

(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
2012年6月28日(28.06.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/086502 A1

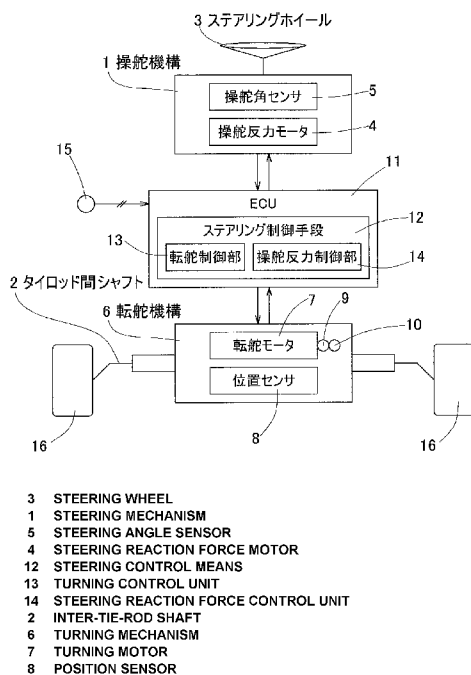
- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 113/00 (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) B62D 121/00 (2006.01)
B62D 101/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/078993
- (22) 国際出願日: 2011年12月15日(15.12.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-282595 2010年12月20日(20.12.2010) JP
- (71) 出願人(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
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 水貝智洋(SUGAI, Tomohiro) [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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: STEERING REACTION FORCE CONTROL DEVICE FOR STEER-BY-WIRE

(54) 発明の名称: ステアバイワイヤの操舵反力制御装置

[図1]



(57) Abstract: The present invention ensures good response when a steering wheel is started to turn from a neutral position, and makes the return position when hands are taken off the steering wheel the neutral position to the extent possible while preventing vibration around the neutral position. A steering angle sensor (5) and a steering reaction force motor (4) are provided for a steering wheel (3) which is not mechanically coupled to an inter-tie-rod shaft (2). A steering control means (12) controls a turning motor (7) of a turning mechanism (6) for driving the inter-tie-rod shaft (2) on the basis of the steering angle. The steering control means (12) is provided with a steering reaction force control unit (14) which determines forward input when the steering direction and the direction of turning reaction force are different, determines reverse input when both the directions are the same direction, and controls the steering reaction force of the steering reaction force motor according to the forward or reverse input.

(57) 要約: ステアリングホイールを中立位置から切り始めた際の良好な手応えを確保し、中立位置周りでの振動を防ぎつつ、手放し時における戻り位置を出来るだけ中立位置にする。タイロッド間シャフト(2)と機械的に連結されていないステアリングホイール(3)に対し、操舵角センサ(5)と操舵反力モータ(4)とが設けられる。ステアリング制御手段(12)は、操舵角を基に、タイロッド間シャフト(2)を駆動する転舵機構(6)の転舵モータ(7)を制御する。ステアリング制御手段(12)に、操舵方向と転舵反力の方向とが異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定し、この正逆に応じて操舵反力モータの操舵反力を制御する操舵反力制御部(14)を設ける。

WO 2012/086502 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：ステアバイワイヤの操舵反力制御装置

関連出願

[0001] 本出願は、2010年12月20日出願の特願2010-282595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、転舵用のタイロッド間シャフトと機械的に連結されていないステアリングホイールで操舵を行うようにしたステアバイワイヤ式操舵装置に関し、特にそのステアリングホイールに付与する操舵反力を制御する操舵反力制御装置に関する。

背景技術

[0003] ステアリングホイールに付与する操舵反力の生成法に関して、転舵機構に働く転舵反力を転舵反力センサにより検出し、あるいは転舵モータの制御量及び転舵変位量を用いて転舵反力を推定し、転舵反力に応じて操舵反力を生成する方法が知られている（例えば、特許文献1）。また、操舵フィーリングを向上するために、操舵反力に摩擦や粘性成分を付与している（特許文献2～4）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-88610号公報
特許文献2：特開2007-186014号公報
特許文献3：特許4011424号公報
特許文献4：特許4186913号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 従来のタイロッド間シャフトとステアリングホイールが機械的に連結され

ているEPS等の操舵装置では、機構部における摩擦力が直接操舵反力として感じられる。一方、ステアバイワイヤにおいては、機構部における摩擦が小さく、ハンドルを中立位置から切り始めた際には、初期の操舵反力は手応え感が小さいという問題点がある。ステアバイワイヤにおいて、摩擦力を制御により生成しようとする場合、操舵方向によって符号が反転する非線形要素であるため、常時安定かつ違和感のない操舵反力を再現することは難しい。

[0006] 特許文献2ではステアリングホイールに機械的に摩擦を付与している。しかし、この方法では、手放し時に於ける戻り位置にオフセットが生じ、車両が片流れする場合がある。特許文献3では操舵角の小さい領域で操舵反力のゲインを大きくしている。しかし、この方法では中立回りで振動が発生しやすくなる。特許文献4では、手放し時に於ける戻り位置のオフセットを防ぐため、操舵角に基づく第1の係数と操舵角速度に基づく第2の係数のどちらか大きい方を暫定目標摩擦反力に乗ずることで、中立位置での手放し時には目標摩擦反力を0としている。しかし、中立位置から切り始め時の操舵反力は手応え感が小さくなる。

[0007] この発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、ステアリングホイールを中立位置から切り始めた際の良好な手応えを確保し、中立位置周りでの振動を防ぎつつ、手放し時における戻り位置を出来るだけ中立位置にすることを目的とする。以下、この発明の概要について、実施形態を示す図面中の符号を用いて説明する。

課題を解決するための手段

[0008] この発明のステアバイワイヤの操舵反力制御装置は、転舵用のタイロッド間シャフト2と機械的に連結されていないステアリングホイール3に対し、操舵角を検出する操舵角センサ5と、操舵反力を与える操舵反力モータ4とが設けられ、操舵角センサ5の検出した操舵角を基に、車両に装備された他のセンサ類15からの運転状態検出信号と合わせて転舵角の指令信号を生成し、タイロッド間シャフト2を駆動する転舵機構6の転舵モータ7を制御す

るステアリング制御手段 12 を有するステアバイワイヤ式操舵装置であって、操舵方向と転舵反力の方向とが異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定し、この正逆に応じて前記操舵反力モータの操舵反力を制御する操舵反力制御部 14 を設けたものである。

[0009] この構成によると、操舵反力制御部 14 は、操舵方向と転舵反力の方向から転舵機構 6 にかかる入力の正逆を判定する。操舵方向と転舵反力の方向が異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定する。この正逆に応じて前記操舵反力モータ 74 の操舵反力を制御する。例えば、転舵機構 6 の正入力と逆入力における伝達効率が異なる場合、転舵反力推定に用いる係数を正入力時と逆入力時で変更することにより、転舵反力を精度良く推定することができる。これにより、ステアリングホイール 3 を中立位置から切り始めた際の良好な手応えを確保し、中立位置周りでの振動を防ぎつつ、手放し時における戻り位置を出来るだけ中立位置にすることができる。

[0010] この発明において、前記転舵機構 6 に作用する転舵反力を検出する転舵反力検出手段 18, 18A と、操舵方向を検出する操舵方向検出手段 19 とを設け、前記操舵反力制御部 14 は、具体的には、定められた規則に従って前記操舵反力モータ 4 の操舵反力の目標値を演算する操舵反力目標値演算部 17 と、前記操舵方向検出手段 18, 18A で検出される操舵方向が前記転舵反力検出手段 18, 18A で検出される転舵反力の方向と異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定する入力正逆判定部 21 と、前記入力正逆判定部 21 の判定結果となる正逆に応じて前記操舵目標値演算部 17 による演算内容を変更する正逆対応処理部 22 とを有するものとする。

[0011] 前記操舵方向検出手段 19 は、前記操舵角センサ 5 であっても良い。すなわち、前記入力正逆判定部 21 で判断に用いる操舵方向を、操舵角センサ 5 から得ても良い。

[0012] 前記転舵反力検出手段 18 は、転舵モータ 7 のトルク及び転舵変位量から、定められた推定式に従って転舵反力を推定するものであっても良い。その場合に、前記正逆対応処理部 22 は、前記入力正逆判定部 21 で判定された

正入力または逆入力によって、前記推定式における転舵反力を推定する係数を変更する機能を有するものとしても良い。転舵機構6の正入力と逆入力における伝達効率が異なる場合、転舵反力推定に用いる係数を正入力時と逆入力時で変更することにより、転舵反力を精度良く推定することができる。

[0013] この構成の場合に、前記転舵反力検出手段18で検出された転舵反力の検出信号を通過させるフィルタとして、カットオフ周波数の変更可能なローパスフィルタ26を設け、このローパスフィルタ26を通して得られた転舵反力を、前記操舵反力目標値演算部17が、目標操舵反力の基本値、すなわち暫定操舵反力目標値としても良い。

[0014] この構成の場合に、前記ローパスフィルタ26のカットオフ周波数は、転舵反力が大きい時には高く、小さい時には低く設定されているのが良い。推定された転舵反力を、カットオフ周波数を変更できるローパスフィルタ26に通し、暫定操舵反力目標値を生成する。推定転舵反力が小さい場合にはカットオフ周波数を低くし、推定転舵反力が大きい場合にはカットオフ周波数を高くする。これにより、手放し時における振動を抑制できると共にクイックな操舵反力が得られる。

[0015] また、前記ローパスフィルタ26のカットオフ周波数を、切替え操作手段28からの入力で変更するカットオフ周波数変更手段27を設けても良い。これにより、ドライバーの好みに合わせて操舵フィーリングを変更することができる。

[0016] この発明において、前記操舵反力制御部14は、前記入力正逆判定部21の判定結果が正入力の場合には操舵反力目標値に摩擦成分を付与し、逆入力の場合には付与しないものとしても良い。前記操舵反力制御部14は、例えば、暫定操舵反力目標値に摩擦項、粘性項、および慣性項を加え、操舵反力目標値を生成する。この場合に、正入力の場合にのみ摩擦成分を付与する。これにより、ハンドルを中立位置から切り始めた際に、速やかに摩擦成分が付与され、操舵初期の操舵反力の手応え感を実現できる。逆入力の場合には摩擦成分を付与しないため、手放し時に於ける戻り位置のオフセットは生じ

ない。

[0017] この構成の場合に、前記操舵反力制御部14は、転舵反力が大きいほど前記摩擦成分を小さく設定したものであるのが良い。また、前記操舵反力制御部14は、操舵反力目標値に加える粘性項の係数が、前記入力正逆判定部の判定結果が逆入力の場合に、正入力の場合より大きい値に設定されるのが良い。さらに、前記操舵反力制御部14は、転舵反力が大きいほど前記粘性項の係数が小さく設定されるのが良い。逆入力の場合には粘性項の係数を正入力の場合より大きく設定することで、中立位置周りでの振動を抑えることができるとともに、正入力時の操舵反力が大きくなり過ぎる違和感を防ぐことができる。

[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、本発明に含まれる。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、本発明に含まれる。

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。

[図1]この発明の一実施形態に係る操舵反力制御装置を備えたステアバイワイヤ式操舵装置の概略構成とその制御系の概念構成とを示す説明図である。

[図2]同ステアバイワイヤの操舵反力制御装置における操舵反力制御部の概念構成を示すブロック図である。

[図3]同操舵反力制御部の処理の流れを示すフローチャートである。

[図4]同操舵反力制御部の制御例における正入力時の転舵反力と摩擦成分の関係を示すグラフである。

[図5]同操舵反力制御部の制御例における転舵反力と粘性成分の関係を示すグ

ラフである。

発明を実施するための形態

[0020] この発明の一実施形態を図1ないし図5と共に説明する。図1は、この実施形態に係る操舵反力制御装置を備えたステアバイワイヤ式操舵装置のシステム構成図である。操舵機構1は、転舵用のタイロッド間シャフト2と機械的に連結されていないステアリングホイール3に対して、操舵反力を生成する操舵反力モータ4と、操舵角度を検出する操舵角センサ5を備える。転舵機構6は、タイロッド間シャフト2を車幅方向に進退駆動する転舵モータ7とタイロッド間シャフト位置2の転舵変位量となる進退位置を検出する位置センサ8を備える。この他に転舵モータ7のトルクを検出する電流計等のトルク検出手段9と、転舵モータ7の回転角度を検出する回転角度検出手段10とが設けられている。

[0021] ステアリング制御手段12は、自動車の全体を制御するECU（電気制御ユニット）11に設けられており、転舵制御部13と操舵反力制御部14とを有している。ECU11は、コンピュータとこれに実行されるプログラム、および電子回路により構成される。転舵制御部13は、操舵角センサ5の検出した操舵角を基に、車両に装備された他のセンサ類15からの運転状態検出信号と合わせて転舵角の指令信号を生成し、転舵機構6の転舵モータ7を制御する手段である。前記他のセンサ類15は、例えば、車速センサや、各車輪16に作用する荷重を検出センサ等である。他のセンサ類15は、一つであっても複数であっても良いが、ここでは、1つで代表して図示している。

[0022] 操舵反力制御部14の具体例を図2に示す。操舵反力制御部14は、基本的には、操舵反力目標値演算部17により操舵反力目標値 P_a を、定められた規則によって演算し、操舵反力モータ4のモータ制御回路（図示せず）に出力する手段である。この基本構成において、操舵目標値演算部17による演算を行うにつき、操舵方向と転舵反力の方向とが異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定し、この正逆に応じて操舵反力モータ4の操

舵反力を制御するように構成している。

[0023] 具体的には、前記転舵機構 6（図 1）に作用する転舵反力を検出する転舵反力検出手段 18 と、操舵方向を検出する操舵方向検出手段 19 とを設ける。操舵方向検出手段 19 は、前記操舵角センサ 5、または転舵機構 6 の位置センサ 8 である。

[0024] 操舵反力制御部 14 は、操舵反力目標値演算部 17 と、入力正逆判定部 21 と、正逆対応処理部 22 とを有する。操舵反力目標値演算部 17 は、定められた規則に従って操舵モータ 4 の操舵反力の目標値 P_a を演算する手段である。入力正逆判定部 21 は、操舵方向検出手段 19 で検出される操舵方向が、転舵反力検出手段 18 で検出される転舵反力の方向と異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定する手段である。正逆対応処理部 22 は、入力正逆判定部 21 の判定結果となる正逆に応じて、操舵反力目標値演算部 17 による演算内容を変更する手段である。

[0025] 転舵反力検出手段 18 は、転舵モータのトルク及び転舵変位量から、定められた推定式、例えば次式（1）に従って転舵反力 F_h を推定するものである。この式（1）は、転舵反力 F_h を、転舵モータ 7 の発生トルク T_m 、転舵速度（転舵モータ回転角度 θ の微分値）、および転舵加速度（転舵モータ回転角度 θ の 2 回微分値）から算出する式である。

[数1]

$$F_h = A \cdot T_m - I \cdot \ddot{\theta} - c \cdot \dot{\theta} \pm F_f \quad (1)$$

[0026] なお、 F_f : 転舵機構摩擦成分

A, I, c : 係数、

である。

[0027] 転舵モータ 7 の発生トルク T_m は、転舵モータ 7 の前記トルク検出手段 9 から得られ、転舵モータ 7 の回転角度 θ は、前記回転角度検出手段 10 から得られる。トルク検出手段 9 で検出したトルク T_m は、ローパスフィルタ 23 を通し、高周波成分を除去して転舵反力検出手段 18 に入力されるようにして

いる。転舵モータトルク T_m に高周波成分が含まれていない場合は、ローパスフィルタ 23 は不要である。

[0028] 上記正逆対応処理部 22 は、入力正逆判定部 21 で判定された正入力または逆入力によって、前記推定式 (1) における転舵反力 F_h を推定する係数 A 、 l 、 c 、 F_f を、定められた規則 (図示せず) により変更する機能を有する。この係数の変更は、係数 A 、 l 、 c 、 F_f のいずれか一つを変更するものであっても良く、また任意の 2 つ、または全てを変更するものであっても良い。

[0029] 前記操舵反力目標値演算部 17 は、暫定操舵反力目標値演算部 24 と、別項加算部 25 とを有し、暫定操舵反力目標値演算部 24 で計算した暫定操舵反力目標値 P_{aa} に、別項加算部 25 によって後述の別項を加算して操舵反力目標値 P_a とする。

[0030] 暫定操舵反力目標値演算部 24 は、カットオフ周波数の変更可能なローパスフィルタ 26 を有していて、転舵反力検出手段 18 で検出された転舵反力 (転舵反力推定値) F_h をローパスフィルタ 26 に通して得られた転舵反力を、目標操舵反力 P_a の基本値、すなわち暫定操舵反力目標値 P_{aa} とする。

[0031] なお、転舵反力検出手段 18 による式 (1) の演算は 1 kHz (1 msec 周期) で演算しており、その結果 (デジタル信号波形) が、カットオフ周波数可変のローパスフィルタ 26 (カットオフ周波数は 30 Hz ~ 0.5 Hz 程度) に入力される。前記ローパスフィルタ 23 もソフトウェアによるデジタルフィルタである。これらの演算には例えば SH マイコンを用いる。

[0032] 前記カットオフ周波数可変のローパスフィルタ 26 のカットオフ周波数は、一定でも良いが、転舵反力 F_h が大きい時には高く、小さい時には低く設定されているのが良い。例えば、ローパスフィルタ 26 に、入力される転舵反力 F_h を監視して、転舵反力 F_h が大きい時には高く、小さい時には低くカットオフ周波数を変更するカットオフ周波数変更手段 27 が設けられている。この変更は、連続的であっても、段階的であっても良い。

[0033] カットオフ周波数変更手段 27 は、前記ローパスフィルタ 26 のカットオ

フ周波数を、切替え操作手段 28 からの入力で変更可能なものとしても良い。切替え操作手段 28 は、例えば、車両のコンソールや ECU の外装面等に設けられる。カットオフ周波数変更手段 27 は、カットオフ周波数を、切替え操作手段 28 からの入力で変更可能で、かつその変更したカットオフ周波数を、さらに、入力される転舵反力 F_n によって上記のように変更するものとしてもよい。

[0034] 別項加算部 25 は、暫定操舵反力目標値演算部 24 の計算した暫定操舵反力目標値 P_{aa} に、摩擦項、粘性項、および慣性項を加え、操舵反力目標値 P_a を生成する。別項加算部 25 によるこれら摩擦項、粘性項、および慣性項の加算は、入力正逆判定部 21 の正逆の判定結果に応じて、正逆対応処理部 22 に変更される。変更内容については、後に全体の動作の説明と共に説明する。

[0035] 上記構成の動作を説明する。図 3 は操舵反力目標値 P_a を演算するフローチャートである。まず、ステップ S1 の信号読み込み過程として、操舵方向を図 2 の操舵方向検出手段 19 により検出し、入力正逆判定部 21 に読み込む。操舵方向検出手段 19 は、前述のように、操舵機構 1 の操舵角センサ 5 または転舵機構 6 の位置センサ 8 であり、いずれで操舵方向を検出するようにしても良い。

[0036] また、転舵モータ 7 の発生トルク T_m をトルク検出手段 9 で検出し、かつ転舵速度および転舵加速度を回転検出手段 10 で検出して転舵反力検出手段 18 に読み込む。転舵モータトルク T_m に高周波の成分が含まれている場合は、ローパスフィルタ 23 を通すことで、高周波成分が除去される（ステップ S2）。転舵速度は転舵モータ回転角度 θ の微分値であり、転舵加速度は転舵モータ回転角度 θ の 2 回微分値であり、回転検出手段 10 からは転舵モータ回転角度 θ を読み込んで、転舵反力検出手段 18 より、転舵モータ回転角度 θ から転舵速度および転舵加速度を計算する。

[0037] 転舵反力検出手段 18 は、このように求められた発生トルク T_m 、転舵速度（転舵モータ回転角度 θ の微分値）、および転舵加速度（転舵モータ回転角

度 θ の2回微分値)から、前述の次式(1)に従って、転舵反力 F_h を算出する(ステップS3)。この算出値が、転舵反力の推定値である。

[0038] 転舵機構6の正入力と逆入力における伝達効率が異なる場合には、式(1)の係数 A 、 l 、 c 、 F_f の値を、転舵機構6の正入力または逆入力によって変更することで転舵反力 F_h を精度良く推定することができる。

[0039] 入力正逆判定部21は、操舵方向検出手段19で検出される操舵方向と転舵反力検出手段18で検出される転舵反力とによって、入力の正逆を判定する(ステップS4)。入力正逆判定部21において、転舵機構6にかかる入力は、操舵方向と推定転舵反力の方向が異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定する。操舵角速度が0の場合には逆入力とする。

[0040] 操舵反力目標値演算部17の暫定操舵反力目標値演算部24は、転舵反力検出手段18で上記のように推定された転舵反力 F_h を、カットオフ周波数を変更できるローパスフィルタ26に通し、暫定操舵反力目標値 P_{aa} を生成する(ステップS5)。このとき、カットオフ周波数変更手段27は、入力される推定転舵反力 F_h が小さい場合にはカットオフ周波数を低くし、推定転舵反力が大きい場合にはカットオフ周波数を高くする。これにより、ステアリングホイール3の手放し時における振動を抑制できると共にクイックな操舵反力を得られる。推定転舵反力 F_h が大きい小さいかの基準、およびカットオフ周波数をどの値にするかは、シミュレーション等により任意に設計して定めれば良い。

[0041] また、カットオフ周波数変更手段27は、切替え操作手段28の操作によってカットオフ周波数を切り替え可能としてあり、この切り替えにより、ドライバーの好みに合わせて操舵フィーリングを変更できる。

[0042] 別項加算部25は、上記のように計算された暫定操舵反力目標値 P_{aa} に、摩擦項、粘性項、および慣性項を加算し、操舵反力目標値 P_a を生成する(ステップS6)。

[数2]

$$P_a = P_{aa} + d\ddot{\theta}_{sw} + b\dot{\theta}_{sw} \pm a$$

θ_{sw} : 操舵角度 (ステアリングホイール角度)

a : 摩擦項

b : 粘性項の係数

d : 慣性項の係数

摩擦項、粘性項、および慣性項 a, b, d は、適宜設定して定められる。

[0043] このとき、正逆対応処理部 22 は、別項加算部 25 の上記加算過程において、正入力の場合にのみ摩擦項 (すなわち摩擦成分) を付与させる。これにより、ステアリングホイール 3 を中立位置から切り始めた際に、速やかに摩擦成分が付与され、操舵初期の操舵反力の手応え感を実現できる。逆入力の場合には摩擦成分を付与しないため、手放し時に於ける戻り位置のオフセットは生じない。

[0044] 別項加算部 25 において加算する摩擦成分、すなわち摩擦項の値 a は、例えば図 4 に示すように、推定転舵反力 F_h が大きいほど小さくし、ある閾値以上は 0 とする。このように設定すると、転舵反力 F_h が小さい場合のみ摩擦成分を付与することが出来る。なお、同図のように変更せずに、摩擦項の値を一定としても良い。

[0045] また、正逆対応処理部 22 は、別項加算部 25 の上記加算過程において、逆入力の場合には粘性項の係数 b を、正入力の場合より大きく設定する。粘性成分により手放し時の中立位置周りでの振動を抑えることができるとともに、正入力時の操舵反力が大きくなり過ぎる違和感を防ぐことができる。

[0046] 粘性項の係数 b は、例えば図 5 に示すように、荷重つまり転舵反力 F_h が大きいほど小さくしてもよい。このように設定すると、転舵反力 F_h が小さい場合に大きな粘性成分を付与することが出来る。図 5 の例では、転舵反力 F_h が 0 から一定の値までは、転舵反力 F_h が大きくなるに従って粘性成分 (粘性項の係数 b) が小さくなるようにし、上記一定の値以上では一定となるように定めている。

[0047] この操舵反力制御装置によると、このように、ステアリングホイール 3 を中立位置から切り始めた際の良好な手応えを確保し、中立位置周りでの振動

を防ぎつつ、手放し時における戻り位置を出来るだけ中立位置にするなどの利点を得られる。

[0048] なお、上記実施形態では、転舵反力 F_h を、転舵モータトルクなどから計算する転舵反力検出手段18により検出するようにしたが、上記転舵反力検出手段18を設ける代わりに、転舵機構6に備えたロードセルや荷重センサ等の転舵反力センサからなる転舵反力検出手段18Aにより、転舵反力 F_h を検出するようにしても良い。その場合、このロードセルや荷重センサ等の転舵反力センサの検出した転舵反力 F_h を、入力正逆判定部21による判定や、操舵反力目標値演算部17の暫定操舵目標値演算部24による暫定操舵反力目標値 P_{aa} や、操舵反力目標値 P_a の計算に用いる。

[0049] 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

- [0050] 1…操舵機構
2…タイロッド間シャフト
3…ステアリングホイール
4…操舵反力モータ
5…操舵角センサ
6…転舵機構
7…転舵モータ
8…位置センサ
9…トルク検出手段
10…回転角度検出手段
12…ステアリング制御手段
13…転舵制御部
14…操舵反力制御部

- 1 5…他のセンサ類
- 1 7…操舵反力目標値演算部
- 1 8…転舵反力検出手段
- 1 8 A…転舵反力検出手段
- 1 9…操舵方向検出手段
- 2 1…入力正逆判定部
- 2 2…正逆対応処理部
- 2 4…暫定操舵反力目標値演算部
- 2 5…別項加算部
- 2 6…カットオフ周波数可変のローパスフィルタ
- 2 7…カットオフ周波数変更手段
- 2 8…切替え操作手段

請求の範囲

[請求項1] 転舵用のタイロッド間シャフトと機械的に連結されていないステアリングホイールに対し、操舵角を検出する操舵角センサと、操舵反力を与える操舵反力モータとが設けられ、前記操舵角センサの検出した操舵角を基に、車両に装備された他のセンサ類からの運転状態検出信号と合わせて転舵角の指令信号を生成し、タイロッド間シャフトを駆動する転舵機構の転舵モータを制御するステアリング制御手段を有するステアバイワイヤ式操舵装置であって、

 操舵方向と転舵反力の方向とが異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定し、この正逆に応じて前記操舵反力モータの操舵反力を制御する操舵反力制御部を設けたステアバイワイヤの操舵反力制御装置。

[請求項2] 請求項1において、前記転舵機構に作用する転舵反力を検出する転舵反力検出手段と、操舵方向を検出する操舵方向検出手段とを設け、前記操舵反力制御部は、定められた規則に従って前記操舵モータの操舵反力の目標値を演算する操舵目標値演算部と、前記操舵方向検出手段で検出される操舵方向が前記転舵反力検出手段で検出される転舵反力の方向と異なる場合には正入力、同方向の場合には逆入力と判定する入力正逆判定部と、前記入力正逆判定部の判定結果となる正逆に応じて前記操舵目標値演算部による演算内容を変更する正逆対応処理部とを有するステアバイワイヤの操舵反力制御装置。

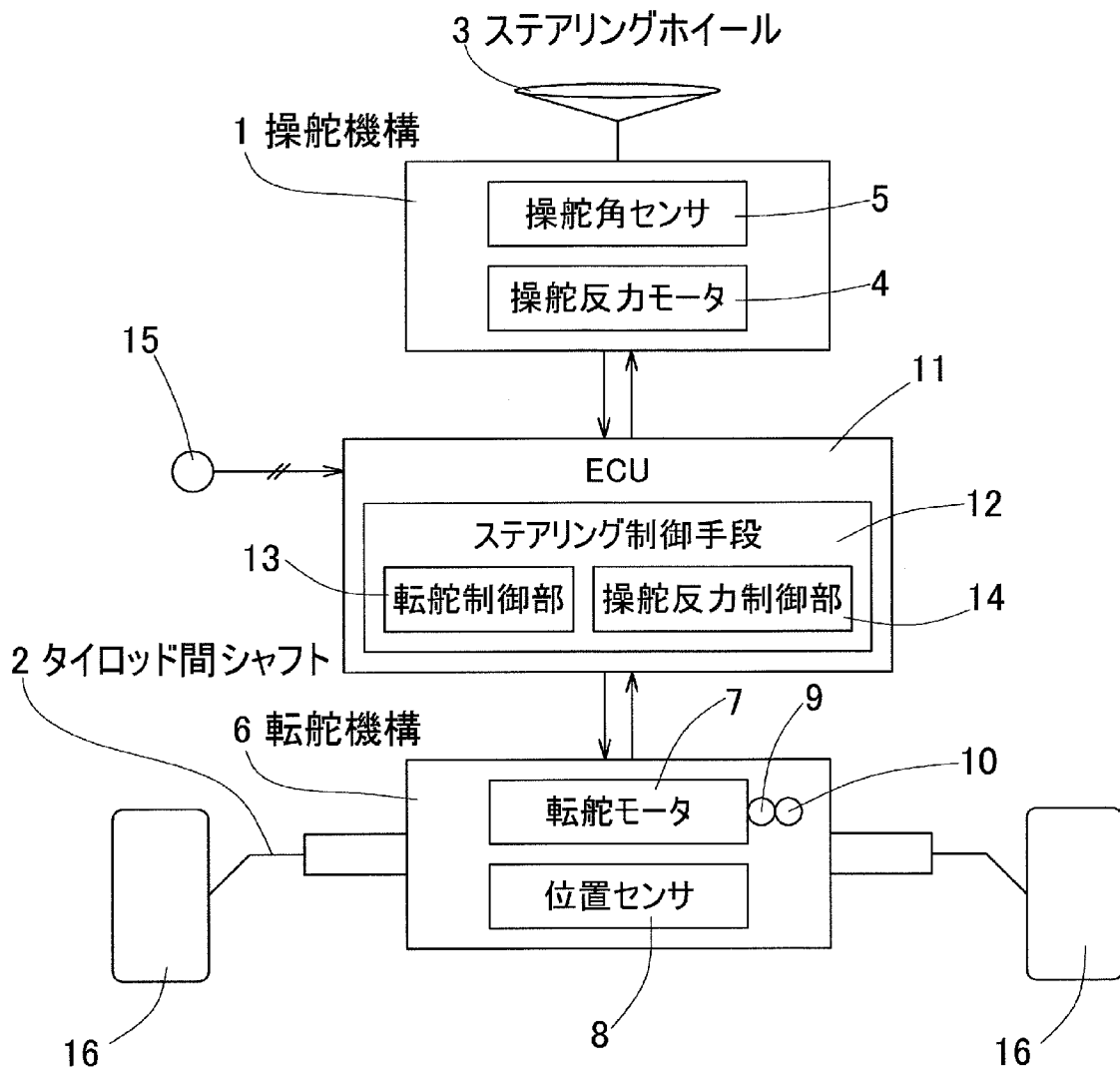
[請求項3] 請求項2において、前記操舵方向検出手段が前記操舵角センサであるステアバイワイヤの操舵反力制御装置。

[請求項4] 請求項2において、前記転舵反力検出手段が、転舵モータのトルク及び転舵変位量から、定められた推定式に従って転舵反力を推定するものであり、前記正逆対応処理部は、前記入力正逆判定部で判定された正入力または逆入力によって、前記推定式における転舵反力を推定する係数を変更する機能を有するステアバイワイヤの操舵反力制御装

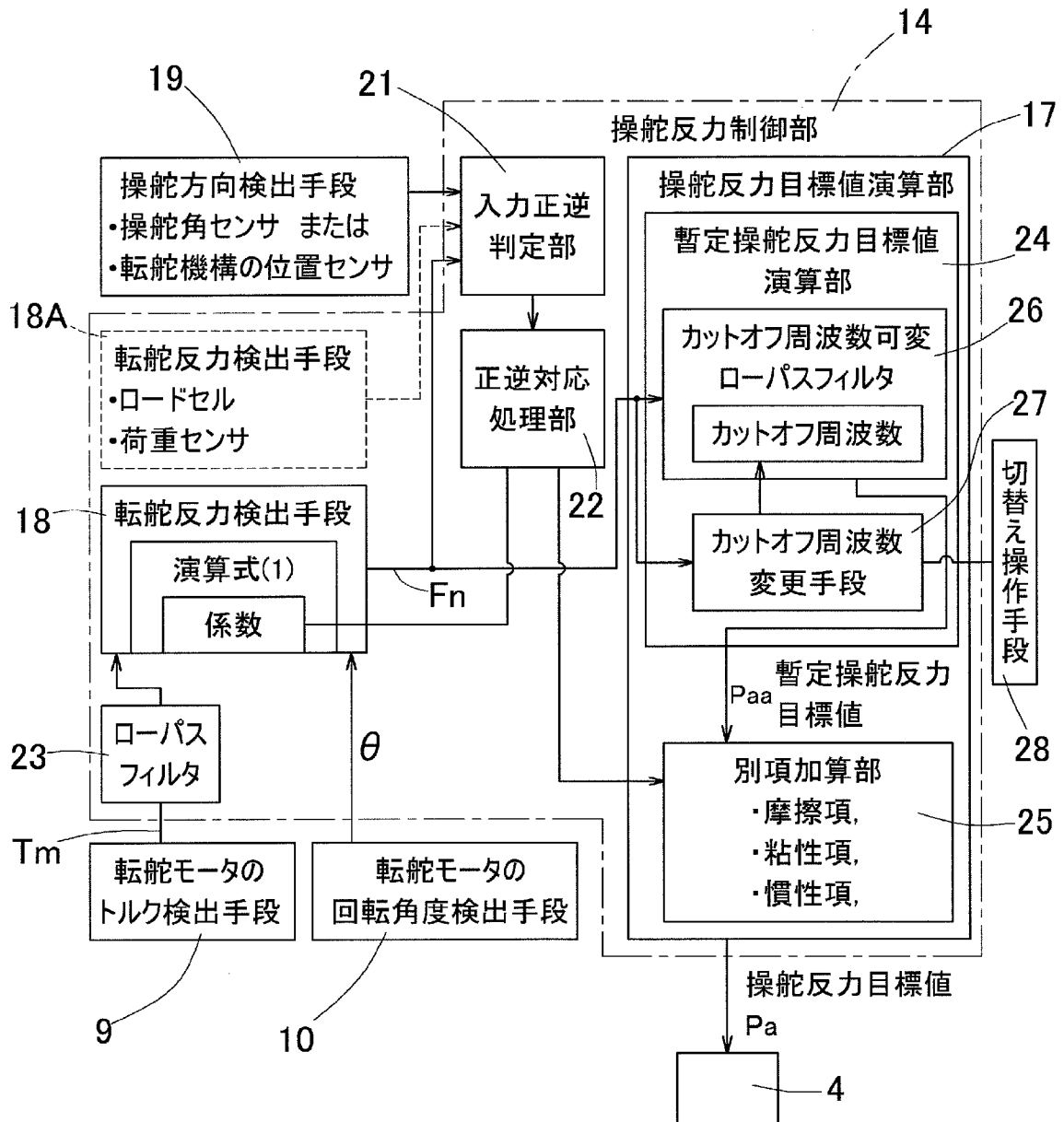
置。

- [請求項5] 請求項4において、前記転舵反力検出手段で検出された転舵反力の検出信号を通過させるフィルタとして、カットオフ周波数の変更可能なローパスフィルタを設け、このローパスフィルタ通して得られた転舵反力を、前記操舵目標値演算部は目標操舵反力の基本値とするステアバイワイヤの操舵反力制御装置。
- [請求項6] 請求項5において、前記ローパスフィルタのカットオフ周波数は、転舵反力が大きい時には高く、小さい時には低く設定されたステアバイワイヤの操舵反力制御装置。
- [請求項7] 請求項5において、前記ローパスフィルタのカットオフ周波数を、切替え操作手段からの入力で変更することにより、ドライバーの好みに合わせて操舵フィーリングを変更できるようにするカットオフ周波数変更手段を設けたステアバイワイヤの操舵反力制御装置。
- [請求項8] 請求項2において、前記操舵反力制御部は、前記入力正逆判定部の判定結果が正入力の場合には操舵反力目標値に摩擦成分を付与し、逆入力の場合には付与しないものとしたステアバイワイヤの操舵反力制御装置。
- [請求項9] 請求項8において、前記操舵反力制御部は、転舵反力が大きいほど前記摩擦成分を小さく設定したものであるステアバイワイヤの操舵反力制御装置。
- [請求項10] 請求項2において、前記操舵反力制御部は、操舵反力目標値に加える粘性項の係数が、前記入力正逆判定部の判定結果が逆入力の場合に、正入力の場合より大きい値に設定されたステアバイワイヤの操舵反力制御装置。
- [請求項11] 請求項10において、前記操舵反力制御部は、転舵反力が大きいほど前記粘性項の係数が小さく設定されたステアバイワイヤの操舵反力制御装置。

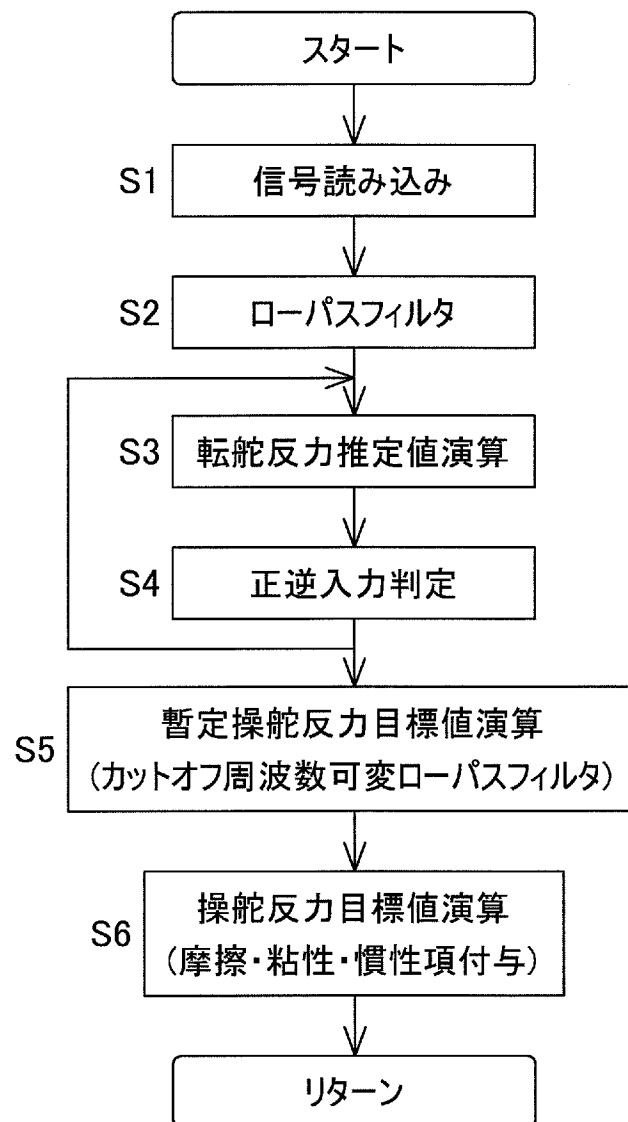
[図1]



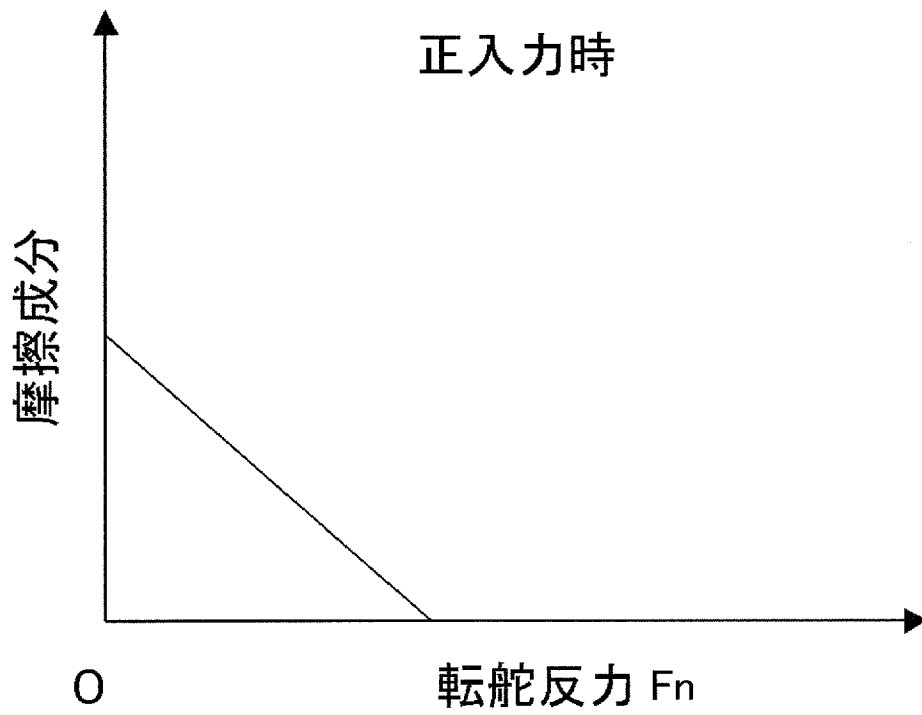
[図2]



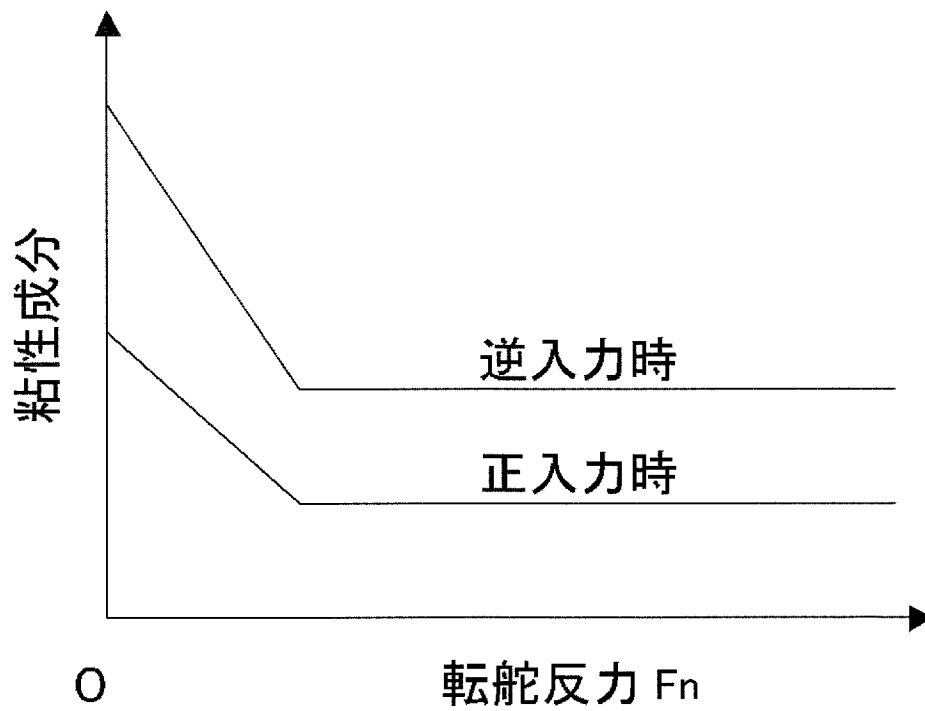
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D121/00(2006.01)n

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)

B62D6/00-6/10, B62D5/00-5/32

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y A	JP 2007-90924 A (Toyota Motor Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), paragraphs [0041] to [0043], [0054]; all drawings (Family: none)	1-3, 10 4-9, 11
Y	JP 2008-24092 A (Toyota Motor Corp.), 07 February 2008 (07.02.2008), paragraphs [0030] to [0031], [0039] to [0040]; fig. 1 to 2, 7 (Family: none)	1-3
Y	JP 2007-137287 A (Toyota Motor Corp.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraphs [0029] to [0031], [0043] to [0045], [0077] to [0079]; fig. 2 (Family: none)	1-3

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
13 March, 2012 (13.03.12)

Date of mailing of the international search report
27 March, 2012 (27.03.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078993

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 2006-69351 A (Toyota Motor Corp.), 16 March 2006 (16.03.2006), paragraphs [0023] to [0024]; fig. 2 (Family: none)	1-3
Y	JP 2010-168008 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0015] to [0018]; fig. 1 to 3, 7 to 8 (Family: none)	1-3
Y	JP 2005-335613 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 December 2005 (08.12.2005), paragraph [0025]; fig. 10 to 11 (Family: none)	1-3, 10
A	JP 2002-29441 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 January 2002 (29.01.2002), claim 5; paragraph [0012] & DE 10111217 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n, B62D113/00(2006.01)n, B62D121/00(2006.01)n

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. B62D6/00-6/10, B62D5/00-5/32

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

日本国实用新案公報	1922-1996年
日本国公開实用新案公報	1971-2012年
日本国实用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録实用新案公報	1994-2012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
Y A	JP 2007-90924 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.04.12, 段落【0041】 - 【0043】, 【0054】, 全図 (ファミリーなし)	1-3, 10 4-9, 11
Y	JP 2008-24092 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.02.07, 段落【0030】 - 【0031】, 【0039】 - 【0040】, 第1-2, 7図 (ファミリーなし)	1-3

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

13.03.2012

国際調査報告の発送日

27.03.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 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)

森林 宏和

3Q

3025

電話番号 03-3581-1101 内線 3381

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 2007-137287 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.06.07, 段落【0029】－【0031】, 【0043】－【0045】, 【0077】－【0079】, 第2図 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2006-69351 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.03.16, 段落【0023】－【0024】, 第2図 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2010-168008 A (日産自動車株式会社) 2010.08.05, 段落【0015】－【0018】, 第1-3, 7-8図 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2005-335613 A (三菱電機株式会社) 2005.12.08, 段落【0025】, 第10-11図 (ファミリーなし)	1-3, 10
A	JP 2002-29441 A (三菱電機株式会社) 2002.01.29, 【請求項5】, 【0012】 & DE 10111217 A1	1-11