

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5602071号
(P5602071)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int. Cl. F I
G 0 5 B 9 / 0 3 (2 0 0 6 . 0 1) G O 5 B 9 / 0 3

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-56323 (P2011-56323)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社
(22) 出願日	平成23年3月15日 (2011.3.15)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(65) 公開番号	特開2012-194628 (P2012-194628A)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
(43) 公開日	平成24年10月11日 (2012.10.11)	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
審査請求日	平成24年12月19日 (2012.12.19)	(74) 代理人	100127672 弁理士 吉澤 憲治
前置審査		(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 岑生
		(72) 発明者	木本 寿郎 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CPU 2重化制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 CPU を有する制御系の第 1 システムと、第 2 CPU を有する待機系の第 2 システムとを備え、上記第 1 システムと上記第 2 システムとはフィールドネットワークにて接続され、上記第 1 システムおよび上記第 2 システムに上記フィールドネットワークにて接続される複数のプロセス入出力手段を有する CPU 2重化制御システムにおいて、

上記第 1 システムは、上記フィールドネットワークを介して上記各プロセス入出力手段に接続される制御系の第 1 マスタを有し、

上記第 2 システムは、上記フィールドネットワークを介して上記各プロセス入出力手段に接続される待機系の第 2 マスタを有し、

上記第 1 マスタに接続されたコネクタを有し、

上記コネクタと上記第 2 マスタとが上記フィールドネットワークを介して接続され、

上記コネクタと上記各プロセス入出力手段とが上記フィールドネットワークを介して接続され、

上記第 1 システムは、上記第 1 マスタと上記第 2 マスタとの間において、上記フィールドネットワークを介してライブチェックパケットの送受信を行い、当該受信によりライブチェックを行い、

上記第 1 CPU は、上記第 1 マスタから上記全てのプロセス入出力手段の異常を検出すると、上記ライブチェックから上記第 2 マスタが正常であるか否かを判断し、上記第 2 マスタのライブチェックが正常であると判断するとシステムの切り替えを実施せず、上記第 2

マスタのライブチェックが正常でないと判断するとシステムの切り替えを実施することを特徴とする CPU 2 重化制御システム。

【請求項 2】

上記ライブチェックの信号の授受を行うため上記第 1 マスタと上記第 2 マスタと間に接続される専用ケーブルを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の CPU 2 重化制御システム。

【請求項 3】

上記専用ケーブルは、上記第 1 マスタから上記第 2 マスタに上記ライブチェックの信号の送信するための第 1 ケーブルと、

上記第 2 マスタから上記第 1 マスタに上記ライブチェックの信号の送信するための第 2 ケーブルとにて構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の CPU 2 重化制御システム。

10

【請求項 4】

上記ライブチェックは、上記第 1 システムと上記第 2 システムと間の接続の正常か否かにより行い、上記接続が正常であれば上記第 2 マスタは正常であると判断し、上記接続が正常でなければ上記第 2 マスタは正常でないと判断することを特徴とする請求項 1 に記載の CPU 2 重化制御システム。

【請求項 5】

上記第 1 マスタと上記第 2 マスタとは、上記各プロセス入出力手段の状態情報およびライブチェックのみの信号を互いに授受することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の CPU 2 重化制御システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、全局のプロセス入出力手段（以下、「プロセス入出力装置」を「PIO」と称す）異常時に、不要なシステム切り替えを実施せずにシステムを健全に動作させることができる CPU 2 重化制御システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の CPU 2 重化制御システムは、フィールドネットワークに接続される PIO が全局 PIO 異常時に、システム切り替えを実施し、システム切り替え後に新制御となった CPU でも全局 PIO 異常を検出するため、十分な情報を入手できないまま両系重故障となっていた（例えば、特許文献 1 参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 164722 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の CPU 2 重化制御システムは、制御系 CPU の異常をトラッキングケーブルなどで通知し、システム切り替えを行う手段を備えていたが、この手段では、全局 PIO 異常時には、制御系 CPU が重故障となり、システム切り替えが発生する。しかし、システム切り替え後も、新制御系 CPU では全局 PIO 異常を検出するため、両系 CPU が重故障となり、十分な故障情報が採取できないという問題点があった。そして、PIO の故障のため、制御システムを構築している他の I/O カード（制御ネットワークなど）が使えなくなるという問題点があった。

40

【0005】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、全局 PIO 異常時において、不要なシステム切り替えを実施せずにシステムを健全に動作させることができ

50

るCPU2重化制御システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明は、第1CPUを有する制御系の第1システムと、第2CPUを有する待機系の第2システムとを備え、上記第1システムと上記第2システムとはフィールドネットワークにて接続され、上記第1システムおよび上記第2システムに上記フィールドネットワークにて接続される複数のプロセス入出力手段を有するCPU2重化制御システムにおいて、

上記第1システムは、上記フィールドネットワークを介して上記各プロセス入出力手段に接続される制御系の第1マスタを有し、

10

上記第2システムは、上記フィールドネットワークを介して上記各プロセス入出力手段に接続される待機系の第2マスタを有し、

上記第1マスタに接続されたコネクタを有し、

上記コネクタと上記第2マスタとが上記フィールドネットワークを介して接続され、

上記コネクタと上記各プロセス入出力手段とが上記フィールドネットワークを介して接続され、

上記第1システムは、上記第1マスタと上記第2マスタとの間において、上記フィールドネットワークを介してライブチェックパケットの送受信を行い、当該受信によりライブチェックを行い、

上記第1CPUは、上記第1マスタから上記全てのプロセス入出力手段の異常を検出すると、上記ライブチェックから上記第2マスタが正常であるか否かを判断し、上記第2マスタのライブチェックが正常であると判断するとシステムの切り替えを実施せず、上記第2マスタのライブチェックが正常でないという判断するとシステムの切り替えを実施するものである。

20

【発明の効果】

【0007】

この発明のCPU2重化制御システムは、上記のように構成されているため、

第2システムが正常である場合、全局PIO異常時において、不要なシステム切り替えを実施せずにシステムを健全に動作させる。

【図面の簡単な説明】

30

【0008】

【図1】この発明の実施の形態1のCPU2重化制御システムの構成を示す図である。

【図2】図1に示したCPU2重化制御システムのライブチェックの動作を説明するための図である。

【図3】図1に示したCPU2重化制御システムの第1システムの通知動作を説明するための図である。

【図4】図1に示したCPU2重化制御システムの動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】図1に示したCPU2重化制御システムにおいて切り替えを行う場合を説明した図である。

40

【図6】この発明の実施の形態2のCPU2重化制御システムの構成を示す図である。

【図7】この発明の実施の形態3のCPU2重化制御システムの構成を示す図である。

【図8】この発明の実施の形態4のCPU2重化制御システムの構成を示す図である。

【図9】この発明の実施の形態5のCPU2重化制御システムの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1

以下、本願発明の実施の形態について説明する。図1はこの発明の実施の形態1におけるCPU2重化制御システムの構成を示す図、図2は図1に示したCPU2重化制御システムのライブチェックの動作を説明するための図、図3は図1に示したCPU2重化制御

50

システムの第1システムの通知動作を説明するための図、図4は図1に示したCPU2重化制御システムの動作を説明するためのフローチャート、図5は図1に示したCPU2重化制御システムにおいて切り替えを行う場合を説明した図である。

【0010】

図1において、制御系の第1システム1と、待機系の第2システム2とにて構成され、第1システム1および第2システム2にはフィールドネットワーク10にて接続される複数の第1および第2PIO11、12を有するCPU2重化制御システムである。

そして、第1システム1には、第1CPUカード3と、フィールドネットワーク10を介して第1PIO11および第2PIO12に接続されている第1マスタとしての第1PIOMスタ5と、制御ネットワーク22に接続され、他システムと通信を実施する第1NICカード(尚、「NICカード」とは「Network Interface Card」のことを示すものであり、以下、「NICカード」と略して称す)20とを備えている。

10

【0011】

そして、第2システム2には、第2CPUカード4と、フィールドネットワーク10を介して第1PIO11および第2PIO12に接続されている第2マスタとしての第2PIOMスタ6と、制御ネットワーク22に接続され、他システムと通信を実施する第2NICカード21と、各CPUカード3、4間に接続され、これらの各CPUカード3、4間の状態の監視、データのやり取りなど、データの送受信を行うトラッキングケーブル13とを備える。

20

そして、制御ネットワーク22に接続されシステムの故障情報や、システムのデータを蓄積して、システムの状態を監視し、システムの状態を画面に表示する監視装置23がある。

【0012】

図3において、第1システム1は、第1CPUカード3には第1アプリケーション31が搭載され、第1PIOMスタ5にはファームウェア32が搭載されている。そして、第1CPUカード3と第1PIOMスタ5とは第1システムバス33にて接続されている。よって、第1PIOMスタ5からのライブチェック結果および各PIO11、12の状態などのデータX34は第1システムバス33を介して第1CPUカード3の第1アプリケーション31に通知される。

30

【0013】

上記のように構成された実施の形態1のCPU2重化制御システムの動作について図2に基づいて説明する。第1PIOMスタ5と各PIO11、12とはそれぞれ通信を行っている。この通信処理では、各PIO11、12からのデータ入力、各PIO11、12へのデータ出力の一連の処理を実施している。まず、フィールドネットワーク10を介して、第1PIOMスタ5から、第1PIO11にデータ出力が実施させる第1ポーリングパケットP1を送信し、この第1ポーリングパケットP1に対して第1PIO11が入力データを第1PIOMスタ5に通知する第1ポーリング応答パケットP2を送信する。また、フィールドネットワーク10を介して、第1PIOMスタ5から、第2PIO12にデータ出力が実施させる第2ポーリングパケットP3を送信し、この第2ポーリングパケットP3に対して第2PIO12が入力データを第1PIOMスタ5に通知する第2ポーリング応答パケットP4を送信する。

40

【0014】

また、第1PIOMスタ5における第2PIOMスタ6の健全性および第1PIOMスタ5と第2PIOMスタ6間のケーブル抜けが発生していないことを示すライブチェックは、第1PIOMスタ5から第2PIOM6へのライブチェックパケットP5を送信し、このライブチェックパケットP5を受けた第2PIOMスタ6は、ライブチェックパケット応答P6を第1PIOMスタ5に返信する。このライブチェックパケット応答P6により、第1PIOMスタ5は、第2PIOMスタ6の健全性、および第1PIOMスタ5と第2PIOMスタ6間のケーブル抜けが発生していないことを確認できる。また、図2にお

50

いて、各ポーリング応答パケットP 2、P 4が各P I O 1 1、1 2から返信されてこない場合は、対応する各P I O 1 1、1 2の異常と判断し、各ポーリング応答パケットP 2、P 4の両方とも返信されてこない場合は、第1 P I O マスタ5は全局P I O 異常と判断する。

【 0 0 1 5 】

次に、第1システム1において、第1 P I O マスタ5から、ライブチェック結果およびP I O 状態を第1 C P Uカード3上の第1アプリケーション31に通知する動作について図3に基づいて説明する。第1 C P U 3の第1アプリケーション31は、定期的に第1ファームウェア32に入出力要求指令を第1システムバス33を介して送信する。当該要求を受けたファームウェア32は、入出力要求応答を返し、データX 34を更新する。データX 34には、先に示したパケットの送受信により、各P I O 1 1、1 2の入力データ、出力データおよび各P I O 1 1、1 2の状態、ライブチェック結果が格納されている。そして、P I O 状態には、第1システム1側の第1 P I O マスタ5が検出した、各P I O 1 1、1 2の状態、全局P I O 異常有無情報が格納されている。さらに、各P I O 1 1、1 2の状態には、該当のP I O が正常であれば0、該当のP I O が異常であれば1が設定されている。全局P I O 異常有無には、全局P I O 異常であれば1、そうでなければ0が設定されている。ライブチェック結果では、正常であれば0、異常であれば1を設定する。

10

【 0 0 1 6 】

次に、第1 C P Uカード3上の第1アプリケーション31のシステムの切り替えの動作について図4に基づいて説明する。まず、制御系の第1システム1は、各P I O 1 1、1 2が全局異常であるか否かを判断する(図4のステップS T 1)。次に、全局P I O 異常でなければ(No)、正常動作継続のため処理を終了する。一方、全局P I O 異常の時(Yes)は、制御ネットワーク22を使用し、待機系の第2システム2へP I O 異常通知を実施する(図4のステップS T 2)。

20

【 0 0 1 7 】

次に、第2システム2の第2 P I O マスタ6が正常かどうか判断するためのライブチェック正常判断を実施する(図4のステップS T 3)。

次に、正常であれば(Yes)、システムの切り替えを実施せず処理を終了する。

一方、ライブチェックが異常であれば(No)、システムの切り替えを実施するためにトラッキングケーブル13を用いて、第2 C P U 4にシステムの切り替え通知を実施し、システム切り替え処理を行う(図4のステップS T 4)。

30

そして、制御系の第1システム1の重故障処理を実施し、第1システム1は重故障状態となる(図4のステップS T 5)。

【 0 0 1 8 】

ここで全局P I O 1 1、1 2異常とライブチェック結果について図5を用いて説明する。第1 P I O マスタ5のフィールドネットワーク10が抜けた状態91を示している。この場合、第1 P I O マスタ5では、各P I O 1 1、1 2と通信できないため、全局P I O 異常を検出する。また、各P I O マスタ5、6間との通信ができないため、ライブチェック結果が異常となる。この場合には、上記に示したように、システムの切り替えが実施され、第2 P I O マスタ6が新第1 P I O マスタ5となり、第1 P I O 1 1、第2 P I O 1 2と通信可能のため、移行処理が継続できる。このように、第1 C P Uカード3上で全局P I O 異常を検出しても、第2 P I O マスタ6と各P I O 1 1、1 2は通信できているため、第2システム2から第1システム1にシステムの切り替えを実施しなくなり、処理を継続することができる。

40

【 0 0 1 9 】

また、図5に示したように、第1 P I O マスタ5のフィールドネットワーク10が抜けた場合でなく、各P I O 1 1、1 2が全て異常となり、全局P I O 異常を検出し、また、第2 P I O マスタ6が異常であり、ライブチェック結果が異常となる場合、上記場合と同様にシステムの切り替えが実施される。すると、第2 P I O マスタ6が新第1 P I O マスタ5となるが、第1 P I O 1 1、第2 P I O 1 2と通信不可となり、重故障となり、両シ

50

システムが重故障となるが、本来の故障であるため支障が生じることはなく、両システムの重故障処理を実施する。

【 0 0 2 0 】

また、図 5 に示したように、第 1 P I O マスタ 5 のフィールドネットワーク 1 0 が抜けた場合でなく、各 P I O 1 1、1 2 が異常となり、全局 P I O 異常を検出し、第 2 P I O マスタ 6 が正常であり、ライブチェック結果が正常となる場合、システムの切り替えは実施されない。よって、第 2 システム 2 が重故障とならないため、十分な故障情報が採取でき、制御システムを構築している制御ネットワーク 2 2 などを使用することができる。

【 0 0 2 1 】

上記に示した実施の形態 1 の C P U 2 重化制御システムによれば、フィールドネットワークの通信を用いてライブチェックを実施し、他系 P I O マスタの状態を監視する処理のため、余分な機器が必要なくソフトウェアの変更のみで実現できる。そして、全局 P I O 異常時には、システム切り替えを実施せずに両系 C P U 健全な状態または、故障状態で運転を継続する。この状態で、P I O 異常時の状態を蓄積し、解析に用いる。また、両方 C P U が動作している状態のため、他システムとの通信も正常に動作するため、データ収集もスムーズに行き、故障時の解析向上につながる。

【 0 0 2 2 】

実施の形態 2 。

図 6 はこの発明の実施の形態 2 における C P U 2 重化制御システムの構成を示した図である。

図において、上記実施の形態 1 と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。各 P I O マスタ 5、6 同士のライブチェックの信号の授受を行うため第 1 P I O マスタ 5 と第 2 P I O マスタ 6 と間に接続される専用ケーブル 5 1 を備える。専用ケーブル 5 1 は例えばシリアルケーブルとしての R S - 2 3 2 C にてなる。そして、第 1 P I O マスタ 5 は、第 2 P I O マスタ 6 に対して専用ケーブル 5 1 を介して専用フレーム 5 2 を用いて定期的に送信する。これを受けた第 2 P I O マスタ 6 は、第 1 P I O マスタ 5 に応答として専用フレーム 5 2 を送信する。

【 0 0 2 3 】

上記のように構成された実施の形態 2 の C P U 2 重化制御システムの動作について、上記実施の形態 1 と異なる部分について説明する。まず、第 1 P I O マスタ 5 から専用フレーム 5 2 を送信する場合には、送信先に第 2 P I O マスタ 6、送信元に第 1 P I O マスタ 5、P I O 状態には、第 1 P I O マスタ 5 で検出している各 P I O 1 1、1 2 の状態、カウンタは 1 からのインクリメントカウンタをつけて送信する。そして、第 2 P I O マスタ 6 は第 1 P I O マスタ 5 からの専用フレーム 5 2 を受信すると、第 1 P I O マスタ 5 に応答の専用フレーム 5 2 を送信する。送信先に第 1 P I O マスタ 5 = 1、送信元に第 2 P I O マスタ 6 = 2、P I O 状態には、第 2 P I O マスタ 6 で検出している各 P I O 1 1、1 2 の状態、カウンタには第 1 P I O マスタ 5 から受信した専用フレーム 5 2 に付加されていた番号と同じ番号をつける。これにより、各 P I O マスタ 5、6 のそれぞれの健全性および、待機 P I O マスタで全局 P I O 異常を検出しているか否かわかる。

【 0 0 2 4 】

尚、第 1 システム 1 において、第 1 P I O マスタ 5 から、ライブチェック結果および P I O 状態を第 1 C P U カード 3 上のアプリケーション 3 1 に通知する動作、および、システムの切り替えについては、上記に示した信号を用いる点以外は同様であるため、その説明を省略する。

【 0 0 2 5 】

上記に示した実施の形態 2 の C P U 2 重化制御システムによれば、上記実施の形態 1 と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、各 P I O マスタ間を専用ケーブルで接続し、専用のパケットを送受信するため、フィールドネットワーク上の負荷の軽減および、フィールドネットワークで P I O マスタ間の通信ができない場合に有効となる。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

実施の形態 3 .

図 7 はこの発明の実施の形態 3 における CPU 2 重化制御システムの構成を示した図である。

図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。

各 P I O マスタ 5、6 同士のリブチェックの信号の授受を行うため第 1 P I O マスタ 5 と第 2 P I O マスタ 6 と間に接続される専用ケーブル 5 1 を、

第 1 P I O マスタ 5 から第 2 P I O マスタ 6 にリブチェックの信号の送信するための第 1 ケーブル 6 1 と、

第 2 P I O マスタ 6 から第 1 P I O マスタ 5 にリブチェックの信号の送信するための第 2 ケーブル 6 2 とにて構成する。

【 0 0 2 7 】

各ケーブル 6 1、6 2 を介して送信される信号 6 3、6 4 は、0、1 のデータパターンである。そして、全局 P I O 異常でない場合は、m s 毎に 0 1 0 1 のパターンを他システムに送信する。

よって、信号 6 3 は、全局 P I O 異常でない場合のパターンを示している。また、他システムから送信しない場合および、ケーブルが抜けた場合は、0 固定のデータパターンとする。そして、信号 6 4 は、2 0 m s 後から全局 P I O 異常を検出した場合を示しており、全局異常になった場合には、0 固定となる。

そして、第 1 P I O マスタ 5、第 2 P I O マスタ 6 と他系が全局 P I O 異常を検出したことを第 1 ケーブル 6 1 および第 2 ケーブル 6 2 から流れてくるデータパターンをみることにより判断できる。

【 0 0 2 8 】

上記のように構成された実施の形態 3 の CPU 2 重化制御システムの動作について、上記各実施の形態と異なる部分について説明する。例えば、第 1 P I O マスタ 5 では、第 2 ケーブル 6 2 を監視しておき、5 0 m s 間 0 のデータが続いた場合に、第 2 P I O マスタ 6 が全局 P I O 異常を検出したこと、または、第 2 P I O マスタ 6 が異常となったことを認識できる。

【 0 0 2 9 】

尚、第 1 システム 1 において、第 1 P I O マスタ 5 から、リブチェック結果および P I O 状態を第 1 C P U カード 3 上のアプリケーション 3 1 に通知する動作、および、システムの切り替えについては、上記に示した信号を用いる点以外は同様であるため、その説明を省略する。

【 0 0 3 0 】

上記に示した実施の形態 3 の CPU 2 重化制御システムによれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、各 P I O マスタ間を 2 本の専用ケーブルで接続し、0、1 パターンの簡単なデータパターンで他システムの状態を監視できるため、容易に実現できる。また、フィールドネットワーク上の負荷の軽減および、フィールドネットワークで P I O マスタ間の通信ができない場合に有効となる。

【 0 0 3 1 】

実施の形態 4 .

図 8 はこの発明の実施の形態 4 における CPU 2 重化制御システムの構成を示した図である。

図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。

各 P I O マスタ 5、6 同士を接続するケーブル 1 0 0 を、第 1 P I O マスタ 5 と第 2 P I O マスタ 6 と間のリブチェックを行うための供給電源線 7 3 とフィールドネットワーク 1 0 とにて構成する。また、供給電源線 7 3 には供給電源 7 2 が接続されている。

【 0 0 3 2 】

上記のように構成された実施の形態 4 の CPU 2 重化制御システムの動作について、上記各実施の形態と異なる部分について説明する。ここでは、第 1 P I O マスタ 5、第 2 P I O マスタ 6 間のリブチェックは、供給電源線 7 3 にて監視されており、電源供給され

10

20

30

40

50

ている場合は、ケーブル１００が接続されていると判断し、ライブチェックは正常と判断する。また、ケーブル１００が抜けた場合、電源供給がなくなるため、ケーブル１００断線と判断できる。よって、ケーブル１００が断線した場合、第２ＰＩＯマスタ６との通信はできないと判断し、ライブチェックは異常と判断する。

【００３３】

尚、第１システム１において、第１ＰＩＯマスタ５から、ライブチェック結果およびＰＩＯ状態を第１ＣＰＵカード３上のアプリケーション３１に通知する動作、および、システムの切り替えについては、上記に示した信号を用いる点以外は同様であるため、その説明を省略する。

【００３４】

上記に示した実施の形態４のＣＰＵ２重化制御システムによれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、ＰＩＯマスタ間に１本の電源線を追加するのみのため、容易に実現できることを特徴としている。また、フィールドネットワーク上の負荷の軽減および、フィールドネットワークでＰＩＯマスタ間の通信ができない場合に有効となる。

【００３５】

実施の形態５．

図９はこの発明の実施の形態５におけるＣＰＵ２重化制御システムの構成を示した図である。

図において、上記各実施の形態と同様の部分は同一符号を付して説明を省略する。

第１ＰＩＯマスタ５と第２ＰＩＯマスタ６間でやり取りするライブチェックとしてのＰＩＯ状態送信パケット８１が異なる部分である。そして、第１ＰＩＯマスタ５は、第２ＰＩＯマスタ６に対してＰＩＯ状態送信パケット８１を定期的送信する。これを受けた第２ＰＩＯマスタ６は、第１ＰＩＯマスタ５にＰＩＯ状態送信パケットのフォーマットで応答フレームを送信する。第１ＰＩＯマスタ５からＰＩＯ状態送信パケット８１を送信する場合には、送信先に第２ＰＩＯマスタ６＝２、送信元に第１ＰＩＯマスタ５＝１、パケット長にはＰＩＯ状態送信パケットの全体パケット長、第１ＰＩＯ１１状態、第２ＰＩＯ１２状態には、各ＰＩＯ１１、１２が正常であれば０、異常であれば１を設定する。全局ＰＩＯ異常有無には、全局ＰＩＯ異常検出時には１、そうでない場合には０を設定し、カウンタは１からのインクリメントカウンタをつけて送信する。

【００３６】

第２ＰＩＯマスタ６は第１ＰＩＯマスタ５からのＰＩＯ状態送信パケット８１を受信すると、第１ＰＩＯマスタ５に応答のＰＩＯ状態送信パケット８１を送信する。送信先に第１ＰＩＯマスタ５＝１、送信元に第２ＰＩＯマスタ６＝２、パケット長にはＰＩＯ状態送信パケット８１の全体パケット長、第１ＰＩＯ１１状態、第２ＰＩＯ１２状態には、第２ＰＩＯマスタ６が検出したＰＩＯ状態を格納する。各ＰＩＯ１１、１２が正常であれば０、異常であれば１を設定し、全局ＰＩＯ異常有無には、全局ＰＩＯ異常検出時には１、正常である場合には０を設定し、カウンタには第１ＰＩＯマスタ５から受信したＰＩＯ状態送信に付加されていた番号と同じ番号をつける。

【００３７】

上記のように構成された実施の形態５のＣＰＵ２重化制御システムの動作について、上記各実施の形態と異なる部分について説明する。

第１ＰＩＯマスタ５は、第２ＰＩＯマスタ６から、ＰＩＯ状態送信パケット８１を受信する場合には、第２ＰＩＯマスタ６は正常と判断し、受信しない場合には、第２ＰＩＯマスタ６が異常と判断する。これにより、第１ＰＩＯマスタ５は、第２ＰＩＯマスタ６の健全性および、第２ＰＩＯマスタ６で全局ＰＩＯ異常を検出しているかどうかわかる。

【００３８】

尚、第１システム１において、第１ＰＩＯマスタ５から、ライブチェック結果およびＰＩＯ状態を第１ＣＰＵカード３上のアプリケーション３１に通知する動作、および、システムの切り替えについては、上記に示した信号を用いる点以外は同様であるため、その説

明を省略する。

【0039】

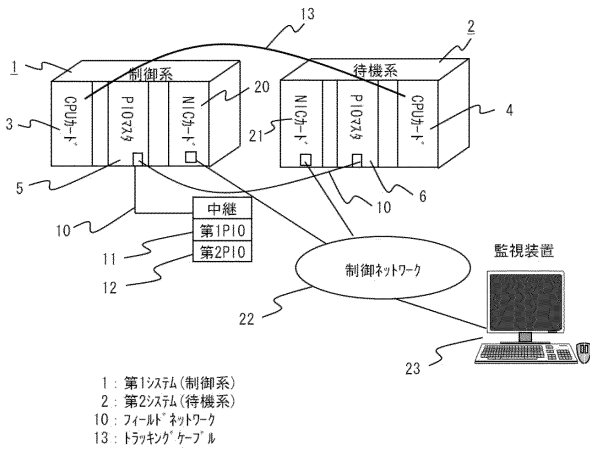
上記に示した実施の形態5のCPU2重化制御システムによれば、上記各実施の形態と同様の効果を奏するのはもちろんのこと、フィールドネットワークの通信を用いて他システムのPIO状態、PIO全局異常状態、および他システムのPIOMスタ状態を監視することができ、より品質のよいシステムとなる。

【符号の説明】

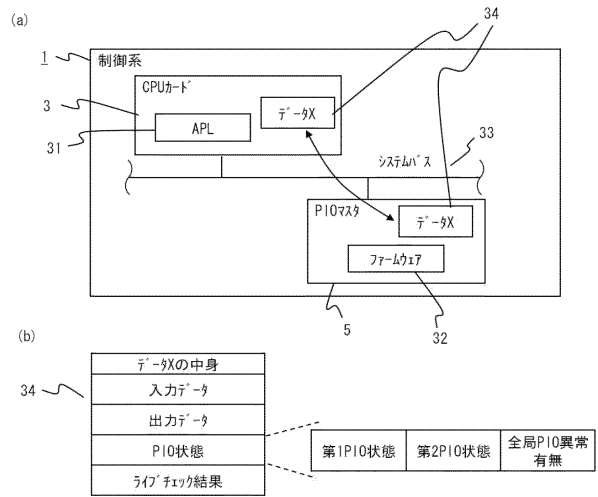
【0040】

- 1 第1システム、2 第2システム、3 第1CPUカード、
- 4 第2CPUカード、5 第1PIOマスタ、6 第2PIOマスタ、
- 10 フィールドネットワーク、11 第1PIO、12 第2PIO、
- 13 トラッキングケーブル、20 第1NICカード、21 第2NICカード、
- 22 制御ネットワーク、23 監視装置、31 APL、32 ファームウェア、
- 33 システムバス、34 データX、51 専用ケーブル、61 第1ケーブル、
- 62 第2ケーブル、72 供給電源、73 供給専用線、100 ケーブル、
- P1 第1ポーリング packets、P2 第1ポーリング応答 packets、
- P3 第2ポーリング packets、P4 第2ポーリング応答 packets、
- P5 ライブチェック packets、P6 ライブチェック packets 応答。

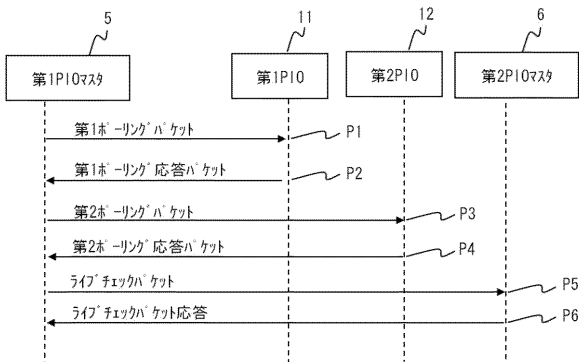
【図1】



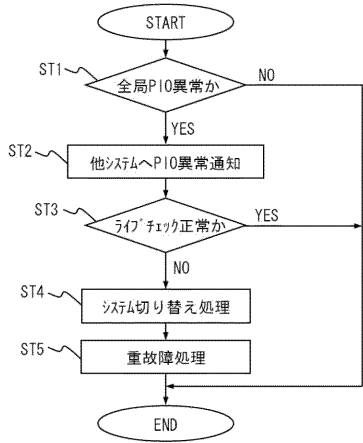
【図3】



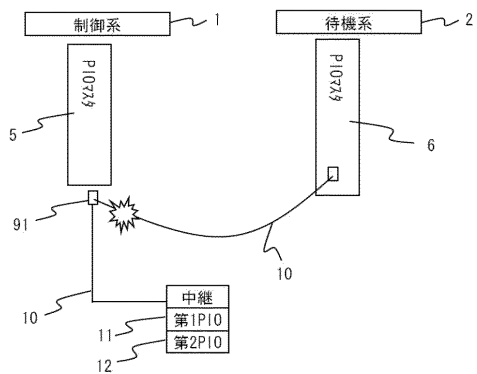
【図2】



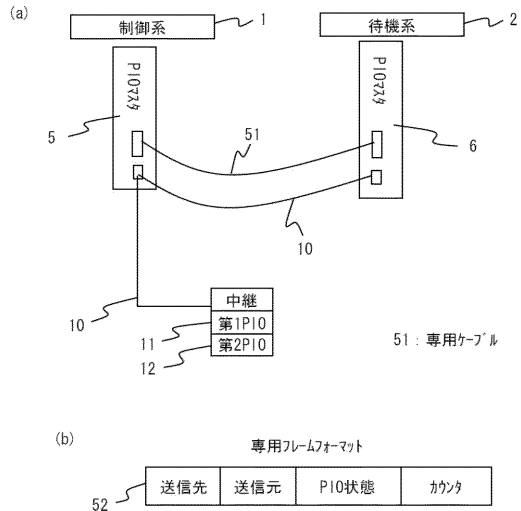
【図4】



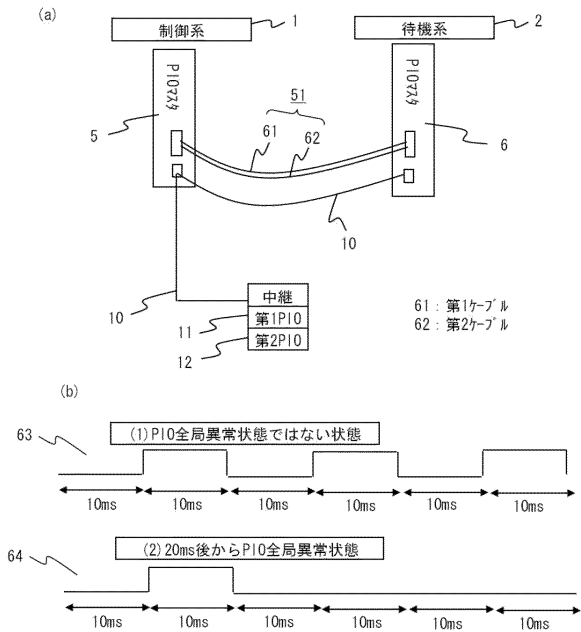
【図5】



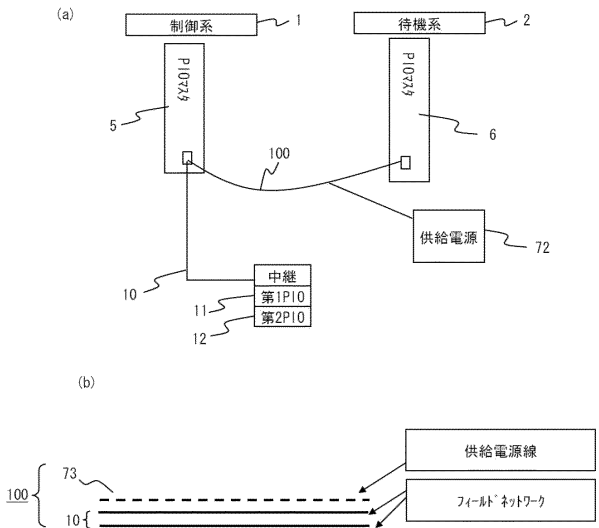
【図6】



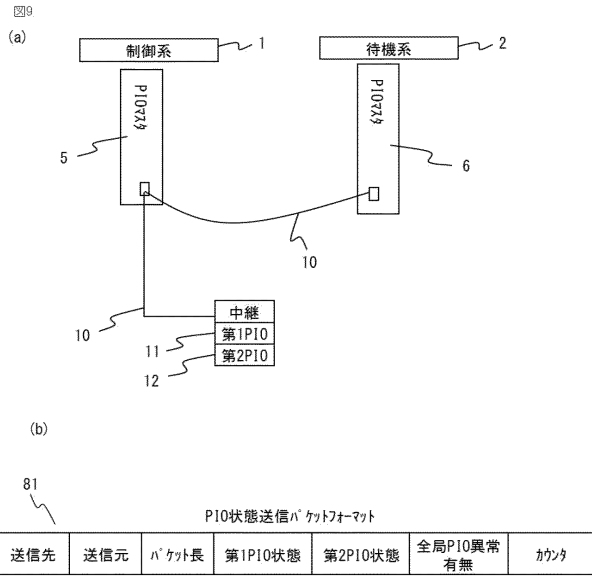
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

審査官 稲垣 浩司

(56)参考文献 特開2007-164722(JP,A)
特開2001-202101(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G05B 9/03