

(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7月28日(28.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/158273 A1

(51) 国際特許分類:
B60L 15/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/048804

(22) 国際出願日: 2021年12月28日(28.12.2021)

(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 2021-009120 2021年1月22日(22.01.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

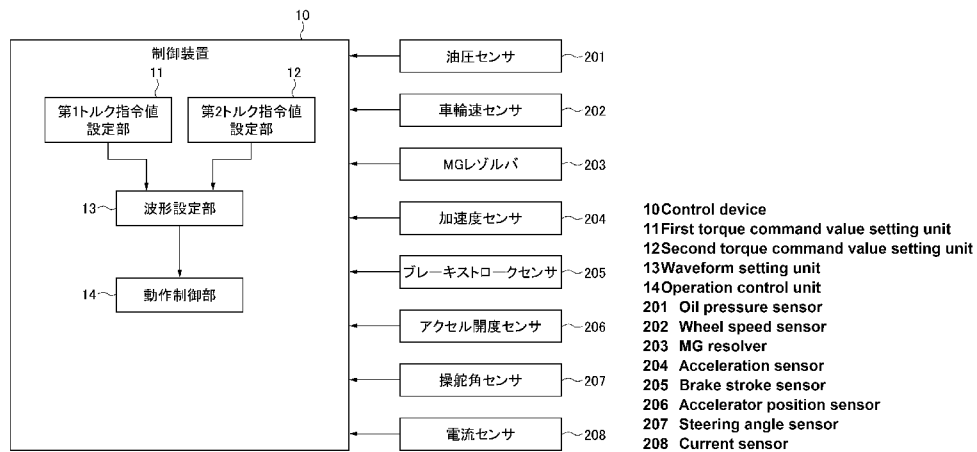
(72) 発明者: 劉海博 (LIU, Haibo); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー

一内 Aichi (JP). 河合 恵介 (KAWAI, Keisuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 坂本章 (SAKAMOTO, Akira); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 高木 達也 (TAKAGI, Tatsuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 神尾 茂 (KAMIO, Shigeru); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 鎌田 徹, 外 (KAMATA, Toru et al.); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦1-1-1 名古屋インターシティ3階 TMI 総合法律事務所 名古屋オフィス Aichi (JP).

(54) Title: CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 制御装置



(57) Abstract: This control device (10) comprises an operation control unit (14), a first torque command value setting unit (11) for setting a request torque command value, a second torque command value setting unit (12) for setting a stop-time torque command value, and a waveform setting unit (13) for setting a torque waveform. When changing the output torque of a rotating electric machine from the request torque command value toward the stop-time torque command value, the operation control unit performs control so that the output torque of the rotating electric machine changes along the torque waveform. The waveform setting unit uses, as the torque waveform, a second torque waveform after using a first torque waveform, wherein: said second torque waveform is capable of attenuating the vibration of a power transmission member provided in a power transmission system for transmitting the torque of the rotating electric machine to wheels; and said

(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, IT, 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))

first torque waveform is capable of attenuating the vibration of a vehicle in the pitch direction.

(57) 要約: 制御装置 (10) は、動作制御部 (14) と、要求トルク指令値を設定する第1トルク指令値設定部 (11) と、停車時トルク指令値を設定する第2トルク指令値設定部 (12) と、トルク波形を設定する波形設定部 (13) と、を備える。動作制御部は、回転電機の出カトルクを要求トルク指令値から停車時トルク指令値に向かって変化させる際に、トルク波形に沿うように回転電機の出カトルクを制御する。波形設定部は、トルク波形として、車両のピッチ方向の振動を減衰させることが可能な第1トルク波形を用いた後、回転電機のトルクを車輪に伝達するための動力伝達系に設けられる動力伝達部材の振動を減衰させることが可能な第2トルク波形を用いる。

明 細 書

発明の名称：制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2021年1月22日に出願された日本国特許出願2021-009120号に基づくものであって、その優先権の利益を主張するものであり、その特許出願の全ての内容が、参照により本明細書に組み込まれる。

技術分野

[0002] 本開示は、車両の制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、走行のための動力源として回転電機を搭載する電動車両等の車両がある。このような車両に用いられる回転電機は、駆動及び回生の両方を行うことが可能なモータジェネレータと称されるものである。この車両では、回転電機が回生動作することで車両に制動力が発生するため、車両を減速させることができる。下記の特許文献1に記載の制御装置は、このような回転電機を備える車両に搭載されており、回転電機の回生量を調整することにより、車両の制動力を調整している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-158178号公報

発明の概要

[0005] 回転電機の回生動作により発生する制動力の大きさは、一般的には、運転者によるブレーキの操作量に応じて設定される。しかしながら、車両を停止させる際にブレーキの操作量に応じた大きさの制動力を停車時まで継続的に生じさせた場合、車両が停車した後に、車両が前後方向に大きく振動、すなわち車両がピッチ方向に大きく振動する可能性がある。これは、回転電機のトルクを車輪に伝達させるための動力伝達系に設けられるドライブシャフト等の部材が有している振れが停車に伴って開放されることに起因して発生す

るものである。停車時に車両がピッチ方向に振動すると、乗員に不快感を与えるおそれがある。

[0006] その対策として、例えば上記の特許文献 1 に記載の制御装置のように、停車間際に車速の低下に伴って回転電機の回生量を小さくすることが考えられる。しかしながら、車速に応じて回生量を制限しただけでは、停車時の車両のピッチ方向の振動を抑制することは困難である。例えば、低速走行時において制動が開始された場合には、車速が急峻に低下するため、その変化に追従するように回転電機の回生量を変化させることが困難となり、結果として停車時の車両のピッチ方向の振動を抑制することができない可能性がある。また、回転電機から発生する制動力の調整方法によっては、車両の減速の効が悪いと感じられるような、いわゆる「G 抜け」と称される違和感を乗員に与えてしまう可能性もある。このように、回転電機の制動力を用いて車両を停止させる方法に関しては、更なる改良の余地が残されている。

[0007] 本開示の目的は、より適切に車両を停車させることが可能な制御装置を提供することにある。

[0008] 本開示の一態様による制御装置は、走行用の動力源として回転電機が搭載される車両の制御装置であって、回転電機の出力トルクを制御する動作制御部と、車両に対する運転者の操作に基づいて回転電機から出力すべきトルクの目標値である要求トルク指令値を設定する第 1 トルク指令値設定部と、車両が停止したときに車両の停止状態を維持するために回転電機から出力すべきトルクの目標値である停車時トルク指令値を設定する第 2 トルク指令値設定部と、回転電機の出力トルクの目標値の時間的な変化を示すトルク波形を設定する波形設定部と、を備える。動作制御部は、回転電機の出力トルクを要求トルク指令値から停車時トルク指令値に向かって変化させる際に、トルク波形に沿うように回転電機の出力トルクを制御する。波形設定部は、トルク波形として、車両のピッチ方向の振動を減衰させることが可能な第 1 トルク波形を用いた後、回転電機のトルクを車輪に伝達するための動力伝達系に設けられる動力伝達部材の振動を減衰させることが可能な第 2 トルク波形を

用いる。

[0009] この構成によれば、回転電機出力トルクがトルク波形に沿って変化する。すなわち、回転電機出力トルクが、車両のピッチ方向の揺れ戻しを抑制することが可能な第1トルク波形に沿って変化した後、車両の動力伝達部材の振動を抑制することが可能な第2トルク波形に沿って変化する。これにより、車両の停車時にピッチ方向の揺れ戻しが抑制された後に動力伝達部材の振動が更に抑制されるため、車両のピッチ方向の振動を抑制しつつ、G抜けと称される違和感を乗員に与え難くなる。よって、より適切に車両を停止させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、実施形態の車両の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、実施形態の車両の電氣的な構成を示すブロック図である。

[図3]図3(A), (B)は、参考例の車両における車速及び回転電機の制駆動トルクの推移を示すタイミングチャートである。

[図4]図4は、実施形態の制御装置により実行される処理の手順を示すフローチャートである。

[図5]図5は、実施形態の制御装置により実行される処理の手順を示すフローチャートである。

[図6]図6(A)～(F)は、実施形態の車両における回生トルク指令値 T_r 、車速 V 、要求トルク指令値 T_A 、回転電機出力トルク、ブレーキ装置の油圧、及び車両のピッチ方向の加速度の推移を示すフローチャートである。

[図7]図7(A)～(C)は、実施形態の車両における車速 V 、回転電機出力トルク、及び車両のピッチ方向の加速度の推移を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照しながら本実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

はじめに、本実施形態の制御装置が搭載される車両の概略構成について説明する。図1に示されるように、車両100は、車体101と、車輪111, 112と、回転電機141, 142と、電池150とを備えている。

[0012] 車体101は、車両100の本体部分であり、一般に「ボディ」と称される部分である。車輪111は、車体101の前方側部分に設けられた一対の車輪であり、車輪112は、車体101の後方側部分に設けられた一対の車輪である。このように、車両100には合計4つの車輪が設けられている。本実施形態の車両100は、4つの車輪111, 112の全てが駆動輪として機能する、いわゆる四輪駆動の車両である。

[0013] 回転電機141は、電池150からの電力の供給に基づいて、車輪111を回転させるためのトルク、すなわち車両100の走行のための駆動トルクを発生させる装置である。回転電機141は、いわゆる「モータジェネレータ (MG : Motor Generator)」である。回転電機141で生じたトルクは、パワートレイン部131及びドライブシャフト133を介して各車輪111に伝達されて、車輪111を回転させる。なお、電池150と回転電機141との間における電力の授受は、電力変換器であるインバータを介して行われるが、図1においてはインバータの図示が省略されている。

[0014] 回転電機142は、電池150からの電力の供給に基づいて駆動トルクを発生することにより、パワートレイン部132及びドライブシャフト134を介して各車輪112を回転させる。回転電機142は、回転電機141と同一の構造を有しているため、その詳細な説明は割愛する。

[0015] 回転電機141, 142は、その回生動作により車輪111, 112に制動力を付与することが可能な制動トルクを発生することもできる。この回転電機141, 142から車輪111, 112に付与される制動トルクにより、車両100を減速させて停止させることが可能である。以下では、車両100を駆動させるために回転電機141から出力される駆動トルク、及び車両100を制動させるために回転電機141から出力される制動トルクをまとめて「出力トルク」とも称する。また、車両100に駆動力を付与するこ

とが可能な回転電機 140 の出力トルクは正の値で表され、車両 100 に制動力を付与することが可能な回転電機 140 の出力トルクは負の値で表されている。

[0016] このように車両 100 は、走行用の動力源として 2 つの回転電機 141, 142 を備える、いわゆる電動車両である。制御装置 10 による制御は各回転電機 141, 142 に対して同時に且つ同様に行われる。そのため、以下の説明においては、回転電機 141, 142 のことを「回転電機 140」とも総称する。例えば、「回転電機 140 の出力トルク」とは、各回転電機 141, 142 の出力トルクの合計値を意味する。

[0017] なお、以下では、車両 100 において、回転電機 140 のトルクを車輪 111 に伝達するための動力伝達系に設けられている部材を「動力伝達部材」とも称する。動力伝達部材には、例えばパワートレイン部 131, 132 やドライブシャフト 133, 134 等が含まれる。

[0018] 各車輪 111 にはブレーキ装置 121 が設けられている。ブレーキ装置 121 は、油圧により車輪 111 に制動力を加える装置である。同様に、各車輪 112 にもブレーキ装置 122 が設けられている。

車両 100 の制動は、回転電機 141, 142 によって行うこともできるし、ブレーキ装置 121, 122 によって行うこともできる。本実施形態においては、車両 100 の制動は基本的には回転電機 140 のみによって行われる。ブレーキ装置 121, 122 による制動は必要に応じて補助的に行われる。

[0019] 電池 150 は、各回転電機 141, 142 に電力を供給するための蓄電池である。本実施形態では、電池 150 としてリチウムイオンバッテリーが用いられている。

車両 100 には、制御装置 10 とは別にブレーキ ECU (Electronic Control Unit) 20 と上位 ECU 30 とが設けられている。制御装置 10、ブレーキ ECU 20、及び上位 ECU 30 はいずれも、CPU や ROM、RAM 等を有するマイクロコンピュータを中心に構成されている。これらは、車両

１００に設けられるネットワークを介して互いに双方向の通信を行うことができる。

[0020] ブレーキＥＣＵ２０は、上位ＥＣＵ３０からの指示に応じて、ブレーキ装置１２１、１２２の動作を制御する。

上位ＥＣＵ３０は、車両１００の全体の動作を統括的に制御する。上位ＥＣＵ３０は、制御装置１０及びブレーキＥＣＵ２０のそれぞれと双方向の通信を行いながら、車両１００の制御に必要な処理を行う。

[0021] なお、制御装置１０、ブレーキＥＣＵ２０、上位ＥＣＵ３０は、本実施形態のように３つの装置に分かれていなくてもよい。例えば、制御装置１０に、ブレーキＥＣＵ２０や上位ＥＣＵ３０の機能が統合されていてもよい。

車両１００には、その各種状態量を検出するためのセンサが複数搭載されている。図２に示されるように、このようなセンサには、例えば油圧センサ２０１、車輪速センサ２０２、ＭＧレゾルバ２０３、加速度センサ２０４、ブレーキストロークセンサ２０５、アクセル開度センサ２０６、操舵角センサ２０７、及び電流センサ２０８が含まれている。

[0022] 油圧センサ２０１は、各ブレーキ装置１２１、１２２の油圧を検出するためのセンサである。油圧センサ２０１は、ブレーキ装置１２１、１２２のそれぞれに対して個別に設けられているのであるが、図２においては油圧センサ２０１が単一のブロックとして模式的に描かれている。各油圧センサ２０１により検出された油圧を示す信号はブレーキＥＣＵ２０を介して制御装置１０に送信される。

[0023] 車輪速センサ２０２は、車輪１１１、１１２の単位時間当たりの回転数である回転速度を検出するためのセンサである。車輪速センサ２０２は、４つの車輪１１１、１１２のそれぞれに対して個別に設けられているのであるが、図２においては車輪速センサ２０２が単一のブロックとして模式的に描かれている。車輪速センサ２０２により検出された車輪１１１、１１２の回転速度を示す信号は制御装置１０に送信される。制御装置１０は、当該信号に基づいて、車両１００の走行速度を検出することができる。

[0024] MGレゾルバ203は、各回転電機141、142の出力軸の回転速度を検出するためのセンサである。MGレゾルバ203は、回転電機141、142のそれぞれの出力軸に対し、1つずつ個別に設けられているのであるが、図2においてはMGレゾルバ203が単一のブロックとして模式的に描かれている。MGレゾルバ203により検出された回転速度を示す信号は制御装置10に送信される。制御装置10は、当該信号に基づいて、車両100の走行速度を検出することができる。

[0025] 加速度センサ204は、車両100の加速度を検出するためのセンサである。加速度センサ204は車体101に取り付けられている。加速度センサ204は、車体101の前後方向、左右方向、及び上下方向のそれぞれの加速度に加えて、ピッチ方向、ロー方向、及びヨー方向のそれぞれの加速度を検出することができる、6軸加速度センサとして構成されている。加速度センサ204により検出された各加速度を示す信号は制御装置10に送信される。

[0026] ブレーキストロークセンサ205は、車両100の運転席に設けられるブレーキペダルの踏み込み量を検出するためのセンサである。ブレーキストロークセンサ205により検出された踏み込み量を示す信号は制御装置10に送信される。

アクセル開度センサ206は、車両100の運転席に設けられるアクセルペダルの踏み込み量を検出するためのセンサである。アクセル開度センサ206により検出された踏み込み量を示す信号は制御装置10に送信される。

[0027] 操舵角センサ207は、車両100の運転席に設けられたハンドルの回転角度である操舵角を検出するためのセンサである。操舵角センサ207により検出された操舵角を示す信号は制御装置10に送信される。

電流センサ208は、回転電機141、142のそれぞれに入力される駆動用電流の値を検出するためのセンサである。電流センサ208は、回転電機141、及び回転電機142のそれぞれに対し、1つずつ個別に設けられているのであるが、図2においては、電流センサ208は単一のブロックと

して模式的に描かれている。電流センサ 208 により検出された駆動用電流の値を示す信号は制御装置 10 に入力される。

[0028] 図 2 に示されるように、制御装置 10 は、その機能的な要素として、動作制御部 14 と、第 1 トルク指令値設定部 11 と、第 2 トルク指令値設定部 12 と、波形設定部 13 とを備えている。

動作制御部 14 は、回転電機 140 の動作を制御するである。動作制御部 14 は、回転電機 141, 142 のそれぞれの出力トルクを個別に制御することができる。ただし、本実施形態では、回転電機 141, 142 のそれぞれで同一のトルクを出力する場合を例に挙げて説明する。動作制御部 14 は、回転電機 140 の出力トルクを、第 1 トルク指令値設定部 11 及び第 2 トルク指令値設定部 12 により設定されるトルク指令値に制御する。

[0029] 第 1 トルク指令値設定部 11 は要求トルク指令値 T_A を設定する。要求トルク指令値 T_A は、車両 100 に対する運転者の操作、例えばブレーキペダルやアクセルペダルの操作等に基づいて、回転電機 140 から出力すべき制駆動トルクの目標値である。

第 2 トルク指令値設定部 12 は停車時トルク指令値 T_B を設定する。停車時トルク指令値 T_B は、車両 100 が停止したときにブレーキ装置 121, 122 を用いることなく、車両 100 の停止状態を維持するために回転電機 140 から出力すべきトルクの目標値である。

[0030] 波形設定部 13 はトルク波形を設定する部分である。「トルク波形」とは、回転電機 140 の出力トルクを要求トルク指令値 T_A から停車時トルク指令値 T_B まで変化させる際に回転電機 140 から出力すべきトルクの目標値の時間的な変化を示すものである。

動作制御部 14 は、通常、回転電機 140 の出力トルクを要求トルク指令値 T_A に制御する。一方、走行中の車両が停車するとき、動作制御部 14 は、回転電機 140 の出力トルクをトルク波形に沿って要求トルク指令値 T_A から停車時トルク指令値 T_B まで変化させて車両 100 を停車させる処理を行う。以下では、このトルク波形を用いた回転電機 140 の出力トルクの制

御を「トルク波形制御」とも称する。

[0031] まず、トルク波形制御が行われることなく車両１００を停止させる場合の例について、図３を参照しながら説明する。図３には、比較例の制御装置で制御が実行され、これにより車両１００を停止させる場合における例が示されている。図３（Ａ）に示されるのは、車両１００の车速の時間変化の例である。図３（Ｂ）に示されるのは、回転電機１４０の出力トルクの時間変化の例である。

[0032] 図３の例では、時刻 t_{10} までの期間において、車両１００は速度 V_0 で定速走行している。図３（Ｂ）では、当該期間における回転電機１４０の出力トルクは「０」となっている。

時刻 t_{10} 以降は、運転者によるブレーキペダルの踏み込みが行われているため、回転電機１４０の出力トルクの値が、負の値である「 T_{r1} 」になっている。図３（Ａ）に示されるように、時刻 t_{10} 以降は、車両１００の车速は次第に低下して行き、時刻 t_{12} において「０」となる。仮に、ブレーキペダルの踏み込み量が一定であると仮定すると、この比較例において回転電機１４０の出力トルクの大きさは、車両１００が停止する時刻 t_{12} まで一定の「 T_{r1} 」とされる。

[0033] 車両１００が減速しながら走行している期間、すなわち時刻 t_{10} から時刻 t_{12} までの期間においては、回転電機１４０から車輪１１１，１１２までの間に設けられる動力伝達部材には振れが生じた状態となっている。その後、時刻 t_{12} において車両１００が停車すると、動力伝達部材の振れが解放される。つまり、動力伝達部材が元の状態に戻ろうとする。この影響により、図３（Ａ）に示されるように、時刻 t_{12} 以降においては車体１０１がピッチ方向に振動してしまうことがある。このような振動は、車両１００の乗員に不快感を与えるため好ましくない。

[0034] そこで、本実施形態の制御装置１０では、車両１００の停止時に、波形設定部１３により設定されるトルク波形を用いて回転電機１４０の出力トルクを制御することにより、上記のような車両１００の振動を抑制している。具

体的には、制御装置 10 は、回転電機 140 の出力トルクの値をトルク波形に沿って要求トルク指令値から停車時トルク指令値 T_B まで変化させるトルク波形制御を実行する。これにより、回転電機 140 の出力トルクは、要求トルク指令値から停車時トルク指令値 T_B に急激に変化するのではなく、時間の経過と共に緩やかに変化して行く。そのため、制動に伴い振れが生じていた動力伝達部材は、トルク波形制御が行われている期間において元の状態に戻される。換言すれば、動力伝達部材で生じていた振れが元の状態に戻るような適切な波形として、トルク波形が予め設定されている。本実施形態のトルク波形は、いわゆる一次遅れ系で作成されている。回転電機 140 の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B まで変化すると、車両 100 が停車した状態となる。この時期においては、動力伝達部材で生じていた振れは無くなっているため、図 3 (A) に示されるような車体 101 の振動は生じない。このように、本実施形態の制御装置 10 によれば、回転電機 140 の制動力により車両 100 を適切に停車させることができる。

[0035] 以上のようなトルク波形制御を実現するために、制御装置 10 により実行される具体的な処理の手順について説明する。図 4 に示される一連の処理は、例えば車両 100 を停止させる必要が生じた際で、制御装置 10 によって実行されるものである。所定の制御周期が経過する毎に、図 4 の処理が繰り返し実行されてもよい。

[0036] 制御装置 10 は、まず、ステップ S10 の処理として、上位 ECU30 から回生要求が送信されているか否かを判定する。「回生要求」とは、回転電機 140 において回生による制動トルクを生じさせる必要が生じた場合に、上位 ECU30 から制御装置 10 に送信される制御信号である。例えば、車両 100 を停止させるために運転者がブレーキペダルの踏み込み操作を行った場合には、上位 ECU30 から制御装置 10 に回生要求が送信される。上位 ECU30 は、例えばブレーキストロークセンサ 205 により検出されるブレーキペダルの踏み込み量に基づいて回生トルク指令値 T_r を演算式やマップ等を用いて演算するとともに、演算された回生トルク指令値 T_r を回生

要求とともに制御装置 10 に送信する。回生トルク指令値 T_r は、回生により回転電機 140 から出力すべき制動トルクの目標値である。

[0037] 制御装置 10 は、上位 ECU 30 から回生要求が送信されていない場合には、ステップ S10 の処理で否定的な判定を行って、ステップ S10 の判定処理を繰り返し実行する。制御装置 10 は、上位 ECU 30 から回生要求が送信された場合には、ステップ S10 の処理で肯定的な判定を行って、ステップ S11 に移行する。

[0038] 制御装置 10 は、ステップ S11 の処理として、第 2 トルク指令値設定部 12 により停車時トルク指令値 T_B を設定する処理を行う。上述の通り、「停車時トルク指令値 T_B 」とは、車両 100 が停止した時点で、回転電機 140 から出力すべき制駆動トルクの目標値である。本実施形態の第 2 トルク指令値設定部 12 は、車両 100 が停止した後、その状態を維持するために回転電機 140 から出力すべきトルクとして、停車時トルク指令値 T_B を設定している。例えば、車両 100 が昇り勾配の斜面で停止する際に、回転電機 140 からの出力トルクが「0」に設定されていると、重力によって車両 100 が後退する可能性がある。この場合、第 2 トルク指令値設定部 12 は、重力に抗して車両 100 が停止状態を維持するために回転電機 140 から出力すべきトルクの目標値として、停車時トルク指令値 T_B を「0」よりも大きな値に設定する。

[0039] 例えば、第 2 トルク指令値設定部 12 は、加速度センサ 204 により検出される車両 100 の第 1 減速度、及び車輪速センサ 202 により検出される車輪 111, 112 の回転速度から演算可能な車両 100 の第 2 減速度に基づいて停車時トルク指令値 T_B を演算する。第 1 減速度には、大きくは、車両前後方向における車両 100 の実際の減速度と、重力加速度の車両進行方向成分とが含まれている。第 2 減速度は、車両前後方向における車両 100 の実際の減速度である。したがって、第 1 減速度と第 2 減速度との差分値を求めることにより、重力加速度の車両前後方向成分を求めることができる。これを利用し、第 2 トルク指令値設定部 12 は、第 1 減速度と第 2 減速度と

の差分値を演算するとともに、演算された差分値から公知の演算式等を用いて、車両１００が停車した際に車両前後方向において車両１００に作用する重力成分である減速力を演算する。第２トルク指令値設定部１２は、演算された減速力から所定の演算式等を用いて停車時トルク指令値ＴＢを演算する。

[0040] なお、加速度センサ２０４により検出される第１減速度には、車両前後方向の車両１００の実際の減速度、及び重力加速度の車両前後方向成分だけでなく、車両１００が旋回することにより車両１００に生じる減速度等が含まれている。そのため、より精度良く停車時トルク指令値ＴＢを演算するために、第２トルク指令値設定部１２は、車両１００が旋回することにより車両１００に生じる減速度に対応したトルクを停車時トルク指令値ＴＢから除外してもよい。この旋回抵抗トルク T_{gy} は、例えば以下の式ｆ１により演算することができる。

[0041] [数１]

$$T_{gy} = \frac{mV^2 \sin\left(\frac{\theta}{K_h}\right)}{L} \times L_r r \quad (f1)$$

式ｆ１において、「 m 」は車両１００の質量であり、「 V 」は車速である。「 θ 」は、操舵角センサ２０７により検出される操舵角である。「 K_h 」はステアリングギア比である。「 L 」は車両１００のホイールベース長さであり、「 L_r 」は車両１００の重心から車輪１１２（つまり後輪）の軸までの距離であり、「 r 」は車輪１１１，１１２の半径である。

[0042] 制御装置１０は、ステップＳ１１に続くステップＳ１２の処理として、第１トルク指令値設定部１１により要求トルク指令値ＴＡを設定する。具体的には、第１トルク指令値設定部１１は、アクセル開度センサ２０６により検出されるアクセルペダルの踏み込み量から演算式やマップ等を用いて駆動トルク指令値を演算する。そして、第１トルク指令値設定部１１は、演算された駆動トルク指令値と、ステップＳ１０の処理で上位ＥＣＵ３０から送信さ

れる回生要求に含まれる回生トルク指令値 T_r とを加算することにより要求トルク指令値 T_A を設定する。

[0043] なお、車両 100 を停止させる際には、通常は運転者がアクセルペダルを踏み込んでいない状態、すなわちアクセルペダルの踏み込み量が「0」の状態であるため、駆動トルク指令値は「0」である。したがって、要求トルク指令値 T_A は、回生トルク指令値 T_r と同一の値に設定される。

[0044] 制御装置 10 は、ステップ S 12 に続くステップ S 13 の処理として、動作制御部 14 により回転速度判定値 ω_s を設定する処理を行う。回転速度判定値 ω_s は、車輪 111, 112 の回転速度が、トルク波形制御を開始すべき回転速度まで低下したか否かを判定するための判定値である。回転速度判定値 ω_s は、例えば以下の式 f 2 により演算することができる。

[0045] [数2]

$$\omega_s = \frac{\Delta T_r \cdot \tau_0}{I_v} \quad (f2)$$

式 f 2 において、「 ΔT_r 」は、ステップ S 12 の処理で演算される要求トルク指令値 T_A から、ステップ S 11 の処理で演算される停車時トルク指令値 T_B を減算した指令トルク差分値である。「 I_v 」は、車体 101 の質量を、車輪 111 等の回転系におけるイナーシャに換算したものである。イナーシャ I_v は、車両 100 の質量 m 及び車輪 111, 112 の半径 r を用いて、例えば「 $I_v = m r^2$ 」の式により演算することができる。「 τ_0 」は、トルク波形制御で用いられる一次遅れ系のトルク波形の時定数として予め設定された値である。トルク波形の時定数 τ_0 は、乗員に違和感を与えないように例えば以下のように設定される。

[0046] トルク波形の時定数 τ を大きくし過ぎた場合には、トルク波形制御を開始した時点から、すなわち回転電機 140 の出力トルクをトルク波形に沿って変化させ始めた時点から、回転電機 140 の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B に収束するまでの時間が長くなる可能性がある。このような場合、車両 100 の制動力の効きが悪いと感じられるような、いわゆる「G 抜け」と

称される違和感を乗員に与えるおそれがある。このようなG抜けの違和感を運転者に与え難くするためには、トルク波形の時定数 τ を車両100のピッチ共振周期よりも短い値に設定することが有効である。

[0047] なお、車両100のピッチ共振周波数 f_p は、以下の式f3により求めることができる。

[0048] [数3]

$$f_p = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{22.3gh_c}{0.14L_t \cdot L}} \quad (f3)$$

式3において、「g」は重力加速度、「L」は車両100のホイールベース長さ、「 L_t 」は車体101の全長、「 h_c 」は車体101の重心高さである。

車両100のピッチ共振周期は、式f4により演算されるピッチ共振周波数 f_p の逆数である。したがって、G抜けの違和感を運転者に与え難くするためには、トルク波形の時定数 τ を以下の式f4のように設定することが望ましい。

[0049] [数4]

$$\tau < \frac{1}{f_p} \quad (f4)$$

一方、トルク波形の時定数 τ の値を小さくし過ぎた場合には、回転電機140の出力トルクが停車時トルク指令値TBに収束するまでの時間が短くなり過ぎてしまう。すなわち、動力伝達部材の振れが素早く開放され過ぎるため、動力伝達部材にバックラッシュが発生して、その衝撃を乗員に感じさせてしまうおそれがある。また、動力伝達部材の振れが十分に解放されないまま車両100が停止し、停止後に動力伝達部材の解放に伴って車両100が振動してしまう可能性もある。そこで、波形設定部13は、以下の式f5に示される条件を満たすような値として、時定数 τ を設定する。

[0050]

[数5]

$$\frac{\Delta T_r}{K_d \cdot \tau} < \omega_\alpha [\text{rad/s}] \quad (f5)$$

式(5)において、「 ΔT_r 」は、式f2で用いられるものと同様のトルク、すなわち要求トルク指令値TAから停車時トルク指令値TBを減算した指令トルク差分値である。「 K_d 」は、動力伝達部材の剛性を示す係数、具体的にはドライブシャフト133、134の剛性、又はサスペンションの前後の等価剛性である。「 ω_α 」は、動力伝達部材にバックラッシュが発生し難い車輪111、112の回転速度の閾値である。回転速度閾値 ω_α は、例えば「4.8 [rad/s]」に設定される。

[0051] 上記の式5から以下の式f6を得ることができる。

[0052] [数6]

$$\frac{\Delta T_r}{\omega_\alpha \cdot K_d} < \tau \quad (f6)$$

上記の式f2の時定数 τ_0 は上記の式f4及び式f6を満たすように予め実験等により定められており、制御装置10のメモリに記憶されている。このような時定数 τ_0 を用いてトルク波形を設定することにより、G抜け及びバックラッシュの衝撃を乗員に感じさせ難いトルク波形を設定することが可能となる。

[0053] なお、時定数 τ_0 に関しては、予め設定された固定値を用いるという方法に代えて、波形設定部13が上記の式f4及び式f6を満たすように設定してもよい。例えば、波形設定部13は、指令トルク差分値 ΔT_r の演算値から上記の式f4及び式f6を用いて時定数 τ_0 をその都度算出してもよい。

[0054] 動作制御部14は、図4に示されるステップS13の処理において、以上のようにして設定される時定数 τ_0 の他、指令トルク差分値 ΔT_r 及びイナーシャ I_v から上記の式f2を用いて回転速度判定値 ω_s を演算する。

このようにして設定される回転速度判定値 ω_s を利用して、車輪111、

112の回転速度が回転速度判定値 ω_s を下回った時点でトルク波形制御を開始すると、回転電機140の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B に達する時点で、車両100の車速を「0」にすること、すなわち車両100を停止させることができる。

[0055] 制御装置10は、図4に示される処理を完了した後、図5に示される一連の処理を所定の周期で繰り返し実行する。

図5に示されるように、制御装置10は、まず、ステップS20の処理として、車輪速センサ202により検出される車輪111, 112の回転速度 ω が、図4のステップS13の処理で設定される回転速度判定値 ω_s 以下であるか否かを判定する。具体的には、制御装置10は、車輪速センサ202により検出される車輪111, 112の回転速度の平均値を求めた上で、その回転速度の平均値が回転速度判定値 ω_s 以下であるか否かを判定する。なお、制御装置10は、ステップS20の処理において、一方の車輪111の回転速度の平均値が回転速度判定値 ω_s 以下であるか否かを判定してもよい。

[0056] 車両100を停止させるために回転電機140から制動トルクを発生させた初期の時点では、多くの場合、回転電機140の回転速度 ω は回転速度判定値 ω_s よりも大きい。そのため、制御装置10は、ステップS20の処理で否定的な判断を行って、ステップS27の処理に移行する。

[0057] 制御装置10では、ステップS27の処理として、動作制御部14により通常トルク制御が実行される。通常トルク制御は、回転電機140の出力トルクを、図4のステップS12の処理で設定される要求トルク指令値 T_A に一致させる制御である。したがって、動作制御部14が通常トルク制御を実行している場合、回転電機140の出力トルクは、基本的には、ブレーキペダルの踏み込み量に応じて変化することとなる。具体的には、ブレーキペダルの踏み込み量が大きくなるほど、より大きい制動トルクが回転電機140から出力される。この回転電機140から出力される制動トルクにより車両100に制動力が加わることで車両100が減速する。すなわち、車輪11

1, 1 1 2の回転速度 ω が次第に低下する。

[0058] その後、車輪1 1 1, 1 1 2の回転速度 ω が回転速度判定値 ω_s 以下になると、制御装置1 0は、ステップS 2 0の処理で肯定的な判定を行って、ステップS 2 1の処理に移行する。これにより制御装置1 0はトルク波形制御を開始する。制御装置1 0では、まず、ステップS 2 1の処理として、第1トルク波形を設定する処理が波形設定部1 3により行われる。第1トルク波形は、停車に伴って車両1 0 0に発生するピッチ方向の振動を減衰させることができるように設定されている。波形設定部1 3は、例えば以下の式f 7を用いることにより第1トルク波形を設定する。なお、式f 7はラプラス変換後の式である。

[0059] [数7]

$$T1_{MG}(s) = \frac{\Delta T_r}{\tau_1 s + 1} G(s) \quad (f7)$$

式f 7の左辺の「 $T1_{MG}$ 」は、回転電機1 4 0のトルク指令値の時間的な変化を示す関数である。この関数 $T1_{MG}$ が示す時間的な波形が第1トルク波形に相当する。以下では、式f 7の「 $T1_{MG}$ 」を第1トルク波形 $T1_{MG}$ と称する。「 s 」は微分演算子である。

[0060] 式f 7の右辺において、「 ΔT_r 」は、式f 2の指令トルク差分値 ΔT_r と同じもの、すなわち図4に示されるステップS 1 2の処理で演算される要求トルク指令値 T_A から、ステップS 1 1の処理で演算される停車時トルク指令値 T_B を減算したものである。「 τ_1 」は、上記の式f 4及び式f 6を満たすように予め設定されている時定数である。「 $G(s)$ 」は、車両1 0 0のピッチ方向の振動を減衰させることが可能な伝達関数である。伝達関数 $G(s)$ は、例えば以下の式f 8に示されるように定義される。

[0061] [数8]

$$G(s) = \frac{\frac{1}{w_n^2} s^2 + \frac{2\zeta}{w_n} s + 1}{\frac{1}{w_c^2} s^2 + \frac{2\zeta_c}{w_c} s + 1} \quad (f8)$$

式 f 8 において、「 w_n 」は車両 100 のピッチング共振周期の実測値であり、「 ζ 」はピッチ減衰係数の実測値である。「 w_c 」は車両 100 のピッチング共振周期の目標値であり、「 ζ_c 」はピッチ減衰係数の目標値である。ピッチング共振周期の実測値 w_n 及びピッチ減衰係数 ζ は予め実験等により求められており、制御装置 10 のメモリに記憶されている。ピッチング共振周期の目標値 w_c 及びピッチ減衰係数の目標値 ζ_c は予め定められており、制御装置 10 のメモリに記憶されている。

[0062] 図 5 に示されるように、制御装置 10 では、ステップ S 21 に続くステップ S 22 の処理として、加速度センサ 204 により検出される車両 100 のピッチ方向の加速度にゼロクロスが発生したか否かが波形設定部 13 により判定される。ゼロクロスは、車両 100 のピッチ方向の加速度が所定の傾きを有して正の値から負の値に変化する現象、又は車両 100 のピッチ方向の加速度が所定の傾きを有して負の値から正の値に変化する現象である。

[0063] 車両 100 が減速している際は、基本的には、車両 100 のピッチ方向の加速度は「0」又はその近傍の値に維持されるため、波形設定部 13 は、ステップ S 22 の処理で否定的な判定を行う。この場合、波形設定部 13 は、ステップ S 24 の処理として、車輪速センサ 202 により検出される車輪 111, 112 の回転速度から車両 100 の速度である車速 V を演算するとともに、演算された車速 V が「0」であるか否かを判定する。車両 100 が減速している際は、車速 V が「0」ではないため、波形設定部 13 は、ステップ S 24 の処理でも否定的な判定を行う。この場合、制御装置 10 では、ステップ S 26 の処理として、停車時トルク制御が動作制御部 14 により実行される。具体的には、動作制御部 14 は、回転電機 140 の出力トルクを、式 f 7 に示される第 1 トルク波形 T_{1MG} に追従させる制御を実行する。このようにしてステップ S 26 の処理が実行された後、制御装置 10 は、図 5 に示される処理を一旦終了するとともに、所定の周期の経過後に図 5 に示される処理を再び開始する。以降、制御装置 10 は、ステップ S 22 の処理で否定的な判定を行って、且つステップ S 24 の処理で否定的な判定を行って

る期間、ステップS 2 6 の処理が第1トルク波形 T_{1MG} に基づいて繰り返し実行される。

[0064] ステップS 2 6 の処理が繰り返し実行されることにより、第1トルク波形 T_{1MG} に追従するように回転電機140の出力トルクが制御される。これにより、回転電機140の出力トルクにより動力伝達部材の振れが戻される。動力伝達部材の振り戻しにより車体101がピッチ方向に振動する。これにより、車両100のピッチ方向の加速度にゼロクロスが発生する。

[0065] このようにして車両100のピッチ方向の加速度にゼロクロスが発生することにより、波形設定部13は、ステップS 2 2 の処理で肯定的な判定を行う。これにより、波形設定部13は、ステップS 2 3 の処理として、第2トルク波形を設定する処理を行う。第2トルク波形は、停車間際に車両100の動力伝達部材に発生する振動を減衰させることができるように設定されている。波形設定部13は、例えば以下の式f 9を用いることにより第2トルク波形を設定する。

[0066] [数9]

$$T2_{MG} = \Delta T_c e^{-\frac{t}{\tau_2}} \quad (f9)$$

式f 9の左辺の「 $T2_{MG}$ 」は、回転電機140のトルク指令値の時間的な変化を示す関数である。この関数 $T2_{MG}$ が示す時間的な波形が第2トルク波形に相当する。以下では、式f 9の「 $T2_{MG}$ 」を第2トルク波形 $T2_{MG}$ と称する。

式f 9の右辺において、「 ΔT_c 」は、車両100のピッチ方向の加速度がゼロクロスした時点での第1トルク波形 T_{1MG} の値から、停車時トルク指令値 T_B を減算したものである。「 t 」は、ステップS 2 3 の処理を開始した時点からの経過時間である。「 τ_2 」は時定数である。波形設定部13は、例えば以下の式f 10に示されるように時定数 τ_2 を設定する。

[0067]

[数10]

$$\tau_2 = \frac{\tau_0 - \tau_1 + \frac{2\zeta}{w_n} - \frac{2\zeta_c}{w_c}}{2} \quad (f10)$$

式 f 1 0 において、時定数 τ_0 , τ_1 は、式 f 2, f 7 で用いられているものと同様のものである。ピッチ減衰係数の実測値 ζ 、車両 1 0 0 のピッチング共振周期の実測値 w_n 、ピッチ減衰係数の目標値 ζ_c 、及び車両 1 0 0 のピッチング共振周期の目標値 w_c は、式 f 8 で用いられているものと同様のものである。

[0068] 波形設定部 1 3 は、ステップ S 2 3 に続くステップ S 2 4 の処理として、車速 V が「0」であるか否かを判定する。ステップ S 2 3 の処理が開始された時点では車両 1 0 0 が減速中であるため、車速 V は「0」になっていない。そのため、波形設定部 1 3 は、ステップ S 2 4 の処理で否定的な判定を行う。この場合、波形設定部 1 3 では、ステップ S 2 6 の処理として停車時トルク制御が動作制御部 1 4 により実行される。具体的には、動作制御部 1 4 は、回転電機 1 4 0 の出力トルクを、式 f 9 に示される第 2 トルク波形 T_{2M} に追従させる制御を実行する。このようにしてステップ S 2 6 の処理が実行された後、制御装置 1 0 は、図 5 に示される処理を一旦終了するとともに、所定の周期の経過後に図 5 に示される処理を再び開始する。以降、制御装置 1 0 は、ステップ S 2 2 の処理で肯定的な判定を行って、且つステップ S 2 4 の処理で否定的な判定を行っている期間、ステップ S 2 6 の処理が第 2 トルク波形 T_{2MG} に基づいて繰り返し実行される。

[0069] ステップ S 2 6 の処理が繰り返し実行されることにより、第 2 トルク波形 T_{2MG} に追従するように回転電機 1 4 0 の出力トルクが制御される。これにより、動力伝達系の振動が抑制されつつ、回転電機 1 4 0 の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B に向かって変化する。

[0070] その後、車速 V が「0」になると、波形設定部 1 3 は、ステップ S 2 4 の処理で肯定的な判定を行う。この場合、波形設定部 1 3 は、ステップ S 2 5

の処理として、停車保持トルク指令値 T_C を設定する。停車保持トルク指令値 T_C は、車両 100 を停止状態に維持するために回転電機 140 から出力すべきトルクの目標値である。波形設定部 13 は、ステップ S 25 の処理において、基本的には、図 4 に示されるステップ S 11 の処理で設定される停車時トルク指令値 T_B を停車保持トルク指令値 T_C として用いる。

[0071] 但し、停車時トルク指令値 T_B に誤差が存在する場合、停車時トルク指令値 T_B を用いて回転電機 140 の出力トルクを制御すると、車両 100 を停止状態に維持できない可能性がある。そのため、波形設定部 13 は、回転電機 140 の出力トルクを第 2 トルク波形 T_{MG} に沿うように停車時トルク指令値 T_B に向かって変化させた結果、車両 100 を停止状態に維持できないと判定した場合には、第 2 トルク波形 T_{MG} に対して所定のトルクを加算及び減算させつつ、車両 100 を停止状態に維持できるように第 2 トルク波形 T_{MG} を調整する。この場合、波形設定部 13 は、車速 V が「0」になった時点における調整後の第 2 トルク波形 T_{MG} の値に基づいて停車保持トルク指令値 T_C を設定する。

[0072] 制御装置 10 では、ステップ S 25 の処理に続いて、停車時トルク制御が動作制御部 14 により実行される。具体的には、動作制御部 14 は、回転電機 140 の出力トルクを停車保持トルク指令値 T_C に制御する。これにより、例えば登坂路や降坂路で車速 V が「0」になった場合、すなわち車両 100 が停止した場合であっても、回転電機 140 の出力トルクにより車両 100 を停止状態に維持することができる。

[0073] 次に、本実施形態の車両 100 の動作例について説明する。なお、以下では、登坂路を走行している車両 100 が停止する場合を例に挙げて説明する。

図 6 (A) に示されるように、例えば時刻 t_{20} でブレーキペダルの踏み込み操作が行われたとすると、上位 ECU 30 から制御装置 10 に送信される回生トルク指令値 T_r が、負の所定値 T_{r1} に設定される。以降、ブレーキペダルの踏み込み量が一定量であるとする、回生トルク指令値 T_r は所

定値 T_{r1} に維持される。

[0074] 時刻 t_{20} で回生トルク指令値 T_r が所定値 T_{r1} に設定されることにより、図 6 (C) に示されるように、要求トルク指令値 T_A も所定値 T_{r1} に設定される。これにより、図 6 (D) に示されるように、回転電機 140 の出力トルクが所定値 T_{r1} に制御される。すなわち、回転電機 140 から所定値 T_{r1} の制動トルクが出力されるため、車両 100 に制動力が付与される。結果として、図 6 (B) に示されるように、時刻 t_{20} 以降、車速 V が低下する。

[0075] その後、時刻 t_{21} の時点で車輪 111, 112 の回転速度 ω が回転速度判定値 ω_s 以下になると、回転電機 140 の出力トルクが第 1 トルク波形 T_{1MG} に沿って制御されるようになる。そのため、図 6 (D) に示されるように、回転電機 140 のトルクは、時刻 t_{21} 以降、所定値 T_{r1} から正の方向に変化する。これにより動力伝達部材が振り戻される。動力伝達部材の振り戻しに伴って車体 101 がピッチ方向に振動する。具体的には、車体 101 は、ピッチ方向において後方から前方に向かう方向に振動した後、その逆の前方から後方に向かう方向に振動する。そのため、図 6 (F) に示されるように、車両 100 のピッチ方向の加速度は、正の値に変化した後、負の値に向かって変化する。結果的に、時刻 t_{22} で車両 100 のピッチ方向の加速度にゼロクロスが発生する。

[0076] なお、図 7 (A) ~ (C) は、時刻 t_{21} , t_{22} 付近における車速 V 、回転電機 140 の出力トルク、及び車両 100 のピッチ方向の加速度の変化を拡大して示したものである。

時刻 t_{22} で車両 100 のピッチ方向の加速度にゼロクロスが発生すると、回転電機 140 の出力トルクが第 2 トルク波形 T_{2MG} に沿って制御されるようになる。これにより、図 7 (B) に示されるように、回転電機 140 のトルクは、時刻 t_{22} 以降、停車時トルク指令値 T_B に向かって更に変化する。車両 100 が登坂路で停止する場合、図 6 (D) に示されるように、停車時トルク指令値 T_B は「0」よりも大きい値に設定される。

[0077] このように、車両 100 のピッチ方向の加速度がゼロクロスした時点で、すなわち車両 100 のピッチ方向の加速度が「0」になった時点で回転電機 140 の制御波形を第 1 トルク波形 T_{1MG} から第 2 トルク波形 T_{2MG} に切り替えることにより、車両 100 のピッチ方向の速度変化を小さくすることができる。結果として、運転者の頭が後ろ向きに移動する速度を遅くすることができるため、停車間際の乗り心地を向上させることができる。

[0078] その後、図 6 (B) に示されるように時刻 t_{23} で車速 V が「0」になると、図 6 (D) に示されるように回転電機 140 の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B に制御されるようになる。これにより、車両 100 は停止状態に維持される。

なお、回転電機 140 の出力トルクを停車時トルク指令値 T_B に維持し続けると、回転電機 140 の発熱量や消費電力が大きくなることが懸念される。そのため、本実施形態では、図 6 (E) に示されるように、時刻 t_{23} から所定時間が経過した時刻 t_{24} の時点で、ブレーキ ECU 20 がブレーキ装置 121, 122 の油圧を所定圧 P_1 まで上昇させる。所定圧 P_1 は、車両 100 の停止状態を維持するために必要な制動力を車輪 111, 112 に付与できる値に設定されている。図 6 (E) に示されるように時刻 t_{25} でブレーキ装置 121, 122 の油圧が所定圧 P_1 まで上昇すると、図 6 (D) に示されるように、制御装置 10 は回転電機 140 の出力トルクを「0」に設定する。

[0079] 以上説明した本実施形態の制御装置 10 によれば、以下の (1) ~ (6) に示される作用及び効果を得ることができる。

(1) 動作制御部 14 は、回転電機 140 の出力トルクを要求トルク指令値 T_A から停車時トルク指令値 T_B に向かって変化させる際に、トルク波形に沿うように回転電機 140 の出力トルクを制御する。波形設定部 13 は、トルク波形として、車両のピッチ方向の振動を減衰させることが可能な第 1 トルク波形 T_{1MG} を用いた後、車両 100 の動力伝達部材の振動を抑制することが可能な第 2 トルク波形 T_{2MG} を用いる。この構成によれば、回転電機

140の出力トルクが、車両100のピッチ方向の振動を減衰させることが可能な第1トルク波形 T_{1MG} に沿って変化した後、動力伝達部材の振動を減衰させることが可能な第2トルク波形 T_{2MG} に沿って変化する。これにより、車両100の停車時にピッチ方向の揺れ戻しが抑制された後に動力伝達部材の振動が更に抑制されるため、車両100のピッチ方向の振動を抑制しつつ、G抜けと称される違和感を乗員に与え難くなる。よって、より適切に車両100を停止させることが可能となる。

[0080] (2) 動作制御部14は、回転電機140の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B になる時点と、車両100が停止する時点とが一致するように、トルク波形に沿った回転電機140の出力トルクの制御を開始する。具体的には、動作制御部14は、車輪111, 112の回転速度 ω が回転速度判定値 ω_s まで低下したときに、トルク波形に沿った回転電機140の出力トルクの制御を開始することにより、回転電機140の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B になる時点と、車両100が停止する時点とを一致させる。この構成によれば、車両100が停止したときに、回転電機140の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B になっているため、よりの確に車両100の停止状態を維持することが可能となる。

[0081] (3) 動作制御部14は、上記の式f2に基づいて回転速度判定値 ω_s を設定する。すなわち、要求トルク指令値 T_A と停車時トルク指令値 T_B との差分値である指令トルク差分値 ΔT_r に基づいて回転速度判定値 ω_s を設定する。この構成によれば、回転速度判定値 ω_s を容易に設定することができる。

[0082] (4) 時定数 τ_1 は、上記の式f4を満たすように、すなわちピッチ共振周期よりも小さい値になるように設定される。波形設定部13は、式f7に示されるように、第1トルク波形 T_{1MG} を、この時定数 τ_1 を有する波形となるように設定する。この構成によれば、回転電機140の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B に収束するまでの時間が長くなり過ぎることを回避できるため、車両100の制動力の効きが悪いと感じられるような、いわゆるG抜

けと称される違和感を乗員に与え難くすることが可能となる。

[0083] (5) 波形設定部 13 は、加速度センサ 204 により検出される車両 100 のピッチ方向の実加速度に基づいて、第 1 トルク波形 T_{1MG} から第 2 トルク波形 T_{2MG} に切り替える時期を決定する。具体的には、波形設定部 13 は、車両 100 のピッチ方向の実加速度がゼロクロスすることに基づいて、第 1 トルク波形 T_{1MG} から第 2 トルク波形 T_{2MG} に切り替える。この構成によれば、車両 100 のピッチ方向の加速度の変化を抑制しつつ、回転電機 140 のトルク波形を切り替えることができるため、乗り心地を向上させることができる。

[0084] (6) 波形設定部 13 は、上記の式 f_9 に示されるように、トルク差分値 ΔT_c と時定数 τ_2 とに基づいて第 2 トルク波形 T_{2MG} を設定する。トルク差分値 ΔT_c は、車両 100 のピッチ方向の加速度がゼロクロスした時点での第 1 トルク波形 T_{1MG} の値から、停車時トルク指令値 T_B を減算したものである。時定数 τ_2 は、式 f_{10} に示されるように、車両 100 のピッチング共振周期の実測値 w_n 等に基づいて設定されている。この構成によれば、より適切に第 2 トルク波形 T_{2MG} を設定することができる。

[0085] なお、上記実施形態は、以下の形態にて実施することもできる。

・図 5 に示されるステップ S20 の処理は、MG レゾルバ 203 により検出される回転電機 140 の回転速度に基づいて行われてもよい。この場合、MG レゾルバ 203 により検出される回転電機 140 の回転速度を所定の演算式を用いて車輪 111 の回転速度に換算すれば、類似の判定処理を行うことができる。また、回転速度判定値 ω_s が、MG レゾルバ 203 により検出される回転電機 140 の回転速度に対して設定されていてもよい。

[0086] ・回転速度判定値 ω_s を設定するにあたっては、回転電機 140 の出力トルクが停車時トルク指令値 T_B になる時点と、車両 100 が停止する時点とが互いに一致するのであれば、上記の式 f_2 とは異なる式が用いられてもよい。また、「車両 100 が停止する時点」とは、車速が完全に 0 となるタイミングでなくてもよい。例えば、車速の絶対値が所定の閾値を下回るタイミ

ングであってもよい。

[0087] ・波形設定部 13 は、車両 100 のピッチ方向の実加速度に代えて、その予測値がゼロクロスすることに基づいて、第 1 トルク波形 T_{1MG} から第 2 トルク波形 T_{2MG} に切り替えてもよい。

・本開示に記載の制御装置 10 及びその制御方法は、コンピュータプログラムにより具体化された 1 つ又は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された 1 つ又は複数の専用コンピュータにより、実現されてもよい。本開示に記載の制御装置 10 及びその制御方法は、1 つ又は複数の専用ハードウェア論理回路を含むプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。本開示に記載の制御装置 10 及びその制御方法は、1 つ又は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと 1 つ又は複数のハードウェア論理回路を含むプロセッサとの組み合わせにより構成された 1 つ又は複数の専用コンピュータにより、実現されてもよい。コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。専用ハードウェア論理回路及びハードウェア論理回路は、複数の論理回路を含むデジタル回路、又はアナログ回路により実現されてもよい。

[0088] ・本開示は上記の具体例に限定されるものではない。上記の具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲に包含される。前述した各具体例が備える各要素、及びその配置、条件、形状等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。前述した各具体例が備える各要素は、技術的な矛盾が生じない限り、適宜組み合わせを変えることができる。

請求の範囲

- [請求項1] 走行用の動力源として回転電機（140）が搭載される車両（100）の制御装置（10）であって、
- 前記回転電機の出力トルクを制御する動作制御部（14）と、
- 前記車両に対する運転者の操作に基づいて前記回転電機から出力すべきトルクの目標値である要求トルク指令値を設定する第1トルク指令値設定部（11）と、
- 前記車両が停止したときに前記車両の停止状態を維持するために前記回転電機から出力すべきトルクの目標値である停車時トルク指令値を設定する第2トルク指令値設定部（12）と、
- 前記回転電機の出力トルクの目標値の時間的な変化を示すトルク波形を設定する波形設定部（13）と、を備え、
- 前記動作制御部は、前記回転電機の出力トルクを前記要求トルク指令値から前記停車時トルク指令値に向かって変化させる際に、前記トルク波形に沿うように前記回転電機の出力トルクを制御し、
- 前記波形設定部は、前記トルク波形として、前記車両のピッチ方向の振動を減衰させることが可能な第1トルク波形を用いた後、前記回転電機のトルクを車輪に伝達するための動力伝達系に設けられる動力伝達部材の振動を減衰させることが可能な第2トルク波形を用いる制御装置。
- [請求項2] 前記動作制御部は、前記回転電機の出力トルクが前記停車時トルク指令値になる時点と、前記車両が停止する時点とが一致するように、前記トルク波形に沿った前記回転電機の出力トルクの制御を開始する請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記動作制御部は、前記車輪の回転速度が所定の回転速度判定値まで低下したときに、前記トルク波形に沿った前記回転電機の出力トルクの制御を開始することにより、前記回転電機の出力トルクが前記停車時トルク指令値になる時点と、前記車両が停止する時点とを一致さ

せる

請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項4] 前記動作制御部は、前記要求トルク指令値及び前記停車時トルク指令値の差分値に基づいて前記回転速度判定値を設定する

請求項 3 に記載の制御装置。

[請求項5] 前記波形設定部は、前記第 1 トルク波形を、前記車両のピッチ共振周期よりも小さい時定数を有する波形となるように設定する

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の制御装置。

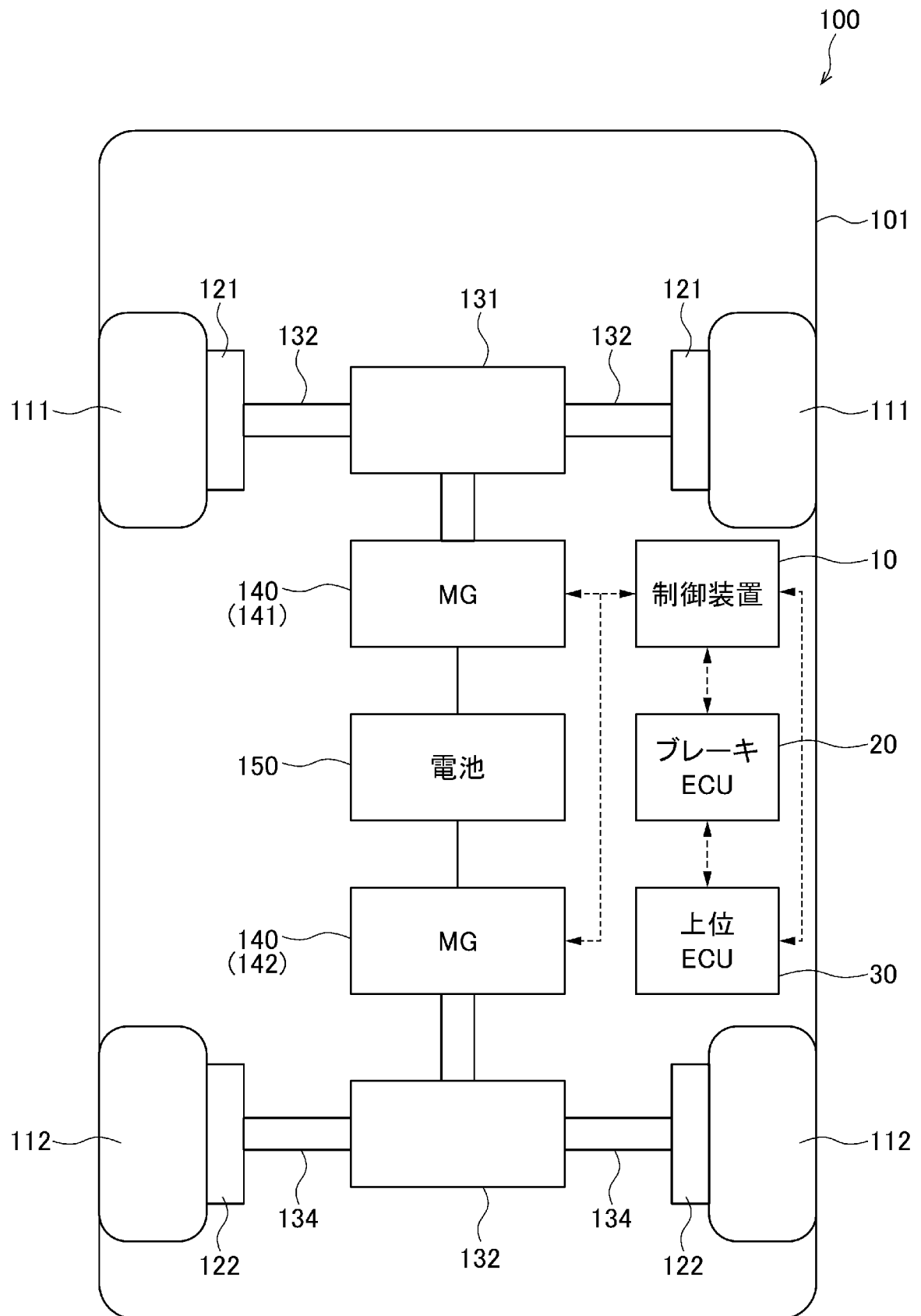
[請求項6] 前記波形設定部は、前記車両のピッチ方向の実加速度又はその予測値に基づいて、前記第 1 トルク波形から前記第 2 トルク波形に切り替える時期を決定する

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の制御装置。

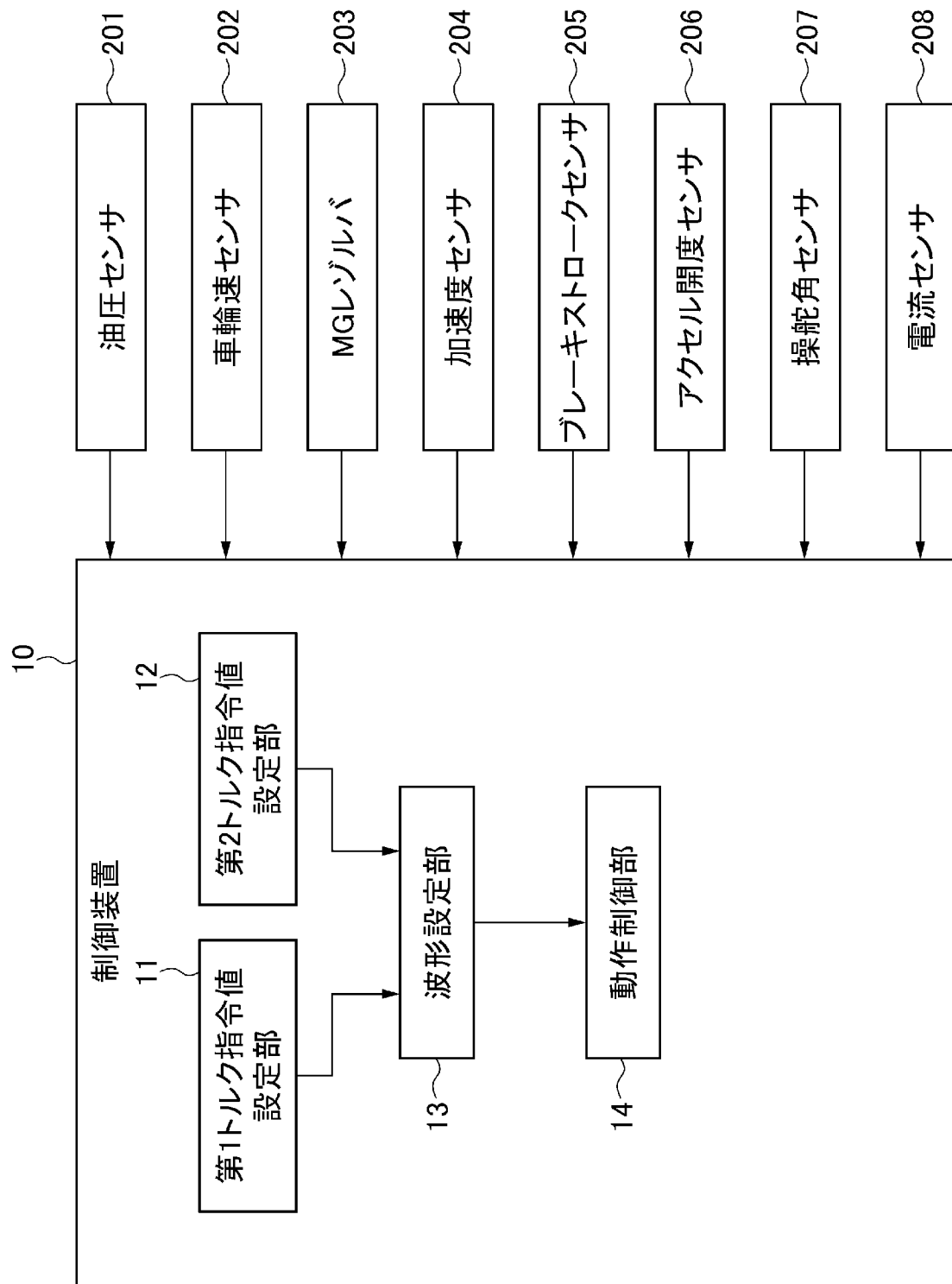
[請求項7] 前記波形設定部は、前記第 1 トルク波形の値と前記車両のピッチ共振周期とに基づいて前記第 2 トルク波形を設定する

請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の制御装置。

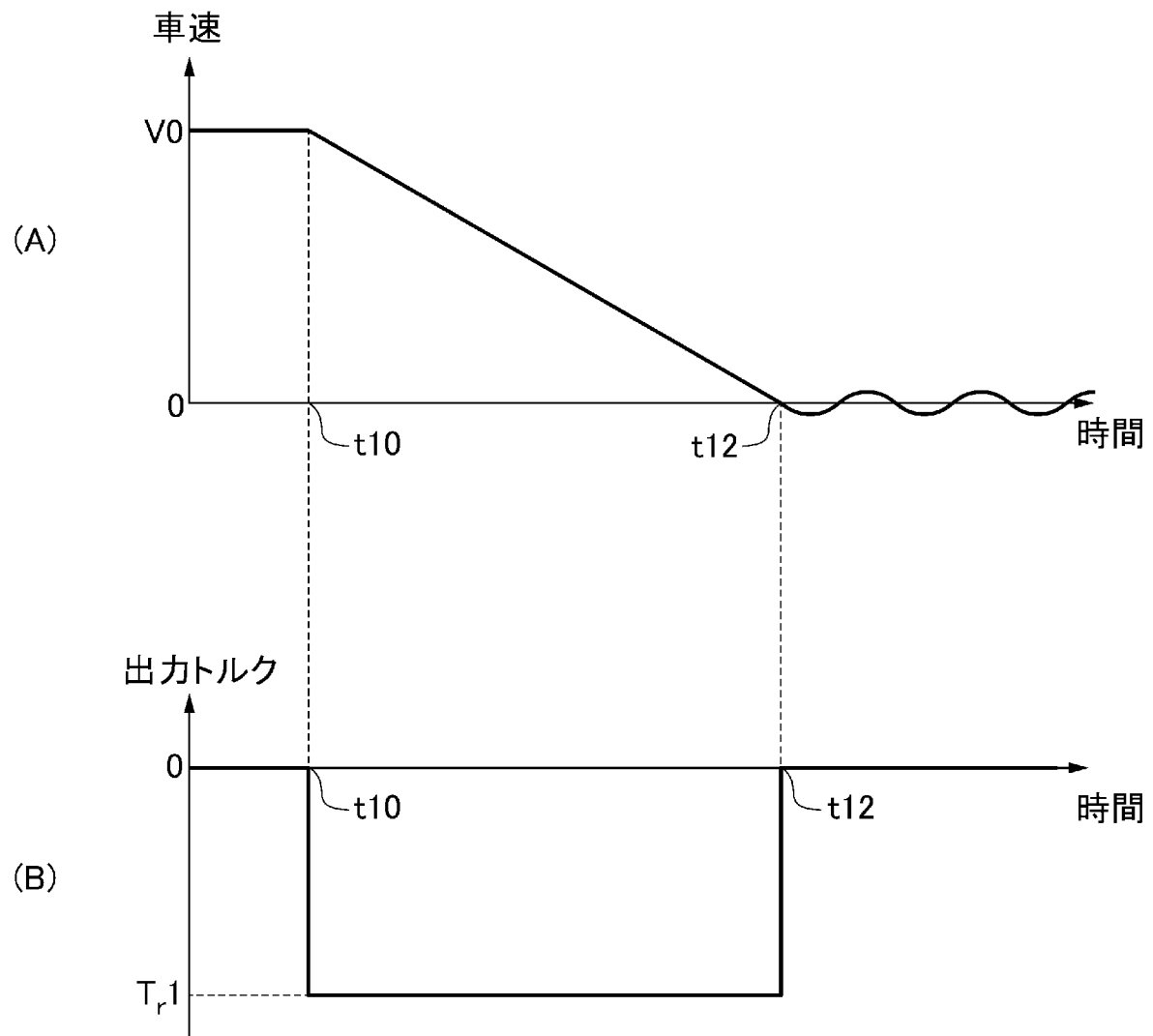
[図1]



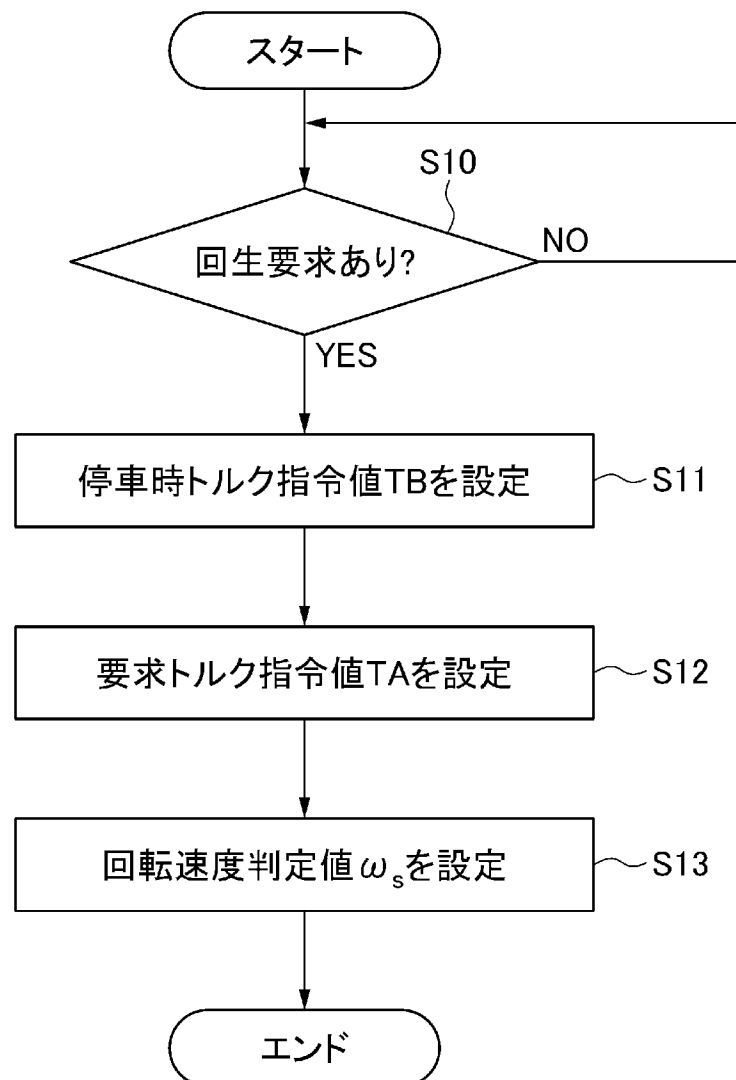
[図2]



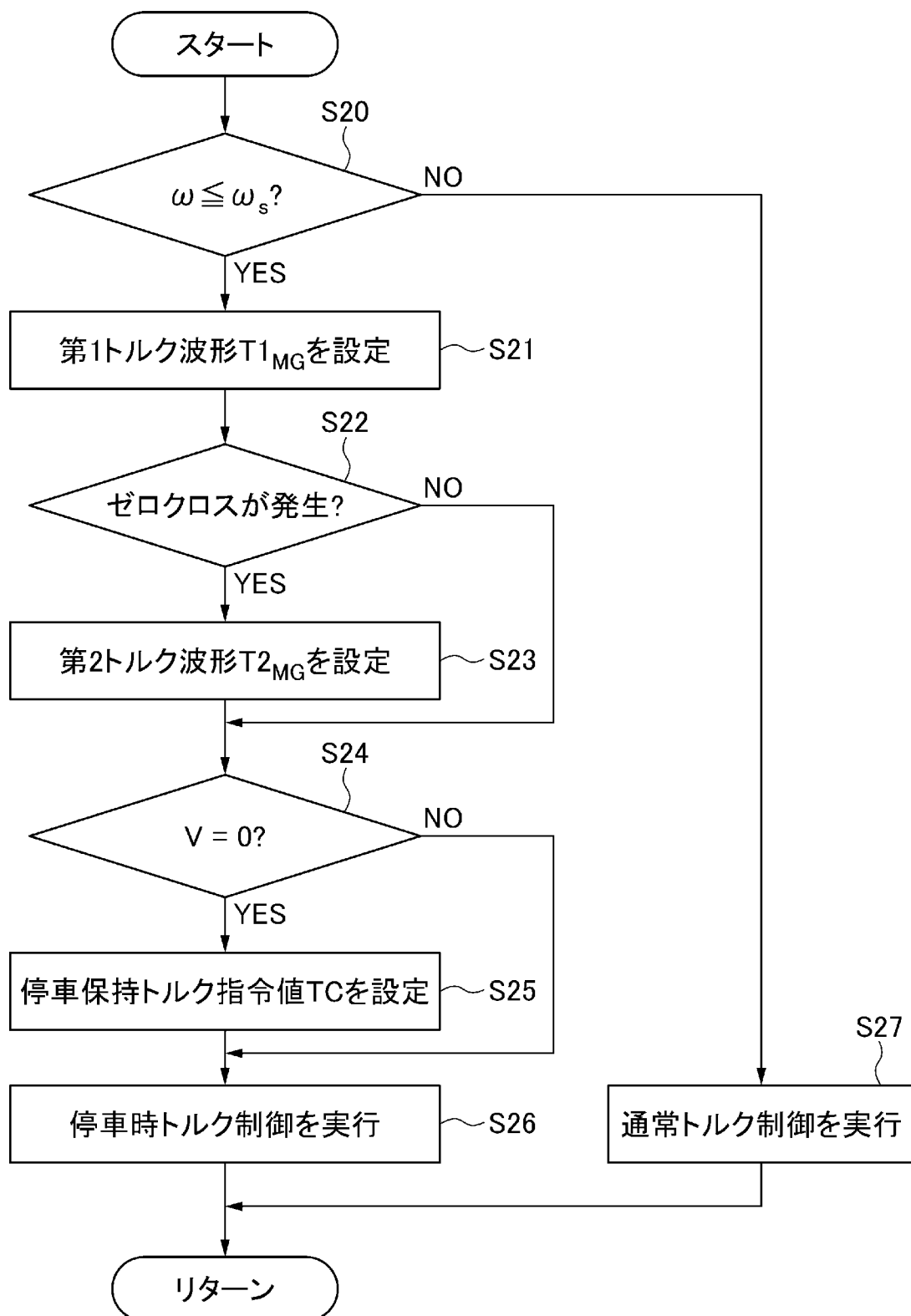
[図3]



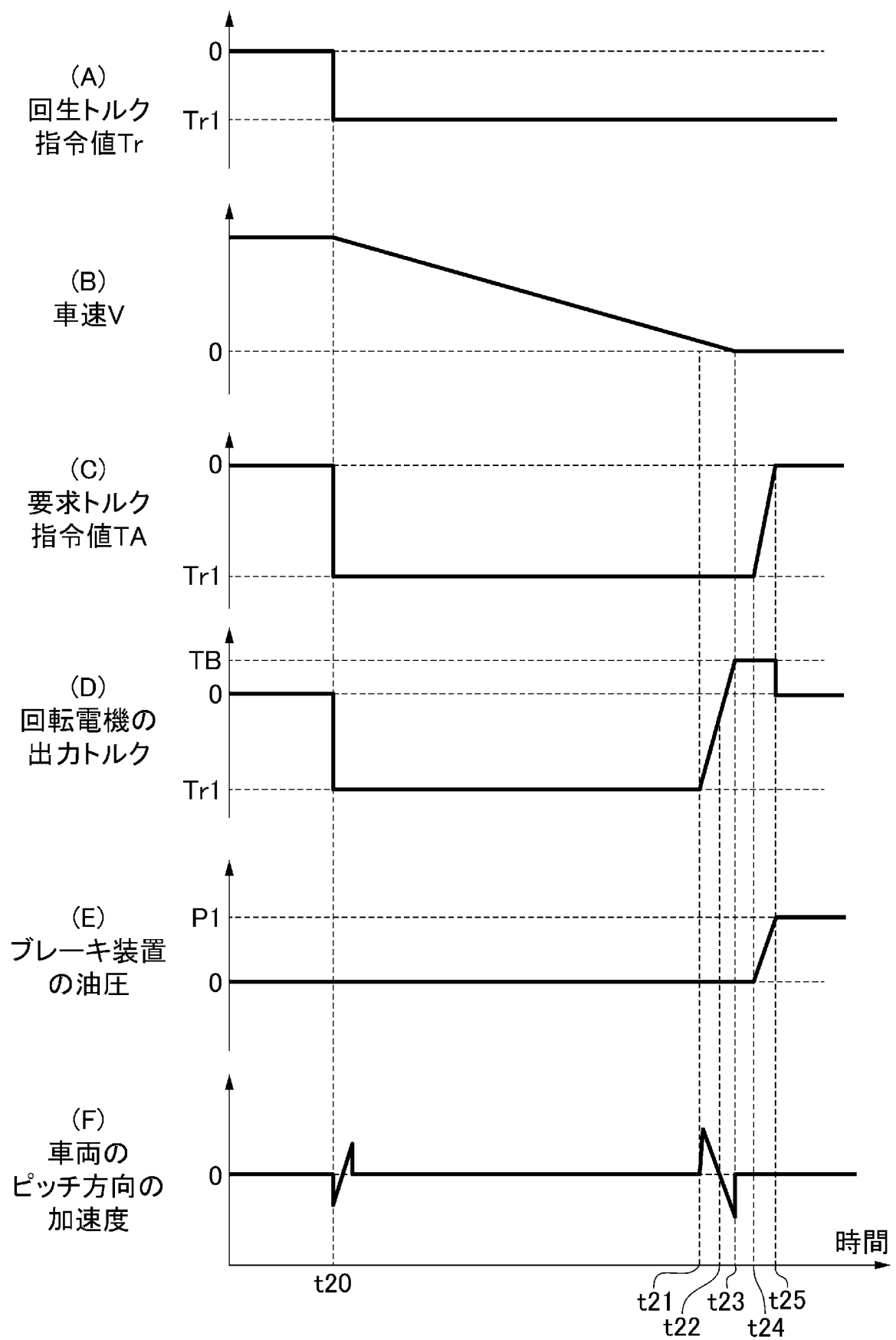
[図4]



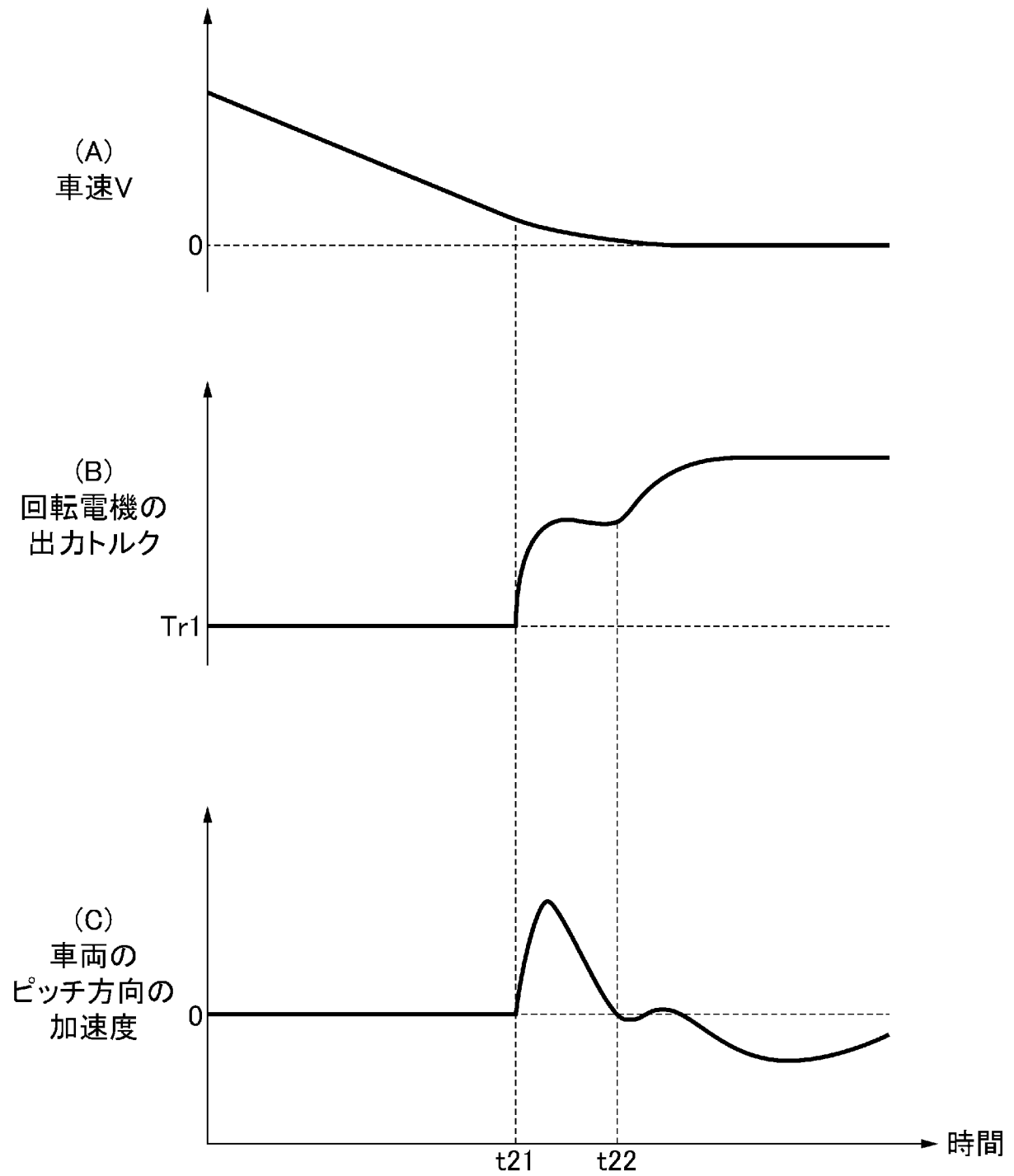
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/048804

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60L 15/20**(2006.01)i

FI: B60L15/20 J

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)

B60L15/20

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.
X	JP 2013-158178 A (NISSAN MOTOR CO LTD) 15 August 2013 (2013-08-15)	1-3
A	paragraphs [0074]-[0086], fig. 1-2, 7, 10-11, 14	4-7
A	WO 2015/083213 A1 (NISSAN MOTOR CO LTD) 11 June 2015 (2015-06-11)	1-7
A	entire text, all drawings	
A	JP 2016-28913 A (NISSAN MOTOR CO LTD) 03 March 2016 (2016-03-03)	1-7
A	entire text, all drawings	
A	JP 2019-126148 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 25 July 2019 (2019-07-25)	1-7
A	entire text, all drawings	



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

21 February 2022

Date of mailing of the international search report

01 March 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/JP2021/048804

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2013-158178	A	15 August 2013	US 2014/0379190 A1 paragraphs [0126]-[0156], fig. 1-2, 7, 10-11, 14 WO 2013/115042 A1 EP 2810811 A1 CN 104066613 A	
WO	2015/083213	A1	11 June 2015	US 2016/0297303 A1 EP 3078537 A1 CN 105764739 A	
JP	2016-28913	A	03 March 2016	(Family: none)	
JP	2019-126148	A	25 July 2019	US 2020/0339081 A1 WO 2019/138962 A1 EP 3741607 A1 CN 111601731 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60L 15/20(2006.01)i FI: B60L15/20 J														
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）） B60L15/20 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												
X	JP 2013-158178 A（日産自動車株式会社）15.08.2013（2013 - 08 - 15） 段落[0074]-[0086]，図1-2, 7, 10-11, 14	1-3												
A		4-7												
A	WO 2015/083213 A1（日産自動車株式会社）11.06.2015（2015 - 06 - 11） 全文, 全図	1-7												
A	JP 2016-28913 A（日産自動車株式会社）03.03.2016（2016 - 03 - 03） 全文, 全図	1-7												
A	JP 2019-126148 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）25.07.2019（2019 - 07 - 25） 全文, 全図	1-7												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 21.02.2022	国際調査報告の発送日 01.03.2022													
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） 富永 達朗 3H 3866 電話番号 03-3581-1101 内線 3316													

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/JP2021/048804

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2013-158178	A	15.08.2013	US	2014/0379190	A1	
				段落[0126]-[0156], 図1-2, 7, 10-11, 14			
				WO	2013/115042	A1	
				EP	2810811	A1	
				CN	104066613	A	
WO	2015/083213	A1	11.06.2015	US	2016/0297303	A1	
				EP	3078537	A1	
				CN	105764739	A	
JP	2016-28913	A	03.03.2016	(ファミリーなし)			
JP	2019-126148	A	25.07.2019	US	2020/0339081	A1	
				WO	2019/138962	A1	
				EP	3741607	A1	
				CN	111601731	A	