

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7392370号
(P7392370)

(45)発行日 令和5年12月6日(2023.12.6)

(24)登録日 令和5年11月28日(2023.11.28)

(51)国際特許分類 F I
 G 0 5 B 23/02 (2006.01) G 0 5 B 23/02 3 0 1 P
 G 0 5 B 9/02 (2006.01) G 0 5 B 9/02 B

請求項の数 9 (全31頁)

(21)出願番号	特願2019-183162(P2019-183162)	(73)特許権者	000002945 オムロン株式会社 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南 不動堂町801番地
(22)出願日	令和1年10月3日(2019.10.3)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(65)公開番号	特開2021-60675(P2021-60675A)	(72)発明者	藤村 亮輔 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南 不動堂町801番地 オムロン株式会社内
(43)公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	(72)発明者	菅沼 拓 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南 不動堂町801番地 オムロン株式会社内
審査請求日	令和4年8月17日(2022.8.17)	(72)発明者	石原 博巳 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南 不動堂町801番地 オムロン株式会社内 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 制御システム、サポート装置およびサポートプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

制御システムであって、
 コントローラで実行されるユーザプログラムを開発するためのサポート装置と、
 前記コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置とを備え、
前記コントローラは、セーフティコントローラを含み、
 前記サポート装置は、
 前記ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と1または複数の入力信号との関係
 を抽出して入出力対応情報を生成する生成手段と、
 前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データを前記表示装置
 へ送信する送信手段とを備え、
 前記表示装置は、前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データ
 に基づいて、前記コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を前記コントロー
 ラから取得して、指定された出力信号および対応付けられる1または複数の入力信号の現
 在値を示す監視操作画面を提供し、
前記入出力対応情報は、前記セーフティコントローラで実行されるユーザプログラムとの
 同一性を示すセーフティ署名を含む、制御システム。

【請求項2】

前記入出力対応情報は、前記入力信号および前記出力信号の各値を参照するためのアド
 レスと、前記出力信号に関連付けられる1または複数の入力信号を特定するための情報と

を含む、請求項 1 に記載の制御システム。

【請求項 3】

前記表示装置は、前記入出力対応情報に基づいて、前記監視操作画面を生成する画面生成手段を備える、請求項 1 または 2 に記載の制御システム。

【請求項 4】

前記送信手段は、前記表示装置において任意の監視操作画面を提供するための画面データに加えて、前記入出力対応情報を送信する、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

【請求項 5】

前記送信手段が前記入出力対応情報を反映した画面データを前記表示装置へ送信する場合には、前記入出力対応情報を反映した画面データは、前記入出力対応情報に基づいて生成された、任意の指定された出力信号に対応付けられる 1 または複数の入力信号の現在値を示すように構成されている、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

10

【請求項 6】

前記生成手段は、前記ユーザプログラムに含まれる出力信号の各々について、当該ユーザプログラムをさかのぼることで、当該出力信号の値を決定する 1 または複数の入力信号を特定する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

【請求項 7】

通信スレーブとして機能するコントローラは、通信マスタとして機能するコントローラを介してデータを遣り取りしており、

20

前記表示装置は、前記通信マスタとして機能するコントローラを介して、前記通信スレーブとして機能するコントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照する、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

【請求項 8】

コントローラで実行されるユーザプログラムを開発するためのサポート装置であって、前記コントローラには、当該コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置が接続されており、前記コントローラは、セーフティコントローラを含み、前記サポート装置は、

前記ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と 1 または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報を生成する生成手段と、

30

前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データを前記表示装置へ送信する送信手段とを備え、

前記表示装置は、前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データに基づいて、前記コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を前記コントローラから取得して、指定された出力信号および対応付けられる 1 または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供し、

前記入出力対応情報は、前記セーフティコントローラで実行されるユーザプログラムとの同一性を示すセーフティ署名を含む、サポート装置。

【請求項 9】

コントローラで実行されるユーザプログラムを開発するためのサポートプログラムであって、前記コントローラには、当該コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置が接続されており、前記コントローラは、セーフティコントローラを含み、

40

前記サポートプログラムは、コンピュータに、

前記ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と 1 または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報を生成するステップと、

前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データを前記表示装置へ送信するステップとを実行させ、

前記表示装置は、前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データに基づいて、前記コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を前記コントロー

50

ラから取得して、指定された出力信号および対応付けられる 1 または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供し、

前記入出力対応情報は、前記セーフティコントローラで実行されるユーザプログラムとの同一性を示すセーフティ署名を含む、サポートプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御システム、サポート装置およびサポートプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

PLC（プログラマブルコントローラ）やセーフティコントローラなどの制御装置では、ユーザプログラムにより規定される制御ロジックに従って、1 または複数の入力信号から 1 または複数の出力信号の値がサイクリックに決定される。

【0003】

例えば、特開 2017 - 167653 号公報（特許文献 1）および特開 2018 - 151866 号公報（特許文献 2）は、1 または複数の入力信号と 1 または複数の出力信号との関係を、解析および評価するような技術を開示する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2017 - 167653 号公報

【文献】特開 2018 - 151866 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述の特許文献 1 および特許文献 2 に開示される技術は、典型的には、サポート装置と称される情報処理装置で実行される。設備の稼動中においては、制御装置にはサポート装置が接続されていないことも多い。

【0006】

設備の稼動中において意図しないシステム停止が発生したときに、その原因を究明するためにサポート装置を接続するのは手間であり、原因究明が遅れることになる。このような意図しないシステム停止は、例えば、ライトカーテンの投受光範囲に異物（虫や加工中の金属片など）が入って異常と誤判断されることや、機器の故障などによって生じ得る。

【0007】

そのため、意図しないシステム停止が発生した場合の原因究明を迅速化できるソリューションが要望されている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一実施形態に従う制御システムは、コントローラで実行されるユーザプログラムを開発するためのサポート装置と、コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置とを含む。サポート装置は、ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と 1 または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報を生成する生成手段と、入出力対応情報または入出力対応情報を反映した画面データを表示装置へ送信する送信手段とを含む。表示装置は、入出力対応情報または入出力対応情報を反映した画面データに基づいて、コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照して、指定された出力信号および対応付けられる 1 または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供する。

【0009】

この構成によれば、サポート装置をコントローラに接続することなく、表示装置から提供される監視操作画面を参照することで、意図しないシステム停止が発生した場合の原因

10

20

30

40

50

究明を行うための情報を容易かつ迅速に取得できる。

【0010】

入出力対応情報は、入力信号および出力信号の各値を参照するためのアドレスと、出力信号に関連付けられる1または複数の入力信号を特定するための情報とを含ようにしてもよい。この構成によれば、表示装置は、各出力信号に対応付けられる入力信号を一意に特定できるとともに、入力信号および出力信号の各値を取得する先を一意に特定できる。

【0011】

表示装置は、入出力対応情報に基づいて、監視操作画面を生成する画面生成手段を含んでいてもよい。この構成によれば、入出力対応情報を表示装置に送信することで監視操作画面が生成されるので、監視操作画面の作成に係る手間を低減できる。

10

【0012】

送信手段は、表示装置において任意の監視操作画面を提供するための画面データに加えて、入出力対応情報を送信するようにしてもよい。この構成によれば、画面データを表示装置に送信する手続きに併せて入出力対応情報が表示装置に送信されるので、操作者の手間を増加させることがない。

【0013】

入出力対応情報を反映した画面データは、入出力対応情報に基づいて生成された、任意の指定された出力信号に対応付けられる1または複数の入力信号の現在値を示すように構成されていてもよい。この構成によれば、入出力対応情報に基づいて生成された画面データが表示装置に送信されるので、監視操作画面を生成する処理を省略できるので、表示に係る処理を高速化できる。

20

【0014】

コントローラは、セーフティコントローラを含み、入出力対応情報は、セーフティコントローラで実行されるユーザプログラムとの同一性を示すセーフティ署名を含んでいてもよい。この構成によれば、セーフティコントローラに要求される要件を満たすことができる。

【0015】

生成手段は、ユーザプログラムに含まれる出力信号の各々について、当該ユーザプログラムをさかのぼることで、当該出力信号の値を決定する1または複数の入力信号を特定するようにしてもよい。この構成によれば、ユーザプログラムに含まれる、出力信号と1または複数の入力信号との対応関係を容易に特定できる。

30

【0016】

通信スレーブとして機能するコントローラは、通信マスタとして機能するコントローラを介してデータを遣り取りしており、表示装置は、通信マスタとして機能するコントローラを介して、通信スレーブとして機能するコントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照するようにしてもよい。この構成によれば、通信マスタおよび通信スレーブからなる制御システムにおいても、監視操作画面を提供できる。

【0017】

本発明の別の一実施形態に従えば、コントローラで実行されるユーザプログラムを開発するためのサポート装置が提供される。コントローラには、当該コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置が接続されている。サポート装置は、ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と1または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報を生成する生成手段と、入出力対応情報または入出力対応情報を反映した画面データを表示装置へ送信する送信手段とを含む。表示装置は、入出力対応情報または入出力対応情報を反映した画面データに基づいて、コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照して、指定された出力信号および対応付けられる1または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供する。

40

【0018】

本発明のさらに別の一実施形態に従えば、コントローラで実行されるユーザプログラムを開発するためのサポートプログラムが提供される。コントローラには、当該コントロー

50

ラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置が接続されている。サポートプログラムは、コンピュータに、ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と1または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報を生成するステップと、入出力対応情報または入出力対応情報を反映した画面データを表示装置へ送信するステップとを実行させる。表示装置は、入出力対応情報または入出力対応情報を反映した画面データに基づいて、コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照して、指定された出力信号および対応付けられる1または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供する。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、意図しないシステム停止が発生した場合の原因究明を迅速化できるソリューションを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明が適用される場面の一例を示す模式図である。

【図2】本実施の形態に係る制御システムの構成例を示す模式図である。

【図3】本実施の形態に係る制御システムを構成する標準コントローラのハードウェア構成例を示す模式図である。

【図4】本実施の形態に係る制御システムを構成するセーフティコントローラのハードウェア構成例を示す模式図である。

【図5】本実施の形態に係る制御システムを構成するセーフティスレーブカブラのハードウェア構成例を示す模式図である。

【図6】本実施の形態に係る制御システムを構成するセーフティドライバおよびサーボモータのハードウェア構成例を示す模式図である。

【図7】本実施の形態に係る制御システムを構成する表示装置のハードウェア構成例を示す模式図である。

【図8】本実施の形態に係る制御システムを構成するサポート装置のハードウェア構成例を示す模式図である。

【図9】制御システムにおいて生じ得る課題について説明するための図である。

【図10】本実施の形態に係る制御システムにおける解決手段を概略する模式図である。

【図11】本実施の形態に係る制御システムが解析対象とするプログラムの一例を示す図である。

【図12】本実施の形態に係る制御システムの表示装置が提供するモニタ画面例を示す図である。

【図13】本実施の形態に係る制御システムの表示装置が提供するモニタ画面例を示す図である。

【図14】本実施の形態に係る制御システムにおいて用いられる入出力対応情報の一例を示す図である。

【図15】本実施の形態に係る制御システムにおけるデータ転送の処理を説明するための模式図である。

【図16】本実施の形態に係る制御システムにおける入出力対応情報の生成に係る処理手順を示すフローチャートである。

【図17】本実施の形態に係る制御システムにおける入出力対応情報の転送に係る処理手順を示すフローチャートである。

【図18】本実施の形態に係る制御システムにおける入出力対応情報を利用したモニタ画面の提供に係る処理手順を示すフローチャートである。

【図19】本実施の形態に係る制御システムにおける機能分担の一例を示す図である。

【図20】本実施の形態の変形例に係る制御システムの構成例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

10

20

30

40

50

本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0022】

< A . 適用例 >

まず、本発明が適用される場面の一例について説明する。

【0023】

図1は、本発明が適用される場面の一例を示す模式図である。図1を参照して、制御システム1は、コントローラの一例として、標準コントローラ100およびセーフティコントローラ200を含む。標準コントローラ100およびセーフティコントローラ200では、ユーザプログラムが実行される。

10

【0024】

本明細書において「ユーザプログラム」は、コントローラで実行される制御演算（制御ロジック）を規定する命令群であり、制御対象に応じて任意に作成される。以下の説明においては、標準コントローラ100で実行されるユーザプログラムを標準制御プログラムと称し、セーフティコントローラ200で実行されるユーザプログラムをセーフティプログラムとも称す。制御システム1は、これらのユーザプログラムを開発するためのサポート装置600を含む。

【0025】

制御システム1は、コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置500をさらに含む。

20

【0026】

本明細書において「監視操作画面」は、ユーザに対してコントローラが保持する情報を含む制御対象の状態などを提示するとともに、ユーザ操作を受け付けることが可能なユーザインターフェイスを意味する。

【0027】

本適用例において、サポート装置600は、ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と1または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報570を生成する生成処理を実行する。また、サポート装置600は、入出力対応情報570または入出力対応情報570を反映した画面データを表示装置500へ送信する送信処理を実行する。

【0028】

表示装置500は、入出力対応情報570または入出力対応情報570を反映した画面データに基づいて、コントローラ（標準コントローラ100および/またはセーフティコントローラ200）が保持する入力信号および出力信号の値を参照して、指定された出力信号および対応付けられる1または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供する。

30

【0029】

このような構成を採用することで、意図しないシステム停止が発生した場合でも、サポート装置600を用いることなく、表示装置500に提示される監視操作画面を参照することで、そのシステム停止の原因（例えば、いずれかの入力信号の値が正常ではないなど）を容易かつ迅速に特定できる。

40

【0030】

本明細書において、「入力信号」は、コントローラと直接的またはネットワーク経由で接続された入力ユニットに制御対象などから入力される信号を包含する。入力信号としては、例えば、光電センサなどにより検出されるON/OFF信号（デジタル入力）、温度センサなどにより検出される物理信号（アナログ入力）、ならびに、パルスエンコーダなどが発生するパルス信号（パルス入力）などが挙げられる。以下の実施の形態においては、変数プログラミング環境でユーザプログラムを開発する場合を前提として説明するので、入力信号の各値を示す「入力変数」を「入力信号」と実質的に等価なものとして扱う。

【0031】

本明細書において、「出力信号」は、コントローラと直接的またはネットワーク経由で

50

接続された出力ユニットから出力される信号を包含する。出力信号としては、例えば、リレーなどを駆動するためのON/OFF（デジタル出力）、サーボモータの回転速度などを指示する速度指令（アナログ出力）、ならびに、ステッピングモータの移動量などを指示する変位指令（パルス出力）などが挙げられる。以下の実施の形態においては、変数プログラミング環境でユーザプログラムを開発する場合を前提として説明するので、出力の各値を示す「出力変数」を「出力信号」と実質的に等価なものとして扱う。

【0032】

< B . 制御システム 1 >

次に、本実施の形態に係る制御システム 1 の構成例について説明する。図 2 は、本実施の形態に係る制御システム 1 の構成例を示す模式図である。

10

【0033】

図 2 を参照して、制御システム 1 は、主として、標準コントローラ 100、ならびに、標準コントローラ 100 とフィールドネットワーク 2 を介して接続されるセーフティコントローラ 200、セーフティスレーブカプラ 300、および 1 または複数のセーフティドライバ 400 を含む。

【0034】

フィールドネットワーク 2 のプロトコルの一例として、EtherCAT（登録商標）を採用してもよい。

【0035】

標準コントローラ 100 は、予め作成された標準制御プログラムに従って、任意の制御対象に対する標準制御を実行する。セーフティコントローラ 200 は、標準コントローラ 100 とは独立して、任意の制御対象に対するセーフティ制御を実行する。

20

【0036】

本明細書において、「標準制御」は、予め定められた要求仕様に沿って、制御対象を制御するための処理の総称である。一方、「セーフティ制御」は、設備や機械などによって人の安全が脅かされることを防止するための処理を総称する。「セーフティ制御」は、IEC 61508 などに規定されたセーフティ機能を実現するための要件を満たすように設計される。

【0037】

セーフティスレーブカプラ 300 は、任意のセーフティデバイス 350 からの入力信号を受付けてセーフティコントローラ 200 への提供、および / または、セーフティコントローラ 200 から任意のセーフティデバイス 350 への指令の出力が可能になっている。なお、セーフティデバイス 350 はセーフティコントローラ 200 と直接接続されることもある。

30

【0038】

セーフティドライバ 400 は、電気的に接続されたサーボモータ 450 を駆動する。セーフティドライバ 400 は、サーボモータ 450 の駆動に関するセーフティ機能も有している。

【0039】

標準コントローラ 100 には、表示装置 500 および / またはサポート装置 600 が接続可能になっている。

40

【0040】

表示装置 500 は、HMI（Human Machine Interface）や PT（Programmable Terminal）とも称され、コントローラ（標準コントローラ 100 および / またはセーフティコントローラ 200）が保持する情報を参照して監視操作画面を提供するとともに、ユーザ操作に対応する指示を標準コントローラ 100 へ送出する。

【0041】

サポート装置 600 は、コントローラ（標準コントローラ 100 および / またはセーフティコントローラ 200）で実行されるユーザプログラム（標準制御プログラム 1104 および / またはセーフティプログラム 2104）を開発する環境を提供する。サポート装

50

置 6 0 0 は、標準コントローラ 1 0 0 および / またはセーフティコントローラ 2 0 0 で実行されるプログラムの作成や変更などに加えて、制御システム 1 の動作に必要な各種設定をするためのサポート機能を提供してもよい。

【 0 0 4 2 】

< C . 制御システム 1 に含まれるデバイスの構成例 >

次に制御システム 1 に含まれるデバイスの構成例について説明する。

【 0 0 4 3 】

(c 1 : 標準コントローラ 1 0 0)

図 3 は、本実施の形態に係る制御システム 1 を構成する標準コントローラ 1 0 0 のハードウェア構成例を示す模式図である。図 3 を参照して、標準コントローラ 1 0 0 は、プロセッサ 1 0 2 と、メインメモリ 1 0 4 と、ストレージ 1 1 0 と、上位ネットワークコントローラ 1 0 6 と、フィールドネットワークコントローラ 1 0 8 と、U S B (Universal Serial Bus) コントローラ 1 2 0 と、メモリカードインターフェイス 1 1 2 と、ローカルバスコントローラ 1 1 6 とを含む。これらのコンポーネントは、プロセッサバス 1 1 8 を介して接続されている。

10

【 0 0 4 4 】

プロセッサ 1 0 2 は、主として、標準制御に係る制御演算を実行する演算処理部に相当し、C P U (Central Processing Unit) や G P U (Graphics Processing Unit) などで構成される。具体的には、プロセッサ 1 0 2 は、ストレージ 1 1 0 に格納されたプログラム (一例として、システムプログラム 1 1 0 2 および標準制御プログラム 1 1 0 4) を読み出して、メインメモリ 1 0 4 に展開して実行することで、制御対象に応じた制御演算、および、後述するような各種処理を実現する。

20

【 0 0 4 5 】

メインメモリ 1 0 4 は、D R A M (Dynamic Random Access Memory) や S R A M (Static Random Access Memory) などの揮発性記憶装置などで構成される。ストレージ 1 1 0 は、例えば、S S D (Solid State Drive) や H D D (Hard Disk Drive) などの不揮発性記憶装置などで構成される。

【 0 0 4 6 】

ストレージ 1 1 0 には、基本的な機能を実現するためのシステムプログラム 1 1 0 2 、制御対象に応じて作成された標準制御プログラム 1 1 0 4 、および標準コントローラ 1 0 0 での処理を規定するための設定情報 1 1 0 6 が格納される。

30

【 0 0 4 7 】

上位ネットワークコントローラ 1 0 6 は、上位ネットワークを介して、任意の情報処理装置との間でデータを遣り取りする。

【 0 0 4 8 】

フィールドネットワークコントローラ 1 0 8 は、フィールドネットワーク 2 を介して任意のデバイスとの間でデータを遣り取りする。図 2 に示す構成において、フィールドネットワークコントローラ 1 0 8 は、フィールドネットワーク 2 の通信マスタとして機能する。

【 0 0 4 9 】

U S B コントローラ 1 2 0 は、U S B 接続を介して、サポート装置 6 0 0 などとの間でデータを遣り取りする。

40

【 0 0 5 0 】

メモリカードインターフェイス 1 1 2 は、着脱可能な記憶媒体の一例であるメモリカード 1 1 4 を受付ける。メモリカードインターフェイス 1 1 2 は、メモリカード 1 1 4 に対して任意のデータの読み書きが可能になっている。

【 0 0 5 1 】

ローカルバスコントローラ 1 1 6 は、ローカルバスを介して、標準コントローラ 1 0 0 に接続される任意のユニットとの間でデータを遣り取りする。

【 0 0 5 2 】

(c 2 : セーフティコントローラ 2 0 0)

50

図4は、本実施の形態に係る制御システム1を構成するセーフティコントローラ200のハードウェア構成例を示す模式図である。図4を参照して、セーフティコントローラ200は、プロセッサ202と、メインメモリ204と、ストレージ210と、フィールドネットワークコントローラ208と、USBコントローラ220と、セーフティローカルバスコントローラ216とを含む。これらのコンポーネントは、プロセッサバス218を介して接続されている。

【0053】

プロセッサ202は、主として、セーフティ制御に係る制御演算を実行する演算処理部に相当し、CPUやGPUなどで構成される。

【0054】

メインメモリ204およびは、DRAMやSRAMなどの揮発性記憶装置などで構成される。ストレージ210は、例えば、SSDやHDDなどの不揮発性記憶装置などで構成される。

【0055】

ストレージ210には、基本的な機能を実現するためのシステムプログラム2102、要求されるセーフティ機能に応じた作成されたセーフティプログラム2104、およびセーフティコントローラ200での処理を規定するための設定情報2106が格納される。

【0056】

フィールドネットワークコントローラ208は、フィールドネットワーク2を介して、任意のデバイスとの間でデータを遣り取りする。図2に示す構成において、フィールドネットワークコントローラ208は、フィールドネットワーク2の通信スレーブとして機能する。

【0057】

USBコントローラ220は、USB接続を介して、サポート装置600などの情報処理装置との間でデータを遣り取りする。

【0058】

セーフティローカルバスコントローラ216は、セーフティローカルバスを介して、セーフティコントローラ200に接続される任意のセーフティIOユニット230との間でデータを遣り取りする。

【0059】

(c3:セーフティスレーブカプラ300)

図5は、本実施の形態に係る制御システム1を構成するセーフティスレーブカプラ300のハードウェア構成例を示す模式図である。図5を参照して、セーフティスレーブカプラ300は、プロセッサ302と、メインメモリ304と、ストレージ310と、フィールドネットワークコントローラ308と、セーフティローカルバスコントローラ316とを含む。これらのコンポーネントは、プロセッサバス318を介して接続されている。

【0060】

プロセッサ302は、主として、セーフティスレーブカプラ300を動作させるための制御演算を実行する演算処理部に相当し、CPUやGPUなどで構成される。

【0061】

メインメモリ304およびは、DRAMやSRAMなどの揮発性記憶装置などで構成される。ストレージ310は、例えば、SSDやHDDなどの不揮発性記憶装置などで構成される。

【0062】

ストレージ310には、基本的な機能を実現するためのシステムプログラム3102およびセーフティスレーブカプラ300での処理を規定するための設定情報3106が格納される。

【0063】

フィールドネットワークコントローラ308は、フィールドネットワーク2を介して、任意のデバイスとの間でデータを遣り取りする。図2に示す構成において、フィールドネ

10

20

30

40

50

ネットワークコントローラ 308 は、フィールドネットワーク 2 の通信スレーブとして機能する。

【0064】

セーフティローカルバスコントローラ 316 は、セーフティローカルバスを介して、セーフティスレーブカプラ 300 に接続される任意のセーフティ I/O ユニット 330 との間でデータを遣り取りする。

【0065】

(c4: セーフティドライバ 400 およびサーボモータ 450)

図 6 は、本実施の形態に係る制御システム 1 を構成するセーフティドライバ 400 およびサーボモータ 450 のハードウェア構成例を示す模式図である。図 6 を参照して、セーフティドライバ 400 は、フィールドネットワークコントローラ 402 と、制御部 410 と、ドライブ回路 430 と、フィードバック受信回路 432 とを含む。

【0066】

制御部 410 は、セーフティドライバ 400 を動作させるために必要な演算処理を実行する。一例として、制御部 410 は、プロセッサ 412, 414 と、メインメモリ 416 と、ストレージ 420 とを含む。プロセッサ 412 は、サーボモータ 450 を駆動するための制御演算を主として実行し、プロセッサ 414 は、サーボモータ 450 に係るセーフティ機能を提供するための制御演算を主として実行する。プロセッサ 412, 414 は、いずれも CPU など構成される。図 6 の構成に限らず、単一のプロセッサで実現する構成を採用してもよい。

【0067】

メインメモリ 416 は、DRAM や SRAM などの揮発性記憶装置などで構成される。ストレージ 420 は、例えば、SSD や HDD などの不揮発性記憶装置などで構成される。

【0068】

ストレージ 420 には、サーボ制御を実現するためのサーボ制御プログラム 4202、モーションセーフティ機能を実現するためのモーションセーフティプログラム 4204、およびセーフティドライバ 400 での処理を規定するための設定情報 4206 が格納される。

【0069】

ドライブ回路 430 は、コンバータ回路およびインバータ回路などを含み、制御部 410 からの指令に従って、指定された電圧・電流・位相の電力を生成して、サーボモータ 450 へ供給する。

【0070】

フィードバック受信回路 432 は、サーボモータ 450 からのフィードバック信号を受信して、その受信結果を制御部 410 へ出力する。

【0071】

サーボモータ 450 は、典型的には、三相交流モータ 452 および三相交流モータ 452 の回転軸に取付けられたエンコーダ 454 を含む。

【0072】

(c5: 表示装置 500)

図 7 は、本実施の形態に係る制御システム 1 を構成する表示装置 500 のハードウェア構成例を示す模式図である。表示装置 500 は、一例として、汎用的なアーキテクチャに従うハードウェア（例えば、汎用パソコン）を用いて実現される。

【0073】

図 7 を参照して、表示装置 500 は、プロセッサ 502 と、メインメモリ 504 と、入力部 506 と、表示部 508 と、ストレージ 510 と、メモリカードインターフェイス 512 と、通信コントローラ 520 とを含む。これらのコンポーネントは、プロセッサバス 518 を介して接続されている。

【0074】

プロセッサ 502 は、CPU や GPU など構成され、ストレージ 510 に格納された

10

20

30

40

50

プログラム（一例として、OS（Operating System）5102および画面生成プログラム5104）を読み出して、メインメモリ504に展開して実行することで、表示や監視に係る処理を実現する。さらに、ストレージ510には、画面データ5106および入出力対応情報570（詳細は後述する）も格納される。

【0075】

メインメモリ504は、DRAMやSRAMなどの揮発性記憶装置などで構成される。ストレージ510は、例えば、HDDやSSDなどの不揮発性記憶装置などで構成される。

【0076】

ストレージ510には、基本的な機能を実現するためのOS5102、および、表示装置500としての機能を提供するための画面データ5106が格納される。

10

【0077】

入力部506は、典型的には、タッチパネルなどで構成され、ユーザ操作を受付ける。入力部506としては、キーボードやマウスなどを採用してもよい。表示部508は、ディスプレイや各種インジケータなどで構成され、プロセッサ502からの処理結果などを出力する。

【0078】

メモリカードインターフェイス512は、着脱可能な記憶媒体の一例であるメモリカード514を受付ける。メモリカードインターフェイス512は、メモリカード514に対して任意のデータの読み書きが可能になっている。

【0079】

通信コントローラ520は、任意のローカル通信を介して、標準コントローラ100などとの間のデータを遣り取りする。

20

【0080】

（c6：サポート装置600）

図8は、本実施の形態に係る制御システム1を構成するサポート装置600のハードウェア構成例を示す模式図である。サポート装置600は、一例として、汎用的なアーキテクチャに従うハードウェア（例えば、汎用パソコン）を用いて実現される。

【0081】

図8を参照して、サポート装置600は、プロセッサ602と、メインメモリ604と、入力部606と、出力部608と、ストレージ610と、光学ドライブ612と、USBコントローラ620とを含む。これらのコンポーネントは、プロセッサバス618を介して接続されている。

30

【0082】

プロセッサ602は、CPUやGPUなどで構成され、ストレージ610に格納されたプログラム（一例として、OS6102およびサポートプログラム6104）を読み出して、メインメモリ604に展開して実行することで、後述するような各種処理を実現する。

【0083】

メインメモリ604は、DRAMやSRAMなどの揮発性記憶装置などで構成される。ストレージ610は、例えば、HDDやSSDなどの不揮発性記憶装置などで構成される。

【0084】

ストレージ610には、基本的な機能を実現するためのOS6102、サポート装置600としての機能を提供するためのサポートプログラム6104、および開発環境においてユーザにより作成されるプロジェクトデータ6106が格納される。

40

【0085】

サポート装置600は、制御システム1に含まれる各デバイスに対する設定および各デバイスで実行されるプログラムの作成が統合的に可能な開発環境を提供する。プロジェクトデータ6106は、このような統合的な開発環境によって生成されるデータを含む。典型的には、プロジェクトデータ6106は、標準制御ソースプログラム6108と、標準コントローラ設定情報6110と、セーフティソースプログラム6112と、セーフティコントローラ設定情報6114と、セーフティドライバ設定情報6116とを含む。

50

【 0 0 8 6 】

標準制御ソースプログラム 6 1 0 8 は、オブジェクトコードに変換された上で、標準コントローラ 1 0 0 へ送信され、標準制御プログラム 1 1 0 4 (図 3 参照) として格納される。同様に、標準コントローラ設定情報 6 1 1 0 についても標準コントローラ 1 0 0 へ送信され、設定情報 1 1 0 6 (図 3 参照) として格納される。

【 0 0 8 7 】

セーフティソースプログラム 6 1 1 2 は、オブジェクトコードに変換された上で、セーフティコントローラ 2 0 0 へ送信され、セーフティプログラム 2 1 0 4 (図 3 参照) として格納される。同様に、セーフティコントローラ設定情報 6 1 1 4 についてもセーフティコントローラ 2 0 0 へ送信され、設定情報 2 1 0 6 (図 4 参照) として格納される。

10

【 0 0 8 8 】

セーフティドライバ設定情報 6 1 1 6 は、セーフティドライバ 4 0 0 へ送信され、設定情報 3 2 0 6 (図 5 参照) として格納される。

【 0 0 8 9 】

入力部 6 0 6 は、キーボードやマウスなどで構成され、ユーザ操作を受付ける。出力部 6 0 8 は、ディスプレイ、各種インジケータ、プリンタなどで構成され、プロセッサ 6 0 2 からの処理結果などを出力する。

【 0 0 9 0 】

USB コントローラ 6 2 0 は、USB 接続を介して、標準コントローラ 1 0 0 などとの間のデータを遣り取りする。

20

【 0 0 9 1 】

サポート装置 6 0 0 は、光学ドライブ 6 1 2 を有しており、コンピュータ読取可能なプログラムを非一過的に格納する記憶媒体 6 1 4 (例えば、DVD (Digital Versatile Disc) などの光学記憶媒体) から、その中に格納されたプログラムが読取られてストレージ 6 1 0 などにインストールされる。

【 0 0 9 2 】

サポート装置 6 0 0 で実行されるサポートプログラム 6 1 0 4 などは、コンピュータ読取可能な記憶媒体 6 1 4 を介してインストールされてもよいが、ネットワーク上のサーバ装置などからダウンロードする形でインストールするようにしてもよい。また、本実施の形態に係るサポート装置 6 0 0 が提供する機能は、OS が提供するモジュールの一部を利用する形で実現される場合もある。

30

【 0 0 9 3 】

なお、制御システム 1 が稼動中において、サポート装置 6 0 0 は、標準コントローラ 1 0 0 から取り外されていてもよい。

【 0 0 9 4 】

(c 7 : その他の形態)

図 3 ~ 8 には、1 または複数のプロセッサがプログラムを実行することで必要な機能が提供される構成例を示したが、これらの提供される機能の一部または全部を、専用のハードウェア回路 (例えば、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) または FPG A (Field-Programmable Gate Array) など) を用いて実装してもよい。

40

【 0 0 9 5 】

また、標準コントローラ 1 0 0、セーフティコントローラ 2 0 0、セーフティスレーブカプラ 3 0 0 の主要部を、汎用的なアーキテクチャに従うハードウェア (例えば、汎用パソコンをベースとした産業用パソコン) を用いて実現してもよい。この場合には、仮想化技術を用いて、用途の異なる複数の OS を並列的に実行させるとともに、各 OS 上で必要なアプリケーションを実行させるようにしてもよい。さらに、標準コントローラ 1 0 0 に表示装置 5 0 0 やサポート装置 6 0 0 などの機能を統合した構成を採用してもよい。

【 0 0 9 6 】

< D . 課題 >

次に、制御システム 1 において生じ得る課題について説明する。

50

【 0 0 9 7 】

図 9 は、制御システム 1 において生じ得る課題について説明するための図である。図 9 を参照して、制御システム 1 においては、標準コントローラ 1 0 0 が標準制御を実行し、セーフティコントローラ 2 0 0 がセーフティ制御を実行する。

【 0 0 9 8 】

セーフティコントローラ 2 0 0 は、セーフティスレーブカブラ 3 0 0 およびセーフティドライバ 4 0 0 との間で、セーフティ I O データを遣り取りする。

【 0 0 9 9 】

フィールドネットワーク 2 のプロトコルとして、E t h e r C A T を採用した場合には、フィールドネットワーク 2 に接続されたデバイス間は、フィールドネットワーク 2 をサイクリック伝送する通信フレームを介してデータを共有する。セーフティ I O データを含む通信フレームは、通信マスタである標準コントローラ 1 0 0 を介して、ある通信スレーブから別の通信スレーブへ中継される。このような通信フレームの中継によって、セーフティコントローラ 2 0 0 とセーフティスレーブカブラ 3 0 0 およびセーフティドライバ 4 0 0 との間で、セーフティ I O データを遣り取りできる。

10

【 0 1 0 0 】

より具体的には、F S o E (FailSafe over EtherCAT) と称されるプロトコルを用いて、セーフティコントローラ 2 0 0 とセーフティスレーブカブラ 3 0 0 およびセーフティドライバ 4 0 0 との間で、論理コネクションを形成できる。

【 0 1 0 1 】

すなわち、通信スレーブとして機能するコントローラ (セーフティコントローラ 2 0 0) は、通信マスタとして機能するコントローラ (標準コントローラ 1 0 0) を介してデータを遣り取りする。

20

【 0 1 0 2 】

例えば、セーフティコントローラ 2 0 0 で実行されるセーフティ制御により、いずれかの制御対象 (例えば、任意の生産設備) が停止したとする (セーフティ動作) 。

【 0 1 0 3 】

このような制御対象が停止した原因を特定する場合には、サポート装置 6 0 0 をセーフティコントローラ 2 0 0 に接続して、サポート装置 6 0 0 で実行されるセーフティプログラム 2 1 0 4 の読み出し、および、セーフティコントローラ 2 0 0 が管理するプロセス値 (変数値) を確認しながら、停止原因となったセーフティ I O (あるいはセーフティデバイス 3 5 0) を特定して、必要な処置を行う。

30

【 0 1 0 4 】

より具体的な手順としては、ユーザ (保守員) は、サポート装置 6 0 0 をセーフティコントローラ 2 0 0 に接続し、サポート装置 6 0 0 を操作してセーフティプログラム 2 1 0 4 を読み出して (プログラムアップロード) 、セーフティコントローラ 2 0 0 が管理するプロセス値 (変数値) のモニタリング (変数モニタリング) を開始する。セーフティプログラム 2 1 0 4 およびプロセス値のモニタ結果から、セーフティ出力を F a l s e にしているセーフティ入力を特定する。そして、ユーザは、特定されたセーフティ入力に対応するセーフティデバイス 3 5 0 を操作して、セーフティ入力を復旧するための処置を行う。

40

【 0 1 0 5 】

一方で、サポート装置 6 0 0 をセーフティコントローラ 2 0 0 に接続して、原因を特定する操作は、比較的時間を要するので、生産設備の機会損失につながり得る。そのため、原因の特定をより迅速に行えるようにできる仕組みの導入が要望されている。

【 0 1 0 6 】

< E . 解決手段 >

次に、制御システム 1 において生じ得る上述したような課題に対する解決手段について説明する。

【 0 1 0 7 】

本実施の形態に係る制御システム 1 は、表示装置 5 0 0 において、標準コントローラ 1

50

00が実行する標準制御、および/または、セーフティコントローラ200が実行するセーフティ制御における制御状態を容易に提示できる仕組みを提供する。サポート装置600は、ユーザプログラム(標準制御プログラム1104および/またはセーフティプログラム2104)において定義される出力信号と1または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報570を生成する。

【0108】

より具体的には、サポート装置600は、標準コントローラ100で実行される標準制御プログラム1104、および/または、セーフティコントローラ200で実行されるセーフティプログラム2104の開発環境において、標準制御プログラム1104および/またはセーフティプログラム2104の演算ロジックに基づいて、入出力対応情報570を生成する。そして、サポート装置600は、生成した入出力対応情報570または入出力対応情報570を反映した画面データを表示装置500へ送信する。

10

【0109】

表示装置500は、入出力対応情報570または入出力対応情報570を反映した画面データに基づいて、コントローラ(標準コントローラ100および/またはセーフティコントローラ200)が保持する入力信号および出力信号の値を参照して、指定された出力信号および対応付けられる1または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供する。より具体的には、表示装置500は、提供された入出力対応情報570を参照して、標準コントローラ100が実行する標準制御、および/または、セーフティコントローラ200が実行するセーフティ制御における制御状態を確認できる画面を提供する。

20

【0110】

図10は、本実施の形態に係る制御システム1における解決手段を概略する模式図である。図10を参照して、サポート装置600は、プロジェクトデータ6106に含まれる標準制御ソースプログラム6108および/またはセーフティソースプログラム6112を解析して、モニタ対象のプログラムに含まれる演算ロジックに基づいて、入出力対応情報570を生成する。

【0111】

サポート装置600は、生成された入出力対応情報570に基づいて、制御状態を確認できる画面を提供する。

【0112】

< F . 処理例および画面例 >

次に、本実施の形態に係る制御システム1における処理例および画面例について説明する。

30

【0113】

図11は、本実施の形態に係る制御システム1が解析対象とするプログラムの一例を示す図である。図11には、セーフティソースプログラム6112(セーフティプログラム2104)の一例を示す。図11に示すセーフティソースプログラム6112には、4つの入力変数641, 642, 643, 644、および、3つの出力変数651, 652, 653を入出力とする演算ロジックが規定されている。

【0114】

より具体的には、「SafetyRelay1」(安全リレー1の意味)の出力信号を示す出力変数651は、「ESOP1」(非常停止スイッチ1の意味)の入力信号を示す入力変数641と、「ESOP2」(非常停止スイッチ2の意味)の入力信号を示す入力変数642と、「SLC1」(ライトカーテン1の意味)の入力信号を示す入力変数643と、「FromStd1」(標準PLCからの入力1の意味)の入力信号を示す入力変数644との論理積(ANDゲート631)として算出される。

40

【0115】

また、「SafetyRelay2」(安全リレー2の意味)の出力信号を示す出力変数652は、入力変数641と、入力変数642と、入力変数643との論理積(ANDゲート632)として算出される。

50

【0116】

また、「T o S t d 1」（標準PLCへの出力1の意味）の出力信号を示す出力変数653は、入力変数641と、入力変数642との論理積（ANDゲート633）として算出される。

【0117】

図11に示すような演算ロジックに基づいて、入出力対応情報570が決定される。

図12および図13は、本実施の形態に係る制御システム1の表示装置500が提供するモニタ画面例を示す図である。

【0118】

図12および図13に示すモニタ画面530は、モニタ対象のプログラムに含まれる出力変数の一例を示す出力変数リスト540と、モニタ対象のプログラムに含まれる入力変数の一覧を示す入力変数リスト550とを含む。

10

【0119】

出力変数リスト540は、図11に示す出力変数651, 652, 653にそれぞれ対応する出力変数エン트리541, 542, 543を含む。入力変数リスト550は、図11に示す入力変数641, 642, 643, 644にそれぞれ対応する入力変数エン트리551, 552, 553, 554を含む。

【0120】

モニタ画面530は、モニタ対象になっているプログラムあるいはコントローラを示す対象メッセージ532を含む。ユーザは、対象メッセージ532の内容を参照することで、モニタ対象となっているプログラムあるいはコントローラを特定できる。

20

【0121】

標準制御プログラム1104および/またはセーフティプログラム2104が表示装置500に提供されている場合には、それらのプログラムの内容を表示するための表示ボタン560が用意されてもよい。

【0122】

図12および図13においては、出力変数651および出力変数652がいずれもFalseになっている例を示す。

【0123】

まず、出力変数651がFalseになっている原因を特定するために、図12に示すように、ユーザは、出力変数651に対応する出力変数エン트리541を選択する。すると、入力変数リスト550には、出力変数651の値を決定付ける入力変数641, 642, 643, 644に対応する入力変数エン트리551, 552, 553, 554が表示される。

30

【0124】

ユーザは、入力変数リスト550の入力変数エン트리553の内容および他とは異なる表示態様を参照することで、入力変数643がFalseになっていることを知る。すなわち、出力変数651がFalseになったのは、入力変数643がFalseになったことが原因であることを知る。

【0125】

次に、出力変数652がFalseになっている原因を特定するために、図13に示すように、ユーザは、出力変数652に対応する出力変数エン트리542を選択する。すると、入力変数リスト550には、出力変数651の値を決定付ける入力変数641, 642, 643に対応する入力変数エン트리551, 552, 553が表示される。

40

【0126】

ユーザは、入力変数リスト550の入力変数エン트리553の内容および他とは異なる表示態様を参照することで、入力変数643がFalseになっていることを知る。すなわち、出力変数652がFalseになったのは、入力変数643がFalseになったことが原因であることを知る。

【0127】

50

このように、本実施の形態に係る制御システム 1 においては、いずれかの制御対象が停止したような場合であっても、サポート装置 6 0 0 を標準コントローラ 1 0 0 および / またはセーフティコントローラ 2 0 0 に接続するまでもなく、表示装置 5 0 0 上で、その原因の特定を行うことができる。

【 0 1 2 8 】

このように、本実施の形態に係る制御システム 1 においては、サポート装置 6 0 0 は、画面データ 5 1 0 6 を表示装置 5 0 0 へ転送する際などに、プロジェクトデータ 6 1 0 6 に含まれる標準制御ソースプログラム 6 1 0 8 および / またはセーフティソースプログラム 6 1 1 2 を解析することで生成された入出力対応情報 5 7 0 も転送する。表示装置 5 0 0 は、入出力対応情報 5 7 0 に基づいて、いずれかの制御対象が停止したような場合に、その原因を容易に特定できる。

10

【 0 1 2 9 】

より具体的には、ユーザ（保守員）は、サポート装置 6 0 0 を操作して、表示装置 5 0 0 への画面データ 5 1 0 6 の転送時に、標準制御ソースプログラム 6 1 0 8 および / またはセーフティソースプログラム 6 1 1 2 を解析することで生成された入出力対応情報 5 7 0 も転送する。これにより、表示装置 5 0 0 は、標準コントローラ 1 0 0 および / またはセーフティコントローラ 2 0 0 が管理するプロセス値（変数値）についての情報を提供できるようになる。

【 0 1 3 0 】

その後、何らかの問題が発生すると、ユーザ（保守員または設備オペレータ）は、表示装置 5 0 0 を操作して、入出力対応情報 5 7 0 に基づいて生成されたモニタ画面 5 3 0 を表示させる。表示装置 5 0 0 は、ユーザ操作に応じて、入出力対応情報 5 7 0 に含まれる定義に従って、モニタ対象となる各変数の値を対象のコントローラあるいはデバイスから取得する。

20

【 0 1 3 1 】

表示装置 5 0 0 は、予め設定された通信コマンドを使用して、モニタ対象となる各変数の値をコントローラやデバイスから取得する。そして、ユーザは、表示装置 5 0 0 に表示された出力変数と入力変数との関係から、出力信号が F a l s e となった原因の入力変数を特定する。最終的に、ユーザは、特定した入力変数に割り当てられている機器などに必要な処置を行って、入力信号を復旧する。

30

【 0 1 3 2 】

< G . 入出力対応情報 5 7 0 >

次に、本実施の形態に係る制御システム 1 において用いられる入出力対応情報 5 7 0 の一例について説明する。

【 0 1 3 3 】

図 1 4 は、本実施の形態に係る制御システム 1 において用いられる入出力対応情報 5 7 0 の一例を示す図である。図 1 4 を参照して、入出力対応情報 5 7 0 は、入力変数定義部 5 7 4 と、出力変数定義部 5 7 5 と、関連付定義部 5 7 6 とを含む。さらに、入出力対応情報 5 7 0 は、セーフティ署名 5 7 1 と、対象ノード情報 5 7 2 と、対象ユニット情報 5 7 3 とを含む。

40

【 0 1 3 4 】

セーフティ署名 5 7 1 は、セーフティコントローラ 2 0 0 をモニタ対象とする場合に有効化されるようにしてもよい。セーフティ署名 5 7 1 は、セーフティコントローラ 2 0 0 で実行されるセーフティプログラム 2 1 0 4 に改ざんがないことを担保するための情報であり、セーフティコントローラ 2 0 0 で実行されるユーザプログラム（セーフティプログラム 2 1 0 4）との同一性を示す。セーフティプログラム 2 1 0 4 の生成時に予め付与されるセーフティ署名と同じものをセーフティ署名 5 7 1 としてもよい。あるいは、セーフティプログラム 2 1 0 4 から所定の計算式に従って算出される値（例えば、CRC 値）をセーフティ署名 5 7 1 としてもよい。

【 0 1 3 5 】

50

対象ノード情報 5 7 2 および対象ユニット情報 5 7 3 は、モニタ対象とするコントローラを制御システム 1 において特定するための情報である。これらの情報は、参照アドレスの一部を構成してもよい。対象ノード情報 5 7 2 は、モニタ対象とするコントローラが配置されているフィールドネットワーク 2 上の位置（ノードアドレス）を特定する。対象ユニット情報 5 7 3 は、モニタ対象とするコントローラを特定するための補助情報であり、対象ノード情報 5 7 2 により指定されたデバイス（複数のユニットで構成される）のうち、モニタ対象のユニットの位置（ユニットアドレス）を特定する。

【0 1 3 6】

図 1 4 に示す例においては、ノードアドレス「4」の位置にあるデバイスのユニットアドレス「1」にあるユニットがモニタ対象であることが規定されている。

10

【0 1 3 7】

入力変数定義部 5 7 4 は、数定義 5 7 4 0 を含む。入力変数定義部 5 7 4 は、さらに、各変数について、変数名 5 7 4 1 と、データ型 5 7 4 2 と、コメント 5 7 4 3 と、データ位置 5 7 4 4 と、オフセット 5 7 4 5 と、データ長 5 7 4 6 とを含む。これらの要素は、コンマで区切られて入力変数毎に定義される。

【0 1 3 8】

数定義 5 7 4 0 は、「NumInput」で始まり、入出力対応情報 5 7 0 に含まれる入力変数の数を規定する。図 1 4 に示す例では、入力変数が 4 個であることを示す。

【0 1 3 9】

変数名 5 7 4 1 は、「ESTOP1」などの入力変数の変数名を示す。

20

データ型 5 7 4 2 は、「SAFEBOOL」（セーフティブール型）などの入力変数のデータ型を示す。

【0 1 4 0】

コメント 5 7 4 3 は、「非常停止スイッチ 1」などの変数のコメントを示す。

データ位置 5 7 4 4 は、「Location = // Unit # 1 / 0 x 7 0 0 0 : 0 1」などの参照アドレスを示す。データ位置 5 7 4 4 は、例えば、対象のコントローラのメモリアドレスなどであってもよい。

【0 1 4 1】

オフセット 5 7 4 5 は、入力変数にアクセスするための補助情報であり、データ位置 5 7 4 4 からのオフセットを示す。データ位置 5 7 4 4 に通信プロトコルのフレームなどが含まれている場合に、オフセット 5 7 4 5 を指定することで、不要なデータを除外できる。

30

【0 1 4 2】

データ長 5 7 4 6 は、入力変数として読み出すデータの長さを示す。データ長 5 7 4 6 は、例えば、ビット数やバイト数を指定する。データ位置 5 7 4 4 およびオフセット 5 7 4 5 で規定される始点から、データ長 5 7 4 6 で規定される長さのデータが読み出される。

【0 1 4 3】

出力変数定義部 5 7 5 は、数定義 5 7 5 0 を含む。出力変数定義部 5 7 5 は、さらに、各変数について、変数名 5 7 5 1 と、データ型 5 7 5 2 と、コメント 5 7 5 3 と、データ位置 5 7 5 4 と、オフセット 5 7 5 5 と、データ長 5 7 5 6 とを含む。これらの要素は、コンマで区切られて出力変数毎に定義される。

40

【0 1 4 4】

数定義 5 7 5 0 は、「NumOutput」で始まり、入出力対応情報 5 7 0 に含まれる出力変数の数を規定する。図 1 4 に示す例では、出力変数が 3 個であることを示す。

【0 1 4 5】

変数名 5 7 5 1 は、「SafeRelay1」などの出力変数の変数名を示す。

データ型 5 7 5 2 は、「SAFEBOOL」（セーフティブール型）などの出力変数のデータ型を示す。

【0 1 4 6】

コメント 5 7 5 3 は、「セーフティリレー 1」などの変数のコメントを示す。

データ位置 5 7 5 4 は、「Location = // Unit # 1 / 0 x 6 0 0 0 : 0 2

50

」などの参照アドレスを示す。データ位置 5 7 5 4 は、例えば、対象のコントローラのメモリアドレスなどであってもよい。

【 0 1 4 7 】

オフセット 5 7 5 5 は、出力変数にアクセスするための補助情報であり、データ位置 5 7 5 4 からのオフセットを示す。データ位置 5 7 5 4 に通信プロトコルのフレームなどが含まれている場合に、オフセット 5 7 5 5 を指定することで、フレーム内の特定の位置にデータを書き込むことができる。

【 0 1 4 8 】

データ長 5 7 5 6 は、出力変数として書き込むデータの長さを示す。データ長 5 7 5 6 は、例えば、ビット数やバイト数を指定する。データ位置 5 7 5 4 およびオフセット 5 7 5 5 で規定される始点から、データ長 5 7 5 6 で規定される長さのデータが書き込まれる。

【 0 1 4 9 】

関連付定義部 5 7 6 は、「I O M a t r i x」で始まり、各出力変数に関連付けられる 1 または複数の入力変数が規定される。より具体的には、関連付定義部 5 7 6 は、各変数について、出力変数名 5 7 6 1 と、入力変数数 5 7 6 2 と、1 または複数の入力変数名 5 7 6 3 とを含む。これらの要素は、コマで区切られて出力変数毎に定義される。

【 0 1 5 0 】

出力変数名 5 7 6 1 は、対象の出力信号の変数名を規定する。

入力変数数 5 7 6 2 は、対象の出力変数に関連付けられる入力変数の数を規定する。入力変数数 5 7 6 2 は、対象の出力変数の値を決定する論理積 (A N D) に入力される入力変数の数を規定する。

【 0 1 5 1 】

入力変数名 5 7 6 3 は、対象の出力変数に関連付けられる入力変数の変数名が規定される。入力変数名 5 7 6 3 に規定される入力変数名は、入力変数定義部 5 7 4 に規定される 1 または複数の入力変数から選択されることになる。

【 0 1 5 2 】

図 1 4 に示す入出力対応情報 5 7 0 のデータ構造は一例であり、本明細書に明示的または黙示的に記載された機能を実現できれば、どのようなデータ構造を採用してもよい。

【 0 1 5 3 】

上述したように、入出力対応情報 5 7 0 は、入力信号および出力信号の各値を参照するためのアドレス (データ位置 5 7 4 4 およびデータ位置 5 7 5 4) と、出力信号に関連付けられる 1 または複数の入力信号を特定するための情報 (関連付定義部 5 7 6) とを含む。

【 0 1 5 4 】

< H . データ転送 >

次に、本実施の形態に係る制御システム 1 におけるデータ転送の処理について説明する。図 1 5 は、本実施の形態に係る制御システム 1 におけるデータ転送の処理を説明するための模式図である。図 1 5 を参照して、例えば、フィールドネットワーク 2 のプロトコルとして、E t h e r C A T を採用した場合には、フィールドネットワーク 2 上を通信フレーム 8 がサイクリックに巡回転送される。

【 0 1 5 5 】

例えば、セーフティデバイス 3 5 0 からセーフティスレーブカプラ 3 0 0 に入力された入力信号を示す入力データは、セーフティデバイス 3 5 0 に到着した通信フレーム 8 に書き込まれる (データ書き込み) 。入力データが書き込まれた通信フレーム 8 は、標準コントローラ 1 0 0 へ転送され、さらにセーフティコントローラ 2 0 0 へ転送される。セーフティコントローラ 2 0 0 は、到着した通信フレーム 8 に含まれる入力データを読み込み、セーフティ制御を実行する。

【 0 1 5 6 】

このように、標準コントローラ 1 0 0 (フィールドネットワーク 2 の通信マスタ) を介して通信フレーム 8 が転送されるため、標準コントローラ 1 0 0 は、セーフティスレーブカプラ 3 0 0 とセーフティコントローラ 2 0 0 との間で遣り取りされるデータを参照する

10

20

30

40

50

ことができる（参照可能）。

【0157】

標準コントローラ100に接続された表示装置500からは、標準コントローラ100が管理するプロセス値だけでなく、セーフティスレーブカブラ300とセーフティコントローラ200との間で遣り取りされるプロセス値も参照（アクセス）できる。なお、FSSoEにおいては、複数の通信フレーム8を用いて、コマンド・レスポンス方式でデータを遣り取りすることもできる。このような場合であっても、標準コントローラ100で遣り取りされるデータを参照することができる。

【0158】

このように、表示装置500は、通信マスタとして機能するコントローラ（標準コントローラ100）を介して、通信スレーブとして機能するコントローラ（セーフティコントローラ200）が保持する入力信号および出力信号の値を参照できる。

10

【0159】

< I . 処理手順 >

次に、本実施の形態に係る制御システム1における処理手順について説明する。

【0160】

（h1：入出力対応情報570の生成）

図16は、本実施の形態に係る制御システム1における入出力対応情報570の生成に係る処理手順を示すフローチャートである。図16の各ステップは、典型的には、サポート装置600のプロセッサ602がサポートプログラム6104を実行することで実現される。

20

【0161】

図16を参照して、サポート装置600は、ユーザから対象のプログラム（標準制御ソースプログラム6108および/またはセーフティソースプログラム6112）の選択を受付ける（ステップS100）。サポート装置600は、選択された対象のプログラムがセーフティプログラムであるか否かを判断する（ステップS102）。選択された対象のプログラムがセーフティプログラムであれば（ステップS102においてYES）、サポート装置600は、選択されたセーフティプログラムが妥当性確認済であるか否かを判断する（ステップS104）。選択されたセーフティプログラムが妥当性確認済でなければ（ステップS104においてNO）、以降の処理は中止される。

30

【0162】

選択された対象のプログラムがセーフティプログラムでなければ（ステップS102においてNO）、あるいは、選択されたセーフティプログラムが妥当性確認済であれば（ステップS104においてYES）、サポート装置600は、対象のプログラムにおいて出力変数としてマッピングされている変数を抽出する（ステップS106）とともに、対象のプログラムにおいて入力変数としてマッピングされている変数を抽出する（ステップS108）。

【0163】

サポート装置600は、ステップS106において抽出された出力変数のうち1つを対象の出力変数として選択する（ステップS110）。サポート装置600は、対象のプログラムにおいて、対象の出力変数の値を最終的に決定している箇所を特定し（ステップS112）、当該特定した箇所から対象のプログラムをさかのぼって、対象の出力変数の値に関連するすべての入力変数を抽出する（ステップS114）。そして、サポート装置600は、ステップS114において抽出したすべての入力変数を対象の出力変数に関連付ける（ステップS116）。

40

【0164】

続いて、サポート装置600は、ステップS106において抽出された出力変数のすべてについて処理が完了したか否かを判断する（ステップS118）。抽出された出力変数のうち処理が完了していないものが存在していれば（ステップS118においてNO）、サポート装置600は、抽出された出力変数のうち処理が完了していない1つの出力変数

50

を対象の出力変数として選択する（ステップ S 1 2 0）。そして、サポート装置 6 0 0 は、ステップ S 1 1 2 以下の処理を繰り返す。

【 0 1 6 5 】

ステップ S 1 0 6 において抽出された出力変数のすべてについて処理が完了していれば（ステップ S 1 1 8 において Y E S）、サポート装置 6 0 0 は、各出力変数と当該出力変数に関連付けられた入力変数との一覧を入出力対応情報 5 7 0 として出力する（ステップ S 1 2 2）。そして、入出力対応情報 5 7 0 を生成する処理は終了する。

【 0 1 6 6 】

上述したように、サポート装置 6 0 0 は、ユーザプログラム（セーフティプログラム）に含まれる出力信号の各々についてユーザプログラムをさかのぼることで、当該出力信号の値を決定する 1 または複数の入力信号を特定する。

10

【 0 1 6 7 】

（ h 2 : 入出力対応情報 5 7 0 の転送 ）

図 1 7 は、本実施の形態に係る制御システム 1 における入出力対応情報 5 7 0 の転送に係る処理手順を示すフローチャートである。図 1 7 の各ステップは、典型的には、サポート装置 6 0 0 のプロセッサ 6 0 2 がサポートプログラム 6 1 0 4 を実行することで実現される。

【 0 1 6 8 】

図 1 7 を参照して、サポート装置 6 0 0 は、ユーザから転送対象の画面データ 5 1 0 6 の選択を受付ける（ステップ S 2 0 0）。サポート装置 6 0 0 は、選択された転送対象の画面データ 5 1 0 6 に加えて、入出力対応情報 5 7 0 が生成されているか否かを判断する（ステップ S 2 0 2）。

20

【 0 1 6 9 】

入出力対応情報 5 7 0 が生成されていなければ（ステップ S 2 0 2 において N O）、サポート装置 6 0 0 は、転送対象の画面データ 5 1 0 6 のみをサポート装置 6 0 0 へ転送する（ステップ S 2 0 4）。そして、処理は終了する。

【 0 1 7 0 】

入出力対応情報 5 7 0 が生成されていれば（ステップ S 2 0 2 において Y E S）、サポート装置 6 0 0 は、標準コントローラ 1 0 0 の設定を示す標準コントローラ設定情報 6 1 1 0、および/または、セーフティコントローラ 2 0 0 の設定を示すセーフティコントローラ設定情報 6 1 1 4 を参照して、入出力対応情報 5 7 0 に含まれる入力変数および出力変数を取得するための参照先アドレスを決定し（ステップ S 2 0 6）、入出力対応情報 5 7 0 に組み入れる（ステップ S 2 0 8）。

30

【 0 1 7 1 】

そして、サポート装置 6 0 0 は、転送先の表示装置 5 0 0 に入出力対応情報 5 7 0 が既に存在しているか否かを判断する（ステップ S 2 1 0）。転送先の表示装置 5 0 0 に入出力対応情報 5 7 0 が既に存在していれば（ステップ S 2 1 0 において Y E S）、サポート装置 6 0 0 は、転送先の表示装置 5 0 0 の入出力対応情報 5 7 0 を削除する（ステップ S 2 1 2）。

【 0 1 7 2 】

転送先の表示装置 5 0 0 に入出力対応情報 5 7 0 が既に存在していなければ（ステップ S 2 1 0 において N O）、あるいは、入出力対応情報 5 7 0 の削除（ステップ S 2 1 2）に続いて、サポート装置 6 0 0 は、転送対象の画面データ 5 1 0 6 および入出力対応情報 5 7 0 を表示装置 5 0 0 へ転送する（ステップ S 2 1 4）。このように、サポート装置 6 0 0 は、表示装置 5 0 0 において任意の監視操作画面を提供するための画面データ 5 1 0 6 に加えて、入出力対応情報 5 7 0 を表示装置 5 0 0 へ送信する。そして、処理は終了する。

40

【 0 1 7 3 】

（ h 3 : 入出力対応情報 5 7 0 を利用したモニタ画面 ）

図 1 8 は、本実施の形態に係る制御システム 1 における入出力対応情報 5 7 0 を利用し

50

たモニタ画面の提供に係る処理手順を示すフローチャートである。表示装置 500 は、入出力対応情報 570 に基づいて監視操作画面を生成する。図 18 の各ステップは、典型的には、表示装置 500 のプロセッサ 502 が画面生成プログラム 5104 を実行することで実現される。

【0174】

図 18 を参照して、表示装置 500 は、モニタ画面（図 12 および図 13 など参照）の表示開始が指示されると（ステップ S300 において YES）、入出力対応情報 570 が転送済であるか否かを判断する（ステップ S302）。入出力対応情報 570 が転送済でなければ（ステップ S302 において NO）、処理は終了する。

【0175】

入出力対応情報 570 が転送済であれば（ステップ S302 において YES）、表示装置 500 は、入出力対応情報 570 を読み込んで（ステップ S304）、読み込んだ入出力対応情報 570 にセーフティ署名が含まれているか否かを判断する（ステップ S306）。

【0176】

読み込んだ入出力対応情報 570 にセーフティ署名が含まれていれば（ステップ S306 において YES）、表示装置 500 は、対象のセーフティコントローラ 200 からセーフティ署名を取得し（ステップ S308）、取得したセーフティ署名が入出力対応情報 570 のセーフティ署名と一致するか否かを判断する（ステップ S310）。取得したセーフティ署名が入出力対応情報 570 のセーフティ署名と一致しなければ（ステップ S310 において NO）、処理は終了する。

【0177】

取得したセーフティ署名が入出力対応情報 570 のセーフティ署名と一致すれば（ステップ S310 において YES）、表示装置 500 は、読み込んだ入出力対応情報 570 に基づいて、各出力変数に関連付けられる 1 または複数の入力変数のリストを内部的に生成する（ステップ S312）。

【0178】

そして、表示装置 500 は、生成したリストに従って、対応する参照アドレスに基づいて、出力変数および入力変数の値をそれぞれ取得し（ステップ S314）、選択された出力変数についてのモニタ画面を生成および表示する（ステップ S316）。このように、入出力対応情報 570 を反映した画面データは、入出力対応情報 570 に基づいて生成された、任意の指定された出力信号に対応付けられる 1 または複数の入力信号の現在値を示すように構成される。

【0179】

表示装置 500 は、モニタ画面の表示終了が指示されたか否かを判断する（ステップ S318）。モニタ画面の表示終了が指示されなければ（ステップ S318 において NO）、ステップ S314 以下の処理が繰り返し実行される。

【0180】

モニタ画面の表示終了が指示されると（ステップ S318 において YES）、表示装置 500 は、処理を終了する。

【0181】

< J . 変形例 >

（ j 1 : 機能分担 ）

上述の説明においては、サポート装置 600 が入出力対応情報 570 を生成し、生成された入出力対応情報 570 の格納および入出力対応情報 570 を利用したモニタ画面の生成は、表示装置 500 で行われる例を示したが、これに限らず、各機能を適宜実装してもよい。

【0182】

すなわち、（ 1 ）入出力対応情報 570 を生成する機能、（ 2 ）生成された入出力対応情報 570 を格納する機能、（ 3 ）入出力対応情報 570 を利用してモニタ画面を生成す

10

20

30

40

50

る機能、は、制御システム 1 内の任意のデバイスに配置できる。

【0183】

なお、(2)生成された入出力対応情報 570 を格納する機能と、(3)入出力対応情報 570 を利用してモニタ画面を生成する機能とを結合して、入出力対応情報 570 に含まれる変数値の関連付けの情報を含むモニタ画面を生成してもよい。この場合には、(2)生成された入出力対応情報 570 を格納する機能の機能は、(3)入出力対応情報 570 を利用してモニタ画面を生成する機能に吸収されることになる。

【0184】

図 19 は、本実施の形態に係る制御システム 1 における機能分担の一例を示す図である。図 19 には、No. 1 ~ 8 の 8 つの機能分担例を示す。

10

【0185】

No. 1 の機能分担例は、上述した実施の形態に対応するものである。表示装置 500 は、入出力対応情報 570 に基づいてモニタ画面 530 を生成する。

【0186】

No. 2 の機能分担例は、入出力対応情報 570 を表示装置 500 ではなく、セーフティコントローラ 200 に格納する形態である。表示装置 500 は、セーフティコントローラ 200 から入出力対応情報 570 を読み出し、読み出した入出力対応情報 570 に基づいてモニタ画面 530 を生成する。

【0187】

No. 3 の機能分担例は、No. 2 の機能分担例に類似するものであり、入出力対応情報 570 を表示装置 500 ではなく、標準コントローラ 100 に格納する形態である。表示装置 500 は、標準コントローラ 100 から入出力対応情報 570 を読み出し、読み出した入出力対応情報 570 に基づいてモニタ画面 530 を生成する。

20

【0188】

No. 4 の機能分担例は、標準コントローラ 100 および表示装置 500 を一体化した統合コントローラを用いた実装したものである。この機能分担例においては、統合コントローラが入出力対応情報 570 の格納およびモニタ画面 530 の生成を担当する。

【0189】

No. 5 ~ 7 の機能分担例は、(2)生成された入出力対応情報 570 を格納する機能の機能を(3)入出力対応情報 570 を利用してモニタ画面を生成する機能に吸収した構成に相当する。

30

【0190】

より具体的には、No. 5 の機能分担例においては、サポート装置 600 が入出力対応情報 570 を生成するとともに、入出力対応情報 570 を反映した画面データが生成する。表示装置 500 は、入出力対応情報 570 を反映した画面データに基づいてモニタ画面 530 を提供する。

【0191】

また、No. 6 の機能分担例においては、サポート装置 600 が入出力対応情報 570 を生成するとともに、入出力対応情報 570 を反映した画面データが生成する。統合コントローラは、入出力対応情報 570 を反映した画面データに基づいてモニタ画面 530 を提供する。

40

【0192】

また、No. 7 の機能分担例においては、表示装置 500 自身が入出力対応情報 570 を生成するとともに、入出力対応情報 570 を反映した画面データが生成する。統合コントローラは、入出力対応情報 570 を反映した画面データに基づいてモニタ画面 530 を提供する。

【0193】

No. 8 の機能分担例においては、セーフティコントローラ 200 が、入出力対応情報 570 を生成するとともに、生成した入出力対応情報 570 を格納する。表示装置 500 は、セーフティコントローラ 200 から入出力対応情報 570 を読み出し、読み出した入

50

出力対応情報 570 に基づいてモニタ画面 530 を生成する。

【0194】

なお、図 19 に示す機能分担例は一例であり、実現される制御システムに応じて、どのような機能分担を採用してもよい。

【0195】

(j2: フィールドネットワークの追加)

図 2 には、フィールドネットワーク 2 を有する制御システム 1 を示すが、このような制御システム 1 の構成において、フィールドネットワークが追加された構成においても、上述したようなモニタ画面を提供できる。

【0196】

図 20 は、本実施の形態の変形例に係る制御システム 1A の構成例を示す模式図である。図 20 を参照して、制御システム 1A は、フィールドネットワーク 2 に加えて、フィールドネットワーク 4 を有している。標準コントローラ 100 は、フィールドネットワーク 2 を介して、1 または複数のセーフティ I/O ターミナル 700 およびロボット 800 とデータ通信可能になっている。

【0197】

フィールドネットワーク 4 において採用されるプロトコルは、フィールドネットワーク 2 において採用されるプロトコルとは同一であってもよいし、異なってもよい。異なるプロトコルとしては、例えば、Ethernet/IP などを採用してもよい。

【0198】

このように、本実施の形態に係るモニタ画面は、任意の制御システムの構成において実現可能である。

【0199】

< K. 付記 >

上述したような本実施の形態は、以下のような技術思想を含む。

【0200】

[構成 1]

制御システム (1) であって、

コントローラ (100 , 200) で実行されるユーザプログラムを開発するためのサポート装置 (600) と、

前記コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置 (500) とを備え、

前記サポート装置は、

前記ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と 1 または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報 (570) を生成する生成手段 (S100 ~ S122) と、

前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データを前記表示装置へ送信する送信手段 (S200 ~ S214) とを備え、

前記表示装置は、前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データに基づいて、前記コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照して、指定された出力信号および対応付けられる 1 または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供する (S300 ~ S318)、制御システム。

【0201】

[構成 2]

前記入出力対応情報は、前記入力信号および前記出力信号の各値を参照するためのアドレス (5744 , 5754) と、前記出力信号に関連付けられる 1 または複数の入力信号を特定するための情報 (576) とを含む、構成 1 に記載の制御システム。

【0202】

[構成 3]

前記表示装置は、前記入出力対応情報に基づいて、前記監視操作画面を生成する画面生成手段 (S316) を備える、構成 1 または 2 に記載の制御システム。

10

20

30

40

50

【 0 2 0 3 】

[構成 4]

前記送信手段は、前記表示装置において任意の監視操作画面を提供するための画面データに加えて、前記入出力対応情報を送信する（S 2 1 4）、構成 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

【 0 2 0 4 】

[構成 5]

前記入出力対応情報を反映した画面データは、前記入出力対応情報に基づいて生成された、任意の指定された出力信号に対応付けられる 1 または複数の入力信号の現在値を示すように構成されている、構成 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

10

【 0 2 0 5 】

[構成 6]

前記コントローラは、セーフティコントローラ（2 0 0）を含み、
前記入出力対応情報は、前記セーフティコントローラで実行されるユーザプログラムとの同一性を示すセーフティ署名（5 7 1）を含む、構成 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

【 0 2 0 6 】

[構成 7]

前記生成手段は、前記ユーザプログラムに含まれる出力信号の各々について、当該ユーザプログラムをさかのぼることで、当該出力信号の値を決定する 1 または複数の入力信号を特定する、構成 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

20

【 0 2 0 7 】

[構成 8]

通信スレーブとして機能するコントローラ（2 0 0）は、通信マスタとして機能するコントローラ（1 0 0）を介してデータを遣り取りしており、

前記表示装置は、前記通信マスタとして機能するコントローラを介して、前記通信スレーブとして機能するコントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照する、構成 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の制御システム。

【 0 2 0 8 】

[構成 9]

コントローラ（1 0 0 , 2 0 0）で実行されるユーザプログラムを開発するためのサポート装置（6 0 0）であって、前記コントローラには、当該コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置（5 0 0）が接続されており、

前記サポート装置は、

前記ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と 1 または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報（5 7 0）を生成する生成手段（S 1 0 0 ~ S 1 2 2）と、

前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データを前記表示装置へ送信する送信手段（S 2 0 0 ~ S 2 1 4）とを備え、

前記表示装置は、前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データに基づいて、前記コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照して、指定された出力信号および対応付けられる 1 または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供する（S 3 0 0 ~ S 3 1 8）、サポート装置。

30

40

【 0 2 0 9 】

[構成 1 0]

コントローラ（1 0 0 , 2 0 0）で実行されるユーザプログラムを開発するためのサポートプログラム（6 1 0 4）であって、前記コントローラには、当該コントローラが保持する情報を参照して監視操作画面を提供する表示装置（5 0 0）が接続されており、

前記サポートプログラムは、コンピュータに、

前記ユーザプログラムにおいて定義される出力信号と 1 または複数の入力信号との関係を抽出して入出力対応情報（5 7 0）を生成するステップ（S 1 0 0 ~ S 1 2 2）と、

50

前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データを前記表示装置へ送信するステップ（S200～S214）とを実行させ、

前記表示装置は、前記入出力対応情報または前記入出力対応情報を反映した画面データに基づいて、前記コントローラが保持する入力信号および出力信号の値を参照して、指定された出力信号および対応付けられる1または複数の入力信号の現在値を示す監視操作画面を提供する（S300～S318）、サポートプログラム。

【0210】

< L . 利点 >

本実施の形態に係る制御システム1によれば、例えば、安全機能により生産設備の装置など停止した場合に、停止した出力信号に関連付けられている入力信号の一覧、および、それらの現在値を表示装置上に提示できる。このような提示される情報を参照することで、設備停止の原因となった入力信号を容易に特定できる。基本的には、表示装置のみで原因究明ができるので、サポート装置などをコントローラに接続する必要がなく、迅速な復旧を実現できる。

【0211】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0212】

1, 1A 制御システム、2, 4 フィールドネットワーク、8 通信フレーム、100 標準コントローラ、102, 202, 302, 412, 414, 502, 602 プロセッサ、104, 204, 304, 416, 504, 604 メインメモリ、106 上位ネットワークコントローラ、108, 208, 308, 402 フィールドネットワークコントローラ、110, 210, 310, 420, 510, 610 ストレージ、112, 512 メモリカードインターフェイス、114, 514 メモリカード、116 ローカルバスコントローラ、118, 218, 318, 518, 618 プロセッサバス、120, 220, 620 コントローラ、200 セーフティコントローラ、216, 316 セーフティローカルバスコントローラ、230, 330 ユニット、300 セーフティスレーブカプラ、350 セーフティデバイス、400 セーフティドライバ、410 制御部、430 ドライブ回路、432 フィードバック受信回路、450 サーボモータ、452 三相交流モータ、454 エンコーダ、500 表示装置、506, 606 入力部、508 表示部、520 通信コントローラ、530 モニタ画面、532 対象メッセージ、540 出力変数リスト、541, 542, 543 出力変数エントリ、550 入力変数リスト、551, 552, 553, 554 入力変数エントリ、560 表示ボタン、570 入出力対応情報、571 セーフティ署名、572 対象ノード情報、573 対象ユニット情報、574 入力変数定義部、575 出力変数定義部、576 関連付定義部、600 サポート装置、608 出力部、612 光学ドライブ、614 記憶媒体、631, 632, 633 ゲート、641, 642, 643, 644 入力変数、651, 652, 653 出力変数、700 ターミナル、756, 5746, 5756 データ長、800 ロボット、1102, 2102, 3102 システムプログラム、1104 標準制御プログラム、1106, 2106, 3106, 3206, 4206 設定情報、2104 セーフティプログラム、4202 サーボ制御プログラム、4204 モーションセーフティプログラム、5104 画面生成プログラム、5106 画面データ、5740, 5750 数定義、5741, 5751 変数名、5742, 5752 データ型、5743, 5753 コメント、5744, 5754 データ位置、5745, 5755 オフセット、5761 出力変数名、5762 入力変数数、5763 入力変数名、6104 サポートプログラム、6106 プロジェクトデータ、6108 標準制御ソースプログラム、6110 標準コントローラ設定情報、6112 セーフティソースプログラム、

10

20

30

40

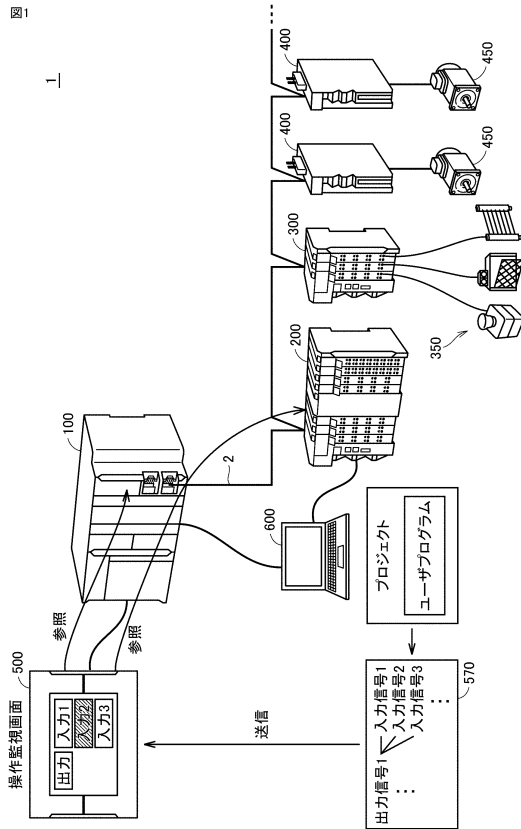
50

6 1 1 4 セーフティコントローラ設定情報、6 1 1 6 セーフティドライバ設定情報。

【図面】

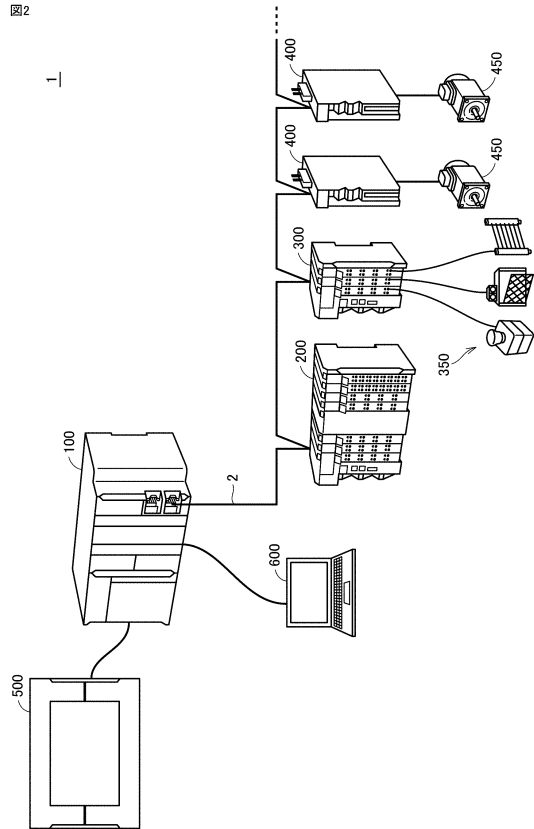
【図 1】

図1



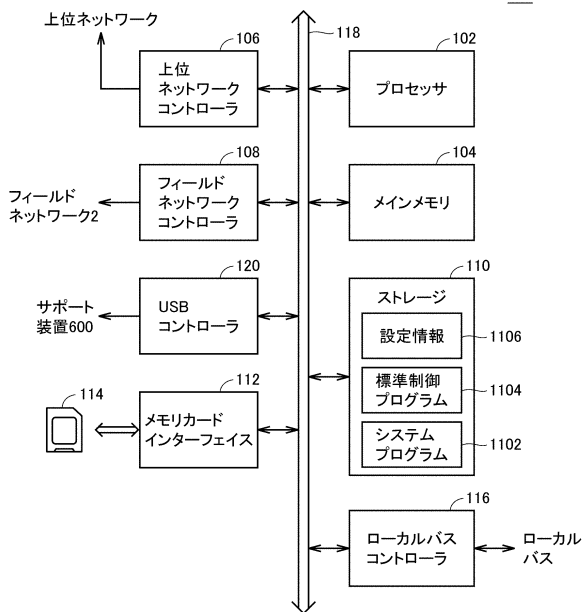
【図 2】

図2



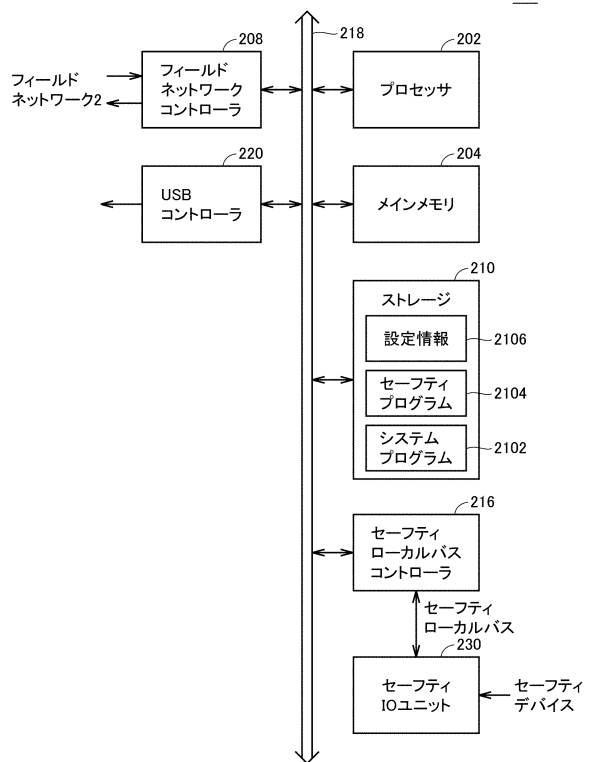
【図 3】

図3



【図 4】

図4



10

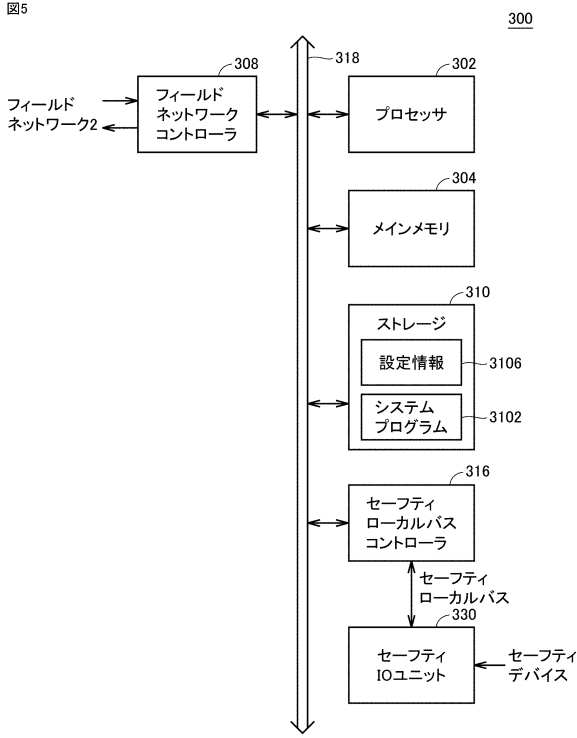
20

30

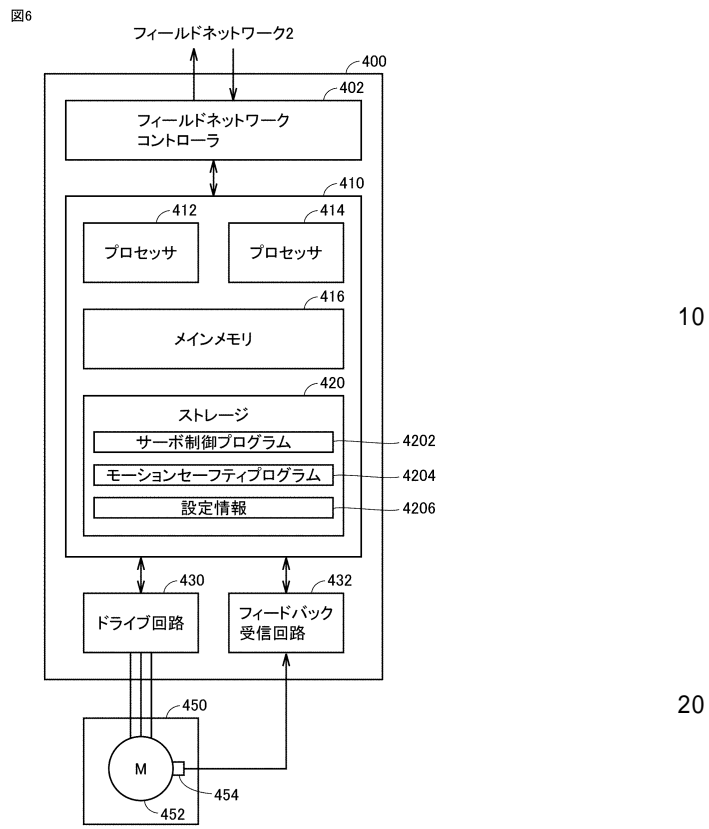
40

50

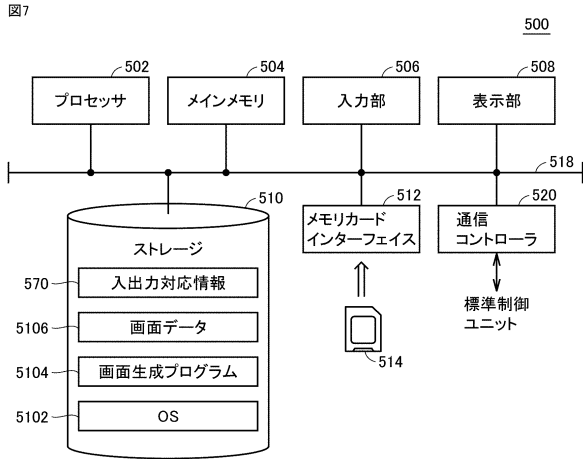
【図5】



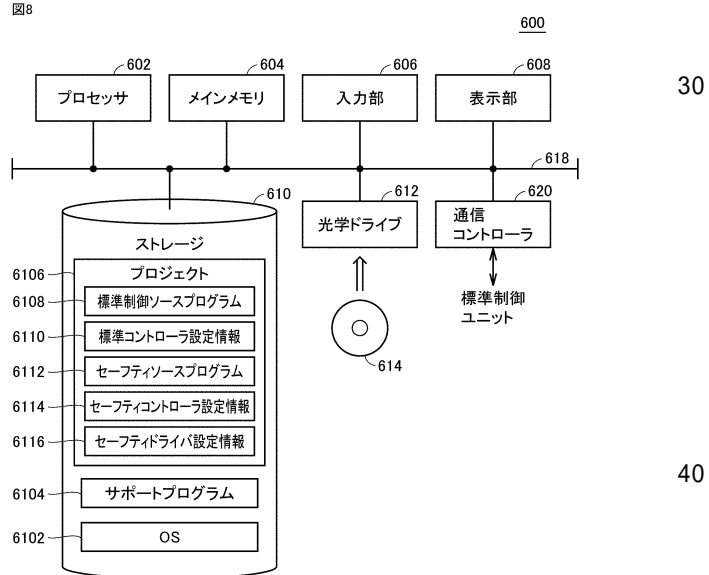
【図6】



【図7】



【図8】



10

20

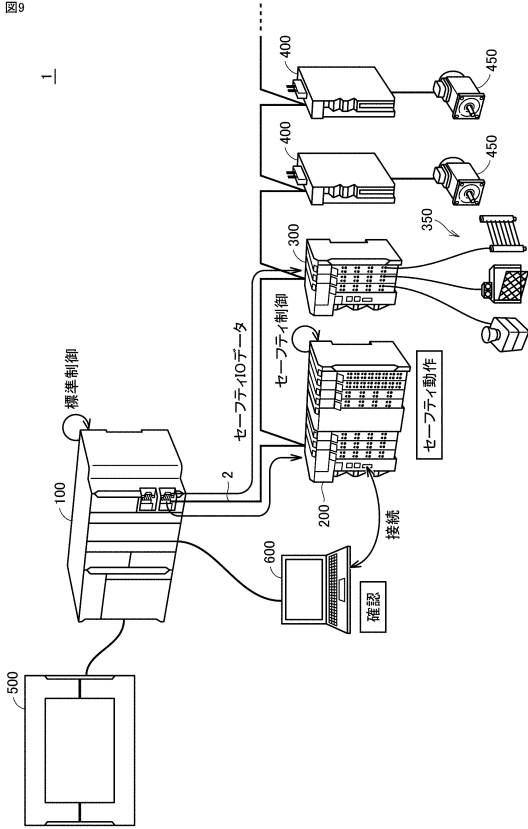
30

40

50

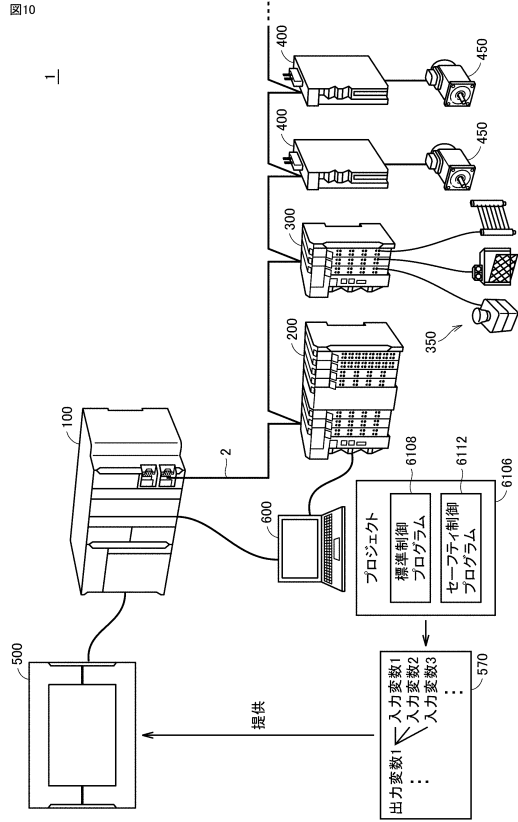
【図 9】

図9



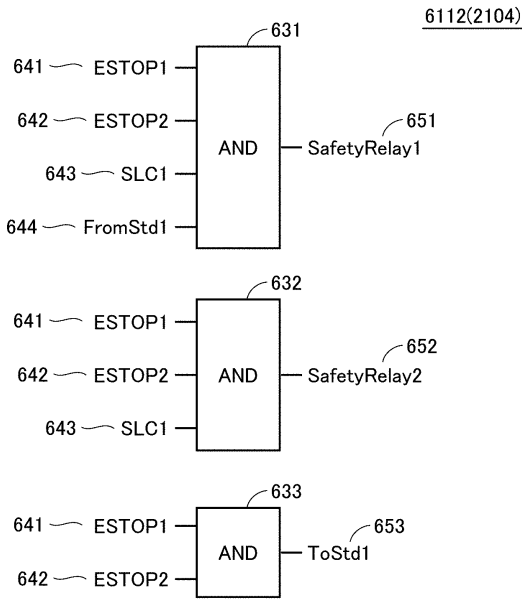
【図 10】

図10



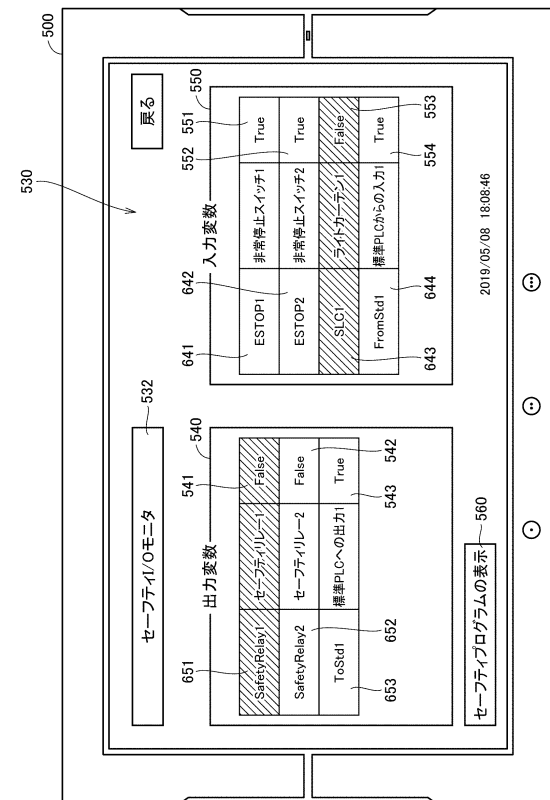
【図 11】

図11



【図 12】

図12



10

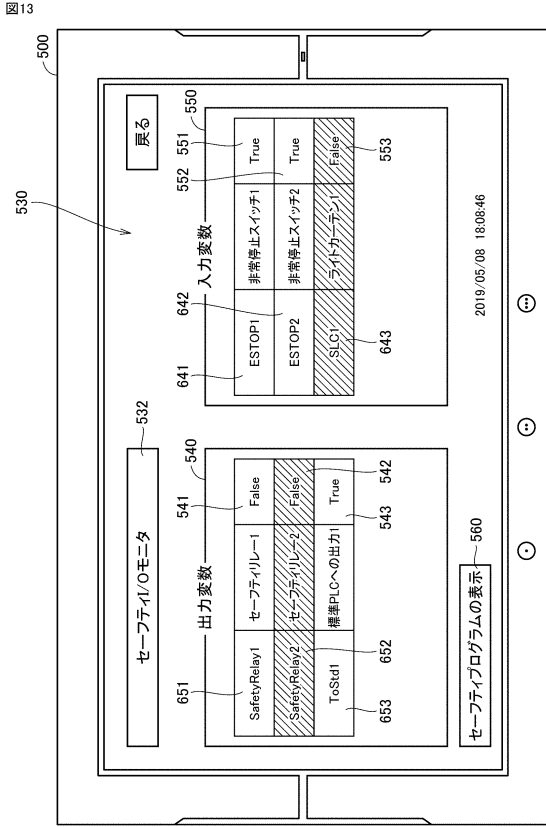
20

30

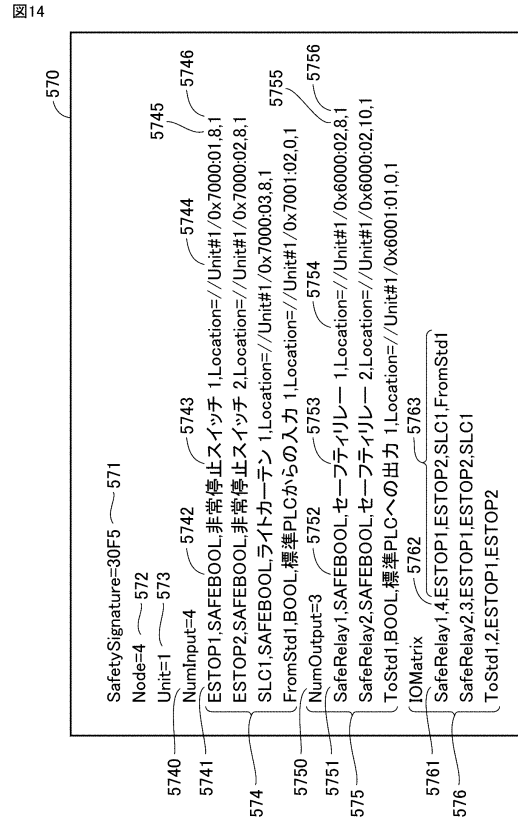
40

50

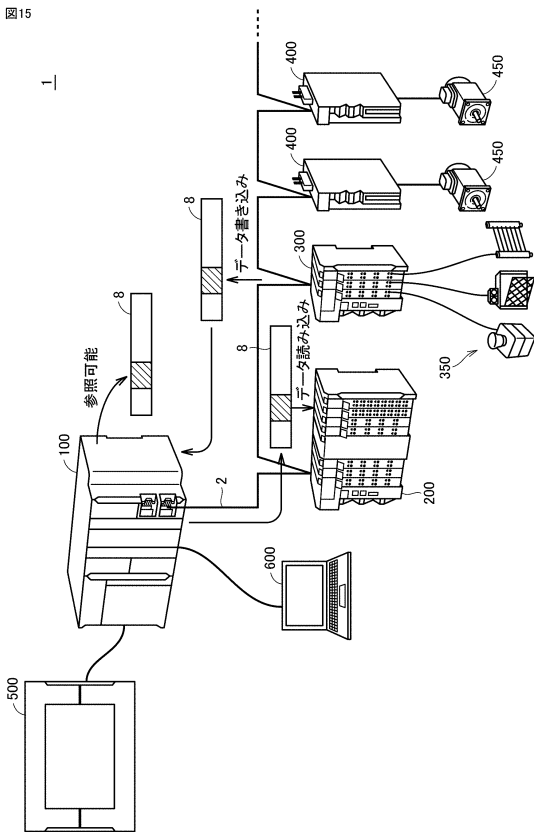
【図 13】



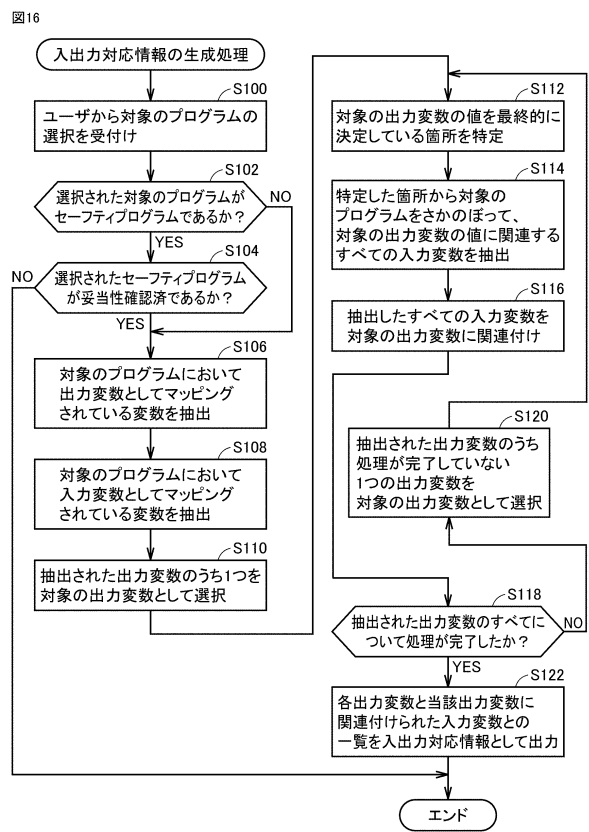
【図 14】



【図 15】



【図 16】



10

20

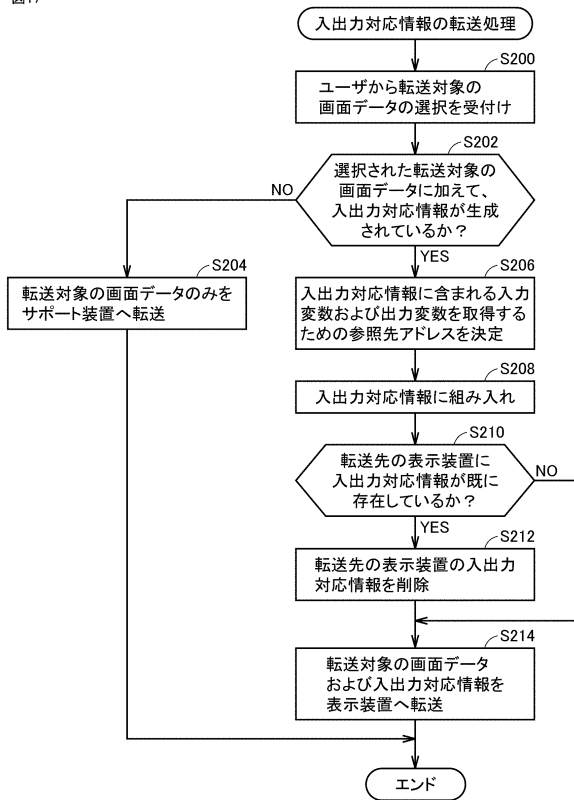
30

40

50

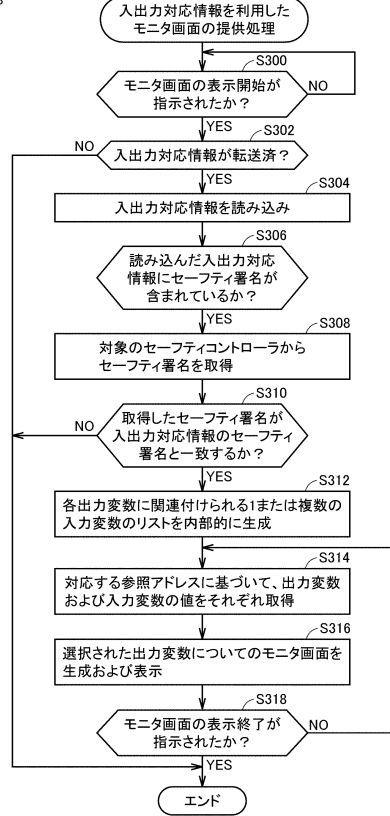
【 図 1 7 】

図17



【 図 1 8 】

図18



10

20

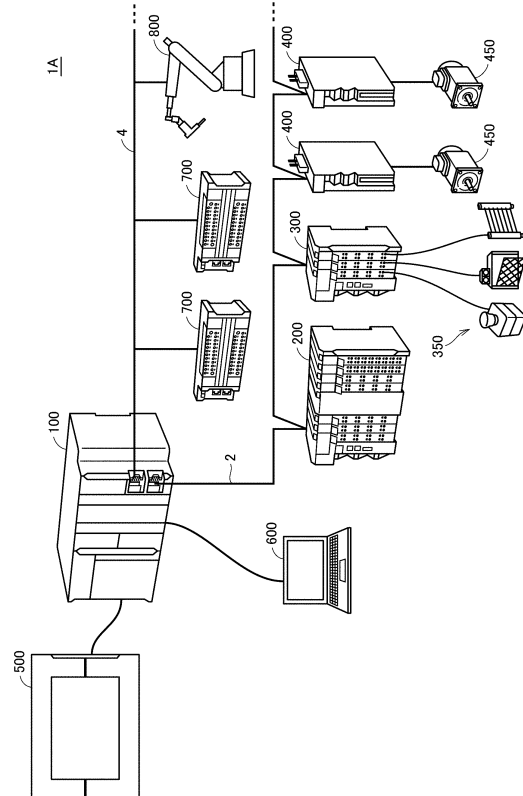
【 図 1 9 】

図19

機能分担	(1)入出力対応情報を生成する機能	(2)生成された入出力対応情報を格納する機能	(3)入出力対応情報を利用してモニタ画面を生成する機能
1	サポート装置	表示装置	表示装置
2	サポート装置	セーフティコントローラ	表示装置
3	サポート装置	標準コントローラ	表示装置
4	サポート装置	統合コントローラ	統合コントローラ
5	サポート装置	-	表示装置
6	サポート装置	-	統合コントローラ
7	表示装置	-	表示装置
8	セーフティコントローラ	セーフティコントローラ	表示装置

【 図 2 0 】

図20



30

40

50

フロントページの続き

審査官 大古 健一

- (56)参考文献 国際公開第2007/086113(WO, A1)
特開2013-105218(JP, A)
特開2012-256178(JP, A)
国際公開第2014/097379(WO, A1)
特開2018-152032(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G05B 23/00 - 23/02