(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
2015 年 11 月 26 日(26.11.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/178274 A1

(51) 国際特許分類:
B60L 15/20 (2006.01) *G01L 5/13* (2006.01)
B60W 40/107 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/063778

(22) 国際出願日: 2015 年 5 月 13 日(13.05.2015)

(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 2014-104925 2014 年 5 月 21 日(21.05.2014) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ＮＴＮ株式会社 (NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および
(71) 出願人 (米国についてのみ): 茂木　克敏 (MOGI, Katsutoshi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚１５７８番地　ＮＴＮ株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 杉本　修司, 外 (SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀１丁目１０番２号　肥後橋ニッタイビル Osaka (JP).

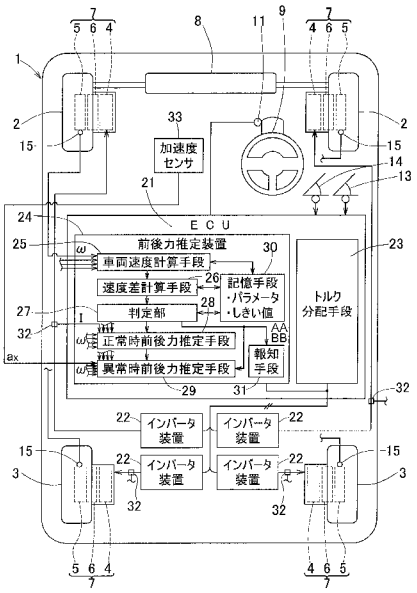
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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,

[続葉有]

(54) **Title**: VEHICLE LONGITUDINAL FORCE ESTIMATION DEVICE

(54) 発明の名称 : 車両の前後力推定装置



22 Inverter device
23 Torque distribution means
24 Longitudinal force estimation device
25 Vehicle speed calculation means
26 Speed difference calculation means
27 Determination part
28 Normal-state longitudinal force estimation means
29 Abnormal-state longitudinal force estimation means
30 Storage means
31 Notification means
33 Acceleration sensor
AA Parameter
BB Threshold value

(57) **Abstract**: Provided is a vehicle longitudinal force estimation device that achieves reduced manufacturing costs and is capable of accurately estimating longitudinal forces acting on the wheels even in the event of an unexpected torque loss. This estimation device is provided with: a vehicle speed calculation means (25) for calculating the vehicle speed of each of a plurality of independently driven wheels (2, 3); and a speed difference calculation means (26) for calculating the difference in the calculated vehicle speeds between the wheels. The estimation device is provided with: a normal-state longitudinal force estimation means (28) for estimating the longitudinal force on each wheel (2, 3) using a prescribed motion equation with respect to all of the wheels (2, 3) when the differences in the vehicle speeds are all equal to or smaller than a threshold value; and an abnormal-state longitudinal force estimation means (29) for estimating, upon determining that an arbitrary wheel (2, 3) is an abnormal wheel when the vehicle speed difference between the arbitrary wheel (2, 3) and the other wheels (2, 3) is larger than the threshold value, the longitudinal force on the abnormal wheel by estimating the longitudinal forces on the other wheels (2, 3) using the motion equation and subtracting the total of the longitudinal forces on the other wheels (2, 3) from the longitudinal forces acting on the vehicle.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/178274 A1

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)）

製造コストの低減を図ると共に、予期せぬトルク損失が発生しても、車輪に作用する前後力を精度良く推定することができる車両の前後力推定装置を提供する。独立して駆動する複数の車輪(2), (3)毎に車両速度を求める車両速度計算手段(25)と、求めた車両速度の差を車輪同士で互いに求める速度差計算手段(26)とを設ける。全ての車両速度の差が閾値以下の場合、全ての車輪(2), (3)につき、定められた運動方程式より各車輪(2), (3)の前後力を推定する正常時前後力推定手段(28)と、任意の車輪(2), (3)と他の車輪(2), (3)との車両速度の差が閾値より大の場合、任意の車輪(2), (3)を異常輪として、他の車輪(2), (3)の前後力を運動方程式より推定し、異常輪の前後力を、車両に働く前後力から他の車輪(2), (3)の前後力の輪を減じて推定する異常時前後力推定手段(29)とを設けた。

明　細　書

発明の名称 ： 車両の前後力推定装置

関連出願

[0001] 本出願は、２０１４年５月２１日出願の特願２０１４－１０４９２５の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、例えば、インホイールモータ駆動装置などを搭載した左右独立駆動車の前後力を推定する車両の前後力推定装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、車両の姿勢を制御して車両の走行安定性を向上させるため、車両の前後力を推定する技術が公知である。この車両の前後力を推定もしくは検出する手法として、以下に挙げる手法（１），（２）が提案されている。

[0004] （１）前後力の計算に使用される車輪の慣性モーメントが変化しても前後力を精度良く推定する手法（特許文献１）。具体的には、車輪の回転運動方程式に基づく以下の式を用いて、車輪の前後力に相当するトルクＴfxcを計算する。

Ｔfxc＝Ｔ＋α・Ｉｃ・ｄω／ｄｔ

Ｔは車輪のトルク、ｄω／ｄｔは車輪の角加速度、Ｉｃは車輪の慣性モーメント、αは慣性モーメントを実際値に一致させるための補正係数である。補正係数αを求めるのに、（ｄω／ｄｔ）＝０となる時点において、車輪の前後力に相当するトルクの実際値の時間微分が０になるという関係を利用する。

[0005] （２）車両のアンチロックブレーキ装置において、センサを用いて車輪または車軸周りのひずみを測定することにより、車輪に働く前後力を直接検出する手法（特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００７－１９１０４１号公報

特許文献2：特開平３－２２００５６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 車輪の回転運動方程式に基づき車輪の前後力を計算する従来技術（１）では、駆動系を構成する部品、例えば、軸受、歯車などに異常が生じて、予期せぬトルク損失Ｔlossが発生すると、車輪の運動方程式は次式に置き換わる。

Ｔfxc＝Ｔ－Ｔloss＋α・Ｉｃ・ｄω／ｄｔ

しかし、発生したトルク損失Ｔlossを見積もることは困難であるため、上式より車輪の前後力に相当するＴfxc、言い換えれば、車輪に作用する前後力を推定する精度は低下してしまう。

[0008] 従来技術（２）の車輪の前後力を検出するセンサは一般に高価であり、車両の製造コストの増加につながるという問題がある。

[0009] この発明の目的は、製造コストの低減を図ると共に、予期せぬトルク損失が発生しても、車輪に作用する前後力を精度良く推定することができる車両の前後力推定装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 以下、この発明について、理解を容易にするために、便宜上実施形態の符号を参照して説明する。

[0011] この発明の車両の前後力推定装置２４は、複数の車輪２，３を独立して駆動する駆動源４を有する車両１に搭載される車両１の前後力推定装置２４であって、

前記車輪２，３毎にその車輪２，３の角速度を用いて車両速度を求める車両速度計算手段２５と、

この車両速度計算手段２５で求めた前記車輪毎の車両速度の差を車輪同士

で互いに求める速度差計算手段２６と、

この速度差計算手段２６で求めた全ての車両速度の差が閾値以下または閾値未満の場合、全ての前記車輪２，３につき、定められた運動方程式より各車輪２，３の前後力を推定する正常時前後力推定手段２８と、

任意の車輪２，３と他の車輪２，３との車両速度の差が閾値より大または閾値以上の場合、前記任意の車輪２，３を異常輪として、前記他の車輪２，３の前後力を前記運動方程式より推定し、前記異常輪の前後力を、車両１に働く前後力から前記他の車輪２，３の前後力の和を減じて推定する異常時前後力推定手段２９とを設けた。

前記車両速度は、車輪２，３の回転速度と車両１のヨー角速度等から前記車輪２，３毎に推定される。

前記閾値は、例えば、実験やシミュレーション等の結果により定められる。

前記定められた運動方程式は、例えば、次のように表される。

Ｉ（ｄω／ｄｔ）＝Ｔ－ＲＦ

Ｉは車輪の回転部の慣性モーメント、ωは車輪の角速度、Ｔは駆動トルク、Ｒは車輪の半径、Ｆは前後力を表す。

前記正常時前後力推定手段２８と前記異常時前後力推定手段２９との間において、前記「閾値以下」に対し前記「閾値より大」が対応し、前記「閾値未満」に対し前記「閾値以上」が対応する。

前記異常時前後力推定手段２９は、車輪２，３が正常か異常かを判断する部分を含まなくても良く、特定された任意の車輪２，３を、他の車輪２，３とは異なる推定手段を用いて前後力を推定するために適用される。

[0012] この前後力推定装置２４は、例えば、常時、以下の各計算を行い、定められた条件で前後力の推定を行う。前記定められた条件は、試験やシミュレーション等の結果により適宜定められる。この構成によると、車両速度計算手段２５は、先ず車両速度を前記車輪２，３の各々毎に計算する。次に、速度差計算手段２６は、前記車輪２，３の各々毎に求めた車両速度の差を計算す

る。求めた全ての車両速度の差が閾値以下または閾値未満の場合、全ての車輪２，３に大きなトルク損失が発生していないと考えられる。この場合、正常時前後力推定手段２８は、全ての前記車輪２，３につき、定められた運動方程式より各車輪２，３の前後力を推定する。

[0013] 任意の車輪２，３と他の車輪２，３との車両速度の差が閾値より大または閾値以上の場合、任意の車輪２，３に大きなトルク損失が発生していると考えられる。この場合、前記運動方程式は成立しなくなり、この運動方程式では、前記任意の車輪２，３の前後力を正しく推定できなくなる。ただし、前記他の車輪２，３の前後力は前記運動方程式より推定し得る。そこで、異常時前後力推定手段２９は、車両１に働く前後力から前記他の車輪２，３の前後力の和を減じて、任意の車輪２，３の前後力を推定する。

[0014] 前記車両１に働く前後力は、全ての車輪２，３に働く前後力の和に相当し、例えば、車両１の重量に車両の前後加速度を乗じて求められる。なお、トルク損失が大きくなるといった異常は、１輪毎に発生して複数輪同時に発生するとは考えにくい。よって、異常時において、異常時前後力推定手段２９は、前述のように、他の車輪２，３の前後力だけでなく異常輪の前後力を精度良く推定し得る。また、正常時には、正常時前後力推定手段２８も各車輪２，３の前後力を精度良く推定し得る。したがって、車輪２，３に予期せぬトルク損失が発生していても、車輪２，３の前後力を直接検出するセンサ等を用いることなく、各車輪２，３の前後力を精度良く推定し得る。また、車輪の前後力を直接検出する従来技術（２）よりも製造コストの低減を図れる。

[0015] 前記正常時前後力推定手段２８および前記異常時前後力推定手段２９は、独立して駆動する各車輪２，３に与える駆動トルクを一時的に等しくする指令を、前記駆動源４を制御する制御手段２２に与えるものとしても良い。このように各車輪２，３に与える駆動トルクを一時的に等しくすることで、異常輪の有無を判定し易くなる。

[0016] 前記正常時前後力推定手段２８および前記異常時前後力推定手段２９は、

独立して駆動する各車輪２，３に与える駆動トルクを一時的に零とする指令を、前記駆動源４を制御する制御手段２２に与えるものとしても良い。この場合、路面の摩擦係数に依存せずに異常輪の有無を判定できる。

[0017] 前記車両速度計算手段２５は、前記車輪２，３毎に検出される角速度と、車両１のヨー角速度と、定められた車両固有のパラメータとに基づいて、前記車輪毎の車両速度を求めても良い。前記車両固有のパラメータは、例えば、車輪半径Ｒ、トレッドｄ等である。前記駆動源４は電動式のモータ４であっても良い。この場合、モータ４の電流を観測することで、駆動トルクを正確に把握することができる。前記駆動源４は、インホイールモータ駆動装置７を構成する前記モータ４であっても良い。

[0018] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも２つの構成のどのような組合せも、この発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の２つ以上のどのような組合せも、この発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0019] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[0020] [図1]この発明の実施形態に係る車両の前後力推定装置の概念構成を示すブロック図である。

[図2]同車両の車輪の運動モデルを示す図である。

[図3]同前後力推定装置の前後力推定手順を示すフローチャートである。

[図4]同前後力推定装置により車輪毎に車両速度を推定した例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0021] この発明の一の実施形態に係る車両の前後力推定装置を図１ないし図４と

共に説明する。図１に示すように、この前後力推定装置が搭載される車両１として、例えば、左右の前輪（車輪）２，２および後輪（車輪）３，３が、それぞれ駆動源であるモータ４によって独立して駆動される四輪独立駆動車が適用される。各モータ４は、車輪用軸受５、および、モータ４の回転を減速して車輪用軸受５の図示外の回転側軌道輪に伝達する減速機６と共に、インホイールモータ駆動装置７を構成する。左右の前輪２，２は、転舵機構８により転舵可能であり、操舵入力手段であるハンドル９により転舵機構８を介して操舵される。

[0022] 車両１の制御系について説明する。車両１の制御系は、メインのＥＣＵ２１と、各モータ４をそれぞれ駆動するインバータ装置２２とを有する。ＥＣＵ２１は、車両全体の協調制御，統括制御を行う電気制御ユニットであり、プロセッサを有するコンピュータ、前記プロセッサで実行されるプログラムを有するＲＯＭ（Read Only Memory）、およびＲＡＭ（Random Access Memory）やコプロセッサ（Co-Processor）等の他の電子回路により構成される。ＥＣＵ２１には、少なくともトルク分配手段２３が設けられている。トルク分配手段２３は、アクセルペダル１３等のアクセル操作手段からの加速指令、およびブレーキペダル１４等のブレーキ操作手段からの減速指令が入力され、前記加速指令と減速指令の差に応じて、ソフトウエアやハードウエアで実現されたＬＵＴ（Look Up Table）、およびソフトウエアのライブラリ（Library）に収められた所定の変換関数やそれに等価のハードウエア等を用いて、駆動指令を生成し、各モータ４に分配する。前記駆動指令は、例えば、トルク指令である。なお、アクセル操作手段およびブレーキ操作手段は、操作者がアクセルおよびブレーキを指示するための手段であれば、上記ペダル入力式に限られず、ボタン入力式、レバー入力式等であってもよい。

[0023] トルク分配手段２３から分配して出力される駆動指令は、各輪２，３の各インバータ装置２２に与えられる。各インバータ装置２２は、図示外のバッテリの直流電力をモータ４の駆動用の交流電力に変換する図示外のインバータと、このインバータを制御するモータコントロール回路部（図示せず）と

を有する。このモータコントロール回路部には、例えば、マイクロコンピュータおよび該マイクロコンピュータで実行されるモータ制御プログラムを有するＲＯＭ等が含まれる。各インバータ装置２２は、該モータ制御プログラムが実行され、与えられたトルク指令等の駆動指令に応じて、前記インバータを制御し、モータ４に与える電力を制御する。

[0024] 前後力推定装置２４は、前記構成を有する車両のＥＣＵ２１に設けられる。なお前後力推定装置２４を、前記メインのＥＣＵ２１とは別のＥＣＵに設けても良い。前後力推定装置２４は、車両速度計算手段２５と、速度差計算手段２６と、判定部２７と、正常時前後力推定手段２８と、異常時前後力推定手段２９と、メモリ等の記憶手段３０と、報知手段３１とを有する。正常時前後力推定手段２８および異常時前後力推定手段２９は、各車輪２，３の前後力を推定するとき、例えば、独立して駆動する各車輪２，３に与える駆動トルクを一時的に等しくする指令を、各モータ４をそれぞれ制御するインバータ装置（制御手段）２２に与える。

[0025] 車両速度計算手段２５は、車輪２，３の各々毎に次式で車両速度Ｖをそれぞれ求める。

$$V_j = R\omega_j \pm (d/2)\, r \qquad \cdots (1)$$

Ｒは車輪半径、ωは車輪の角速度、ｄは前後輪のトレッド、ｒはヨー角速度を表す。式（１）の符号は、左側の車輪では正、右側の車輪では負とする。添え字ｊは車輪の番号を表す。例えば、添え字ｊ＝１が左前輪、ｊ＝２が右前輪、ｊ＝３が左後輪、ｊ＝４が右後輪を表す。車輪半径Ｒ、トレッドｄは、車両固有のパラメータであり、例えば、記憶手段３０に記憶されてこの記憶手段３０から取得し得る。車両速度計算手段２５は、ソフトウエアやハードウエアで実現されたＬＵＴ、およびソフトウエアのライブラリに収められた所定の変換関数やそれに等価のハードウエア等を用いて、上記式（１）を演算しうる回路または関数が構成されて、上記の各車両固有のパラメータの入力により車輪毎の車両速度を求める。

[0026] 角速度ωは、例えば、各車輪２，３に設けた回転センサ１５より取得され

る。ヨー角速度ｒは、ヨー角速度センサより取得してもよいし、ハンドル９の操舵角を検出する操舵検出センサ１１から演算により求めてもよい。演算により求める場合、具体的には、例えば、車両試験により、操舵角に対するヨー角速度ｒの伝達特性を予め求めておき、車両速度計算手段２５は、求めた伝達特性に基づき、ソフトウエアやハードウエアで実現されたＬＵＴ、およびソフトウエアのライブラリに収められた所定の変換関数やそれに等価のハードウエア等を用いて回路または関数が構成されて、操舵検出センサ１１で検出された操舵角から相応なヨー角速度ｒを求める。

[0027] 速度差計算手段２６は、ソフトウエアやハードウエアで実現されたＬＵＴ、およびソフトウエアのライブラリに収められた所定の減算関数やそれに等価のハードウエア等を用いて回路または関数が構成されて、車両速度計算手段２５で求めた各車輪の車両速度間の差を求める。例えば、４番目の右後ろの車輪３の角速度より求めた車両速度を、他の車輪２，３の角速度より求めた車両速度と比較するときは、その車両速度の差を次式で計算する。

$$\Delta V_{j4} = V_j - V_4 \quad (j = 1 \sim 3) \qquad \cdots (2)$$

[0028] ここで表１に、各車輪２，３の車両速度の差と閾値との関係を示す。ここでは、後で説明する４番目の車輪３が異常輪と判定部２７によって特定される場合の例を示す。

[表1]

車両速度差

(4番目の車輪が異常輪と判断される場合の例)

車輪番号	1	2	3	4
1		$\Delta V_{12} \leqq \varepsilon$	$\Delta V_{13} \leqq \varepsilon$	$\Delta V_{14} > \varepsilon$
2	$\Delta V_{21} \leqq \varepsilon$		$\Delta V_{23} \leqq \varepsilon$	$\Delta V_{24} > \varepsilon$
3	$\Delta V_{31} \leqq \varepsilon$	$\Delta V_{32} \leqq \varepsilon$		$\Delta V_{34} > \varepsilon$
4	$\Delta V_{41} \leqq \varepsilon$	$\Delta V_{42} \leqq \varepsilon$	$\Delta V_{43} \leqq \varepsilon$	

ε：車両速度差のしきい値

[0029] 表１に示す車両速度の差ΔＶについて、４番目の車輪３に関する式（２）と同様の計算を、他の１～３番目の車輪についても行う。判定部２７は、閾値との比較の結果、車両速度の差ΔＶの大きさに応じて次のＡ．またはＢ．のように、前後力推定手段を正常時前後力推定手段２８または異常時前後力推定手段２９から選択する。

[0030] Ａ．（判定部２７により、全ての車両速度の差が閾値以下と判定された場合）

この場合は４輪全てに大きなトルク損失が発生していないと考える。この場合、正常時前後力推定手段２８が、全ての車輪２，３につき、定められた運動方程式より各車輪２，３の前後力を推定する。前記閾値は、記憶手段３０に書換え可能に記憶される。正常時前後力推定手段２８は、ソフトウエアやハードウエアで実現されたＬＵＴ、およびソフトウエアのライブラリに収められた所定の変換関数やそれに等価のハードウエア等を用いて、上記運動方程式を演算しうる回路または関数が構成されて、当該正常時の各車輪２，３の前後力Ｆを算出する。

[0031] 図２は、この車両１の車輪２，３の運動モデルを示す図である。前記定められた運動方程式は、例えば、次のように表される。

Ｉ（ｄω／ｄｔ）＝Ｔ－ＲＦ …（３）

Ｉは車輪２，３の回転部の慣性モーメント、ωは車輪２，３の角速度、Ｔは駆動トルク、Ｒは車輪２，３の半径、Ｆは前後力を表す。図２に示すように、慣性モーメントＩと車輪２，３の半径Ｒは、車両固有のパラメータであり、例えば、記憶手段３０に保存し、記憶手段３０から容易に取得し得る。角速度ωは、例えば、各車輪２，３に設けた回転センサ１５より取得し得る（図１参照）。

[0032] また駆動源がモータ４であるため、図１に示すように、各モータ４に流れる電流を観測する電流検出手段３２を設け、この電流検出手段３２により電流を観測することでこの電流と比例関係にある駆動トルクＴを正確に把握し得る。したがって、全ての車両速度の差が閾値以下と判定された場合、式（３）を用いて各車輪２，３の前後力を推定し得る。

[0033] Ｂ．（任意の車輪と他の車輪との車両速度の差が閾値より大と判定された場合）

例えば、表１の最右列の太枠内に示したように、設定した閾値εより車両速度の差ΔV_{14}、ΔV_{24}、ΔV_{34}が大きいと判定部２７で判定された場合、判定部２７は、４番目の車輪３に大きなトルク損失が発生している、すなわち４番目の車輪３が異常輪であると特定する。このとき、前述の式（３）は成立しなくなり、前後力Ｆを正しく推定できなくなる。この場合、異常時前後力推定手段２９が、次式（４）により、異常輪の前後力を推定する。但し、他の１～３番目の車輪２，３については、前記Ａ．と同様に式（３）を使って、前後力Ｆを推定する。異常時前後力推定手段２９は、ソフトウエアやハードウエアで実現されたＬＵＴ、およびソフトウエアのライブラリに収められた所定の変換関数やそれに等価のハードウエア等を用いて、式（３）および式（４）を演算しうる回路または関数が構成されて、当該異常時の車輪２，３の異常輪３および他の車輪２，３の前後力Ｆを算出する。

[0034] [数1]

$$F_4 = ma_x - \sum_{j=1}^{3} F_j \qquad (4)$$

[0035] mは車両重量、a_xは車両の前後加速度、ma_xは車両に働く前後力（４輪に働く前後力の和）に相当する。車両重量mは、例えば、記憶手段３０に保存しておき、記憶手段３０から取り出して取得する。前後加速度a_xは、例えば、車両１に取り付けた加速度センサ３３より取得する。なおトルク損失が大きくなるといった異常は、１輪毎に発生して複数輪同時に発生するとは考えにくい。よって、Ｂ．の異常時前後力推定手段２９により、異常が生じた車輪２，３の前後力を推定し得る。したがって、車輪２，３に予期せぬトルク損失が発生していても、車輪２，３の前後力を直接検出するセンサ等を用いることなく、各車輪２，３の前後力を精度良く推定し得る。このため、例えば、車輪の前後力を直接検出する従来技術よりも製造コストの低減を図れる。

[0036] 報知手段３１は、異常輪があると判定部２７が判定したときに、例えば、異常が発生した車輪２，３を運転席のモニター等（図示せず）に出力して、運転者の注意を喚起する。トルク損失が大きくなる異常の原因は、例えば、インホイールモータ駆動装置７の構成部品（歯車や軸受）等の異常に起因する。

[0037] 図３は、前後力推定装置の前後力推定手順を示すフローチャートである。以後、図１，図２も適宜参照しつつ説明する。例えば、この車両１の電源を投入後、前後力の推定を開始し、速度差計算手段２６は、車両速度計算手段２５で求めた車両速度の差ΔＶを各車輪間で求める（ステップＳ１）。次に、ΔＶが全て閾値以下か否かを判定部２７が判定する（ステップＳ２）。ΔＶが全て閾値以下のとき（ステップＳ２：Ｙｅｓ）、正常時前後力推定手段２８は、式（３）より各車輪２，３の前後力を推定する（ステップＳ３）。その後、本処理を終了する。

[0038] ステップＳ２において、判定部２７は、閾値以下でないΔＶがあると判定

したとき（ステップＳ２：Ｎｏ）、表１を用いて説明したように異常輪の特定を行う（ステップＳ４）。次に、正常時前後力推定手段２８に代わって、異常時前後力推定手段２９は、式（３）より異常輪以外の三輪の前後力を推定する（ステップＳ５）。次に、異常時前後力推定手段２９は、式（４）より異常輪の前後力を推定する（ステップＳ６）。その後本処理を終了する。

[0039] 実際の車両走行中に右後輪の１輪だけにトルク損失を発生させ、車輪毎に車両速度を推定した例を図４に示す。異常輪の有無を判定するために、駆動輪に同じ駆動トルクを加えて式（１）より車輪毎の車両速度を計算するのが適切であるが、より簡単な方法としては、駆動トルクを与えずに惰性で走行しているときの車両速度を調べるのが良い。正常時前後力推定手段２８および異常時前後力推定手段２９は、独立して駆動する各車輪２，３に与える駆動トルクを一時的に等しく、例えば零とする指令を各インバータ装置２２に与える。この場合、路面の摩擦係数に依存せずに異常輪の有無を判定できる。

[0040] インホイールモータ駆動装置７においては、サイクロイド式の減速機、遊星減速機、２軸並行減速機、その他の減速機を適用可能であり、また、減速機を採用しない、所謂ダイレクトモータタイプであってもよい。

[0041] 車両は四輪独立駆動車に限定されず、左右輪が独立して駆動する二輪独立駆動車であっても良い。前後輪のいずれか一方を１モータで駆動するオンボード式の駆動輪とし、いずれか他方の左右輪を独立して駆動する駆動輪としても良い。また、車両を四輪車だけでなく三輪車に適用し、この三輪車の左右輪を独立して駆動する駆動輪としても良い。

[0042] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範囲から定まる発明の範囲内のものと解釈される。

符号の説明

[0043] １…車両

２…前輪（車輪）

３…後輪（車輪）

４…モータ（駆動源）

７…インホイールモータ駆動装置

２２…インバータ装置（制御手段）

２４…前後力推定装置

２５…車両速度計算手段

２６…速度差計算手段

２８…正常時前後力推定手段

２９…異常時前後力推定手段

請求の範囲

[請求項1] 複数の車輪を独立して駆動する駆動源を有する車両に搭載される車両の前後力推定装置であって、

前記車輪毎にその車輪の角速度を用いて車両速度を求める車両速度計算手段と、

この車両速度計算手段で求めた前記車輪毎の車両速度の差を車輪同士で互いに求める速度差計算手段と、

この速度差計算手段で求めた全ての車両速度の差が閾値以下または閾値未満の場合、全ての前記車輪につき、定められた運動方程式より各車輪の前後力を推定する正常時前後力推定手段と、

任意の車輪と他の車輪との車両速度の差が閾値より大または閾値以上の場合、前記任意の車輪を異常輪として、前記他の車輪の前後力を前記運動方程式より推定し、前記異常輪の前後力を、車両に働く前後力から前記他の車輪の前後力の和を減じて推定する異常時前後力推定手段と、

を設けた車両の前後力推定装置。

[請求項2] 請求項１記載の車両の前後力推定装置において、前記正常時前後力推定手段および前記異常時前後力推定手段は、独立して駆動する各車輪に与える駆動トルクを一時的に等しくする指令を、前記駆動源を制御する制御手段に与える車両の前後力推定装置。

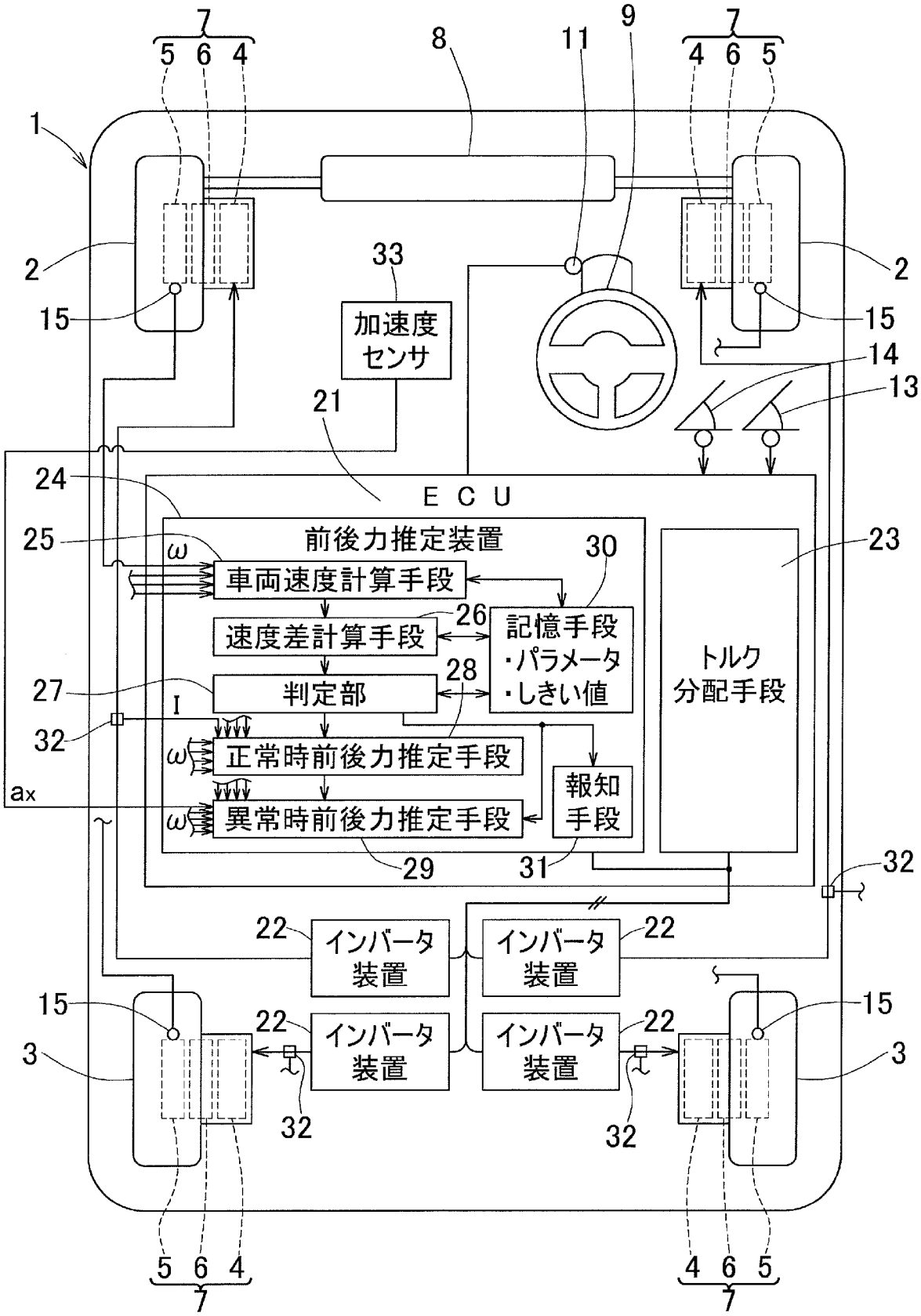
[請求項3] 請求項１記載の車両の前後力推定装置において、前記正常時前後力推定手段および前記異常時前後力推定手段は、独立して駆動する各車輪に与える駆動トルクを一時的に零とする指令を、前記駆動源を制御する制御手段に与える車両の前後力推定装置。

[請求項4] 請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載の車両の前後力推定装置において、前記車両速度計算手段は、前記車輪毎に検出される角速度と、車両のヨー角速度と、定められた車両固有のパラメータとに基づいて、前記車輪毎の車両速度を求める車両の前後力推定装置。

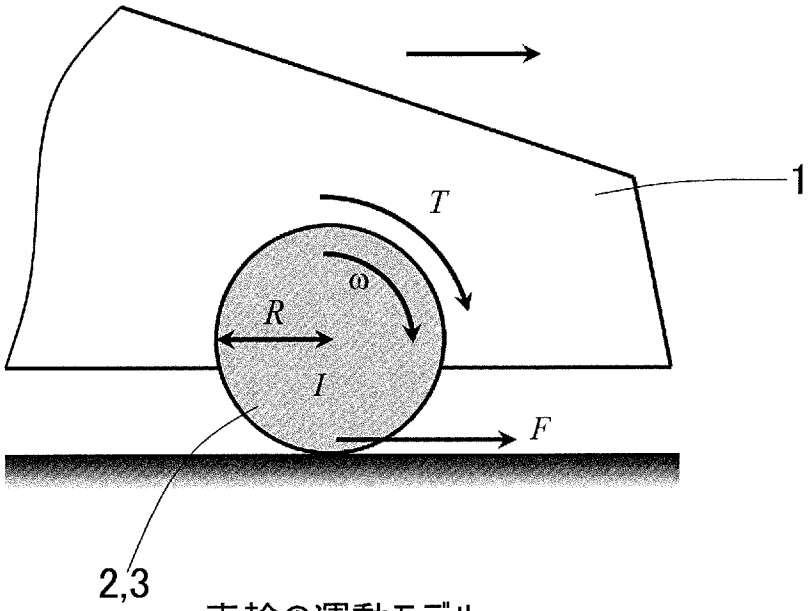
[請求項5] 請求項１ないし請求項４のいずれか１項に記載の車両の前後力推定装置において、前記駆動源は電動式のモータである車両の前後力推定装置。

[請求項6] 請求項５記載の車両の前後力推定装置において、前記駆動源は、インホイールモータ駆動装置を構成する前記モータである車両の前後力推定装置。

[図1]

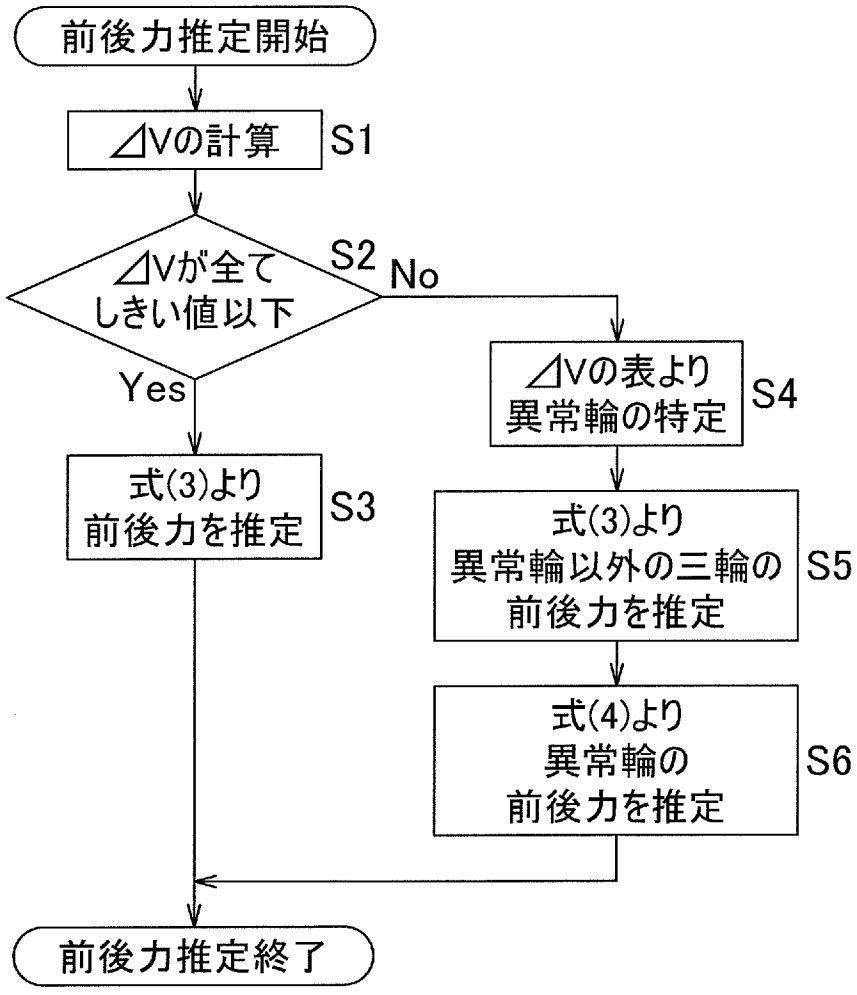

7
5 6 4
8
11
9
7
4 6 5
1
2
15
33
加速度センサ
21
2
15
14
13
24
E C U
25
ω
前後力推定装置
30
車両速度計算手段
速度差計算手段
26
記憶手段・パラメータ・しきい値
27
判定部
28
I
32
ω
正常時前後力推定手段
ax
ω
異常時前後力推定手段
報知手段
29
31
トルク分配手段
23
32
22
インバータ装置
インバータ装置
22
15
22
インバータ装置
インバータ装置
22
15
3
32
32
3
5 6 4
7
4 6 5
7

[図2]



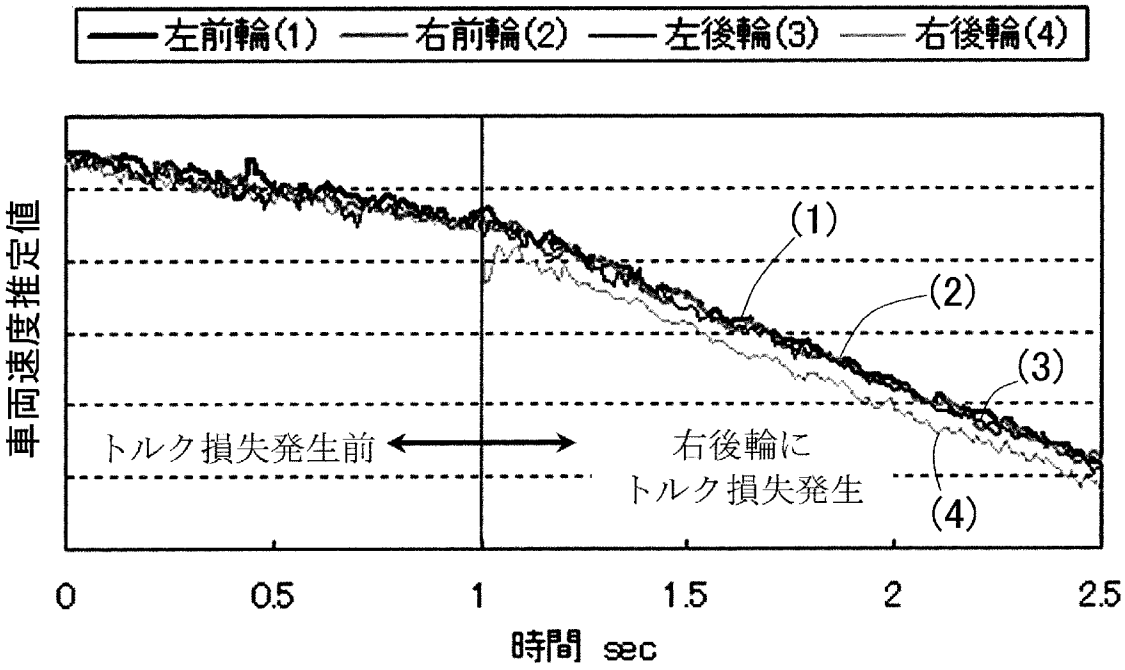
車輪の運動モデル

[図3]



独立駆動車両の前後力推定フロー

[図4]


左前輪(1)
右前輪(2)
左後輪(3)
右後輪(4)
車両速度推定値
(1)
(2)
(3)
(4)
トルク損失発生前
右後輪に
トルク損失発生
0
0.5
1
1.5
2
2.5
時間 sec

車両速度の推定例

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/063778

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60L15/20(2006.01)i, *B60W40/107*(2012.01)i, *G01L5/13*(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)
B60L15/20, B60W40/107, G01L5/13

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2007-252045 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 27 September 2007 (27.09.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-198185 A (Toyota Motor Corp.), 03 September 2009 (03.09.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐ 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
13 July 2015 (13.07.15)	21 July 2015 (21.07.15)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０６３７７８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60L15/20(2006.01)i, B60W40/107(2012.01)i, G01L5/13(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.　B60L15/20, B60W40/107, G01L5/13

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
A	JP 2007-252045 A（日産自動車株式会社）2007.09.27, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2009-198185 A（トヨタ自動車株式会社）2009.09.03, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-6

☐　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
１３．０７．２０１５	２１．０７．２０１５

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　３１２１
根本　徳子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３１６