

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4438552号
(P4438552)

(45) 発行日 平成22年3月24日(2010.3.24)

(24) 登録日 平成22年1月15日(2010.1.15)

(51) Int.Cl.

G05B 19/05 (2006.01)

F 1

G05B 19/05

N

G05B 19/05

A

請求項の数 5 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-221734 (P2004-221734)
 (22) 出願日 平成16年7月29日 (2004.7.29)
 (65) 公開番号 特開2006-40121 (P2006-40121A)
 (43) 公開日 平成18年2月9日 (2006.2.9)
 審査請求日 平成19年6月22日 (2007.6.22)

(73) 特許権者 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100064344
 弁理士 岡田 英彦
 (74) 代理人 100087907
 弁理士 福田 鉄男
 (74) 代理人 100095278
 弁理士 犬飼 達彦
 (74) 代理人 100125106
 弁理士 石岡 隆
 (72) 発明者 吉田 洋二
 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
 機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】安全PLC、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェア及びシーケンスプログラムの判定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の入力機器の導通状態に関する信号が入力される入力手段と、
 入力された入力機器の中から選択した任意の入力機器を直列または並列に組み合わせて構成したシーケンスプログラムを記憶する記憶手段と、
 シーケンスプログラムと各入力機器の導通状態に関する信号とに基づいて演算結果を求める演算手段と、

演算手段の演算結果を出力部から出力して出力機器を制御する出力手段とを備え、シーケンスプログラムを書替え可能な安全PLCであって、

記憶手段には、各入力機器に対応させて、安全が保証されていることを示す第1種類情報または安全が保証されていないことを示す第2種類情報が設定された入力機器種類情報が、予め記憶されており、

安全PLCは、シーケンスプログラムと入力機器種類情報とに基づいて、出力部に対応するシーケンスプログラムが、安全が保証されている構成であるか否かを判定し、安全が保証されていない構成であると判定した場合、報知手段に出力するとともに、出力部に接続された出力機器を安全側に制御する、

ことを特徴とする安全PLC。

【請求項2】

複数の入力機器の導通状態に関する信号が入力される入力手段と、

入力された入力機器の中から選択した任意の入力機器を直列または並列に組み合わせて

10

20

構成したシーケンスプログラムを記憶する記憶手段と、

シーケンスプログラムと各入力機器の導通状態に関する信号とに基づいて演算結果を求める演算手段と、

演算手段の演算結果を出力部から出力して出力機器を制御する出力手段とを備え、シーケンスプログラムを書替え可能な安全 P L C の記憶手段に記憶させるシーケンスプログラムを作成する際に使用する、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアであって、
コンピュータを、

各入力機器に対応させて、安全が保証されていることを示す第 1 種類情報または安全が保証されていないことを示す第 2 種類情報が設定された入力機器種類情報を記憶する入力機器記憶手段、

入力機器記憶手段に記憶されている入力機器種類情報と、対象となるシーケンスプログラムと、に基づいて、当該シーケンスプログラムに対応する出力部が、安全が保証されている構成であるか否かを判定する安全判定手段、

安全判定手段が判定した結果を識別可能に表示する判定結果表示手段、
として機能させるためのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェア。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアであって、

コンピュータを、

安全判定手段にて判定した結果、安全が保証されている構成でないと判定した場合、当該シーケンスプログラムを安全 P L C に書き込むことを禁止するように設定することができる書き込み禁止設定手段、

として機能させるためのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェア。

【請求項 4】

請求項 2 または 3 に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアであって、

シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアでは、複数のシーケンスプログラムを作成可能であるとともに、あるシーケンスプログラムの出力部を別のシーケンスプログラムの入力機器として利用することが可能であり、

コンピュータを、

安全判定手段にて判定した結果、安全が保証されている構成でないと判定された出力部が選択された場合、当該出力部の安全が保証されている構成でないと判定された原因を含む自身または別のシーケンスプログラムの中から最初に安全が保証されている構成でないと判定された出力部を含むシーケンスプログラムを表示する原因シーケンスプログラム表示手段、

原因シーケンスプログラム表示手段にて表示したシーケンスプログラムにおいて原因となった入力機器または出力部の少なくとも一方を識別可能に表示する原因個所表示手段、
として機能させるためのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェア。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の安全 P L C または請求項 2 ~ 4 のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアにおいて、対象となるシーケンスプログラムの出力部の安全が保証されている構成であるか否かを判定するシーケンスプログラムの判定方法において、

判定結果を、常に安全が保証されていることを示す第 1 種類情報と、常に安全が保証されていないことを示す第 2 種類情報と、安全が保証されている場合と保証されていない場合の双方があり得る結果として安全が保証されていないことを示す第 3 種類情報の 3 種類に分類し、

シーケンスプログラムが第 1 種類情報の入力機器のみで構成されている場合、出力部の判定結果は第 1 種類情報であると判定するステップ、

シーケンスプログラムが第 2 種類情報の入力機器のみで構成されている場合、出力部の判定結果は第 2 種類情報であると判定するステップ、

シーケンスプログラムに第 1 種類情報の入力機器と第 2 種類情報の入力機器とが混在する場合、

10

20

30

40

50

シーケンスプログラムの出力部に至る経路中のいずれの部分においても、第2種類情報の入力機器の導通状態が第1種類情報の入力機器の導通状態よりも優先される部分が検出されない場合に、当該シーケンスプログラムの出力部の判定結果は第1種類情報であると判定するステップ、及び

シーケンスプログラムの出力部に至る経路中の少なくとも一部において、第2種類情報の入力機器の導通状態が第1種類情報の入力機器の導通状態よりも優先される部分が検出された場合に、当該シーケンスプログラムの出力部の判定結果は第3種類情報であると判定するステップとからなるシーケンスプログラムの判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、複数の入力機器を組み合わせて出力機器を制御するシーケンスプログラムを書替え可能な安全PLC、安全PLCに書き込むシーケンスプログラムの作成支援ソフトウェア、及びシーケンスプログラムの判定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、工場の生産ライン等では、一般PLC(Programmable Logic Controller)を用いて、種々の入力機器(スイッチ、センサ等)からの導通状態に関する信号(ONまたはOFFの情報)を入力し、種々の入力機器を所望する形態に組み合わせた(直列または並列に組み合わせた)シーケンスプログラムを用いて、出力機器(リレー、モータ等)を制御(ONまたはOFF信号を出力等)している。

なお、種々の入力機器の中から任意に選択した入力機器を直列または並列に任意に組み合わせたシーケンスプログラムを作成する場合、通常、ユーザはシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアを用いてラダーリーを作成し、作成したラダーリーに基づいたデータを作成して一般PLCに書き込むことで、一般PLCに所望する動作をさせている。

近年では、一般PLCに対して安全に特化したいわゆる安全PLCの要求が高まっている。安全PLCでは、理想的には安全が保証された入力機器を用いて、出力機器への出力を、安全が保証された出力とする。しかし、実際には全ての入力機器が安全が保証された入力機器ではない場合もある。安全が保証されている入力機器と安全が保証されていない入力機器とを混在させたシーケンスプログラムを作成した場合、出力機器への出力の安全が保証されているか否かは、ユーザが判定しなければならない。

なお、先行技術として特許文献1には、ユニット単体の構成を簡略化しつつフェイルセーフを実現でき、ユニット単体ひいてはシステム全体としてもコストダウンを図ることのできる安全コントローラが提案されている。

【特許文献1】特開2002-358106号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ユーザがシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアを用いてシーケンスプログラム(ラダーリー等)を作成する場合、どのような入力機器を用いることも可能であり、またどのような組み合わせ(直列または並列に組み合わせ)にすることも可能である。

従って、安全が保証された入力機器や安全が保証されていない入力機器を混在させて、なおかつ直列または並列に複雑に組み合わせてシーケンスプログラムを作成することができてしまう。このように作成されたシーケンスプログラムの出力部が(特に数十個~数百個の入力機器を組み合わせたようなシーケンスプログラムの出力部が)、安全が保証された出力であるか否かを判定するためには、従来ではユーザの手作業で行っており、膨大な労力が必要であった。またユーザの手作業による判定では、誤判定の可能性もあった。

安全が保証されている入力機器と安全が保証されていない入力機器とを混在させた場合、安全が保証される組み合わせ(直列等)と安全が保証されない組み合わせ(並列等)が存在するためである。

20

30

40

50

【0004】

特許文献1に記載の従来技術では、作成されたシーケンスプログラムを複数のCPUで演算して結果を比較することで、演算結果の信頼性を向上させているが、シーケンスプログラムそのものの安全性を向上させることはできない。

また、他の従来技術としては、各入力機器が安全であるか否かを予め設定しておき、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアにてシーケンスプログラム（ラダー回路等）を表示させた際、安全が保証されていない入力機器を識別可能に表示するものもある。しかし、単体の入力機器が安全であるか否かを表示しているにすぎず、シーケンスプログラムの出力が、安全が保証されている出力であるか否かは、結局ユーザの手作業により、膨大な労力を費やして判定せざるを得ない。

10

【0005】

本発明は、このような点に鑑みて創案されたものであり、シーケンスプログラムの出力部が、安全が保証された出力であるか否かを自動的に判定し、より短時間にかつより正確に安全が保証された出力であるか否かをユーザが判断できる、安全PLC、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェア及びシーケンスプログラムの判定方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するための手段として、本発明の第1発明は、請求項1に記載されたとおりの安全PLCである。

20

請求項1に記載の安全PLCは、複数の入力機器の導通状態に関する信号が入力される入力手段と、入力された入力機器の中から選択した任意の入力機器を直列または並列に組み合わせて構成したシーケンスプログラムを記憶する記憶手段と、シーケンスプログラムと各入力機器の導通状態に関する信号とに基づいて演算結果を求める演算手段と、演算手段の演算結果を出力部から出力して出力機器を制御する出力手段とを備え、シーケンスプログラムを書替え可能な安全PLCである。

記憶手段には、各入力機器に対応させて、安全が保証されていることを示す第1種類情報または安全が保証されていないことを示す第2種類情報が設定された入力機器種類情報が、予め記憶されている。

そして安全PLCは、シーケンスプログラムと入力機器種類情報とに基づいて、出力部に対応するシーケンスプログラムが、安全が保証されている構成であるか否かを判定し、安全が保証されていない構成であると判定した場合、報知手段に出力するとともに、出力部に接続された出力機器を安全側に制御する。

30

【0007】

また、本発明の第2発明は、請求項2に記載されたとおりのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアである。

請求項2に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、複数の入力機器の導通状態に関する信号が入力される入力手段と、入力された入力機器の中から選択した任意の入力機器を直列または並列に組み合わせて構成したシーケンスプログラムを記憶する記憶手段と、シーケンスプログラムと各入力機器の導通状態に関する信号とに基づいて演算結果を求める演算手段と、演算手段の演算結果を出力部から出力して出力機器を制御する出力手段とを備え、シーケンスプログラムを書替え可能な安全PLCの記憶手段に記憶させるシーケンスプログラムを作成する際に使用する、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアであって、コンピュータを、各入力機器に対応させて、安全が保証されていることを示す第1種類情報または安全が保証されていないことを示す第2種類情報が設定された入力機器種類情報を記憶する入力機器記憶手段、入力機器記憶手段に記憶されている入力機器種類情報と、対象となるシーケンスプログラムと、に基づいて、当該シーケンスプログラムに対応する出力部が、安全が保証されている構成であるか否かを判定する安全判定手段、安全判定手段が判定した結果を識別可能に表示する判定結果表示手段、として機能させるためのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアである。

40

50

【0008】

また、本発明の第3発明は、請求項3に記載されたとおりのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアである。

請求項3に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、請求項2に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアであって、コンピュータを、安全判定手段にて判定した結果、安全が保証されている構成でないと判定した場合、当該シーケンスプログラムを安全PLCに書き込むことを禁止するように設定することが可能な書き込み禁止設定手段、として機能させるためのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアである。

【0009】

また、本発明の第4発明は、請求項4に記載されたとおりのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアである。 10

請求項4に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、請求項2または3に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアであって、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアでは、複数のシーケンスプログラムを作成可能であるとともに、あるシーケンスプログラムの出力部を別のシーケンスプログラムの入力機器として利用することが可能であり、コンピュータを、安全判定手段にて判定した結果、安全が保証されている構成でないと判定された出力部が選択された場合、当該出力部の安全が保証されている構成でないと判定された原因を含む自身または別のシーケンスプログラムの中から最初に安全が保証されている構成でないと判定された出力部を含むシーケンスプログラムを表示する原因シーケンスプログラム表示手段、原因シーケンスプログラム表示手段にて表示したシーケンスプログラムにおいて原因となった入力機器または出力部の少なくとも一方を識別可能に表示する原因個所表示手段、として機能させるためのシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアである。 20

【0010】

また、本発明の第5発明は、請求項5に記載されたとおりのシーケンスプログラムの判定方法である。

請求項5に記載のシーケンスプログラムの判定方法は、請求項1に記載の安全PLCまたは請求項2～4のいずれかに記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアにおいて、対象となるシーケンスプログラムの出力部の安全が保証されている構成であるか否かを判定するシーケンスプログラムの判定方法において、判定結果を、常に安全が保証されていることを示す第1種類情報と、常に安全が保証されていないことを示す第2種類情報と、安全が保証されている場合と保証されていない場合の双方があり得る結果として安全が保証されていないことを示す第3種類情報の3種類に分類し、シーケンスプログラムが第1種類情報の入力機器のみで構成されている場合、出力部の判定結果は第1種類情報であると判定するステップ、シーケンスプログラムが第2種類情報の入力機器のみで構成されている場合、出力部の判定結果は第2種類情報であると判定するステップ、シーケンスプログラムに第1種類情報の入力機器と第2種類情報の入力機器とが混在する場合、シーケンスプログラムの出力部に至る経路中のいずれの部分においても、第2種類情報の入力機器の導通状態が第1種類情報の入力機器の導通状態よりも優先される部分が検出されない場合に、当該シーケンスプログラムの出力部の判定結果は第1種類情報であると判定するステップ、及びシーケンスプログラムの出力部に至る経路中の少なくとも一部において、第2種類情報の入力機器の導通状態が第1種類情報の入力機器の導通状態よりも優先される部分が検出された場合に、当該シーケンスプログラムの出力部の判定結果は第3種類情報であると判定するステップとからなるシーケンスプログラムの判定方法である。 30 40

【発明の効果】

【0011】

請求項1に記載の安全PLCを用いれば、シーケンスプログラムの出力が、安全が保証されている構成であるか否かを、安全PLCが自動的に判定するので、ユーザの手作業を必要とせず、より短時間かつより正確に、安全が保証された出力であるか否かをユーザが判断できる。また、安全が保証されていないと判定された場合は報知されるので、ユーザ 50

は安全が保証されていないことを的確に認識することができる。また、安全が保証されていないと判定された場合は出力機器を安全側に制御するので便利である。

【0012】

また、請求項2に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアによれば、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアが、対象となるシーケンスプログラムの出力が、安全が保証されている構成であるか否かを自動的に判定する。

そしてユーザは、識別可能に表示された判定結果（安全が保証されているか否かの判定結果）を見ることで、安全が保証された出力であるか否かを判断することができる。

このため、ユーザの手作業を必要とせず、より短時間かつより正確に、安全が保証された出力であるか否かをユーザが判断できる。

10

【0013】

また、請求項3に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアによれば、安全が保証されている構成でないと判定されたシーケンスプログラムを、ユーザが誤って安全P
L
Cに書き込むことを禁止できるため、便利である。

【0014】

また、請求項4に記載のシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアによれば、安全が保証されている構成でないと判定されたシーケンスプログラムの出力部に対して、当該出力部がそのように判定された原因となった入力機器（または他のシーケンスプログラムの入力機器または出力部）を識別可能に表示する。このため、ユーザが、シーケンスプログラムを修正して安全が保証されている構成に直す作業において、どの部分を修正すべきか、ユーザは瞬時に判断できる。

20

このため、ユーザによるシーケンスプログラムの修正において、ユーザは、短時間にかつ正確に修正すべき部分を認識することができ、非常に便利である。

【0015】

また、請求項5に記載のシーケンスプログラムの判定方法によれば、安全が保証されている入力機器と安全が保証されていない入力機器とを混在させた場合、安全が保証される組み合わせ（直列等）と安全が保証されない組み合わせ（並列等）を適切に判定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

30

以下に本発明を実施するための最良の形態を図面を用いて説明する。図1は、本発明の安全P
L
C1（Programmable Logic Controller）を構成する制御ユニット10と入力ユニット20と出力ユニット30の概略外観図を示している。

【安全P L Cの外観（図1）】

まず図1（A）～（C）に、制御ユニット10（演算手段に相当）、入力ユニット20（入力手段に相当）、出力ユニット30（出力手段に相当）の外観の例を示す。

安全P
L
C1は、制御ユニット10と入力ユニット20と出力ユニット30とで構成され、入出力の数に応じて入力ユニット20及び出力ユニット30が増設される。

入力ユニット20内には制御ユニット10と接続するためのコネクタ22を備えた入力ボード21が収容されており、複数の入力機器（スイッチ、センサ等）からの配線が接続される入力端子25が設けられている。

40

出力ユニット30内には制御ユニット10と接続するためのコネクタ32を備えた出力ボード31が収容されており、複数の出力機器（リレー、モータ等）への配線が接続される出力端子35が設けられている。

制御ユニット10内には入力ユニット20及び出力ユニット30と接続するためのコネクタ12を備えた制御ボード21が収容されており、パソコン等の端末装置を接続可能なコネクタ15が設けられている。

【0017】

【安全P L Cのブロック構成及び接続例（図2）】

次に図2を用いて安全P
L
C1のブロック構成及び接続の例について説明する。

50

入力ユニット20の入力端子25には、複数の入力機器（スイッチ40a、センサ40b等）からの配線が接続され、複数の入力機器の導通状態に関する信号（ONまたはOFFの情報等）が入力される。入力された導通状態に関する信号は、インターフェース21a（以下、インターフェースをI/Fと記載する）及びコネクタ22を介して制御ユニット10に伝送される。

【0018】

制御ユニット10は、CPU11aを中心に構成され、RAM11b、ROM11c（記憶手段に相当）が設けられている。ROM11cには、EEPROM、FlashROM等の書替え可能なROMが用いられ、任意の入力機器を直列または並列に組み合わせて構成したシーケンスプログラムと、各入力機器に対応させて第1種類情報（当該入力機器は安全が保証されていることを示す情報）または第2種類情報（当該入力機器は安全が保証されていないことを示す情報）が記憶された入力機器種類情報51a（図3（A）参照）が記憶されている。ユーザは端末機器50を用いて、入力機器種類情報51aを作成可能であり、作成した入力機器種類情報51aを制御ユニット10に記憶させる（書き込む）ことが可能である。

なお、ROM11cには、I/F11fを介して端末装置50、一般PLC60（安全に特化していない他のPLC）等と通信を行うプログラム等も格納されている。

CPU11aは、ROM11cに記憶されているシーケンスプログラムと、コネクタ12及びI/F11dを介して入力ユニット20から入力される各入力機器からの導通状態に関する信号とに基づいた演算結果を、I/F11e及びコネクタ12を介して出力ユニット30に出力する。

【0019】

なお、一般PLC60との通信データには、一般PLCに入力された入力機器の導通状態に関する信号も含まれる（この入力機器は第2種類情報に相当する）。

第1種類情報の入力機器の例としては、接点が2重系で構成された非常停止ボタン等がある。また、第2種類情報の入力機器の例としては、単一の接点で構成された一般的なスイッチや、一般PLCから通信で入力される入力機器の情報等がある。

ユーザは端末装置50を用いてシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアを起動して、任意の入力機器を直列または並列に組み合わせて構成したシーケンスプログラムを作成可能である。また、作成したシーケンスプログラムを制御ユニット10に記憶させる（書き込む）ことも可能である。

【0020】

出力ユニット30の出力端子35には、複数の出力機器（モータ42a、リレー42b等）への配線が接続される。そして、シーケンスプログラムと各入力機器の導通状態に基づいて制御ユニット10にて求めた演算結果を、コネクタ32及びI/F31aを介して出力端子35に接続された出力機器に出力する。

【0021】

[入力機器種類情報とシーケンスプログラムの例（図3）]

次に図3（A）～（C）を用いて、入力機器種類情報51a及び出力機器情報51bの例と、シーケンスプログラム（この場合、ラダー回路）の例について説明する。

図3（A）に示すように、入力機器種類情報51aには、入力端子番号に対応させて、入力機器名称及び入力機器種類が記憶されている。

「入力端子番号」は、入力ユニット20の接続端子25の各端子に割付けられた番号である。

「入力機器名称」は、対象の入力機器をシーケンスプログラムの中で表示する際、当該入力機器に付与する名称（識別情報）である。

「入力機器種類」には、対象となる「端子番号」に接続した入力機器が第1種類情報（この場合「S」で表示）または第2種類情報（この場合「（-）」で表示）のどちらに相当するかが記憶されている。

また、図3（B）に示すように、出力機器情報51bには、端子番号に対応させて、出

10

20

30

40

50

力機器名称が記憶されている。

「出力端子番号」は、出力ユニット30の接続端子35の各端子に割付けられた番号である。

「出力機器名称」は、対象の出力機器をシーケンスプログラムの中で表示する際、当該出力機器に付与する名称（識別情報）である。

【0022】

次に図3（C）に、ユーザが作成したシーケンスプログラム（シーケンス番号「001」）の例を示す。

図3（C）に示す例では、出力機器名称「M001」（以下、「出力M001」と記載する）は、入力機器名称「I001」（以下、「入力I001」と記載する）と入力I002の双方が導通状態となった場合、または入力I003が導通状態となった場合に、ON状態に制御される。また、入力I001及び入力I002には「S」記号が付与されており第1種類情報の入力機器であることが示されている。また、入力I003には記号が何も付与されていないため第2種類情報であることが示されている。なおユーザは、シーケンスプログラムを作成する場合、端末装置50にてシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアを用いて各入力機器の選定及び配置（場所、直列または並列の位置）を行って作成する。図3（C）に示すシーケンスプログラム（この場合、ラダーリ路）入力機器に付与される第1種類情報（この場合「S」）または第2種類情報（この場合“記号なし”）は、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアが、入力機器種類情報51aに基づいて自動的に付与する。

なお、通常では、複数の入力機器を用いて複数の出力機器を制御するため、ユーザは複数のシーケンスプログラムを作成する。また、図3（C）中の「シーケンス番号」は、各シーケンスプログラムに付与する名称（識別情報）である。

【0023】

[シーケンスプログラムにおいて出力部が安全か否かを自動判定させる例（図4、図5、図6）]

（1）基本ルール

次に図4を用いて自動判定における基本ルールの例を説明し、図5を用いて実際に自動判定する手順の例を説明する。

実際の安全PLC1に搭載されるシーケンスプログラム（この場合、ラダーリ路）は、使用する生産ライン設備の規模にもよるが、数十個～数百個の入力機器が直列または並列に組み合わされたシーケンスプログラムが複数搭載されている。

そして「入力機器が2個の直列回路（第1種類情報～第3種類情報）を、合成して1個の入力機器（新たに第1種類情報～第3種類情報を付与）に置き換え」または「入力機器が2個の並列回路（第1種類情報～第3種類情報）を、合成して1個の入力機器（新たに第1種類情報～第3種類情報を付与）に置き換え」を行う作業を順次進め、シーケンスプログラムの出力部が第1種類情報～第3種類情報のいずれに該当するか、を判定する。

【0024】

なお、第1種類情報とは、既に説明したように、（常に）安全が保証されていることを示す情報であり、ユーザが識別可能とするために「S」記号で表している。

また、第2種類情報とは、第1種類情報と同様に既に説明したように、（常に）安全が保証されていないことを示す情報であり、ユーザが識別可能とするために「（-）」または“記号なし”で表している。なお、「（-）」の記号による表示は図3（A）に示す入力機器種類情報51a、図5（D）及び図7（C）に示す判定履歴情報51cにて表されており、“記号なし”は図3～図7に示すシーケンスプログラムの入力機器または出力部（図7（A）における入力I003、出力M003等）にて表されている。

また、第3種類情報とは、第2種類情報の入力機器の導通状態が、第1種類情報の入力機器の導通状態よりも優先される場合があることを示しており、構成としては図4（A）における「並列の場合（Sと（-））」の回路構成が該当する。この第3種類情報は、ユーザが識別可能とするために「U」記号で表している。

10

20

30

40

50

参考までに、安全に対して優先順位をつけると、第1種類情報「S」（常に安全が保証されている）>第3種類情報「U」（安全が保証されているとは限らない）>第2種類情報「（-）“記号なし”」（常に安全が保証されていない）という優先順位となる。

【0025】

以下、第1種類情報「S」の入力機器、第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器、第3種類情報「U」の入力機器の中から2つの異なる種類の入力機器を使って直列または並列に構成した場合の合成結果のルールについて説明する。なお、単数種類の入力機器を直列または並列に組み合わせた場合は、その種類を維持した（1個の）入力機器に合成され、説明を省略している。（「S」のみの組み合わせは「S」であり、「（-）」のみの組み合わせは「（-）」であり、「U」のみの組み合わせは「U」である。）

10

【0026】

まず図4（A）に、第1種類情報「S」と第2種類情報「（-）“記号なし”」との組み合わせによる合成ルールについて説明する。

第1種類情報「S」の入力機器と第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器とを直列に組み合わせた合成結果は、（1個の）第1種類情報「S」の入力機器に置き換えることができる。安全が保証されている第1種類情報「S」の入力機器にて、確実に後段の出力部を停止させるように、経路を遮断できるからである。

これに対して第1種類情報「S」の入力機器と第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器とを並列に組み合わせた合成結果は、（1個の）第3種類情報「U」の入力機器に置き換えることができる。安全が保証されている第1種類情報「S」の入力機器にて、後段の出力部を停止させようとしても、安全が保証されていない第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器が導通している場合は経路を遮断できないからである。なお、安全が保証されていない第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器が導通していない場合は、安全が保証されている第1種類情報「S」の入力機器で経路を遮断することができる。

20

この『第1種類情報「S」の入力機器と第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器とを並列に組み合わせた回路』が、「第2種類情報の入力機器の導通状態が第1種類情報の入力機器の導通状態よりも優先される部分」に相当する。

【0027】

次に図4（B）に、第1種類情報「S」と第3種類情報「U」との組み合わせによる合成ルールについて説明する。

30

第1種類情報「S」の入力機器と第3種類情報「U」の入力機器とを直列に組み合わせた合成結果は、（1個の）第3種類情報「U」の入力機器に置き換えることができる。第3種類情報「U」の入力機器内においては図4（A）の並列の場合に示すように、安全が保証されている第1種類情報「S」の入力機器にて、後段の出力部を停止させようとしても、安全が保証されていない第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器が導通している場合は経路を遮断できないからである。

また第1種類情報「S」の入力機器と第3種類情報「U」の入力機器とを並列に組み合わせた合成結果も同様に、（1個の）第3種類情報「U」の入力機器に置き換えることができる。理由は上記と同様であるので説明を省略する。

40

【0028】

次に図4（C）に、第2種類情報「（-）“記号なし”」と第3種類情報「U」との組み合わせによる合成ルールについて説明する。

第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器と第3種類情報「U」の入力機器とを直列に組み合わせた合成結果は、（1個の）第3種類情報「U」の入力機器に置き換えることができる。第3種類情報「U」の入力機器内においては図4（A）の並列の場合に示すように、安全が保証されている第1種類情報「S」の入力機器にて、後段の出力部を停止させようとしても、安全が保証されていない第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器が導通している場合は経路を遮断できないからである。

また第2種類情報「（-）“記号なし”」の入力機器と第3種類情報「U」の入力機器

50

とを並列に組み合わせた合成結果も同様に、(1個の)第3種類情報「U」の入力機器に置き換えることができる。理由は上記と同様であるので説明を省略する。

【0029】

以上に説明した基本ルールが、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアに予め組み込まれており、ユーザが自動判定の実行の指示を行うと、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアが、対象のシーケンスプログラムと基本ルールを用いて、当該シーケンスプログラムの出力部が安全であるか否かを判定して判定結果を識別可能に表示する。(この場合、出力部に「S」、「U」、「(-) “記号なし”」のいずれかを付与して表示する。)

【0030】

(2) 作成したシーケンスプログラムを自動判定する手順の例

10

まず、ユーザがシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアを用いて、図5(A)に示すようなシーケンスプログラムを作成する。シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアでは、シーケンスプログラムの作成エリアを複数のノード(この場合、n01～n03)に分割しており、ユーザは各ノード間に入力機器(この場合、入力I001～入力I003)を配置していく。例えば、隣り合うノード間には入力機器を2個以上直列に配置することはできない(2個以上の入力機器を並列に配置することは可能)。また、離れたノード間に入力機器を配置することは可能である(入力I003がこのケースに相当)。

【0031】

シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、ユーザが自動判定の実行指示を行うと、対象のシーケンスプログラム(この場合、シーケンス番号「001」のシーケンスプログラムであり、以下『シーケンスプログラム「001」と記載する』)の出力部(この場合、出力M001)が安全が保証されている構成であるか否か、すなわち出力M001が「S」、「U」、「(-) “記号なし”」のいずれに該当するか、の判定を開始する。

20

まず図5(B)に示すように、最初のノードn01とノードn02の間に直列回路があるか否かを判定し、この場合は直列回路が存在しないので次に進む。次に最初のノードn01とノードn02の間に並列回路があるか否かを判定し、この場合は並列回路が存在しないので次に進む。

次に図5(C)に示すように、ノードn01とノードn03(ノードn02の次のノード)の間に直列回路があるか否かを判定する。この場合、入力I001「S」と入力I002「S」の直列回路があるため、この合成結果を判定(判定方法は図4参照)し、1個の入力I001A「S」に置き換える(図5(C)の上段のシーケンスプログラムを参照)。これ以上の直列回路は存在しないため、次はノードn01とノードn03の間に並列回路があるか否かを判定する。この場合、入力I001A「S」と入力I003「(-) “記号なし”」の並列回路があるため、この合成結果を判定(判定方法は図4参照)し、1個の入力I003A「U」に置き換える(図5(C)の下段のシーケンスプログラムを参照)。これで合成を終了(これ以上の合成はできない)し、合成結果、出力M001は「U」(第3種類情報)に該当すると判定する。

30

【0032】

なお、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、上記の合成の判定処理を行なながら、図5(D)に示す判定履歴情報51cに、各入力機器に対して合成の判定を行った結果を記憶しておく。

40

判定履歴情報51cには、シーケンス番号、出力部、入力n、入力n判定の項目が設けられている。

「シーケンス番号」は、自動判定を行ったシーケンスプログラムに固有の番号である。

「出力部」は、当該シーケンスプログラムの出力の名称(この場合、M001)が記憶されている。

「出力部判定」には、当該出力部(この場合、M001)の判定結果(「S」、「U」、「(-) “記号なし”」のいずれか)が記憶される。

「入力n」には、各入力機器の名称(この場合、I001、I002、I003)が合

50

成を行った順に記憶されていく。

「入力 n 判定」には、該当する入力機器を用いて合成した際の判定結果（「S」、「U」、「（ - ） “記号なし”」のいずれか）が記憶されている。この場合、入力 I 0 0 3 を用いた合成を行った際、判定結果が「U」であったことが記憶されていることがわかる。なお、入力 I 0 0 1 及び入力 I 0 0 2 を用いた合成では判定結果が「S」であったことが記憶されている。

【 0 0 3 3 】

（ 3 ） 判定結果の表示例

なお、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、対象となるシーケンスプログラムの判定結果が「U」または「（ - ） “記号なし”」（安全が保証されていない第3種類情報または第2種類情報）と判定された場合、図6（A）の例に示す判定結果画面52aにてユーザに報知する。（判定結果が「S」の場合（安全が保証されている場合）、安全が保証されている旨を報知してもよい。）

シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、ユーザが判定結果画面52aの出力部を選択すると、選択された出力部に対応するシーケンスプログラムを表示し、当該シーケンスプログラムの判定結果（この場合、「U」）の原因となった入力機器を、判定履歴情報51c（図5（D）を参照）に基づいて特定する。図5（D）に示す判定履歴情報51cより、シーケンス番号「001」の出力M001が「U」である原因は、入力3判定が「U」と記憶されている入力3の入力I003が原因であると特定する。

そしてシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、図6（B）に示すように、出力M001に対応するシーケンス番号「001」のシーケンスプログラムを表示するとともに、出力M001に付与した「U」、及び出力M001を「U」と判定した原因となった入力I003を、ユーザが識別可能となるように表示する（例えば当該対象部周辺の背景の色彩等を周囲と変えて目立たせる）。

【 0 0 3 4 】

（ 4 ） 安全 P L C への書き込みの禁止

シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、ユーザが作成したシーケンスプログラム（この場合、ラダー回路）からデータを作成し、作成したデータを安全 P L C に書き込むことができる。しかし、シーケンスプログラムの出力を判定した結果、少なくとも1つ以上の第2種類情報「（ - ） “記号なし”」または第3種類情報「U」が存在する場合、安全 P L C への書き込みを禁止する。これにより、出力が安全であることを保証されないシーケンスプログラムを、ユーザが誤って安全 P L C に書き込むことを防止する。

なお、単純な表示ランプ等、機械の停止には影響のないような出力が、第2種類情報「（ - ） “記号なし”」または第3種類情報「U」と判定された場合は、当該シーケンスプログラムで安全 P L C を動作させても「機械の安全を保証できる」場合がある。このような場合、シーケンスプログラムの出力の判定結果が第2種類情報「（ - ） “記号なし”」または第3種類情報「U」であっても、当該シーケンスプログラムのデータを安全 P L C に書き込み可能であることが好ましい。例えば、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、ユーザが第2種類情報「（ - ） “記号なし”」または第3種類情報「U」と判定された出力の中から（例外的に）無視してもよい出力機器名称を選択すると、選択された出力機器名称の出力の判定結果が第2種類情報または第3種類情報であっても、シーケンスプログラムのデータを安全 P L C に書き込むことが可能となる。

【 0 0 3 5 】

[あるシーケンスプログラムの出力部を、別のシーケンスプログラムにて入力機器として利用している場合の例（図7）]

なお、シーケンスプログラムの中には、数十個～数百個の入力機器を組み合わせて構成されるものも存在する。このような場合、1個のシーケンスプログラムとするよりは、複数のシーケンスプログラムに分割し、あるシーケンスプログラムの出力部を別のシーケンスプログラムにて入力機器として利用するように構成すると、ユーザが作成時（変更時）及び保守管理時等にて非常に便利である。

10

20

30

40

50

あるいは、複数のシーケンスプログラムにて、その一部に同一回路（同一のラダー回路）を含んでいる場合、この同一回路を1つのシーケンスプログラムとして構成し、このシーケンスプログラムの出力を、複数のシーケンスプログラムで利用するように構成すると、ユーザが作成時（変更時）及び保守管理時等にて非常に便利である。

【0036】

図7（A）に、シーケンスプログラム「002」及び「003」の出力部（出力M002及び出力M003）を、シーケンスプログラム「004」にて入力機器として利用している例を示す。

この場合、シーケンスプログラム「002」では、入力I001「S」と入力I002「S」が直列の構成であるため、出力M002は「S」と判定されている。また、シーケンスプログラム「003」では、入力I003「（-）“記号なし”」と入力I004「（-）“記号なし”」が直列の構成であるため、出力M003は「（-）“記号なし”」と判定されている。更にシーケンスプログラム「004」では、入力M002「S」（出力M002を利用）と入力M003「（-）“記号なし”」（出力M003を利用）が直列の構成であるため、出力M004は「S」と判定されている。判定の方法は、既に説明した通りであるので省略する。

【0037】

上記の図7（A）に示す状態から、ユーザがシーケンスプログラム「002」を変更し、入力I001「S」と入力I002「S」とに並列に入力I005「（-）“記号なし”」を追加した例（図7（B）参照）を説明する。

まず、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、シーケンスプログラム「002」の出力M002は「U」とあると判定する（図5及び図6の説明と同じであるので省略）。この判定結果は、図7（C）に示す判定履歴情報51cのシーケンス番号「002」の部分に記憶される。なお、記憶方法は、図5（D）の説明と同様であるので省略する。

次に、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、シーケンスプログラム「003」の出力M003は「（-）“記号なし”」であると判定する。この判定結果は、図7（C）に示す判定履歴情報51cのシーケンス番号「003」の部分に記憶される。

次に、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、出力M002の判定結果と出力M003の判定結果に基づいて、シーケンスプログラム「004」の出力M004は「U」とあると判定する。この判定結果は、図7（C）に示す判定履歴情報51cのシーケンス番号「004」の部分に記憶される。

なお、あるシーケンスプログラムの出力を、別のシーケンスプログラムにて入力機器として利用している場合があるため、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、出力の判定結果が変化しなくなるまで、何回も判定処理を繰り返す。

【0038】

そしてシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、図6（A）に示すような判定結果画面を表示し、「出力部」には「M004」を表示し、「内容」には“安全な構成ではない旨”（安全な構成ではありません等）を表示する。ここでユーザが判定結果画面から安全でないと判定された「M004」を選択すると、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、出力M004を出力部に含むシーケンスプログラム「004」と、シーケンスプログラム「004」の出力M004が「U」と判定された原因となったシーケンスプログラム「002」を表示する。この場合、シーケンスプログラム「003」は表示しても表示しなくてもよい。

また、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、原因となったシーケンスプログラム「002」の出力M002、または入力I005の少なくとも一方をユーザが識別可能に表示する（図7（B）参照）。以下に、処理の手順を説明する。

【0039】

シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、判定履歴情報51c（図7（C）参照）から、ユーザが選択した「M004」を、「出力部」の中から検索する。そして、「M004」を含む「行」の中から「入力n判定」が「U」と記憶されている「入力n」を検

10

20

30

40

50

索する。この場合の検索結果、「M002」が抽出される。

更にシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、抽出した「M002」が、「出力部」の中にあるか否かを検索する。この場合、シーケンス番号「002」が抽出される。そして、「M002」を含む「行」の中から「入力n判定」が「U」と記憶されている「入力n」を検索する。この場合の検索結果、「I005」が抽出される。

更にシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、抽出した「I005」が、「出力部」の中にあるか否かを検索する。この場合、「出力部」に「I005」は抽出されないため、検索はここで終了される。以上の検索結果より、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、出力M004が「U」と判定された（真の）原因は、シーケンス番号「002」のシーケンスプログラムにおける「入力I005」である、と判定する。 10

この判定結果により、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアは、原因となったシーケンスプログラム「002」の出力M002、または入力I005の少なくとも一方をユーザが識別可能に表示することが可能となる。

【0040】

[安全PLCに、シーケンスプログラムの出力部の自動判定を行わせる例]

以上に説明した実施の形態では、端末装置50にてシーケンスプログラム作成支援ソフトウェアを用いて、シーケンスプログラムの出力部の自動判定を行わせる例について説明したが、安全PLC1に、この自動判定のソフトウェアを搭載することも可能である。

例えば、上記に説明した判定方法を備えた判定プログラムを、図2に示すROM11cに記憶させておく。そして、例えば安全PLC1の電源が投入された場合等の所定のタイミングにて、CPU11aは、まず判定プログラムを実行し、シーケンスプログラムの出力が安全な構成であるか否かを判定するように構成する。そして、CPU11aが、シーケンスプログラムの出力が安全でないと判定（第2種類情報または第3種類情報であると判定）した場合、報知手段（例えば異常ランプ、ブザー等）から報知信号を出力し、出力部に接続された出力機器を安全側（停止させる側）に制御するように構成することもできる。 20

【0041】

本発明の安全PLC、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェア及びシーケンスプログラムの判定方法は、本実施の形態で説明した形状、構成、構造、動作、処理手順、処理方法等に限定されず、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更、追加、削除が可能である。 30

本実施の形態における判定の（基本）ルールは、図4に示すルールに限定されず、ノーマルクローズタイプの入力機器（デフォルト状態が導通状態）、自己保持タイプの入力機器（一旦ONとなったらON状態を維持）等、種々のタイプの入力機器に合わせて、追加、変更等を行うことが可能である。

また、表示方法は、本実施の形態に示した表示方法の例に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の安全PLC1を構成する制御ユニット10と入力ユニット20と出力ユニット30の概略外観図を説明する図である。 40

【図2】安全PLC1のロック構成及び接続の例について説明する図である。

【図3】入力機器種類情報51a及び出力機器情報51bの例と、シーケンスプログラムの例について説明する図である。

【図4】自動判定（シーケンスプログラムの出力の判定）における基本ルールの例を説明する図である。

【図5】シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアが、シーケンスプログラムを自動判定する手順の例を説明する図である。

【図6】シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアによる、判定結果の表示の例を説明する図である。

【図7】あるシーケンスプログラムの出力部を、別のシーケンスプログラムにて入力機器

50

として利用している場合における、シーケンスプログラム作成支援ソフトウェアによる、判定結果の表示の例を説明する図である。

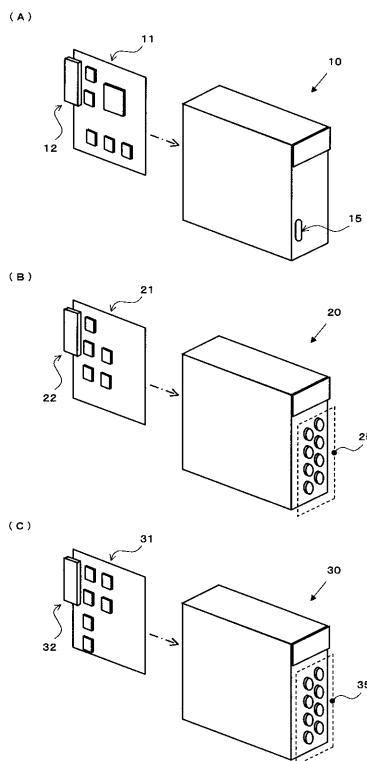
【符号の説明】

【0043】

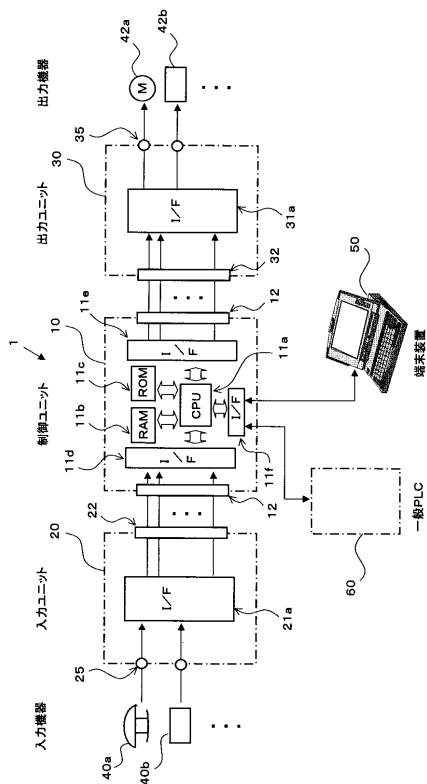
- | | |
|-------------|--------------|
| 1 | 安全 P L C |
| 1 0 | 制御ユニット（演算手段） |
| 2 0 | 入力ユニット（入力手段） |
| 2 5 | 入力端子 |
| 3 0 | 出力ユニット（出力手段） |
| 3 5 | 出力端子 |
| 1 2、2 2、3 2 | コネクタ |
| 5 0 | 端末装置 |
| 5 1 a | 入力機器種類情報 |
| 5 1 b | 出力機器情報 |
| 5 1 c | 判定履歴情報 |
| 6 0 | 一般 P L C |

10

【図1】



【図2】



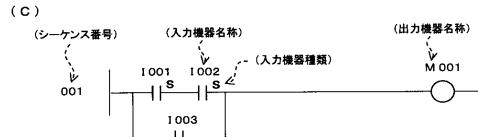
【図3】

(A)

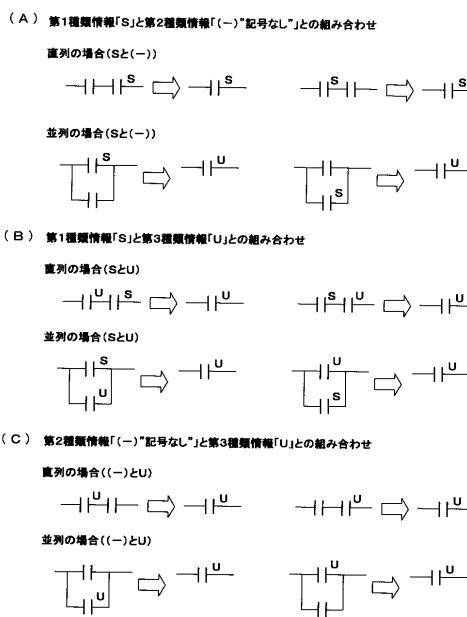
入力端子番号	入力機器名称(番号)	入力機器種類
1	I001	S
2	I002	S
3	I003	(-)
:	:	:

(B)

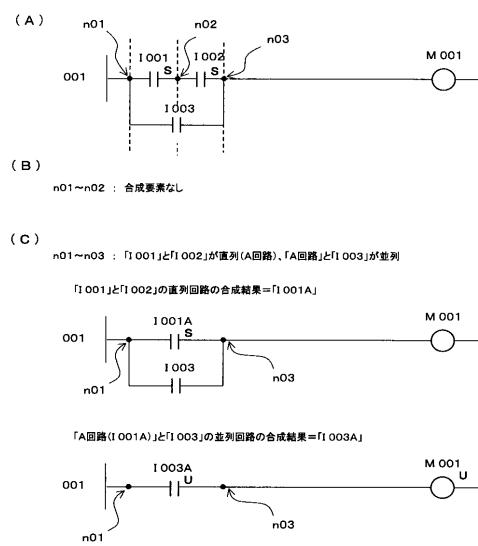
出力端子番号	出力機器名称(番号)
1	M001
2	M002
3	M003
:	:



【図4】



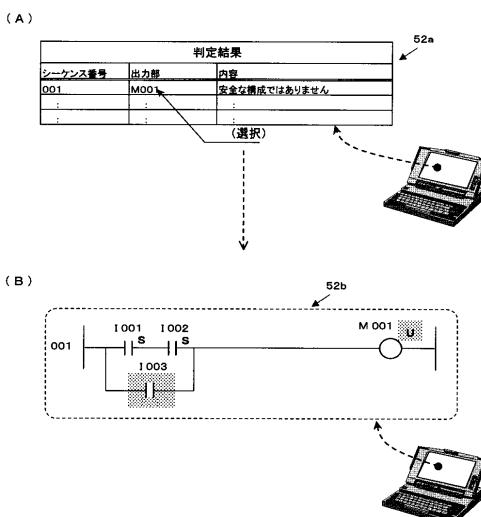
【図5】



(D)

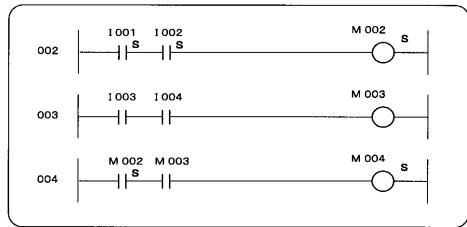
シーケンス番号	出力部	出力部判定	入力1	入力1判定	入力2	入力2判定	入力3	入力3判定	...
001	M001	U	I001	S	I002	S	I003	U	...
:	:	:	:	:	:	:	:	:	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	

【図6】



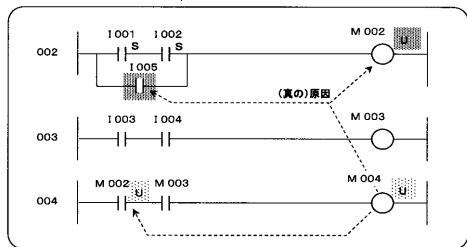
【図7】

(A) (変更前)



シーケンスプログラム「002」に「入力I005」を追加

(B) (変更後)



(C)

シーケンス番号	出力部	出力部判定	入力1	入力1判定	入力2	入力2判定	入力3	入力3判定	...
002	M002	U	I001	S	I002	S	I005	U	...
003	M003	(-)	I003	(-)	I004	(-)	:	:	:
004	M004	U	M002	U	M003	(-)	:	:	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	

51c

フロントページの続き

(72)発明者 加藤 聖
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内
(72)発明者 荒木 力
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内
(72)発明者 西 光司
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

審査官 柿崎 拓

(56)参考文献 國際公開第02/097543 (WO, A1)
特開平9-128014 (JP, A)
特開2002-358106 (JP, A)
三平 律雄 Ritsuo Mihira, "3 of 3"に基づいたフェールセーフ(安全)PLCの考え方
と活用利点, 計装 Vol. 40 No. 12 INSTRUMENTATION AND CONTROL ENGINEERING,
日本, 有限会社工業技術社, 第40巻

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 05 B 19/05