

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-166340

(P2022-166340A)

(43)公開日 令和4年11月2日(2022.11.2)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 2 P 29/024 (2016.01)	H 0 2 P 29/024	5 H 5 0 1
H 0 2 P 5/46 (2006.01)	H 0 2 P 5/46	C 5 H 5 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全16頁)

(21)出願番号	特願2019-181453(P2019-181453)	(71)出願人	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(22)出願日	令和1年10月1日(2019.10.1)	(74)代理人	110002527 特許業務法人北斗特許事務所
		(72)発明者	市川 英章 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72)発明者	岸部 太郎 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
		(72)発明者	岸田 英之 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

最終頁に続く

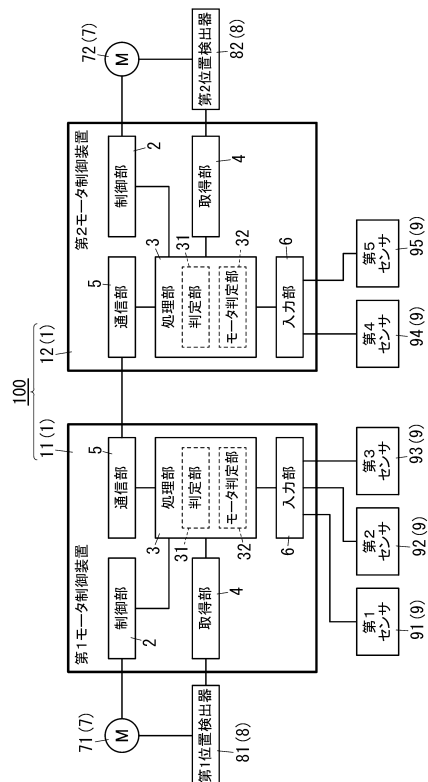
(54)【発明の名称】 モータ制御装置及びモータ制御システム

(57)【要約】

【課題】セーフティコントローラによりモータ制御装置を管理する場合と比較して、不安全状態に対する措置を速やかに講じやすくすること。

【解決手段】モータ制御装置1は、制御部2と、入力部6と、判定部31と、を備える。制御部2は、モータ7を制御する。入力部6は、モータ7により駆動される負荷の置かれる環境の状態を検知するセンサ9の検知結果を受け付ける。判定部31は、入力部6に入力されたセンサ9の検知結果に基づいて、環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかを判定する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータを制御する制御部と、

前記モータにより駆動される負荷の置かれる環境の状態を検知するセンサの検知結果を受け付ける入力部と、

前記入力部に入力された前記センサの検知結果に基づいて、前記環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかを判定する判定部と、を備える、

モータ制御装置。

【請求項 2】

前記判定部にて前記不安全状態と判定されると、判定結果を他のモータ制御装置にセーフティコントローラを介さずに送信する通信部を更に備える、

請求項 1 記載のモータ制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記判定部にて前記不安全状態と判定されると、前記モータの動作を停止又は制限する、

請求項 1 又は 2 に記載のモータ制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、他のモータ制御装置の前記判定部の判定結果に基づいて、前記モータの動作を停止又は制限する機能を有する、

請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のモータ制御装置。

【請求項 5】

前記モータの動作に関するパラメータを取得する取得部と、

前記取得部で取得した前記パラメータに基づいて、前記モータの動作が正常であるか異常であるかを判定するモータ判定部と、を更に備える、

請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のモータ制御装置。

【請求項 6】

請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のモータ制御装置を複数備え、

前記複数のモータ制御装置のうちの少なくとも 1 以上のモータ制御装置に、前記センサが接続されている、

モータ制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般にモータ制御装置及びモータ制御システムに関する。より詳細には、本開示は、機能安全に関する規格に準拠したモータ制御装置及びモータ制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、モータ制御システムが開示されている。このモータ制御システムは、モータと、モータ制御装置と、セーフティコントローラと、を備える。モータ制御装置は、モータの駆動状態量に基づいてモータの駆動電力を給電制御する。セーフティコントローラは、モータを減速又は停止すべき所定の条件を満たした際に安全要求信号をモータ制御装置に入力する。モータ制御装置は、セーフティコントローラから安全要求信号が入力された後、モータの駆動状態量が動作監視パターンを越えた場合に、モータを減速停止させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2018 - 182876 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

本開示は、セーフティコントローラによりモータ制御装置を管理する場合と比較して、不安全状態に対する措置を速やかに講じやすいモータ制御装置及びモータ制御システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本開示の一態様に係るモータ制御装置は、制御部と、入力部と、判定部と、を備える。前記制御部は、モータを制御する。前記入力部は、前記モータにより駆動される負荷の置かれる環境の状態を検知するセンサの検知結果を受け付ける。前記判定部は、前記入力部に入力された前記センサの検知結果に基づいて、前記環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかを判定する。

10

【0006】

本開示の一態様に係るモータ制御システムは、上記のモータ制御装置を複数備える。前記複数のモータ制御装置のうち少なくとも1以上のモータ制御装置に、前記センサが接続されている。

【発明の効果】**【0007】**

本開示は、セーフティコントローラによりモータ制御装置を管理する場合と比較して、不安全状態に対する措置を速やかに講じやすい、という利点がある。

20

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図1】図1は、本開示の一実施形態に係るモータ制御装置を備えたモータ制御システムの概要を示すブロック図である。

【図2】図2は、同上のモータ制御システムの第1動作例を示すシーケンス図である。

【図3】図3は、同上のモータ制御システムの第2動作例を示すシーケンス図である。

【図4】図4は、同上のモータ制御システムの第3動作例を示すシーケンス図である。

【図5】図5は、比較例のモータ制御システムの概要を示すブロック図である。

【図6】図6は、同上のモータ制御システムの動作の一例を示すシーケンス図である。

【図7】図7は、本開示の一実施形態の変形例に係るモータ制御装置を備えたモータ制御システムの概要を示すブロック図である。

30

【図8】図8は、同上のモータ制御システムの動作の一例を示すシーケンス図である。

【発明を実施するための形態】**【0009】****(1) 概要**

本実施形態のモータ制御装置1(図1参照)は、例えばJIS(Japanese Industrial Standards) C 0508等の日本国の規格、又はIEC(International Electrotechnical Commission) 61508等の国際規格機能安全に関する規格に準拠したモータ制御装置である。本実施形態では、モータ制御装置1は複数(図1では、2つ)存在し、これらのモータ制御装置1がモータ制御システム100を構成している。言い換えれば、モータ制御システム100は、モータ制御装置1を複数備えている。

40

【0010】

本実施形態のモータ制御装置1は、図1に示すように、制御部2と、入力部6と、判定部31と、を備えている。本実施形態では、判定部31は、後述するように処理部3の有する機能の一つとして実現される。

【0011】

制御部2は、モータ7を制御する。本実施形態では、制御部2は、モータ制御システム100の上位システムから与えられる制御指令に基づいて、モータ7を制御する。これにより、制御部2は、制御指令にしたがって、モータ7の軸に取り付けられた負荷を制御することになる。本実施形態における負荷は、一例として運搬機械若しくは工作機械等の産

50

業機械、又はロボット等を含み得る。

【0012】

入力部6は、センサ9の検知結果を受け付ける。センサ9は、モータ7により駆動される負荷の置かれる環境の状態を検知する。本実施形態における環境は、一例として産業機械又はロボット等が設置される工場を含み得る。センサ9は、例えば工場において産業機械等の周辺に設置される、IEC-61508等の国際規格に準拠した安全機器の一種である。

【0013】

本実施形態では、複数のモータ制御装置1のうちの少なくとも1以上のモータ制御装置1に、センサ9が接続されている。具体的には、図1に示すように、2つのモータ制御装置1にそれぞれ複数のセンサ9が接続されている。以下の説明では、2つのモータ制御装置1のうちの一方を「第1モータ制御装置11」、他方を「第2モータ制御装置12」ともいう。そして、第1モータ制御装置11には、3つのセンサ9（第1センサ91、第2センサ92、及び第3センサ93）が接続されており、第2モータ制御装置12には、2つのセンサ9（第4センサ94及び第5センサ95）が接続されている。

10

【0014】

判定部31は、入力部6に入力されたセンサ9の検知結果に基づいて、環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかを判定する。本開示でいう「安全状態」とは、例えば産業機械が設置された領域に人（作業員）が進入していない等、人等に対する許容できないリスクが存在しない状態、言い換えれば、リスクを許容できるまで低減させた状態をいう。本開示でいう「不安全状態」とは、安全状態の逆の状態であって、産業機械が設置された領域に人が進入している等、人等に対する許容できないリスクが存在する状態をいう。

20

【0015】

上述のように、本実施形態では、モータ制御装置1は、モータ制御装置1に接続されたセンサ9の検知結果に基づいて、環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかを判定することが可能である。つまり、本実施形態では、モータ制御装置1は、従前であればセーフティコントローラSC1（図5参照）が実行していた機能を、セーフティコントローラSC1を介することなく実行することが可能である。このため、本実施形態では、セーフティコントローラSC1によりモータ制御装置1を管理する場合と比較して、不安全状態に対する措置を速やかに講じやすい、という利点がある。

30

【0016】

(2) 詳細

以下、本実施形態のモータ制御装置1、及びモータ制御装置1を備えたモータ制御システム100について図1を用いて詳細に説明する。本実施形態では、既に述べたように、モータ制御システム100は、2つのモータ制御装置1（第1モータ制御装置11及び第2モータ制御装置12）を備えている。第1モータ制御装置11及び第2モータ制御装置12の構成は、基本的に同じである。

【0017】

モータ制御装置1は、制御部2と、処理部3と、取得部4と、通信部5と、入力部6と、を備えている。

40

【0018】

取得部4は、モータ7の動作に関するパラメータを取得する。本実施形態では、取得部4は、モータ7に取り付けられた位置検出器8にて検出された物理量を、例えばケーブル等を介して取得する。位置検出器8は、例えばレゾルバ又はロータリエンコーダであって、モータ7の可動子の位置（言い換えれば、モータ7の動作位置）を検出する。つまり、本実施形態では、取得部4が取得するパラメータは、モータ7の動作位置に関する物理量（モータ7の軸の回転角度又は角速度等）である。本実施形態では、第1モータ制御装置11の取得部4は、第1モータ71に取り付けられた第1位置検出器81にて検出された物理量を取得する。また、本実施形態では、第2モータ制御装置12の取得部4は、第2モータ72に取り付けられた第2位置検出器82にて検出された物理量を取得する。

50

【 0 0 1 9 】

通信部 5 は、他のモータ制御装置 1 との通信を行うための通信インタフェースであって、例えば産業用のイーサネット（登録商標）プロトコルに準拠した有線通信モジュールを有している。通信部 5 は、例えば LAN（Local Area Network）ケーブルを介して、他のモータ制御装置 1 の通信部 5 と通信する。つまり、本実施形態では、複数のモータ制御装置 1 は、産業用ネットワークに接続されている。本開示でいう「産業用ネットワーク」は、例えばファクトリーオートメーションにおいて用いられるフィールドネットワークであって、工場内に設置された複数の機器間で通信するために用いられる。産業用ネットワークは、一例として、Ethernet / IP（登録商標）、EtherCAT（登録商標）、又は PROFINET（登録商標）等を含み得る。

10

【 0 0 2 0 】

入力部 6 は、センサ 9 の検知結果を受け付ける。具体的には、例えば入力部 6 は、ケーブル等を介してセンサ 9 から送信される 2 値信号を受信することにより、センサ 9 の検知結果を受け付ける。本実施形態では、第 1 モータ制御装置 1 1 には、第 1 センサ 9 1、第 2 センサ 9 2、及び第 3 センサ 9 3 が接続されている。したがって、第 1 モータ制御装置 1 1 の入力部 6 には、第 1 センサ 9 1 の検知結果、第 2 センサ 9 2 の検知結果、及び第 3 センサ 9 3 の検知結果が入力される。また、本実施形態では、第 2 モータ制御装置 1 2 には、第 4 センサ 9 4 及び第 5 センサ 9 5 が接続されている。したがって、第 2 モータ制御装置 1 2 の入力部 6 には、第 4 センサ 9 4 の検知結果、及び第 5 センサ 9 5 の検知結果が入力される。

20

【 0 0 2 1 】

センサ 9 は、モータ 7 により駆動される負荷の置かれる環境の状態を検知する。センサ 9 は、一例として、不安全領域への人の進入を検知するライトカーテン、又は不安全領域における人の存在を検知するレーザスキャナ若しくはマットスイッチ等の安全機器を含み得る。また、センサ 9 は、一例として、人の自主的な判断により操作される緊急停止スイッチ、又は安全領域と不安全領域とを隔てる扉等が開かれたことを検知するインターロックスイッチ等の安全機器を含み得る。つまり、センサ 9 は、環境の状態が不安全状態であることを示唆する事象（以下、「不安全事象」という）が発生しているか否かを検知する。本実施形態では、第 1 センサ 9 1 ~ 第 5 センサ 9 5 は、それぞれ上述のいずれかの安全機器により構成されている。

30

【 0 0 2 2 】

本開示でいう「安全領域」は、例えば産業機械等の負荷の稼働中において、負荷が人等に対して及ぼし得る許容できないリスクが発生しない領域である。不安全領域は、例えば産業機械等の負荷の稼働中において、負荷が人等に対して及ぼし得る許容できないリスクが発生し得る領域である。例えば、工場において扉等により隔てられた 2 つの領域のうち、一方の産業機械が存在する領域が不安全領域に相当し、他方の産業機械が存在しない領域が安全領域に相当する。

【 0 0 2 3 】

制御部 2 は、モータ 7 の有するコイルに供給する電流を制御することにより、モータ 7 を制御する。具体的には、例えば制御部 2 は、三相インバータの有する複数のスイッチング素子を PWM（Pulse Width Modulation）制御することにより、三相インバータからモータ 7 の有するコイルに供給する交流電流を制御し、モータ 7 を制御する。また、制御部 2 は、上位システムから与えられる制御指令と、位置検出器 8 で検出されたモータ 7 の動作に関するパラメータと、に基づいてモータ 7 を制御する。例えば、制御部 2 は、位置検出器 8 で検出されるモータ 7 の軸の回転速度が、制御指令により指示された回転速度に一致するようにモータ 7 を制御する。本実施形態では、第 1 モータ制御装置 1 1 の制御部 2 が第 1 モータ 7 1 を制御し、第 2 モータ制御装置 1 2 の制御部 2 が第 2 モータ 7 2 を制御する。なお、本実施形態では、上位システムとモータ制御装置 1 との通信に用いるネットワークは、通信部 5 を介したネットワークと異なっている。

40

【 0 0 2 4 】

50

処理部 3 は、例えば、コンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムは、ハードウェアとしてのプロセッサ及びメモリを主構成とする。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムをプロセッサが実行することによって、処理部 3 としての機能が実現される。プログラムは、コンピュータシステムのメモリに予め記録されてもよく、電気通信回線を通じて提供されてもよく、コンピュータシステムで読み取り可能なメモリカード、光学ディスク、ハードディスクドライブ等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。処理部 3 は、所定のプログラムをプロセッサにて実行することにより、判定部 3 1 としての機能と、モータ判定部 3 2 としての機能と、を実現する。

【0025】

判定部 3 1 は、入力部 6 に入力されたセンサ 9 の検知結果に基づいて、環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかを判定する。例えば、センサ 9 がライトカーテンである場合、入力部 6 がセンサ 9 から不安全領域への人の進入を検知した旨の検知結果を受け付けると、判定部 3 1 は、環境が不安全状態にある、と判定する。また、例えば、センサ 9 が緊急停止スイッチである場合、入力部 6 がセンサ 9 から緊急停止スイッチが操作された旨の検知結果を受け付けると、判定部 3 1 は、環境が不安全状態にある、と判定する。つまり、判定部 3 1 は、入力部 6 に入力された複数のセンサ 9 のうちの 1 以上のセンサ 9 の検知結果が、環境の状態が不安全状態であることを示唆する結果である場合に、環境の状態が不安全状態である、と判定する。

10

【0026】

モータ判定部 3 2 は、取得部 4 で取得したパラメータに基づいて、モータ 7 の動作が正常であるか異常であるかを判定する。例えば、パラメータがモータ 7 の軸の回転速度である場合、モータ判定部 3 2 は、取得部 4 で取得した回転速度が所定の範囲内に収まっているならばモータ 7 の動作が正常であると判定し、回転速度が所定の範囲を逸脱していればモータ 7 の動作が異常であると判定する。つまり、モータ判定部 3 2 は、取得部 4 で取得したパラメータが、モータ 7 の動作が正常である場合に取得する範囲に収まっているか否かに基づいて、モータ 7 の動作が正常であるか異常であるかを判定する。

20

【0027】

本実施形態では、制御部 2 は、判定部 3 1 の判定結果に基づいてモータ 7 を制御する機能も有する。具体的には、制御部 2 は、判定部 3 1 にて不安全状態と判定されると、モータ 7 の動作を停止又は制限する。ここでいう「モータの動作を制限する」とは、例えばモータ 7 の軸の回転速度を減速させることを含み得る。このようにして、本実施形態では、判定部 3 1 にて不安全状態と判定されると、モータ 7 の動作を停止又は制限することにより、環境の状態を不安全状態から安全状態へと移行させる。

30

【0028】

また、本実施形態では、制御部 2 は、モータ判定部 3 2 の判定結果に基づいてモータ 7 を制御する機能も有する。具体的には、制御部 2 は、モータ判定部 3 2 にてモータ 7 に異常があると判定されると、モータ 7 の動作を停止又は制限する。ここで、判定部 3 1 にて安全状態であると判定されている場合でも、モータ 7 に異常が発生している場合、モータ 7 が想定外の動作をすることで環境に悪影響を及ぼす可能性がある。したがって、このような場合、環境の状態は不安全状態であると言える。そこで、本実施形態では、モータ判定部 3 2 にてモータ 7 の異常があると判定されると、モータ 7 の動作を停止又は制限することにより、環境の状態を不安全状態から安全状態へと移行させる。

40

【0029】

(3) 動作

以下、本実施形態のモータ制御装置 1 及びモータ制御システム 100 の動作について第 1 動作例～第 3 動作例を挙げて説明する。

【0030】

(3.1) 第 1 動作例

第 1 動作例における第 1 モータ制御装置 1 1 及び第 2 モータ制御装置 1 2 の動作の流れを図 2 に示す。第 1 動作例では、第 1 モータ制御装置 1 1 に接続されている複数のセンサ

50

9のうちのいずれか1つのセンサ9（ここでは、第1センサ91）にて、不安全事故の発生を検知した、と仮定する。

【0031】

まず、第1センサ91から第1モータ制御装置11に検知結果が出力されると、第1モータ制御装置11の入力部6は、第1センサ91からの検知結果の入力を受け付ける（S1）。すると、第1モータ制御装置11の判定部31は、第1センサ91からの検知結果に基づいて、環境の状態が不安全状態にある、と判定する（S2）。判定部31の判定結果を受けて、第1モータ制御装置11の制御部2は、第1モータ71の動作を停止又は制限する（S3）。また、第1モータ制御装置11の処理部3は、判定部31の判定結果を含む判定情報を、通信部5から第2モータ制御装置12の通信部5へ送信する（S4）。 10

【0032】

第2モータ制御装置12の通信部5は、第1モータ制御装置11から送信された判定情報を受信することで、第1モータ制御装置11の判定部31の判定結果を取得する（S5）。すると、第2モータ制御装置12の判定部31は、この判定結果に基づいて、環境の状態が不安全状態にある、と判定する（S6）。そして、判定部31の判定結果を受けて、第2モータ制御装置12の制御部2は、第2モータ72の動作を停止又は制限する（S7）。つまり、本実施形態では、判定部31は、他のモータ制御装置1（ここでは、第1モータ制御装置11）の判定部31の判定結果に基づいて、モータ7の動作を停止又は制限する機能を有している。 20

【0033】

上述のように、第1動作例では、第1モータ制御装置11の処理部3は、判定部31の判定結果を含む判定情報を、通信部5から第2モータ制御装置12の通信部5へ送信する。言い換えれば、通信部5は、判定部31にて不安全状態と判定されると、判定結果を他のモータ制御装置1（ここでは、第2モータ制御装置12）にセーフティコントローラSC1を介さずに送信する。 20

【0034】

（3.2）第2動作例

第2動作例における第1モータ制御装置11及び第2モータ制御装置12の動作の流れを図3に示す。第2動作例では、第1モータ制御装置11の制御対象である第1モータ71に何らかの異常が発生した、と仮定する。 30

【0035】

まず、第1モータ制御装置11のモータ判定部32は、取得部4で取得したパラメータに基づいて、第1モータ71に異常がある、と判定する（S8）。モータ判定部32の判定結果を受けて、第1モータ制御装置11の制御部2は、第1モータ71の動作を停止又は制限する（S9）。また、第1モータ制御装置11の処理部3は、モータ判定部32の判定結果を含む判定情報を、通信部5から第2モータ制御装置12の通信部5へ送信する（S10）。 30

【0036】

第2モータ制御装置12の通信部5は、第1モータ制御装置11から送信された判定情報を受信することで、第1モータ制御装置11のモータ判定部32の判定結果を取得する（S11）。すると、第2モータ制御装置12の判定部31は、この判定結果に基づいて、環境の状態が不安全状態にある、と判定する（S12）。そして、判定部31の判定結果を受けて、第2モータ制御装置12の制御部2は、第2モータ72の動作を停止又は制限する（S13）。つまり、本実施形態では、モータ判定部32は、他のモータ制御装置1（ここでは、第1モータ制御装置11）のモータ判定部32の判定結果に基づいて、モータ7の動作を停止又は制限する機能を有している。 40

【0037】

上述のように、第2動作例では、第1モータ制御装置11の処理部3は、モータ判定部32の判定結果を含む判定情報を、通信部5から第2モータ制御装置12の通信部5へ送信する。言い換えれば、通信部5は、モータ判定部32にてモータ7が異常であると判定 50

されると、判定結果を他のモータ制御装置 1（ここでは、第 2 モータ制御装置 1 2）にセーフティコントローラ SC 1 を介さずに送信する。

【0038】

（3.3）第 3 動作例

第 3 動作例における第 1 モータ制御装置 1 1 及び第 2 モータ制御装置 1 2 の動作の流れを図 4 に示す。第 3 動作例では、第 2 モータ制御装置 1 2 の制御対象である第 2 モータ 7 2 に何らかの異常が発生した、と仮定する。その後、第 1 モータ制御装置 1 1 に接続されている複数のセンサ 9 のうちのいずれか 1 つのセンサ 9（ここでは、第 1 センサ 9 1）にて、不安全事象の発生を検知した、と仮定する。なお、第 2 モータ 7 2 に異常が発生しただけでは、第 1 モータ 7 1 により駆動される負荷の置かれる環境に影響を及ぼさない、と仮定する。

10

【0039】

まず、第 2 モータ制御装置 1 2 のモータ判定部 3 2 は、取得部 4 で取得したパラメータに基づいて、第 2 モータ 7 2 に異常がある、と判定する（S 1 4）。モータ判定部 3 2 の判定結果を受けて、第 2 モータ制御装置 1 2 の制御部 2 は、第 2 モータ 7 2 の動作を停止又は制限する（S 1 5）。また、第 2 モータ制御装置 1 2 の処理部 3 は、モータ判定部 3 2 の判定結果を含む判定情報を、通信部 5 から第 1 モータ制御装置 1 1 の通信部 5 へ送信する（S 1 6）。

【0040】

第 1 モータ制御装置 1 1 の通信部 5 は、第 2 モータ制御装置 1 2 から送信された判定情報を受信することで、第 2 モータ制御装置 1 2 のモータ判定部 3 2 の判定結果を取得する（S 1 7）。すると、第 1 モータ制御装置 1 1 の判定部 3 1 は、この判定結果に基づいて、環境の状態が依然として安全状態にある、と判定する（S 1 8）。つまり、第 2 モータ 7 2 に異常が発生した時点では、第 2 モータ制御装置 1 2 では不安全状態にあると判定されるが、第 1 モータ制御装置 1 1 では不安全状態にあるとは判定されない。

20

【0041】

その後、第 1 センサ 9 1 から第 1 モータ制御装置 1 1 に対して、不安全事象の発生を示す検知結果が出力されると、第 1 モータ制御装置 1 1 の入力部 6 は、第 1 センサ 9 1 からの検知結果の入力を受け付ける（S 1 9）。すると、第 1 モータ制御装置 1 1 の判定部 3 1 は、第 1 センサ 9 1 からの検知結果に基づいて、環境の状態が不安全状態にある、と判定する（S 2 0）。判定部 3 1 の判定結果を受けて、第 1 モータ制御装置 1 1 の制御部 2 は、第 1 モータ 7 1 の動作を停止又は制限する（S 2 1）。図 4 に示す例では、第 1 モータ制御装置 1 1 の処理部 3 は、判定部 3 1 の判定結果を含む判定情報を、通信部 5 から第 2 モータ制御装置 1 2 の通信部 5 へ送信していないが、送信してもよい。

30

【0042】

上述のように、第 3 動作例では、第 1 モータ制御装置 1 1 の判定部 3 1 は、第 2 モータ 7 2 の異常の発生のみでは不安全状態にあるとは判定せず、いずれかのセンサ 9 にて不安全事象の発生が検知されると、初めて不安全状態にある、と判定する。つまり、本実施形態では、モータ制御装置 1 の判定部 3 1 は、他のモータ制御装置 1 の判定部 3 1 の判定結果及び / 又はモータ判定部 3 2 の判定結果も参照して、環境の状態が安全状態にあるか不安全状態にあるかを判定することも可能である。

40

【0043】

以下、本実施形態のモータ制御装置 1 の利点について、比較例のモータ制御システム 2 0 0 との比較を交えて説明する。比較例のモータ制御システム 2 0 0 は、図 5 に示すように、第 1 モータ制御装置 2 0 1 と、第 2 モータ制御装置 2 0 2 と、を備えている。比較例の第 1 モータ制御装置 2 0 1 及び第 2 モータ制御装置 2 0 2 は、いずれも判定部 3 1 及び通信部 5 を備えていない点で、本実施形態のモータ制御装置 1 と相違する。また、比較例の第 1 モータ制御装置 2 0 1 及び第 2 モータ制御装置 2 0 2 は、いずれもセーフティコントローラ SC 1 に接続されている点で、本実施形態のモータ制御装置 1 と相違する。さらに、比較例のモータ制御システム 2 0 0 では、複数のセンサ 9 は、セーフティコントロー

50

ラ S C 1 に接続されている。

【 0 0 4 4 】

セーフティコントローラ S C 1 は、複数のセンサ 9 のうちのいずれか 1 つのセンサ 9 にて不安全事象の発生が検知されると、環境の状態が不安全状態であると判定し、各モータ制御装置 2 0 1 , 2 0 2 に対して要求情報を送信する機能を有している。要求情報は、モータ 7 の動作の停止又は制限を要求する指令を含んでいる。また、セーフティコントローラ S C 1 は、いずれかのモータ制御装置 2 0 1 , 2 0 2 から判定情報を取得すると、環境の状態が不安全状態であると判定し、他のモータ制御装置 2 0 1 , 2 0 2 に対して要求情報を送信する機能を有している。

【 0 0 4 5 】

比較例のモータ制御システム 2 0 0 の動作の流れを図 6 に示す。比較例の動作例においては、第 1 モータ制御装置 2 0 1 の制御対象である第 1 モータ 7 1 に何らかの異常が発生した、と仮定する。

【 0 0 4 6 】

まず、第 1 モータ制御装置 2 0 1 は、取得部で取得したパラメータに基づいて、第 1 モータ 7 1 に異常がある、と判定する (S 1 0 1)。この判定結果を受けて、第 1 モータ制御装置 2 0 1 は、第 1 モータ 7 1 の動作を停止又は制限する (S 1 0 2)。また、第 1 モータ制御装置 2 0 1 は、上記の判定結果を含む判定情報をセーフティコントローラ S C 1 へ送信する (S 1 0 3)。

【 0 0 4 7 】

セーフティコントローラ S C 1 は、第 1 モータ制御装置 2 0 1 から送信された判定情報を受信することで、第 1 モータ制御装置 2 0 1 の判定結果を取得する (S 1 0 4)。すると、セーフティコントローラ S C 1 は、この判定結果に基づいて、環境の状態が不安全状態にある、と判定する (S 1 0 5)。そして、セーフティコントローラ S C 1 は、要求情報を第 2 モータ制御装置 2 0 2 へ送信する (S 1 0 6)。

【 0 0 4 8 】

第 2 モータ制御装置 1 2 は、セーフティコントローラ S C 1 から要求情報を取得すると (S 1 0 7)、第 2 モータ 7 2 の動作を停止又は制限する (S 1 0 8)。

【 0 0 4 9 】

比較例のモータ制御システム 2 0 0 では、例えば第 1 モータ制御装置 2 0 1 の制御対象である第 1 モータ 7 1 の異常が発生した場合、環境の状態が不安全状態に移行したことが、セーフティコントローラ S C 1 を介して第 2 モータ制御装置 2 0 2 に通知される。このため、第 2 モータ制御装置 2 0 2 においては、第 1 モータ 7 1 の異常が発生した時点から自身の制御対象である第 2 モータ 7 2 の動作を停止又は制限するまでに遅延が生じ得る。

【 0 0 5 0 】

これに対して、本実施形態のモータ制御装置 1 は、通信部 5 を備えている。このため、本実施形態では、第 2 動作例で述べたように、例えば第 1 モータ制御装置 1 1 のモータ判定部 3 2 にて第 1 モータ 7 1 が異常であると判定されると、判定結果が第 2 モータ制御装置 1 2 にセーフティコントローラ S C 1 を介さずに送信される。したがって、第 2 モータ制御装置 1 2 においては、第 1 モータ 7 1 の異常が発生した時点から自身の制御対象である第 2 モータ 7 2 の動作を停止又は制限するまでに遅延が生じにくい。つまり、本実施形態では、セーフティコントローラ S C 1 を介して他のモータ制御装置 1 に判定結果を送信する場合と比較して、他のモータ制御装置 1 にて判定結果に基づいて不安全状態に対する措置を速やかに講じることができる、という利点がある。

【 0 0 5 1 】

また、上述のように、比較例のモータ制御システム 2 0 0 では、いずれかのセンサ 9 にて不安全事象の発生を検知した場合、セーフティコントローラ S C 1 を介して各モータ制御装置 2 0 1 , 2 0 2 へ要求情報が送信される。このため、比較例のモータ制御システム 2 0 0 では、いずれかのセンサ 9 にて不安全事象の発生を検知してから、各モータ制御装置 2 0 1 , 2 0 2 でモータ 7 の動作を停止又は制限するまでに遅延が生じ得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

これに対して、本実施形態のモータ制御装置 1 は、判定部 3 1 を備えている。このため、本実施形態では、第 1 動作例で述べたように、例えば第 1 センサ 9 1 にて不安全事故の発生を検知した場合、第 1 モータ制御装置 1 1 の判定部 3 1 は、環境の状態が不安全状態である、と判定することができる。したがって、本実施形態では、第 1 モータ制御装置 1 1 は、比較例のモータ制御システム 2 0 0 のようにセーフティコントローラ S C 1 からの要求情報を待ち受けることなく、自身の制御対象である第 1 モータ 7 1 の動作を停止又は制限することが可能である。つまり、本実施形態では、セーフティコントローラ S C 1 によりモータ制御装置 1 を管理する場合と比較して、不安全状態に対する措置を速やかに講じやすい、という利点がある。

10

【 0 0 5 3 】

また、比較例のモータ制御システム 2 0 0 では、モータ制御システム 2 0 0 に属するモータ制御装置の数が多くなればなる程、これらを管理するための回路等が増大することから、セーフティコントローラ S C 1 が大型化しやすい。その結果、比較例のモータ制御システム 2 0 0 では、システム全体の大型化を招きやすく、また、コストの増大化も招きやすい。一方、本実施形態では、モータ制御装置 1 ごとに判定部 3 1 及び通信部 5 を備えている、つまりセーフティコントローラ S C 1 に相当する機能が内蔵されている。このため、本実施形態では、モータ制御システム 1 0 0 に属するモータ制御装置 1 の数が増えても、モータ制御装置 1 ごとに備えるセーフティコントローラ S C 1 に相当する機能が大型化することはない。その結果、本実施形態では、比較例のモータ制御システム 2 0 0 と比較して、システム全体の小型化を図りやすく、また、コストの低減を図りやすい、という利点がある。

20

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態では、モータ制御装置 1 ごとに通信部 5 を備えているので、各モータ制御装置 1 で通信部 5 を介して情報の共有化を図ることが可能である。このため、センサ 9 をいずれかのモータ制御装置 1 に接続すれば、センサ 9 の検知結果を各モータ制御装置 1 で共有することができる。このため、本実施形態では、比較例のモータ制御システム 2 0 0 のようにセーフティコントローラ S C 1 の近傍にセンサ 9 を配置しなくてもよく、センサ 9 の配置の自由度が向上する、という利点がある。

【 0 0 5 5 】

さらに、本実施形態では、上述のように各モータ制御装置 1 で通信部 5 を介して情報の共有化を図ることが可能であるので、以下のような利点もある。すなわち、モータ制御装置 1 にて判定部 3 1 がそもそも機能しない、又は接続されているセンサ 9 の異常により環境の状態を判定できない場合、他のモータ制御装置 1 での判定結果を利用して自身の制御対象であるモータ 7 の動作を停止又は制限することができる。つまり、本実施形態では、モータ制御システム 1 0 0 に冗長性を持たせることが可能である。

30

【 0 0 5 6 】

(4) 変形例

上述の実施形態は、本開示の様々な実施形態の一つにすぎない。上述の実施形態は、本開示の目的を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。以下、上述の実施形態の変形例を列挙する。以下に説明する変形例は、適宜組み合わせで適用可能である。

40

【 0 0 5 7 】

本開示におけるモータ制御装置 1 は、例えば処理部 3 にコンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムは、ハードウェアとしてのプロセッサ及びメモリを主構成とする。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムをプロセッサが実行することによって、本開示における処理部 3 としての機能が実現される。プログラムは、コンピュータシステムのメモリに予め記録されてもよく、電気通信回線を通じて提供されてもよく、コンピュータシステムで読み取り可能なメモリカード、光学ディスク、ハードディスクドライブ等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。コンピュータシステムのプロセッサは、半導体集積回路 (I C) 又は大規模集積回路 (L S I) を含む 1 ないし

50

複数の電子回路で構成される。ここでいうIC又はLSI等の集積回路は、集積の度合いによって呼び方が異なっており、システムLSI、VLSI (Very Large Scale Integration)、又はULSI (Ultra Large Scale Integration) と呼ばれる集積回路を含む。さらに、LSIの製造後にプログラムされる、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、又はLSI内部の接合関係の再構成若しくはLSI内部の回路区画の再構成が可能な論理デバイスについても、プロセッサとして採用することができる。複数の電子回路は、1つのチップに集約されていてもよいし、複数のチップに分散して設けられていてもよい。複数のチップは、1つの装置に集約されていてもよいし、複数の装置に分散して設けられていてもよい。ここでいうコンピュータシステムは、1以上のプロセッサ及び1以上のメモリを有するマイクロコントローラを含む。したがって、マイクロコントローラについても、半導体集積回路又は大規模集積回路を含む1ないし複数の電子回路で構成される。

10

【0058】

また、処理部3における複数の機能が、1つの筐体に集約されていることは処理部3に必須の構成ではない。処理部3の構成要素は、複数の筐体に分散して設けられていてもよい。さらに、処理部3の少なくとも一部の機能は、例えば、サーバ装置及びクラウド(クラウドコンピューティング)等によって実現されてもよい。反対に、上述の実施形態のように、処理部3の全ての機能が、1つの筐体に集約されていてもよい。

【0059】

上述の実施形態では、通信部5は、有線通信モジュールにより他のモータ制御装置1と有線で通信する態様であるが、これに限らず、無線通信モジュールにより他のモータ制御装置1と無線で通信する態様であってもよい。

20

【0060】

上述の実施形態では、上位システムとモータ制御装置1との通信に用いるネットワークは、通信部5を介したネットワークと異なっているが、これに限らない。例えば、上位システムとモータ制御装置1との通信は、通信部5を介したネットワークを用いて行ってもよい。

【0061】

上述の実施形態では、通信部5は、他のモータ制御装置1の通信部5とLANケーブルを介して接続されているが、これに限らない。例えば、通信部5は、他のモータ制御装置1の通信部5とI/O線を介して接続されてもよい。ここでいう「I/O線」は、例えばLANケーブルのように通信プロトコルに準拠した通信を行うための通信線ではなく、環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかをハイレベル又はローレベルの2値信号で伝達するための通信線である。

30

【0062】

(まとめ)

以上述べたように、第1の態様に係るモータ制御装置(1)は、制御部(2)と、入力部(6)と、判定部(31)と、を備える。制御部(2)は、モータ(7)を制御する。入力部(6)は、モータ(7)により駆動される負荷の置かれる環境の状態を検知するセンサ(9)の検知結果を受け付ける。判定部(31)は、入力部(6)に入力されたセンサ(9)の検知結果に基づいて、環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかを判定する。

40

【0063】

この態様によれば、セーフティコントローラ(SC1)によりモータ制御装置(1)を管理する場合と比較して、不安全状態に対する措置を速やかに講じやすい、という利点がある。

【0064】

第2の態様に係るモータ制御装置(1)は、第1の態様において、通信部(5)を更に備える。通信部(5)は、判定部(31)にて不安全状態と判定されると、判定結果を他のモータ制御装置(1)にセーフティコントローラ(SC1)を介さずに送信する。

50

【 0 0 6 5 】

この態様によれば、セーフティコントローラ（SC1）を介して他のモータ制御装置（1）に判定結果を送信する場合と比較して、他のモータ制御装置（1）にて判定結果に基づいて不安全状態に対する措置を速やかに講じることができる、という利点がある。

【 0 0 6 6 】

第3の態様に係るモータ制御装置（1）では、第1又は第2の態様において、制御部（2）は、判定部（31）にて不安全状態と判定されると、モータ（7）の動作を停止又は制限する。

【 0 0 6 7 】

この態様によれば、モータ制御装置（1）の制御対象である負荷の動作を停止又は制限することができ、機能安全を確保することができる、という利点がある。 10

【 0 0 6 8 】

第4の態様に係るモータ制御装置（1）では、第1～第3のいずれかの態様において、制御部（2）は、他のモータ制御装置（1）の判定部（31）の判定結果に基づいて、モータ（7）の動作を停止又は制限する機能を有する。

【 0 0 6 9 】

この態様によれば、何らかの異常により判定部（31）にて安全状態であるか不安全状態であるかを判定できない場合でも、他のモータ制御装置（1）からの判定結果を参照して不安全状態に対する措置を講じることができる、という利点がある。

【 0 0 7 0 】

第5の態様に係るモータ制御装置（1）は、第1～第4のいずれかの態様において、取得部（4）と、モータ判定部（32）と、を更に備える。取得部（4）は、モータ（7）の動作に関するパラメータを取得する。モータ判定部（32）は、取得部（4）で取得したパラメータに基づいて、モータ（7）の動作が正常であるか異常であるかを判定する。 20

【 0 0 7 1 】

この態様によれば、モータ（7）の動作状態を更に加えることで、環境の状態が安全状態であるか不安全状態であるかをより精度良く判定することができる、という利点がある。

【 0 0 7 2 】

第6の態様に係るモータ制御システム（100）は、第1～第5のいずれかの態様のモータ制御装置（1）を複数備える。複数のモータ制御装置（1）のうち少なくとも1以上のモータ制御装置（1）に、センサ（9）が接続されている。 30

【 0 0 7 3 】

この態様によれば、セーフティコントローラ（SC1）によりモータ制御装置（1）を管理する場合と比較して、不安全状態に対する措置を速やかに講じやすい、という利点がある。

【 0 0 7 4 】

第2～第5の態様に係る構成については、モータ制御装置（1）に必須の構成ではなく、適宜省略可能である。

【 0 0 7 5 】

ところで、上述の実施形態のモータ制御装置1は、判定部31を有しているが、判定部31を有していない態様であってもよい。以下、上述の実施形態の変形例として、判定部31を有していないモータ制御装置1Aを複数（ここでは、第1モータ制御装置11A及び第2モータ制御装置12A）備えたモータ制御システム100Aについて、図7及び図8を用いて説明する。 40

【 0 0 7 6 】

本変形例のモータ制御システム100Aは、図7に示すように、セーフティコントローラSC1を備えている点で、上述の実施形態のモータ制御システム100と相違する。また、本変形例のモータ制御システム100Aでは、複数のセンサ9は、いずれもセーフティコントローラSC1に接続されている。つまり、本変形例では、各モータ制御装置1A 50

は、入力部 6 を有していない点で、上述の実施形態のモータ制御装置 1 と相違する。また、本変形例のモータ制御装置 1 A は、既に述べたように判定部 3 1 を有していない点で、上述の実施形態のモータ制御装置 1 と相違する。さらに、本変形例のモータ制御装置 1 A は、通信部 5 を介してセーフティコントローラ S C 1 と通信可能である点で、上述の実施形態のモータ制御装置 1 と相違する。

【 0 0 7 7 】

本変形例のモータ制御システム 1 0 0 A の動作の流れを図 8 に示す。この動作例においては、第 1 モータ制御装置 1 1 A の制御対象である第 1 モータ 7 1 に何らかの異常が発生した、と仮定する。

【 0 0 7 8 】

まず、第 1 モータ制御装置 1 1 A のモータ判定部 3 2 は、取得部 4 で取得したパラメータに基づいて、第 1 モータ 7 1 に異常がある、と判定する (S 2 2)。この判定結果を受けて、第 1 モータ制御装置 1 1 A は、第 1 モータ 7 1 の動作を停止又は制限する (S 2 3)。また、第 1 モータ制御装置 2 0 1 は、上記の判定結果を含む判定情報を、通信部 5 を介してセーフティコントローラ S C 1 ではなく第 2 モータ制御装置 1 2 A の通信部 5 へ送信する (S 2 4)。

【 0 0 7 9 】

第 2 モータ制御装置 1 2 A の通信部 5 は、第 1 モータ制御装置 1 1 A から送信された判定情報を受信することで、第 1 モータ制御装置 1 1 A のモータ判定部 3 2 の判定結果を取得する (S 2 5)。この判定結果を受けて、第 2 モータ制御装置 1 2 A の制御部 2 は、第 2 モータ 7 2 の動作を停止又は制限する (S 2 6)。つまり、本変形例では、モータ制御装置 1 A は、他のモータ制御装置 1 A にてモータ 7 の異常が発生した場合、セーフティコントローラ S C 1 からの要求情報ではなく、他のモータ制御装置 1 A からの判定結果を取得する。したがって、モータ制御装置 1 A においては、他のモータ制御装置 1 A の制御対象であるモータ 7 の異常が発生した時点から自身の制御対象であるモータ 7 の動作を停止又は制限するまでに遅延が生じにくい。

【 0 0 8 0 】

上述のように、モータ制御装置 (1 A) は、制御部 (2) と、取得部 (4) と、モータ判定部 (3 2) と、通信部 (5) と、を備える。制御部 (2) は、モータ (7) を制御する。取得部 (4) は、モータ (7) の動作に関するパラメータを取得する。モータ判定部 (3 2) は、取得部 (4) で取得したパラメータに基づいて、モータ (7) の動作が正常であるか異常であるかを判定する。通信部 (5) は、モータ判定部 (3 2) にてモータ (7) の動作が異常であると判定されると、判定結果を他のモータ制御装置 (1) にセーフティコントローラ (S C 1) を介さずに送信する。

【 0 0 8 1 】

この態様によれば、セーフティコントローラ (S C 1) を介して他のモータ制御装置 (1) に判定結果を送信する場合と比較して、他のモータ制御装置 (1) にて判定結果に基づいて不安全状態に対する措置を速やかに講じることができる、という利点がある。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

- 1 モータ制御装置
- 2 制御部
- 3 1 判定部
- 3 2 モータ判定部
- 4 取得部
- 5 通信部
- 6 入力部
- 7 モータ
- 9 センサ
- 1 0 0 モータ制御システム

10

20

30

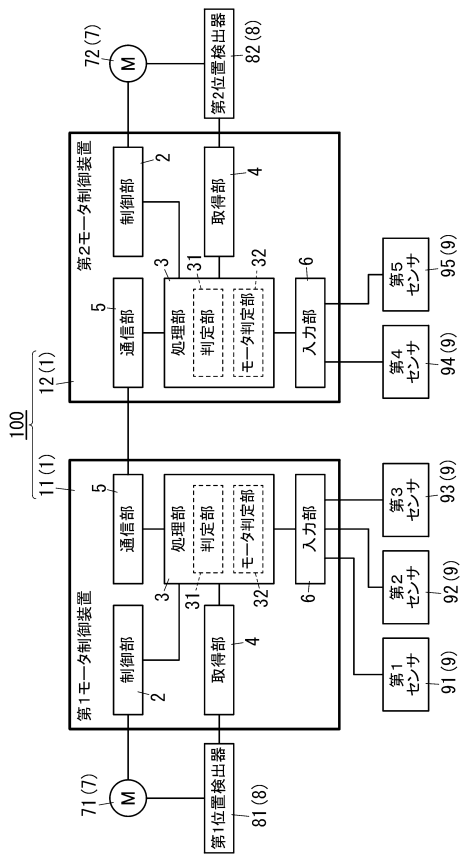
40

50

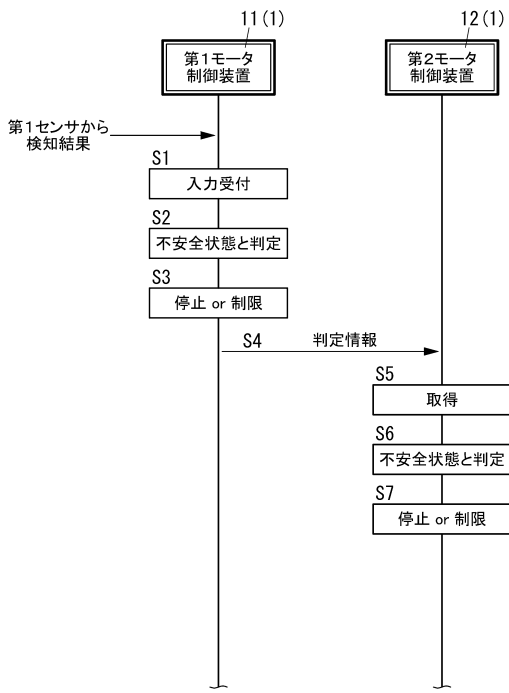
SC 1 セーフティコントローラ

【図面】

【図 1】



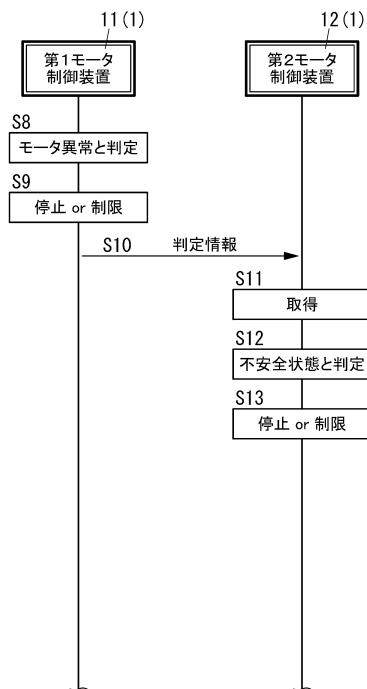
【図 2】



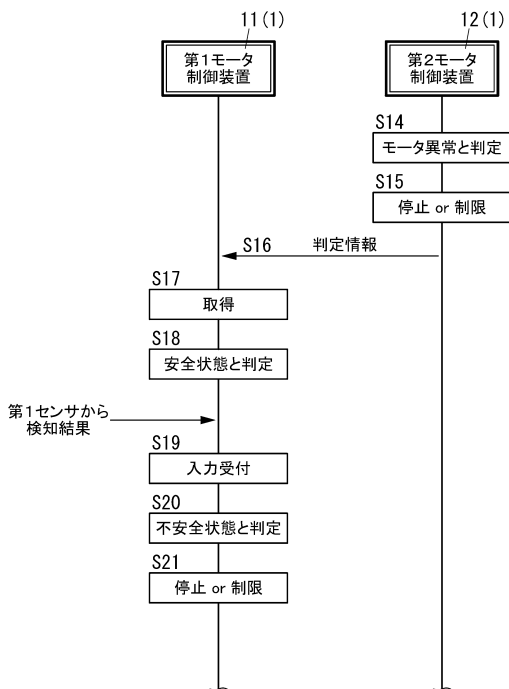
10

20

【図 3】



【図 4】

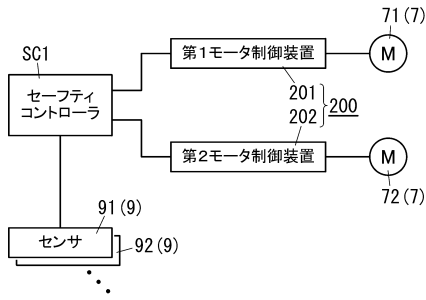


30

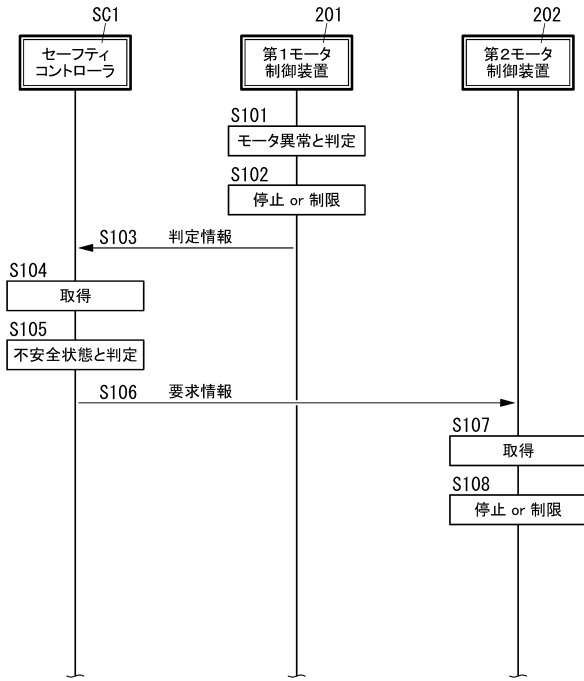
40

50

【 図 5 】



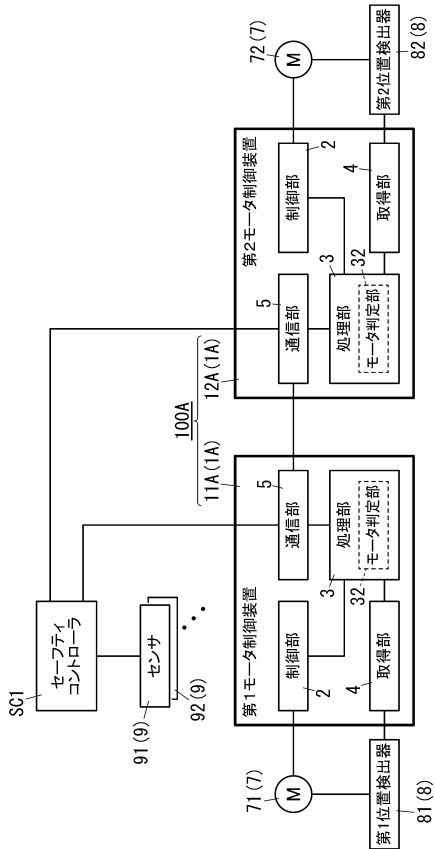
【 図 6 】



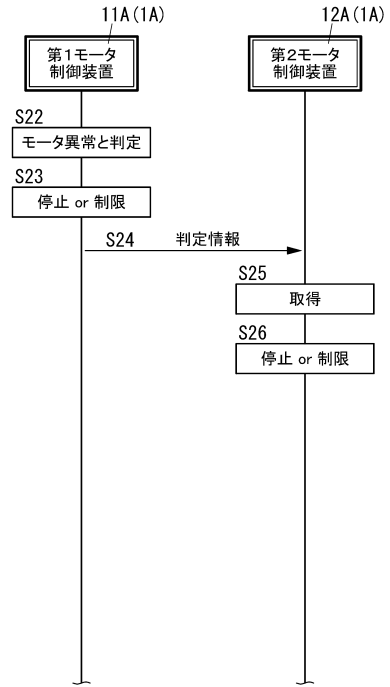
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】



30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H501 AA22 BB20 DD01 GG01 GG03 HB07 HB16 JJ03 JJ17 LL01
LL35 LL51 LL60 MM09
5H572 AA14 BB10 DD02 EE03 GG01 GG02 HB07 HC07 JJ03 JJ17
LL01 LL32 LL45 LL50 MM09