

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6111675号
(P6111675)

(45) 発行日 平成29年4月12日(2017.4.12)

(24) 登録日 平成29年3月24日(2017.3.24)

(51) Int.Cl. F I
G O 5 B 19/05 (2006.01) G O 5 B 19/05 A

請求項の数 6 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2013-4514 (P2013-4514)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成25年1月15日 (2013.1.15)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-137621 (P2014-137621A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	平成26年7月28日 (2014.7.28)		動堂町801番地
審査請求日	平成28年1月13日 (2016.1.13)	(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	藤原 祥平
			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
		(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
		(72) 発明者	日岡 威彦
			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】 安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する方法、装置およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

安全コントローラに対する安全入力機器からの入力信号あるいは安全出力機器に対する出力信号をユーザプログラムで処理可能とするための安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する方法であって、

前記安全コントローラの前記安全入力機器からの入力信号を受ける入力端子あるいは前記安全出力機器に対する出力信号を出力する出力端子にそれぞれ対応して、それぞれ異なる変数名を割り付けるI/O割付を実行するステップと、

前記安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップと、

取得した安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報に基づいて、前記安全入力機器からの2重化されている2つの入力信号を受ける2つの入力端子あるいは前記安全出力機器に対する2重化されている2つの出力信号を出力する2つの出力端子については、それぞれ割り付けられた2つの変数名のうち一方の使用を禁止するステップとを備える、安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する方法。

【請求項2】

前記安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップは、前記安全入力機器あるいは安全出力機器に関するユーザの入力に従うデータを受け付けるステップを含む、請求項1記載の安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する方法。

【請求項3】

前記安全入力機器あるいは安全出力機器は、前記安全コントローラと通信可能に接続さ

10

20

れた入力ユニットあるいは出力ユニットに接続され、

前記安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップは、前記入力ユニットあるいは出力ユニットからの前記安全入力機器あるいは安全出力機器に関するデータを受け付けるステップを含む、請求項 1 記載の安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する方法。

【請求項 4】

前記安全入力機器あるいは安全出力機器は、前記安全コントローラと通信可能に接続された入力ユニットあるいは出力ユニットに接続され、

前記安全入力機器あるいは安全出力機器に接続される前記入力ユニットあるいは出力ユニットに対して、前記安全入力機器あるいは安全出力機器に対応した設定パラメータを設定するステップをさらに備え、

前記安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップは、前記設定パラメータの設定に関する情報を取得する、請求項 1 記載の安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する方法。

【請求項 5】

安全コントローラに対する安全入力機器からの入力信号あるいは安全出力機器に対する出力信号をユーザプログラムで処理可能とするための安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する装置であって、

前記安全コントローラの前記安全入力機器からの入力信号を受ける入力端子あるいは前記安全出力機器に対する出力信号を出力する出力端子にそれぞれ対応して、それぞれが異なる変数名を割り付ける I/O 割付を実行する手段と、

前記安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得する手段と、

取得した安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報に基づいて、前記安全入力機器からの 2 重化されている 2 つの入力信号を受ける 2 つの入力端子あるいは前記安全出力機器に対する 2 重化されている 2 つの出力信号を出力する 2 つの出力端子については、それぞれ割り付けられた 2 つの変数名のうち一方の使用を禁止する手段とを備える、安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する装置。

【請求項 6】

コンピュータにおいて、安全コントローラに対する安全入力機器からの入力信号あるいは安全出力機器に対する出力信号をユーザプログラムで処理可能とするための安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する機能を実行するためのプログラムであって、

前記プログラムは、前記コンピュータに、

前記安全コントローラの前記安全入力機器からの入力信号を受ける入力端子あるいは前記安全出力機器に対する出力信号を出力する出力端子にそれぞれ対応して、それぞれが異なる変数名を割り付ける I/O 割付を実行するステップと、

前記安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップと、

取得した安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報に基づいて、前記安全入力機器からの 2 重化されている 2 つの入力信号を受ける 2 つの入力端子あるいは前記安全出力機器に対する 2 重化されている 2 つの出力信号を出力する 2 つの出力端子については、それぞれ割り付けられた 2 つの変数名のうち一方の使用を禁止するステップとを備える、処理を実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、安全コントローラのプログラム開発支援装置等に関し、特に、ユーザプログラムの設計を支援する方法、装置およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

労働安全意識の高まりから、昨今、各種の安全デバイスが提案されている。安全デバイスは、安全コントローラ、安全 I/O ターミナル等に相当し、切削機械や切断機械やアー

10

20

30

40

50

ム付き製造器ロボット等とともに使用される。安全規格について、安全コントローラを一例に挙げて説明すると、安全コントローラは、一般的なプログラマブルコントローラ（PLC）に類似するロジック演算機能、入出力制御機能に加えて、安全面の自己診断機能を内蔵させることにより、その制御において、高度な信頼性を確保したものである。

【0003】

安全コントローラの自己診断結果により異常を検出した場合には、自己の制御が危険につながらないように、強制的に安全な制御を行うような機能（フェールセーフ機能）を備えている。それにより、製造器ロボット等の動作が危険につながらないようにしている。

【0004】

ここに言う安全は、より具体的には、規格化されている安全基準を含む意味である。規格には、例えば、IEC 61508やEN規格などがある。IEC 61508（プログラム可能な電子システムの機能安全に関する国際電気標準委員会）では、時間あたりの危険故障確率を（失敗確率：Probability of Failure per Hour）を定義し、この確率によってSILのレベル（Safety Integrity Level）を4段階に分類している。また、EN規格では、機械のリスクの大きさを評価し、リスク低減策を講じるように義務付けられていて、EN 954-1では5つの安全カテゴリにて規定されている。この発明の安全コントローラ等は、このような安全基準のいずれかに対応したものである。

【0005】

安全I/Oターミナルにおいても、自己診断機能を有していて、自己診断結果により異常を検出した場合には、自己の制御が危険につながらない制御をすといった、フェールセーフ機能を備えている。それにより、安全コントローラの動作や、製造器ロボット等の動作が危険につながらないようにしている。そして、従来より、安全コントローラと安全I/Oターミナルとをネットワークで結んでなる安全制御システムが知られている。

【0006】

安全コントローラは、安全I/Oターミナルに対してネットワーク通信する通信マスタ機能を備えていて、安全マスタと称されることもある。

【0007】

安全I/Oターミナルは、安全コントローラの通信マスタ機能との間でネットワーク通信機能、つまり、マスタに従って制御される通信スレーブ機能を備えている。安全I/Oターミナルは接続端子を備えていて、その接続端子に、オンオフ信号を出すスイッチ等の安全入力機器と、制御信号の出力先となる安全出力機器との少なくとも一方が接続されている。

【0008】

安全入力機器の例は、非常停止スイッチSW、ライトカーテン、ドアスイッチ、2ハンドスイッチなどである。安全出力機器の例は、セーフティリレーやコンタクタである。これらの安全入力機器または安全出力機器も安全規格に対応している。安全I/Oターミナルは、接続された安全用途機器から入力した信号に基づいて制御データを生成し、生成した制御データを安全コントローラへネットワーク通信する。

【0009】

安全コントローラは、CPUユニットや電源ユニットやI/O（入出力）ユニットや通信マスタユニットなどの複数のユニットが連結して構成されるビルディングブロックタイプのものが知られている。各ユニットは共通内部バスに接続されていて、安全コントローラ全体の制御を司るCPUユニットと他のユニットとの間でバス通信をし、データをやりとりすることができる。

【0010】

そして、安全コントローラは、通信マスタユニットを介して安全I/Oターミナルからネットワーク通信により入力した安全入力機器の入力信号を入力し、予め記憶されたロジックプログラムによってその入力信号のオンオフを論理演算する。その演算結果に基づく出力信号を通信マスタユニットを介してネットワーク通信により安全I/Oターミナルへ

10

20

30

40

50

出力する。安全 I / O ターミナルは、その出力信号を安全出力機器へ出力する。この一連の動作を繰り返し実行することにより、安全コントローラにより製造器ロボットを含むシステム全体が制御される。なお、安全コントローラと安全 I / O ターミナルとの間の通信サイクルは、安全コントローラの繰り返し実行のサイクルと同期しても良いし、非同期でも良い。

【 0 0 1 1 】

また、安全 I / O ターミナルに接続された安全出力機器であるところのセーフティリレーやコンタクタは、製造器ロボットや加工機械、切断機械等につながれていて、リレーやコンタクタの接点がオン中は製造器ロボット等が動作し、接点がオフ中は製造器ロボット等が停止するようになっている。よって、安全コントローラは、安全出力機器をオンオフ制御することで、最終的な制御対象の操作ロボット等の動作停止に関する制御をする。

10

【 0 0 1 2 】

具体的な例でいうと、安全コントローラは、非常停止スイッチ S W が正常に操作されたことを安全 I / O ターミナルから通信にて入力すると、制御対象が危険な動作をしないよう安全出力機器（リレーやコンタクタ）をオフするか、安全側の状態に強制制御し、直ちに必要な安全処置を探る。また、安全コントローラは、非常停止スイッチ S W または他の安全入力機器が異常有りの診断結果を入力すると、非常停止スイッチ S W の操作有無または安全入力機器のオンオフ状態に関わらずに、制御対象が危険な動作をしないようにその動作を停止するよう安全出力機器をオフするか、安全側の状態に強制制御し、直ちに必要な安全処置を探る。

20

【 0 0 1 3 】

一般に、上記安全制御システムを構築するべく安全コントローラ（ P L C ）のプログラム開発支援装置（ツール装置）が用いられている。通常、パソコンに所定のツールソフトを組み込んで構成される（特許文献 1 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 特許文献 1 】 特開平 9 - 3 3 0 2 5 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

30

【 0 0 1 5 】

そして、当該装置を用いて、安全コントローラに対する安全入力機器からの入力信号あるいは安全出力機器に対する出力信号をユーザプログラムで処理可能とするためには、当該入力信号を受ける入力端子あるいは出力信号を出力する出力端子にそれぞれユーザプログラムで用いることが可能な変数を割り付けるいわゆる I / O 割付を実行する必要がある。

【 0 0 1 6 】

ここで、例えば、安全用途の安全入力機器は入力信号として 2 重化構造を採用する場合があります。当該構成の場合には、安全コントローラには 2 つの入力信号を 2 つの入力端子にそれぞれ対応して 2 つの変数がそれぞれ割り当てられることになる。

40

【 0 0 1 7 】

そのため割り当てられる変数の増加に伴い安全コントローラのユーザプログラムの設計においてプログラミングが複雑化する可能性がある。

【 0 0 1 8 】

本発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであって、安全コントローラのユーザプログラムの設計を容易にすることが可能な安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する方法、装置およびプログラ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 】

【 0 0 1 9 】

本発明のある局面に従う安全コントローラに対する安全入力機器からの入力信号あるい

50

は安全出力機器に対する出力信号をユーザプログラムで処理可能とするための安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する方法であって、安全コントローラの安全入力機器からの入力信号を受ける入力端子あるいは安全出力機器に対する出力信号を出力する出力端子にそれぞれ対応して、それぞれが異なる変数名を割り付けるI/O割付を実行するステップと、安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップと、取得した安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報に基づいて、安全入力機器からの2重化されている2つの入力信号を受ける2つの入力端子あるいは安全出力機器に対する2重化されている2つの出力信号を出力する2つの出力端子については、それぞれ割り付けられた2つの変数名のうち一方の使用を禁止するステップとを備える。

【0020】

10

好ましくは、安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップは、安全入力機器あるいは安全出力機器に関するユーザの入力に従うデータを受け付けるステップを含む。

【0021】

好ましくは、安全入力機器あるいは安全出力機器は、安全コントローラと通信可能に接続された入力ユニットあるいは出力ユニットに接続され、安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップは、入力ユニットあるいは出力ユニットからの安全入力機器あるいは安全出力機器に関するデータを受け付けるステップを含む。

【0022】

好ましくは、安全入力機器あるいは安全出力機器は、安全コントローラと通信可能に接続された入力ユニットあるいは出力ユニットに接続され、安全入力機器あるいは安全出力機器に接続される入力ユニットあるいは出力ユニットに対して、安全入力機器あるいは安全出力機器に対応した設定パラメータを設定するステップをさらに備え、安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップは、設定パラメータの設定に関する情報を取得する。

20

【0023】

本発明のある局面に従う安全コントローラに対する安全入力機器からの入力信号あるいは安全出力機器に対する出力信号をユーザプログラムで処理可能とするための安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する装置であって、安全コントローラの安全入力機器からの入力信号を受ける入力端子あるいは安全出力機器に対する出力信号を出力する出力端子にそれぞれ対応して、それぞれが異なる変数名を割り付けるI/O割付を実行する手段と、安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得する手段と、取得した安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報に基づいて、安全入力機器からの2重化されている2つの入力信号を受ける2つの入力端子あるいは安全出力機器に対する2重化されている2つの出力信号を出力する2つの出力端子については、それぞれ割り付けられた2つの変数名のうち一方の使用を禁止する手段とを備える。

30

【0024】

本発明のある局面に従うコンピュータにおいて、安全コントローラに対する安全入力機器からの入力信号あるいは安全出力機器に対する出力信号をユーザプログラムで処理可能とするための安全コントローラのユーザプログラムの設計を支援する機能を実行するためのプログラムであって、プログラムは、コンピュータに、安全コントローラの安全入力機器からの入力信号を受ける入力端子あるいは安全出力機器に対する出力信号を出力する出力端子にそれぞれ対応して、それぞれが異なる変数名を割り付けるI/O割付を実行するステップと、安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報を取得するステップと、取得した安全入力機器あるいは安全出力機器に関する情報に基づいて、安全入力機器からの2重化されている2つの入力信号を受ける2つの入力端子あるいは安全出力機器に対する2重化されている2つの出力信号を出力する2つの出力端子については、それぞれ割り付けられた2つの変数名のうち一方の使用を禁止するステップとを備える。

40

【発明の効果】

【0025】

50

安全コントローラのユーザプログラムの設計を容易にすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本実施の形態に従う安全制御システムの構成について説明する図である。

【図2】本実施の形態に従うプログラム開発支援装置10の内部ハードウェア構成を示す概略ブロック図である。

【図3】本実施の形態に従う安全I/Oターミナル3の内部ハードウェア構成を示す概略ブロック図である。

【図4】所定の安全基準に対応する安全入力機器（2重化非常停止スイッチ）について説明する図である。

10

【図5】所定の安全基準に対応する安全入力機器（2重化セーフティライトカーテン）について説明する図である。

【図6】所定の安全基準に対応する出力機器（コンタクタ）について説明する図である。

【図7】本実施の形態に従う端子のパラメータを設定する処理のフローについて説明する図である。

【図8】本実施の形態に従う端子設定画面を説明する図である。

【図9】本実施の形態に従う安全入力機器に関する端子パラメータのテーブルを説明する図である。

【図10】本実施の形態に従う安全I/Oターミナル3から安全コントローラ1に出力されるデータを説明する図である。

20

【図11】本実施の形態に従うI/O割付のフローを説明する図である。

【図12】安全コントローラ1のI/Oマップの一例を説明する図である。

【図13】本実施の形態に従う安全コントローラ1のI/Oマップを説明する図である。

【図14】安全コントローラのプログラムの設計の概念図である。

【図15】本実施の形態に従う安全コントローラのプログラムの設計の概念図である。

【図16】本実施の形態の変形例に従う安全I/Oターミナル3#の内部ハードウェア構成を示す概略ブロック図である。

【図17】本実施の形態の変形例に従う端子パラメータを設定するフローについて説明する図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0027】

以下、この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、図中同一または相当部分には同一符号を付し、その説明は繰り返さない。

【0028】

図1は、本実施の形態に従う安全制御システムの構成について説明する図である。

図1を参照して、ここでは、安全コントローラ1と安全I/Oターミナル3とがバス2で結ばれたバス型ネットワークを構成した安全制御システムが示されている。

【0029】

本例においては、安全コントローラ1及び安全I/Oターミナル3には複数の安全入力機器4と安全出力機器5が配線接続されており、バス2には当該システムを構築するべく設けられたPLCのプログラム開発支援装置10が接続されている。

40

【0030】

安全コントローラ1は、CPUユニットや電源ユニットやI/O（入出力）ユニットや通信マスタユニットなどの複数のユニットが連結して構成されるビルディングブロックタイプとする。各ユニットは共通内部バスに接続されていて、安全コントローラ全体の制御を司るCPUユニットと他のユニットとの間でバス通信をし、データをやりとりすることができる。

【0031】

そして、安全コントローラ1は、通信マスタユニットを介して安全I/Oターミナル3からネットワーク通信により入力した安全入力機器4の入力信号を入力し、予め記憶され

50

たロジックプログラムによってその入力信号のオンオフを論理演算する。その演算結果に基づく出力信号を通信マスタユニットを介してネットワーク通信により安全 I / O ターミナル 3 へ出力する。安全 I / O ターミナル 3 は、その出力信号を安全出力機器 5 へ出力する。この一連の動作を繰り返し実行することにより、安全コントローラ 1 によりシステム全体が制御される。なお、安全コントローラ 1 と安全 I / O ターミナル 3 との間の通信サイクルは、安全コントローラ 1 の繰り返し実行のサイクルと同期しても良いし、非同期でも良い。

【 0 0 3 2 】

安全入力機器 4 には、非常停止スイッチ、ライトカーテン、ドアスイッチ、リミットスイッチ等が含まれ、安全出力機器 5 には、セーフティリレー、コンタクタ等が含まれる。

10

【 0 0 3 3 】

また、図中のプログラム開発支援装置 1 0 は、後述する I / O ウィザードによる対話形式の支援プログラムが実行可能なように設けられており、図例の汎用のノート型パソコンに限らず、ネットワークに接続可能な携帯型情報端末 (P D A) であってもよいし、デスクトップパソコンであってもよい。

【 0 0 3 4 】

なお、本例においては、安全 I / O ターミナル 3 と安全入力機器 4 と安全出力機器 5 とが接続された構成について主に説明するが、特にこれに限られず、安全コントローラ 1 に対して I / O (入出力) ユニットの介して安全入力機器 4 および安全出力機器 5 が接続されたシステム形態においても同様に適用可能である。なお、安全入力機器 4 および安全出力機器 5 を総称して安全入出力機器とも称する。

20

【 0 0 3 5 】

図 2 は、本実施の形態に従うプログラム開発支援装置 1 0 の内部ハードウェア構成を示す概略ブロック図である。

【 0 0 3 6 】

図 2 を参照して、図中に示されるブロック図は代表的な構成例を表すものである。

プログラム開発支援装置 1 0 は、少なくとも、プログラム開発支援装置全体を統括し制御する CPU 1 1 と、マウス操作やキーボード操作等を含む入力操作部 1 2 と、プログラム開発支援装置が備える画像表示器の表示画面に対する表示処理を行う表示部 1 3 と、操作入力処理や、所定の演算処理、表示画面に対する画像処理等に使用されるワーク RAM 1 4 と、外部への通信インターフェースを司る通信部 1 6 と、記憶装置 1 5 とを含む。

30

【 0 0 3 7 】

これらは、プログラム開発支援装置の内部バス 1 7 に接続された形態で構成されている。さらに、記憶装置 1 5 の所定の記憶領域には、後に詳述する、I / O ウィザードプログラムが格納されている。

【 0 0 3 8 】

図 3 は、本実施の形態に従う安全 I / O ターミナル 3 の内部ハードウェア構成を示す概略ブロック図である。

【 0 0 3 9 】

図 3 を参照して、後述する I / O ウィザードによって作成支援を受けた、安全機器を接続するための入出力端子パラメータファイル (端子設定ファイル) のダウンロードを許可、実行する安全 I / O ターミナル 3 に関する代表的なハードウェア構成が例示されている。

40

【 0 0 4 0 】

ここでは、バス 2 に接続されたプログラム開発支援装置 1 0 や安全マスタ (安全コントローラ) 等とのデータ送受を行う通信 I / F 部 2 0 と、各種演算機能や故障診断機能等を実行し、安全コントローラ全体を統括・制御する中央演算部 2 1 と、安全機器が接続される入出力端子部 (2 3 a 、 2 3 b) を構成している各端子 (2 4 a 、 2 4 b) には、端子毎の異常診断を実行する端子異常診断部 (2 2 a 、 2 2 b) とが含まれる。

【 0 0 4 1 】

50

この各入出力端子(24a、24b)にはそれぞれ複数の安全入力機器4と安全出力機器5が接続される。

【0042】

なお、本例においては、安全I/Oターミナルとして、安全入力機器と安全出力機器とをともに接続可能な装置の構成について説明するが、当該構成に限らず、安全入力機器を接続可能に設けられた入力ユニット、安全出力機器を接続可能に設けられた出力ユニットについて分離した構成を採用することも可能である。例えば、入力ユニットの構成としては、出力系の機能が設けられていない構成、具体的には、端子異常診断部22b、出力端子部23bが設けられていない構成とすることが可能である。また、出力ユニットの構成としては、入力系の機能が設けられていない構成、具体的には、端子異常診断部22a、入力端子部23aが設けられていない構成とすることが可能である。

10

【0043】

なお、ここでは、安全I/Oターミナルの構成について説明したが、安全コントローラ1のI/O(入出力)ユニットの構成も同様の構成である。

【0044】

<端子パラメータの設定>

安全入力機器あるいは安全出力機器と接続される安全I/Oターミナルの端子については、種々のパラメータの設定をする必要がある。

【0045】

図4は、所定の安全基準に対応する安全入力機器(2重化非常停止スイッチ)について説明する図である。

20

【0046】

図4を参照して、ここでは、非常停止スイッチからの動作信号入力に対し、端子との配線入力を2重化接続処置を施した上で、非常停止スイッチの故障や、非常停止スイッチ/入力端子間の断線、短絡等を検知するための異常診断用のテストパルス設定がなされた、非常停止スイッチ接続例が示されている。

【0047】

そして、当該安全入力機器と接続される端子に設定される各種パラメータの項目が示されている。

【0048】

具体的には、「テストパルスの設定」については、「テストパルスを出力する」、「テストパルス出力端子の設定」については「テスト端子1を使用」、「二重化有無の設定」については「二重化する」、「2重化入力機器間のタイミング設定」については「100ms間のタイミングずれを許容」等が設定される。

30

【0049】

図5は、所定の安全基準に対応する安全入力機器(2重化セーフティライトカーテン)について説明する図である。

【0050】

図5を参照して、ここでは、2重化セーフティライトカーテンについての動作信号の入力配線では2重化処置を施しているが、異常診断用のテストパルス設定は行われていないセーフティライトカーテンの接続例が示されている。

40

【0051】

そして、当該安全入力機器と接続される端子に設定される各種パラメータの項目が示されている。

【0052】

具体的には、「テストパルスの設定」については、「テストパルスを出力しない」、「テストパルス出力端子の設定」については「使用しない」、「二重化有無の設定」については「二重化する」、「2重化入力機器間のタイミング設定」については「100ms間のタイミングずれを許容」等が設定される。

【0053】

50

図 6 は、所定の安全基準に対応する出力機器（コンタクタ）について説明する図である。

【 0 0 5 4 】

図 6 を参照して、ここでは、安全出力機器として溶着チェックが必要なコンタクタを用いた安全機器の接続例が示されている。図中、制御する対象は 2 重化処理を施したコンタクタ接点 K M 1 , K M 2 を 3 相モータを駆動する電源ラインに挿入して動作停止に備える接続形態である。入力端子の設定は、一点鎖線で囲まれたコンタクタ接点に対する溶着チェック用の入力端子 1、テスト端子 1 への端子入力接続を促すものである。

【 0 0 5 5 】

そして、当該安全出力機器と接続される端子に設定される各種パラメータの項目が示されている。

10

【 0 0 5 6 】

具体的には、「テストパルスの設定」については、「テストパルスを出力する」、「テストパルス出力端子の設定」については「テスト端子 1を使用」、「二重化有無の設定」については「二重化する」等が設定される。

【 0 0 5 7 】

次に、当該安全入力機器と接続される端子のパラメータを設定する方式について説明する。

【 0 0 5 8 】

本例においては、プログラム開発支援装置 1 0 を用いて当該端子のパラメータを設定する。

20

【 0 0 5 9 】

図 7 は、本実施の形態に従う端子のパラメータを設定する処理のフローについて説明する図である。当該フローは、プログラム開発支援装置 1 0 の C P U 1 1 が記憶装置 1 5 に格納された I / O ウィザード（ツール）を実行することにより実現される。なお、I / O ウィザード（ツール）には種々の機能を実行するツールが設けられており、端子のパラメータを設定するツールや、後述する I / O 割付を実行するツールや、プログラミングを実行するツール等、各種の機能を選択的に実行することが可能である。

【 0 0 6 0 】

ここでウィザードとは、例えば、利用者に対して対話型のガイダンスを表示し、幾つかの選択肢の中からガイドに従って選択させることにより、複雑な操作や設定を容易に行えるようにする機能及びその表示画面を含むものである。このようなプログラム処理は、上述した実施の形態の機能をコンピュータで実現できればよく、そのプログラム形態は、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、プログラム処理を搭載実行するコンピュータの OS に供給されるスクリプトデータ等の形態を有するものでも良い。

30

【 0 0 6 1 】

図 7 を参照して、まず、プログラム開発支援装置 1 0 の電源を投入し、所定のイニシャル処理を経た上で、I / O ウィザードを起動すると、内部 H D D 等で構成された記憶装置 1 5 に設けられた記憶領域に格納された I / O ウィザードが読み出され実行される。

40

【 0 0 6 2 】

I / O ウィザードが実行されると、安全デバイスの検索を実行する（ステップ S 2 ）。具体的には、プログラム開発支援装置 1 0 の C P U 1 1 は、通信部 1 6 を介してバス 2 と接続されている安全デバイス（安全コントローラ、安全 I / O ターミナル等）を検索する。当該検索により図示しないが安全デバイスのリストが生成されるものとする。

【 0 0 6 3 】

なお、本例においては、プログラム開発支援装置 1 0 とオンラインで安全デバイスが接続されている場合について説明しているが、オフラインである場合においても記憶装置 1 5 に記憶された安全デバイスの検索を実行し、この I / O ウィザードがサポートしている安全デバイス（安全コントローラ、安全 I / O ターミナル等）の情報を読み出して、プロ

50

グラム開発支援装置 10 の表示画面上に安全デバイスのリストが生成される。

【0064】

ここで、安全デバイスとは、安全コントローラや、安全 I/O ターミナルの代表例に示される如く、要求される安全基準を確保するために、このデバイスが備える入出力端子に配線接続された安全入出力機器の動作状態確認や故障診断機能を備え、これら安全デバイスから構築された制御システムが、各種診断結果に基づいて所定の安全基準を満たした運用状態を確保できる機能を備えたものであればよい。

【0065】

次に、安全デバイスの選択を実行する（ステップ S4）。具体的には、プログラム開発支援装置 10 の備える表示器の表示画面上に表示されている安全デバイスのリストの中から安全デバイスを選択する。

10

【0066】

そして、次に端子設定画面を表示する（ステップ S6）。具体的には、当該安全デバイスに対応する端子の設定画面が表示される。

【0067】

まず、安全入力機器と接続される安全デバイスの端子設定について説明する。

図 8 は、本実施の形態に従う端子設定画面を説明する図である。

【0068】

図 8 (A) を参照して、プログラム開発支援装置 10 に表示される入力端子設定画面 (I/O ウィザードウィンドウ 300) が例示されている。図例において、I/O ウィザードウィンドウ 300 は、実行中の処理名が表示されるタイトル 301 と、図略する、現在処理実行中の端子設定を行う各種安全デバイスが備える製品外観をグラフィカルに表示するデバイス表示エリア 302 と、選択・指定された安全デバイスの入力端子数に対応する Mode Comment エリア 303 と配線接続する安全機器タイプを入力する Type エリア 304 とを備え、入力端子に関する各種パラメータ設定画面を表示するダイアログエリア 305 と、クリック操作等により、現在のパラメータ設定内容を決定する「OK」ボタン 308 と、Type エリア 304 へのカーソル操作により、ドラッグ方式で上下方向にスクロール可能なサブウィンドウ 306 中に表示された安全機器との入力端子接続に関して、選択・設定された内容の取り消しを行う、「キャンセル」ボタン 309 とから構成される。

20

30

【0069】

また、同図中において、ダイアログエリア 305 の画面下方には、Mode Comment エリア 303 に表示された各種記号に対する簡易説明が表示されている。

【0070】

ここで、各種記号の意味するところは以下の通りである。

[e]: Dual Equiv, 同値入力 (0/0, 1/1) による 2 重化設定。“1/1” のときスイッチ ON、“0/0” のときにスイッチ OFF (遮断)。

【0071】

[c]: Dual Comp, 異値 (0/1, 1/0) による 2 重化設定。

[P]: Test Pulse, 安全入力機器の故障、端子/機器間の断線・短絡を検知するために、テスト出力端子から定期的にテストパルスを出力する設定。

40

【0072】

[s]: Safety, テストパルスを使用せずに、安全入力機器を接続する設定。

[ST]: Standard, 非安全入力機器を接続する設定。

【0073】

同図に示された、I/O ウィザードウィンドウ 300 の支援を受けた安全入力機器に対応する端子パラメータの設定は、I/O ウィザードウィンドウ 300 画面の構成であるダイアログエリア 305 内の Type エリア 304 へ、カーソル等を操作して合わせると、先述した安全基準を満たす、実績のある安全入力機器リストがサブウィンドウ 306 にリストアップされる (図例中のサブウィンドウが開いた状態)。

50

【 0 0 7 4 】

図7のフローチャートに戻り、サブウィンドウ306内にリストアップされた安全入力機器の中から合致（配線接続）する安全入力機器（接続機器）を選択（ステップS10）すると、Typeエリア304に選択された安全入力機器が挿入設定され、このTypeエリア304に対応するMode Commentエリア303には、自動的に安全基準を満足する端子設定（安全入力機器への接続設定）のパラメータの表示がなされる。

【 0 0 7 5 】

図例においては、例えばTypeエリア304に「非常停止 2b接点」である安全入力機器を選択・設定した場合には、対応するMode Commentエリア303の“Bit00”及び“Bit01”の表示欄に“[e][P]非常停止NC”の設定表示がなされている。ここで、“Bitxx”とは、指定された安全デバイスの入力端子を表している。

10

【 0 0 7 6 】

さらに、Mode Commentエリア303に表示される端子設定情報は、ワークRAM14の所定の領域に格納されたテーブル情報に基づくものであり、サブウィンドウ306に表示する安全入力機器リストに対応付けられた、安全基準認定を受けた運用形態に基づくものである。そして、選択された安全入力機器に対応して一義的に決定される設定情報である。

【 0 0 7 7 】

すなわち、選択された安全入力機器に従いテーブル情報に基づいて端子パラメータが設定される（ステップS12）。

20

【 0 0 7 8 】

そして、端子の設定が全て終了したかどうか判断され（ステップS14）、指定された安全デバイスが備える全入力端子について、安全入力機器毎に継続してサブウィンドウ306に表示されたリストの中から選択・設定することで、端子パラメータの設定が繰り返し実行（ステップS10～S14）される。

【 0 0 7 9 】

安全デバイスの各端子に割り付ける安全入力機器等の選択・設定を取り消す場合には、所定の情報が表示されたTypeエリア304にカーソル等を操作して合わせ「キャンセル」ボタン309を押下することで、設定入力の取り消しが実行される。

30

【 0 0 8 0 】

安全デバイスの全入力端子に関する安全入力機器の設定が終了すると、ユーザは、プログラム開発支援装置10に表示されたI/Oウィザードウィンドウ300画面内の「OK」ボタン308を押下（ステップS14においてYES）する。

【 0 0 8 1 】

実行中のI/Oウィザードは、I/Oウィザードウィンドウ300画面内の「OK」ボタン308が押下されたタイミングで、現在処理実行中の安全デバイスが備える全入力端子に対して、それぞれの入力端子に接続される安全入力機器の端子パラメータをワークRAM14の所定の領域に端子設定ファイルとして記憶する。

【 0 0 8 2 】

そして、処理を終了する（エンド）。

40

図9は、本実施の形態に従う安全入力機器に関する端子パラメータのテーブルを説明する図である。

【 0 0 8 3 】

図9を参照して、安全入力機器にそれぞれ対応して入力端子が満たすべき接続条件（設定パラメータ）が格納されている。例えば、図中、“1”の機器番号が割り当てられた入力端子の設定パラメータでは、同値入力（0/0, 1/1）による2重化設定がなされており、2重化された信号入力間でのタイミングずれの許容時間は、“100ms”に設定されることを示している。ここで、“100ms”の設定時間とは、2重化された一方の入力信号が“OFF”してから、“100ms”以内に他方の信号入力も“OFF”しな

50

い場合には、安全入力機器の故障、または機器/端子間配線の断線・短絡等の異常が発生したものと判断するための許容時間である。また、この安全入力機器の故障や機器/端子間の断線・短絡等を検知するために、テストパルスを用いた異常診断を定期的に行うことを示しており、このテストパルスは出力端子“0/1”をテストソースとして使用する、ことを示している。

【0084】

当該各項目の端子パラメータが端子設定ファイルに含まれて安全デバイス（例えば安全I/Oターミナル）に送信されて、安全入力機器と接続される安全デバイスの端子について種々の設定がされる。安全出力機器についても同様である。

【0085】

次に、安全出力機器と接続される安全デバイスの端子設定について説明する。

図8(B)を参照して、プログラム開発支援装置10に表示される出力端子設定画面(I/Oウィザードウィンドウ400)が例示されている。図例において、I/Oウィザードウィンドウ400は、実行中の処理名が表示されるタイトル401と、図略する、現在処理実行中の端子設定を行う各種安全デバイスが備える製品外観をグラフィカルに表示するデバイス表示エリア402と、選択・指定された安全デバイスの出力端子数に対応するMode Commentエリア403と配線接続する安全出力機器(セーフティリレー、コンタクタ等)タイプを入力するTypeエリア404とを備え、出力端子に関する各種パラメータ設定画面を表示するダイアログエリア405と、クリック操作等により、現在のパラメータ設定内容を決定する「OK」ボタン408と、Typeエリア404へのカーソル操作により、ドラッグ方式で上下方向にスクロール可能なサブウィンドウ406中に表示された安全機器との出力端子接続に関して、選択・設定された内容の取り消しを行う、「キャンセル」ボタン409と、から構成される。

【0086】

また、同図中において、ダイアログエリア405の画面下方には、Mode Commentエリア403に表示された各種記号に対する簡易説明が表示されている。

【0087】

ここで、各種記号の意味するところは以下の通りである。

[d]: Dual, 同値出力による2重化設定。

【0088】

[P]: Pulse Test, 安全出力機器の故障、端子/機器間の断線・短絡等を検知するために、出力端子から定期的にテストパルスを出力する設定。

【0089】

[s]: Safety, テストパルスを使用せずに、安全出力機器を接続する設定。

同図に示された、I/Oウィザードウィンドウ400の支援を受けた安全出力機器に対応する端子パラメータの設定は、I/Oウィザードウィンドウ400画面の構成であるダイアログエリア405内のTypeエリア404へ、カーソル等を操作して合わせることによって、先述した安全基準を満たす、実績のある安全出力機器リストがサブウィンドウ406にリストアップされる(図例中のサブウィンドウが開いた状態)。

【0090】

このように、ユーザは、サブウィンドウ406中に表示された安全出力機器リストを上下方向にスクロールさせることによって、I/Oウィザードがサポートする全出力機器(選択・指定された安全デバイスに関する)を確認できる。

【0091】

このようなスクロール機能を持たせれば、端子設定ファイル作成のための案内表示を行う、限られた画面表示エリアを有効に活用でき、リスト形式による複数の安全出力機器表示が行える。さらに、将来的にサポートする安全出力機器の数が増大しても画面表示エリアを一定のサイズに保ったまま、安全出力機器リストが表示出来るため、案内表示を行う画面構成を変えることなく対応できる利点がある。

【0092】

10

20

30

40

50

図7を参照して、ステップS2～S6については同様である。そして、サブウィンドウ406内にリストアップされた安全出力機器の中から合致（配線接続）する安全出力機器を選択（ステップS10）すると、Typeエリア404に選択された安全出力機器が挿入設定され、このTypeエリア404に対応するMode Commentエリア403には、自動的に安全基準を満足する端子設定（安全出力機器への接続設定）パラメータの表示がなされる。

【0093】

図例においては、例えばTypeエリア404に「セーフティリレー2個溶着チェック有り」である安全出力機器を選択・設定した場合には、対応するMode Commentエリア403の“Bit00”及び“Bit01”の表示欄に“[d][P]セーフティリレー”の設定表示がなされている。ここで、“Bitxx”とは、指定された安全デバイスの出力端子を表している。

10

【0094】

さらに、Mode Commentエリア403に表示される端子設定情報は、ワークRAM14の所定の領域に格納されたテーブル情報に基づくものであり、サブウィンドウ406に表示する安全出力機器リストに対応付けられた、安全基準認定を受けた運用形態に基づくものである。そして、選択された安全出力機器に対応して一義的に決定される設定情報である。

【0095】

すなわち、選択された安全出力機器に従いテーブル情報に基づいて端子パラメータが設定される（ステップS12）。

20

【0096】

そして、端子の設定が全て終了したかどうか判断され（ステップS14）、指定された安全デバイスが備える全出力端子について、安全出力機器毎に継続して、サブウィンドウ406に表示されたリストの中から選択・設定することで、指定された安全デバイスの全出力端子についての設定が、繰り返し実行（ステップS10～S14）される。

【0097】

安全デバイスの各端子に割り付ける安全出力機器等の選択・設定を取り消す場合には、所定の情報が表示されたTypeエリア404にカーソル等を操作して合わせ「キャンセル」ボタン409を押下することで、設定入力の取り消しが実行される。

30

【0098】

安全デバイスの全出力端子に関する安全出力機器の設定が終了すると、ユーザは、プログラム開発支援装置10に表示されたI/Oウィザードウィンドウ400画面内の「OK」ボタン408を押下（ステップS14においてYES）する。

【0099】

実行中のI/Oウィザードは、I/Oウィザードウィンドウ400画面内の「OK」ボタン408が押下されたタイミングで、現在処理実行中の安全デバイスが備える全出力端子に対して、それぞれの出力端子に接続される安全出力機器の端子パラメータをワークRAM14の所定の領域に端子設定ファイルとして記憶する。

【0100】

そして、処理を終了する（エンド）。

40

ここまで説明してきたように、I/Oウィザードによるサポートを受けて作成された端子設定ファイルは、プログラム開発支援装置10の記憶装置15内に記憶されてしまえば、対応する安全デバイスに対するダウンロード設定は様々な形態（一旦、記憶媒体に書き込み、この記憶媒体をサポートするハンディツールを用いる場合等）で実行できる。

【0101】

ここでは、図1に示されるバス型ネットワークを構築した状態でのダウンロード実行例を、プログラム開発支援装置10と安全入出力機器（4,5）が接続された安全コントローラ1との間のデータ通信形態を使用して以下に説明する。

【0102】

50

プログラム開発支援装置 10 から端子設定ファイルのダウンロードを実行するには、この種の制御システムが備えているデータ通信方式では一般的な、宛先アドレス指定によるダウンロード処理を実行する。すなわち、ネットワークを構成するバス 2 に接続されたプログラム開発支援装置 10 はネットワーク上の安全デバイス（安全コントローラ 1、安全 I/O ターミナル 3）との通信を行うために、所定のノードアドレスが割り当てられているので、端子設定ファイル内容に対応する安全デバイス（ここでは、安全 I/O ターミナル 3）に対し、プログラム開発支援装置 10 は、自己に割り当てられたノードアドレスを送信元アドレスに設定し、対応する安全デバイスのノードアドレスを宛先アドレスに設定して該端子設定ファイルをダウンロードするのである。

【 0 1 0 3 】

10

具体的には、プログラム開発支援装置 10 において該端子設定ファイルのダウンロード実行が行われると、CPU 11 は端子設定ファイルが記憶格納された記憶装置 15 から読み出して、ワーク RAM 14 の所定の記憶領域に一旦、保持する。次に、自ノードアドレスと宛先ノードアドレス情報に基づいて、このワーク RAM 14 上に記憶された端子設定ファイルを所定（データ送信用）の形式に変換し、この送信データを CPU 11 と内部バス 17 で接続された通信部 16 を介してネットワーク上に送信する。

【 0 1 0 4 】

端子設定ファイルに対応したノードアドレスを有する安全 I/O ターミナル 3 の通信 I/F 部 20 は、バス 2 上に送信されたデータの宛先アドレスを検知して受信処理を実行する。受信された送信データに挿入された端子設定ファイルは、中央演算部 21 が備えている RAM 上の所定の記憶領域に一旦、保存格納され、受信処理は終了する。

20

【 0 1 0 5 】

安全 I/O ターミナル 3 の RAM 上の記憶領域に格納されたダウンロードファイル（端子設定ファイル）は、中央演算部 21 によってデータファイル内容の確認処理が実行される。ここで、設定内容の確認処理とは例えば、端子設定ファイルに挿入された特定の識別番号を確認することを含んでもよいし、第三者による可変を防止するための暗号認証を含むものであってもよい。

【 0 1 0 6 】

安全 I/O ターミナル 3 の中央演算部 21 によって、ダウンロードされた端子設定ファイルの内容確認が終了したならば、該端子設定ファイルに含まれる全入出力端子パラメータの設定情報が、各端子毎の設定情報が格納されたメモリ 25 上の所定の記憶領域に割り当てられたパラメータエリアに書き込まれることとなる。

30

【 0 1 0 7 】

これにより、安全入力機器あるいは安全出力機器と接続される安全デバイス（安全 I/O ターミナル 3）の端子について種々の設定がされ、安全デバイス（安全 I/O ターミナル 3）に接続された安全入力機器あるいは安全出力機器を制御することが可能となる。

【 0 1 0 8 】

なお、安全入力機器あるいは安全出力機器と接続される安全デバイス（安全コントローラ 1）についても同様の処理が行われる。

【 0 1 0 9 】

40

図 10 は、本実施の形態に従う安全 I/O ターミナル 3 から安全コントローラ 1 に出力されるデータを説明する図である。

【 0 1 1 0 】

図 10 を参照して、ここでは、安全入力機器 4 と接続される 1 入力端子の入力信号に従って安全 I/O ターミナル 3 から当該入力信号に従うデータ信号が出力される場合が示されている。

【 0 1 1 1 】

具体的には、安全 I/O ターミナル 3 の端子異常診断部 22 a での診断結果に基づくステータスと、端子に入力された信号値とがともに送信される。

【 0 1 1 2 】

50

ステータスが「1」の場合には正常状態であり、「0」の場合には異常状態である。また、信号値「1/0」にそれぞれ対応してON/OFFである場合が示されている。

【0113】

そして、安全入力機器4について2重化されている場合には、2つの入力信号が安全I/Oターミナル3に入力される。

【0114】

したがって、安全I/Oターミナル3から安全コントローラ1に出力されるデータ信号もそれぞれの入力に従って出力される。

【0115】

<端子のI/O割付>

安全入出力機器と接続される安全デバイスの端子について、安全入出力機器に対応した端子パラメータを設定するとともに、当該端子に入力される入力信号あるいは当該端子から出力される出力信号を安全コントローラ1のユーザプログラムで処理可能とするためには、安全コントローラ1に設けられた安全入力機器からの入力信号を受ける入力端子あるいは安全出力機器に対する出力信号を出力する出力端子にそれぞれ対応して、それぞれが異なる変数名を割り付けるI/O割付を実行する必要がある。

【0116】

そして、当該I/O割付に従って割り付けられた変数名に従って、安全コントローラ1のユーザプログラムの設計の際において、当該変数名を用いたプログラミング処理を実行することが可能である。

【0117】

本実施の形態においては、当該安全コントローラ1の端子のI/O割付をプログラム開発支援装置10において実行するものとする。

【0118】

図11は、本実施の形態に従うI/O割付のフローを説明する図である。当該フローは、プログラム開発支援装置10のCPU11が記憶装置15に格納されたI/OウィザードのI/O割付を実行する機能に基づいて実現される。

【0119】

図11を参照して、まず、CPU11は、入力あるいは出力の端子に変数を割り付ける(ステップS20)。具体的には、安全コントローラ1に設けられている入力あるいは出力端子にそれぞれ対応して、それぞれが異なる変数を割り付ける。当該変数の割り付けは、所定の方式に従って自動的に割り付け(割り当て)られるものとする。

【0120】

次に、CPU11は、接続される安全入出力機器の情報を取得する(ステップS22)。具体的には、CPU11は、上記で説明したI/Oウィザードで作成した安全デバイスに対する端子設定ファイルの情報を取得する。当該情報としては、一例として安全I/Oターミナル3の端子に設定された端子パラメータの情報を取得する。当該端子パラメータの情報に基づき、安全I/Oターミナル3の端子に関して2重化された安全入力機器あるいは安全出力機器と接続されている等の情報を取得することが可能である。

【0121】

次に、CPU11は、取得した情報に基づいて安全入出力機器は2重化されているかどうかを判断する(ステップS24)。

【0122】

ステップS24において、CPU11は、安全入出力機器は2重化されていると判断した場合(ステップS24においてYES)には、入力あるいは出力の端子に割り付けた2つの変数の一方を禁止に設定する(ステップS26)。

【0123】

そして、全端子について当該処理を繰り返し(ステップS28においてNO)、全端子が終了したかどうかを判断する(ステップS28)。

【0124】

10

20

30

40

50

ステップS 2 8において、全端子について当該処理が終了したと判断した場合（ステップS 2 8においてYES）には、I/O割付処理を終了する（エンド）。

【0125】

一方、ステップS 2 4において、安全入出力機器は2重化されていないと判断した場合（ステップS 2 4においてNO）には、ステップS 2 6をスキップしてステップS 2 8に進む。その後の処理については上記で説明したのと同様である。

【0126】

そして、上記I/O割付処理に従い生成された端子と変数との関係を示すI/Oマップは、プログラム開発支援装置10からダウンロードされて安全コントローラ1のI/Oメモリにダウンロードされる。

10

【0127】

図12は、安全コントローラ1のI/Oマップの一例を説明する図である。

図12を参照して、ここでは、I/OウィザードのI/O割付処理後に生成したI/Oマップを表示する機能を用いて表示した場合が示されている。

【0128】

入力側において、安全コントローラ1の入力端子にそれぞれ対応して変数が割り当てられている場合が示されている。

【0129】

具体的には、入力端子“Bitxx”（xx=00~13）とは、指定された安全機器（安全コントローラ）の入力端子名を表している。当該入力端子に対して、安全I/Oターミナルを介して接続された安全入力機器から入力された信号が入力される。

20

【0130】

そして、各入力端子に対してそれぞれ変数が割り付けられた（割り当てられた）場合が示されている。

【0131】

上述したように2重化された安全入力機器4からは安全規格に従って2つの信号が安全I/Oターミナル3に入力される。

【0132】

そして、2重化されている2つの入力信号が安全I/Oターミナル3を介して安全コントローラ1にそれぞれ入力されるため、安全コントローラ1の2つの入力端子にそれぞれ変数が割り当てられることになる。

30

【0133】

しかしながら、2重化された安全入力機器4から安全I/Oターミナル3を介して入力される信号は同値である。

【0134】

したがって、それぞれの入力に対して変数が割り当てられるとプログラム設計者は2つの変数のいずれを選択して用いれば良いかの判断に迷う可能性がある。また、プログラミングの誤操作の要因ともなる。

【0135】

それゆえ、本実施の形態においては、安全入出力機器が2重化されて接続されている場合には、割り当てられる2つの変数の一方の使用を禁止する。

40

【0136】

図13は、本実施の形態に従う安全コントローラ1のI/Oマップを説明する図である。

【0137】

図13を参照して、ここでは、I/OウィザードのI/O割付処理後に生成したI/Oマップを表示する機能を用いて表示した場合が示されている。

【0138】

図12で説明したのと同様に安全コントローラの入力端子にそれぞれ対応して変数が割り当てられている場合が示されている。

50

【 0 1 3 9 】

そして、図 1 1 の比較例と比較して、“ B i t 0 1 ” および “ B i t 0 3 ” についてはグレイアウトした状態（ハッチング領域）となっている。すなわち、当該変数については使用が禁止されている状態が示されている。

【 0 1 4 0 】

これにより、プログラムの設計者は、一方の変数の使用が禁止された状態であるためいずれの変数を選択して使用するかを迷う必要がない。また、使用が許可されている変数を容易に把握することが可能である。

【 0 1 4 1 】

なお、本例においては、一方の変数の使用を禁止した状態として把握することが可能なようにグレイアウトした状態を表示する一例について説明したが、特にこれに限られず、通知する形式で設計者に知らせるようにしてもよいし、他の手段を採用することも可能であり、使用が許可されている変数と使用が禁止されている変数とを区別可能な状態であればどのような形態としても良い。

10

【 0 1 4 2 】

図 1 4 は、安全コントローラのプログラムの設計の概念図である。

図 1 4 を参照して、ここでは、安全コントローラのユーザプログラムの設計の概念図が示されている。

【 0 1 4 3 】

ここでは、安全入力機器が入力ユニットを介して安全コントローラと接続され、また、出力ユニットを介して安全出力機器と接続される場合の概念図が示されている。

20

【 0 1 4 4 】

入力ユニットは、例えば、安全 I / O ターミナルの入力側の機能に相当する。出力ユニットは、安全 I / O ターミナルの出力側の機能に相当する。

【 0 1 4 5 】

そして、ここでは、I / O マップで割り付けられた変数を用いて、入力ユニットを介して入力される信号を用いて安全コントローラのユーザプログラムの設計をする場合の組み合わせが示されている。

【 0 1 4 6 】

当該図に示されているように、2つの端子に割り付けられた変数を安全コントローラのユーザプログラムで使用する際には、変数の組み合わせのパターンは変数の個数に応じて増加する。例えば、変数 A、B と、変数 C、D とを組み合わせた場合 4 通りが考えられる。

30

【 0 1 4 7 】

したがって、ユーザプログラムとしての複数のパターンの作成が可能であり、プログラムの設計者が判断する必要が生じ、判断を難しくするとともに誤操作の要因ともなる。

【 0 1 4 8 】

図 1 5 は、本実施の形態に従う安全コントローラのプログラムの設計の概念図である。

図 1 5 を参照して、図 1 4 で説明したように、安全入力機器が入力ユニットを介して安全コントローラと接続され、また、出力ユニットを介して安全出力機器と接続される場合の概念図が示されている。

40

【 0 1 4 9 】

そして、ここでは、I / O マップで割り付けられた変数を用いて、入力ユニットを介して入力される信号を用いて安全コントローラのユーザプログラムの設計をする場合の組み合わせが示されている。

【 0 1 5 0 】

当該図に示されているように、2つの端子に割り付けられた変数のうちの一方を禁止しているため安全コントローラのユーザプログラムで使用する際には、変数の組み合わせのパターンは図 1 4 の場合よりも減少する。ここでは、変数 B および変数 D について使用が禁止されているため、一例として変数 A と変数 C との組み合わせが一意に定まることにな

50

り、安全コントローラのユーザプログラムの設計が容易になり、プログラムを簡略化することが可能である。また、変数の組み合わせのパターンが減少するため判断に迷う可能性を低くし、誤操作も防止することが可能である。また、変数を少なくするためメモリの消費量も抑制することが可能である。

【0151】

(変形例)

上記においては、プログラム開発支援装置10のI/Oウィザードに従って安全デバイスの入出力端子のパラメータを設定する方式について説明したが、当該方式に限られず、例えば、安全I/Oターミナル3において、当該安全I/Oターミナル3に設けられた入出力端子の端子パラメータを自動的に設定する機能を設けるようにすることも可能である。

10

【0152】

図16は、本実施の形態の変形例に従う安全I/Oターミナル3#の内部ハードウェア構成を示す概略ブロック図である。

【0153】

図16を参照して、図3で説明した構成と比較して、メモリ25をメモリ26に置換した点異なる。

【0154】

メモリ26は、端子設定情報DB(データベース)27と、端子設定プログラム28とを含む。

20

【0155】

本実施の形態の変形例においては、安全I/Oターミナル3#が端子に接続された安全入出力機器の種別を判断して、当該種別に応じた端子パラメータを入出力端子に自動的に設定する方式について説明する。

【0156】

図17は、本実施の形態の変形例に従う端子パラメータを設定するフローについて説明する図である。当該フローは、中央演算部21がメモリ26に格納されている端子設定プログラム28を読み込むことにより実行される。

【0157】

図17を参照して、中央演算部21は、まず、安全入出力機器の接続が有るかどうかを判断する(ステップS30)。具体的には、安全入出力機器が入力端子部23aあるいは出力端子部23bに接続されたかどうかを判断する。

30

【0158】

ステップS30において、中央演算部21は、安全入出力機器の接続が有ると判断した場合(ステップS30においてYES)には、次に、安全入出力機器の種別を判断する(ステップS32)。具体的には、中央演算部21は、入力端子部23aあるいは出力端子部23bと接続された安全入出力機器からの情報を取得してその種別(例えば、非常停止スイッチSW、ライトカーテン、ドアスイッチ、2ハンドスイッチ、セーフティリレー、コンタクト)を判断する。安全入出力機器は、端子と接続された場合に当該情報を出力するものとする。あるいは、中央演算部21からの指示に従って当該情報を出力するように構成されている。

40

【0159】

次に、中央演算部21は、安全入出力機器種別の判断がOKかどうかを判断する(ステップS34)。具体的には、中央演算部21は、安全入出力機器から取得した情報に基づいて当該機器の種別を判断することができたかどうかを判断する。すなわち、中央演算部21は、サポート可能な安全入出力機器であるかどうかを判断する。

【0160】

ステップS34において、中央演算部21は、安全入出力機器の種別の判断がOKであると判断した場合(ステップS34においてYES)には、端子設定情報DB27を参照する(ステップS36)。具体的には、中央演算部21は、端子設定情報DB27から安

50

全入出力機器について判断した種別に対応する端子パラメータを読み出す。例えば、端子設定情報DB27には、図9で説明した安全入出力機器に関する端子パラメータのテーブルが格納されているものとする。当該テーブルを参照することにより判断された種別に対応する端子パラメータを取得することが可能である。

【0161】

次に、中央演算部21は、対応する安全入出力機器の端子パラメータを設定する（ステップS38）。具体的には、取得した端子パラメータに基づいて安全入出力機器と接続されている端子についてそれぞれ端子パラメータを設定する。

【0162】

そして、処理を終了する（エンド）。 10

一方、ステップS34において、安全入出力機器の種別の判断がOKで無いと判断した場合（ステップS34においてNO）には、処理を終了する（エンド）。例えば、サポートされていない安全入出力機器が接続された場合には、端子パラメータを設定することなく終了する。

【0163】

当該処理により、全入出力端子パラメータの設定情報が、各端子毎の設定情報が格納されたメモリ26上の所定の記憶領域に割り当てられたパラメータエリアに書き込まれることとなる。

【0164】

すなわち、当該方式により、安全デバイスの入出力端子のパラメータについてプログラム開発支援装置10のI/Oウィザードを用いることなく自動的に安全デバイスの入出力端子に接続された安全入出力機器に応じた端子パラメータを設定することが可能である。 20

【0165】

そして、本実施の形態の変形例に従うI/O割付についても図11で説明したのと同様のフローを適用することが可能である。

【0166】

この場合、ステップS22における安全入出力機器の情報の取得については、CPU11は、通信部16を用いて安全デバイス（例えば安全I/Oターミナル3）と接続される安全入出力機器の情報を取得する。具体的には、CPU11は、通信部16を用いて安全I/Oターミナル3にアクセスして、安全I/Oターミナル3のメモリ26に格納されている安全I/Oターミナル3の端子に設定された端子パラメータの情報を取得する。メモリ26に格納されている当該端子パラメータの情報に基づき、安全I/Oターミナル3の端子に関して2重化された安全入力機器あるいは安全出力機器と接続されている等の情報を取得することが可能である。 30

【0167】

その他の処理については図11で説明したのと同様であるのでその詳細な説明は繰り返さない。

【0168】

また、上記においては、安全デバイスの入出力端子のパラメータについてプログラム開発支援装置10のI/Oウィザードを用いて安全デバイスの入出力端子に関して、接続される安全入出力機器に応じた端子パラメータを設定可能な方式について説明したが、I/Oウィザードを用いずに直接、設計者がプログラム開発支援装置10の入力操作部12を介して安全デバイス（例えば安全I/Oターミナル3）の入出力端子に接続される安全入出力機器の図9で説明したような端子パラメータを入力して、端子設定ファイルを作成するようにしても良い。そして、当該端子設定ファイルを上記で説明したように安全デバイスにダウンロードして端子パラメータを各入出力端子に設定するようにすることも可能である。 40

【0169】

そして、I/O割付についても図11で説明したのと同様のフローを適用することが可能である。 50

【0170】

この場合、ステップS22における安全入出力機器の情報の取得については、CPU11は、設計者が作成した端子設定ファイルに従って接続される安全入出力機器の情報を取得する。具体的には、CPU11は、作成した端子設定ファイルに含まれている端子パラメータの情報を取得する。当該端子パラメータの情報に基づき、安全I/Oターミナル3の端子に関して2重化された安全入力機器あるいは安全出力機器と接続されている等の情報を取得することが可能である。

【0171】

その他の処理については図11で説明したのと同様であるのでその詳細な説明は繰り返さない。

【0172】

今回開示された実施の形態は例示であって、上記内容のみに制限されるものではない。本発明の範囲は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】

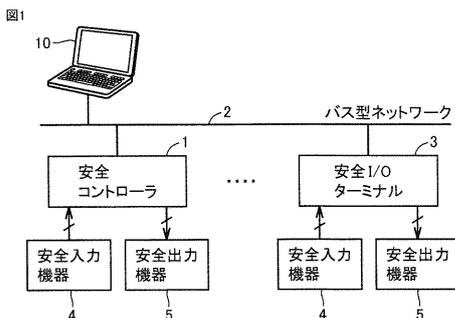
【0173】

1 安全コントローラ、2 バス、3 安全I/Oターミナル、4 安全入力機器、5 安全出力機器、10 プログラム開発支援装置、11 CPU、12 入力操作部、13 表示部、14 ワークRAM、15 記憶装置、16 通信部、17 内部バス、20 通信I/F部、21 中央演算部、22a, 22b 端子異常診断部、23a 入力端子部、23b 出力端子部、25, 26 メモリ。

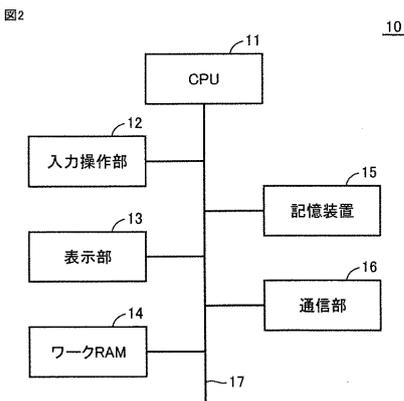
10

20

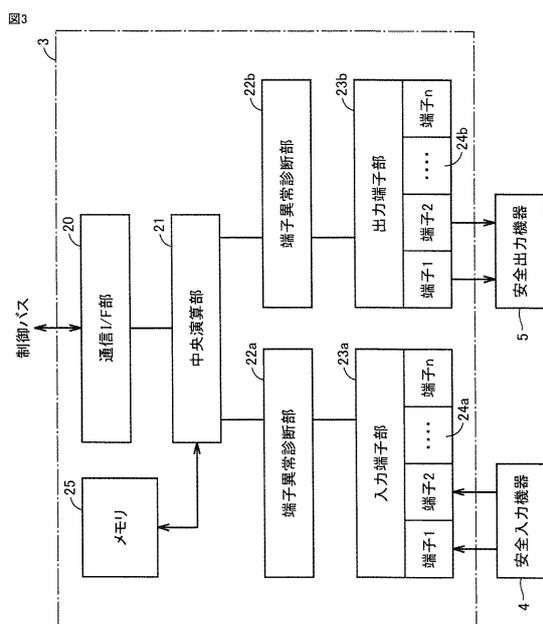
【図1】



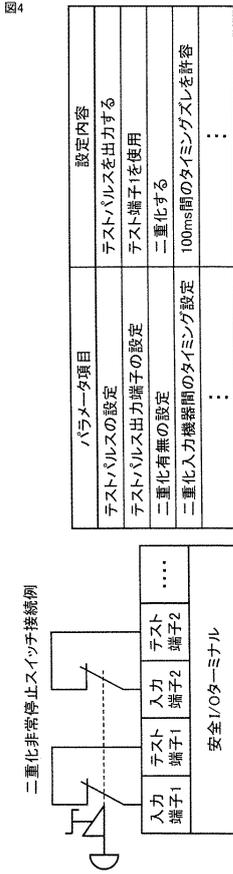
【図2】



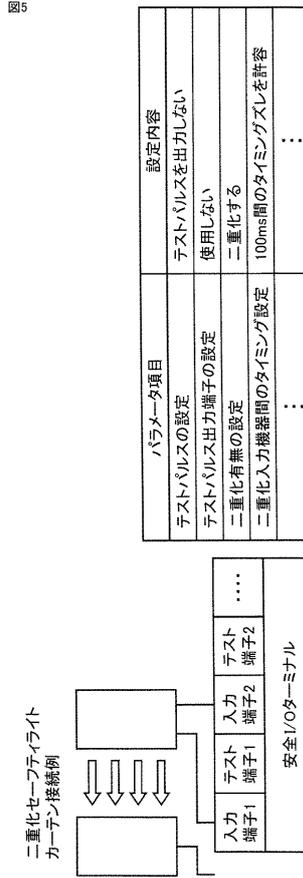
【図3】



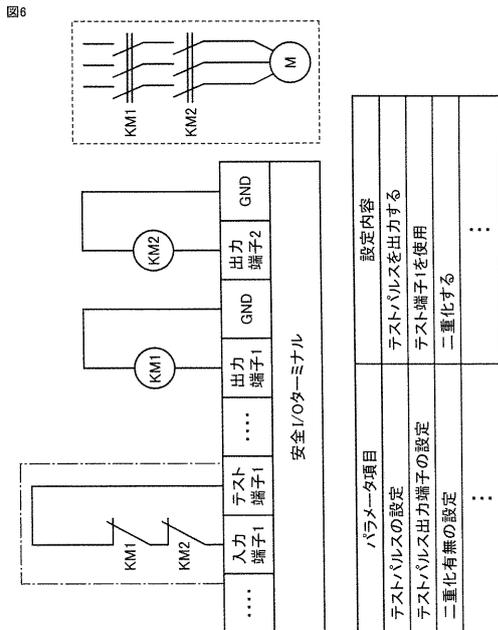
【 図 4 】



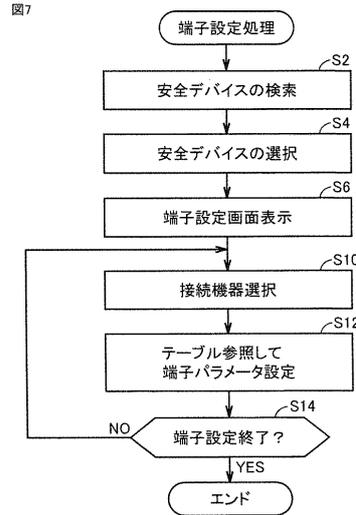
【 図 5 】



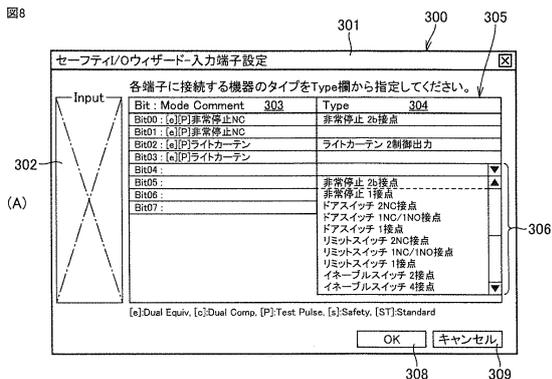
【 図 6 】



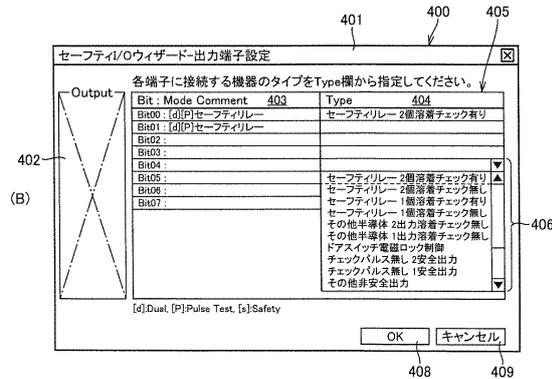
【 図 7 】



【 図 8 】



I/Oウィザードウィンドウ画面表示例(入力端子設定)



I/Oウィザードウィンドウ画面表示例(出力端子設定)

【 図 9 】

機器名称	二重化設定	二重化端子間ずれ設定 (Discrepancy Time)	端子パラメータ	テストパルス出力端子設定 (テストソース)
非常停止押しボタンスイッチ	Equivalent (同値二重化)	100ms	テストパルス使用 (テストパルス使用)	Test Output 0/1
ドアスイッチ	Complementary (異値二重化)	100ms	テストパルス使用 (テストパルス使用)	Test Output 0/1
ライトカーテン	Equivalent (同値二重化)	100ms	Safety (テストパルス未使用)	Not Used
			...	

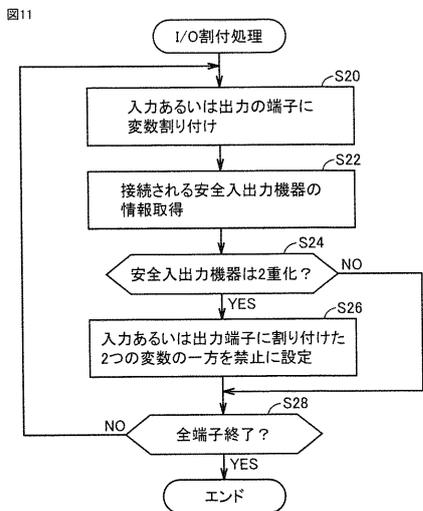
【 図 10 】

ステータス	信号値
0/1	0/1

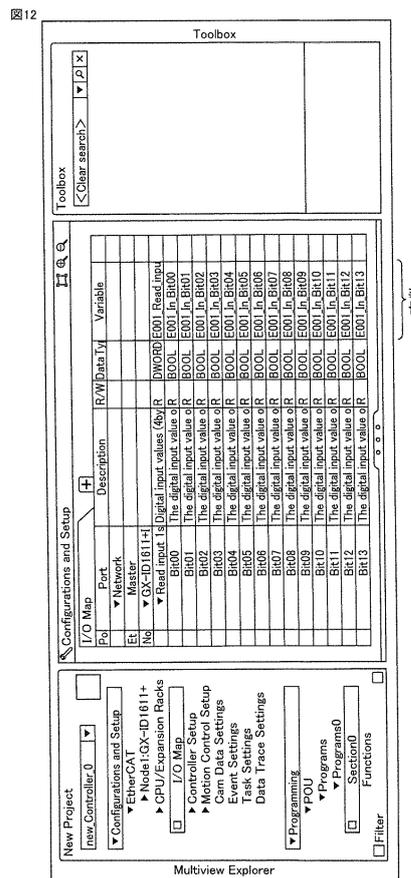
ステータス
1: 正常
0: 異常

信号値
1: ON
0: OFF

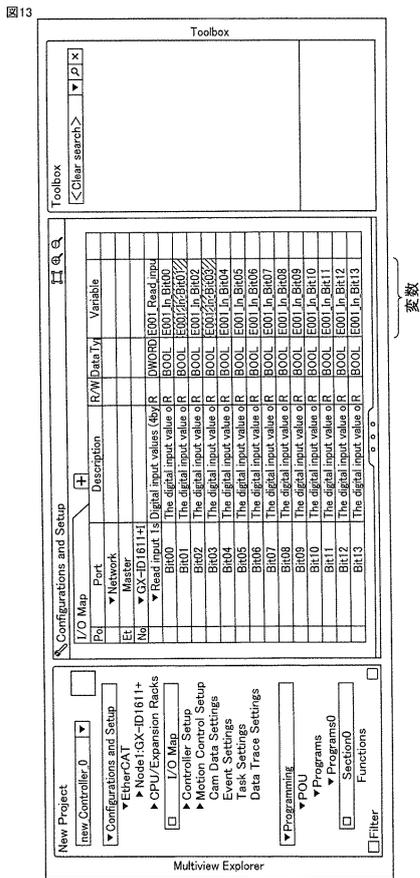
【 図 11 】



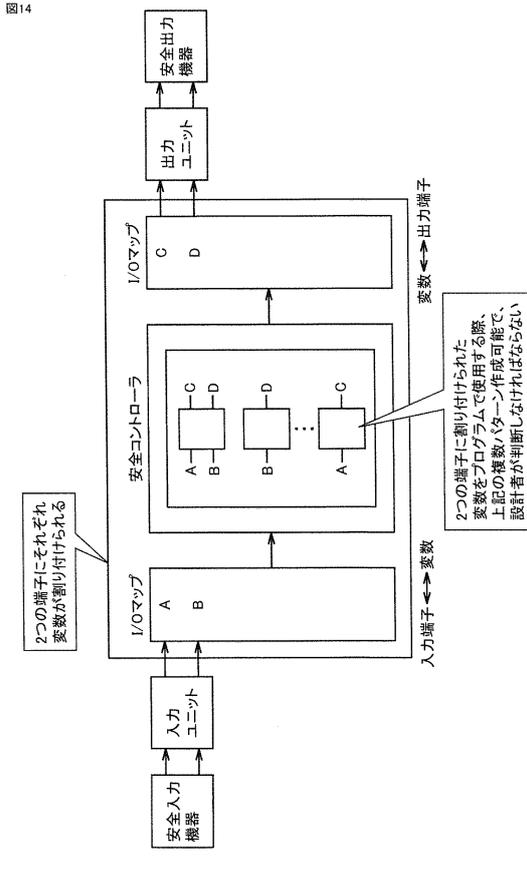
【 図 12 】



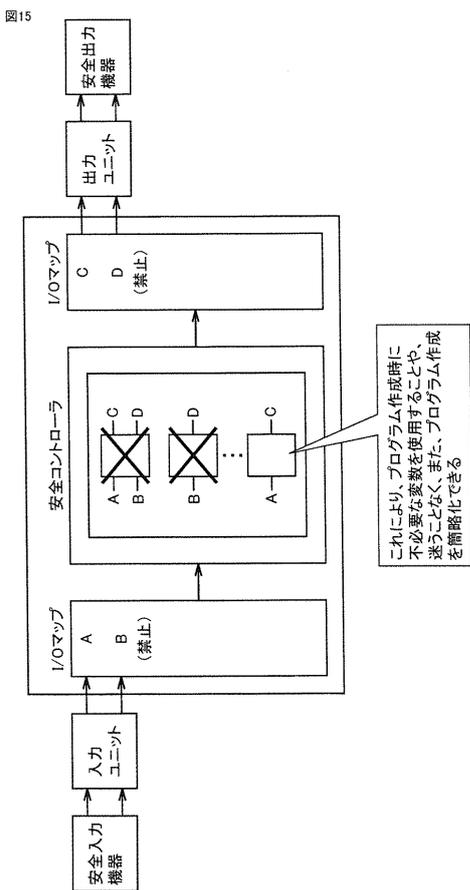
【 図 1 3 】



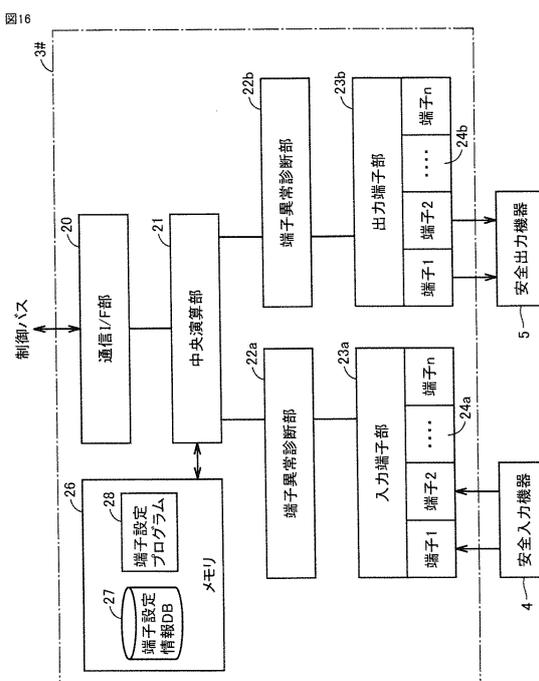
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

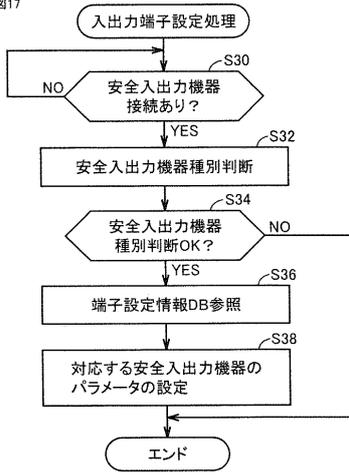


【 図 1 6 】



【図17】

図17



フロントページの続き

- (72)発明者 依田 安基
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 田熊 伸行
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 中村 敏之
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 マーク ファーズマン
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 ニック アップス
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 ジェームス ハリディ
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 クリス ウィリアムソン
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 タマス フェケテ
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 トニー ティム
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

審査官 稲垣 浩司

- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 2 8 2 3 4 2 (J P , A)
特開平 0 9 - 3 3 0 2 5 0 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 5 B 1 9 / 0 5