

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6149612号  
(P6149612)

(45) 発行日 平成29年6月21日 (2017. 6. 21)

(24) 登録日 平成29年6月2日 (2017. 6. 2)

(51) Int. Cl.	F 1
<b>B 6 2 D</b> 5/04 (2006. 01)	B 6 2 D 5/04
<b>F 1 6 H</b> 7/18 (2006. 01)	F 1 6 H 7/18 A
<b>F 1 6 H</b> 7/02 (2006. 01)	F 1 6 H 7/02 A
<b>F 1 6 H</b> 55/38 (2006. 01)	F 1 6 H 55/38 A
<b>F 1 6 H</b> 55/49 (2006. 01)	F 1 6 H 55/49

請求項の数 4 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-178492 (P2013-178492)	(73) 特許権者	000001247
(22) 出願日	平成25年8月29日 (2013. 8. 29)		株式会社ジェイテクト
(65) 公開番号	特開2015-47882 (P2015-47882A)		大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
(43) 公開日	平成27年3月16日 (2015. 3. 16)	(74) 代理人	100105957
審査請求日	平成28年7月20日 (2016. 7. 20)		弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(72) 発明者	山口 真司
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
			株式会社ジェイテクト内
		審査官	三宅 龍平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操舵装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータ駆動により回転する駆動プーリと、転舵軸と同軸上に配置された従動プーリと、前記駆動プーリ及び前記従動プーリ間に巻き掛けられたベルトと、前記従動プーリの回転を前記転舵軸の往復動に変換するボール螺子機構とを備えた操舵装置において、

前記ボール螺子機構は、前記転舵軸の外周に形成された螺子溝と前記従動プーリと一体回転するボール螺子ナットの内周に形成された螺子溝とを対向させてなる螺旋状のボール軌道内に複数のボールを配設することにより構成されたものであって、

前記各プーリの外周には、それぞれ外歯が形成されるとともに、前記ベルトの内周には、前記各外歯と噛合可能な内歯が形成され、

前記各外歯及び前記内歯は、それぞれ歯すじが前記各螺子溝と反対方向にねじられた斜歯として構成され、

前記ボール螺子ナットには、前記螺子溝の二点間を短絡して前記ボール軌道内を転動するボールの無限循環を可能とする循環路が設けられ、

前記ベルトは、前記ボール螺子ナットの螺子溝のうちの前記ボールが転動する転動領域と、該ベルトの少なくとも一部が軸方向において重なるように配置され、

前記ボール螺子ナットの外周には、前記従動プーリが嵌合され、前記ベルトと前記転動領域とが軸方向に重なる部分において、前記従動プーリの内周面と前記ボール螺子ナットの外周面とが面接触することを特徴とする操舵装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の操舵装置において、

前記各外歯及び前記内歯のねじれ角は、それぞれ前記各螺子溝のリード角と等しくなるように設定されたことを特徴とする操舵装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の操舵装置において、

前記ボール螺子ナットは、前記転舵軸を往復動可能に収容するハウジング内に設けられた軸受により、該ボール螺子ナットの一端部のみが回転可能に支持されたことを特徴とする操舵装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の操舵装置において、

前記軸受と前記ハウジングとの間には、環状の弾性部材が設けられたことを特徴とする操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、操舵装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両用の操舵装置には、モータの回転をボール螺子機構により転舵軸の軸方向移動に変換することで操舵系にアシスト力を付与する形式の電動パワーステアリング装置として構成されたものがある。この種の操舵装置として、モータを転舵軸と平行に配置し、一对のプーリ及びベルトからなる伝達機構を介して該モータの回転をボール螺子機構に伝達するものが知られている（例えば、特許文献 1）。

【0003】

特許文献 1 の操舵装置では、各プーリの外周に外歯をそれぞれ形成するとともに、ベルトの内周に内歯を形成しており、これら各外歯と内歯とを噛合させることによりベルトを各プーリに巻き掛けている。これにより、モータの回転を伝達する際に、ベルトが各プーリに対して滑ることが抑制されている。また、この操舵装置では、各外歯及び内歯をその歯すじが各プーリの軸線に対してねじられた斜歯として構成することが提案されている（特許文献 1、第 8 図等参照）。これにより、各プーリの外歯とベルトの内歯との噛み合いによる振動や異音が低減されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】国際公開第 2006 / 070889 号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、近年、こうした操舵装置においては、その小型・軽量化が求められており、その実現のためにモータを小型・軽量化することが検討されている。しかし、一般にモータの出力性能とサイズとを両立させることは困難であるため、モータの小型・軽量化を優先させると、アシスト性能を維持できなくなる虞があった。

【0006】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、アシスト性能を維持しつつ、小型・軽量化することのできる操舵装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決する操舵装置は、モータ駆動により回転する駆動プーリと、転舵軸と同軸上に配置された従動プーリと、前記駆動プーリ及び前記従動プーリ間に巻き掛けられたベルトと、前記従動プーリの回転を前記転舵軸の往復動に変換するボール螺子機構とを備

10

20

30

40

50

えたものにおいて、前記ボール螺子機構は、前記転舵軸の外周に形成された螺子溝と前記従動プーリと一体回転するボール螺子ナットの内周に形成された螺子溝とを対向させてなる螺旋状のボール軌道内に複数のボールを配設することにより構成されたものであって、前記各プーリの外周には、それぞれ外歯が形成されるとともに、前記ベルトの内周には、前記各外歯と噛合可能な内歯が形成され、前記各外歯及び前記内歯は、それぞれ歯すじが前記各螺子溝と反対方向にねじられた斜歯として構成され、前記ボール螺子ナットには、前記螺子溝の二点間を短絡して前記ボール軌道内を転動するボールの無限循環を可能とする循環路が設けられ、前記ベルトは、前記ボール螺子ナットの螺子溝のうちの前記ボールが転動する転動領域と、該ベルトの少なくとも一部が軸方向において重なるように配置され、前記ボール螺子ナットの外周には、前記従動プーリが嵌合され、前記ベルトと前記転動領域とが軸方向に重なる部分において、前記従動プーリの内周面と前記ボール螺子ナットの外周面とが面接触することを要旨とする。

10

**【 0 0 0 8 】**

従動プーリがベルトから受ける力は、その外歯の歯すじと直交する方向（歯直角方向）に作用するため、ボール螺子ナットは、歯直角方向の力によって回転駆動される。一方、各ボールは、ボール軌道内において各螺子溝の延びる方向（リード方向）に配列されており、同方向に転動する。そのため、歯直角方向がリード方向からずれると、ボール螺子ナットには、ボールが転動する方向と交差する方向の分力が作用することになる。したがって、歯直角方向とリード方向とのずれが大きくなると、ボール螺子ナットが転舵軸に対して傾き易くなり、円滑な回転が妨げられる虞がある。

20

**【 0 0 0 9 】**

この点、上記構成では、各外歯及び内歯は、それぞれ歯すじが各螺子溝と反対方向にねじられた斜歯として構成されているため、各螺子溝と同一方向にねじられた斜歯として構成される場合に比べ、歯直角方向（ボール螺子ナットに作用する力の方向）とリード方向とのずれを小さくすることが可能になる。したがって、ベルトからボール螺子ナットに作用する力のうち、ボールが転動する方向と交差する方向の分力が小さくなるため、ボール螺子ナットが転舵軸に対して傾くことが抑制され、ボール螺子ナットの円滑な回転が可能になる。これにより、ボール螺子ナットの回転を高効率で転舵軸の軸方向移動に変換できるため、モータとして出力トルクの小さな小型・軽量のものを用いても、十分なアシスト力を操舵系に付与することができる。

30

また、上記構成によれば、ベルトからボール螺子ナットに作用する力の一部は、該ボール螺子ナットにおける内周側にボールが存在している部分に作用する。ここで、ボールが内周側に存在している部分では、該ボールによってボール螺子ナットと螺子軸との間の隙間が確保されている。そのため、ベルトからボール螺子ナットに作用する力全体が、該ボール螺子ナットにおける内周側にボールの存在していない部分に作用する場合に比べ、ボール螺子ナットが傾くことを抑制できる。

**【 0 0 1 0 】**

上記操舵装置において、前記各外歯及び前記内歯のねじれ角は、それぞれ前記各螺子溝のリード角と等しくなるように設定されることが好ましい。

上記構成によれば、歯直角方向がリード方向と略一致するため、ベルトからボール螺子ナットに作用する力のうち、ボールが転動する方向と交差する方向の分力が略ゼロとなる。そのため、ボール螺子ナットが転舵軸に対して傾くことが効果的に抑制され、ボール螺子ナットの円滑な回転が可能になる。

40

**【 0 0 1 3 】**

上記操舵装置において、前記ボール螺子ナットは、前記転舵軸を往復動可能に収容するハウジング内に設けられた軸受により、該ボール螺子ナットの一端部のみが回転可能に支持されることが好ましい。

**【 0 0 1 4 】**

上記構成によれば、ボール螺子ナットの両端部が回転可能に支持される場合に比べ、部品点数を削減できる。しかし、同構成では、ボール螺子ナットは、その一端部のみが支持

50

された片持ち状態となるため、転舵軸に対して傾き易くなる。したがって、上記のような各外歯及び内歯を各螺子溝と反対方向にねじられた斜歯とする構成、及びベルトをその一部が転動領域と軸方向において重なるように配置する構成によりボール螺子ナットの傾きを抑制する効果は大である。

【 0 0 1 5 】

上記操舵装置において、前記軸受と前記ハウジングとの間には、環状の弾性部材が設けられることが好ましい。

上記構成によれば、軸受は、弾性部材によってハウジング内で弾性的に支持される。そのため、組付誤差等に起因してボール螺子ナットが転舵軸に対して偏心して設けられても、該ボール螺子ナットを円滑に回転させることができるが、ボール螺子ナットが転舵軸に対して傾き易くもなる。そのため、上記のような各外歯及び内歯を各螺子溝と反対方向にねじられた斜歯とする構成、及びベルトをその一部が転動領域と軸方向において重なるように配置する構成によりボール螺子ナットの傾きを抑制する効果は極めて大である。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、アシスト性能を維持しつつ、小型・軽量化することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】一実施形態の操舵装置の概略構成を示す一部断面図。

【図 2】一実施形態の操舵力補助装置近傍の拡大断面図。

【図 3】一実施形態のボール螺子ナットの平面図。

【図 4】一実施形態の伝達機構の断面図（図 2 の A - A 断面図）。

【図 5】一実施形態の伝達機構の正面構造を示す一部破断図。

【図 6】（ a ）は一実施形態のボール螺子ナットに作用する力を示す模式図、（ b ）は比較例のボール螺子ナットに作用する力を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、操舵装置の一実施形態を図面に従って説明する。

図 1 に示すように、操舵装置 1 は、ステアリング操作により回転するピニオン軸 2 と、ピニオン軸 2 の回転に応じて軸方向に往復動することにより転舵輪（図示略）の舵角を変更する転舵軸としてのラック軸 3 とを備えている。また、操舵装置 1 は、ラック軸 3 が往復動可能に挿通されるハウジングとしてのラックハウジング 5 を備えている。

【 0 0 1 9 】

ラックハウジング 5 は、円筒状に形成された第 1 ハウジング 6 と、円筒状に形成されるとともに第 1 ハウジング 6 の軸方向一端側（図 1 中、左側）に固定された第 2 ハウジング 7 とを備えている。第 1 ハウジング 6 における第 2 ハウジング 7 と反対側（図 1 中、右側）の端部には、ピニオン軸 2 がラック軸 3 と斜交する状態で回転可能に収容されている。そして、ラック軸 3 のラック歯とピニオン軸 2 のピニオン歯とが噛合されることでラックアンドピニオン機構（図示略）が構成されている。なお、ピニオン軸 2 には、ステアリングシャフトが連結されており、その先端にはステアリングホイール（ともに図示略）が固定されている。したがって、操舵装置 1 では、ステアリング操作に伴ってピニオン軸 2 が回転し、その回転がラックアンドピニオン機構によりラック軸 3 の軸方向移動に変換されることで、転舵輪の舵角、すなわち車両の進行方向が変更される。

【 0 0 2 0 】

また、操舵装置 1 は、操舵系にアシスト力を付与する操舵力補助装置 11 を備えている。操舵力補助装置 11 は、ラック軸 3 と平行となるように配置されたモータ 12 を備えており、モータ 12 の回転を伝達機構 13 を介してボール螺子機構 14 に伝達し、ボール螺子機構 14 においてラック軸 3 の往復動に変換することで操舵系にアシスト力を付与する構成となっている。つまり、本実施形態の操舵装置 1 は、所謂ラックパラレル型の電動パワーステアリング装置として構成されている。

## 【 0 0 2 1 】

詳しくは、図 2 に示すように、第 1 ハウジング 6 は、円筒状の第 1 筒状部 2 1 と、第 1 筒状部 2 1 の第 2 ハウジング 7 側（図 2 中、左側）の端部に形成された第 1 収容部 2 2 とを有している。第 1 収容部 2 2 は、第 1 筒状部 2 1 よりも大径の筒状に形成されるとともに、第 1 収容部 2 2 には、その周壁の一部をモータ 1 2 が配置された側（図 2 中、下側）に膨出した形状の膨出部 2 3 が形成されている。膨出部 2 3 の底部には、ラック軸 3 の軸方向に貫通した挿入孔 2 4 が形成されている。そして、膨出部 2 3 の外底面には、モータ 1 2 がボルト 2 5 によって固定されるとともに、モータ 1 2 の回転軸 1 2 a が挿入孔 2 4 を介して膨出部 2 3 に挿入されている。

## 【 0 0 2 2 】

10

第 2 ハウジング 7 は、円筒状の第 2 筒状部 3 1 と、第 2 筒状部 3 1 の第 1 ハウジング 6 側（図 2 中、右側）の端部に形成された第 2 収容部 3 2 とを有している。第 2 収容部 3 2 は、第 2 筒状部 3 1 よりも大径の円筒状に形成されるとともに、第 2 収容部 3 2 には、モータ 1 2 側に延出されて膨出部 2 3 を覆う板状のカバー部 3 3 が形成されている。

## 【 0 0 2 3 】

伝達機構 1 3 は、膨出部 2 3 内に収容されるとともにモータ 1 2 の回転軸 1 2 a と一体回転可能に連結された駆動プーリ 4 1 と、第 1 収容部 2 2 内に回転可能に収容されるとともにラック軸 3 の外周に配置された従動プーリ 4 2 と、これら駆動プーリ 4 1 及び従動プーリ 4 2 に巻き掛けられたベルト 4 3 とを備えている。なお、ベルト 4 3 は、ゴム等の弾性材料により構成されている。ボール螺子機構 1 4 は、従動プーリ 4 2 と一体回転可能に設けられたボール螺子ナット 4 6 を備えており、ボール螺子ナット 4 6 をラック軸 3 に対して複数のボール 4 7 を介して螺合させることにより構成されている。

20

## 【 0 0 2 4 】

より詳しくは、駆動プーリ 4 1 は、円筒状に形成されている。そして、駆動プーリ 4 1 は、モータ 1 2 の回転軸 1 2 a と同軸上に配置されるように該回転軸 1 2 a の外周に一体回転可能に固定されている。

## 【 0 0 2 5 】

従動プーリ 4 2 は、円筒状に形成されており、ベルト 4 3 が巻き掛けられる巻掛部 5 1、及び巻掛部 5 1 から第 2 ハウジング 7 側に延出された延出部 5 2 を有している。また、従動プーリ 4 2 の第 1 ハウジング 6 側の端部には、その内径が第 2 ハウジング 7 側の部分よりも大きくされた拡径部 5 3 が形成されている。

30

## 【 0 0 2 6 】

ボール螺子ナット 4 6 は、円筒状に形成されており、その第 1 ハウジング 6 側の端部には、径方向外側に延出された円環状のフランジ部 5 4 が形成されている。なお、フランジ部 5 4 の外径は、拡径部 5 3 の内径と略等しく設定されている。一方、ボール螺子ナット 4 6 の第 2 ハウジング 7 側の端部には、雄ネジ部 5 5 が形成されている。

## 【 0 0 2 7 】

ボール螺子ナット 4 6 の外周には、フランジ部 5 4 が拡径部 5 3 内に挿入されるように従動プーリ 4 2 が嵌合されるとともに、延出部 5 2 に隣接するように軸受としての転がり軸受 5 6 が嵌合されている。そして、雄ネジ部 5 5 にロックナット 5 7 が螺着され、従動プーリ 4 2 及び転がり軸受 5 6 が該ロックナット 5 7 とフランジ部 5 4 との間に挟み込まれることで、従動プーリ 4 2 及び転がり軸受 5 6 の内輪がボール螺子ナット 4 6 と一体回転可能に固定されている。このように従動プーリ 4 2 がボール螺子ナット 4 6 と一体回転可能に設けられた状態で、本実施形態の巻掛部 5 1 は、ボール螺子ナット 4 6 における第 1 ハウジング 6 側の端部から軸方向中央部近傍に亘る範囲に配置されており、ベルト 4 3 は、ボール螺子ナット 4 6 の同範囲と軸方向において重なるように配置されている。

40

## 【 0 0 2 8 】

ボール螺子ナット 4 6 の外周に設けられた転がり軸受 5 6 は、第 2 ハウジング 7 の第 2 収容部 3 2 内においてラック軸 3 と同軸上に配置されるように固定されている。これにより、従動プーリ 4 2 及びボール螺子ナット 4 6 は、ラックハウジング 5 内でラック軸 3 と

50

同軸上で回転可能に収容されている。また、本実施形態の転がり軸受 5 6 の外周には、ゴム等の弾性材料からなる円環状の弾性部材（Ｏリング）5 8 が第 2 収容部 3 2 との間で圧縮された状態で配置されるとともに、転がり軸受 5 6 の軸方向両側には、円環状の弾性部材 5 9 が第 1 ハウジング 6 及び第 2 ハウジング 7 の間でそれぞれ圧縮された状態で配置されている。つまり、ボール螺子ナット 4 6 は、ラックハウジング 5 内で弾性的に支持された転がり軸受 5 6 によって、その一端部のみが支持された片持ち状態となっている。

【 0 0 2 9 】

また、ボール螺子ナット 4 6 の内周には、螺子溝 6 1 が形成されている。なお、本実施形態の螺子溝 6 1 は、右ねじれとされている。そして、螺子溝 6 1 は、ボール螺子ナット 4 6 における第 1 ハウジング 6 側の端部から雄ネジ部 5 5 よりもやや手前側の範囲に亘って形成されている。

10

【 0 0 3 0 】

一方、ラック軸 3 の外周には、螺子溝 6 1 に対応する右ねじれの螺子溝 6 2 が形成されている。なお、螺子溝 6 2 は、ラック軸 3 におけるラック歯が形成された範囲と略等しい所定範囲に亘って形成されている。そして、螺子溝 6 1 , 6 2 によって螺旋状のボール軌道 R 1 が形成されている。ボール軌道 R 1 内には、各ボール 4 7 がボール螺子ナット 4 6 の螺子溝 6 1 とラック軸 3 の螺子溝 6 2 とに挟まれた状態で配設されている。つまり、ボール螺子ナット 4 6 は、ラック軸 3 の外周に各ボール 4 7 を介して螺合されている。

【 0 0 3 1 】

図 2 及び図 3 に示すように、ボール螺子ナット 4 6 には、その螺子溝 6 2 内の二箇所に設定された接点 P 1 , P 2 間を短絡する循環路 R 2 が形成されている。詳しくは、ボール螺子ナット 4 6 には、接点 P 1 , P 2 に対応する部位が内外に貫通した取付孔 6 3 が形成されている。そして、循環路 R 2 は、取付孔 6 3 に対して上記ボール軌道 R 1 からボール 4 7 を掬い上げる機能及びボール軌道 R 1 にボール 4 7 を排出する機能を備えた循環部材（デフレクタ）6 4 を装着することにより形成されている。

20

【 0 0 3 2 】

これにより、ボール螺子ナット 4 6 の螺子溝 6 2 は、接点 P 1 , P 2 の内側がボール 4 7 の転動する転動領域 T 1 となり、接点 P 1 , P 2 の外側がボール 4 7 の入り込まない非進入領域 T 2 となる。なお、図 3 では、説明の便宜上、非進入領域 T 2 にのみハッチングを付している。また、本実施形態では、一方の接点 P 1 はボール螺子ナット 4 6 におけるフランジ部 5 4 寄りの位置に設定されるとともに、他方の接点 P 2 はボール螺子ナット 4 6 における軸方向中央部よりも雄ネジ部 5 5 寄りの位置に設定されており、接点 P 1 , P 2 間には、数巻き分の螺子溝 6 2 が挟まれている。そして、上記のようにベルト 4 3 は、ボール螺子ナット 4 6 における第 1 ハウジング 6（フランジ部 5 4）側の端部から軸方向中央部近傍に亘る範囲と軸方向において重なるように配置されていることから、ベルト 4 3 の一部は転動領域 T 1 と軸方向において重なるように配置されていることになる。

30

【 0 0 3 3 】

このように構成されたボール螺子機構 1 4 において、ボール 4 7 は、ボール螺子ナット 4 6 がラック軸 3 に対して相対回転したときに、ラック軸 3 及びボール螺子ナット 4 6 から摩擦力を受けてボール軌道 R 1 内を転動することにより、ラック軸 3 にボール螺子ナット 4 6 のトルクを伝達し、ラック軸 3 をボール螺子ナット 4 6 に対して軸方向移動させる。また、ボール軌道 R 1 内を転動してボール軌道 R 1 の一端（接点 P 1 又は接点 P 2）に到達したボール 4 7 は、ボール螺子ナット 4 6 に形成された上記循環路 R 2 を通過することにより、ボール軌道 R 1 の他端（接点 P 2 又は P 1）に排出され、ボール軌道 R 1 をボール流動方向の下流側から上流側へと移動する。つまり、ボール螺子機構 1 4 は、そのボール軌道 R 1 を転動する各ボール 4 7 が循環路 R 2 を介して無限循環することにより、ボール螺子ナット 4 6 の回転をラック軸 3 の軸方向移動に変換することが可能となっている。そして、操舵装置 1 は、モータ 1 2 を用いてボール螺子ナット 4 6 を回転駆動し、そのトルクを軸方向の押圧力としてラック軸 3 に伝達することにより、操舵系にステア

40

50

リング操作を補助するためのアシスト力を付与する。

【 0 0 3 4 】

次に、駆動プーリ及び従動プーリとベルトとの連結構造について説明する。

図 4 及び図 5 に示すように、駆動プーリ 4 1 には、径方向外側に突出する外歯 4 1 a が形成されている。また、従動プーリ 4 2 の巻掛部 5 1 には、径方向外側に突出する外歯 4 2 a が形成されている。一方、ベルト 4 3 には、外歯 4 1 a , 4 2 a と噛合可能な内歯 4 3 a が形成されている。そして、ベルト 4 3 は、その内歯 4 3 a を各外歯 4 1 a , 4 2 a に噛合させることにより各プーリ 4 1 , 4 2 に巻き掛けられている。なお、ベルト 4 3 は、各プーリ 4 1 , 4 2 に巻き掛けられた状態で僅かに引き延ばされており、所定の張力（テンション）が発生している。また、図 5 では、説明の便宜上、外歯 4 1 a , 4 2 a 及び内歯 4 3 a の歯すじのみを示している。

10

【 0 0 3 5 】

そして、外歯 4 1 a , 4 2 a 及び内歯 4 3 a は、それぞれ歯すじが各螺子溝 6 1 , 6 2 と反対方向にねじられた左ねじれの斜歯として構成されている。より詳しくは、外歯 4 1 a , 4 2 a 及び内歯 4 3 a のねじれ角  $\theta$  は、それぞれ螺子溝 6 1 , 6 2 のリード角  $\alpha$  と等しくなるように設定されている。なお、螺子溝 6 1 , 6 2 のリード角  $\alpha$  は同一であり、図 5 では説明の便宜上、ラック軸 3 の螺子溝 6 1 のリード角  $\alpha$  のみを示している。

【 0 0 3 6 】

次に、本実施形態の作用について説明する。

図 6 ( a ) に示すように、従動プーリ 4 2 がベルト 4 3 から受ける力は、その外歯 4 2 a の歯すじと直交する方向（歯直角方向）に作用するため、ボール螺子ナット 4 6 は、歯直角方向の力によって回転駆動される。一方、上記のように各ボール 4 7 は、ボール軌道 R 1 内において各螺子溝 6 1 , 6 2 の延びる方向（リード方向）に配列されており、同方向に回転する。

20

【 0 0 3 7 】

ここで、図 6 ( b ) に示すように、比較例として外歯 4 2 a ' 及び内歯 4 3 a ' を螺子溝 6 1 , 6 2 と同一方向にねじられた斜歯として構成し、歯直角方向がリード方向から大きくずれる場合を考える。この場合、ボール螺子ナット 4 6 には、ボール 4 7 が回転する方向と交差する方向の分力が作用することになる。このように歯直角方向とリード方向とが大きくずれた状態では、ボール螺子ナット 4 6 がラック軸 3 に対して傾き易くなり、円滑な回転が妨げられる虞がある。

30

【 0 0 3 8 】

この点、本実施形態の外歯 4 2 a 及び内歯 4 3 a は、上記のように螺子溝 6 1 , 6 2 のリード角  $\alpha$  と等しい角度で該螺子溝 6 1 , 6 2 と反対方向にねじられた斜歯として構成されているため、歯直角方向がリード方向と略一致する。そのため、ボール螺子ナット 4 6 には、ボール 4 7 が回転する方向と交差する方向の分力がほとんど作用せず、ボール螺子ナット 4 6 がラック軸 3 に対して傾くことが効果的に抑制され、ボール螺子ナット 4 6 が円滑に回転される。これにより、ボール螺子ナット 4 6 の回転が高効率でラック軸 3 の軸方向に変換される。

【 0 0 3 9 】

次に、本実施形態の効果について記載する。

40

( 1 ) 各プーリ 4 1 , 4 2 の外歯 4 1 a , 4 2 a 及びベルト 4 3 の内歯 4 3 a を、螺子溝 6 1 , 6 2 と反対方向にねじられた斜歯として構成することで、高効率でモータ 1 2 の回転をラック軸 3 の往復動に変換できるため、モータ 1 2 として出力トルクの小さな小型・軽量のものを用いても、十分なアシスト力を操舵系に付与することができる。したがって、アシスト性能を維持しつつ、操舵装置 1 を小型・軽量化することができる。

【 0 0 4 0 】

( 2 ) ベルト 4 3 を、ボール螺子ナット 4 6 の螺子溝 6 2 の回転領域 T 1 と該ベルト 4 3 の一部が軸方向において重なるように配置したため、ベルト 4 3 からボール螺子ナット 4 6 に作用する力の一部は、該ボール螺子ナット 4 6 における内周側にボール 4 7 が存在

50

している部分に作用する。ここで、ボール 47 が内周側に存在している部分では、該ボール 47 によってボール螺子ナット 46 とラック軸 3 との間の隙間が確保されている。そのため、ベルト 43 から従動プーリ 42 を介してボール螺子ナット 46 に作用する力全体が、該ボール螺子ナット 46 における内周側にボール 47 の存在していない部分に作用する場合に比べ、ボール螺子ナット 46 が傾くことを抑制できる。

#### 【0041】

(3) ラックハウジング 5 の第 2 収容部 32 内に設けられた転がり軸受 56 により、該ボール螺子ナット 46 の一端部のみを回転可能に支持したため、両端部を回転可能に支持する場合に比べ、部品点数を削減できる。しかし、同構成では、ボール螺子ナット 46 が片持ち状態となるため、ラック軸 3 に対して傾き易くなる。したがって、外歯 41a, 42a 及び内歯 43a を螺子溝 61, 62 と反対方向にねじられた斜歯とする構成、及びベルト 43 をその一部が螺子溝 61 のうちの転動領域 T1 と軸方向において重なるように配置する構成により、ボール螺子ナット 46 の傾きを抑制する効果は大である。

#### 【0042】

(4) 転がり軸受 56 とラックハウジング 5 の第 2 収容部 32 との間に、円環状の弾性部材 58 を設けたため、転がり軸受 56 は、該弾性部材 58 によってラックハウジング 5 内で弾性的に支持される。そのため、組付誤差等に起因してボール螺子ナット 46 がラック軸 3 に対して偏心しても、該ボール螺子ナット 46 を円滑に回転させることが可能になるが、ボール螺子ナット 46 がラック軸 3 に対して傾き易くなる。したがって、外歯 41a, 42a 及び内歯 43a を螺子溝 61, 62 と反対方向にねじられた斜歯とする構成、及びベルト 43 をその一部が螺子溝 61 のうちの転動領域 T1 と軸方向において重なるように配置する構成によりボール螺子ナット 46 の傾きを抑制する効果は極めて大である。

#### 【0043】

なお、上記実施形態は、これを適宜変更した以下の態様にて実施することもできる。

・上記実施形態では、転がり軸受 56 と第 2 収容部 32 との間に弾性部材 58 を介在させ、転がり軸受 56 を弾性的に支持したが、これに限らず、弾性部材 58 を設けずに転がり軸受 56 が第 2 収容部 32 内で剛的に支持されるようにしてもよい。

#### 【0044】

・上記実施形態では、ボール螺子ナット 46 の一端部のみを転がり軸受 56 によって回転可能に支持したが、これに限らず、ボール螺子ナット 46 の両端部をそれぞれ回転可能に支持してもよい。

#### 【0045】

・上記実施形態では、ベルト 43 の一部がボール螺子ナット 46 の転動領域 T1 と軸方向において重なるようにベルト 43 を配置したが、これに限らず、ベルト 43 の全体がボール螺子ナット 46 の転動領域 T1 と軸方向において重なるようにベルト 43 を配置してもよい。また、ベルト 43 の全体がボール螺子ナット 46 の転動領域 T1 と軸方向において重ならないようにベルト 43 を配置してもよい。

#### 【0046】

・上記実施形態では、外歯 41a, 42a 及び内歯 43a のねじれ角  $\theta$  を螺子溝 61, 62 のリード角  $\phi$  と等しくなるように設定した。しかし、これに限らず、外歯 41a, 42a 及び内歯 43a の歯すじが螺子溝 61, 62 と反対方向にねじられていれば、これらのねじれ角  $\theta$  を螺子溝 61, 62 のリード角  $\phi$  と異なるように設定してもよい。

#### 【0047】

・上記実施形態では、操舵装置 1 をラック軸 3 がステアリング操作により往復動可能な構成（主に前輪操舵装置）としたが、これに限らず、ラック軸 3 がモータ 12 のトルクによってのみ往復動可能な構成（例えば、後輪操舵装置等）としてもよい。

#### 【符号の説明】

#### 【0048】

1 ... 操舵装置、3 ... ラック軸、5 ... ラックハウジング、12 ... モータ、13 ... 伝達機構、14 ... ボール螺子機構、41 ... 駆動プーリ、41a ... 外歯、42 ... 従動プーリ、42a

10

20

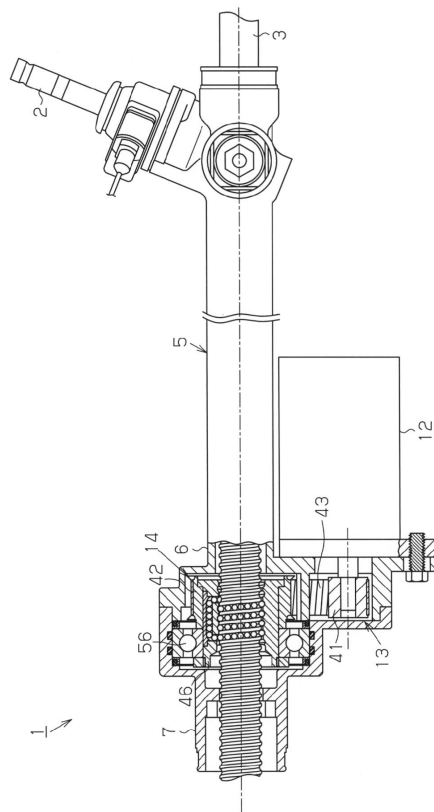
30

40

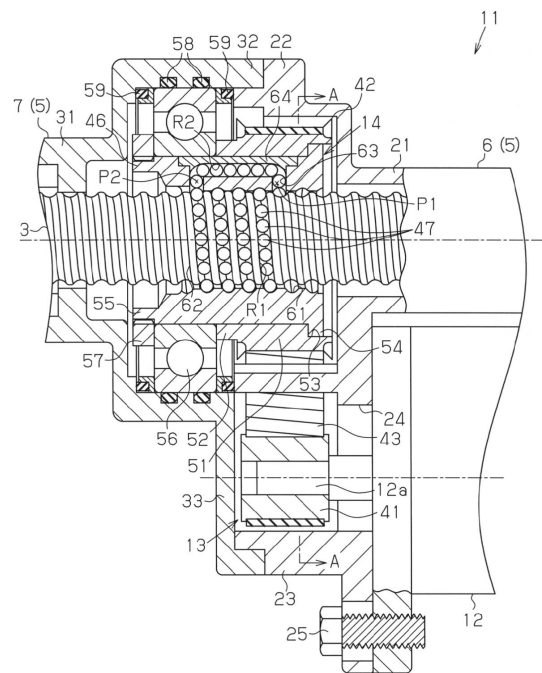
50

...外歯、43...ベルト、43a...内歯、46...ボールネジナット、47...ボール、58，  
59...弾性部材、61，62...螺子溝、R1...ボール軌道、R2...循環路、T1...転動領域、  
T2...非進入領域、 $\phi$ ...リード角、 $t$ ...ねじれ角。

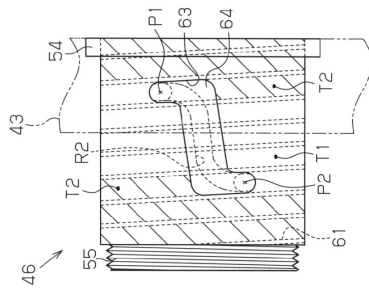
【図1】



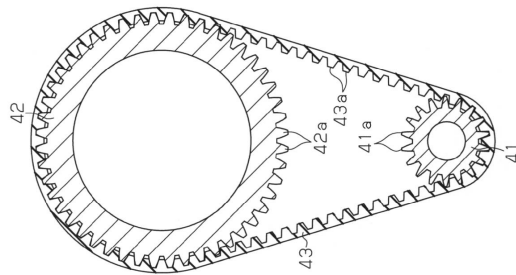
【図2】



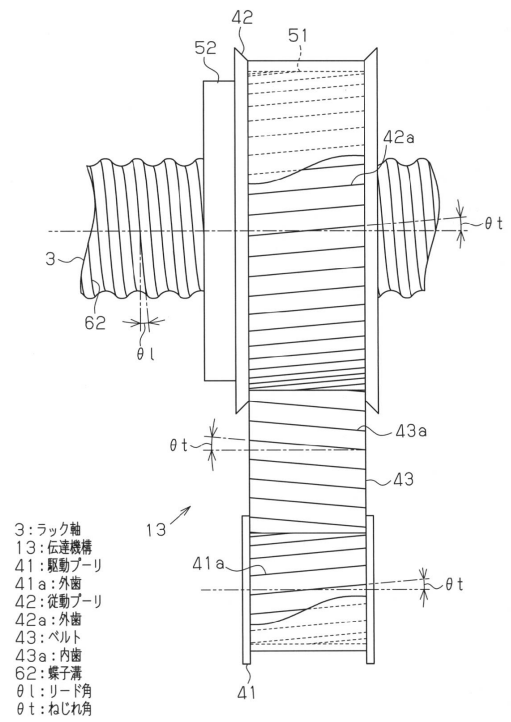
【図 3】



【図 4】

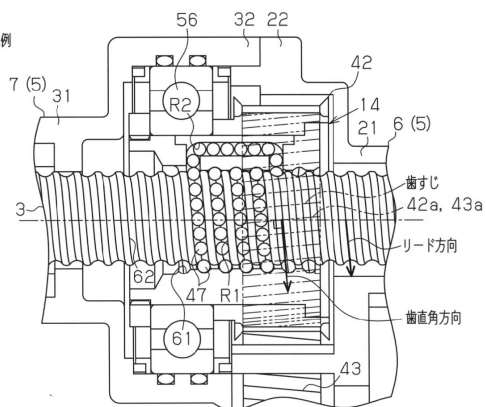


【図 5】

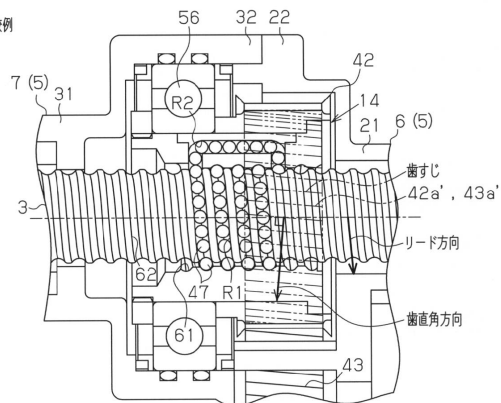


【図 6】

(a) 実施例



(b) 比較例



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>F 1 6 H</i>	<i>25/24</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 H</i> 25/24 B
<i>F 1 6 H</i>	<i>25/22</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 1 6 H</i> 25/22 C

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 3 1 4 7 7 0 ( J P , A )  
 米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 2 2 1 6 6 8 ( U S , A 1 )  
 米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 1 2 7 7 4 2 ( U S , A 1 )  
 特開 2 0 1 2 - 2 2 4 1 9 1 ( J P , A )  
 独国特許出願公開第 1 0 2 0 0 7 0 4 7 7 9 9 ( D E , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 6 2 D	5 / 0 4
F 1 6 H	7 / 0 2
F 1 6 H	7 / 1 8
F 1 6 H	2 5 / 2 2
F 1 6 H	2 5 / 2 4
F 1 6 H	5 5 / 3 8
F 1 6 H	5 5 / 4 9