

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635746号
(P7635746)

(45)発行日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 L 25/02 (2006.01)

H 0 4 L 25/02 3 0 1 C

請求項の数 5 (全13頁)

(21)出願番号	特願2022-50400(P2022-50400)	(73)特許権者	000006507
(22)出願日	令和4年3月25日(2022.3.25)		横河電機株式会社
(65)公開番号	特開2023-143166(P2023-143166		東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号
	A)	(74)代理人	100147485
(43)公開日	令和5年10月6日(2023.10.6)		弁理士 杉村 憲司
審査請求日	令和6年4月1日(2024.4.1)	(74)代理人	230118913
			弁護士 杉村 光嗣
		(74)代理人	100169823
			弁理士 吉澤 雄郎
		(74)代理人	100195534
			弁理士 内海 一成
		(72)発明者	半田 斎
			東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号
			横河電機株式会社内
		(72)発明者	水野 清豪

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 診断回路及び二重化制御回路

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御信号を伝搬する信号線に重畳するパルス信号を生成するパルス発生部と、
前記信号線から前記パルス信号を検出するパルス検出部と、
前記パルス検出部で前記パルス信号が検出できない場合に前記信号線の状態が異常にな
っていることを出力する診断部と
を備え、

前記パルス発生部は、
前記制御信号の信号レベルがH Iである場合に、前記制御信号の信号レベルを所定時間
の間だけL Oにする信号を前記パルス信号として生成し、
前記制御信号の信号レベルがL Oである場合に、前記制御信号の信号レベルを所定時間
の間だけH Iにする信号を前記パルス信号として生成する、
診断回路。

【請求項 2】

前記信号線は、絶縁回路によって互いに絶縁されるシステム信号線とフィールド信号線
とを含み、

前記パルス発生部は、前記システム信号線に前記パルス信号を重畳し、
前記パルス検出部は、前記フィールド信号線から前記パルス信号を検出する、
請求項 1 に記載の診断回路。

【請求項 3】

前記パルス発生部は、前記パルス検出部に対して前記パルス信号を生成したタイミングを出力し、

前記パルス検出部は、前記パルス発生部から取得したタイミングで前記信号線を伝搬する信号を読み取ることによって前記パルス信号を検出する、請求項 2 に記載の診断回路。

【請求項 4】

前記パルス信号によって変化した信号レベルを保持するラッチ回路を更に備え、

前記パルス検出部は、前記ラッチ回路で保持された信号レベルに基づいて前記パルス信号が前記信号線に重畳されたことを検出する、請求項 1 又は 2 に記載の診断回路。

【請求項 5】

第 1 モジュール及び第 2 モジュールそれぞれの状態を制御する状態制御回路を備える二重化制御回路であって、

前記第 1 モジュール及び前記第 2 モジュールはそれぞれ、請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の診断回路と、前記診断回路の入出力端子とフィールド機器との間に接続され、前記診断回路の入出力端子と前記フィールド機器との間を導通させる閉状態と、前記診断回路の入出力端子と前記フィールド機器との間を絶縁する開状態とのいずれかの状態に遷移するスイッチとを備え、

前記状態制御回路は、前記第 1 モジュールのスイッチの開閉状態と、前記第 2 モジュールのスイッチの開閉状態とが互いに反対になるように前記スイッチの開閉状態を制御する制御信号を出力する、

二重化制御回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、診断回路及び二重化制御回路に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、伝送信号の信号レベルが 2 値のうち的一方に固着する固着故障を検出する装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2017-102569 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

データの入出力モジュールの信頼性の向上が求められる。

【0005】

本開示は、上述の点に鑑みてなされたものであり、データの入出力モジュールの信頼性を向上できる診断回路及び二重化制御回路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】

【0006】

幾つかの実施形態に係る診断回路は、制御信号を伝搬する信号線に重畳するパルス信号を生成するパルス発生部と、前記信号線から前記パルス信号を検出するパルス検出部と、前記パルス検出部で前記パルス信号が検出できない場合に前記信号線の状態が異常になっていることを出力する診断部とを備える。前記パルス発生部は、前記制御信号の信号レベルが H I である場合に、前記制御信号の信号レベルを所定時間の間だけ L O にする信号を前記パルス信号として生成し、前記制御信号の信号レベルが L O である場合に、前記制御信号の信号レベルを所定時間の間だけ H I にする信号を前記パルス信号として生成する。このようにすることで、固着故障が検出されやすくなる。その結果、入出力モジュールの信頼性が向上する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

一実施形態に係る診断回路において、前記信号線は、絶縁回路によって互いに絶縁されるシステム信号線とフィールド信号線とを含んでよい。前記パルス発生部は、前記システム信号線に前記パルス信号を重畳してよい。前記パルス検出部は、前記フィールド信号線から前記パルス信号を検出してよい。このようにすることで、絶縁されている２つの回路を含むモジュールでも固着故障が検出されやすくなる。その結果、入出力モジュールの信頼性が向上する。

【 0 0 0 8 】

一実施形態に係る診断回路において、前記パルス発生部は、前記パルス検出部に対して前記パルス信号を生成したタイミングを出力してよい。前記パルス検出部は、前記パルス発生部から取得したタイミングで前記信号線を伝搬する信号を読み取ることによって前記パルス信号を検出してよい。このようにすることで、パルス信号が検出されやすくなる。その結果、診断精度が向上する。

10

【 0 0 0 9 】

一実施形態に係る診断回路は、前記パルス信号によって変化した信号レベルを保持するラッチ回路を更に備えてよい。前記パルス検出部は、前記ラッチ回路で保持された信号レベルに基づいて前記パルス信号が前記信号線に重畳されたことを検出してよい。このようにすることで、パルス信号が検出されやすくなる。その結果、診断精度が向上する。

【 0 0 1 0 】

幾つかの実施形態に係る二重化制御回路は、第１モジュール及び第２モジュールそれぞれの状態を制御する状態制御回路を備える。前記第１モジュール及び前記第２モジュールはそれぞれ、前記診断回路と、前記診断回路の入出力端子に接続されるスイッチとを備える。前記状態制御回路は、前記第１モジュールのスイッチの開閉状態と、前記第２モジュールのスイッチの開閉状態とが互いに反対になるように前記スイッチの開閉状態を制御する制御信号を出力する。このようにすることで、二重化されたモジュールのうち一方の故障が見逃されにくくなる。その結果、二重化制御モジュールの信頼性が向上する。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本開示に係る診断回路及び二重化制御回路によれば、データの入出力モジュールの信頼性が高められ得る。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 １ 】 比較例に係る入出力モジュールを示すブロック図である。

【 図 ２ 】 一実施形態に係る入出力モジュールの構成例を示すブロック図である。

【 図 ３ 】 ＬＯを表す制御信号にパルスを重畳した信号の波形例を示すグラフである。

【 図 ４ 】 ＨＩを表す制御信号にパルスを重畳した信号の波形例を示すグラフである。

【 図 ５ 】 二重化した入出力モジュールの構成例を示すブロック図である。

【 図 ６ 】 絶縁回路を含む入出力モジュールの構成例を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

(比較例)

図 １ に示されるように、比較例に係る入出力モジュール ９ ０ ０ は、入出力制御回路 ９ １ ０ と、状態制御回路 ９ ２ ０ と、スイッチ ９ ３ ０ と、信号線 ９ ５ ０ と、診断線 ９ ４ ０ とを備える。入出力モジュール ９ ０ ０ は、スイッチ ９ ３ ０ の一端でフィールド機器 ９ ６ ０ に接続される。入出力モジュール ９ ０ ０ は、稼働状態であるときにフィールド機器 ９ ６ ０ との間でデータを入出力する。

40

【 0 0 1 4 】

状態制御回路 ９ ２ ０ は、入出力モジュール ９ ０ ０ の状態を稼働状態とするか停止状態とするか制御する。状態制御回路 ９ ２ ０ は、入出力モジュール ９ ０ ０ を稼働状態とするときに信号線 ９ ５ ０ に Ｈ Ｉ の制御信号を出力し、入出力モジュール ９ ０ ０ を停止状態とすると

50

きに信号線 950 に L O の制御信号を出力する。スイッチ 930 は、入出力モジュール 900 が稼働状態であるときに閉状態になって入出力制御回路 910 とフィールド機器 960 とを導通させる。スイッチ 930 は、入出力モジュール 900 が停止状態であるときに開状態になって入出力制御回路 910 とフィールド機器 960 との間を遮断する。入出力モジュール 900 は、スイッチ 930 の開閉状態の制御によってフィールド機器 960 との接続を制御し、稼働状態であるときにフィールド機器 960 と接続する。

【0015】

入出力制御回路 910 は、制御信号を診断線 940 から取得し、入出力制御回路 910 自身が認識している入出力モジュール 900 の状態と制御信号とが一致するか診断する。入出力制御回路 910 は、入出力モジュール 900 が稼働状態であるにもかかわらず診断線 940 から L O の制御信号を取得した場合、又は、入出力モジュール 900 が停止状態であるにもかかわらず診断線 940 から H I の制御信号を取得した場合、制御信号が異常であると判定する。

10

【0016】

しかし、状態制御回路 920 が H I 又は L O のどちらの制御信号を出力するかにかかわらず、信号線 950 の異常によって、入出力制御回路 910 が診断線 940 から取得する信号が H I 又は L O のいずれかに固着することがある。固着故障が起こっている場合、状態制御回路 920 が出力する制御信号と固着状態とがたまたま一致すると、入出力制御回路 910 は、固着故障を検出できない。

【0017】

以上述べてきたように、比較例に係る入出力制御回路 910 は、信号線 950 の固着故障を検出できないことがある。比較例に係る入出力モジュール 900 の信頼性が低下する。

20

【0018】

そこで、本開示は、データの入出力モジュール 100 (図 2 参照) の信頼性を向上できる診断回路について説明する。

【0019】

(実施形態)

図 2 に示されるように、本開示の一実施形態に係る入出力モジュール 100 は、入出力制御回路 110 と、状態制御回路 120 と、スイッチ 130 とを備える。入出力制御回路 110 は、スイッチ 130 を介してフィールド機器 800 と接続される。入出力制御回路 110 は、フィールド機器 800 との間で入出力するための入出力端子を備える。スイッチ 130 は、一端で入出力制御回路 110 の入出力端子に接続され、他端でフィールド機器 800 に接続される。スイッチ 130 は、端子間を導通させる閉状態と、端子間を絶縁する開状態とのいずれかの状態に遷移する。入出力モジュール 100 は、稼働状態であるときにスイッチ 130 を閉状態にしてフィールド機器 800 と入出力制御回路 110 とを導通させ、フィールド機器 800 との間でデータを入出力する。入出力モジュール 100 は、停止状態であるときにスイッチ 130 を開状態にしてフィールド機器 800 と入出力制御回路 110 とを遮断する。

30

【0020】

状態制御回路 120 は、入出力モジュール 100 が稼働状態であるときにスイッチ 130 を閉状態にするための H I の制御信号を出力し、入出力モジュール 100 が停止状態であるときにスイッチ 130 を開状態にするための L O の制御信号を出力する。H I の制御信号と L O の制御信号とは、電圧によって区別されてもよいし電流によって区別されてもよい。本実施形態において、L O の制御信号は、接地電圧に近い電圧信号であるとする。H I の制御信号は、電源電圧に近い電圧信号であるとする。状態制御回路 120 とスイッチ 130 とは、信号線 150 によって接続される。制御信号は、信号線 150 を伝搬する。

40

【0021】

入出力モジュール 100 において、状態制御回路 120 は、入出力モジュール 100 の状態に応じたレベル (H I 又は L O) の制御信号を出力する。しかし、入出力モジュール 100 において、状態制御回路 120 が出力する制御信号のレベルが入出力モジュール 1

50

00の状態に応じたレベルと異なる出力故障が生じ得る。また、状態制御回路120が出力する制御信号のレベルにかかわらず、信号線150の異常によって信号線150を伝搬する制御信号のレベルがH I又はL Oのいずれかに固着する固着故障が生じ得る。

【0022】

入出力モジュール100において、入出力制御回路110は、出力故障及び固着故障を検出するように構成される。入出力制御回路110は、診断部116を備える。診断部116は、入出力モジュール100が稼働状態であるか停止状態であるか把握している。診断部116は、入出力モジュール100の状態と、状態制御回路120から出力されている制御信号のレベルに対応する状態とが一致しているか確認するために、信号線150を伝搬する制御信号のレベルを診断線140を介して取得する。診断線140は、信号線150に位置する節点142で信号線150から分岐している。診断部116は、診断部116自身が把握している入出力モジュール100の状態と取得した制御信号のレベルに対応する状態とが一致しない場合、少なくとも出力故障が生じている可能性があることを検出する。診断部116は、少なくとも出力故障が生じている可能性を検出した場合、入出力モジュール100の状態の診断結果として異常状態であることを出力する。

10

【0023】

しかし、固着故障は、制御信号のレベルを取得するだけで検出されない可能性がある。固着故障が生じている場合において、入出力モジュール100の状態と、固着している方の制御信号のレベルに対応する状態とが偶然一致していれば、診断部116が正常と診断するからである。そこで、診断部116は、診断部116自身が把握している入出力モジュール100の状態と取得した制御信号のレベルに対応する状態とが一致しても、まだ、入出力モジュール100の状態の診断結果として正常状態であることを出力しない。

20

【0024】

本実施形態に係る入出力モジュール100において、入出力制御回路110は、パルス発生部112と、パルス検出部114とを更に備える。パルス発生部112は、パルス信号を生成し、重畳線160からパルス信号を出力し、信号線150を伝搬する制御信号にパルス信号を重畳する。重畳線160は、信号線150に位置する節点162で信号線150に合流する。パルス検出部114は、信号線150を伝搬する制御信号に重畳されているパルス信号を、検出線170を介して検出する。検出線170は、信号線150に位置する節点172で信号線150から分岐している。

30

【0025】

状態制御回路120がL Oの制御信号を出力する場合、パルス発生部112は、制御信号の信号レベルが所定時間だけH Iになるようにパルス信号を生成して制御信号に重畳する。図3に示されるように、S1で表されるL Oの制御信号に対して、信号レベルが所定時間だけH Iになるようにパルス信号を重畳した信号が、P1として表される。図3において、横軸は時刻を表す。縦軸は信号強度（信号レベル）を表す。

【0026】

状態制御回路120がH Iの制御信号を出力する場合、パルス発生部112は、制御信号の信号レベルが所定時間だけL Oになるようにパルス信号を生成して制御信号に重畳する。図4に示されるように、S2で表されるH Iの制御信号に対して、信号レベルが所定時間だけL Oになるようにパルス信号を重畳した信号が、P2として表される。図4において、横軸は時刻を表す。縦軸は信号強度（信号レベル）を表す。

40

【0027】

パルス検出部114は、図3に例示されるP1の信号又は図4に例示されるP2の信号からパルス信号を検出する。パルス検出部114は、パルス信号を検出したことを表す情報を診断部116に出力する。診断部116は、パルス検出部114からパルス信号を検出したことを表す情報を取得した場合、少なくとも信号線150の節点162から節点172までの間において固着故障が生じていないと判定する。診断部116は、診断線140から取得した制御信号に対応する状態が入出力モジュール100の状態に一致している場合、少なくとも状態制御回路120で出力故障が生じていないと判定する。診断部11

50

6 は、固着故障も出力故障も生じていないと判定した場合、入出力モジュール 100 の状態が正常であると診断する。言い換えれば、診断部 116 は、パルス検出部 114 からパルス信号を検出した情報を取得し、かつ、取得した制御信号に対応する状態が入出力モジュール 100 の状態に一致している場合に、入出力モジュール 100 の状態が正常であると診断する。

【0028】

診断部 116 は、パルス検出部 114 でパルス信号が検出できない場合に、信号線 150 で固着故障が生じて信号線 150 の状態が異常になっていると診断する。また、診断部 116 は、診断線 140 から取得した制御信号に対応する状態が入出力モジュール 100 の状態に一致しない場合、状態制御回路 120 で出力故障が生じて状態制御回路 120 の状態が異常になっていると診断する。

10

【0029】

入出力モジュール 100 は、入出力モジュール 100 の状態の診断結果を出力する、ディスプレイ又はスピーカ等の出力デバイスを備えてよい。診断部 116 は、出力デバイスを通じて入出力モジュール 100 の状態の診断結果を出力し、ユーザに通知してよい。

【0030】

制御信号に重畳されたパルス信号は、スイッチ 130 の開閉状態に影響を及ぼし得る。信号線 150 は、スイッチ 130 との間にフィルタ 180 を備えてよい。フィルタ 180 は、パルス信号を除去するように又は減衰させるように構成される。フィルタ 180 は、例えばローパスフィルタとして構成されてよい。パルス信号は、スイッチ 130 の開閉状態に影響を及ぼさない程度の短時間だけ変化するように生成されてもよい。パルス信号がスイッチ 130 の開閉状態に影響を及ぼさない場合、フィルタ 180 は、信号線 150 に接続されなくてもよい。

20

【0031】

制御信号に重畳されたパルス信号は、診断部 116 における出力故障の判定に影響を及ぼし得る。診断線 140 は、信号線 150 と診断部 116 との間にフィルタ 144 を備えてよい。フィルタ 144 は、パルス信号を除去するように又は減衰させるように構成される。フィルタ 144 は、例えばローパスフィルタとして構成されてよい。パルス信号は、診断部 116 における判定に影響を及ぼさない程度の短時間だけ変化するように生成されてもよい。パルス信号が診断部 116 における判定に影響を及ぼさない場合、フィルタ 144 は、診断線 140 に接続されなくてもよい。

30

【0032】

以上述べてきたように、本実施形態に係る入出力モジュール 100 及び入出力制御回路 110 は、パルス信号を制御信号に重畳し、信号線 150 からパルス信号を検出することによって固着故障を検出する可能性を高くできる。その結果、入出力モジュール 100 の信頼性が向上し得る。診断部 116 を備えて固着故障を検出する入出力制御回路 110 は、診断回路とも称される。

【0033】

入出力制御回路 110 の各構成部、又は、状態制御回路 120 は、CPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサを含んで構成されてよいし、専用回路を含んで構成されてよい。

40

【0034】

(二重化制御回路)

フィールド機器 800 との間でのデータの入出力の稼働率を高めるために、入出力モジュール 100 は、二重化され得る。図 5 に示されるように、フィールド機器 800 は、第 1 入出力モジュール 200 及び第 2 入出力モジュール 300 のそれぞれに接続されてよい。フィールド機器 800 は、第 1 入出力モジュール 200 又は第 2 入出力モジュール 300 の一方とデータを入出力できる。第 1 入出力モジュール 200 は、単に第 1 モジュールとも称される。第 2 入出力モジュール 300 は、単に第 2 モジュールとも称される。

【0035】

50

第 1 入出力モジュール 2 0 0 は、第 1 入出力制御回路 2 1 0 と、第 1 状態制御回路 2 2 0 と、第 1 スイッチ 2 3 0 とを備える。第 1 入出力制御回路 2 1 0 は、入出力制御回路 1 1 0 と同一又は類似に構成される。第 1 状態制御回路 2 2 0 は、状態制御回路 1 2 0 と同一又は類似に構成される。第 1 スイッチ 2 3 0 は、スイッチ 1 3 0 と同一又は類似に構成される。第 1 状態制御回路 2 2 0 は、信号線 2 5 0 を通じて第 1 スイッチ 2 3 0 に制御信号を出力する。第 1 入出力制御回路 2 1 0 は、信号線 2 5 0 を伝搬する制御信号のレベルを、診断線 2 4 0 を通じて取得する。診断線 2 4 0 は、節点 2 4 2 で信号線 2 5 0 から分岐する。第 1 入出力制御回路 2 1 0 は、パルス信号を生成し、重畳線 2 6 0 を通じて制御信号にパルス信号を重畳する。重畳線 2 6 0 は、節点 2 6 2 で信号線 2 5 0 に合流する。第 1 入出力制御回路 2 1 0 は、検出線 2 7 0 を通じて信号線 2 5 0 からパルス信号を検出する。検出線 2 7 0 は、節点 2 7 2 で信号線 2 5 0 から分岐する。第 1 入出力制御回路 2 1 0 は、入出力制御回路 1 1 0 と同一又は類似に動作することによって、第 1 状態制御回路 2 2 0 の出力故障、又は、信号線 2 5 0 の固着故障が生じているか判定できる。

10

【 0 0 3 6 】

第 2 入出力モジュール 3 0 0 は、第 2 入出力制御回路 3 1 0 と、第 2 状態制御回路 3 2 0 と、第 2 スイッチ 3 3 0 とを備える。第 2 入出力制御回路 3 1 0 は、入出力制御回路 1 1 0 と同一又は類似に構成される。第 2 状態制御回路 3 2 0 は、状態制御回路 1 2 0 と同一又は類似に構成される。第 2 スイッチ 3 3 0 は、スイッチ 1 3 0 と同一又は類似に構成される。第 2 状態制御回路 3 2 0 は、信号線 3 5 0 を通じて第 2 スイッチ 3 3 0 に制御信号を出力する。第 2 入出力制御回路 3 1 0 は、信号線 3 5 0 を伝搬する制御信号のレベルを、診断線 3 4 0 を通じて取得する。診断線 3 4 0 は、節点 3 4 2 で信号線 3 5 0 から分岐する。第 2 入出力制御回路 3 1 0 は、パルス信号を生成し、重畳線 3 6 0 を通じて制御信号にパルス信号を重畳する。重畳線 3 6 0 は、節点 3 6 2 で信号線 3 5 0 に合流する。第 2 入出力制御回路 3 1 0 は、検出線 3 7 0 を通じて信号線 3 5 0 からパルス信号を検出する。検出線 3 7 0 は、節点 3 7 2 で信号線 3 5 0 から分岐する。第 2 入出力制御回路 3 1 0 は、入出力制御回路 1 1 0 と同一又は類似に動作することによって、第 2 状態制御回路 3 2 0 の出力故障、又は、信号線 3 5 0 の固着故障が生じているか判定できる。

20

【 0 0 3 7 】

第 1 入出力モジュール 2 0 0 及び第 2 入出力モジュール 3 0 0 は、互いに補完するように動作する。具体的に、第 1 入出力モジュール 2 0 0 が稼働状態であるときに、第 2 入出力モジュール 3 0 0 が停止状態になる。逆に、第 2 入出力モジュール 3 0 0 が稼働状態であるときに、第 1 入出力モジュール 2 0 0 が停止状態になる。第 1 状態制御回路 2 2 0 及び第 2 状態制御回路 3 2 0 は、第 1 入出力モジュール 2 0 0 及び第 2 入出力モジュール 3 0 0 それぞれの状態を調停し、調停した結果に応じた制御信号を出力する。第 1 状態制御回路 2 2 0 及び第 2 状態制御回路 3 2 0 は、まとめて二重化制御回路とも称される。第 1 入出力モジュール 2 0 0 及び第 2 入出力モジュール 3 0 0 は、まとめて二重化制御モジュールとも称される。第 1 入出力モジュール 2 0 0 と第 2 入出力モジュール 3 0 0 とで状態が逆になる結果、第 1 入出力モジュール 2 0 0 の第 1 スイッチ 2 3 0 の開閉状態と、第 2 入出力モジュール 3 0 0 の第 2 スイッチ 3 3 0 の開閉状態とが互いに反対になる。

30

【 0 0 3 8 】

二重化制御回路及び二重化制御モジュールは、一方の回路又はモジュールが故障した場合でも故障していない方の回路又はモジュールによってフィールド機器 8 0 0 との間のデータの入出力を継続できる。仮に固着故障が見逃された場合、一方の回路又はモジュールが故障している場合に、その故障が放置され得る。故障が放置されている間に、もう一方の回路又はモジュールが更に故障すれば、フィールド機器 8 0 0 との間のデータの入出力が途絶え得る。固着故障の見逃しは、二重化制御回路及び二重化制御モジュールの信頼性に重大な影響を及ぼし得る。本実施形態に係る二重化制御回路及び二重化制御モジュールは、パルス信号を用いて固着故障を検出する可能性を高めることができる。その結果、二重化制御回路及び二重化制御モジュールの信頼性が向上し得る。

40

【 0 0 3 9 】

50

図 5 において、診断線 2 4 0 又は 3 4 0 に、ローパスフィルタ等のパルス信号を除去する又は減衰させる回路が接続されてもよい。また、信号線 2 5 0 又は 3 5 0 の、節点 2 7 2 又は 3 7 2 から第 1 スイッチ 2 3 0 又は第 2 スイッチ 3 3 0 までの間に、ローパスフィルタ等のパルス信号を除去する又は減衰させる回路が接続されてもよい。

【 0 0 4 0 】

(互いに絶縁される 2 つの回路を含む構成例)

図 6 に示されるように、入出力モジュール 4 0 0 は、一点鎖線で表される境界において互いに絶縁される 2 つの回路に分けられる。入出力モジュール 4 0 0 は、絶縁境界を挟んだ一方に、システム制御回路 4 1 0 と、状態制御回路 4 2 0 とを備える。入出力モジュール 4 0 0 は、絶縁境界を挟んだ他方に、フィールド制御回路 4 1 8 と、スイッチ 4 3 0 とを備える。

10

【 0 0 4 1 】

状態制御回路 4 2 0 は、スイッチ 4 3 0 に対して、絶縁回路 4 9 0 で互いに絶縁される信号線 4 5 0 及び 4 5 2 を通じて制御信号を出力する。信号線 4 5 0 は、システム信号線とも称される。信号線 4 5 2 は、フィールド信号線とも称される。絶縁回路 4 9 0 は、信号線 4 5 0 及び 4 5 2 を互いに絶縁しつつ、信号線 4 5 0 に伝搬した制御信号を信号線 4 5 2 に伝搬させる。絶縁回路 4 9 0 は、例えば光信号を用いて通信する絶縁カプラ等の、電線を用いずに信号を伝搬する素子を含んで構成されてよい。

【 0 0 4 2 】

システム制御回路 4 1 0 及びフィールド制御回路 4 1 8 を合わせた構成は、絶縁を含まない場合の入出力モジュール 1 0 0 における入出力制御回路 1 1 0 (図 2 参照) に相当する。システム制御回路 4 1 0 は、パルス発生部 4 1 2 と、診断部 4 1 6 とを備える。パルス発生部 4 1 2 は、パルス発生部 1 1 2 と同一又は類似に構成される。診断部 4 1 6 は、診断部 1 1 6 と同一又は類似に構成される。フィールド制御回路 4 1 8 は、パルス検出部 4 1 4 を備える。パルス検出部 4 1 4 は、パルス検出部 1 1 4 と同一又は類似に構成される。

20

【 0 0 4 3 】

システム制御回路 4 1 0 の診断部 4 1 6 は、入出力モジュール 4 0 0 が稼働状態であるか停止状態であるか把握している。診断部 4 1 6 は、入出力モジュール 4 0 0 の状態と、状態制御回路 4 2 0 から出力されている制御信号のレベルに対応する状態とが一致しているか確認するために、信号線 4 5 0 を伝搬する制御信号のレベルを診断線 4 4 0 を介して取得する。診断線 4 4 0 は、信号線 4 5 0 に位置する節点 4 4 2 で信号線 4 5 0 から分岐している。診断部 4 1 6 は、診断部 4 1 6 自身が把握している入出力モジュール 4 0 0 の状態と取得した制御信号のレベルに対応する状態とが一致しない場合、少なくとも出力故障が生じている可能性があることを検出する。診断部 4 1 6 は、少なくとも出力故障が生じている可能性を検出した場合、入出力モジュール 4 0 0 の状態の診断結果として異常状態であることを出力する。

30

【 0 0 4 4 】

システム制御回路 4 1 0 のパルス発生部 4 1 2 は、パルス信号を生成し、重畳線 4 6 0 からパルス信号を出力し、信号線 4 5 0 を伝搬する制御信号にパルス信号を重畳する。重畳線 4 6 0 は、信号線 4 5 0 に位置する節点 4 6 2 で信号線 4 5 0 に合流する。パルス信号が重畳された制御信号は、絶縁回路 4 9 0 を通じて信号線 4 5 0 から信号線 4 5 2 に伝搬する。フィールド制御回路 4 1 8 のパルス検出部 4 1 4 は、信号線 4 5 2 を伝搬する制御信号に重畳されているパルス信号を、検出線 4 7 0 を介して検出する。検出線 4 7 0 は、信号線 4 5 2 に位置する節点 4 7 2 で信号線 4 5 2 から分岐している。

40

【 0 0 4 5 】

パルス検出部 4 1 4 は、パルス信号を検出した場合、パルス信号を検出したことを表す情報を、通信線 4 9 2 を通じて診断部 4 1 6 に出力する。通信線 4 9 2 は、システム制御回路 4 1 0 とフィールド制御回路 4 1 8 との間の通信を示している。システム制御回路 4 1 0 とフィールド制御回路 4 1 8 とは、無線で通信してもよいし有線で通信してもよい。

50

システム制御回路 4 1 0 とフィールド制御回路 4 1 8 とが有線で通信する場合、通信線 4 9 2 は、絶縁カプラ等を含んで構成されてよい。

【 0 0 4 6 】

診断部 4 1 6 は、パルス検出部 4 1 4 からパルス信号を検出したことを表す情報を取得した場合、少なくとも信号線 4 5 0 の節点 4 6 2 から信号線 4 5 2 の節点 4 7 2 までの間において、及び、絶縁回路 4 9 0 において固着故障が生じていないと判定する。診断部 4 1 6 は、診断線 4 4 0 から取得した制御信号に対応する状態が入出力モジュール 4 0 0 の状態に一致している場合、少なくとも状態制御回路 4 2 0 で出力故障が生じていないと判定する。診断部 4 1 6 は、固着故障も出力故障も生じていないと判定した場合、入出力モジュール 4 0 0 の状態が正常であると診断する。言い換えれば、診断部 4 1 6 は、パルス検出部 4 1 4 からパルス信号を検出した情報を取得し、かつ、取得した制御信号に対応する状態が入出力モジュール 4 0 0 の状態に一致している場合に、入出力モジュール 4 0 0 の状態が正常であると診断する。

10

【 0 0 4 7 】

信号線 4 5 2 は、スイッチ 4 3 0 との間にフィルタ 4 8 0 を備えてよい。また、診断線 4 4 0 は、信号線 4 5 0 と診断部 4 1 6 との間にフィルタ 4 4 4 を備えてよい。フィルタ 4 8 0 及び 4 4 4 は、パルス信号を除去する又は減衰させるように構成される。フィルタ 4 8 0 及び 4 4 4 は、フィルタ 1 8 0 及び 1 4 4 と同一又は類似に構成されてよい。パルス信号がスイッチ 4 3 0 の開閉状態に影響を及ぼさない場合、フィルタ 4 8 0 は、信号線 4 5 2 に接続されなくてもよい。パルス信号が診断部 4 1 6 における判定に影響を及ぼさない場合、フィルタ 4 4 4 は、診断線 4 4 0 に接続されなくてもよい。

20

【 0 0 4 8 】

以上述べてきたように、入出力モジュール 4 0 0 が絶縁部を挟んだ 2 つの回路に分けられる場合であっても、固着故障が検出される可能性が高められ得る。その結果、入出力モジュール 4 0 0 の信頼性が向上し得る。

【 0 0 4 9 】

< パルス信号のタイミングの出力 >

システム制御回路 4 1 0 のパルス発生部 4 1 2 は、フィールド制御回路 4 1 8 のパルス検出部 4 1 4 に対して、パルス信号を生成して信号線 4 5 0 に重畳したタイミングを出力してよい。パルス検出部 4 1 4 は、パルス信号が重畳されたタイミングを取得した場合、パルス信号が重畳された制御信号が信号線 4 5 0 から信号線 4 5 2 に伝搬するタイミングを、パルス発生部 4 1 2 から取得したタイミングに基づいて算出又は推定してよい。

30

【 0 0 5 0 】

パルス検出部 4 1 4 は、算出又は推定したタイミングで検出線 4 7 0 を介して信号線 4 5 2 を伝搬する信号を読み取り、読み取った信号にパルス信号が重畳されているか検出してよい。図 6 に例示されるように入出力モジュール 4 0 0 が絶縁境界を挟んで 2 つの回路に分かれる場合、パルス検出部 4 1 4 は、パルス発生部 4 1 2 でパルス信号が生成されたタイミングを把握することが難しい。パルス信号が制御信号に重畳されるタイミングが分からない場合、パルス検出部 4 1 4 は、信号線 4 5 2 を伝搬する信号を監視し続ける必要がある。パルス検出部 4 1 4 は、パルス信号が制御信号に重畳されるタイミングを算出又は推定することによって、容易にパルス信号を検出できる。言い換えれば、パルス検出部 4 1 4 の回路が簡易化され得る。

40

【 0 0 5 1 】

上述したように、パルス信号が重畳されるタイミングをあらかじめ知ることによって、パルス信号が容易に検出され得る。図 2 に例示される入出力モジュール 1 0 0 において、診断部 1 1 6 は、パルス発生部 1 1 2 からパルス信号を生成したタイミングを取得し、取得したタイミングでパルス信号を検出するように構成されてもよい。この場合、フィルタ 1 4 4 は、診断線 1 4 0 に設置されない。また、パルス検出部 1 1 4 は、診断部 1 1 6 に含まれる。

【 0 0 5 2 】

50

< ラッチ回路 4 7 4 >

入出力モジュール 4 0 0 は、検出線 4 7 0 の節点 4 7 2 からパルス検出部 4 1 4 までの間にラッチ回路 4 7 4 を更に備えてよい。ラッチ回路 4 7 4 は、信号線 4 5 2 を伝搬する制御信号にパルス信号が重畳されている場合に、信号のレベルの変化を保持する。

【 0 0 5 3 】

状態制御回路 4 2 0 が H I の制御信号を出力する場合、パルス信号が重畳された制御信号は、一時的に L O のレベルになる。ラッチ回路 4 7 4 は、信号線 4 5 2 を伝搬する制御信号が一時的に L O になったときに、L O の信号レベルを保持する。パルス検出部 4 1 4 は、ラッチ回路 4 7 4 に保持されている信号レベルを、適宜設定されるタイミングで取得する。パルス検出部 4 1 4 は、ラッチ回路 4 7 4 に保持されている信号レベルが L O であればパルス信号を検出したとみなし、パルス信号を検出したことを表す情報を診断部 4 1 6 に出力する。

10

【 0 0 5 4 】

状態制御回路 4 2 0 が L O の制御信号を出力する場合、パルス信号が重畳された制御信号は、一時的に H I のレベルになる。ラッチ回路 4 7 4 は、信号線 4 5 2 を伝搬する制御信号が一時的に H I になったときに、H I の信号レベルを保持する。パルス検出部 4 1 4 は、ラッチ回路 4 7 4 に保持されている信号レベルを、適宜設定されるタイミングで取得する。パルス検出部 4 1 4 は、ラッチ回路 4 7 4 に保持されている信号レベルが H I であればパルス信号を検出したとみなし、パルス信号を検出したことを表す情報を診断部 4 1 6 に出力する。

20

【 0 0 5 5 】

ラッチ回路 4 7 4 が信号レベルを保持することによって、パルス発生部 4 1 2 とパルス検出部 4 1 4 とが別の回路に分かれている場合であっても、パルス信号が検出されやすくなる。その結果、診断精度が向上し得る。

【 0 0 5 6 】

図 2 に例示される入出力モジュール 1 0 0 において、ラッチ回路 4 7 4 に相当する回路が検出線 1 7 0 に配置されてもよい。また、図 5 に例示される第 1 入出力モジュール 2 0 0 又は第 2 入出力モジュール 3 0 0 において、ラッチ回路 4 7 4 に相当する回路が検出線 2 7 0 又は 3 7 0 に配置されてもよい。入出力モジュール 1 0 0、第 1 入出力モジュール 2 0 0 又は第 2 入出力モジュール 3 0 0 において、パルス発生部 1 1 2、2 1 2 又は 3 1 2 と、パルス検出部 1 1 4、2 1 4 又は 3 1 4 は、それぞれ 1 つの回路としてまとまっている。このように 1 つの回路にまとまっている場合であっても、パルス検出部 1 1 4、2 1 4 又は 3 1 4 は、回路内の信号遅延等によってパルス信号が生成されたタイミングを正確に把握できないことが起こり得る。入出力モジュール 1 0 0、第 1 入出力モジュール 2 0 0 又は第 2 入出力モジュール 3 0 0 がラッチ回路 4 7 4 に相当する回路を備えることによって、パルス信号が検出されやすくなる。その結果、診断精度が向上し得る。

30

【 0 0 5 7 】

以上、本開示に係る実施形態について、図面を参照して説明してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本開示の趣旨を逸脱しない範囲においての種々の変更も含まれる。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

1 0 0 入出力モジュール (1 1 0 : 入出力制御回路、1 1 2 : パルス発生部、1 1 4 : パルス検出部、1 1 6 : 診断部、1 2 0 : 状態制御回路、1 3 0 : スイッチ、1 4 0 : 診断線、1 4 2 : 節点、1 4 4 : フィルタ、1 5 0 : 信号線、1 6 0 : 重畳線、1 6 2 : 節点、1 7 0 : 検出線、1 7 2 : 節点、1 8 0 : フィルタ)

2 0 0 第 1 入出力モジュール (2 1 0 : 第 1 入出力制御回路、2 2 0 : 第 1 状態制御回路、2 3 0 : 第 1 スイッチ、2 4 0 : 第 1 診断線、2 4 2 : 節点、2 5 0 : 第 1 信号線、2 6 0 : 第 1 重畳線、2 6 2 : 節点、2 7 0 : 第 1 検出線、2 7 2 : 節点)

3 0 0 第 2 入出力モジュール (3 1 0 : 第 2 入出力制御回路、3 2 0 : 第 2 状態制御

50

回路、 3 3 0 : 第 2 スイッチ、 3 4 0 : 第 2 診断線、 3 4 2 : 節点、 3 5 0 : 第 2 信号線、 3 6 0 : 第 2 重畳線、 3 6 2 : 節点、 3 7 0 : 第 2 検出線、 3 7 2 : 節点)

4 0 0 入出力モジュール (4 1 0 : システム制御回路、 4 1 2 : パルス発生部、 4 1 4 : パルス検出部、 4 1 6 : 診断部、 4 1 8 : フィールド制御回路、 4 2 0 : 状態制御回路、 4 3 0 : スイッチ、 4 4 0 : 診断線、 4 4 2 : 節点、 4 4 4 : フィルタ、 4 5 0 : 信号線、 4 6 0 : 重畳線、 4 6 2 : 節点、 4 7 0 : 検出線、 4 7 2 : 節点、 4 7 4 : ラッチ回路、 4 8 0 : フィルタ、 4 9 2 : 通信線)

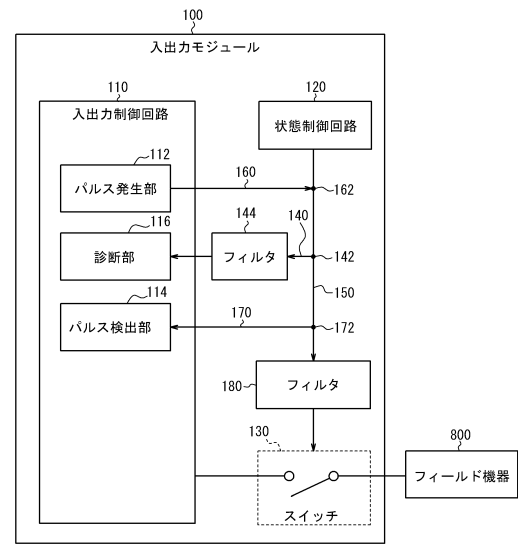
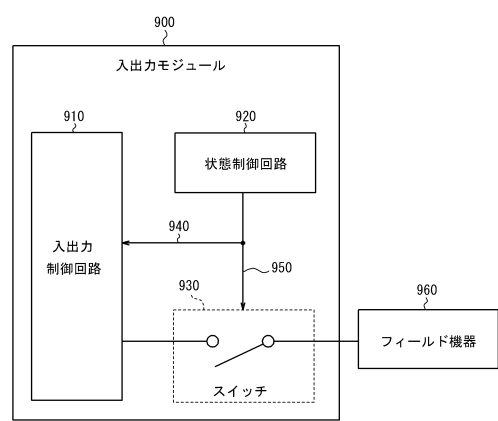
8 0 0 フィールド機器

【 図 面 】

【 図 1 】

【 図 2 】

10



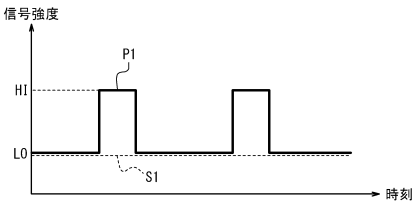
20

30

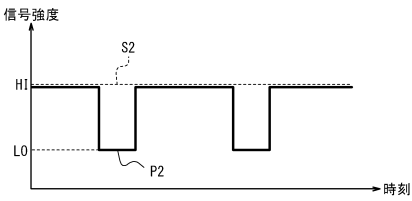
40

50

【図 3】

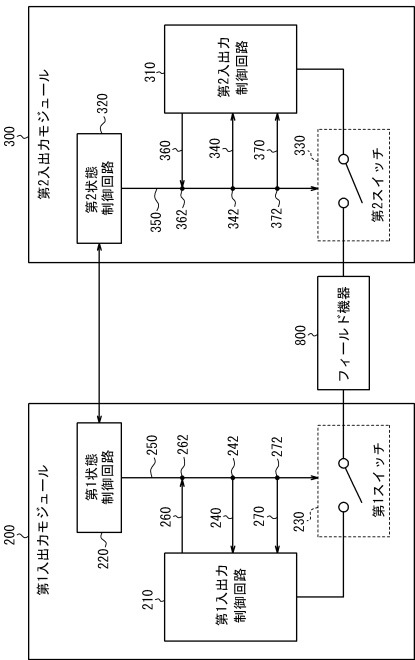


【図 4】

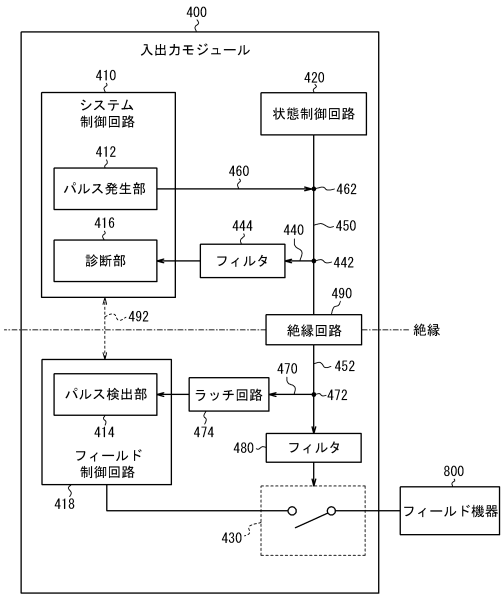


10

【図 5】



【図 6】



20

30

40

50

フロントページの続き

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社内

(72)発明者 田中 翔

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社内

審査官 川口 貴裕

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 0 9 6 1 8 (J P , A)

特開平 1 1 - 1 6 0 3 8 1 (J P , A)

特開 2 0 1 2 - 2 4 2 3 3 8 (J P , A)

特開 2 0 1 1 - 1 8 6 5 1 8 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 1 7 5 0 9 2 (J P , A)

特開 2 0 1 4 - 0 7 8 8 5 9 (J P , A)

特開 2 0 1 2 - 0 9 8 7 7 2 (J P , A)

特開平 1 0 - 1 4 9 2 1 6 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 1 2 3 0 8 4 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 L 2 5 / 0 0 - 2 5 / 6 6