

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4859803号
(P4859803)

(45) 発行日 平成24年1月25日(2012.1.25)

(24) 登録日 平成23年11月11日(2011.11.11)

(51) Int.Cl. F I
FO2D 45/00 (2006.01) FO2D 45/00 370D
FO2D 13/02 (2006.01) FO2D 13/02 H
 FO2D 45/00 374C

請求項の数 12 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2007-258124 (P2007-258124)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成19年10月1日(2007.10.1)	(74) 代理人	100078330 弁理士 笹島 富二雄
(65) 公開番号	特開2009-85142 (P2009-85142A)	(72) 発明者	清水 博和 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 株式会社日立製作所 オートモティブシステムグループ内
(43) 公開日	平成21年4月23日(2009.4.23)	(72) 発明者	町田 憲一 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 株式会社日立製作所 オートモティブシステムグループ内
審査請求日	平成21年12月9日(2009.12.9)	審査官	堀川 泰宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電動アクチュエータの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電動アクチュエータの駆動制御を行う電動アクチュエータの制御装置であって、前記電動アクチュエータの制御における目標値を演算して出力する第1制御装置と、前記第1制御装置で演算された目標値と実際値とを入力して前記電動アクチュエータの操作量を演算する第2制御装置とを含み、

前記第1制御装置は、前記実際値と前記目標値とに基づいて前記第2制御装置における前記操作量の制御機能の異常の有無を診断し、該診断結果を前記第2制御装置に送信し、

前記第2制御装置は、少なくとも前記実際値を検出するセンサの異常の有無を診断し、該診断結果を前記第1制御装置に送信し、

更に、前記第1制御装置は、自らの診断結果である前記操作量の制御機能の診断結果と、前記第2制御装置における前記センサの診断結果との少なくとも一方が異常を示すときに、診断結果を示す信号として異常判定信号を出力し、

前記第2制御装置は、自らの診断結果である前記センサの診断結果と、前記第1制御装置における前記操作量の制御機能の診断結果との少なくとも一方が異常を示すときに、診断結果を示す信号として異常判定信号を出力し、

前記第1制御装置と前記第2制御装置との少なくとも一方が、前記異常判定信号を出力したときに、前記電動アクチュエータの駆動制御を異常時用制御状態に移行させることを特徴とする電動アクチュエータの制御装置。

【請求項2】

前記制御装置それぞれが、他の制御装置での異常診断結果に基づき前記異常判定信号を出力する場合に、前記異常判定信号の出力を遅延させることを特徴とする請求項 1 記載の電動アクチュエータの制御装置。

【請求項 3】

前記異常時用制御状態が、制限された操作量に基づいて前記電動アクチュエータを駆動制御する状態であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電動アクチュエータの制御装置。

【請求項 4】

前記異常時用制御状態が、前記電動アクチュエータの駆動を停止させる状態であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の電動アクチュエータの制御装置。

10

【請求項 5】

前記異常時用制御状態が、前記電動アクチュエータの駆動回路への電源供給を停止させると共に、前記電動アクチュエータをオフすべく前記駆動回路を制御して、前記電動アクチュエータの駆動を停止させる状態であることを特徴とする請求項 4 記載の電動アクチュエータの制御装置。

【請求項 6】

前記制御装置それぞれからの異常判定信号を入力して論理演算する論理演算回路を備え、前記論理演算回路の出力によって、前記電動アクチュエータの駆動を停止させる状態と駆動を許可する状態とにスイッチングすることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の電動アクチュエータの制御装置。

20

【請求項 7】

電動アクチュエータの駆動制御を行う電動アクチュエータの制御装置であって、前記電動アクチュエータの制御における目標値を演算して出力する第 1 制御装置と、前記第 1 制御装置で演算された目標値と実際値とを入力して前記電動アクチュエータの操作量を演算する第 2 制御装置とを含み、

前記第 1 制御装置は、前記実際値と前記目標値とに基づいて前記第 2 制御装置における前記操作量の制御機能の異常の有無を診断し、該診断結果を前記第 2 制御装置に送信し、

前記第 2 制御装置は、少なくとも前記実際値を検出するセンサの異常の有無を診断し、該診断結果を前記第 1 制御装置に送信し、

更に、前記第 1 制御装置は、自らの診断結果である前記操作量の制御機能の診断結果と、前記第 2 制御装置における前記センサの診断結果との少なくとも一方が異常を示すときに、診断結果を示す信号として異常判定信号を出力し、かつ、前記第 1 制御装置は、前記第 2 制御装置における前記センサの異常診断結果に基づき前記異常判定信号を出力する場合に、前記異常判定信号の出力を遅延し、

30

前記第 2 制御装置は、自らの診断結果である前記センサの診断結果と、前記第 1 制御装置における前記操作量の制御機能の診断結果との少なくとも一方が異常を示すときに、診断結果を示す信号として異常判定信号を出力し、かつ、前記第 2 制御装置は、前記第 1 制御装置における前記操作量の制御機能の異常診断結果に基づき前記異常判定信号を出力する場合に、前記異常判定信号の出力を遅延し、

前記第 1 制御装置と前記第 2 制御装置との少なくとも一方が、前記異常判定信号を出力したときに、制限された操作量に基づいて前記電動アクチュエータを駆動制御する異常時用制御状態に移行させることを特徴とする電動アクチュエータの制御装置。

40

【請求項 8】

前記異常時用制御状態として、前記第 1 制御装置と第 2 制御装置との少なくとも一方を再起動させる処理を含むことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 つに記載の電動アクチュエータの制御装置。

【請求項 9】

前記第 1 制御装置が、車両用エンジンへの燃料供給を制御するエンジン制御装置であって、前記エンジン制御装置の再起動を、前記エンジンのアイドル状態及び / 又は車両の停止状態であることを条件に行わせることを特徴とする請求項 8 記載の電動アクチュエータ

50

の制御装置。

【請求項 10】

前記エンジン制御装置が、前記車両用エンジンを始動させる機能を有し、前記再起動後に前記車両用エンジンを再始動させることを特徴とする請求項 9 記載の電動アクチュエータの制御装置。

【請求項 11】

前記再起動を行った後は、前記電動アクチュエータの駆動制御に制限を加えることを特徴とする請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の電動アクチュエータの制御装置。

【請求項 12】

前記駆動制御の制限を、再起動させた制御装置の機能が正常判定されるまで継続させることを特徴とする請求項 11 記載の電動アクチュエータの制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動アクチュエータの駆動制御を行う電動アクチュエータの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、エンジンの吸排気バルブのバルブリフト量と作動角とを可変とする可変動弁機構（V E L 機構）を駆動する電動アクチュエータ（モータ）を制御する V E L コントローラと、エンジンの各デバイスを制御するエンジンコントロールモジュールとを備えた制御システムにおいて、前記エンジンコントロールモジュール（E C M）が、目標バルブリフト量を演算して前記 V E L コントローラに出力すると共に、前記 V E L コントローラの制御異常を診断し、該診断結果を示す信号と V E L コントローラの出力信号とを A N D 回路に入力させ、A N D 回路の入力が共に正常状態に対応するときに、前記電動アクチュエータの駆動回路への電源供給を行わせ、A N D 回路の 2 つの入力信号のうちの少なくとも一方が異常を示すときに、前記駆動回路への電源供給を遮断することが開示されている。

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 2 4 0 6 8 号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記制御システムによれば、A N D 回路の少なくとも一方の入力信号が異常を示す場合に、電動アクチュエータの駆動回路への電源供給が絶たれることで、電動アクチュエータが誤って制御されることを回避できるものの、A N D 回路へ信号を出力する回路が故障して、正常状態を示す信号状態に保持されてしまう場合、たとえ異常診断されていたとしても、前記駆動回路への電源供給を強制的に遮断することができなくなる場合が生じてしまう。

【0004】

本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、一方の制御装置が自らの診断結果に基づいて電動アクチュエータの制御をフェイルセーフ状態に導くことができない故障が生じて、前記フェイルセーフ状態への移行を確実に実行させることができるようにすることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

そのため、本発明に係る電動アクチュエータの制御装置は、電動アクチュエータの駆動制御を行う電動アクチュエータの制御装置であって、前記電動アクチュエータの制御における目標値を演算して出力する第 1 制御装置と、前記第 1 制御装置で演算された目標値と実際値とを入力して前記電動アクチュエータの操作量を演算する第 2 制御装置とを含み、

前記第 1 制御装置は、前記実際値と前記目標値とに基づいて前記第 2 制御装置における

50

前記操作量の制御機能の異常の有無を診断し、該診断結果を前記第2制御装置に送信し、前記第2制御装置は、少なくとも前記実際値を検出するセンサの異常の有無を診断し、該診断結果を前記第1制御装置に送信し、

更に、前記第1制御装置は、自らの診断結果である前記操作量の制御機能の診断結果と、前記第2制御装置における前記センサの診断結果との少なくとも一方が異常を示すときに、診断結果を示す信号として異常判定信号を出力し、

前記第2制御装置は、自らの診断結果である前記センサの診断結果と、前記第1制御装置における前記操作量の制御機能の診断結果との少なくとも一方が異常を示すときに、診断結果を示す信号として異常判定信号を出力し、

前記第1制御装置と前記第2制御装置との少なくとも一方が、前記異常判定信号を出力したときに、前記電動アクチュエータの駆動制御を異常時制御状態に移行させるようにした。

【0006】

上記発明によると、それぞれの制御装置において自らの診断結果が異常であれば、異常判定信号を出力するが、自らの診断結果が正常であっても他で異常判定されている場合には、異常判定信号を出力するので、例えば、一方の制御装置において異常判定信号を出力する回路に故障が生じていても、いずれかの制御装置での異常診断の結果に基づいて、他方の制御装置からの異常判定信号を出力させることができ、この他方の制御装置からの異常判定信号の出力によって、電動アクチュエータの駆動制御を異常時制御状態（フェイルセーフ状態）に移行させることができる。

【0007】

ここで、前記制御装置それぞれが、他の制御装置での異常診断結果に基づき前記異常判定信号を出力する場合に、前記異常判定信号の出力を遅延させることができる。

上記発明によると、他の制御装置から送信される診断結果が異常であるために、異常判定信号を出力する場合には、正常判定から異常判定に直ちに切り替えるのではなく、時間遅れをもって切り替え、異常判定信号の信頼性を確保する。

【0008】

また、前記異常時制御状態を、制限された操作量に基づいて前記電動アクチュエータを駆動制御する状態とすることができる。

上記発明によると、異常診断されたときに、電動アクチュエータを制限された操作量で駆動制御することで、制御異常によって電動アクチュエータが不適切な操作量で制御されることを回避する。

【0009】

また、前記異常時制御状態を、前記電動アクチュエータの駆動を停止させる状態とすることができる。

上記発明によると、異常診断されたときに、電動アクチュエータの駆動を停止させることで、制御異常によって電動アクチュエータが誤って制御されることを回避する。

更に、前記異常時制御状態を、前記電動アクチュエータの駆動回路への電源供給を停止させると共に、前記電動アクチュエータをオフすべく前記駆動回路を制御して、前記電動アクチュエータの駆動を停止させる状態とすることができる。

【0010】

上記発明によると、駆動回路への電源供給を停止させることで、電動アクチュエータの駆動を停止させることができるが、更に、前記電動アクチュエータをオフすべく前記駆動回路を制御して、2重に電動アクチュエータの駆動停止を図る。

また、前記制御装置それぞれからの異常判定信号を入力して論理演算する論理演算回路を備え、前記論理演算回路の出力によって、前記電動アクチュエータの駆動を停止させる状態と駆動を許可する状態とにスイッチングすることができる。

【0011】

上記発明によると、制御装置それぞれから出力される異常判定信号の論理演算によって、少なくとも1つから異常判定信号が出力される場合に、電動アクチュエータの駆動を停

10

20

30

40

50

止させる状態に切り換えられる。

【0013】

また、前記異常時用制御状態として、前記複数の制御装置の少なくとも1つを再起動させる処理を含むことができる。

【0014】

上記発明によると、電動アクチュエータの駆動制御の異常が診断されたときに、制御装置を再起動（リセット）させることで、正常に電動アクチュエータを駆動制御できる状態への制御装置の復帰を図る。

更に、第1制御装置が、車両用エンジンへの燃料供給を制御するエンジン制御装置であって、前記エンジン制御装置の再起動を、前記エンジンのアイドル状態及び/又は車両の停止状態であることを条件に行わせることができる。

【0015】

上記発明によると、エンジン制御装置を、エンジンのアイドル状態及び/又は車両の停止状態であることを条件に再起動させるから、再起動に伴ってエンジンへの燃料供給が途絶えることで、車両の走行に影響を与えない。

更に、前記エンジン制御装置が、前記車両用エンジンを始動させる機能を有し、前記再起動後に前記車両用エンジンを再始動させることができる。

【0016】

上記発明によると、再起動によって正常に駆動制御を行える状態への復帰を図り、かつ、エンジンを再始動させて、通常制御に復帰させる。

また、前記再起動を行った後は、前記電動アクチュエータの駆動制御に制限を加えることができる。

上記発明によると、再起動しても正常な駆動制御状態に復活しなかったとしても、電動アクチュエータの駆動制御に制限を加えることで、電動アクチュエータが大きく異常制限されることを回避する。

【0017】

更に、前記駆動制御の制限を、再起動させた制御装置の機能が正常判定されるまで継続させることができる。

上記発明によると、再起動された後、制御装置の機能が正常であると判定されるまでは、駆動制御に制限を加えて電動アクチュエータを駆動させ、正常と判定された場合には、制限を解除しても電動アクチュエータが異常制御されることにならないので、制限を解除して通常に電動アクチュエータを駆動制御させる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明に係る電動アクチュエータの制御装置を含んで構成される車両用エンジンのシステム図であり、エンジン101の出力は、図示省略した変速機を介して車両の駆動輪に伝達される。

前記エンジン101の吸気管102には、スロットルモータ103aでスロットルバルブ103bを開閉駆動する電子制御スロットル104が介装され、該電子制御スロットル104及び吸気バルブ105を介して、燃焼室106内に空気が吸入される。

【0019】

各気筒からの燃焼排気は、燃焼室106内から排気バルブ107を介して排気管108に排出され、排気管108に介装されるフロント触媒コンバータ109a及びリア触媒コンバータ109bで浄化された後、大気中に放出される。

前記排気バルブ107は、排気側カム軸110に軸支されたカム111によって一定の最大バルブリフト量、バルブ作動角及びバルブタイミングを保って開閉駆動される。

【0020】

一方、吸気バルブ105は、可変リフト機構（VEL機構）112によってその最大バルブリフト量が作動角と共に連続的に可変とされる。

10

20

30

40

50

ここで、エンジンコントロールモジュール（ECM）114と相互通信可能なVELコントローラ113が設けられ、前記ECM（エンジン制御装置）114は、運転条件に応じて前記吸気バルブ105の目標最大バルブリフト量を演算し、該目標最大バルブリフト量を前記VELコントローラ113に送信する。

【0021】

前記目標最大バルブリフト量を受信した前記VELコントローラ113は、実際の最大バルブリフト量が前記目標最大バルブリフト量に近づくように、前記可変リフト機構112をフィードバック制御する。

尚、前記ECM114及びVELコントローラ113は共にマイクロコンピュータを含んで構成される。

【0022】

前記ECM114には、エンジン101の吸入空気量を検出するエアフローセンサ115、車両の運転者が操作するアクセルペダルの踏み込み量に相当するアクセル開度を検出するアクセルペダルセンサ116、クランク軸120からクランク回転信号を取り出すクランク角センサ117、スロットルバルブ103bの開度TVOを検出するスロットルセンサ118、エンジン101の冷却水温度を検出する水温センサ119などからの検出信号が入力される。

【0023】

また、各気筒の吸気バルブ105上流側の吸気ポート130には、燃料噴射弁131が設けられる。尚、燃料噴射弁131が、燃焼室106内に直接燃料を噴射させる筒内直接噴射式エンジンであっても良い。

前記ECM114は、各種検出信号に基づいて燃料噴射パルス幅（燃料噴射量）を演算し、前記パルス幅の噴射パルス信号を前記燃料噴射弁131に出力して、前記パルス幅に比例する量の燃料を噴射させ、エンジン101への燃料供給を制御する。

【0024】

また、前記ECM114は、前記燃料噴射パルス幅（機関負荷）及びエンジン回転速度に基づいて点火時期（点火進角値）を演算し、点火プラグ132による点火時期を制御する。

図2～図4は、前記可変リフト機構112の構造を詳細に示すものである。

図2～図4に示す可変リフト機構112は、一対の吸気バルブ105、105と、シリンダヘッド11のカム軸受14に回転自在に支持された中空状のカム軸（駆動軸）13と、該カム軸13に軸支された回転カムである2つの偏心カム15、15（駆動カム）と、前記カム軸13の上方位置に同じ軸受14に回転自在に支持された制御軸16と、該制御軸16に制御カム17を介して揺動自在に支持された一対のロッカアーム18、18と、各吸気バルブ105、105の上端部にバルブリフター19、19を介して配置された一対のそれぞれ独立した揺動カム20、20と、を備えている。

【0025】

前記偏心カム15、15とロッカアーム18、18とは、リンクアーム25、25によって連係され、ロッカアーム18、18と揺動カム20、20とは、リンク部材26、26によって連係されている。

上記ロッカアーム18、18、リンクアーム25、25、リンク部材26、26が伝達機構を構成する。

【0026】

前記偏心カム15は、図5に示すように、略リング状を呈し、小径なカム本体15aと、該カム本体15aの外端面に一体に設けられたフランジ部15bとからなり、内部軸方向にカム軸挿通孔15cが貫通形成されていると共に、カム本体15aの軸心Xがカム軸13の軸心Yから所定量だけ偏心している。

また、前記偏心カム15は、カム軸13に対し前記バルブリフター19に干渉しない両外側にカム軸挿通孔15cを介して圧入固定されている。

【0027】

10

20

30

40

50

前記ロッカアーム 18 は、図 4 に示すように、略クランク状に屈曲形成され、中央の基部 18 a が制御カム 17 に回転自在に支持されている。

また、基部 18 a の外端部に突設された一端部 18 b には、リンクアーム 25 の先端部と連結するピン 21 が圧入されるピン孔 18 d が貫通形成されている一方、基部 18 a の内端部に突設された他端部 18 c には、各リンク部材 26 の後述する一端部 26 a と連結するピン 28 が圧入されるピン孔 18 e が形成されている。

【0028】

前記制御カム 17 は、円筒状を呈し、制御軸 16 外周に固定されていると共に、図 2 に示すように軸心 P1 位置が制御軸 16 の軸心 P2 から だけ偏心している。

前記揺動カム 20 は、図 2 及び図 6, 図 7 に示すように略横 U 字形状を呈し、略円環状の基端部 22 にカム軸 13 が嵌挿されて回転自在に支持される支持孔 22 a が貫通形成されていると共に、ロッカアーム 18 の他端部 18 c 側に位置する端部 23 にピン孔 23 a が貫通形成されている。

【0029】

また、揺動カム 20 の下面には、基端部 22 側の基円面 24 a と該基円面 24 a から端部 23 端縁側に円弧状に延びるカム面 24 b とが形成されており、該基円面 24 a とカム面 24 b とが、揺動カム 20 の揺動位置に応じて各バルブリフター 19 の上面所定位置に当接するようになっている。

即ち、図 8 に示すバルブリフト特性からみると、図 2 に示すように基円面 24 a の所定角度範囲 1 がベースサークル区間になり、カム面 24 b の前記ベースサークル区間 1 から所定角度範囲 2 が所謂ランプ区間となり、更に、カム面 24 b のランプ区間 2 から所定角度範囲 3 がリフト区間になるように設定されている。

【0030】

また、前記リンクアーム 25 は、円環状の基部 25 a と、該基部 25 a の外周面所定位置に突設された突出端 25 b とを備え、基部 25 a の中央位置には、前記偏心カム 15 のカム本体 15 a の外周面に回転自在に嵌合する嵌合穴 25 c が形成されている一方、突出端 25 b には、前記ピン 21 が回転自在に挿通するピン孔 25 d が貫通形成されている。

更に、前記リンク部材 26 は、所定長さの直線状に形成され、円形状の両端部 26 a, 26 b には前記ロッカアーム 18 の他端部 18 c と揺動カム 20 の端部 23 の各ピン孔 18 d, 23 a に圧入した各ピン 28, 29 の端部が回転自在に挿通するピン挿通孔 26 c, 26 d が貫通形成されている。

【0031】

尚、各ピン 21, 28, 29 の一端部には、リンクアーム 25 やリンク部材 26 の軸方向の移動を規制するスナッピング 30, 31, 32 が設けられている。

上記構成において、制御軸 16 の軸心 P2 と制御カム 17 の軸心 P1 との位置関係によって、図 6, 7 に示すように、最大バルブリフト量が変化することになり、前記制御軸 16 を回転駆動させることで、制御カム 17 の軸心 P1 に対する制御軸 16 の軸心 P2 の位置が変化して最大バルブリフト量が変化する。

【0032】

前記制御軸 16 は、図 10 に示すような構成によって、ストッパにより制限される所定回転角度範囲内でモータ（電動アクチュエータ）121 により回転駆動されるようになっており、前記制御軸 16 の角度を前記モータ 121 で変化させることで、吸気バルブ 105 の最大バルブリフト量及びバルブ作動角が、前記ストッパで制限される可変範囲内で連続的に変化する（図 9 参照）。

【0033】

尚、前記モータ 121 として、例えば DC サーボモータを使用する。

図 10 において、モータ 121 は、その回転軸が制御軸 16 と平行になるように配置され、回転軸の先端には、かさ歯車 122 が軸支されている。

一方、前記制御軸 16 の先端に一对のステー 123 a, 123 b が固定され、一对のステー 123 a, 123 b の先端部を連結する制御軸 16 と平行な軸周りに、ナット 124

10

20

30

40

50

が揺動可能に支持される。

【 0 0 3 4 】

前記ナット 1 2 4 に噛み合わされるネジ棒 1 2 5 の先端には、前記かさ歯車 1 2 2 に噛み合わされるかさ歯車 1 2 6 が軸支されており、モータ 1 2 1 の回転によってネジ棒 1 2 5 が回転し、該ネジ棒 1 2 5 に噛み合うナット 1 2 4 の位置が、ネジ棒 1 2 5 の軸方向に変位することで、制御軸 1 6 が回転されるようになっている。

ここで、ナット 1 2 4 の位置をかさ歯車 1 2 6 に近づける方向が、最大バルブリフト量が小さくなる方向で、逆に、ナット 1 2 4 の位置をかさ歯車 1 2 6 から遠ざける方向が、最大バルブリフト量が大きくなる方向となっている。

【 0 0 3 5 】

前記制御軸 1 6 の先端には、図 1 0 に示すように、制御軸 1 6 の回転角度を検出するポテンシオメータ式の角度センサ 1 2 7 が設けられており、該角度センサ 1 2 7 で検出される制御軸 1 6 の実際の角度が、前記 E C M 1 1 4 で算出される目標角度（目標最大バルブリフト量相当値）に近づくように、前記 V E L コントローラ 1 1 3 が前記モータ 1 2 1 の通電をフィードバック制御する。

【 0 0 3 6 】

図 1 1 は、実施形態における前記 V E L コントローラ 1 1 3（第 2 制御装置）及び E C M 1 1 4（第 1 制御装置、エンジン制御装置）の回路構成を示すものである。

図 1 1 において、V E L コントローラ 1 1 3 の電源回路 3 0 1 にはバッテリー電圧が供給され、前記電源回路 3 0 1 を介して C P U 3 0 2 に電源が供給される。

また、前記電源回路 3 0 1 からの電源電圧が電源バッファ回路 3 0 3 を介して外部の角度センサ 1 2 7 に供給され、角度センサ 1 2 7 の出力は、入力回路 3 0 4 を介して前記 C P U 3 0 2 に読み込まれる。

【 0 0 3 7 】

前記角度センサ 1 2 7 は 2 重に備えられ、これら 2 つの角度センサ 1 2 7 a , 1 2 7 b に対応して入力回路 3 0 4 も 2 系統（3 0 4 a , 3 0 4 b）備えられており、各センサの検出角度が略同等である正常時には、これらセンサによる検出角度の平均値や、一方のセンサ出力に基づいてモータ 1 2 1 を制御するようになっている。

また、前記モータ 1 2 1 を駆動するためのモータ駆動回路 3 0 5 が設けられており、該モータ駆動回路 3 0 5 には、前記モータ 1 2 1 を正転方向及び逆転方向に駆動するための操作量として、前記 C P U 3 0 2 からパルス幅変調信号 P W M 等が入力される。

【 0 0 3 8 】

前記モータ駆動回路 3 0 5 には、外部に設けられるリレー回路 3 0 6 を介してバッテリー電圧が供給され、前記リレー回路 3 0 6 は、リレー駆動回路 3 0 7 によって O N ・ O F F 駆動される。

更に、前記モータ 1 2 1 の電流を検出する電流検出回路 3 0 8 が設けられている。

前記リレー駆動回路 3 0 7 は、A N D 回路（論理積演算回路）3 2 1 の出力がハイレベル（1）であるときに、リレー回路 3 0 6 を O N して、モータ駆動回路 3 0 5 に電源を供給し、A N D 回路 3 2 1 の出力がローレベル（0）であるときに、リレー回路 3 0 6 を O F F して、モータ駆動回路 3 0 5 への電源供給を遮断する。

【 0 0 3 9 】

前記 A N D 回路 3 2 1 の 2 つの入力端子には、前記 V E L コントローラ 1 1 3 の C P U 3 0 2 のポート出力が入力される一方、前記 E C M 1 1 4 の C P U 1 1 4 a のポート出力が、インターフェイス回路（I / F 回路）1 1 4 b を介して入力され、各ポート出力の論理積演算がなされるようになっている。

また、前記 V E L コントローラ 1 1 3 には、前記 E C M 1 1 4 との間において通信を行なうための通信回路 3 0 9 が備えられ、一方、前記 E C M 1 1 4 には、前記 V E L コントローラ 1 1 3 との間において通信を行なうための通信回路 1 1 4 c が備えられており、前記 V E L コントローラ 1 1 3 と前記 E C M 1 1 4 とは相互通信可能に構成される。

【 0 0 4 0 】

10

20

30

40

50

尚、前記V E Lコントローラ1 1 3とE C M 1 1 4との間の通信は、車載用のネットワーク仕様であるC A N (Controller Area Network) を介して行われる。

そして、前記E C M 1 1 4においてアクセル開度、エンジン回転速度等に基づいて算出された制御軸1 6の目標角度が、前記V E Lコントローラ1 1 3に送信され、前記角度センサ1 2 7で検出された制御軸1 6の実際の角度が前記V E Lコントローラ1 1 3から前記E C M 1 1 4に送信されるようになっていく。

【0 0 4 1】

更に、前記V E Lコントローラ1 1 3及びE C M 1 1 4は、それぞれに前記モータ1 2 1 (可変リフト機構1 1 2) の駆動制御における異常の有無を診断し、かつ、それぞれの診断結果を他方に送信し、前記V E Lコントローラ1 1 3及びE C M 1 1 4は、自身の診断結果と受信した他方の診断結果との少なくとも一方が異常である場合に、前記A N D回路3 2 1の出力をローレベル(0)にすべく、前記A N D回路3 2 1に対する出力(異常判定信号の出力)を設定するように構成されている。

10

【0 0 4 2】

以下では、前記V E Lコントローラ1 1 3及びE C M 1 1 4における前記診断処理を詳細に説明する。

図1 2のフローチャートに示すルーチンは、V E Lコントローラ1 1 3で実行される処理を示し、所定の微小時間毎に実行されるものとする。

ステップS 0 0 1では、E C M 1 1 4からの情報を取り込む。

【0 0 4 3】

前記情報には、E C M 1 1 4における診断結果の他、制御軸1 6の目標角度(目標最大バルブリフト量)などが含まれる。

ステップS 0 0 2では、前記角度センサ1 2 7 a (センサ1) の故障診断を行い、ステップS 0 0 3では、ステップS 0 0 2と同様にして、前記角度センサ1 2 7 b (センサ2) の故障診断を行う。

20

【0 0 4 4】

ステップS 0 0 4では、角度センサ1 2 7 a , 1 2 7 b の出力が整合しているか否かの診断(不整合診断)を行う。

ステップS 0 0 5では、モータ1 2 1に過電流が流れているか否かを診断する。

前記ステップS 0 0 2 ~ ステップS 0 0 5における診断内容については、後で詳細に説明する。

30

【0 0 4 5】

ステップS 0 0 6では、前記ステップS 0 0 2 ~ ステップS 0 0 5における診断結果を、E C M 1 1 4に送信する。

ステップS 0 0 7では、前記ステップS 0 0 2 ~ ステップS 0 0 5のいずれかで異常の発生が判定されたか、及び/又は、E C M 1 1 4側の診断で異常の発生が判定されたかを判断する。

【0 0 4 6】

前記ステップS 0 0 2 ~ ステップS 0 0 5のいずれかで異常の発生が判定されたか、及び/又は、E C M 1 1 4側の診断で異常の発生が判定されている場合には、ステップS 0 0 8へ進み、前記A N D回路3 2 1への出力をO F F (ローレベル) に設定することで、A N D回路3 2 1の出力をローレベルにしてリレー回路3 0 6をO F Fさせる。

40

従って、V E Lコントローラ1 1 3側での診断で異常の発生が判定された場合のみならず、E C M 1 1 4側での診断で異常の発生が判定された場合にも、前記リレー回路3 0 6をO F Fして、モータ駆動回路3 0 5への電源供給が遮断される。

【0 0 4 7】

これにより、異常発生時に、モータ1 2 1が通常に駆動され、最大バルブリフト量が異常値に制御されてしまうことを回避できる。

また、V E Lコントローラ1 1 3からのA N D回路3 2 1への出力が、異常判定信号であるO F F (ローレベル) に設定されると、たとえE C M 1 1 4側のA N D回路3 2 1へ

50

の出力がON（ハイレベル）であったとしても、前記AND回路321の出力がOFF（ローレベル）になって、前記リレー回路306がOFFされ、モータ駆動回路305への電源供給が遮断される。

【0048】

従って、仮に、ECM114側で、AND回路321の入力をローレベルに落とすことができなくなる故障が生じていたとしても、VELコントローラ113側がAND回路321の入力をローレベルに落とすから、前記リレー回路306をOFFすることが可能である。

ここで、前記AND回路321への出力をOFF（ローレベル）に設定すると共に、前記モータ駆動回路305への制御信号として、モータ121への通電停止を指令する信号を出力することができる。

10

【0049】

上記構成とすれば、AND回路321への出力でリレー回路306をOFFにできない異常が発生しても、モータ121への通電停止を実行させることが可能である。

尚、異常が軽微である場合には、AND回路321へハイレベル信号を入力させて、リレー回路306をON状態に保持し、モータ駆動回路305への電源供給を継続させる一方で、前記モータ駆動回路305への制御信号を制限するようにできる。

【0050】

前記制御信号の制限としては、例えば、可変リフト機構112による最大バルブリフト量の可変範囲を、所定の低リフト域に限定させたり、可変リフト機構112による最大バルブリフト量の目標を予め記憶した基準値に固定させたりすることなどである。

20

前記基準の目標最大バルブリフトは、例えば、可変リフト機構112を備えずに最大バルブリフト量が固定の場合の最大バルブリフト量とすることができ、これによって、最大バルブリフト量を固定しても運転性が大きく低下することを回避できる。

【0051】

前記軽微が異常としては、例えば、角度センサ127a, 127bの一方が故障しているものの、他方が正常動作していると認められるような場合がある。

また、前記ステップS002～ステップS005での診断結果が全て正常であるのに、ECM114側の診断が異常である場合には、AND回路321への出力を直ちにOFF（ローレベル）に設定するのではなく、ECM114側での診断結果が異常のまま所定時間以上継続するまで待つて、AND回路321への出力をOFF（ローレベル）に設定することができる。

30

【0052】

このようにして、リレー回路306のOFF制御を遅延させれば、一時的な通信異常によって誤ってリレー回路306がOFFされてしまうことを回避でき、フェイルセーフ制御の信頼性を高めることができる。

前記遅延時間としての前記所定時間は、通信異常でないことを確認できるのに十分な時間として予め適合される。

【0053】

また、ECM114側からの正常・異常の別を示す情報を受信できない場合や、正常・異常の別を示す信号自体が異常である場合にも、これを異常判定であると見なして、AND回路321への出力をローレベルに設定することが好ましく、これにより、通信異常が生じたときにも、リレー回路306をOFFさせることができる。

40

ここで、ECM114側から送信される診断結果を示す信号が正規のものでない場合には、ECM114のCPU114aの異常を推定でき、この場合も、AND回路321への出力をローレベルに設定する。

【0054】

一方、前記ステップS002～ステップS005の全てにおいて正常と判定され、かつ、ECM114側の診断でも正常であると判定されている場合には、ステップS009へ進み、前記AND回路321への出力をON（ハイレベル）に設定する。

50

このとき、ECM 114側でも、前記AND回路321への出力をON（ハイレベル）に設定していれば、リレー回路306がONとなって、モータ駆動回路305への電源供給が行われ、モータ121を通常に駆動制御できるようになる。

【0055】

前記ステップS002及びステップS003における角度センサ127a, 127bの診断は、図13のフローチャートに従って行われる。

尚、本実施形態では、角度センサ127a, 127bは、制御軸16の角度に応じてその出力電圧が変化するセンサ（例えばポテンショメータ）であるものとする。

ステップS101では、センサの出力電圧が予め記憶されている上限値（例えば4.75V）以上であるか否かを判断する。

10

【0056】

前記上限値は、センサ出力電圧の通常の可変範囲を超える高い値に設定され、センサの正常状態では超えることがない値に設定される。

センサの出力電圧が前記上限値以上である場合には、ステップS103へ進み、係る状態が所定時間（例えば1秒）以上継続しているか否かを判断する。

前記所定時間は、一時的な電圧変動と、ショートや断線などによる電圧変化とを判別できる最小時間に設定されている。

【0057】

従って、センサの出力電圧が前記上限値以上である状態が所定時間以上継続している場合には、一時的な電圧異常ではなく、ショートなどの継続的な異常が発生しているものと判断でき、その場合には、ステップS105へ進み、センサ出力の異常を判定する。

20

一方、ステップS101で、センサの出力電圧が前記上限値未満であると判断されたときには、ステップS102へ進む。

【0058】

ステップS102では、センサの出力電圧が予め記憶されている下限値（例えば0.25V）を下回っているか否かを判断する。

前記下限値は、センサ出力電圧の通常の可変範囲を下回る低い値に設定され、センサの正常状態では下回ることがない値に設定される。

センサ信号の電圧が前記下限値を下回る場合には、ステップS103へ進み、係る状態が前記所定時間以上継続しているか否かを判断する。

30

【0059】

センサ信号の電圧が前記下限値未満である状態が所定時間以上継続している場合には、一時的な電圧異常ではなく、断線などの継続的な異常が発生しているものと判断でき、その場合には、ステップS105へ進み、センサ出力の異常を判定する。

尚、角度センサ127a, 127bの異常診断の方法は、図13のフローチャートに示した方法に限定されず、角度センサの方式・種類などに応じて公知の種々の診断方法から適宜採用することができる。

【0060】

図14のフローチャートは、前記ステップS004における不整合診断の詳細を示す。

ステップS301では、角度センサ127aの出力に基づく検出角度と、角度センサ127bの出力に基づく検出角度との偏差の絶対値を、エラー量として算出する。

40

前記センサ出力に基づく検出角度とは、各角度センサ127a, 127bの出力電圧を、制御軸16の角度に変換した結果であり、出力電圧を角度に変換する特性は、各センサに共通の固定の特性であっても良いし、また、センサ毎に学習された特性であっても良い。

【0061】

ステップS302では、前記エラー量が所定値以上であるか否かを判断する。

前記所定値は、角度検出誤差の許容値に基づき予め設定されており、前記エラー量が前記所定値以上になっている場合には、少なくとも一方のセンサによる検出角度に許容レベルを超えるエラーが発生しているものと判断される。

50

一方、前記エラー量が前記所定値未満であれば、センサによる検出角度の誤差は許容レベル内に収まっていると判断し、ステップS 3 0 3へ進んで、角度センサ1 2 7 a , 1 2 7 bが正常である（不整合がない）と判定する。

【 0 0 6 2 】

ステップS 3 0 2で、前記エラー量が所定値以上であると判断された場合には、ステップS 3 0 4へ進み、その状態が所定時間（例えば1秒）以上継続しているか否かを判断する。

前記所定時間は、センサ間における一時的な検出角度の乖離と、センサ異常による検出角度の乖離とを判別するためのものであり、前記エラー量が所定値以上である状態が前記所定時間以上継続した場合には、少なくとも一方のセンサに何らかの異常が発生しているものと判断し、ステップS 3 0 5へ進んで、角度センサ1 2 7 a , 1 2 7 bが異常である（不整合の発生）と判定する。

10

【 0 0 6 3 】

尚、角度センサ1 2 7 a , 1 2 7 bの一方に、断線又はショートが発生が検出されても、他方が略正常に動作している場合には、これを軽微な異常と見なし、駆動回路3 0 5への電源供給を行わせ、前記他方のセンサの検出結果を用いたフィードバック制御を継続させることができるが、この場合、前述のように、可変リフト機構1 1 2による最大バルブリフト量の変可範囲を、所定低リフト域に限定させたり、最大バルブリフトの目標を予め記憶された基準値に固定させたりするなどの制限を加えることが好ましい。

【 0 0 6 4 】

20

図15のフローチャートは、前記ステップS 0 0 5における過電流診断の詳細を示す。ステップS 4 0 1では、電流検出回路3 0 8によって検出されるモータ1 2 1に実際に流れている電流が、所定値以上であるか否かを判断する。

前記所定値は、通常の制御状態においてモータ1 2 1に流れる電流の範囲を超える値に設定されており、実際の電流が前記所定値を超える場合には、駆動回路3 0 5におけるトランジスタの故障などの可能性がある。

【 0 0 6 5 】

ステップS 4 0 1でモータ1 2 1に実際に流れている電流が前記所定値未満であると判断された場合には、通常範囲内の電流がモータ1 2 1に流れていることになり、この場合には、ステップS 4 0 2へ進んで、モータ1 2 1の電流は正常であると判定する。

30

一方、ステップS 4 0 1でモータ1 2 1に実際に流れている電流が前記所定値以上であると判断された場合には、トランジスタの故障の可能性があるが、ノイズなどによって瞬間的に電流が高くなっている可能性があるので、ステップS 4 0 3へ進んで、所定時間（例えば0.1秒）以上継続しているか否かを判断する。

【 0 0 6 6 】

即ち、ステップS 4 0 3における所定時間は、ノイズなどによる瞬間的に電流の増大と、トランジスタの故障などによる定常的な電流の増大とを区別させるために予め適合される。

ステップS 4 0 3で、モータ電流が所定値以上である状態が、所定時間以上継続していると判断された場合には、ステップS 4 0 4へ進んで、モータ1 2 1に過電流が流れている異常状態の発生を判定する。

40

【 0 0 6 7 】

尚、VELコントローラ1 1 3側における診断の対象を、角度センサ1 2 7の故障診断、モータ1 2 1の過電流に限定するものではない。

図16のフローチャートは、ECM 1 1 4側での診断処理を示し、図16のフローチャートに示すルーチンは所定微小時間毎に実行されるものとする。

ステップS 0 2 1では、VELコントローラ1 1 3からの情報を取り込む。

【 0 0 6 8 】

前記情報には、VELコントローラ1 1 3における診断結果の他、角度センサ1 2 7で検出された制御軸1 6の実角度などが含まれる。

50

ステップS 0 2 2では、前記目標角度に基づくモータ1 2 1のフィードバック制御状態の診断を行う。

このステップS 0 2 2における診断の詳細は、図1 7のフローチャートに示してある。

【0 0 6 9】

ステップS 5 0 1では、制御軸1 6の目標角度と、VELコントローラ1 1 3から送信される制御軸1 6の実際の角度との偏差の絶対値を、エラー量として算出する。

次のステップS 5 0 2では、前記エラー量が所定値以上であるか否かを判断する。

前記所定値は、VEL機構1 1 2の特性及びフィードバック制御のゲインなどから予め設定されるものであり、通常のフィードバック制御状態では、前記エラー量が超えることが殆どない値に設定される。

10

【0 0 7 0】

前記エラー量が前記所定値未満であれば、フィードバック制御が正常に機能し、実際の角度が目標角度の変化に対して十分な応答で追従しているものと判断し、ステップS 5 0 3へ進んで、フィードバック制御が正常であると判定する。

一方、前記エラー量が前記所定値以上であれば、ステップS 5 0 4へ進んで、前記エラー量が前記所定値以上である状態が所定時間（例えば1秒）以上継続しているか否かを判断する。

【0 0 7 1】

角度センサ1 2 7の出力にノイズが重畳するなどして、角度の検出結果が瞬間的に変化し、これによって前記エラー量が前記所定値以上になる場合があるので、定常的に大きなエラー量が発生している状態と、前記ノイズ等の影響による瞬間的なエラー量の拡大とを区別するために、前記所定時間の継続を判断させ、かつ、前記所定時間を予め適合させておく。

20

【0 0 7 2】

前記エラー量が前記所定値以上である状態が所定時間（例えば1秒）以上継続している場合には、ノイズ等の影響ではなく、定常的に大きなエラー量が発生していると判断されるので、ステップS 5 0 5へ進んで、フィードバック制御（過渡応答）の異常を判定する。

上記のようなフィードバック制御の異常を、ステップS 0 2 2で診断すると、次のステップS 0 2 3では、診断の結果を、VELコントローラ1 1 3側に送信する。

30

【0 0 7 3】

そして、ステップS 0 2 4では、自身で行ったフィードバック制御の診断と、VELコントローラ1 1 3側での診断結果との少なくとも一方が異常を示しているか否かを判断する。

少なくとも一方が異常を示している場合には、ステップS 0 2 5へ進んで、ECM 1 1 4から前記AND回路3 2 1への出力を、異常判定信号であるOFF（ローレベル）に設定することで、リレー回路3 0 6がOFFとなって、モータ駆動回路3 0 5への電源供給が停止されるようにする。

【0 0 7 4】

上記のようにして、リレー回路3 0 6をOFFすれば、フィードバック制御に異常が発生していることを診断したときに、モータ駆動回路3 0 5への電源供給を停止させて、モータ1 2 1の駆動を停止させることができると共に、フィードバック制御が正常であっても、VELコントローラ1 1 3側の診断で角度センサ1 2 7に異常が見つかった場合にも、リレー回路3 0 6をOFFしてモータ駆動回路3 0 5への電源供給を停止させることができる。

40

【0 0 7 5】

従って、VELコントローラ1 1 3側のAND回路3 2 1への出力回路が故障し、AND回路3 2 1の入力をローレベルに落とすことができなくなっても、ECM 1 1 4側のAND回路3 2 1への出力をローレベルに落として、駆動回路3 0 5への電源供給を遮断させることができる。

50

尚、ECM 114 自身で行ったフィードバック制御の診断が正常で、VELコントローラ 113 側での診断結果が異常である場合には、AND回路 321 への出力を直ちにOFF (ローレベル) に設定するのではなく、VELコントローラ 113 側での診断結果が異常のまま所定時間以上継続するまで待って、AND回路 321 への出力をOFF (ローレベル) に設定することができる。

【0076】

このようにして、リレー回路 306 のOFF制御を遅延させれば、一時的な通信異常によって誤ってリレー回路 306 がOFFされてしまうことを回避でき、フェイルセーフ制御の信頼性を高めることができる。

前記遅延時間としての所定時間は、通信異常でないことを確認できるのに十分な時間として予め適合される。

【0077】

また、VELコントローラ 113 側からの正常・異常の別を示す情報を受信できない場合や、正常・異常の別を示す信号自体が異常である場合にも、これを異常判定であると見なして、AND回路 321 への出力をローレベルに設定することが好ましく、これにより、通信異常が生じたときにも、リレー回路 306 をOFFさせることができる。

ここで、VELコントローラ 113 側から送信される診断結果を示す信号が正規のものでない場合には、VELコントローラ 113 のCPU 302 の異常を推定でき、この場合も、AND回路 321 への出力をローレベルに設定する。

【0078】

一方、ステップ S024 では、自身で行ったフィードバック制御の診断と、VELコントローラ 113 側での診断結果との双方が正常であると判断された場合には、ステップ S026 へ進んで、前記AND回路 321 への出力をON (ハイレベル) に設定することで、リレー回路 306 をONさせて駆動回路 305 への電源供給が行われるようにする。

このとき、VELコントローラ 113 側でも、前記AND回路 321 への出力をON (ハイレベル) に設定していれば、リレー回路 306 がONとなって、モータ駆動回路 305 への電源供給が行われ、モータ 121 を通常に駆動制御できるようになる。

【0079】

尚、電動アクチュエータ及びその駆動電源をON・OFFするリレーの組み合わせが複数備えられる場合であってもよく、複数の組み合わせを備える場合には、一律に電源供給のON・OFFを切り換えることができる他、異常判定された対象に基づいて関連する電動アクチュエータへの電源供給のみを遮断させることが可能である。

ところで、上記実施形態では、VELコントローラ 113 のCPU 302 及びECM 114 のCPU 114a から、AND回路 321 に対して直接ハイ・ローの2値信号を出力することで、AND回路 321 の出力を切り換えるようにしたが、図18に示すように、各CPU 114a, 302 からの出力を入力し、その出力がAND回路 321 に入力される2つのロジックIC 323a, 323b を設けて構成することができる。

【0080】

この場合、各CPU 114a, 302 から、診断結果 (異状の有無) によって異なる周波数の信号を前記ロジックIC 323a, 323b に出力させるようにし、前記ロジックIC 323a, 323b は、周波数の検出結果に基づいてAND回路 321 に向けた出力のハイ・ローを切り換える。

即ち、各CPU 114a, 302 からの周波数が正常判定に対応する周波数範囲であれば、ロジックIC 323a, 323b は出力をハイレベルとし、各CPU 114a, 302 からの周波数が正常判定に対応する周波数範囲でない場合には、ロジックIC 323a, 323b は出力をローレベルとし、ロジックIC 323a, 323b の少なくとも一方からローレベルが出力される場合に、リレー回路 306 がOFFとなって、モータ駆動回路 305 への電源供給が停止されるようにする。

【0081】

前記ロジックIC 323a, 323b を用いる場合には、前記ステップ S008 及びス

10

20

30

40

50

ステップS 0 2 5では、予め正常状態を示す周波数に選定された周波数の信号をロジックIC 3 2 3 a , 3 2 3 b に向けて出力させ、前記ステップS 0 0 9 及びステップS 0 2 6 では、前記周波数と異なる周波数の信号を出力させる。

係るロジックIC 3 2 3 a , 3 2 3 b の処理内容は、図 1 9 のフローチャートに示してある。

【 0 0 8 2 】

まず、ステップS 6 0 1では、CPU 1 1 4 a 又はCPU 3 0 2 からの入力信号の周波数を読み込む。

ステップS 6 0 2では、ステップS 6 0 1で読み込んだ周波数が、予め設定される所定範囲に含まれるか否かを判断する。

前記所定範囲は、各CPU 1 1 4 a , CPU 3 0 2 が、診断結果が正常であるときに出力する信号の周波数を中心とし、各種のばらつき要因を考慮してその幅が設定される。

【 0 0 8 3 】

CPU 1 1 4 a 又はCPU 3 0 2 からの信号の周波数が前記所定範囲内であれば、ステップS 6 0 3 へ進み、出力をハイレベルに設定し、前記所定範囲外であれば、ステップS 6 0 4 へ進んで、出力をローレベルに設定する。

上記構成によると、各CPU 1 1 4 a , CPU 3 0 2 からロジックIC 3 2 3 a , 3 2 3 b に向けた信号が、ハイ又はローに張り付く異常が生じたときには、どちらの場合も、ロジックIC 3 2 3 a , 3 2 3 b からの出力レベルがローレベルとなって、リレー回路3 0 6 をOFF させることができるから、より確実なフェイルセーフを図ることができる。

【 0 0 8 4 】

また、前記実施形態のシステムでは、ECM 1 1 4 が、目標角度を演算すると共に、フィードバック制御の異常を診断する構成としたが、前記フィードバック制御の異常診断を、VELコントローラ1 1 3 , ECM 1 1 4 とは別に設けられる第3の制御装置で行わせることができる。

図 2 0 は、前記第3の制御装置3 2 4 を備えたシステムを示し、マイクロコンピュータを備える第3の制御装置3 2 4 には、前記VELコントローラ1 1 3 , ECM 1 1 4 との相互通信を可能にするための通信回路3 2 5 が備えられ、ECM 1 1 4 からは目標角度の情報などを入力し、前記VELコントローラ1 1 3 からは、制御軸1 6 の実角度の情報などを入力する。

【 0 0 8 5 】

そして、第3の制御装置3 2 4 からは、VELコントローラ1 1 3 , ECM 1 1 4 に対して診断結果を送信し、VELコントローラ1 1 3 での診断結果は、前記ECM 1 1 4 に送信される。

尚、第3の制御装置3 2 4 は、フィードバック制御の異常診断のみを行う装置であっても良いし、車両の搭載機器（例えば自動変速機、ABS , 4 輪駆動システムなど）を制御する機能を有すると共に、前記フィードバック制御の異常診断を行う機能を有する制御装置とすることができる。

【 0 0 8 6 】

上記のように、第3の制御装置3 2 4 で、前記フィードバック制御の異常診断を行わせれば、ECM 1 1 4 における演算負荷を軽減できると共に、ECM 1 1 4 の異常時であっても、フィードバック制御の異常診断を行え、かつ、該診断結果がVELコントローラ1 1 3 に送信されるから、フィードバック制御の異常時にリレー回路3 0 6 をOFF し、モータ駆動回路3 0 5 への電源供給を停止させることができる。

【 0 0 8 7 】

図 2 1 ~ 図 2 3 にフローチャートは、図 2 0 に示した第3の制御装置3 2 4 を備えるシステムにおいて、VELコントローラ1 1 3 , ECM 1 1 4 及び第3の制御装置3 2 4 それぞれにおける処理内容を示す。

図 2 1 のフローチャートは、VELコントローラ1 1 3 で実行されるルーチンを示し、図 1 2 に示したフローチャートと殆ど同様な処理を行うが、ステップS 7 0 1 及びステッ

10

20

30

40

50

プS707の処理内容が、前記図12のフローチャートに示したルーチンと異なり、他のステップにおいては前記図12のフローチャートに示したルーチンと同じ処理を行う。

【0088】

ステップS701では、後述するようにして行われる前記第3の制御装置324における診断結果を受信する。

ステップS702～ステップS705では、前記ステップS002～ステップS005と同様にして、角度センサ127の異常及びモータ過電流の異常の有無を診断する。

ステップS706では、ステップS702～ステップS705における診断結果を、ECM114に送信する。

【0089】

ステップS707では、ステップS702～ステップS705のいずれかで異常の発生が判定されたか、及び/又は、第3の制御装置324における診断で異常の発生が判定されたかを判断する。

前記ステップS702～ステップS705のいずれかで異常の発生が判定されたか、及び/又は、第3の制御装置324における診断で異常の発生が判定されている場合には、ステップS708へ進み、前記AND回路321への出力をOFF（ローレベル）に設定する。

【0090】

従って、VELコントローラ113側での診断で異常の発生が判定された場合のみならず、第3の制御装置324側での診断で異常の発生が判定された場合にも、前記リレー回路306をOFFして、モータ駆動回路305への電源供給が遮断され、モータ121が通常に駆動され、最大バルブリフト量が異常値に制御されてしまうことを回避できる。

また、VELコントローラ113からのAND回路321への出力がOFF（ローレベル）に設定されると、たとえECM114側のAND回路321への出力がON（ハイレベル）であったとしても、前記AND回路321の出力がOFF（ローレベル）になって、前記リレー回路306をOFFして、モータ駆動回路305への電源供給を遮断する。

【0091】

従って、仮に、ECM114からのAND回路321への信号経路に異常が生じていて、AND回路321の一方の入力をローレベルに落とすことができなくなっていたとしても、VELコントローラ113側がAND回路321の他方の入力をローレベルに落とすから、前記リレー回路306をOFFすることが可能である。

ここで、前記AND回路321への出力をOFF（ローレベル）に設定すると共に、前記モータ駆動回路305への制御信号として、モータ121への通電停止を指令する信号を出力することができる。

【0092】

上記構成とすれば、AND回路321への出力でリレー回路306をOFFにできない異常が発生しても、モータ121への通電停止を実行させることが可能である。

一方、前記ステップS702～ステップS705の全てにおいて正常と判定され、かつ、第3の制御装置324側の診断でも正常であると判定されている場合には、ステップS709へ進み、前記AND回路321への出力をON（ハイレベル）に設定する。

【0093】

このとき、ECM114側でも、前記AND回路321への出力をON（ハイレベル）に設定していれば、リレー回路306がONとなって、モータ駆動回路305への電源供給が行われ、モータ121を通常に駆動制御できるようになる。

図22のフローチャートは、ECM114で実行されるルーチンを示す。

ステップS721では、VELコントローラ113から診断結果の情報を受信すると共に、第3の制御装置324での診断結果の情報も受信する。

【0094】

そして、ステップS722では、VELコントローラ113と第3の制御装置324との少なくとも一方で異常の発生が判定されているか否かを判断する。

10

20

30

40

50

ここで、V E Lコントローラ 1 1 3 と第 3 の制御装置 3 2 4 との少なくとも一方で異常の発生が判定されている場合には、ステップ S 7 2 3 へ進み、E C M 1 1 4 から前記 A N D回路 3 2 1 への出力を O F F (ローレベル) に設定することで、リレー回路 3 0 6 が O F F となって、モータ駆動回路 3 0 5 への電源供給が停止されるようにする。

【 0 0 9 5 】

V E Lコントローラ 1 1 3 側でも、V E Lコントローラ 1 1 3 と第 3 の制御装置 3 2 4 との少なくとも一方で異常の発生が判定されている場合に、前記 A N D回路 3 2 1 への出力を O F F (ローレベル) に設定するが、V E Lコントローラ 1 1 3 の A N D回路 3 2 1 への出力経路に異常が生じ、A N D回路 3 2 1 の一方の入力を O F F (ローレベル) にできなくなっても、上記のように E C M 1 1 4 が A N D回路 3 2 1 の他方の入力を O F F (ローレベル) に設定するから、A N D回路 3 2 1 の 2 つの入力系統の一方が正常であれば、リレー回路 3 0 6 を O F F して、モータ駆動回路 3 0 5 への電源供給を停止することができる。

10

【 0 0 9 6 】

一方、V E Lコントローラ 1 1 3 と第 3 の制御装置 3 2 4 との双方で正常であると判定されている場合には、ステップ S 7 2 4 へ進み、E C M 1 1 4 から前記 A N D回路 3 2 1 への出力を O N (ハイレベル) に設定することで、リレー回路 3 0 6 を O N とし、モータ駆動回路 3 0 5 へ電源供給が行われるようにする。

図 2 3 のフローチャートは、第 3 の制御装置 3 2 4 で実行されるルーチンを示す。

【 0 0 9 7 】

20

まず、ステップ S 7 3 0 では、前記 E C M 1 1 4 から制御軸 1 6 の目標角度の情報を受信し、前記 V E Lコントローラ 1 1 3 から制御軸 1 6 の実際の角度の情報を受信する。

ステップ S 7 3 1 では、図 1 7 のフローチャートに従って前述のようにして、フィードバック制御の異常診断を行う。

ステップ S 7 3 2 では、フィードバック制御の診断結果を、V E Lコントローラ 1 1 3 及び E C M 1 1 4 の双方に送信する。

【 0 0 9 8 】

ところで、上記実施形態では、モータ 1 2 1 (電動アクチュエータ) の駆動制御の異常時用制御状態として、駆動回路 3 0 5 への電源供給を遮断させるようにしたが、これと共に、V E Lコントローラ 1 1 3 , E C M 1 1 4 をリセットさせることができ、以下では、図 1 1 に示したシステムにおいて、リセットを行わせる実施形態を説明する。

30

図 2 4 のフローチャートは、V E Lコントローラ 1 1 3 側でのリセット処理 (再起動処理) を示すものであり、ステップ S 8 0 1 は、V E Lコントローラ 1 1 3 自身での診断及び / 又は E C M 1 1 4 側での診断の結果が異常で、V E Lコントローラ 1 1 3 から A N D回路 3 2 1 への出力をローレベルに設定している (リレー回路 3 0 6 を O F F 制御している) か否かを判断する。

【 0 0 9 9 】

そして、前記リレー回路 3 0 6 を O F F している場合には、ステップ S 8 0 2 へ進んで、V E Lコントローラ 1 1 3 側の C P U 3 0 2 が自身でリセット処理 (マイコンリセット) を実行する。

40

V E Lコントローラ 1 1 3 側の C P U 3 0 2 に問題があって異常診断されている場合には、上記のリセット処理によって C P U 3 0 2 が正常に戻って、モータ 1 2 1 (可変リフト機構 1 1 2) を通常に駆動制御できるようになる可能性があり、無用に駆動停止状態に保持されることを回避できる。

【 0 1 0 0 】

前記 V E Lコントローラ 1 1 3 側の C P U 3 0 2 のリセットは、上記のように自身で行わせる他、V E Lコントローラ 1 1 3 (C P U 3 0 2) への電源供給を E C M 1 1 4 が制御する場合には、E C M 1 1 4 が、一旦 V E Lコントローラ 1 1 3 (C P U 3 0 2) への電源供給を遮断した後で再投入させることで、前記リセットを行わせることができる。

また、E C M 1 1 4 側から V E Lコントローラ 1 1 3 (C P U 3 0 2) のリセットを制

50

御する場合には、ECM114が、VELコントローラ113(CPU302)からの送信情報に異常があってVELコントローラ113(CPU302)自体の異常の可能性があるとして判断した場合にのみ、VELコントローラ113(CPU302)をリセットさせるようにすることができる。

【0101】

係る構成とすれば、正常に動作しているVELコントローラ113を無用にリセットしてしまうことを回避できる。

図25のフローチャートは、ECM114側でのリセット処理(再起動処理)を示すものであり、この図25のフローチャートに示すリセット処理は、ECM114がエンジン101を再始動させる機能を持つことを前提とする。

【0102】

まず、ステップS901では、ECM114自身での診断及び/又はVELコントローラ113側での診断の結果が異常で、ECM114がAND回路321への出力をローレベルに設定している(前記リレー回路306がOFFされている)か否かを判断する。

そして、前記リレー回路306をOFFしている場合には、ステップS902へ進み、そのときの車速が0km/hでかつエンジン101のアイドル状態であるか否かを判断する。

【0103】

車速が0km/hでかつエンジン101のアイドル状態であれば、エンジン101が一時的に停止しても問題ないものと判断し、ステップS903へ進み、ECM114のCPU114aが自身をリセットする。

前記リセットによってエンジン101への燃料供給・点火が途絶えエンジン101は停止することになるが、リセット後、ECM114のCPU114aが起動すると、ECM114がエンジン101を再始動させる。

【0104】

前記再始動は、ECM114によってスタータモータを起動させる方法の他、筒内直接噴射式エンジンでは、膨張行程で止まった気筒に対する燃料噴射・点火によってエンジン101を始動させる方法などがある。

特に、アイドルストップを行う車両やハイブリッド車両などで、エンジン101を自動的に停止・再始動を行う制御・機構が組み込まれている車両であれば、上記の再起動後のエンジン101の再始動は、容易に行えることになる。

【0105】

上記のように、ECM114のCPU114aをリセットさせれば、ECM114側に問題があって異常診断されている場合には、上記のリセット処理によってECM114が正常動作に戻って、モータ121(可変リフト機構112)を通常に駆動制御できるようになる可能性があり、無用に駆動停止状態に保持されることを回避できる。

尚、エンジン101を再始動させた後、再度異常判定されてリレー回路306がOFFされた場合には、エンジン101の再始動はキャンセルすることが好ましい。

【0106】

また、上記のように、ECM114及び/又はVELコントローラ113をリセットした場合には、モータ121の制御に制限を加えることが好ましく、具体的には、可変リフト機構112による最大パルブリフト量の可変範囲を、所定の低リフト域に限定させたり、可変リフト機構112による最大パルブリフト量の目標を予め記憶した基準値に固定させたりする。

【0107】

更に、上記のように制限を加えている状態で、ECM114及びVELコントローラ113で各種診断を行った結果、共に正常状態であると判定した場合に、前記制限を解除して通常の制御状態に復帰させることができる。即ち、再起動後に正常状態が診断されるまでの間、制御に制限を加えた状態を継続させる。

これにより、モータ121(可変リフト機構112)が異常制御されることを回避しつつ、なるべく通常動作させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 8 】

尚、上記実施形態では、可変リフト機構 1 1 2 のモータ 1 2 1 を電動アクチュエータの例としたが、前記モータ 1 2 1 に限定されるものでないことは明らかである。

また、リレー駆動回路 3 0 7 や A N D 回路 3 2 1 など、V E L コントローラ 1 1 3 や E C M 1 1 4 の外部に備える構成とすることができる。

更に、リレー回路 3 0 6 をオフしてモータ 1 2 1 の駆動を停止させた場合には、係るフェイルセーフ状態（異常時用制御状態）に移行したことを、運転者にランプ等で警告することが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 9 】

10

【図 1】実施形態におけるエンジンのシステム図。

【図 2】可変リフト機構を示す断面図（図 3 の A - A 断面図）。

【図 3】上記可変リフト機構の側面図。

【図 4】上記可変リフト機構の平面図。

【図 5】上記可変リフト機構に使用される偏心カムを示す斜視図。

【図 6】上記可変リフト機構の低リフト時の作用を示す断面図（図 3 の B - B 断面図）。

【図 7】上記可変リフト機構の高リフト時の作用を示す断面図（図 3 の B - B 断面図）。

【図 8】上記可変リフト機構における揺動カムの基端面とカム面に対応したバルブリフト特性図。

【図 9】上記可変リフト機構のバルブタイミングとバルブリフトの特性図。

20

【図 10】上記可変リフト機構における制御軸の回転駆動機構を示す斜視図。

【図 11】V E L コントローラ及び E C M を含む制御システムの第 1 実施形態を示す回路ブロック図。

【図 12】前記 V E L コントローラにおける診断処理を示すフローチャート。

【図 13】前記 V E L コントローラによるセンサ出力診断を示すフローチャート。

【図 14】前記 V E L コントローラによるセンサの不整合診断を示すフローチャート。

【図 15】前記 V E L コントローラによるモータ過電流診断を示すフローチャート。

【図 16】前記 E C M における診断処理を示すフローチャート。

【図 17】前記 E C M によるフィードバック制御の応答診断を示すフローチャート。

【図 18】V E L コントローラ及び E C M を含む制御システムの第 2 実施形態を示す回路ブロック図。

30

【図 19】前記第 2 実施形態におけるロジック I C の処理内容を示すフローチャート。

【図 20】V E L コントローラ及び E C M を含む制御システムの第 3 実施形態を示す回路ブロック図。

【図 21】前記第 3 実施形態における V E L コントローラにおける診断処理を示すフローチャート。

【図 22】前記第 3 実施形態における前記 E C M の処理内容を示すフローチャート。

【図 23】前記第 3 実施形態における第 3 の制御装置における診断処理を示すフローチャート。

【図 24】前記 V E L コントローラにおけるリセット処理を示すフローチャート。

40

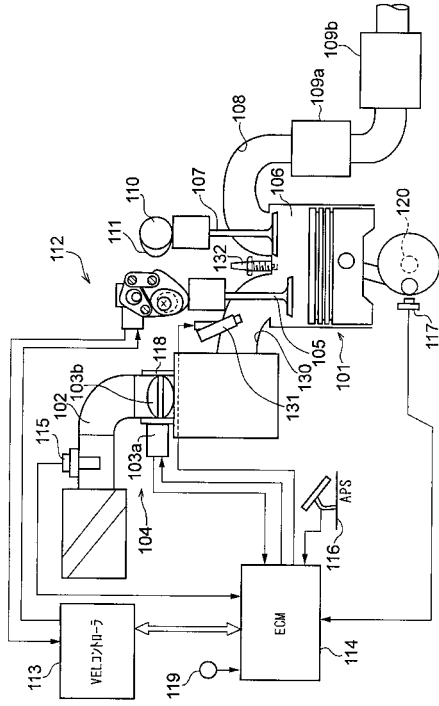
【図 25】前記 E C M におけるリセット処理を示すフローチャート。

【符号の説明】

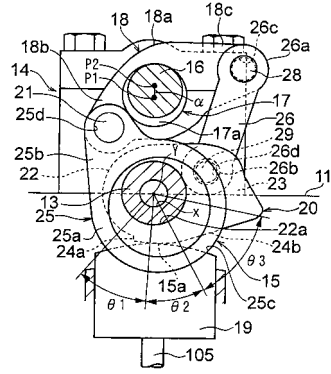
【 0 1 1 0 】

1 6 ... 制御軸、1 0 1 ... エンジン、1 0 4 ... 電子制御スロットル、1 0 5 ... 吸気バルブ、1 0 7 ... 排気バルブ、1 1 2 ... 可変リフト機構、1 1 3 ... V E L コントローラ、1 1 4 ... エンジンコントロールモジュール（E C M）、1 1 4 a ... C P U、1 1 4 c ... 通信回路、1 1 4 c ... リレー駆動回路、1 2 1 ... モータ（電動アクチュエータ）、1 2 7 ... 角度センサ、3 0 2 ... C P U、3 0 5 ... モータ駆動回路、3 0 6 ... リレー回路、3 0 8 ... 電流検出回路、3 0 9 ... 通信回路、3 2 1 ... A N D 回路、3 2 4 ... 第 3 の制御装置

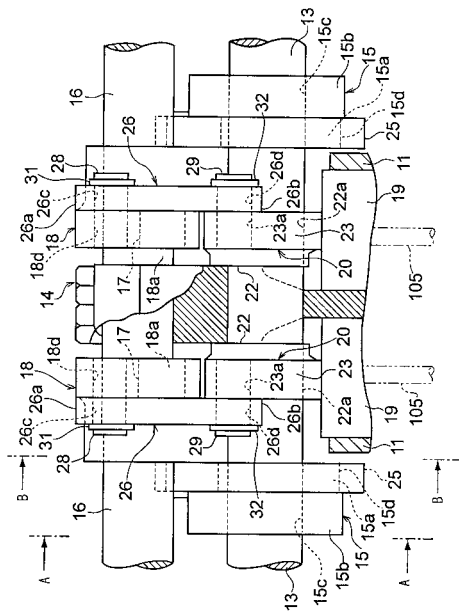
【図 1】



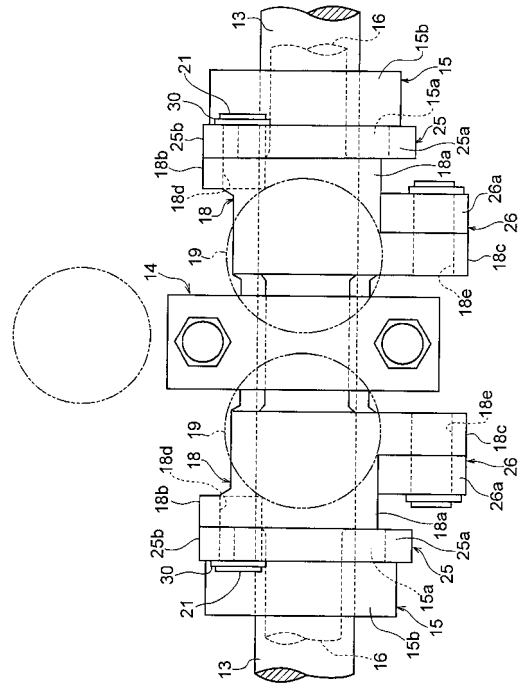
【図 2】



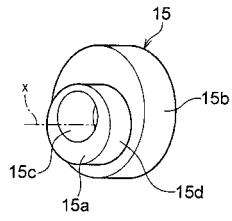
【図 3】



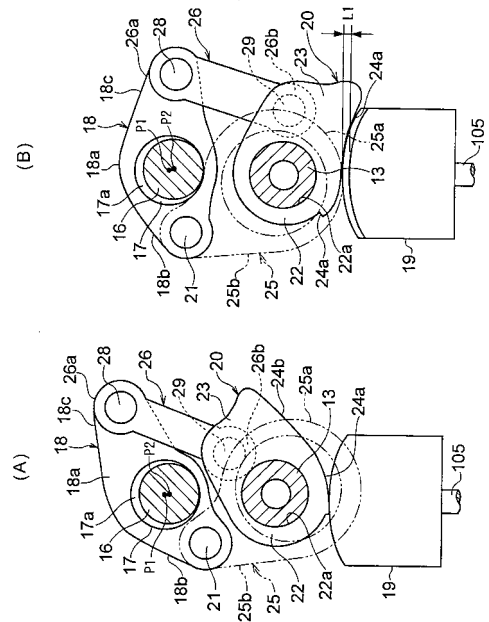
【図 4】



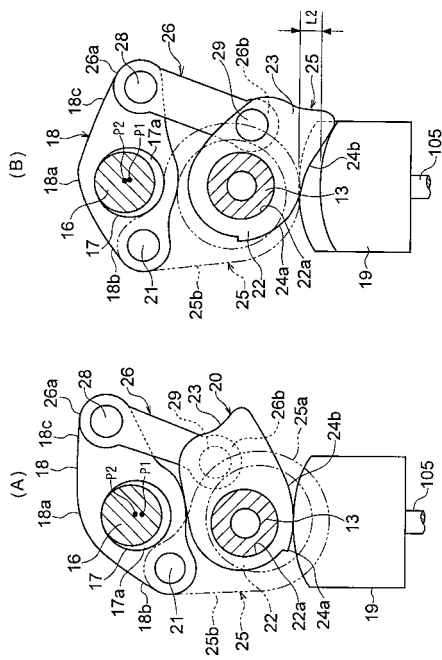
【 図 5 】



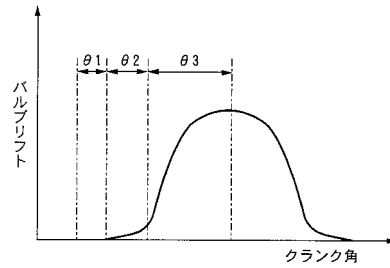
【 図 6 】



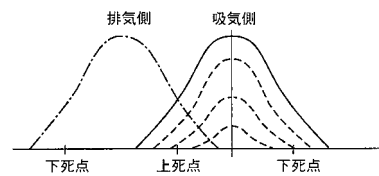
【 図 7 】



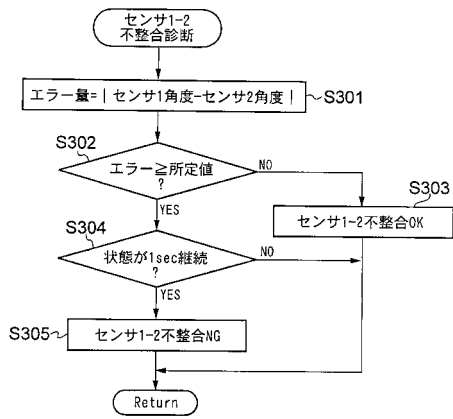
【 図 8 】



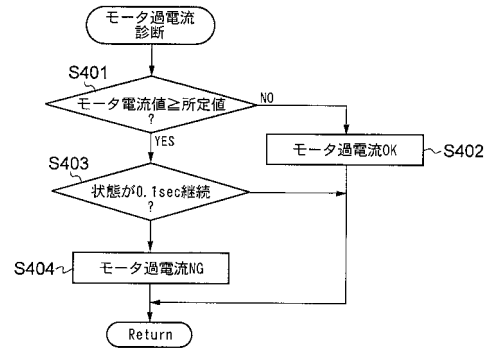
【 図 9 】



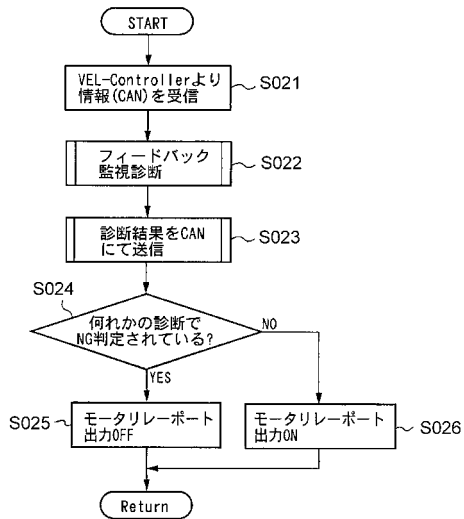
【図14】



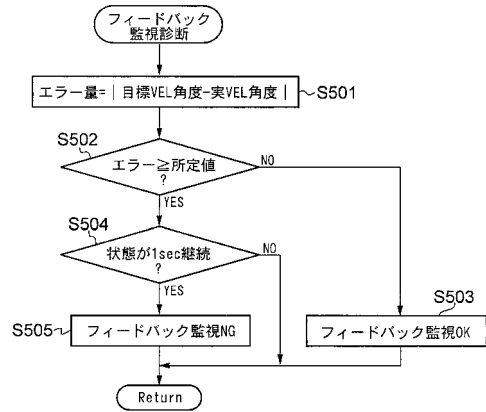
【図15】



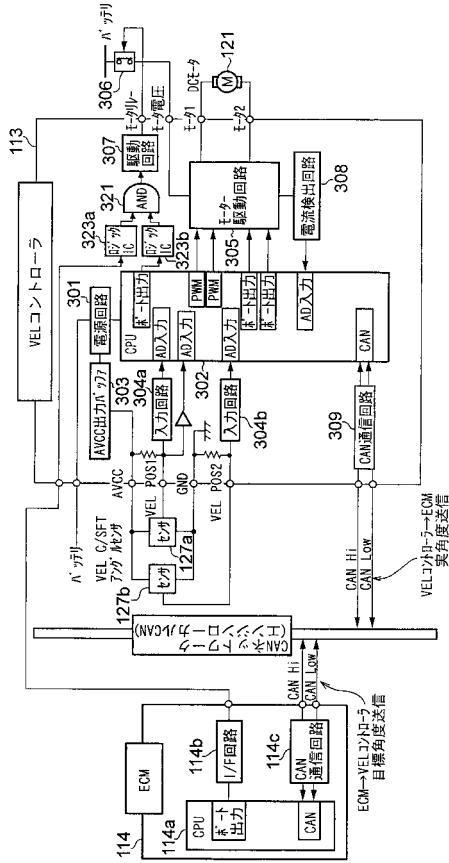
【図16】



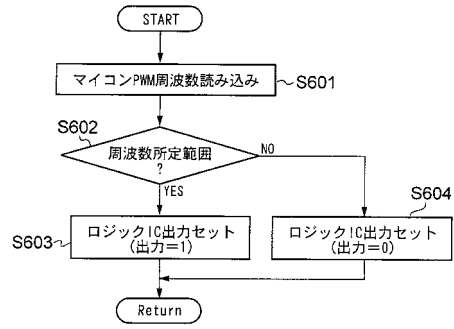
【図17】



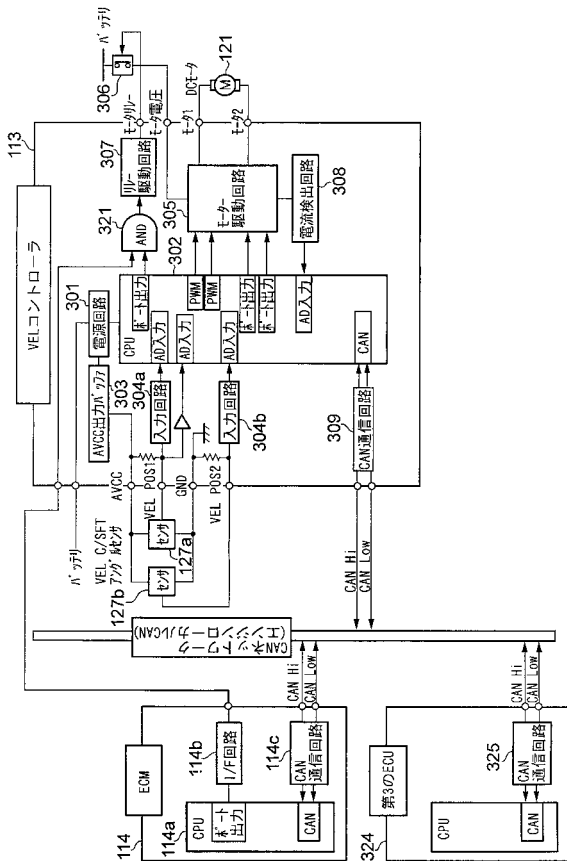
【図18】



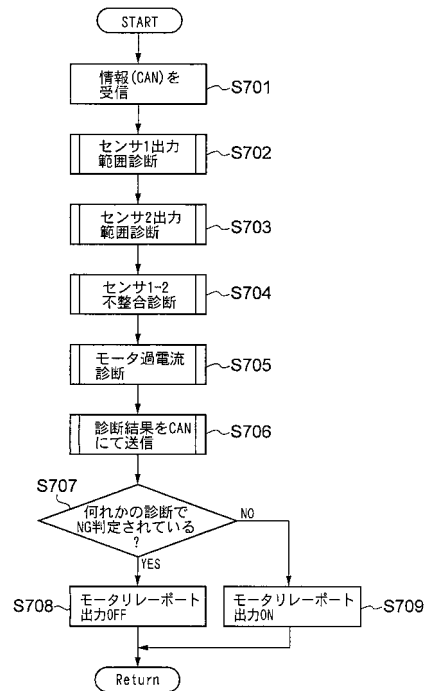
【図19】



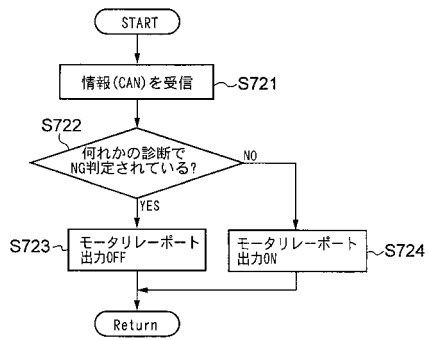
【図20】



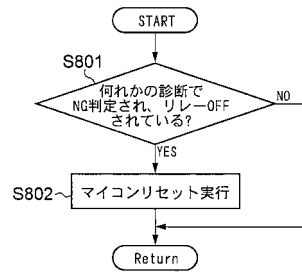
【図21】



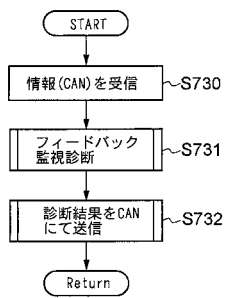
【図 2 2】



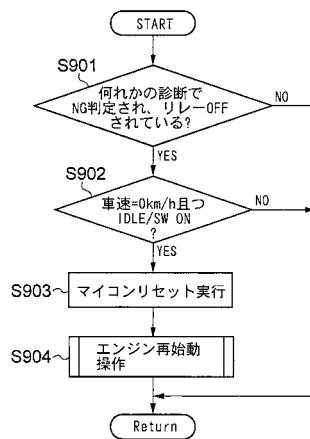
【図 2 4】



【図 2 3】



【図 2 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 093518 (JP, A)
特開平08 - 303287 (JP, A)
特開2005 - 224068 (JP, A)
特開2007 - 191098 (JP, A)
特開2003 - 167601 (JP, A)
特開2003 - 214233 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/00 - 28/00
F02D 43/00 - 45/00