

(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2019-171908

(P2019-171908A)

(43) 公開日 令和1年10月10日(2019.10.10)

(5) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
<b>B62D</b>	<b>6/00</b>	(2006.01)	B62D 6/00	3D232
<b>B62D</b>	<b>5/04</b>	(2006.01)	B62D 5/04	3D333
<b>B60B</b>	<b>35/02</b>	(2006.01)	B60B 35/02	L
<b>B62D</b>	<b>101/00</b>	(2006.01)	B62D 101:00	
<b>B62D</b>	<b>111/00</b>	(2006.01)	B62D 111:00	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-59170 (P2018-59170)  
 (22) 出願日 平成30年3月27日 (2018. 3. 27)

(71) 出願人 000102692  
 NTN株式会社  
 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号  
 (74) 代理人 100086793  
 弁理士 野田 雅士  
 (74) 代理人 100087941  
 弁理士 杉本 修司  
 (72) 発明者 大場 浩量  
 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN  
 株式会社内  
 (72) 発明者 石原 教雄  
 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN  
 株式会社内

最終頁に続く

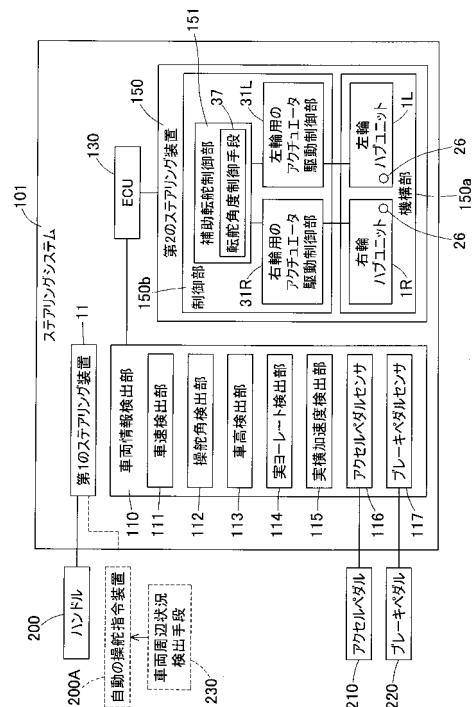
(54) 【発明の名称】 ステアリングシステムおよびこれを備えた車両

(57) 【要約】

【課題】車両の直進時の走行安定性を向上させると共に、小回り性能を改善す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。

【解決手段】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、転舵用アクチュエータの駆動により左右の車輪を個別に転舵させる機構部150a、および転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、車速およびステアリング角度を検出する車両情報検出部110とを備える。制御部150bは、前記車速および前記ステアリング角度に応じて、定められた規則に従って転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転舵角度を制御する転舵角度制御手段37を有する。

【選択図】 図9



**【特許請求の範囲】****【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転舵させる第 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転舵用アクチュエータの駆動により左右の車輪を個別に転舵させる機構部、および前記転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、

車速および前記第 1 のステアリング装置の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、前記車速および前記ステアリング角度に応じて、定められた規則に従って前記転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転舵角度を制御する転舵角度制御手段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、前記転舵角度制御手段は、前記車両の旋回時に前記左右の車輪のうち旋回外輪のみを切り増すように前記転舵用アクチュエータ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、

前記第 2 のステアリング装置の前記機構部は、

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転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 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、前記第 2 のステアリング装置の前記制御部は、与えられた転舵角指令信号に応じた電流指令信号を出力する補助転舵制御部と、この補助転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転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 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転舵させるステアリングシステム。

**【請求項 6】**

請求項 5 に記載のステアリングシステムを備えた車両。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

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、車両の小回りを可能とする技術等に関する。

**【背景技術】****【0002】**

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。

車両のジオメトリには、(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。

10

20

30

40

50

## 【0003】

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、モータ2個を使い、トー角とキャンバ角の両方を任意の角度に傾けることを可能にしている。

## 【0004】

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。

10

## 【0005】

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。

最小半径を小さくするためには、ハンドルの操作量を増加し車輪を大きく転舵させる必要があるが、エンジンまたはトランスミッションとの場所の取り合いによって、ホイールハウジングの大きさには限りがあり干渉してしまうため、車輪の最大転舵角度には限界がある。

20

特許文献1, 2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。

## 【0006】

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。

## 【0007】

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。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0008】

【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

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

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。また、左右の車輪が機械的に連結されているため、片側のみの転舵量を切り増しするなど自由に操舵することができない。

40

## 【0010】

最小半径を小さく小回りするためには、ハンドルの操作量を増加し車輪を大きく転舵させる必要があるが、エンジンまたはトランスミッションとの場所の取り合いによって、ホイールハウジングの大きさには限りがあり、タイヤとホイールハウジングが干渉してしまうため、車輪の最大転舵角度には限界がある。

## 【0011】

従来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角を自由に変更することを目的としているため、大きく複雑な構成となっている。また

50

、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。

【0012】

この発明の目的は、車両の直進時の走行安定性を向上させると共に、小回り性能を改善す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】

【0013】

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を転舵させる第1のステアリング装置11と、

10

前記車両100のタイヤハウジング105内に設けられた転舵用アクチュエータ5の駆動により左右の車輪9、9を個別に転舵させる機構部150a、および前記転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、

車速および前記第1のステアリング装置の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、前記車速および前記ステアリング角度に応じて、定められた規則に従って前記転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の転舵角度を制御する転舵角度制御手段37を有する。

前記定められた規則は、例えば、車速およびステアリング角度と転舵用アクチュエータの駆動量（例えば駆動電流）との関係を設定する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いる。

20

【0014】

この構成によると、第1のステアリング装置11は、操舵指令装置200、200Aが出力する操舵量の指令に従い車輪を転舵させる。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、従来と同様に行える。

【0015】

第2のステアリング装置150は、タイヤハウジング105内に設けられた転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を個別に転舵させる。この第2のステアリング装置150の制御部150bのうち、転舵角度制御手段37は、車両情報検出部110から得られた車速およびステアリング角度から、車両の高速直進時に例えば僅かにトーイン状態となるように転舵用アクチュエータ5を制御することで、車両の直進時の走行安定性を向上させることができる。転舵角度制御手段37は、車両の旋回時に左右の車輪9、9の転舵角度を車両走行の状況に応じて適切に調整（切り増し）することで、車両の小回り性能を向上させることができる。

30

【0016】

車両の「アッカーマンジオメトリ」は、旋回中心を1箇所にするために旋回内輪の車輪角度を旋回外輪の車輪角度よりも大きく切るため、車輪とホイールハウジング（タイヤハウジング）の干渉は内輪側で発生する。したがって、旋回外輪は、タイヤハウジングの大きさを変化することなく切り増すことが可能となり、これによって、最小回転半径を低減することができる。

40

【0017】

前記転舵角度制御手段は、前記車両の旋回時に前記左右の車輪のうち旋回外輪のみを切り増すように前記転舵用アクチュエータを制御してもよい。この場合、前述のようにタイヤハウジングの大きさを変化することなく旋回外輪を切り増すことが可能となり、これによって、最小回転半径を低減することができる。したがって、車両の小回り性能を簡単且つ確実に向上することができる。

【0018】

前記第2のステアリング装置150の前記機構部150aは、

50

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転舵用アクチュエータ 5 と、を備えるものであってもよい。

【0019】

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、転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、車輪毎に独立して転舵が行え、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。

10

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、左右の操舵輪の転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。

【0020】

前記第 2 のステアリング装置 150 の前記制御部 150b は、与えられた転舵角指令信号に応じた電流指令信号を出力する補助転舵制御部 151 と、この補助転舵制御部 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転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。

20

【0021】

この構成によると、補助転舵制御部 151 は、与えられた転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、補助転舵制御部 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転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転舵に付加して車輪角度を任意に変更することができる。

【0022】

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転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転舵されるが、この転舵に付加する形で僅かな角度の補助転舵を車輪毎に独立して行うことができる。

30

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転舵しないが、補助転舵機能により、前輪と同様に僅かな角度の転舵を車輪毎に独立して行える。

【0023】

この発明の車両は、この発明の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。

40

【発明の効果】

【0024】

この発明のステアリングシステムは、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転舵させる第 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転舵用アクチュエータの駆動により左右の車輪を個別に転舵させる機構部、および前記転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、車速および前記第 1 のステアリング装置の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、前記車速および前記ステアリング角度に応じて、定められた規則に従って前記転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転舵角度を制御する転舵角度制御手段を有する

50

。このため、車両の直進時の走行安定性を向上させると共に、小回り性能を改善することができる。

【 0 0 2 5 】

この発明の車両は、前記第 2 のステアリング装置の前記機構部が、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転舵させるステアリングシステムを備えているため、車両の直進時の走行安定性を向上させると共に、小回り性能を改善することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 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 】同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 】同第 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 】同第 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 】同第 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 】同第 2 のステアリング装置の機構部の側面図である。

【 図 7 】同第 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 】同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 1 0 】車速と切り増し角度の上限値との関係を示す図である。

【 図 1 1 】ステアリング角度と切り増し係数との関係を示す図である。

【 図 1 2 】同第 2 のステアリング装置の制御部において、転舵角度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 1 3 】同第 2 のステアリング装置の補助転舵制御部の構成を示すブロック図である。

【 図 1 4 】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 1 5 】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概念構成を概略示す図である。

【 図 1 6 】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。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 7 】

[ 第 1 の実施形態 ]

この発明の実施形態に係る第 1 の実施形態を図 1 ないし図 1 4 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 1 0 1 を搭載した自動車等の車両 1 0 0 の概念構成を概略示す図である。車両 1 0 0 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。

【 0 0 2 8 】

このステアリングシステム 1 0 1 は、車両 1 0 0 の転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 1 1 と、第 2 のステアリング装置 1 5 0 と、車両情報検出部 1 1 0 とを備える。

第 1 のステアリング装置 1 1 は、ハンドル 2 0 0 等の操舵指令装置に対する運転者の操作により車両 1 0 0 の転舵輪となる左右の車輪 9 , 9 を転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。

【 0 0 2 9 】

第 2 のステアリング装置 1 5 0 は、車両 1 0 0 の状態に応じた制御によって補助的な転舵を行う装置であり、機構部 1 5 0 a と、制御部 1 5 0 b とを有する。機構部 1 5 0 a は、補助転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 1 5 0 a は、車両 1 0 0 のタイヤハウジング 1 0 5 内に設けられて転舵用アクチュエータ 5 ( 図 2 ) の

10

20

30

40

50

駆動により車輪 9 を個別に転舵させる。制御部 150 b 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。

【0030】

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（転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。

【0031】

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 ECU 130 を介して第 2 のステアリング装置 150 の制御部 150 b に転送される。

ECU 130 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。

【0032】

< 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 を連動して転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 を連動して転舵することが可能である。

【0033】

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

【0034】

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

第 2 のステアリング装置 150 の機構部 150 a は、前述のように右輪ハブユニット 1 R および左輪ハブユニット 1 L を備えるが、これら右輪ハブユニット 1 R および左輪ハブユニット 1 L は、いずれも図 2 に示す転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、転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。

【0035】

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、転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

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 3 6 】

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、上下二箇所て回転許容支持部品 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、主な転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 9 a とタイヤ 9 b とを備える。

10

【 0 0 3 7 】

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 1 1 による前輪となる左右の車輪 9 , 9 の転舵に付加して左右輪個別に微小な角度(約  $\pm 5 \text{ deg}$ ) を転舵させる機構として、懸架装置 1 2 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 1 1 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 1 2 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。

【 0 0 3 8 】

< 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 1 5 と、アウターリング 1 6 と、後述の転舵力受け部であるアーム部 1 7 (図 4) とを備える。

20

図 8 に示すように、ハブベアリング 1 5 は、内輪 1 8 と、外輪 1 9 と、これら内外輪 1 8 , 1 9 間に介在したボール等の転動体 2 0 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。

【 0 0 3 9 】

このハブベアリング 1 5 は、図示の例では、外輪 1 9 が固定輪、内輪 1 8 が回転輪となり、転動体 2 0 が複列とされたアンギュラ玉軸受とされている。内輪 1 8 は、ハブフランジ 1 8 a a を有しアウトボード側の軌道面を構成するハブ輪部 1 8 a と、インボード側の軌道面を構成する内輪部 1 8 b とを有する。図 2 に示すように、ハブフランジ 1 8 a a に、車輪 9 のホイール 9 a がブレーキロータ 2 1 a と重なり状態でボルト固定されている。内輪 1 8 は、回転軸心 O 回りに回転する。

30

【 0 0 4 0 】

図 8 に示すように、アウターリング 1 6 は、外輪 1 9 の外周面に嵌合された円環部 1 6 a と、この円環部 1 6 a 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 1 6 b , 1 6 b とを有する。各取付軸部 1 6 b は、転舵軸心 A に同軸に設けられる。

図 3 に示すように、各車輪 9 には、車両を制動するブレーキ装置であるブレーキ 2 1 が設けられている。ブレーキ 2 1 は、ブレーキロータ 2 1 a と、ブレーキキャリア 2 1 b とを有する。ブレーキキャリア 2 1 b は、外輪 1 9 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ア取付部 2 2 (図 6) に取付けられる。

40

【 0 0 4 1 】

< 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 1 6 b の外周に嵌合された内輪 4 a と、ユニット支持部材 3 に嵌合された外輪 4 b と、内外輪 4 a , 4 b 間に介在する複数の転動体 4 c とを有する。

【 0 0 4 2 】

ユニット支持部材 3 は、ユニット支持部材本体 3 A と、ユニット支持部材結合体 3 B とを有する。ユニット支持部材本体 3 A 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 3 B が着脱自在に固定されている。ユニット支持部材結合体 3 B のインボー

50

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 3 a がそれぞれ形成されている。

【 0 0 4 3 】

図 7 および図 8 に示すように、ユニット支持部材本体 3 A 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 3 A a 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 3 A のアウトボード側端にユニット支持部材結合体 3 B が固定され、各上下の部分につき、嵌合孔形成部 3 a , 3 A a (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 4 b 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。

【 0 0 4 4 】

図 8 に示すように、アウターリング 1 6 における各取付軸部 1 6 b 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 2 3 が設けられている。内輪 4 a の端面に円板状の押圧部材 2 4 を介在させ、前記雌ねじ部に螺合するボルト 2 3 により、内輪 4 a 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。

【 0 0 4 5 】

図 3 に示すように、アーム部 1 7 は、ハブベアリング 1 5 の外輪 1 9 に転舵力を与える作用点となる部位であり、円環部 1 6 a の外周の一部または外輪 1 9 の外周の一部に一体に突出する。このアーム部 1 7 は、ジョイント部 8 を介して、転舵用アクチュエータ 5 の直動出力部 2 5 a に回転自在に連結されている。これにより、転舵用アクチュエータ 5 の直動出力部 2 5 a 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、つまり転舵させられる。

【 0 0 4 6 】

< 転舵用アクチュエータ 5 について >

図 4 に示すように、転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。

図 3 に示すように、アクチュエータ本体 7 は、モータ 2 6 と、モータ 2 6 の回転を減速する減速機 2 7 と、この減速機 2 7 の正逆の回転出力を直動出力部 2 5 a の往復直線動作に変換する直動機構 2 5 とを備える。モータ 2 6 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。

【 0 0 4 7 】

減速機 2 7 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 2 7 は、ドライブプーリ 2 7 a と、ドリブンプーリ 2 7 b と、ベルト 2 7 c とを有する。モータ 2 6 のモータ軸にドライブプーリ 2 7 a が結合され、直動機構 2 5 にドリブンプーリ 2 7 b が設けられている。このドリブンプーリ 2 7 b は、前記モータ軸に平行に配置されている。モータ 2 6 の駆動力は、ドライブプーリ 2 7 a からベルト 2 7 c を介してドリブンプーリ 2 7 b に伝達される。前記各ドライブプーリ 2 7 a とドリブンプーリ 2 7 b とベルト 2 7 c とで、巻き掛け式の減速機 2 7 が構成される。

【 0 0 4 8 】

直動機構 2 5 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が用いられている。直動機構 2 5 は、前記台形ねじの滑りねじを用いた送りねじ機構を備えるため、タイヤ 9 b からの逆入力防止効果を高め得る。モータ 2 6、減速機 2 7 および直動機構 2 5 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 6 b 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 2 6 の駆動力を、減速機を介さ

10

20

30

40

50

ず直接直動機構 2 5 へ伝達する機構も可能である。

【 0 0 4 9 】

ケース 6 b 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 3 A に一体に形成されている。ケース 6 b は、有底筒状に形成され、モータ 2 6 を支持するモータ収容部と、直動機構 2 5 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 2 6 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 2 5 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 2 5 a の進退を許す貫通孔等が形成されている。

【 0 0 5 0 】

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

10

【 0 0 5 1 】

< 車両情報検出部 1 1 0 の構成 >

図 9 に示すように、車両情報検出部 1 1 0 は、車両情報を検出し E C U 1 3 0 へ出力する。車両情報検出部 1 1 0 は、車速検出部 1 1 1、操舵角検出部 1 1 2、車高検出部 1 1 3、実ヨーレート検出部 1 1 4、実横加速度検出部 1 1 5、アクセルペダルセンサ 1 1 6、およびブレーキペダルセンサ 1 1 7 を備える。

20

【 0 0 5 2 】

車速検出部 1 1 1 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、E C U 1 3 0 へ車速情報 ( 単に「車速」とも言う ) を出力する。

操舵角検出部 1 1 2 は、例えば第 1 のステアリング装置 1 1 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、E C U 1 3 0 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。

30

【 0 0 5 3 】

車高検出部 1 1 3 は、車両 1 0 0 ( 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 1 0 0 の懸架装置 1 2 ( 図 1 ) における図示外のアップ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 1 5 0 により転舵される各車輪 9 ( 図 1 ) の車高を検出する。そして、車高検出部 1 1 3 は、検出した車高を車高情報として E C U 1 3 0 へ出力する。

【 0 0 5 4 】

実ヨーレート検出部 1 1 4 は、例えば車両 1 0 0 ( 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、E C U 1 3 0 へ実ヨーレート情報を出力する。

40

実横加速度検出部 1 1 5 は、例えば車両 1 0 0 ( 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、E C U 1 3 0 へ実横加速度情報を出力する。アクセルペダルセンサ 1 1 6 は、運転者によるアクセルペダル 2 1 0 への入力を検出し、検出した値をアクセル指令値として E C U 1 3 0 へ出力する。ブレーキペダルセンサ 1 1 7 は、運転者によるブレーキペダル 2 2 0 への入力をブレーキ踏力として検出し、検出した値をブレーキ指令値として E C U 1 3 0 へ出力する。E C U 1 3 0 は、転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 1 5 0 の制御部 1 5 0 b に出力する。

【 0 0 5 5 】

50

< 第 2 のステアリング装置 150 の制御部 150 b >

第 2 のステアリング装置 150 の制御部 150 b は、E C U 130 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、補助転舵制御部 151 が右輪用のアクチュエータ駆動制御部 31 R、左輪用のアクチュエータ駆動制御部 31 L を制御することで、右輪ハブユニット 1 R、および左輪ハブユニット 1 L が備えるモータ 26 を駆動し、左右の車輪を独立して転舵可能である。

【0056】

制御部 150 b 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 150 b は、例えば専用の E C U として設けられるが、メインの E C U 130 の一部として設けてもよい。

【0057】

制御部 150 b における補助転舵制御部 151 は、転舵角度制御手段 37 を有する。この転舵角度制御手段 37 は、E C U 130 から取得した車速およびステアリング角度に応じて、定められた規則に従って転舵用アクチュエータ 5 ( 図 2 ) を制御することで左右の車輪 9, 9 の転舵角度を制御する。具体的には、転舵角度制御手段 37 は、ハンドル 200 と連結される第 1 のステアリング装置 11 により転舵される車輪角度  $\theta$  を、操舵角検出部 112 から E C U 130 を介して取得する。また転舵角度制御手段 37 は、車速検出部 111 から E C U 130 を介して車速を得る。

【0058】

前記定められた規則として、車速と、車輪角度の切り増し量  $s$  の上限値  $s_{max}$  とが、例えば、図 10 に示すような関係に設定されている。車速が低速度域 (  $0 \sim V_L \text{ km/h}$  ) では車輪角度の切り増し角度の上限値は  $B \text{ deg}$  とし、 $V_L \text{ km/h}$  から車速の上昇に合わせ徐々に切り増し角度の上限値を減少させ、高速度域 (  $V_H \text{ km/h}$  以上 ) では  $0 \text{ deg}$  とする。 $B \text{ deg}$ 、 $V_L \text{ km/h}$ 、 $V_H \text{ km/h}$  は、車両情報によって異なる値である。

【0059】

さらに定められた規則として、ステアリング角度と切り増し係数  $s$  とが、例えば、図 11 に示すような関係に設定されている。前記切り増し係数  $s$  は、車輪角度の切り増し量を決定する係数である。旋回時の極低ステアリング角度域 (  $0 \sim h_1 \text{ deg}$  ) では、切り増し係数を  $c$  (  $c$  は零  $\sim 1.0$  未満で試験等により任意に定められる ) としている。これはステアリング角度が小さい場合、運転者によるハンドル操作量に対する車輪のトー角変化が大きすぎて、車両の走行がふらつくことを避けるためである。

【0060】

次に低ステアリング角度域 (  $h_1 \sim h_2 \text{ deg}$  ) では、ステアリング角度が大きくなる程切り増し係数を大きくしていき  $h_2 \text{ deg}$  時に切り増し係数が  $1.0$  となるように設定されている。高ステアリング角度域 (  $h_3 \sim h_{max} \text{ deg}$  ) では、旋回内輪がタイヤハウジング 105 ( 図 1 ) 内と干渉しないように、ステアリング角度が大きくなる程旋回内輪の切り増し係数が徐々に減少するように設定されている。これによって、旋回内輪がタイヤハウジング 105 ( 図 1 ) と干渉することを防止すると共に、旋回外輪の切り増し係数は  $1.0$  としているため、旋回外輪のみ切り増しが行われる。したがって、タイヤハウジング 105 ( 図 1 ) のサイズを変更することなく、最小回転半径を小さくし得る。

【0061】

図 9 ~ 図 11 に示すように、転舵角度制御手段 37 は、車速によって車輪角度の切り増し量  $s$  の上限値  $s_{max}$  を決定する。また転舵角度制御手段 37 は、ステアリング角度によって切り増し係数  $s$  を決定する。転舵角度制御手段 37 は、次式に示すように、切り増し係数  $s$  に切り増し角度の上限値  $s_{max}$  を乗じることで、車輪角度の切

10

20

30

40

50

り増し量  $s$  を決定する。

$$s = \quad \cdot \quad s_{\max}$$

このように左右の車輪 9, 9 の転舵角度を制御することで安定して車両を走行することができると共に、旋回半径を小さくすることが可能となる。

#### 【0062】

<フローチャート>

図12は、転舵角度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～図11も適宜参照しつつ説明する。

車両走行中において、転舵角度制御手段37は、車速が低速度域 ( $V < V_L$  km/h) のとき (ステップS1: Yes)、車輪角度の切り増し角度の上限値  $s_{\max}$  を最大の  $B$  degとし (ステップS2)、ステップS3に移行する。転舵角度制御手段37は、車速  $V$  が  $V_L \sim V_H$  km/h のとき (ステップS4: Yes)、車速の上昇に合わせた切り増し角度の上限値とし (ステップS5)、ステップS3に移行する。転舵角度制御手段37は、車速が高速度域 ( $V_H$  km/h以上) では (ステップS6: Yes)、切り増し角度の上限値  $s_{\max}$  を  $0$  degとする (ステップS7)。車速が高速度域ではないとの判定で (ステップS6: No)、ステップS1に戻る。

10

#### 【0063】

ステップS3において、ステアリング角度が極低ステアリング角度域であると判定すると (ステップS3: Yes)、切り増し係数を  $c$  とし (ステップS8)、ステップS9に移行する。低ステアリング角度域であると判定すると (ステップS3: No, ステップS10: Yes)、ステアリング角度が大きくなる程切り増し係数を大きくする切り増し係数とし (ステップS11)、その後ステップS9に移行する。ステアリング角度が  $h_2 \sim h_3$  のとき (ステップS12: Yes)、切り増し係数を  $1.0$  とする (ステップS13)。その後ステップS9に移行する。

20

#### 【0064】

ステアリング角度が  $h_3$  以上のとき (ステップS12: No, ステップS14: Yes)、旋回外輪のみ切り増しを行う (ステップS15)。次に、転舵角度制御手段37は、切り増し係数  $s$  に切り増し角度の上限値  $s_{\max}$  を乗じることで、車輪角度の切り増し量  $s$  を決定する (ステップS9)。その後ステップS16に移行する。制御部150bは、各転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S16)、各転舵用アクチュエータを駆動する (ステップS17)。その後ステップS1に戻る。

30

#### 【0065】

補助転舵制御部151は、前述の車速およびステアリング角度に応じた制御 (図12等に示す制御) に加えて以下の図13に示すように左右の車輪を独立して転舵する制御を行う。この図13に示す制御と図12等に示す制御とを、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。

図13に示すように、補助転舵制御部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。

40

#### 【0066】

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) が転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。

#### 【0067】

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

50

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 1 5 2 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 1 5 5 および左輪路面摩擦係数計算部 1 5 7 に出力する。

【 0 0 6 8 】

図 1 4 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 1 3 に示す右輪路面摩擦係数計算部 1 5 5 および左輪路面摩擦係数計算部 1 5 7 に記憶されている。

右輪路面摩擦係数計算部 1 5 5 および左輪路面摩擦係数計算部 1 5 7 は、E C U 1 3 0 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 1 5 2 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 1 5 5 および左輪路面摩擦係数計算部 1 5 7 は、規範横加速度計算部 1 5 2 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 1 5 3 および左輪タイヤ角度計算部 1 5 4 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 1 5 5 および左輪路面摩擦係数計算部 1 5 7 は、前記マップ(図 1 4)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 1 5 5 および左輪路面摩擦係数計算部 1 5 7 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 1 5 8 に出力する。

10

【 0 0 6 9 】

目標ヨーレート計算部 1 5 6 は、E C U 1 3 0 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 1 5 8 に出力する。

20

目標ヨーレート補正部 1 5 8 は、右輪路面摩擦係数計算部 1 5 5 および左輪路面摩擦係数計算部 1 5 7 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 1 5 6 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 1 5 8 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 1 5 9 へ出力する。

【 0 0 7 0 】

目標左右輪タイヤ角度計算部 1 5 9 は、前記補正後ヨーレート情報が入力されると、E C U 1 3 0 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 1 5 9 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。

30

【 0 0 7 1 】

【数 1】

$$\theta_{tR1} = f_{tR}(\theta_y, X_A, X_B, \mu_R) \dots \text{式 (1)}$$

40

$$\theta_{tL1} = f_{tL}(\theta_y, X_A, X_B, \mu_L)$$

【 0 0 7 2 】

式(1)において、 $\theta_y$  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、 $\mu_R$  は右輪路面摩擦係数、 $\mu_L$  は左輪路面摩擦係数、 $\theta_{tR1}$  は右輪の目標タイヤ角度、 $\theta_{tL1}$  は左輪の目標タイヤ角度である。

目標左右輪タイヤ角度計算部 1 5 9 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 1 6 0 および左輪指令値計算部 1 6 1 へ出力

50

する。

【0073】

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)のそれぞれを転舵させる量を表す右輪転舵量情報および左輪転舵量情報を生成する。右輪指令値計算部160は、生成した右輪転舵量情報(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、生成した左輪転舵量情報(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。

10

【0074】

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、前記右輪転舵量情報および前記左輪転舵量情報に基づいて、各転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13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から右輪転舵量情報および左輪転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の転舵角を表す各モータ26の位置情報を取得し、右輪転舵量情報および左輪転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。

20

【0075】

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、補助転舵制御部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転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転舵に付加して、車輪を微小に角度変化することができる。

【0076】

<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を転舵させる。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の向き調整が、従来の車両と同様に行える。

30

【0077】

第2のステアリング装置150は、タイヤハウジング105内に設けられた転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を個別に転舵させる。この第2のステアリング装置150の制御部150bのうち、転舵角度制御手段37は、車両情報検出部110から得られた車速およびステアリング角度から、車両の高速直進時に例えば僅かにトーイン状態となるように転舵用アクチュエータ5を制御することで、車両の直進時の走行安定性を向上させることができる。転舵角度制御手段37は、車両の旋回時に左右の車輪9, 9の転舵角度を車両走行の状況に応じて適切に調整(切り増し)することで、車両の小回り性能を向上させることができる。

40

【0078】

車両の「アッカーマンジオメトリ」は、旋回中心を1箇所にするために旋回内輪の車輪角度を旋回外輪の車輪角度よりも大きく切るため、車輪9とタイヤハウジング105の干渉は内輪側で発生する。したがって、旋回外輪は、タイヤハウジング105の大きさを変化することなく切り増すことが可能となり、これによって、最小回転半径を低減することができる。

50

## 【 0 0 7 9 】

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、転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、車輪毎に独立して転舵が行え、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。

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、左右の操舵輪の転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。

## 【 0 0 8 0 】

< 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。

## 【 0 0 8 1 】

[ 第2の実施形態 ]

図15に示すように、この第2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を転舵する点で、第1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の転舵を行い、第2のステアリング装置150が車両100の左右の後輪9, 9の転舵を行う。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。

## 【 0 0 8 2 】

[ 第3の実施形態 ]

図16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、二つの第2のステアリング装置150<sub>1</sub>、150<sub>2</sub>を備えている点で、第1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<sub>1</sub>は、第1のステアリング装置11と同じ車輪9, 9の転舵を行い、他方の第2のステアリング装置150<sub>2</sub>は、第2のステアリング装置150とは異なる車輪9, 9の転舵を行う。すなわち、一方の第2のステアリング装置150<sub>2</sub>は、第1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<sub>2</sub>は、第2の実施形態に係る第2のステアリング装置150と同様の動作を行う。

## 【 0 0 8 3 】

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<sub>1</sub>、150<sub>2</sub>を備えていることにより、より複雑に4輪を独立して転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。

## 【 0 0 8 4 】

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、各車輪が転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パイワイヤ形式であってもよい。なお、前記各実施形態は、操舵指令装置がハンドル200である場合につき説

10

20

30

40

50

明したが、ハンドル 200 以外の手動の操舵指令装置、例えばジョイスティックであってもよく、また例えば図 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。

【0085】

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。

10

【0086】

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。

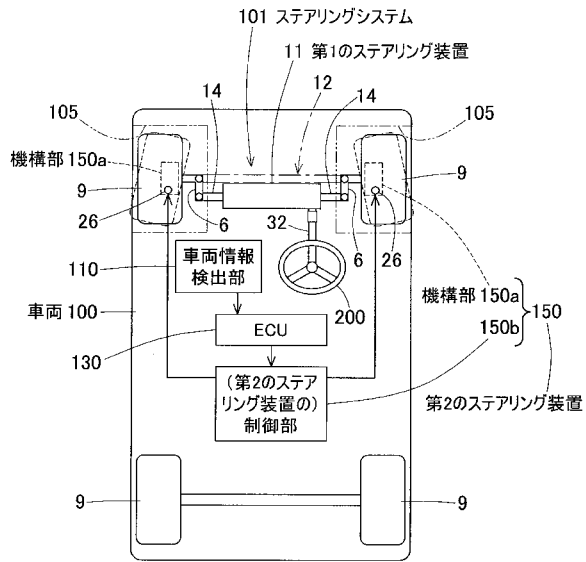
【符号の説明】

20

【0087】

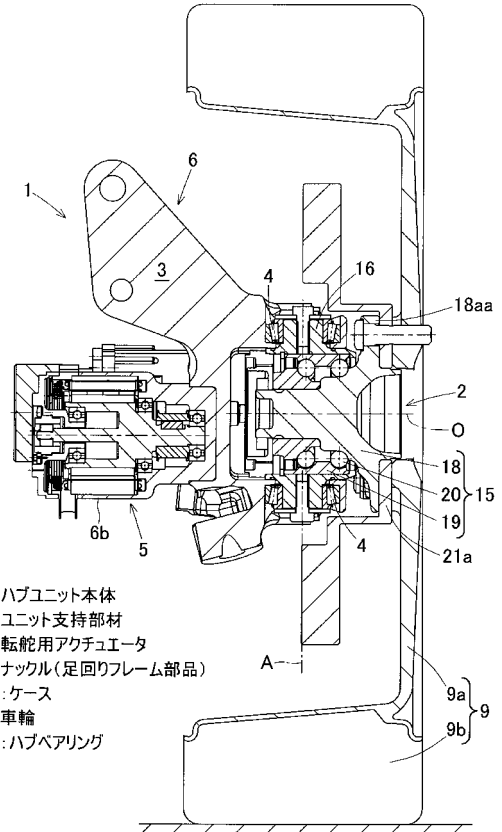
2 ... ハブユニット本体、3 ... ユニット支持部材、5 ... 転舵用アクチュエータ、6 ... ナックル（足回りフレーム部品）、9 ... 車輪、11 ... 第 1 のステアリング装置、12 ... 懸架装置、15 ... ハブベアリング、31R, 31L ... アクチュエータ駆動制御部、37 ... 転舵角度制御手段、100 ... 車両、101 ... ステアリングシステム、105 ... タイヤハウジング、110 ... 車両情報検出部、150 ... 第 2 のステアリング装置、150a ... 機構部、150b ... 制御部、151 ... 補助転舵制御部、200 ... ハンドル（操舵指令装置）、200A ... 自動の操舵指令装置

【 図 1 】



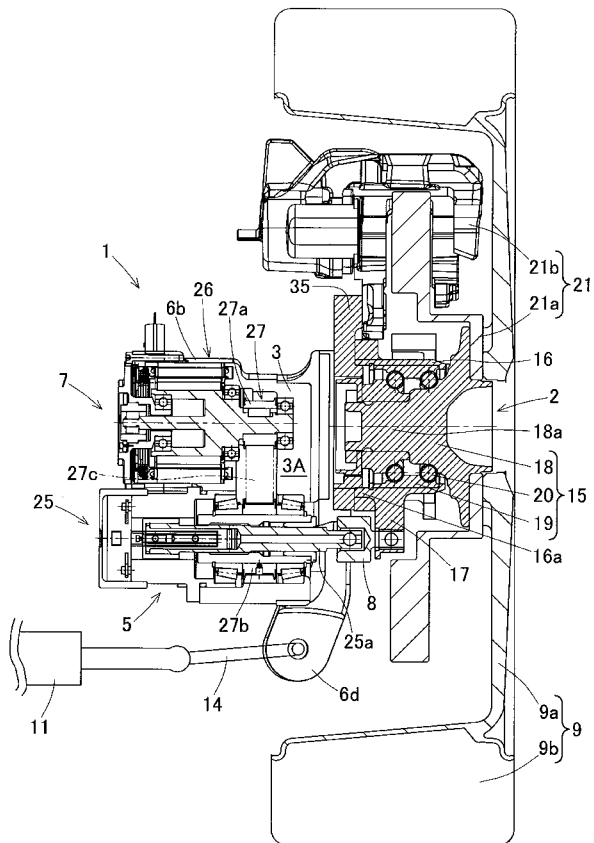
12: 懸架装置  
 105: タイヤハウジング  
 200: ハンドル(操舵指令装置)

【 図 2 】

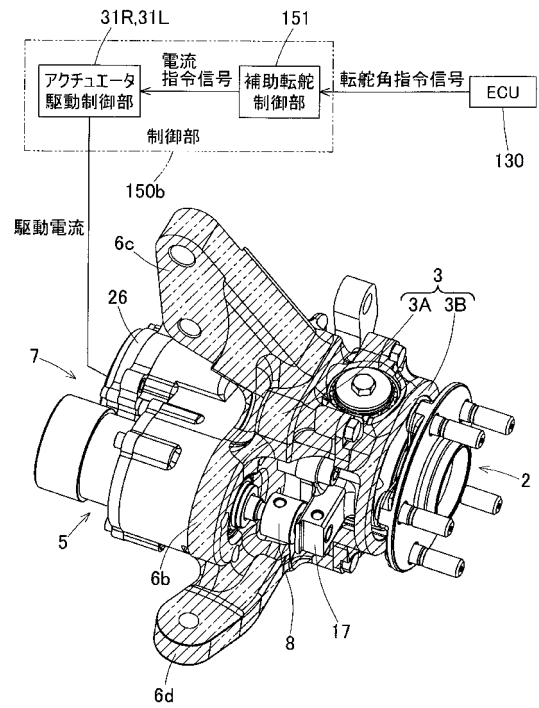


2: ハブユニット本体  
 3: ユニット支持部材  
 5: 転舵用アクチュエータ  
 6: ナックル(足回りフレーム部品)  
 6b: ケース  
 9: 車輪  
 15: ハブベアリング

【 図 3 】

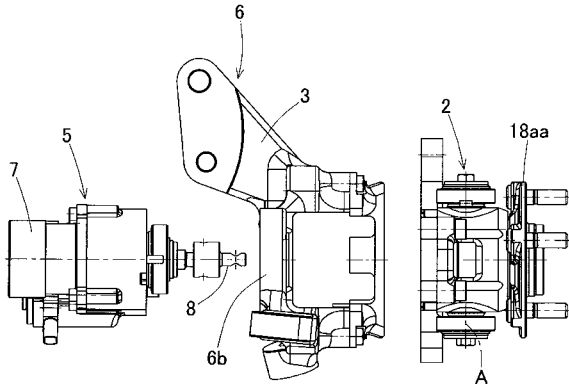


【 図 4 】

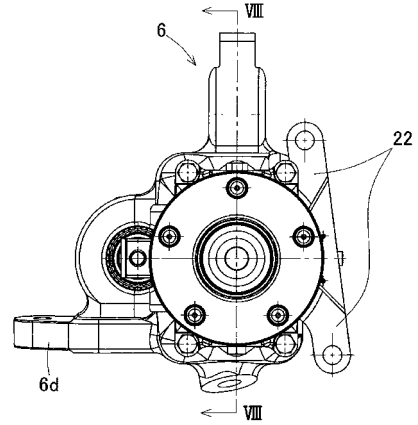


31R, 31L  
 151  
 130  
 ECU  
 130  
 150b  
 6c  
 26  
 3  
 3A  
 3B  
 7  
 5  
 6b  
 8  
 17  
 6d  
 2

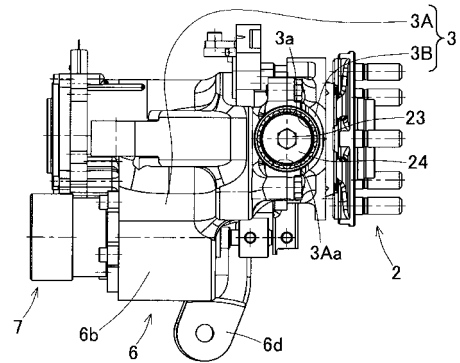
【図5】



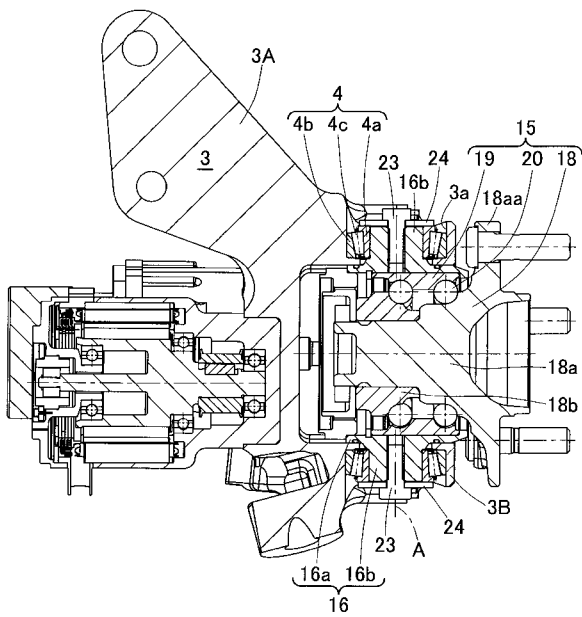
【図6】



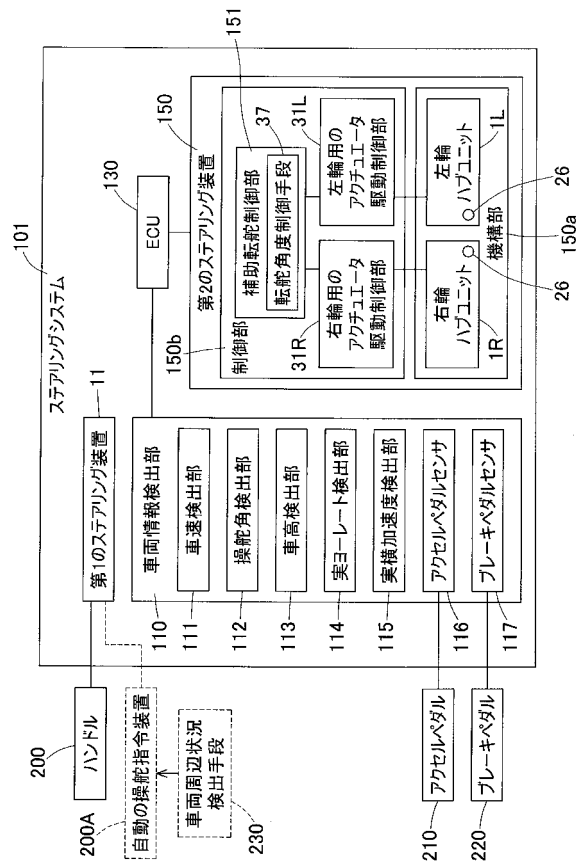
【図7】



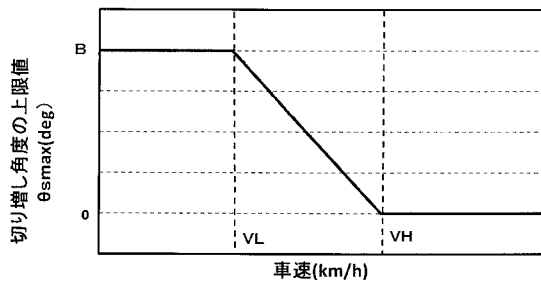
【図8】



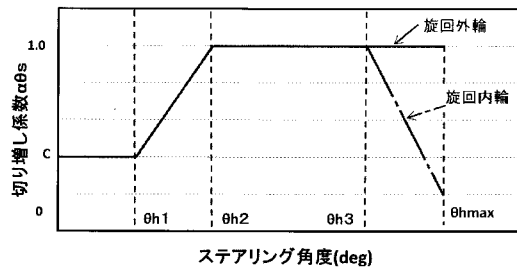
【図9】



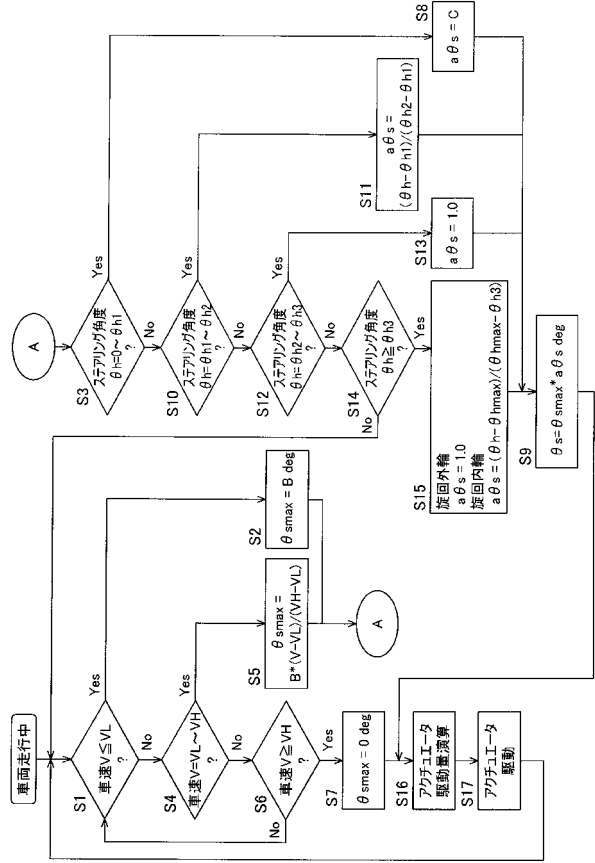
【図10】



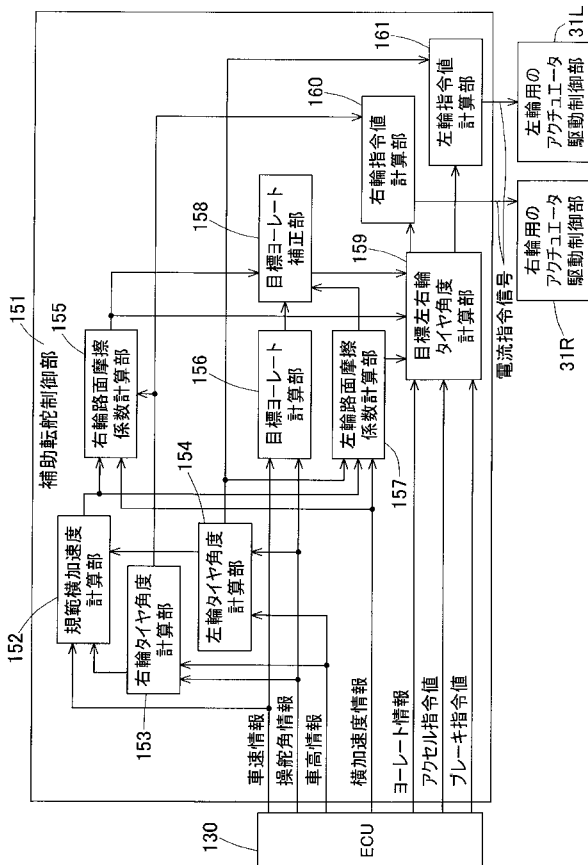
【図11】



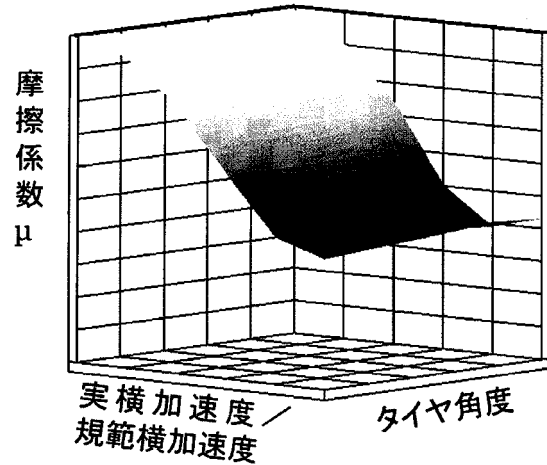
【図12】



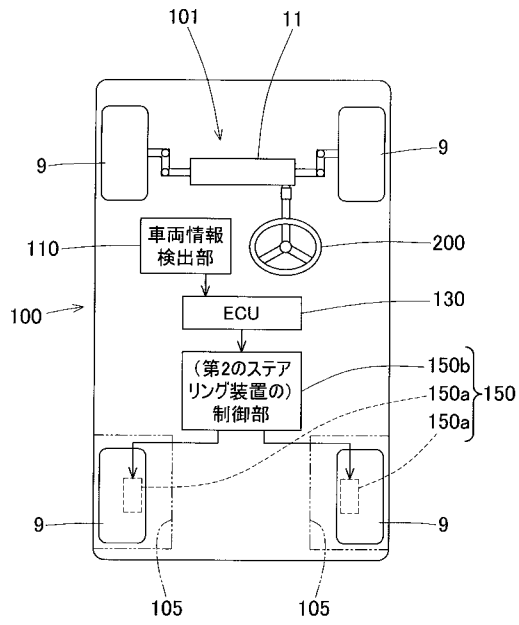
【図13】



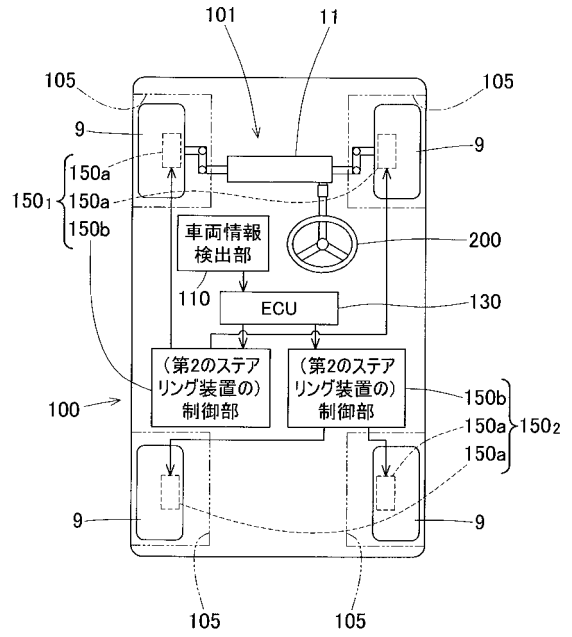
【図14】



【図15】



【図16】



---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	テーマコード(参考)
B 6 2 D 113/00	(2006.01)	B 6 2 D 113:00	
B 6 2 D 137/00	(2006.01)	B 6 2 D 137:00	

(72)発明者 宇都宮 聡  
 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 NTN株式会社内

(72)発明者 大畑 佑介  
 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 NTN株式会社内

Fターム(参考) 3D232 CC02 CC04 CC13 DA03 DA23 DA29 DA33 DA50 DA63 DA82  
 DA84 DA88 DA92 DA93 DC08 DC33 DC34 DC35 DC38 DD01  
 DD02 DD05 DD10 DE06 EA01 EA05 EA06 EB04 EB16 EB17  
 EC23 FF04 GG01  
 3D333 CB02 CB37 CC15 CC18 CD05 CD16 CD17 CD21 CD23 CE12  
 CE17 CE44 CE57