

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第5部門第2区分
 【発行日】平成21年3月19日(2009.3.19)

【公開番号】特開2006-46405(P2006-46405A)
 【公開日】平成18年2月16日(2006.2.16)
 【年通号数】公開・登録公報2006-007
 【出願番号】特願2004-225633(P2004-225633)
 【国際特許分類】

F 1 6 H 1/32 (2006.01)

F 1 6 H 25/20 (2006.01)

F 1 6 H 25/22 (2006.01)

【F I】

F 1 6 H 1/32 C

F 1 6 H 25/20 E

F 1 6 H 25/22 C

【手続補正書】

【提出日】平成21年1月29日(2009.1.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力軸と、該入力軸に対して相対回転可能に設けられた歯数n1の第1歯車と、出力軸と、該出力軸に対して相対回転不能に設けられた歯数n4の第4歯車とを、各々の軸芯を一致させて配置し、歯数n2の第2歯車および歯数n3の第3歯車を一体に設けた回転体を、第2歯車が上記第1歯車と噛み合い、第3歯車が上記第4歯車と噛み合うように前記入力軸の偏芯部において相対回転可能に支持してなる変速歯車装置であって、

上記入力軸を中空軸として構成し、該入力軸の内周面に上記偏芯部を形成し、該偏芯部において上記回転体を軸受け部材を介して回転自在に支承したことを特徴とする変速歯車装置。

【請求項2】

上記回転体は、第2歯車および第3歯車の半径方向内方において軸方向に貫通する貫通孔を備え、上記出力軸を該貫通孔を貫通して配置したことを特徴とする請求項1に記載の変速歯車装置。

【請求項3】

上記出力軸は、上記ハウジングを軸方向に貫通し、該ハウジングの両端において支承されていることを特徴とする請求項2に記載の変速歯車装置。

【請求項4】

上記出力軸は、内周面に送りナットが形成された中空軸として形成され、該中空軸内に送りナットと係合する送りねじ軸が貫通配置され、該出力軸の回転により該送りねじ軸が直線的に変位するように構成されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載の変速歯車装置。

【請求項5】

上記出力軸は、軸方向の一端において被位置決め手段に連携されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1つに記載の変速歯車装置。

【請求項6】

上記出力軸は、複数の被位置決め部材に連携されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の変速歯車装置。

【請求項 7】

上記入力軸は、半径方向外方において、ステータとロータとを備えたモータに連携されており、該モータの作動により入力軸が駆動されるように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の変速歯車装置。

【請求項 8】

上記入力軸は、上記モータのロータ内周面に嵌合されていることを特徴とする請求項 7 に記載の変速歯車装置

【請求項 9】

上記モータが、コアレスモータであることを特徴とする請求項 7 または 8 のいずれかに記載の変速歯車装置。

【請求項 10】

上記出力軸には、出力軸の回転数を検出する回転センサーが取り付けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つに記載の変速歯車装置。

【請求項 11】

上記回転センサーは、ハウジングの第一歯車側の端部において、出力軸上に取り付けられていることを特徴とする請求項 10 に記載の変速歯車装置。

【請求項 12】

上記モータを制御する制御装置を備え、上記出力軸と入力軸相互間の回転差から装置内のねじれ量を求め、ねじれ量に基づいてモータの制御量を補正制御するように構成したことを特徴とする請求項 7 ないし 11 のいずれか 1 つに記載の変速歯車装置。

【請求項 13】

上記第 1 ないし第 4 歯車が傘歯車であることを特徴とする請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 つに記載の変速歯車装置。

【請求項 14】

上記第 1 および第 4 歯車が内歯歯車であり、該第 1 および第 4 歯車と噛み合う第 2 および第 3 歯車が外歯歯車であることを特徴とする請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 つに記載の変速歯車装置。

【請求項 15】

上記入力軸は、軸方向の両端においてベアリングにより回転可能に支承されていることを特徴とする請求項 1 ないし 14 のいずれか 1 つに記載の変速歯車装置。

【請求項 16】

自動車の操舵装置であって、

ハウジングに固定された歯数 $n1$ の第 1 歯車と、出力軸に取り付けられた歯数 $n4$ の第 4 歯車と、入力軸との各軸芯を一致させて配置し、歯数 $n2$ の第 2 歯車および歯数 $n3$ の第 3 歯車を一体に設けた回転体を、第 2 歯車が第 1 歯車と噛み合い、第 3 歯車が第 4 歯車と噛み合うように前記入力軸の偏芯部で軸支してなる変速歯車装置を備えており、

上記変速歯車装置の入力軸が中空軸として構成され、該入力軸の内周面に上記偏芯部が形成され、該偏芯部において上記回転体が軸受け部材を介して回転自在に支承されていることを特徴とする自動車の操舵装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】変速歯車装置、およびそれを用いた自動車の操舵装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、様々な使用目的に適うアクチュエータの増減速装置として用いられる変速歯車装置に関する。

【背景技術】

【0002】

今日、モータ等の回転駆動源より得られた回転運動を、直線運動に変換して作動する位置決め装置としてのアクチュエータが、様々な機械装置に用いられている。このアクチュエータは、一般に回転軸の回転を変速歯車装置を介して減速し、より大きな駆動トルクを得た状態で被位置決め装置の位置決めを行う。

【0003】

したがって、この種の変速歯車装置はアクチュエータの重要な構成要素の1つとなっている。従来、この種の変速歯車装置は、インボリュート歯車を組み合わせてなるものが一般的であった。ところが、インボリュート歯車の組み合わせにはバックラッシュが必要不可欠であり、精密な位置決めが要求されるアクチュエータの場合には、このバックラッシュの影響が大きく、位置決め精度の悪化を招くこととなる。

【0004】

そこで、可能な限りインボリュート歯車を使用しないで減速を行う変速歯車装置が、各種考案されている。本発明者はバックラッシュの設定が不要かつ大減速比を得る事が可能な変速歯車装置を発明し、特公平7-56324号公報(特許文献1)にその詳細を開示している。この変速歯車装置は、内部に用いられている歯車がいわゆる揺動運動をすることから、揺動型変速歯車装置と称することができる。

【0005】

図4には、本発明者の発明による揺動型歯車装置の要部断面が示されている。揺動型変速歯車装置は、入力軸1と出力軸2との間を、第1~第4歯車A1~A4で連結し、これらの歯車によって減速を行うものである。この第1~第4歯車は傘歯車である。そして、第2歯車A2および第3歯車A3は1つの回転体3に設けられ、回転体3は入力軸1の傾斜部1aで軸支されている。このように回転体3を傾斜支持すると、入力軸1の回転に伴って回転体3に揺動運動を発生させることができる。また、各歯車の歯にコ口4およびコ口との内接面5を用い、歯同士の噛み合い時に生ずる摺動をコ口4の回転で吸収している。したがって、バックラッシュの設定をなくし、かつ、歯同士に意図的に予圧を付与しても、歯同士の噛み合いによる発熱を回避することが可能となる。この手法によると、入力軸1の回転運動が出力軸2に伝達される際に、第1、第2歯車A1, A2と、第3、第4歯車A3, A4とで、2段階の減速作用を受けることになる。

【0006】

したがって、上記揺動型変速歯車装置を、例えばアクチュエータの減速機に用いれば、小型、高精度かつ大出力のアクチュエータを得ることができる。

【特許文献1】特公平7-56324号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、この種の揺動型変速歯車装置は、出力軸の回転を直接被位置決め装置に伝える位置決め装置としてのアクチュエータに適用できることはもちろんであるが、出力軸の回転運動を直線運動に変換して被位置決め装置に伝えるアクチュエータにも適用できる。特に、後者のアクチュエータは、ハウジングの軸方向を貫通する出力軸の内周に、送りナットと係合する送りねじ軸が嵌挿されており、出力軸の回転により送りねじ軸が軸方向に移動し、この変位により被位置決め部材を所定の位置に位置決めするように構成されている。したがって、図4のように回転体3の半径方向内方に入力軸1を配置する場合には、入力軸1を中実軸ではなく中空軸として形成し、その内周に上記出力軸2を嵌挿する必要がある。このため、出力軸2の軸径は入力軸1の軸径によって制約を受け、さらに出力軸の内周に嵌挿される位置決め部材としての送りねじ軸は出力軸2の軸径によって制約を受けることになる。結果として出力軸2の軸径および送りねじ軸の軸径を十分確保すること

ができず、大出力を必要とする分野への適用に課題が残るものであった。

【0008】

また、図4に示す従来の揺動型変速歯車装置は、揺動運動を行う回転体3が半径方向内方において入力軸1に支承されており、入力軸1と出力軸2とがハウジング6の軸方向において互いに対峙して配置されているので、入力軸1および出力軸2の支持が、ハウジング6の端部において、それぞれが独立的になされている。このため、高出力が伝えられる出力軸2においては曲げ荷重に対する支持剛性の確保が困難になるという問題がある。

【0009】

この支持剛性を確保するには、軸受け部材としてのベアリング間の距離を長くする必要があるが、ベアリング間の距離を長くすれば、ハウジングの軸方向寸法が長くなり、装置としてのコンパクト性が損なわれることになる。

【0010】

また、入力軸の内周に出力軸を嵌挿するタイプの位置決め装置においては、出力軸の回転角を検出する回転センサーとしてのエンコーダを直接出力軸上に取り付けるためには、入力軸への非嵌挿部すなわち第4歯車付近の出力軸上の限られた範囲に限定される。このため、第4歯車側のハウジング端部に直接被位置決め装置を取り付ける場合、エンコーダの取り付け位置が極めて限定され、装置の構造が複雑になるだけでなく、装置全体が大型化するという問題がある。

【0011】

また、図4の揺動型変速歯車装置においては、入力軸1は、モータなどによって駆動されることになるが、回転体3が半径方向内方において入力軸1に支承されているため、回転体3の内方においてモータを配置することができず、モータを回転体と並列的に入力軸上に取り付ける必要がある。モータと回転体とはハウジング内に共に配置する必要があり、必然的にハウジングの全長が長くなり、装置としてのコンパクト性が損なわれることになる。

【0012】

本発明は、かかる点に着目してなされたもので、コンパクト性を損なうことなく出力軸を含む各部の設計の自由度を向上できる変速歯車装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するための本発明の請求項1に係る手段は、入力軸と、該入力軸に対して相対回転可能に設けられた歯数 $n1$ の第1歯車と、出力軸と、該出力軸に対して相対回転不能に設けられた歯数 $n4$ の第4歯車とを、各々の軸芯を一致させて配置し、歯数 $n2$ の第2歯車および歯数 $n3$ の第3歯車を一体に設けた回転体を、第2歯車が上記第1歯車と噛み合い、第3歯車が上記第4歯車と噛み合うように前記入力軸の偏芯部において相対回転可能に支持してなる変速歯車装置であって、上記入力軸を中空軸として構成し、該入力軸の内周面に上記偏芯部を形成し、該偏芯部において上記回転体を軸受け部材を介して回転自在に支承したことを特徴とする。

【0014】

上記構成によると、入力軸によって制約を受けることなく、回転体の内周側に大径の貫通空間を確保できるので、この貫通空間に出力軸を配置することによって出力軸の必要径を確保した上でアクチュエータとしての設計の自由度を拡大できる。

【0015】

また、本発明の請求項2にかかわる手段は、請求項1において、上記回転体が、第2歯車および第3歯車の半径方向内方において軸方向に貫通する貫通孔を備え、上記出力軸を該貫通孔を貫通して配置したことを特徴とする。この構成によれば、従来のように入力軸によって出力軸の必要径が制約を受けることがなく、必要径を確保した上で出力軸の両端を被位置決め手段に連携させることができ、位置決め手段としてのアクチュエータの機能を向上させうる。

【0016】

また、本発明の請求項 3 にかかわる手段は、請求項 2 において、上記出力軸が、上記ハウジングを軸方向に貫通し、該ハウジングの両端において支承されていることを特徴とする。この構成によれば、ハウジングの軸方向の長さを長くすることなく、出力軸の支承距離を十分確保できるので、支持剛性を向上させ得る。

【0017】

また、本発明の請求項 4 にかかわる手段は、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つにおいて、上記出力軸が、内周面に送りナットが形成された中空軸として形成され、該中空軸内に送りナットと係合する送りねじ軸が貫通配置されていることを特徴とする。この構成によれば、位置決め手段としての送りナットおよび送りねじ軸の必要径を十分確保でき、回転運動を直線運動に変換する位置決め手段としての機能を高めることができる。

【0018】

また、本発明の請求項 5 にかかわる手段は、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つにおいて、上記出力軸が、軸方向一端において被位置決め手段に連携されていることを特徴とする。

【0019】

この構成によれば、回転センサーなどの付属構成部品を出力軸の他端部に集中配置することができるので、被位置決め部材を第 4 歯車側のハウジング端部に直接取り付けことができ、装置全体の小型化に貢献する。

【0020】

また、本発明の請求項 6 にかかわる手段は、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つにおいて、上記出力軸が、複数の被位置決め部材に連携されていることを特徴とする。この構成によれば、コンパクト性を維持した上で複数の被位置決め手段を確実に作動させることができる。

【0021】

また、本発明の請求項 7 にかかわる手段は、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つにおいて、上記入力軸には、半径方向外方において、ステータとロータとを備えたモータに連携されており、該モータの作動により入力軸が駆動されるように構成したことを特徴とする。この構成によれば、モータの出力が、半径方向内方に位置する入力軸に直接伝えられることになり、動力の伝達経路が極めて簡略化され、装置のコンパクト化に大きく貢献する。

【0022】

また、本発明の請求項 8 にかかわる手段は、請求項 7 において、上記入力軸は、上記モータのロータ内周面に嵌合されていることを特徴とする。この構成によれば、請求項 7 と同様に装置のコンパクト化に大きく貢献する。

【0023】

また、本発明の請求項 9 にかかわる手段は請求項 7 または 8 において、上記モータが、コアレスモータであることを特徴とする。この構成によれば、半径方向のコンパクト化においてさらに有効となる。

【0024】

本発明の請求項 10 にかかわる手段は請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 つにおいて、上記出力軸には、出力軸の回転数を検出する回転センサーが取り付けられていることを特徴とする。この構成によれば、装置のコンパクト性を損なうことなく出力軸の回転数を直接検出ことができ、位置決め手段の位置制御を正確に行うことができる。

【0025】

本発明の請求項 11 にかかわる手段は、請求項 10 において、上記回転センサーが、ハウジングの第一歯車側の端部において、出力軸上に取り付けられていることを特徴とする。この構成によれば、出力の取り出し側である第 4 歯車側のハウジング端面に被位置決め手段を直接取り付けことができ、全体としてコンパクトにまとめることができる。

【0026】

本発明の請求項 12 にかかわる手段は、請求項 7 ないし 11 のいずれか 1 つにおいて、上記モータを制御する制御装置を備え、上記出力軸と入力軸相互間の回転差から装置内の

ねじれ量を求め、ねじれ量に基づいてモータの制御量を補正制御するように構成したことを特徴とする。この構成によれば、装置としてのコンパクト性を確保した上で位置決め精度を高めることができる。

【0027】

本発明の請求項13にかかわる手段は、請求項1ないし12のいずれか1つにおいて、上記第1ないし第4歯車が傘歯車であることを特徴とする。この構成によれば、半径方向のコンパクト性を高めることができる。

【0028】

本発明の請求項14にかかわる手段は、請求項1ないし12のいずれか1つにおいて、上記第1および第4歯車が内歯歯車であり、該第1および第4歯車と噛み合う第2および第3歯車が外歯歯車であることを特徴とする。この構成によれば、傘歯車に比べて軸方向のコンパクト性を高めることができる。

【0029】

本発明の請求項15にかかわる手段は、請求項1ないし14のいずれか1つにおいて、上記入力軸が軸方向の両端においてベアリングにより回転可能に支承されていることを特徴とする。この構成によれば、入力軸の支持剛性を向上しうる。

【0030】

本発明の請求項16にかかわる手段は、自動車の操舵装置であって、ハウジングに固定された歯数 $n1$ の第1歯車と、出力軸に取り付けられた歯数 $n4$ の第4歯車と、入力軸との各軸芯を一致させて配置し、歯数 $n2$ の第2歯車および歯数 $n3$ の第3歯車を一体に設けた回転体を、第2歯車が第1歯車と噛み合い、第3歯車が第4歯車と噛み合うように前記入力軸の偏芯部で軸支してなる変速歯車装置を備えており、この変速歯車装置の入力軸が中空軸として構成され、該入力軸の内周面に上記偏芯部が形成され、該偏芯部において上記回転体が軸受け部材を介して回転自在に支承されていることを特徴とする。

【0031】

上記構成によると、自動車の操舵装置において上記請求項1の変速歯車装置を適用することによって設計の自由度を拡大できる。

【発明の効果】

【0032】

本発明は以上のように構成したので、入力軸によって制約を受けることなく、回転体の内周側に大径の貫通空間を確保できるので、この貫通空間に出力軸を配置することによって出力軸の必要径を確保した上でアクチュエータとしての設計の自由度を拡大できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、本発明の第1実施形態を添付図面に基づいて説明する。ここで、従来例と同じないしは相当部分については同一符号で示し、詳しい説明は省略する。

【0034】

図1に示す第1実施形態の揺動型変速歯車装置は、入力軸1、出力軸2、回転体3、動力源としてのモータ7およびこれらの各部を収容するハウジング6とで構成されている。なお、ハウジング6は筒状の外周壁6aとその両側に位置する端壁6b、6cとで構成されている。

【0035】

入力軸1は中空軸として構成され、軸方向両端において、ハウジング6の内周面に対しベアリング8、8を介して回転可能に支承されている。なお、入力軸1はハウジング6の軸芯と同芯的に支承されている。入力軸1の内周面には、入力軸1の軸芯Xに対し、所定角度傾斜した軸芯Yを有する偏芯部としての傾斜部1aを備えている。入力軸1の傾斜部1aには軸受け部材としてのベアリング9、9を介して、回転体3が回転自在に支承されている。

【0036】

回転体3は、軸心Yを中心に回転することになるので、入力軸1の回転により軸心Xに

対し、揺動運動すなわち首振り運動を行うことになる。また、回転体 3 の軸方向の端面には第 2 歯車 A2 および第 3 歯車 A3 が形成されている。第 2 歯車 A2 は、ハウジング 6 の端壁 6b にボルトにて一体に固定されたスリーブ 6d の軸方向端面に形成された第 1 歯車 A1 と噛み合い、また、第 3 歯車 A3 は、出力軸 2 に一体に固定されたスリーブ 2a 軸方向端面に形成された第 4 歯車 A4 と噛み合うように構成されている。

【 0 0 3 7 】

第 1 ないし第 4 歯車 A1 ないし A4 は傘歯車として構成され、その噛み合い部には図 5 に示す従来の歯車装置と同様にコロ 4 が介在されており、その内接面 5 は、コロ 4 に対応するように半円形状に形成されている。したがって、歯同士の噛み合い時に生ずる摺動をコロ 4 の回転で吸収できるので、バックラッシュの設定をなくし、かつ、歯同士に意図的に予圧を付与しても、歯同士の噛み合いによる発熱を回避することが可能となる。また、回転体 3 の半径方向内方には、第 2 および第 3 歯車 A2, A3 より内方において、軸方向に貫通する大径の貫通孔 3a が形成されている。

【 0 0 3 8 】

出力軸 2 は、貫通孔 3a およびハウジング 6 を軸方向において貫通して設けられており、第 4 歯車側端部の一端は、端壁 6c に固定されたスリーブ 2a の嵌挿部においてベアリング 11 を介してハウジング 6 に支承されている。また、他端はベアリング 12 を介してハウジング 6 の端壁 6b すなわちスリーブ 6d に支承されている。また、出力軸 2 は、その大径部 2b において被位置決め部材（図示せず）に連携されている。この場合、出力軸 2 の回転は、被位置決め部材の形態によって回転変位を直接伝えるようにすることも可能で、また、回転運動を直線運動に変換して伝えることも可能である。また、出力軸 2 と被位置決め部材との連携にあたって、両者間に中間部材を介在させることも可能であるが、被位置決め部材をハウジング 6 の一方の端壁 6c に直接取り付けられることも可能である。後者の場合、出力歯車としての第 4 歯車に近接して取り付けることが出来るので、装置全体としてのコンパクト性が向上するだけでなく、伝達効率が向上する。

【 0 0 3 9 】

また、出力軸 2 の他端小径部 2c には、回転センサーとしてのエンコーダ 10 のディスク 10a が直接取り付けられており、このディスク 10a とハウジング側に取り付けられている検出部 10b とで出力軸 2 の回転数（回転角）を検出するように構成されている。回転センサーの取り付け位置としては、出力軸上であれば、どの位置でもよく、例えば大径部 2b 側でも良いが、本実施形態のように大径部 2b とは反対側である小径部 2c に設けることによって、被位置決め部材を第 4 歯車 A4 に近接して取り付けることが出来るので、構造も簡単になり、効率も良い。本実施形態において、出力軸 2 は、回転体 3 内周の大径の貫通孔 3a およびその延長上においてその空間を専用空間とすることが出来るので回転センサーの取り付け位置の自由度の拡大のみならず、多くの設計上の自由度が生まれる。

【 0 0 4 0 】

まず、出力軸 2 は、従来のように入力軸 1 によって半径方向に制約を受けることがないので、大径にすることが出来、このことにより、高出力型の位置決め装置への適用が可能となる。

【 0 0 4 1 】

また出力軸 2 は従来のように軸方向においても制約を受けることがないので出力軸 2 を、ハウジング 6 を軸方向に貫通配置することが出来るので、その支承位置をハウジング 6 の軸方向両端部で行うことが可能となり、曲げ荷重に対する支持剛性を向上しうる。

【 0 0 4 2 】

また、出力軸 2 が、その軸方向両端において、被位置決め部材との連携を図ることが出来、しかも連携構造の簡略化が可能となる。

【 0 0 4 3 】

モータ 7 は、ステータ 7a、ロータ 7b、モータケース 7c とを備えたいわゆるコアレスモータで、ステータ 7a は、鉄心がなく巻き線が樹脂などにより固められて環状に形成されモータケース 7c に固定されている。ロータ 7b は永久磁石からなり、入力軸 1 の外周に直接圧入

嵌合されている。このコアレスモータは文字どおりステータのコアが省略されているため、半径方向の幅寸法を小さくでき装置の小型化に貢献する。また、モータケース7cはハウジング6の外周壁6aとして構成され、このケースと両側に位置する端壁6b,6cとでハウジング6を構成している。また、入力軸1の外周部には回転センサーとしての入力軸エンコーダ(またはレゾルバ)13が設けられている。

【0044】

図2には、本実施形態にかかわる変速歯車装置を制御する制御装置の概略をブロック図で示している。この制御装置は、回転センサーとしての各エンコーダ10,13からの信号を処理するインターフェース14と、各種信号を受け制御信号を出力するCPU15と、CPU15からの制御信号を受けモータ7への作動信号を出力するドライバー16とで構成されている。

【0045】

以上のように構成された図1および図2に示す変速歯車装置の動作は以下のとおりである。

【0046】

まず、本発明の実施の形態に係る揺動型変速歯車装置の原理について説明する。

【0047】

入力軸1が回転すると、傾斜部1aが揺動すなわち首を振るような運動をし、これに軸支される回転体3は、あたかも停止寸前のこまのように揺動運動をする。そして、回転体3は揺動運動をすることにより、第2歯車A2を第1歯車A1に、また、第3歯車A3を第4歯車A4に夫々噛み合わせていく。すると、第2歯車A2は、1周期の揺動運動(入力軸1の1回転)当り、第1歯車A1との歯数差に相当する分だけ第1歯車A1に対して回転する。すなわち、第1歯車A1と、第2歯車A2との間で、1段階の減速がなされる。

【0048】

ここで、第1歯車A1の歯数を100、第2歯車A2の歯数を101とした場合を考える。入力軸1が1回正回転すると、第1歯車A1に対して第2歯車A2は1/101だけ正回転する。第2歯車A2の運動は、第3歯車A3に直接伝わり、第3歯車A3と第4歯車A4の間でも、同様の噛み合いを行う。この場合、第3歯車A3の歯数を100、第4歯車A4の歯数を99とすると、第3歯車A3に対して第4歯車A4は1/99だけ逆回転する。よって、第3歯車A3と第4歯車A4の間でも、1段階の減速がなされる。すなわち、入力軸1の回転運動が出力軸2に伝達される際に、第1、第2歯車A1, A2と、第3第4歯車A3, A4とで、2段階の減速作用を受けることになる。

【0049】

上記揺動型変速歯車装置の減速比をR(入力軸1が1回転したときの出力軸2の回転数)とすると、 $R = 1 - (n1 \times n3) / (n2 \times n4) \dots\dots(i)$

ここで、n1:第1歯車A1の歯数、n2:第2歯車A2の歯数、n3:第3歯車A3の歯数、n4:第4歯車A4の歯数で求めることができる。ここで、n1=1000、n2=1001、n3=1000、n4=999とすると、減速比R=1/100万(正回転)となる。このように、揺動型変速歯車装置は、僅か4枚の歯車で大きな減速比を得ることができるものである。

【0050】

また、第2歯車A2、第3歯車A3が揺動運動をしながら、第1歯車A1、第4歯車A4と噛み合う際には、各噛み合い面には摺動を生ずる。この摺動により発生する騒音、振動および発熱による焼き付きを防止する為に、各歯車の歯には、コロ4およびコロとの内接面5を採用している。具体的には、図5に示すように第1歯車A1(第4歯車A4)に形成されたコロとの内接面5にコロ4を浮遊支持し、半円筒状の凸歯を形成している。また、第2歯車A2(第3歯車A3)にもコロとの内接面5を形成し、半円溝状の凹歯を形成する。そして、回転体3が矢印Bで示す方向に揺動運動を行うと、第2歯車A2(第3歯車A3)は矢印Cで示す方向に移動し、各凹歯と凸歯とを噛み合わせていく。そして、各凹歯と凸歯との間に生ずる摺動を、コロ4の回転で吸収している。したがって、バックラッシの設定を不要とするばかりか、各歯車間に予圧を付与して、精密な噛み合わせを行うことができる。

【0051】

なお、前述のごとく、第1歯車A1の歯数と第2歯車A2の歯数差が1の場合には、揺動運動が1周期進むと、第1歯車A1と第2歯車A2との間で、噛み合う歯は1つづれる。また、同歯数差が2の場合は、揺動運動が1周期進むと、第1歯車A1と第2歯車A2との間で、噛み合う歯は2つづれる。同様にして、歯数差がnの場合には、噛み合う歯はn個づれることになる。このことは、第3、第4歯車A3、A4の関係においても同じである。

【0052】

以上のごとく、本発明にかかわる揺動型変速歯車装置は、その大きさの割りに大きなトルクを伝達することが可能であり、しかも、出力軸の分解能は、入力側回転センサーのパルス数に減速比を乗算した値となり、高精度化がメカ的に可能となる。したがって、電動モータなどを動力源とするアクチュエータに使用すれば、小型、高精度かつ大出力のアクチュエータを構成することができる。

【0053】

以上のような原理で作動する揺動型変速歯車装置について、図2に基づいてその制御について説明する。

【0054】

CPU15から信号を受けてモータ7が作動すると、モータ7のロータ7bと一体に結合された入力軸1が回転する。入力軸1の回転により、回転体3が入力軸1の傾斜部1aにより規制されて揺動運動つまり首振り運動を行う。この首振り運動により、第1歯車A1と第2歯車A2の噛み合い位置が順次第1歯車A1上を移動することになる。このとき、回転体3は、入力軸1の一回転に対し、第1歯車A1と第2歯車A2の歯数差に相当する回転角だけ入力軸1と同方向に回転し一段目の減速が行われる。つまり、第2歯車の歯数が第1歯車より一枚多い場合には、一歯分に相当する回転角だけ回転する。

【0055】

また同時に、回転体3は第4歯車A4に対しても首振り運動を行い、ここで二段目の減速が行われることになる。したがって、モータ7により駆動される入力軸1の回転は、二段階で大幅に減速されると共に出力が大幅に増幅されて出力軸2に伝達されることになる。

【0056】

この場合、出力軸2の回転角は、基本的につまり無負荷状態では、入力軸1の回転角に対し第1ないし第4歯車間の減速比によって決まるものであるが、現実には出力軸2は被位置決め部材に連携されており、被位置決め部材の負荷によって装置の各部にねじれが発生する。出力軸2の回転角は、このねじれ量によって初期の回転角より小さい回転角となり、この狂いは位置決め制度に悪影響を与えることになる。本実施形態においては、この狂いは制御装置によるモータ7の制御によって是正される。

【0057】

以下、制御装置の制御手順を説明する。

(1)まず、出力軸2に所望の回転角を得るために必要な回転角をCPU15で割り出す。

(2)CPUの指令によりモータ7が作動し、入力軸1は所定回転数(回転角)回転する。

(3)入力軸1の回転は、第1ないし第4歯車による減速作用により減速され、出力軸2は回転変位する。このとき、入力軸1および出力軸2の回転角は入、出力軸エンコーダ10,13によって検出され、その出力はCPU15に伝えられる。CPU内において出力差つまり回転角の差を求め、その差を減速比に対応した所期の値に対する未達角として求める。この未達角に対応した補正制御値をメモリーから読み出し、上記未達角に応じてモータ7の回転を上昇させ、出力軸2を初期の回転角になるように補正制御する。上記入、出力軸間の偏差は、装置のねじれに相当するもので、このねじれ量は装置に作用する負荷の大きさに対応しており、負荷が高いほど大きくなり、その分上記補正値は大きくなる。したがって、負荷とねじれ量との関係をあらかじめ計測しメモリーに記憶させ、この値でもって出力軸の回転角が初期の値になるように補正制御することになる。

(4)入、出力軸2の回転角が所期の値になると、CPU15はモータ7の作動を停止させ、位置決めが完了する。

【0058】

次に、図3に示す本願変速歯車装置の第2実施形態について説明する。第1実施形態と同一ないしは相当部分については同一符号を付し説明を省略する。

【0059】

図3に示す変速歯車装置は、出力軸2の内周部に形成された送りナット20と、この送りナット20と複数のボール21を介して係合する送りねじ軸22とで構成されるボールナット式の位置決め装置として構成されている。送りねじ軸22は、出力軸2の回転運動に対し送りナット20との係合関係により、軸方向に変位するように構成されており、その軸方向の変位により、両端において連携する被位置決め部材のそれぞれの位置決めが可能となる。

【0060】

以上のとおり第2実施形態においても、入力軸1がケーシング6の半径方向外方向の筒状部6aの内周に対し回転自在に支承され、しかも出力軸2が、回転体3の貫通孔3aを軸方向において貫通配置する構造であるため、出力軸2が入力軸1によって制約を受けることなく、出力軸2の必要径を確保した上でアクチュエータの設計自由度を拡大できる。すなわち、モータ7からの動力が、半径方向外方から半径方向内方に向かって伝えられることになるので、半径方向内方は軸方向の全域にわたって出力軸2の専用スペースとして活用でき、出力軸2の径を大出力に対応した大径に設定することもでき、その内周を貫通する位置決め部材としての送りねじ軸22の径も十分確保でき、設計の自由度が極めて拡大できる。

【0061】

また、送りねじ軸22は、アクチュエータの専用の構成要素として構成することもできるが、被位置決め部材の構成要素の軸を兼用するものであってもよい。

【0062】

なお、出力軸2の一端には応力センサー23が装着されており、外力により生ずる応力値と、装置に生じているねじり量を検出することが可能となる。

【0063】

また、本実施形態においては、入力軸1と出力軸2にそれぞれ回転センサーとしてのエンコーダ10, 13が設けられており、このエンコーダによっても装置のねじれ量を求めることができる。この場合、一方を基本制御の信号として用い、他方を故障時のバックアップとして用いることができる。

【0064】

また、本実施形態においては、ねじれ量を正確に計測できるので、ねじれ量とトルク、荷重の実測値を記録することで、より正確なトルクや荷重が計測できる計測器に適用できる。

【0065】

(他の実施形態)

本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【0066】

上記実施形態1および2に示す変速歯車装置は、回転体を入力軸に形成した傾斜部で支承し、回転体を揺動させるいわゆる揺動型の歯車装置を例示しているが、入力軸に対し所定の偏心量を与え、回転体を偏心回転運動させるタイプの変速歯車装置にも適用可能である。この場合、第1歯車および第4歯車は内歯歯車とし、第2歯車および第3歯車は外歯歯車にする必要がある。

【0067】

また、上記実施形態においては位置決め装置への適用について説明したが、位置決め装置に限らず、たとえば、自動車などの操舵装置のパワーアシスト装置としても適用できる。

【0068】

また、第1ないし第4歯車の歯数設定、傾斜部と入力軸との傾斜角度の設定によって、第1歯車と第2歯車間での減速作用と、第3歯車と第4歯車間での減速作用の2段階の減速作用

が得られるようにすることもでき、第1、第2歯車間による1段階のみの減速作用に限定することもでき、必要に応じて任意に設定できる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】本発明の第1実施形態に係わる変速歯車装置の断面図。

【図2】図1に示す変速歯車装置の制御ブロック図。

【図3】本発明の第2実施形態に係わる変速歯車装置の断面図。

【図4】従来の変速歯車装置の断面図。

【図5】図1および図4に示す変速歯車装置の噛み合い部の展開説明図。

【符号の説明】

【0070】

- 1 入力軸
- 1a 偏芯部
- 2 出力軸
- 3 回転体
- 3a 貫通孔
- 6ハウジング
- 7 モータ
- 10 回転センサー
- 13 回転センサー
- 20 送りナット
- 22 送りねじ軸
- A1 第1歯車
- A2 第2歯車
- A3 第3歯車
- A4 第4歯車