

(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12月27日(27.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/176357 A1

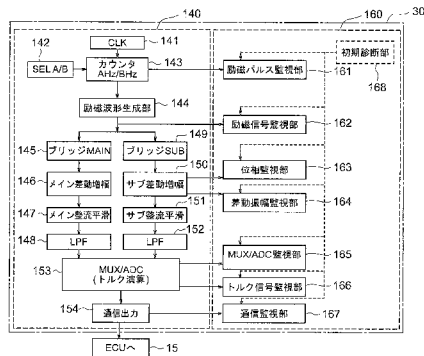
- (51) 国際特許分類:
G01L 3/10 (2006.01) B62D 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001927
- (22) 国際出願日: 2012年3月21日(21.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-137118 2011年6月21日(21.06.2011) JP
特願 2011-137119 2011年6月21日(21.06.2011) JP
特願 2011-137120 2011年6月21日(21.06.2011) JP
特願 2011-201217 2011年9月14日(14.09.2011) JP
特願 2012-005502 2012年1月13日(13.01.2012) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社(NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目6番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてののみ): 桑原 昌樹(KUWAHARA, Masaki) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 小林 敬幸(KOBAYASHI, Takayuki) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 吉田 一弘(YOSHIDA, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 鬼塚 利行(ONIZUKA, Toshiyuki) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 菅原 孝義(SUGAWARA, Takayoshi) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 安藤 信彦(ANDOU, Nobuhiko) [JP/JP]; 〒2518501 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

[続葉有]

(54) Title: ABNORMALITY DIAGNOSIS METHOD FOR TORQUE DETECTION DEVICE, AND ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: トルク検出装置の異常診断方法及び電動パワーステアリング装置

[図2]



- 16 To ECU
- 141 CLK
- 142 SEL A/B
- 143 Counter AHZ/BHz
- 144 Excitation waveform generating unit
- 145 Main bridge
- 146 Main differential amplifier
- 147 Main rectifying and smoothing circuit
- 148 LPF
- 149 Sub bridge
- 150 Sub differential amplifier
- 151 Sub rectifying and smoothing circuit
- 152 LPF
- 153 MUX/ADC (torque computation)
- 154 Communication output
- 161 Excitation pulse monitoring unit
- 162 Excitation signal monitoring unit
- 163 Phase monitoring unit
- 164 Differential amplifier monitoring unit
- 165 MUX/ADC monitoring unit
- 166 Torque signal monitoring unit
- 167 Communication monitoring unit
- 168 Initial diagnosing unit

(57) Abstract: Provided is an abnormality diagnosis method for a torque detection device whereby a highly reliable torque detection device is obtained. Also provided is an electric power steering device using said torque detection device. Immediately after a power supply is turned on and before starting a steering assist control, an initial diagnosis is performed to verify that each monitoring unit (monitoring block) monitoring the abnormalities of a signal processing circuit (40) constituting a torque detection device (30) functions normally. During the initial diagnosis, a normal signal and an abnormal signal are alternately inputted to the monitoring blocks, and it is determined that the monitoring blocks are functioning normally if the monitoring blocks produce a normal diagnosis when the normal signal is inputted and if the monitoring blocks produce an abnormal diagnosis when the abnormal signal is inputted. Once it is verified that all monitoring blocks function normally, the steering assist control based on the steering torque detected by means of the torque detection device (30) is started.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/176357 A1



沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 内藤 嘉昭 (NAITOH, Yoshiaki); 〒1056032 東京都港区虎ノ門四丁目3番1号 城山トラストタワー32階 特許業務法人日栄国際特許事務所 Tokyo (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, JP, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

信頼性の高いトルク検出装置を得るためのトルク検出装置の異常診断方法、およびそのトルク検出装置を用いた電動パワーステアリング装置を提供する。電源が投入された直後、操舵補助制御が開始される前に、トルク検出装置(30)を構成する信号処理回路(40)の異常を監視する各監視部(監視ブロック)が正常に動作することを確認する初期診断を行う。初期診断に際し、監視ブロックに対して正常信号と異常信号とを交互に入力し、正常信号入力時に監視ブロックが正常診断し、異常信号入力時に監視ブロックが異常診断することをもって、監視ブロックが正常に動作していると判断する。そして、全ての監視ブロックが正常に動作することを確認したうえで、トルク検出装置(30)で検出した操舵トルクに基づく操舵補助制御を開始する。

明 細 書

発明の名称：

トルク検出装置の異常診断方法及び電動パワーステアリング装置

技術分野

[0001] 本発明は、常時トルクセンサ信号とその処理系を監視する監視機能を有するトルク検出装置の異常診断方法、及び電動パワーステアリング装置に関するものである。

背景技術

[0002] 電動モータによって操舵力をアシストする電動パワーステアリング装置では、トルクセンサで検出した操舵トルクに基づいてアシスト力を決定し、電動モータを駆動制御するのが一般的である。

このような電動パワーステアリング装置の故障を検出するものとして、例えば特許文献1に記載の技術がある。この技術は、モータ制御を行う制御手段を、故障検知手段を用いて監視すると共に、故障検知手段によって検知された故障を故障記憶手段に記憶するものである。これにより、必要な故障情報を漏れなく記憶することができるので、適切に故障解析を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-30393号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記特許文献1に記載の技術にあつては、故障検知手段そのものの診断については考慮していない。そのため、故障検知手段によって重要な故障を検知した場合、その故障が実際に発生しているのか、故障検知手段の故障による誤検知であるかの判別ができない。また、センサ側に故障が発生しても、故障検知手段の故障により、センサ側が正常であると誤検知

されるおそれがある。そのため、信頼性の高いモータ制御を行うことができない。

そこで、本発明は、信頼性の高いトルク検出装置を得るためのトルク検出装置の異常診断方法、およびそのトルク検出装置を用いた電動パワーステアリング装置を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0005] 上記目的を達成するために、本発明に係るトルク検出装置の異常診断方法の第1の態様は、トルクが入力されることでねじれが発生するトーションバーで連結された第1回転軸と第2回転軸との相対的な変位を、インピーダンスの変化に反映させて検出する少なくとも1組のコイル対と、前記コイル対に対して励磁信号を供給したときの当該コイル対の出力信号を信号処理してトルク検出信号を出力するトルク検出機能を有する信号処理部と、前記トルク検出機能の異常を定常的に監視する監視部とを備えるトルク検出装置の前記トルク検出機能が作動する前に、前記監視部に対して診断用の信号を入力し、前記監視部が正常に動作していることを確認することを特徴としている。

[0006] また、第2の態様は、前記監視部に対し、前記診断用の信号として正常信号と異常信号とを交互に入力し、前記正常信号の入力時に、前記監視部が入力信号に対して正常診断し、前記異常信号の入力時に、前記監視部が入力信号に対して異常診断したとき、前記監視部が正常に動作していると判断することを特徴としている。

さらに、第3の態様は、前記監視部に対し、前記診断用の信号を、前記正常信号、前記異常信号、前記正常信号の順に入力することを特徴としている。

[0007] また、第4の態様は、前記監視部が、前記励磁信号の波形を監視する励磁信号監視部であり、前記励磁信号監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、監視対象である前記励磁信号に代えて、前記診断用の信号として、前記励磁信号の理想波形を有する正常信号と、当該正常信号とは周波数の異

なる異常信号とを入力することを特徴としている。

さらに、第5の態様は、前記励磁信号監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記異常信号として、前記正常信号に対して周波数が $1/2$ となる信号を入力することを特徴としている。

[0008] また、第6の態様は、前記監視部が、前記トルク検出信号が前記励磁信号に対して移相しているか否かを監視する位相監視部であり、前記位相監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、監視対象である前記トルク検出信号に代えて、前記診断用の信号として、前記励磁信号と、移相回路を介して前記励磁信号を移相させた信号とを入力することを特徴としている。

[0009] さらにまた、第7の態様は、前記信号処理部が、前記トルク検出信号をA/D変換して出力するように構成されており、前記監視部が、監視対象の電圧値をA/D変換した後の出力値を監視するADC監視部である。そして、前記ADC監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記監視対象の電圧値に代えて、前記診断用の信号として、前記トルク検出信号の電圧値の通常使用域において、当該通常使用域の中央電圧値を含む複数の正常電圧値と、前記正常電圧値とは異なる複数の異常電圧値とを入力することを特徴としている。

[0010] また、第8の態様は、前記信号処理部が、クロック信号を分周して前記励磁信号の励磁周波数のパルスを生成するカウンタを有し、前記監視部が、CR発振器と、予め前記CR発振器の出力パルスの幅を前記クロック信号で計数し、記憶しておくパルス幅記憶部とを備え、前記CR発振器の出力パルスの幅を前記クロック信号で計数し、その計数値を前記パルス幅記憶部に記憶された出力パルスの幅と比較することで、前記クロック信号の異常を監視するクロック監視部である。そして、前記クロック監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、監視対象である前記クロック信号に代えて、前記診断用の信号として、前記カウンタが生成した前記励磁周波数のパルスを入力することを特徴としている。

[0011] さらに、第9の態様は、前記信号処理部が、前記コイル対に対して供給す

る正弦波の前記励磁信号を、クロックパルスに基づいて生成する発振部を備えており、前記監視部が、前記発振部から出力される励磁信号を入力する監視用ローパスフィルタを備え、該監視用ローパスフィルタのフィルタ出力の振幅変動を前記クロックパルスの周波数変動として検出するクロック周波数変動監視部である。そして、前記クロック周波数変動監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記診断用の信号として、通常クロック信号と、当該通常クロック信号とは異なる励磁周波数の異常クロック信号とを入力することを特徴としている。

[0012] また、第10の態様は、前記クロック周波数変動監視部が、前記監視用ローパスフィルタのフィルタ出力の上側半波及び下側半波の少なくとも一方のピーク値が、正常振幅範囲内にあるか否かを検出する構成を有している。そして、前記クロック周波数変動監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記異常クロック信号として、前記通常クロック信号の許容上限周波数より高い周波数の異常高周波数クロック信号と、前記通常クロック信号の許容下限周波数より低い周波数の異常低周波数クロック信号との2種類を入力することを特徴としている。

[0013] さらにまた、第11の態様は、前記信号処理部が、前記トルクに対応するアナログ信号をデジタル信号に変換するAD変換器と、前記AD変換器で変換されたデジタル信号のゲイン及びオフセット量を補正するためのゲイン補正值及びオフセット量補正值を予め記憶する記憶部と、前記AD変換器で変換されたデジタル信号を、前記記憶部に記憶されたゲイン補正值及びオフセット量補正值で補正し、前記トルク検出信号として出力する第1の補正演算部と、前記第1の補正演算部と同一の補正演算処理を行う第2の補正演算部を備える。また、前記監視部は、前記第1の補正演算部と前記第2の補正演算部とに同一信号を入力し、両者の演算結果を比較して、前記第1の補正演算部の演算ロジックが正常に機能しているか否かを監視する演算ロジック監視部である。そして、前記演算ロジック監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記診断用の信号として、前記第2の補正演算部に前記第1

の補正演算部とは異なる信号を入力し、そのときの両者の演算結果が異なることを確認することで、前記演算ロジック監視部が正常に機能していることを確認することを特徴としている。

[0014] また、第12の態様は、前記演算ロジック監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記第2の補正演算部に入力する前記第1の補正演算部とは異なる信号として、前記第1の補正演算部の入力信号の反転信号を用いることを特徴としている。

さらに、第13の態様は、前記信号処理部が、1組の前記コイル対に対応して設けられ、前記コイル対の出力信号に基づいてメイントルク信号及びサブトルク信号を出力するように構成されており、前記監視部による異常診断結果を含む診断情報、前記メイントルク信号及び前記サブトルク信号に基づいて、前記トルク検出装置の異常を検出することを特徴としている。

[0015] また、第14の態様は、前記監視部で異常を検出したときの前記サブトルク信号は、予め設定された一定値であることを特徴としている。

さらに、第15の態様は、前記信号処理部は、2組の前記コイル対に対応して設けられ、それぞれ前記コイル対の出力信号に基づいてメイントルク信号を出力するように構成されており、前記監視部による異常診断結果を含む診断情報、及び前記各メイントルク信号に基づいて、前記トルク検出装置の異常を検出することを特徴としている。

[0016] また、第16の態様は、前記信号処理部が、前記コイル対の出力信号に基づいて前記メイントルク信号及びサブトルク信号を演算し、前記メイントルク信号のみを出力するように構成されており、前記監視部による異常診断結果は、前記監視部が、前記メイントルク信号と前記サブトルク信号との比較によって、前記信号処理部の異常を監視した結果であることを特徴としている。

[0017] さらにまた、第17の態様は、前記診断情報が、前記監視部による異常診断結果が正常であること、前記監視部による異常診断結果が異常であること、及び前記初期診断部による初期診断中であることの少なくとも3種の情報

であることを特徴としている。

また、第18の態様は、前記診断情報が、前記監視部による異常診断結果が正常である場合には一定周期のパルス信号、前記監視部による異常診断結果が異常である場合にはHレベルの信号、前記初期診断部による初期診断中である場合にはLレベルの信号であることを特徴としている。

[0018] さらに、本発明に係る電動パワーステアリング装置の第1の態様は、ステアリング機構に入力される操舵トルクを検出するトルク検出装置と、少なくとも前記トルク検出装置で検出した操舵トルクに基づいて、操舵系に運転者の操舵負担を軽減する操舵補助力を付与すべく、電動モータを駆動制御するモータ制御部と、前記モータ制御部による前記電動モータの駆動制御に先立って、前記第1の態様～第18の態様の何れかの異常診断方法によって前記トルク検出装置を診断する初期診断部と、を備えることを特徴としている。

発明の効果

[0019] 本発明のトルク検出装置の異常診断方法では、監視回路そのものが正常に動作しているかを確認する初期診断を行うことができる。そのため、この異常診断方法を用いることで、信頼性の高いトルク検出装置を得ることができる。

また、本発明の電動パワーステアリング装置では、上記異常診断方法を用いてトルク検出装置の初期診断を行って、トルク検出装置が確実に正常動作することを確認したうえで操舵補助制御を開始することができる。したがって、操舵補助制御の安定性及び信頼性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]本実施形態の電動パワーステアリング装置を示す全体構成図である。
[図2]トルク検出装置の構成を示すブロック図である。
[図3]トルクセンサを構成するコイル周辺図である。
[図4]初期診断方法の概念を説明するためのブロック図である。
[図5]初期診断部が実行する初期診断処理手順を示すフローチャートである。
[図6]励磁信号監視部の構成を示す図である。

- [図7]励磁信号監視部の初期診断用の信号波形例を示す図である。
- [図8]位相監視部の構成を示す図である。
- [図9]位相監視部の初期診断時の信号波形例を示す図である。
- [図10]トルク信号監視部の構成を示す図である。
- [図11]第2の実施形態のトルク検出装置の構成を示すブロック図である。
- [図12]トルクセンサを構成するコイル周辺図である。
- [図13]異常検出部の具体的構成を示すブロック図である。
- [図14]ローパスフィルタのカットオフ周波数と9kHz時ピーク値との差電圧との関係を示す特性線図である。
- [図15]ローパスフィルタのフィルタ出力の説明図である。
- [図16]第3の実施形態における監視部診断部を示すブロック図である。
- [図17]監視部診断部で実行する初期診断処理を示すフローチャートである。
- [図18]トルク検出装置の別の構成を示すブロック図である。
- [図19]第4の実施形態のトルク検出装置の構成を示すブロック図である。
- [図20]クロック監視部の構成を示すブロック図である。
- [図21]第5の実施形態のトルク検出装置の構成を示すブロック図である。
- [図22]ゲイン設定値及びオフセット設定値を示す図である。
- [図23]トルク演算部の構成を示すブロック図である。
- [図24]第6の実施形態のトルク検出装置の構成を示すブロック図である。
- [図25]診断信号Sを示す図である。
- [図26]第6の実施形態のトルク信号 T_m 、 T_s を示す図である。
- [図27]第7の実施形態のトルク検出装置の構成を示すブロック図である。
- [図28]第7の実施形態のトルク信号 T_m 、 T_s を示す図である。
- [図29]第8の実施形態のトルク検出装置の構成を示すブロック図である。
- [図30]第8の実施形態の診断信号 S_1 、 S_2 を示す図である。
- [図31]第8の実施形態のトルク信号 T_{m1} 、 T_{m2} を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0021] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

(第 1 の実施の形態)

(構成)

図 1 は、本実施形態に係る電動パワーステアリング装置を示す全体構成図である。

図中、符号 1 は、ステアリングホイールであり、このステアリングホイール 1 に運転者から作用される操舵力が入力軸 2 a と出力軸 2 b とを有するステアリングシャフト 2 に伝達される。このステアリングシャフト 2 は、入力軸 2 a の一端がステアリングホイール 1 に連結され、他端は後述するトルク検出装置 30 が備えるトルクセンサ 3 を介して出力軸 2 b の一端に連結されている。

[0022] そして、出力軸 2 b に伝達された操舵力は、ユニバーサルジョイント 4 を介して中間シャフト 5 に伝達され、さらに、ユニバーサルジョイント 6 を介してピニオンシャフト 7 に伝達される。このピニオンシャフト 7 に伝達された操舵力はステアリングギヤ 8 を介してタイロッド 9 に伝達され、図示しない転舵輪を転舵させる。ここで、ステアリングギヤ 8 は、ピニオンシャフト 7 に連結されたピニオン 8 a とこのピニオン 8 a に噛合するラック 8 b とを有するラックアンドピニオン形式に構成され、ピニオン 8 a に伝達された回転運動をラック 8 b で直進運動に変換している。

[0023] ステアリングシャフト 2 の出力軸 2 b には、補助操舵力を出力軸 2 b に伝達する操舵補助機構 10 が連結されている。この操舵補助機構 10 は、出力軸 2 b に連結された減速ギヤ 11 と、減速ギヤ 11 に連結されて操舵系に対して補助操舵力を発生する電動モータ 12 とを備えている。

トルクセンサ 3 は、ステアリングホイール 1 に付与されて入力軸 2 a に伝達された操舵トルクを検出するためのもので、図示しないトーションバーで連結された入力軸 2 a と出力軸 2 b との相対的な変位（回転変位）を、コイル対のインピーダンスの変化に対応させて検出するように構成されている。このトルクセンサ 3 から出力されるトルク検出値 T はコントローラ 15 に入力される。

[0024] コントローラ 15 は、車載のバッテリー 17（例えば、定格電圧が 12 V である）から電源供給されることによって作動する。バッテリー 17 の負極は接地され、その正極はエンジンを始動するイグニッションスイッチ 18 を介してコントローラ 15 に接続されると共に、イグニッションスイッチ 18 を介さず直接コントローラ 15 に接続されている。

コントローラ 15 には、トルク検出値 T の他に車速センサ 16 で検出した車速検出値 V が入力され、これらに応じた操舵補助力を操舵系に付与する操舵補助制御を行う。具体的には、上記操舵補助力を電動モータ 12 で発生するための操舵補助トルク指令値を公知の手順で算出し、算出した操舵補助トルク指令値とモータ電流検出値とにより、電動モータ 12 に供給する駆動電流をフィードバック制御する。

[0025] 次に、トルク検出装置 30 の構成について詳細に説明する。

図 2 は、トルク検出装置 30 の構成を示すブロック図である。トルク検出装置 30 は、上述したトルクセンサ 3 を備えるものであり、この図 2 では、トルクセンサ 3 を構成するコイル対に励磁信号を供給したときの当該コイル対の出力信号に対して信号処理を行ってトルク検出信号を出力する信号処理回路（信号処理部） 140 と、当該信号処理回路 140 の各ブロックにおける異常を監視する監視部を備える診断装置 160 とを示している。

[0026] トルクセンサ 3 は、図 3 にそのコイル周辺図を示すように、第 1 コイル 22 A a 及び第 2 コイル 22 A b が組み合わされたコイル対と、コイル 22 A a 及び 22 A b が捲回されたヨーク 81 と、円筒部材 83 と、円筒部材 83 の外周部に上記コイル対と対向するように設けられた複数の窓 831 と、トーションバー 84 と、センサシャフト 85 とを含む。なお、トーションバー 84 と、センサシャフト 85 と、ステアリングシャフト 2 の入力軸 2 a 及び出力軸 2 b とは、同軸に配置される。

[0027] 信号処理回路 140 は、主にクロック部、励磁部、センサ部、信号処理部及び通信出力部で構成されている。

クロック部は、例えば市販のクロック（水晶発振器など）で構成される C

L K 1 4 1 を備える。またクロック部は、C L K 1 4 1 から出力されるクロック信号と、S E L 1 4 2 で選択された指定周波数（A [H z] 又は B [H z]）とをともに、上記クロック信号を分周して上記指定周波数（励磁する周波数）へ変換するカウンタ 1 4 3 を備える。カウンタ 1 4 3 が出力した励磁パルスは、励磁部を構成する励磁波形生成部 1 4 4 に入力される。

[0028] 励磁波形生成部 1 4 4 は、カウンタ 1 4 3 から入力された励磁パルスに基づいて、A [H z] と B [H z] のうち選択された周波数の励磁信号を生成し、センサ部に出力する。ここで、生成した励磁信号は、センサ部を構成するメインブリッジ回路（ブリッジ M A I N）1 4 5 とサブブリッジ回路（ブリッジ S U B）1 4 9 とに供給される。

[0029] メインブリッジ回路 1 4 5 は第 1 コイルと第 2 コイルとからなるコイル対を備え、当該コイル対に励磁信号が供給されると、メイン差動増幅器 1 4 6 は、第 1 コイルと第 2 コイルとの端子電圧の差（端子電圧差）を増幅して出力する。この出力信号はメイン整流平滑回路 1 4 7 に入力され、メイン整流平滑回路 1 4 7 はこれを整流及び平滑して出力する。ローパスフィルタ（L P F）1 4 8 は、平滑化された出力からノイズを除去し、信号処理部を構成するトルク演算回路 1 5 3 に出力する。なお、サブブリッジ回路 1 4 9、サブ差動増幅器 1 5 0、サブ整流平滑回路 1 5 1 及び L P F 1 5 2 の動作は、メインブリッジ回路 1 4 5 ~ L P F 1 4 8 までの動作と同様であるため、ここでは説明を省略する。

[0030] トルク演算回路 1 5 3 は、マルチプレクサ（M U X）と A D 変換器（A D C）とを備えており、L P F 1 4 8 及び 1 5 2 から出力された信号（M A I N トルク値、S U B トルク値）に基づいてトルク検出信号を求め、これを、通信出力部を構成する通信出力回路 1 5 4 に出力する。通信出力回路 1 5 4 は、トルク演算回路 1 5 3 で求めたトルク検出信号をコントローラ（E C U）1 5 に出力する。

[0031] また、診断装置 1 6 0 の監視部は、励磁パルスを監視する励磁パルス監視部 1 6 1 と、励磁信号の波形（周波数、D U T Y、形状、オフセット、縮小

、過大発振など)を監視する励磁信号監視部162と、励磁信号の位相を監視する位相監視部163と、差動増幅器150が出力する信号の振幅を監視する差動振幅監視部164と、トルク演算回路153のMUXとADCの異常を監視するMUX/ADC監視部165と、トルク演算回路153が出力するトルク検出信号を監視するトルク信号監視部166と、通信出力部154の異常を監視する通信監視部167とを備える。そして、操舵補助制御の実施中は、これらの監視部で定常的に各種監視処理が行われ、何らかの異常が検出されると直ちにこれがECU15に伝達される。

[0032] さらに、診断装置160は、上記各監視部そのものを診断するための初期診断部168を備える。この初期診断部168は、電源が投入された直後(又はイグニッションスイッチ18をオンした直後)、ECU15側が操舵補助制御を開始する前に作動し、各監視部そのものが正常に動作しているか否かを診断する初期診断を行う。この初期診断は、各監視部を順次診断対象として行う。また、初期診断中は、初期診断中フラグを立てるなどにより、ECU15がトルクセンサ信号を使用できないようにする(操舵補助制御を実施できないようにする)。

[0033] 初期診断部168は、初期診断を開始すると、初期診断用の信号として正常信号と異常信号とを、診断対象である監視部に対して交互に入力し、当該監視部が正常に動作していることを確認する。ここで、正常信号とは、当該信号を監視対象信号としたとき、正常に機能している監視ブロックによる診断結果が「正常」となる(正常診断される)信号であり、異常信号とは、当該信号を監視対象信号としたとき、正常に機能している監視ブロックによる診断結果が「異常」となる(異常診断される)信号である。

[0034] 通常の監視状態(定常診断モード)では、図4に示すように、スイッチSW1をオンして通常の監視対象信号(通常信号)を監視ブロックに入力し、当該通常信号を診断する。

一方、初期診断時には、切換信号によって各スイッチSW1~SW3のオンオフを切り換えることで、監視ブロックに初期診断用の信号を入力する。

本実施形態では、初期診断用の信号として、正常信号→異常信号→正常信号を順に入力するものとする。正常信号を入力する場合にはスイッチSW2をオンし、異常信号を入力する場合にはスイッチSW3をオンする。

[0035] 監視ブロックの出力は、正常診断時に“0”、異常診断時に“1”となり、この監視ブロックの出力はAND回路に入力される。AND回路は、監視ブロックの出力とフラグマスクMaskとのANDをとり、これを監視部の最終的な出力信号として出力する。ここで、フラグマスクMaskは、診断対象とする監視部を選定するためのものであり、定常診断モードでは全ての監視ブロックのMaskは“OFF(1)”となる。そして、初期診断モードでは、診断対象とする監視ブロックのMaskのみが“OFF(1)”となり、それ以外の診断対象としない監視ブロックのMaskは“ON(0)”となる。

[0036] 図5は、初期診断部168が実行する初期診断処理手順を示すフローチャートである。この初期診断処理は、上述したように、電源が投入された直後、ECU15による操舵補助制御に先立って実行される。

先ずステップS1で、初期診断部168は、初期診断対象の監視ブロックのフラグマスクのみ“OFF(1)”し、他の監視ブロックのフラグマスクを“ON(0)”する。このように、対象監視ブロックのフラグマスクのみを“OFF(1)”することで、他の監視部の出力(図4のAND出力)を監視ブロックの出力にかかわらず“0”とする(監視ブロックの監視機能を無効にする)ことができる。なお、フラグマスクを必要とする監視ブロックは、励磁パルス監視部161、励磁信号監視部162、位相監視部163、差動振幅監視部164、及びトルク信号監視部166の監視ブロックとする。

[0037] 次にステップS2で、初期診断部168は、初期診断対象の監視ブロックに初期診断用の正常信号を入力(図4のスイッチSW2をオン)することで初期診断正常状態とし、ステップS3に移行する。

ステップS3では、初期診断部168は、初期診断正常状態が安定するま

で待機してから、全監視部の出力を確認し、全出力が“0”であり、異常発生していないことを確認できたか否かを判定する。このとき、異常が発生していることを確認した場合には、その監視部の監視機能に異常があると判断してステップS4に移行し、所定の異常時処理（通信出力回路154による異常の通知など）を行ってから初期診断処理を終了する。

[0038] 一方、前記ステップS3で異常発生していないことが確認できた場合には、ステップS5に移行し、初期診断部168は、初期診断対象の監視ブロックに初期診断用の異常信号を入力（図4のスイッチSW3をオン）することで初期診断異常状態に切り替える。

次にステップS6では、初期診断部168は、初期診断異常状態が安定するまで待機してから、全監視部の出力を確認し、診断対象の監視部のみの出力が“1”であり、異常発生していることを確認できたか否かを判定する。このとき、異常が発生していることを確認できない場合には、その監視部の監視機能に異常があると判断して前記ステップS4に移行する。

[0039] 一方、前記ステップS6で異常発生していることが確認できた場合には、ステップS7に移行し、初期診断部168は、初期診断対象の監視ブロックに初期診断用の正常信号を入力（図4のスイッチSW2をオン）することで初期診断正常状態に切り替える。

次にステップS8では、初期診断部168は、初期診断正常状態が安定するまで待機してから、全監視部の出力を確認し、全出力が“0”であり、異常発生していないことを確認できたか否かを判定する。そして、異常が発生していることを確認した場合には、その監視部の監視機能に異常があると判断して前記ステップS4に移行する。一方、前記ステップS8で異常発生していないことが確認できた場合には、ステップS9に移行する。

[0040] ステップS9では、初期診断部168は、全監視部の初期診断が終了したか否かを判定し、初期診断を実行していない監視部が存在する場合には、初期診断対象を切り替えるべく前記ステップS1に移行し、全監視部の初期診断が終了している場合にはそのまま初期診断処理を終了する。

このように、監視部そのものを診断する初期診断機能を備えるため、監視部の監視機能の信頼性を向上させることができる。すなわち、信号処理回路140に異常が発生しているにもかかわらず、監視部で当該異常を検知できなかったり、信号処理回路140が正常であるにもかかわらず、監視部で異常が発生していると誤検知してしまったりするのを防止することができる。したがって、監視部の誤検知に伴う不具合の発生を防止することができる。

[0041] (励磁信号監視部162の初期診断)

次に、励磁信号監視部162の初期診断方法について、詳細に説明する。

図6は、励磁信号監視部162の構成を示す図である。ここでは、図4における監視ブロックとAND回路に対応する部分について示している。

励磁信号監視部162は励磁信号の波形を監視するものであり、定常診断モードでは、励磁波形生成部144が出力する励磁信号が、通常信号として入力端子162aに入力される。また、初期診断正常状態では、理想波形を有する励磁信号が、初期診断用の正常信号として入力端子162aに入力される。そして、初期診断異常状態では、上記正常信号とは周波数の異なる励磁信号(例えば、1/2周波数)が、初期診断用の異常信号として入力端子162aに入力される。

[0042] 図7は、初期診断用の信号波形を示す図であり、(a)は正常信号、(b)は異常信号を示している。この励磁信号監視部62では、監視対象信号が閾値V1以上となってから閾値V2以下となるまでの期間T1と、閾値V2以下となってから閾値V1以上となるまでの期間T2とをそれぞれカウントし、これらを正常値と比較することで診断する。ここでは、例えば、閾値V1を4.25V、閾値V2を0.75Vとする。

[0043] すなわち、図7に示すように、入力端子162aに入力された信号は、比較器162b及び162cに入力される。比較器162bは入力信号と閾値V1とを比較し、入力信号が閾値V1以上となるときにHレベルとなる信号を出力する。また、比較器162cは入力信号と閾値V2とを比較し、入力信号が閾値V2以下となるときにHレベルとなる信号を出力する。比較器1

62b, 162cの出力信号は、それぞれカウンタ回路162d, 162eに入力される。

[0044] カウンタ回路162dは、比較器162b, 162cの出力信号をもとに、入力信号が閾値V1以上となってから閾値V2以下となるまでの期間T1をカウントし、その結果を比較回路162fに出力する。また、カウンタ回路162eは、比較器162b, 162cの出力信号をもとに、入力信号が閾値V2以下となってから閾値V1以上となるまでの期間T2をカウントし、その結果を比較回路162gに出力する。

[0045] 比較回路162fは、期間T1と正常値T0とを比較し、カウントした期間T1が正常値T0とは異なる場合に“1”となる信号を出力する。同様に、比較回路162gは、期間T2と正常値T0とを比較し、カウントした期間T2が正常値T0とは異なる場合に“1”となる信号を出力する。比較回路162f, 162gの出力信号はOR回路162hに入力される。OR回路162hの出力はラッチ回路162iでラッチされ、判定タイミング生成部162jによって指定されたタイミングでAND回路162kに入力される。

[0046] このような構成により、上述した図5の初期診断処理が実行され、励磁信号監視部162のAND回路162kにフラグマスク=OFF(1)が入力されると、先ず入力端子162aから図7(a)に示す正常信号が入力される。このとき、監視ブロックが正常に機能している場合には、閾値V1以上となってから閾値V2以下となるまでの期間T1と、閾値V2以下となってから閾値V1以上となるまでの期間T2とは、それぞれ正常値T0と等しくなる。したがって、ラッチ回路162iの出力は“0”となり、AND回路162kの出力も“0”となる。

[0047] 一方、監視ブロックが正常に機能していない場合には、閾値V1以上となってから閾値V2以下となるまでの期間T1と、閾値V2以下となってから閾値V1以上となるまでの期間T2とは、正常値T0とは異なる。したがって、ラッチ回路162iの出力は“1”となり、AND回路162kの出力

も“1”となってしまう。

このように、はじめに初期診断正常状態での診断を行い、正常信号を入力したときに正しく正常診断されるか（AND回路162kの出力が“0”となるか）を確認する。その際、AND回路162kの出力が“0”でない場合には、励磁信号監視部162が正常に機能していないと判断する。

[0048] この正常信号入力時に、AND回路162kの出力が“0”であり、励磁信号監視部162が正常に機能していると判断されると、次に、初期診断異常状態で診断する。この場合には、入力端子162aから図7（b）に示す異常信号が入力される。このとき、監視ブロックが正常に機能している場合には、閾値V1以上となってから閾値V2以下となるまでの期間T1と、閾値V2以下となってから閾値V1以上となるまでの期間T2とは、それぞれ正常値T0とは異なる値となる。したがって、ラッチ回路162iの出力は“1”となり、AND回路162kの出力も“1”となる。

[0049] 一方、監視ブロックが正常に機能していない場合には、閾値V1以上となってから閾値V2以下となるまでの期間T1と、閾値V2以下となってから閾値V1以上となるまでの期間T2とは、正常値と等しくなる場合がある。その場合、ラッチ回路162iの出力は“0”となり、AND回路162kの出力も“0”となってしまう。

このように、初期診断正常状態での診断に続いて初期診断異常状態での診断を行い、異常信号を入力したときに正しく異常診断されるか（AND回路162kの出力が“1”となるか）を確認する。その際、AND回路162kの出力が“1”でない場合に、励磁信号監視部162が正常に機能していないと判断する。

[0050] そして、この異常信号入力時に、AND回路162kの出力が“1”であり、励磁信号監視部162が正常に機能していると判断されると、再度、初期診断正常状態で診断する。すなわち、入力端子162aから再度図7（a）に示す正常信号を入力し、正しく正常診断されるか（AND回路162kの出力が“0”となるか）を確認する。このとき、初期診断用の信号の入力

切替が正常に行われており励磁信号監視部 162 が正常に機能していれば、正しく正常診断されるが、初期診断用の信号の入力切替が正常に行われていないと、励磁信号監視部 162 が正常に機能していても正常診断されない。したがって、正常信号、異常信号の後に、再度正常信号を入力して初期診断することで、初期診断機能が正常に動作しているかを確認することができる。

[0051] 以上のように、励磁信号監視方法として、監視対象信号の最大値よりも小さい閾値 V_1 と、監視対象信号の最小値よりも大きい閾値 V_2 ($V_2 < V_1$) とを用意し、閾値 V_1 以上となってから閾値 V_2 以下となるまでの期間 T_1 と、閾値 V_2 以下となってから閾値 V_1 以上となるまでの期間 T_2 とが、それぞれ正常値と等しいか否かを判定する方法を用いる。そして、初期診断用の異常信号としては、正常信号とは周波数の異なる信号を用いる。このように、異常信号として正常信号とは周波数の異なる信号を用いることで、異常信号を監視対象信号とした場合の上記期間 T_1 及び T_2 を正常値とは異なる値とすることができる。したがって、このような信号を用いることで、励磁信号監視部 162 が正常に機能しているか否かを適切に判別することができる。

また、初期診断用の異常信号は、励磁パルス生成機能の $1/2$ 周波数出力機能を使用して生成することができる。このように、比較的簡易に適切な異常信号を生成することができる。

[0052] (位相監視部 163 の初期診断)

次に、位相監視部 163 の初期診断方法について、詳細に説明する。

図 8 は、位相監視部 163 の構成を示す図である。ここでは、図 4 における監視ブロックに対応する部分についてのみ示している。

この位相監視部 163 では、定常診断モードでは、トルク検出信号と励磁信号との位相のズレを監視する。コイル式のトルクセンサでは特に、コイルセンサ部に異常が発生した場合、トルク検出信号が励磁信号に対して移相する場合がある。そこで、励磁信号とトルク検出信号との位相がずれ、且つト

トルク検出信号にある一定以上の振幅が発生しているとき、トルク検出信号に異常が発生していると判断する。

[0053] すなわち、図8に示すように、当該監視ブロックは、3つの比較器163a~163cと、比較器163a~163cの出力が入力されるAND回路163dとを備える。比較器163aは、入力端子163eから入力される励磁信号と閾値V3とを比較し、励磁信号が閾値V3以上となるときにHレベルとなる信号を出力する。また、比較器163bは、入力端子163eから入力される励磁信号と閾値V4とを比較し、励磁信号が閾値V4以下となるときにHレベルとなる信号を出力する。

[0054] さらに、比較器163cは、監視対象信号と閾値V3とを比較し、監視対象信号が閾値V3以下となるときにHレベルとなる信号を出力する。定常診断モードでは、監視対象信号としてトルク検出信号を比較器163cに入力する（スイッチSW4をオン）。また、初期診断正常状態では、初期診断用の正常信号が監視対象信号となり、当該正常信号として励磁信号を比較器163cに入力する（スイッチSW5をオン）。そして、初期診断異常状態では、初期診断用の異常信号が監視対象信号となり、当該異常信号として、励磁信号を、移相回路163fを介して移相させた信号を比較器163cに入力する（スイッチSW6をオン）。移相回路163fは、励磁信号の位相を90度ずらす回路であり、例えばオペアンプで構成する。

[0055] なお、閾値V3及びV4は、それぞれ励磁信号の振幅の最小値から最大値までの間で設定し、 $V3 < V4$ とする。ここでは、例えば、閾値V3を1.75V、閾値V4を2.75Vとする。

さらに、ここでは、正常信号（励磁信号）と異常信号との位相差を90度とする場合について説明するが、位相差は90度以外であってもよい。

[0056] また、AND回路163dの出力は、Hレベルとなる期間がカウントされ、これが正常値と比較される。そして、Hレベルとなる期間が正常値以上であるとき、トルク検出信号に異常が発生していることを示す“1”となる信号が図4のAND回路に相当する回路に入力される。

このような構成により、定常診断モードでは、スイッチSW4がオンし、比較器163cにトルク検出信号が入力される。このとき、トルク検出信号が励磁信号に対して移相していない正常時には、AND回路163dの出力は“0”となる。以下、この正常時の動作について詳細に説明する。

[0057] 図9(a)に示すように、比較器163aの出力(CP1出力)は、励磁信号aが閾値V3以上となる期間のみHレベルとなる。また、比較器163bの出力(CP2出力)は、励磁信号aが閾値V4以下となる期間のみHレベルとなる。さらに、比較器163cの出力(CP3出力)は、監視対象信号(トルク検出信号b)が閾値V3以下となる期間のみHレベルとなる。そのため、トルク検出信号bが励磁信号aに対して移相していない正常時には、図9(a)の最下段に示すように、3つの出力CP1~CP3がすべてHレベルとなる期間は存在しない。したがって、AND回路163dの出力は常に“0”となり、トルク検出信号bが正常であると判断される。

[0058] 一方、トルク検出信号が励磁信号に対して移相している異常発生時には、AND回路163dの出力がHレベルとなる期間が存在する。図9(b)に示すように、監視対象信号(トルク検出信号b')が励磁信号aに対して90度移相している場合、比較器163cの出力(CP3出力)は正常時とは異なるタイミングでHレベルとなる。この場合、3つの比較器163a~163cの出力CP1~CP3がすべてHレベルとなる期間が存在し、図9(b)の最下段の領域αに示すように、AND回路163dの出力がHレベルとなる期間が発生する。そして、この期間が正常値以上であると、トルク検出信号b'に異常が発生していると判断される。

このように、AND回路163dの出力を監視することで、監視対象信号が励磁信号に対して移相しているか否かを適切に判断することができる。

[0059] 上述した図5の初期診断処理が実行され、位相監視部163にフラグマスク=OFF(1)が入力されると、先ず、図8のスイッチSW5がオンし、比較器163cに初期診断用の正常信号として励磁信号が入力される。すなわち、励磁信号が監視対象信号となる。当然ながら、監視対象信号と励磁信

号とは位相が等しいため、監視ブロックが正常に機能している場合には、AND回路163dの出力は常に“0”となる。

[0060] 一方、監視ブロックが正常に機能していない場合には、監視対象信号が励磁信号に対して移相していると誤認識してしまい、AND回路163dの出力にHレベルとなる期間が存在する。

このように、はじめに初期診断正常状態での診断を行い、正常信号（励磁信号）を入力したときに正しく正常診断されるか（AND回路163dの出力が常に“0”となるか）を確認する。その際、AND回路163dの出力が常に“0”でない場合に、位相監視部163が正常に機能していないと判断する。

[0061] この正常信号入力時に、AND回路163dの出力が常に“0”であり、位相監視部163が正常に機能していると判断されると、次に、初期診断異常状態で診断する。この場合には、図8のスイッチSW6をオンし、比較器163cに初期診断用の異常信号として励磁信号を移相させた信号を入力する。このとき、監視対象信号と励磁信号とは位相が異なるため、監視ブロックが正常に機能している場合には、AND回路163dの出力にHレベルとなる期間が存在する。

[0062] 一方、監視ブロックが正常に機能していない場合には、監視対象信号と励磁信号の位相が等しいと誤認識し、AND回路163dの出力が常に“0”となる場合がある。

このように、初期診断正常状態での診断に続いて初期診断異常状態での診断を行い、異常信号を入力したときに正しく異常診断されるか（AND回路163dの出力がHレベルとなるか）を確認する。その際、AND回路163dの出力が常に“0”である場合に、位相監視部163が正常に機能していないと判断する。

[0063] そして、この異常信号入力時に、AND回路163dの出力にHレベルとなる期間が存在し、位相監視部163が正常に機能していると判断されると、再度、初期診断正常状態で診断する。すなわち、図8のスイッチSW5を

オンし、比較器 163c に再度初期診断用の正常信号として励磁信号を入力し、正しく正常診断されるか（AND回路 163d の出力が常に“0”となるか）を確認する。

[0064] 以上のように、位相監視方法として、励磁信号が閾値 V_3 以上となる期間、励磁信号が閾値 V_4 以下となる期間、監視対象信号が閾値 V_3 以下となる期間にそれぞれ出力が Hレベルとなる 3つの比較器 163a~163c を用意し、3つの比較器 163a~163c の出力が全て Hレベルとなる期間が正常値以上であるか否かを判定する方法を用いる。そして、初期診断用の異常信号としては、正常信号とは位相の異なる信号を用いる。このように、異常信号として正常信号とは位相の異なる信号を用いることで、異常信号を監視対象信号とした場合に、3つの比較器 163a~163c の出力が全て Hレベルとなる期間を発生させることができる。

[0065] このとき、正常信号と異常信号との位相差を例えば 90° とすることで、異常信号を監視対象信号とした場合に、3つの比較器 163a~163c の出力が全て Hレベルとなる期間を確実に正常値以上とすることができる。したがって、このような信号を用いることで、位相監視部 163 が正常に機能しているか否かを適切に判別することができる。また、正常信号を、移相回路を介して移相させることで異常信号を生成するので、比較的簡易に適切な異常信号を得ることができる。

[0066] (MUX/ADC監視部 165 の初期診断)

次に、MUX/ADC監視部 165 の初期診断方法について、詳細に説明する。

図 10 は、MUX/ADC監視部 165 の構成を示す図である。ここでは、図 4 における監視ブロックに対応する部分についてのみ示している。

この MUX/ADC監視部 165 では、ADC 出力値が期待値とは異なる場合に、MUX 及び ADC に異常が発生していると判断して“1”となる信号を出力する。ここでは、監視対象信号として、通常使用域 ($0 \sim V_{CC}$) における複数の電圧値 ($V_{CC} * 1/2$ 、 $V_{CC} * 1/3$ 、 $V_{CC} * 2/3$

、 $VCC * 3 / 3$ 、 $VCC * 0 / 3$) を用い、これらのADC出力値をそれぞれの期待値と比較する。

[0067] すなわち、図10に示すように、当該監視ブロックは、MUX165aと、ADC165bとを備える。MUX165aには、メインルク値及びサブルク値の他に、定常診断モードでは $VCC * 1 / 3$ 、 $VCC * 2 / 3$ 、 $VCC * 1 / 2$ 、 $VCC * 3 / 3$ 、 $VCC * 0 / 3$ が入力される。そして、MUX165aは、これらの信号をMUX選択信号にしたがって順次選択し、ADC165bに出力する。ADC165bは、MUX165aから入力された信号をAD変換し、入力信号に対応するラッチ回路165cに出力する。

[0068] ラッチ回路165cでラッチしたメインルク値及びサブルク値は、前述した通信出力回路154に出力する。一方、ラッチ回路165cでラッチした各電圧値のADC出力値は、比較回路165dに出力される。比較回路165dは、各ADC出力値と期待値とを比較し、その結果をOR回路165eに出力する。OR回路165eの出力は、各ADC出力値の少なくとも1つが“1”であるときに“1”となる。OR回路165eの出力はラッチ回路165fでラッチされ、判定タイミング生成部165gによって指定されたタイミングで図4のAND回路に相当する回路に入力される。

[0069] 初期診断正常状態では、初期診断用の正常信号として、MUX165aの各入力端子に定常診断モードと等しい電圧値($VCC * 1 / 3$ 、 $VCC * 2 / 3$ 、 $VCC * 1 / 2$ 、 $VCC * 3 / 3$ 、 $VCC * 0 / 3$)を入力し、これらを監視対象信号としてADC出力値を監視する。

一方、初期診断異常状態では、初期診断用の異常信号として、MUX165aの各入力端子から定常診断モードとは異なる電圧値を入力し、これらを監視対象信号としてADC出力値を監視する。

[0070] すなわち、MUX165aの前段には、異常発生回路として、入力信号選択指令に応じてオンオフが切替可能なスイッチSW7～SW11が設けられている。ここで、上記入力信号選択指令は、定常診断モード及び初期診断正

常状態では各スイッチの下段をオン、初期診断異常状態では各スイッチの上段をオンするような指令信号である。

このような構成により、初期診断異常状態では、MUX 165 aにVCC * 1 / 3とVCC * 2 / 3、VCC * 3 / 3とVCC * 0 / 3とが入れ替わって入力されると共に、VCC * 1 / 2の入力端子からはVCC * 2 / 3が入力されることになる。したがって、この状態でADC出力値を監視すると、比較回路165 dの出力値は異常を示す“1”となり、OR回路165 eの出力も異常を示す“1”となる。

[0071] トルク出力がゼロのとき（中立時）、トルク出力値は1 / 2 VCCと等しい。また、MUX 165 aやADC 165 bに異常が発生していても、ADC出力値は中立時と同じになる。そのため、MUX 165 aやADC 165 bに異常が発生している場合、実際にはトルク出力がなされていても、中立状態であると誤検知されてしまうおそれがある。また、初期診断において、正常信号として1 / 2 VCCのみを使用した場合、MUX 165 aやADC 165 bに異常が発生していても、正常であると誤判断されてしまう。

[0072] そこで、本実施形態では、1 / 2 VCCのみではなく、1 / 3 VCCや2 / 3 VCCなどの通常使用する領域での初期診断を実施する。これにより、MUX / ADC監視部165が正常に機能しているか否かを適切に診断することができる。そのため、実際にはトルク出力がなされているにもかかわらず、中立状態であると誤検知されてしまうのを防止することができる。

[0073] 以上のように、電源が投入された直後、ECU側が制御を開始する前に、信号処理回路140を監視する監視部そのものの初期診断を実施し、全ての監視部が正常に動作することを確認したことをECU側に通知したうえで、トルクセンサ20の機能とECU側の操舵補助制御とを開始する。これにより、監視部の信頼性を高め、監視部による誤検知を抑制することができる。したがって、信頼性の高いトルク検出装置30を用いた操舵補助制御を行うことができ、制御の安定性及び信頼性を向上させることができる。

[0074] また、監視部の初期診断方法として、正常信号と異常信号とを交互に入力

し、正常信号入力時に正常診断され、異常信号入力時に異常診断されることを確認する方法を採用するので、当該監視部が正常に動作しているかを適切に確認することができる。さらに、正常信号、異常信号の入力の後に、再度正常信号を入力して初期診断を行うので、初期診断用の信号の入力切替が正常に行われているか等、初期診断機能が正常に動作しているかをも適切に確認することができる。

(変形例)

なお、上記第1の実施形態においては、バックアップ機能のような冗長系が構成されている場合には、異常が発生した側のシステムを採用しないようにするなどの選択機能を設けることもできる。

[0075] (第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。

この第2の実施形態は、上述した第1の実施形態において、トルク検出装置30の構成が異なるものである。

図11は、トルク検出装置30の構成を示すブロック図である。トルク検出装置30は、上述したトルクセンサ20を備える。このトルクセンサ20は、2組のコイル対22A、22Bを備える。また、トルクセンサ20は、図12にそのコイル周辺図を示すように、第1ヨーク81Aと、第2ヨーク81Bと、円筒部材83と、円筒部材83の外周部にコイル対22A、22Bと対向するように設けられた複数の窓831と、トーシヨンバー84と、センサシャフト85とを含む。なお、トーシヨンバー84と、センサシャフト85と、ステアリングシャフト2の入力軸2a及び出力軸2bとは、同軸に配置される。

[0076] コイル対(第1コイル対)22Aは、同一規格の一对のコイル22Aa及び22Abが組み合わされてコイル対を構成しており、図12に示すように円筒形状の第1ヨーク81A内に配置される。同様に、コイル対(第2コイル対)22Bは、同一規格の一对のコイル22Ba及び22Bbが組み合わされてコイル対を構成しており、図12に示すように円筒形状の第2ヨーク

8 1 B内に配置される。

[0077] トルク検出装置30は、第1コイル対22A及び第2コイル対22Bにそれぞれ対応して設けられ、各コイル対の出力信号を信号処理する信号処理回路（信号処理部）59A及び59Bを備える。信号処理回路59A及び59Bは、コントローラ15内に設けられている。

また、トルク検出装置30は、励磁信号生成部60A及び60Bで生成する正弦波の元となるクロック信号を出力するクロック信号発生回路（CLK）62A及び62Bを備えている。このクロック信号発生回路62A及び62Bで発生するクロック信号が励磁信号生成部60A及び60Bに供給される。

[0078] ここで、クロック信号発生回路62A及び62Bとしては、例えばCR発振器のような安価なクロック発振器を適用する。このCR発振器では、許容周波数範囲（例えば±20%）を超える周波数変動を生じる場合がある。

このため、クロック信号発生回路62A及び62Bで発生するクロック信号の周波数変動が許容範囲内であるか否かを検出する異常検出部64A及び64Bが必要となる。

[0079] この異常検出部64A及び64Bのそれぞれは、図13に示すように、励磁信号生成部60A及び60Bから出力される正弦波信号が供給されるローパスフィルタ（監視用ローパスフィルタ）68と、このローパスフィルタ68から出力されるフィルタ出力VFの振幅変動を検出してクロック信号の周波数変動を検出するクロック周波数変動監視部69とを備えている。

[0080] ローパスフィルタ68は、抵抗R1及びコンデンサC1で構成されている。このローパスフィルタ68のカットオフ周波数 f_c は、例えば6kHz近傍の値に設定され、例えば9kHzの周波数に設定されたクロック信号に基づく正弦波信号を減衰させる。ここで、ローパスフィルタ68のカットオフ周波数 f_c を6kHz近傍の値に設定する理由は、例えば9kHzの励磁信号に対して、±20パーセントの周波数変動幅を監視する場合、1次のローパスフィルタ68のカットオフ周波数 f_c と9kHz時のピーク値との差電

圧との関係は、図14に示すようになり、9kHzの-20%である7.2kHzから9kHzまでの範囲では、特性曲線L1で示すように5895Hzで差電圧がピークとなる。一方、9kHzから9kHzの+20%である10.8kHzまでの範囲では特性曲線L2で示すように6631Hzで差電圧がピークとなる。このため、±20%の周波数変動幅を監視する場合のローパスフィルタ68のカットオフ周波数 f_c としては特性曲線L1及びL2のピークの略中間である6kHzを選択することにより、周波数変動を振幅変動に効率よく置き換えることができる。

[0081] このように、ローパスフィルタ68で高周波数の正弦波でなる励磁信号を減衰させることにより、図15(a)～(d)に示すように、ローパスフィルタ68のフィルタ出力VFは、クロック信号の周波数変動が振幅変動として現れる。すなわち、クロック信号の周波数変動が±20%以内が許容範囲であるものと設定すると、クロック信号の周波数変動が±20%以内であるときには、図15(b)に示すように、フィルタ出力VFの上側半波におけるピーク値が上限電圧設定値VH(例えば3.87V)及び下限電圧設定値VL(例えば3.55V)の範囲内に収まる。これに対して、クロック信号の周波数が基準周波数 f_b に対して20%以上低い場合($f_b - f_b \times 20\%$)には、図15(c)に示すようにフィルタ出力VFのピーク値が上限電圧設定値VHを上回る上限異常となる。逆に、クロック信号の周波数が基準周波数 f_b に対して20%以上高い場合($f_b + f_b \times 20\%$)には、図15(d)に示すようにフィルタ出力VFのピーク値が下限電圧設定値VLを下回る下限異常となる。

[0082] したがって、クロック周波数変動監視部69で、ローパスフィルタ68のフィルタ出力VFのピーク電圧が上限電圧設定値VH及び下限電圧設定値VLの正常範囲内であるか否かを判定することにより、クロック信号の周波数変動が許容範囲内であるか否かを正確に検出することができる。

このため、クロック周波数変動監視部69は、図13に示すように、ウィンドコンパレータ69aと、このウィンドコンパレータ69aの出力側に接

続されたロジック回路69bとで構成されている。

[0083] ウインドコンパレータ69aは、直流電源を分圧する分圧回路VDと、2つのコンパレータCP1及びCP2とを有する。分圧回路VDは、直流電源端子VDDと接地との間に直列に接続された3つの抵抗R1、R2及びR3を有する。抵抗R1及びR2の接続点から前述した上限電圧設定値VHが得られ、抵抗R2及びR3の接続点から前述した下限電圧設定値VLが得られる。

[0084] コンパレータCP1は、非反転入力側にローパスフィルタ68のフィルタ出力VFが入力され、反転入力側に分圧回路VDから出力される上限電圧設定値VHが入力されている。また、コンパレータCP2は、反転入力側にローパスフィルタ68のフィルタ出力VFが入力され、非反転入力側に分圧回路VDから出力される下限電圧設定値VLが入力されている。

[0085] このため、ウインドコンパレータ69aからフィルタ出力VFの上側半波のピーク値が上限電圧設定値VH及び下限電圧設定値VL間の正常電圧範囲内に入っているときには、図15(b)に示すように、コンパレータCP1の出力信号Scp1が、フィルタ出力VFが下限電圧設定値VLを超えている間ローレベルとなり、コンパレータCP2の出力信号Scp2が、上限電圧設定値VH未満であるのでハイレベルとなる。

[0086] また、フィルタ出力VFの上側半波のピーク値が上限電圧設定値VHを超えている場合には、図15(c)に示すように、コンパレータCP1の出力信号Scp1はフィルタ出力VFが上限電圧設定値VHを超えている間ハイレベルとなり、コンパレータCP2の出力信号Scp2もフィルタ出力VFが下限電圧設定値VLを超えている間ハイレベルとなる。

[0087] さらに、フィルタ出力VFの上側半波のピーク値が上限電圧設定値VHを下回っている場合には、図15(d)に示すように、コンパレータCP1の出力信号Scp1及びコンパレータCP2の出力信号Scp2がともにローレベルを維持する。

このように、クロック信号の周波数成分が正常範囲内にあるときは、コン

パレータCP1の出力信号Scp1がローレベル、コンパレータCP2の出力信号Scp2がハイレベルとなる。

[0088] そして、ロジック回路69bは、コンパレータCP1の出力信号Scp1が2つの入力側に入力されるナンドゲートNG1と、ナンドゲートNG1の出力信号及びコンパレータCP2の出力信号Scp2が2つの入力側に入力されるナンドゲートNG2とで構成されている。

したがって、ロジック回路69bでは、クロック信号の周波数成分が正常範囲内であるときにはナンドゲートNG2からローレベルの検出信号を出力し、クロック信号の周波数成分が正常範囲を下回るか上回る周波数変動が大きい異常状態となったときに、ナンドゲートNG2からハイレベルの検出信号を出力する。

[0089] 一方、第1コイル対22Aを構成するコイル22Aa、22Abの一方の端子は、それぞれ電気抵抗61Aa、61Abを介して励磁信号生成部60Aに接続される。また、第1コイル対22Aを構成するコイル22Aa、22Abの他方の端子は接地される。これにより、コイル22Aa、22Ab及び抵抗61Aa、61Abでブリッジ回路が構成される。

[0090] 同様に、第2コイル対22Bを構成するコイル22Ba、22Bbの一方の端子は、それぞれ電気抵抗61Ba、61Bbを介して励磁信号生成部60Bに接続される。また、第2コイル対22Bを構成するコイル22Ba、22Bbの他方の端子は接地される。これにより、コイル22Ba、22Bb及び抵抗61Ba、61Bbでブリッジ回路が構成される。

[0091] 第1コイル対22Aの出力信号すなわちブリッジ回路の差分信号は、信号処理回路59Aに出力される。第2コイル対22Bの出力信号すなわちブリッジ回路の差分信号は信号処理回路59Bに出力される。

信号処理回路59Aは、差動アンプ51A、整流・平滑回路52A及びノイズ除去フィルタ54Aを有する。また、信号処理回路59Bは、差動アンプ51B、整流・平滑回路52B及びノイズ除去フィルタ54Bを有する。

[0092] 差動アンプ51Aは、第1コイル対22Aを構成するコイル22Aa、2

2 A b の出力差、すなわち、コイル 2 2 A a、2 2 A b の端子電圧の差（端子電圧差）を増幅して出力する。整流・平滑回路 5 2 A は、差動アンプ 5 1 A の出力を整流、及び平滑して出力する。整流・平滑回路 5 2 A の出力は、ノイズ除去フィルタ 5 4 A を通過することでノイズが除去され、その結果がトルク演算部 5 6 A に入力される。

[0093] なお、信号処理回路 5 9 B は信号処理回路 5 9 A と同一構成を有するため、ここでは説明を省略する。

また、トルク演算部 5 6 A 及び 5 6 B は、ノイズ除去フィルタ 5 4 A 及びノイズ除去フィルタ 5 4 B の出力（例えば、平均値）に基づいて、所定の演算を行って操舵系に発生している操舵トルクを求める。電動機制御部 5 7 は、E C U 内に設けられ、トルク演算部 5 6 A 及び 5 6 B の演算結果に基づいて、運転者による操舵トルクを軽減する操舵補助トルクを発生できる駆動電流を電動モータ 1 2 に供給する。

[0094] トルク検出装置 3 0 は、第 1 コイル対 2 2 A 及び信号処理回路 5 9 A による第 1 トルク検出システムと、第 2 コイル対 2 2 B 及び信号処理回路 5 9 B による第 2 トルク検出システムとによって冗長化されている。図 1 に示す電動パワーステアリング装置では、通常は、第 1 トルク検出システム又は第 2 トルク検出システムで検出した操舵トルクに基づいて、操舵補助制御を行うべく電動モータ 1 2 を制御する。一方、第 1 トルク検出システム又は第 2 トルク検出システムに不具合が生じた場合には、不具合が生じていない方のシステムに切り替えて操舵トルクの検出を継続し、操舵補助制御を継続する。

[0095] また、操舵トルクを検出する機能の異常は操舵補助制御に大きな影響を与えるため、コントローラ 1 5 による操舵補助制御の実施中は、定常的に前述した異常検出部 6 4 A 及び 6 4 B でクロック信号の周波数変動の異常を監視する。

この異常検出部 6 4 A 及び 6 4 B では、上述したように、ローパスフィルタ 6 8 及びウインドコンパレータ 6 9 a を有するクロック周波数変動監視部 6 9 とを備えている。そして、クロック周波数変動監視部 6 9 で、クロック

信号の周波数変動をローパスフィルタ 68 のフィルタ出力 V F の振幅変動として検出する。クロック周波数が正常であるときには、クロック周波数変動監視部 69 から出力される出力信号がローレベルとなる。そして、クロック周波数が正常範囲を逸脱すると、クロック周波数変動監視部 69 から出力される出力信号がハイレベルとなる。

[0096] 一般に、クロック周波数の精度を監視するためには、監視用のクロック信号発生回路を別に設け、両者の差からクロック周波数の正しさを監視する手法が用いられる。ところが、この手法を用いた場合、クロック信号発生回路 62 A 及び 62 B のクロック周波数の精度を監視するために、精度の高いクロックを監視用のクロックとして用意しなければならず、コストが嵩むとともに、高精度のクロック信号発生回路に異常が生じた場合に、この高精度のクロック信号発生回路の異常を検出することができない。

[0097] これに対して、本実施形態では、クロック信号発生回路 62 A 及び 62 B として安価な C R 発振器を適用することができ、この場合のクロック周波数の監視をローパスフィルタ 68 とウインドコンパレータ 69 a で構成されているクロック周波数変動監視部 69 とで行うことが可能である。そのため、監視用として高価なクロック信号発生回路を別に設ける必要がなくなり、その分のコストを削減することができる。

[0098] なお、上記第 2 の実施形態においては、ローパスフィルタ 68 として抵抗 R O 及びコンデンサ C O による一次のフィルタ構成を有する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、二次以上のフィルタ次数を有するフィルタ構成とすることにより、図 15 (a) に示す減衰特性をさらに急峻な減衰特性とすることができ、周波数変動によるフィルタ出力 V F の振幅変動幅やローパスフィルタを構成する素子精度の設計値の自由度をさらに向上させることができる。

[0099] また、異常検出部 64 A 及び 64 B は、図 16 に示すように、クロック周波数変動監視部 69 が正常に動作しているか否かを診断するための初期診断機能を有する監視部診断部 71 A 及び 71 B を備える。

この初期診断は、コントローラ 15 に電源が投入された直後（又はイグニッションスイッチ 18 をオンした直後）、コントローラ 15 側が操舵補助制御を開始する前に作動する。なお、初期診断中は、初期診断中フラグを立てるなどにより、コントローラ 15 がトルクセンサ信号を使用できないようにする（操舵補助制御を実施できないようにする）。

[0100] 監視部診断部 71 A（又は 71 B）は、図 16 に示すように、クロック信号発生回路 62 A（又は 62 B）と励磁信号生成部 60 A（又は 60 B）との間にクロック周波数選択回路 72 A（又は 72 B）を有する。このクロック周波数選択回路 72 A（又は 72 B）は、並列接続されて一端がクロック信号発生回路 62 A（又は 62 B）に接続された 3 つのスイッチ SW a、SW b 及び SW c と、これらスイッチ SW a、SW b 及び SW c の他端に個別に接続された分周回路 73 a、73 b 及び 73 c とを備えている。そして、分周回路 73 a、73 b 及び 73 c から出力されるクロック信号が励磁信号生成部 60 A（又は 60 B）に入力されている。

[0101] ここで、分周回路 73 a は、通常時に使用する前述した 9 kHz の基準周波数 f_b の通常クロック信号 CP u を形成する。また、分周回路 73 b は、通常クロック信号 CP u より低い許容下限範囲（-20%）より低い周波数に設定された異常低周波数クロック信号 CP a L を形成する。さらに、分周回路 73 c は、通常クロック信号 CP u より周波数が許容上限範囲（+20%）より高い周波数に設定された異常高周波数クロック信号 CP a H を形成する。

[0102] また、監視部診断部 71 A（又は 71 B）は、クロック周波数変動監視部 69 のウインドコンパレータ 69 a のコンパレータ CP 1 及び CP 2 を含んでいる。ここで、コンパレータ CP 1 には、前述した異常低周波数クロック信号 CP a L を励磁信号生成部 60 A、60 B で正弦波に変換した後に、ローパスフィルタ 68 から出力されるフィルタ出力 VF の上側半波のピーク値（上限電圧設定値 V_H より低い）よりは低く下限電圧設定値 V_L より高い図 15（b）に示す所定の高設定電圧 V_1 が入力されている。また、コン

パレータCP2には、前述した異常高周波数クロック信号CPaHを励磁信号生成部60A、60Bで正弦波に変換した後に、ローパスフィルタ68から出力されるフィルタ出力VFの下側半波のピーク値よりは高い図15(b)に示す所定の低設定電圧V2が入力されている。

[0103] そして、コンパレータCP1の比較出力は、励磁信号の振幅の上側に基づいて診断する上側半波診断部74Uに入力され、コンパレータCP2の比較出力は、励磁信号の振幅の下側に基づいて診断する下側半波診断部74Lに入力されている。

上側半波診断部74Uは、コンパレータCP1の比較出力が入力されてそのハイレベルの期間クロック信号をカウントするカウンタ75Uを有する。このカウンタ75Uのカウント値CUが前述した異常低高周波数クロック信号CPaLを励磁信号生成部60A(又は60B)で正弦波に変換した後に、ローパスフィルタ68から出力されるフィルタ出力VFの上側半波が所定の高設定電圧V1以上となっている期間に対応するカウント値CUとなる異常クロック期間T1が入力されたコンパレータCPU1及びCPU2に入力されている。

[0104] ここで、コンパレータCPU1では、異常クロック期間T1がカウント値CUより大きいときにハイレベルの比較信号を出力する。コンパレータCPU2では、正常クロック期間T1がカウント値CUより小さいときにハイレベルの比較信号を出力する。

コンパレータCPU1及びCPU2から出力される比較信号はラッチ回路77Uに供給され、このラッチ回路77Uで、比較信号が判定タイミング生成回路78Uから供給されるタイミング信号に基づいてラッチされる。

[0105] このラッチ回路77Uでラッチされたラッチ信号は初期診断時にのみハイレベルとなるマスク信号が入力されたアンドゲート79Uに供給され、このアンドゲート79Uの出力がローレベルであるときに正常フラグFn1が異常を表す“0”にリセットされ、アンドゲート79Uの出力がハイレベルであるときに正常フラグFn1が正常を表す“1”にセットされる。

[0106] 下側半波診断部 74L は、コンパレータ CP2 の比較出力が入力されてそのハイレベルの期間クロック信号をカウントするカウンタ 75L を有する。このカウンタ 75L のカウント値 CL が前述した異常高周波数クロック信号 CPaH を励磁信号生成部 60A（又は 60B）で正弦波に変換した後に、ローパスフィルタ 68 から出力されるフィルタ出力 VF の下側半波が所定の低設定電圧 V2 以下となっている期間に対応するカウント値 CL となる異常クロック期間 T2 が入力されたコンパレータ CPL1 及び CPL2 に入力されている。

[0107] ここで、コンパレータ CPL1 では、異常クロック期間 T2 がカウント値 CL より大きいときにハイレベルの比較信号を出力する。コンパレータ CPL2 では、異常クロック期間 T2 がカウント値 CL より小さいときにハイレベルの比較信号を出力する。

コンパレータ CPL1 及び CPL2 から出力される比較信号はラッチ回路 77L に供給され、このラッチ回路 77L で、比較信号が判定タイミング生成回路 78L から供給されるタイミング信号に基づいてラッチされる。

[0108] このラッチ回路 77L でラッチされたラッチ信号は初期診断時にのみハイレベルとなるマスク信号が入力されたアンドゲート 79L に供給され、このアンドゲート 79L の出力がローレベルであるときに正常フラグ Fn2 が異常を表す“0”にリセットされ、アンドゲート 79L の出力がハイレベルであるときに正常フラグ Fn2 が正常を表す“1”にセットされる。

[0109] 通常の監視状態（定常診断モード）では、図 16 に示すように、スイッチ SWa をオンして通常クロック信号を励磁信号生成部 60A（又は 60B）に入力して、クロック信号の周波数変動を監視する。

一方、初期診断時には、切換信号によって各スイッチ SWa～SWc のオンオフを切り換えることで、監視部診断部 71A（又は 71B）に初期診断用の信号を入力する。本実施形態では、初期診断用の信号として、正常信号→異常信号→正常信号を順に入力するものとする。正常信号を入力する場合にはスイッチ SWa をオンし、異常信号を入力する場合にはスイッチ SWb

とスイッチSWcとを順にオンする。

[0110] 図17は、監視部診断部71A及び71Bが実行する初期診断処理手順を示すフローチャートである。この初期診断処理は、上述したように、電源が投入された直後、ECU15による操舵補助制御に先立って実行される。

先ずステップS11で、監視部診断部71A及び71Bは、フラグマスクを“OFF（ハイレベル）”とする。

[0111] 次にステップS12で、監視部診断部71A及び71Bは、クロック信号選択部72A及び72Bで通常クロック信号CPUを選択（図16のスイッチSWaをオン）することで初期診断正常状態とし、ステップS13に移行する。

ステップS13では、監視部診断部71A及び71Bは、初期診断正常状態が安定するまで待機してから、正常フラグFn1及びFn1が共に“1”にセットされている正常状態であるか否かを判定する。

[0112] このとき、低周波数異常（又は高周波数異常）が発生しているときには、上側半波診断部74U（又は下側半波診断部74L）でカウンタ75U（又は75L）のカウント値CU（又はCL）とコンパレータCPU1及びCPU2（又はCPL1及びCPL2）に供給された異常クロック期間T1（又はT2）とが等しくなる。このため、コンパレータCPU1及びCPU2（又はCPL1及びCPL2）の比較出力がローレベルとなる。したがって、このローレベルの比較出力が判定タイミング生成回路78U（又は78L）からのタイミング信号によって、ラッチ回路77U（又は77L）にラッチされる。この結果、アンドゲート79U（又は79L）の出力がローレベルとなって正常フラグFn1（又はFn2）が異常を表す“0”にリセットされる。

[0113] 逆に、下側半波診断部74L（又は74U）では、カウンタ75L（又は75U）のカウント値CL（又はCU）がコンパレータCPL1及びCPL2（又はCPU1及びCPU2）に供給された異常クロック期間T2（又はT1）より大きな値（又は小さな値）となる。このため、コンパレータCP

U 1（又はC P L 2）の比較出力がハイレベルとなる。したがって、このハイレベルの比較出力が判定タイミング生成回路7 8 L（又は7 8 U）からのタイミング信号によって、ラッチ回路7 7 L（又は7 7 U）にラッチされる。この結果、アンドゲート7 9 L（又は7 9 U）の出力がハイレベルとなって正常フラグF n 1（又はF n 2）が正常を表す“1”にセットされる。

[0114] このため、正常フラグF n 1（又はF n 2）が“0”にリセットされ、正常フラグF n 2（又はF n 1）が“1”にセットされるので、クロック周波数変動監視部6 9の監視機能に高周波数異常（又は低周波数異常）があると判断してステップS 1 4に移行し、所定の異常時処理（通信出力回路による異常の通知など）を行ってから初期診断処理を終了する。

[0115] 一方、上側半波診断部7 4 U及び下側半波診断部7 4 Lの正常フラグF n 1及びF n 2が共に“1”にセットされることにより、前記ステップS 1 3で異常が発生していないことが確認できた場合には、ステップS 1 5に移行し、監視部診断部7 1 A及び7 1 Bは、クロック信号選択回路7 2 A及び7 2 Bで初期診断用の異常低周波数クロック信号C P a Lを選択（図1 6のスイッチS W bをオン）することで初期診断低周波数異常状態に切り替える。

[0116] 次にステップS 1 6では、監視部診断部7 1 A及び7 1 Bは、初期診断低周波数異常状態が安定するまで待機してから、下側半波診断部7 4 Hの正常フラグF n 1を読み込み、この正常フラグF n 1が“0”にリセットされていて、異常が発生していることを確認できたか否かを判定する。このとき、正常フラグF n 1が“1”にセットされていて異常が発生していることを確認できない場合には、クロック周波数変動監視部6 9の監視機能に異常があると判断して前記ステップS 1 4に移行する。

[0117] 一方、前記ステップS 1 6で正常フラグF n 1が“0”にリセットされていて、異常が発生していることが確認できた場合には、ステップS 1 7に移行する。このステップS 1 7では、監視部診断部7 1 A及び7 1 Bは、クロック信号選択回路7 2 A及び7 2 Bで初期診断用の異常高周波数クロック信号C P a Hを選択（図1 6のスイッチS W cをオン）することで初期診断高

周波数異常状態に切り替える。

[0118] 次にステップS 1 8では、監視部診断部7 1 A及び7 1 Bは、初期診断高周波数異常状態が安定するまで待機してから、上側半波診断部7 4 Lの正常フラグF n 2を読み、この正常フラグF Q N 2が“0”にリセットされていて、異常が発生していることを確認できたか否かを判定する。このとき、正常フラグF n 2が“1”にリセットされていて異常が発生していることを確認できない場合には、クロック周波数変動監視部6 9の監視機能に異常があると判断して前記ステップS 1 4に移行する。

[0119] 一方、前記ステップS 1 8で正常フラグF n 2が“0”にセットされていて、異常が発生していることが確認できた場合には、ステップS 1 9に移行し、監視部診断部7 1 A及び7 1 Bは、クロック信号選択回路7 2 A及び7 2 Bで、通常クロック信号C P uを選択（図1 6のスイッチS W aをオン）することで初期診断正常状態に切り替える。

[0120] 次にステップS 2 0では、監視部診断部7 1 A及び7 1 Bは、初期診断正常状態が安定するまで待機してから、前記ステップS 1 3と同様に正常フラグF n 1及びF n 2が共に“1”にセットされており、異常が発生していないことを確認できたか否かを判定する。そして、正常フラグF n 1（又はF n 2）が“0”にリセットされており、異常が発生していることを確認した場合には、クロック周波数変動監視部6 9の監視機能に異常があると判断して前記ステップS 1 4に移行する。

[0121] 一方、前記ステップS 2 0で正常フラグF n 1及びF n 2が共に“1”にセットされていて、異常が発生していないことが確認できた場合には、ステップS 2 1に移行する。

ステップS 2 1では、監視部診断部7 1 A及び7 1 Bは、全ての初期診断が終了したか否かを判定し、全ての初期診断が終了していない場合には、前記ステップS 1 1に戻り、初期診断が終了している場合にはそのまま初期診断処理を終了する。

[0122] このように、クロック周波数変動監視部6 9そのものを診断する初期診断

機能を備えているため、クロック周波数変動監視部 69 の監視機能の信頼性を向上させることができる。

また、初期診断正常状態での診断に続いて初期診断異常状態での診断を行い、異常クロック信号 CP a L（又は CP a H）を入力したときに正しく異常診断されるか（アンドゲート 79 U（又は 79 L）の出力がローレベルとなるか）を確認する。その際、アンドゲート 79 U（又は 79 L）の出力がローレベルではなくハイレベルである場合に、クロック周波数変動監視部 69 が正常に機能していないと判断する。

[0123] そして、この異常クロック信号 CP a L（又は CP a H）の入力時に、アンドゲート 79 U（又は 79 L）の出力がローレベルであり、クロック周波数変動監視部 69 が正常に機能していると判断されると、再度、初期診断正常状態で診断する。すなわち、クロック周波数選択回路 72 A 及び 72 B から再度通常クロック信号 CP u を入力し、正しく正常診断されるか（アンドゲート 79 U 及び 79 L の出力がハイレベルとなるか）を確認する。このとき、初期診断用の信号の入力切替えが正常に行われておりクロック周波数変動監視部 69 が正常に機能していれば、正しく正常診断されるが、初期診断用の信号の選択が正常に行われていないと、クロック周波数変動監視部 69 が正常に機能していても正常診断されない。この場合には、通常クロック信号 CP u、異常クロック信号 CP a L 及び CP a H の後に、再度通常クロック信号 CP u を入力して初期診断することで、初期診断機能が正常に動作しているかを確認することができる。

[0124] 以上のように、クロック周波数変動監視部 69 の診断方法として、入力されるフィルタ出力 VF の上側半波の正常範囲のピーク値よりも高目の設定電圧 V1 と、入力されるフィルタ出力 VF の下側半波の異常時のピーク値よりも高い設定電圧 V2 とを用意するとともに、通常クロック信号 CP u 及び異常クロック信号 CP a L、CP a H を用意する。

[0125] そして、通常クロック信号 CP u を選択したときに、設定電圧 V1 以上となる期間が予め設定した異常クロック期間 T1 と一致せず、設定電圧 V2 以

下となる期間が予め設定した異常クロック期間 T_2 とも一致しない場合には、クロック周波数変動監視部69が正常であると判断する。また、異常低周波数クロック信号CPaLを選択したときには、設定電圧 V_1 以上となる期間が予め設定した異常クロック期間 T_1 と一致しない場合にはクロック周波数変動監視部69が正常であると判断する。また、異常高周波数クロック信号CPaHを選択したときには、設定電圧 V_2 以下となる期間が予め設定した異常クロック期間 T_2 と一致しない場合にはクロック周波数監視部65が正常であると判断する。

[0126] この診断方法を適用することにより、クロック周波数変動監視部69が正常に機能しているか否かを適切に判別することができる。また、クロック周波数変動監視部69が異常であるときに、許容範囲を正側に超える高周波数異常であるか許容範囲を負側に超える低周波数異常であるかを適切に判別することができる。

[0127] (変形例)

なお、上記第2の実施形態においては、コンパレータCPU1、CPU2に互いに等しい正常クロック周期 T_1 を入力する場合について説明したが、これに限定されるものではなく、コンパレータCPU1に入力する正常クロック周期を $T_1 + \alpha$ (α は不感帯幅を決定する所定値)とし、コンパレータCPU2に入力する正常クロック周期を $T_1 - \alpha$ として正常クロック周期に $\pm \alpha$ の不感帯を設けるようにしてもよい。同様に、コンパレータCPL1、CPL2についてもコンパレータCPL1に異常クロック周期を $T_2 + \beta$ (β は不感帯幅を決定する所定値)とし、コンパレータCPL2に入力する異常クロック周期を $T_2 - \beta$ として異常クロック周期に $\pm \beta$ の不感帯を設けるようにしてもよい。

[0128] また、上記第2の実施形態において、監視部診断部71A及び71Bで診断する場合に、異常低周波数クロック信号CPaL及び異常高周波数クロック信号CPaHの2つの異常クロック信号を適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、異常低周波数クロック信号CPaL及

び異常高周波数クロック信号CPaHの一方を省略するようにして、単に監視部診断部71A及び71Bが正常であるか異常であるかを判定するようにしてもよい。

[0129] また、コイル対を含むブリッジ回路に供給する励磁信号としては、上述したように励磁信号生成部60A及び60Bから共通の周波数の励磁信号を供給する場合に代えて、励磁信号生成部60A及び60Bから異なる周波数の励磁信号を生成してブリッジ回路に供給するようにしてもよく、この場合には、信号処理回路57A及び57Bの整流・平滑回路52A及び52Bとノイズ除去フィルタ54A及び54Bとの間に干渉防止用のローパスフィルタを介装し、コイル対での電磁干渉を除去するようにしてもよい。

[0130] また、上記第2の実施形態においては、トルクセンサ20が2組のコイル対22A及び22Bを有して二重系に構成されている場合について説明したが、これに限定されるものではなく、図3に示すように、磁気ヨーク81Aにコイル22Aa及び22Abを巻装して1組のコイル対とし、これに応じて、トルク検出回路30を、図18に示すように、ブリッジ回路の一方を省略すると共に、信号処理回路59A及び59Bの一方例えば59Bを省略して1重系に構成するようにしてもよい。

[0131] (第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

この第3の実施形態は、上述した第1の実施形態において、トルク検出装置30の構成が異なるものである。

図19は、トルク検出装置30の構成を示すブロック図である。トルク検出装置30は、第1コイル対22A及び第2コイル対22Bにそれぞれ対応して設けられ、各コイル対の出力信号を信号処理する信号処理回路59A及び59Bを備える。信号処理回路59A及び59Bは、コントローラ15内に設けられている。

[0132] 第1コイル対22Aには、励磁信号生成部60Aが接続され、励磁信号生成部60Aによって第1コイル対22Aを構成するコイル22Aa、22A

bに励磁電流が供給される。また、第2コイル対22Bには、励磁信号生成部60Bが接続され、励磁信号生成部60Bによって第2コイル対22Bを構成するコイル22Ba、22Bbに励磁電流が供給される。このように、第1コイル対22Aと第2コイル対22Bとは、それぞれ異なる励磁信号生成部から励磁電流が供給される。

[0133] 励磁信号生成部60A及び60Bは、それぞれ所定の励磁周波数の交流電流を生成する。ここでは、励磁信号生成部60Aの励磁周波数（第1の励磁周波数 f_1 ）をA [Hz]、励磁信号生成部60Bの励磁周波数（第2の励磁周波数 f_2 ）をB [Hz]とする。なお、励磁信号生成部60A及び60Bが生成する励磁信号の励磁周波数は、それぞれ異なってもよいし共通でもよい。

[0134] また、本実施形態では、励磁信号の生成に際し、クロック周波数をカウントすることでクロック信号を分周し、上記励磁周波数に変換する手法を用いる。

すなわち、トルク検出装置30は、クロック信号を出力するCLK62A、62Bと、クロック周波数をカウントするカウンタ63A、63Bと、を備える。ここで、CLK62A、62Bとしては、例えば水晶発振器などの市販のクロックを用いる。このような市販のクロックは、その周波数誤差が約2%程度と精度が高いため、センサシステムの性能安定化に大きな効果がある。

[0135] なお、この励磁信号生成部60A、60B、CLK62A、62B及びカウンタ63A、63Bで発振回路を構成している。

第1コイル対22Aを構成するコイル22Aa、22Abの一方の端子は、それぞれ電気抵抗61Aa、61Abを介して励磁信号生成部60Aに接続される。また、第1コイル対22Aを構成するコイル22Aa、22Abの他方の端子は接地される。同様に、第2コイル対22Bを構成するコイル22Ba、22Bbの一方の端子は、それぞれ電気抵抗61Ba、61Bbを介して励磁信号生成部60Bに接続される。また、第2コイル対22Bを

構成するコイル22Ba、22Bbの他方の端子は接地される。

[0136] 第1コイル対22Aの出力信号は、第1コイル対22Aを構成するコイル22Aa、22Abの端子電圧であり、第2コイル対22Bの出力信号は、第2コイル対22Bを構成するコイル22Ba、22Bbの端子電圧である。これらの出力信号は、それぞれ信号処理回路59A、59Bに出力される。

信号処理回路59Aは、差動アンプ51A、整流・平滑回路52A、ローパスフィルタ53A及びノイズ除去フィルタ54Aを有する。また、信号処理回路59Bは、差動アンプ51B、整流・平滑回路52B、ローパスフィルタ53B及びノイズ除去フィルタ54Bを有する。なお、ローパスフィルタ53A、53Bは、それぞれ整流・平滑回路52A、52Bに組み込んでよい。

[0137] 差動アンプ51Aは、第1コイル対22Aを構成するコイル22Aa、22Abの出力差、すなわち、コイル22Aa、22Abの端子電圧の差（端子電圧差）を増幅して出力する。整流・平滑回路52Aは、差動アンプ51Aの出力を整流、及び平滑して出力する。整流・平滑回路52Aの出力は、ローパスフィルタ53A及びノイズ除去フィルタ54Aを通過することでノイズが除去され、その結果がトルク演算部56に入力される。

[0138] なお、信号処理回路59Bは信号処理回路59Aと同一構成を有するため、ここでは説明を省略する。

トルク演算部56は、ノイズ除去フィルタ54A又はノイズ除去フィルタ54Bの出力（例えば、平均値）に基づいて、所定の演算を行って操舵系に発生している操舵トルクを求める。電動機制御部57は、トルク演算部56の演算結果に基づいて、運転者による操舵トルクを軽減する操舵補助トルクを発生できる駆動電流を電動モータ12に供給する。

[0139] トルク検出装置30は、第1コイル対22A及び信号処理回路59Aによる第1トルク検出システムと、第2コイル対22B及び信号処理回路59Bによる第2トルク検出システムとによって冗長化されている。図1に示す電動パワー

ステアリング装置では、通常は、第1トルク検出系統又は第2トルク検出系統で検出した操舵トルクに基づいて、操舵補助制御を行うべく電動モータ12を制御する。一方、第1トルク検出系統又は第2トルク検出系統に不具合が生じた場合には、不具合が生じていない方の系統に切り替えて操舵トルクの検出を継続し、操舵補助制御を継続する。

[0140] また、操舵トルクを検出する機能の異常は操舵補助制御に大きな影響を与えるため、コントローラ15による操舵補助制御の実施中は、定常的に当該トルク検出機能の異常を監視する。ここでは、クロック監視部65A、65Bを設け、励磁信号を生成するためのCLK62A、62Bが正常に動作しているか否かを監視する。

[0141] クロック監視部65A、65Bは、コンデンサ(C)と抵抗(R)とを用いて発振させるCR発振器66A、66Bの出力パルス(CR発振パルス)を、CLK62A、62Bが出力するクロック信号を用いて計数し、その結果をCRパルス幅記憶部(パルス幅記憶部)67A、67Bに記憶された初期値と比較することで、クロック周波数が正常であるか否かを判断する。上記初期値は、予め生産時に、初期のばらつきを含むCR発振器66A、66Bの出力パルスを、CLK62A、62Bが出力するクロック信号を用いて計数し、CRパルス幅記憶部67A、67Bに記憶しておく。

[0142] 図20は、クロック監視部65Aの構成を示すブロック図である。なお、クロック監視部65Bの構成は、クロック監視部65Aの構成と同一であるため、ここでは説明を省略する。

クロック監視部65Aは、CR発振パルスをクロックで計数するカウンタ65Aaと、カウンタ65Aaで計数したパルス計数値とCRパルス幅記憶部67Aに記憶されたCR発振器66Aのパルス計数値とを比較する比較回路65Ab、65Acと、比較回路65Ab、65Acの出力が入力されるOR回路65Adと、を備える。

[0143] このような構成により、OR回路65Adの出力信号は、カウンタ65Aaで計数したパルス計数値とCRパルス幅記憶部67Aに記憶されたCR発

振器 66 A のパルス計数値とが等しいときに、クロック周波数が正常であることを示す “0” となる。そして、カウンタ 65 A a で計数したパルス計数値と CR パルス幅記憶部 67 A に記憶された CR 発振器 66 A のパルス計数値とが異なるときに、クロック周波数が異常であることを示す “1” となる。

[0144] 一般に、クロック周波数の精度を監視するためには、監視用のクロックを別に設け、両者の差からクロック周波数の正しさを監視する手法が用いられる。ところが、この手法を用いた場合、CLK 62 A のように予め精度の高いクロックを用いたセンサシステムでは、そのクロック周波数の精度を監視するために、同様に精度の高いクロックを監視用のクロックとして用意しなければならず、コストが嵩む。

[0145] これに対して、本実施形態では、安価な CR 発振器 66 A との組合せで高精度な CLK 62 A のクロック周波数の監視が可能である。そのため、監視用として高価なクロックを別に設ける必要がなくなり、その分のコストを削減することができる。

また、市販の抵抗は、高精度品であれば誤差は 1% 程度であるが、市販のコンデンサは高精度品を用いても誤差が 5% 程度ある。そのため、これらの誤差を含むことによる CR 発振器のばらつきを勘案すると、CR 発振器の出力パルスとクロック信号との単純な比較では、約 2% 以下等の高精度な監視は行えない。

[0146] これに対して、本実施形態では、ばらつきを含む CR 発振器の出力パルスを、常時、クロックで計数し、生産時に同様の方法で予め計数しておいた値（初期値）と比較することで、クロック周波数を監視する。これにより、CR の温度特性分の変化を考慮した部分まで監視精度が上げられることになる。すなわち、監視精度は 3% 程度まで向上できる。なお、現実的には、2 倍の 6% 程度が許容できれば良いと考えられる。

[0147] また、クロック監視部 65 A は、クロック周波数の監視機能が正常に動作しているか否かを診断するための初期診断機能を有する。この初期診断は、

電源が投入された直後（又はイグニッションスイッチ18をオンした直後）、コントローラ15側が操舵補助制御を開始する前に作動する。なお、初期診断中は、初期診断中フラグを立てるなどにより、コントローラ15がトルクセンサ信号を使用できないようにする（操舵補助制御を実施できないようにする）。

[0148] クロック監視部65Aは、初期診断部として、カウンタ65Aaのクロック入力端子の前段にスイッチSW1及びSW2を備える。これらスイッチSW1及びSW2は、信号選択指令に従って何れか一方がオンされるように構成されており、通常のクロック周波数監視状態（定常診断モード）ではスイッチSW1がオン、初期診断モードではスイッチSW2がオンされるものとする。

[0149] すなわち、定常診断モードでは、カウンタ65Aaで用いるクロックとしてCLK62A、62Bが出力するクロックパルスが入力される。そして、トルク検出装置30によるトルク検出機能が作動する前（特に発振回路が作動する前）の初期診断モードでは、カウンタ65Aaで用いるクロックとして、CLK62A、62Bが出力するクロックパルスに代えて、カウンタ63Aが出力するカウンタパルスが入力される。

[0150] このように、初期診断モードでは、敢えて異常な信号を用いてCR発振器66Aのパルス計数値を求める。そして、この異常信号入力時に、OR回路65Adの出力信号が“1”となることを確認することで、クロック周波数の監視機能が正常に動作していることを確認する。

また、この初期診断モードでは、診断用の信号として、正常信号と異常信号とを交互に入力するようにしてもよい。正常信号とは、CLK62A、62Bが出力する理想的なクロックパルスである。異常信号とは、カウンタ63Aが出力するカウンタパルスである。更には、初期診断モードにおいて、正常信号、異常信号の後に、再度正常信号を入力するようにしてもよい。

[0151] この場合、正常信号の入力時にOR回路65Adの出力信号が“0”となり、異常信号の入力時にOR回路65Adの出力信号が“1”となることを

確認することで、クロック周波数の監視機能が正常に動作していることを確認する。これにより、初期診断機能が正常に動作しているかを確認することができる。また、診断用の信号が正常に入力できているかも確認することができる。

[0152] 以上のように、励磁周波数そのものの監視機能を、安価に実現・付加したことにより、より信頼性の高い冗長型トルクセンサシステムが実現できる。

なお、上記第3の実施形態においては、トルクセンサ20が2組のコイル対22A及び22Bを有する二重系のトルクセンサシステムとする場合について説明したが、図3に示すように、磁気ヨーク81Aにコイル22Aa及び22Abを巻装して1組のコイル対とする1重系のトルクセンサシステムであってもよい。

[0153] (第4の実施形態)

次に、本発明の第4の実施形態について説明する。

この第4の実施形態は、上述した第1の実施形態において、トルク検出装置30の構成が異なるものである。

図21は、トルク検出装置30の構成を示すブロック図である。

トルク検出装置30は、コイル対22の出力信号を信号処理する信号処理回路59を備える。信号処理回路59は、コントローラ15内に設けられている。ここで、コイル対22の出力信号は、コイル対22を構成するコイル22a、22bの端子電圧である。

[0154] 信号処理回路59は、差動アンプ51、整流・平滑回路52、ローパスフィルタ53、ノイズ除去フィルタ54、AD変換部(AD変換器)55、補正值記憶部(記憶部)58、トルク演算部56及び電動機制御部57を有する。なお、ローパスフィルタ53は、整流・平滑回路52に組み込んでもよい。ここで、AD変換部55及び補正值記憶部58以外は、図11の信号処理回路59A、59Bと同一構成を有するため、説明を省略し、構成の異なる部分を中心に説明する。

[0155] AD変換部55は、ノイズ除去フィルタ54から出力されたアナログ信号

をデジタル信号に変換し、その結果を後述するトルク演算部56に出力する。また、補正值記憶部58は、予めオフセット補正值及び傾き量補正值を記憶している。

ここで、オフセット補正值及び傾き量補正值は、アナログトルク信号をAD変換によりデジタル値に変換して得られるデジタルトルク波形を、所定のトルク波形に一致させるためのオフセット量及び傾き量である。

[0156] すなわち、図22(a)の実線cに示す補正前のデジタルトルク波形に対して、プラス側のオフセット量を与えると、補正後のデジタルトルク波形は図22(a)の破線c1に示すようになる。同様に、図22(a)の実線cに示す補正前のデジタルトルク波形に対して、マイナス側のオフセット量を与えると、補正後のデジタルトルク波形は図22(a)の一点鎖線c2に示すようになる。

[0157] また、図22(b)の実線bに示す補正前のデジタルトルク波形に対して、プラス側の傾き量を与えると、補正後のデジタルトルク波形は図22(b)の破線b1に示すようになる。同様に、図22(b)の実線bに示す補正前のデジタルトルク波形に対して、マイナス側の傾き量を与えると、補正後のデジタルトルク波形は図22(b)の一点鎖線b2に示すようになる。

[0158] なお、図22は、0~5V系で中点出力電圧が2.5Vの場合について示している。

本実施形態では、トルク検出装置30のトルク特性を均一に保つために、ノイズ除去フィルタ54から出力されるアナログトルク信号をAD変換部55によってデジタルトルク信号に変換し、変換後のデジタルトルク信号のゲインとオフセットとをトルク演算部56で調整する。

[0159] 図22の縦軸()内数値は、AD変換部55によって変換された場合の変換値を12bitで示したものである。

すなわち、予め生産工程等において、アナログトルク信号をAD変換器によりデジタル値に変換してデジタルトルク波形を求め、この補正前のデジタルトルク波形から、所望のトルク波形に対するオフセット量と傾き量(ゲイ

ン)とを求める。次に、これらを補正するためのオフセット量補正值及び傾き量補正值を求め、補正值記憶部58に記憶しておく。

[0160] そして、トルク演算部56では、AD変換部55の出力信号であるAD出力値を、補正值記憶部58に記憶されたオフセット量補正值及び傾き量補正值を用いて補正する。補正後のAD出力値は、トルク検出信号として電動機制御部57に出力する。

図23は、トルク演算部56の構成を示すブロック図である。

この図23に示すように、トルク演算部56は演算器(第1の補正演算部)56aを備える。演算器56aには、AD変換部55から出力されたAD出力値(AD値)と、補正值記憶部58に記憶された傾き量補正值(ゲイン設定値)及びオフセット量補正值(オフセット設定値)とが入力される。

[0161] そして、演算器56aで、補正前のAD値をゲイン設定値及びオフセット設定値で補正する補正演算を行う。具体的には、(補正前のAD値)×(ゲイン設定値)+(オフセット設定値)を補正後のAD出力値とする。このように、AD出力値のゲイン及びオフセット量を、予め記憶したゲイン設定値及びオフセット設定値で補正する補正演算ロジックを設けるので、トリマ調整することなくトルク特性を均一に保つことができる。

[0162] また、ここでは、より信頼性の高いシステムとするために、補正演算ロジックを2重で構成して逐次同じ演算を実施し、両者の演算結果を比較することで当該補正演算ロジックの異常を定常的に監視する監視機能(演算ロジック監視部)を設ける。そして、両者の演算結果が等しい(若しくは、両者の演算結果の差が所定範囲内である)場合には、補正演算ロジックが正常であると判断する。

[0163] すなわち、トルク演算部56は、演算器56aと同一演算処理を行う演算器(第2の補正演算部)56bを備える。演算器56bには、マルチプレクサ(MUX)56cの出力が補正前のAD値として入力される。MUX56cには、通常時は“1”となる選択信号(InItCalibSel)が入力されて、AD変換部55から出力されたAD出力値がそのまま補正前のAD値として入

力される。

[0164] 演算器 5 6 a の演算結果と演算器 5 6 b の演算結果とは、比較器 5 6 d で比較され、その結果がラッチ回路 5 6 e でラッチされる。比較器 5 6 d から、両者が等しい場合には“0”、異なる場合には“1”となる信号が出力される。ラッチ回路 5 6 e でラッチされた信号は、異常検知フラグ (CalibNG Flg) として所定のタイミングで出力される。

[0165] この異常検知フラグが“0”である場合には、補正演算ロジックが正常であるため、演算器 5 6 a で演算した補正後の A D 出力値を採用するものとして、これを電動機制御部 5 7 に出力する。このようにして、トルク検出機能が継続される。一方、異常検知フラグが“1”である場合には、トルク検出機能を停止するなどの異常時処理を行う。これにより、トルク演算部 5 6 から信頼性の低いトルク検出信号が出力されるのを防止することができる。

[0166] さらに、トルク演算部 5 6 は、補正演算ロジックの監視機能そのものが正常に機能しているか否かを事前に確認する初期診断機能 (初期診断部) を設ける。ここでは、演算器 5 6 a と演算器 5 6 b とで異なる信号を入力し、両者の比較結果が異なることを確認することで、補正演算ロジックの監視機能が正常に機能していると判断する。

具体的には、初期診断時には、M U X 5 6 c に“0”となる選択信号 (InI tCalibSel) が入力されて、A D 変換部 5 5 から出力された A D 出力値の反転信号が補正前の A D 値として演算部 5 6 b に入力される。一方、演算部 5 6 a には、A D 変換部 5 5 から出力された A D 出力値をそのまま入力する。

[0167] そして、このときの演算器 5 6 a の演算結果と演算器 5 6 b の演算結果とを比較器 5 6 d で比較した結果、“1”となる異常検知フラグ (CalibNG Flg) が出力されることを確認することで、補正演算ロジックの機能が正常に動作していることを確認する。この初期診断は、例えば、電源が投入された直後 (又はイグニッションスイッチ 1 8 をオンした直後)、コントローラ 1 5 側が操舵補助制御を開始する前に作動する。

[0168] なお、ここでは、初期診断に際し、演算器 5 6 b に異常信号 (演算器 5 7

aの入力信号の反転信号)を入力する場合について説明したが、演算器56bに上記異常信号と正常信号(演算器57aの入力信号)とを交互に入力するようにしてもよい。更には、正常信号、異常信号の後に、再度正常信号を入力するようにしてもよい。この場合、正常信号入力時に“0”となる異常検知フラグ(CalibNGFlg)が出力され、異常信号入力時に“1”となる異常検知フラグ(CalibNGFlg)が出力されることを確認することで、補正演算ロジックの機能が正常に動作していることを確認する。

[0169] 図21に戻って、電動機制御部57は、トルク演算部56の演算結果に基づいて、運転者による操舵トルクを軽減する操舵補助トルクを発生できる駆動電流Icを電動モータ12に供給する。

ところで、コイル式トルクセンサのトルク特性を均一に保つ手法としては、アナログ信号のゲイン調整及びオフセット調整を、トリマを用いて行う手法が一般的である。しかしながら、この場合、トリマ設置に伴い部品点数が増加すると共に、生産工程におけるトリマ調整に熟練した作業を要する。また、その温度特性は一般的に大きいため、信号処理回路の温度特性を大きく支配してしまう。

[0170] これに対して、本実施形態では、上述したように、トリマを用いることなくトルク特性を均一化することができる。そのため、トリマ廃止に伴う部品点数及びコストの削減と、信号処理回路の温度特性の向上化とを図ることができる。

また、ゲイン設定値及びオフセット設定値を予め記憶する記憶部を備えるので、簡易な演算でデジタルトルク信号のゲインとオフセット量とを調整することができる。適切なトルク特性を得ることができる。

[0171] さらに、演算ロジックを2重で構成し、両者の比較によって常時演算ロジックの異常を監視する監視機能を備える。これにより、演算ロジックに異常が発生している場合にはトルク検出機能を停止するなどの処置を行うことができる。したがって、信頼性のあるトルク検出信号のみを出力することができる。また、2つの演算ロジックに同一信号を入力し、両者の演算結果が等

しいか否かを確認するので、比較的簡易な手法で、演算ロジックが正常に機能していることを適切に確認することができる。

[0172] また、事前に上記監視機能そのものが正常に機能しているか否かを判断する初期診断機能を備える。このとき、2重で構成した演算ロジックにそれぞれ異なる信号を入力したときの両者の比較結果が異なる場合に、監視機能が正常に機能していると判断する。このように、監視機能が正常に機能していることを適切に確認することができるので、より信頼性の高いトルク検出信号とすることができる。

[0173] さらにまた、初期診断に際し、一方の演算ロジックには他方の演算ロジックに入力する信号の反転信号を入力する。したがって、比較的容易に異常信号を生成することができ、簡易な構成で初期診断を実施することができる。

なお、上記第4の実施形態においては、トルクセンサ20が1組のコイル対22を有する1重系のトルクセンサシステムとする場合について説明したが、図12に示すように、磁気ヨーク81A、81Bにそれぞれコイル22A、22Bを巻装して2組のコイル対とし、二重系のトルクセンサシステムとしてもよい。

[0174] (第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。

この第5の実施形態は、上述した実施形態において、トルク検出装置30の構成が異なると共に、ECUへ診断情報を出力する機能を設けたものである。

図24は、トルク検出装置30の構成を示すブロック図である。

コイル対22Aを構成するコイル22Aa、22Abの一方の端子は、それぞれ電気抵抗61Aa、61Abを介して発振部60Aに接続される。また、コイル22Aa、22Abの他方の端子は接地される。コイル対22Aの出力信号は、コイル22Aa、22Abの端子電圧であり、この出力信号は信号処理回路31Aに出力される。

[0175] 信号処理回路31Aは、メイン増幅・全波整流部32Aと、メイン平滑部

33Aと、メイン出力部34Aと、サブ増幅・全波整流部35Aと、サブ平滑部36Aと、サブ出力部37Aと、を備える。また、トルク検出装置30は、この他に、監視部38Aと、診断出力部39Aと、初期診断部40Aと、ノイズフィルタ41Aと、コネクタ42Aとを備える。このトルク検出装置30は、コネクタ42Aを介してコントローラ（ECU）15に接続されている。

[0176] ECU15は、コネクタ42A及びノイズフィルタ41Aを介してトルク検出装置30の各要素に電源電圧Vccを供給する。これに対して、トルク検出装置30は、コイル対22Aの出力信号を処理し、後述するメイントルク信号Tm、サブトルク信号Ts、及び診断信号SをECU15に出力する。ECU15は、入力された各種信号に基づいてトルク検出装置30の異常発生の有無を判定し、その判定結果に応じて操舵補助制御を実施する。

[0177] 以下、トルク検出装置30の具体的構成について説明する。

メイン増幅・全波整流部32Aは、コイル対22Aの出力信号（コイル22Aa、22Abの端子電圧）を入力し、これら2つの入力電圧の差分を増幅すると共に整流する。メイン平滑部33Aは、メイン増幅・全波整流部32Aの出力波形を平滑化し、メイン出力部34Aは、これをノイズフィルタ41A及びコネクタ42Aを介してメイントルク信号Tmとして、ECU15に出力する。

[0178] 同様に、サブ増幅・全波整流部35Aは、コイル対22Aの出力信号（コイル22Aa、22Abの端子電圧）を入力し、これら2つの入力電圧の差分を増幅すると共に整流する。サブ平滑部36Aは、サブ増幅・全波整流部35Aの出力波形を平滑化し、サブ出力部37Aは、これをノイズフィルタ41A及びコネクタ42Aを介してサブトルク信号Tsとして、ECU15に出力する。また、サブ増幅・全波整流部35Aの出力波形は、後述する監視部38Aにも入力される。

[0179] 監視部38Aは、例えばコイル22Aa又は22Abと電気抵抗61Aa又は61Abとの接触不良等をブリッジ回路の差分電圧の変化で検出すると

共に、ECU 15から供給される図示しない基準電圧（正弦波）に対する位相ずれに基づいて回路系の異常を検出する。即ち、監視部38Aは印加した交流信号の波形と、ブリッジ回路の差分電圧の波形との位相差を検出し、位相差が所定値を超えたときにコイル、電気抵抗若しくは回路が異常であると判定する。

[0180] また、診断出力部39Aは、監視部38Aの診断情報を示す診断信号Sを生成し、これをノイズフィルタ41A及びコネクタ42Aを介してECU 15に出力する。ここで、診断信号Sは、監視部38Aが異常を検出していない正常時には図25（a）に示すような一定周期のパルス信号であり、後述する初期診断部40Aによる監視部38Aの初期診断中である場合には、図25（b）に示すようなLレベルで一定となる信号であり、監視部38Aが異常を検出している異常検出時には図25（c）に示すようなHレベルで一定となる信号である。

[0181] 初期診断部40Aは、電源が投入された直後（又はイグニッションスイッチ18をオンした直後）、ECU 15側が操舵補助制御を開始する前に作動し、監視部38Aそのものが正常に動作しているか否かを診断する初期診断を行う。

初期診断部40Aは、初期診断を開始すると、初期診断用の信号として正常信号と異常信号とを監視部38Aに対して交互に入力し、監視部38Aが正常に動作していることを確認する。ここで、正常信号とは、当該信号を用いて異常検出を行ったとき、正常に機能している監視部38Aによる異常検出結果が「正常」となる信号であり、異常信号とは、当該信号を用いて異常検出を行ったとき、正常に機能している監視部38Aによる異常検出結果が「異常」となる信号である。

[0182] ECU 15は、メイントルク信号 T_m 及びサブトルク信号 T_s に基づいて、トルク検出装置30の異常発生の有無を判定する。

具体的には、メイントルク信号 T_m が所定値（例えば0.3V）以下か否かで断線や地絡を検出し、所定値（例えば4.7V）以上か否かで天絡を検

出する。また、サブトルク信号 T_s が所定値（例えば $0.3V$ ）以下か否かで断線や地絡を検出し、所定値（例えば $4.7V$ ）以上か否かで天絡を検出する。更に、メイントルク信号 T_m とサブトルク信号 T_s との加算値が所定値以上（例えば $5.3V$ ）以上若しくは所定値（例えば $4.7V$ ）以下か否かで、図25（a）に示すクロス特性から外れる異常を検出する。

[0183] そして、ECU15は、メイントルク信号 T_m とサブトルク信号 T_s とに基づいてトルク検出装置30が正常であると判定し、且つ診断信号 S が図25（a）に示すパルス信号であるとき、メイントルク信号 T_m を用いて通常の操舵補助制御を実施し、電動モータ12を駆動する。

一方、ECU15は、メイントルク信号 T_m とサブトルク信号 T_s とに基づいてトルク検出装置30に異常が発生していると判定し、且つ診断信号 S が図25（b）に示すLレベルの信号であるときには、初期診断部40Aによる初期診断中であると判断し、操舵補助制御を実施しないようにする。

[0184] また、ECU15は、メイントルク信号 T_m とサブトルク信号 T_s とに基づいてトルク検出装置30に異常が発生していると判定し、且つ診断信号 S が図25（c）に示すHレベルの信号であるときには、正常な過去トルク値を使用して電動モータ12を駆動してアシスト漸減を行い、安全にアシストを停止させるフェールセーフモードに移行する。

このように、トルク検出装置30は、信号処理回路31Aを、2重の処理回路（32A～34Aと35A～37A）で構成し、2つのアナログ信号（メイントルク信号 T_m 、サブトルク信号 T_s ）を出力する。

[0185] また、トルク検出装置30は、監視部38Aそのものが正常に動作しているか否かを監視する初期診断部40Aを備え、診断信号 S として、監視部38Aの異常検出結果（正常／異常）の他に、初期診断部40Aによる初期診断中を示す信号を出力する。

そして、ECU15側では、トルク検出装置30が出力した2つのトルク信号 T_m 、 T_s に加え、診断信号 S に基づいて、トルク検出装置30の異常を検出する。

[0186] 以上の構成により、電源が投入された直後、ECU15側が操舵補助制御を開始する前に、初期診断部40Aは、監視部38Aそのものの初期診断を実施する。この初期診断中は、診断出力部39Aから図25(b)に示すLレベルの診断信号SがECU15に出力されると共に、信号処理回路31Aからは、図26(b)に示すメイントルク信号T_m及びサブトルク信号T_sがECU15に出力される。

[0187] これにより、ECU15は、診断信号Sから監視部38Aの初期診断中であることを認識することができ、メイントルク信号T_mの使用を不可として操舵補助制御を実施しない状態とすることができる。

このように、トルク検出装置30は、診断信号Sとして初期診断中の情報を出力するので、ECU15はその診断信号Sから、トルクセンサシステムが正常動作前でありメイントルク信号T_mの使用が不可であることを認識することができる。

[0188] 初期診断部40Aによる初期診断の結果、監視部38Aそのものが正常であると診断されると、トルク検出装置30のトルク出力機能が作動する。このとき、監視部38Aでトルク検出装置30が正常であることを検出すると、診断出力部39Aは図25(a)に示す一定周期のパルス信号を診断信号SとしてECU15に出力する。また、信号処理回路31Aは、図26(a)に示すようにコイル対22Aの出力信号に応じたメイントルク信号T_m及びサブトルク信号T_sをECU15に出力する。

[0189] 一方、監視部38Aでトルク検出装置30に異常が発生していることを検出すると、診断出力部39Aは図25(c)に示すHレベルの診断信号SをECU15に出力する。また、信号処理回路31Aは、図26(c)に示すメイントルク信号T_m及びサブトルク信号T_sをECU15に出力する。

このとき、メイントルク信号T_mとサブトルク信号T_sとは、図26(a)に示すクロス特性から外れるため、ECU15は、メイントルク信号T_mとサブトルク信号T_sとを監視することで、トルク検出装置30の異常発生の有無を判断することができる。また、診断信号Sとして監視部38Aの異

常診断結果を示す情報を出力するので、ECU15はその診断信号Sからもトルクセンサシステムに異常が発生しているか否かを判断することができる。

[0190] このように、2種のトルク信号（メイントルク信号 T_m 及びサブトルク信号 T_s ）の出力機能に加えて、診断信号Sの出力機能を有するので、トルク検出装置30からECU15へ信頼性の高い診断情報を出力することができる。すなわち、何れか一方の出力機能が正常に作動していない場合であっても、適切に異常と判断してフェールセーフモードに移行することができる。そのため、異常が発生しているにもかかわらず、正常と判断してECU15側が通常の操舵補助制御を継続してしまうのを防止することができ、信頼性を向上させることができる。

[0191] 例えば、信号待ち等でのアイドリングストップ仕様車両における再イグニッションON時の瞬時バッテリー電圧低下が発生した場合に、トルク信号の出力機能は継続させるが、電源電圧低下に伴ってトルク信号の性能が劣化していることをECU15に伝達する必要がある場合に有効である。また、電源供給側とトルク検出装置側の電源電位が一致していない場合などの不具合発生時にも有効である。

また、診断信号Sを、監視部38Aの異常診断結果（正常／異常）と初期診断中との3種に設定し、それぞれを簡単な信号で出力することとしているため、ECU15側には大きな負荷を与えることなく、簡素かつ信頼性の高い伝達機能を構成することができる。

[0192] さらに、正常時には、診断信号Sを一定周期のパルス信号とするので、診断信号Sが断線している場合には、診断信号Sが出力していないことをもって診断信号Sの異常を検出することができる。また、仮に、正常時の診断信号SをLレベルの信号とした場合、センサがLow固定故障となった場合にはこれを検出することができないが、上記のようにパルス出力とすることでその故障も検出可能となる。

以上のように、ECU側のI/Fの負荷を最低限に抑え、且つ機能安全を

満たすことができる。

[0193] (第6の実施形態)

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。

この第6の実施形態は、前述した第5の実施形態において、監視部38Aによる異常検出時にサブトルク信号 T_s を予め設定した一定値に固定する機能を備えるようにしたものである。

図27は、第6の実施形態のトルク検出装置30の構成を示すブロック図である。

このトルク検出装置30は、図24に示す信号処理回路31Aのサブ出力部37Aと監視部38Aの構成と異なることを除いては、図24の信号処理回路31Aと同一構成を有する。したがって、ここでは、構成の異なる部分を中心に説明する。

[0194] 監視部38Aは、異常を検出したとき、異常信号AB1をサブ出力部37Aに出力する。即ち、監視部38Aは印加した交流信号の波形と、ブリッジ回路の差分電圧の波形との位相差を検出し、位相差が所定値を超えたときにコイル、電気抵抗若しくは回路が異常であると判定して異常信号AB1を出力する。

[0195] そして、サブ出力部37Aは、監視部38Aから異常信号AB1を入力すると、サブトルク信号 T_s を0Vとして出力する。また、サブ出力部37Aは、初期診断部40Aによる監視部38Aの初期診断中にも、サブトルク信号 T_s を一定値(ここでは、0V)として出力するようになっている。

このように、トルク検出装置30は、信号処理回路31Aを、2つのアナログ信号(メイントルク信号 T_m 、サブトルク信号 T_s)を出力する2重の処理回路で構成する。そして、監視部38Aにより異常を検出した場合には、サブ側のアナログ信号の出力を遮断する(サブトルク信号 $T_s = 0$ とする)。

[0196] 以上の構成により、電源が投入された直後、ECU15側が操舵補助制御を開始する前に、初期診断部40Aは、監視部38Aそのものの初期診断を

実施する。この初期診断中は、診断出力部39Aから図25(b)に示すLレベルの診断信号SがECU15に出力されると共に、サブ出力部56Aからは、図28(b)に示すようにサブトルク信号 $T_s = 0$ がECU15に出力される。

[0197] このように、トルク検出装置30は、診断信号Sとして初期診断中の情報を出力するので、ECU15はその診断信号Sから、トルクセンサシステムが正常動作前でありメイントルク信号 T_m の使用が不可であることを認識することができる。

さらに、初期診断中、サブ出力部37Aがサブトルク信号 $T_s = 0$ を出力する、所謂サブ出力の0v機能を作動するので、初期診断中であることを伝達する機能の二重化を実現することができると共に、サブ出力の0v機能の初期診断(機能正常診断)を行うことができる。すなわち、サブ出力の0v機能が正常に作動していない場合には、ECU15側でこれを認識することができる。これは、診断信号Sに異常が発生した場合も同様である。

[0198] 初期診断部40Aによる初期診断の結果、監視部38Aそのものが正常であると診断されると、トルク検出装置30のトルク出力機能が作動する。このとき、監視部38Aでトルク検出装置30が正常であることを検出すると、診断出力部39Aは図25(a)に示す一定周期のパルス信号を診断信号SとしてECU15に出力する。また、信号処理回路31Aは、図28(a)に示すようにコイル対22Aの出力信号に応じたメイントルク信号 T_m 及びサブトルク信号 T_s をECU15に出力する。

[0199] 一方、監視部38Aでトルク検出装置30に異常が発生していることを検出すると、診断出力部39Aは図25(c)に示すHレベルの診断信号SをECU15に出力する。また、信号処理回路31Aは、図28(c)に示すようにサブトルク信号 $T_s = 0$ をECU15に出力する。

したがって、ECU15は、メイントルク信号 T_m とサブトルク信号 T_s とを監視することで、トルク検出装置30の異常発生の有無を判断することができる。また、診断信号Sとして監視部38Aの異常診断結果を示す情報

を出力するので、ECU15はその診断信号Sからもトルクセンサシステムに異常が発生しているか否かを判断することができる。

[0200] このように、サブトルク信号Tsの0v機能と診断信号Sの出力機能とによって、トルク検出装置30からECU15への異常情報の伝達機能を二重化することができ、より信頼性の高い診断情報の出力が可能となる。すなわち、サブ出力の0v機能が正常に作動していない場合であっても、診断信号Sから適切に異常と判断してフェールセーフモードに移行することができる。そのため、異常が発生しているにもかかわらず、正常と判断してECU15側が通常の操舵補助制御を継続してしまうのを防止することができ、信頼性を向上させることができる。

[0201] (第7の実施形態)

次に、本発明の第7の実施形態について説明する。

この第7の実施形態は、トルク検出装置30にコイル対を2組設け、トルク検出システムを2系統としたものである。

図29は、第7の実施形態のトルク検出装置30の構成を示すブロック図である。

コイル対22Aの出力信号は、コイル22Aa、22Abの端子電圧であり、コイル対22Bの出力信号は、コイル22Ba、22Bbの端子電圧である。これらの出力信号は、それぞれ信号処理回路31A、31Bに出力される。

[0202] トルク検出装置30の第1系統は、信号処理回路31Aと、監視部38Aと、診断出力部39Aと、初期診断部40Aと、ノイズフィルタ41Aと、コネクタ42Aとを備える。信号処理回路31Aは、メイン増幅・全波整流部32Aと、メイン平滑部33Aと、メイン出力部34Aと、サブ増幅・全波整流部35Aと、サブ平滑部36Aと、サブ出力部37Aと、を備える。

[0203] また、トルク検出装置30の第2系統は、第1系統と同様に、信号処理回路31Bと、監視部38Bと、診断出力部39Bと、初期診断部40Bと、ノイズフィルタ41Bと、コネクタ42Bとを備える。信号処理回路31B

は、メイン増幅・全波整流部 3 2 B と、メイン平滑部 3 3 B と、メイン出力部 3 4 B と、サブ増幅・全波整流部 3 5 B と、サブ平滑部 3 6 B と、サブ出力部 3 7 B と、を備える。

[0204] このトルク検出装置 3 0 は、コネクタ 4 2 A、4 2 B を介してコントローラ (E C U) 1 5 に接続されている。

E C U 1 5 は、コネクタ 4 2 A、4 2 B 及びノイズフィルタ 4 1 A、4 1 B を介してトルク検出装置 3 0 の各要素に電源電圧 V_{cc} を供給する。これに対して、トルク検出装置 3 0 は、コイル対 2 2 A、2 2 B の出力信号を処理し、後述するメイントルク信号 T_{m1} 、 T_{m2} 、及び診断信号 S_1 、 S_2 を E C U 1 5 に出力する。E C U 1 5 は、入力された各種信号に基づいてトルク検出装置 3 0 の異常発生の有無を判定し、その判定結果に応じて操舵補助制御を実施する。

[0205] 以下、トルク検出装置 3 0 の具体的構成について説明する。トルク検出装置 3 0 の第 1 系統と第 2 系統とは同一構成を有するため、ここでは、第 1 系統を例に挙げて説明する。

メイン増幅・全波整流部 3 2 A は、コイル対 2 2 A の出力信号 (コイル 2 2 A a、2 2 A b の端子電圧) を入力し、これら 2 つの入力電圧の差分を増幅すると共に整流する。メイン平滑部 3 3 A は、メイン増幅・全波整流部 3 2 A の出力波形を平滑化し、メイン出力部 3 4 A は、これをノイズフィルタ 4 1 A 及びコネクタ 4 2 A を介してメイントルク信号 T_{m1} として、E C U 1 5 に出力する。

[0206] 同様に、サブ増幅・全波整流部 3 5 A は、コイル対 2 2 A の出力信号 (コイル 2 2 A a、2 2 A b の端子電圧) を入力し、これら 2 つの入力電圧の差分を増幅すると共に整流する。サブ平滑部 3 6 A は、サブ増幅・全波整流部 3 5 A の出力波形を平滑化し、サブ出力部 3 7 A は、これをノイズフィルタ 4 1 A 及びコネクタ 4 2 A を介してサブトルク信号 T_{s1} とする。ただし、サブ出力部 3 7 A は、E C U 1 5 に対してサブトルク信号 T_{s1} は出力しない。また、サブ増幅・全波整流部 3 5 A の出力波形は、後述する監視部 3 8

Aにも入力される。

[0207] 監視部38Aは、例えばコイル22Aa又は22Abと電気抵抗61Aa又は61Abとの接触不良等をブリッジ回路の差分電圧の変化で検出すると共に、ECU15から供給される図示しない基準電圧（正弦波）に対する位相ずれに基づいて回路系の異常を検出する。即ち、監視部38Aは印加した交流信号の波形と、ブリッジ回路の差分電圧の波形との位相差を検出し、位相差が所定値を超えたときにコイル、電気抵抗若しくは回路が異常であると判定する。

[0208] また、監視部38Aは、信号処理回路31Aの異常検出処理に加えて、メイン平滑部33Aから出力されるメイントルク信号Tm1と、サブ平滑部36Aから出力されるサブトルク信号Ts1とを比較することで、信号処理回路31Aの異常を監視し、異常発生時には異常信号AB1をサブ出力部37Aに出力する。

このとき、サブ出力部37Aは、監視部38Aからの後述する異常信号AB1を受けて、サブトルク信号Ts1を0に設定する。

[0209] 診断出力部39Aは、監視部38Aの診断情報を示す診断信号S1を生成し、これをノイズフィルタ41A及びコネクタ42Aを介してECU15に出力する。

初期診断部40Aは、電源が投入された直後（又はイグニッションスイッチ18をオンした直後）、ECU15側が操舵補助制御を開始する前に作動し、監視部38Aそのものが正常に動作しているか否かを診断する初期診断を行う。

[0210] 初期診断部40Aは、初期診断を開始すると、初期診断用の信号として正常信号と異常信号とを監視部38Aに対して交互に入力し、監視部38Aが正常に動作していることを確認する。このとき、正常信号、異常信号の後に、再度正常信号を入力するようによい。ここで、正常信号とは、当該信号を用いて異常検出を行ったとき、正常に機能している監視部38Aによる異常検出結果が「正常」となる信号であり、異常信号とは、当該信号を用

いて異常検出を行ったとき、正常に機能している監視部38Aによる異常検出結果が「異常」となる信号である。

[0211] すなわち、信号処理回路31AからECU15へは、メイントルク信号Tm1と診断信号S1とが出力され、信号処理回路31BからECU15へは、メイントルク信号Tm2と診断信号S2とが出力されることになる。

ここで、診断信号S1及びS2は、監視部38A、38Bが異常を検出していない正常時には図30(a)に示すような一定周期のパルス信号となり、初期診断部40A、40Bによる監視部38A、38Bの初期診断中である場合には、図30(b)に示すようなLレベルで一定となる信号となり、監視部38A、38Bが異常を検出している異常検出時には図30(c)に示すようなHレベルで一定となる信号となる。また、メイントルク信号Tm1とメイントルク信号Tm2とは、図31(a)~(c)に示すように、トルクの作用によって一方が増加すると他方が減少する特性を持つ。

[0212] ECU15は、メイントルク信号Tm1とメイントルク信号Tm2とを比較し、正常なクロス特性から外れているか否かに応じてトルク検出装置30の異常発生の有無を判定する。

そして、ECU15は、メイントルク信号Tm1及びTm2に基づいてトルク検出装置30が正常であると判定し、診断信号S1及びS2が図30(a)に示すパルス信号であるとき、信号処理回路31Aから出力されたメイントルク信号Tm1を用いて通常の操舵補助制御を実施し、電動モータ12を駆動する。

[0213] 一方、ECU15は、診断信号S1及びS2が図30(b)に示すLレベルの信号であるときには、初期診断部40A及び40Bによる初期診断中であると判断し、操舵補助制御を実施しないようにする。

また、ECU15は、メイントルク信号Tm1及びTm2に基づいてトルク検出装置30に異常が発生していると判定し、且つ診断信号S1、S2の何れか一方が図30(c)に示すHレベルの信号であるときには、異常が発生していない方のトルク検出システムが出力したメイントルク信号を用いて通常

の操舵補助制御を実施し、電動モータ 1 2 を駆動する。

なお、診断信号 S 1 及び S 2 が共に図 3 0 (c) に示す H レベルの信号であるときには、正常な過去トルク値を使用して電動モータ 1 2 を駆動してアシスト漸減を行い、安全にアシストを停止させるフェールセーフモードに移行する。

[0214] ところで、トルク検出システムを 2 系統有するトルクセンサシステムの場合、E C U 側では 2 系統分の信号処理が必要となる。特に、処理回路を二重化し、メイントルク信号とサブトルク信号の 2 種の信号を出力すると、E C U 側では合計 4 種類の信号を処理する必要があり、トルク検出システムを 1 系統のみ有する場合と比較して倍の処理量になる。また、信号出力をアナログ出力で実施する場合には、E C U 側の A D C に倍の処理を求める必要があり、処理能力によっては A D C を 2 個用意する考慮を要する場合がある。このように、E C U では信号処理のための制御回路に大きな負荷がかかり、処理能力に影響が出るうえにコストも嵩む。

[0215] これに対して、本実施形態では、2 系統の各系統から各々 1 種のアナログ信号を出力するため、E C U 1 5 の処理は 2 つの信号で済み、2 種のアナログ信号を出力するトルク検出システムを 1 系統のみ有するシステムと同等の処理量で済む。したがって、A D C の増設を必要としない。

また、各系統から 1 つのメイントルク信号を出力するので、系統間の異常は、各系統からのメイントルク信号 T m 1 , T m 2 を比較することで監視することができる。このように、信号処理を複雑化することなく、2 つの信号の比較処理によってセンサの異常を検出可能となる。

[0216] さらに、上記比較の結果、異常が発生していると判断した場合には、各系統からの診断信号 S 1 , S 2 によって異常が発生した側の系統を判別することができる。したがって、何れか一方の系統に異常が発生した場合であっても、トルクセンサの機能を系統判別によって継続することが可能となり、より安定した冗長型トルクセンサシステムを構築することが可能となる。

さらに、各々の系統からは、診断信号 S 1 , S 2 を簡単な信号で出力する

こととしているため、ECU側に大きな負荷を与えることなく、簡素な方法で異常が発生している側のシステムを検出することが可能となる。

[0217] (変形例)

なお、上記第5～第7の実施形態における診断情報を出力する機能を、上記第1～第4の実施形態のトルク検出装置30に適用することもできる。この場合、1重系のトルクセンサシステムの場合は、信号処理部からメイントルク信号とサブトルク信号を出力し、2重系のトルクセンサシステムの場合は、各信号処理部でメイントルク信号とサブトルク信号とを演算し、メイントルク信号のみを出力するようにする。

[0218] (応用例)

なお、上記各実施形態においては、コイル対を3組以上とすることもできる。

また、上記各実施形態においては、コイル式のトルクセンサを用いる場合について説明したが、2つのトルク信号を出力する例えば磁気感应式素子などを用いた構成を適用することもできる。

産業上の利用の可能性

[0219] 本発明に係るトルク検出装置の異常診断方法によれば、トルク検出装置のトルク検出機能を監視する監視回路そのものが正常に動作しているかを確認する初期診断を行うことができる。そのため、この異常診断方法を用いることで、信頼性の高いトルク検出装置を得ることができ、有用である。

また、本発明の電動パワーステアリング装置によれば、上記異常診断方法を用いてトルク検出装置の初期診断を行って、トルク検出装置が確実に正常動作することを確認したうえで操舵補助制御を開始することができる。したがって、操舵補助制御の安定性及び信頼性を向上させることができ、有用である。

符号の説明

[0220] 1…ステアリングホイール、2…ステアリングシャフト、10…操舵補助機構、11…減速ギヤ、12…電動モータ、15…コントローラ、16…車

速センサ、17…バッテリー、18…イグニッションスイッチ、20…トルクセンサ、22A…第1コイル対、22Aa, 22Ab, 22Ba, 22Bb…コイル、22B…第2コイル対、30…トルク検出装置、32A, 32B…メイン増幅・全波整流部、33A, 33B…メイン平滑部、34A, 34B…メイン出力部、35A, 35B…サブ増幅・全波整流部、36A, 36B…サブ平滑部、37A, 37B…サブ出力部、38A, 38B…監視部、39A, 39B…診断出力部、40A, 40B…初期診断部、41A, 41B…ノイズフィルタ、42A, 42B…コネクタ、51A, 51B…差動アンプ、52A, 52B…整流・平滑回路、53A, 53B…ローパスフィルタ、54A, 54B…ノイズ除去フィルタ、55…AD変換部、56…トルク演算部、56a…演算器（第1の補正演算部）、56b…演算器（第2の補正演算部）、56c…MUX、56d…比較器、56e…ラッチ回路、57…電動機制御部、58…補正值補正部、59A, 59B…信号処理回路、60A, 60B…励磁信号生成部、61Aa, 61Ab, 61Ba, 61Bb…電気抵抗、62A, 62B…CLK、63A, 63B…カウンタ、64A, 64B…異常検出部、65A, 65B…クロック監視部、65Aa…カウンタ、65Ab, 65Ac…比較回路、65Ad…OR回路、66A, 66B…CR発振器、67A, 67B…CRパルス幅記憶部、68…ローパスフィルタ、69…クロック周波数変動監視部、69a…分圧回路、69b…ウインドコンパレータ、69c…ロジック回路、71A, 71B…監視部診断部、72A, 72B…クロック信号選択回路、SWa~SWc…スイッチ、73a~73c…分周回路、75U, 75L…カウンタ、76U, 76L…オアゲート、77U, 77L…ラッチ回路、78U, 78L…判定タイミング生成回路、79U, 79L…アンドゲート、140…信号処理回路、160…診断装置、161…励磁パルス監視部、162…励磁信号監視部、162a…入力端子、162b, 162c…比較器、162d, 162e…カウンタ回路、162f, 162g…比較回路、162h…OR回路、162i…ラッチ回路、162j…判定タイミング生成部、162k…AND回路

、 163…位相監視部、163 a～163 c…比較器、163 d…AND回路、163 e…入力端子、163 f…移相回路、164…差動振幅監視部、165…MUX／ADC監視部、165 a…MUX、165 b…ADC、165 c…ラッチ回路、165 d…比較回路、165 e…OR回路、165 f…ラッチ回路、165 g…判定タイミング生成部、166…トルク信号監視部、167…通信監視部

請求の範囲

- [請求項1] トルクが入力されることでねじれが発生するトーションバーで連結された第1回転軸と第2回転軸との相対的な変位を、インピーダンスの変化に反映させて検出する少なくとも1組のコイル対と、前記コイル対に対して励磁信号を供給したときの当該コイル対の出力信号を信号処理してトルク検出信号を出力するトルク検出機能を有する信号処理部と、前記トルク検出機能の異常を定常的に監視する監視部とを備えるトルク検出装置の前記トルク検出機能が作動する前に、前記監視部に対して診断用の信号を入力し、前記監視部が正常に動作していることを確認することを特徴とするトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項2] 前記監視部に対し、前記診断用の信号として正常信号と異常信号とを交互に入力し、
前記正常信号の入力時に、前記監視部が入力信号に対して正常診断し、前記異常信号の入力時に、前記監視部が入力信号に対して異常診断したとき、前記監視部が正常に動作していると判断することを特徴とする請求項1に記載のトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項3] 前記監視部に対し、前記診断用の信号を、前記正常信号、前記異常信号、前記正常信号の順に入力することを特徴とする請求項2に記載のトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項4] 前記監視部は、前記励磁信号の波形を監視する励磁信号監視部であり、
前記励磁信号監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、監視対象である前記励磁信号に代えて、前記診断用の信号として、前記励磁信号の理想波形を有する正常信号と、当該正常信号とは周波数の異なる異常信号とを入力することを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項5] 前記励磁信号監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記異常信号として、前記正常信号に対して周波数が $1/2$ となる信号

を入力することを特徴とする請求項4に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

[請求項6] 前記監視部は、前記トルク検出信号が前記励磁信号に対して移相しているか否かを監視する位相監視部であり、

前記位相監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、監視対象である前記トルク検出信号に代えて、前記診断用の信号として、前記励磁信号と、移相回路を介して前記励磁信号を移相させた信号とを入力することを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

[請求項7] 前記信号処理部は、前記トルク検出信号をA/D変換して出力するように構成されており、

前記監視部は、監視対象の電圧値をA/D変換した後の出力値を監視するA/D監視部であり、

前記A/D監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記監視対象の電圧値に代えて、前記診断用の信号として、前記トルク検出信号の電圧値の通常使用域において、当該通常使用域の中央電圧値を含む複数の正常電圧値と、前記正常電圧値とは異なる複数の異常電圧値とを入力することを特徴とする請求項1～6の何れか1項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

[請求項8] 前記信号処理部は、クロック信号を分周して前記励磁信号の励磁周波数のパルスを生成するカウンタを有し、

前記監視部は、C/R発振器と、予め前記C/R発振器の出力パルスの幅を前記クロック信号で計数し、記憶しておくパルス幅記憶部とを備え、前記C/R発振器の出力パルスの幅を前記クロック信号で計数し、その計数値を前記パルス幅記憶部に記憶された出力パルスの幅と比較することで、前記クロック信号の異常を監視するクロック監視部であり、

前記クロック監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、監

視対象である前記クロック信号に代えて、前記診断用の信号として、前記カウンタが生成した前記励磁周波数のパルスを入力することを特徴とする請求項 1～7 の何れか 1 項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

[請求項9] 前記信号処理部は、前記コイル対に対して供給する正弦波の前記励磁信号を、クロックパルスに基づいて生成する発振部を備えており、

前記監視部は、前記発振部から出力される励磁信号を入力する監視用ローパスフィルタを備え、該監視用ローパスフィルタのフィルタ出力の振幅変動を前記クロックパルスの周波数変動として検出するクロック周波数変動監視部であり、

前記クロック周波数変動監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記診断用の信号として、通常クロック信号と、当該通常クロック信号とは異なる励磁周波数の異常クロック信号とを入力することを特徴とする請求項 1～8 の何れか 1 項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

[請求項10] 前記クロック周波数変動監視部は、前記監視用ローパスフィルタのフィルタ出力の上側半波及び下側半波の少なくとも一方のピーク値が、正常振幅範囲内にあるか否かを検出する構成を有しており、

前記クロック周波数変動監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記異常クロック信号として、前記通常クロック信号の許容上限周波数より高い周波数の異常高周波数クロック信号と、前記通常クロック信号の許容下限周波数より低い周波数の異常低周波数クロック信号との 2 種類を入力することを特徴とする請求項 9 に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

[請求項11] 前記信号処理部は、

前記トルクに対応するアナログ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器と、

前記 A/D 変換器で変換されたデジタル信号のゲイン及びオフセット

量を補正するためのゲイン補正値及びオフセット量補正値を予め記憶する記憶部と、

前記AD変換器で変換されたデジタル信号を、前記記憶部に記憶されたゲイン補正値及びオフセット量補正値で補正し、前記トルク検出信号として出力する第1の補正演算部と、

前記第1の補正演算部と同一の補正演算処理を行う第2の補正演算部を備え、

前記監視部は、前記第1の補正演算部と前記第2の補正演算部とに同一信号を入力し、両者の演算結果を比較して、前記第1の補正演算部の演算ロジックが正常に機能しているか否かを監視する演算ロジック監視部であり、

前記演算ロジック監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記診断用の信号として、前記第2の補正演算部に前記第1の補正演算部とは異なる信号を入力し、そのときの両者の演算結果が異なることを確認することで、前記演算ロジック監視部が正常に機能していることを確認することを特徴とする請求項1～10の何れか1項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

[請求項12] 前記演算ロジック監視部が正常に動作しているか否かの判断に際し、前記第2の補正演算部に入力する前記第1の補正演算部とは異なる信号として、前記第1の補正演算部の入力信号の反転信号を用いることを特徴とする請求項11に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

[請求項13] 前記信号処理部は、1組の前記コイル対に対応して設けられ、前記コイル対の出力信号に基づいてメイントルク信号及びサブトルク信号を出力するように構成されており、

前記監視部による異常診断結果を含む診断情報、前記メイントルク信号及び前記サブトルク信号に基づいて、前記トルク検出装置の異常を検出することを特徴とする請求項1～12の何れか1項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。

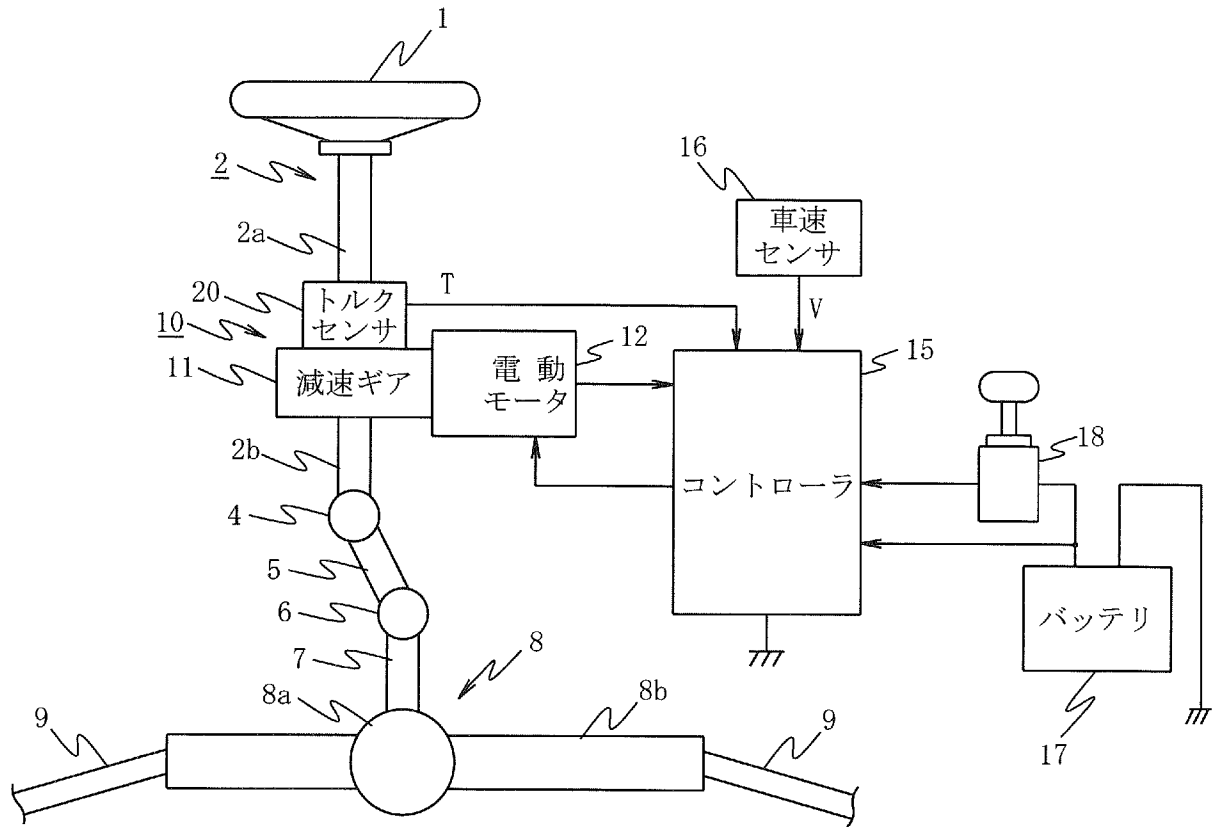
- [請求項14] 前記監視部で異常を検出したときの前記サブトルク信号は、予め設定された一定値であることを特徴とする請求項13に記載のトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項15] 前記信号処理部は、2組の前記コイル対に対応して設けられ、それぞれ前記コイル対の出力信号に基づいてメイントルク信号を出力するように構成されており、
前記監視部による異常診断結果を含む診断情報、及び前記各メイントルク信号に基づいて、前記トルク検出装置の異常を検出することを特徴とする請求項1～12の何れか1項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項16] 前記信号処理部は、前記コイル対の出力信号に基づいて前記メイントルク信号及びサブトルク信号を演算し、前記メイントルク信号のみを出力するように構成されており、
前記監視部による異常診断結果は、前記監視部が、前記メイントルク信号と前記サブトルク信号との比較によって、前記信号処理部の異常を監視した結果であることを特徴とする請求項15に記載のトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項17] 前記診断情報は、前記監視部による異常診断結果が正常であること、前記監視部による異常診断結果が異常であること、及び前記初期診断部による初期診断中であることの少なくとも3種の情報であることを特徴とする請求項13～16の何れか1項に記載のトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項18] 前記診断情報は、前記監視部による異常診断結果が正常である場合には一定周期のパルス信号、前記監視部による異常診断結果が異常である場合にはHレベルの信号、前記初期診断部による初期診断中である場合にはLレベルの信号であることを特徴とする請求項17に記載のトルク検出装置の異常診断方法。
- [請求項19] ステアリング機構に入力される操舵トルクを検出するトルク検出装

置と、

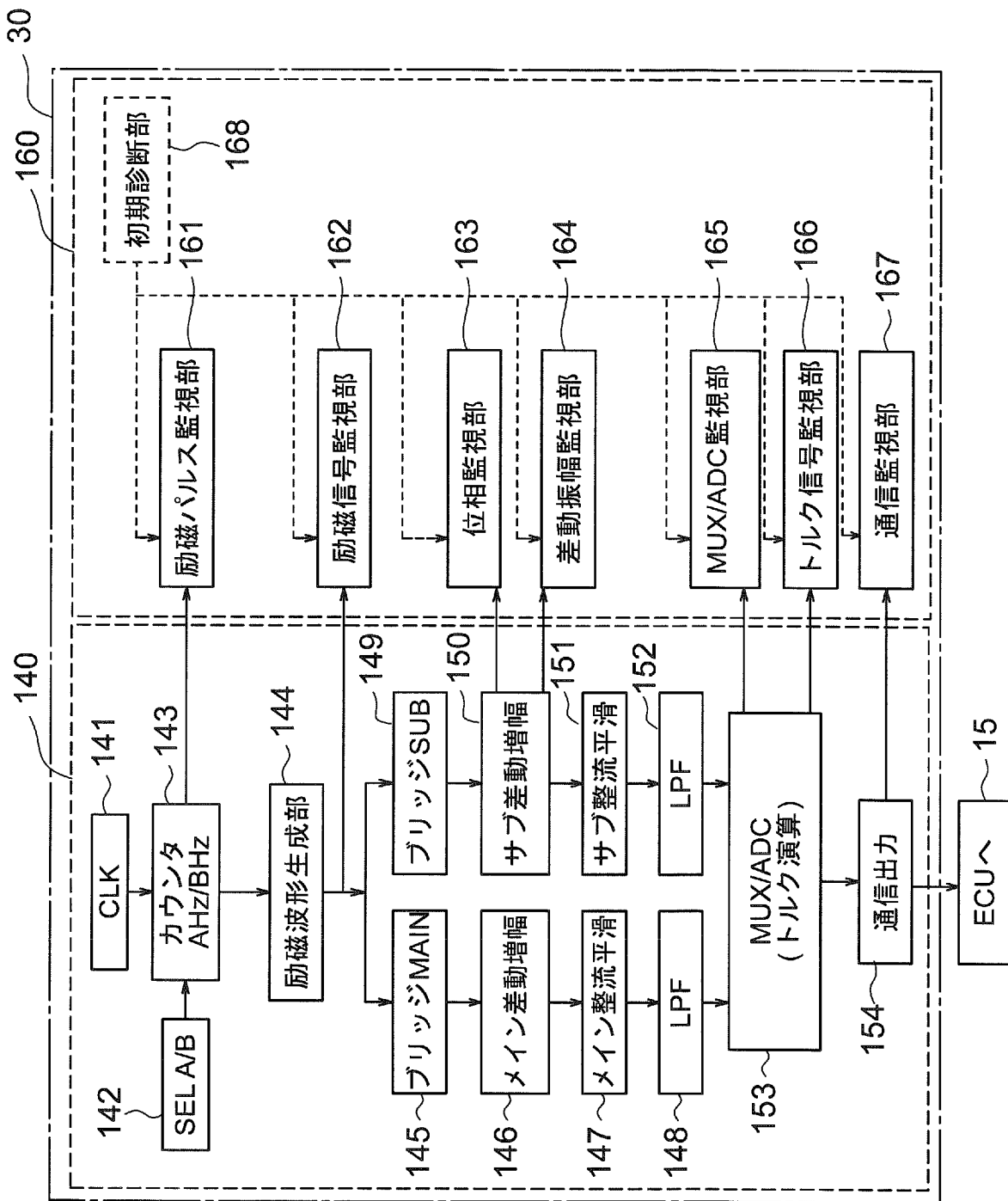
少なくとも前記トルク検出装置で検出した操舵トルクに基づいて、操舵系に運転者の操舵負担を軽減する操舵補助力を付与すべく、電動モータを駆動制御するモータ制御部と、

前記モータ制御部による前記電動モータの駆動制御に先立って、前記請求項 1 ～ 13 の何れか 1 項に記載の異常診断方法によって前記トルク検出装置を診断する初期診断部と、を備えることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

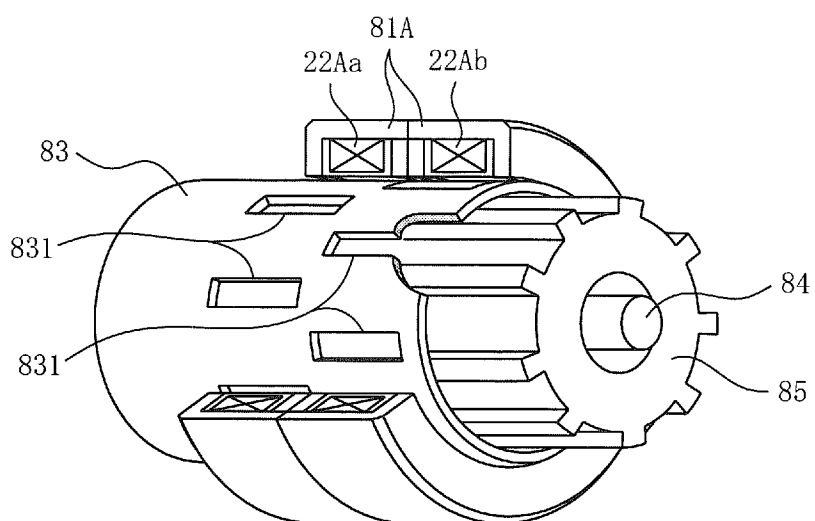
[図1]



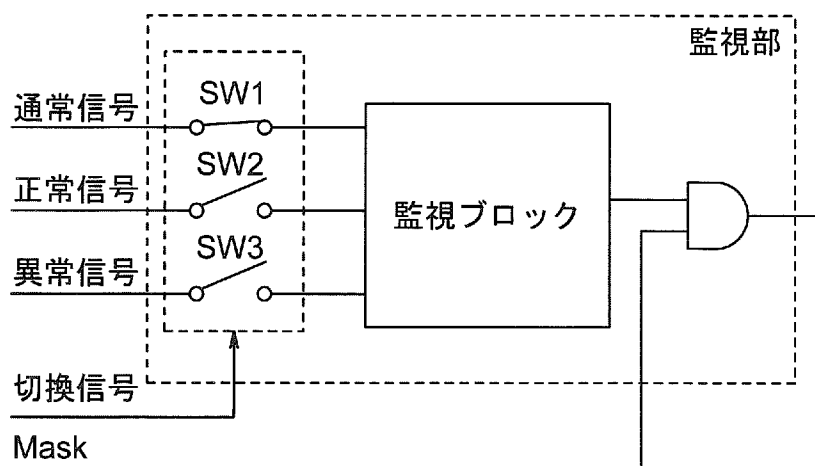
[図2]



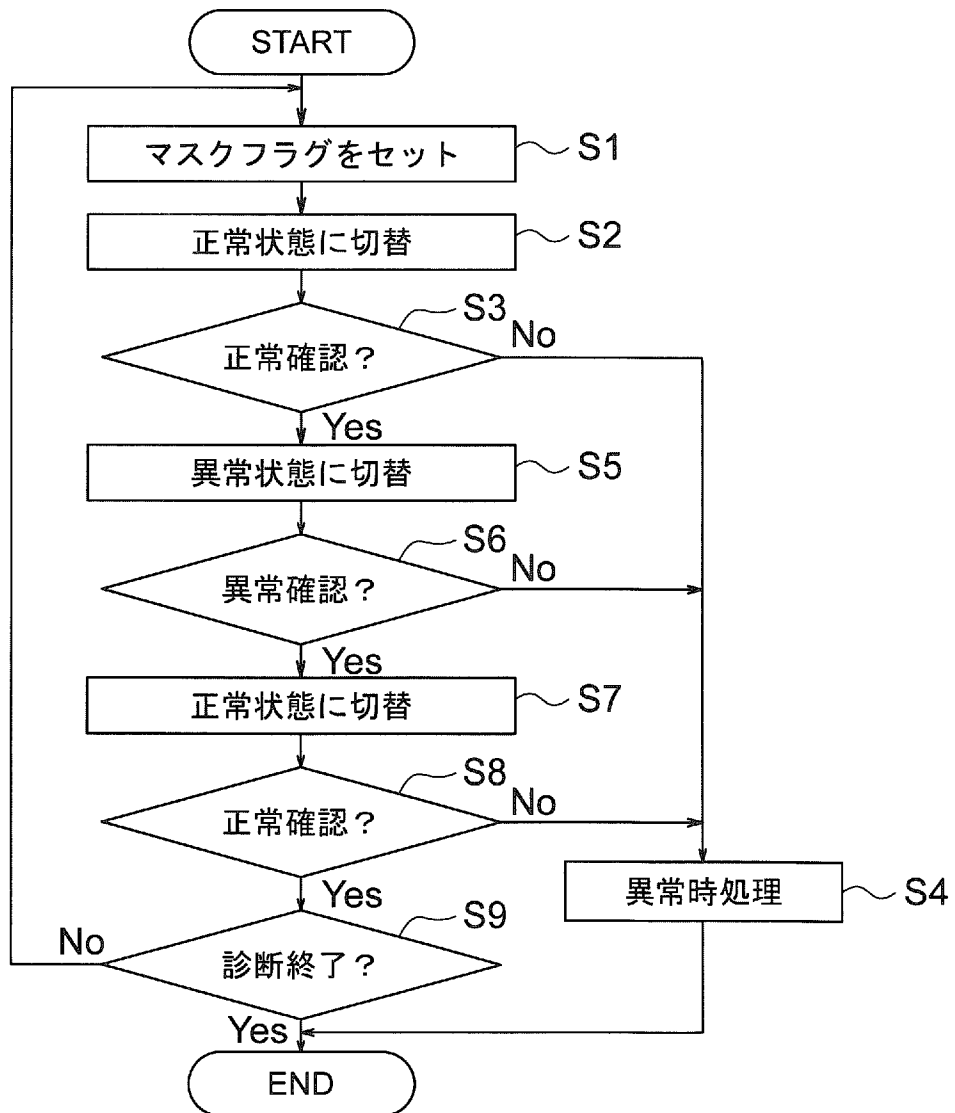
[図3]



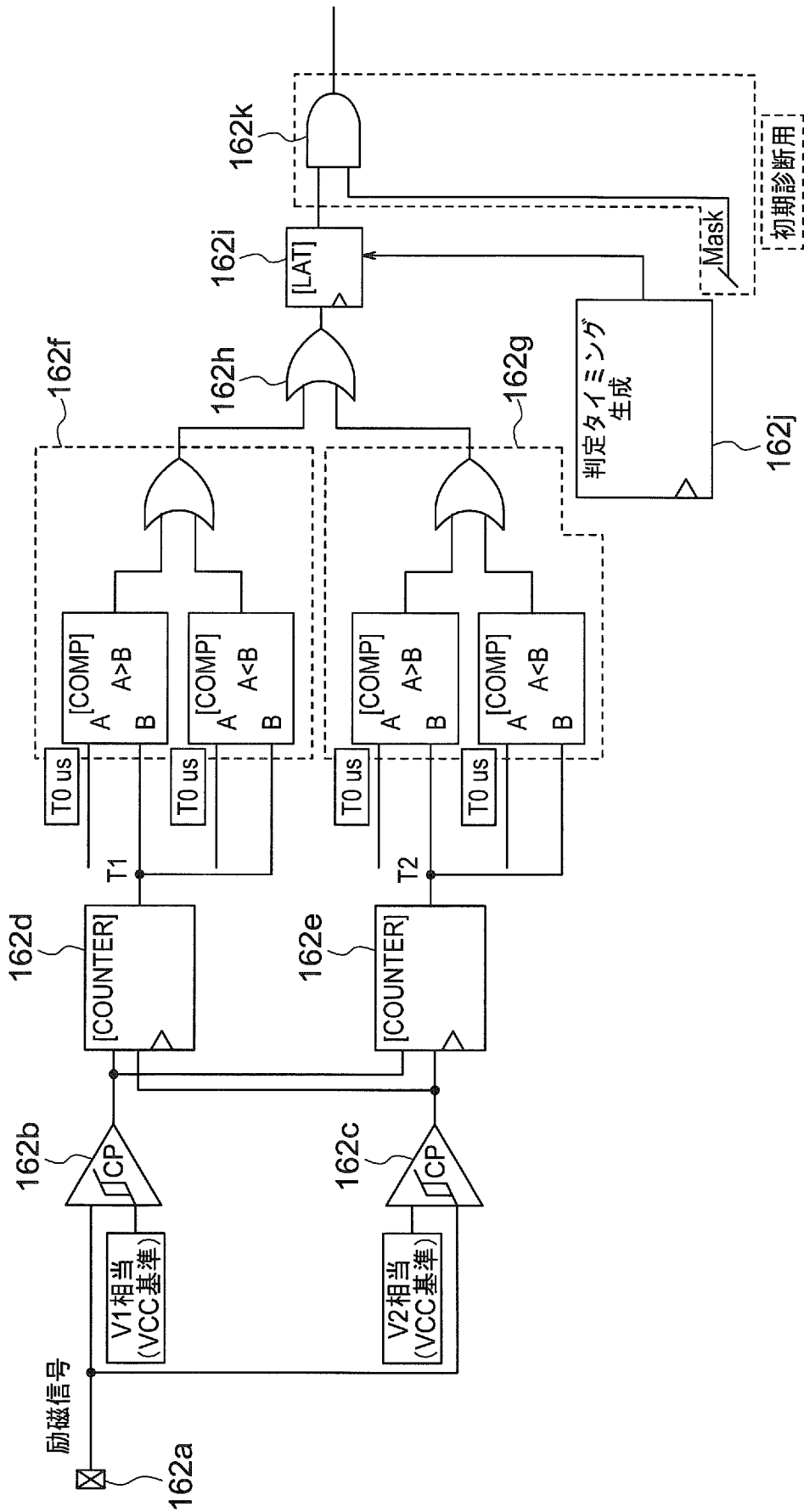
[図4]



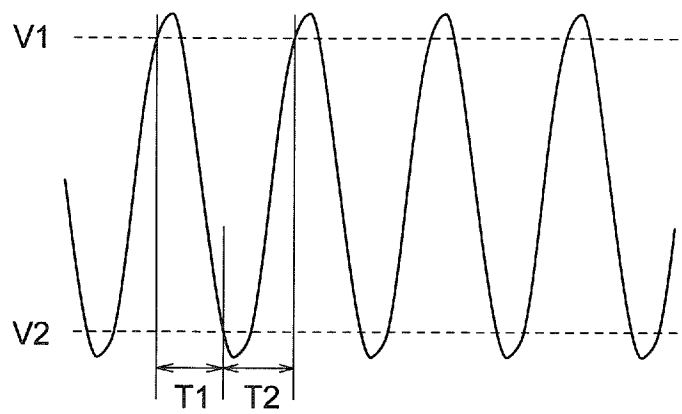
[図5]



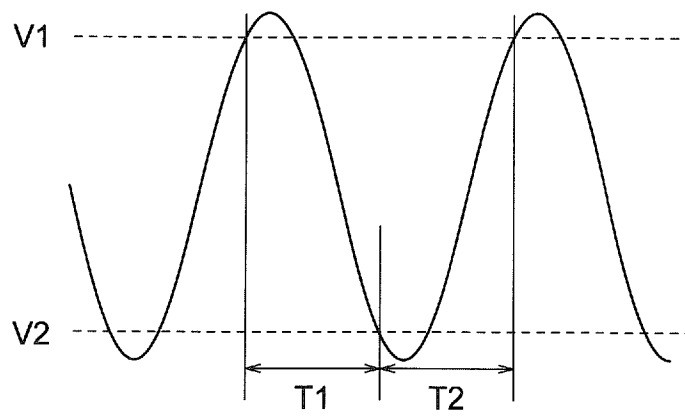
[図6]



[図7]

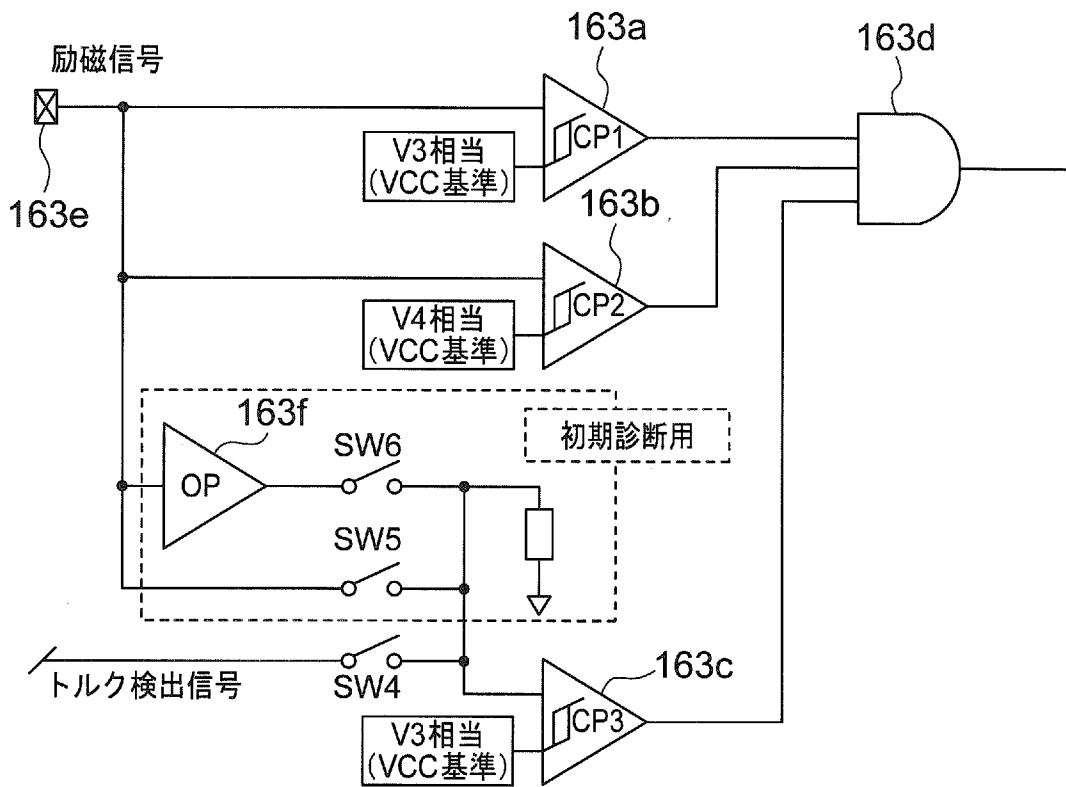


(a) 正常信号

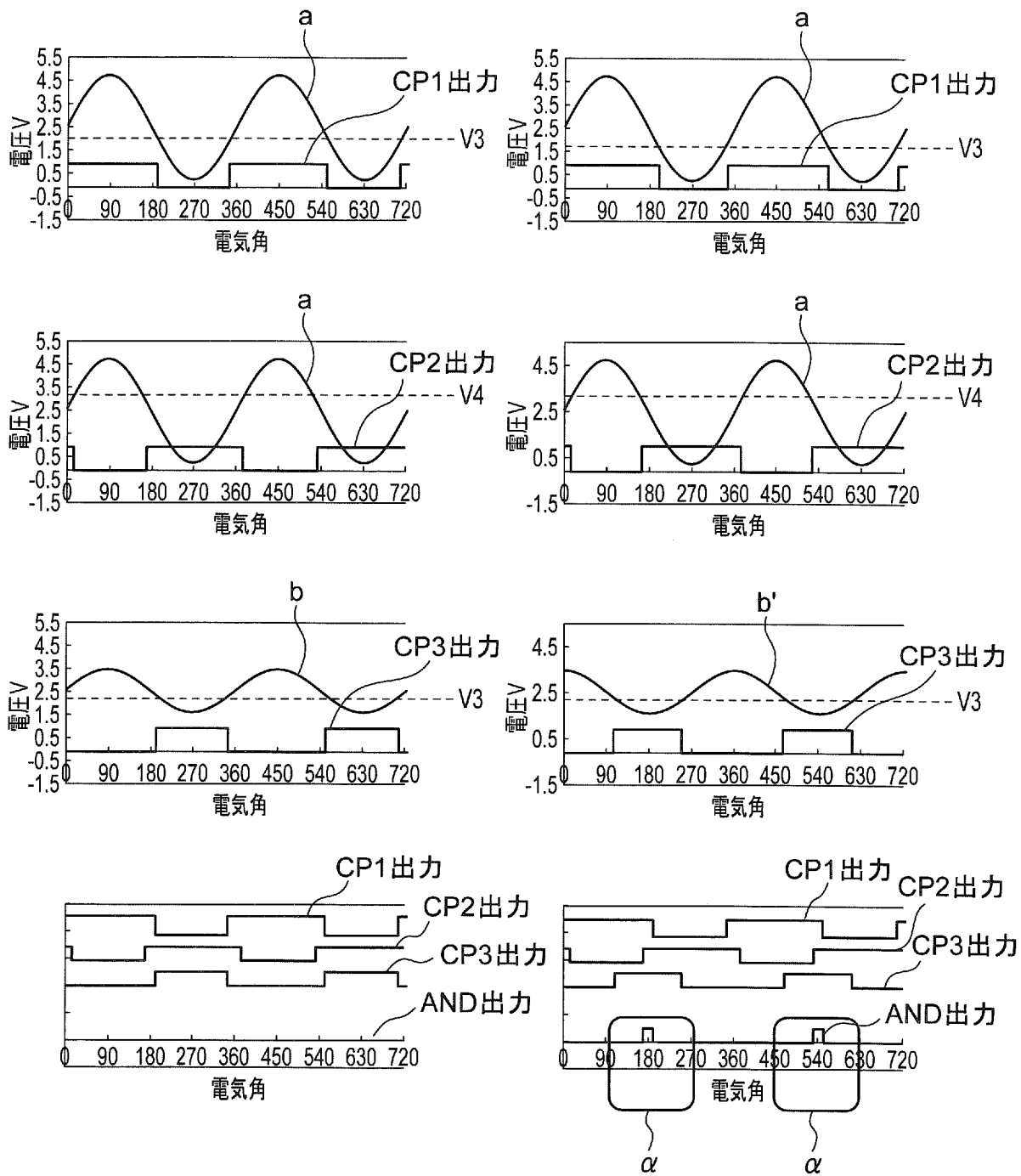


(b) 異常信号

[図8]



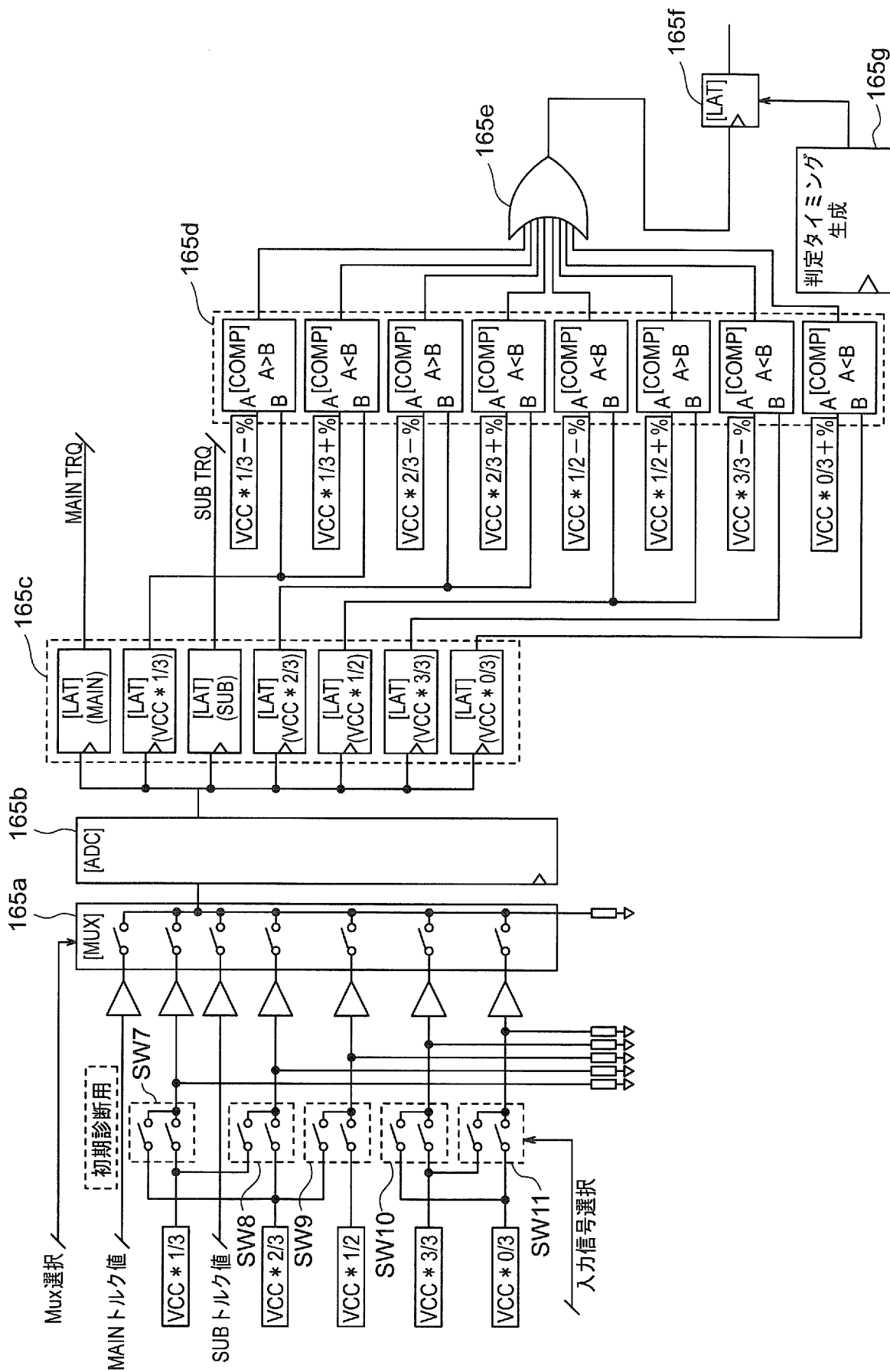
[図9]



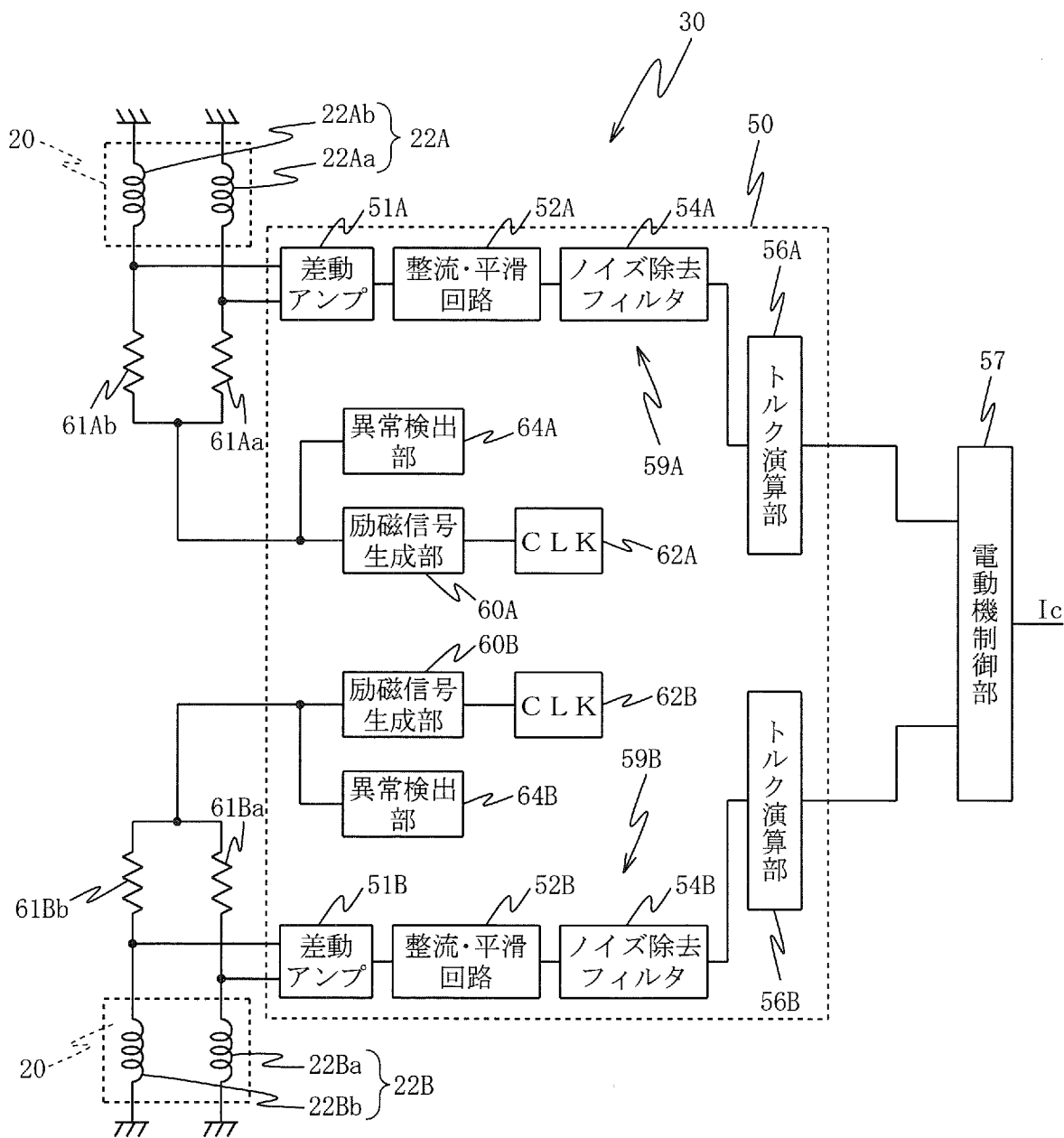
(a) 正常時(位相差0度)

(b) 異常発生時(位相差90度)

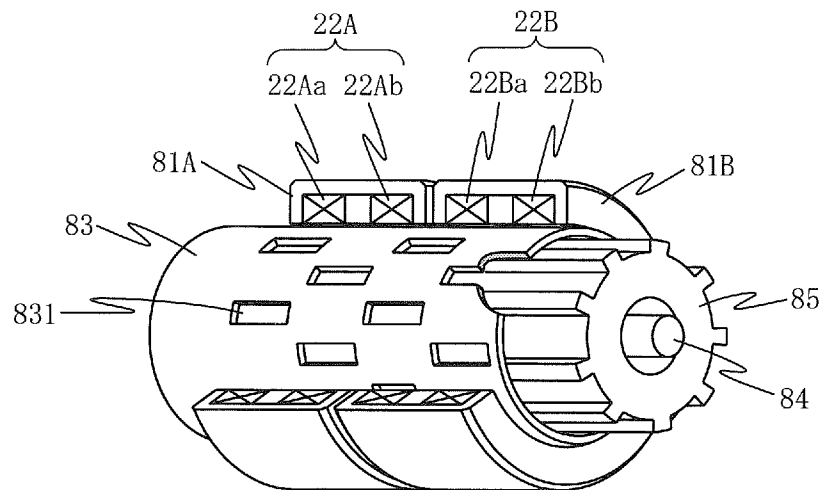
[図10]



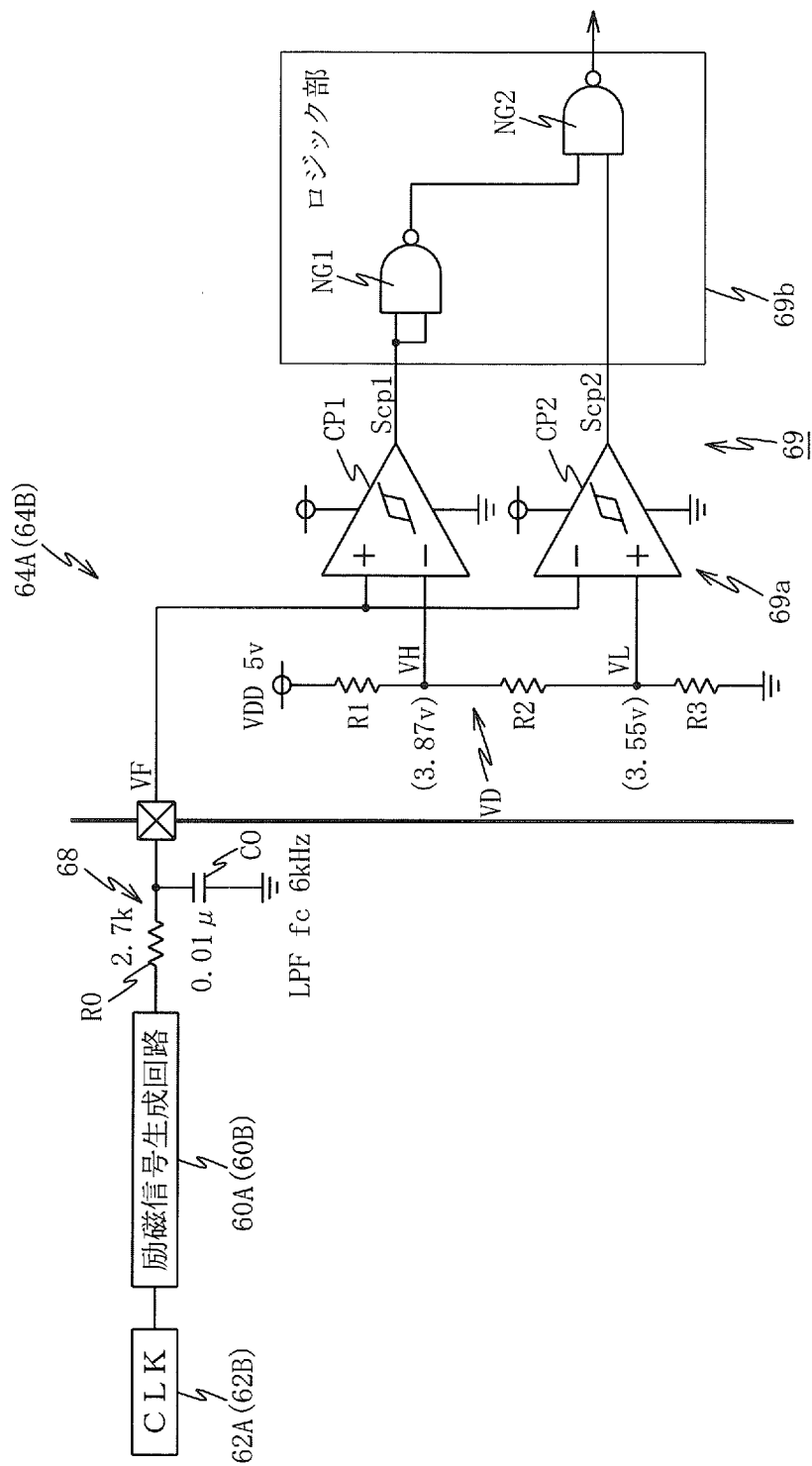
[図11]



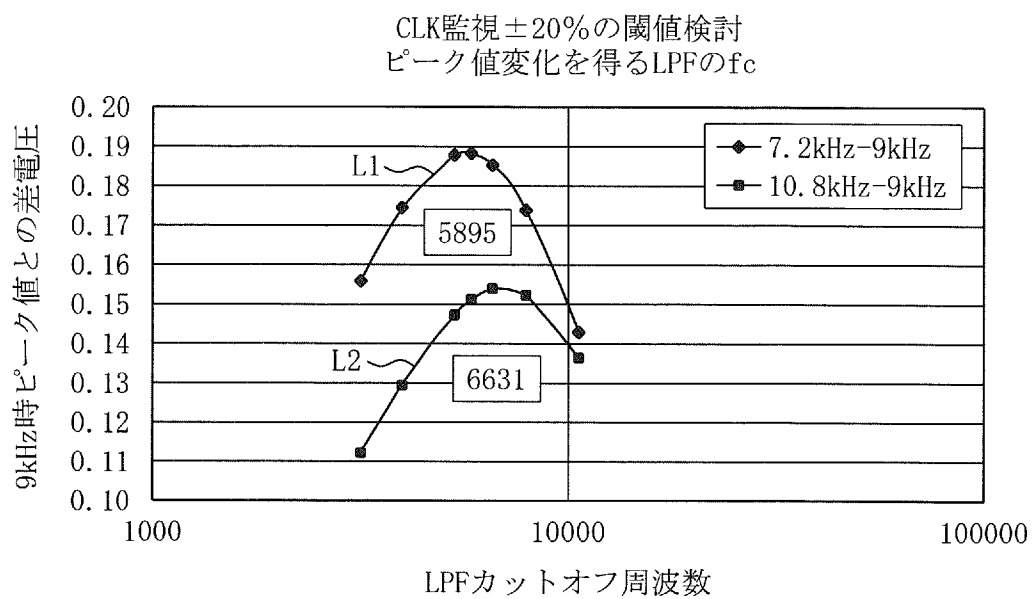
[図12]



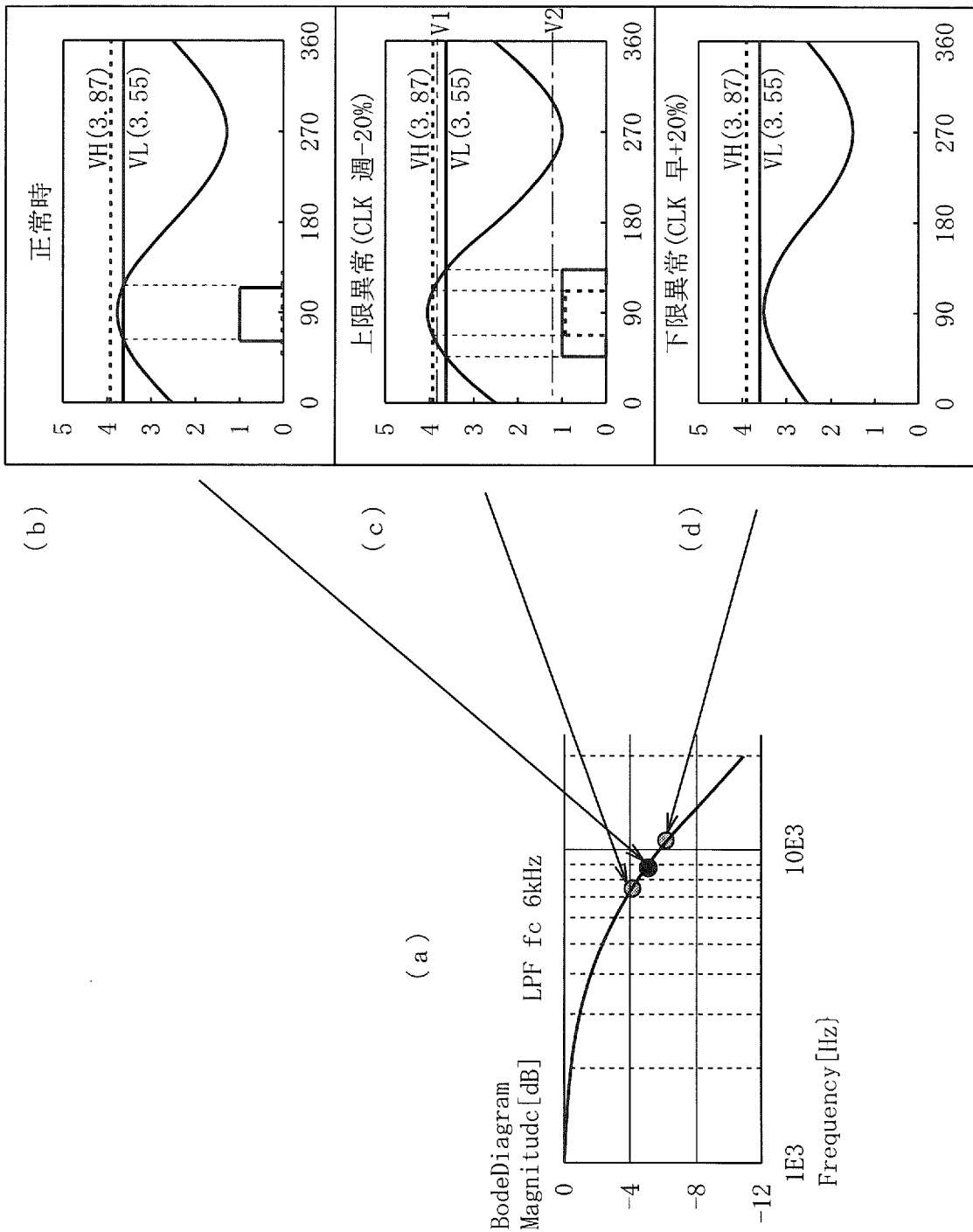
[図13]



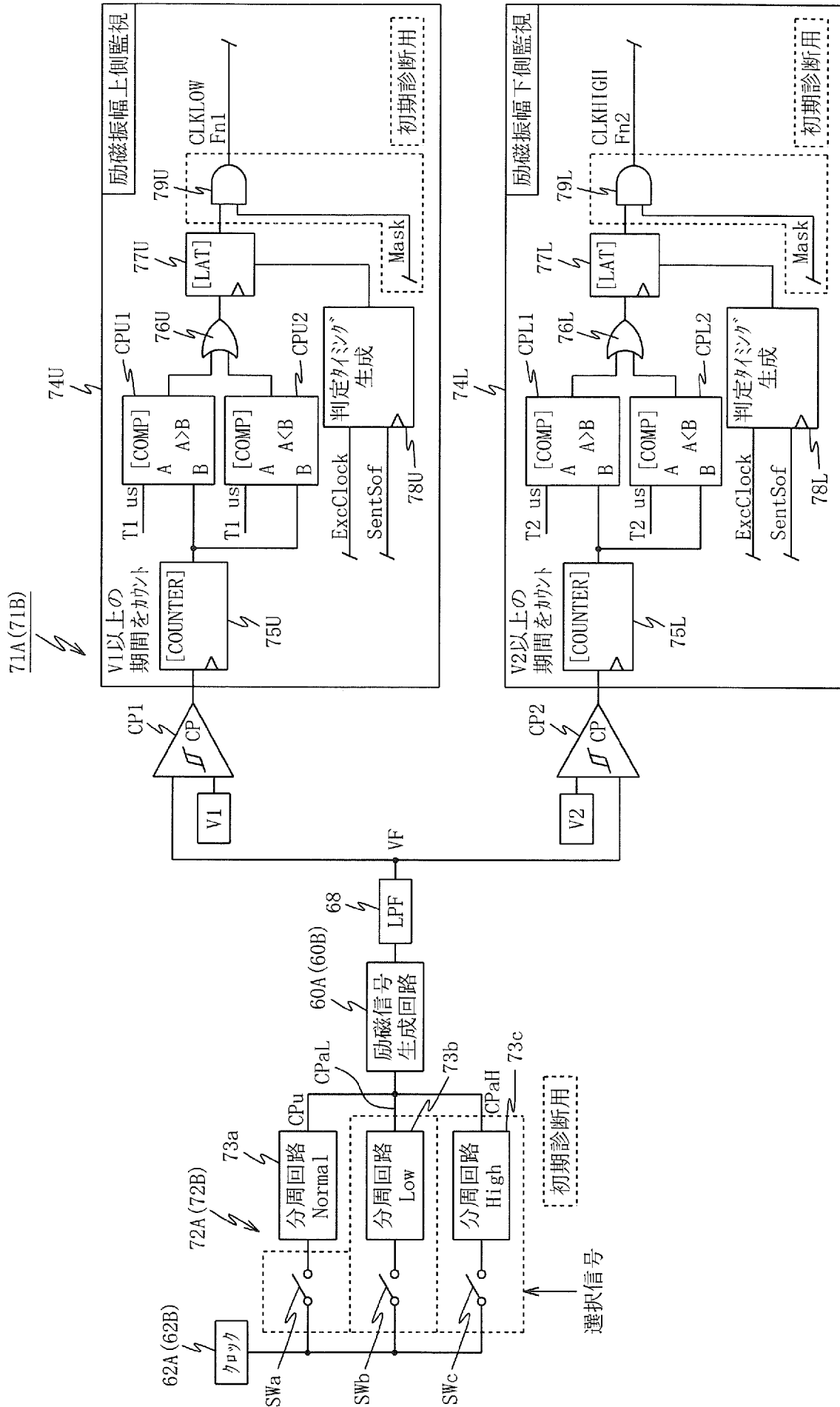
[図14]



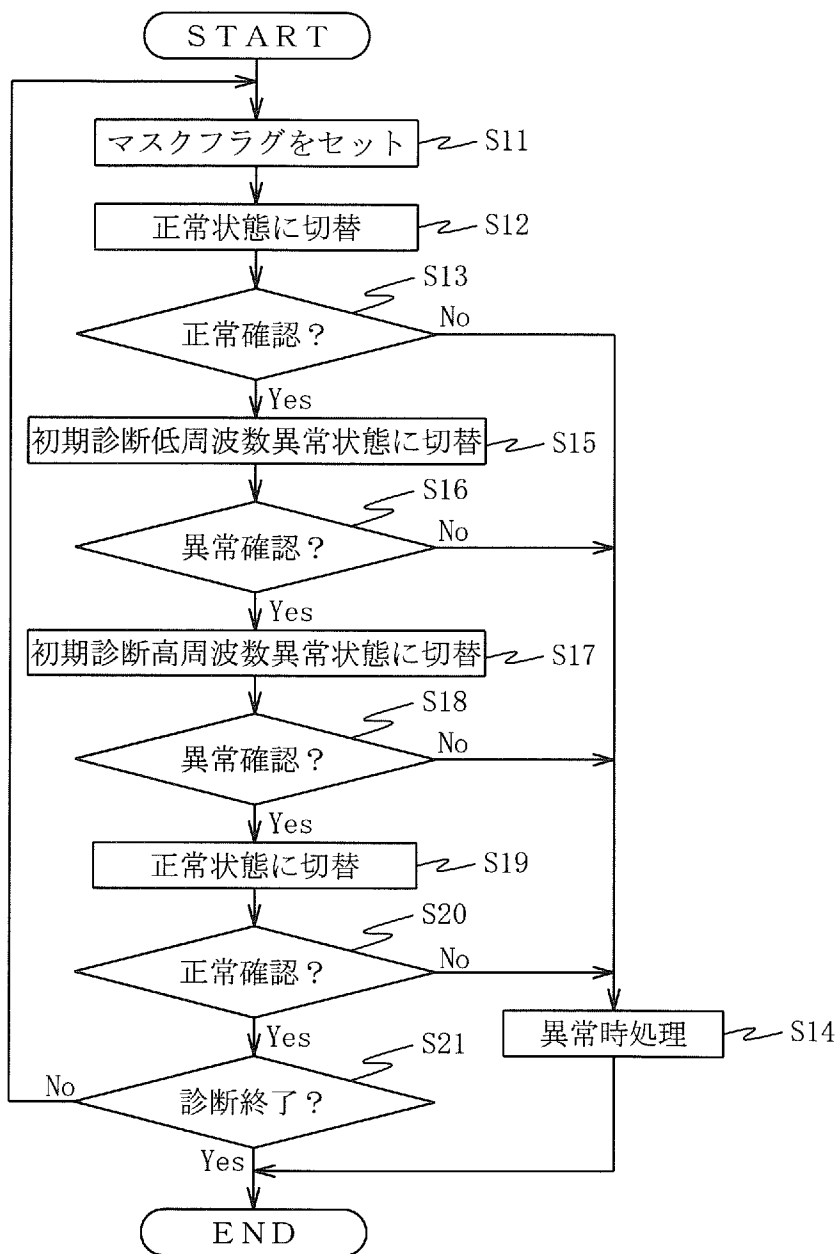
[図15]



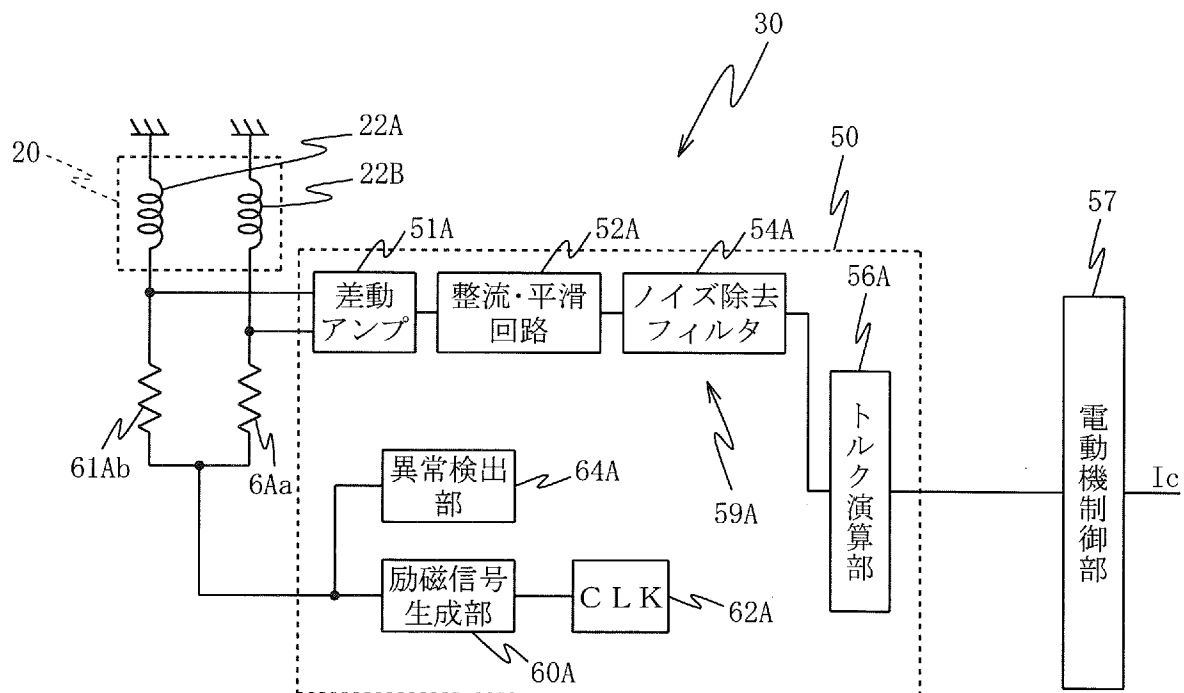
[図16]



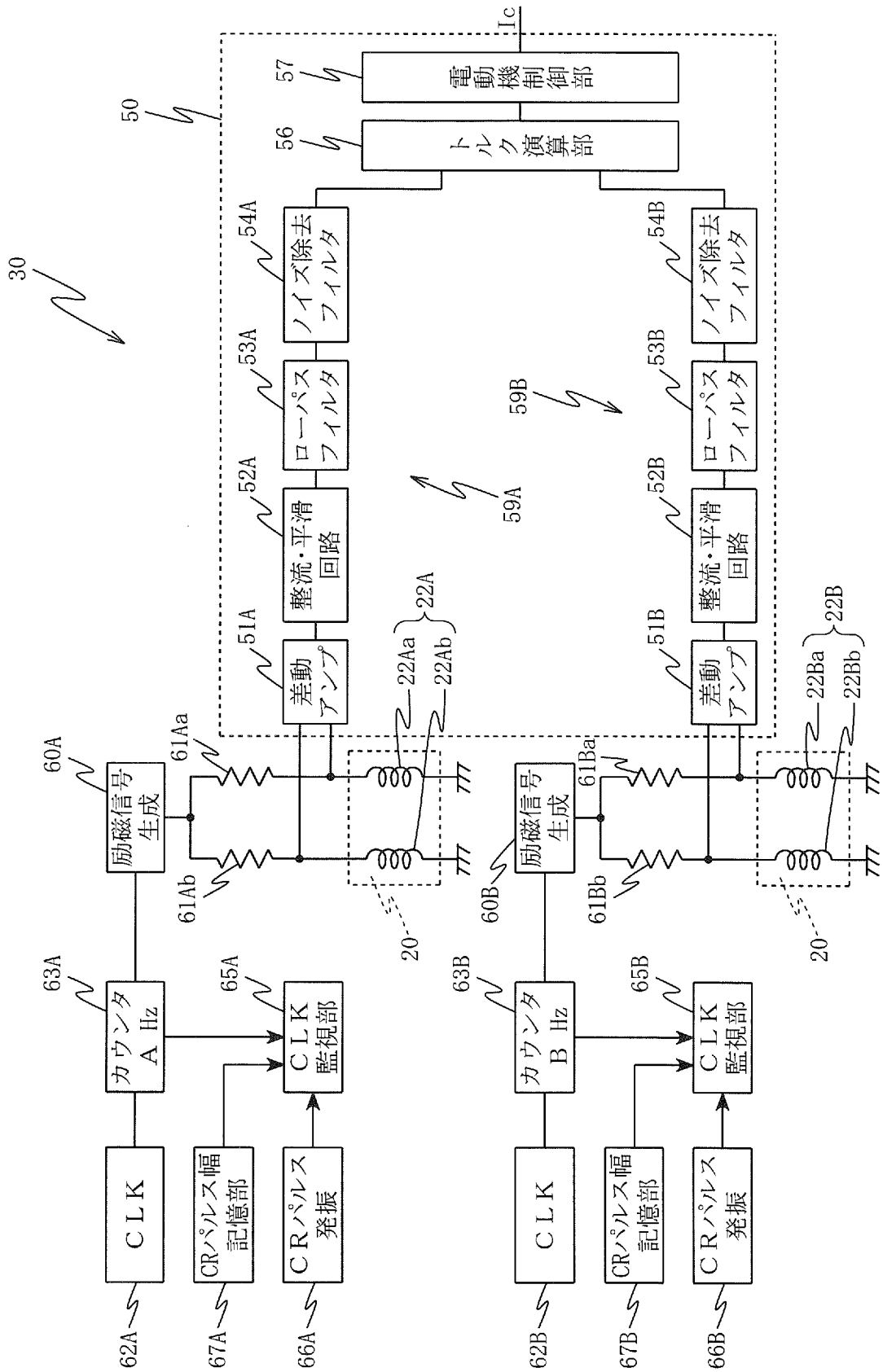
[図17]



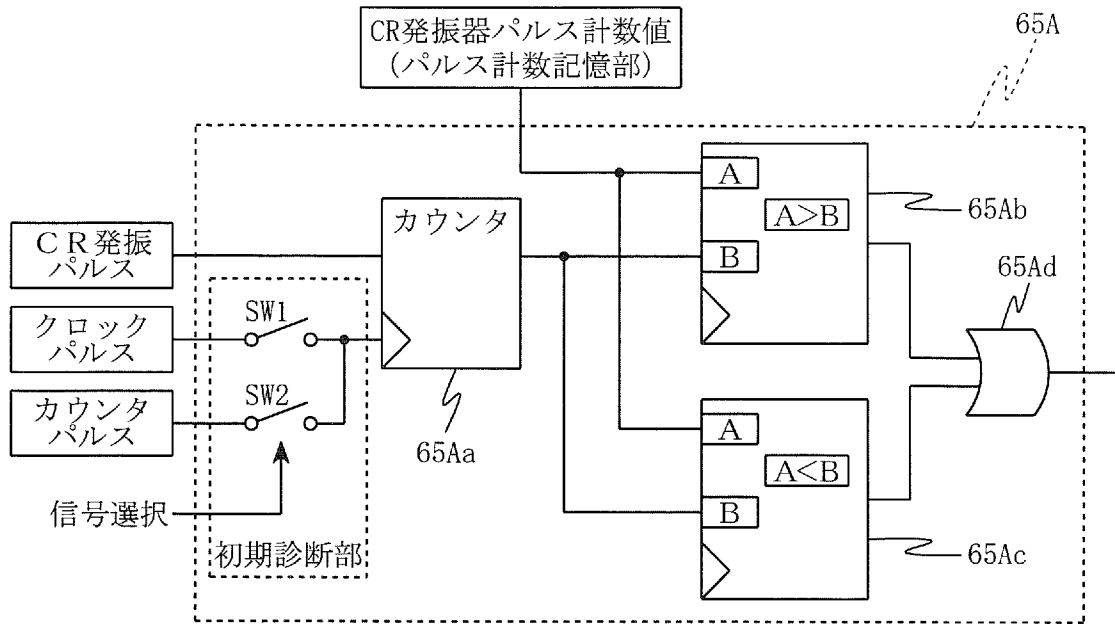
[図18]



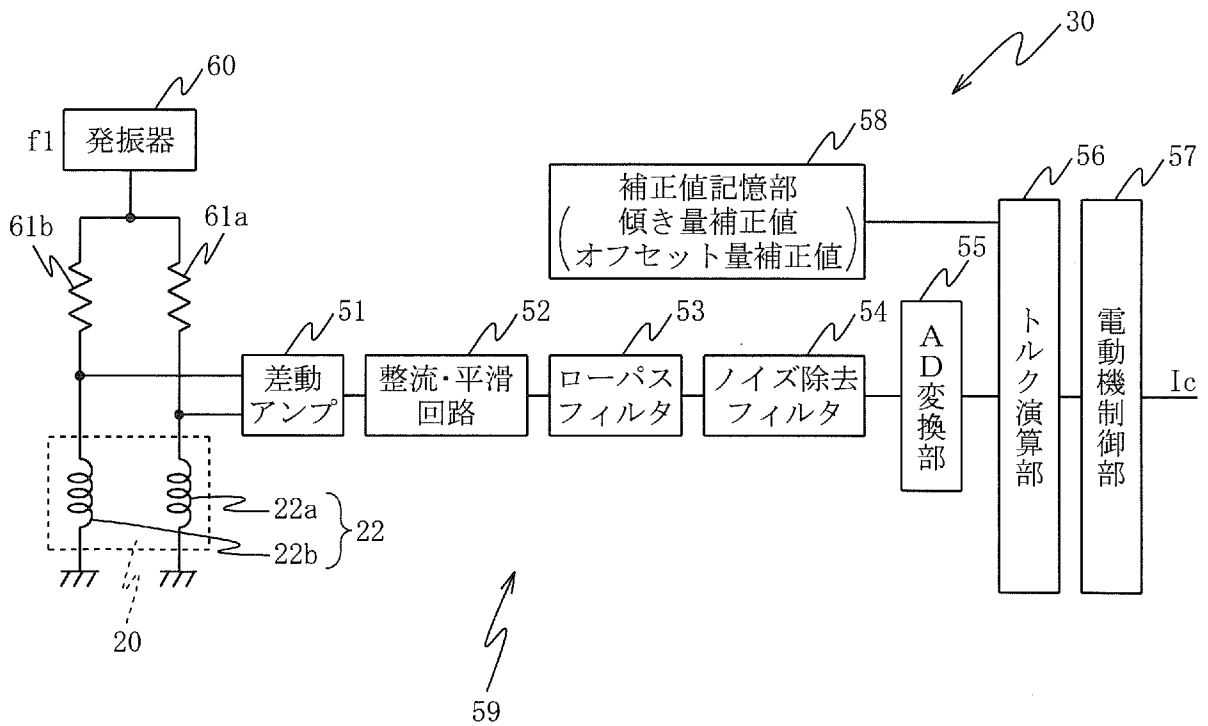
[図19]



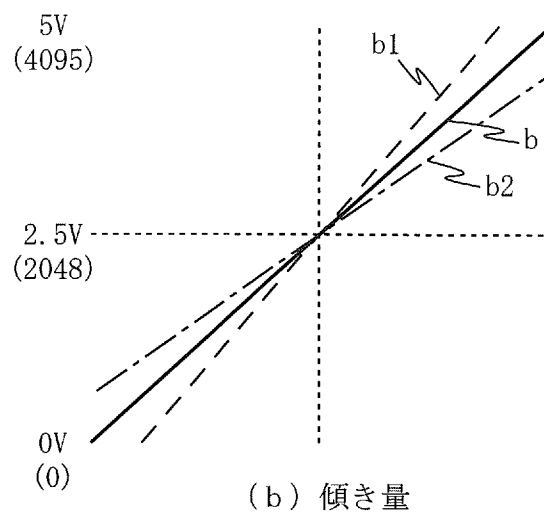
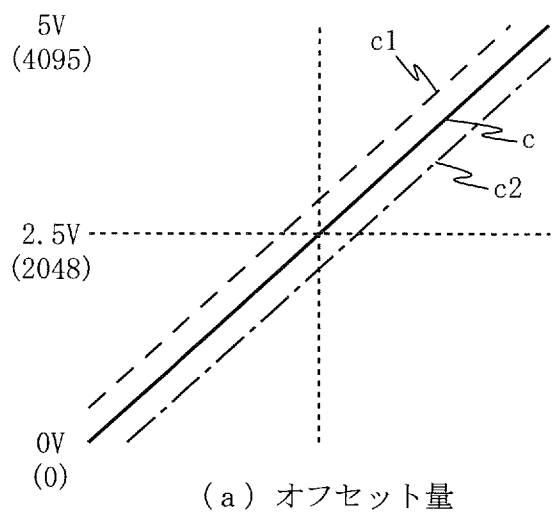
[図20]



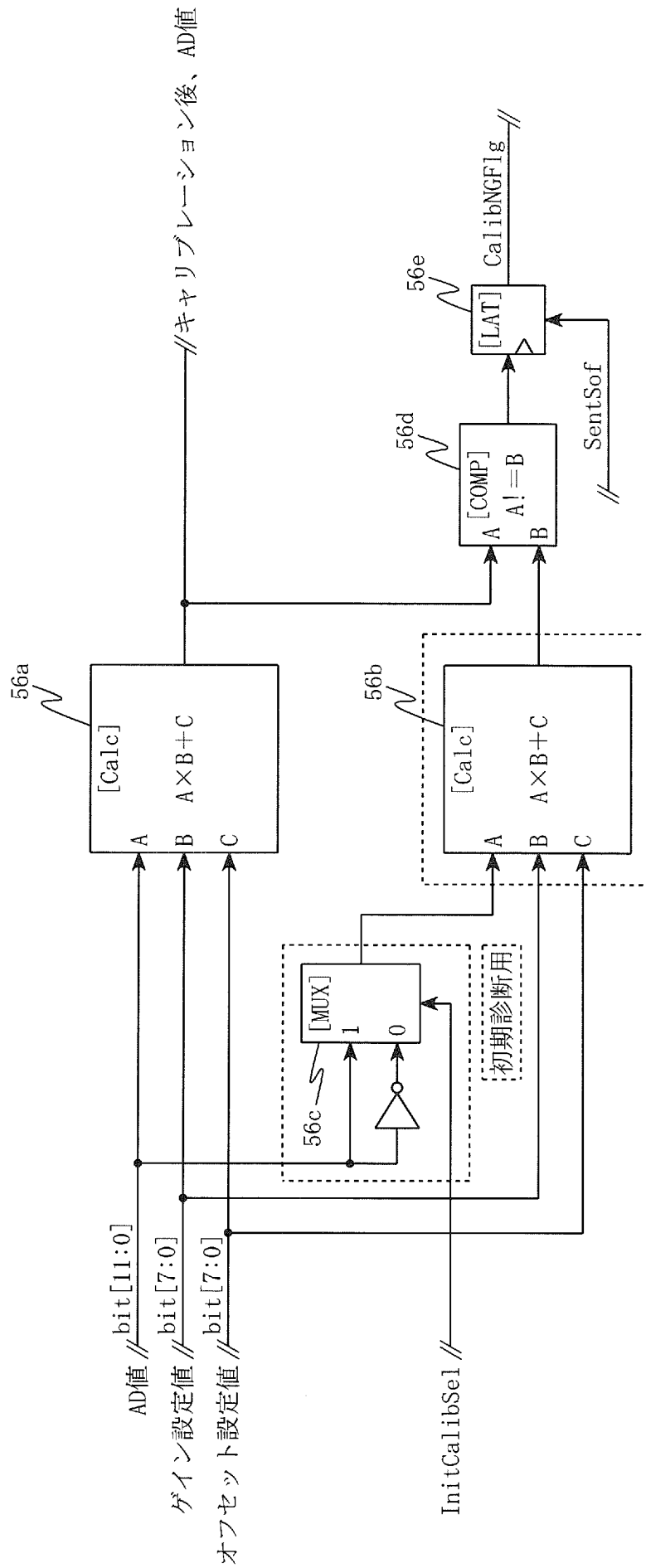
[図21]



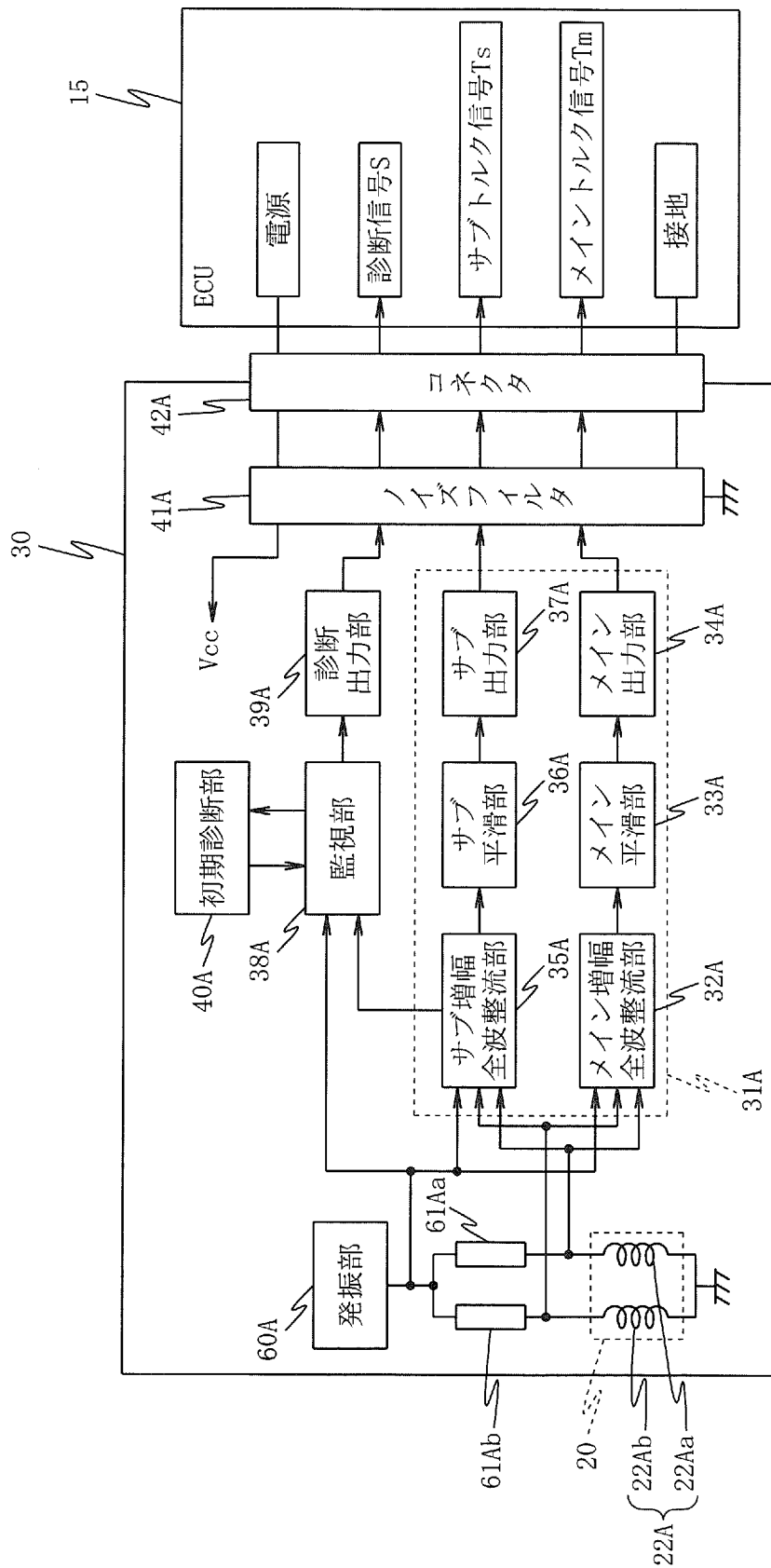
[図22]



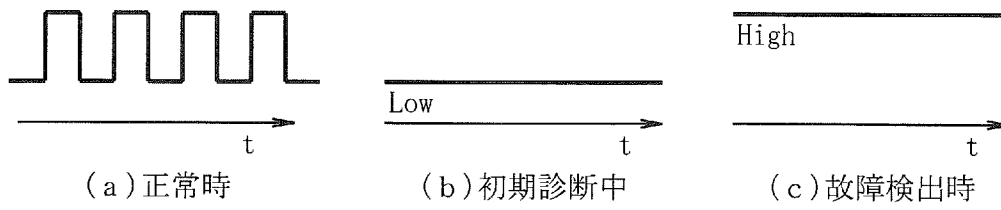
[図23]



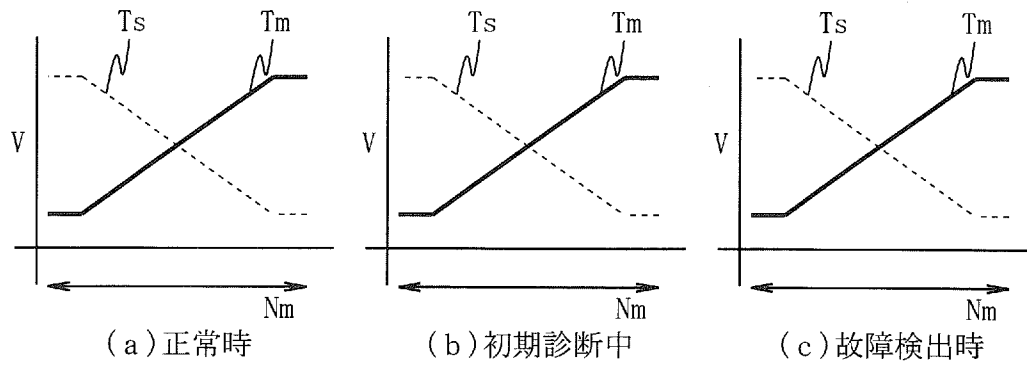
[図24]



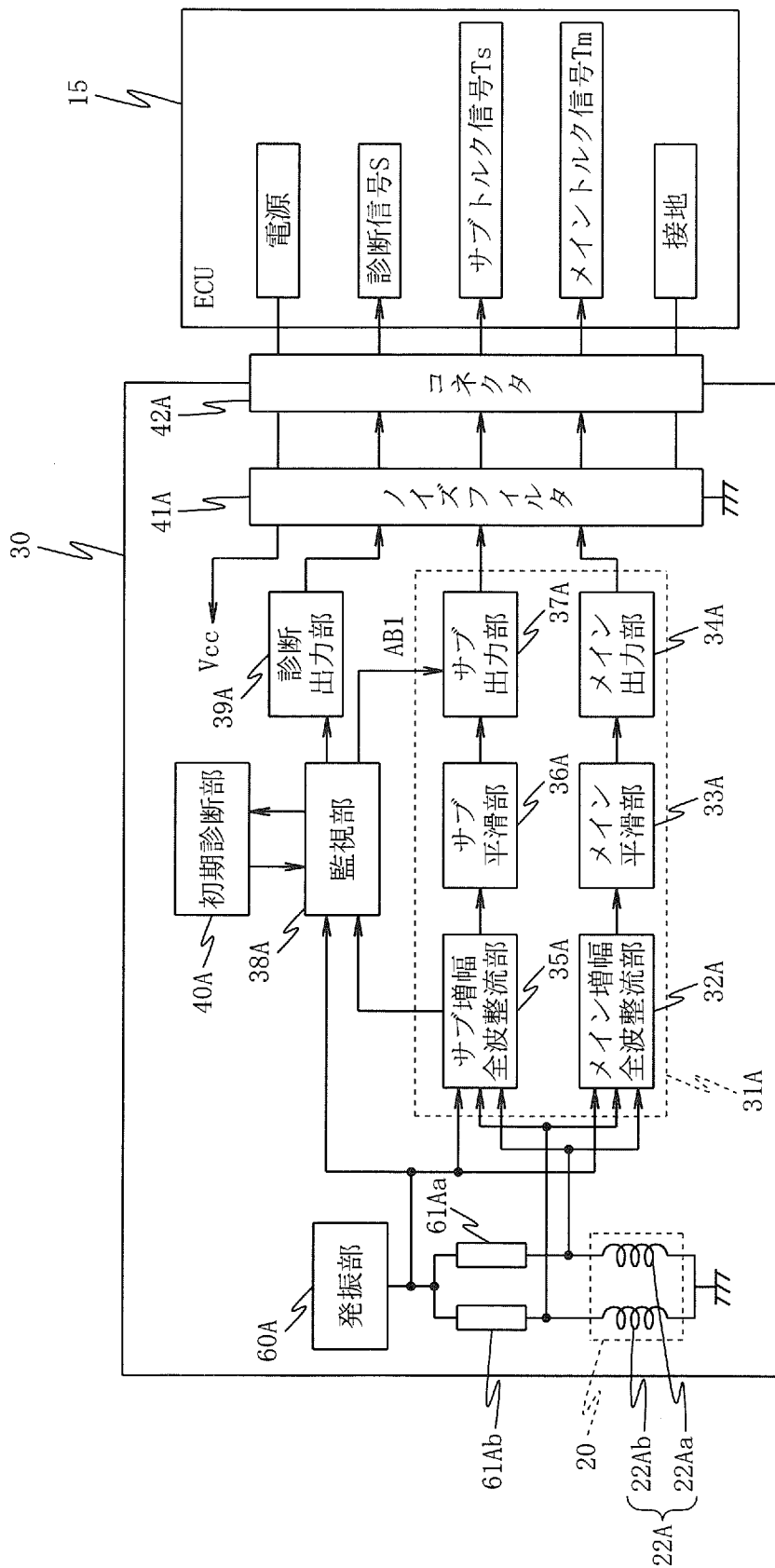
[図25]



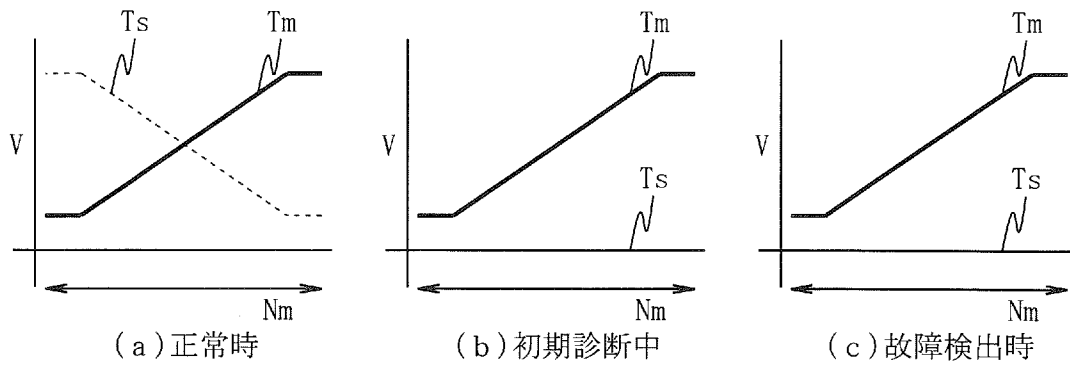
[図26]



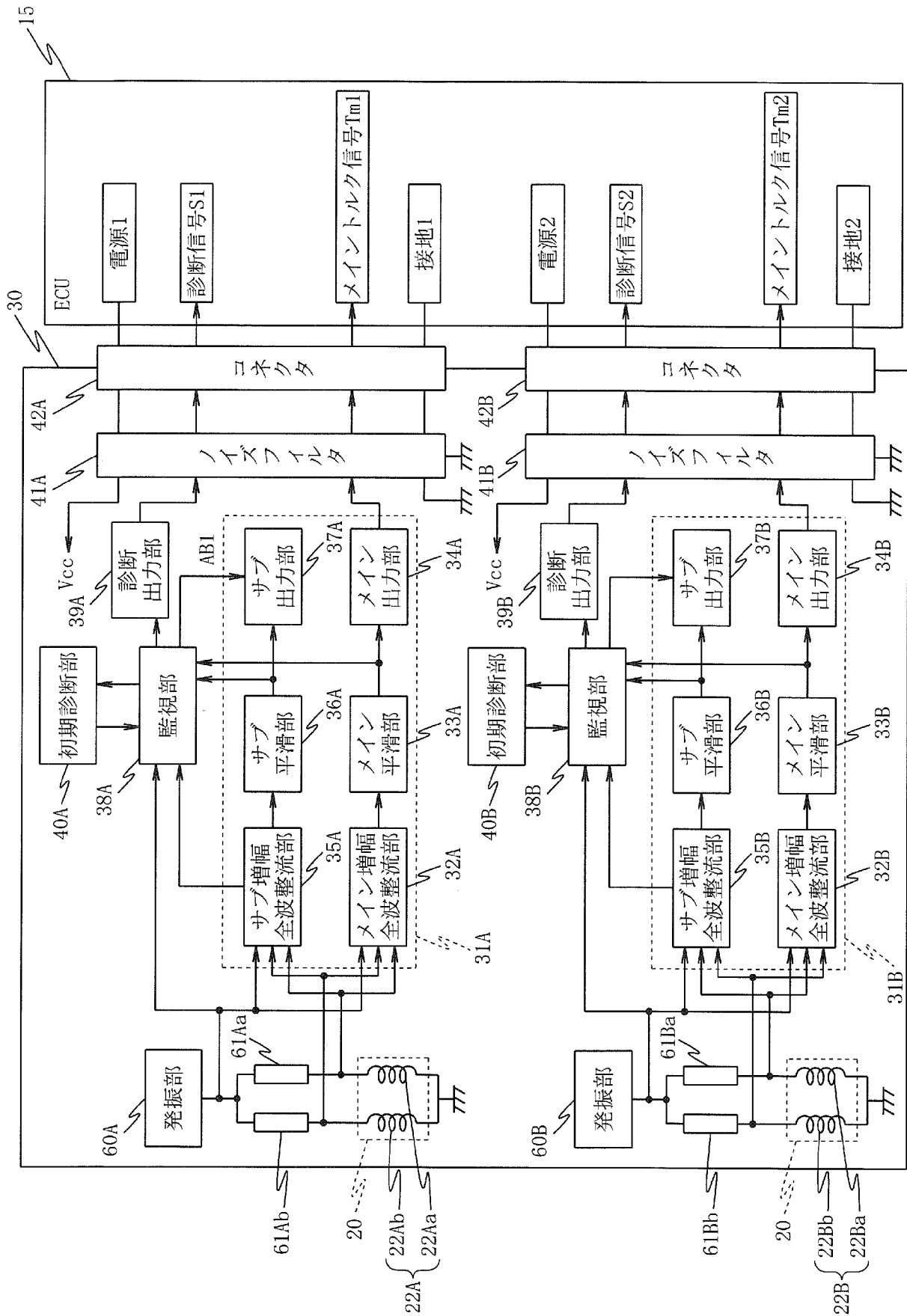
[図27]



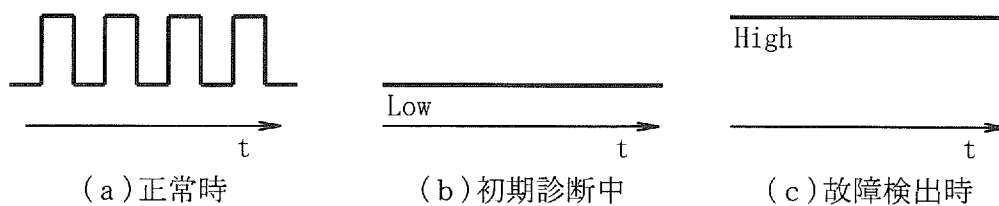
[図28]



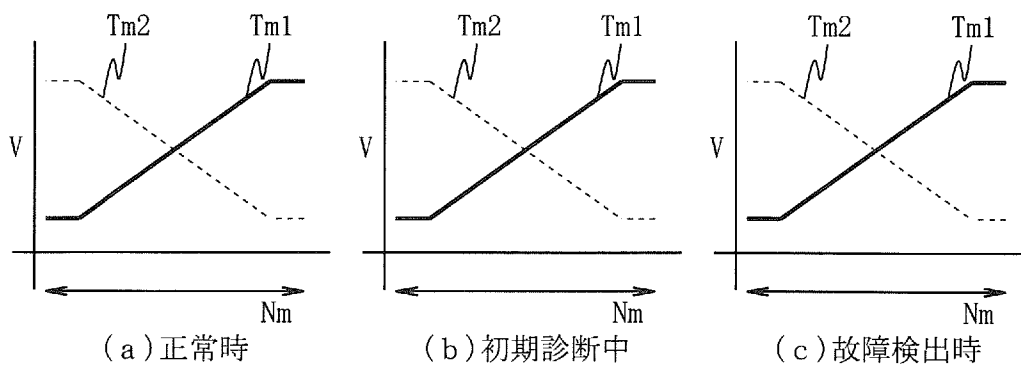
[図29]



[図30]



[図31]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001927

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L3/10(2006.01) i, B62D5/04(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01L3/10, B62D5/04

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.
X Y A	JP 2002-048656 A (NSK Ltd.), 15 February 2002 (15.02.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1, 13, 19 2, 3, 14, 15 4-12, 16-18
Y	JP 2006-011576 A (Hitachi, Ltd.), 12 January 2006 (12.01.2006), entire text; all drawings (Family: none)	2, 3, 14, 15
Y A	JP 2009-073446 A (NSK Ltd.), 09 April 2009 (09.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	14 17, 18

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
06 June, 2012 (06.06.12)

Date of mailing of the international search report
19 June, 2012 (19.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001927

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2006-267045 A (NSK Ltd.), 05 October 2006 (05.10.2006), entire text; all drawings (Family: none)	15 16-18
A	JP 2007-225388 A (NSK Ltd.), 06 September 2007 (06.09.2007), entire text; all drawings & US 2007/0205734 A1 & EP 1826097 A1	1-19
A	JP 2002-148128 A (Showa Corp.), 22 May 2002 (22.05.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01L3/10(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01L3/10, B62D5/04

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	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
X	JP 2002-048656 A (日本精工株式会社)	1, 13, 19
Y	2002.02.15, 全文, 全図	2, 3, 14, 15
A	(ファミリーなし)	4-12, 16-18
Y	JP 2006-011576 A (株式会社日立製作所)	2, 3, 14, 15
	2006.01.12, 全文, 全図	
	(ファミリーなし)	

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

06.06.2012

国際調査報告の発送日

19.06.2012

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)

公文代 康祐

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2 F

4741

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 A	JP 2009-073446 A (日本精工株式会社) 2009.04.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	14 17, 18
Y A	JP 2006-267045 A (日本精工株式会社) 2006.10.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	15 16-18
A	JP 2007-225388 A (日本精工株式会社) 2007.09.06, 全文, 全図 & US 2007/0205734 A1 & EP 1826097 A1	1-19
A	JP 2002-148128 A (株式会社ショーワ) 2002.05.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19