(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10月3日(03.10.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/189094 A1

(51) 国際特許分類:
B62D 7/09 (2006.01) *B62D 101/00* (2006.01)
B60G 7/00 (2006.01) *B62D 109/00* (2006.01)
B60G 17/015 (2006.01) *B62D 111/00* (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) *B62D 113/00* (2006.01)
B62D 6/00 (2006.01) *B62D 131/00* (2006.01)
B62D 7/08 (2006.01) *B62D 137/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/012712

(22) 国際出願日： 2019年3月26日(26.03.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

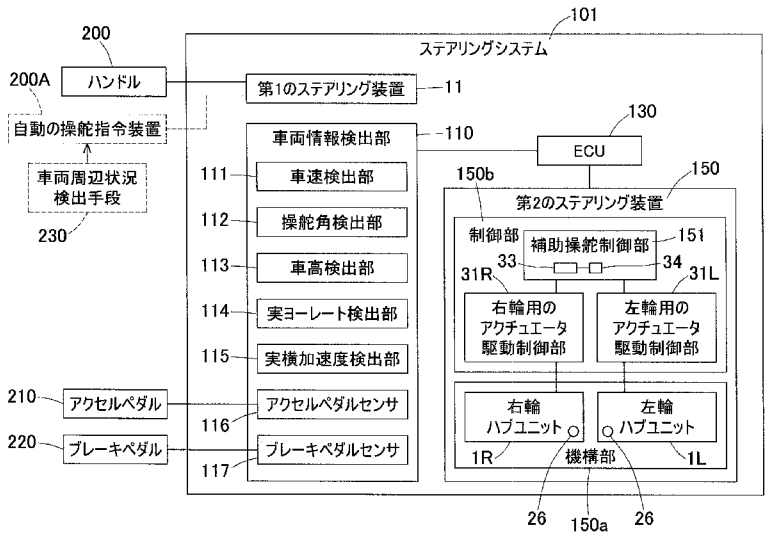
(30) 優先権データ：
特願 2018-059166 2018年3月27日(27.03.2018) JP
特願 2018-059176 2018年3月27日(27.03.2018) JP

(71) 出願人: ＮＴＮ株式会社(**NTN CORPORATION**) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 石原 教雄 (**ISHIHARA, Norio**); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地 ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP). 大畑 佑介 (**OOHATA, Yuusuke**); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地 ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP). 宇都宮 聡 (**UTSUNOMIYA, Satoshi**); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地 ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP). 大場 浩量 (**OOBA, Hirokazu**); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地 ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP).

(54) **Title:** STEERING SYSTEM AND VEHICLE PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称： ステアリングシステムおよびこれを備えた車両



1L Left wheel hub unit
1R Right wheel hub unit
11 First steering apparatus
31L Left-wheel actuator drive control unit
31R Right-wheel actuator drive control unit
101 Steering system
110 Vehicle information detecting unit
111 Vehicle speed detecting unit
112 Steering angle detecting unit
113 Vehicle height detecting unit
114 Actual yaw-rate detecting unit
115 Actual lateral acceleration detecting unit
116 Accelerator pedal sensor
117 Brake pedal sensor
150 Second steering apparatus
150a Mechanical part
150b Control unit
151 Auxiliary steering control unit
200 Handle
200A Automatic steering instruction apparatus
210 Accelerator pedal
220 Brake pedal
230 Vehicle-surroundings-situation detecting means

(57) **Abstract:** Provided is a steering system that is capable of, with a simple structure, enhancing the straight-line traveling stability of a vehicle and that is also capable of enhancing the fuel efficiency. A steering system (101) is provided with: a first steering apparatus (11) that causes wheels to be steered in accordance with a steering-amount instruction; a second steering apparatus (150) that includes a mechanical part (150a) that causes left and right wheels to be separately steered by being driven by steering actuators provided in tire housings (105) of a vehicle, and a control unit (150b) that controls the steering actuators; and a vehicle information detecting unit (110) that detects vehicle information including vehicle speed and steering angle. The control unit (150b) includes: a determining means (33) for determining, from the steering angle, whether or not the vehicle is in a straight-line traveling state; and a vehicle-speed-responsive toe-angle controlling means

WO 2019/189094 A1

[続葉有]

(74) 代理人：杉本　修司，外 (SUGIMOTO, Shuji et al.)；〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀１丁目１０番２号 肥後橋ニッタイビル 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, 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, 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)）

(34) for, when the determining means (33) determines that the vehicle is in a straight-line traveling state, controlling toe angles of the left and right wheels by controlling the steering actuators in accordance with the vehicle speed.

(57) 要約：簡単な構造で、車両の直進安定性を向上させ、また燃費の向上を図ることができるステアリングシステムを提供する。このステアリングシステム(101)は、操舵量の指令に従い車輪を操舵させる第１のステアリング装置(11)と、車両のタイヤハウジング(105)内に設けられた操舵用アクチュエータの駆動により左右の車輪を個別に操舵させる機構部(150a)、および操舵用アクチュエータを制御する制御部(150b)を有する第２のステアリング装置(150)と、車速および操舵角を含む車両情報を検出する車両情報検出部(110)とを備える。制御部(150b)は、操舵角から車両が直進状態か否かを判定する判定手段(33)と、判定手段(33)により車両が直進状態と判定されたとき、車速に応じて操舵用アクチュエータを制御することで左右の車輪のトー角を制御する車速対応トー角制御手段(34)とを有する。

明　細　書

発明の名称 ： ステアリングシステムおよびこれを備えた車両

関連出願

[0001] 本出願は、２０１８年３月２７日出願の特願２０１８－０５９１６６および特願２０１８－０５９１７６の優先権を主張するものであり、それらの全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、ステアリングシステムおよびこれを備えた車両に関し、燃費の改善、車両の走行性の安定と安全性の向上を図る技術に関する。

背景技術

[0003] 一般的な自動車等の車両は、ハンドルとステアリング装置が機械的に接続され、また、ステアリング装置の両端はタイロッドによってそれぞれの左右輪につながっている。そのため、ハンドルの動きによる左右輪の切れ角度は初期の設定によって決まる。車両のジオメトリとしては、(1)左右輪の切れ角度が同じである「パラレルジオメトリ」、(2)旋回中心を１か所にするために旋回内輪車輪角度を旋回外輪車輪角度よりも大きく切る「アッカーマンジオメトリ」が知られている。

[0004] 車両のジオメトリは、走行性の安定と安全性に影響する。走行状況に応じてステアリングジオメトリを可変とした機構に関しては、例えば特許文献１，２が提案されている。特許文献１では、ナックルアームとジョイント位置を相対的に変化させて、ステアリングジオメトリを変化させる。特許文献２では、２個のモータを使い、トー角とキャンバー角の両方を任意の角度に傾けることを可能にしている。また、４輪独立転舵の機構につき、特許文献３で提案されている。

[0005] アッカーマンジオメトリは、車両に作用する遠心力を無視できるような低速域での旋回において、車両をスムーズに旋回させるために、各輪が共通の一点を中心として旋回するように左右輪の舵角差を設定している。しかし、

遠心力を無視できない高速域の旋回においては、車輪は遠心力とつり合う方向にコーナリングフォースを発生させることが望ましいため、アッカーマンジオメトリよりもパラレルジオメトリとすることが好ましい。

[0006] 前述したように一般的な車両の操舵装置は機械的に車輪と接続されているため、一般的には固定された単一のステアリングジオメトリしか取ることができず、アッカーマンジオメトリとパラレルジオメトリとの中間的なジオメトリに設定されることが多い。また、車体側に固定された懸架装置が機械的に車輪と接続されているため、例えば、旋回走行時に車両が傾くか、または乗車人数（搭載重量）の違いで車体側の沈み込み量（車輪一輪毎の沈み込み量も異なる）が変化することで、車輪の角度に変化が生じる。

[0007] 通常、高速直進時に直進性を安定させるために、車輪に若干のトーインを付けている。しかし、同時にハンドリング性能が若干低下するため、コーナリング時には操作しにくくなる傾向がある。また、この車輪のトーインの状態は車輪の抵抗が増すため、高速直進時のように直進安定性を必要としない低速度域では燃料消費量を悪化させる。

[0008] 特許文献１～３の提案によると、ステアリングジオメトリを変更させることができるが次の課題がある。

[0009] 特許文献１では、ナックルアームとジョイント位置を相対的に変化させてステアリングジオメトリを変化させているが、このような部分で車両のジオメトリを変化させるほどの大きな力を得るモータアクチュエータを備えることは、空間の制約上、非常に困難である。また、この位置での変化による車輪角の変化が小さく、大きな効果を得るためには、大きく変化させる、つまり大きく動かす必要がある。

[0010] 特許文献２では、モータを２個使っているため、モータ個数の増大によるコスト増が生じるだけでなく、制御が複雑になる。

[0011] 特許文献３は、転舵軸に対しハブベアリングを片持ち支持しているため、剛性が低下し、過大な走行横力の発生によってステアリングジオメトリが変化してしまう可能性がある。また、転舵軸上に減速機を設けた場合、モータ

を含めてサイズが大きくなる。サイズが大きくなると車輪の内周部に全体を配置することが困難となる。また、減速比の大きい減速機を設けた場合、応答性が悪化する。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開２００９－２２６９７２号公報

特許文献2：独国特許出願公開第１０２０１２２０６３３７号明細書

特許文献3：特開２０１４－０６１７４４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 車輪とステアリング装置とが機械的に連結されている車両においては、車輪のトー角を走行中に変更することができない。したがって、ある限定された条件（例えば、直進安定性の向上を求める場合はトーインにする）を想定して、初期のトー角を設定するため、状況においては走行の安定性を悪化させるか、または燃費を悪化させる場合がある。

[0014] 従来の補助的な転舵機能を備えた機構では、車両において車輪のトー角またはキャンバー角度を自由に変更することを目的にしているため、複雑な構成となっている。また、構成部品数が多く剛性を確保することが難しく、剛性を確保するため機構全体が大型化し重量増となる。

[0015] この発明の目的は、簡単な構造で、車両の直進安定性を向上させ、また燃費の向上を図ることができるステアリングシステムおよびこれを備えた車両を提供することである。

課題を解決するための手段

[0016] 以下、便宜上理解を容易にするために、実施形態の符号を参照して説明する。

[0017] この発明のステアリングシステム１０１は、車両１００が備えるステアリングシステムであって、

操舵指令装置２００，２００Ａが出力する操舵量の指令に従い前記車両１００の車輪９を操舵させる第１のステアリング装置１１と、

前記車両１００のタイヤハウジング１０５内に設けられた操舵用アクチュエータ５の駆動により左右の車輪９，９を個別に操舵させる機構部１５０ａ、および前記操舵用アクチュエータ５を制御する制御部１５０ｂを有する第２のステアリング装置１５０と、

前記車両１００の速度およびステアリング角度を含む車両情報を検出する車両情報検出部１１０と、を備え、

前記制御部１５０ｂは、前記ステアリング角度から前記車両１００が直進状態か否かを判定する判定手段３３と、この判定手段３３により前記車両１００が直進状態と判定されたとき、前記車両１００の速度に応じて前記操舵用アクチュエータ５を制御することで前記左右の車輪９，９のトー角を制御する（調整する）車速対応トー角制御手段３４と、を有する。

[0018] この構成によると、第１のステアリング装置１１は、例えば、操舵指令装置２００が出力する操舵量の指令に従い車輪を操舵させる。操舵指令装置２００，２００Ａとして、例えば、運転者のハンドルまたは自動の操舵指令装置等を適用し得る。このような操舵指令装置等による車両１００の向きの調整が、従来の車両と同様に行える。

[0019] 第２のステアリング装置１５０は、タイヤハウジング１０５内に設けられた操舵用アクチュエータ５を駆動することで、左右の車輪９，９を個別に操舵させる。この第２のステアリング装置１５０の制御部１５０ｂのうち、判定手段３３はステアリング角度から車両１００が直進状態か否かを判定する。前記直進状態であるとの判定で、制御部１５０ｂにおける車速対応トー角制御手段３４は、車両１００の速度に応じて操舵用アクチュエータ５を制御することで前記左右の車輪９，９のトー角を制御する（調整する）。例えば、高速直進時には、左右の車輪９，９を車速に応じた角度にトーイン状態にすることによって、直進安定性を向上させることができる。低速直進時には、車輪９，９を直進状態にすることで、走行抵抗を低減させ燃費を向上させ

ることができる。前記車輪９，９を直進状態にするとは、車両１００の平面視において、車両前後方向に対してなす車輪角度の絶対値を定められた角度より小さくすることを意味する。前記定められた角度は、設計等によって任意に定める角度であって、例えば、試験および／またはシミュレーション等により適切な角度を求めて定められる。したがって、構造を複雑化することなく車両１００の直進安定性を向上させ、また燃費の向上を図ることができる。

[0020] 前記車速対応トー角制御手段３４は、前記車両１００の速度が定められた車速域のとき、車速が上昇するに従って前記左右の車輪９，９のトー角が大きくなるように前記左右の車輪のトー角を調整するものであってもよい。前記定められた車速域は、設計等によって任意に定める車速域であって、例えば、試験および／またはシミュレーション等により適切な車速域を求めて定められる。この構成によると、車速が上昇するに従って左右の車輪９，９のトー角が大きくなるように前記左右の車輪のトー角を調整することで、直進安定性を向上することができる。

[0021] 前記車速対応トー角制御手段３４は、前記車両１００の速度が定められた速度以下のとき、前記左右の車輪９，９のトー角を零に制御する（設定する）ものであってもよい。前記定められた速度は、設計等によって任意に定める速度であって、例えば、試験および／またはシミュレーション等により適切な速度を求めて定められる。この場合、車速が定められた速度以下のとき、車輪９，９を直進状態にすることで、走行抵抗を低減させ燃費を向上させることができる。

[0022] 前記制御部１５０ｂは、さらに、前記車両１００の旋回時に、前記ステアリング角度および車速に応じて前記操舵用アクチュエータ５を制御して前記左右の車輪９，９のトー角を調整することで、前記車両１００の前後の荷重バランスを制御してもよい。

[0023] この構成によると、制御部１５０ｂは、車両１００の旋回時に、ステアリング角度および車速に応じて操舵用アクチュエータ５，５を制御して車輪９

，９のトー角をトーインまたはトーアウトに適切に調整する。これにより、走行抵抗を増やし、車両１００に減速Ｇを発生させて荷重を前輪９，９のタイヤに移すことで前輪タイヤの接地力が上がり、運転者の意図した通りの旋回が可能となり、操縦安定性を向上することができる。またタイヤハウジング１０５内に設けられた操舵用アクチュエータ５の駆動によりトー角調整するため、操舵用アクチュエータ５から作用点までの損失が少なく、かつ指令に対する追従性を高くすることができ効率を高めることができる。したがって、この構成によると、多数の減速機およびギヤを使用する従来技術に対し、指令に対する追従性が高く効率が高い簡単な装置で車両旋回時の操縦安定性を向上し得る。

[0024] 前記制御部１５０ｂは、前記車両情報に基づいて、前記左右の車輪９，９の前記操舵用アクチュエータ５，５を左右個別に制御するものであってもよい。

[0025] この構成によると、制御部１５０ｂは、車両情報検出部１１０から得られた車速情報から、左右の車輪９，９の操舵用アクチュエータ５を左右個別に制御することで、例えば、車両１００の高速直進時の走行安定性を向上させることができ、車両１００の低速旋回時に車両１００の小回り性能を向上させることができる。

[0026] 前記第２のステアリング装置１５０の前記機構部１５０ａは、

車輪９を支持するハブベアリング１５を有するハブユニット本体２と、

懸架装置１２の足回りフレーム部品６に設けられ、前記ハブユニット本体２を上下方向に延びる転舵軸心Ａ回りに回転自在に支持するユニット支持部材３と、

前記ハブユニット本体２を前記転舵軸心Ａ回りに回転駆動させる前記操舵用アクチュエータ５と、を備えるものであってもよい。

[0027] この構成によると、車輪９を支持するハブベアリング１５を含むハブユニット本体２を、操舵用アクチュエータ５の駆動により、前記転舵軸心Ａ回りに一定の範囲で自由に回転させることができる。このため、車輪毎に独立し

て操舵が行え、また車両１００の走行状況に応じて、車輪９のトー角を任意に変更することができる。

[0028] また、旋回走行時に、走行速度に応じて左右輪９，９の舵角差を変えることができる。例えば高速域の旋回走行においてはパラレルジオメトリとし、低速域の旋回走行においてはアッカーマンジオメトリとする等、走行中にステアリングジオメトリを変化させることができる。このように走行中に車輪角度を任意に変更することができるため、車両１００の運動性能を向上させ、安定・安全に走行することが可能となる。さらに、左右の操舵輪の操舵角度を適切に変えることで、旋回走行における車両１００の旋回半径を小さくし、小回り性能を向上させることもできる。

[0029] 前記第２のステアリング装置１５０の前記制御部１５０ｂは、与えられた操舵角指令信号に応じた電流指令信号を出力する補助操舵制御部１５１と、この補助操舵制御部１５１から入力された電流指令信号に応じた電流を出力して前記操舵用アクチュエータ５を駆動制御するアクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌとを有するものであってもよい。

[0030] この構成によると、補助操舵制御部１５１は、与えられた操舵角指令信号に応じた電流指令信号を出力する。アクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌは、補助操舵制御部１５１から入力された電流指令信号に応じた電流を出力して操舵用アクチュエータ５を駆動制御する。したがって、運転者のハンドル操作等による操舵に付加して車輪角度を任意に変更することができる。

[0031] 前記第２のステアリング装置１５０の前記機構部１５０ａは、左右の前輪９，９および左右の後輪９，９のいずれか一方または両方を操舵させるものであってもよい。前記機構部１５０ａを左右の前輪９，９に適用した場合、運転者のハンドル操作等で車輪９の方向がハブユニット全体と共に操舵されるが、この操舵に付加する形で僅かな角度の補助操舵を車輪毎に独立して行うことができる。前記機構部１５０ａを左右の後輪９，９に適用した場合は、ハブユニット全体は操舵しないが、補助操舵機能により、前輪と同様に僅かな角度の操舵を車輪毎に独立して行える。

[0032] この発明の車両は、上記の構成のステアリングシステムを備えている。そのため、この発明のステアリングシステムにつき前述した各効果が得られる。

[0033] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも２つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の２つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0034] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の第１の実施形態に係るステアリングシステムの概念構成を概略示す図である。

[図2]図１のステアリングシステムにおける第２のステアリング装置の機構部およびその周辺の構成を示す縦断面図である。

[図3]図２の第２のステアリング装置の機構部等の構成を示す水平断面図である。

[図4]図２の第２のステアリング装置の機構部の外観を示す斜視図である。

[図5]図２の第２のステアリング装置の機構部の分解正面図である。

[図6]図２の第２のステアリング装置の機構部の側面図である。

[図7]図２の第２のステアリング装置の機構部の平面図である。

[図8]図６のVIII-VIII線断面図である。

[図9]図１のステアリングシステムの概念構成を示すブロック図である。

[図10]車速とトー角との関係を示すグラフである。

[図11]図１０のトー角を制御する処理を段階的に示すフローチャートである。

[図12]図９のステアリングシステムの第２のステアリング装置の補助操舵制御部の構成を示すブロック図である。

[図13]実横加速度／規範横加速度およびタイヤ角度と摩擦係数の関係例を示すグラフである。

[図14]この発明の第２の実施形態に係るステアリングシステムの第２のステアリング装置により操舵可能な前輪の作動範囲とステアリング角度との関係を示すグラフである。

[図15]車速と前輪の補正舵角係数との関係を示すグラフである。

[図16]車両旋回時における車両と車輪の動作を時系列で模式的に示す図である。

[図17]トー角制御する処理の前段の過程を示すフローチャートである。

[図18]トー角制御する処理の後段の過程を示すフローチャートである。

[図19]この発明の第３の実施形態に係るステアリングシステムの概念構成を概略示す図である。

[図20]この発明の第４の実施形態に係るステアリングシステムの概念構成を概略示す図である。

[図21]この発明の第５の実施形態に係るステアリングシステムの概念構成を概略示す図である。

発明を実施するための形態

[0035] ［第１の実施形態］

この発明の第１の実施形態を図１ないし図１３と共に説明する。

図１は、この実施形態に係るステアリングシステム１０１を搭載した自動車等の車両１００の概念構成を概略示す図である。車両１００は、前輪となる左右の車輪９，９と、後輪となる左右の車輪９，９とを有する４輪車両であり、駆動方式は、前輪駆動、後輪駆動、４輪駆動のいずれであってもよい。

[0036] このステアリングシステム１０１は、車両１００の操舵を行うためのシステムであり、第１のステアリング装置１１と、左右の車輪９，９を個別に操

舵させるステアリング装置である第２のステアリング装置１５０と、車両情報検出部１１０とを備える。

[0037] 第１のステアリング装置１１は、ハンドル２００等の操舵指令装置に対する運転者の操作により車両１００の操舵輪となる左右の車輪９，９を操舵させる装置であり、この実施形態では前輪操舵形式とされている。

[0038] 第２のステアリング装置１５０は、車両１００の状態に応じた制御によって補助的な操舵を行う装置であり、機構部１５０ａと、制御部１５０ｂとを有する。機構部１５０ａは、補助操舵の対象となる車輪９，９毎に設けられる機構である。この機構部１５０ａは、車両１００のタイヤハウジング１０５内に設けられて操舵用アクチュエータ５（図２）の駆動により車輪９を個別に操舵させる。制御部１５０ｂは、車両情報検出部１１０により検出された車両１００の状態を表す車両情報に基づいて制御する。

[0039] 換言すれば、ステアリングシステム１０１は、

車両１００の前輪となる左右の車輪９，９が機械的に連動し、前記操舵指令装置が出力する操舵量の指令に従い車両１００の前輪となる左右の車輪９，９を、これら左右の車輪９，９が設置される懸架装置１２の左右の足回りフレーム部品であるナックル６，６の角度変更によって操舵する第１のステアリング装置１１と、

左右の車輪９，９に対してそれぞれ設けられた補助操舵用のアクチュエータ（操舵用アクチュエータ５（図２））を駆動することで前記足回りフレーム部品であるナックル６，６に対する車輪９，９の角度を変えて左右の車輪９，９を個別に操舵させる第２のステアリング装置１５０と、

後述する車両情報検出部１１０と、を備える。

[0040] 車両情報検出部１１０は、車両１００の状態を検出する手段であり、各種のセンサ類の群を称している。車両情報検出部１１０の検出した車両情報は、メインのＥＣＵ１３０を介して第２のステアリング装置１５０の制御部１５０ｂに転送される。

[0041] ＥＣＵ１３０は、車両１００の全体の協調制御または統括制御を行う制御

装置であり、ＶＣＵとも称される。

[0042] ＜第１のステアリング装置１１の構成＞

第１のステアリング装置１１は、運転者によるハンドル２００に対する入力に応じて、車両１００の前輪となる左右の車輪９，９を連動して操舵させるシステムであり、ステアリングシャフト３２、ラックアンドピニオン（図示せず）、タイロッド１４等、周知の機械的な構成を備える。運転者がハンドル２００に対して回転入力を行うと、ステアリングシャフト３２も連動して回転する。ステアリングシャフト３２が回転すると、ラックアンドピニオンによってステアリングシャフト３２と連結されているタイロッド１４が車幅方向に移動することで、車輪９の向きが変わり、左右の車輪９，９を連動して操舵することが可能である。

[0043] ＜第２のステアリング装置１５０の概略構成＞

図１および図９に示すように、第２のステアリング装置１５０は、左右の車輪９，９を独立して操舵可能である。この第２のステアリング装置１５０の機構部１５０ａとして右輪ハブユニット１Ｒおよび左輪ハブユニット１Ｌを備える。これら右輪ハブユニット１Ｒおよび左輪ハブユニット１Ｌは、タイヤハウジング１０５内に設けられた操舵用アクチュエータ５（図２）により車輪９，９の操舵を行う。

[0044] ＜第２のステアリング装置１５０の機構部１５０ａの具体的構成例＞

第２のステアリング装置１５０の機構部１５０ａは、前述のように右輪ハブユニット１Ｒおよび左輪ハブユニット１Ｌを備えるが、これら右輪ハブユニット１Ｒおよび左輪ハブユニット１Ｌは、いずれも図２に示す操舵機能付ハブユニット１として構成されている。同図２に示すように、このハブユニット１は、ハブユニット本体２と、ユニット支持部材３と、回転許容支持部品４と、操舵用アクチュエータ５とを備える。足回りフレーム部品であるナックル６に一体にユニット支持部材３が設けられている。

[0045] 図５に示すように、このユニット支持部材３のインボード側に、操舵用アクチュエータ５のアクチュエータ本体７が設けられ、ユニット支持部材３の

アウトボード側に、ハブユニット本体２が設けられる。ハブユニット１（図２）を車両に搭載した状態で、車両の車幅方向外側をアウトボード側といい、車両の車幅方向中央側をインボード側という。図３および図４に示すように、ハブユニット本体２とアクチュエータ本体７とはジョイント部８により連結されている。通常、このジョイント部８は、防水、防塵のために図示外のブーツが取り付けられている。

[0046] 図２に示すように、ハブユニット本体２は、上下方向に延びる転舵軸心Ａ回りに回転自在なように、上下二箇所で回転許容支持部品４，４を介してユニット支持部材３に支持されている。転舵軸心Ａは、車輪９の回転軸心Ｏとは異なる軸心であり、主な操舵を行うキングピン軸とも異なっている。通常の車両は、車両走行の直進安定性の向上を目的としてキングピン角度が１０～２０度で設定されているが、この実施形態のハブユニット１は、前記キングピン角度とは別の角度（軸）の転舵軸を有する。車輪９は、ホイール９ａとタイヤ９ｂとを備える。

[0047] 図１に示すように、この実施形態のハブユニット１（図２）は、第１のステアリング装置１１による前輪となる左右の車輪９，９の操舵に付加して左右輪個別に微小な角度（約±５ｄｅｇ）を操舵させる機構として、懸架装置１２のナックル６に一体に設けられる。第１のステアリング装置１１は、ラックアンドピニオン式とされるが、どのタイプのステアリング装置でも構わない。懸架装置１２は、例えば、ショックアブソーバーをナックル６に直接固定するストラット式サスペンション機構を適用しているが、マルチリンク式サスペンション機構、その他のサスペンション機構を適用してもよい。

[0048] ＜ハブユニット本体２について＞

図２に示すように、ハブユニット本体２は、車輪９の支持用のハブベアリング１５と、アウターリング１６と、後述の操舵力受け部であるアーム部１７（図４）とを備える。図８に示すように、ハブベアリング１５は、内輪１８と、外輪１９と、これら内外輪１８，１９間に介在したボール等の転動体２０とを有し、車体側の部材と車輪９（図２）とを繋ぐ役目をしている。

[0049] このハブベアリング１５は、図示の例では、外輪１９が固定輪、内輪１８が回転輪となり、転動体２０が複列とされたアンギュラ玉軸受とされている。内輪１８は、ハブフランジ１８ａａを有しアウトボード側の軌道面を構成するハブ輪部１８ａと、インボード側の軌道面を構成する内輪部１８ｂとを有する。図２に示すように、ハブフランジ１８ａａに、車輪９のホイール９ａがブレーキロータ２１ａと重なり状態でボルト固定されている。内輪１８は、回転軸心Ｏ回りに回転する。

[0050] 図８に示すように、アウターリング１６は、外輪１９の外周面に嵌合された円環部１６ａと、この円環部１６ａの外周から上下に突出して設けられたトラニオン軸状の取付軸部１６ｂ，１６ｂとを有する。各取付軸部１６ｂは、転舵軸心Ａに同軸に設けられる。

[0051] 図３に示すように、ブレーキ２１は、ブレーキロータ２１ａと、ブレーキキャリパ２１ｂとを有する。ブレーキキャリパ２１ｂは、外輪１９に一体にアーム状に突出して形成された上下二箇所のブレーキキャリパ取付部２２（図６）に取付けられる。

[0052] ＜回転許容支持部品およびユニット支持部材について＞

図８に示すように、各回転許容支持部品４は転がり軸受から成る。この例では、転がり軸受として、テーパころ軸受が適用されている。転がり軸受は、取付軸部１６ｂの外周に嵌合された内輪４ａと、ユニット支持部材３に嵌合された外輪４ｂと、内外輪４ａ，４ｂ間に介在する複数の転動体４ｃとを有する。

[0053] ユニット支持部材３は、ユニット支持部材本体３Ａと、ユニット支持部材結合体３Ｂとを有する。ユニット支持部材本体３Ａのアウトボード側端に、略リング形状のユニット支持部材結合体３Ｂが着脱自在に固定されている。ユニット支持部材結合体３Ｂのインボード側側面のうち上下の部分には、部分的な凹球面状の嵌合孔形成部３ａがそれぞれ形成されている。

[0054] 図７および図８に示すように、ユニット支持部材本体３Ａのアウトボード側端のうち上下の部分には、部分的な凹球面状の嵌合孔形成部３Ａａがそれ

ぞれ形成されている。図４に示すように、ユニット支持部材本体３Ａのアウトボード側端にユニット支持部材結合体３Ｂが固定され、各上下の部分につき、嵌合孔形成部３ａ，３Ａａ（図７）が互いに組み合わされることにより、全周に連なる嵌合孔が形成される。この嵌合孔に外輪４ｂ（図８）が嵌合されている。なお図４において、ユニット支持部材３を一点鎖線で表す。

[0055] 図８に示すように、アウターリング１６における各取付軸部１６ｂには、雌ねじ部が径方向に延びるように形成され、この雌ねじ部に螺合するボルト２３が設けられている。内輪４ａの端面に円板状の押圧部材２４を介在させ、前記雌ねじ部に螺合するボルト２３により、内輪４ａの端面に押圧力を付与することで、各回転許容支持部品４にそれぞれ予圧を与えている。これにより各回転許容支持部品４の剛性を高め得る。車両の重量がこのハブユニットに作用した場合でも初期予圧が抜けないように設定される。なお、回転許容支持部品４の転がり軸受は、テーパころ軸受に限るものではなく、最大負荷等の使用条件によってはアンギュラ玉軸受を用いることも可能である。その場合も、上記と同様に予圧を与えることができる。

[0056] 図３に示すように、アーム部１７は、ハブベアリング１５の外輪１９に操舵力を与える作用点となる部位であり、円環部１６ａの外周の一部または外輪１９の外周の一部に一体に突出する。このアーム部１７は、ジョイント部８を介して、操舵用アクチュエータ５の直動出力部２５ａに回転自在に連結されている。これにより、操舵用アクチュエータ５の直動出力部２５ａが進退することで、ハブユニット本体２が転舵軸心Ａ（図２）回りに回転、つまり操舵させられる。

[0057] ＜操舵用アクチュエータ５について＞

図４に示すように、操舵用アクチュエータ５は、ハブユニット本体２を転舵軸心Ａ（図２）回りに回転駆動させるアクチュエータ本体７を有する。

[0058] 図３に示すように、アクチュエータ本体７は、モータ２６と、モータ２６の回転を減速する減速機２７と、この減速機２７の正逆の回転出力を直動出力部２５ａの往復直線動作に変換する直動機構２５とを備える。モータ２６

は、例えば永久磁石型同期モータとされるが、直流モータであっても、誘導モータであってもよい。

[0059] 減速機２７は、ベルト伝達機構等の巻き掛け式伝達機構またはギヤ列等を用いることができ、図３の例ではベルト伝達機構が用いられている。減速機２７は、ドライブプーリ２７ａと、ドリブンプーリ２７ｂと、ベルト２７ｃとを有する。モータ２６のモータ軸にドライブプーリ２７ａが結合され、直動機構２５にドリブンプーリ２７ｂが設けられている。このドリブンプーリ２７ｂは、前記モータ軸に平行に配置されている。モータ２６の駆動力は、ドライブプーリ２７ａからベルト２７ｃを介してドリブンプーリ２７ｂに伝達される。前記各ドライブプーリ２７ａとドリブンプーリ２７ｂとベルト２７ｃとで、巻き掛け式の減速機２７が構成される。

[0060] 直動機構２５は、滑りねじまたはボールねじ等の送りねじ機構、またはラック・ピニオン機構等を用いることができ、この例では台形ねじの滑りねじを用いた送りねじ機構（逆入力防止機構）２５ｂが用いられている。直動機構２５は、前記台形ねじの滑りねじを用いた送りねじ機構２５ｂを備えるため、タイヤ９ｂからの逆入力の防止効果を高め得る。なお、前記台形ねじの滑りねじを用いた送りねじ機構２５ｂの代わりに、ウォームギヤ等の逆入力防止機構を採用してもよい。この場合にもタイヤ９ｂからの逆入力の防止効果を高め得る。モータ２６、減速機２７および直動機構２５を備えたアクチュエータ本体７は、準組立品として組み立てられてケース６ｂにボルト等により着脱自在に取り付けられる。なおモータ２６の駆動力を、減速機を介さず直接直動機構２５へ伝達する機構も可能である。

[0061] ケース６ｂは、ユニット支持部材３の一部として、ユニット支持部材本体３Ａに一体に形成されている。ケース６ｂは、有底筒状に形成され、モータ２６を支持するモータ収容部と、直動機構２５を支持する直動機構収容部が設けられている。前記モータ収容部には、モータ２６をケース内所定位置に支持する嵌合孔が形成されている。前記直動機構収容部には、直動機構２５をケース内所定位置に支持する嵌合孔、および、直動出力部２５ａの進退を

許す貫通孔等が形成されている。

[0062] 図４に示すように、ユニット支持部材本体３Ａは、前記ケース６ｂ、ショックアブソーバの取り付け部となるショックアブソーバ取り付け部６ｃ、および第１のステアリング装置１１（図３）の結合部となるステアリング装置結合部６ｄを有する。これらショックアブソーバ取り付け部６ｃおよびステアリング装置結合部６ｄも、ユニット支持部材本体３Ａに一体に形成されている。ユニット支持部材本体３Ａの外表面部における上部に、ショックアブソーバ取り付け部６ｃが突出するように形成されている。ユニット支持部材本体３Ａの外表面部における側面部には、ステアリング装置結合部６ｄが突出するように形成されている。

[0063] ＜車両情報検出部１１０の構成＞

図９に示すように、車両情報検出部１１０は、車両情報を検出しＥＣＵ１３０へ出力する。車両情報検出部１１０は、車速検出部１１１、操舵角検出部１１２、車高検出部１１３、実ヨーレート検出部１１４、実横加速度検出部１１５、アクセルペダルセンサ１１６、およびブレーキペダルセンサ１１７を備える。

[0064] 車速検出部１１１は、例えば車両が備えるトランスミッションの内部に取り付けたスピードセンサ等のセンサ（図示せず）の出力に基づいて、この車両の速度（車速）を検出し、ＥＣＵ１３０へ車速情報（単に「車速」とも言う）を出力する。

[0065] 操舵角検出部１１２は、例えば第１のステアリング装置１１が備えるモータ部に取り付けられたレゾルバ等のセンサ（図示せず）の出力に基づいてステアリング角度（操舵角）を検出し、ＥＣＵ１３０へ操舵角情報（単に「ステアリング角度」または「車輪角度」とも言う）を出力する。

[0066] 車高検出部１１３は、車両１００（図１）のシャーシと地面との距離をレーザ変位計により測定する方法、あるいは車両１００の懸架装置１２（図１）における図示外のアッパーアームまたはロアアームの角度を角度センサにより検出する方法等により、第２のステアリング装置１５０により操舵され

る各車輪９（図１）の車高を検出する。そして、車高検出部１１３は、検出した車高を車高情報としてＥＣＵ１３０へ出力する。

[0067] 実ヨーレート検出部１１４は、例えば車両１００（図１）に取り付けられたジャイロセンサ等のセンサの出力に基づいて、実ヨーレートを検出し、ＥＣＵ１３０へ実ヨーレート情報を出力する。

[0068] 実横加速度検出部１１５は、例えば車両１００（図１）に取り付けられたジャイロセンサ等のセンサの出力に基づいて、実横加速度を検出し、ＥＣＵ１３０へ実横加速度情報を出力する。アクセルペダルセンサ１１６は、運転者によるアクセルペダル２１０への入力を検出し、検出した値をアクセル指令値としてＥＣＵ１３０へ出力する。ブレーキペダルセンサ１１７は、運転者によるブレーキペダル２２０への入力を検出し、検出した値をブレーキ指令値としてＥＣＵ１３０へ出力する。ＥＣＵ１３０は、操舵角指令信号を含む車両情報を第２のステアリング装置１５０の制御部１５０ｂに出力する。

[0069] ＜第２のステアリング装置１５０の制御部１５０ｂ＞

第２のステアリング装置１５０の制御部１５０ｂは、ＥＣＵ１３０から、車速情報、操舵角情報、車高情報、実ヨーレート情報、実横加速度情報、アクセル指令値、およびブレーキ指令値を含む車両情報を取得し、取得した車両情報に基づいて、補助操舵制御部１５１が、右輪用のアクチュエータ駆動制御部３１Ｒおよび左輪用のアクチュエータ駆動制御部３１Ｌを制御することで、右輪ハブユニット１Ｒ、および左輪ハブユニット１Ｌがそれぞれ備えるモータ２６を駆動し、左右の車輪を独立して操舵可能である。

[0070] 制御部１５０ｂにおいて、前記車両情報である操舵角情報等の各情報と前記モータ２６を駆動する指令値との関係は、例えばマップまたは演算式等を用いて制御規則として定められており、その制御規則を用いて制御を行う。制御部１５０ｂは、例えば専用のＥＣＵとして設けられるが、メインのＥＣＵ１３０の一部として設けてもよい。

[0071] 制御部１５０ｂにおける補助操舵制御部１５１は、判定手段３３と車速対応トー角制御手段３４とを有する。判定手段３３は、ＥＣＵ１３０から取得

した操舵角から車両１００（図１）が直進状態か否かを判定する。車速対応トー角制御手段３４は、判定手段３３により車両１００（図１）が直進状態と判定されたとき、車速に応じて各アクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌを制御し、各モータ２６を駆動制御することで左右の車輪のトー角を制御する。

[0072] 具体的には、判定手段３３は、ハンドル２００と連結される第１のステアリング装置１１により操舵される車輪角度（ステアリング角度）θＴを、操舵角検出部１１２からＥＣＵ１３０を介して得る。判定手段３３は、この車輪角度θＴの絶対値が定められた角度θA_1より小さいか（｜θＴ｜＜θA_1ｄｅｇであるか）否かを判定する。車速対応トー角制御手段３４は、判定手段３３により｜θＴ｜＜θA_1ｄｅｇと判定された場合、図１０に示すように車速に応じてトー角を調整する。前記定められたθA_1は、微小な角度（例えば１０（ｄｅｇ）以下）としているが、車両情報によって数値は異なる。図１０におけるトーイン角度Ｘｄｅｇは、車速が定められた速度以下（例えば、低速直進時）のときの設定角度であり、例えば、零度である。なお、トーイン角度Ｘｄｅｇは僅かにトーイン状態となる角度であってもよい。

[0073] 図９および図１０に示すように、車速対応トー角制御手段３４は、車速が定められた車速域（例えば、高速直進時）のとき、車速が上昇するに従って左右の車輪のトー角を大きく制御する（換言すれば、車速に応じた角度にトーイン状態にする）ことによって直進安定性を向上させることができる。また車速対応トー角制御手段３４は、車速が定められた速度以下（例えば、低速直進時）のとき、左右の車輪のトー角を設定された前記トーイン角度Ｘｄｅｇに制御する（換言すれば、左右の車輪を直進状態にする）ことで、走行抵抗を低減させ燃費を向上させることが可能となる。

[0074] 図１１は、トー角を制御する処理を段階的に示すフローチャートである。図９および図１０も参照しつつ説明する。本処理開始後、車速検出部１１１からＥＣＵ１３０を介して得られた車速からこの車両が走行状態であると制御部１５０ｂが判断すると、判定手段３３は、車輪角度θＴの絶対値が定め

られた角度より小さいか（｜θＴ｜＜θＡ$_1$ｄｅｇであるか）否かを判定する（ステップＳ１）。車輪角度θＴの絶対値が定められた角度以上であるとの判定（ステップＳ１：Ｎｏ）で、ステップＳ１に戻る。

[0075] 車輪角度θＴの絶対値が定められた角度より小さい、つまり車両が直進状態であるとの判定（ステップＳ１：Ｙｅｓ）で、車速対応トー角制御手段３４は、車速Ｖが低速度域（ＶＬｋｍ／ｈ以下（ステップＳ２：Ｙｅｓ））では、トー角をＸ＋０ ｄｅｇ（直進状態）とし（ステップＳ３）、車速がＶＬ ｋｍ／ｈから車速の上昇に従って（ステップＳ４：Ｙｅｓ）徐々にトー角を増加させ（ステップＳ５）、高速度域（ＶＨｋｍ／ｈ以上（ステップＳ６：Ｙｅｓ））では最大のトー角（Ｘ＋Ｂ ｄｅｇ）で一定とする（ステップＳ７）。Ｘ ｄｅｇ、Ｂ ｄｅｇ、ＶＬ ｋｍ／ｈ、ＶＨ ｋｍ／ｈは、車両情報によって異なる値である。

[0076] トー角をある角度Ｂ ｄｅｇを超えて与えると、走行抵抗が増加しすぎて、車輪にすべりが生じる等安定して走行することができなくなる。車速ＶＬ ｋｍ／ｈ以下では、走行抵抗を小さくするために、トー角は約０ ｄｅｇが好ましい。

[0077] 車速に応じてトー角を算出した後、制御部１５０ｂは各操舵用アクチュエータの駆動条件（モータ２６に流す電流等）を算出し（ステップＳ８）、各操舵用アクチュエータを駆動する（ステップＳ９）。その後ステップＳ１に戻る。

[0078] 補助操舵制御部１５１は、前記車両の直進状態のトー角制御に加えて以下のように左右の車輪を独立して操舵する制御を行う。

[0079] 図１２に示すように、補助操舵制御部１５１は、規範横加速度計算部１５２、右輪タイヤ角度計算部１５３、左輪タイヤ角度計算部１５４、右輪路面摩擦係数計算部１５５、目標ヨーレート計算部１５６、左輪路面摩擦係数計算部１５７、目標ヨーレート補正部１５８、目標左右輪タイヤ角度計算部１５９、右輪指令値計算部１６０、および左輪指令値計算部１６１を備える。

[0080] 右輪タイヤ角度計算部１５３および左輪タイヤ角度計算部１５４は、所定

の周期で、ＥＣＵ１３０から操舵角情報および車高情報を取得する。右輪タイヤ角度計算部１５３および左輪タイヤ角度計算部１５４は、取得した操舵角情報および車高情報に基づいて、第２のステアリング装置１５０（図９）が操舵を行うタイヤの現在の角度を算出し、算出したタイヤ角度情報を規範横加速度計算部１５２に出力する。

[0081] 規範横加速度計算部１５２は、ＥＣＵ１３０から取得した車速情報および前記タイヤ角度情報に基づいて、規範横加速度の計算を行う。規範横加速度計算部１５２は、算出した規範横加速度を規範横加速度情報として右輪路面摩擦係数計算部１５５および左輪路面摩擦係数計算部１５７に出力する。

[0082] 図１３は路面摩擦係数を算出するためのマップを表す図であり、このマップは、図１２に示す右輪路面摩擦係数計算部１５５および左輪路面摩擦係数計算部１５７に記憶されている。右輪路面摩擦係数計算部１５５および左輪路面摩擦係数計算部１５７は、ＥＣＵ１３０から取得する実横加速度情報および規範横加速度計算部１５２から入力される規範横加速度情報に基づいて、路面摩擦係数の計算を行う。具体的には、右輪路面摩擦係数計算部１５５および左輪路面摩擦係数計算部１５７は、規範横加速度計算部１５２から規範横加速度情報が入力されると、右輪タイヤ角度計算部１５３および左輪タイヤ角度計算部１５４からタイヤ角度情報を取得する。右輪路面摩擦係数計算部１５５および左輪路面摩擦係数計算部１５７は、前記マップ（図１３）に基づいて、実横加速度／規範横加速度とタイヤ角度とから、路面摩擦係数を算出する。右輪路面摩擦係数計算部１５５および左輪路面摩擦係数計算部１５７は、算出した右輪の路面摩擦係数である右輪路面摩擦係数情報と、左輪の路面摩擦係数である左輪路面摩擦係数情報とを、目標ヨーレート補正部１５８に出力する。

[0083] 目標ヨーレート計算部１５６は、ＥＣＵ１３０から所定の周期で取得する車速情報および操舵角情報に基づいて、目標ヨーレートを計算し、算出した目標ヨーレートを目標ヨーレート情報として目標ヨーレート補正部１５８に出力する。

[0084] 目標ヨーレート補正部１５８は、右輪路面摩擦係数計算部１５５および左輪路面摩擦係数計算部１５７から、右輪路面摩擦係数情報および左輪路面摩擦係数情報が入力されると、目標ヨーレート計算部１５６から目標ヨーレート情報を取得し、右輪路面摩擦係数情報および左輪路面摩擦係数情報で表される路面摩擦係数に応じて目標ヨーレートの補正を行う。目標ヨーレート補正部１５８は、補正後の目標ヨーレートを補正後ヨーレート情報として目標左右輪タイヤ角度計算部１５９へ出力する。

[0085] 目標左右輪タイヤ角度計算部１５９は、前記補正後ヨーレート情報が入力されると、ＥＣＵ１３０から実ヨーレート情報、アクセル指令値およびブレーキ指令値を取得し、右輪路面摩擦係数情報および左輪路面摩擦係数情報を取得し、左右輪のタイヤ角度の目標値である目標左右輪タイヤ角度を計算する。具体的には、目標左右輪タイヤ角度計算部１５９は、下記式（１）に基づいて、左右それぞれのタイヤの目標の角度を算出する。

[0086] [数1]

$$\theta_{tR1}=f_{tR}(\theta_y,X_A,X_B,\mu_R)$$
$$\theta_{tL1}=f_{tL}(\theta_y,X_A,X_B,\mu_L) \quad \cdots \text{式（1）}$$

[0087] 式（１）において、θ_yは実ヨーレート情報で表される実際の車両のヨーレート量、X_Aはアクセル指令値、X_Bはブレーキ指令値、μ_Rは右輪路面摩擦係数、μ_Lは左輪路面摩擦係数、θ_{tR1}は右輪の目標タイヤ角度、θ_{tL1}は左輪の目標タイヤ角度である。

[0088] 目標左右輪タイヤ角度計算部１５９は、計算した左右輪それぞれの目標タイヤ角度を目標タイヤ角度情報として、右輪指令値計算部１６０および左輪指令値計算部１６１へ出力する。

[0089] 右輪指令値計算部１６０および左輪指令値計算部１６１は、前記各目標タイヤ角度情報が入力されると、右輪タイヤ角度計算部１５３および左輪タイヤ角度計算部１５４から、現在のタイヤ角度を表すタイヤ角度情報を取得し

、目標タイヤ角度情報で表される目標タイヤ角度と、現在のタイヤ角度とを比較する。目標タイヤ角度と現在のタイヤ角度とを比較した結果、偏差がある場合には、右輪ハブユニット１Ｒ（図９）および左輪ハブユニット１Ｌ（図９）のそれぞれを操舵させる量を表す右輪操舵量情報および左輪操舵量情報を生成する。右輪指令値計算部１６０は、生成した右輪操舵量情報（電流指令信号）を右輪用のアクチュエータ駆動制御部３１Ｒへ出力し、左輪指令値計算部１６１は、生成した左輪操舵量情報（電流指令信号）を左輪用のアクチュエータ駆動制御部３１Ｌへ出力する。

[0090] 各アクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌはインバータを備える。各アクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌは、前記右輪操舵量情報および前記左輪操舵量情報に基づいて、各操舵用アクチュエータのモータ２６（図９）への電流を制御する。具体的には、図９および図１２に示すように、各アクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌは、右輪指令値計算部１６０および左輪指令値計算部１６１から右輪操舵量情報および左輪操舵量情報が入力されると、現在の右輪ハブユニット１Ｒ、および左輪ハブユニット１Ｌの操舵角を表す各モータ２６の位置情報を取得し、右輪操舵量情報および左輪操舵量情報に基づいてモータ２６の目標位置を決定し、各モータ２６へ流す電流の制御を行う。

[0091] すなわち、図４に示すように、各アクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌは、補助操舵制御部１５１から入力された電流指令信号に応じた電流を出力して操舵用アクチュエータ５を駆動制御する。アクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌは、モータ２６のコイルに供給する電力を制御する。このアクチュエータ駆動制御部３１Ｒ，３１Ｌは、例えば、図示外のスイッチ素子を用いたハーフブリッジ回路を構成し、前記スイッチ素子のＯＮ－ＯＦＦデューティ比によりモータ印加電圧を決定するＰＷＭ制御を行う。これにより、運転者のハンドル操作による操舵に付加して、車輪を微小に角度変化することができる。直線走行時にも、車速に応じてトー角の量を調整し得る。

[0092] ＜作用効果＞

以上説明したステアリングシステム１０１によれば、第１のステアリング装置１１は、操舵指令装置が出力する操舵量の指令に従い車輪９，９を操舵させる。操舵指令装置として、例えば、運転者のハンドル２００または自動の操舵指令装置等を適用し得る。このような操舵指令装置等による車両１００の向きの調整が、従来の車両と同様に行える。

[0093] 第２のステアリング装置１５０は、タイヤハウジング１０５内に設けられた操舵用アクチュエータ５を駆動することで、左右の車輪９，９を個別に操舵させる。この第２のステアリング装置１５０の制御部１５０ｂのうち、判定手段３３は操舵角から車両１００が直進状態か否かを判定する。前記直進状態であるとの判定で、車速対応トー角制御手段３４は、車両１００の速度に応じて操舵用アクチュエータ５を制御することで左右の車輪９，９のトー角を制御する。

[0094] 高速直進時には、左右の車輪９，９を車速に応じた角度にトーイン状態（図１の点線で表示する左右の車輪９，９の状態）にすることによって、直進安定性を向上させることができる。低速直進時には、車輪９，９を直進状態にすることで、走行抵抗を低減させ燃費を向上させることができる。したがって、構造を複雑化することなく車両１００の直進安定性を向上させ、また燃費の向上を図ることができる。

[0095] 第２のステアリング装置１５０の機構部１５０ａにおいて、ハブベアリング１５を含むハブユニット本体２を、操舵用アクチュエータ５の駆動により、前記転舵軸心Ａ回りに一定の範囲で自由に回転させることができる。このため、車輪毎に独立して操舵が行え、また車両１００の走行状況に応じて、車輪９のトー角を任意に変更することができる。

[0096] また、旋回走行時に、走行速度に応じて左右輪９，９の舵角差を変えることができる。例えば高速域の旋回走行においてはパラレルジオメトリとし、低速域の旋回走行においてはアッカーマンジオメトリとする等、走行中にステアリングジオメトリを変化させることができる。このように走行中に車輪角度を任意に変更することができるため、車両１００の運動性能を向上させ

、安定・安全に走行することが可能となる。さらに、左右の操舵輪の操舵角度を適切に変えることで、旋回走行における車両１００の旋回半径を小さくし、小回り性能を向上させることもできる。

[0097] ＜他の実施形態について＞

以下の説明においては、各実施の形態で先行して説明している事項に対応している部分には同一の参照符号を付し、重複する説明を略する。構成の一部のみを説明している場合、構成の他の部分は、特に記載のない限り先行して説明している形態と同様とする。同一の構成から同一の作用効果を奏する。実施の各形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施の形態同士を部分的に組合せることも可能である。

[0098] ［第２の実施形態］

図１から９を参照して説明したステアリングシステムにおいて、左右の車輪のトー角を調整して車両の前後の荷重バランスを制御する例について説明する。この以下に説明する制御は、上述の、車両の速度に応じて左右のトー角を調整する制御に追加される。ただし、本発明の範囲に含まれない参考形態においては、以下に説明する制御は、上述の、車両の速度に応じて左右のトー角を調整する制御の代わりに採用されてもよい。

[0099] 上述したように、図９の制御部１５０ｂは、車両の旋回時に、ステアリング角度および車速に応じて各操舵用アクチュエータ５（図２）を制御して、前輪となる左右の車輪９，９（図１）のトー角を調整することで、車両の前後の荷重バランスを制御する。具体的には、制御部１５０ｂは、ハンドル２００と連結される第１のステアリング装置１１により操舵される車輪角度（ステアリング角度）θＴを、操舵角検出部１１２からＥＣＵ１３０を介して取得する。

[0100] 前輪の補正舵角θｓは、図１４に示すように、ステアリング角度θＴに応じて決まる操舵可能な前輪の最大操舵角度（作動範囲）θｓｍａｘと、図１５に示すように、車速に応じて決まる前輪の補正舵角係数（切り増し係数）

αθを用いて次式で求められる。

θｓ＝αθ・θｓｍａｘ

[0101] ＜補正舵角係数αθについて＞

低速度域（０～ＶＬｋｍ／ｈ以下）では前輪の補正舵角係数αθを「C_A」とし（αθ＝C_A）、ＶＬｋｍ／ｈから車速の上昇に従って徐々に補正舵角係数αθを増加させ、高速度域（ＶＨ　ｋｍ／ｈ以上）では補正舵角係数αθを「１．０」とする（αθ＝１．０）。係数C_A、ＶＬ　ｋｍ／ｈ、ＶＨ　ｋｍ／ｈは、車両情報によって異なる値であり、それぞれ試験および／またはシミュレーションにより定められる。

[0102] 図９および図１６に示すように、前記により、運転者が第１のステアリング装置１１を操作し、制御部１５０ｂが、車両の旋回開始時に、ステアリング角度および車速に応じて、補正舵角θｓ分だけ前輪９，９のトー角を瞬間的にトーインまたはトーアウト（図１６の例ではトーイン）にすることで、減速Ｇを発生させて車両の前後の荷重バランスを制御する。これにより、車両の旋回前よりもタイヤの荷重を前輪へ移動して前輪のタイヤ接地力を上げることで、車両がスムーズに曲がりやすくなる。補正舵角θｓ分だけ前輪９，９をトーインさせる瞬間的な時間は、例えば、０．５秒以下である。

[0103] その後の旋回中において、制御部１５０ｂは、ステアリング角度および車速に応じて各操舵用アクチュエータ５（図２）を制御して、前輪となる左右の車輪９，９の舵角差を変える。例えば、高速域の旋回走行においてはパラレルジオメトリとし、低速域の旋回走行においてはアッカーマンジオメトリとする等、走行中にステアリングジオメトリを変化させることができる。

[0104] 図１７，図１４は、トー角制御する処理の前後段の過程を示すフローチャートである。図９も適宜参照しつつ説明する。

[0105] 車両の旋回開始時、制御部１５０ｂは、車速が低速度域であるか否かを判定する（ステップａ１）。低速度域であるとの判定で（ステップａ１：Ｙｅｓ）、制御部１５０ｂは、前輪の補正舵角係数αθを「C_A」とし（ステップａ４）、後述するステップａ７へ移行する。

[0106] 車速が中速度域のとき（ステップａ２：Ｙｅｓ）、制御部１５０ｂは、車速の上昇に従って徐々に補正舵角係数αθを増加させ（ステップａ５）、その後ステップａ７へ移行する。車速が高速度域のとき（ステップａ３：Ｙｅｓ）、制御部１５０ｂは、補正舵角係数αθを「１．０」とし（ステップａ６）、ステップａ７へ移行する。車速が高速度域でないとの判定で（ステップａ３：Ｎｏ）、ステップａ１へ戻る。

[0107] ステップａ７において、制御部１５０ｂは、前述のように前輪の補正舵角θｓを決定する。その後制御部１５０ｂは各操舵用アクチュエータの駆動量（モータ２６に流す電流等）を算出し（ステップａ８）、各操舵用アクチュエータを駆動する（ステップａ９）。定められた時間Ｔ経過後（ステップａ１０）、制御部１５０ｂは、前輪の補正舵角θｓが一旦「０」ｄｅｇになるように各操舵用アクチュエータを駆動する（ステップａ１１）。その後、ステアリング角度および車速等に応じて、各操舵用アクチュエータの駆動量を演算し（ステップａ１２）、各操舵用アクチュエータを駆動する（ステップａ１３）。その後本処理を終了する。

[0108] 以上説明したステアリング角度および車速に応じて左右の車輪のトー角を調整する制御に加えて、補助操舵制御部１５１は図１２に示したように左右の車輪を独立して操舵する制御を行う。この図１２に示す制御と図１７および図１４に示す制御とを、運転者の操作または車両状況等に応じて切替えてもよいし、並行して実行してもよい。

[0109] 以上説明したように、第２の実施形態に係るステアリングシステム１０１によれば、制御部１５０ｂは、車両１００の旋回時に、ステアリング角度および車速に応じて操舵用アクチュエータ５，５を制御して前輪のトー角をトーインまたはトーアウトに適切に調整する。これにより、走行抵抗を増やし、車両１００に減速Ｇを発生させて荷重を前輪９，９のタイヤに移すことで前輪タイヤの接地力が上がり、運転者の意図した通りの旋回が可能となり、操縦安定性を向上することができる。

[0110] またタイヤハウジング１０５内に設けられた操舵用アクチュエータ５の駆

動によりトー角調整するため、操舵用アクチュエータ５から作用点までの損失が少なく、かつ指令に対する追従性を高くすることができ効率を高めることができる。したがって、この構成によると、多数の減速機およびギヤを使用する従来技術に対し、指令に対する追従性が高く効率が高い簡単な装置で車両旋回時の操縦安定性を向上し得る。

[0111] ［第３の実施形態］

図１９に示すように、この第３の実施形態に係るステアリングシステム１０１は、第１のステアリング装置１１と第２のステアリング装置１５０とが互いに異なる車輪９を操舵する点で、第１および第２の実施形態とは異なる。すなわち、このステアリングシステム１０１は、第１のステアリング装置１１が車両１００の左右の前輪９，９の操舵を行い、第２のステアリング装置１５０が車両１００の左右の後輪９，９の操舵を行う。第２のステアリング装置１５０の機構部１５０ｂは、後輪のタイヤハウジング１０５内に設置されている。

[0112] ［第４の実施形態］

図２０に示すように、この第４の実施形態に係るステアリングシステム１０１は、二つの第２のステアリング装置150_1、150_2を備えている点で、第１および第２の実施形態とは異なる。一方の第２のステアリング装置150_1は、第１のステアリング装置１１と同じく、前輪である左右の車輪９，９の操舵を行い、他方の第２のステアリング装置150_2は、後輪である左右の車輪９，９の操舵を行う。すなわち、一方の第２のステアリング装置150_1は、第１および第２の実施形態に係る第２のステアリング装置１５０と同様の動作を行い、他方の第２のステアリング装置150_2は、第３の実施形態に係る第２のステアリング装置１５０と同様の動作を行う。

[0113] このステアリングシステム１０１によれば、複数（この例では二つ）の第２のステアリング装置150_1、150_2を備えていることにより、より複雑に４輪を独立して操舵することが可能となり、車両１００の走行安定性の向上および燃費の低減を図ることが可能となる。

[0114] ［第５の実施形態］

図２１に示す車両は、前後左右の各車輪９がそれぞれ独立して操舵可能なステアリング装置１５０を備え、全車輪９が操舵用アクチュエータであるモータ２６により各々独立して駆動可能とされている。これらのステアリング装置１５０は、例えば、操舵入力手段と機械的に連結されていないステアバイワイヤ形式である。各車輪９は、各々独立して、走行用のモータＭを含むインホイールモータ駆動装置ＩＷＭにより走行駆動される。運転操作系としては、操舵入力手段およびアクセル操作手段を兼ねるジョイスティック２００Ｂが設置されている。このような車両においても、車両旋回時に、操舵角度（ステアリング角度）および車速に応じて各操舵用アクチュエータを制御して前輪のトー角をトーインまたはトーアウトに適切に調整し得る。

[0115] さらに他の実施形態に係るステアリングシステムを備える車両として、左右の各車輪がそれぞれ独立して操舵可能なステアリング装置である第２のステアリング装置を備え、各車輪が操舵用アクチュエータにより各々独立して駆動可能とされ、これらのステアリング装置は、例えば、操舵指令装置と機械的に連結されていないステアバイワイヤ形式であってもよい。

[0116] 各実施形態は、例えば図９に示すような自動の操舵指令装置２００Ａであってもよい。この自動の操舵指令装置２００Ａは、車両周辺状況検出手段２３０から車両周辺状況等を認識し、操舵指令を自動生成する装置である。車両周辺状況検出手段２３０は、例えば、カメラまたはミリ波のレーダ等のセンサ類である。

[0117] 自動の操舵指令装置２００Ａは、例えば道路上の白線および障害物を認識し、操舵指令を生成して出力する。自動の操舵指令装置２００Ａは、車両の自動運転を行う装置の一部であっても、手動運転による操舵の支援を行う装置であってもよい。このような自動で操舵指令を生成する操舵指令装置２００Ａを備えた車両においても、第２のステアリング装置１５０を備えることで、トー角制御等の第１のステアリング装置１１では行えない動作が行え、また車両の走行方向の主な操舵を第１のステアリング装置１１で行い、その

補正を第２のステアリング装置１５０で行うようにすることもでき、操舵量指令に対して車両の向きの補正を可能とし、車両の走行安定性を維持することが可能となる。

[0118] 以上、実施形態に基づいてこの発明を実施するための形態を説明したが、今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。この発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0119] 以上説明したこの発明では、「車両が直進状態と判定されたとき、車両の速度に応じて左右の車輪のトー角を調整する」ことを要件としたが、この要件を備えない応用例の態様として次のものがある。

〔態様１〕

車両のタイヤハウジング内に設けられた操舵用アクチュエータの駆動により左右の車輪を個別に操舵させるステアリング装置を備えた車両のステアリングシステムであって、

ステアリング角度および車速を含む車両情報を検出する車両情報検出部を備え、

前記ステアリング装置は、前記車両の旋回時に、前記ステアリング角度および車速に応じて前記操舵用アクチュエータを制御して前記左右の車輪のトー角を調整することで、前記車両の前後の荷重バランスを制御する制御部を有するステアリングシステム。

〔態様２〕

態様１に記載のステアリングシステムにおいて、

前記車両の前輪を操舵させる第１のステアリング装置と、

前記操舵用アクチュエータおよび前記制御部を含む前記ステアリング装置である第２のステアリング装置と、を備え、

前記制御部は、前記車両情報に基づいて、前記左右の車輪の前記操舵用アクチュエータを左右個別に制御するステアリングシステム。

〔態様３〕

態様２に記載のステアリングシステムにおいて、前記第２のステアリング装置は、

車輪を支持するハブベアリングを有するハブユニット本体と、

懸架装置の足回りフレーム部品に設けられ、前記ハブユニット本体を上下方向に延びる転舵軸心回りに回転自在に支持するユニット支持部材と、

前記ハブユニット本体を前記転舵軸心回りに回転駆動させる前記操舵用アクチュエータと、を備えるステアリングシステム。

〔態様４〕

態様２または態様３に記載のステアリングシステムにおいて、前記第２のステアリング装置の前記制御部は、与えられた操舵角指令信号に応じた電流指令信号を出力する補助操舵制御部と、この補助操舵制御部から入力された電流指令信号に応じた電流を出力して前記操舵用アクチュエータを駆動制御するアクチュエータ駆動制御部とを有するステアリングシステム。

〔態様５〕

態様１ないし態様４のいずれか１態様に記載のステアリングシステムを備えた車両。

符号の説明

[0120] ２…ハブユニット本体、３…ユニット支持部材、５…操舵用アクチュエータ、６…ナックル（足回りフレーム部品）、９…車輪、１１…第１のステアリング装置、１２…懸架装置、１５…ハブベアリング、３１Ｒ，３１Ｌ…アクチュエータ駆動制御部、３３…判定手段、３４…車速対応トー角制御手段、１００…車両、１０１…ステアリングシステム、１０５…タイヤハウジング、１１０…車両情報検出部、１５０…第２のステアリング装置、１５０ａ…機構部、１５０ｂ…制御部、１５１…補助操舵制御部、２００…ハンドル（操舵指令装置）、２００Ａ…自動の操舵指令装置

請求の範囲

[請求項1] 車両が備えるステアリングシステムであって、

操舵指令装置が出力する操舵量の指令に従い前記車両の車輪を操舵させる第１のステアリング装置と、

前記車両のタイヤハウジング内に設けられた操舵用アクチュエータの駆動により左右の車輪を個別に操舵させる機構部、および前記操舵用アクチュエータを制御する制御部を有する第２のステアリング装置と、

前記車両の速度およびステアリング角度を含む車両情報を検出する車両情報検出部と、を備え、

前記制御部は、前記ステアリング角度から前記車両が直進状態か否かを判定する判定手段と、この判定手段により前記車両が直進状態と判定されたとき、前記車両の前記速度に応じて前記操舵用アクチュエータを制御することで前記左右の車輪のトー角を制御する車速対応トー角制御手段と、を有するステアリングシステム。

[請求項2] 請求項１に記載のステアリングシステムにおいて、前記車速対応トー角制御手段は、前記車両の速度が定められた車速域のとき、車速が上昇するに従って前記左右の車輪のトー角が大きくなるように前記左右の車輪のトー角を制御するステアリングシステム。

[請求項3] 請求項１または請求項２に記載のステアリングシステムにおいて、前記車速対応トー角制御手段は、前記車両の速度が定められた速度以下のとき、前記左右の車輪のトー角を零に制御するステアリングシステム。

[請求項4] 請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載のステアリングシステムにおいて、

前記制御部は、さらに、前記車両の旋回時に、前記ステアリング角度および車速に応じて前記操舵用アクチュエータを制御して前記左右の車輪のトー角を調整することで、前記車両の前後の荷重バランスを

制御するステアリングシステム。

[請求項5] 請求項１ないし請求項４のいずれか１項に記載のステアリングシステムにおいて、

前記制御部は、前記車両情報に基づいて、前記左右の車輪の前記操舵用アクチュエータを左右個別に制御するステアリングシステム。

[請求項6] 請求項１ないし請求項５のいずれか１項に記載のステアリングシステムにおいて、

前記第２のステアリング装置の前記機構部が、

車輪を支持するハブベアリングを有するハブユニット本体と、

懸架装置の足回りフレーム部品に設けられ、前記ハブユニット本体を上下方向に延びる転舵軸心回りに回転自在に支持するユニット支持部材と、

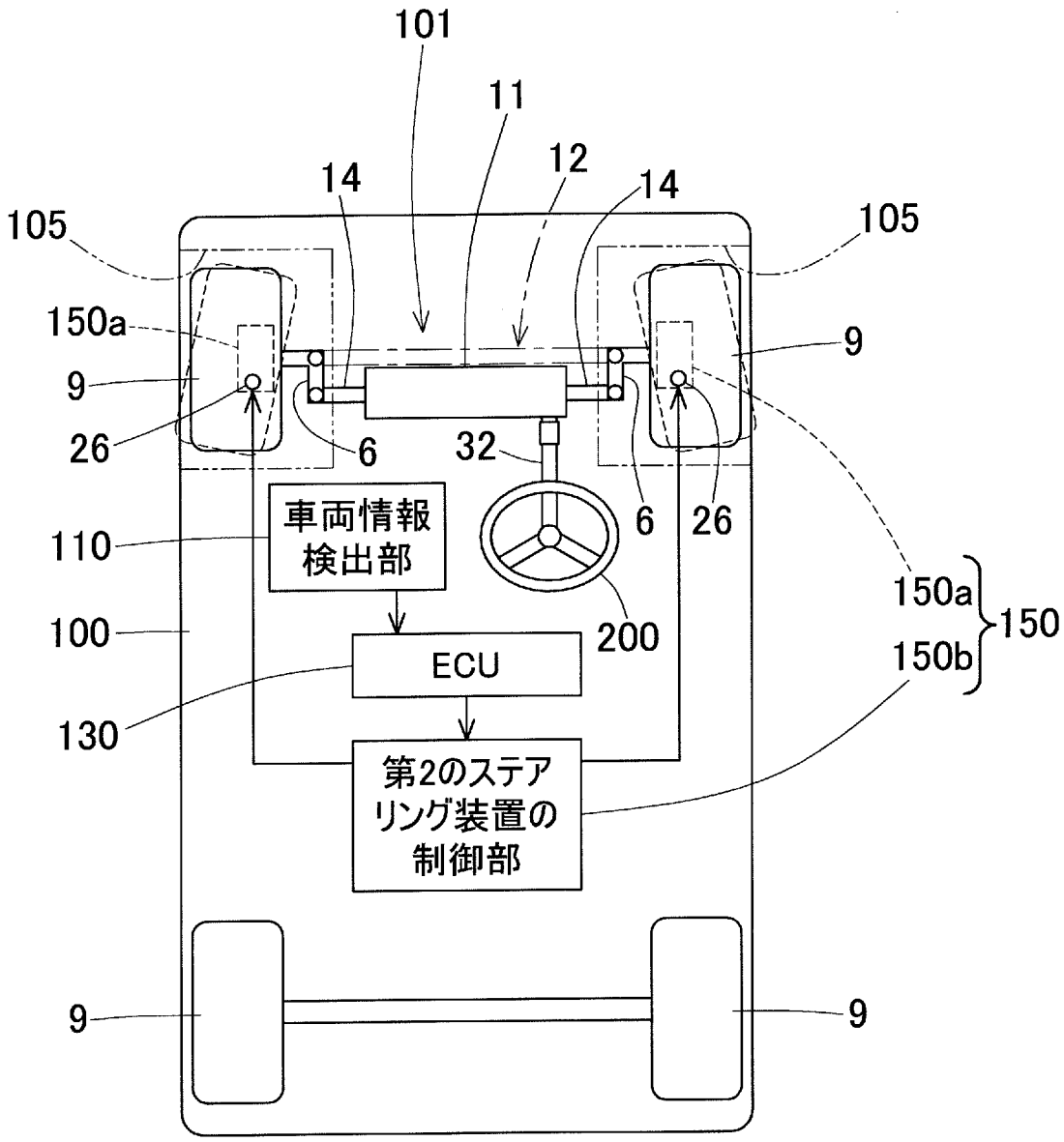
前記ハブユニット本体を前記転舵軸心回りに回転駆動させる前記操舵用アクチュエータと、を備えるステアリングシステム。

[請求項7] 請求項１ないし請求項６のいずれか１項に記載のステアリングシステムにおいて、前記第２のステアリング装置の前記制御部は、与えられた操舵角指令信号に応じた電流指令信号を出力する補助操舵制御部と、この補助操舵制御部から入力された電流指令信号に応じた電流を出力して前記操舵用アクチュエータを駆動制御するアクチュエータ駆動制御部とを有するステアリングシステム。

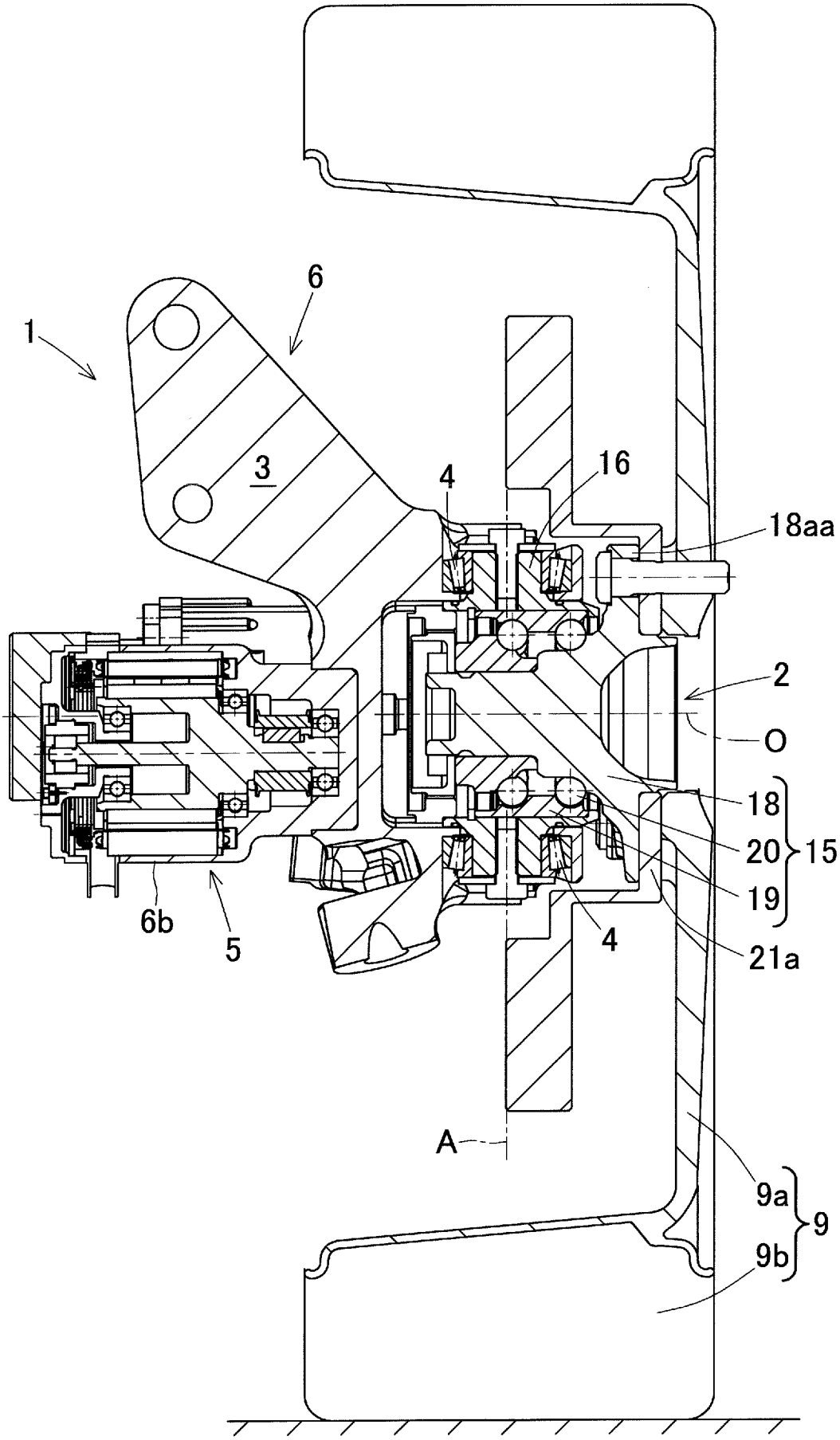
[請求項8] 請求項１ないし請求項７のいずれか１項に記載のステアリングシステムにおいて、前記第２のステアリング装置の前記機構部は、左右の前輪および左右の後輪のいずれか一方または両方を操舵させるステアリングシステム。

[請求項9] 請求項１ないし請求項８のいずれか１項に記載のステアリングシステムを備えた車両。

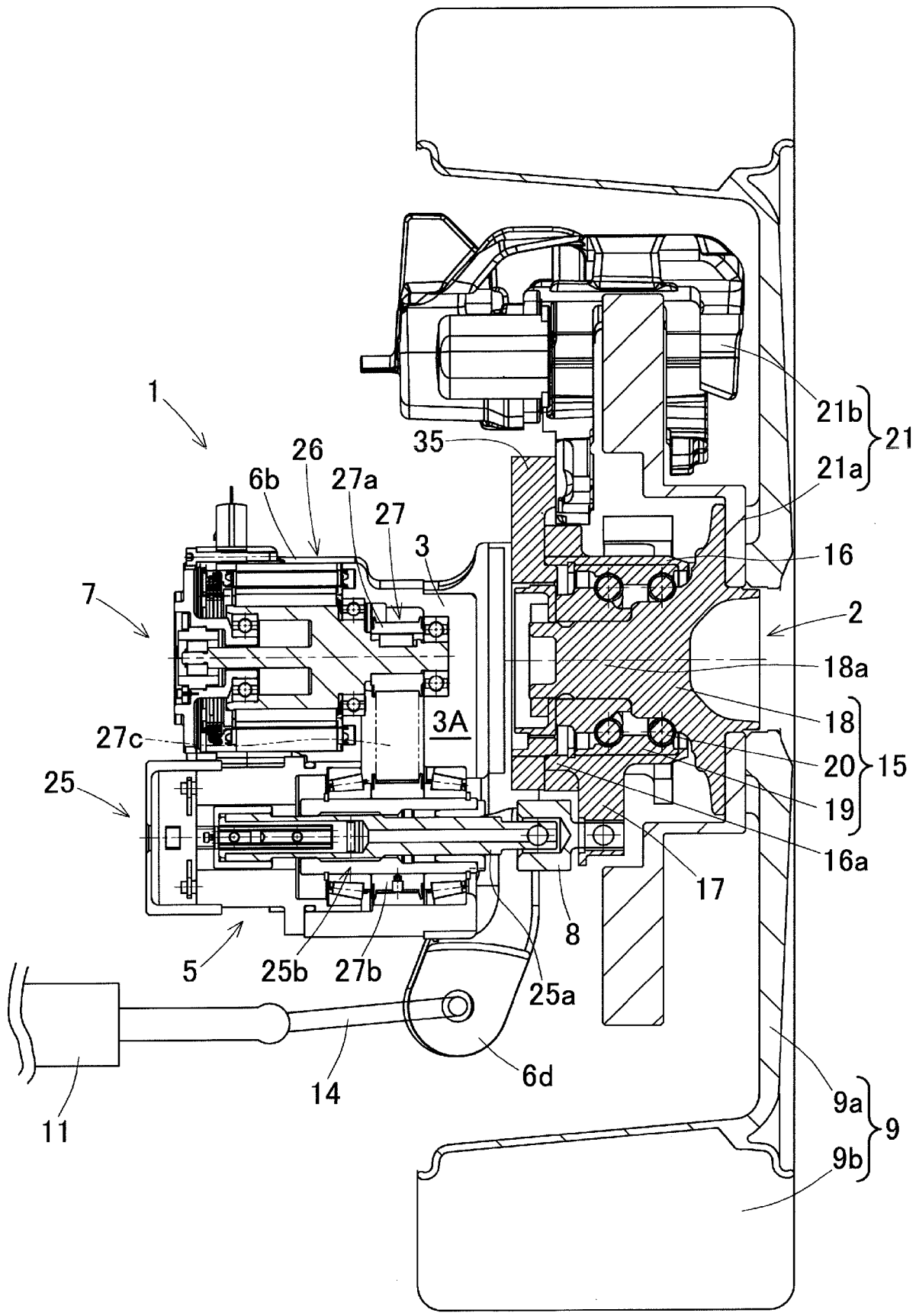
[図1]


101
11
12
14
14
105
105
150a
9
9
26
6
32
車両情報
検出部
6
26
110
150a
150
100
ECU
200
150b
130
第2のステア
リング装置の
制御部
9
9

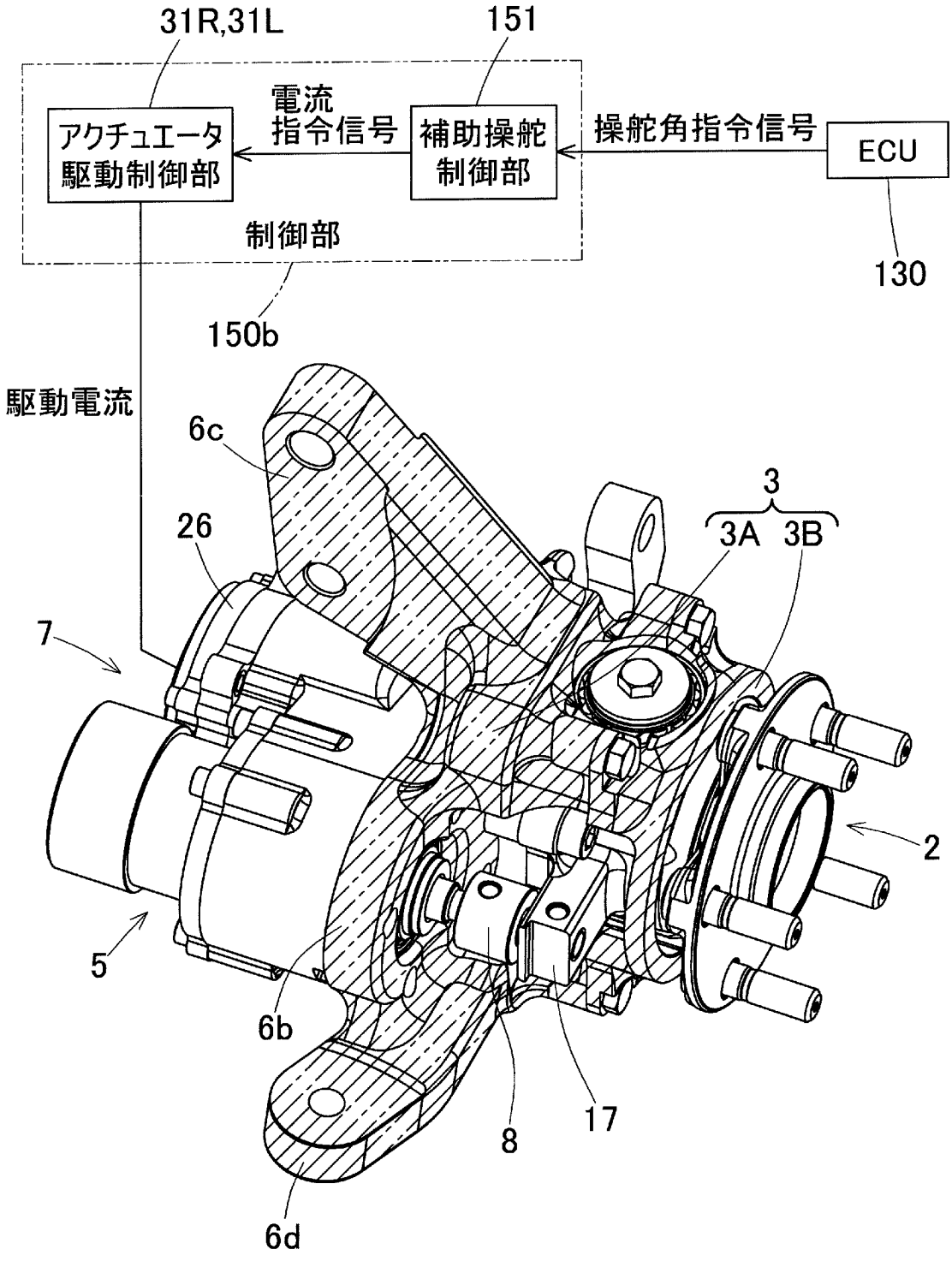
[図2]



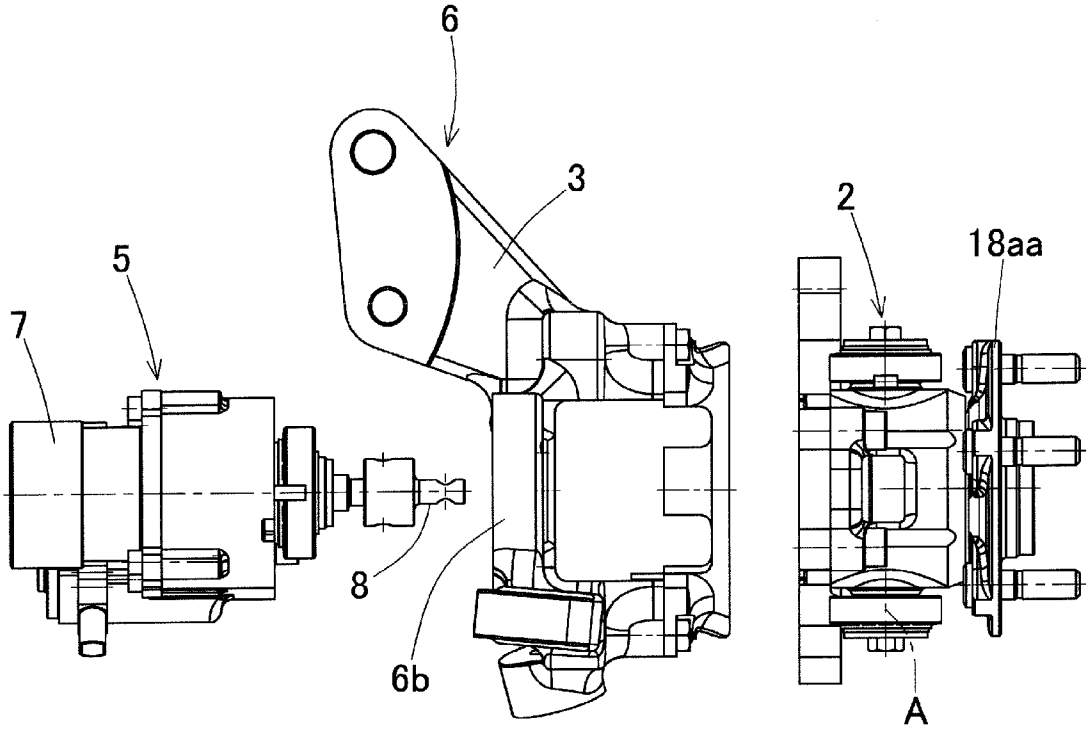
[図3]


1
26
6b
27a
27
3
35
21b
21
21a
16
2
18a
18
20
19
15
16a
17
7
3A
27c
25
5
25b
27b
8
25a
6d
14
11
9a
9
9b

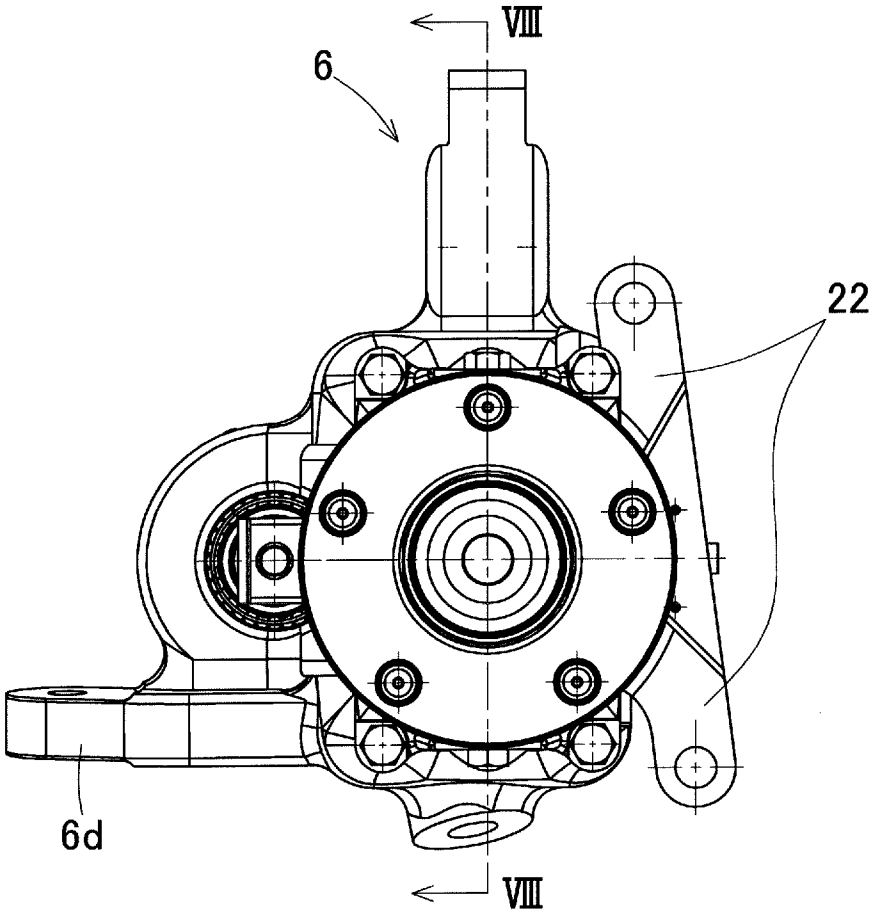
[図4]


31R,31L
151
電流
指令信号
アクチュエータ
駆動制御部
補助操舵
制御部
操舵角指令信号
ECU
制御部
130
150b
駆動電流
6c
3
26
3A
3B
7
2
5
6b
8
17
6d

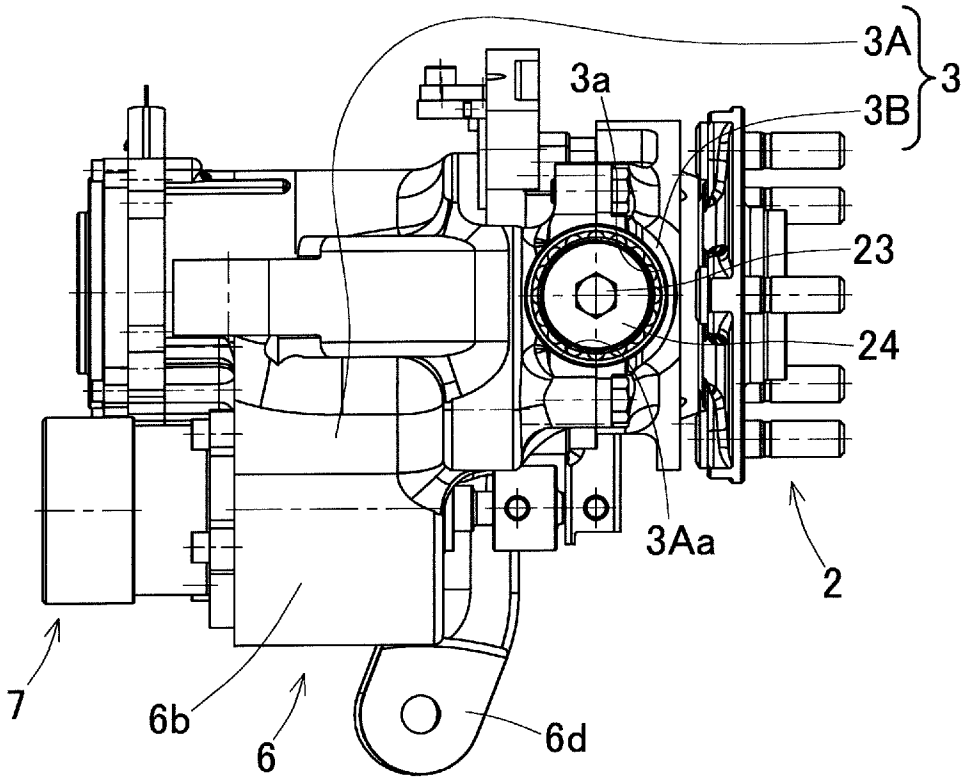
[図5]



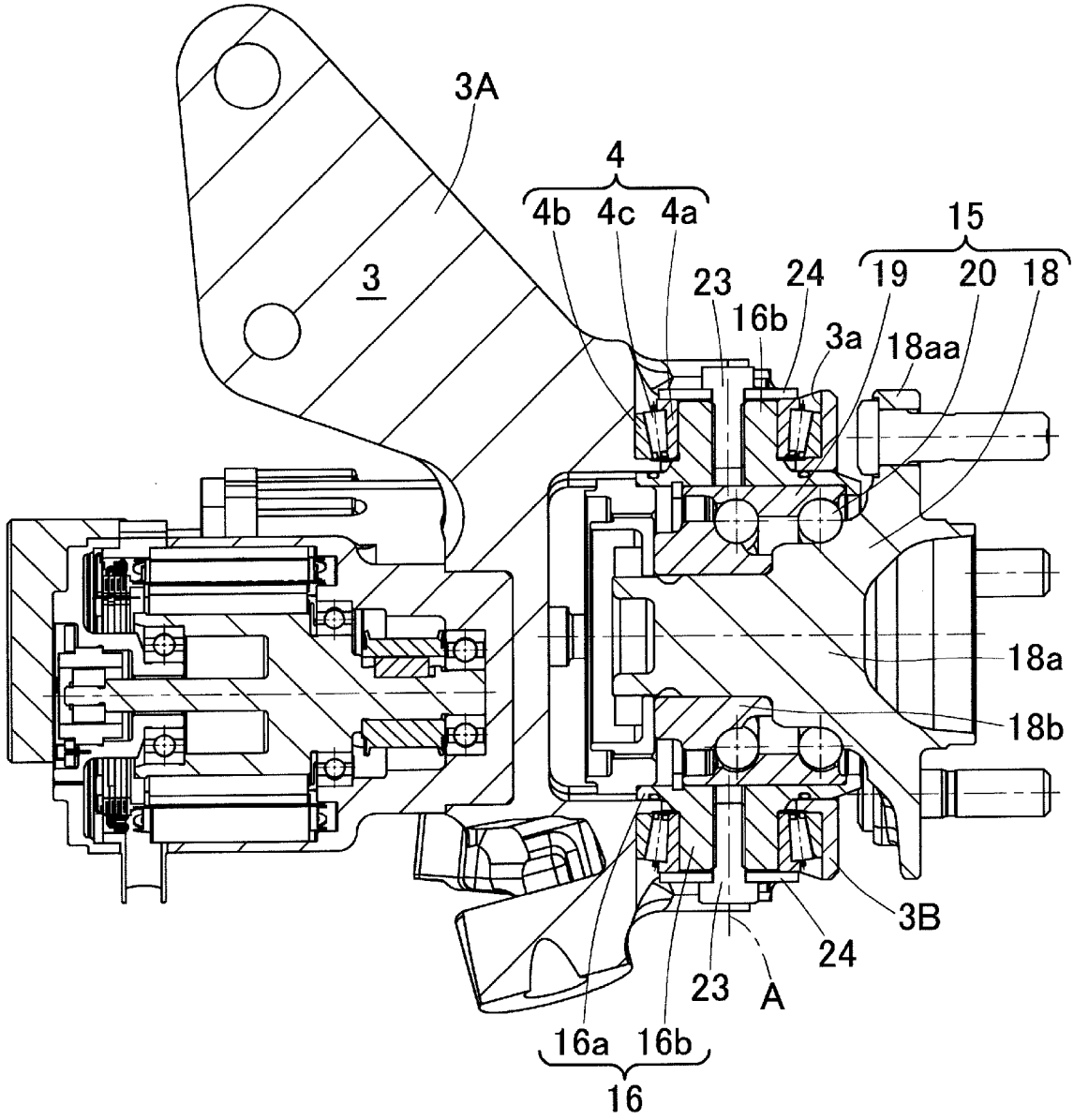
[図6]



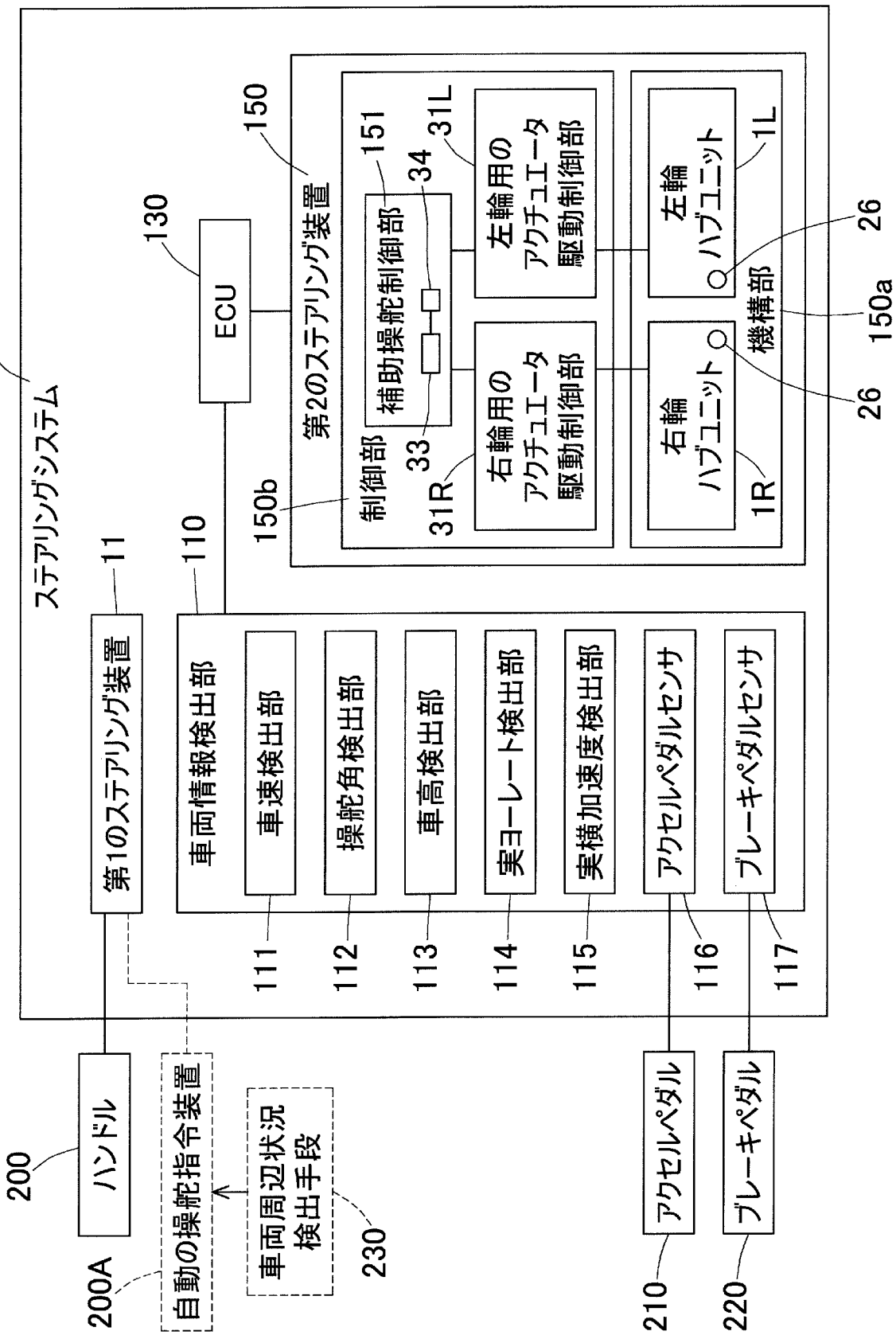
[図7]



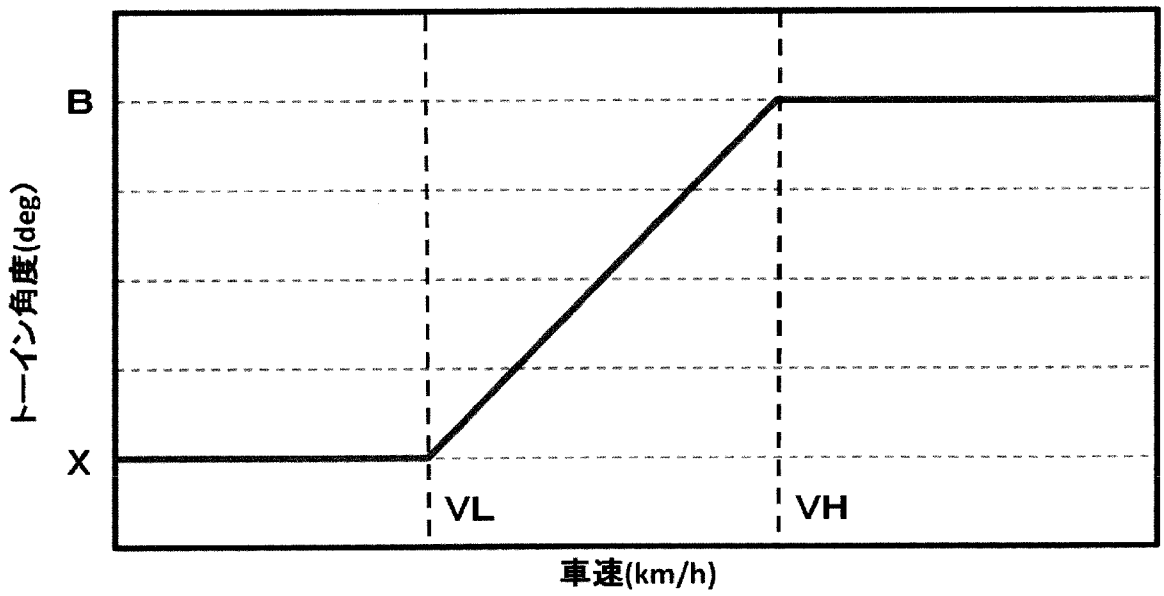
[図8]


3A
4
4b
4c
4a
15
3
23
24
19
20
18
16b
3a
18aa
18a
18b
3B
24
23
A
16a
16b
16

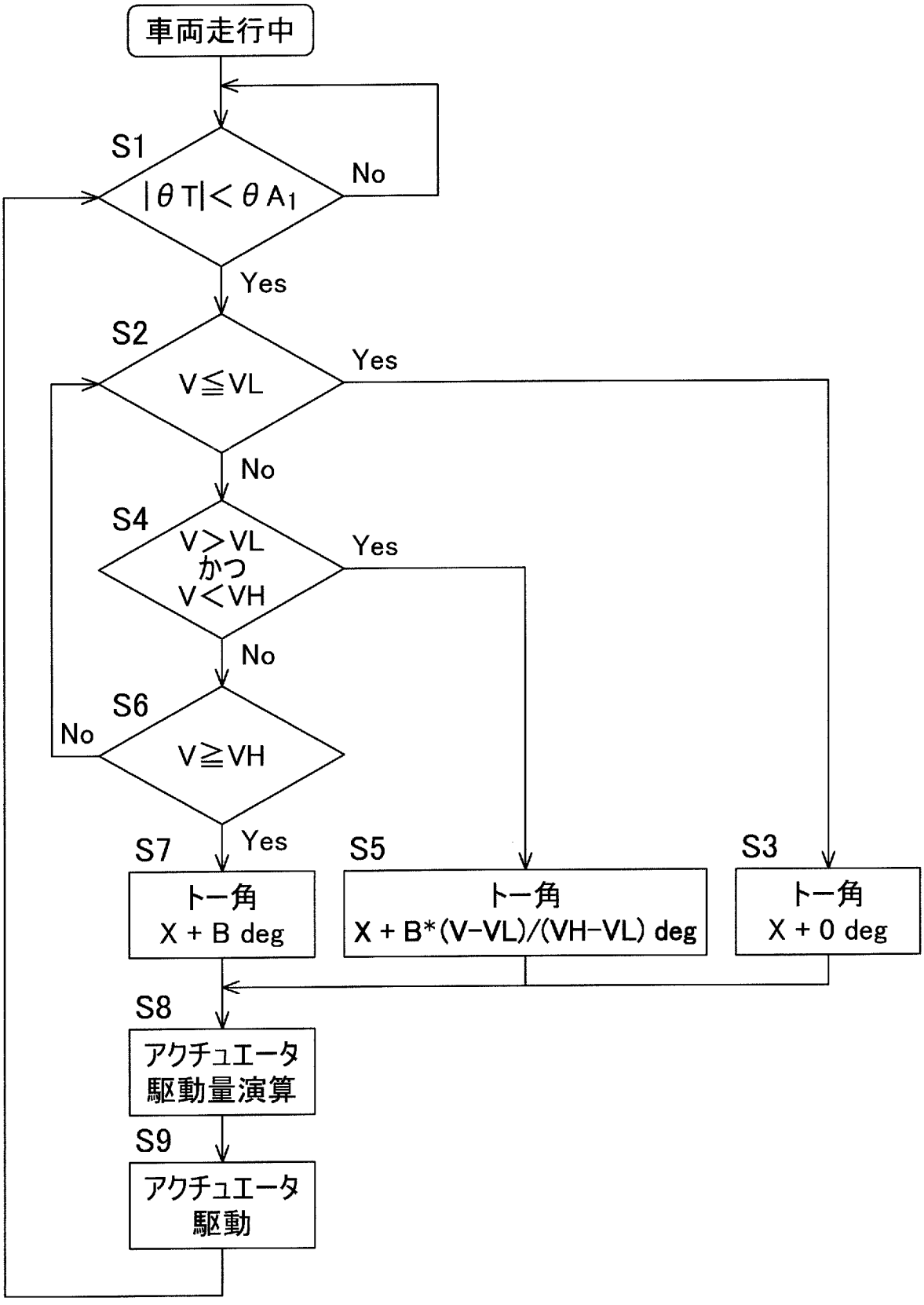
[図9]


101
ステアリングシステム
130
ECU
150
第2のステアリング装置
151
補助操舵制御部
34
31L
左輪用の
アクチュエータ
駆動制御部
左輪
ハブユニット
1L
26
150a
150b
制御部
33
31R
右輪用の
アクチュエータ
駆動制御部
右輪
ハブユニット
1R
機構部
26
11
第1のステアリング装置
110
車両情報検出部
車速検出部
操舵角検出部
車高検出部
実ヨーレート検出部
実横加速度検出部
アクセルペダルセンサ
ブレーキペダルセンサ
111
112
113
114
115
116
117
200
ハンドル
200A
自動の操舵指令装置
車両周辺状況
検出手段
230
210
アクセルペダル
220
ブレーキペダル

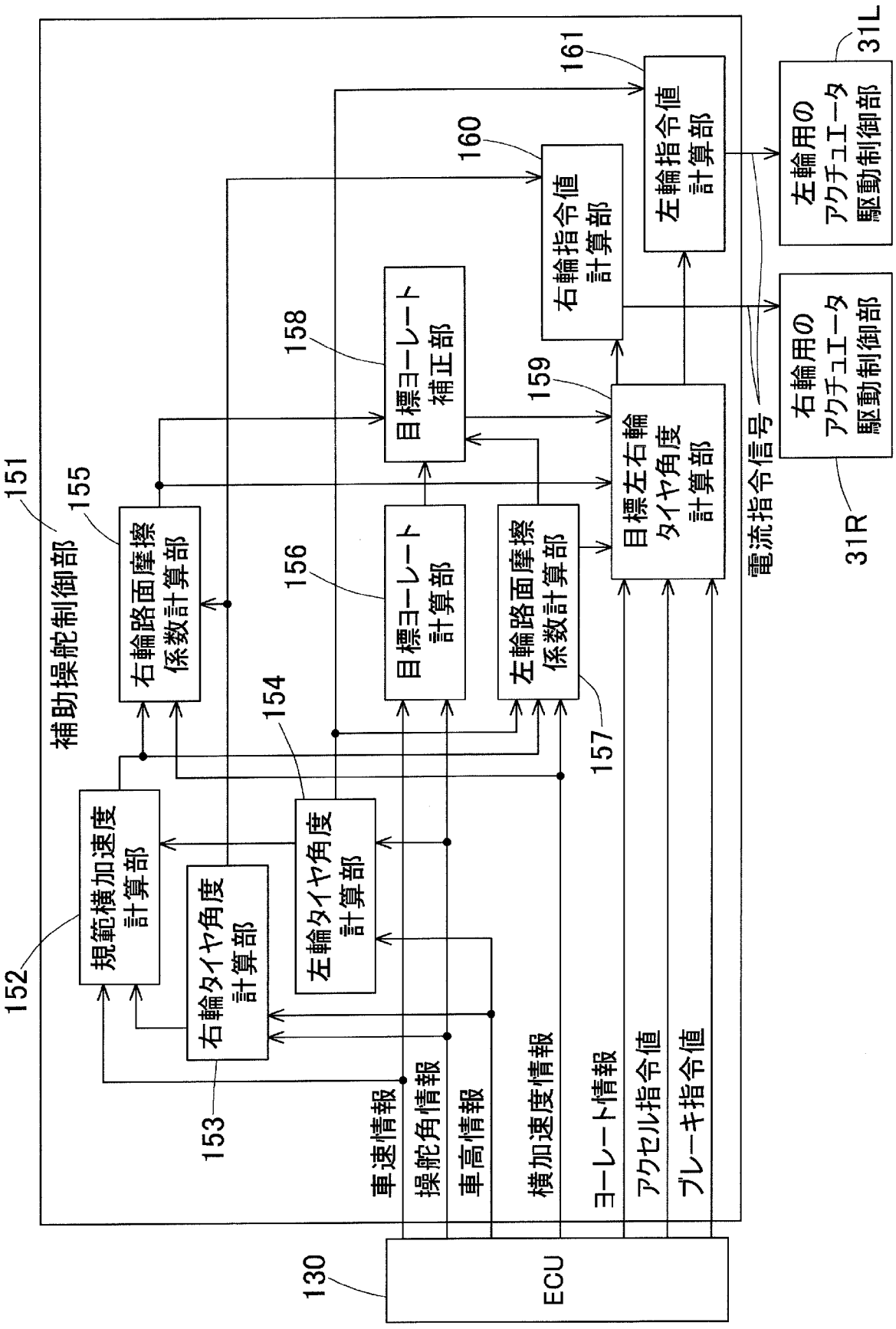
[図10]



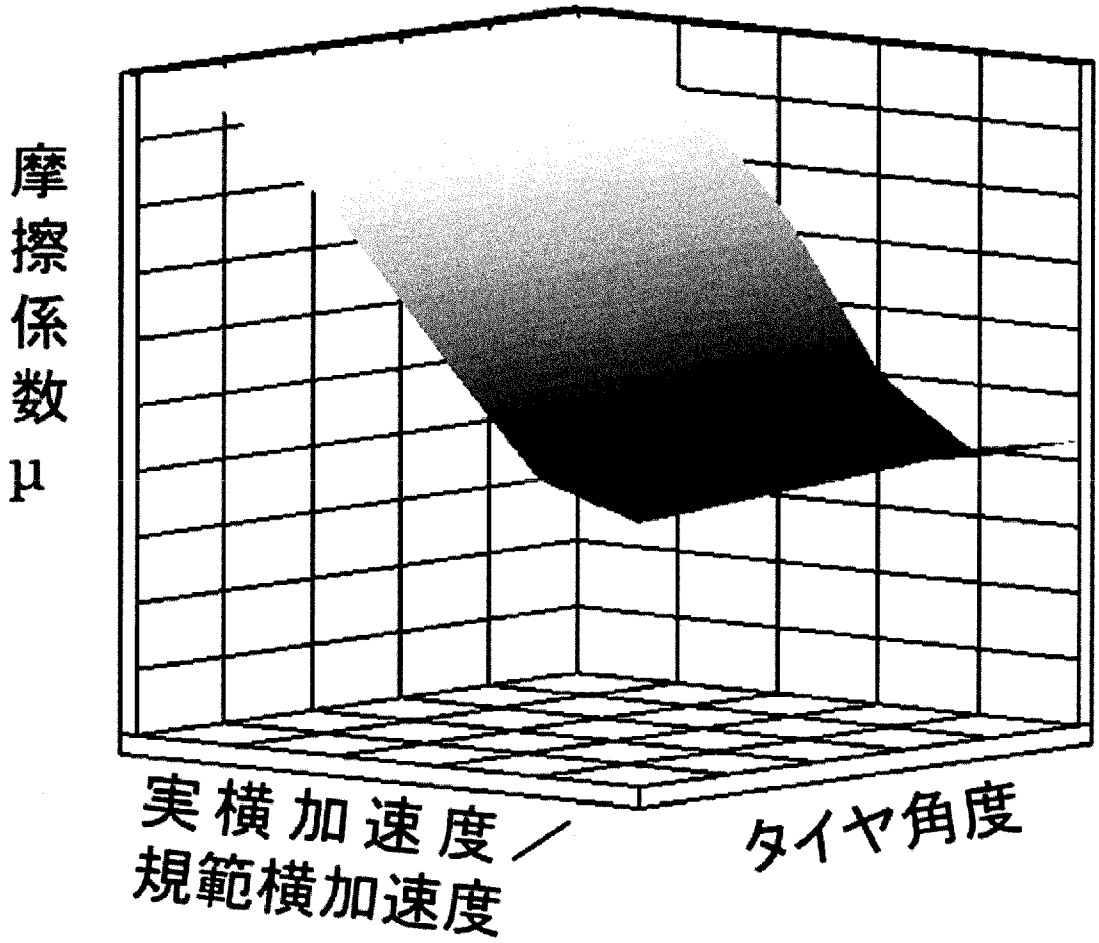
[図11]


車両走行中
S1
|θT|<θA1
No
Yes
S2
V≦VL
Yes
No
S4
V>VL
かつ
V<VH
Yes
No
S6
No
V≧VH
Yes
S7
トー角
X + B deg
S5
トー角
X + B*(V-VL)/(VH-VL) deg
S3
トー角
X + 0 deg
S8
アクチュエータ
駆動量演算
S9
アクチュエータ
駆動

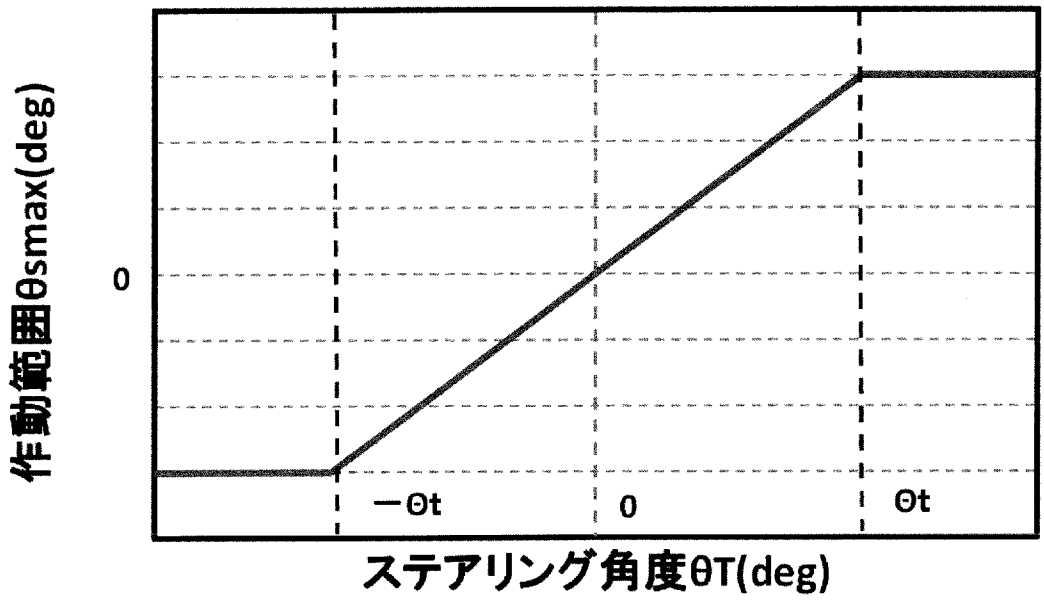
[図12]


151
補助操舵制御部
152
規範横加速度計算部
153
右輪タイヤ角度計算部
154
左輪タイヤ角度計算部
155
右輪路面摩擦係数計算部
156
目標ヨーレート計算部
157
左輪路面摩擦係数計算部
158
目標ヨーレート補正部
159
目標左右輪タイヤ角度計算部
160
右輪指令値計算部
161
左輪指令値計算部
31L
左輪用のアクチュエータ駆動制御部
31R
右輪用のアクチュエータ駆動制御部
電流指令信号
130
ECU
車速情報
操舵角情報
車高情報
横加速度情報
ヨーレート情報
アクセル指令値
ブレーキ指令値

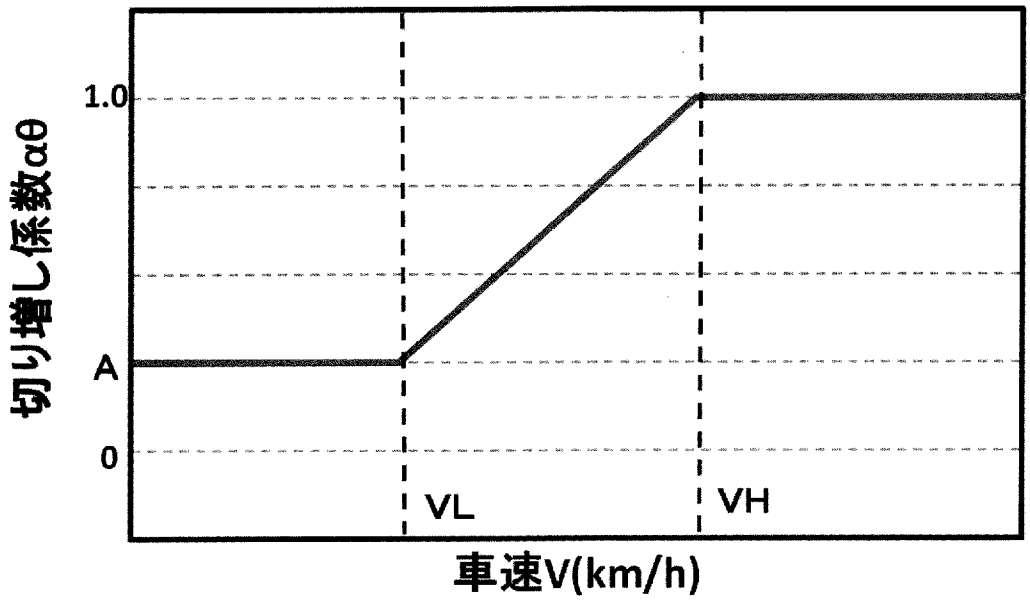
[図13]



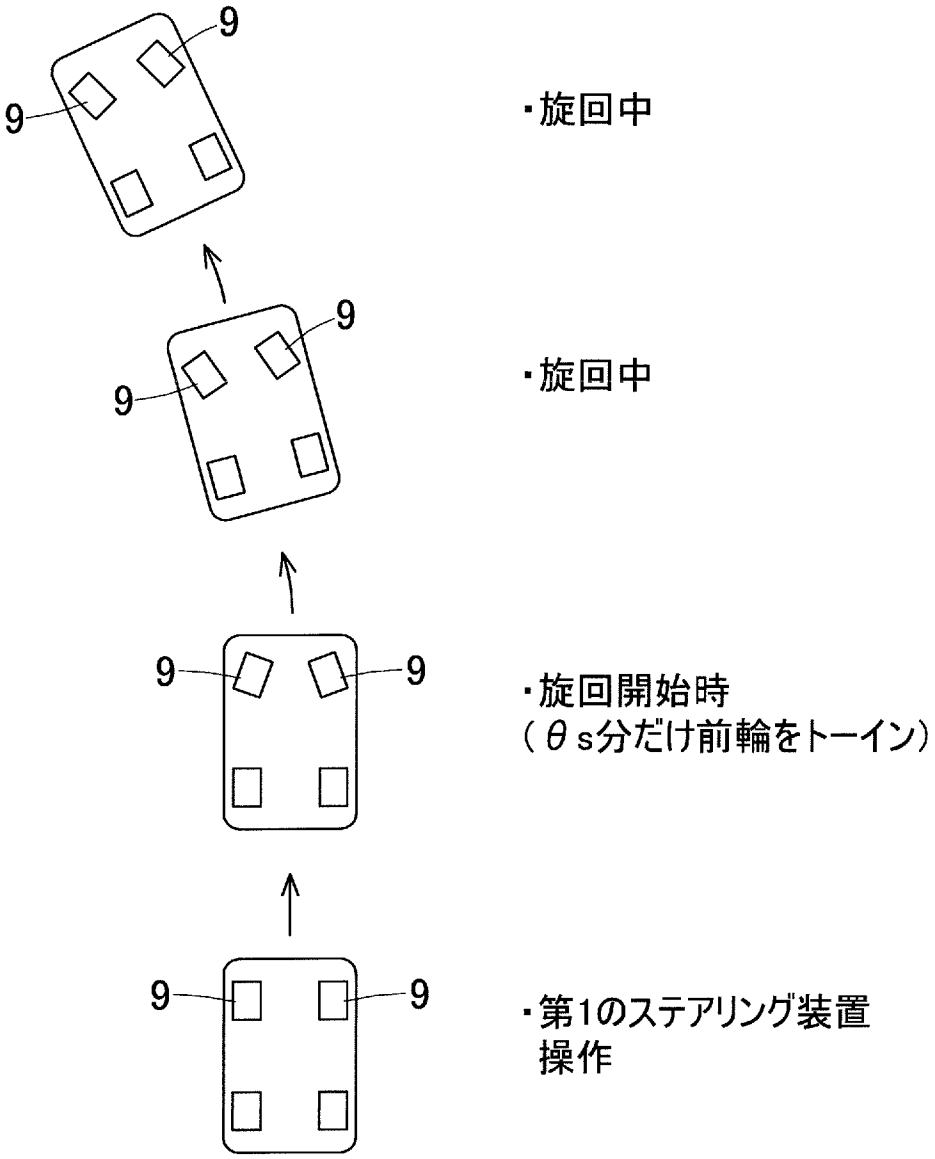
[図14]


作動範囲θsmax(deg)
0
−θt
0
θt
ステアリング角度θT(deg)

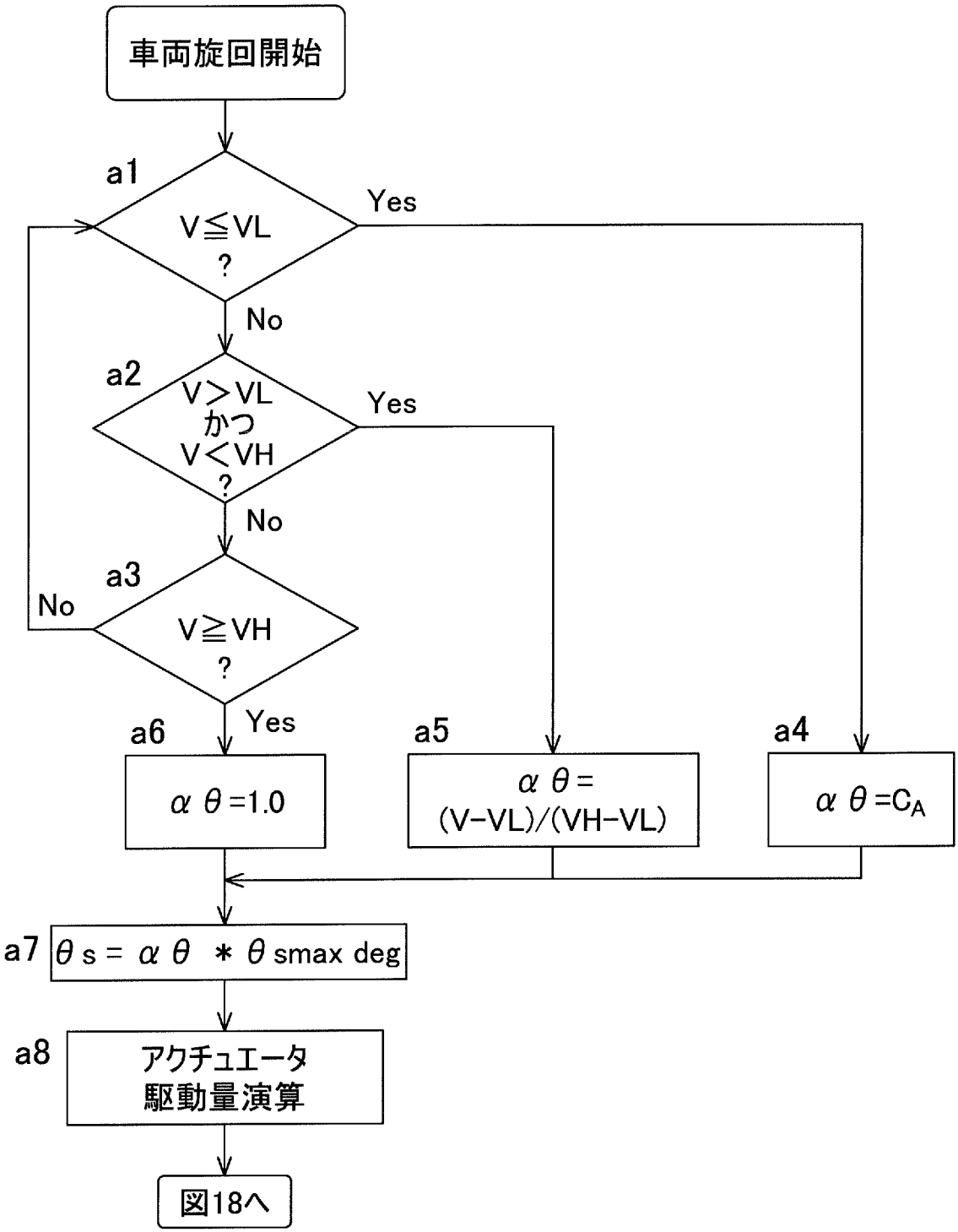
[図15]


切り増し係数αθ
1.0
A
0
VL
VH
車速V(km/h)

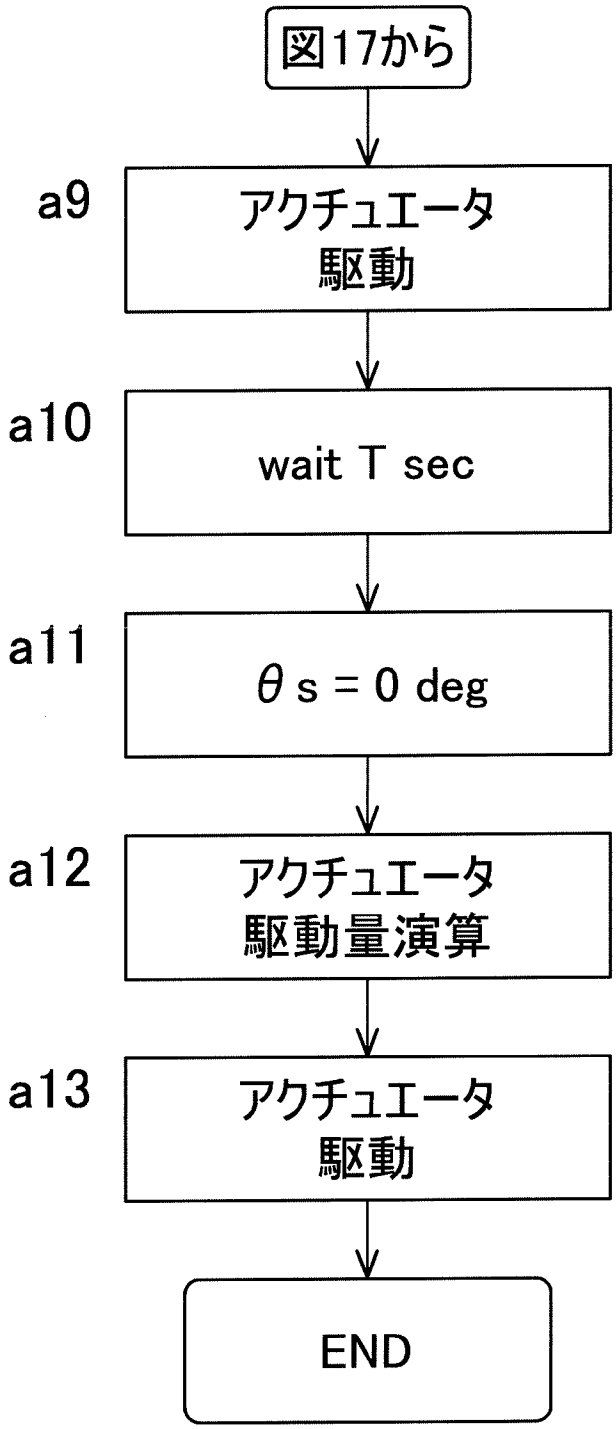
[図16]



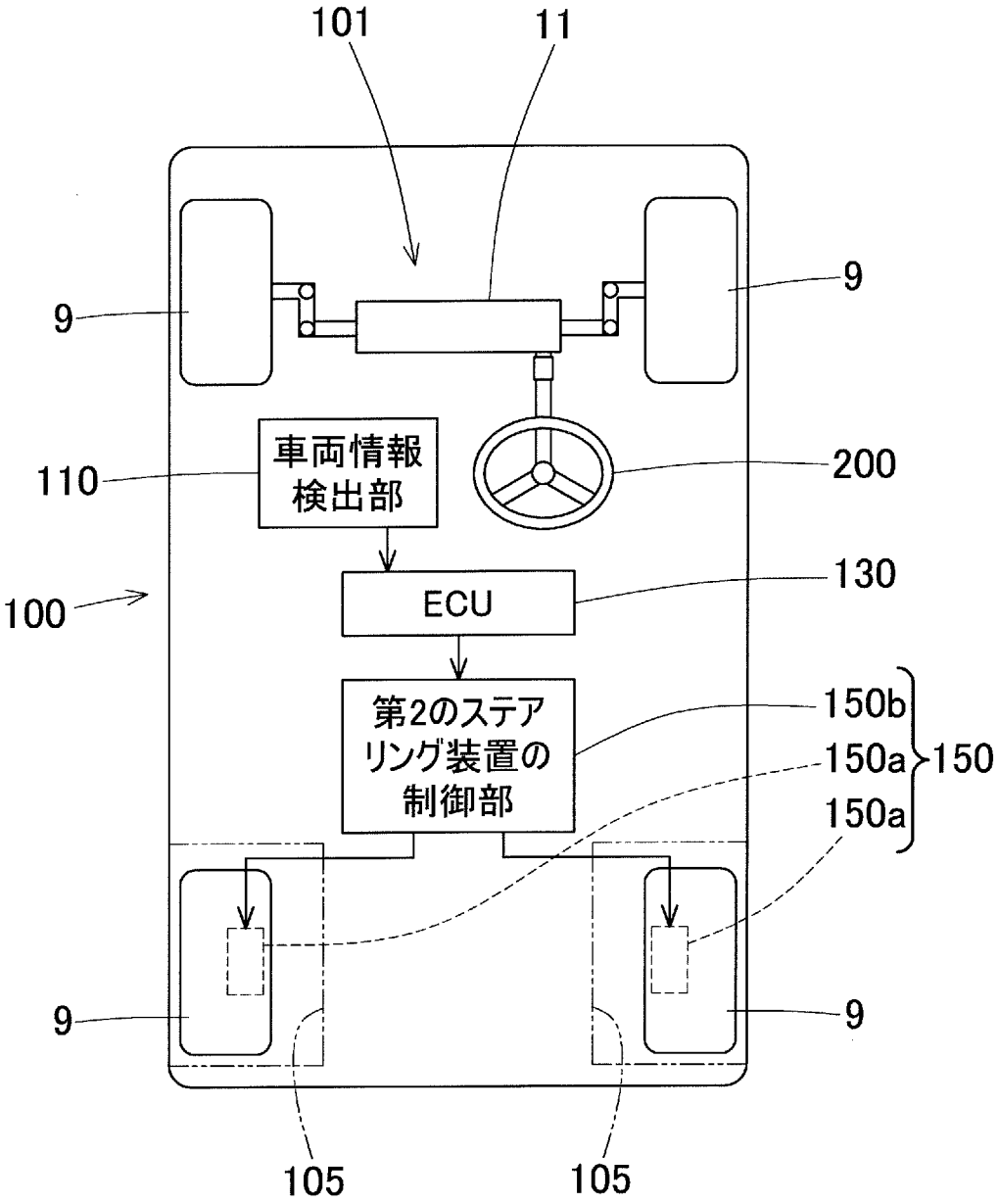
[図17]


車両旋回開始
a1
V≦VL
?
Yes
No
a2
V＞VL
かつ
V＜VH
?
Yes
No
a3
No
V≧VH
?
Yes
a6
α θ =1.0
a5
α θ =
(V-VL)/(VH-VL)
a4
α θ =C_A
a7
θ s = α θ * θ smax deg
a8
アクチュエータ
駆動量演算
図18へ

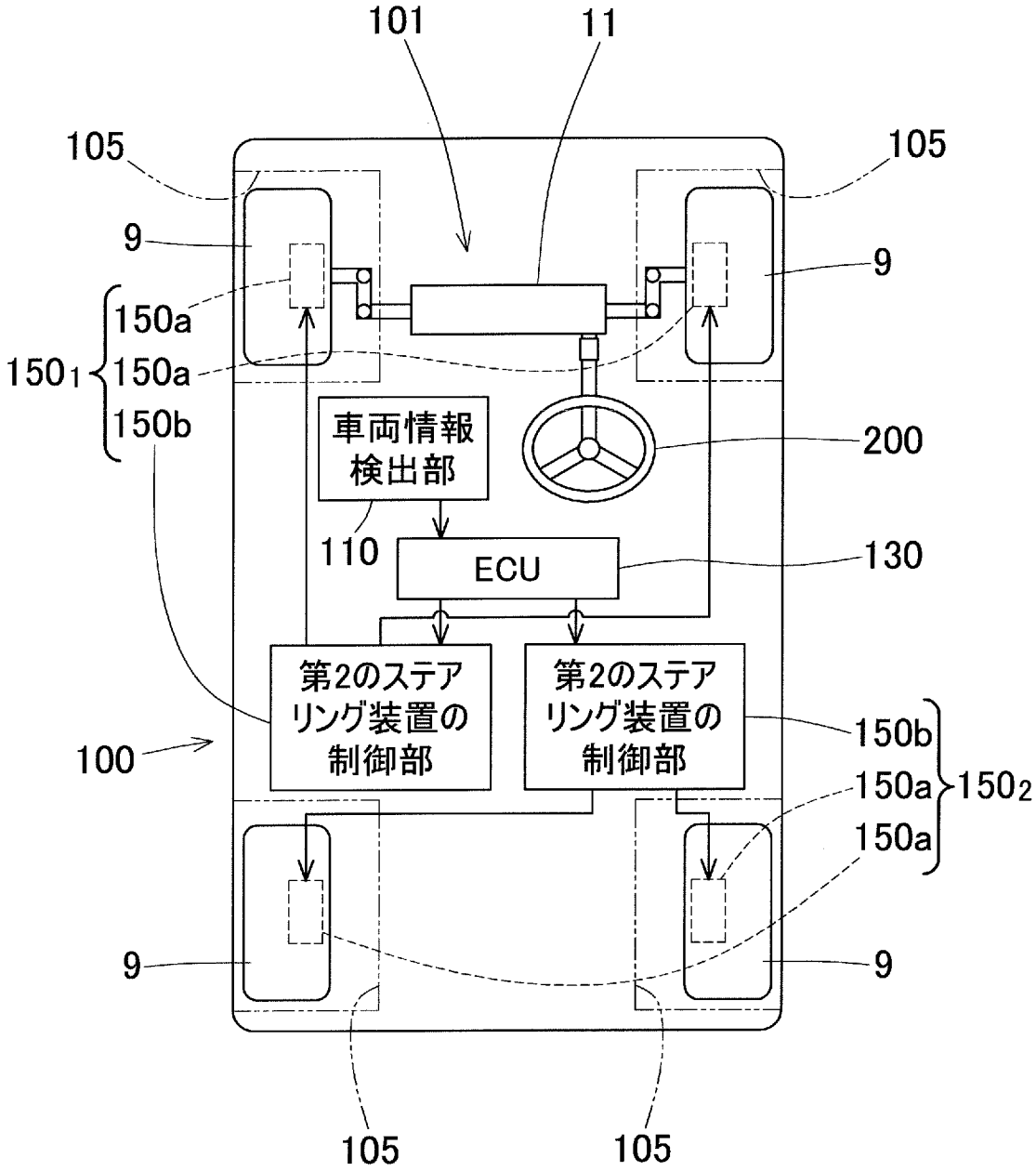
[図18]


図17から
a9
アクチュエータ
駆動
a10
wait T sec
a11
θ s = 0 deg
a12
アクチュエータ
駆動量演算
a13
アクチュエータ
駆動
END

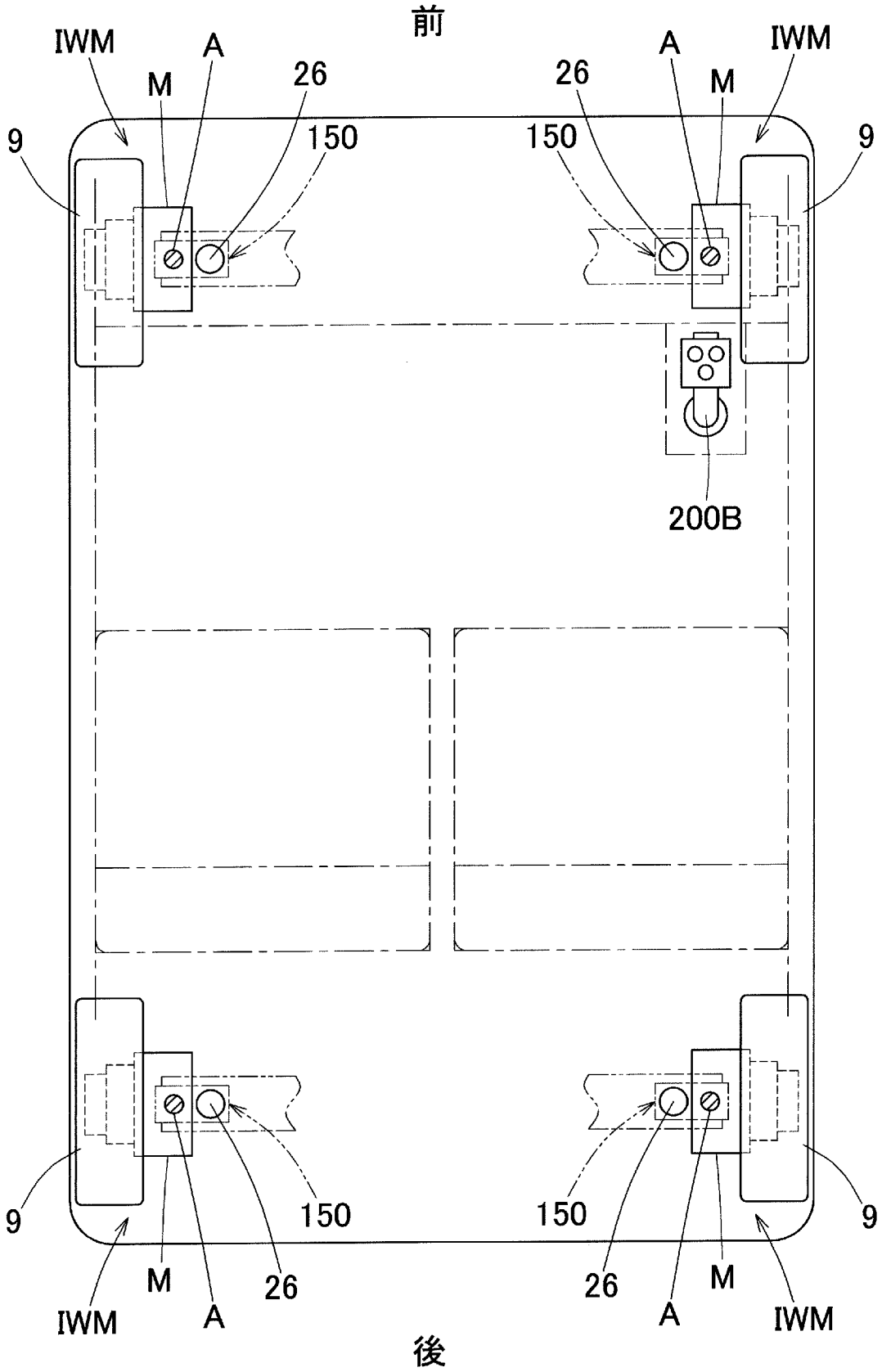
[図19]


101
11
9
9
車両情報
検出部
110
200
ECU
130
100
第2のステア
リング装置の
制御部
150b
150a
150
150a
9
9
105
105

[図20]


101
11
105
105
9
9
150a
150a
150b
150₁
車両情報
検出部
200
110
ECU
130
第2のステア
リング装置の
制御部
第2のステア
リング装置の
制御部
100
150b
150a
150a
150₂
9
9
105
105

[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/012712

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B62D7/09(2006.01)i, B60G7/00(2006.01)i, B60G17/015(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D6/00(2006.01)i, B62D7/08(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D109/00(2006.01)n, B62D111/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D131/00(2006.01)n, B62D137/00(2006.01)n

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. B62D7/09, B60G7/00, B60G17/015, B62D5/04, B62D6/00, B62D7/08, B62D101/00, B62D109/00, B62D111/00, B62D113/00, B62D131/00, B62D137/00

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	US 2009/0261550 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS, INC.) 22 October 2009, paragraphs [0010]-[0035], fig. 1-4 & GB 2450054 A & WO 2007/118629 A1 & DE 102006016762 A1 & CN 101421123 A & RU 2008144188 A	1-9
Y	JP 2014-121940 A (NTN CORPORATION) 03 July 2014, paragraphs [0035]-[0063], fig. 1-10 (Family: none)	1-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
29 May 2019 (29.05.2019)	11 June 2019 (11.06.2019)
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/JP2019/012712

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/043683 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 05 April 2012, paragraphs [0024]-[0271], fig. 1-55 & US 2014/0145498 A1, paragraphs [0084]-[0365], fig. 1-55 & EP 2623386 A1	4
P,A	石原 教雄, 車両運動性能を向上させる前輪アクティブ操舵機能付ハブベアリング, 2018年春季大会学術講演会予稿集, 20185263, 公益社団法人自動車技術会, 21 May 2018, pp. 1-6, non-official translation (ISHIHARA, Norio, "Hub bearing with front wheel active steering function to improve vehicle motion performance", Lecture preprints of 2018 JSAE Annual Spring Congress, Society of Automotive Engineers of Japan)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０１２７１２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B62D7/09(2006.01)i, B60G7/00(2006.01)i, B60G17/015(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D6/00(2006.01)i, B62D7/08(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D109/00(2006.01)n, B62D111/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D131/00(2006.01)n, B62D137/00(2006.01)n

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.　B62D7/09, B60G7/00, B60G17/015, B62D5/04, B62D6/00, B62D7/08, B62D101/00, B62D109/00, B62D111/00, B62D113/00, B62D131/00, B62D137/00

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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	US 2009/0261550 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS, INC.) 2009.10.22, 段落[００１０]－[００３５],ＦＩＧ．１－ＦＩＧ．４ & GB 2450054 A & WO 2007/118629 A1 & DE 102006016762 A1 & CN 101421123 A & RU 2008144188 A	1-9
Y	JP 2014-121940 A（ＮＴＮ株式会社）2014.07.03, 段落[００３５]－[００６３],[図１]－[図１０]（ファミリーなし）	1-9

☑　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
２９．０５．２０１９	１１．０６．２０１９

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　９２９８
飯島　尚郎
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	WO 2012/043683 A1（日立オートモティブシステムズ株式会社）2012.04.05，段落[００２４]－[０２７１],[図１]－[図５５] & US 2014/0145498 A1,段落[００８４]－[０３６５],ＦＩＧ．１－ＦＩＧ．５５ & EP 2623386 A1	4
P,A	石原　教雄，車両運動性能を向上させる前輪アクティブ操舵機能付ハブベアリング，２０１８年春季大会学術講演会予稿集，20185263，公益社団法人自動車技術会，2018.05.21，p.1-p.6	1-9