

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3577190号

(P3577190)

(45) 発行日 平成16年10月13日(2004.10.13)

(24) 登録日 平成16年7月16日(2004.7.16)

(51) Int.Cl.⁷

F I

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 5/04

B 6 2 D 5/04

// B 6 2 D 113:00

B 6 2 D 113:00

B 6 2 D 117:00

B 6 2 D 117:00

B 6 2 D 119:00

B 6 2 D 119:00

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-66625
 (22) 出願日 平成9年3月19日(1997.3.19)
 (65) 公開番号 特開平10-258757
 (43) 公開日 平成10年9月29日(1998.9.29)
 審査請求日 平成13年8月28日(2001.8.28)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (73) 特許権者 000001247
 光洋精工株式会社
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100089978
 弁理士 塩田 辰也
 (72) 発明者 川口 裕
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操舵制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

操舵ハンドルの回動に連動して転舵輪を転舵させる操舵制御装置において、
 前記操舵ハンドルの操舵角を検出する第1、第2及び第3の操舵角検出手段と、前記第1、第2及び第3の操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差の変化速度をもとに前記操舵ハンドルの操舵角を判定する操舵角判定手段と、前記操舵角判定手段で判定された操舵角をもとに転舵制御の目標となる目標制御量を演算する目標制御量演算手段と、前記操舵ハンドルと機械的に分離され、転舵輪に連結された転舵手段と、前記転舵輪の転舵量が前記目標制御量となるように前記転舵手段を駆動制御する転舵制御手段とを備える操舵制御装置。

【請求項2】

操舵ハンドルの回動に連動して転舵輪を転舵させる操舵制御装置において、
 前記操舵ハンドルの操舵角を検出する第1、第2及び第3の操舵角検出手段と、前記第1、第2及び第3の操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差とこの偏差の変化速度とをもとに前記操舵ハンドルの操舵角を判定する操舵角判定手段と、前記操舵角判定手段で判定された操舵角をもとに転舵制御の目標となる目標制御量を演算する目標制御量演算手段と、前記操舵ハンドルと機械的に分離され、転舵輪に連結された転舵手段と、前記転舵輪の転舵量が前記目標制御量となるように前記転舵手段を駆動制御する転舵制御手段とを備える操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、操舵ハンドルの回動に応じて転舵輪を転舵させる操舵制御装置に関し、特に、操舵ハンドルに結合した操舵軸と転舵輪を転舵させる転舵機構とが機械的に分離され、これらの連結機構を電氣的制御装置で置換した操舵制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の操舵制御装置の一例を図4に示す（特開平2-85059）。操舵ハンドル102を取り付けた操舵軸101には、モータを主要素とする反力機構104が設けられており、この反力機構104によって操舵軸101を回転駆動することで操舵ハンドル102に操舵反力が付与される。また、操舵軸101には、操舵ハンドル102の操舵角を検出する操舵角センサ103が設けられており、この操舵角センサ103の検出結果はコントローラ100に与えられる。転舵用のモータ105の回転は、減速機106を介してピニオン107に伝達され、このピニオン107と噛合したラック軸108が軸方向に変位駆動され、転舵輪109が転舵される。ラック軸108の変位量は転舵角センサ110によって検出され、その検出結果がコントローラ100に与えられる。そして、コントローラ100では、操舵角センサ103で検出された操舵角と、転舵角センサ110の検出結果から得られる実転舵角とが一致するように、モータ105のフィードバック制御を行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

このように従来の操舵制御装置では、操舵角センサ103の検出結果に基づいて、転舵輪109の転舵角を制御しているため、実操舵角に一致した正確な検出結果が得られない場合には、正確な転舵制御が困難になるおそれがあった。また、故障等によって操舵角センサ103から異常な検出値が出力されるような場合には、転舵制御ができないおそれもあった。

【0004】

本発明は、このような課題を解決すべくなされたものであり、その目的は、操舵角センサに故障等が発生した場合にも、転舵制御が困難となる事態を回避し、継続して転舵制御を実施することができる操舵制御装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1にかかる操舵制御装置は、操舵ハンドルの回動に連動して転舵輪を転舵させる操舵制御装置において、操舵ハンドルの操舵角を検出する第1、第2及び第3の操舵角検出手段と、第1、第2及び第3の操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差の変化速度をもとに操舵ハンドルの操舵角を判定する操舵角判定手段と、操舵角判定手段で判定された操舵角をもとに転舵制御の目標となる目標制御量を演算する目標制御量演算手段と、操舵ハンドルと機械的に分離され、転舵輪に連結された転舵手段と、転舵輪の転舵量が目標制御量となるように転舵手段を駆動制御する転舵制御手段とを備えて構成する。

【0008】

第1、第2及び第3の操舵角検出手段で検出された操舵角が略一致する場合には、任意の2つの操舵角検出手段で検出された操舵角の偏差の変化速度も略一致する。ここで、第1の操舵角検出手段に故障等が発生しているとすると、第2と第3の操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差の変化速度がゼロに近い値となり、第1と第2、及び、第1と第3の2組の操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差の変化速度は、ゼロから離れた値を示す。操舵角判定手段では、このように操舵角の偏差の変化速度がゼロから離れた値を示した際に、この2組の双方に検出結果が含まれる操舵角検出手段を故障と判別し、残る2つの操舵角検出手段の検出結果をもとに操舵角を判定する。なお、偏差の変化速度をもとに判定することにより、生じた偏差が小さい状況であっても、その偏差の変化速度が大であれば、早期に故障を判別することができる。

【0009】

請求項2にかかる操舵制御装置は、操舵ハンドルの回転に連動して転舵輪を転舵させる操舵制御装置において、操舵ハンドルの操舵角を検出する第1、第2及び第3の操舵角検出手段と、第1、第2及び第3の操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差とこの偏差の変化速度とをもとに操舵ハンドルの操舵角を判定する操舵角判定手段と、操舵角判定手段で判定された操舵角をもとに転舵制御の目標となる目標制御量を演算する目標制御量演算手段と、操舵ハンドルと機械的に分離され、転舵輪に連結された転舵手段と、転舵輪の転舵量が前記目標制御量となるように転舵手段を駆動制御する転舵制御手段とを備えて構成する。

【0010】

第1、第2及び第3の操舵角検出手段で検出された操舵角が略一致する場合には、任意の2つの操舵角検出手段で検出された操舵角の偏差やこの偏差の変化速度も略一致する。ここで、第1の操舵角検出手段に故障等が発生しているとすると、第2と第3の操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差とその偏差の変化速度がゼロに近い値となり、第1と第2、及び、第1と第3の2組の操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差とその偏差の変化速度は、ゼロから離れた値を示す。操舵角判定手段では、このように操舵角の偏差と偏差の変化速度がゼロから離れた値を示した際に、この2組の双方に検出結果が含まれる操舵角検出手段を故障と判別し、残る2つの操舵角検出手段の検出結果をもとに操舵角を判定する。なお、検出された操舵角の偏差とその偏差の変化速度との双方に基づいて判定することにより、より正確にしかも早期に故障を判別することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態につき、添付図面を参照して説明する。

【0012】

図1に、本実施形態にかかる操舵制御装置の構成を概略的に示す。この操舵制御装置は、運転者が操作するマスタ部A、車輪を操向させるスレーブ部B、及び、マスタ部Aとスレーブ部Bとを電気的に制御する制御部Cで構成される。

【0013】

マスタ部Aは、操舵ハンドル1が取り付けられた操舵軸2と、操舵軸2を回転駆動する操舵軸モータ3とを備えると共に、操舵軸2には、操舵ハンドル1の実操舵角 θ を検出するための3つの操舵角センサ4a、4b、4cと、操舵力Tを検出するための操舵力センサ5を設けている。

【0014】

スレーブ部Bは、転舵軸13を変位駆動する際の駆動源となる転舵軸モータ11を備えており、この転舵軸モータ11と転舵軸13との間には、転舵軸モータ11の回転運動を直線運動に変換して転舵軸13を軸方向に変位させる変換器12を設けている。転舵軸13の両端は、それぞれタイロッド15a、15b及びナックルアーム16a、16bを介して操向車輪14a、14bに各々接続されており、転舵軸13が軸方向に沿って変位することで、その変位量及び変位方向に応じて、各操向車輪14a、14bの転舵がなされる機構となっている。タイロッド15a、15bには、左右の操向車輪14a、14bからそれぞれタイロッド15a、15bに付与される軸力（転舵反力）を検出する転舵反力センサ18a、18bが取り付けられている。また、転舵軸13には、この転舵軸13の変位量を検出する転舵変位量センサ17が設けられており、転舵軸13の変位量を転舵変位量センサ17で検出することで、操向車輪14a、14bの実転舵量が検知できる。

【0015】

制御部Cは操舵角判定回路27を備えており、この操舵角判定回路27では、後に詳述するように、3つの操舵角センサ4a、4b、4cでそれぞれ検出された操舵角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 の値をもとに操舵ハンドル1の実操舵角 θ を判定している。

【0016】

操舵角判定回路27の判定結果は目標制御量演算器25に与えられ、目標制御量演算器2

10

20

30

40

50

5では、転舵制御、すなわち実操舵角 θ に対応するように操向車輪14a, 14bを転舵させる際の目標となる目標制御量 θ が演算される。また、転舵変位量センサ17の検出結果は転舵変位量演算器22に与えられ、転舵変位量演算器22は、この転舵変位量センサ17の検出結果をもとに転舵軸13の変位量を転舵変位量 X として求めると共に、転舵変位量 X に比例する制御量 bX (b は操舵変位ギヤ比に相当する係数)を出力する。目標制御量演算器25で演算された目標制御量 θ と転舵変位量演算器22で演算された制御量 bX とは、ともに転舵軸モータ制御回路26に与えられる。転舵軸モータ制御回路26は、与えられた目標制御量 θ と制御量 bX とをもとに、操向車輪14a, 14bの転舵量が目標制御量 θ となるように転舵軸モータ11の駆動制御を行う。すなわち、転舵軸13の制御変位量 M_s を下記の(1)式によって算出し、制御変位量 M_s に応じた転舵制御信号を転舵軸モータ11に出力する。なお、(1)式中、 G_s は転舵制御信号のゲインを示すゲイン係数である。

【0017】

$$M_s = G_s \cdot (\theta - bX) \quad \dots (1)$$

一方、操舵ハンドル1に付与された操舵力は操舵力センサ5によって検出され、その検出結果は操舵力演算器23に与えられる。操舵力演算器23は、操舵力センサ5の検出結果をもとに操舵軸2に付与された操舵力 T を演算すると共に、操舵力 T が付与された方向に操舵軸2を回転させるための制御量 aT (a は操舵力ギヤ比に相当する係数)に応じた制御量信号を出力する。また、転舵に伴って転舵軸13に付与される転舵反力は転舵反力センサ18a, 18bによって検出され、その検出結果は転舵反力演算器24に与えられる。転舵反力演算器24は、転舵反力センサ18a, 18bの検出結果をもとに転舵軸13に付与された転舵反力 F を演算する。操舵力演算器23で演算された制御量 aT と転舵反力演算器24で演算された転舵反力 F とは、ともに操舵軸モータ制御回路21に与えられる。操舵軸モータ制御回路21は、与えられた制御量 aT と転舵反力 F とをもとに、操舵軸モータ3の回転制御量 M_m を下記の(2)式によって算出し、回転制御量 M_m に応じた反力制御信号を操舵軸モータ3に出力する。なお、(2)式中、 G_m は出力信号のゲインを示すゲイン係数である。

【0018】

$$M_m = G_m \cdot (aT - F) \quad \dots (2)$$

ここで、前述した操舵角判定回路27で実施される操舵角の判定処理について、図2のフローチャートをもとに説明する。なお、このフローチャートは、イグニッションスイッチがオンされることで開始され、所定時間毎(例えば、2msec.)に実行される。

【0019】

まず、ステップ100(以下、「ステップ」を「S」と記す)において、3つの操舵角センサ4a, 4b, 4cでそれぞれ検出された各操舵角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 の値を読み込む。

【0020】

続くS102において、下記に示すように、検出された各操舵角のうち、いずれか2つの操舵角の偏差(絶対値)とその偏差の変化速度(絶対値)との和として求められる V_1 、 V_2 、 V_3 の値をそれぞれ演算する。

【0021】

$$V_1 = |\theta_1 - \theta_2| + |d(\theta_1 - \theta_2) / dt|$$

$$V_2 = |\theta_2 - \theta_3| + |d(\theta_2 - \theta_3) / dt|$$

$$V_3 = |\theta_3 - \theta_1| + |d(\theta_3 - \theta_1) / dt|$$

上式中、右辺第1項となる偏差の項では、該当する操舵角センサで検出された操舵角がほぼ一致する場合には操舵角の偏差はゼロに近い値となるが、一方の操舵角センサに故障等が発生している場合にはこの偏差はゼロから離れた値を示す。また、右辺第2項となる偏差の変化速度(偏差の微分値)の項を含めることで、第1項の偏差が小さい場合にもその変化速度が大であれば大きな値を示すこととなり、故障等が発生した操舵角センサを早期に判別することができる。例えば、検出値 θ_1 の値が異常値の場合には、 θ_1 を含む V_1 及び V_3 の値が所定の判定基準値 A よりも大となり、検出値 θ_2 の値が異常値の場合には

10

20

30

40

50

、 $\Theta 2$ を含む $V 1$ 及び $V 2$ の値が所定の判定基準値 A よりも大となり、検出値 $\Theta 3$ の値が異常値の場合には、 $\Theta 3$ を含む $V 2$ 及び $V 3$ の値が所定の判定基準値 A よりも大となる。従って、判定基準値 A より大となった V の演算式中に共通に検出結果が含まれる操舵角センサに異常があることが分かる。

【0022】

従って、右辺第1項と第2項との和として演算される $V 1$ 、 $V 2$ 又は $V 3$ の値が、所定の判定基準値 A より大であれば、判定基準値 A より大となった V の演算式中に共通に含まれる検出結果に異常があることが分かる。

【0023】

そこで、 $S 104$ 、 $S 106$ 、 $S 108$ において、 $V 1$ 、 $V 2$ 、 $V 3$ の値を判定基準値 A と比較し、 $V 1$ 、 $V 2$ 、 $V 3$ の値が全て判定基準値 A 以下の場合には（ $S 104$ 、 $S 106$ 及び $S 108$ で「No」）、 $S 110$ で全ての操舵角センサ $4a$ 、 $4b$ 、 $4c$ が正常に機能していると判別し、 $S 112$ で舵角演算（ $\Theta 1 + \Theta 2 + \Theta 3$ ）／3を行う。その演算結果を操舵ハンドル1の実操舵角 Θ として判定し、このルーチンを終了する。 10

【0024】

また、 $V 2$ と $V 3$ が判定基準値 A より大である場合には（ $S 106$ で「Yes」、 $S 114$ で「Yes」）、 $V 2$ と $V 3$ の双方の演算式中に含まれる操舵角 $\Theta 3$ の値に異常があると判別し（ $S 116$ ）、この場合には、 $S 118$ において舵角演算（ $\Theta 1 + \Theta 2$ ）／2を行い、その演算結果を操舵ハンドル1の実操舵角 Θ として判定し、このルーチンを終了する。 20

【0025】

また、 $V 1$ と $V 3$ が判定基準値 A より大である場合には（ $S 104$ で「Yes」、 $S 120$ で「No」、 $S 122$ で「Yes」）、 $V 1$ と $V 3$ の双方の演算式中に含まれる操舵角 $\Theta 1$ の値に異常があると判別し（ $S 124$ ）、この場合には、 $S 126$ において舵角演算（ $\Theta 2 + \Theta 3$ ）／2を行い、その演算結果を操舵ハンドル1の実操舵角 Θ として判定し、このルーチンを終了する。

【0026】

また、 $V 1$ と $V 2$ が判定基準値 A より大である場合には（ $S 104$ で「Yes」、 $S 120$ で「Yes」、 $S 128$ で「No」）、 $V 1$ と $V 2$ の双方の演算式中に含まれる操舵角 $\Theta 2$ の値に異常があると判定し（ $S 130$ ）、この場合には、 $S 132$ において舵角演算（ $\Theta 1 + \Theta 3$ ）／2を行い、その演算結果を操舵ハンドル1の実操舵角 Θ として判定し、このルーチンを終了する。 30

【0027】

なお、 $S 108$ で「Yes」の場合には $V 3$ の演算結果のみが判定基準値 A より大となり、同様に $S 114$ で「No」の場合には $V 2$ の演算結果のみが、また $S 122$ で「No」の場合には $V 1$ の演算結果のみが、それぞれ判定基準値 A より大となる。前述したように、通常、1つの操舵角センサに異常がある場合には、必ず2つの V 演算の結果が判定基準値 A より大となるため、このような場合には、各操舵角センサの検出結果は正常であり、ノイズの影響等により誤演算が行われたものとみなす（ $S 134$ 、 $S 136$ ）。そして、検出された各操舵角の値をもとに舵角演算（ $\Theta 1 + \Theta 2 + \Theta 3$ ）／3を行い、その演算結果を操舵ハンドル1の実操舵角 Θ として判定する（ $S 112$ 、 $S 138$ ）。 40

【0028】

また、 $V 1$ 、 $V 2$ 、 $V 3$ のいずれもが判定基準値 A より大である場合には（ $S 104$ で「Yes」、 $S 120$ で「Yes」、 $S 128$ で「Yes」）、全ての操舵角センサ $4a$ 、 $4b$ 、 $4c$ に異常があると判定して（ $S 140$ ）、舵角判定制御を中止し（ $S 142$ ）、予め定められた他の故障対処処理に移行する。

【0029】

以上のような判断処理によって、操舵ハンドル1の実操舵角 Θ が判定される。

【0030】

ここで、このように構成される操舵制御装置の動作を概略的に説明する。車両が直進して 50

いる状態から操舵ハンドル1が回転されると、このとき3つの操舵角センサ4a、4b、4cで検出された操舵角 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 の値をもとに、操舵角判定回路27において操舵ハンドル1の実操舵角 θ が判定される。この実操舵角 θ をもとに目標制御量演算器25で目標制御量 θ が演算されると、式(1)により制御変位量 M_s が生じ、転舵軸モータ制御回路26からは、制御変位量 M_s に応じた転舵制御信号が出力される。この転舵制御信号を受けて転舵軸モータ11が作動し、転舵軸13が変位して操向車輪14a、14bが転舵される。この操向車輪14a、14bの実転舵量に対応する転舵変位量 X が転舵変位量演算器22を介して転舵軸モータ制御回路26に与えられ、前出の(1)式に基づいて転舵軸モータ11のフィードバック制御がなされる。そして、 $\theta - bX$ となった時点で転舵軸モータ11の動作が停止する。

10

【0031】

一方、操向車輪14a、14bが転舵されると転舵反力 F が発生するため、操舵軸モータ制御回路21には、この転舵反力 F を示す信号と操舵力 T に応じた制御量 aT とが与えられ、前出の(2)式に基づいて操舵軸モータ3の駆動制御、すなわち操舵軸2に与えられる反力制御がなされる。そして、 $aT - F$ となった時点で操舵軸モータ3の動作が停止する。

【0032】

この後、この反力を上回る操舵力 T で操舵ハンドル1を回すと、操舵軸2の回転角が増加するため目標制御量 θ も増加する。このため、(1)式における制御変位量 M_s が増加して転舵軸13が変位駆動される。転舵軸13が変位すると転舵反力 F が増大するため、(2)式における回転制御量 M_m が変化して、操舵反力が増大するように操舵軸モータ3が再び回転駆動される。この動作の繰り返しにより、操舵ハンドル1の操舵角に対応した操向車輪14a、14bの転舵角が得られると共に、転舵反力に応じた操舵反力が得られる。なお、操舵ハンドル1を戻す際にも同様に、操舵ハンドル1の戻し回転角に対応して操向車輪14a、14bの転舵角が追従すると共に、操舵ハンドル1の操舵力 T も転舵反力 F に対応して減少する。

20

【0033】

以上説明した実施形態では、図2のS102において、 V_1 等を求める演算式を、2つの操舵角の偏差とその偏差の変化速度との和として例示したが、図3(a)に示すように、 V_1 等を求める演算式を操舵角の偏差の項のみとするか、或いは図3(b)に示すように、操舵角の偏差の変化速度の項のみとしてもよい。

30

【0034】

また、操舵角センサとして、3つの操舵角センサ4a、4b、4cを備える構成を例示したが、この例に限定するものではなく、少なくとも3つ以上の操舵角センサを備えることで、前述したような舵角判定処理を実施できる。

【0035】

さらに、本実施形態では、転舵変位量センサ17の出力をフィードバックすることにより転舵軸モータ11の駆動制御を行う場合を例示したが、このようなフィードバック制御が行われる場合に限定するものではない。例えば、転舵軸モータ11をステップモータで構成し、このステップモータの回転量を目標制御量 θ に応じて算出し、この算出結果に基づいてステップモータの回転を制御してもよく、このような場合には、フィードバック制御は不要となる。

40

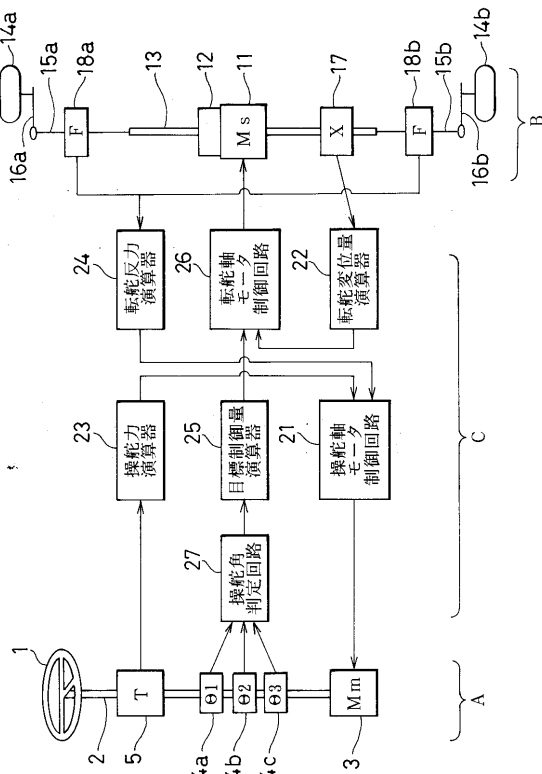
【0036】**【発明の効果】**

以上説明したように、各請求項にかかる操舵制御装置によれば、第1、第2及び第3の操舵角検出手段によって操舵ハンドルの操舵角をそれぞれ検出すると共に、操舵角判定手段によって、各操舵角検出手段で検出された各操舵角の偏差、各操舵角の偏差の変化速度、或いは各操舵角の偏差とこの偏差の変化速度とをもとに、操舵ハンドルの操舵角を判定するので、いずれかの操舵角センサに故障等が発生した場合にも、転舵制御が困難となる事態を回避し、継続して転舵制御を実施することが可能となる。

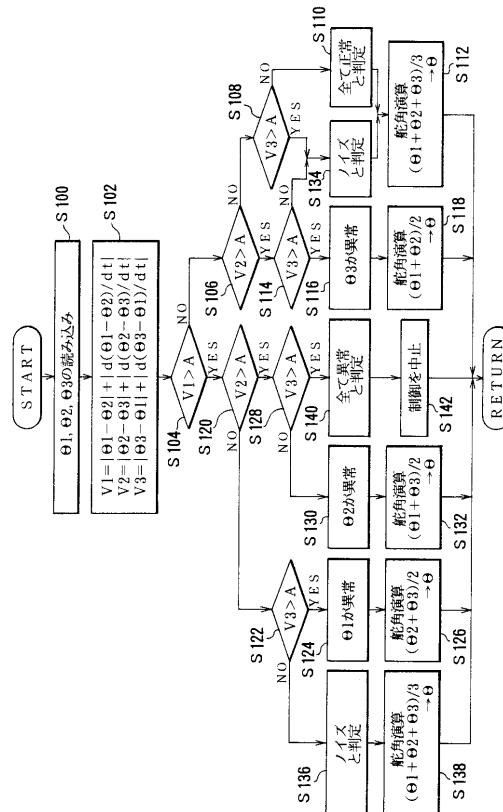
50

【符号の説明】

【 図 1 】

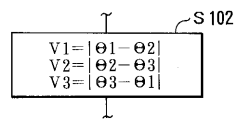


【図 2】

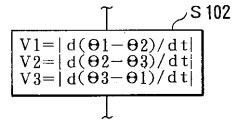


【図 3】

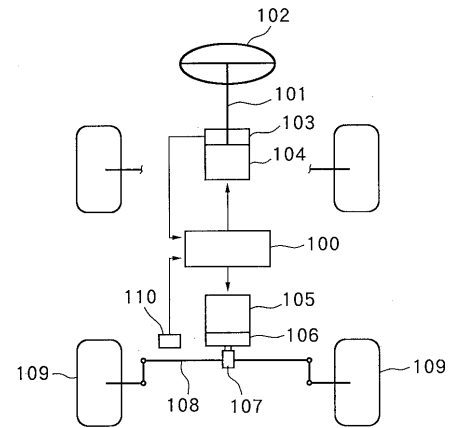
(a)



(b)



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 東頭 秀起
大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内

審査官 大谷 謙仁

(56)参考文献 特開平02-085059 (JP, A)
特開平06-018255 (JP, A)
特開平03-164376 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
B62D 6/00
B62D 5/04