

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7639355号
(P7639355)

(45)発行日 令和7年3月5日(2025.3.5)

(24)登録日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 L 12/28 (2006.01)

H 0 4 L 12/28 2 0 3

H 0 4 L 43/0805(2022.01)

H 0 4 L 43/0805

請求項の数 8 (全15頁)

(21)出願番号	特願2021-6725(P2021-6725)	(73)特許権者	000002945
(22)出願日	令和3年1月19日(2021.1.19)		オムロン株式会社
(65)公開番号	特開2022-110963(P2022-110963 A)		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
(43)公開日	令和4年7月29日(2022.7.29)	(74)代理人	100155712
審査請求日	令和5年11月9日(2023.11.9)		弁理士 村上 尚
		(72)発明者	手嶋 竜一
			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	武田 孝史
			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	久米 一樹
			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】 マスタ装置、スレーブ装置、ネットワークシステム、通信制御方法およびコンピュータプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

通信ネットワークを介して複数のスレーブ装置との間で通信を行う通信部と、
前記通信部を介して前記複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、前記複数のスレーブ装置のタイムアウト検出回数の上限值を変更し、前記通信部を介して変更後の前記タイムアウト検出回数の上限値を前記複数のスレーブ装置に送信する制御部とを備える、マスタ装置。

【請求項2】

前記マスタ装置はさらに、前記複数のスレーブ装置のそれぞれのタイムアウト検出回数の上限値を記憶する記憶部を備え、

前記制御部は、前記通信部を介して前記複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、前記記憶部に記憶される前記複数のスレーブ装置のそれぞれのタイムアウト検出回数の上限値を増加し、前記通信部を介して前記複数のスレーブ装置に対応するタイムアウト検出回数の上限値を送信する、請求項1に記載のマスタ装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記通信部を介して前記複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、前記通信部を介して前記複数のスレーブ装置の全てに対して同じタイムアウト検出回数の上限値を送信する、請求項1に記載のマスタ装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記通信部を介して前記通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっていたスレーブ装置から、前記通信ケーブルの信号品質に関する情報が正常値になっていることを受信すると、前記複数のスレーブ装置に対して元のタイムアウト検出回数の上限值に戻すように指示する、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のマスタ装置。

【請求項 5】

マスタ装置との間で通信を行う通信部と、

接続される通信ケーブルの信号品質に関する情報を取得し、当該通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっている場合、前記通信部を介して前記マスタ装置に前記通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっていることを通知し、

10

前記通信部を介して前記マスタ装置から、前記異常値となっていることの通知に応じて変更されたタイムアウト検出回数の上限值を受信すると、当該タイムアウト検出回数の上限值を設定する制御部とを備える、スレーブ装置。

【請求項 6】

マスタ装置と、複数のスレーブ装置とを備えるネットワークシステムであって、

前記マスタ装置は、通信ネットワークを介して前記複数のスレーブ装置との間で通信を行う第 1 の通信部と、

前記第 1 の通信部を介して前記複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、前記複数のスレーブ装置のタイムアウト検出回数の上限值を変更し、前記第 1 の通信部を介して変更後の前記タイムアウト検出回数の上限值を前記複数のスレーブ装置に送信する第 1 の制御部とを含み、

20

前記複数のスレーブ装置のそれぞれは、前記マスタ装置との間で通信を行う第 2 の通信部と、

前記通信ケーブルの信号品質に関する情報を取得し、当該通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっている場合、前記第 2 の通信部を介して前記マスタ装置に前記通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっていることを通知し、

前記第 2 の通信部を介して前記マスタ装置から変更後のタイムアウト検出回数の上限值を受信すると、当該タイムアウト検出回数の上限值を設定する第 2 の制御部とを含む、ネットワークシステム。

【請求項 7】

30

マスタ装置が、複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、前記複数のスレーブ装置のタイムアウト検出回数の上限值を変更するステップと、

前記変更後のタイムアウト検出回数の上限值を前記複数のスレーブ装置に送信するステップとを含む、通信制御方法。

【請求項 8】

コンピュータに通信制御方法を実行させるためのコンピュータプログラムであって、

前記通信制御方法は、複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、前記複数のスレーブ装置のタイムアウト検出回数の上限值を変更するステップと、

40

前記変更後のタイムアウト検出回数の上限值を前記複数のスレーブ装置に送信するステップとを含む、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、マスタ装置、スレーブ装置、ネットワークシステム、通信制御方法およびコンピュータプログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

ファクトリーオートメーション (Factory Automation : F A) の分野においては、作

50

業の工程を分担する様々な種類の装置の制御が行われる。工場施設等一定の領域において作業に用いられる各種のコントローラ、リモートＩ／Ｏ、および製造装置を連携して動作させるために、これらの装置を接続する、フィールドネットワークとも呼ばれる産業用ネットワークシステムが構築されている。

【０００３】

一般的な産業用ネットワークシステムでは、各種のスレーブ装置と、マスタ装置などから構成されるマスタスレーブ方式のネットワークが用いられる。スレーブ装置は、工場内に設置される設備の制御あるいはデータ収集を行う装置である。マスタ装置は、これらのスレーブを集中管理する、例えば（ＰＬＣ：Programmable Logic Controller）と呼ばれる装置である。Ethernet（登録商標）あるいはEthernet／IP（登録商標）はそうした産業用ネットワークシステムの方式の例である（ETHERNET：登録商標）。このような産業用ネットワークシステムにおいては、通信用ケーブルが各装置間に張り巡らされ、ネットワークが構築されている。

10

【０００４】

これに関連する技術として、下記の特許文献１に開示された技術がある。特許文献１は、データの再送制御機能を有する移動通信装置に関する。移動通信装置は、受信側装置におけるデータの受信品質レベルに応じて、複数の無線フレームの一部を再送専用フレームに設定する設定部と、失敗応答を受信側装置より受信すると、失敗応答の受信タイミングに対応する無線フレームに正常に受信されなかったデータを再度割り当てて再送するとともに、さらに再送専用フレームに当該データを割り当てて再送する再送制御部とを備え、再送専用フレームを設定することにより、データの再送可能回数を再送専用フレームが設定される前の最大再送回数より増加させる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【文献】国際公開第２００８／１２０２７５号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

産業用ネットワークシステムにおいて、様々な要因によってノイズが発生し、そのノイズによって通信が行えない状態が発生する場合がある。上述の特許文献１は、再送専用フレームを設定し、データの再送可能回数を再送専用フレームが設定される前の最大再送回数より増加させることにより、失敗応答に対処するものである。

30

【０００７】

しかしながら、特許文献１は、移動通信装置に関するものであり、この技術を産業用ネットワークシステムに適用することはできない。

【０００８】

本発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであり、産業用ネットワークシステムにおいて、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能なマスタ装置等を実現することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明は、上述の課題を解決するために、以下の構成を採用する。

【００１０】

本発明の一側面に係るマスタ装置は、通信ネットワークを介して複数のスレーブ装置との間で通信を行う通信部と、通信部を介して複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、複数のスレーブ装置のタイムアウト検出回数の上限值を変更し、通信部を介して変更後のタイムアウト検出回数の上限值を複数のスレーブ装置に送信する制御部とを備える。

【００１１】

50

上記構成によれば、制御部が、通信部を介して変更後のタイムアウト検出回数の上限値を複数のスレーブ装置に送信するので、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能となる。

【 0 0 1 2 】

上記一側面に係るマスタ装置において、マスタ装置はさらに、複数のスレーブ装置のそれぞれのタイムアウト検出回数の上限値を記憶する記憶部を備え、制御部は、通信部を介して複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、記憶部に記憶される複数のスレーブ装置のそれぞれのタイムアウト検出回数の上限値を増加し、通信部を介して複数のスレーブ装置に対応するタイムアウト検出回数の上限値を送信する。

10

【 0 0 1 3 】

上記構成によれば、記憶部に記憶される複数のスレーブ装置のそれぞれのタイムアウト検出回数の上限値を増加するので、スレーブ装置においてパケットを送受信できないといった状況を回避することが可能となる。

【 0 0 1 4 】

上記一側面に係るマスタ装置において、制御部は、通信部を介して複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、通信部を介して複数のスレーブ装置の全てに対して同じタイムアウト検出回数の上限値を送信する。

【 0 0 1 5 】

20

上記構成によれば、制御部が、通信部を介して複数のスレーブ装置の全てに対して同じタイムアウト検出回数の上限値を送信するので、通信ケーブルの信号品質に関する情報が正常値であるスレーブ装置でパケットを送受信できないといった状況を回避することが可能となる。

【 0 0 1 6 】

上記一側面に係るマスタ装置において、制御部は、通信部を介して通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっていたスレーブ装置から、通信ケーブルの信号品質に関する情報が正常値になっていることを受信すると、複数のスレーブ装置に対して元のタイムアウト検出回数の上限値に戻すように指示する。

【 0 0 1 7 】

30

上記構成によれば、複数のスレーブ装置に対して元のタイムアウト検出回数の上限値に戻すように指示するので、通信ネットワークの通信状態が正常に戻っている場合に、それに対応することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

本発明の一側面に係るスレーブ装置は、マスタ装置との間で通信を行う通信部と、接続される通信ケーブルの信号品質に関する情報を取得し、当該通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっている場合、通信部を介してマスタ装置に通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっていることを通知し、通信部を介してマスタ装置から変更後のタイムアウト検出回数の上限値を受信すると、当該タイムアウト検出回数の上限値を設定する制御部とを備える。

40

【 0 0 1 9 】

上記構成によれば、制御部が、通信部を介してマスタ装置から変更後のタイムアウト検出回数の上限値を受信すると、当該タイムアウト検出回数の上限値を設定するので、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

本発明の一側面に係るネットワークシステムは、マスタ装置と、複数のスレーブ装置とを備えるネットワークシステムであって、マスタ装置は、通信ネットワークを介して複数のスレーブ装置との間で通信を行う第1の通信部と、第1の通信部を介して複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信す

50

ると、複数のスレーブ装置のタイムアウト検出回数の上限值を変更し、第１の通信部を介して変更後のタイムアウト検出回数の上限值を複数のスレーブ装置に送信する第１の制御部とを含み、複数のスレーブ装置のそれぞれは、マスタ装置との間で通信を行う第２の通信部と、通信ケーブルの信号品質に関する情報を取得し、当該通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっている場合、第２の通信部を介してマスタ装置に通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値となっていることを通知し、第２の通信部を介してマスタ装置から変更後のタイムアウト検出回数の上限值を受信すると、当該タイムアウト検出回数の上限值を設定する第２の制御部とを含む。

【００２１】

上記構成によれば、第１の制御部が、第１の通信部を介して変更後のタイムアウト検出回数の上限值を複数のスレーブ装置に送信するので、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能となる。

10

【００２２】

本発明の一側面に係る通信制御方法は、マスタ装置が、複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、複数のスレーブ装置のタイムアウト検出回数の上限值を変更するステップと、変更後のタイムアウト検出回数の上限值を複数のスレーブ装置に送信するステップとを含む。

【００２３】

上記構成によれば、マスタ装置が、変更後のタイムアウト検出回数の上限值を複数のスレーブ装置に送信するので、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能となる。

20

【００２４】

本発明の一側面に係るコンピュータプログラムは、コンピュータに通信制御方法を実行させるためのコンピュータプログラムであって、通信制御方法は、複数のスレーブ装置のいずれかから通信ケーブルの信号品質に関する情報が異常値であることを受信すると、複数のスレーブ装置のタイムアウト検出回数の上限值を変更するステップと、変更後のタイムアウト検出回数の上限值を複数のスレーブ装置に送信するステップとを含む。

【００２５】

上記構成によれば、マスタ装置が、変更後のタイムアウト検出回数の上限值を複数のスレーブ装置に送信するので、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能となる。

30

【発明の効果】

【００２６】

本発明の一側面に係るマスタ装置、本発明の一側面に係るスレーブ装置、本発明の一側面に係るネットワークシステム、本発明の一側面に係る通信制御方法、本発明の一側面に係るコンピュータプログラムのいずれかによれば、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

【図１】本発明の実施形態に係るネットワークシステムに含まれるマスタ装置の機能的構成を示すブロック図である。

40

【図２】マスタ装置によるタイムアウト検出回数の上限值の変更を模式的に示す図である。

【図３】本発明の実施形態に係るマスタ装置を備えたネットワークシステムの概略構成を示す図である。

【図４】マスタ装置の処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図５】ＰＣまたはＨＭＩの処理手順を説明するためのフローチャートである。

【図６】本発明の実施形態に係るネットワークシステムに含まれるスレーブ装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図７】本発明の実施形態に係るスレーブ装置の処理手順を説明するためのフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】**【００２８】**

以下、本発明の一側面に係る実施の形態（以下、「本実施形態」とも表記する）が、図面に基づいて説明される。

【００２９】**§１ 適用例****（マスタ装置１０の構成例）**

図１は、本発明の実施形態に係るネットワークシステム１に含まれるマスタ装置１０の機能的構成を示すブロック図である。ネットワークシステム１は、マスタ装置１０と、ハブ装置１７と、スレーブ装置２１ａ～２１ｅと、ＰＣ（Personal Computer）３０とを含む。

10

【００３０】

マスタ装置１０と、スレーブ装置２１ａおよびＰＣ３０とは、Ethernet（登録商標）、Ethernet/IP（登録商標）等の通信ネットワークによって接続されている。本実施形態においては、これらの装置がEthernet/IP（登録商標）の通信ネットワークに接続されている場合について説明するが、これに限定されない。通信ネットワークは、例えば、メカトロリンク（登録商標）、CC-Link（登録商標）等のネットワークシステムであってもよい。

【００３１】

図１に示すように、マスタ装置１０とスレーブ装置２１ａとが通信ケーブル６１によって接続される。同様に、スレーブ装置２１ａとスレーブ装置２１ｂとが通信ケーブル６２によって接続され、スレーブ装置２１ｂとハブ装置１７とが通信ケーブル６３によって接続される。ハブ装置１７とスレーブ装置２１ｃとが通信ケーブル６４によって接続され、ハブ装置１７とスレーブ装置２１ｄとが通信ケーブル６５によって接続され、ハブ装置１７とスレーブ装置２１ｅとが通信ケーブル６６によって接続される。スレーブ装置２１ａ～２１ｂは、デジチェーン接続によって接続され、スレーブ装置２１ｃ～２１ｅは、スター接続によって接続される。

20

【００３２】

スレーブ装置２１ａ～２１ｅは、物理層を制御するための回路（PHY回路と呼ぶことにする。）を有しており、PHY回路によって接続される通信ケーブルのSQI（Signal Quality Indicator）（通信ケーブルの信号品質に関する情報）値を取得することが可能である。

30

【００３３】

マスタ装置１０は、制御部（第１の制御部）１０１と、記憶部１０２と、通信部（第１の通信部）１０３とを含む。通信部１０３は、Ethernet/IP（登録商標）等の通信ネットワークを介してスレーブ装置２１ａおよびＰＣ３０と接続される。なお、通信部１０３およびスレーブ装置２１ａ～２１ｅの通信は、サイクリック通信によって行われる。

【００３４】

記憶部１０２は、RAM（Random Access Memory）、フラッシュメモリ、ハードディスク等によって構成され、制御部１０１が参照するデータを記憶すると共に、一次記憶領域として使用される。

40

【００３５】

記憶部１０２は、スレーブ装置２１ａ～２１ｅのそれぞれのタイアウト検出回数の上限値を記憶している。このタイムアウト検出回数の上限値は、ユーザによって予めスレーブ装置２１ａ～２１ｅ毎に設定されている。また、全てのスレーブ装置２１ａ～２１ｅに同じタイムアウト検出回数の上限値が設定されていてもよい。

【００３６】

制御部１０１は、複数のスレーブ装置２１ａ～２１ｅのいずれかから、SQI値が異常値であることを受信すると、記憶部１０２に記憶される各スレーブ装置２１ａ～２１ｅの

50

タイムアウト検出回数の上限值を読み出す。そして、制御部 101 は、それぞれのタイムアウト検出回数の上限值を変更し、通信部 103 を介して対応するスレーブ装置 21a ~ 21e に送信する。例えば、制御部 101 は、それぞれのタイムアウト検出回数の上限值に “ 1 ” を加算して、通信部 103 を介して対応するスレーブ装置 21a ~ 21e に送信する。

【 0037 】

また、制御部 101 は、記憶部 102 に記憶される各スレーブ装置 21a ~ 21e のタイムアウト検出回数の上限值の中で最も大きい値に “ 1 ” を加算し、全てのスレーブ装置 21a ~ 21e に同じタイムアウト検出回数の上限值を送信するようにしてもよい。

【 0038 】

その後、制御部 101 は、通信部 103 を介して、S Q I 値が異常値であったスレーブ装置から、S Q I 値が正常値であるとの通知を受信すると、記憶部 102 に記憶される各スレーブ装置 21a ~ 21e のタイムアウト検出回数の上限值を読み出し、スレーブ装置 21a ~ 21e に対応するタイムアウト検出回数の上限值を送信することにより、タイムアウト検出回数を元に戻すように指示する。

【 0039 】

スレーブ装置 21a ~ 21e のそれぞれには、入力ポートと出力ポートとが設けられており、それぞれのポートに通信ケーブルが接続される。スレーブ装置 21a ~ 21e は、入力ポートおよび出力ポートのいずれの S Q I 値も取得することが可能である。

【 0040 】

スレーブ装置 21a ~ 21e のそれぞれは、定期的に自身のスレーブ装置に接続される通信ケーブルの S Q I 値を計測し、S Q I 値が異常値になっているか否かを判定する。例えば、スレーブ装置 21a ~ 21e のそれぞれは、100ms 周期（所定周期）で通信ケーブルの S Q I 値を取得し、10 回（所定回数）の S Q I 値の平均値を、それぞれのスレーブ装置の S Q I 値とする。

【 0041 】

そして、スレーブ装置 21a ~ 21e のそれぞれは、その S Q I 値と予め定められた所定値とを比較することによって、S Q I 値が異常値になっているか否かを判定する。例えば、予め定められた所定値は、「40」であり、S Q I 値がこの所定値以下の場合に、S Q I 値が異常値であると判定される。

【 0042 】

上述のように、マスタ装置 10 およびスレーブ装置 21a ~ 21e の通信は、サイクリック通信によって行っており、マスタ装置 10 がパケットをスレーブ装置 21a に送信する。スレーブ装置 21a は、パケットを受信すると、そのパケットにデータを書き込み、スレーブ装置 21b にそのパケットを送信する。同様に、パケットが順次スレーブ装置に送信され、最後のスレーブ装置 21e がパケットにデータを書き込んだ後、マスタ装置 10 に対してパケットが送信される。このようにして、各スレーブ装置 21a ~ 21e が、1つのパケットに順次データを書き込んで送信するので、マスタ装置 10 は、高速で各スレーブ装置 21a ~ 21e のデータを取得することができる。

【 0043 】

マスタ装置 10 とスレーブ装置 21a との間、またはスレーブ装置 21a ~ 21e 間でパケットの送信が行えない状態になっていると、マスタ装置 10 は、所定時間内にパケットを受信できないため、タイムアウトを検出したことをスレーブ装置 21a ~ 21e に通知する。そして、マスタ装置 10 は、パケットの再送を行う。

【 0044 】

スレーブ装置 21a ~ 21e のそれぞれは、タイムアウト検出回数の上限值となるまで、パケットを受信できないことを許容する。したがって、通信不能状態が発生しているスレーブ装置以外のスレーブ装置において、小さい値のタイムアウト検出回数の上限值が設定されていれば、そのスレーブ装置が先にタイムアウトを検出するという状況が起こり得る。このような事態を回避するために、通信ケーブル 61 ~ 66 のいずれかの S Q I 値が

10

20

30

40

50

異常値となった場合に、マスタ装置 10 は、各スレーブ装置 21a ~ 21e のタイムアウト検出回数の上限值を変更する処理を行う。

【0045】

図 2 は、マスタ装置 10 による各スレーブ装置 21a ~ 21e のタイムアウト検出回数の上限值の変更を模式的に示す図である。スレーブ装置 21a は、マスタ装置 10 と自身のスレーブ装置 21a とを接続する通信ケーブル 61 の S Q I 値を計測し、S Q I 値が異常値となっていれば、S Q I 値が異常値となっていることをマスタ装置 10 に通知する。また、スレーブ装置 21a は、自身のスレーブ装置 21a とスレーブ装置 21b とを接続する通信ケーブル 62 の S Q I 値を計測し、S Q I 値が異常値となっていれば、S Q I 値が異常値となっていることをマスタ装置 10 に通知する。

10

【0046】

スレーブ装置 21b は、自身のスレーブ装置 21b とハブ装置 17 とを接続する通信ケーブル 63 の S Q I 値を計測し、S Q I 値が異常値となっていれば、S Q I 値が異常値となっていることをマスタ装置 10 に通知する。なお、スレーブ装置 21a とスレーブ装置 21b とを接続する通信ケーブル 62 の S Q I 値の計測は、スレーブ装置 21a および 21b のいずれが行っても構わない。

【0047】

スレーブ装置 21c は、自身のスレーブ装置 21c とハブ装置 17 とを接続する通信ケーブル 64 の S Q I 値を計測し、S Q I 値が異常値となっていれば、S Q I 値が異常値となっていることをマスタ装置 10 に通知する。スレーブ装置 21d は、自身のスレーブ装置 21d とハブ装置 17 とを接続する通信ケーブル 65 の S Q I 値を計測し、S Q I 値が異常値となっていれば、S Q I 値が異常値となっていることをマスタ装置 10 に通知する。同様に、スレーブ装置 21e は、自身のスレーブ装置 21e とハブ装置 17 とを接続する通信ケーブル 66 の S Q I 値を計測し、S Q I 値が異常値となっていれば、S Q I 値が異常値となっていることをマスタ装置 10 に通知する。

20

【0048】

例えば、スレーブ装置 21a とスレーブ装置 21b とを接続する通信ケーブル 62 の S Q I 値が、異常値である「40」以下となっていれば、スレーブ装置 21a は、S Q I 値が異常値となっていることをマスタ装置 10 に通知する。マスタ装置 10 は、スレーブ装置 21a から S Q I 値が異常値となっている通知を受信すると、各スレーブ装置 21a ~ 21e のタイムアウト検出回数の上限值を変更し、スレーブ装置 21a ~ 21e のそれぞれにタイムアウト検出回数の上限值を送信する。

30

【0049】

§ 2 構成例

(ネットワークシステム 1 の全体概要)

図 3 は、本発明の実施形態に係るマスタ装置 10 を備えたネットワークシステム 1 の概略構成を示す図である。ネットワークシステム 1 は、マスタ装置 10 と、ハブ装置 15 ~ 17 と、スレーブ装置 21a ~ 21e、22a ~ 22c および 23a ~ 23c と、P C (端末装置) 30 と、H M I (Human Machine Interface) (端末装置) 40 とを含む。

【0050】

ネットワークシステムは、例えば、工場内の製造装置群が構成するフィールドネットワークシステムであってもよい。また、マスタ装置 10 は、例えば、P L C 等の装置であってもよい。

40

【0051】

マスタ装置 10 は、ハブ装置 15 および 16 を介して、通信ネットワークによって複数のスレーブ装置 21a ~ 21c、22a ~ 22c および 23a ~ 23c と接続されている。また、スレーブ装置 21b は、ハブ装置 17 を介して、スレーブ装置 21c ~ 21e と接続される。例えば、複数のスレーブ装置 21a ~ 21b、22a ~ 22c および 23a ~ 23c は、デジチェーン接続によって接続され、スレーブ装置 21c ~ 21e は、スター接続によって接続される。

50

【 0 0 5 2 】

ＰＣ３０およびＨＭＩ４０は、ハブ装置１５を介してマスタ装置１０に接続されており、マスタ装置１０への指示を送信したり、各スレーブ装置２１ａ～２１ｅのタイムアウト検出回数の上限値をマスタ装置１０に送信したりする。また、マスタ装置１０が、各スレーブ装置２１ａ～２１ｅのタイムアウト検出回数の上限値を変更する場合、ＰＣ３０およびＨＭＩ４０は、マスタ装置１０から変更された後のタイムアウト検出回数の上限値を受信する。そして、ＰＣ３０およびＨＭＩ４０は、表示部に変更された後のタイムアウト検出回数の上限値を表示するようにしてもよい。なお、ＰＣ３０およびＨＭＩ４０を、端末装置とも呼ぶ。

【 0 0 5 3 】

§ 3 動作例

図４は、マスタ装置１０の処理手順を説明するためのフローチャートである。まず、制御部１０１は、通信部１０３を介してスレーブ装置２１ａ～２１ｅのいずれかからＳＱＩ値が異常値であるとの通知を受信したか否かを判定する（Ｓ１）。どのスレーブ装置からも通知を受信していなければ（Ｓ１，Ｎｏ）、ステップＳ１の処理を繰り返す。

【 0 0 5 4 】

また、スレーブ装置２１ａ～２１ｅのいずれかからＳＱＩ値が異常値であるとの通知を受信した場合、制御部１０１は、記憶部１０２に記憶される各スレーブ装置２１ａ～２１ｅのタイムアウト検出回数の上限値を読み出し、タイムアウト検出回数の上限値に１を加算する。そして、制御部１０１は、通信部１０３を介して各スレーブ装置２１ａ～２１ｅに対して対応するタイムアウト検出回数の上限値を送信し、タイムアウト検出回数の上限値の変更を指示する（Ｓ２）。

【 0 0 5 5 】

次に、制御部１０１は、保持時間が経過したか否かを判定する（Ｓ３）。この保持時間は、タイムアウト検出回数の上限値を変更した後、その状態を保持するための時間である。この保持時間は、ユーザによって予め設定されているものとする。保持時間が経過していなければ（Ｓ３，Ｎｏ）、ステップＳ３の処理を繰り返す。

【 0 0 5 6 】

また、保持時間が経過していれば（Ｓ３，Ｙｅｓ）、制御部１０１は、通信部１０３を介してＳＱＩ値が異常値であったスレーブ装置からＳＱＩ値が正常値であるとの通知を受信したか否かを判定する（Ｓ４）。ＳＱＩ値が正常値であるとの通知を受信していなければ（Ｓ４，Ｎｏ）、ステップＳ２に戻って以降の処理を繰り返す。この場合、ＳＱＩ値が異常値であったスレーブ装置の通信不良が解消されていないため、再度タイムアウト検出回数の変更を行う。

【 0 0 5 7 】

また、通信部１０３を介してＳＱＩ値が正常値であるとの通知を受信していれば（Ｓ４，Ｙｅｓ）、制御部１０１は、記憶部１０２に記憶される各スレーブ装置２１ａ～２１ｅのタイムアウト検出回数の上限値を読み出し、スレーブ装置２１ａ～２１ｅに対応するタイムアウト検出回数の上限値を送信することにより、タイムアウト検出回数を元に戻すように指示する（Ｓ５）。

【 0 0 5 8 】

最後に、制御部１０１は、処理を終了するか否かを判定する（Ｓ６）。例えば、システムの停止指示を受けた場合、処理を終了すると判定する。処理を終了しない場合（Ｓ６，Ｎｏ）、ステップＳ１に戻って以降の処理を繰り返す。また、処理を終了する場合（Ｓ６，Ｙｅｓ）、そのまま処理を終了する。

【 0 0 5 9 】

図５は、ＰＣ３０またはＨＭＩ４０の処理手順を説明するためのフローチャートである。まず、ＰＣ３０またはＨＭＩ４０は、ユーザによって、タイムアウト検出回数変更機能が有効にされたか否かを判定する（Ｓ１１）。タイムアウト検出回数変更機能が有効にされていないければ（Ｓ１１，Ｎｏ）、そのまま処理を終了する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

また、タイムアウト検出回数変更機能が有効にされていれば（ S 1 1 , Y e s ）、 P C 3 0 または H M I 4 0 は、ユーザによって設定された各スレーブ装置 2 1 a ~ 2 1 e のタイムアウト検出回数の上限値を、マスタ装置 1 0 に通知する（ S 1 2 ）。

【 0 0 6 1 】

次に、 P C 3 0 または H M I 4 0 は、ユーザによって設定されたタイムアウト検出回数の上限値の変更を保持する時間を、マスタ装置 1 0 に通知する（ S 1 3 ）。

【 0 0 6 2 】

最後に、処理を終了するか否かが判定される（ S 1 4 ）。処理を終了しない場合（ S 1 4 , N o ）、ステップ S 1 2 に戻って以降の処理を繰り返す。また、処理を終了する場合（ S 1 4 , Y e s ）、そのまま処理を終了する。

10

【 0 0 6 3 】

（スレーブ装置 2 1 a の構成例）

図 6 は、本発明の実施形態に係るネットワークシステム 1 に含まれるスレーブ装置 2 1 a の機能的構成を示すブロック図である。スレーブ装置 2 1 a は、制御部（第 2 の制御部） 2 1 1 と、記憶部 2 1 2 と、通信部（第 2 の通信部） 2 1 3 とを含む。なお、スレーブ装置 2 1 a ~ 2 1 e は、同様の構成および機能を有しているため、代表してスレーブ装置 2 1 a の説明のみを行うことにする。

【 0 0 6 4 】

通信部 2 1 3 は、 E t h e r C A T （登録商標）等の通信ネットワークを介してマスタ装置 1 0 およびスレーブ装置 2 1 b と接続される。なお、通信部 2 1 3 およびスレーブ装置 2 1 b ~ 2 1 e の通信は、サイクリック通信によって行われる。

20

【 0 0 6 5 】

記憶部 2 1 2 は、 R A M 、フラッシュメモリ、ハードディスク等によって構成され、制御部 2 1 1 が参照するデータを記憶すると共に、一次記憶領域として使用される。

【 0 0 6 6 】

制御部 2 1 1 は、定期的に通信ケーブル 6 1 の S Q I 値を取得して、記憶部 2 1 2 に記憶する。例えば、制御部 2 1 1 は、 1 0 0 m s 周期（所定周期）で通信ケーブル 6 1 の S Q I 値を取得し、 1 0 回（所定回数）分の S Q I 値の平均値を、通信ケーブル 6 1 の S Q I 値とする。そして、制御部 2 1 1 は、 S Q I 値（平均値）が予め定められた異常値以下となっているか否かを判定する。

30

【 0 0 6 7 】

S Q I 値が異常値となっていれば、制御部 2 1 1 は、通信部 2 1 3 を介してマスタ装置 1 0 に S Q I 値が異常値となっていることを通知する。その後、制御部 2 1 1 は、通信部 2 1 3 を介してマスタ装置 1 0 からタイムアウト検出回数の上限値の変更指示を受信すると、記憶部 2 1 2 にこのタイムアウト検出回数の上限値を記憶する。制御部 2 1 1 は、このタイムアウト検出回数の上限値に基づいて、パケットが受信できないことを許容する。

【 0 0 6 8 】

また、制御部 2 1 1 は、タイムアウト検出回数の上限値を変更した後、定期的に通信ケーブル 6 1 の S Q I 値を取得し、 S Q I 値が異常値から正常値に回復したか否かを判定する。 S Q I 値が異常値から正常値に回復していれば、制御部 2 1 1 は、通信部 2 1 3 を介してマスタ装置 1 0 に S Q I 値が異常値から正常値に回復したことを通知する。

40

【 0 0 6 9 】

図 7 は、本発明の実施形態に係るスレーブ装置 2 1 a の処理手順を説明するためのフローチャートである。まず、制御部 2 1 1 は、通信ケーブル 6 1 の S Q I 値を取得し、 S Q I 値が異常値であるか否かを判定する（ S 2 1 ）。 S Q I 値が異常値でなければ（ S 2 1 , N o ）、ステップ S 2 1 の処理を繰り返す。

【 0 0 7 0 】

また、 S Q I 値が異常値であれば（ S 2 1 , Y e s ）、制御部 2 1 1 は、通信部 2 1 3 を介して S Q I 値が異常値であることをマスタ装置 1 0 に通知する（ S 2 2 ）。その後、

50

制御部 2 1 1 は、通信部 2 1 3 を介してマスタ装置 1 0 からタイムアウト検出回数の上限值の変更指示を受信したか否かを判定する (S 2 3) 。

【 0 0 7 1 】

タイムアウト検出回数の上限值の変更指示を受信していなければ (S 2 3 , N o) 、ステップ S 2 3 の処理を繰り返す。また、タイムアウト検出回数の変更指示を受信していれば (S 2 3 , Y e s) 、記憶部 2 1 2 に変更後のタイムアウト検出回数の上限値を記憶し、タイムアウト検出回数の上限値を変更する (S 2 4) 。

【 0 0 7 2 】

次に、制御部 2 1 1 は、通信ケーブル 6 1 の S Q I 値を取得し、S Q I 値が正常値となっているか否かを判定する (S 2 5) 。S Q I 値が正常値となっていなければ (S 2 5 , N o) 、ステップ S 2 5 の処理を繰り返す。また、S Q I 値が正常値となっていれば (S 2 5 , Y e s) 、制御部 2 1 1 は、通信部 2 1 3 を介してマスタ装置 1 0 に S Q I 値が正常値であることを通知する (S 2 6) 。

【 0 0 7 3 】

次に、制御部 2 1 1 は、通信部 2 1 3 を介してマスタ装置 1 0 からタイムアウト検出回数の上限値を元に戻す指示を受信したか否かを判定する (S 2 7) 。タイムアウト検出回数の上限値を元に戻す指示を受信していなければ (S 2 7 , N o) 、ステップ S 2 7 の処理を繰り返す。また、タイムアウト検出回数の上限値を元に戻す指示を受信していれば (S 2 7 , Y e s) 、制御部 2 1 1 は、タイムアウト検出回数の上限値を元に戻す (S 2 8) 。

【 0 0 7 4 】

最後に、制御部 2 1 1 は、処理を終了するか否かを判定する (S 2 9) 。例えば、システムの停止指示を受けた場合、処理を終了すると判定する。処理を終了しない場合 (S 2 9 , N o) 、ステップ S 2 1 に戻って以降の処理を繰り返す。また、処理を終了する場合 (S 2 9 , Y e s) 、そのまま処理を終了する。

【 0 0 7 5 】

§ 4 作用、効果

本発明の実施形態によれば、マスタ装置 1 0 の制御部 1 0 1 が、通信部 1 0 3 を介して変更後のタイムアウト検出回数の上限値を複数のスレーブ装置 2 1 a ~ 2 1 e に送信するので、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能となる。

【 0 0 7 6 】

また、制御部 1 0 1 は、記憶部 1 0 2 に記憶される複数のスレーブ装置 2 1 a ~ 2 1 e のそれぞれのタイムアウト検出回数の上限値を増加して送信するので、スレーブ装置 2 1 a ~ 2 1 e においてパケットを送信できないといった状況を回避することが可能となる。

【 0 0 7 7 】

また、制御部 1 0 1 は、通信部 1 0 3 を介して複数のスレーブ装置 2 1 a ~ 2 1 e の全てに対して同じタイムアウト検出回数の上限値を送信するので、S Q I 値が正常値であるスレーブ装置でタイムアウトを検出するといった状況を回避することが可能となる。

【 0 0 7 8 】

また、制御部 1 0 1 は、S Q I 値が正常値になっていることを受信すると、複数のスレーブ装置 2 1 a ~ 2 1 e に対して元のタイムアウト検出回数の上限値に戻すように指示するので、通信ネットワークの通信状態が正常に戻っている場合に、それに対応することが可能となる。

【 0 0 7 9 】

また、スレーブ装置 2 1 a の制御部 2 1 1 が、通信部 2 1 3 を介してマスタ装置 1 0 から変更後のタイムアウト検出回数の上限値を受信すると、当該タイムアウト検出回数の上限値を設定するので、通信ネットワークの通信状態が一時的に悪化している場合でも、通信不能となることを回避することが可能となる。

【 0 0 8 0 】

10

20

30

40

50

〔ソフトウェアによる実現例〕

マスタ装置 1 0 およびスレーブ装置 2 1 a の機能ブロック（特に、制御部 1 0 1 および 2 1 1 ）は、集積回路（ＩＣチップ）等に形成された論理回路（ハードウェア）によって実現してもよいし、ソフトウェアによって実現してもよい。

【 0 0 8 1 】

後者の場合、マスタ装置 1 0 およびスレーブ装置 2 1 a は、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するコンピュータを備えている。このコンピュータは、例えば 1 つ以上のプロセッサを備えていると共に、上記プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を備えている。そして、上記コンピュータにおいて、上記プロセッサが上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本発明の目的が達成される。

10

【 0 0 8 2 】

上記プロセッサとしては、例えば CPU（Central Processing Unit）を用いることができる。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、ROM（Read Only Memory）等の他、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムを展開する RAM などを更に備えていてもよい。また、上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体（通信ネットワークや放送波等）を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本発明の一態様は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

20

【 0 0 8 3 】

本発明は上述した各実施形態、実施例に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態、実施例にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

1 ネットワークシステム

1 0 マスタ装置

1 5 ~ 1 7 ハブ装置

2 1 a ~ 2 1 e , 2 2 a ~ 2 2 c , 2 3 a ~ 2 3 c スレーブ装置

30

3 0 P C

4 0 H M I

6 1 ~ 6 6 通信ケーブル

1 0 1 , 2 1 1 制御部

1 0 2 , 2 1 2 記憶部

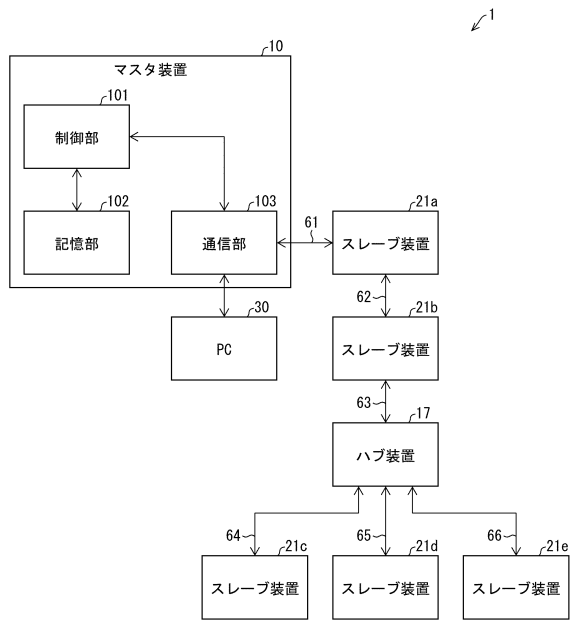
1 0 3 , 2 1 3 通信部

40

【図面】

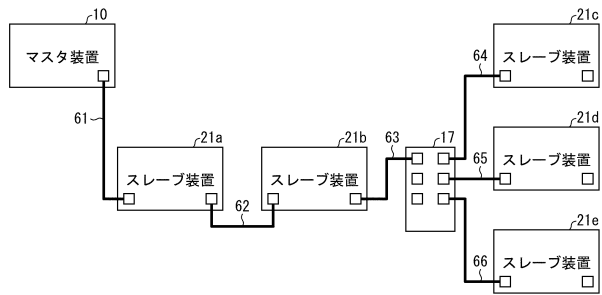
【図 1】

図 1



【図 2】

図 2

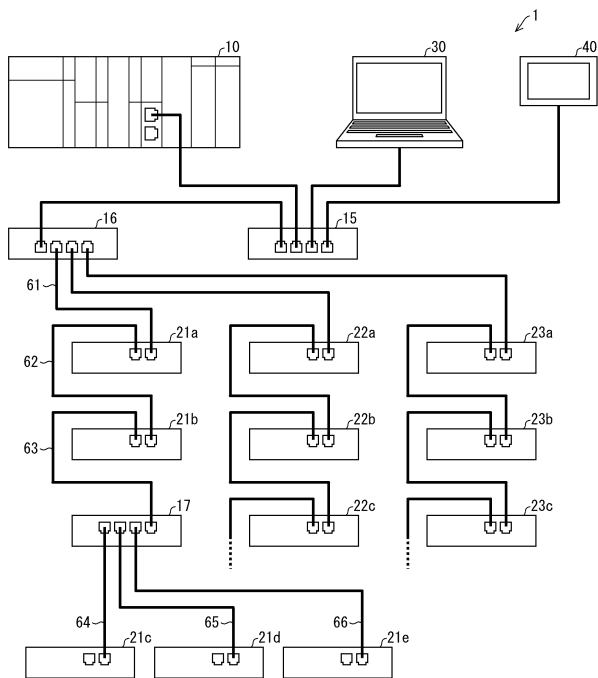


10

20

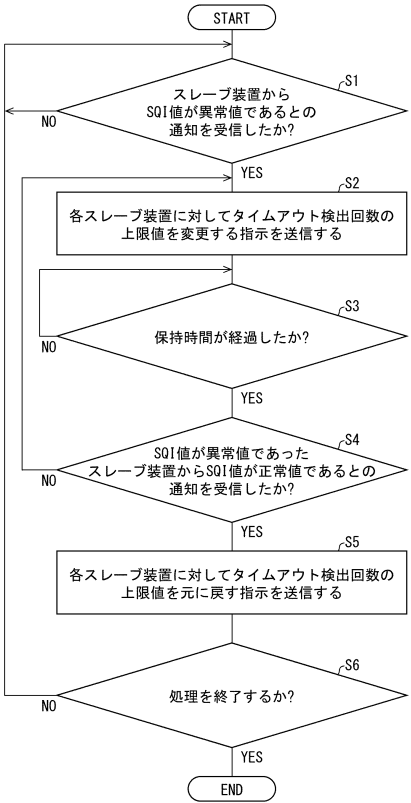
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4

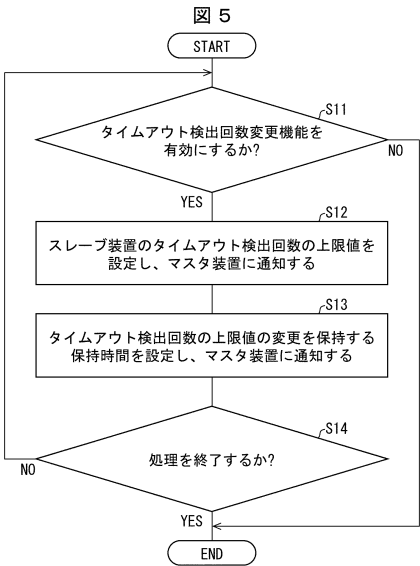


30

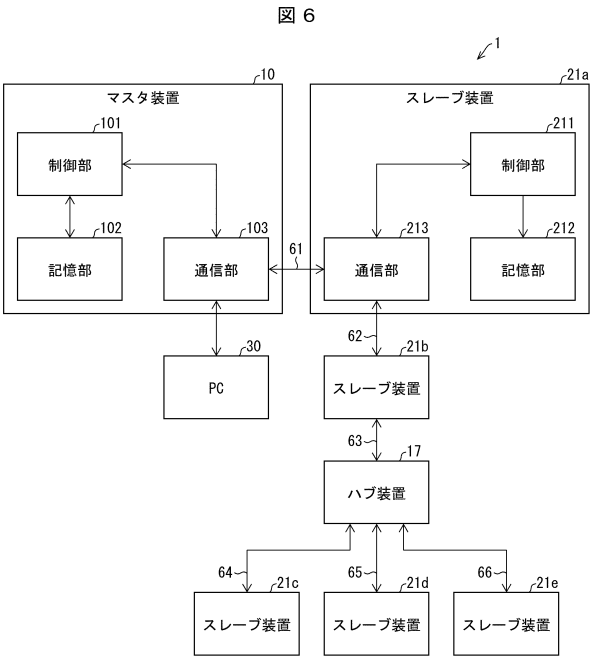
40

50

【図 5】



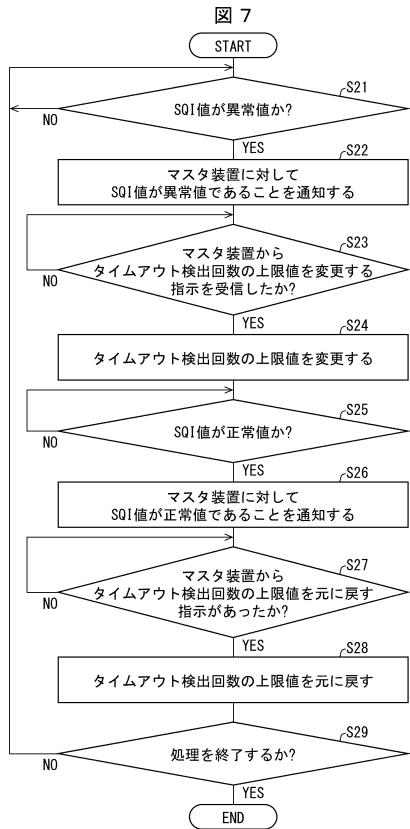
【図 6】



10

20

【図 7】



30

40

50

フロントページの続き

審査官 速水 雄太

- (56)参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 7 3 2 9 7 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 9 5 6 5 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 8 / 1 2 0 2 7 5 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 L 1 2 / 0 0 - 1 2 / 6 6
4 1 / 0 0 - 1 0 1 / 6 9 5