(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2010-214980
(P2010-214980A)
(43)公開日　平成22年9月30日(2010.9.30)

| (51)Int.Cl. | | F I | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|
| B60G 11/18 | (2006.01) | B60G 11/18 | | 3D301 |
| B60G 11/20 | (2006.01) | B60G 11/20 | | 3J048 |
| B60G 17/015 | (2006.01) | B60G 17/015 | Z | 3J059 |
| F16F 1/14 | (2006.01) | F16F 1/14 | | |
| F16F 15/02 | (2006.01) | F16F 15/02 | B | |

審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 16 頁）

(21)出願番号　特願2009-60536(P2009-60536)
(22)出願日　平成21年3月13日(2009.3.13)

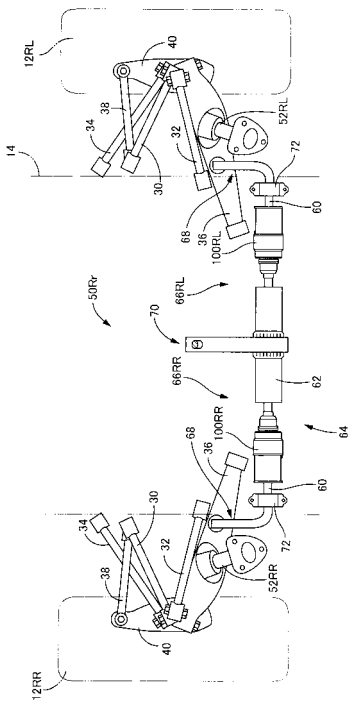
(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　110000969
特許業務法人中部国際特許事務所
(72)発明者　村田　智史
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　3D301 AA04 AA06 AA07 AB02 CA13 DA11 DA22 DA33 DA45 DA89 DA92 DA96 DB11 DB15 DB50 EA15 EA19 EA21 EA22 EA43 EA50 EA52 EB06 EB07 EB09 EB38 EC01 EC08 EC41 EC43 EC44

最終頁に続く

(54)【発明の名称】車両用サスペンション装置

(57)【要約】
【課題】トーションバースプリングを備えたサスペンション装置の実用性を向上させる。
【解決手段】(A)車幅方向に延びるトーションバー６６と、(B)そのトーションバー６６の両端部の各々からそれと交差して延び出して左右の車輪保持部材４０に連結される１対のアーム６８と、(C)トーションバー６６の軸線方向における中央部を車体１４に固定してその部分の回転を禁止する固定具７０と、(D)それぞれが、車体１４に配設され、トーションバー６６の両端部の各々と中央部との間の部分の各々に回転力を付与する１対のアクチュエータ１００とを備え、トーションバー６６の捩り反力によって車体１４を懸架するとともに、１対のアクチュエータ１００によりトーションバー６６に付与される回転力によって、左右の車輪１２の各々と車体１４とに対してそれらが接近・離間する向きの力が付与されるように構成する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
車幅方向に延びる軸線に沿って車体に配設されたトーションバーと、
そのトーションバーの両端部の各々からそのトーションバーと交差して延び出してそれぞれが先端部において左右の車輪保持部材に連結される１対のアームと、
前記トーションバーの前記軸線方向における中央部を車体に固定して、そのトーションバーの中央部の回転を禁止する固定具と、
それぞれが、車体に配設され、前記トーションバーの両端部の各々と前記中央部との間の部分の各々に回転力を付与する１対のアクチュエータと
を備え、
前記トーションバーの捩り反力によって車体を懸架するとともに、前記１対のアクチュエータにより前記トーションバーに付与される回転力によって、左右の車輪の各々と車体とに対してそれらが接近・離間する向きの力が付与されるように構成された車両用サスペンション装置。
【請求項２】
前記トーションバーが、
互いに同軸的に、かつ、それぞれの一端部が近接する状態で配設されるとともに、それぞれの他端部に前記１対のアームがそれぞれ設けられた１対のメインバー部と、
それぞれが、前記１対のメインバー部のうちの自身に対応するものに外嵌するとともに、自身の一端部がその１対のメインバー部のうちの自身に対応するものの一端部に連結される１対の内筒部と、
それら１対の内筒部に外嵌するとともに、自身の両端部の各々が前記１対の内筒部の各々の他端部に連結される外筒部と
を有する請求項１に記載の車両用サスペンション装置。
【請求項３】
前記１対のアクチュエータの各々が、前記１対のメインバー部の各々において回転力を付与するものであり、
前記固定具が、記外筒部の一部を車体に固定するものである請求項２に記載の車両用サスペンション装置。
【請求項４】
前記トーションバーが、
一端部に前記１対のアームの一方が設けられた第１トーションバー部材と、
一端部に前記１対のアームの他方が設けられた第２トーションバー部材と、
両端部の各々が前記第１トーションバー部材の他端部と前記第２トーションバー部材の他端部とに着脱可能に連結されて、前記第１トーションバー部材と前記第２トーションバー部材とをつなぐ第３トーションバー部材と
を含んで構成された請求項１ないし請求項３のいずれか１つに記載の車両用サスペンション装置。
【請求項５】
前記１対のアクチュエータの各々が、前記第１トーションバー部材と前記第２トーションバー部材との各々において回転力を付与するものであり、
前記固定具が、前記第３トーションバー部材の一部を車体に固定するものである請求項４に記載の車両用サスペンション装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、トーションバー式のサスペンションスプリングを備えた車両用サスペンション装置に関する。
【背景技術】
【０００２】

車両用サスペンション装置の一構成要素であるサスペンションスプリングとして、下記特許文献に記載されているように、トーションバーの捩り反力によって車体を懸架するトーションバー式のサスペンションスプリング（以下、「トーションバースプリング」という場合がある）が存在する。詳しく言えば、トーションバースプリングは、トーションバーの一端が車体に固定されるとともに他端が車輪に連結されており、車輪と車体との接近・離間に伴ってトーションバーが軸線回りに捩られ、そのトーションバーの捩り反力によって車輪と車体とを弾性的に連結するものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平５－１５５２２５号公報

【特許文献２】実開昭６１－１８３７０９号公報

【特許文献３】実開昭６０－７２７０６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

上記特許文献１および２に記載のサスペンション装置は、トーションバーの捩れ量を駆動源によって調整することで、トーションバーの捩り反力を変化させ、車体と車輪との間の距離を変更すること、つまり、容易に車高調整を行うことが可能とされている。また、上記特許文献３に記載されたサスペンション装置は、トーションバーの外周に弾性体を固定し、その弾性体の外周面がトーションバーの軸線回りの回転に伴って回転する状態から回転しない状態に切り換えることで、その弾性体の周方向の捩り反力をも利用して、サスペンションスプリングのばね定数を切り換えることが可能とされている。これら、トーションバースプリングを備えたサスペンション装置の改良例は、ほんの一例に過ぎないが、トーションバースプリングを備えたサスペンション装置は、未だ改良の余地を残すものとなっている。そこで、種々の改良を施すことによって、トーションバースプリングを備えたサスペンション装置の実用性を向上させ得ると考えられる。本発明は、そのような実情に鑑みてなされたものであり、実用性の高い車両用サスペンション装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

上記の課題を解決するために、本発明のサスペンション装置は、(A)車幅方向に延びる軸線に沿って車体に配設されたトーションバーと、(B)そのトーションバーの両端部の各々からそのトーションバーと交差して延び出してそれぞれが先端部において左右の車輪保持部材に連結される１対のアームと、(C)トーションバーの軸線方向における中央部を車体に固定してその部分の回転を禁止する固定具と、(D)それぞれが、車体に配設され、トーションバーの両端部の各々と中央部との間の部分の各々に回転力を付与する１対のアクチュエータとを備え、トーションバーの捩り反力によって車体を懸架するとともに、１対のアクチュエータによりトーションバーに付与される回転力によって、左右の車輪の各々と車体とに対してそれらが接近・離間する向きの力が付与されるように構成される。

【発明の効果】

【０００６】

本発明のサスペンション装置は、１本のトーションバーと１つの固定具によって、左右の車輪に対応するトーションバースプリングの両者が構成されているため、比較的簡便な構成の装置となっている。また、本発明のサスペンション装置によれば、１対のアクチュエータの各々によって、車体と左右の車輪の各々との間に、それらが接近・離間する向きの力がトーションバーを介して付与されるため、例えば、車体のロール量やピッチ量を抑制するアクティブな制御が実行可能となる。そのような利点を有することから、本発明の車両用サスペンション装置は実用性の高いものとなる。

【発明の態様】

【０００７】
以下に、本願において特許請求が可能と認識されている発明（以下、「請求可能発明」という場合がある）の態様をいくつか例示し、それらについて説明する。各態様は請求項と同様に、項に区分し、各項に番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用する形式で記載する。これは、あくまでも請求可能発明の理解を容易にするためであり、それらの発明を構成する構成要素の組み合わせを、以下の各項に記載されたものに限定する趣旨ではない。つまり、請求可能発明は、各項に付随する記載，実施例の記載等を参酌して解釈されるべきであり、その解釈に従う限りにおいて、各項の態様にさらに他の構成要素を付加した態様も、また、各項の態様から何某かの構成要素を削除した態様も、請求可能発明の一態様となり得るのである。

【０００８】
なお、以下の各項において、（１）項が、請求項１に相当し、請求項１に（３）項の技術的特徴を付加したものが請求項２に、請求項２に（４）項および（５）項の技術的特徴を付加したものが請求項３に、請求項１ないし請求項３のいずれか１つに（６）項の技術的特徴を付加したものが請求項４に、請求項４に（７）項および（８）項の技術的特徴を付加したものが請求項３に、それぞれ相当する。

【０００９】
（１）車幅方向に延びる軸線に沿って車体に配設されたトーションバーと、
そのトーションバーの両端部の各々からそのトーションバーと交差して延び出してそれぞれが先端部において左右の車輪保持部材に連結される１対のアームと、
前記トーションバーの前記軸線方向における中央部を車体に固定して、そのトーションバーの中央部の回転を禁止する固定具と、
それぞれが、車体に配設され、前記トーションバーの両端部の各々と前記中央部との間の部分の各々に回転力を付与する１対のアクチュエータと
を備え、
前記トーションバーの捩り反力によって車体を懸架するとともに、前記１対のアクチュエータにより前記トーションバーに付与される回転力によって、左右の車輪の各々と車体とに対してそれらが接近・離間する向きの力が付与されるように構成された車両用サスペンション装置。

【００１０】
本項に記載のサスペンション装置は、１本のトーションバーがそれの中央部において１つの固定具によって車体に固定されており、そのトーションバーの中央部より左車輪側の部分が、左車輪と車体との接近離間動作に伴って捩られ、トーションバーの中央部より右車輪側の部分が、右車輪と車体との接近離間動作に伴って捩られることになる。つまり、本項に記載のサスペンション装置は、左右の車輪に対応するサスペンションスプリングとしてのトーションバースプリングの両者が、１本のトーションバーと１つの固定具のみによって構成されているのであり、左右のトーションバースプリングが一体化されて簡便な構成の装置となっている。ちなみに、本項に記載のサスペンション装置は、従来からあるスタビライザバーが中央部で車体に固定されたような構成と考えることもできる。

【００１１】
本項の態様の「トーションバー」は、中央部と両端部の一方との間の部分と、中央部と両端部の他方との間の部分とが、それぞれ捩られるように構成されたものであればよく、一部材のものに限定されない。例えば、複数の部材を有し、それらの各々が固定的に連結されて１本の棒状に構成されたものであってもよい。また、そのトーションバーの両端部から交差して延び出す「１対のアーム」は、トーションバーとは別部材でトーションバーの端部の各々に固定されたものであってもよく、１本の棒状の部材が折り曲げられてトーションバーと一体的に形成されたものであってもよい。

【００１２】
本項の態様の「固定具」には、トーションバーの中央部を、両端部に対して捩った状態で軸線回りの回転を禁止するように車体に固定させることで、トーションバーに車体を懸

架するための捩り反力を発生させる構成のものを採用可能であり、例えば、いわゆるアンカーアームを採用可能である。そのアンカーアームは、トーションバーの中央部の回転量を変更して、トーションバーの捩り反力を調整することが可能であり、車体と車輪との間の距離を容易に調整することが可能である。

【００１３】

また、本項に記載のサスペンション装置は、トーションバーの中央部と両端部の各々との間の部分の各々に、１対のアクチュエータによって回転力を付与することが可能に構成されている。つまり、本項に記載のサスペンション装置は、アクチュエータが発生させるアクチュエータ力を、トーションバーを介して、左右の車輪の各々と車体とに作用させることが可能とされている。その「アクチュエータ」が、アクチュエータ力を、車輪と車体との接近離間動作に対する抵抗力として発生可能なものであれば、本項に記載のサスペンション装置は、ショックアブソーバとしての機能を有することになる。また、アクチュエータは、ばね上部とばね下部とを積極的に相対動作させる力、つまり推進力や、外部からの入力に対してばね上部とばね下部とを相対動作させないようにする力、つまり維持力をも発生可能なものとすることができる。つまり、本項に記載のサスペンション装置は、アクチュエータが発生させる種々のアクチュエータ力を利用して、後に詳しく説明する種々の制御を実行することが可能となる。

【００１４】

（２）前記１対のアクチュエータの各々が、

車体に固定され、前記トーションバーを貫通させた状態で回転可能に保持するハウジングと、

そのハウジングに収容され、自身が発生させる力に依拠して前記トーションバーに回転力を付与する電磁モータと

を有する(1)項に記載の車両用サスペンション装置。

【００１５】

本項に記載の態様は、アクチュエータの構造を具体化した態様であり、アクチュエータが、トーションバーと同軸的に設けられた態様である。そのため、本項の態様によれば、比較的コンパクトなサスペンション装置が実現する。

【００１６】

（３）前記トーションバーが、

互いに同軸的に、かつ、それぞれの一端部が近接する状態で配設されるとともに、それぞれの他端部に前記１対のアームがそれぞれ設けられた１対のメインバー部と、

それぞれが、前記１対のメインバー部のうちの自身に対応するものに外嵌するとともに、自身の一端部がその１対のメインバー部のうちの自身に対応するものの一端部に連結される１対の内筒部と、

それら１対の内筒部に外嵌するとともに、自身の両端部の各々が前記１対の内筒部の各々の他端部に連結される外筒部と

を有する(1)項または(2)項に記載の車両用サスペンション装置。

【００１７】

本項に記載の態様は、平たく言えば、トーションバーが、外筒部の内部において折り返してから左右の車輪に向かって延びるように形成された態様である。本項の態様においては、メインバー部が捩れるだけでなく、内筒部および外筒部も捩れることになり、トーションバーを長くしたような効果が得られることになる。したがって、上記２つの項の態様によれば、トーションバーの捩れに対する剛性を容易に確保することが可能となる。なお、後に詳しく説明するが、１対の内筒部を、外筒部の内部において折り返したような形状のものとしてもよく、その場合には、トーションバーが、外筒部の内部において複数回折り返した態様となる。

【００１８】

（４）前記１対のアクチュエータの各々が、前記１対のメインバー部の各々において回転力を付与するものである(3)項に記載の車両用サスペンション装置。

【００１９】
（５）前記固定具が、記外筒部の一部を車体に固定するものである(3)項または(4)項に記載の車両用サスペンション装置。
【００２０】
上記２つの項に記載の態様は、トーションバーの一部が折り返すように形成された態様において、サスペンション装置が備える他の構成要素との関係を具体化した態様である。先に述べたアクチュエータがトーションバーと同軸的に設けられた態様である場合、トーションバーの捩れに対する剛性を確保するという観点からすれば、折り返すように形成された部分は、できる限り長くされることが望ましく、例えば、その外筒部の両端部の各々が１対のアクチュエータの各々のハウジングと近接するように、長くされることが望ましい。上記２つの項の態様は、そのような構成とされた場合に、有効な態様である。
【００２１】
（６）前記トーションバーが、
一端部に前記１対のアームの一方が設けられた第１トーションバー部材と、
一端部に前記１対のアームの他方が設けられた第２トーションバー部材と、
両端部の各々が前記第１トーションバー部材の他端部と前記第２トーションバー部材の他端部とに着脱可能に連結されて、前記第１トーションバー部材と前記第２トーションバー部材とをつなぐ第３トーションバー部材と
を含んで構成された(1)項ないし(5)項のいずれか１つに記載の車両用サスペンション装置。
【００２２】
本項に記載の態様は、組み付け前のトーションバーが３つに分割されており、３つのうちの中間の部材である第３トーションバー部材を変更することで、トーションバースプリングのばね定数の変更や、トーションバーの車幅方向の長さの変更が可能となる。つまり、本項の態様によれば、第３トーションバー部材を変更するだけで、種々の車両に対応するトーションバーを構成することが可能となる。
【００２３】
なお、本項の態様と、先に述べたトーションバーの一部が折り返すように形成された態様とを合わせた態様は、例えば、１対のメインバー部の各々の車輪側の一部が、第１トーションバー部材および第２トーションバー部材とされ、１対のメインバー部の各々の残りの部分と１対の内筒と外筒とを有するものが、第３トーションバー部材とされた構成とすることで実現できる。
【００２４】
（７）前記１対のアクチュエータの各々が、前記第１トーションバー部材と前記第２トーションバー部材との各々において回転力を付与するものである(6)項に記載の車両用サスペンション装置。
【００２５】
（８）前記固定具が、前記第３トーションバー部材の一部を車体に固定するものである(6)項または(7)項に記載の車両用サスペンション装置。
【００２６】
上記２つの項に記載の態様は、トーションバーが３つに分割可能とされた態様において、サスペンション装置が備える他の構成要素との関係を具体化した態様である。上記２つの項のうちの前者によれば、種々の車両に対して、第１トーションバー部材および第２トーションバー部材に加えて、１対のアクチュエータをも共通化することが可能である。なお、先に述べたアクチュエータがトーションバーと同軸的に設けられた態様である場合には、第１トーションバー部材および第２トーションバー部材の他端部の各々をアクチュエータから突出させ、その突出させた部分において、第３トーションバー部材の両端部の各々に連結させるような構成とすることができる。
【００２７】
（９）当該車両用サスペンション装置が、

前記トーションバーに付与する回転力を制御すべく、前記１対のアクチュエータの各々が発生させるアクチュエータ力を制御するアクチュエータ力制御装置を備えた(1)項ないし(8)項のいずれか１つに記載の車両用サスペンション装置。

【００２８】

本項に記載の態様によれば、アクチュエータ力を制御して、例えば、以下の項に記載の種々の制御を実行可能であり、当該サスペンション装置に、ショックアブソーバとしての機能，スタビライザ装置としての機能等、種々の機能を発揮させることが可能である。

【００２９】

（１０）前記アクチュエータ力制御装置が、

車両の旋回に起因する車体のロール量を抑制すべく、アクチュエータ力を、車体のロールモーメントに基づいて制御するロール抑制制御を実行するように構成された(9)項に記載の車両用サスペンション装置。

【００３０】

（１１）前記アクチュエータ力制御装置が、

車両の加減速に起因する車体のピッチ量を抑制すべく、アクチュエータ力を、車体のピッチモーメントに基づいて制御するピッチ抑制制御を実行するように構成された(9)項または(10)項に記載の車両用サスペンション装置。

【００３１】

（１２）前記アクチュエータ力制御装置が、

左右の車輪の各々に対応するばね上部の振動を減衰すべく、アクチュエータ力を、ばね上速度に基づいて制御する振動減衰制御を実行するように構成された(9)項ないし(11)項のいずれか１つに記載の車両用サスペンション装置。

【００３２】

上記３つの項に記載の態様は、アクチュエータ力を制御するための制御を具体化した態様である。上記の１つ目，２つ目の項に記載の態様は、車両旋回時，車両加減速時に生じる車体の傾斜を抑制することを可能とする態様である。それらの態様によれば、例えば、車速，操舵角，車体に発生する横加速度，前後加速度等に応じてアクティブな車体の姿勢制御が実行可能となる。また、上記の３つ目の項に記載の態様は、いわゆるスカイフックダンパ理論に基づく制御を実行可能とされた態様である。なお、振動減衰制御は、上記のスカイフックダンパ理論に基づく制御と、ばね下部の振動に対する減衰力を発生させる擬似的なグランドフックダンパ理論に基づく制御との両者を総合的に実行するような制御であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

【図１】請求可能発明の車両用サスペンション装置を備えた車両の全体構成を示す模式図である。

【図２】図１の車両用サスペンション装置を車両上方からの視点において示す模式図である。

【図３】図１の車両用サスペンション装置を車両後方からの視点において示す模式図である。

【図４】図１の車両用サスペンション装置が備えるトーションバーの中央部を拡大して示す断面図である。

【図５】図１の車両用サスペンション装置が備える固定具を示す側面図（図３におけるＡ－Ａ断面）である。

【図６】図１の車両用サスペンション装置が備えるアクチュエータの断面図である。

【図７】変形例の車両用サスペンション装置が備えるトーションバーの中央部を拡大して示す断面図である。

【実施例】

【００３４】

以下、請求可能発明の実施例を、図を参照しつつ詳しく説明する。なお、請求可能発明

は、下記実施例の他、前記〔発明の態様〕の項に記載された態様を始めとして、当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を施した種々の態様で実施することができる。

【００３５】

＜サスペンション装置の構成＞

図１に、請求可能発明の一実施例であるサスペンション装置１０を備えた車両を模式的に示す。本車両には、前後左右４つの車輪１２ＦＲ，ＦＬ，ＲＲ，ＲＬと車体１４との間に、前輪１２ＦＲ，ＦＬ側、後輪１２ＲＲ，ＲＬ側の各々に対応して、２つのサスペンション装置１０Ｆｒ，１０Ｒｒが配設されている。転舵輪である前輪側のサスペンション装置１０Ｆｒと非転舵輪である後輪側のサスペンション装置１０Ｒｒとは、車輪１２を転舵可能とする機構を除き略同様の構成とみなせるため、説明の簡略化に配慮して、図２，３を参照しつつ、後輪側のサスペンション装置１０Ｒｒを代表して説明する。図２は、サスペンション装置１０Ｒｒの平面図（車両上方から眺めた図）であり、図３は、それの正面図（車両後方から眺めた図）である。なお、以下の説明において、４つの車輪のいずれに対応するものであるかを明確にする必要のある場合には、図に示すように、車輪位置を示す添え字として、左前輪，右前輪，左後輪，右後輪の各々に対応するものにＦＬ，ＦＲ，ＲＬ，ＲＲを付す場合がある。また、前輪側と後輪側とを区別する必要がある場合には、Ｆｒ，Ｒｒを付す場合がある。

【００３６】

図２，３に示すように、サスペンション装置１０は、独立懸架式のものであり、マルチリンク式サスペンション装置とされている。サスペンション装置１０は、それぞれが車輪保持部としてのサスペンションアームである第１アッパアーム３０，第２アッパアーム３２，第１ロアアーム３４，第２ロアアーム３６，トーコントロールアーム３８を備えている。５本のアーム３０，３２，３４，３６，３８のそれぞれの一端部は、車体１４に回動可能に連結され、他端部は、車輪１２を回転可能に保持するアクスルキャリア４０に回動可能に連結されている。それら５本のアーム３０，３２，３４，３６，３８により、アクスルキャリア４０は、車体１４に対して略一定の軌跡を描くような上下動が可能とされている。

【００３７】

サスペンション装置１０は、左右の車輪の各々に対応する１対のサスペンションスプリングが一体的に構成されたトーションバースプリング装置５０と、左右の車輪の各々に対応する１対の液圧式ショックアブソーバ５２とを備えている。トーションバースプリング装置５０は、後に詳しく説明するが、車幅方向に延びて概して棒状に形成された部分の捩り反力によって車体１４を懸架するものである。また、１対の液圧式ショックアブソーバ５２は、それぞれ、ばね上部の一部分を構成するマウント部５６と、ばね下部の一部分を構成する第２ロアアーム３６との間に配設され、それらマウント部５６と第２ロアアーム３６との相対動作、つまり、左右の車輪１２各々と車体１４との接近離間動作に対する減衰力を発生させるものとされている。

【００３８】

図２，３に示すように、トーションバースプリング装置５０は、概してＬ字形状をなす１対のＬ字形バー部材６０と、両端部の各々が１対のＬ字形バー部材６０の各々の一方の端部に着脱可能に結合される中間トーションバー部材６２とが組み付けられた１本のトーションばね６４を主体として構成されたものである。そのトーションばね６４は、上記３つの部材が組み付けられた状態において、概して車幅方向に延びるトーションバー部６６と、そのトーションバー部６６と一体をなしてそれと交差して概ね車両の前方に延びる１対のアーム部６８とに区分することができる。つまり、１対のＬ字形バー部材６０の各々が、一端部にアームが設けられた第１トーションバー部材および第２トーションバー部材であり、中間トーションバー部材６２が第３トーションバー部材である。

【００３９】

上記トーションばね６４のトーションバー部６６は、それの車幅方向における中央部において、より詳しく言えば、中間トーションバー部材６２の中央部において、アンカーア

ーム７０により、その中央部の軸線回りの回転が禁止された状態で車体１４に固定される。また、トーションバー部６６は、１対のアーム部６８に近い箇所において、車体１４に固定的に設けられた保持具７２によって自身の軸線回りの回転が許容される状態で回転可能に保持される。そして、１対のアーム部６８の先端部が、リンクロッド７４を介して第２ロアアーム３６に連結されている。

【００４０】

図４に、トーションばね６４の中央部の断面を拡大して示す。図に示すように、中間トーションバー部材６２は、それぞれの一端部が近接する状態で互いに同軸的に配設された１対のメインバー８０と、それら１対のメインバー８０の各々に外嵌する１対の内筒８２と、それら１対の内筒８２に外嵌する外筒８４とを有している。中間トーションバー部材６２は、１対のメインバー８０の各々の中央側の端部と１対の内筒８２の各々の中央側の端部とが結合され、１対の内筒８２の各々の車輪側の端部と外筒８４の両端部の各々とが結合されたものとなっている。つまり、中間トーションバー部材６２は、外筒８４の内部において折り返して、左右の車輪１２に向かって延びるような形状とされている。そして、その中間トーションバー部材６２の左右の車輪１２に向かって延びた先端部、つまり、１対のメインバー部８０の各々の車輪１２側の端部は、１対のＬ字形バー部材６０の各々と、セレーション結合されている（図６参照）。

【００４１】

そして、トーションばね６４は、図５に示すように、先に説明したアンカーアーム７０によって、上記外筒８４の中央部において車体に固定されている。詳しく言えば、外筒８４の外周面とアンカーアーム７０の挿通穴９０の内周面とには、セレーションが設けられており、外筒８４の中央部はアンカーアーム７０に対して回転不能とされる。アンカーアーム７０は、外筒８４の軸線に交差する方向に延び出したアンカーアーム７０の先端部と車体１４との間に設けられたボルトナット９２を有しており、そのボルトナット９２を締めることで、外筒８４の中央部を、トーションバー部６６の両端部に対して軸線回りに回転させ、その位置からの軸線回りの回転を禁止する状態で、車体１４に固定させているのである。

【００４２】

つまり、トーションばね６４は、トーションバー部６６の中央部から右車輪１２ＲＲ側の部分（以下、「右トーションバー部６６ＲＲ」という場合がある）と、トーションバー部６６の中央部から左車輪１２ＲＬ側の部分（以下、「左トーションバー部６６ＲＬ」という場合がある）とが捩られており、その捩り反力によって、車体１４を懸架しているのである。また、トーションばね６４は、右トーションバー部６６ＲＲが、右車輪１２ＲＲと車体１４との接近離間動作に伴って捩られ、左トーションバー部６６ＲＬが、左車輪１２ＲＬと車体１４との接近離間動作に伴って捩られることになる。したがって、トーションバースプリング装置５０は、左車輪１２と車体１４との間、および、右車輪１２と車体１４との間に、独立して弾性力を付与するようになっている。

【００４３】

なお、右トーションバー部６６ＲＲおよび左トーションバー部６６ＲＬの捩れについて詳しく言えば、中間トーションバー部材６２が図４に示したような形状とされているため、その中間トーションバー部材６２においては、１対のメインバー部８０が捩れるだけでなく、１対の内筒８２，外筒８４も捩れることになる。

【００４４】

また、サスペンション装置１０は、右トーションバー部６６ＲＲと左トーションバー部６６ＲＬとの各々に回転力を付与する１対のアクチュエータ１００ＲＲ，１００ＲＬを備えている。それら１対のアクチュエータ１００ＲＲ，１００ＲＬの各々は、１対のＬ字形バー部材６０の各々の車幅方向における中央側の端部に配設されている。なお、それら１対のアクチュエータ１００ＲＲ，１００ＲＬの各々は、同様の構成であるため、説明の簡略化に配慮して、図６をも参照しつつ、右後輪に対応するアクチュエータ１００ＲＲを代表して説明する。

【００４５】
アクチュエータ１００は、車体に１４に固定されたハウジング１１０を有しており、そのハウジング１１０において、Ｌ字形バー部材６０の車幅方向における中央側の端部を貫通させた状態で回転可能に保持している。また、アクチュエータ１００は、ハウジング１１０の内部に、駆動源としての電磁モータ１１２と、その電磁モータ１１２の回転を減速してＬ字形バー部材６０に伝達する差動装置１１４とを有している。
【００４６】
電磁モータ１１２は、ハウジング１１０の周壁の内面に沿って一円周上に固定して配置された複数のコイル１２０と、ハウジング１１０に回転可能に保持された中空状のモータ軸１２２と、コイル１２０と向きあうようにしてモータ軸１２２の外周に固定して配設された永久磁石１２４とを含んで構成されている。電磁モータ１１２は、コイル１２０がステータとして機能し、永久磁石１２４がロータとして機能するモータであり、３相のＤＣブラシレスモータとされている。なお、ハウジング１１０内に、モータ軸１２２の回転角度、すなわち、電磁モータ１１２の回転角度を検出するためのモータ回転角センサ１２６が設けられている。モータ回転角センサ１２６は、エンコーダを主体とするものであり、アクチュエータ１００の制御に利用される。
【００４７】
差動装置１１４は、波動発生器（ウェーブジェネレータ）１３０，フレキシブルギヤ（フレクスプライン）１３２およびリングギヤ（サーキュラスプライン）１３４を備え、ハーモニックギヤ機構（「ハーモニックドライブ（登録商標）機構」，「ストレインウェーブギヤリング機構」等と呼ばれることもある）として構成されている。波動発生器１３０は、楕円状カムと、それの外周に嵌められたボールベアリングとを含んで構成されるものであり、モータ軸１２２の一端部に固定されている。フレキシブルギヤ１３２は、周壁部が弾性変形可能なカップ形状をなすものとされており、周壁部の開口側の外周に複数の歯（本差動装置１１４では、４００歯）が形成されている。このフレキシブルギヤ１３２は、先に説明したＬ字形バー部材６０に接続され、それによって支持されている。詳しく言えば、そのＬ字形バー部材６０は、モータ軸１２２を貫通しており、それから延び出した中央部側の端部の外周面において、当該差動装置１１４の出力部としてのフレキシブルギヤ１３２の底部を貫通する状態でその底部とセレーション結合によって相対回転不能に接続されているのである。リングギヤ１３４は、概してリング状をなして内周に複数の歯（本差動装置１１４では、４０２歯）が形成されたものであり、ハウジング１１０に固定されている。フレキシブルギヤ１３２は、その周壁部が波動発生器１３０に外嵌して楕円状に弾性変形させられ、楕円の長軸方向に位置する２箇所においてリングギヤ１３４と噛合し、他の箇所では噛合しない状態とされている。このような構造により、波動発生器１３０が１回転（３６０度）すると、つまり、電磁モータ１１２のモータ軸１２２が１回転すると、フレキシブルギヤ１３２とリングギヤ１３４とが、２歯分だけ相対回転させられる。
【００４８】
以上のような構造から、モータ１１２が駆動させられると、そのモータ１１２が発生させるモータ力（モータ１１２が回転モータであることから、回転トルクと考えることができるため、回転トルクと呼ぶ場合がある）によって、差動装置１１４を介して、Ｌ字形バー部材６０が回転させられて、トーションバー部６６が捩じられることになる。この捩りにより生じる捩り反力が、アーム部６８，リンクロッド７４を介し、第２ロアアーム３６に伝達され、第２ロアアーム３６を車体１４に対して押し下げたり、引き上げたりする力、言い換えれば、車輪１２と車体１４とを接近離間させる向きの力である接近離間力として作用する。つまり、アクチュエータ１００が発生させる力であるアクチュエータ力が、トーションばね６４を介して、接近離間力として作用することになるのである。
【００４９】
前輪側，後輪側に配設された本サスペンション装置１０の作動、詳しく言えば、４つのアクチュエータ１００の各々の作動は、アクチュエータ力制御装置としてのサスペンショ

ン電子制御ユニット２００（以下、「ＥＣＵ２００」という場合がある）によって制御される（図１参照）。ＥＣＵ２００は、４つのアクチュエータ１００の各々のモータ１１２に対応して設けられた４つのインバータに接続されている。それらインバータは、コンバータ２０８を介してバッテリ２１０に接続されており、各アクチュエータ１００のモータ１１２には、そのコンバータ２０８とバッテリ２１０とを含んで構成される電源から電力が供給される。なお、各アクチュエータ１００のモータ１１２は定電圧駆動されることから、モータ１１２への供給電力量は、供給電流量を変更することによって変更され、モータ１１２は、その供給電流量に応じた力を発揮することとなる。ちなみに、供給電流量の変更は、各インバータがＰＷＭ（Pulse Width Modulation）によるパルスオン時間とパルスオフ時間との比（デューティ比）を変更することによって行われる。

【００５０】

車両には、車体に発生する横加速度を検出する横加速度センサ２２０，車体に発生する前後加速度を検出する前後加速度センサ２２２，各車輪１２に対応する車体１４の各マウント部５６の縦加速度（上下加速度）を検出する４つのばね上縦加速度センサ２２４，ステアリングホイールの操作角を検出するための操作角センサ２２６，４つの車輪１２のそれぞれに対して設けられてそれぞれの回転速度を検出するための車輪速センサ２２８，アクセルスロットルの開度を検出するスロットルセンサ２３０，ブレーキのマスタシリンダ圧を検出するブレーキ圧センサ２３２等が設けられており、それらセンサおよび前述したモータ回転角センサ１８４は、ＥＣＵ２００に接続されている。ＥＣＵ２００は、それらのスイッチ，センサからの信号に基づいて、各アクチュエータ１００が発生させるアクチュエータ力の制御を行うものとされている。

【００５１】

＜サスペンション装置の制御＞

ｉ）アクチュエータの制御の概要

本サスペンション装置１０は、ＥＣＵ２００によって、各車輪１２ごとにそれらの各々に対応するばね上部の振動を減衰するための制御であるいわゆるスカイフックダンパ理論に基づく制御（以下、「振動減衰制御」という場合がある），車両の旋回に起因する車体のロール量を抑制するための制御（以下、「ロール抑制制御」という場合がある），車両の加減速に起因する車体のピッチ量を抑制するための制御（以下、「ピッチ抑制制御」という場合がある）が、並行して実行される。基本的には、各アクチュエータ１００が発生させるアクチュエータ力が独立して制御されて、それら振動減衰制御，ロール抑制制御，ピッチ抑制制御が総合的に実行される。詳しくは、上記振動減衰制御，ロール抑制制御，ピッチ抑制制御は、各制御ごとのアクチュエータ力の成分である振動減衰成分，ロール抑制成分，ピッチ抑制成分を合計して目標アクチュエータ力が決定され、各アクチュエータ１００がその目標アクチュエータ力を発生させるように制御されることで、総合的に実行される。

【００５２】

ｉｉ）振動減衰制御

振動減衰制御では、ばね上部の振動を減衰するためにその振動の速度に応じた大きさのアクチュエータ力を発生させるべく、アクチュエータ力の振動減衰成分$F_V$が決定される。つまり、いわゆるスカイフックダンパ理論に基づいた制御である。具体的には、車体のマウント部５６に設けられたばね上縦加速度センサ２２４によって検出されるばね上縦加速度から得られる車体のマウント部５６の上下方向の動作速度、いわゆる、ばね上絶対速度Ｖｓに基づいて、次式に従って、振動減衰成分$F_V$が演算される。

$$F_V = Cs \cdot Vs$$

ここで、Ｃｓは、車体のマウント部５６の上下方向の動作速度に応じた減衰力を発生させるためのゲインである。つまり、Ｃｓは、いわゆるばね上絶対振動に対する減衰係数と考えることができる。

【００５３】

ｉｉｉ）ロール抑制制御

車両の旋回時においては、その旋回に起因するロールモーメントによって、旋回内輪側のばね上部とばね下部とが離間させられるとともに、旋回外輪側のばね上部とばね下部とが接近させられる。ロール抑制制御では、その旋回内輪側の離間および旋回外輪側の接近を抑制すべく、旋回内輪側のアクチュエータ１００にバウンド方向のアクチュエータ力を、旋回外輪側のアクチュエータ１００にリバウンド方向のアクチュエータ力を、それぞれ、ロール抑制力として発生させる。具体的に言えば、まず、車体が受けるロールモーメントを指標する横加速度として、ステアリングホイールの操舵角δと車速ｖとに基づいて推定された推定横加速度Ｇｙｃと、横加速度センサ２２０によって実測された実横加速度Ｇｙｒとに基づいて、制御に利用される横加速度である制御横加速度$Gy^*$が、次式に従って決定される。

$$Gy^* = K_1 \cdot Gyc + K_2 \cdot Gyr \quad (K_1, K_2：ゲイン)$$

そのように決定された制御横加速度$Gy^*$に基づいて、ロール抑制成分$F_R$が、次式に従って決定される。

$$F_R = K_3 \cdot Gy^* \quad (K_3：ゲイン)$$

【００５４】

ｉｖ）ピッチ抑制制御

車両の制動時等の減速時において車体のノーズダイブが生じる場合には、そのノーズダイブを生じさせるピッチモーメントによって、前輪側のばね上部とばね下部とが接近させられるとともに、後輪側のばね上部とばね下部とが離間させられる。また、車両の加速時において車体のスクワットが生じる場合には、そのスクワットを生じさせるピッチモーメントによって、前輪側のばね上部とばね下部とが離間させられるとともに、後輪側のばね上部とばね下部とが接近させられる。ピッチ抑制制御では、それらの場合のばね上ばね下間距離の変動を抑制すべく、アクチュエータ力をピッチ抑制力として発生させる。具体的には、車体が受けるピッチモーメントを指標する前後加速度として、前後加速度センサ２２２によって実測された実前後加速度Ｇｘが採用され、その実前後加速度Ｇｘに基づいて、ピッチ抑制成分$F_P$が、次式に従って決定される。

$$F_P = K_4 \cdot Gx \quad (K_4：ゲイン)$$

なお、ピッチ抑制制御は、スロットルセンサ２３０によって検出されるスロットルの開度、あるいは、ブレーキ圧センサ２３２によって検出されるマスタシリンダ圧が、設定された閾値を超えることをトリガとして実行される。

【００５５】

ｖ）目標アクチュエータ力とモータの作動制御

アクチュエータ１００の制御は、それが発生させるべきアクチュエータ力である目標アクチュエータ力に基づいて行われる。詳しく言えば、上述のようにして、アクチュエータ力の振動減衰成分$F_V$，ロール抑制成分$F_R$，ピッチ抑制成分$F_P$が決定されると、それらに基づき、次式に従って制御目標値である目標アクチュエータ力$F^*$が決定される。

$$F^* = F_V + F_R + F_P$$

そして、上述のように決定された目標アクチュエータ力$F^*$を発生させるためのモータ１１２の作動制御が、インバータによって行われる。詳しく言えば、上述のように決定された目標アクチュエータ力$F^*$に基づいて、目標となるデューティ比が決定され、そのデューティ比に基づいた指令がインバータに送信される。インバータは、その適切なデューティ比の下、目標アクチュエータ力$F^*$を発生させるようにモータ１１２を作動させる。

【００５６】

＜本サスペンション装置の特徴＞

本サスペンション装置１０は、左右の車輪に対応するサスペンションスプリングとしてのトーションバースプリングの両者が、１本のトーションばね６４と１つのアンカーアーム７０のみによって構成されており、左右のトーションバースプリングが一体化されて簡便な構成の装置となっている。また、１本のトーションばね６４が、１対のＬ字形バー部材６０と中間トーションバー部材６２との３つの部材が連結されたものであり、中間トーションバー部材６２を変更するだけで、サスペンションスプリングのばね定数の変更や、

車幅方向の長さを変更することが可能である。つまり、本サスペンション装置１０は、Ｌ字形バー部材６０とそれの端部に配設されるアクチュエータ１００とを種々の車両に対して共通化させることができるとともに、中間トーションバー部材６２のみを変更するだけで、それら種々の車両に対応したサスペンション装置を構成することが可能である。

【００５７】

上記の中間トーションバー部材６２は、図４に示したように、１対のメインバー部８０が捩れるだけでなく、１対の内筒８２，外筒８４も捩れるように構成されている。つまり、トーションばね６４によって、トーションバー部６６の中央部からそれの端部までの距離より長くしたような効果が得られるのである。そのことにより、トーションばね６４は、トーションバー部６６の捩りに対する剛性が、十分に確保されたものとなっている。

【００５８】

さらに、本サスペンション装置１０は、１対のアクチュエータ１００の各々が、トーションバー部６６の両端部の各々と中央部との間の部分に回転トルクを付与することで、車体１４と左右の車輪１２の各々との間に、それらが接近・離間する向きの力がトーションばね６４を介して付与される。そのため、本サスペンション装置１０によれば、先に述べたように、車体のロール量やピッチ量を抑制して車体の姿勢を制御したり、いわゆるスカイフック制御を実行して、車両の乗り心地や操縦性・安定性に優れた車両が実現する。

【００５９】

＜変形例＞

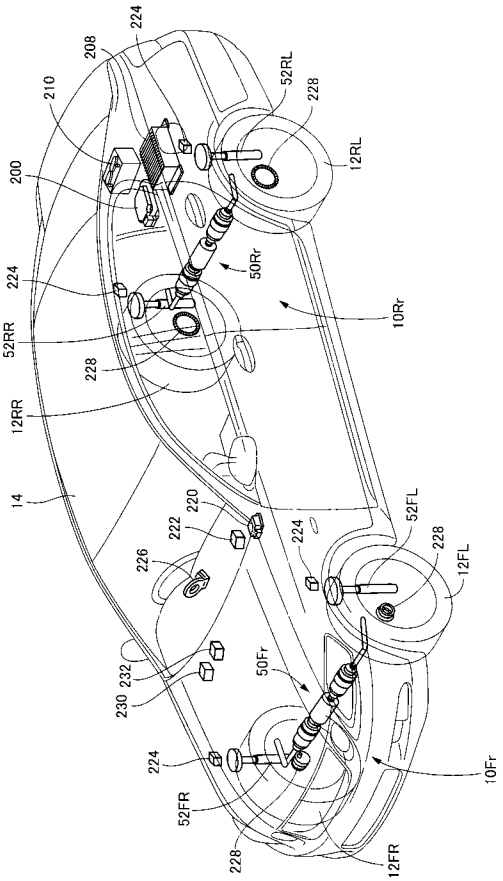
図７に、変形例のサスペンション装置が備えるトーションバーの中央部を拡大して示す。その変形例におけるトーションバーも、上記実施例と同様に、３つの部材が連結されたものであり、中間トーションバー部材が、上記実施例における中間トーションバー部材６２と相違する。本変形例における中間トーションバー部材２５０は、１対のメインバー２５２と、それらの各々に外嵌する１対の内筒２５４と、それら１対の内筒２５４に外嵌する外筒２５６を有するものであることは、上記実施例における中間トーションバー部材６２と同じである。しかし、本変形例における中間トーションバー部材２５０は、図に示すように、１対の内筒２５４の各々が、外筒２５６の内部において折り返したような形状とされて、メインバー２５２の中側の端部と外筒２５６の端部とに連結されている。つまり、本変形例のトーションバーは、上記実施例にも増して、長さを長くした効果が得られ、トーションバーの捩りに対する剛性が十分に確保される。

【符号の説明】

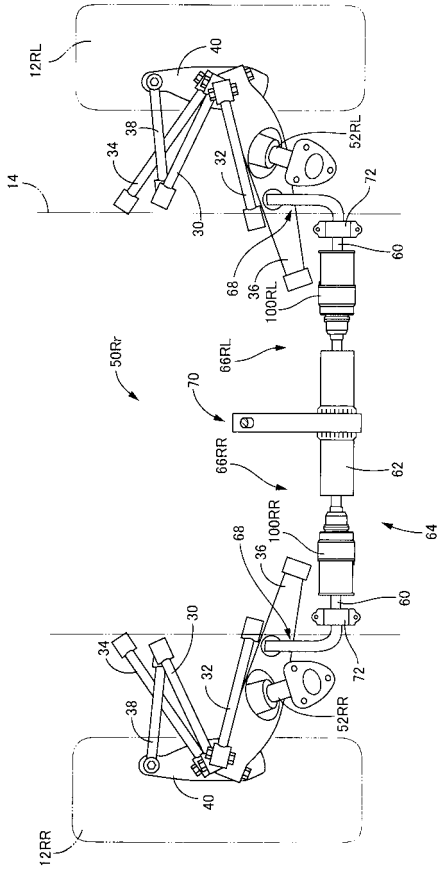
【００６０】

１０：車両用サスペンション装置　１２：車輪　１４：車体　３６：第２ロアアーム（ばね下部）　５０：トーションバースプリング装置（サスペンションスプリング）　５２：液圧式ショックアブソーバ　５６：マウント部（ばね上部）　６０：１対のＬ字形バー部材（第１トーションバー部材，第２トーションバー部材）　６２：中間トーションバー部材（第３トーションバー部材）　６４：トーションばね　６６：トーションバー部　６８：１対のアーム部　７０：アンカーアーム（固定具）　１００：アクチュエータ　１１０：ハウジング　１１２：電磁モータ　１１４：差動装置　２００：サスペンション電子制御ユニット（アクチュエータ力制御装置）

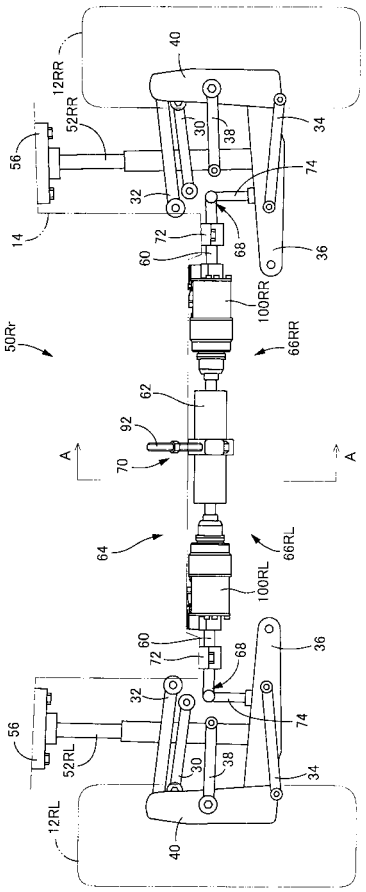
【図１】


224
208
210
52RL
228
12RL
200
50Rr
224
10Rr
52RR
228
12RR
14
220
222
52FL
224
228
12FL
226
232
230
50Fr
224
10Fr
52FR
228
12FR

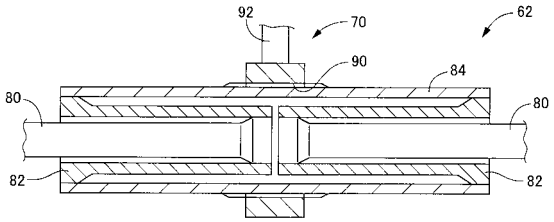
【図２】


12RL
40
38
34
52RL
32
14
72
30
60
68
36
100RL
50Rr
66RL
70
66RR
62
68
100RR
64
36
60
30
34
72
32
52RR
38
40
12RR

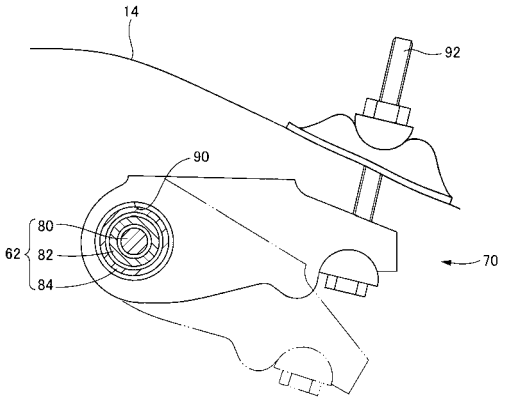
【図３】


40
12RR
52RR
30
38
34
56
74
32
14
72
68
60
36
100RR
50Rr
66RR
62
92
70
A
A
64
66RL
100RL
60
72
68
36
32
74
56
52RL
30
38
34
12RL
40

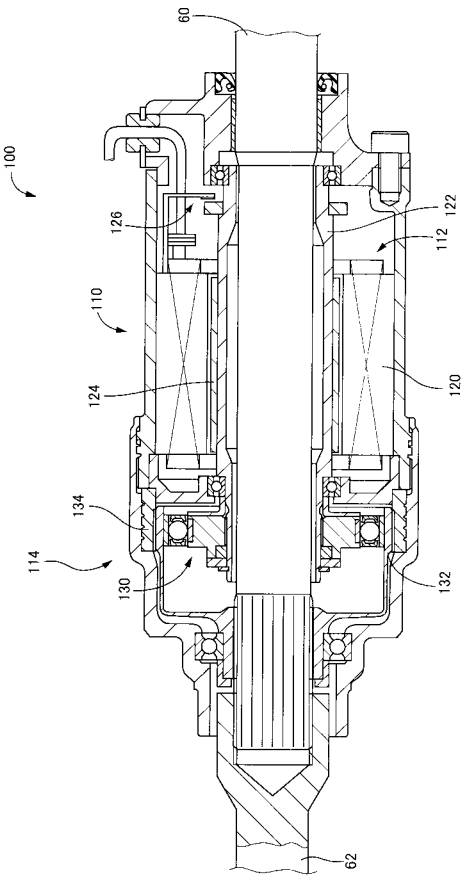
【図４】


92
70
62
90
84
80
80
82
82

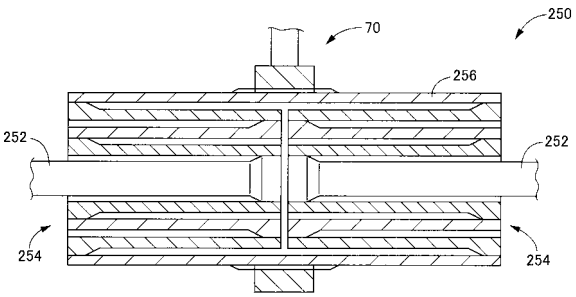
【図５】


14
92
90
80
62
82
84
70

【図６】


60
100
126
122
112
110
124
120
134
114
130
132
62

【図７】


70
250
256
252
252
254
254

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3J048 AA02 AB11 AD01 CB21 EA17
3J059 AA09 BA36 BB04 BD04 GA02