(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
2017 年 4 月 6 日(06.04.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/056515 A1

(51) 国際特許分類:
B60L 3/00 (2006.01) *B60L 9/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/051597

(22) 国際出願日: 2016 年 1 月 20 日(20.01.2016)

(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 2015-196895 2015 年 10 月 2 日(02.10.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 清水 陽介(SHIMIZU, Yosuke); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 結城 和明(YUUKI, Kazuaki); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 伊東 正尚(ITOH, Masanao); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 林 敏(LIN, Min); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 安岡 育雄(YASUOKA, Ikuo); 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目１番１号 株式会社東芝 知的財産室内 Tokyo (JP). 望月 靖文(MOCHIZUKI, Yasufumi); 〒1830043 東京都府中市東芝町１番地 東芝トランスポートエンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング 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, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

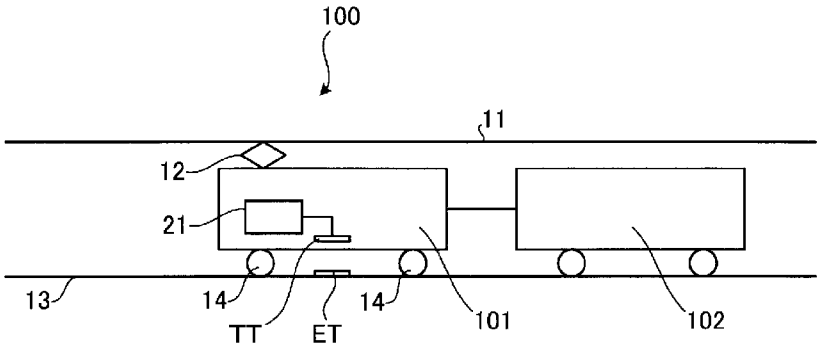
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

— 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

(54) **Title**: POWER CONVERSION DEVICE FOR RAILWAY

(54) 発明の名称 : 鉄道用電力変換装置



(57) **Abstract**: This power conversion device for railway is provided with a converter which converts AC power supplied from an overhead line to DC link power and outputs the same, an inverter which converts the inputted DC link power to AC power and supplies this to a drive motor, and a control unit which dynamically controls the voltage of the DC link power on the basis of an evaluation value, the evaluation value being either the power of the drive motor or the rotational speed of the drive motor. Thereby, the occurrence of overvoltage, overcurrent and overtemperature can be suppressed in order to suppress the failure rate.

(57) 要約: 実施形態の鉄道用電力変換装置は、架線から供給された交流電力を直流リンク電力に変換して出力するコンバータと、入力された直流リンク電力を、交流電力に変換して駆動用モータに供給するインバータと、駆動用モータのパワーあるいは駆動用モータの回転速度を評価値とし、評価値に基づいて、直流リンク電力の電圧を動的に制御する制御部と、を備えるので、故障率を抑制するために過電圧、過電流、過温度等の発生を抑制することができる。

WO 2017/056515 A1

明　細　書

発明の名称 ： 鉄道用電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、鉄道用電力変換装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、交流架線から電力を供給され、客車や貨車を牽引あるいは推進する電気機関車（交流電気車）が知られている。

このような電気機関車においては、当該電気機関車を駆動するためのモータに電力を供給するためにＩＧＢＴ等のスイッチング素子を備えた主電力変換装置を備えていた。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－２１５０１３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、主電力変換装置のスイッチング素子は、当該スイッチング素子に印加される電圧が上がると故障率が上昇するのが一般的である。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、故障率を抑制するために状況に応じてスイッチング素子の印加電圧を変動させることが可能な鉄道用電力変換装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 実施形態の鉄道用電力変換装置は、架線から供給された交流電力を直流リンク電力に変換して出力するコンバータと、入力された直流リンク電力を、交流電力に変換して駆動用モータに供給するインバータと、駆動用モータのパワーあるいは駆動用モータの回転速度を評価値とし、評価値に基づいて、直流リンク電力の電圧を動的に制御する制御部と、を備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図１は、実施形態の列車及び架線状態の説明図である。

[図2]図２は、実施形態にかかる機関車の電気系統の概要構成図である。

[図3]図３は、制御部の詳細構成ブロック図である。

[図4]図４は、第１実施形態の直流リンク電圧指令演算部の機能構成ブロック図である。

[図5]図５は、第２実施形態の直流リンク電圧指令演算部の機能構成ブロック図である。

[図6]図６は、第３実施形態の直流リンク電圧指令演算部の機能構成ブロック図である。

[図7]図７は、第４実施形態の直流リンク電圧指令演算部の機能構成ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0008] 次に図面を参照して、好適な実施形態について説明する。

図１は、実施形態の列車及び架線状態の説明図である。

列車１００は、電気機関車（鉄道車両）１０１と、電気機関車１０１により牽引（あるいは後方から推進）される客車（あるいは貨車）１０２と、を備えている。

[0009] ここで、電気機関車１０１は、架線（き電線）１１から交流電力が供給されるパンタグラフ１２と、線路１３を介して接地された車輪１４と、を備えている。

また、電気機関車１０１は、線路１３側に設けられた地上子ＥＴ及び当該電気機関車１０１に設けられた車上子ＴＴを介して、地上設備からの制御信号等の情報の送受信を行い、取得した情報を参酌して電気機関車１０１全体の制御を行う車両制御装置２１を備えている。

[0010] 図２は、実施形態にかかる機関車の電気系統の概要構成図である。

実施形態の電気機関車１０１は、図２に示すように、架線（き電線）１１から交流電力が供給されるパンタグラフ１２と、線路１３を介して接地され

た車輪１４と、の間に、遮断器１５及びトランス１６の一次巻線（一次コイル）１６Ａが直列に接続されている。

[0011] トランス１６の二次巻線（二次コイル）１６Ｂには、主電力変換装置１７を介してモータ１８が接続されている。

[0012] パンタグラフ１２と遮断器１５との間には、架線電圧を検出し、検出した架線電圧を後述する制御部２３に出力するための電圧検出器（ＰＴ：Potential transformer）２７が設けられている。

[0013] 主電力変換装置１７は、コンバータ（ＣＮＶ）３１と、インバータ（ＩＮＶ）３２と、直流電圧センサ３３と、を備えている。ここで、コンバータ３１は、通常動作時において、トランス１６から入力された交流電力を直流電力に変換するとともに、回生電力供給動作時には、インバータ３２から入力された直流電力を交流電力に変換してトランス１６に供給する。また、インバータ３２は、通常動作時には、コンバータ３１から入力された直流電力を三相交流電力に変換してモータ１８に供給するとともに、モータ１８の回生電力（交流電力）を直流電力に変換してコンバータ３１に供給する。また、直流電圧センサ３３は、コンバータ３１－インバータ３２間で入出力される直流電力の電圧（以下、直流リンク電圧という）Ｖｄｃを検出する。

[0014] 上記構成において、遮断器１５は、車両制御装置２１により制御される。

また、車両制御装置２１の制御下で、制御部２３は、主電力変換装置１７を構成しているコンバータ３１及びインバータ３２を制御している。

[0015] さらに二次巻線１６Ｂには、二次巻線１６Ｂを流れる電流を検出するための電流センサ２４が設けられている。

[0016] 図３は、制御部の詳細構成ブロック図である。

制御部２３は、電源電圧演算部４１と、直流リンク電圧指令演算部４２と、直流リンク電圧制御部４３と、コンバータ電流指令生成部４４と、コンバータ電流制御部４５と、ＰＷＭ制御部４６と、乗算器４７と、単位換算器４８と、インバータ電流指令生成部５１と、インバータ電流制御部５２と、ＰＷＭ制御部５３と、を備えている。

[0017] ここで、制御部２３の電源電圧演算部４１は、電圧検出器２７の出力信号に基づいて、架線電圧を二次巻線１６Ｂ側の電圧に演算して電源電圧信号ＳＰＷ（単位Ｖ）として出力する。また、直流リンク電圧指令演算部４２は、車両制御装置２１から入力されたモータ回転速度信号ＴＶ（評価値：単位ｋｍ／ｈ）、あるいは、後述する出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆ（評価値：単位ｋＷ）のうち少なくともいずれか一方、及び電源電圧信号ＳＰＷに基づいてコンバータ３１－インバータ３２間で入出力される直流リンク電圧を制御するための直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆを生成し出力する。

[0018] また、制御部２３の直流リンク電圧制御部４３は、直流電圧センサ３３が出力した直流リンク電圧（検出信号）Ｖｄｃに基づいて直流リンク電圧が直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆに相当する電圧となるように直流リンク電圧制御信号ＣＶＤＣを出力する。また、コンバータ電流指令生成部４４は、直流リンク電圧制御信号ＣＶＤＣに基づいてコンバータ電流指令信号ＩｓＲｅｆを生成し出力する。また、コンバータ電流制御部４５は、二次巻線１６Ｂに設けられた電流センサ２４の出力した電流検出信号Ｉｓ及びコンバータ電流指令信号ＩｓＲｅｆに基づいてコンバータ電流制御信号ＣＩＣを出力する。

[0019] さらに、制御部２３はＰＷＭ制御部４６は、コンバータ電流制御信号ＣＩＣに基づいてＰＷＭ制御信号ＰＷＭ１をコンバータに出力する。また、乗算器４７は、モータ回転速度信号ＴＶ及び車両制御装置２１から入力された牽引力指令信号ＴＬＣ（単位Ｆ）の積（＝モータ１８の出力に比例）を出力する。また、単位換算器４８は、乗算器４７の乗算結果の単位換算を行って出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆ（単位ｋＷ）を出力する。

[0020] さらにまた、制御部２３のインバータ電流指令生成部５１は、牽引力指令信号ＴＬＣに基づいてインバータ電流指令信号としてのｑ軸電流指令信号ＩｑＲｅｆ及びｄ軸電流指令信号ＩｄＲｅｆを生成し出力する。また、インバータ電流制御部５２は、ｑ軸電流指令信号ＩｑＲｅｆ及びｄ軸電流指令信号ＩｄＲｅｆに基づいてインバータ電流制御信号ＩＩＣを出力する。また、Ｐ

WM制御部５３は、インバータ電流制御信号ＩＩＣに基づいてＰＷＭ制御信号ＰＷＭ２をインバータ３２に出力する。

[0021] ［１］第１実施形態

図４は、第１実施形態の直流リンク電圧指令演算部の機能構成ブロック図である。

本第１実施形態は、直流リンク電圧指令演算部４２が、車両制御装置２１から入力されたモータ回転速度信号ＴＶ（単位ｋｍ／ｈ）及び電源電圧信号ＳＰＷに基づいてコンバータ３１－インバータ３２間で入出力される直流リンク電圧Ｖｄｃを制御するための直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆを生成する第１の態様の実施形態である。

[0022] 直流リンク電圧指令演算部４２は、ヒステリシスコンパレータ６１と、直流リンク電圧生成部６２と、スイッチ６３と、最大値出力部６４と、上下限リミッタ６５と、変化率リミッタ６６と、を備えている。

[0023] ここで、ヒステリシスコンパレータ６１は、所定のヒステリシス特性を有し、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆに相当するモータ１８の出力（＝評価値：パラメータ）が所定の高出力状態に相当する高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ以上となった場合に“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号を出力し、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆに相当するモータ１８の出力が所定の低出力状態に相当する低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ以下となった場合に“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0024] また、直流リンク電圧生成部６２は、直流リンク電圧Ｖｄｃの高側設定値（電圧）ＶＬＨ及び直流リンク電圧Ｖｄｃの低側設定値（電圧）ＶＬＬを生成し出力する。

また、スイッチ６３は、高電位側端子ＴＨ及び低電位側端子ＴＬを有し、高電位側端子ＴＨに直流リンク電圧の高側設定値ＶＬＨが印加され、低電位側端子ＴＬに直流リンク電圧の低側設定値ＶＬＬが印加されて、ヒステリシスコンパレータ６１の比較結果信号ＳＷにより出力が切り替えられる。

[0025] また、最大値出力部６４は、電源電圧信号ＳＰＷ及び低側設定値（電圧）

ＶＬＬが入力され、いずれか高い方の電圧を直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆとして出力し、実効的に直流リンク電圧Ｖｄｃが架線電圧を二次巻線１６Ｂ側の電圧に変換した値を下回らないようにする。

[0026] また、上下限リミッタ６５は、直流リンク電圧Ｖｄｃの所定の許容最大値である直流リンク電圧最大値をリミット最大電圧とし、直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆに対応する電圧をリミット最小電圧として出力する。

また、変化率リミッタ６６は、上下限リミッタ６５の出力の単位時間あたりの変化率が所定範囲内となるように制限しつつ直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆとして出力する。

[0027] 上記構成において、最大値出力部６４を設けているのは、架線電圧のトランス１６の二次巻線１６Ｂ側の電圧のピーク値を直流リンク電圧Ｖｄｃとすることで、単相コンバータであるコンバータ３１の電流ひずみの増加を回避あるいは抑制するためである。

また、変化率リミッタ６６を設けているのは、直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆの急変を回避することにより、モータ１８のトルクの急変動を抑制するためである。

[0028] 続いて、第１実施形態の動作を説明する。

制御部２３の電源電圧演算部４１は、電圧検出器２７の出力信号に基づいて、架線電圧を二次巻線１６Ｂ側の電圧に演算して電源電圧信号ＳＰＷ（単位Ｖ）として直流リンク電圧指令演算部４２に出力する。

[0029] これと並行して、車両制御装置２１は、モータ回転速度信号ＴＶ及び牽引力指令信号ＴＬＣを乗算器４７に出力し、乗算器４７は、モータ回転速度信号ＴＶ及び牽引力指令信号ＴＬＣの積を単位換算器４８に出力する。この結果、単位換算器４８は、乗算器４７の乗算結果の単位換算を行って出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆとして直流リンク電圧指令演算部４２に出力する。

[0030] また、直流リンク電圧指令演算部４２の直流リンク電圧生成部６２は、直流リンク電圧の高側設定値（電圧）ＶＬＨ及び直流リンク電圧の低側設定値（電圧）ＶＬＬを生成しスイッチ６３に出力する。

[0031] 一方、ヒステリシスコンパレータ６１は、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆに相当するモータ１８の出力が所定の高出力状態に相当する高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ以上となった場合に“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力し、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆに相当するモータ１８の出力が所定の低出力状態に相当する低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ以下となった場合に“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0032] すなわち、ヒステリシスコンパレータ６１は、モータ１８の出力増加時には、高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ未満であれば“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力し、高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ以上であれば“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0033] また、ヒステリシスコンパレータ６１は、モータ１８の出力低下時には、低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ超であれば“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力し、低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ以下であれば“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0034] したがって、本第１実施形態によれば、モータ１８の出力増加時に高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ未満である場合及びモータ１８の出力低下時に低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ以下である場合には、直流リンク電圧の低側設定値（電圧）ＶＬＬを出力することとなる。これらの結果、モータ１８の出力が小さい場合には、実効的に直流リンク電圧Ｖｄｃを低下させることにより、電気機関車１０１の運行に影響を与えずに、コンバータ３１及びインバータ３２を構成しているＩＧＢＴ等のスイッチング素子の故障発生を抑制することが可能となっている。

[0035] また、最大値出力部６４は、電源電圧信号ＳＰＷ及び低側設定値（電圧）ＶＬＬが入力されいずれか高い方の電圧を直流リンク電圧基準値としての直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆを上下限リミッタ６５に出力する。

[0036] これらの結果、上下限リミッタ６５は、直流リンク電圧Ｖｄｃの所定の許容最大値である直流リンク電圧最大値をリミット最大電圧とし、直流リンク

電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆに対応する直流リンク電圧基準値電圧をリミット最小電圧として変化率リミッタ６６に出力する。

[0037] 変化率リミッタ６６は、上下限リミッタ６５の出力の単位時間あたりの変化率が所定範囲内となるように制限しつつ直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆとして直流リンク電圧制御部４３に出力する。

[0038] 直流リンク電圧制御部４３は、直流電圧センサ３３が出力した直流電圧（検出信号）Ｖｄｃに基づいて直流リンク電圧が直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆに相当する電圧となるように直流リンク電圧制御信号ＣＶＤＣをコンバータ電流指令生成部４４に出力する。

直流リンク電圧制御信号ＣＶＤＣに基づいてコンバータ電流指令信号ＩｓＲｅｆを生成しコンバータ電流指令生成部４４に出力する。

[0039] コンバータ電流制御部４５は、電流検出信号Ｉｓ及びコンバータ電流指令信号ＩｓＲｅｆに基づいてコンバータ電流制御信号ＣＩＣをＰＷＭ制御部４６に出力する。

[0040] この結果、ＰＷＭ制御部４６は、コンバータ電流制御信号ＣＩＣに基づいてＰＷＭ制御信号ＰＷＭ１をコンバータ３１に出力する。

[0041] 一方、インバータ電流指令生成部５１は、車両制御装置２１から入力された牽引力指令信号ＴＬＣに基づいてインバータ電流指令信号としてのｑ軸電流指令信号ＩｑＲｅｆ及びｄ軸電流指令信号ＩｄＲｅｆを生成しインバータ電流制御部５２に出力する。

インバータ電流制御部５２は、ｑ軸電流指令信号ＩｑＲｅｆ及びｄ軸電流指令信号ＩｄＲｅｆに基づいてインバータ電流制御信号ＩＩＣをＰＷＭ制御部５３に出力する。

この結果、ＰＷＭ制御部５３は、インバータ電流制御信号ＩＩＣに基づいてＰＷＭ制御信号ＰＷＭ２をインバータ３２に出力する。

[0042] 以上の説明のように、本第１実施形態によれば、コンバータ３１及びインバータ３２の動作の際には、コンバータ３１が出力する直流リンク電圧Ｖｄｃは、モータ１８の出力が小さい場合には実効的に低下させられている。し

たがって、電気機関車１０１の運行に影響を与えずに、コンバータ３１及びインバータ３２を構成しているＩＧＢＴ等のスイッチング素子の故障発生を抑制することができる。

以上の説明においては、評価値としての出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆを二つの値領域に区分して制御を行っていたが、３つ以上の値領域に区分して制御を行うように構成することも可能である。

[0043] ［２］第２実施形態

本第２実施形態が第１実施形態と異なる点は、第１実施形態の直流リンク電圧生成部６２が直流リンク電圧Ｖｄｃの高側設定値ＶＬＨを及び直流リンク電圧Ｖｄｃの低側設定値ＶＬＬの二つの電圧のいずれかを出力していたのに対し、高側設定値ＶＬＨ１を出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆに比例した値としている点である。

図５は、第２実施形態の直流リンク電圧指令演算部の機能構成ブロック図である。

図５において、図４の第１実施形態と同様の部分には、同一の符号を付すものとする。

[0044] 直流リンク電圧指令演算部４２の直流リンク電圧生成部６２Ａは、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆの値（＝評価値：パラメータ）をモータ１８の設計上の最大出力パワーに相当する最大出力ＰｏｗｅｒＲｅｆ＿ＭＡＸの値で除した値を出力する除算器７１と、除算器７１の出力に直流リンク電圧の最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎを乗じて高側設定値ＶＬＨ１として出力する乗算器７２と、ヒステリシスコンパレータ６１の比較結果信号ＳＷに基づいて高側設定値ＶＬＨ１あるいは最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎを出力するスイッチ７３と、を備えている。

[0045] 次に第２実施形態の要部の動作について説明する。

本第２実施形態の動作と第１実施形態の動作が異なるのは、直流リンク電圧指令演算部４２の動作だけであるので、直流リンク電圧指令演算部４２の動作について説明する。

[0046] 制御部２３の電源電圧演算部４１は、電圧検出器２７の出力信号に基づいて、架線電圧を二次巻線１６Ｂ側の電圧に演算して電源電圧信号ＳＰＷ（単位Ｖ）として直流リンク電圧指令演算部４２に出力する。

[0047] これと並行して、車両制御装置２１は、モータ回転速度信号ＴＶ及び牽引力指令信号ＴＬＣを乗算器４７に出力し、乗算器４７は、モータ回転速度信号ＴＶ及び牽引力指令信号ＴＬＣの積を単位換算器４８に出力する。この結果、単位換算器４８は、乗算器４７の乗算結果の単位換算を行って出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆとして直流リンク電圧指令演算部４２に出力する。

[0048] これらの結果、直流リンク電圧指令演算部４２の除算器７１は、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆの値をモータ１８の設計上の最大出力パワーに相当する最大出力ＰｏｗｅｒＲｅｆ＿ＭＡＸの値で除した値を乗算器７２に出力する。

乗算器７２は、除算器７１の出力に直流リンク電圧の最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎを乗じて高側設定値ＶＬＨ１としてスイッチ７３の高電位側端子ＴＨに出力する。

一方、低電位側端子ＴＬには、直流リンク電圧の低側設定値（電圧）として最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎが出力される。

[0049] 一方、ヒステリシスコンパレータ６１は、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆに相当するモータ１８の出力が所定の高出力状態に相当する高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ以上となった場合に“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力し、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆに相当するモータ１８の出力が所定の低出力状態に相当する低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ以下となった場合に“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0050] すなわち、ヒステリシスコンパレータ６１は、モータ１８の出力増加時であって、高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ未満であれば“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。また、ヒステリシスコンパレータ６１は、モータ１８の出力増加時であって高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ以

上であれば“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0051] また、ヒステリシスコンパレータ６１は、モータ１８の出力低下時には、低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ超であれば“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力し、低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ以下であれば“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0052] したがって、本第２実施形態によれば、モータ１８の出力増加時に高出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｈ未満である場合及びモータ１８の出力低下時に低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ以下である場合には、最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎを出力することとなる。

これらの結果、モータ１８の出力が小さい場合には、実効的に直流リンク電圧Ｖｄｃを低下させることにより、電気機関車１０１の運行に影響を与えずに、コンバータ３１及びインバータ３２を構成しているＩＧＢＴ等のスイッチング素子の故障発生を抑制することができる。

[0053] ［３］第３実施形態

図６は、第３実施形態の直流リンク電圧指令演算部の機能構成ブロック図である。

図６において、図４の第１実施形態と同様の部分には、同一の符号を付すものとする。

本第３実施形態と異なる点は、ヒステリシスコンパレータ６１に代えて、所定のヒステリシス特性を有し、モータ回転速度信号ＴＶに相当するモータ１８の回転速度（＝評価値：パラメータ）が所定の高回転速度状態に相当する高回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｈ以上となった場合に“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号を出力し、モータ回転速度信号ＴＶに相当するモータ１８の回転速度が所定の低回転速度状態に相当する低回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｌ以下となった場合に“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力するヒステリシスコンパレータ６１Ａを備えた点である。

[0054] 次に第３実施形態の要部の動作について説明する。

本第３実施形態の動作と第１実施形態の動作が異なるのは、直流リンク電圧指令演算部４２の動作だけであるので、直流リンク電圧指令演算部４２の動作について説明する。

制御部２３の電源電圧演算部４１は、電圧検出器２７の出力信号に基づいて、架線電圧を二次巻線１６Ｂ側の電圧に演算して電源電圧信号ＳＰＷ（単位Ｖ）として直流リンク電圧指令演算部４２に出力する。

[0055] これと並行して、車両制御装置２１は、モータ回転速度信号ＴＶ及び牽引力指令信号ＴＬＣを乗算器４７に出力し、乗算器４７は、モータ回転速度信号ＴＶ及び牽引力指令信号ＴＬＣの積を単位換算器４８に出力する。この結果、単位換算器４８は、乗算器４７の乗算結果の単位換算を行って出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆとして直流リンク電圧指令演算部４２に出力する。

[0056] また、直流リンク電圧指令演算部４２の直流リンク電圧生成部６２は、直流リンク電圧の高側設定値（電圧）ＶＬＨ及び直流リンク電圧の低側設定値（電圧）ＶＬＬを生成しスイッチ６３に出力する。

[0057] 一方、ヒステリシスコンパレータ６１は、モータ回転速度信号ＴＶに相当するモータ１８の回転数が所定の高回転数状態に相当する高回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｈ以上となった場合に“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

また、ヒステリシスコンパレータ６１は、モータ回転速度信号ＴＶに相当するモータ１８の回転数が所定の低回転数状態に相当する低回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｌ以下となった場合に“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

すなわち、本第３実施形態においては、評価値に相当するモータ１８の回転数二つの値領域（＝所定の複数の値領域）に区分し、直流リンク電力の電圧を、評価値が属する値領域に対応づけた所定値に設定することとなっている。

[0058] より具体的には、ヒステリシスコンパレータ６１Ａは、モータ１８の回転速度増加時には、モータ回転速度信号ＴＶに相当するモータ１８の回転速度

が所定の高回転速度状態に相当する高回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｈ以上となった場合に“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号を出力する。

[0059] またヒステリシスコンパレータ６１Ａは、モータ１８の回転速度減少時には、モータ回転速度信号ＴＶに相当するモータ１８の回転速度が所定の低回転速度状態に相当する低回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｌ以下となった場合に“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0060] したがって、本第３実施形態によれば、モータ１８の回転速度増加時にモータ１８の回転速度が所定の高回転速度状態に相当する高回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｈ未満である場合及びモータ１８の回転速度減少時に低回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｌ以下である場合には、直流リンク電圧の低側設定値（電圧）ＶＬＬを出力することとなるので、モータ１８の回転数が低く、直流リンク電圧Ｖｄｃが低くても十分に駆動能力が得られる場合には、実効的に直流リンク電圧Ｖｄｃを低下させることにより、電気機関車１０１の運行に影響を与えずに、コンバータ３１及びインバータ３２を構成しているＩＧＢＴ等のスイッチング素子の故障発生を抑制することができる。

[0061] 以上の説明においては、評価値に対応するモータ回転速度信号ＴＶを二つの値領域に区分して制御を行っていたが、３つ以上の値領域に区分して制御を行うように構成することも可能である。

[0062] ［４］第４実施形態

本第４実施形態が第３実施形態と異なる点は、第１実施形態の直流リンク電圧生成部６２が直流リンク電圧Ｖｄｃの高側設定値ＶＬＨを及び直流リンク電圧Ｖｄｃの低側設定値ＶＬＬの二つの電圧のいずれかを出力していたのに対し、高側設定値ＶＬＨ１をモータ回転速度信号ＴＶに比例した値としている点である。

図７は、第４実施形態の直流リンク電圧指令演算部の機能構成ブロック図である。

図７において、図６の第３実施形態と同様の部分には、同一の符号を付す

ものとする。

[0063] 直流リンク電圧指令演算部４２の直流リンク電圧生成部６２Ｂは、モータ回転速度信号ＴＶの値（＝評価値：パラメータ）を、直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆの値を上昇させる必要があるモータ回転速度の最小値に相当する回転速度ベースＴＶ＿ＢＡＳＥの値で除した値を出力する除算器８１と、除算器８１の出力に直流リンク電圧の最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎを乗じて高側設定値ＶＬＨ１として出力する乗算器８２と、ヒステリシスコンパレータ６１Ａの比較結果信号ＳＷに基づいて高側設定値ＶＬＨ１あるいは最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎを出力するスイッチ８３と、を備えている。

[0064] 次に第４実施形態の要部の動作について説明する。

本第４実施形態の動作と第２実施形態の動作が異なるのは、直流リンク電圧指令演算部４２の動作だけであるので、直流リンク電圧指令演算部４２の動作について説明する。

[0065] 制御部２３の電源電圧演算部４１は、電圧検出器２７の出力信号に基づいて、架線電圧を二次巻線１６Ｂ側の電圧に演算して電源電圧信号ＳＰＷ（単位Ｖ）として直流リンク電圧指令演算部４２に出力する。

[0066] これと並行して、車両制御装置２１は、評価値としてのモータ回転速度に対応するモータ回転速度信号ＴＶ及び牽引力指令信号ＴＬＣを乗算器４７に出力し、乗算器４７は、モータ回転速度信号ＴＶ及び牽引力指令信号ＴＬＣの積を単位換算器４８に出力する。この結果、単位換算器４８は、乗算器４７の乗算結果の単位換算を行って出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆとして直流リンク電圧指令演算部４２に出力する。

[0067] これらの結果、直流リンク電圧指令演算部４２の除算器８１は、出力参照信号ＰｏｗｅｒＲｅｆの値をモータ１８の設計上の最大出力パワーに相当する最大出力ＰｏｗｅｒＲｅｆ＿ＭＡＸの値で除した値を乗算器７２に出力する。

乗算器７２は、モータ回転速度信号ＴＶの値を、直流リンク電圧指令信号ＶｄｃＲｅｆの値を上昇させる必要があるモータ回転速度の最小値に相当す

る回転速度ベースＴＶ＿ＢＡＳＥの値で除した値をスイッチ８３の高電位側端子ＴＨに出力する。

一方、低電位側端子ＴＬには、直流リンク電圧の低側設定値（電圧）として最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎが出力される。

[0068] 一方、ヒステリシスコンパレータ６１Ａは、モータ回転速度信号ＴＶに相当するモータ１８の回転数が所定の高回転数状態に相当する高回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｈ以上となった場合に“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。また、ヒステリシスコンパレータ６１Ａは、モータ回転速度信号ＴＶに相当するモータ１８の回転数が所定の低回転数状態に相当する低回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｌ以下となった場合に“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0069] すなわち、ヒステリシスコンパレータ６１Ａは、モータ１８の回転速度増加時には、高回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｈ未満であれば“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力し、高回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｈ以上であれば“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0070] また、ヒステリシスコンパレータ６１Ａは、モータ１８の回転速度減少時には、低回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｌ超であれば“Ｈ”レベル（“１”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力し、低回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｌ以下であれば“Ｌ”レベル（“０”レベル）の比較結果信号ＳＷを出力する。

[0071] したがって、本第４実施形態によれば、モータ１８の回転速度増加時に高回転速度閾値ＳＥＴ＿ＳＰＥＥＤ＿Ｈ未満である場合及びモータ１８の回転速度減少時に低出力閾値ＳＥＴ＿ＰＯＷ＿Ｌ以下である場合には、最低電圧設定値ＶＬＬｍｉｎを出力することとなる。したがって、モータ１８の出力が小さい場合には、実効的に直流リンク電圧Ｖｄｃを低下させることにより、電気機関車１０１の運行に影響を与えずに、コンバータ３１及びインバータ３２を構成しているＩＧＢＴ等のスイッチング素子の故障発生を抑制する

ことができる。

[0072] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

例えば、以上の説明においては、評価値をハードウェア的に構成された各演算部により演算して直流リンク電力の電圧を設定していたが、評価値を所定の関数のパラメータとして用いて、ソフトウェア的に直流リンク電力の電圧を設定するように構成することも可能である。

より詳細には、各実施形態の直流リンク電圧指令演算部４２を、ＣＰＵなどの制御装置と、ＲＯＭ（Read Only Memory）やＲＡＭなどの記憶装置と、ＨＤＤ、ＣＤドライブ装置などの外部記憶装置と、を備えた通常のコンピュータを利用したハードウェア構成とし、直流リンク電圧指令演算部４２で実行されるプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルでＣＤ－ＲＯＭ、フレキシブルディスク（ＦＤ）、ＣＤ－Ｒ、ＤＶＤ（Ｄｉｇｉｔａｌ Ｖｅｒｓａｔｉｌｅ Ｄｉｓｋ）等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されて提供されるようにしてもよい。

また、各実施形態の直流リンク電圧指令演算部４２で実行されるプログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成してもよい。また、各実施形態の直流リンク電圧指令演算部４２で実行されるプログラムをインターネット等のネットワーク経由で提供または配布するように構成してもよい。

また、各実施形態の直流リンク電圧指令演算部４２のプログラムを、ＲＯＭ等に予め組み込んで提供するように構成してもよい。

請求の範囲

[請求項1] 架線から供給された交流電力を直流リンク電力に変換して出力するコンバータと、

入力された前記直流リンク電力を、交流電力に変換して駆動用モータに供給するインバータと、

前記駆動用モータのパワーあるいは前記駆動用モータの回転速度を評価値とし、前記評価値に基づいて、前記直流リンク電力の電圧を動的に制御する制御部と、

を備えた鉄道用電力変換装置。

[請求項2] 前記制御部は、前記評価値を入力パラメータとして前記直流電力の電圧を算出し、算出された前記直流電力の電圧となるように前記制御を行う、

請求項１記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項3] 前記制御部は、前記評価値をパラメータとして所定の最大値及び所定の最小値の範囲内に制限しつつ前記直流電力の電圧を算出する、

請求項２記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記評価値を所定の複数の値領域に区分し、前記直流リンク電力の電圧を、前記評価値が属する値領域に対応づけた所定値に設定する、

請求項１乃至請求項３のいずれか一項記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項5] 前記制御部は、前記評価値に比例した値を前記直流リンク電力の電圧とする、

請求項１記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項6] 前記評価値に基づいて、前記直流リンク電力の電圧を動的に制御するための直流リンク電圧指令信号を生成する直流リンク電圧指令演算部を備え、

前記直流リンク電圧指令演算部は、前記直流リンク電力の電圧の上限電圧値及び下限電圧値を設定するために前記直流リンク電圧指令信

号の上限値及び下限値を設定するための上下限リミッタを備えた、

請求項１乃至請求項５のいずれか一項記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項7] 前記架線に一次巻線が電気的に接続され、前記コンバータの交流側端子に二次巻線が電気的に接続されたトランスを備え、

前記二次巻線の電圧よりも前記直流リンク電圧の電圧を高く設定する、

請求項６記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項8] 所定の下限電圧値と、前記二次巻線の電圧と、を比較し、いずれか高い方の電圧を前記上下限リミッタにおける下限電圧として設定する最大値出力部を備えた、

請求項７記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項9] 前記直流リンク電圧の単位時間当たりの変化率を所定の変化率以下とするために、前記直流リンク電圧指令信号の変化率を制限する変化率リミッタを備えた、

請求項６乃至請求項８のいずれか一項記載の鉄道用電力変換装置。

補正された請求の範囲
[2016年10月5日(05.10.2016)国際事務局受理]

[請求項１]（補正後） 架線から供給された交流電力を直流リンク電力に変換して出力するコンバータと、

入力された前記直流リンク電力を、交流電力に変換して駆動用モータに供給するインバータと、

前記駆動用モータのパワーあるいは前記駆動用モータの回転速度を評価値とし、前記評価値に基づいて、前記直流リンク電力の電圧を動的に制御する制御部と、

前記直流リンク電圧の単位時間当たりの変化率を所定の変化率以下となるように、前記直流リンク電圧指令信号の変化率を制限する変化率リミッタと、

を備えた鉄道用電力変換装置。

[請求項２] 前記制御部は、前記評価値を入力パラメータとして前記直流電力の電圧を算出し、算出された前記直流電力の電圧となるように前記制御を行う、

請求項１記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項３] 前記制御部は、前記評価値をパラメータとして所定の最大値及び所定の最小値の範囲内に制限しつつ前記直流電力の電圧を算出する、

請求項２記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項４] 前記制御部は、前記評価値を所定の複数の値領域に区分し、前記直流リンク電力の電圧を、前記評価値が属する値領域に対応づけた所定値に設定する、

請求項１乃至請求項３のいずれか一項記載の鉄道用電力変換装置。

[請求項５] 前記制御部は、前記評価値に比例した値を前記直流リンク電力の電圧とする、

請求項１記載の鉄道用電力変換装置。

［請求項６］ 前記評価値に基づいて、前記直流リンク電力の電圧を動的に制御するための直流リンク電圧指令信号を生成する直流リンク電圧指令演算部を備え、

前記直流リンク電圧指令演算部は、前記直流リンク電力の電圧の上限電圧値及び下限電圧値を設定するために前記直流リンク電圧指令信号の上限値及び下限値を設定するための上下限リミッタを備えた、

請求項１乃至請求項５のいずれか一項記載の鉄道用電力変換装置。

［請求項７］ 前記架線に一次巻線が電気的に接続され、前記コンバータの交流側端子に二次巻線が電気的に接続されたトランスを備え、

前記二次巻線の電圧よりも前記直流リンク電圧の電圧を高く設定する、

請求項６記載の鉄道用電力変換装置。

［請求項８］ 所定の下限電圧値と、前記二次巻線の電圧と、を比較し、いずれか高い方の電圧を前記上下限リミッタにおける下限電圧として設定する最大値出力部を備えた、

請求項７記載の鉄道用電力変換装置。

［請求項９］（削除）

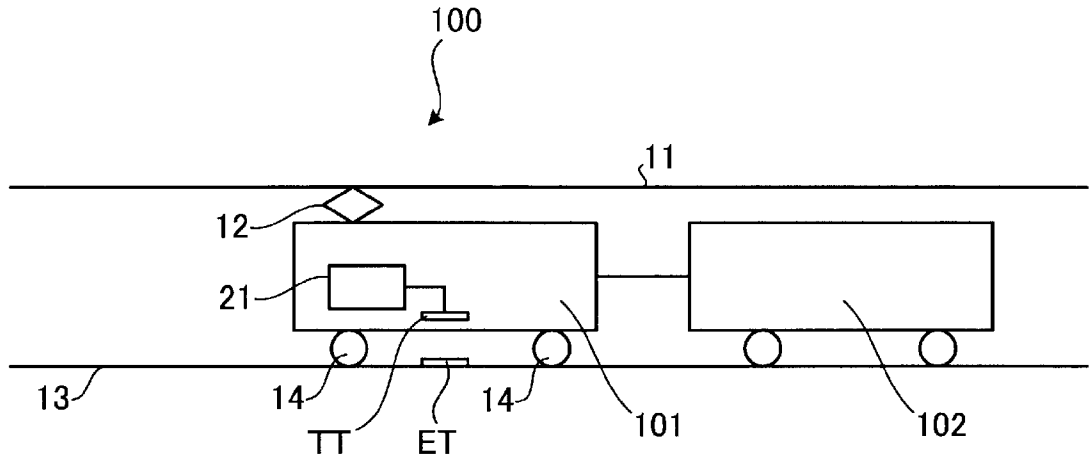
条約第１９条（１）に基づく説明書

請求項１は、出願当初の請求項１に対して、請求項９に対応する構成に限定する補正を行ったものです。

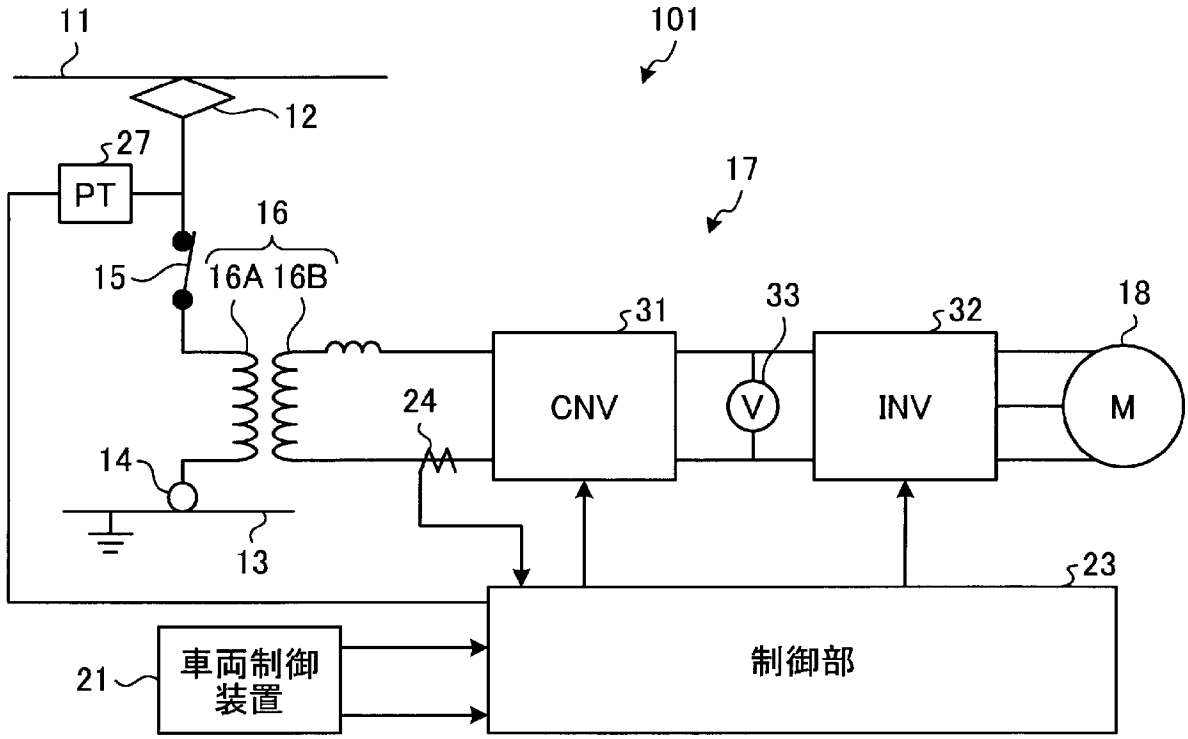
この点に関し、引用例にはこのような構成を有する記載がありません。

そしてこのような構成の差異によれば、モータトルクの急変動及び故障率を抑制しつつスイッチング素子の印加電圧を変動させることができるという本願発明固有の作用効果を奏します。

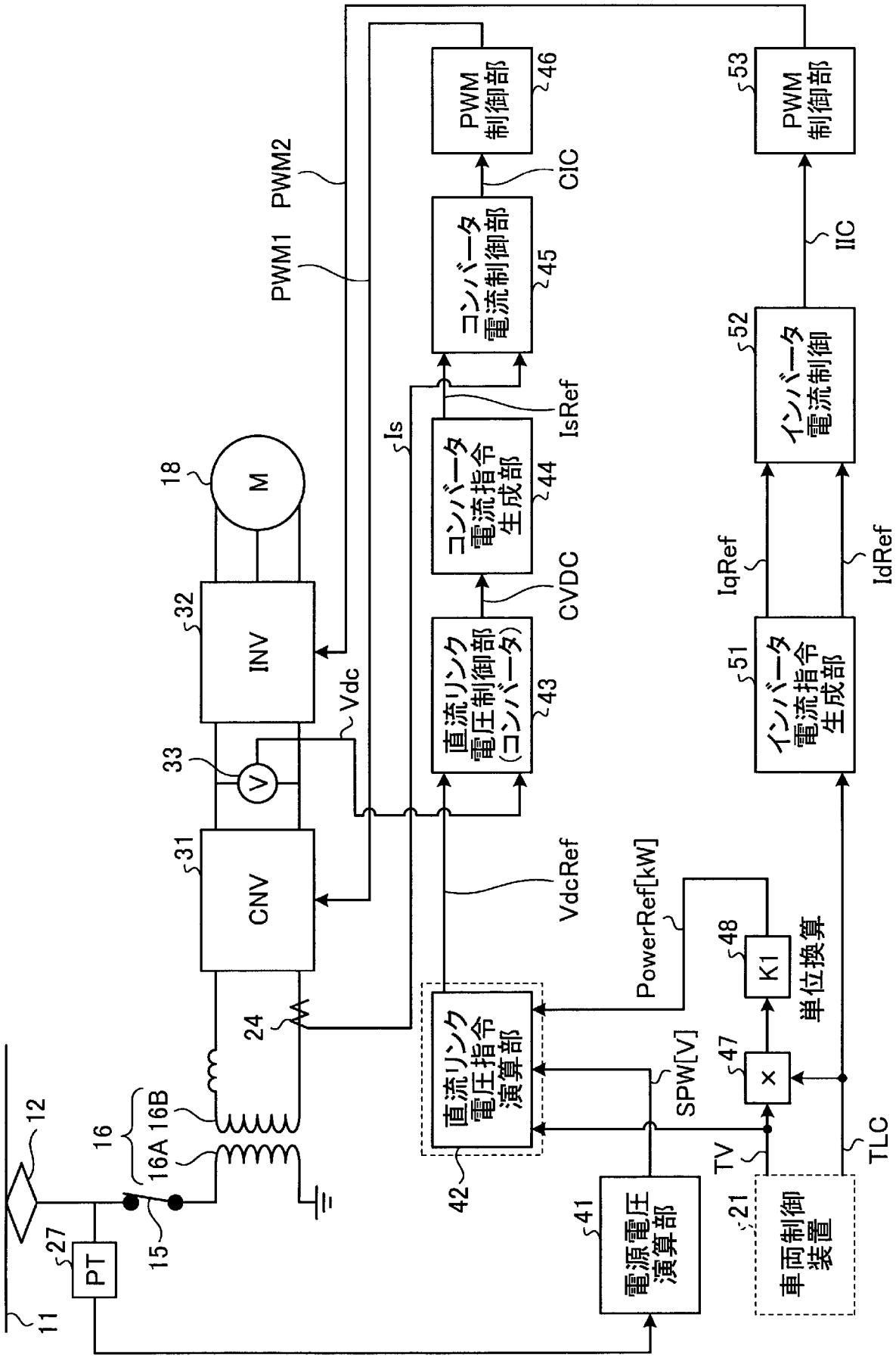
[図1]


100
11
12
21
13
14
14
TT
ET
101
102

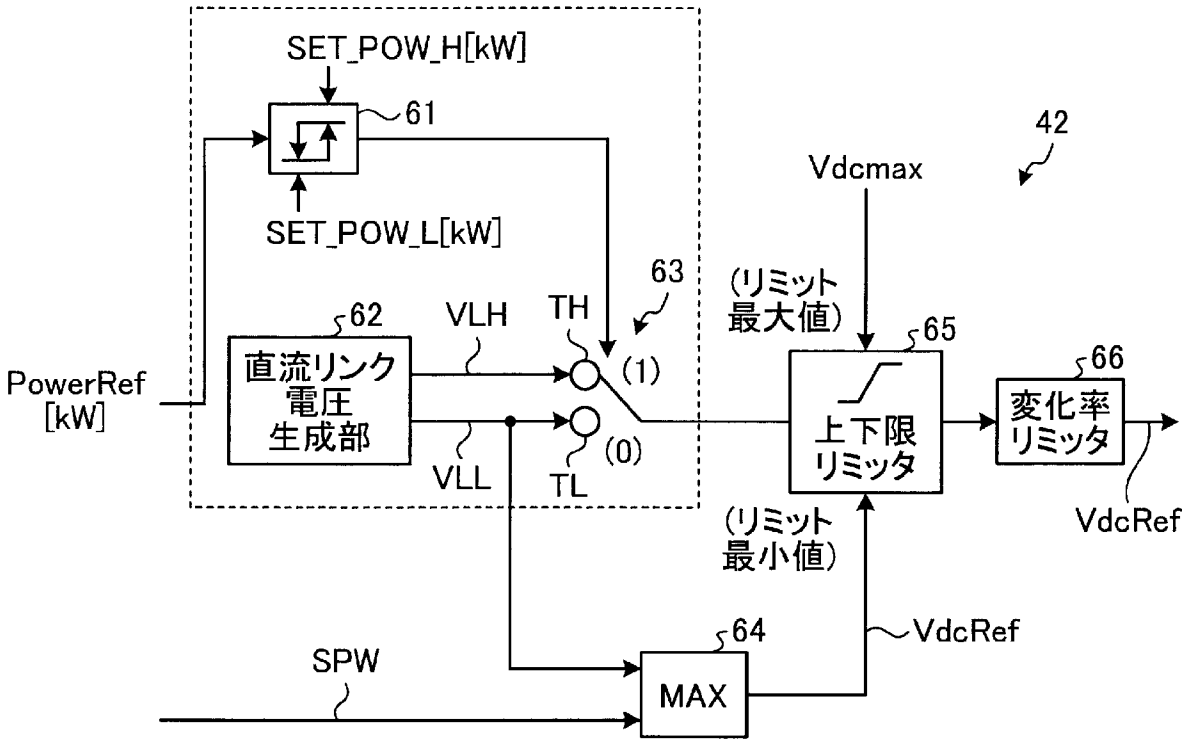
[図2]


11
101
12
27
PT
17
16
15
16A 16B
31
33
32
18
24
CNV
V
INV
M
14
13
23
21
車両制御装置
制御部

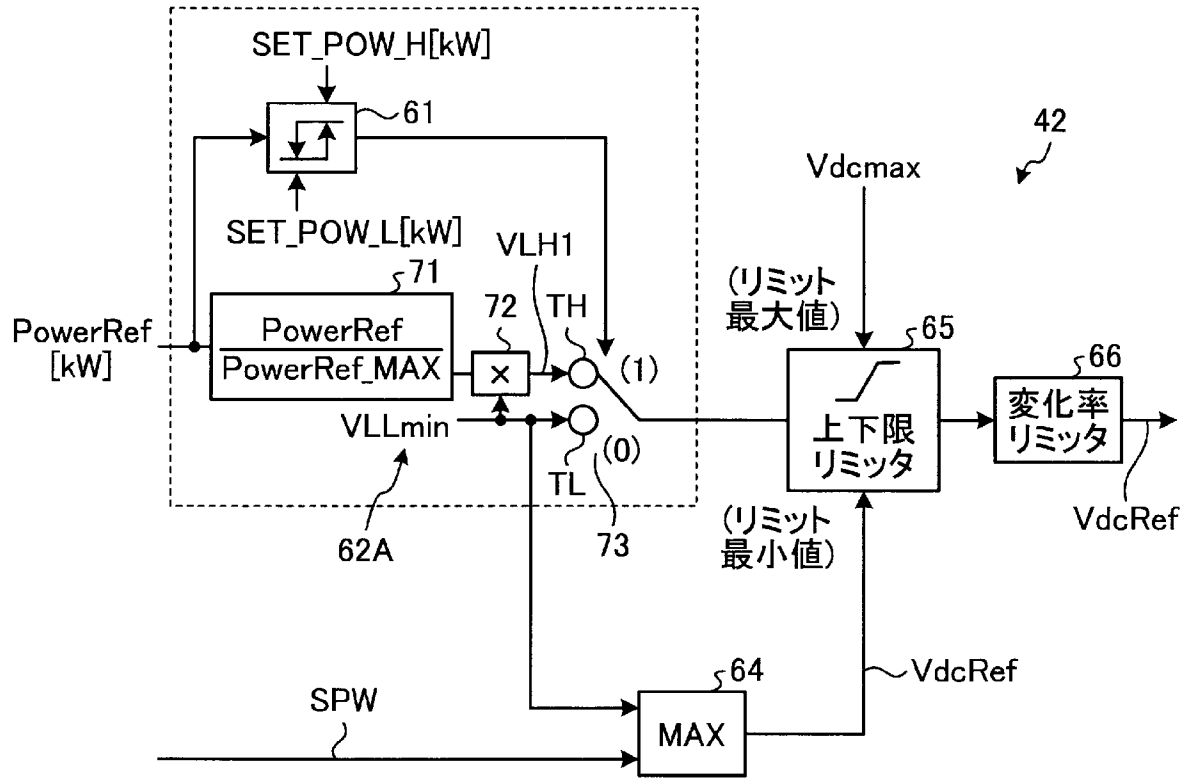
[図3]


PWM制御部
46
CIC
コンバータ
電流制御部
45
PWM2
PWM1
IsRef
Is
コンバータ
電流指令
生成部
44
CVDC
直流リンク
電圧制御部
(コンバータ)
43
Vdc
18
M
32
INV
33
V
31
CNV
24
VdcRef
PowerRef[kW]
直流リンク
電圧指令
演算部
42
SPW[V]
電源電圧
演算部
41
TV
車両制御
装置
21
TLC
47
×
48
K1
単位換算
IqRef
IdRef
インバータ
電流指令
生成部
51
インバータ
電流制御
52
IIC
PWM
制御部
53
12
16
16A
16B
15
27
PT
11

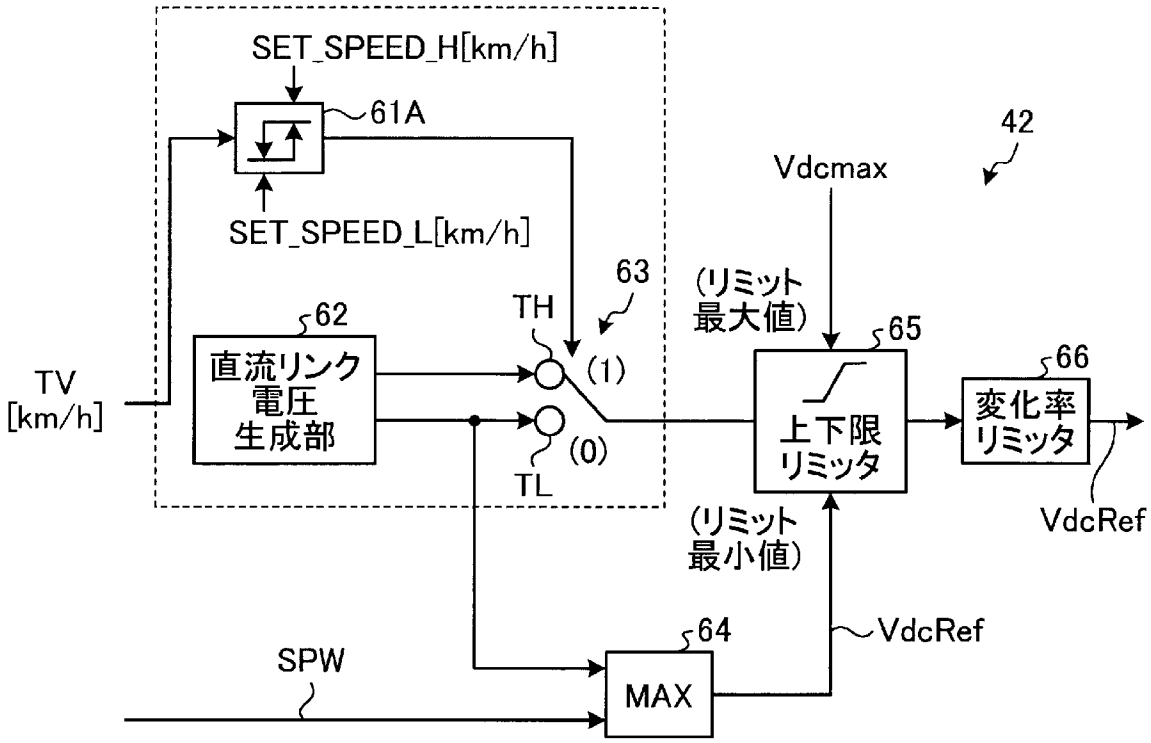
[図4]


SET_POW_H[kW]
61
SET_POW_L[kW]
42
Vdcmax
63
(リミット
最大値)
62
VLH
TH
65
66
PowerRef
[kW]
直流リンク
電圧
生成部
(1)
上下限
リミッタ
変化率
リミッタ
(0)
VLL
TL
VdcRef
(リミット
最小値)
64
VdcRef
SPW
MAX

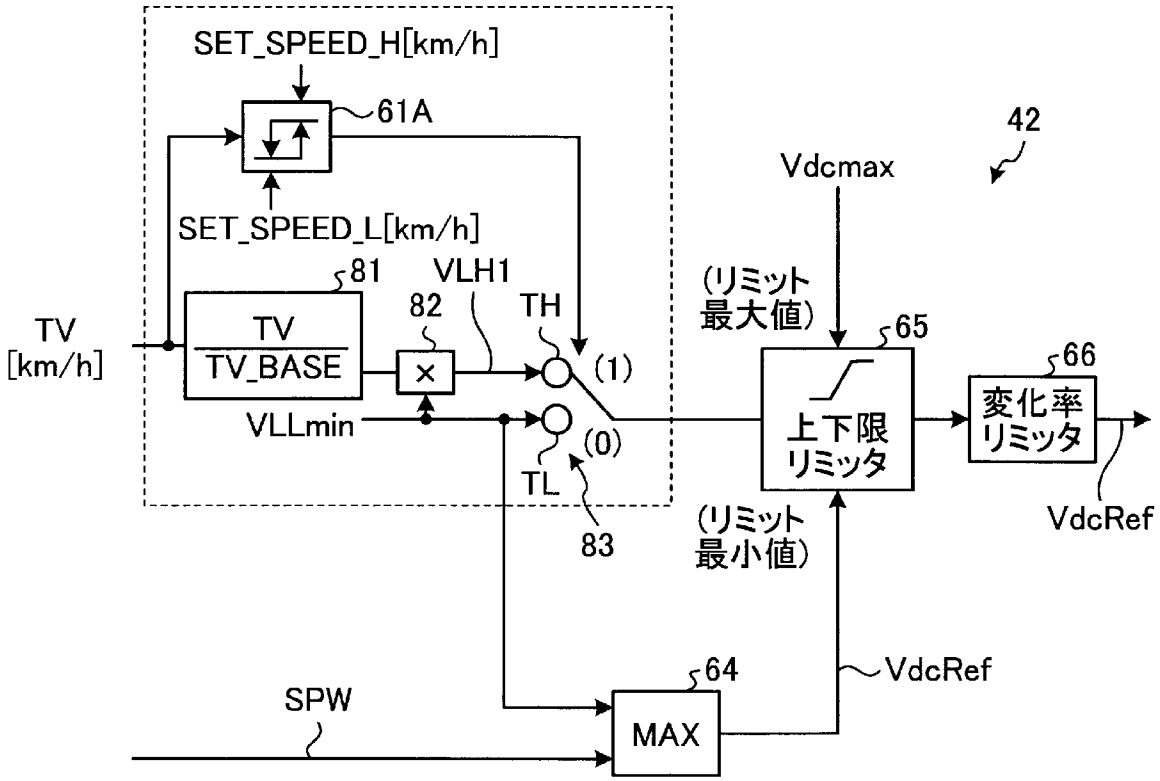
[図5]


SET_POW_H[kW]
61
42
Vdcmax
SET_POW_L[kW]
VLH1
71
(リミット
最大値)
PowerRef
[kW]
PowerRef
PowerRef_MAX
72
TH
65
66
(1)
上下限
リミッタ
変化率
リミッタ
VLLmin
(0)
TL
VdcRef
62A
73
(リミット
最小値)
64
VdcRef
SPW
MAX

[図6]


SET_SPEED_H[km/h]
61A
SET_SPEED_L[km/h]
42
Vdcmax
63
(リミット
最大値)
TH
62
65
66
TV
[km/h]
直流リンク
電圧
生成部
(1)
上下限
リミッタ
変化率
リミッタ
(0)
TL
VdcRef
(リミット
最小値)
64
VdcRef
SPW
MAX

[図7]


SET_SPEED_H[km/h]
61A
42
Vdcmax
SET_SPEED_L[km/h]
81
VLH1
(リミット
最大値)
82
TH
65
66
TV
[km/h]
TV
TV_BASE
×
(1)
上下限
リミッタ
変化率
リミッタ
VLLmin
(0)
TL
VdcRef
83
(リミット
最小値)
64
VdcRef
SPW
MAX

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/051597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60L3/00(2006.01)i, *B60L9/24*(2006.01)i

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)
B60L3/00, B60L9/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	WO 2011/070609 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 16 June 2011 (16.06.2011), paragraphs [0013] to [0029], [0035]; fig. 1, 4, 7 & US 2012/0296507 A1 paragraphs [0021] to [0037], [0043] & EP 2511123 A1 & AU 2009356390 A1 & CA 2783782 A1 & CN 102639354 A & KR 10-2012-0060898 A & MX 2012006479 A	1-6 7-9
X Y	JP 2008-86082 A (Toshiba Corp.), 10 April 2008 (10.04.2008), paragraphs [0017] to [0018], [0031]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-3,6 7-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 April 2016 (07.04.16)	19 April 2016 (19.04.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/051597

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-35373 A (Toshiba Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraph [0106] (Family: none)	7-9
Y	JP 2013-176230 A (Hitachi, Ltd.), 05 September 2013 (05.09.2013), paragraph [0042] (Family: none)	9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５１５９７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60L3/00(2006.01)i, B60L9/24(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60L3/00, B60L9/24

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	WO 2011/070609 A1（三菱電機株式会社）2011.06.16, 段落[0013]-[0029],[0035],第1,4,7図 & US 2012/0296507 A1,段落[0021]-[0037],[0043] & EP 2511123 A1 & AU 2009356390 A1 & CA 2783782 A1 & CN 102639354 A & KR 10-2012-0060898 A & MX 2012006479 A	1-6 7-9
X Y	JP 2008-86082 A（株式会社東芝）2008.04.10, 段落[0017]-[0018],[0031],第1,3図（ファミリーなし）	1-3,6 7-9

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０７．０４．２０１６	１９．０４．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｈ　５７８０
相羽　昌孝
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2010-35373 A (株式会社東芝) 2010.02.12, 段落[0106] (ファミリーなし)	7-9
Y	JP 2013-176230 A (株式会社日立製作所) 2013.09.05, 段落[0042] (ファミリーなし)	9