(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
2021年6月10日(10.06.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/111554 A1

(51) 国際特許分類:
B60W 30/00 (2006.01)　*B60W 50/04* (2006.01)
B60W 50/02 (2012.01)　*B60W 60/00* (2020.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/047469

(22) 国際出願日：　2019年12月4日(04.12.2019)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 川 上　大 介 (**KAWAKAMI Daisuke**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

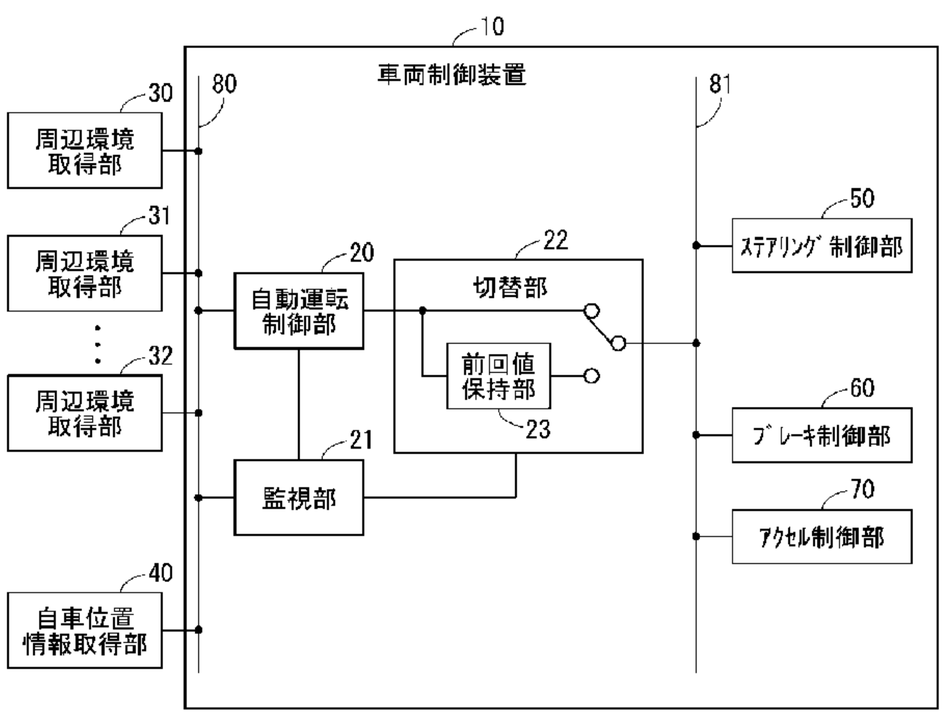
(74) 代理人: 吉竹 英俊，外 (**YOSHITAKE Hidetoshi et al.**); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目4番70号住友生命ＯＢＰプラザビル10階 Osaka (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) **Title:** VEHICLE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 車両制御装置

[図1]



10　Vehicle control device
20　Autonomous driving control unit
21　Monitoring unit
22　Switching unit
23　Previous value holding unit
30, 31, 32　Peripheral environment acquiring unit
40　Host vehicle position information acquiring unit
50　Steering control unit
60　Brake control unit
70　Acceleration control unit

(57) **Abstract:** The present invention pertains to a vehicle control device. This vehicle control device comprises: an autonomous driving control unit that determines, on the basis of peripheral environment information and position information of a vehicle, a travel route when executing autonomous driving, and calculates and outputs a control amount in accordance with the travel route; a monitoring unit that monitors the calculating time of the autonomous driving control unit; and a switching unit that receives the output of the autonomous driving control unit and outputs the control amount or a

［続葉有］

WO 2021/111554 A1

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)）

substitute control amount in place of the control amount on the basis of an instruction from the monitoring unit. When the calculating time exceeds a threshold, the monitoring unit issues a cancellation request of the calculation to the autonomous driving control unit and issues a control amount switching request to the switching unit, and performs a determination as to whether safety of the vehicle can be assured even with the substitute control amount on the basis of the peripheral environment information and the position information, and issues a safety determination result to the switching unit. The switching unit outputs the control amount or the substitute control amount on the basis of at least the control amount switching request and the safety determination result.

(57) 要約：本発明は車両制御装置に関する。車両制御装置は、車両の周辺環境情報および位置情報に基づいて自動運転を実行する際の走行経路を決定し、走行経路に応じた制御量を演算して出力する自動運転制御部と、自動運転制御部の演算時間を監視する監視部と、自動運転制御部の出力を受け、監視部の指示に基づいて制御量または制御量に代わる代替制御量を出力する切替部と、を備え、監視部は、演算時間が閾値を超えた場合に、自動運転制御部に演算の中断要求を通知し、切替部に制御量切り替え要求を通知し、周辺環境情報および位置情報に基づいて代替制御量であっても車両の安全性を確保できるか否かの判断を行って、安全性の判断結果を切替部に通知し、切替部は、少なくとも制御量切り替え要求および安全性の判断結果に基づいて制御量または代替制御量を出力する。

明　細　書

発明の名称 ： 車両制御装置

技術分野

[0001] 本発明は車両制御装置に関し、特にフェールセーフを実現する車両制御装置に関する。

背景技術

[0002] 車載システムでは多種多様な電子機器が搭載されている。これらの機器を制御する制御装置は、近年の多機能化、複雑化に伴い、搭載数が増加している。特に昨今研究開発が加速している自動運転システムにおいては、車両のエンジン制御、ブレーキ制御、ステアリング制御を連携させることによって高度な自動運転を実現するシステムが考案されている。

[0003] このような自動運転システムは、周辺状況から最適な制御パラメータを生成する自動運転制御部と、車両のエンジン制御、ブレーキ制御およびステアリング制御をそれぞれ実現するエンジン制御部、ブレーキ制御部およびステアリング制御部で構成される。自動運転システムのどこかに異常が発生した場合、自動運転が継続できなくなるため、安全を確保できる状態に移行するまでの維持動作（フェールオペレーション動作）および安全な状態への移行（フェールセーフ動作）が求められる。

[0004] また、自動運転にはＳＡＥ（Society of Automotive Engineers）International が定義する自動運転のレベルがあり、レベルの上昇に伴ってシステムが負うべき責任範囲が増加する。さらに適用範囲も高速道限定から一般道、市街地というように拡大されていくため、自動運転制御部に搭載されるアルゴリズムは複雑化していくこととなる。

[0005] このような課題に対し、特許文献１では、車両の走行環境に応じて周辺情報の検出頻度を制御することにより、処理負荷および消費電力低減する仕組みが提案されている。

[0006] また、特許文献２では、制御プログラムの実行順序と実行時間を監視する

仕組みが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１６－１１３０９２号公報

特許文献2：特許第５８４６３４２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献１では、周辺情報の検出頻度を変えることによって、演算処理の負荷の低減を図っているが、制御周期内に周辺情報の検出を行うための演算が時間的に収まらない場合、自動運転の判断や制御を行うことができなくなるという問題があった。特許文献２では、実行時間を監視し、閾値を超える場合にあらかじめ決められた値での代替制御を行うが、代替制御は固定されているので、自動運転で求められるような周辺状況を勘案した柔軟な制御を行うことができないという問題があった。

[0009] 本発明は上記のような問題を解決するためになされたものであり、演算負荷が増大した場合でも状況に応じた制御量を出力することで自動運転を維持できる車両制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明に係る車両制御装置は、車両の周辺環境情報および位置情報に基づいて自動運転を実行する際の走行経路を決定し、前記走行経路に応じた制御量を演算して出力する自動運転制御部と、前記自動運転制御部の演算時間を監視する監視部と、前記自動運転制御部の出力を受け、前記監視部の指示に基づいて前記制御量または前記制御量に代わる代替制御量を出力する切替部と、を備え、前記監視部は、前記演算時間が閾値を超えた場合に、前記自動運転制御部に演算の中断要求を通知し、前記切替部に制御量切り替え要求を通知し、前記周辺環境情報および前記位置情報に基づいて前記代替制御量であっても前記車両の安全性を確保できるか否かの判断を行って、安全性の判

断結果を前記切替部に通知し、前記切替部は、少なくとも前記制御量切り替え要求および前記安全性の判断結果に基づいて前記制御量または前記代替制御量を出力する。

発明の効果

[0011] 本発明に係る車両制御装置によれば、演算時間が閾値を超えて演算負荷が増大した場合でも状況に応じた代替制御量を出力することで自動運転を維持できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明に係る実施の形態１の車両制御装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明に係る実施の形態１の車両制御装置の監視部での切り替え判定を説明するフローチャートである。

[図3]本発明に係る実施の形態１の車両制御装置の自動運転制御部でのアクチュエータの制御量の演算処理を説明するフローチャートである。

[図4]本発明に係る実施の形態１の車両制御装置の切替部での切り替え処理について説明するフローチャートである。

[図5]本発明に係る実施の形態２の車両制御装置の構成を示すブロック図である。

[図6]本発明に係る実施の形態２の車両制御装置の切替部での切り替え処理について説明するフローチャートである。

[図7]本発明に係る実施の形態２の車両制御装置の制御履歴保持部に格納されている履歴値を参考にして予測制御量を決定する方法の一例を説明する図である。

[図8]本発明に係る実施の形態３の車両制御装置の構成を示すブロック図である。

[図9]本発明に係る実施の形態３の切替部での切り替え処理について説明するフローチャートである。

[図10]本発明に係る実施の形態１～３の車両制御装置を実現するハードウェ

ア構成を示す図である。

[図11]本発明に係る実施の形態１～３の車両制御装置を実現するハードウェア構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] ＜実施の形態１＞

＜装置構成＞

図１は、本発明に係る実施の形態１の車両制御装置１０の構成を示す機能ブロック図である。車両制御装置１０は、車両（図示せず）に搭載され、同じく車両に搭載された複数の周辺環境取得部３０、３１、３２および自車位置情報取得部４０から車載ネットワーク８０を介して各種情報を受ける自動運転制御部２０と、周辺環境取得部３０、３１、３２、自車位置情報取得部４０および自動運転制御部２０に接続される監視部２１と、自動運転制御部２０および監視部２１に接続される切替部２２と、切替部２２に車載ネットワーク８１を介して接続されるステアリング制御部５０、ブレーキ制御部６０およびアクセル制御部７０を備えている。

[0014] なお、図１においては周辺環境取得部３０～３２を示したが、個数はこれに限定されるものではなく、カメラ、ミリ波レーダー、ソナー等の各種センサおよび、車車間通信モジュール、路車間通信モジュール等から選択することができる。

[0015] 自車位置情報取得部４０としては、ＧＰＳ（Global Positioning System）等のＧＮＳＳ（Global Navigation Satellite System）の受信装置が挙げられるが、受信した自車位置情報とダイナミックマップなどの高精度地図とを組み合わせることで、周辺環境の情報も取得できる。

[0016] 自動運転制御部２０は、周辺環境取得部３０～３２から得られる周辺環境情報および自車位置情報取得部４０から得られる位置情報を集約し、自動運転を実行する際の自車の走行する走行経路を生成し、走行経路に応じた制御量、例えば目標ハンドル角、エンジン駆動量およびブレーキ駆動量を演算する。演算結果は、切替部２２に入力され、切替部２２で車載ネットワーク８

１を介して、ステアリング制御部５０、ブレーキ制御部６０およびアクセル制御部７０に送られるか、前回値が車載ネットワーク８１を介して、ステアリング制御部５０、ブレーキ制御部６０およびアクセル制御部７０に送られるかの切り替えが行われることで、各種のアクチュエータの制御が行われ自動運転を実現する。

[0017] 監視部２１は自動運転制御部２０の演算時間を監視し、演算時間が制御量の演算周期時間内、例えば１００ｍｓｅｃ以内に収まらない場合、自動運転制御部２０に演算中断を要求し、制御量の出力の切り替えを切替部２２に要求する。また、制御量が演算途中の値、または前回値となることで、安全上問題となるかを周辺状況に基づいて判断し、判断結果を切替部２２に送る。切替部２２では自動運転制御部２０から制御量の演算周期ごとに出力される制御量を前回値として使用できるように格納する前回値保持部２３を備え、後述するフローに従い、適切な制御量を出力する。

[0018] ＜動作＞

まず、図２に示すフローチャートを用いて、監視部２１での切り替え判定について説明する。監視部２１は自動運転制御部２０の演算と同期し、自動運転制御部２０の演算時間を監視する。ここで、自動運転を実現するためのアクチュエータの制御量の演算については種々のアルゴリズムがあるが、ここでは最適化問題を解くことで最適値を求めるようなアルゴリズムを用いるものとし、ループ演算を複数回繰り返すことで最適値を求める。このような場合、何度繰り返しても最適値に収束せず、演算時間が大きくなってしまう可能性がある。演算時間が大きくなり過ぎると、いつまで経っても自動運転制御部２０から制御量が出力されず、自動運転に支障を来すこととなる。

[0019] 監視部２１では、ステップＳ１０１において、予め設定した演算時間の閾値に対して、自動運転制御部２０での演算時間が当該閾値を超過したかを判断し、演算時間が閾値を超過した場合（Ｙｅｓの場合）、ステップＳ１０２において演算中断要求を自動運転制御部２０に通知する。これにより、演算時間が無制限に大きくなることを防止する。

[0020] そして、ステップＳ１０３において制御量切り替え要求を切替部２２に通知する。その後、監視部２１は、周辺環境取得部３０～３２から得られる周辺環境情報および自車位置情報取得部４０から得られる位置情報に基づいて安全性を判断した結果を切替部２２に通知する（ステップＳ１０４）。

[0021] 安全性の判断は、ステアリング制御部５０、ブレーキ制御部６０およびアクセル制御部７０に、前回の演算周期での演算結果の制御量または演算の途中結果の制御量である代替制御量であっても、障害物に接触する状況および車線を逸脱するなどの状況とならないことが保証できるかとの観点から判断され、「安全性を確保できる」または「安全性を確保できない」との判断結果が通知される。

[0022] このように、障害物に接触する状況および車線を逸脱するなどの状況とならないことを安全性の判断基準とすることで、最低限の安全を保つことができる。

[0023] 判断の方法としては、例えば、他車両および障害物の存在の有無および周辺環境情報、例えば、直線路であるか曲線路であるか、交差点があるかないか、進行方向に死角があるかないか、などの情報、自車の目標とする経路、現在の制御量に基づいて判断することができる。

[0024] すなわち、自動運転制御部２０では、ループ演算を繰り返すことで制御量の最適値を求めるが、ステップＳ１０１で使用される演算時間の閾値は、演算周期よりも短く設定され、例えば演算周期が１００ｍｓｅｃであれば、閾値は９０ｍｓｅｃとし、これによって、自動運転制御部２０での処理および切替部２２での出力選択の時間を確保する。このため、最適化問題を解くための演算処理が収束していない演算途中であっても、大半のループ演算は終わっており、演算結果は最適値に近い制御量となっている可能性がある。

[0025] このように、制御量の演算に最適化問題を解くことで最適値を求めるようなアルゴリズムを用いることで、演算途中の制御量であっても代替制御量としてアクチュエータの制御が可能となる。そして、周辺環境情報から安全性が確保できれば、アクチュエータの制御に使用できる。

[0026] ステップＳ１０１において自動運転制御部２０の演算時間が閾値を超えていないと判断される場合（Ｎｏの場合）、ステップＳ１０５において自動運転制御部２０の演算が終了しているかどうかを判断し、演算が終了していれば一連の処理を終了し、演算が終了していなければ、ステップＳ１０１の処理を繰り返す。

[0027] なお、演算時間の閾値は、自動運転制御部２０の演算周期に合わせて予め固定値が設定されているものとしたが、可変値としても良い。閾値を可変値とすることで、自動運転制御部２０での演算時間を多く確保できるようになる。閾値を変更するのは監視部２１であり、周辺環境情報および自動運転制御部２０での処理および切替部２２での出力選択の時間に基づいて決定する。

[0028] 次に、図３に示すフローチャートを用いて、自動運転制御部２０でのアクチュエータの制御量の演算処理について説明する。先に説明したように、自動運転制御部２０ではループ演算を繰り返すことで最適値を求める方法を採り、ステップＳ２０１のループ内部演算処理を繰り返すことで最適値を求める。ループ内部演算処理では、例えば、公知の最急降下法などの最適化手法を採ることができる。

[0029] ステップＳ２０１のループ内部演算処理とは、最適化問題を解くための演算処理の複数回のループ演算のうちの１回のループ演算であり、ステップＳ２０１のループ内部演算処理、すなわち１回のループ演算が終了するごとに、ステップＳ２０２において演算終了条件が達成されているかを判断する。ステップＳ２０２の演算終了条件とは、最適化問題を解くための演算処理が全て終了していることであり、これを満たすことはアクチュエータの制御量の最適値が得られたことを意味する。

[0030] ステップＳ２０２において、演算終了条件が達成された場合（Ｙｅｓの場合）、ステップＳ２０６において演算結果を出力して一連の処理を終える。一方、ステップＳ２０２において演算終了条件が達成できなかった場合（Ｎｏの場合）はステップＳ２０３に進み、監視部２１から演算中断要求が通知

されているかを確認する。

[0031] 監視部２１では自動運転制御部２０での演算時間が閾値を超過したかを判断し、演算時間が閾値を超過した場合に演算中断要求を通知するが、この閾値は、先に説明したように、最適化問題を解くための演算処理の演算周期よりも少しだけ短い時間に設定されている。従って、最適化問題を解くための演算処理が収束しない場合でも、大半のループ演算が終わらなければ監視部２１から演算中断要求の通知が出されることはない。監視部２１から演算中断要求が通知されていない場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ２０１に戻り、次のループ内部演算処理を行う。

[0032] 一方、監視部２１から演算中断要求が通知されている場合（Ｙｅｓの場合）は、ループ内部演算処理を停止し、ステップＳ２０４において演算の途中結果の制御量が代替制御量として出力可能であるかを判断する。この判断は、例えば、演算の途中結果であっても、制御量として車両を制御できる程度の値にまで達しているかとの観点から判断される。判断の方法としては、現在の制御量との比較や自車の目標とする経路、現在の制御量に基づき、ＰＩＤ（Proportional-Integral-Differential）制御にて一意に計算される制御量との比較によって判断するなどの方法を採ることができる。なお、上述したＰＩＤ制御は一例であり、比較のための制御量は、従来的な、どのような演算により求めても良い。

[0033] ステップＳ２０４において演算の途中結果の制御量が代替制御量として出力可能と判断される場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ２０５において途中結果を切替部２２に出力する。一方、ステップＳ２０４において、演算の途中結果の制御量が代替制御量として出力不可と判断される場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ２０７において途中結果出力不可情報を切替部２２に通知し、その後、ステップＳ２０８において緊急停止措置のための制御量（緊急停止制御量）を切替部２２に出力する。

[0034] 次に、図４に示すフローチャートを用いて、切替部２２での切り替え処理について説明する。切替部２２は、まず、ステップＳ３０１において監視部

２１から制御量切り替え要求が通知されているかを確認する。ステップＳ３０１において制御量切り替え要求が通知されていないことが確認された場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ３０５において自動運転制御部２０から出力される正規の演算結果の制御量を選択して出力する。

[0035] 一方、ステップＳ３０１において制御量切り替え要求が通知されていることが確認された場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ３０２において監視部２１から通知される安全性判断結果を確認する。ステップＳ３０２において、安全性を確保できないとなっている場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ３０６において、自動運転制御部２０から出力される緊急停止措置のための制御量を選択して代替制御量として出力する。緊急停止措置としては、例えば「路肩に停止する」および「その場に停止する」などが挙げられる。

[0036] このように、安全性を確保できない場合には緊急停止措置のための制御量が出力されるので、安全を確保することができる。

[0037] 一方、ステップＳ３０２において、安全性判断結果が安全性を確保できるとなっている場合（Ｙｅｓの場合）は、自動運転制御部２０から途中結果出力不可情報が送られてきているかを確認する（ステップＳ３０３）。ステップＳ３０３において途中結果出力不可情報が送られてきていないことを確認した場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ３０７において演算の途中結果の制御量を選択して代替制御量として出力する。

[0038] 一方、ステップＳ３０３において、途中結果出力不可情報が送られてきていることを確認した場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ３０４において前回値保持部２３に格納されている前回の演算周期での演算結果の制御量を選択して代替制御量として出力する。

[0039] 以上説明したように、実施の形態１の車両制御装置１０においては、監視部２１が自動運転制御部２０の演算と同期して自動運転制御部２０の演算時間を監視し、演算時間が制御量の演算周期時間内に収まらない場合、自動運転制御部２０に演算中断を要求し、制御量の出力の切り替えを切替部２２に要求する。制御量の出力の切り替えが要求された場合、切替部２２では、演

算の途中結果の制御量または前回の演算周期で演算された制御量を選択して代替制御量として出力するので、演算負荷が増大した場合でも状況に応じた制御量を出力して自動運転を維持できる。前回の演算周期で演算された制御量は、正規の演算結果での制御量に比較的近い制御量である可能性が高く、その場合は適切な自動運転を維持できる。

[0040] ＜実施の形態２＞

＜装置構成＞

図５は、本発明に係る実施の形態２の車両制御装置１０Ａの構成を示す機能ブロック図である。図１に示した車両制御装置１０との相違点は、切替部２２において前回値保持部２３の代わりに制御履歴保持部２４が設けられている点であり、図１を用いて説明した車両制御装置１０と同一の構成については同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0041] 制御履歴保持部２４は、自動運転制御部２０から制御量の演算周期ごとに出力される制御量を前回値として格納するだけでなく、前回値よりも過去の一定期間の制御量を履歴値として格納する。

[0042] ＜動作＞

実施の形態１の車両制御装置１０の説明において、図２のフローチャートを用いて説明した監視部２１での切り替え判定、図３のフローチャートを用いて説明した自動運転制御部２０でのアクチュエータの制御量の演算処理については、実施の形態２の車両制御装置１０Ａにおいても同じであるが、切替部２２での切り替え処理については実施の形態１とは異なっている。

[0043] すなわち、切替部２２での切り替え処理を示す図６のフローチャートにおいて、ステップＳ４０１、ステップＳ４０２およびステップＳ４０３の処理は、図４に示したフローチャートのステップＳ３０１、Ｓ３０２およびＳ３０３の処理と同じであるが、ステップＳ４０３において、自動運転制御部２０から途中結果出力不可情報が送られてきていることを確認した場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ４０４において、制御履歴保持部２４に格納されている履歴値に基づいて算出された予測制御量を選択して代替制御量として

出力する点で実施の形態１の車両制御装置１０とは異なっている。

[0044] ステップＳ４０２において監視部２１から通知される安全性判断結果を確認した結果、安全性に問題がないことが分かっているため、ステップＳ４０４では過去の履歴値から算出された予測制御量を代替制御量として出力することができる。このため、前回の演算周期で演算された制御量よりも車両の状態および周辺環境情報に合わせた代替制御量を出力できる。

[0045] なお、ステップＳ４０５、Ｓ４０６およびＳ４０７の処理は、図４に示したフローチャートのステップＳ３０５、Ｓ３０６およびＳ３０７の処理と同じである。

[0046] 図７は制御履歴保持部２４に格納されている過去の履歴値を参考にして予測制御量を決定する方法の一例を説明する図である。図７は過去の制御量を時系列に示す図であり、横軸に時間経過を、縦軸に制御量を示しており、●が実績値である過去の制御量であり、○が過去の制御量から外挿により算出した予測値（予測制御量）であり、ステップＳ４０４では、当該予測値を代替制御量として出力する。

[0047] なお、制御履歴保持部２４に格納する制御量は、過去の全ての制御でなくても良く、適宜の間隔で間引いて格納しても良い。また、予測値は過去の制御量の履歴から外挿した値に限定されず、例えば、エンジンの制御量であれば予測値よりも少なく、ブレーキ制御量であれば、予測値よりも大きくなるように制御量を決定することで、車両がより安全に制御されるようにしても良い。

[0048] 以上説明したように、実施の形態２の車両制御装置１０Ａにおいては、実施の形態１の車両制御装置１０と同様に、演算負荷が増大した場合でも状況に応じた制御量を出力して自動運転を維持できる効果を奏する。また、自動運転制御部２０での演算時間が制御量の演算周期時間内に収まらない場合に、切替部２２では、演算途中の制御量または制御履歴保持部２４に格納されている過去の履歴値から算出された予測制御量を選択して代替制御量として出力するので、車両の状態および周辺環境情報により適合した制御量でアク

チュエータを制御でき、自動運転の精度および安全性をより高めることができる。

[0049] ＜実施の形態３＞

＜装置構成＞

図８は、本発明に係る実施の形態３の車両制御装置１０Ｂの構成を示す機能ブロック図である。図５に示した車両制御装置１０Ａとの相違点は、自動運転従系制御部２５を備えている点であり、図５を用いて説明した車両制御装置１０Ａと同一の構成については同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0050] 自動運転従系制御部２５は、自動運転制御部２０に故障等の異常が発生した場合でも自動運転車としての動作が継続できるようにバックアップとして機能する部位であり、少ない演算量で最低限の安全が確保できる動作を実現するアルゴリズムを使用するように構成されている。なお、最低限の安全が確保できる動作とは、緊急停止措置と同様に、例えば「路肩に停止する」および「その場に停止する」などが挙げられる。

[0051] ＜動作＞

実施の形態１の車両制御装置１０の説明において、図２のフローチャートを用いて説明した監視部２１での切り替え判定、図３のフローチャートを用いて説明した自動運転制御部２０でのアクチュエータの制御量の演算処理については、実施の形態３の車両制御装置１０Ｂにおいても同じであるが、切替部２２での切り替え処理については実施の形態１および２とは異なっている。

[0052] すなわち、切替部２２での切り替え処理を示す図９のフローチャートにおいては、まず、自動運転制御部２０に異常が発生していないかを判断するステップＳ５０１を備えている。そして、ステップＳ５０１において、自動運転制御部２０に異常が発生していると判断される場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ５０６において自動運転従系制御部２５が演算した従系演算結果の制御量を代替制御量として出力する点で実施の形態１および２とは異なって

いる。

[0053] 自動運転制御部２０に異常が発生しているか否かは、例えば、自動運転制御部２０との間で定期的にメッセージの交信を行い、切替部２２からの送信したメッセージに対して、所定期間内に自動運転制御部２０から応答メッセージがない場合は、自動運転制御部２０に異常が発生していると判断することができる。

[0054] 一方、ステップＳ５０１において、自動運転制御部２０に異常が発生していないと判断される場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ５０２において監視部２１から制御量切り替え要求が通知されているかを確認する。ステップＳ３０２において制御量切り替え要求が通知されていないことが確認された場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ５０７において自動運転制御部２０から出力される正規の演算結果を選択して出力する。

[0055] 一方、ステップＳ５０２において制御量切り替え要求が通知されていることが確認された場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ５０３において監視部２１から通知される安全性判断結果を確認する。ステップＳ５０３において、安全性を確保できないとなっている場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ５０８において自動運転従系制御部２５が演算した従系演算結果を出力可能であるかを判定し、出力可能である場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ５０９において自動運転従系制御部２５で演算した従系演算結果の制御量を代替制御量として出力する。一方、ステップＳ５０８において、従系演算結果が出力可能ではないと判定された場合は、ステップＳ５１０において、自動運転制御部２０から出力される緊急停止措置のための制御量を選択して代替制御量として出力し、緊急停止措置を実行する。緊急停止措置としては、例えば「路肩に停止する」および「その場に停止する」などが挙げられる。ステップＳ５０８およびＳ５０９を備える点で実施の形態１および２とは異なっている。

[0056] なお、ステップＳ５０８における従系演算結果を出力可能であるかの判定は、制御量が大きく変わり、車両が追従できないような演算結果となってい

る場合は出力不可と判定し、制御量に大きな変化がない場合は出力可能と判定するなどの方法が挙げられる。なお、制御量の変化は、制御履歴保持部２４に格納されている前回の制御量との差分で検出でき、差分が予め定めた閾値を超えるような場合は、制御量の変化が大きいと判断することができる。

[0057] ステップ５０３において、安全性判断結果が安全性を確保できるとなっている場合（Ｙｅｓの場合）は、自動運転制御部２０から途中結果出力不可情報が送られてきているかを確認する（ステップＳ５０４）。ステップＳ５０４において途中結果出力不可情報が送られてきていないことを確認した場合（Ｎｏの場合）は、ステップＳ５１１において演算の途中結果の制御量を選択して代替制御量として出力する。

[0058] 一方、ステップＳ５０４において、途中結果出力不可情報が送られてきていることを確認した場合（Ｙｅｓの場合）は、ステップＳ５０５において、制御履歴保持部２４に格納されている制御履歴から算出された制御量を選択して代替制御量として出力する点で実施の形態１の車両制御装置１０とは異なっている。

[0059] 以上説明したように、実施の形態３の車両制御装置１０Ｂにおいては、実施の形態１の車両制御装置１０と同様に、演算負荷が増大した場合でも状況に応じた制御量を出力して自動運転を維持できる効果を奏する。また、自動運転制御部２０での演算時間が制御量の演算周期時間内に収まらない場合に、切替部２２では、演算途中の制御量または制御履歴保持部２４に格納されている過去の制御履歴から算出された結果の制御量を選択して代替制御量として出力するので、車両の状態および周辺環境情報により適合した制御量でアクチュエータを制御でき、自動運転の精度および安全性をより高めることができる。

[0060] また、自動運転制御部２０に異常が発生している場合には、自動運転従系制御部２５が演算した従系演算結果の制御量を選択して代替制御量として出力するので、自動運転制御部２０に異常が発生している場合にも自動運転の安全性を確保することができる。

[0061] ＜ハードウェア構成＞

以上説明した実施の形態１～３の車両制御装置１０、１０Ａおよび１０Ｂの各部はコンピュータを用いて構成することができ、コンピュータがプログラムを実行することで実現される。すなわち、車両制御装置１０、１０Ａおよび１０Ｂは、例えば図１０に示す処理回路１００により実現される。処理回路１００には、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）などのプロセッサが適用され、記憶装置に格納されるプログラムを実行することで各部の機能が実現される。

[0062] なお、処理回路１００には、専用のハードウェアが適用されても良い。処理回路１００が専用のハードウェアである場合、処理回路１００は、例えば、単一回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）、またはこれらを組み合わせたもの等が該当する。

[0063] また、図１１には、車両制御装置１０、１０Ａおよび１０Ｂがプロセッサを用いて構成されている場合におけるハードウェア構成を示している。この場合、車両制御装置１０、１０Ａおよび１０Ｂ車両制御装置１０の各部の機能は、ソフトウェア等（ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェア）との組み合わせにより実現される。ソフトウェア等はプログラムとして記述され、メモリ１２０に格納される。処理回路１００として機能するプロセッサ１１０は、メモリ１２０（記憶装置）に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各部の機能を実現する。すなわち、このプログラムは、車両制御装置１０、１０Ａおよび１０Ｂの構成要素の動作の手順および方法をコンピュータに実行させるものであるといえる。

[0064] ここで、メモリ１２０は、例えば、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ＲＯＭ（Read Only Memory）、フラッシュメモリー、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable Read Only Memory）、ＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable Pr

ogrammable Read Only Memory）等の、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、ＤＶＤ（Digital Versatile Disc）およびそのドライブ装置等、または、今後使用されるあらゆる記憶媒体であっても良い。

[0065] 以上、車両制御装置１０、１０Ａおよび１０Ｂの各構成要素の機能が、ハードウェアおよびソフトウェア等のいずれか一方で実現される構成について説明した。しかしこれに限ったものではなく、車両制御装置１０、１０Ａおよび１０Ｂの一部の構成要素を専用のハードウェアで実現し、別の一部の構成要素をソフトウェア等で実現する構成であっても良い。例えば、一部の構成要素については専用のハードウェアとしての処理回路１００でその機能を実現し、他の一部の構成要素についてはプロセッサ１１０としての処理回路１００がメモリ１２０に格納されたプログラムを読み出して実行することによってその機能を実現することが可能である。

[0066] 以上のように、車両制御装置１０、１０Ａおよび１０Ｂは、ハードウェア、ソフトウェア等、またはこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。

[0067] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、全ての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

[0068] なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

請求の範囲

[請求項1] 車両の周辺環境情報および位置情報に基づいて自動運転を実行する際の走行経路を決定し、前記走行経路に応じた制御量を演算して出力する自動運転制御部と、

前記自動運転制御部の演算時間を監視する監視部と、

前記自動運転制御部の出力を受け、前記監視部の指示に基づいて前記制御量または前記制御量に代わる代替制御量を出力する切替部と、を備え、

前記監視部は、

前記演算時間が閾値を超えた場合に、前記自動運転制御部に演算の中断要求を通知し、前記切替部に制御量切り替え要求を通知し、前記周辺環境情報および前記位置情報に基づいて前記代替制御量であっても前記車両の安全性を確保できるか否かの判断を行って、安全性の判断結果を前記切替部に通知し、

前記切替部は、

少なくとも前記制御量切り替え要求および前記安全性の判断結果に基づいて前記制御量または前記代替制御量を出力する、車両制御装置。

[請求項2] 前記制御量は、

ループ演算を複数回繰り返して最適値を求めることで取得され、

前記自動運転制御部は、

前記監視部から前記演算の中断要求が通知されるまでに前記最適値が得られない場合は、前記演算の中断要求が通知されることで前記ループ演算を停止し、演算途中の制御量が前記代替制御量として出力可能であるかを判断する、請求項１記載の車両制御装置。

[請求項3] 前記車両の安全性を確保できるか否かの判断は、

前記車両が、少なくとも障害物に接触する状況および車線を逸脱する状況とならない場合に安全性を確保できると判断される、請求項１

記載の車両制御装置。

[請求項4] 前記自動運転制御部は、

前記演算途中の制御量が前記代替制御量として出力不可と判断される場合は、途中結果出力不可情報を前記切替部に通知し、前記車両を緊急停止させるための緊急停止制御量を出力し、

前記切替部は、

前記制御量切り替え要求が通知され、

前記安全性の判断結果が前記車両の安全性を確保できるとされる場合は、

前記代替制御量として前記緊急停止制御量を出力する、請求項２記載の車両制御装置。

[請求項5] 前記自動運転制御部は、

前記演算途中の制御量が前記代替制御量として出力可能と判断される場合は、前記演算途中の制御量を出力し、

前記切替部は、

前記制御量切り替え要求が通知され、

前記安全性の判断結果が前記車両の安全性を確保できるとされる場合は、

前記代替制御量として前記演算途中の制御量を出力する、請求項２記載の車両制御装置。

[請求項6] 前記自動運転制御部は、

前記演算途中の制御量が前記代替制御量として出力不可と判断される場合は、途中結果出力不可情報を前記切替部に通知し、

前記切替部は、

前記自動運転制御部から出力された前回の演算周期での前回の制御量を前回値として格納する前回値保持部を有し、

前記制御量切り替え要求が通知され、

前記安全性の判断結果が前記車両の安全性を確保できるとされる場

合であって、前記自動運転制御部から前記途中結果出力不可情報が通知されている場合は、

前記代替制御量として前記前回値保持部に格納された前記前回値を出力する、請求項２記載の車両制御装置。

[請求項7] 前記自動運転制御部は、

前記演算途中の制御量が前記代替制御量として出力不可と判断される場合は、途中結果出力不可情報を前記切替部に通知し、

前記切替部は、

前記自動運転制御部から出力された過去の複数回の演算周期での複数の制御量を履歴値として格納する制御履歴保持部を有し、

前記制御量切り替え要求が通知され、

前記安全性の判断結果が前記車両の安全性を確保できるとされる場合であって、前記自動運転制御部から前記途中結果出力不可情報が通知されている場合は、

前記代替制御量として前記制御履歴保持部に格納された前記履歴値に基づいて得られた予測制御量を出力する、請求項２記載の車両制御装置。

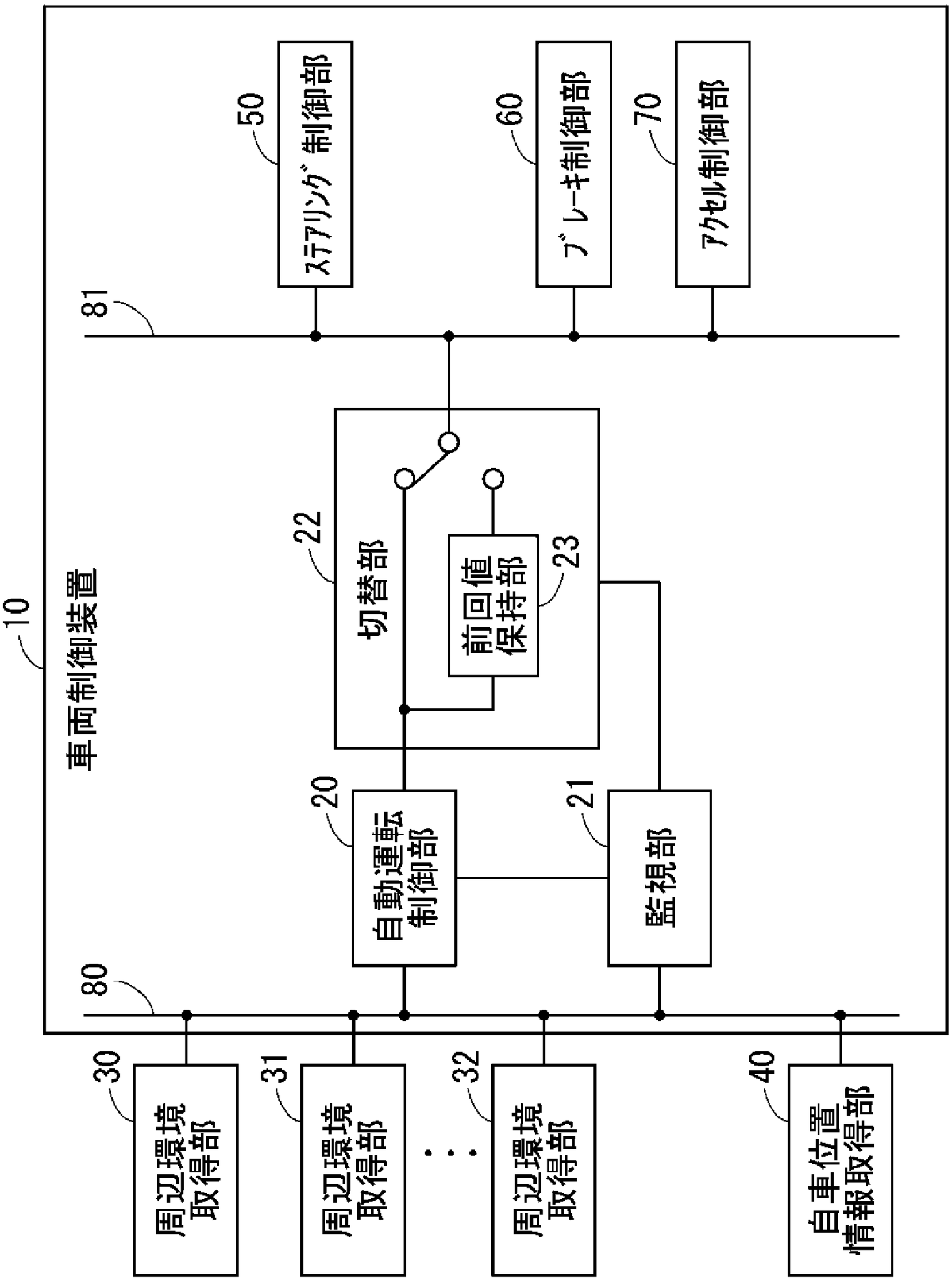
[請求項8] 前記自動運転制御部を代替する自動運転従系制御部をさらに備え、

前記切替部は、

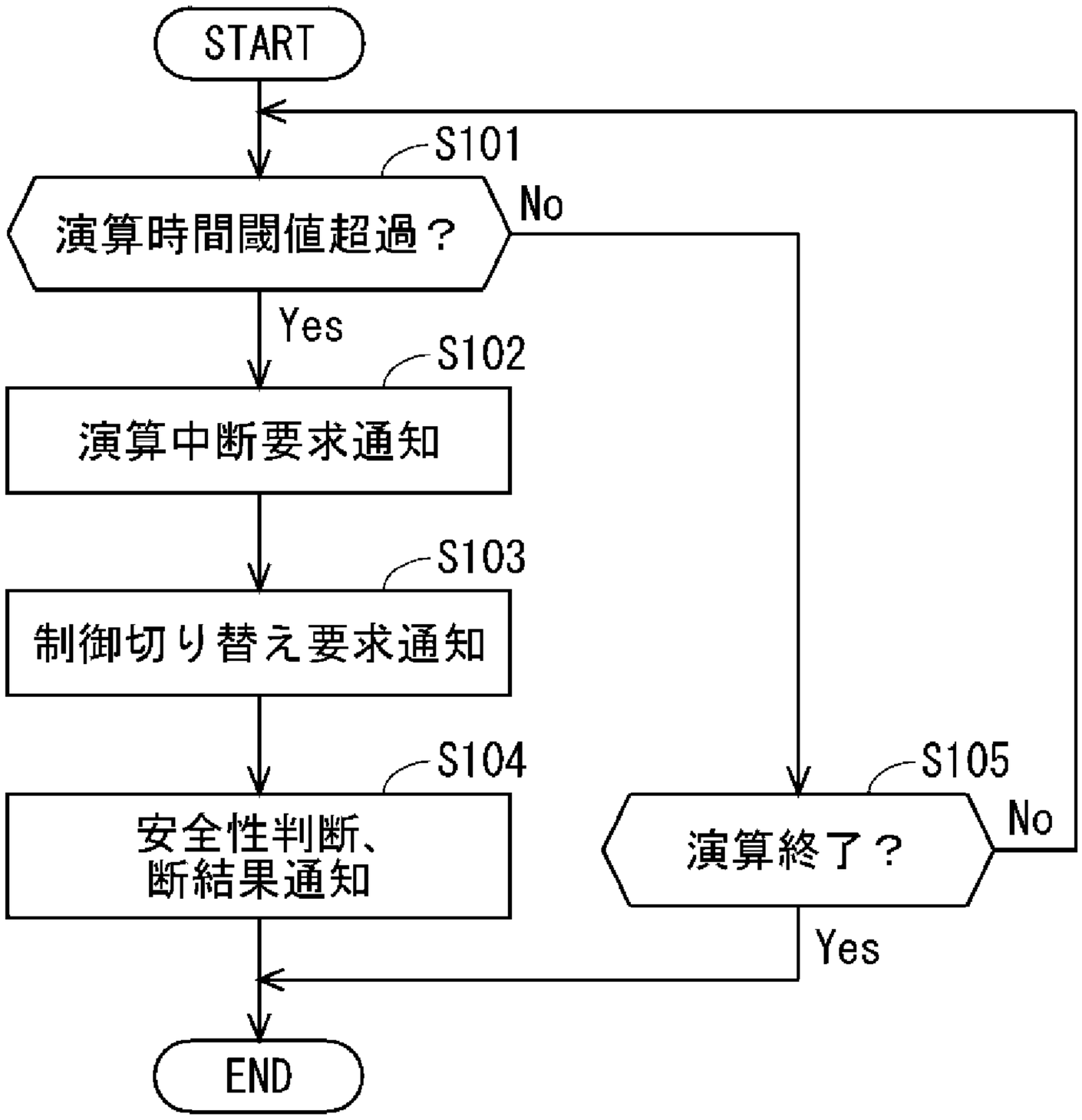
前記自動運転制御部に異常が発生しているかを判断し、異常が発生していると判断される場合は、

前記代替制御量として前記自動運転従系制御部で演算された従系演算結果の制御量を出力する、請求項２記載の車両制御装置。

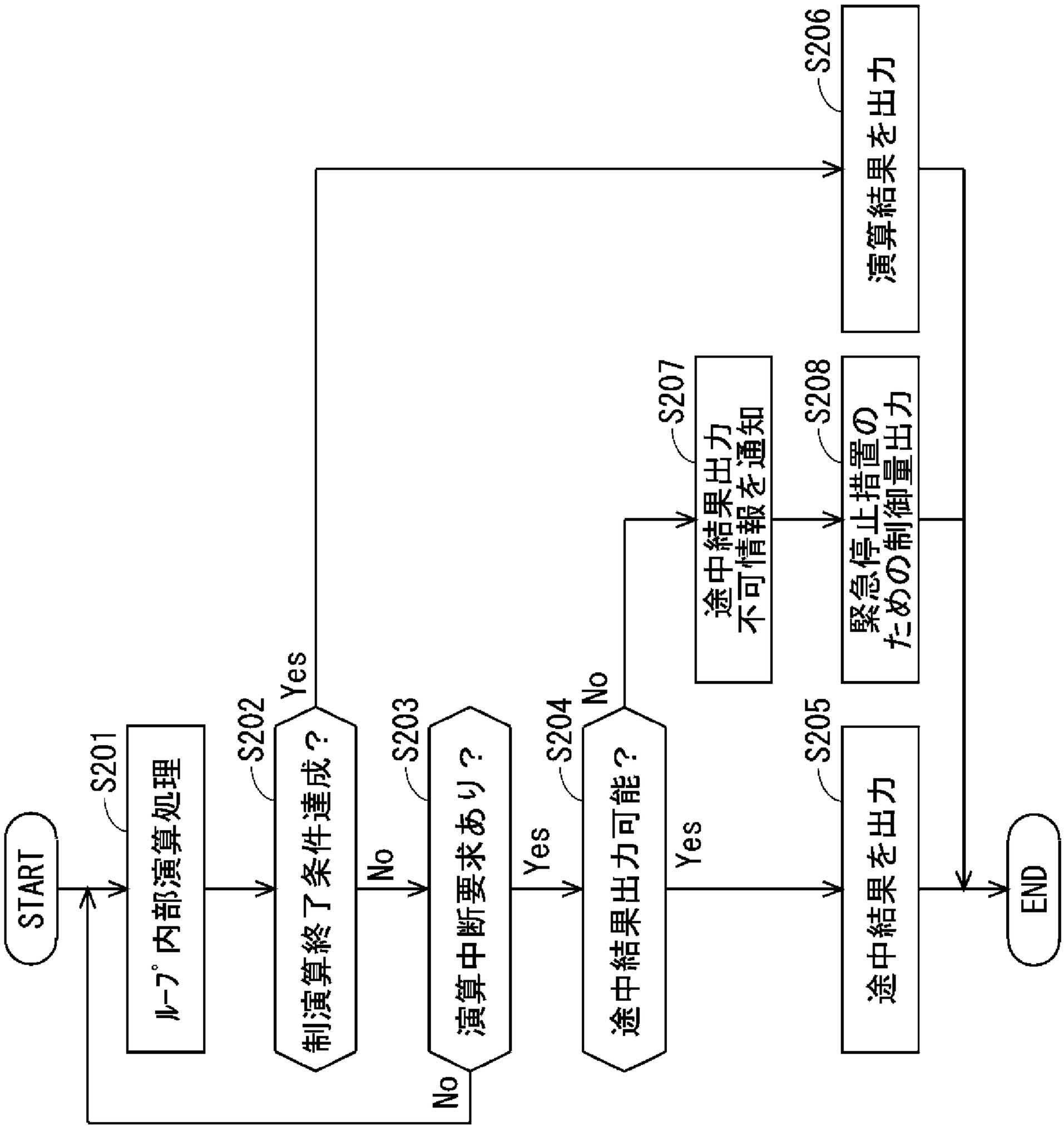
[図1]


車両制御装置
10
ステアリング制御部
50
ブレーキ制御部
60
アクセル制御部
70
81
切替部
22
前回値保持部
23
自動運転制御部
20
監視部
21
80
周辺環境取得部
30
周辺環境取得部
31
周辺環境取得部
32
自車位置情報取得部
40

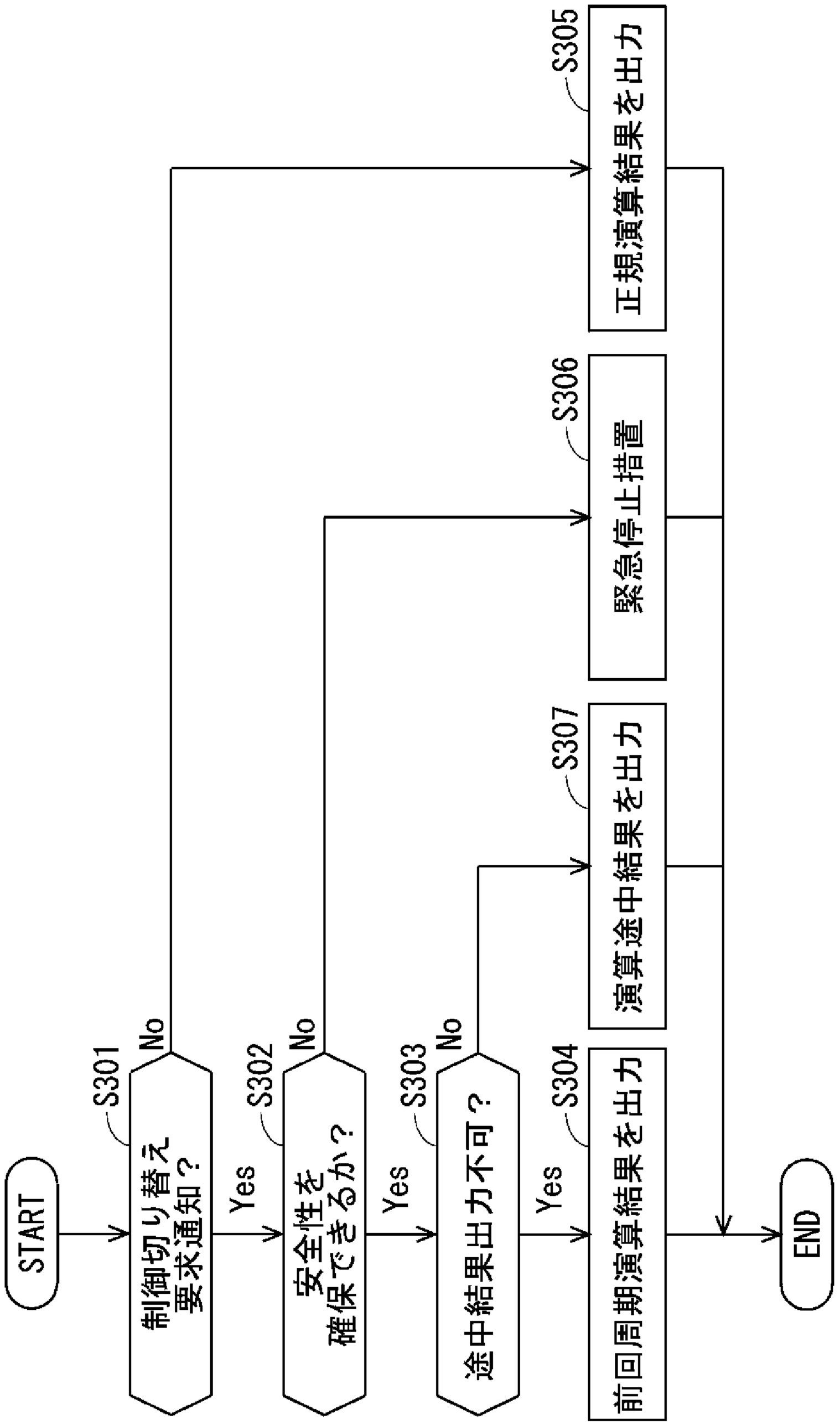
[図2]


START
S101
演算時間閾値超過？
No
Yes
S102
演算中断要求通知
S103
制御切り替え要求通知
S104
安全性判断、
断結果通知
S105
演算終了？
No
Yes
END

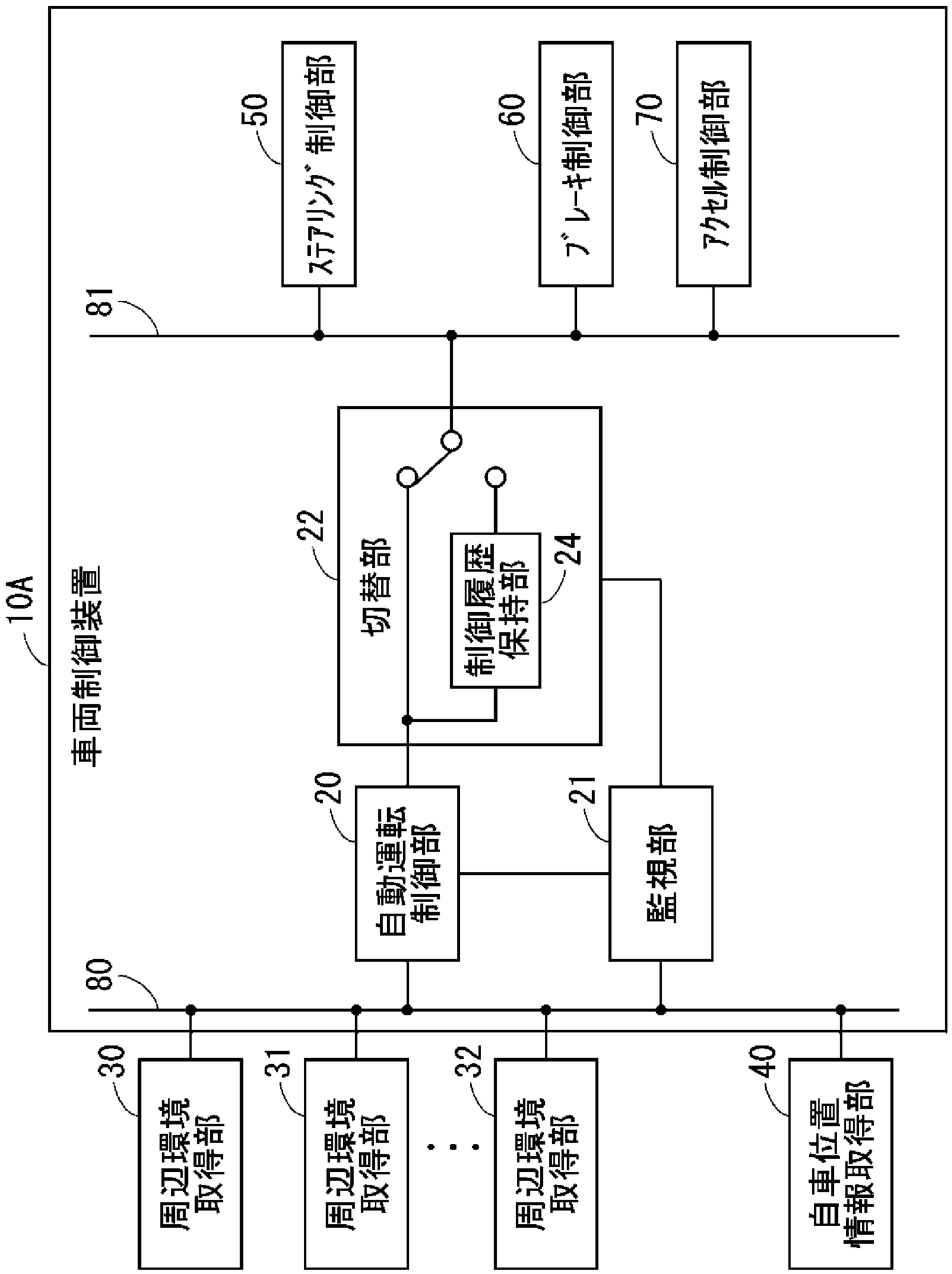
[図3]


START
S201
ループ内部演算処理
S202
制演算終了条件達成？
Yes
No
S203
演算中断要求あり？
No
S204
途中結果出力可能？
No
Yes
S205
途中結果出力不可情報を通知
S207
緊急停止措置のための制御量出力
S208
途中結果を出力
S206
演算結果を出力
END

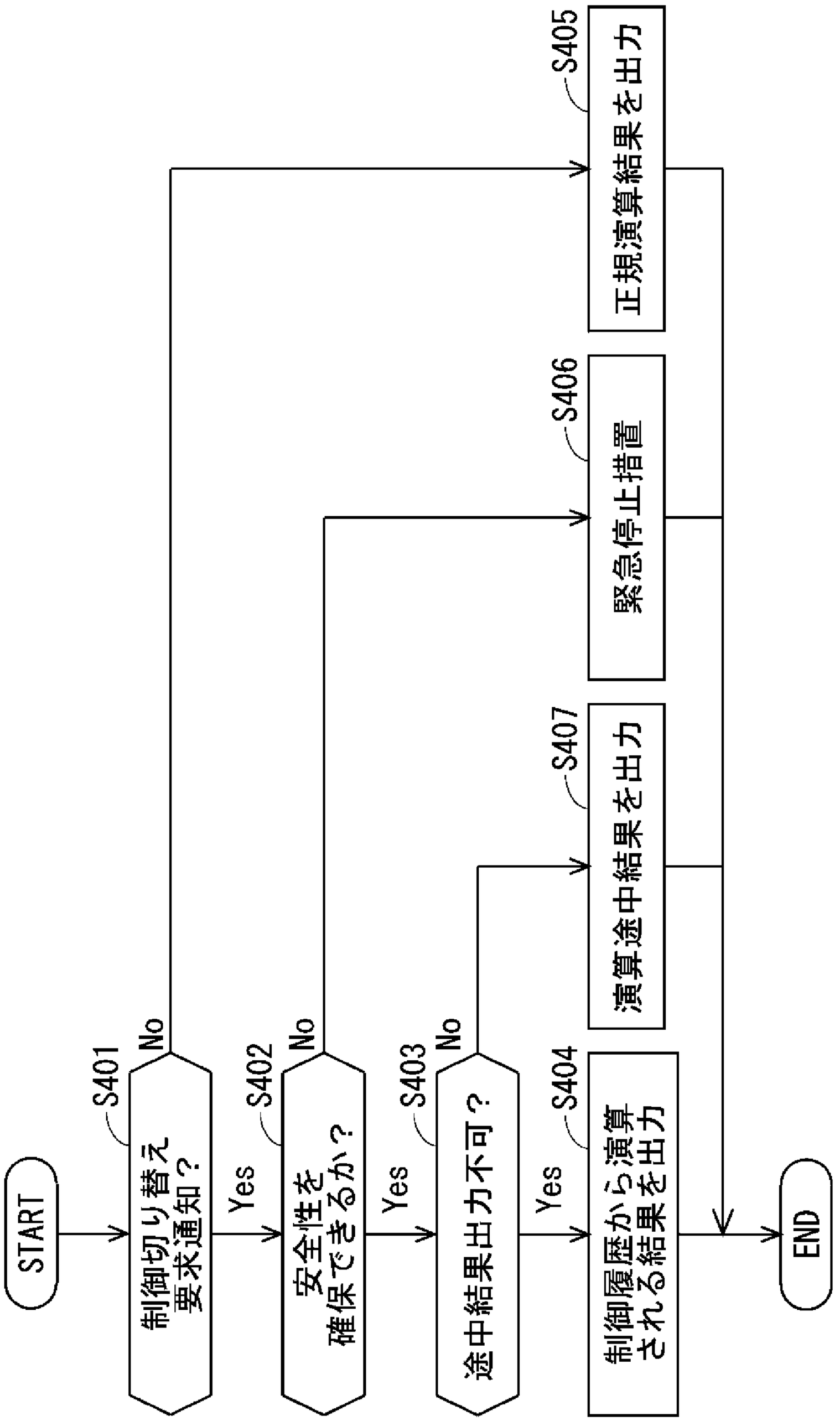
[図4]


START
S301
制御切り替え要求通知？
No
Yes
S302
安全性を確保できるか？
No
Yes
S303
途中結果出力不可？
No
Yes
S304
前回周期演算結果を出力
S305
正規演算結果を出力
S306
緊急停止措置
S307
演算途中結果を出力
END

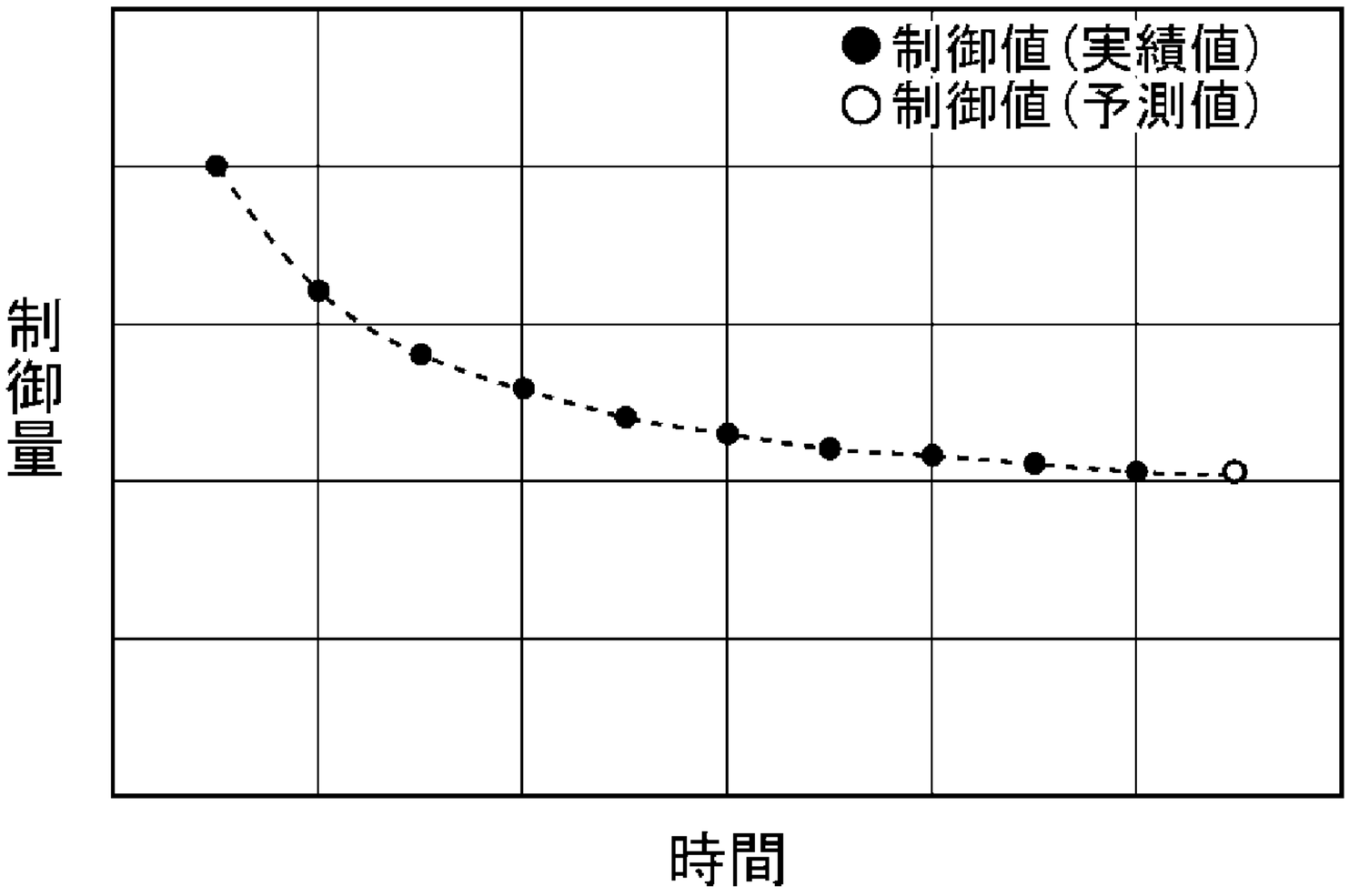
[図5]


10A
車両制御装置
50
ステアリング制御部
60
ブレーキ制御部
70
アクセル制御部
81
22
切替部
制御履歴
保持部
24
20
自動運転
制御部
21
監視部
80
30
周辺環境
取得部
31
周辺環境
取得部
32
周辺環境
取得部
40
自車位置
情報取得部

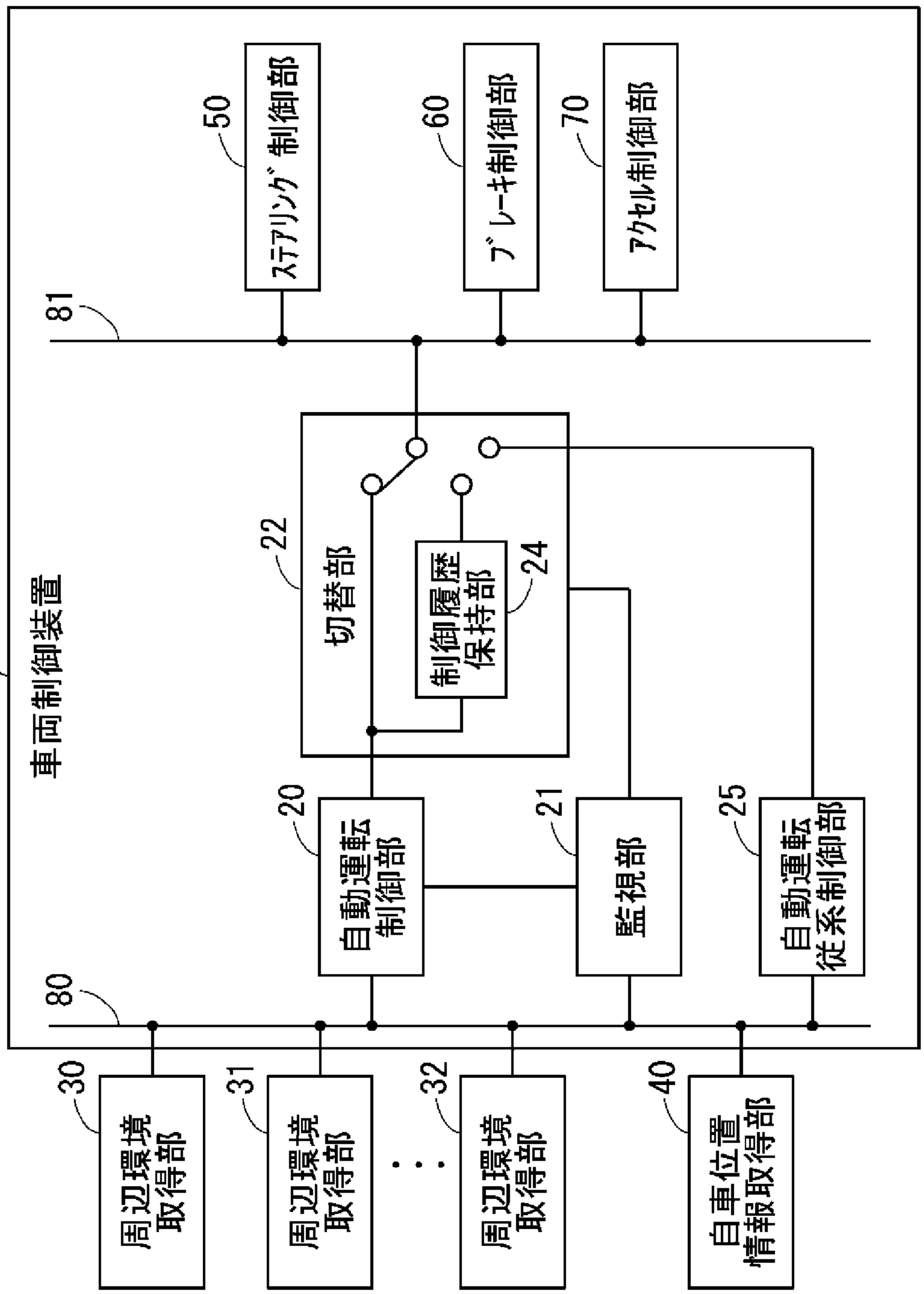
[図6]


START
S401
制御切り替え
要求通知？
No
Yes
S402
安全性を
確保できるか？
No
Yes
S403
途中結果出力不可？
No
Yes
S404
制御履歴から演算
される結果を出力
S405
正規演算結果を出力
S406
緊急停止措置
S407
演算途中結果を出力
END

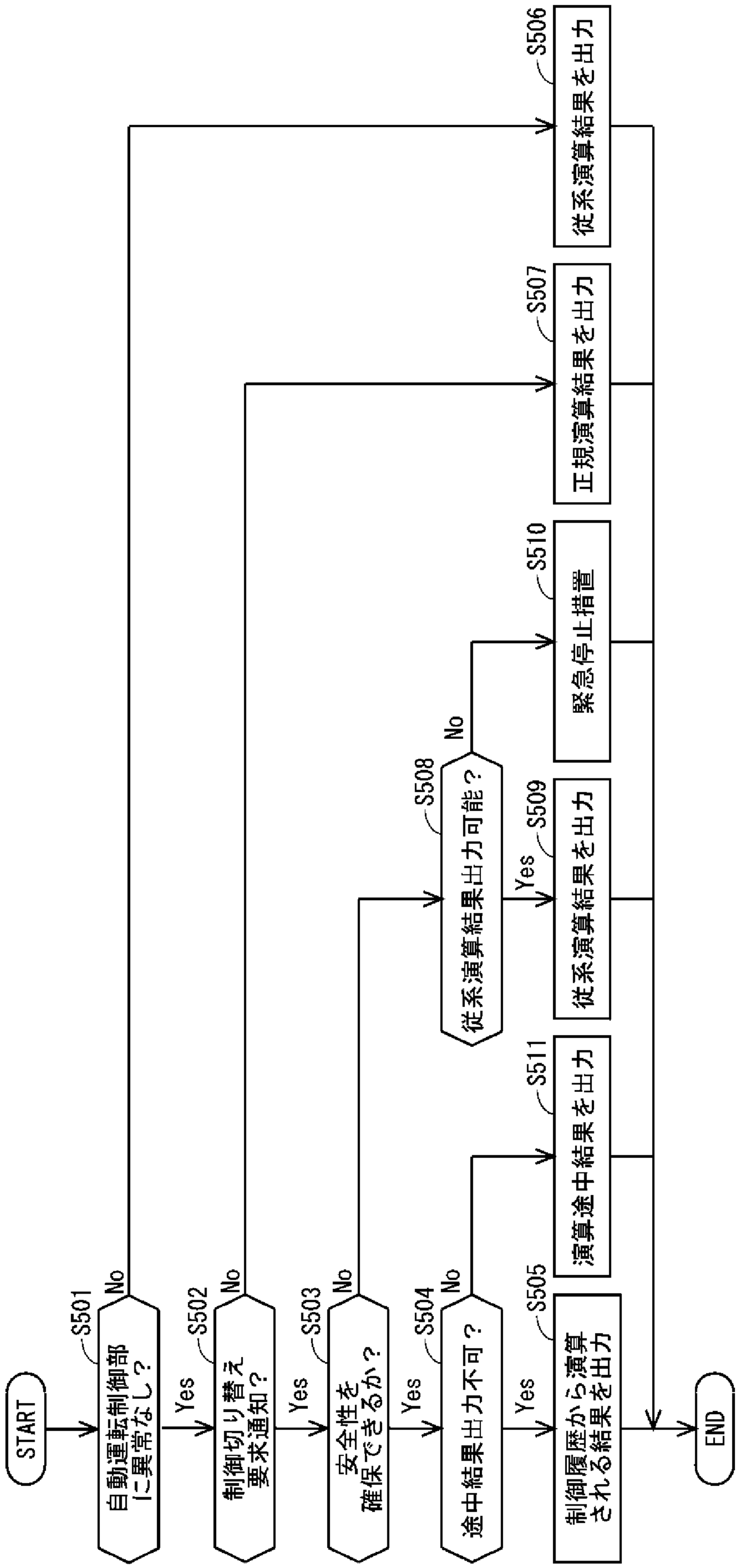
[図7]



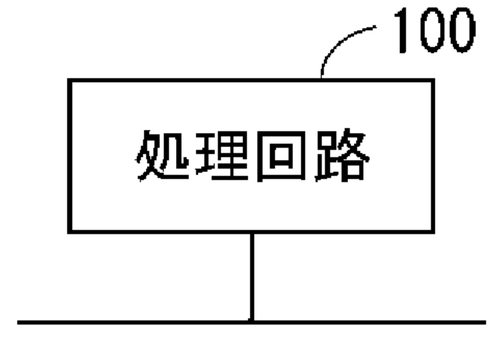
[図8]


10B
車両制御装置
50
ステアリング制御部
60
ブレーキ制御部
70
アクセル制御部
81
22
切替部
24
制御履歴
保持部
20
自動運転
制御部
21
監視部
25
自動運転
従系制御部
80
30
周辺環境
取得部
31
周辺環境
取得部
32
周辺環境
取得部
40
自車位置
情報取得部

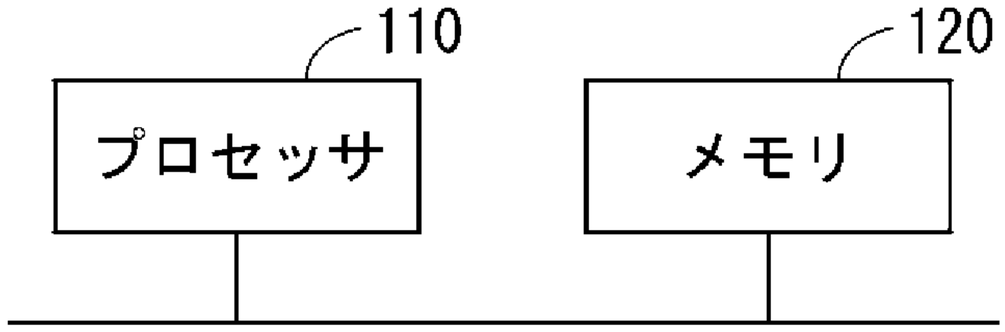
[図9]


START
自動運転制御部に異常なし？
No
Yes
制御切り替え要求通知？
No
Yes
安全性を確保できるか？
No
Yes
途中結果出力不可？
No
Yes
従系演算結果出力可能？
No
Yes
緊急停止措置
従系演算結果を出力
正規演算結果を出力
制御履歴から演算される結果を出力
演算途中結果を出力
END
S501
S502
S503
S504
S505
S506
S507
S508
S509
S510
S511

[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/047469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60W 30/00(2006.01)i; B60W 50/02(2012.01)i; B60W 50/04(2006.01)i; B60W 60/00(2020.01)i
FI: B60W50/04; B60W50/02; B60W30/00
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)
B60W30/00; B60W50/02; B60W50/04; B60W60/00

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 A	JP 2019-185246 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 24.10.2019 (2019-10-24) paragraphs [0048]-[0055], fig. 2	1, 3 2, 4-8
A	JP 2017-157067 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07.09.2017 (2017-09-07) paragraphs [0025]-[0038], fig. 3	1-8
A	WO 2019/082647 A1 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 02.05.2019 (2019-05-02) abstract	1-8
A	JP 2019-89382 A (DENSO CORP.) 13.06.2019 (2019-06-13) paragraphs [0022], [0033]	1-8

☐ 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 February 2020 (07.02.2020)	18 February 2020 (18.02.2020)

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

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/047469

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-185246 A	24 Oct. 2019	(Family: none)	
JP 2017-157067 A	07 Sep. 2017	(Family: none)	
WO 2019/082647 A1	02 May 2019	(Family: none)	
JP 2019-89382 A	13 Jun. 2019	WO 2019-092961 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2019/047469

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B60W 30/00(2006.01)i; B60W 50/02(2012.01)i; B60W 50/04(2006.01)i; B60W 60/00(2020.01)i
FI: B60W50/04; B60W50/02; B60W30/00

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））

B60W30/00; B60W50/02; B60W50/04; B60W60/00

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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	JP 2019-185246 A (三菱電機株式会社) 24.10.2019 (2019-10-24) 段落0048-0055, 図2	1,3
A		2,4-8
A	JP 2017-157067 A (三菱電機株式会社) 07.09.2017 (2017-09-07) 段落0025-0038, 図3	1-8
A	WO 2019/082647 A1 (日立オートモティブシステムズ株式会社) 02.05.2019 (2019-05-02) 要約	1-8
A	JP 2019-89382 A (株式会社デンソー) 13.06.2019 (2019-06-13) 段落0022, 0033	1-8

☐ 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
“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
07.02.2020	18.02.2020

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）
佐々木　淳 3Z 4477
電話番号 03-3581-1101 内線 3395

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/JP2019/047469

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-185246 A	24.10.2019	（ファミリーなし）	
JP 2017-157067 A	07.09.2017	（ファミリーなし）	
WO 2019/082647 A1	02.05.2019	（ファミリーなし）	
JP 2019-89382 A	13.06.2019	WO 2019-092961 A1	