

(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
2022年12月29日(29.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/270164 A1

(51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 101/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 117/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/019774

(22) 国際出願日: 2022年5月10日(10.05.2022)

(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 2021-104727 2021年6月24日(24.06.2021) JP

(71) 出願人: 日立 A s t e m o 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: タン チュン キム(TANG Chung Kim);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番
6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 前

田 健太(MAEDA Kenta); 〒1008280 東京都千
代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日
立製作所内 Tokyo (JP). 劉 華軍(LIU Huajun);
〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0
番地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki
(JP). 平田 敦士(HIRATA Atsushi); 〒3128503
茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日
立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP). 中
嶋 泰仁(NAKAKUKI Yasuhito); 〒3128503 茨城
県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A
s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).

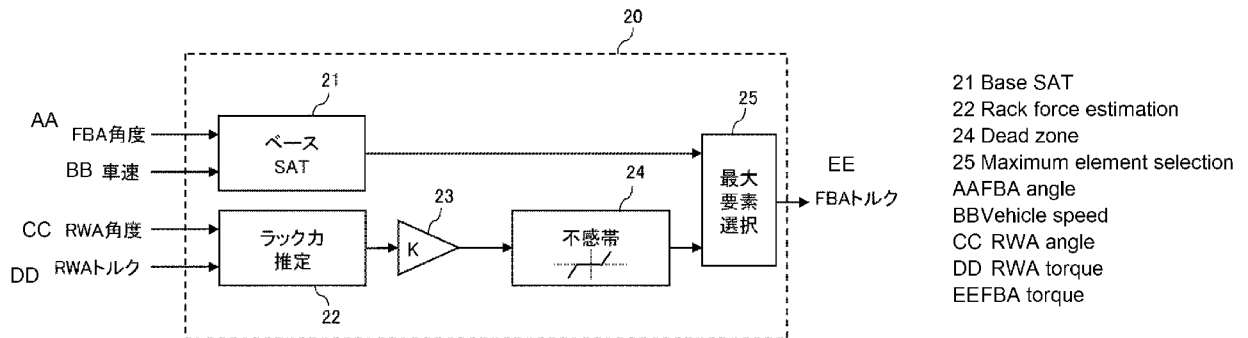
(74) 代理人: ポレール弁理士法人(POLAIRE I.P.C.);
〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三
丁目 3 番 5 号 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: STEER-BY-WIRE CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: ステアバイワイヤの制御装置及び制御方法

図 2



(57) Abstract: Provided is a steer-by-wire control device and control method whereby comfort and safety can both be realized. Provided is a steer-by-wire control device 20 comprising a first motor 12 that controls a steering wheel 11 via a feedback actuator (FBA) and a second motor 13 that controls a steering angle of a vehicle wheel via a road-wheel actuator (RWA), the steer-by-wire control device 20 being capable of bi-directionally controlling the first motor 12 and the second motor 13. The steer-by-wire control device 20 also comprises: a base SAT 21 that determines a reference torque on the basis of a vehicle speed and an angle of the first motor; and a rack force estimating unit 22 that estimates a rack force as a counterforce on the basis of the RWA and the steering angle of the vehicle wheel. The steer-by-wire control device 20 has a first control mode in which the reference torque of the first motor 12 is controlled, and a second control mode in which the first motor 12 is controlled on the basis of the counterforce estimated by the rack force estimating unit 22. The steer-by-wire control device 20 switches between the first control mode and the second control mode on the basis of an output of the base SAT 21 and an output of the rack force estimating unit 22.

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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

(57) 要約: 快適性と安全性の両方を実現可能なステアバイワイヤの制御装置及び制御方法を提供する。F B Aを介してステア11を制御する第1のモータ12及びRWAを介して車輪の操舵角を制御する第2のモータ13を有し、第1のモータ12と第2のモータ13とを双方向制御し得るステアバイワイヤの制御装置20であって、第1のモータ12の角度及び車速に基づき基準トルクを求めるベースS A T 21、車輪の操舵角及びRWAに基づき反力としてのラック力を推定するラック力推定部22を備える。第1のモータ12の基準トルクを制御する第1の制御モードと、ラック力推定部22により推定された反力に基づき第1のモータ12を制御する第2の制御モードと、を有し、ベースS A T 21の出力及びラック力推定部22の出力に基づき第1の制御モード及び第2の制御モードを切り替える。

明 細 書

発明の名称：ステアバイワイヤの制御装置及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ステアリングシステムの制御装置に係り、特にステアバイワイヤの制御装置及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ステアリングシステムはステアリングラックとステアリングホイールが機械に連結されている。このシステムでは、路面との相互作用によりタイヤに発生する反力は、機械的連結を介してステアリングホイール上の反力として運転者（ドライバ）に伝達される。この反力はあらゆる道路状態でドライバが車両を安全に制御するために不可欠である。

例えば、SAT（Self-aligning torque：セルフライニングトルク）や障害物による操舵への外乱などが反力として挙げられる。

[0003] ステアバイワイヤ（SBW：Steer by wire、以下SBWと称する）は、ステアリングホイールとステアリングラックの機械的な連結を持たず、通信とアクチュエータにより代替されるシステムである。従って、タイヤに発生した反力は、運転者に機械的に伝達することができないため、手動運転モード中に従来と同等のステアリングシステム挙動を模擬する必要がある。ステアリングホイールに設置されるアクチュエータであるフィードバックアクチュエータ（Feedback actuator：FBA、以下FBAと称する）は、運転者に模擬的な反力を与える役割を担っている。ステアリングラックに連結されたアクチュエータであるロードホイールアクチュエータ（Road Wheel Actuator：RWA、以下RWAと称する）は、ステアリングラックを左右に動かす力をステアリングロードホイールに提供する。FBA及びRWAは、組込み型コンピュータである電子制御ユニット（Electronic Control Unit：E

C U、以下E C Uと称する)により制御される。

[0004] このようなS B Wに関する技術として、例えば特許文献1に記載される技術が知られている。特許文献1では、ステアリングラックに適用されるステアリングトルク及び最小トルクを下回るステアリングトルクとの偏差に基づいて、ステアリングホイールのフィードバックトルクを計算する旨開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許公開2020/0023894号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、現在のS B W及び特許文献1に開示される技術では、主に従来のステアリングシステムを再現することに焦点を当てている。路面からのノイズを含む反力は、常に運転者にフィードバックされ、不快な操舵感を引き起こす可能性が危惧される。

[0007] そこで、本発明は、快適性と安全性の両方を実現可能なステアバイワイヤの制御装置及び制御方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明に係るステアバイワイヤの制御装置は、フィードバックアクチュエータを介してステアを制御する第1のモータと、ロードホイールアクチュエータを介して車輪の操舵角を制御する第2のモータとを有し、前記第1のモータと前記第2のモータとを双方向制御し得るステアバイワイヤの制御装置であって、前記第1のモータの角度及び車速に基づき模擬フィードバックアクチュエータトルクを求めるベースS A Tトルク部と、前記車輪の操舵角及びロードホイールアクチュエータに基づき反力としてのラック力を推定するラック力推定部と、を備え、前記第1のモータの模擬フィードバックアクチュエータトルクを制御する第1の制御モードと、前

記ラック力推定部により推定された反力に基づき前記第1のモータを制御する第2の制御モードと、を有し、前記ベースSAT部の出力及び前記ラック力推定部の出力に基づき前記第1の制御モード及び前記第2の制御モードを切り替えることを特徴とする。

[0009] また、本発明に係るステアバイワイヤの制御方法は、フィードバックアクチュエータを介してステアを制御する第1のモータと、ロードホイールアクチュエータを介して車輪の操舵角を制御する第2のモータとを有し、前記第1のモータと前記第2のモータとを双方向制御し得るステアバイワイヤの制御方法であって、ベースSAT部が、前記第1のモータの角度及び車速に基づき模擬フィードバックアクチュエータトルクを求め、ラック力推定部が、前記車輪の操舵角及びロードホイールアクチュエータに基づき反力としてのラック力を推定し、前記ベースSAT部の出力及び前記ラック力推定部の出力に基づき、前記第1のモータの模擬フィードバックアクチュエータトルクを制御する第1の制御モード及び前記ラック力推定部により推定された反力に基づき前記第1のモータを制御する第2の制御モードを切り替えることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、快適性と安全性の両方を実現可能なステアバイワイヤの制御装置及び制御方法を提供することが可能となる。

[0011] 具体的には、ベースSATは模擬フィードバックモードで計算され、快適な操舵を提供し、路面からのすべての不必要なノイズをフィルタリングする。バイラテラルコントロール (B i l a t e r a l C o n t r o l c o m p o n e n t s : B L C、以下BLCと称する) モードは、必要なときに運転者にアラームを発するため路面触覚フィードバックを提供する（例えば、障害物の存在のためにRWAがそれ以上操舵できない場合、FBAに強い反力を生成する）。

[0012] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明に係る制御装置が適用される、S B Wシステムの全体概略構成図である。

[図2]本発明の一実施例に係る実施例1の制御装置のブロック図である。

[図3]実施例1に係る制御装置が適用されたS B Wシステムのフローチャートである。

[図4]B L CのO N／O F Fのタイミングを示すタイミングチャートである。

[図5]反力オブザーバと摩擦モデルの関係を示す図である。

[図6]本発明の他の実施例に係る実施例2の制御装置のブロック図である。

[図7]本発明の他の実施例に係る実施例3の制御装置のブロック図である。

[図8]本発明の他の実施例に係る実施例4の制御装置のブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] まず本発明に係るステアバイワイヤの制御装置が適用されるS B Wシステムについて説明する。

図1は、本発明に係る制御装置が適用される、S B Wシステムの全体概略構成図である。図1に示すように、S B Wシステムは、ステアリングホイール11（以下、ステアと称する場合もある）、F B Aモータ（第1のモータ）12、R W Aモータ（第2のモータ）13、ボールねじ14、及びラック15より構成される。

[0015] ステアリングホイール11は、運転者が保持できるハンドルであり、運転者が操舵指令（操舵トルク）を入力して、ラックの角度を指令することができる。機械的リンクはS B W方式では取り外され（機械的リンク無し）、一方、従来のステアリング方式では、ステアリングホイールとステアリングラックとの機械的リンクが存在する。模擬反力は、従来のステアリングシステムを操舵する際に抵抗力の感覚を再現するために、ステアリングホイール11を介して運転者に付与する力である。ラック15は、ロードホイール（車輪）をステアリング（操舵）するための機械的な接続部である。外部軸力は、外部環境からラック15に導入される力である。F B A（第1のモータ）

12はステアリングホイール11に取り付けられたモータであり、運転者に模擬反力を付与する役割を有する。RWAモータ（第2のモータ）13は、FBAから受信した指令に従ってラック15を操舵するために使用するモータである。ボールねじ14は、RWAの回転運動をラック15の直線運動に変換する接続部である。

[0016] 以下、図面を用いて、上述のSBWシステムに適用される本発明に係るステアバイワイヤの制御装置の実施例について説明する。

実施例 1

[0017] 図2は、本発明の一実施例に係る実施例1の制御装置のブロック図である。図2に示すように、ステアバイワイヤの制御装置20は、ベースSAT21のブロック、ラック力推定22のブロック、ゲインK23のブロック、不感帯24のブロック、及び最大要素選択25のブロックより構成される。ここで、ステアバイワイヤの制御装置20は、ECUに実装され、ベースSAT21のブロック、ラック力推定22のブロック、ゲインK23のブロック、不感帯24のブロック、及び最大要素選択25のブロックは、例えば、図示しないCPUなどのプロセッサ、各種プログラムを格納するROM、演算過程のデータを一時的に可能するRAM、外部記憶装置などの記憶装置にて実現されると共に、CPUなどのプロセッサがROMに格納された各種プログラムを読み出し実行し、実行結果である演算結果をRAM又は外部記憶装置に格納する。なお、ステアバイワイヤの制御装置20は、ECUに実装される場合に限らず、他の電子制御システムに実装される構成としても良い。

[0018] FBA角度は、ステアリングホイール11又はステアリングホイール11に取り付けられたモータ（FBAモータ（第1のモータ）12）の角度である。車速は、車両が地面に対して移動している速度である。ベースSAT21のブロックは、FBA角度及び車速を入力し、回転するロードホイール（車輪）によって生成されるSAT（Self-aligning torque）がステアリングホイールに伝わるトルクを模擬するFBAトルクを最

大要素選択 2 5 のブロックへ出力する。

[0019] RWA角度は、ラック 1 5 又はロードホイール（車輪）又はロードホイール（車輪）に取り付けられたRWAモータ（第2のモータ） 1 3の角度である。RWAトルクとは、ラック 1 5 或いはロードホイール（車輪）に取り付けられたRWAモータ（第2のモータ） 1 3が生成するトルクのことである。ラック力推定 2 2 のブロックは、ラック 1 5 内の力の方向と大きさを推定するためのアルゴリズムであり、RWA角度及びRWAトルクを入力し、推定ラック力をゲインK 2 3 のブロックへ出力する。

[0020] ゲインK 2 3 のブロックは、ラック力推定 2 2 のブロックより入力された推定ラック力をFBA軸に換算したトルクに変換し、ベースSAT 2 1 のブロックと比較するゲインである。不感帯 2 4 のブロックは、ラック力推定 2 2 のブロックより入力された推定ラック力中のノイズを除去する機能を有し、指定された領域内でゼロ出力を生成する関数である。

[0021] 最大要素選択 2 5 のブロックは、ベースSAT 2 1 のブロックより入力された模擬SATをFBAトルクに換算した値である基準トルク又は変換された推定ラック力のいずれかである入力の最大要素を出力する関数である。FBAトルクは最大要素選択 2 5 のブロックの出力で、FBAとステアリングホイール 1 1 にかかるトルクとなる。

[0022] 図 3 は、本実施例に係るステアバイワイヤの制御装置 2 0 が適用されたSBWシステムのフローチャートである。

車両のイグニッションをONにすることで、図 3 に示すフローがスタートする。ステップS 1 0 1 では、SBWシステムが起動される。例えば、現在のFBA角度及びRWA角度をチェックし、FBA角度及びRWA角度を一致させる。

[0023] ステップS 1 0 2 では、SBWが作動し始め、ステアリングホイール 1 1 （図 1 参照）の角度（操舵角）が検出され、操舵角指令としてRWAへの指令に変換される。換言すれば、ステアリングホイール 1 1 又はステアリングホイール 1 1 に取り付けられたモータ（FBAモータ（第1のモータ） 1 2

）の角度であるFBA角度が検出（FBA操舵角データが受信）され、FBAからRWAへ角度指令が出力される。

ステップS103では、FBAからの角度指令に追従するために必要なRWAトルクを算出する。

ステップS104では、ステップS103にて算出したトルクをRWAに発生させ、RWA及び車両の運転状態を受信する。すなわち、RWA及び車両の運転状態を監視する。ステップS105では、ステアバイワイヤの制御装置20を構成するラック力推定22（図2参照）のブロックが、ラック15（図1参照）に導入される外部軸力を推定し、その推定ラック力をFBAトルクに換算する。また、ステップS106では、ベースSAT21（図2参照）のブロックが、FBA角度及び車速を用いてSATによる反力トルクを模擬するFBAトルク（基準トルク）を計算する。

[0024] ステップS107では、変換された推定ラック力をベースSAT21のブロックが生成した基準トルクと比較し、BLCをON又はOFFに切り替えることを決定する。ここでBLCとは、例えば、マスタをFBAとしスレーブをRWAとした場合を想定する。マスタ側FBAから受信されるステアリングホイール11の角度である操舵角（FBA角度）が角度指令としてスレーブ側であるRWAへ送信する。受信された角度指令に従いスレーブ側であるRWAが動作し、仮にロードホイール（車輪）が障害物に接触した場合、スレーブ側であるRWAが検出された力（触覚力）をマスタ側であるFBAへフィードバックする。マスタ側であるFBAは、ステアリングホイール11を介して運転者に触覚力を伝達する。このようにマスタ及びスレーブ間で行われる双方向制御が、BLC（バイラテラルコントロール）である。

[0025] ステップS108では、BLCがONかOFFかの判定を行う。ステップS109では、BLCがONの場合、変換された推定反力はFBAに出力され、路面触覚フィードバックを運転者にステアリングホイール11を介して伝達する。一方、ステップS110では、BLCがOFFの場合、ベースSAT21のブロックにて計算されたFBAによって生成される基準トルクが計算さ

れ、当該計算された基準トルクがF B Aで生成され、スムーズで快適な操舵反力を運転者に提供する。

ステップS 1 1 1では、車両のイグニッションがまだONであるか否かを確認する。すなわち、上述のステップS 1 0 2からステップS 1 1 0までの処理を継続するか否かを確認する。車両のイグニッションがまだONである場合は、ステップS 1 0 2へ戻り処上述のステップS 1 0 2からステップS 1 1 0までの処理を実行する。一方、車両のイグニッションがOFFの場合は、処理を終了する。

[0026] 図4は、B L CのON／OFFのタイミングを示すタイミングチャートである。図4において、G 1 0 1は、ベースS A T 2 1（図2参照）のブロックからの出力（基準トルク）と、ラック力推定2 2（図2参照）のブロックからの出力である推定ラック力とを比較する時系列の一例である。横軸に時間、縦軸に力を取り、実線はベースS A T 2 1のブロックからの出力（基準トルク）を示し、破線はラック力推定2 2のブロックからの出力である推定ラック力を示している。G 1 0 2は、ベースS A T 2 1のブロックからの出力（基準トルク）と、ラック力推定2 2のブロックからの出力である推定ラック力とを比較する時系列がG 1 0 1のときの、B L Cの切り替えタイミングを示す時系列である。図2示す最大要素選択2 5（図2参照）のブロックが、ベースS A T 2 1のブロックからの出力（基準トルク）と、ラック力推定2 2のブロックからの出力である推定ラック力とを比較し、最大値となるいずれか一方をF B Aトルクとして出力すると共に、推定ラック力がベースS A T 2 1のブロックからの出力（基準トルク）を上回るときB L CをONとする。

[0027] 図5は、反力オブザーバと摩擦モデルの関係を示す図である。図5において、反力オブザーバR F O Bは、力センサを使用せずにラック力を推定するアルゴリズムを使用している。ピニオン角は、ステアリングホイール1 1の角度またはステアリングホイール1 1の変換されたR W A角度である。ピニオン速度は、ステアリング角度が回転している割合である。摩擦力は、R W

A内の運動中の接触した物体によって生成される抵抗力である。RWA公称モデルは、ピニオン角を用いてラック15（図1参照）に作用する力を逆算するモデルである。RWA摩擦モデルは、ラック力の推定精度を向上させる摩擦力を計算するための公称モデル内のモデルである。

[0028] 以上の通り本実施例によれば、快適性と安全性の両方を実現可能なステアバイワイヤの制御装置を提供することが可能となる。

実施例 2

[0029] 図6は、本発明の他の実施例に係る実施例2の制御装置のブロック図である。本実施例では、ステアバイワイヤの制御装置30が、不感帯24のブロック及び最大要素選択25のブロックに代えて、偏差算出31のブロック、リレー22のブロック、遅延23のブロック、スイッチ34のブロック、及び遷移スムージング35のブロックを有する点が実施例1と異なる。実施例1と同様の構成要素に同一符号を付し、実施例1と重複する説明を省略する。

[0030] 図6に示すように、本実施例に係るステアバイワイヤの制御装置30は、ベースSAT21のブロック、ラック力推定22のブロック、ゲインK23のブロック、偏差算出31のブロック、リレー22のブロック、遅延23のブロック、スイッチ34のブロック、及び遷移スムージング35のブロックから構成される。ここで、ステアバイワイヤの制御装置30は、ECUに実装され、ベースSAT21のブロック、ラック力推定22のブロック、ゲインK23のブロック、偏差算出31のブロック、リレー22のブロック、遅延23のブロック、スイッチ34のブロック、及び遷移スムージング35のブロックは、例えば、図示しないCPUなどのプロセッサ、各種プログラムを格納するROM、演算過程のデータを一時的に可能するRAM、外部記憶装置などの記憶装置にて実現されると共に、CPUなどのプロセッサがROMに格納された各種プログラムを読み出し実行し、実行結果である演算結果をRAM又は外部記憶装置に格納する。なお、ステアバイワイヤの制御装置30は、ECUに実装される場合に限られず、他の電子制御システムに実装

される構成としても良い。また、偏差算出 3 1 のブロック、リレー 2 2 のブロック、遅延 2 3 のブロック、及びスイッチ 3 4 のブロックは、ハードウェアにて実現しても良い。

[0031] 偏差算出 3 1 のブロックは、ベース S A T 2 1 のブロックとラック力推定 2 2 のブロックからの出力の差分を比較又は抽出するための減算ブロックである。リレー 2 2 のブロックは、ベース S A T 2 1 のブロックとラック力推定 2 2 のブロックの間の不必要な切り替えを回避するためのハンチング防止機構である。遅延 2 3 のブロックは、ラック 1 5（図 1 参照）に外力が導入されなくなっても、B L C モードを選択し続ける機能を有する。スイッチ 3 4 のブロックは、ベース S A T 2 1 のブロックからの出力（F B A によって生成される基準トルク）、ラック力推定 2 2 のブロックからの出力（推定ラック力を F B A 用のトルクに変換した値）、及び、遅延 2 3 のブロックからの出力（信号）のうちいずれか 1 つを選択して遷移スムージング 3 5 のブロックへ出力する機能を有する。遷移スムージング 3 5 のブロックは、F B A トルクをラック力推定 2 2 のブロックからベース S A T 2 1 のブロックに切り替えたときに鋭い値の変化（急峻な値の変化）を低減し、運転者の混乱を回避する機能を有する。

[0032] 本実施例によれば、実施例 1 の効果に加え、よりスムーズに B L C モードからベース S A T モードへの遷移が可能となる。

実施例 3

[0033] 図 7 は、本発明の他の実施例に係る実施例 3 の制御装置のブロック図である。本実施例では、ステアバイワイヤの制御装置 4 0 が、不感帯 2 4 のブロックを有さない点が実施例 1 と異なる。実施例 1 と同様の構成要素に同一符号を付し、実施例 1 と重複する説明を省略する。

[0034] 図 7 に示すように、本実施例に係るステアバイワイヤの制御装置 3 0 は、ベース S A T 2 1 のブロック、ラック力推定 2 2 のブロック、ゲイン K 2 3 のブロック、及び最大要素選択 2 5 のブロックより構成される。ここで、ステアバイワイヤの制御装置 4 0 は、E C U に実装され、ベース S A T 2 1 の

ブロック、ラック力推定 2 2 のブロック、ゲイン K 2 3 のブロック、及び最大要素選択 2 5 のブロックは、例えば、図示しない CPU などのプロセッサ、各種プログラムを格納する ROM、演算過程のデータを一時的に可能する RAM、外部記憶装置などの記憶装置にて実現されると共に、CPU などのプロセッサが ROM に格納された各種プログラムを読み出し実行し、実行結果である演算結果を RAM 又は外部記憶装置に格納する。なお、ステアバイワイヤの制御装置 4 0 は、ECU に実装される場合に限られず、他の電子制御システムに実装される構成としても良い。

[0035] 本実施例によれば、実施例 1 と比較し、より効果的であり、且つ、ステアバイワイヤの制御装置 4 0 の構成の簡素化を図ることが可能となる。

実施例 4

[0036] 図 8 は、本発明の他の実施例に係る実施例 4 の制御装置のブロック図である。本実施例では、ステアバイワイヤの制御装置 5 0 が、スイッチ 3 4 a のブロックを備え、スイッチ 3 4 a のブロックが、手動制御フィードバックモードの設定、最大要素選択 2 5 のブロックからの出力、及びラック力推定 2 2 のブロックからの出力（推定ラック力を F B A 用のトルクに変換した値）を入力し、いずれか 1 つを選択し出力する点が実施例 1 と異なる。

実施例 1 と同様の構成要素に同一符号を付し、実施例 1 と重複する説明を省略する。

[0037] 図 8 に示すように、本実施例に係るステアバイワイヤの制御装置 5 0 は、ベース S A T 2 1 のブロック、ラック力推定 2 2 のブロック、ゲイン K 2 3 のブロック、不感帯 2 4 のブロック、最大要素選択 2 5 のブロック、及びスイッチ 3 4 a のブロックより構成される。ここで、ステアバイワイヤの制御装置 2 0 は、ECU に実装され、ベース S A T 2 1 のブロック、ラック力推定 2 2 のブロック、ゲイン K 2 3 のブロック、不感帯 2 4 のブロック、最大要素選択 2 5 のブロック、及びスイッチ 3 4 a のブロックは、例えば、図示しない CPU などのプロセッサ、各種プログラムを格納する ROM、演算過程のデータを一時的に可能する RAM、外部記憶装置などの記憶装置にて実

現されると共に、CPUなどのプロセッサがROMに格納された各種プログラムを読み出し実行し、実行結果である演算結果をRAM又は外部記憶装置に格納する。なお、ステアバイワイヤの制御装置50は、ECUに実装される場合に限られず、他の電子制御システムに実装される構成としても良い。また、スイッチ34aのブロックは、ハードウェアにて実現しても良い。

[0038] 本実施例に係るステアバイワイヤの制御装置50を構成するスイッチ34aのブロックに入力され得る、手動制御フィードバックモードの設定は、運転者が選択してFBAトルクフィードバックを選択するか、又は、アクティブBLCを選択して常にラック力推定フィードバックとするかを含む。

[0039] 本実施例に係るステアバイワイヤの制御装置50は、図8に示す構成に限られるものではない。例えば、図8に示す不感帯24のブロック及び最大要素選択25のブロックに代えて、上述の実施例2において説明した、偏差算出31のブロック、リレー22のブロック、遅延23のブロック、スイッチ34のブロック、及び遷移スムージング35のブロックを有する構成としても良い。さらには、図8に示す不感帯24のブロックを有しない構成としても良い。

[0040] 本実施例によれば、上述の実施例1乃至実施例3の効果に加え、仮に、自動でのBLCの選択に運転者が快適性を損なわれていると感じた場合であっても、手動制御フィードバックモードに切り替えることにより、快適性を得ることが可能となる。

[0041] なお、上述の実施例1乃至実施例4において「ブロック」と称した構成を「部」と称しても良い。具体的には、例えば、「ベースSAT21のブロック」を「ベースSAT部21」と称し、「ラック力推定22のブロック」を「ラック力推定部22」と称しても良く、その他の構成要素についても同様である。

また、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明

したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。

符号の説明

[0042] 1…ステアバイワイヤシステム、11…ステアリングホイール、12…F B Aモータ（第1のモータ）、13…RWAモータ（第2のモータ）、14…ボールねじ、15…ラック、20, 30, 40, 50…制御装置、21…ベースSAT、22…ラック力推定、23…ゲインK、24…不感帯、25…最大要素選択、31…偏差算出、32…リレー、33…遅延、34, 34a…スイッチ、35…遷移スムージング

請求の範囲

- [請求項1] フィードバックアクチュエータを介してステアを制御する第1のモータと、ロードホイールアクチュエータを介して車輪の操舵角を制御する第2のモータとを有し、前記第1のモータと前記第2のモータとを双方向制御し得るステアバイワイヤの制御装置であって、前記第1のモータの角度及び車速に基づき模擬フィードバックアクチュエータトルクを求めるベースS A T部と、
- 前記車輪の操舵角及びロードホイールアクチュエータに基づき反力としてのラック力を推定するラック力推定部と、を備え、
- 前記第1のモータの模擬フィードバックアクチュエータトルクを制御する第1の制御モードと、前記ラック力推定部により推定された反力に基づき前記第1のモータを制御する第2の制御モードと、を有し、
- 前記ベースS A T部の出力及び前記ラック力推定部の出力に基づき前記第1の制御モード及び前記第2の制御モードを切り替えることを特徴とするステアバイワイヤの制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のステアバイワイヤの制御装置において、
- 前記ベースS A T部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクと、前記ラック力推定部により推定された推定ラック力とを比較し、最大となる出力を選択しフィードバックアクチュエータトルクとして出力する最大要素選択部を備えることを特徴とするステアバイワイヤの制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載のステアバイワイヤの制御装置において、
- 前記ラック力推定部により推定された推定ラック力に含まれるノイズを除去する不感帯部を備えることを特徴とするステアバイワイヤの制御装置。
- [請求項4] 請求項1に記載のステアバイワイヤの制御装置において、
- 前記ベースS A T部により求められた模擬フィードバックアクチュ

エータトルクから前記ラック力推定部により推定された推定ラック力を差し引く減算部と、

前記減算部の出力及び前記ラック力推定部により推定された推定ラック力並びに前記ベース S A T 部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクのうちいずれか 1 つを選択するスイッチ部を備え、

前記スイッチ部の出力に基づきフィードバックアクチュエータトルクを決定することを特徴とするステアバイワイヤの制御装置。

[請求項5]

請求項 4 に記載のステアバイワイヤの制御装置において、

前記フィードバックアクチュエータトルクを前記ラック力推定部により推定された推定ラック力から前記ベース S A T 部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクに切り替えたときに生ずる急峻な値の変化を低減し得る遷移スムージング部を備えることを特徴とするステアバイワイヤの制御装置。

[請求項6]

請求項 1 に記載のステアバイワイヤの制御装置において、

前記ラック力推定部により推定された推定ラック力及び前記ベース S A T 部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルク並びに手動制御フィードバックモードの設定のうちいずれか 1 つを選択するスイッチ部を備え、

手動制御フィードバックモードの設定は、フィードバックアクチュエータトルクとして、前記ラック力推定部により推定された推定ラック力又は前記ベース S A T 部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクとすることを特徴とするステアバイワイヤの制御装置。

[請求項7]

フィードバックアクチュエータを介してステアを制御する第 1 のモータと、ロードホイールアクチュエータを介して車輪の操舵角を制御する第 2 のモータとを有し、前記第 1 のモータと前記第 2 のモータとを双方向制御し得るステアバイワイヤの制御方法であって、 ベース

S A T 部が、前記第1のモータの角度及び車速に基づき模擬フィードバックアクチュエータトルクを求め、

ラック力推定部が、前記車輪の操舵角及びロードホイールアクチュエータに基づき反力としてのラック力を推定し、

前記ベース S A T 部の出力及び前記ラック力推定部の出力に基づき、前記第1のモータの模擬フィードバックアクチュエータトルクを制御する第1の制御モード及び前記ラック力推定部により推定された反力に基づき前記第1のモータを制御する第2の制御モードを切り替えることを特徴とするステアバイワイヤの制御方法。

[請求項8] 請求項7に記載のステアバイワイヤの制御方法において、

前記ベース S A T 部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクと、前記ラック力推定部により推定された推定ラック力とを比較し、最大となる出力を選択しフィードバックアクチュエータトルクとして出力することを特徴とするステアバイワイヤの制御方法。

[請求項9] 請求項8に記載のステアバイワイヤの制御方法において、

不感帯部が、前記ラック力推定部により推定された推定ラック力に含まれるノイズを除去することを特徴とするステアバイワイヤの制御方法。

[請求項10] 請求項7に記載のステアバイワイヤの制御方法において、

減算部が、前記ベース S A T 部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクから前記ラック力推定部により推定された推定ラック力を差し引き、

スイッチ部が、前記減算部の出力及び前記ラック力推定部により推定された推定ラック力並びに前記ベース S A T 部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクのうちいずれか1つを選択し、

前記スイッチ部の出力に基づきフィードバックアクチュエータトル

クを決定することを特徴とするステアバイワイヤの制御方法。

[請求項11]

請求項10に記載のステアバイワイヤの制御方法において、

遷移スムージング部が、前記フィードバックアクチュエータトルクを前記ラック力推定部により推定された推定ラック力から前記ベースSAT部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクに切り替えたときに生ずる急峻な値の変化を低減することを特徴とするステアバイワイヤの制御方法。

[請求項12]

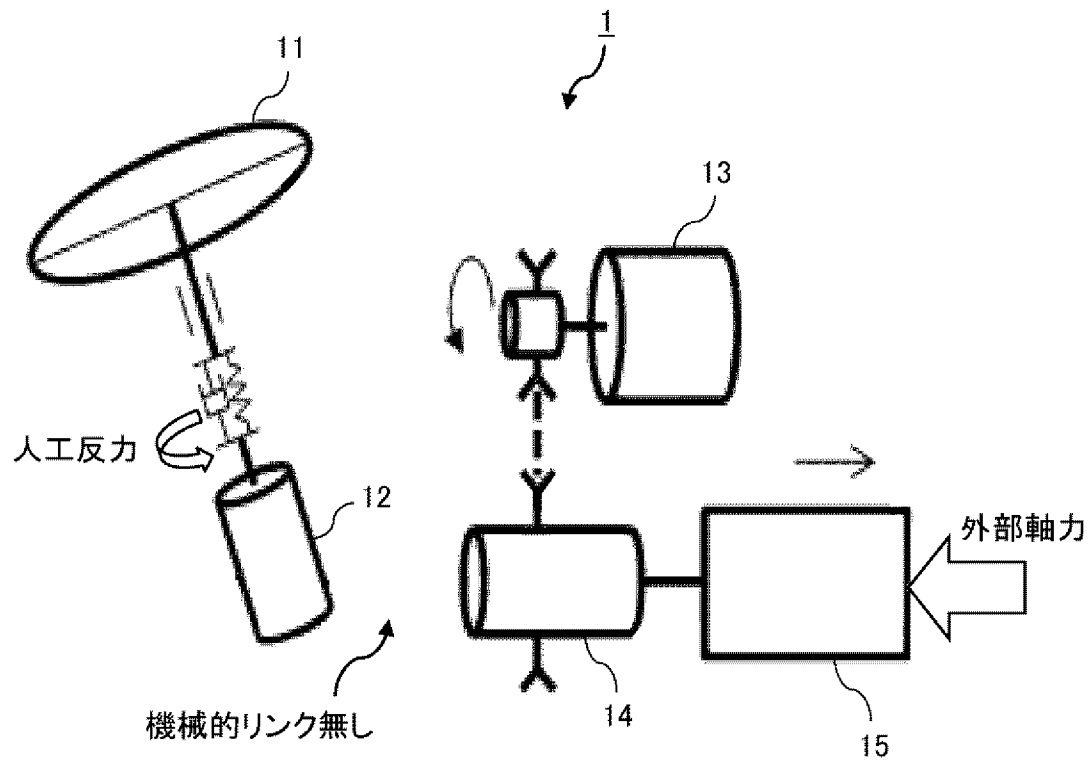
請求項7に記載のステアバイワイヤの制御方法において、

スイッチ部が、前記ラック力推定部により推定された推定ラック力及び前記ベースSAT部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルク並びに手動制御フィードバックモードの設定のうちいずれか1つを選択し、

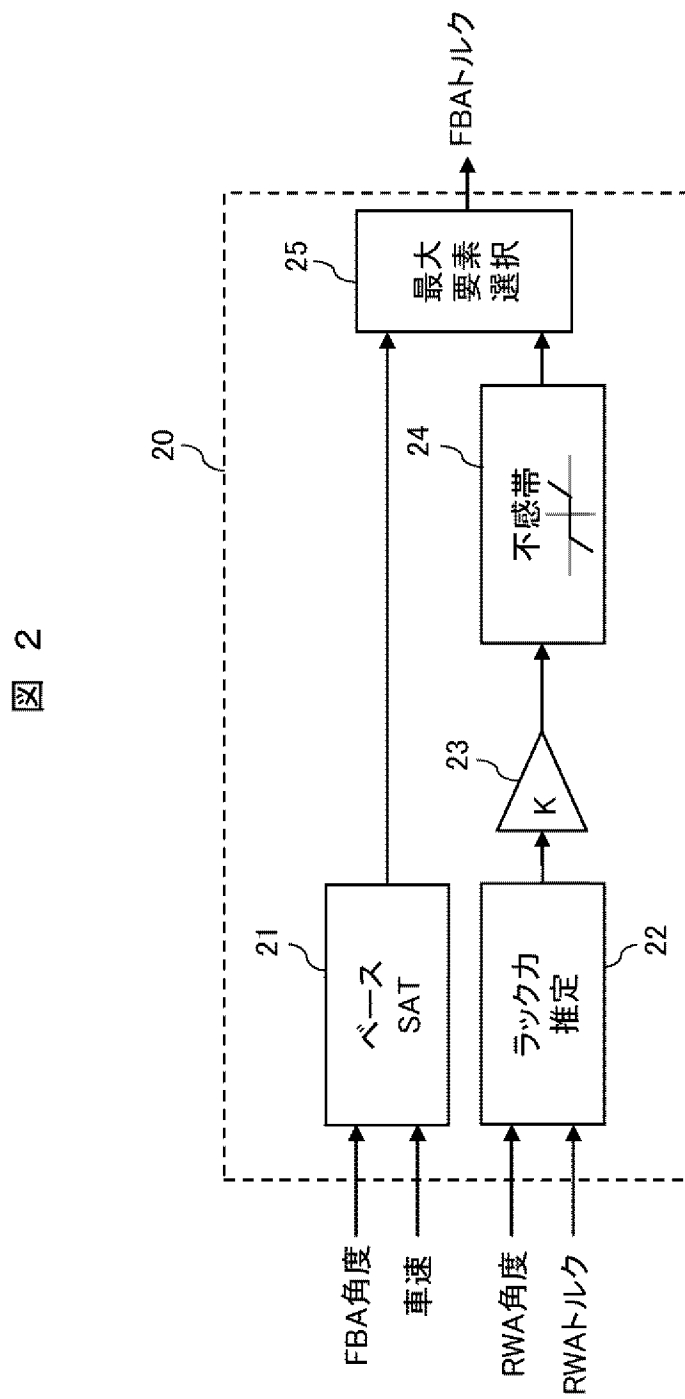
手動制御フィードバックモードの設定は、フィードバックアクチュエータトルクとして、前記ラック力推定部により推定された推定ラック力又は前記ベースSAT部により求められた模擬フィードバックアクチュエータトルクとすることを特徴とするステアバイワイヤの制御方法。

[図1]

図 1

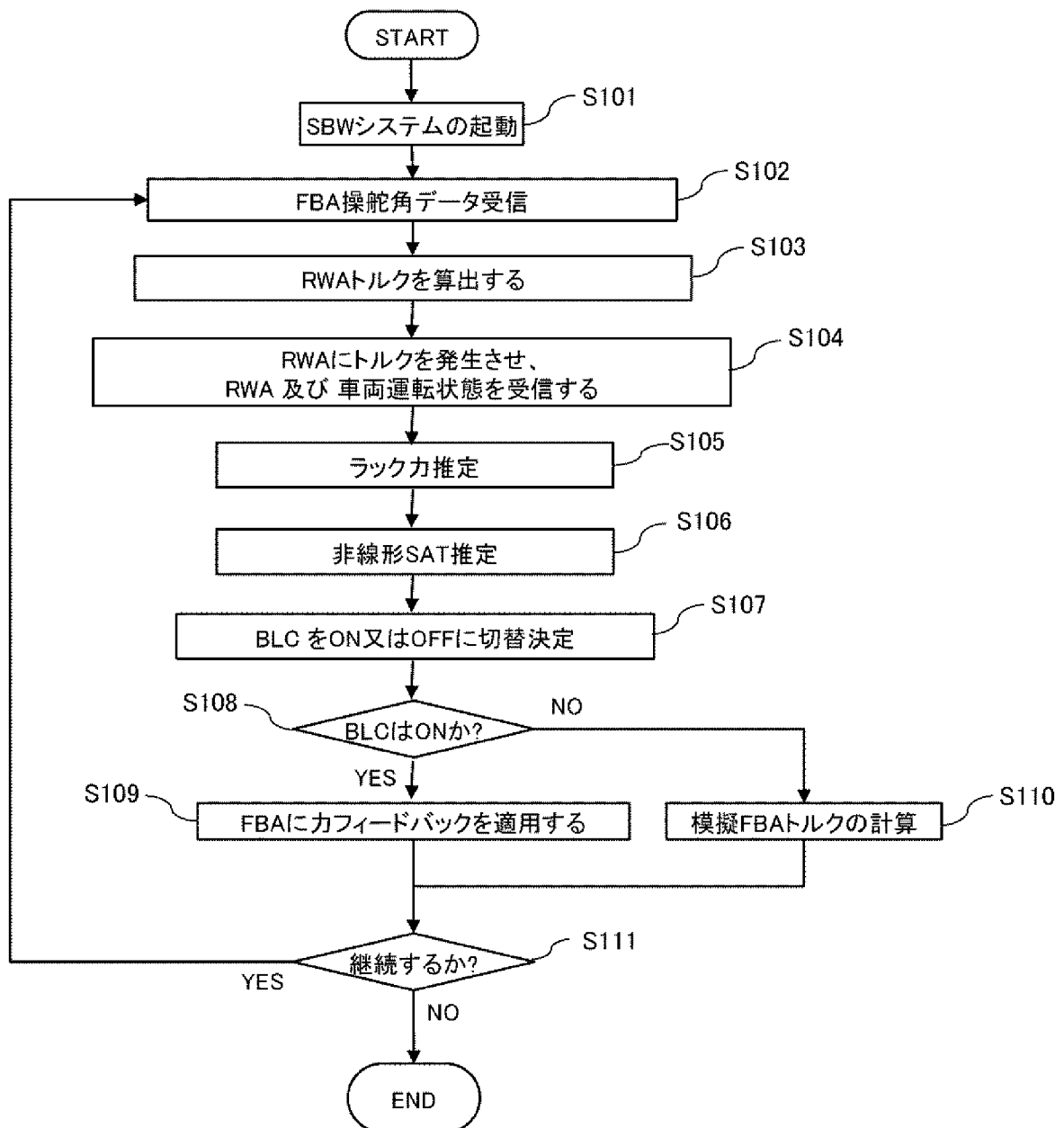


[図2]



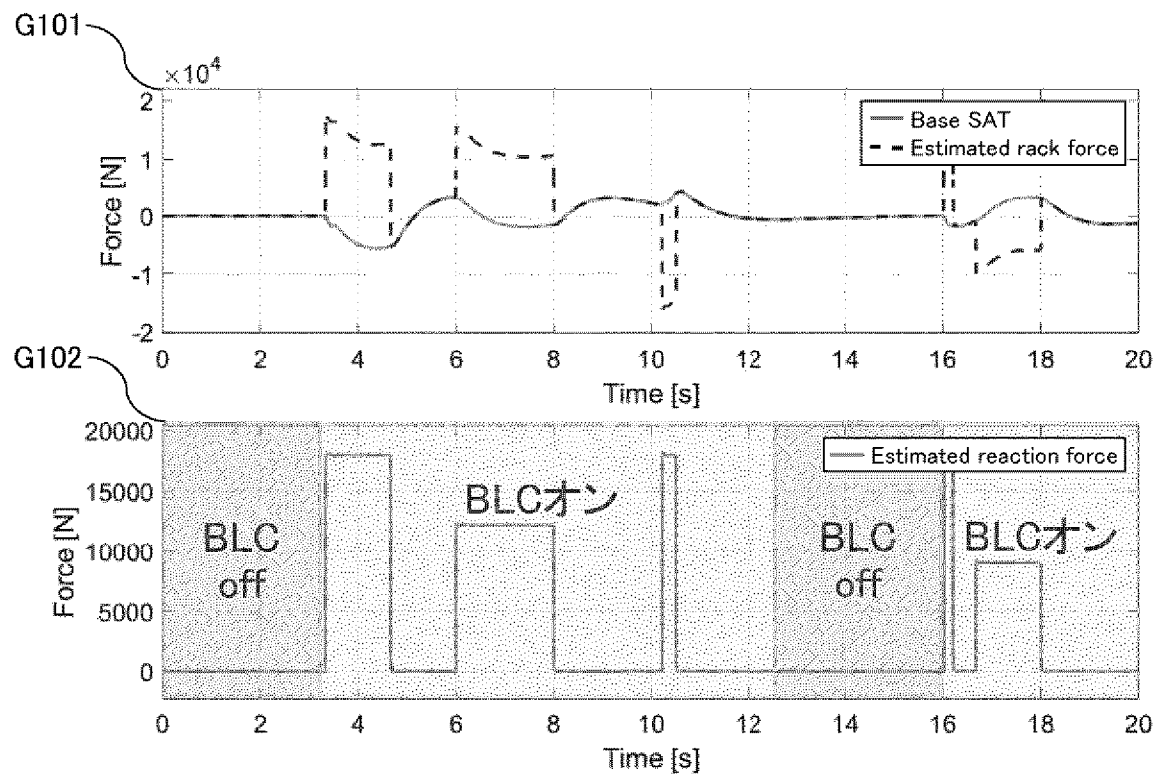
[図3]

図 3



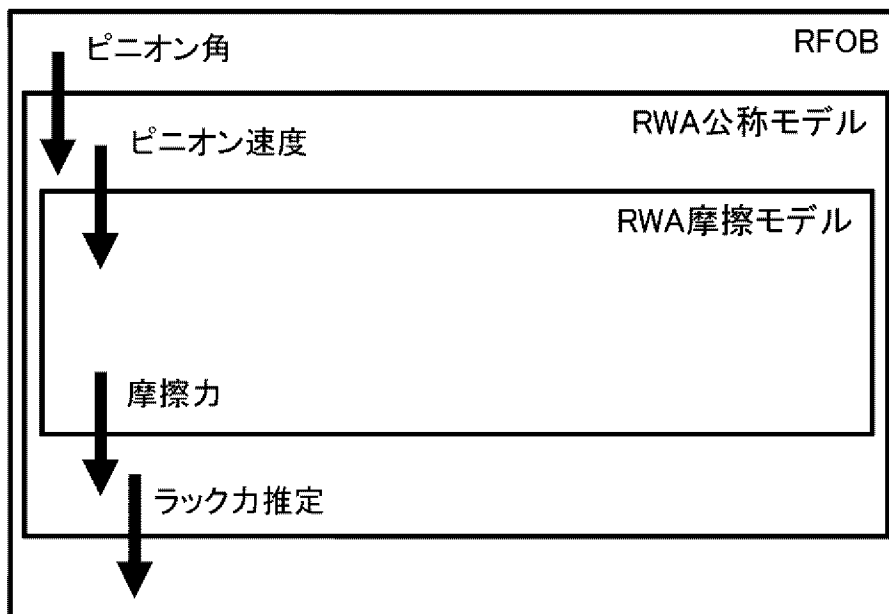
[図4]

図 4

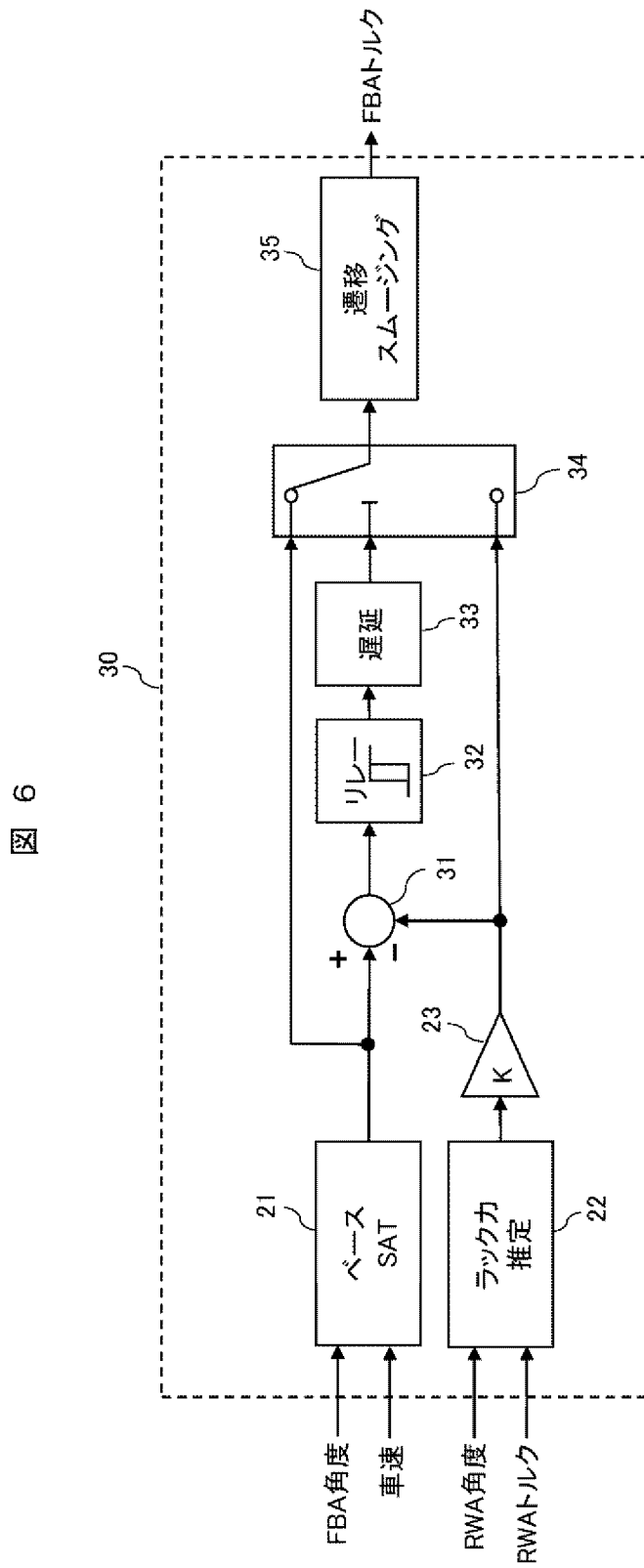


[図5]

図 5

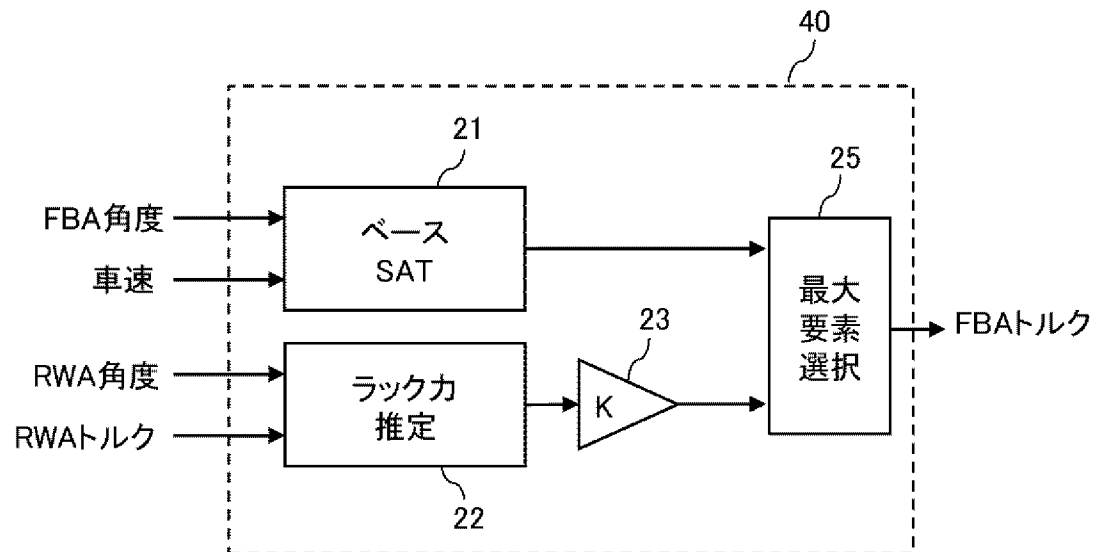


[図6]



[図7]

図 7



[図8]

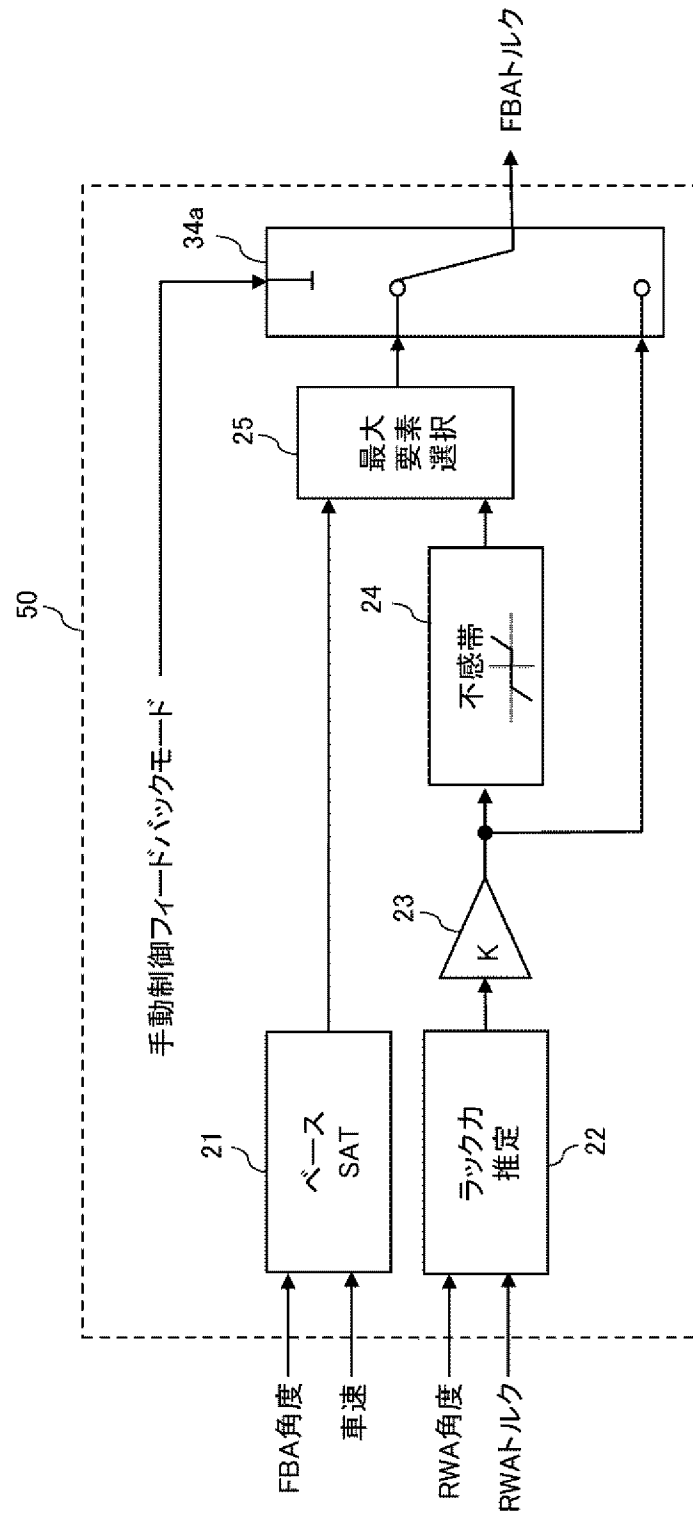


図 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019774

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B62D 6/00**(2006.01)i; **B62D 5/04**(2006.01)i; **B62D 101/00**(2006.01)n; **B62D 117/00**(2006.01)n

FI: B62D6/00; B62D5/04; B62D101/00; B62D117/00

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)

B62D6/00; B62D5/04; B62D101/00; B62D117/00

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
A	JP 2014-058225 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 03 April 2014 (2014-04-03) paragraphs [0008]-[0072], fig. 1-8	1-12
A	JP 2020-185918 A (JTEKT CORP.) 19 November 2020 (2020-11-19) paragraphs [0026]-[0140], fig. 1-12	1-12
A	JP 2019-199172 A (JTEKT CORP.) 21 November 2019 (2019-11-21) paragraphs [0018]-[0090], fig. 1-8	1-12
P, A	CN 113232722 A (ZIBO VOCATIONAL INSTITUTE) 10 August 2021 (2021-08-10) paragraphs [0096]-[0268], fig. 1-8	1-12
E, A	JP 2022-094175 A (JTEKT CORP.) 24 June 2022 (2022-06-24) paragraphs [0072]-[0077], fig. 1-4	1-12

☐ 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

15 July 2022

Date of mailing of the international search report

26 July 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
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/JP2022/019774

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2014-058225	A	03 April 2014	(Family: none)	
JP	2020-185918	A	19 November 2020	(Family: none)	
JP	2019-199172	A	21 November 2019	EP 3569475 A1 CN 110497958 A US 2019/0351936 A1 paragraphs [0019]-[0090], fig. 1-8	
CN	113232722	A	10 August 2021	(Family: none)	
JP	2022-094175	A	24 June 2022	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B62D 6/00(2006.01)i; B62D 5/04(2006.01)i; B62D 101/00(2006.01)n; B62D 117/00(2006.01)n FI: B62D6/00; B62D5/04; B62D101:00; B62D117:00										
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）） B62D6/00; B62D5/04; B62D101/00; B62D117/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2022年									
日本国実用新案登録公報	1996-2022年									
日本国登録実用新案公報	1994-2022年									
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								
A	JP 2014-058225 A（日産自動車株式会社）03.04.2014（2014-04-03） [0008]-[0072], 図1-図8	1-12								
A	JP 2020-185918 A（株式会社ジェイテクト）19.11.2020（2020-11-19） [0026]-[0140], 図1-図12	1-12								
A	JP 2019-199172 A（株式会社ジェイテクト）21.11.2019（2019-11-21） [0018]-[0090], 図1-図8	1-12								
P, A	CN 113232722 A（ZIBO VOCATIONAL INSTITUTE）10.08.2021（2021-08-10） [0096]-[0268], 図1-図8	1-12								
E, A	JP 2022-094175 A（株式会社ジェイテクト）24.06.2022（2022-06-24） [0072]-[0077], 図1-図4	1-12								
☐ 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 15.07.2022		国際調査報告の発送日 26.07.2022								
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） 神田 泰貴 3Q 4754 電話番号 03-3581-1101 内線 3339								

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/JP2022/019774

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2014-058225	A	03.04.2014	(ファミリーなし)	
JP	2020-185918	A	19.11.2020	(ファミリーなし)	
JP	2019-199172	A	21.11.2019	EP 3569475 A1	
				CN 110497958 A	
				US 2019/0351936 A1	
				[0019]-[0090], FIG.1- FIG.8	
CN	113232722	A	10.08.2021	(ファミリーなし)	
JP	2022-094175	A	24.06.2022	(ファミリーなし)	