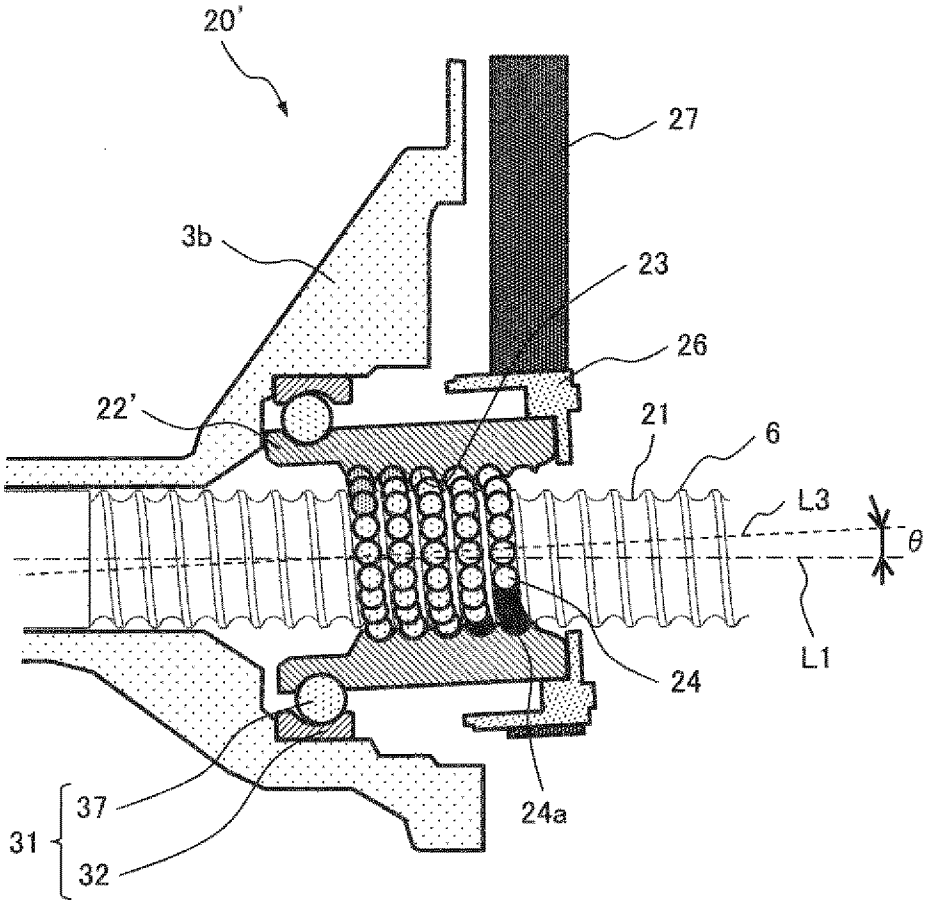
[図5]

図 5



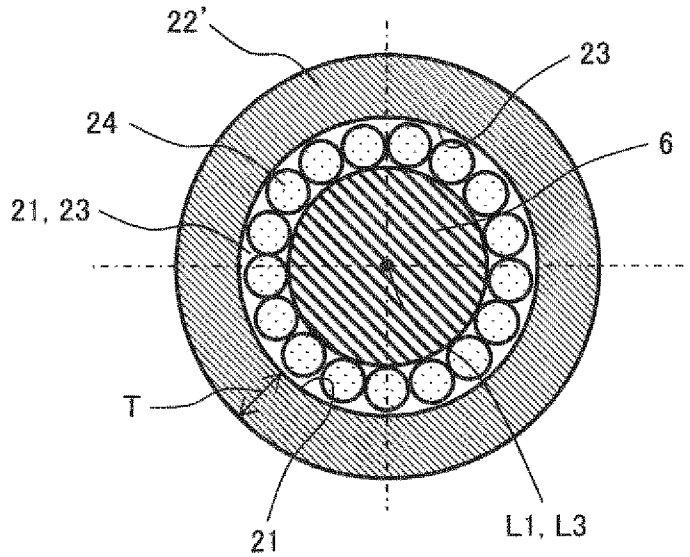
[図6]

図 6



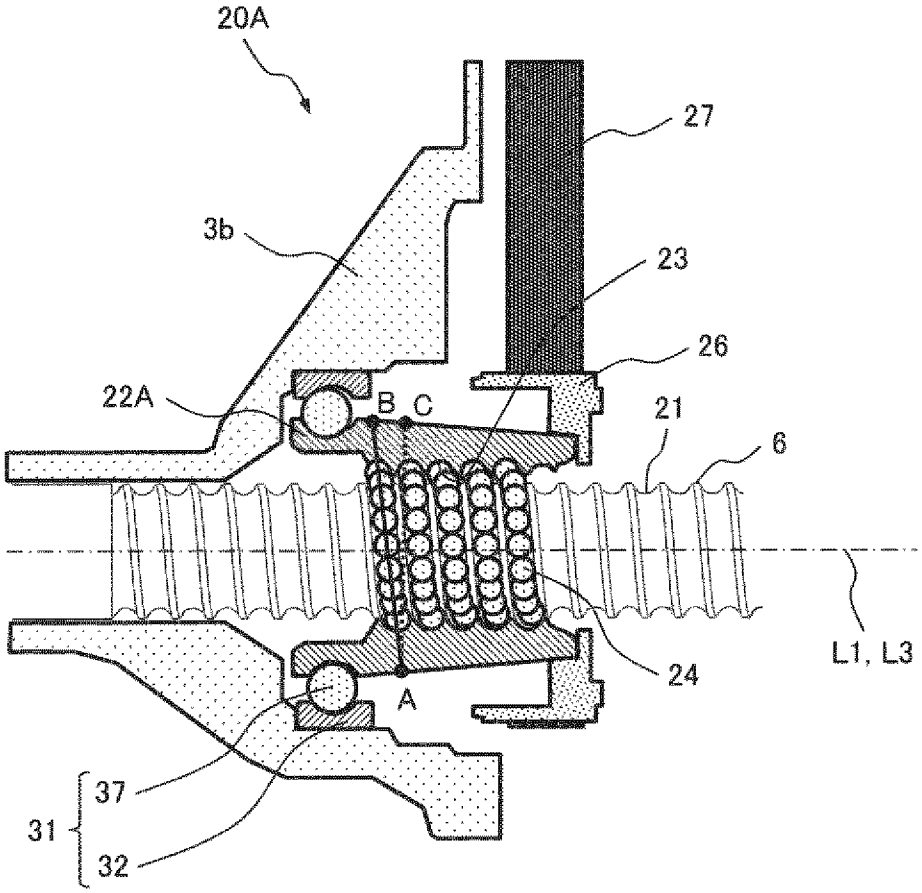
[図7]

図 7



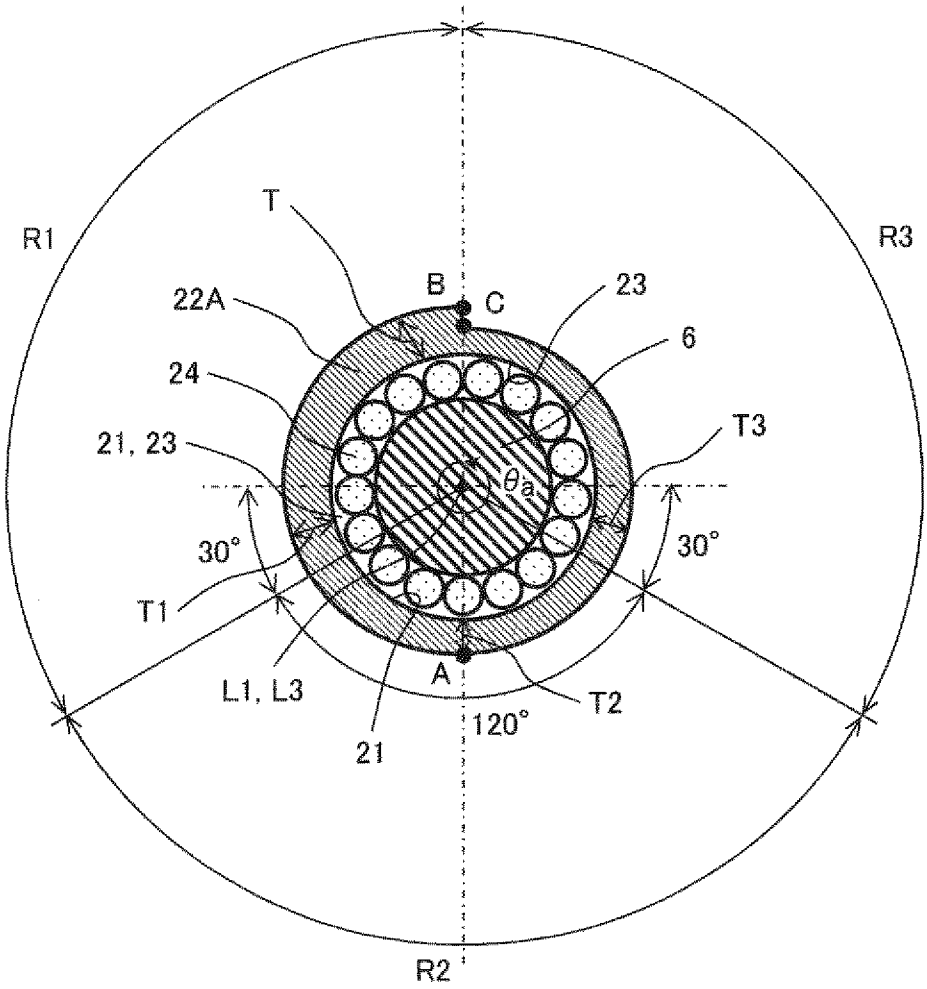
[図8]

図 8



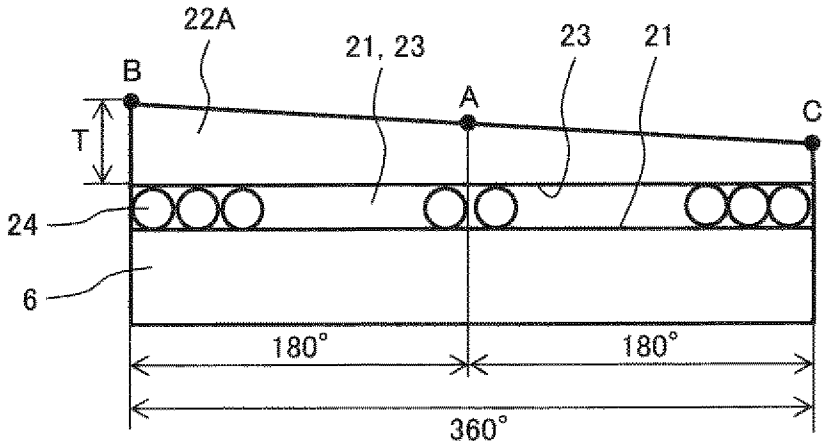
[図9]

図 9


R1
R3
R2
T
B
C
22A
23
6
24
T3
21, 23
θa
30°
30°
T1
L1, L3
A
T2
120°
21

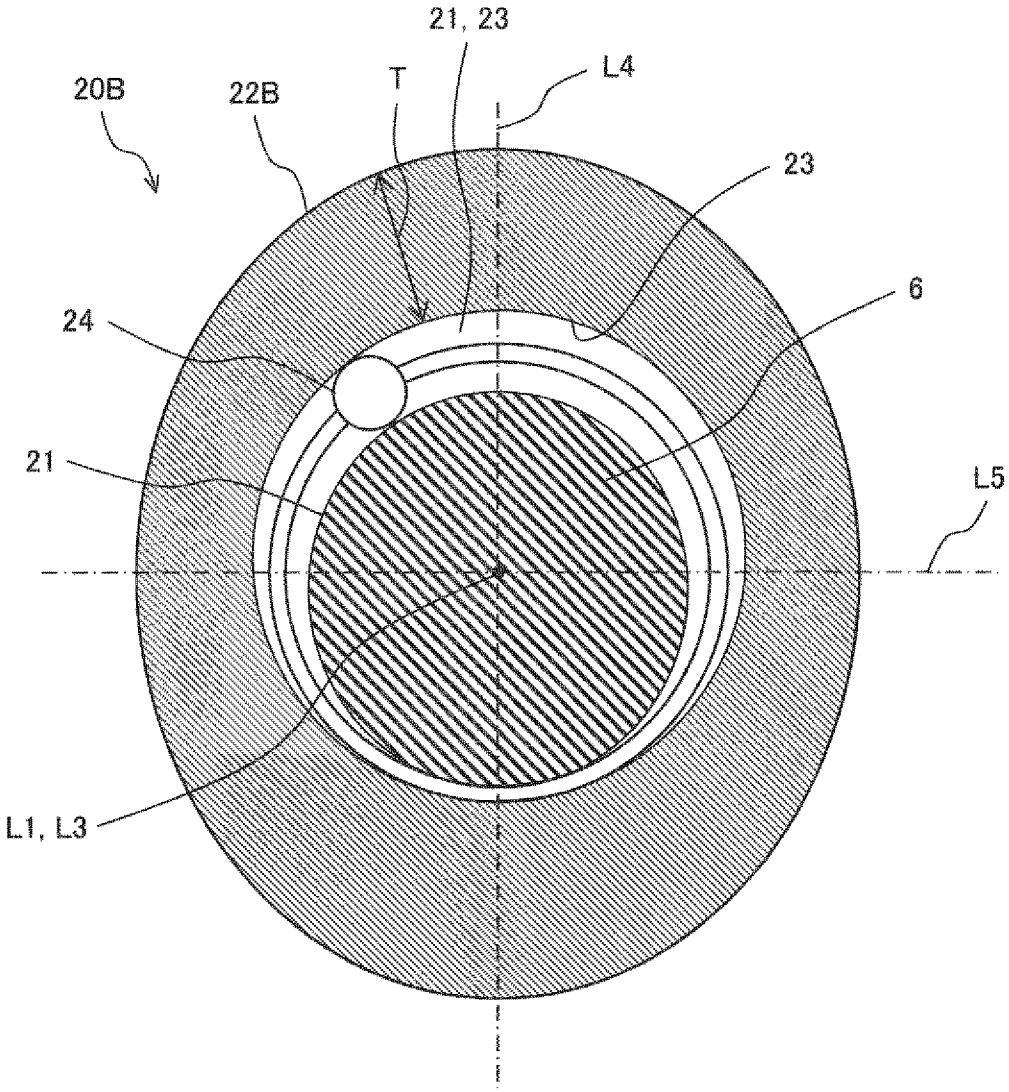
[図10]

図 10


22A
21, 23
23
21
B
A
C
T
24
6
180°
180°
360°

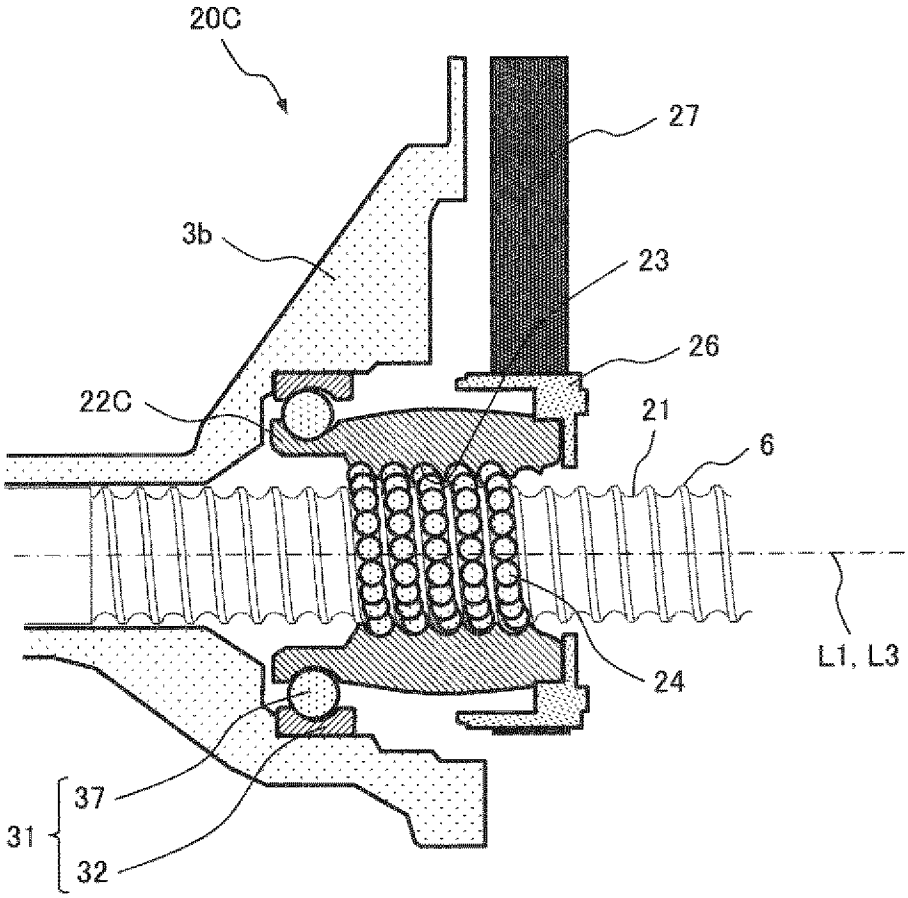
[図11]

図 11



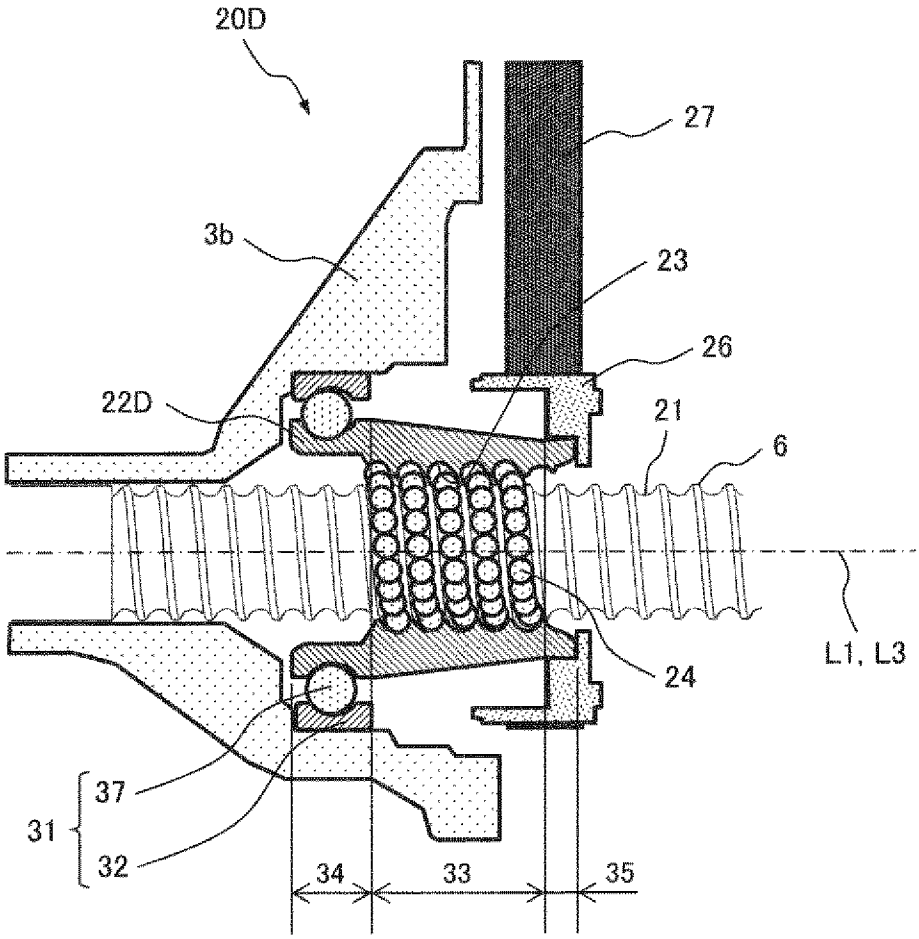
[図12]

図 12



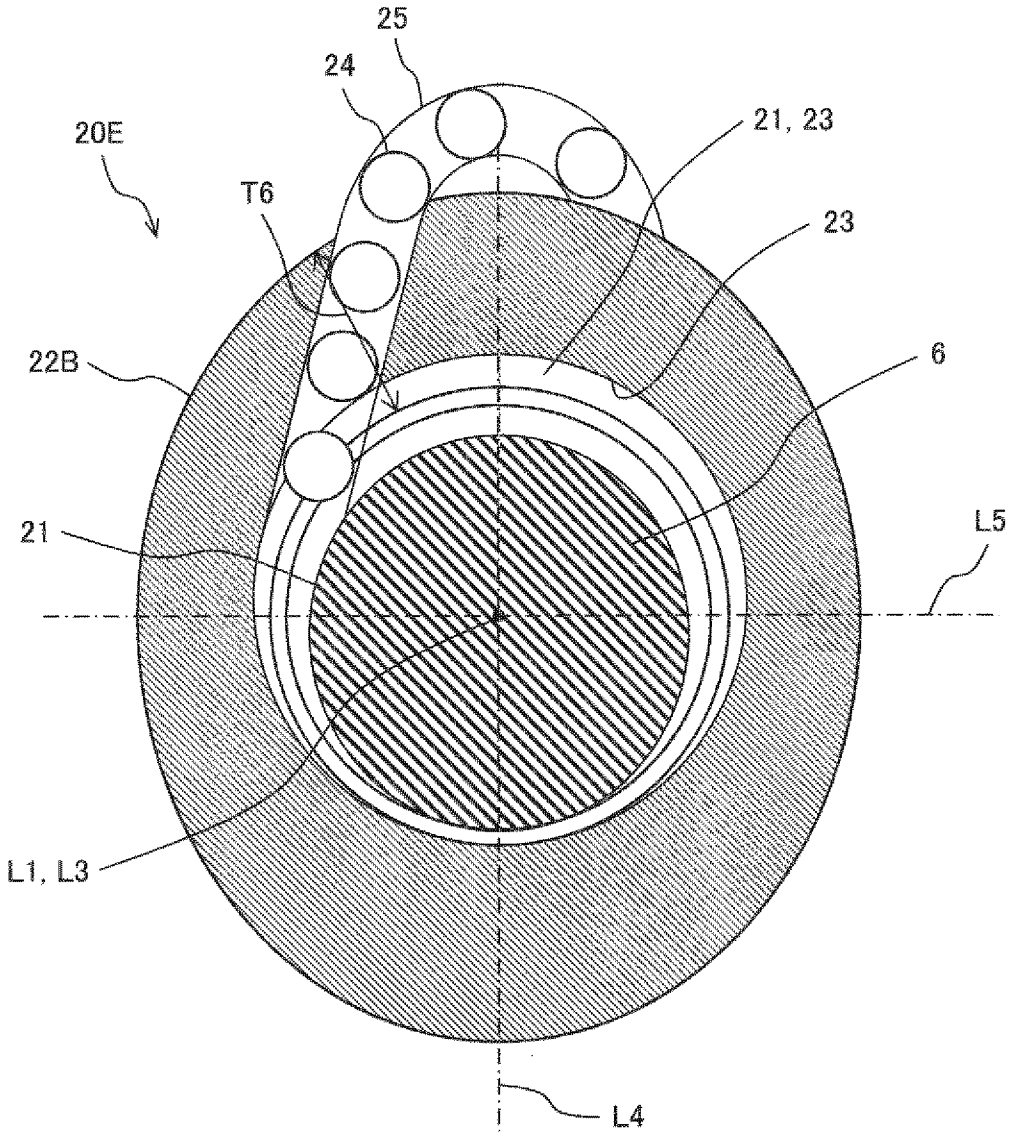
[図13]

図 13



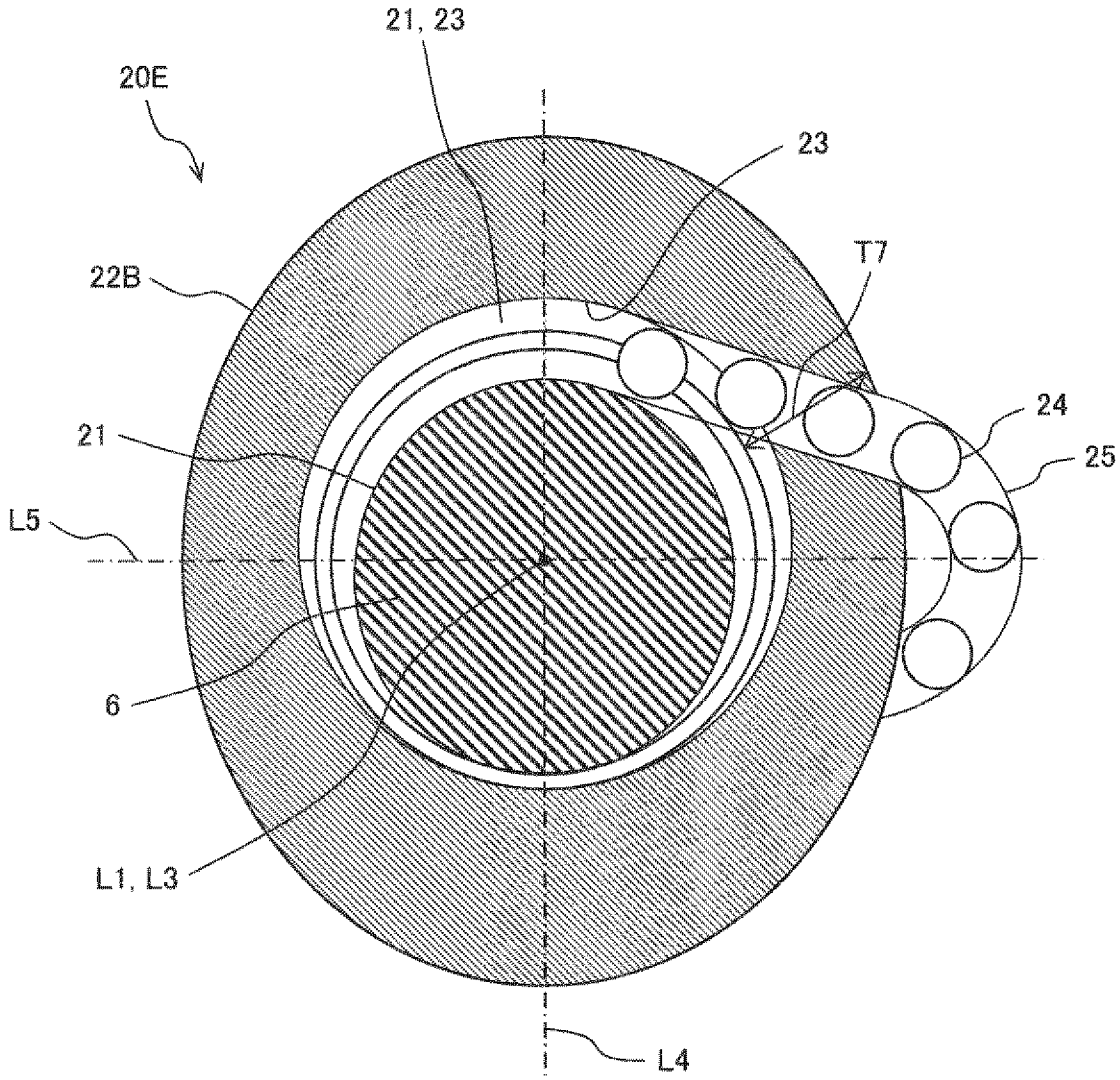
[図14]

図 14



[図15]

図 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/035374

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B62D5/04(2006.01)i, F16C33/64(2006.01)i, F16H7/02(2006.01)i, F16H19/04(2006.01)i, F16H25/22(2006.01)i, F16H25/24(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)
Int.Cl. B62D5/04, F16C33/64, F16H7/02, F16H19/04, F16H25/22, F16H25/24

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
Y A	JP 2003-97661 A (NTN CORPORATION) 03 April 2003, paragraphs [0016]-[0018], [0020]-[0024], fig. 1, 4 & US 2004/0050614 A1, paragraphs [0024]-[0026], [0028]-[0032], fig. 1, 4	1-3, 7-14 4-6
Y A	JP 2017-7587 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD.) 12 January 2017, paragraphs [0022]-[0024], fig. 1 (Family: none)	1-3, 7-14 4-6

☒ 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 05.11.2018	Date of mailing of the international search report 13.11.2018
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/JP2018/035374

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	KR 10-2012-0139966 A (MANDO CORP.) 28 December 2012, paragraphs [0023]-[0025], fig. 1, 3 (Family: none)	1-3, 7-14 4-6
A	DE 102013010012 A1 (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 18 December 2014, entire text, all drawings (Family: none)	4-6
A	CN 106870667 A (ANHUI JIANGHUAI AUTOMOBILE CO.) 20 June 2017, entire text, all drawings (Family: none)	4-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０３５３７４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B62D5/04(2006.01)i, F16C33/64(2006.01)i, F16H7/02(2006.01)i, F16H19/04(2006.01)i, F16H25/22(2006.01)i, F16H25/24(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.　B62D5/04, F16C33/64, F16H7/02, F16H19/04, F16H25/22, F16H25/24

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　１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１８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
Y A	JP 2003-97661 A (ＮＴＮ株式会社) 2003.04.03, 段落[0016]-[0018],[0020]-[0024],[図 1] ,[図 4] & US 2004/0050614 A1, 段落[0024]-[0026],[0028]-[0032],[図 1] ,[図 4]	1-3,7-14 4-6
Y A	JP 2017-7587 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2017.01.12, 段落[0022]-[0024],[図 1] (ファミリーなし)	1-3,7-14 4-6

☑　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	国際調査報告の発送日
０５．１１．２０１８	１３．１１．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｑ　５５６３
野口　絢子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３８１

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	KR 10-2012-0139966 A (MANDO CORP)	1-3,7-14
A	2012.12.28, 段落[0023]-[0025],[図 1],[図 3] (ファミリーなし)	4-6
A	DE 102013010012 A1 (VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT) 2014.12.18, 全文,全図 (ファミリーなし)	4-6
A	CN 106870667 A (ANHUI JIANGHUAI AUTOMOBILE CO) 2017.06.20, 全文,全図 (ファミリーなし)	4-6