

(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
2021年4月1日(01.04.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/059544 A1

(51) 国際特許分類:

B60W 40/10 (2012.01) *B62D 6/00* (2006.01)
B60G 17/015 (2006.01) *B62D 137/00* (2006.01)
B60G 17/016 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/045907

(22) 国際出願日: 2019年11月25日(25.11.2019)

(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 2019-175961 2019年9月26日(26.09.2019) JP

(71) 出願人: 日立 Astemo 株式会社(HITACHI
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

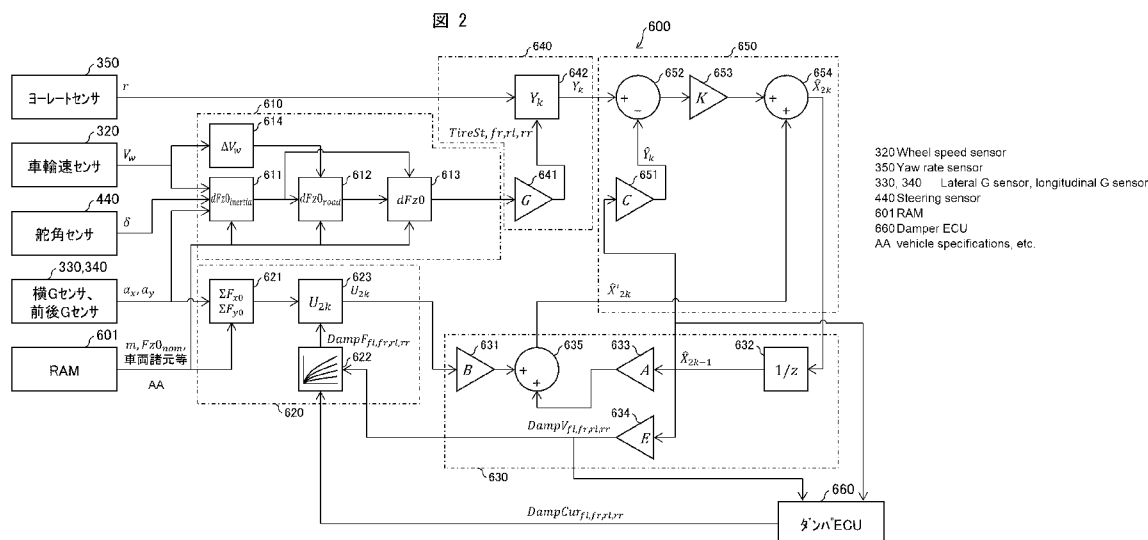
(72) 発明者: グプタ ワイバワ(GUPTA, Vaibhav). 水
口 祐一郎(MINAKUCHI, Yuichiro).

(74) 代理人: 特許業務法人 H A R A K E N Z
O W O R L D P A T E N T & T
R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD
PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府
大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大
和南森町ビル 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,

(54) Title: STATE QUANTITY CALCULATION DEVICE, CONTROL DEVICE, AND VEHICLE

(54) 発明の名称: 状態量算出装置、制御装置および車両



(57) Abstract: Provided is a technique for calculating with high precision a state quantity of a vehicle. An ECU (600) of a vehicle (900) is provided with a ground contact load calculation unit (610), an input quantity calculation unit (620), a first state quantity calculation unit (630), a measurement quantity calculation unit (640), a second state quantity calculation unit (650), and a damper ECU (660). The ECU (600) inputs values calculated on the basis of G-sensor values and the like into a vehicle model, calculates a first state quantity of the vehicle (900), and calculates a second state quantity for the vehicle (900) using a measurement quantity calculated on the basis of a ground contact load and a tire spring constant to correct the first state quantity.

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：

- 国際調査報告（条約第21条(3)）
- 補正された請求の範囲（条約第19条(1)）

(57) 要約：車両の状態量を高い精度で算出する技術を実現する。車両（900）が有するECU（600）は、接地荷重算出部（610）、入力量算出部（620）、第一状態量算出部（630）、観測量算出部（640）、第二状態量算出部（650）およびダンパECU（660）を備えている。ECU（600）は、Gセンサ値等から算出した値を車両モデルに入力して、車両（900）の第一状態量を算出し、接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから算出した観測量を用いて第一状態量を補正することで車両（900）の第二状態量を算出する。

明 細 書

発明の名称：状態量算出装置、制御装置および車両

技術分野

[0001] 本発明は、状態量算出装置、制御装置および車両に関する。

背景技術

[0002] 従来、車両の状態量を算出し、得られた算出値を用いて車両の制動力および駆動力などを制御し、車両の走行安定性を高める技術が知られている。当該技術には、サスペンションの変位による車輪の前後動成分を車輪速から入手し、当該前後動成分からサスペンションの変動（サスストローク速度）を算出し、得られたサスストローク速度を用いてサスペンションの制御を行う技術が知られている（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2013-010428号公報」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来技術では、車両の設計次第によっては、サスストローク速度の演算精度が低下することがある。たとえば、サスペンションの立ち角度が路面に対して垂直に近い程、サスペンションの変位に対する車輪の前後動量が小さくなる傾向がある。このように、従来の技術は、サスペンションの変動などの車両の状態量を、サスペンションの立ち角度のような車両の設計事項に関わらずに高い精度で算出する観点から、検討の余地が残されている。

[0005] 本発明の一態様は、車両の状態量を高い精度で算出する技術を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る状態量算出装置は、車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出する接地荷重算出部

と、前記接地荷重算出部が算出した前記接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから、現在のタイヤの変化量を算出するタイヤ変化量算出部と、前記タイヤ変化量算出部が算出した前記タイヤの変化量を車両モデルに入力し、前記車両の状態量を算出する状態量算出部と、を備える。

[0007] また、上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る状態量算出装置は、車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出する接地荷重算出部と、少なくとも前記車両が備えるGセンサのセンサ値を用いて入力量を算出する入力量算出部と、前記入力量算出部が算出した前記入力量を車両モデルに入力して、第一の前記車両の状態を算出する第一状態量算出部と、前記接地荷重算出部が算出した前記接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから観測量を算出する観測量算出部と、前記観測量算出部が算出した前記観測量を用いて、前記第一状態量算出部が算出した前記第一の車両の状態量を補正することにより第二の前記車両の状態量を算出する第二状態量算出部と、を備える。

[0008] また、上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る状態量算出装置は、車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出する接地荷重算出部と、少なくとも前記車両が備えるGセンサのセンサ値を用いて入力量を算出する入力量算出部と、前記入力量算出部が算出した前記入力量を車両モデルに入力して、第一の前記車両の状態量を算出する第一状態量算出部と、前記接地荷重算出部が算出した前記接地荷重を用いて観測量を構成する観測量構成部と、前記観測量構成部が構成した前記観測量を用いて、前記第一状態量算出部が算出した前記第一の車両の状態量を補正することにより第二の前記車両の状態量を算出する第二状態量算出部と、を備える。

[0009] また、上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る制御装置は、上記の状態量算出装置と、前記状態量算出装置が算出した前記車両の状態量を用いて前記車両が備える装置を制御する制御部と、を備える。

[0010] また、上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る車両は、上記の制御装置を備える。

発明の効果

[0011] 本発明の一態様によれば、車両の状態量を高い精度で算出することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態に係る車両の構成の一例を模式的に示す図である。

[図2]本発明の実施形態1に係る制御装置の機能的構成の一例を示すブロック図である。

[図3]本発明の実施形態3に係る制御装置の機能的構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の一実施形態について、詳細に説明する。

[0014] [車両の構成例]

[構成の概要]

図1は、本発明の実施形態に係る車両900の構成の一例を模式的に示す図である。図1に示すように、車両900は、懸架装置（サスペンション）100、車体200、車輪300、タイヤ310、操舵部材410、ステアリングシャフト420、トルクセンサ430、舵角センサ440、トルク印加部460、ラックピニオン機構470、ラック軸480、エンジン500、ECU（Electronic Control Unit、状態量算出装置、制御装置）600、発電装置700およびバッテリー800を備えている。なお、車両900としては、ガソリン車、ハイブリッド電気自動車（HEV車）、電気自動車（EV車）等を挙げることができる。

[0015] タイヤ310が装着された車輪300は、懸架装置100によって車体200に懸架されている。車両900は、四輪車であるため、懸架装置100、車輪300およびタイヤ310については、それぞれ4つ設けられている。なお、左側の前輪、右側の前輪、左側の後輪および右側の後輪のタイヤ及び車輪をそれぞれ、タイヤ310A及び車輪300A、タイヤ310B及び車輪300B、タイヤ310C及び車輪300C、並びに、タイヤ310D

及び車輪３００Ｄとも称する。以下、同様に、左側の前輪、右側の前輪、左側の後輪および右側の後輪にそれぞれ付随した構成を、符号「Ａ」「Ｂ」「Ｃ」及び「Ｄ」を付して表現することがある。

[0016] 〔懸架装置（サスペンション）〕

懸架装置１００は、油圧緩衝装置、アッパーアーム及びロアーアームを備えている。また、油圧緩衝装置は、一例として、当該油圧緩衝装置が発生させる減衰力を調整する電磁弁であるソレノイドバルブを備えている。ただし、これは本実施形態を限定するものではなく、油圧緩衝装置は、減衰力を調整する電磁弁として、ソレノイドバルブ以外の電磁弁を用いてもよい。例えば、上記電磁弁として、電磁流体（磁性流体）を利用した電磁弁を備える構成としてもよい。

[0017] 〔ステアリング装置〕

運転者の操作する操舵部材４１０は、ステアリングシャフト４２０の一端に対してトルク伝達可能に接続されており、ステアリングシャフト４２０の他端は、ラックピニオン機構４７０に接続されている。

[0018] なお、上述の説明において「トルク伝達可能に接続」とは、一方の部材の回転に伴い他方の部材の回転が生じるように接続されていることを指し、例えば、一方の部材と他方の部材とが一体的に成形されている場合、一方の部材に対して他方の部材が直接的又は間接的に固定されている場合、及び、一方の部材と他方の部材とが継手部材等を介して連動するよう接続されている場合を少なくとも含む。

[0019] ラックピニオン機構４７０は、ステアリングシャフト４２０の軸周りの回転を、ラック軸４８０の軸方向に沿った変位に変換するための機構である。ラック軸４８０が軸方向に変位すると、タイロッド及びナックルアームを介して車輪３００Ａ及び車輪３００Ｂが転舵される。

[0020] トルクセンサ４３０は、ステアリングシャフト４２０に印加される操舵トルク、換言すれば、操舵部材４１０に印加される操舵トルクを検出し、検出結果を示すトルクセンサ信号をＥＣＵ６００に提供する。より具体的には、

トルクセンサ４３０は、ステアリングシャフト４２０に内设されたトーションバーの捩れを検出し、検出結果をトルクセンサ信号として出力する。なお、トルクセンサ４３０として磁歪式トルクセンサを用いてもよい。

[0021] 舵角センサ４４０は、操舵部材４１０の舵角を検出し、検出結果をＥＣＵ６００に提供する。

[0022] トルク印加部４６０は、ＥＣＵ６００から供給されるステアリング制御量に応じたアシストトルク又は反力トルクを、ステアリングシャフト４２０に印加する。トルク印加部４６０は、ステアリング制御量に応じたアシストトルク又は反力トルクを発生させるモータと、当該モータが発生させたトルクをステアリングシャフト４２０に伝達するトルク伝達機構とを備えている。

[0023] なお、本明細書における「制御量」の具体例として、電流値、デューティ比、減衰率、減衰比等が挙げられる。

[0024] また、上記の例では、操舵部材４１０からラック軸４８０までが常時機械的に接続されたステアリング装置を例に挙げたが、これは本実施形態を限定するものではなく、本実施形態に係るステアリング装置は、例えばステア・バイ・ワイヤ方式のステアリング装置であってもよい。ステア・バイ・ワイヤ方式のステアリング装置に対しても本明細書において以下に説明する事項を適用することができる。

[0025] 〔駆動力伝達装置〕

車両９００は、不図示の駆動力伝達装置を有している。駆動力伝達装置は、例えばエンジンの動力を前輪または後輪に伝達する装置であり、ギア伝達機構を有する。当該ギア伝達機構は、前輪または後輪における個々の車輪の回転数の差を状況に応じて与える差動装置であり、車両９００の走行状況に応じて差動を制限する差動制限装置を有している。本実施形態において、差動装置および差動制限装置は、限定されない。差動装置は、例えばベベルギア式差動装置であってよく、差動制限装置は、多板クラッチ式リミテッドスリップディファレンシャル（ＬＳＤ）またはヘリカルギア式ＬＳＤなどのトルク感応型であってもよいし、ビスカスＬＳＤなどの回転差感応型であっ

てもよい。

[0026] 〔その他の構成〕

エンジン500には、発電装置700が付設されており、発電装置700によって生成された電力がバッテリー800に蓄積される。

[0027] また、車両900は、車輪300毎に設けられ各車輪300の車輪速（車輪の角速度 ω ）を検出する車輪速センサ320を備えている。また、車両900は、車両900の横方向の加速度を検出する横Gセンサ330、車両900の前後方向の加速度を検出する前後Gセンサ340、車両900のヨーレートを検出するヨーレートセンサ350、エンジン500が発生させるトルクを検出するエンジントルクセンサ510、エンジン500の回転数を検出するエンジン回転数センサ520、及びブレーキ装置が有するブレーキ液に印加される圧力を検出するブレーキ圧センサ530を備える構成としてもよい。これらの各種センサによる検出結果は、ECU600に供給される。

[0028] なお、図示は省略するが、車両900は、ブレーキ時の車輪ロックを防ぐためのシステムであるABS（Antilock Brake System）、加速時等における車輪の空転を抑制するTCS（Traction Control System）、及び、旋回時のヨーモーメント制御やブレーキアシスト機能等のための自動ブレーキ機能を備えた車両挙動安定化制御システムであるVSA（Vehicle Stability Assist）制御可能なブレーキ装置を備えている。

[0029] ここで、ABS、TCS、及びVSAは、推定した車体速に応じて定まる車輪速と、車輪速センサ320によって検出された車輪速とを比較し、これら2つの車輪速の値が、所定の値以上相違している場合にスリップ状態であると判定する。ABS、TCS、及びVSAは、このような処理を通じて、車両900の走行状態に応じて最適なブレーキ制御やトラクション制御を行うことにより、車両900の挙動の安定化を図るものである。

[0030] また、上述した各種のセンサによる検出結果のECU600への供給、及び、ECU600から各部への制御信号の伝達は、CAN（Controller Area Network）370を介して行われる。

[0031] また、車両 900 は、不図示の R A M (Random Access Memory) を有する。R A M は、車重、慣性荷重、車両諸元などの定常値あるいは推定値、算出値を格納する。定常値は、例えば車両 900 に固有の物理量の値である。

[0032] さらに、車両 900 は、懸架装置 100、ステアリング装置および駆動力伝達装置のそれぞれにおいて、これらの装置の動作を制御するための不図示の E C U を備える。たとえば、車両 900 は、懸架装置 100 を制御するためのダンパ E C U を有している。このような、車両 900 が有する装置専用の E C U は、当該制御対象となる装置に備えられていてもよいし、車両 900 を制御するための E C U 600 に備えられていてもよい。このように、車両 900 における懸架装置 100、ステアリング装置および駆動力伝達装置は、いずれも、電子制御可能に構成されており、電子制御式サスペンション、電子制御式ステアリング装置および電子制御式駆動力伝達装置とも言える。

[0033] [サスペンション制御の概要]

E C U 600 は、サスペンション制御量を供給することによって懸架装置 100 を制御する。より具体的には、E C U 600 は、懸架装置 100 に含まれる油圧緩衝装置が備えるソレノイドバルブに対して、サスペンション制御量を供給することによって当該ソレノイドバルブの開閉を制御する。この制御を可能とするために、E C U 600 からソレノイドバルブへ駆動電力を供給する電力線が配されている。

[0034] [ステアリング制御の概要]

また、E C U 600 は、車両 900 が備える各種の電子機器を統括制御する。より具体的には、E C U 600 は、トルク印加部 460 に供給するステアリング制御量を調整することにより、ステアリングシャフト 420 に印加するアシストトルク又は反力トルクの大きさを制御する。

[0035] [駆動力伝達装置の制御の概要]

E C U 600 は、例えば、差動制限の制御量を供給することによって駆動力伝達装置を制御する。その具体的な一例を挙げると、E C U 600 は、走

行状況に応じて多板クラッチ式LSDにおけるクラッチの圧着の強さを調整することにより、エンジンの駆動力を前輪、後輪間で、あるいは前輪または後輪における左右の車輪間で分配し、エンジンの駆動力で回転する車輪の個々の回転数を制御する。

[0036] 〔状態量算出のロジックの説明〕

＜状態量の定義＞

本実施形態における車両900の状態量Xの一例は、下記式で表される。ここで、状態量Xは $n \times 1$ の行列で表されるベクトルであり、本実施例では $n = 16$ である。なお、本明細書において、下付きの添え字 f_l 、 f_r 、 r_l および r_r は、それぞれ、車両900における左前輪、右前輪、左後輪および右後輪を表す。また、下付きの添え字 i_i は、車両900における上記の車輪のうちの任意の一以上を表す。

[0037] [数1]

$$X = [w, p, q, r, w_{1f_l}, w_{1f_r}, w_{1r_l}, w_{1r_r}, \text{DampSt}_{f_l}, \text{DampSt}_{f_r}, \text{DampSt}_{r_l}, \text{DampSt}_{r_r}, \text{TireSt}_{f_l}, \text{TireSt}_{f_r}, \text{TireSt}_{r_l}, \text{TireSt}_{r_r}]^T$$

[0038] 上記式中、 w は、ばね上重心点上下速度であり、車体200のばね上速度の z 軸方向成分である。 p 、 q 、 r は、それぞれ、ロールレート、ピッチレートおよびヨーレートであり、例えば、車体200のばね上角速度の x 軸回転方向、 y 軸回転方向および z 軸回転方向の成分である。なお、本実施形態において、 x 軸は車体200の前後方向、 y 軸は車体200の横方向、 z 軸は車体200の鉛直方向を示す。

[0039] また、上記式中、 w_{1f_l} 、 w_{1f_r} 、 w_{1r_l} および w_{1r_r} は、各車輪におけるばね下上下速度である。 DampSt_{f_l} 、 DampSt_{f_r} 、 DampSt_{r_l} および DampSt_{r_r} は、各車輪におけるサスストローク変位である。 TireSt_{f_l} 、 TireSt_{f_r} 、 TireSt_{r_l} および TireSt_{r_r} は、各車輪におけるタイヤストローク変位である。

[0040] ＜状態量に関する運動方程式＞

状態量Xを構成する各要素の運動方程式の一例は、以下の式(1)～(7)で表される。各物理量の上に付されたドット「 $\cdot$ 」は時間微分を表す。

[0041] [数2]

$$\dot{w} = \frac{\Sigma R_z}{m_2} - pv + qu \quad \dots(1)$$

$$\dot{p} = \frac{\frac{I_{zx}}{I_z} \left((I_x - I_y)pq - I_{zx}qr + M_x \right) + (I_y - I_z)qr + I_{zx}pq + M_x}{I_x \left(1 - \frac{I_{zx}^2}{I_x I_z} \right)} \quad \dots(2)$$

$$\dot{q} = \frac{M_y + (I_z - I_x)rp + I_{zx}(r^2 - p^2)}{I_y} \quad \dots(3)$$

$$\dot{r} = \frac{\frac{I_{zx}}{I_x} \left((I_y - I_z)qr + I_{zx}pq + M_x \right) + (I_x - I_y)pq - I_{zx}qr + M_z}{I_z \left(1 - \frac{I_{zx}^2}{I_x I_z} \right)} \quad \dots(4)$$

[0042] 式(1)中、 ΣR_z は車体200の重心に作用する鉛直方向力、 m_2 は車体200のばね上質量、 u は車体200の前後方向のばね上速度、そして、 v は車体200の横方向のばね上速度、を表す。

[0043] 式(2)～(4)中、 I_{zx} は車体200のばね上における横方向(例えばy軸)の慣性乗積、 I_x は車体200の重心を通るx軸周りの慣性モーメント、 I_y は車体200の重心を通るy軸周りの慣性モーメント、そして、 I_z は車体200の重心を通るz軸周りの慣性モーメント、を表す。また、式(2)～(4)中、 M_x は車体200の重心に作用するx軸周りのモーメント、 M_y は車体200の重心に作用するy軸周りのモーメント、そして、 M_z は車体200の重心に作用するz軸周りのモーメント、を表す。

[0044] [数3]

$$\dot{w}_{1,ii} = -\frac{k_{1ii} \cdot TireSt_{ii}}{m_{1ii}} - \frac{R_{zii}}{m_{1ii}} \quad \dots(5)$$

[0045] 式(5)中、 m_{1ii} は任意の車輪のばね下質量、 R_{zii} は各車輪のばね下にかかるサスペンション反力、そして k_{1ii} は任意の車輪のタイヤばね定数、を表す。

[0046] [数4]

$$DampSt_{ii} = DampV_{ii} = w_{ii} - w_{1,ii} \dots (6)$$

$$TireSt_{ii} = TireV_{ii} = w_{1,ii} - w_{0,ii} \dots (7)$$

[0047] 式(6)中、 $DampV_{ii}$ は、各車輪のサスストローク速度を表し、 w_{ii} は、各車輪のばね上におけるサスポイントの上下速度を表す。式(7)中、 $TireV_{ii}$ は、各車輪におけるタイヤストローク速度を表し、 $w_{0,ii}$ は、任意の車輪点における路面変位の微分値を表す。 w_{ii} は、以下の式(6a)～(6d)で表される。式(6a)～(6d)中、 tr_f 、 tr_r は車体200の前後トレッド半長を表し、 l_f 、 l_r は車体200の前後車軸重心間距離を表す。

[0048] [数5]

$$w_{fl} = w + tr_f p - l_f q \dots (6a)$$

$$w_{fr} = w - tr_f p - l_f q \dots (6b)$$

$$w_{rl} = w + tr_r p + l_r q \dots (6c)$$

$$w_{rr} = w - tr_r p + l_r q \dots (6d)$$

[0049] <外力／モーメントを表す式>

上記の運動方程式中の外力あるいはモーメントについては、例えば以下に説明する式(8)～(23)で表される。たとえば、サスペンション反力は、以下の式(8)～(11)で表される。

[0050] [数6]

$$R_{zfl} = -k_{2f}(DampSt_{fl}) - c_{2f}(DampV_{fl}) - k_{af}(DampSt_{fl} - DampSt_{fr}) - DampF_{fl} \dots (8)$$

$$R_{zfr} = -k_{2f}(DampSt_{fr}) - c_{2f}(DampV_{fr}) + k_{af}(DampSt_{fl} - DampSt_{fr}) - DampF_{fr} \dots (9)$$

$$R_{zrl} = -k_{2r}(DampSt_{rl}) - c_{2r}(DampV_{rl}) - k_{ar}(DampSt_{rl} - DampSt_{rr}) - DampF_{rl} \dots (10)$$

$$R_{zrr} = -k_{2r}(DampSt_{rr}) - c_{2r}(DampV_{rr}) + k_{ar}(DampSt_{rl} - DampSt_{rr}) - DampF_{rr} \dots (11)$$

[0051] 式(8)～(11)中、 R_{zfl} 、 R_{zfr} 、 R_{zrl} 、 R_{zrr} は各車輪におけるサスペンション反力を表し、 $DampF_{fl}$ 、 $DampF_{fr}$ 、 $DampF_{rl}$ 、 $DampF_{rr}$ は各車輪におけるダンパ減衰力を表す。また、式(8)～(11)中、 k_{2f} 、 k_{2r} は前輪および後輪の懸架ばねのばね定数、 C_{2f} 、 C_{2r} は前輪および後輪に関する後述する車両モデルの安定性を高めるためのパラメータ、そして k_{af} 、 k_{ar} は前輪および後輪におけるスタビライザの剛性、を表す。

[0052] また、車体200の重心に作用する前後方向力 ΣR_x 、車体200の重心に作用する横方向力 ΣR_y 、および重心に作用する鉛直方向力 ΣR_z 、はそれぞれ以下の式(12)～(14)で表される。

[0053] [数7]

$$\Sigma R_x = \Sigma F_{x0} - \frac{\Sigma F_{x0} \cdot \Sigma m_{1ii}}{(m_2 + \Sigma m_{1ii})} \cdots (12)$$

$$\Sigma R_y = \Sigma F_{y0} - \frac{\Sigma F_{y0} \cdot \Sigma m_{1ii}}{(m_2 + \Sigma m_{1ii})} \cdots (13)$$

$$\Sigma R_z = R_{zfl} + R_{zfr} + R_{zrl} + R_{zrr} \cdots (14)$$

[0054] 式(12)、式(13)中、 ΣF_{x0} は、車両900の全タイヤの前後力を表し、 ΣF_{y0} は、車両900の全タイヤの横力を表す。

[0055] [数8]

$$M_{xR} = tr_f(R_{zfl} - R_{zfr}) + tr_r(R_{zrl} - R_{zrr}) + h_1(\Sigma R_y) \cdots (15)$$

$$M_{yR} = -l_f(R_{zfl} + R_{zfr}) + l_r(R_{zrl} + R_{zrr}) - h_1(\Sigma R_x) \cdots (16)$$

$$M_{zR} \approx 0 \cdots (17)$$

[0056] 式(15)～(17)中、 M_{xR} は、車体200の重心に作用するサスペンションのx軸周りの反力モーメントを表し、 M_{yR} は、車体200の重心に作用するサスペンションのy軸周りの反力モーメントを表し、 M_{zR} は、車体200の重心に作用するサスペンションのz軸周りの反力モーメントを表す。また、式(15)～(17)中、 h_1 は、車両900の重心から各輪のばね下までのz軸方向距離の平均を表す。

[0057] [数9]

$$M_{x,tire} = R_0(\Sigma F_{y0}) \cdots (18)$$

$$M_{y,tire} = -R_0(\Sigma F_{x0}) \cdots (19)$$

$$M_{z,tire} \approx 0 \cdots (20)$$

[0058] 式(18)～(20)中、 $M_{x,tire}$ は、車体200の重心に作用するタイヤのx軸周りの反力モーメントを表し、 $M_{y,tire}$ は、車体200の重心に作用するタイヤのy軸周りの反力モーメントを表し、 $M_{z,tire}$ は重心に作用するタイヤのz軸周りの反力モーメントを表す。また、 R_0 は、タイヤ半径を表す。な

お、 M_x 、 M_y および M_z は、下記式（21）～（23）で表される。

[0059] [数10]

$$M_x = M_{xR} + M_{x,tire} \dots (21)$$

$$M_y = M_{yR} + M_{y,tire} \dots (22)$$

$$M_z \approx 0 \dots (23)$$

[0060] <運動方程式の変形>

本実施形態におけるECU600への入力値は、例えば、以下の行列 U_1 、 U_2 で表すことができる。ここで、 U_1 および U_2 は $q \times 1$ の行列で表されるベクトルであり、 U_1 においては $q = 8$ 、 U_2 においては $q = 6$ である。また、ECU600への観測値は、以下の行列 Y で表すことができる。ここで、 Y は $p \times 1$ の行列で表されるベクトルであり、例えば本実施形態においては $p = 5$ である。

[0061] [数11]

$$U_1 = [TireSt_{fl}, TireSt_{fr}, TireSt_{rl}, TireSt_{rr}, DmapF_{fl}, DmapF_{fr}, DmapF_{rl}, DmapF_{rr}]^T$$

$$U_2 = [\Sigma F_{x0}, \Sigma F_{y0}, DmapF_{fl}, DmapF_{fr}, DmapF_{rl}, DmapF_{rr}]^T$$

$$Y = [r, TireSt_{fl}, TireSt_{fr}, TireSt_{rl}, TireSt_{rr}]^T$$

[0062] 上述した運動方程式は、以下の式（24）および式（25）で表すことができる。

[0063] [数12]

$$\dot{X} = f(X, U) \dots (24)$$

$$Y = h(X) \dots (25)$$

[0064] ヤコビ行列（ J_x 、 J_u ）を用い、式（24）から下記式（26）を導出し、式（25）から式（27）を導出する。式（26）および式（27）における右辺の最終項は、誤差を表している。

[0065] [数13]

$$f(X, U) = f(X_0, U_0) + J_X(X_0, U_0)(X - X_0) + J_U(X_0, U_0)(U - U_0) + O^2(X, U) \dots (26)$$

$$h(X) = h(\dot{X}_0) + j_x(\dot{X}_0)(X - X_0) + \dot{O}^2(X) \dots (27)$$

[0066] ここで、 $f(X_0, U_0) = 0$ 、 $h(X_0) = 0$ とすると、式(26)における右辺の第二項、第三項は、それぞれ式(28)、式(29)で表され、式(27)における右辺の第二項は、式(30)で表される。

[0067] [数14]

$$A_c \equiv J_X(X_0, U_0) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial X_1} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial X_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial X_1} & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial X_n} \end{bmatrix}_{(X_0, U_0)} \quad \cdots(28)$$

$$B_c \equiv J_U(X_0, U_0) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial U_1} & \cdots & \frac{\partial f_1}{\partial U_q} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial f_n}{\partial U_1} & \cdots & \frac{\partial f_n}{\partial U_q} \end{bmatrix}_{(X_0, U_0)} \quad \cdots(29)$$

$$C_c \equiv J_x(X_0) = \begin{bmatrix} \frac{\partial h_1}{\partial h_1} & \cdots & \frac{\partial h_1}{\partial h_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial h_p}{\partial h_1} & \cdots & \frac{\partial h_p}{\partial h_n} \end{bmatrix}_{(X_0)} \quad \cdots(30)$$

[0068] よって、式(24)は、下記式(31)で表される。このように、前述の運動方程式は、線形的に演算される線形システムで表される。ここで、式(31)を離散化すると、下記式(32)、式(33)および、式(34)が導出される。式(32)中、 A_c は、車両900の固有の特性を表すシステム行列として表される。式(33)中、 B_c は、入力による車両900への影響を表す入力行列として表される。式(34)中、 C_c は、車両900からの観測量を出力するための観測行列として表される。当該車両モデルは、状態量および上記行列 U_1 、 U_2 から明らかなように車両900の要素を含んでおり、車両全体の挙動を示す単一のモデルとなっている。

[0069] [数15]

$$\dot{X} = A_c X + B_c U \quad \cdots(31)$$

[0070] <行列の離散化>

A_c 、 B_c および C_c 行列は、前述の通り下記式(32)、式(33)および、式(34)によって離散化される。つまり、 A_c は離散化されたシス

テム行列、 B_c は離散化された入力行列および、 C_c は離散化された観測行列を表す。なお、式(32)中、 L^{-1} は逆ラプラス演算処理を表し、 s はラプラス演算子を表し、 I は単位行列を表す。また、式(33)中、 Δt はサンプル時間を表す。

[0071] [数16]

$$A = \mathcal{L}^{-1}\{(sI - A_c)^{-1}\}_{t=\Delta t} = e^{A_c \Delta t} \quad \dots(32)$$

$$B = \left(\int_{\tau=0}^{\Delta t} e^{A_c \tau} d\tau \right) B_c = A_c^{-1}(A - I)B_c \quad \dots(33)$$

$$C = C_c \quad \dots(34)$$

[0072] <車両モデル>

本実施形態における車両状態量推定の為の車両モデルは、下記式(35)、式(36)で表すことができる。当該車両モデルは、前述したように、車両900の要素を含む、車両全体の挙動を示す単一のモデルである。ここで、下付きの k は、離散状態における任意のステップを表しており、 $k-1$ は、 k に対して1ステップ前のステップを表す。

[0073] [数17]

$$\hat{X}_k = A\hat{X}_{k-1} + B\hat{U}_k \quad \dots(35)$$

$$\hat{Y}_k = C\hat{X}_{k-1} \quad \dots(36)$$

[0074] 上記式(35)、式(36)において、 X_k ハットは車両モデルの状態量、つまり推定車両状態量である。 X_k ハットは、下記の行列で表される。

[0075]

[数18]

$$\hat{X}_k = \begin{bmatrix} w_k \\ p_k \\ q_k \\ r_k \\ w_{1flk} \\ w_{1frk} \\ w_{1rlk} \\ w_{1rrk} \\ DampF_{flk} \\ DampF_{frk} \\ DampF_{rlk} \\ DampF_{rrk} \\ TireSt_{flk} \\ TireSt_{frk} \\ TireSt_{rlk} \\ TireSt_{rrk} \end{bmatrix}$$

[0076] また、 U_k ハットは入力値であり、例えば下記式の U_{1k} ハット、 U_{2k} ハットで表される。

[0077] [数19]

$$\begin{aligned} \hat{U}_{1k} &= [TireSt_{flk}, TireSt_{frk}, TireSt_{rlk}, TireSt_{rrk}, DampF_{flk}, DampF_{frk}, DampF_{rlk}, DampF_{rrk}]^T \\ \hat{U}_{2k} &= [\Sigma F_{x0k}, \Sigma F_{y0k}, DampF_{flk}, DampF_{frk}, DampF_{rlk}, DampF_{rrk}]^T \end{aligned}$$

[0078] また、 Y_k ハットは観測量であり、すなわち推定車両観測量である。 Y_k ハットは下記の行列で表される。

[0079] [数20]

$$\hat{Y}_k = [r_k, TireSt_{flk}, TireSt_{frk}, TireSt_{rlk}, TireSt_{rrk}]^T$$

[0080] [実施形態1]

本実施形態では、前述したロジックに従う状態量を算出し、当該状態量を用いて懸架装置100の動作を制御する。

[0081] [ECUの機能的構成]

図2は、本発明の実施形態1に係る制御装置の機能的構成の一例を示すブロック図である。

[0082] 図2に示されるように、ECU（制御装置）600は、接地荷重算出部610、入力量算出部620、第一状態量算出部630、観測量算出部640

、第二状態量算出部650およびダンパECU660を備える。また、本実施形態における制御に用いる車両に関する物理量を取得するための取得部として、ECU600には、ヨーレートセンサ350、車輪速センサ320、舵角センサ440、横Gセンサ330および前後Gセンサ340、ならびにRAM601が接続されている。接地荷重算出部610、入力量算出部620、第一状態量算出部630、観測量算出部640および第二状態量算出部650は、状態量算出装置に該当する。

[0083] 接地荷重算出部610は、接地荷重を算出する。接地荷重とは、車両のばね下への鉛直方向の荷重である。接地荷重算出部610は、慣性荷重算出部611、路面荷重算出部612、接地荷重演算部613および車輪速センサ320が取得した車輪速 V_w から車輪速変動 ΔV_w を算出する車輪速変動算出部614を備えている。

[0084] 慣性荷重算出部611は、慣性荷重を算出する。慣性荷重は、車両900に作用する慣性力による挙動変化によって生じる接地荷重成分である。たとえば、慣性荷重算出部611は、車輪速センサ320が取得した車輪速 V_w 、舵角センサ440が取得した操舵角 δ_s 、横Gセンサ330が取得した横加速度 a_y 、前後Gセンサ340が取得した前後加速度 a_x 、ならびに、RAM601に格納されている車重 m 等の車両諸元を入力値として各車輪の慣性荷重 $dFz0_{inertiafl, fr, rl, rr}$ を算出する。なお、車両の物理量の前に「 d 」を伴う場合は、当該物理量の変動または差分を意味する。

[0085] 路面荷重算出部612は、車輪速、車輪速変動、定常荷重 $Fz0_{nom}$ および慣性荷重から路面荷重を算出する。路面荷重は、路面の凹凸による接地荷重成分である。たとえば、路面荷重算出部612は、車輪速変動算出部614が算出した車輪速変動 ΔV_w 、慣性荷重算出部611が算出した各車輪の慣性荷重 $dFz0_{inertiafl, fr, rl, rr}$ 、ならびに、RAM601に格納されている車重 m 、定常荷重 $Fz0_{nom}$ および車両諸元等、を入力値として各車輪の路面荷重 $dFz0_{roadfl, fr, rl, rr}$ を算出する。

[0086] 接地荷重演算部613は、慣性荷重および路面荷重から接地荷重を演算す

る。たとえば、接地荷重演算部 613 は、慣性荷重算出部 611 が算出した各車輪の慣性荷重 $dF_z O_{inertiafl, fr, rl, rr}$ 、路面荷重算出部 612 が算出した各車輪の路面荷重 $dF_z O_{roadfl, fr, rl, rr}$ 、および定常荷重 $F_z O_{nom}$ （不図示）を入力値として、各車輪の接地荷重 $dF_z O_{fl, fr, rl, rr}$ を算出する。

[0087] 入力量算出部 620 は、少なくとも前記車両が備える G センサのセンサ値を用いて入力量を算出する。たとえば、入力量算出部 620 は、G センサ値、車両重量およびダンパ電流値から入力量を算出する。入力量算出部 620 は、演算部 621、マップ 622 および入力量構成部 623 を備えている。

[0088] 演算部 621 は、例えば、横 G センサ 330 が取得した横加速度 a_y 、前後 G センサ 340 が取得した前後加速度 a_x 、ならびに、RAM 601 に格納されている車重 m を入力値として、車体 200 の重心に作用する前後方向力 ΣR_x および車体 200 の重心に作用する横方向力 ΣR_y を算出する。

[0089] マップ 622 は、サスストローク速度およびダンパ電流とダンパ減衰量との相関性を示すものであり、グラフまたは式として表され得る。マップ 622 は、例えば、後述する各車輪のサスストローク速度 $DampV_{fl, fr, rl, rr}$ および各車輪のダンパ電流 $DampCur_{fl, fr, rl, rr}$ を入力値として、当該入力値に応じた各車輪のダンパ減衰量 $DampF_{fl, fr, rl, rr}$ を出力する。ダンパ電流 $DampCur_{fl, fr, rl, rr}$ は、ダンパ ECU 640 からのフィードバック値である。

[0090] 入力量構成部 623 は、演算部 621 が算出した前後方向力 ΣR_x および横方向力 ΣR_y と、マップ 622 が出力したダンパ減衰量 $DampF_{fl, fr, rl, rr}$ とを入力値として、入力量を構成する。当該入力量は、例えば、前述した行列 U_2 で表される。

[0091] 第一状態量算出部 630 は、入力量算出部 620 が算出した入力量を前述した車両モデルに入力して車両 900 の第一状態量を算出する。第一状態量算出部 630 は、演算部 631、633、遅延部 632、抽出部 634 および加算部 635 を備えている。

- [0092] 演算部631は、入力量構成部623が算出した入力量と入力行列Bとの積を算出する。これにより、車両モデルに対する入力量の影響が、後に算出される第一状態量に反映される。
- [0093] 遅延部632は、後述するステップkの第二状態量 X_{2k} ハットを一ステップ前のステップk-1の第二状態量 X_{2k-1} ハットとする。
- [0094] 演算部633は、遅延部632が生成した第二状態量 X_{2k-1} ハットとシステム行列Aとの積を算出する。これにより、車両モデル固有の特性が、後に算出される第一状態量に反映される。
- [0095] 抽出部634は、遅延部632が生成した第二状態量 X_{2k-1} ハットから各車輪のサスストローク速度 $DampV_{fl, fr, rl, rr}$ を算出する。たとえば、抽出部634は、第二状態量 X_{2k-1} ハットから各車輪のサスストロークの成分を抽出し、抽出した成分を適宜に微分し、あるいは適当なゲインによって調整して、各車輪のサスストローク速度 $DampV_{fl, fr, rl, rr}$ を算出する。得られる算出値は、上記サスストローク速度で構成される 4×1 行列で表され、前述のマップ622の入力値となる。
- [0096] 加算部635は、演算部631が算出した入力量と入力行列Bとの積と、演算部633が算出した第二状態量 X_{2k-1} ハットとシステム行列Aとの積とを足し合わせて第一状態量 X'_{2k} ハットを算出する。
- [0097] 観測量算出部640は、接地荷重算出部610が算出した接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから観測量を算出する。観測量算出部640は、タイヤストローク算出部641および観測量構成部642を備えている。
- [0098] 各車輪のタイヤストローク変位 $TireSt_{ii}$ は、下記式(37)で表される。タイヤストローク算出部641は、接地荷重演算部613が算出した各車輪の接地荷重 $dFz0_{fl, fr, rl, rr}$ とタイヤばね定数ゲインGとから、各車輪のタイヤストローク $TireSt_{fl, fr, rl, rr}$ を算出する。タイヤストローク変位は、タイヤの変化量の一態様である。
- [0099] [数21]

$$TireSt_{ii} = G_{ii}dFz0_{ii} \quad \dots(37)$$

[0100] 観測量構成部642は、現在のタイヤの変化量を含む観測量を構成する。

たとえば、観測量構成部642は、タイヤストローク算出部641が算出したタイヤストローク変位と、ヨーレートセンサ350が取得したヨーレートの検出値とを入力値として、観測量 Y_k を構成する。タイヤストローク変位は、タイヤ半径の変化量であり、タイヤの変化量の一態様である。観測量 Y_k は、例えば、 5×1 行列であり、以下のように表される。ここで、添え字下付きの $sens$ は、観測量であることを意味する。

[0101] [数22]

$$Y_k = [r_{sens\ k}, TireSt_{fl\ sens\ k}, TireSt_{fr\ sens\ k}, TireSt_{lr\ sens\ k}, TireSt_{rr\ sens\ k}]^T$$

[0102] ここで、 $r_{sens\ k}$ はヨーレートセンサ350の検出値であり、 $TireSt_{fl\ sens\ k}$ はタイヤストローク算出部641が算出したタイヤストローク変位である。

[0103] なお、観測量算出部640は、タイヤストローク算出部641を備えず、観測量構成部642が、接地荷重演算部613が演算した接地荷重を直接、観測量として構成する構成としてもよい。

[0104] 第二状態量算出部650は、観測量算出部640が算出した観測量 Y_k を用いて、第一状態量算出部630が算出した車両900の第一状態量 X'_{2k} ハットを補正することにより車両900の第二状態量を X_{2k} ハット算出する。第二状態量算出部650は、演算部651、653、減算部652および加算部654を備えている。

[0105] 演算部651は、既出の状態量から観測量を算出する。たとえば、演算部651は、遅延部632が出力した $n \times 1$ 行列で表される X_{2k-1} ハットに、 $p \times n$ 行列で表される出力行列 C を乗じて、状態量から予測される予測観測量 Y_k ハットを算出する。

[0106] 減算部652は、観測量構成部642が構成した観測量 Y_k から、演算部651が算出した推定観測量 Y_k ハットを減算して観測量の減算値を算出する。 Y_k は、実測に基づく観測量であり、 Y_k ハットは推定された観測量と言える。

[0107] 演算部653は、減算部652が算出した観測量の減算値にカルマンゲイン K を乗じる。カルマンゲイン K は、カルマンフィルタのゲインである。

[0108] 加算部654は、加算部635が算出した第一状態量 X'_{2k} ハットと、実測に基づく観測量から推定観測量を引いた差分にカルマンゲイン K を乗じた数値とを足し合わせる。こうして補正された状態量である第二状態量 X_{2k} ハットが算出される。第二状態量 X_{2k} ハットは、前述した遅延部632に出力される。

[0109] このように、第二状態量算出部650は、カルマンゲインをさらに用いて第一状態量 X'_{2k} ハットを補正している。したがって、第二状態量算出部650は、カルマンフィルタリングブロックを構成している、とも言える。

[0110] ダンパECU660は、車両900の状態量の算出値を用いて懸架装置100を制御する。ダンパECU660は、車両900が備える装置を制御する制御部に該当する。ダンパECU670は、例えば、遅延部632から出力される第二状態量 X_{2k-1} ハット、および、抽出部634が第二状態量 X_{2k-1} ハットから抽出した各車輪のサスストローク速度 $DampV_{fl, fr, rl, rr}$ 、を入力値として、懸架装置100の動作を、例えばスカイフック制御により制御する。

[0111] [作用効果]

以上の説明から明らかなように、本実施形態において、ECU600は、前述の接地荷重算出部610、入力量算出部620、第一状態量算出部630、観測量算出部640および第二状態量算出部650を備える。ECU600では、接地荷重に基づく観測量が変位、つまり長さの単位で表現され、当該観測量を用いて状態量が算出される。一方で、懸架装置100の制御を行う場合、懸架装置100の制御量は、通常、制御対象となる物の変位情報、すなわち長さの単位で表される物理量、で表される。したがって、観測量が制御量と同じ次元の情報として表されることから、上記の制御において当該観測量を用いた演算結果による状態量の制御結果が安定する。変位情報を表さない、つまり長さの単位以外の観測量を上記のような制御の演算に用い

る場合では、演算結果に基づいて制御される制御対象物の変位による挙動が定まらないことがあり、その結果、制御のための演算結果が収束せずに発散することがある。したがって、このような長さの単位以外を制御の演算に用いる場合では、発散してしまった演算結果を用いることにより制御精度等の悪化が発生してしまうことがある。また、それを防ぐためには、常に演算結果が所定の範囲に収まるように、系全体をオフセットさせる処理など、別な手段を講じる必要がある。よって、本実施形態では、位置情報を表さない単位の観測量に基づいて状態量を算出する場合に比べて、より単純な構成で状態量の算出を安定させることが可能である。

[0112] また、本実施形態では、汎用センサの取得値から観測量が算出され、このような観測量が状態量の補正に用いられる。すなわち、本実施形態では、当該観測量で補正された状態量が算出される。したがって、本実施形態では、観測量による状態量の補正を行わない場合に比べて、状態量のよりよい推定結果が得られる。したがって、本実施形態によれば、前述の観測量を用いない場合に比べて、車両の状態量を高い精度で算出することができる。

[0113] さらに、本実施形態では、センサ値として汎用センサの取得値を用いて観測量が算出される。よって、特別なセンサを用いずとも、上記のように高い精度で車両の状態量を算出することが可能である。

[0114] 本実施形態では、観測量は現在のタイヤの変化量を含む。このため、走行している車両の状態を表す物理量として適している。したがって、この構成は、車両の走行状態を高い精度で制御するための状態量としてより効果的である。

[0115] また、本実施形態では、タイヤの変化量は、タイヤ半径の変化量であり、すなわちタイヤストローク変位である。タイヤストローク変位は、タイヤの変化量の中でも状態量の算出により多く寄与することが期待される。よって、この構成は、状態量の算出における誤差を抑制する観点からより一層効果的である。

[0116] また、本実施形態では、第二状態量算出部 650 は、カルマンフィルタリ

ングブロックを構成しており、カルマンゲインをさらに用いたカルマンフィルタリングによって車両900の第一状態量を補正する。このように、本実施形態では、カルマンフィルタによって補正された、より好適な観測量に基づいて第一状態量が算出される。よって、上記の構成は、このような補正を含まない観測量を用いて状態量を算出する場合に比べて、適切に補正された観測量に基づいてより適切に補正された状態量を算出する観点からより一層効果的である。

[0117] また、本実施形態において、接地荷重算出部610は、前述の慣性荷重算出部611、路面荷重算出部612および接地荷重演算部613を備えている。したがって、汎用センサの検出値から接地荷重を正確に推定することが可能である。よって、この構成は、特別なセンサを用いることなく観測量の精度を高める観点からより一層効果的である。

[0118] また、本実施形態の車両モデルは、車両全体の挙動を表現できる単一のモデルを用いている。このため、全車輪に及ぼされる車両全体の影響が状態量の算出に反映される。たとえば、任意の車輪に及ぼされた影響が、車体や別の車輪等に更なる影響を及ぼしている状況が挙げられる。状態量の算出を車輪毎で完結させる一輪モデルを車輪数の分だけ組み合わせて用いる場合では、このような状況において算出した状態量は、実際の車両の挙動とはかけ離れてしまう場合がある。したがって、この構成は、状態量の算出を車輪毎で完結させる一輪モデルを用いる場合に比べて、車両の状態量を適切に算出できる状況の範囲を広げる観点からより一層効果的である。

[0119] また、本実施形態では、ECU600は、上記の状態量算出装置と、前述の制御部としてのダンパECU660とを備える。したがって、上記のように算出した状態量を用いて車両900が備える装置を適切に制御することが可能であり、その結果、走行する車両900の走行状態が適切に制御される。したがって、この構成は、上記の状態量を用いずに制御する場合に比べて、車両の走行安定性をより一層高めることができる。

[0120] また、本実施形態では、車両900が備える装置は、例えば電子制御式ス

テアリング装置としての懸架装置 100 である。この構成によれば、走行している車両の懸架装置をより適切に制御することができる。

[0121] さらに、本実施形態では、車両 900 は、上記の ECU 600 を備えている。したがって、車両 900 の走行状態が適切に制御される。よって、この構成によれば、走行安定性が高められる車両 900 を提供することができる。

[0122] また、本実施形態では、車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出するステップと、G センサ値、車両重量およびダンパ電流値から入力量を算出するステップと、前記入力量を算出するステップで算出した前記入力量を車両モデルに入力して、第一の前記車両の状態量を算出するステップと、前記接地荷重を算出するステップで算出した前記接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから観測量を算出するステップと、前記観測量を算出するステップで算出した前記観測量を用いて、前記第一の前記車両の状態量を算出するステップで算出した前記第一の車両の状態量を補正することにより、第二の前記車両の状態量を算出するステップとを含む、状態量の算出方法が実施される。したがって、前述したように、車両 900 の状態量を高い精度で算出することができる。

[0123] [実施形態 2]

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

[0124] 本実施形態では、ECU 600 は、車輪速補正部をさらに備える。車輪速補正部は、例えば、車輪速センサ 320 が取得した車輪速 V_w を入力値とし、車輪速 V_w からサスペンションジオメトリの変化による車輪速変動成分を除去することにより車輪速を補正する。車輪速補正部は、このように補正した車輪速 V_w を接地荷重算出部 610 に出力する。接地荷重算出部 610 は、補正された車輪速 V_w を用いて、前述のようにして接地荷重を算出する。車輪速補正部は、車輪速 V_w に代えて車輪速差 ΔV_w を補正してもよい。

[0125] たとえば、サスペンションの軸方向が鉛直方向に対して斜めである場合、サスペンションが伸縮することにより、タイヤは、当該軸方向の力を受け、車輪速は、当該力に応じて変動する。車輪速センサ320は、上記の力に応じて変動する車輪速を検出するが、前述した状態量の算出では、このようなサスペンションの作動に伴う車輪速の変動分は、ノイズとなる。車輪速補正部は、車輪速センサ320の取得値から、このようなノイズとなる成分を除く。よって、本実施形態では、接地荷重算出部610は、当該ノイズが除かれた車輪速 V_w を用いて接地荷重を算出することができ、観測量算出部640では、当該接地荷重を用いて各車輪のタイヤストロークが算出され得る。このように、本実施形態では、状態量を算出する前にノイズとなる成分が除去される。

[0126] 本実施形態では、ECU600は、サスペンションジオメトリの変化による車輪速変動成分を除去することにより車輪速を補正する車輪速補正部をさらに備える。この構成は、ECU600が当該車輪速補正部を備えない場合に比べて、高い精度の状態量を算出する観点からより一層効果的である。

[0127] [実施形態3]

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

[0128] 本実施形態では、ECU600は、理想の車両状態を算出する規範モデルをさらに備えている。当該規範モデルは、例えば車両900の走行状態に関する一以上のモデルである。本実施形態では、例えば第一モデルおよび第二モデルである。第一モデルは走行性をより重視するモデルであり、第二モデルは、乗り心地をより重視するモデルである。第一モデルおよび第二モデルは、前述した状態量の算出で用いられる適当な形態となっている。たとえば、これらのモデルは、算出値に対するゲイン処理におけるゲインの形態で、あるいはマップの形態で表され得る。これらのモデルは、例えば、第一モデル用のゲイン、第二モデル用のマップなどの形態でRAM601に格納され

ている。

[0129] また、ECU600は、車両900の運転者からの規範モデルの指示を受けるモデル入力部をさらに備えていてよい。当該モデル入力部が、第一モデルおよび第二モデルのいずれかを選択する運転者の操作を受け付けると、ECU600は、当該操作に応じて規範モデルを選択し、選択したモデルに対応するゲインあるいはマップを用いて状態量を算出する。

[0130] ダンパECU660は、理想の車両状態と状態量との差を減少させるように懸架装置100を制御する。たとえば、ダンパECU660は、第一モデルに基づいて状態量が算出される場合では、タイヤの接地感をより高めるように、乗り心地を高めるための制御量よりも、操作安定性を高めるための制御量を多くして、懸架装置100を制御する。また、第二モデルに基づいて状態量が算出される場合では、走行時における車両900の搭乗者の快適さがより高められるように、操作安定性を高めるための制御量よりも、乗り心地を高めるための制御量を多くして、懸架装置100を制御する。

[0131] 本実施形態では、ECU600が上記の規範モデルをさらに備え、ダンパECU660が理想の車両状態と状態量との差を減少させるように懸架装置100を制御する。この構成は、前述のような高い精度で算出される状態量を用いて所望の車両状態を実現する観点からより一層効果的である。

[0132] 〔実施形態4〕

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

[0133] 図3は、本発明の実施形態3に係る制御装置の機能的構成の一例を示すブロック図である。実施形態3のECU600aは、入力量算出部620に代えて670を備え、観測量算出部640および第二状態量算出部650を備えない点で、前述の実施形態のECU600と異なる。たとえば、図3に示されるように、ECU600aは、接地荷重算出部610、タイヤ変化量算出部670、第一状態量算出部630およびダンパECU660を備えてい

る。また、ECU600aには、車輪速センサ320、舵角センサ440、横Gセンサ330、前後Gセンサ340およびRAM601が接続されている。

[0134] タイヤ変化量算出部670のタイヤの変化量を算出する。タイヤの変化量は、例えば、タイヤの半径の変化量であるタイヤストローク変位である。タイヤ変化量算出部670は、タイヤストローク算出部641、マップ622および演算部671を備えている。

[0135] 演算部671は、タイヤストローク算出部641が算出した各車輪のタイヤストローク $TireSt_{fl, fr, rl, rr}$ と、マップ622が出力したダンパ減衰量 $DampF_{fl, fr, rl, rr}$ とを、前述した行列 U_{1k} に入力して行列 U_k を得る。

[0136] 第一状態量算出部630において、演算部631は、演算部671が算出した行列 U_k に前述した入力行列 B を乗じる。入力行列 B は、入力によるシステム（運動方程式）への影響を表す行列である。

[0137] 遅延部632は、状態量 X_k ハットを一ステップ前のものにする。実施形態4にいて、状態量を X_{1k} ハットとし、ステップ $k-1$ の状態量 X_{1k-1} ハットとする。

[0138] 演算部633は、状態量 X_{1k-1} ハットとシステム行列 A との積を算出する。

[0139] 抽出部634は、前述したように、状態量 X_{1k-1} ハットから各車輪のサスストロークの成分を抽出し、適宜に調整して、各車輪のサスストローク速度 $DampV_{fl, fr, rl, rr}$ を算出する。得られる算出値は、マップ622の入力値となる。

[0140] 加算部635は、行列 U_k と入力行列 B との積と、状態量 X_{1k-1} ハットとシステム行列 A との積とを足し合わせ、状態量 X_{1k} ハットを算出する。

[0141] ダンパECU660は、車両900の状態量の算出値を用いて懸架装置100を制御する。ダンパECU660は、遅延部632から状態量 X_{1k-1} ハットを取得し、抽出部634から各車輪のサスストローク速度 $DampV_{fl,}$

f_r, r_l, r_r を取得する。これらの取得値に応じて、懸架装置100の動作を、例えばスカイフック制御により制御する。また、各車輪のダンパ電流 $DampCur_{fl, fr, rl, rr}$ をマップ622に出力する。

[0142] 以上の説明から明らかなように、本実施形態において、ECU600aは、前述の接地荷重算出部610、タイヤ変化量算出部670および第一状態量算出部630を備えている。ECU600aでは、接地荷重に基づいてタイヤ変化量が状態量の算出に用いられる。したがって、前述の実施形態と同様に、変位、つまり長さの単位で表現される算出値であるタイヤ変化量に基づいて状態量を算出するため、状態量の算出結果が安定する。よって、本実施形態でも、前述の実施形態と同様に、変位情報を表さない、つまり長さの単位以外の観測量に基づいて状態量を算出する場合に比べて、状態量の算出を安定させることが可能である。

[0143] また、本実施形態では、センサ値として汎用センサの取得値を用いて観測量が算出される。よって、特別なセンサを用いずとも、上記のように高い精度で車両の状態量を算出することが可能である。

[0144] 本実施形態では、タイヤの変化量がタイヤストローク変位である。このため、前述した実施形態と同様に、この構成は、状態量の算出における誤差を抑制する観点からより一層効果的である。

[0145] また、本実施形態において、接地荷重算出部610は、前述の慣性荷重算出部611、路面荷重算出部612および接地荷重演算部613を備えている。したがって、汎用センサの検出値から接地荷重を正確に推定することが可能である。よって、この構成は、特別なセンサを用いることなく接地荷重およびタイヤ変化量を算出することができ、より高い精度で状態量を算出することが可能である。

[0146] また、本実施形態、の車両モデルは、車両全体の挙動を表現できる単一のモデルを用いている。このため、全車輪に及ぼされる車両全体の影響が状態量の算出に反映される。たとえば、任意の車輪に及ぼされた影響が、車体や別の車輪等に更なる影響を及ぼしている状況が挙げられる。状態量の算出を

車輪毎で完結させる一輪モデルを車輪数の分だけ組み合わせて用いる場合には、このような状況において算出した状態量は、実際の車両の挙動とはかけ離れてしまう場合がある。したがって、この構成は、前述した実施形態と同様に、状態量の算出を車輪毎で完結させる一輪モデルを用いる場合に比べて、車両の状態量を適切に算出できる状況の範囲を広げる観点からより一層効果的である。

[0147] また、本実施形態では、ECU600aは、さらにダンパECU660を備える。したがって、この構成は、前述した実施形態と同様に、上記の状態量を用いずに制御する場合に比べて、車両の走行安定性をより一層高めることができる。

[0148] また、本実施形態では、車両900が備える装置は、例えば電子制御式ステアリング装置としての懸架装置100である。よって、この構成によれば、前述した実施形態と同様に、走行している車両の懸架装置をより適切に制御することができる。

[0149] さらに、本実施形態では、車両900は、上記のECU600を備えている。したがって、この構成によれば、前述した実施形態と同様に、走行安定性が高められる車両900を提供することができる。

[0150] 〔実施形態5〕カメラで接地荷重を推定

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

[0151] 本実施形態のECUは、車両900が進行方向の路面を撮影可能なカメラを搭載し、路面荷重算出部612が、当該カメラが撮影した映像に基づいて路面荷重を算出する以外は、前述した実施形態と同様である。

[0152] 本実施形態において、上記カメラは、車両900の進行方向の路面を撮影する。路面荷重算出部612は、撮影された路面の凹凸のデータを取得する。また、路面荷重算出部612は、車両900の現在の走行状態、センサの取得値およびRAM601に格納された車両諸元に基づき、撮影した路面を

走行する時の各車輪における各車輪の路面荷重 $dF \approx 0_{roadfl, fr, rl, rr}$ を算出する。

[0153] 上記のカメラは、車両 900 の進行方向における凹凸などの路面状態を撮影可能であればよく、たとえば、ドライブレコーダが有するカメラであってもよい。

[0154] 本実施形態では、進行方向の路面の画像から路面荷重を推定することから、状態量を予測することができ、実際に路面の特定箇所（撮影した箇所）を通過する前に、当該特定箇所を通過しているときの状態量を予測することが可能である。したがって、上記の構成は、前述した実施形態に比べて、状態量に基づく車両の走行状態における制御の遅れの発生を防止することができる、という効果を奏す。本実施形態の ECU は、前述の実施形態の効果のうちの路面荷重算出部 612 以外の構成に応じた効果をさらに奏する。

[0155] 〔実施形態 6〕

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

[0156] 本実施形態の ECU は、ステアリング ECU をさらに備える以外は、前述の実施形態と同様の構成を備える。

[0157] ステアリング ECU は、ECU が算出する状態量 X_k ハット（または X_{k-1} ハット）に基づいて、トルク印加部 460 に供給するステアリング制御量を調整することにより、ステアリングシャフト 420 に印加するアシストトルク又は反力トルクの大きさを制御する。

[0158] 本実施形態では、前述した状態量に基づいて、車両 900 が操舵に応じて好ましい挙動を行うように、サスペンションを制御することが可能である。また、本実施形態では、前述した状態量に基づいて、サスペンションからの出力値またはサスペンション周りにおけるセンサの取得値を参照して、搭乗者に好ましい感覚（例えば、乗り心地および操舵安定性など）を提供するようにサスペンションの動作を制御する。

[0159] 以上の説明から明らかなように、本実施形態は、ダンパECUに加えてステアリングECUをさらに備える。よって、車両900の走行安定性および操舵安定性の両方をより一層高めることができる。また、本実施形態は、前述の実施形態の効果のうちのステアリングECU以外の構成に応じた効果をさらに奏する。

[0160] 〔実施形態7〕

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

[0161] 本実施形態のECUは、ステアリングECUと動力伝達ECUとを備えている以外は、前述の実施形態と同様の構成を備える。

[0162] 動力伝達ECUは、ECUが算出する状態量 X_k ハット（または X_{k-1} ハット）に基づいて、車両900の車輪に伝達すべきエンジン500の駆動力の分配量を、前後車輪間あるいは左右車輪間で調整することにより、当該駆動力による各車輪における回転数を制御する。ステアリングECUについては、実施形態6で説明したとおりである。

[0163] 本実施形態では、前述した状態量に基づいて、車両900が操舵に応じて好ましい挙動を行うように、前後車輪間または左右車輪間でのエンジン駆動力の配分を制御することが可能である。よって、本実施形態によれば、操舵安定性と走行性の両方を向上させることが可能である。走行性向上の一例としては、エンジン駆動力の左右車輪間への配分により車体にヨーを発生させ、アンダーステアあるいはオーバーステアを抑制して車両の旋回能力を高めることが挙げられる。また、本実施形態は、前述の実施形態の効果のうちの動力伝達ECU以外の構成に応じた効果をさらに奏する。

[0164] 〔ソフトウェアによる実現例〕

本発明における状態量算出装置または制御装置の制御ブロック（特にECU600、600a）は、集積回路（ICチップ）等に形成された論理回路（ハードウェア）によって実現してもよいし、ソフトウェアによって実現し

てもよい。

[0165] 後者の場合、状態量算出装置または制御装置は、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するコンピュータを備えている。このコンピュータは、例えば1つ以上のプロセッサを備えていると共に、上記プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を備えている。そして、上記コンピュータにおいて、上記プロセッサが上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本発明の目的が達成される。

[0166] 上記プロセッサとしては、例えばCPU (Central Processing Unit) を用いることができる。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、ROM (Read Only Memory) 等の他、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムを展開するRAM (Random Access Memory) などをさらに備えていてもよい。

[0167] また、上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体（通信ネットワークや放送波等）を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明の一態様は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

[0168] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

符号の説明

- [0169] 100 懸架装置
 200 車体
 300、300A、300B、300C、300D 車輪
 310、310A、310B、310C、310D タイヤ
 320 車輪速センサ
 330 横Gセンサ

- 340 前後Gセンサ
- 350 ヨーレートセンサ
- 410 操舵部材
- 420 ステアリングシャフト
- 430 トルクセンサ
- 440 舵角センサ
- 460 トルク印加部
- 470 ラックピニオン機構
- 480 ラック軸
- 500 エンジン
- 510 エンジントルクセンサ
- 520 エンジン回転数センサ
- 530 ブレーキ圧センサ
- 600、600a ECU
- 601 RAM
- 610 接地荷重算出部
- 611 慣性荷重算出部
- 612 路面荷重算出部
- 613 接地荷重演算部
- 620 入力量算出部
- 621、631、633、651、653、671 演算部
- 622 マップ
- 623 入力量構成部
- 630 第一状態量算出部
- 632 遅延部
- 634 抽出部
- 635、654 加算部
- 640 観測量算出部

- 6 4 1 タイヤストローク算出部
- 6 4 2 観測量構成部
- 6 5 0 第二状態量算出部
- 6 5 2 減算部
- 6 7 0 タイヤ変化量算出部
- 7 0 0 発電装置
- 8 0 0 バッテリ
- 9 0 0 車両

請求の範囲

- [請求項1] 車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出する接地荷重算出部と、
- 前記接地荷重算出部が算出した前記接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから、現在のタイヤの変化量を算出するタイヤ変化量算出部と、
- 、
- 前記タイヤ変化量算出部が算出した前記タイヤの変化量を車両モデルに入力し、前記車両の状態量を算出する状態量算出部と、
- を備える状態量算出装置。
- [請求項2] 車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出する接地荷重算出部と、
- 少なくとも前記車両が備えるGセンサのセンサ値を用いて入力量を算出する入力量算出部と、
- 前記入力量算出部が算出した前記入力量を車両モデルに入力して、第一の前記車両の状態量を算出する第一状態量算出部と、
- 前記接地荷重算出部が算出した前記接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから観測量を算出する観測量算出部と、
- 前記観測量算出部が算出した前記観測量を用いて、前記第一状態量算出部が算出した前記第一の車両の状態量を補正することにより第二の前記車両の状態量を算出する第二状態量算出部と、
- を備える状態量算出装置。
- [請求項3] 車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出する接地荷重算出部と、
- 少なくとも前記車両が備えるGセンサのセンサ値を用いて入力量を算出する入力量算出部と、
- 前記入力量算出部が算出した前記入力量を車両モデルに入力して、第一の前記車両の状態量を算出する第一状態量算出部と、
- 前記接地荷重算出部が算出した前記接地荷重を用いて観測量を構成

する観測量構成部と、

前記観測量構成部が構成した前記観測量を用いて、前記第一状態量算出部が算出した前記第一の車両の状態量を補正することにより第二の前記車両の状態量を算出する第二状態量算出部と、
を備える状態量算出装置。

[請求項4] 前記観測量は、現在のタイヤの変化量を含む、請求項2に記載の状態量算出装置。

[請求項5] 前記タイヤの変化量は、タイヤ半径の変化量である、請求項1または4に記載の状態量算出装置。

[請求項6] 前記第二状態量算出部は、カルマンフィルタリングブロックを構成し、カルマンゲインをさらに用いたカルマンフィルタリングによって前記第一の車両の状態量を補正する、請求項2～4のいずれか一項に記載の状態量算出装置。

[請求項7] 前記接地荷重算出部は、
慣性力による前記車両の挙動の変化によって生じる接地荷重成分である慣性荷重を算出する慣性荷重算出部と、
車輪速変動、定常値および前記慣性荷重から路面の凹凸による接地荷重成分である路面荷重を算出する路面荷重算出部と、
前記慣性荷重および前記路面荷重から前記接地荷重を演算する接地荷重演算部と、をさらに備える、請求項1～6のいずれか一項に記載の状態量算出装置。

[請求項8] サスペンションジオメトリの変化による車輪速変動成分を除去することにより車輪速を補正する車輪速補正部をさらに備える、請求項7に記載の状態量算出装置。

[請求項9] 前記車両モデルは、車両全体の挙動を示す単一のモデルである、請求項1～8のいずれか一項に記載の状態量算出装置。

[請求項10] 請求項1～9のいずれか一項に記載の状態量算出装置と、
前記状態量算出装置が算出した前記車両の状態量を用いて前記車両

が備える装置を制御する制御部と、
を備える制御装置。

[請求項11] 前記車両が備える装置は、電子制御式駆動力伝達装置、電子制御式サスペンションおよび電子制御式ステアリング装置からなる群から選ばれ、一以上の装置である、請求項10に記載の制御装置。

[請求項12] 理想の車両状態を算出する規範モデルをさらに備え、
前記制御部は、理想の車両状態と状態量との差を減少させるように、前記車両が備える装置を制御する、
請求項10または11に記載の制御装置。

[請求項13] 請求項10～12のいずれか一項に記載の制御装置を備える車両。

補正された請求の範囲
[2020年12月18日(18.12.2020)国際事務局受理]

〔請求項1〕（補正後） 車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出する接地荷重算出部と、

少なくとも前記車両が備えるGセンサのセンサ値を用いて入力量を算出する入力量算出部と、

前記入力量算出部が算出した前記入力量を車両モデルに入力して、第一の前記車両の状態量を算出する第一状態量算出部と、

前記接地荷重算出部が算出した前記接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから長さの単位で表される観測量でありタイヤ半径の変化量であるタイヤストローク変位を算出する観測量算出部と、

前記観測量算出部が算出した前記観測量とカルマンゲインとを用いて、前記第一状態量算出部が算出した前記第一の車両の状態量をカルマンフィルタリングによって補正することにより第二の前記車両の状態量を算出する、カルマンフィルタリングブロックを構成する第二状態量算出部と、
を備える状態量算出装置。

〔請求項2〕（補正後） 車両が備えるセンサの値と前記車両の車重および前記車両の定常状態の荷重である定常荷重を含む前記車両に固有の物理量を含む車両諸元とのみから前記車両のばね下への鉛直方向の荷重である接地荷重を算出する接地荷重算出部であって、前記センサの値および前記車両諸元として前記車重を含む前記固有の物理量を用いて、前記車両に作用する慣性力による挙動変化によって生じる前記接地荷重の成分である慣性荷重を算出する慣性荷重算出部と、前記センサの値、前記車両諸元として前記車重および前記車両の定常状態の荷重である定常荷重を含む前記固有の物理量および前記慣性荷重を用いて路面の凹凸による前記接地荷重の成分である路面荷重を算出する路面荷重算出部と、を備える接地荷重算出部と、

前記接地荷重算出部が算出した前記接地荷重とタイヤのばね定数ゲインとから、長さの単位で表される現在のタイヤの半径の変化量であるタイヤストローク変位を算出するタイヤ変化量算出部と、

前記タイヤ変化量算出部が算出した前記タイヤの変化量であるタイヤストローク

変位を車両モデルに入力し、前記車両の状態量を算出する状態量算出部と、
を備える状態量算出装置。

[請求項 3] (補正後) 前記接地荷重算出部は、

慣性力による前記車両の挙動の変化によって生じる接地荷重成分である慣性荷重を算出する慣性荷重算出部と、

車輪速変動、定常値および前記慣性荷重から路面の凹凸による接地荷重成分である路面荷重を算出する路面荷重算出部と、

前記慣性荷重および前記路面荷重から前記接地荷重を演算する接地荷重演算部と、
をさらに備える、請求項 1 に記載の状態量算出装置。

[請求項 4] (補正後) 前記接地荷重算出部は、

サスペンションジオメトリの変化による車輪速変動成分を除去することにより車輪速を補正する車輪速補正部をさらに備える、請求項 2 または 3 に記載の状態量算出装置。

[請求項 5] (補正後) 前記車両モデルは、車両全体の挙動を示す単一のモデルである、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の状態量算出装置。

[請求項 6] (補正後) 請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の状態量算出装置と、
、

前記状態量算出装置が算出した前記車両の状態量を用いて前記車両が備える装置を制御する制御部と、
を備える制御装置。

[請求項 7] (補正後) 前記車両が備える装置は、電子制御式駆動力伝達装置、電子制御式サスペンションおよび電子制御式ステアリング装置からなる群から選ばれる一以上の装置である、請求項 6 に記載の制御装置。

[請求項 8] (補正後) 理想の車両状態を算出する規範モデルをさらに備え、

前記制御部は、理想の車両状態と前記状態量との差を減少させるように、前記車両が備える装置を制御する、
請求項 6 または 7 に記載の制御装置。

[請求項 9] (補正後) 請求項 6 ～ 8 のいずれか一項に記載の制御装置を備える

車両。

[請求項 1 0] (削除)

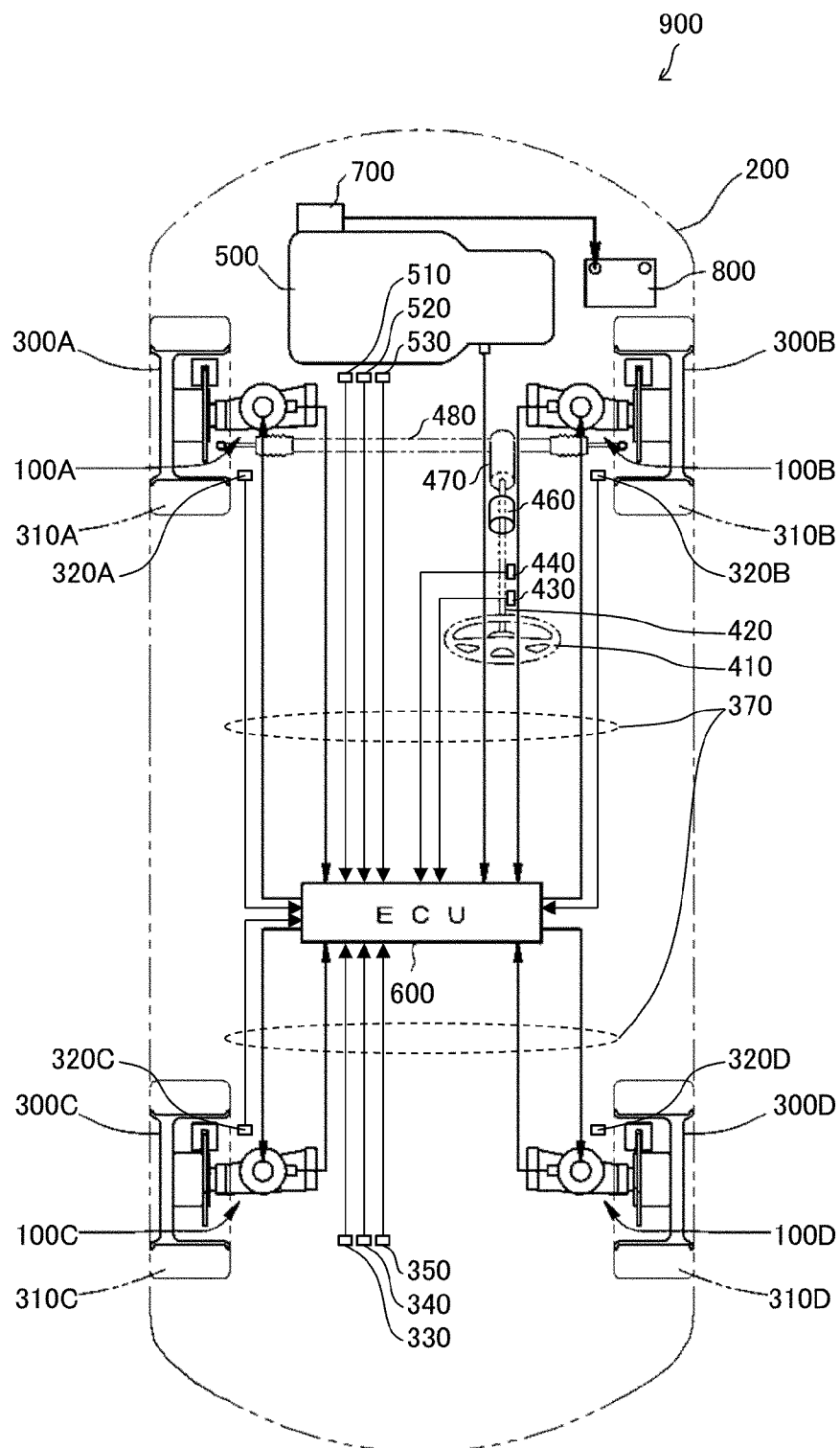
[請求項 1 1] (削除)

[請求項 1 2] (削除)

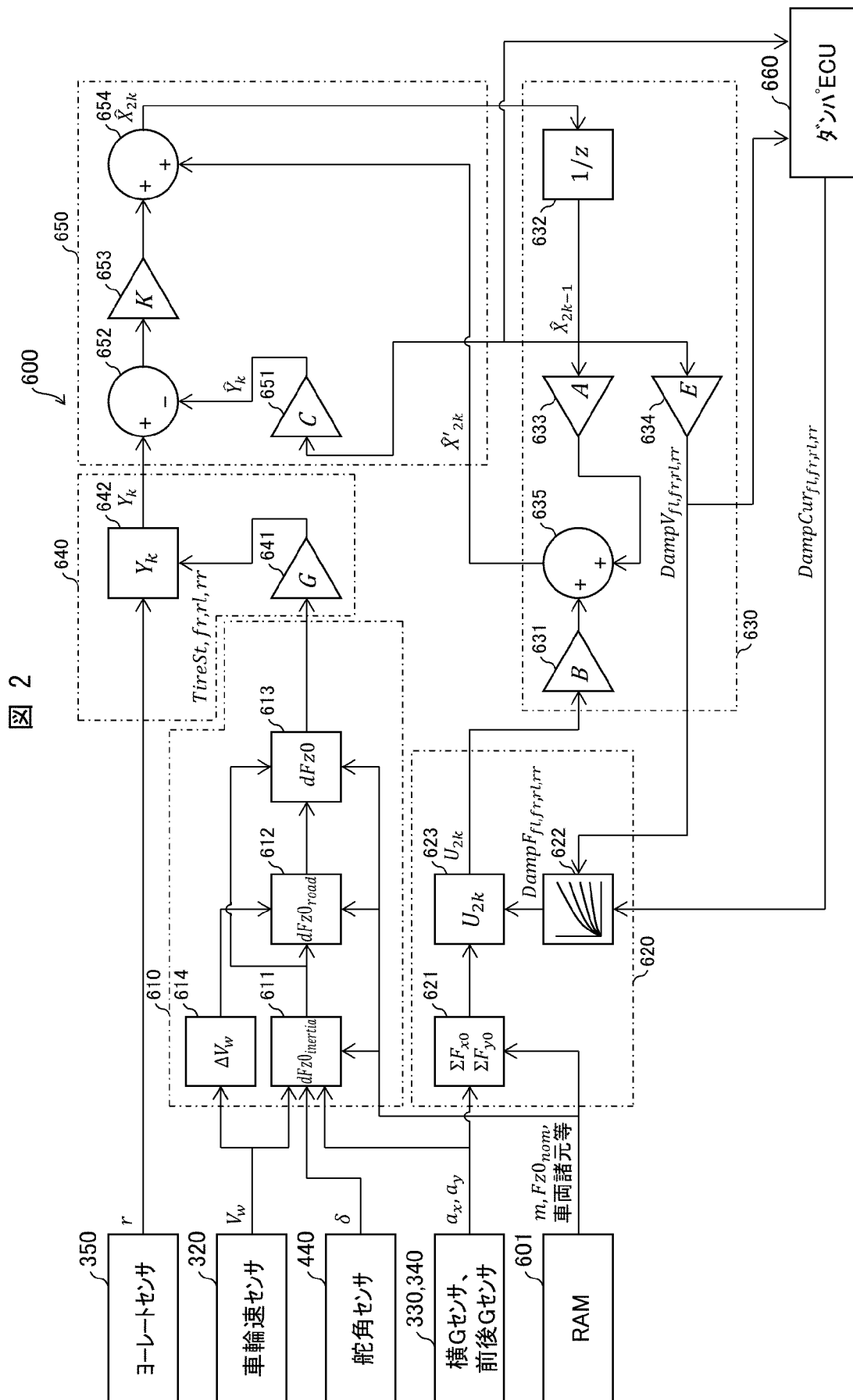
[請求項 1 3] (削除)

[図1]

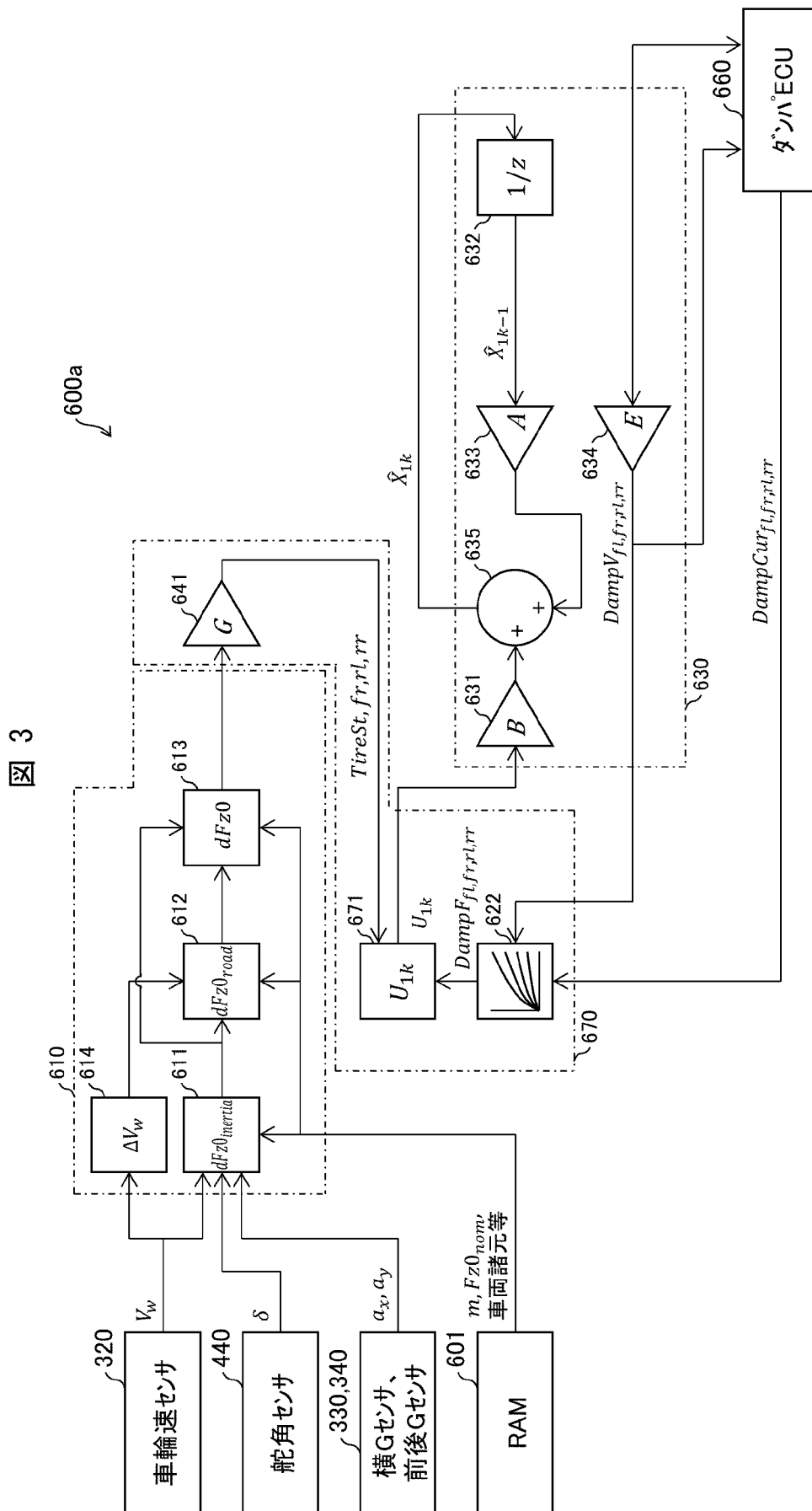
図 1



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/045907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60W 40/10(2012.01)i; B60G 17/015(2006.01)i; B60G 17/016(2006.01)i; B62D 6/00(2006.01)i; B62D 137/00(2006.01)n

FI: B60W40/10; B60G17/015 A; B60G17/016; B62D6/00; B62D137:00

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)

B60W40/10; B60G17/015; B60G17/016; B62D6/00; 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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
X Y A	JP 2019-89504 A (SHOWA CORPORATION) 13.06.2019 (2019-06-13) paragraphs [0031], [0042]-[0055], [0071]-[0076], [0109]-[0114], [0119]-[0126], [0132]-[0136], [0141], [0148], [0157], fig. 1, 3, 5	1-5, 7, 9-13 8 6
X A	JP 2019-119380 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 22.07.2019 (2019-07-22) paragraphs [0015]-[0020], [0027]-[0032], [0046]-[0049], [0091]-[0108], fig. 1-2, 8-9	1-5, 9-11, 13 6
Y	JP 2016-168887 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 23.09.2016 (2016-09-23) paragraphs [0031], [0034]-[0037], fig. 4	8

☐ 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
16 January 2020 (16.01.2020)

Date of mailing of the international search report
28 January 2020 (28.01.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/045907

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-89504 A	13 Jun. 2019	JP 6360246 B1	
JP 2019-119380 A	22 Jul. 2019	WO 2019/097732 A1	
JP 2016-168887 A	23 Sep. 2016	WO 2019/138617 A1	
		US 2016/0264148 A1	
		paragraphs [0045],	
		[0048]-[0051], fig. 4	
		CN 105966394 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60W 40/10(2012.01)i; B60G 17/015(2006.01)i; B60G 17/016(2006.01)i; B62D 6/00(2006.01)i; B62D 137/00(2006.01)n FI: B60W40/10; B60G17/015 A; B60G17/016; B62D6/00; B62D137:00		
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）） B60W40/10; B60G17/015; B60G17/016; B62D6/00; 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で利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
X	JP 2019-89504 A（株式会社ショーワ）13.06.2019（2019-06-13） 段落[0031], [0042]-[0055], [0071]-[0076], [0109]-[0114], [0119]-[0126], [0132]-[0136], [0141], [0148], [0157], 図1, 3, 5	1-5, 7, 9-13
Y		8
A		6
X	JP 2019-119380 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）22.07.2019（2019-07-22） 段落[0015]-[0020], [0027]-[0032], [0046]-[0049], [0091]-[0108], 図1-2, 8-9	1-5, 9-11, 13
A		6
Y	JP 2016-168887 A（トヨタ自動車株式会社）23.09.2016（2016-09-23） 段落[0031], [0034]-[0037], 図4	8
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 16.01.2020		国際調査報告の発送日 28.01.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 神山 貴行 3Z 3428 電話番号 03-3581-1101 内線 3395

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/045907

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-89504	A	13.06.2019	JP	6360246	B1	
				WO	2019/097732	A1	
JP	2019-119380	A	22.07.2019	WO	2019/138617	A1	
JP	2016-168887	A	23.09.2016	US	2016/0264148	A1	
				段落[0045], [0048]-[0051], 図4			
				CN	105966394	A	