

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4396740号
(P4396740)

(45) 発行日 平成22年1月13日(2010.1.13)

(24) 登録日 平成21年10月30日(2009.10.30)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4L	12/28	(2006.01)	HO4L	12/28	200M
HO4L	29/14	(2006.01)	HO4L	13/00	313
HO4J	3/16	(2006.01)	HO4J	3/16	Z

請求項の数 3 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2007-199265 (P2007-199265)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成19年7月31日(2007.7.31)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2009-38477 (P2009-38477A)	(74) 代理人	110000578 名古屋国際特許業務法人
(43) 公開日	平成21年2月19日(2009.2.19)	(72) 発明者	児玉 朋子 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成20年12月24日(2008.12.24)	(72) 発明者	川上 英一郎 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	福岡 裕貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のタイムスロットが設定され、各ノードは、割り当てられたタイムスロットにて、周期的にフレームを送信するタイム・トリガ型の時分割多重通信システムであって、前記各ノードから送信されるフレームには、フレームが送信されるタイムスロットの識別コードが記される時分割多重通信システム

の通信バスに接続されて、前記時分割多重通信システムを診断する診断装置であって、前記通信バスから入力される通信信号のエッジを検出して、エッジ間の時間長さを計測することにより、前記通信バスを介してノード間で行われている通信のビット長を特定するビット長計測手段と、

前記ビット長計測手段により特定されたビット長に合わせて、前記通信バスから入力される通信信号をデコードし、前記通信信号に含まれるフレームに記された前記識別コード、及び、前記フレームの受信時刻を特定する信号処理手段と、

前記信号処理手段により特定された受信時刻及び識別コードを、記憶する受信履歴記憶手段と、

前記受信履歴記憶手段が記憶する受信時刻及び識別コードに基づき、予め定められた診断対象のタイムスロットにて、送信されているフレームの送信周期を、推定する送信周期推定手段と、

前記送信周期推定手段による送信周期の推定後、前記診断対象のタイムスロットにおいて、前記送信周期推定手段により推定された送信周期で、フレームが送信されているか否

かを、前記信号処理手段により特定されるフレームの受信時刻及び識別コードの情報に基づき、判定する送信周期異常判定手段と、

前記送信周期異常判定手段により、前記推定された送信周期でフレームが送信されていないと判定されると、通信の異常を報知する報知手段と、

を備えると共に、

予め設定された通信スケジュールを表す通信パラメータに基づき動作して、前記通信バスを流れる通信信号から、前記各ノードが、割り当てられたタイムスロット内で、正常にフレームを送信しているか否かを判定するフレーム異常判定手段と、

前記通信バスから入力され前記信号処理手段によりデコードされた通信信号に基づき、前記フレーム異常判定手段に設定すべき前記通信パラメータを導出し、前記導出した通信パラメータを、前記フレーム異常判定手段に設定するパラメータ設定手段と、

を備え、

前記報知手段は、更に、前記フレーム異常判定手段により、正常にフレームを送信していないと判定されると、通信の異常を報知する構成にされていること

を特徴とする診断装置。

【請求項 2】

前記送信周期異常判定手段は、

前記診断対象のタイムスロットにて送信されたフレームを自装置が受信すると、前記信号処理手段にて特定された当該フレームの受信時刻と、前記送信周期推定手段により推定された当該フレームの送信周期と、に基づき、当該フレームと同一のタイムスロットにて送信されるフレームの次回受信時刻を予測する予測手段と、

前記診断対象のタイムスロットにて送信されたフレームを自装置が受信すると、前記信号処理手段にて特定された当該フレームの受信時刻と、このフレームについて前記予測手段により前回予測された受信時刻との誤差を算出する誤差算出手段と、

を備え、

前記誤差算出手段により算出された誤差に基づき、前記診断対象のタイムスロットにおいて、前記送信周期推定手段により推定された送信周期で、フレームが送信されているか否かを判定する構成にされていること

を特徴とする請求項 1 記載の診断装置。

【請求項 3】

前記送信周期異常判定手段は、前記誤差算出手段により算出された誤差が所定の基準値を超えている場合、前記送信周期推定手段により推定された送信周期でフレームが送信されていないと判定し、前記誤差算出手段により算出された誤差が前記基準値以下である場合、前記送信周期推定手段により推定された送信周期でフレームが送信されていると判定する構成にされていること

を特徴とする請求項 2 記載の診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、時分割多重通信システムの通信バスに接続され、通信バスを流れる通信信号から、システムを診断する診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、時分割多重通信システムとしては、イベント・トリガ型の通信システム、及び、タイム・トリガ型の通信システムが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

イベント・トリガ型の通信システムは、各ノードが、イベントの発生に伴って、通信要求を発生し、送信権を獲得することができた場合に限り、送信対象のデータを送信し、各ノード間でデータの送受を行うものである。

【0003】

一方、タイム・トリガ型の通信システムは、一定時間を複数のタイムスロットに分割し

10

20

30

40

50

て、各ノードに、個別のタイムスロットを割り当て、各ノードが、他のノードとは重複しない個別の時間帯に、データを送信するようにしたシステムである。

【0004】

タイム・トリガ型の通信システムでは、タイムスロット数、ビット長、スロット長、フレーム長等の種々の通信パラメータを通じて、各ノードに、通信スケジュールを設定する必要がある。また、これらの通信パラメータは、クロック精度やバス遅延を考慮して、決定する必要がある。このため、この種の通信システムでは、設計者の意図した通りに、システムが動作しない場合がある。

【0005】

また、タイム・トリガ型の通信システムでは、各ノードからのデータ送信タイミングがタイムスロットで規定されているため、アプリケーションプログラムの実行遅延等で、送信タイミングまでに、送信対象のデータの生成が間に合わないと、このノードからは、送信対象のデータを送信することができず、データの送信抜けが生じる。

10

【0006】

このように、タイム・トリガ型の通信システムでは、種々の原因により、システムが、正常に動作しない場合がある。このため、従来では、診断装置にて、正しく通信が行われているかどうかを検査して、システムを診断することが行われている。

【0007】

従来の診断方法としては、例えば、通信信号をデコードして、これを記録し、設計者が、この記録内容を、コンピュータ等を通じて解析することで、システムを診断する方法が知られている。また、別の診断方法としては、診断装置に、通信スケジュールを設定することで、診断装置をシステムに同期させ、この状態で、システムを診断する方法が知られている。

20

【特許文献1】特開2006-319394号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来の診断方法では、次のような問題があった。例えば、通信信号をデコードして、これを記録し、設計者が、この記録内容を、コンピュータ等を解析することで、システムを診断する方法では、通信信号の内容（「0」「1」）を把握することができ、フレームの送信動作に係る挙動を、時間的な視点から、把握することができないといった問題があった。また、この診断方法では、所定時間、通信信号をデコードした結果を記録して、記録内容を、コンピュータ等で解析する程度であるため、リアルタイムに、システムを診断することができないといった問題があった。

30

【0009】

その他、診断装置をシステムに同期させる方法では、診断装置に、誤った通信パラメータが設定されてしまうと、適切な診断を行うことができないといった問題があった。また、通信パラメータの設定ミスについては、気づきにくいいため、設計者が、システムの異常を解消するのに、無駄な考察をしてしまう可能性があった。

【0010】

40

また、特許文献1には、診断装置に自動で通信スケジュールを設定する技術が開示されているが、この技法は、診断対象であるタイム・トリガ型の通信システムとは別に、通信システムが併設された環境で、これらのネットワークを結ぶゲートウェイ装置から、通信スケジュールを取得して、診断装置をシステムに同期させるものであるため、複数の通信システムが併設された環境以外では、利用することができないといった問題があった。

【0011】

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、タイム・トリガ型の時分割多重通信システムにおいて、各ノードから適切にデータの送信動作がなされているか否かを、簡便に診断可能な技術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】

50

【 0 0 1 2 】

かかる目的を達成するためになされた本発明（請求項 1 記載）の診断装置は、各ノードが、予め割り当てられたタイムスロットにて、周期的にフレームを送信するタイム・トリガ型の時分割多重通信システムであって、各ノードから送信されるフレームには、フレームが送信されるタイムスロットの識別コードが記される時分割多重通信システム、の通信バスに接続されて、使用されるものである。この診断装置は、上記種類の時分割多重通信システムを診断するのに用いられる。

【 0 0 1 3 】

この診断装置は、通信バスから入力される通信信号のエッジを検出して、エッジ間の時間長さを計測することにより、通信バスを介してノード間で行われている通信のビット長を特定するビット長計測手段と、ビット長計測手段により特定されたビット長に合わせて、通信バスから入力される通信信号をデコードし、この通信信号に含まれるフレームに記された識別コード及びフレームの受信時刻を特定する信号処理手段と、を備え、信号処理手段にて特定されたフレームの受信時刻及び識別コードを、受信履歴記憶手段により記憶する。

10

【 0 0 1 4 】

また、診断装置は、受信履歴記憶手段が記憶する受信時刻及び識別コードの情報に基づき、診断対象のタイムスロットにて送信されるフレームの送信周期を推定する送信周期推定手段を備え、送信周期推定手段による送信周期の推定後、診断対象のタイムスロットにおいて、上記推定された送信周期で、フレームが送信されているか否かを、信号処理手段にて特定されるフレームの受信時刻及び識別コードの情報に基づき、送信周期異常判定手段により判定する。そして、送信周期異常判定手段により、上記推定された送信周期でフレームが送信されていないと判定されると、通信の異常を、報知手段により報知する。

20

【 0 0 1 5 】

この他、本発明の診断装置は、予め設定された通信スケジュールを表す通信パラメータに基づき動作して、通信バスを流れる通信信号から、各ノードが、割り当てられたタイムスロット内で、正常にフレームを送信しているか否かを判定するフレーム異常判定手段と、通信バスから入力され信号処理手段によりデコードされた通信信号に基づき、フレーム異常判定手段に設定すべき上記通信パラメータを導出し、導出した通信パラメータを、フレーム異常判定手段に設定するパラメータ設定手段と、を備え、フレーム異常判定手段により、正常にフレームを送信していないと判定されると、通信の異常を報知する構成にされている。

30

【 0 0 1 6 】

このように構成された診断装置では、作業者が当該診断装置を通信バスに接続すると、作業者が診断装置にビット長等を設定しなくとも、通信信号がデコードされて、診断対象のタイムスロットにて一定周期でフレームが送信されているか否かが検査される。即ち、本発明の診断装置によれば、作業者は、診断装置にビット長等を設定せずに、簡単な作業で、システムの診断を行うことができ、一定周期でフレームが送信されているかを検査することができる。

【 0 0 1 7 】

従って、作業者は、簡単な作業で、各ノードから適切な周期で、送信漏れなく、フレームが送信されているか否かを検査することができ、各ノードにて、アプリケーションプログラムが遅延なく正常にデータを生成しているか否か等、システムが正常動作しているか否かを診断することができる。即ち、この発明によれば、簡便に、各ノードから適切にデータの送信動作がなされているか否かを、時間的な視点で検査して、システムを診断することができる。

40

また、診断装置に、スロット長等の通信スケジュールを表す通信パラメータを設定して、診断装置を、通信システムに同期させれば、フレームが定期的に送信されているか否かに加えて、例えば、タイムスロット内に、正常にフレームが納まっているか否か等の検査を行うことができるが、従来のように、通信パラメータの入力を作業員から受け付けて、

50

診断装置に通信スケジュールを設定し、診断装置を通信システムに同期させる場合には、作業者の入力ミス等により、診断装置に正しい通信スケジュールが設定されない場合があり、この場合には、誤った診断が行われることになる。

そこで、本発明では、上述したように、通信バスから入力される通信信号に基づき、通信パラメータを設定する手段を設けている。

従って、本発明の診断装置によれば、作業者に対し通信パラメータの入力を求めることなく、システムに同期して通信信号を監視することができ、フレームの送信抜け等に加えて、フレームがタイムスロットからはみ出すように送信されていないかどうか等の詳細な検査を行うことができ、詳細にシステムを診断することができる。即ち、この診断装置によれば、簡便に、システムの詳細な診断を行うことができる。

10

【0018】

尚、診断装置は、診断対象のタイムスロットを、入力手段を通じて入力されるユーザからの指令に従って、定める構成にすることができる。また、診断対象のタイムスロットは、設計段階で、予め定められても良い。例えば、全タイムスロットを診断対象のタイムスロットとすれば、当該診断装置で、全タイムスロットの診断を行うことができる。

【0019】

また、上述の診断装置には、診断対象のタイムスロットにて送信されたフレームを自装置が受信すると、当該フレームについての受信時刻と、送信周期推定手段により推定された当該フレームの送信周期と、に基づき、当該フレームと同一のタイムスロットにて送信されるフレームの次回受信時刻を予測する予測手段を設けるとよい。

20

【0020】

また、この診断装置には、診断対象のタイムスロットにて送信されたフレームを受信すると、当該フレームについての受信時刻と、このフレームについて予測手段により前回予測された受信時刻との誤差を算出する誤差算出手段を設け、送信周期異常判定手段は、誤差算出手段により算出された誤差に基づき、診断対象のタイムスロットにおいて、送信周期推定手段により推定された送信周期で、フレームが送信されているか否かを判定する構成にされるとよい（請求項2）。

【0021】

このように、フレームの受信時点で、次回のフレームの受信時刻を予測し、診断対象のタイムスロットにおいて、送信周期推定手段により推定された送信周期で、フレームが送信されているか否かを判定するようによれば、リアルタイムに、適切な送信周期でフレームが送信されているか否かを判定することができ、通信の異常を、迅速に報知することができる。従って、作業者は、異常が報知された時点で、直ちに、異常の発生原因を究明することができ、迅速に、システムを修正することができる。

30

【0022】

また、送信周期異常判定手段は、具体的に、上記誤差が所定の基準値を超えている場合、フレームが送信周期推定手段により推定された送信周期で送信されていないと判定し、上記誤差が基準値以下である場合、フレームが送信周期推定手段により推定された送信周期で送信されていると判定する構成にすることができる（請求項3）。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0029】

以下に本発明の実施例について、図面と共に説明する。

図1は、本発明が適用された診断装置10の構成を表すブロック図である。本実施例の診断装置10は、診断対象の通信システム30において通信信号の伝送に用いられる通信バス31に接続され、診断対象の通信システム30を診断するものである。

【0030】

本実施例の診断装置10が診断対象とする通信システム30は、タイム・トリガ型の時分割多重通信システムである。この通信システム30を構成する各ノード33は、タイム・トリガ方式にて、通信バス31を通じ、通信信号を伝送し、他のノード33と通信を行う。

50

【 0 0 3 1 】

具体的に、この通信システム 30 では、一定時間が通信サイクルとして定められており、当該一定時間が、定期送信セグメントと、イベント送信セグメントと、ネットワークアイドル時間と、に分割されている。図 2 は、1 通信サイクル内での通信の態様を示した説明図である。

【 0 0 3 2 】

図 2 に示すように、定期送信セグメントは、複数のタイムスロットの集合からなり、定期送信セグメントの時間長さは、定期送信セグメントを構成するタイムスロットのスロット長とスロット数との積で規定されている。以下では、定期送信セグメントを構成するタイムスロットのことを、特に、定期送信スロットと表現する。

10

【 0 0 3 3 】

定期送信セグメントにおける定期送信スロットのスロット長及びスロット数は、システムの設計時に設計者により定められるが、各定期送信スロットのスロット長は、定期送信セグメントにおいて同じ値に設定される。

【 0 0 3 4 】

各定期送信スロットは、通信システム 30 を構成する複数のノード 33 のいずれか一つに対し割り当てられており、各ノード 33 は、定期送信セグメントにおいて、自ノードに割り当てられた定期送信スロットの到来時に、送信待ちのフレームを、通信バス 31 に送出する。以下では、定期送信スロットにて送信されるフレームのことを、特に、定期送信フレームと表現する。

20

【 0 0 3 5 】

図 2 下段には、定期送信スロットのビットストリームを表す。図 2 下段に示すように、定期送信スロットでは、アイドル時間の経過後、フレームの送信に先立つスタートシーケンスが伝送され、その後、フレームが伝送され、フレームの伝送後には、エンドシーケンスが伝送される。尚、スタートシーケンスのビット数、及び、エンドシーケンスのビット数は、プロトコルにより、固定値に定められている。

【 0 0 3 6 】

定期送信フレームは、ヘッダ・セグメントと、ペイロード・セグメントと、トレーラ・セグメントと、からなり、ヘッダ・セグメントには、フレーム ID、ペイロード長、サイクル・カウンタ等の情報が記述される。尚、フレーム ID は、タイムスロットの識別コードを表すものである。

30

【 0 0 3 7 】

即ち、本実施例の通信システム 30 において、フレームのヘッダ・セグメントには、当該フレームが送信されるタイムスロットの識別コードが記述される。通信システム 30 において、各タイムスロットには、タイムスロットの識別コードとして、通信サイクルの先頭から、順にスロット番号が連番で割り当てられており、ヘッダ・セグメントには、フレーム ID として、このスロット番号が記述される。

【 0 0 3 8 】

また、サイクル・カウンタは、通信サイクルの到来回数を表すものである。この通信システム 30 では、1 通信サイクルが 回繰り返されると、サイクル・カウンタがリセットされるように、各ノード 33 が構成されている。また、ヘッダ・セグメントに記述されるペイロード長は、ペイロード・セグメントの長さを表すものである。

40

【 0 0 3 9 】

この他、ペイロード・セグメントには、送信対象のデータ本体が記述され、トレーラ・セグメントには、CRC 値が記述される。尚、ヘッダ・セグメント及びトレーラ・セグメントは、プロトコルで長さが固定値に定められており、本実施例が診断対象とする通信システム 30 では、設計者が設定するペイロード長によりフレーム長が規定される。

【 0 0 4 0 】

また、イベント送信セグメントは、可変長のタイムスロットの集合からなる。このイベント送信セグメントでは、フレームの送信に伴って、スロット長が、最小単位の整数倍に

50

拡張される。以下では、このイベント送信セグメントを構成するタイムスロットを、イベント送信スロットと表現し、このイベント送信スロットを通じて送信されるフレームのことを、イベント送信フレームと表現する。

【 0 0 4 1 】

このイベント送信セグメントにおいて、フレームの送信を伴わないイベント送信スロットは、そのスロット長が、最小単位に設定されるが、このイベント送信セグメント自体の長さは、各スロット長が変化しても変化することなく、固定で維持される。

【 0 0 4 2 】

このように、イベント送信セグメントでは、フレームの送信有無によってスロット長が可変であるため、イベント送信セグメントは、各ノード 3 3 から非定期的なデータを送信するの用に用いられる。一方、定期送信セグメントは、定期的なデータの送信に用いられる。

10

【 0 0 4 3 】

即ち、本実施例が診断対象とする通信システム 3 0 では、正常な通信が行われている場合、各定期送信スロットにて、通信サイクルの整数倍の周期で、フレームが送信される。例えば、スロット番号 5 の定期送信スロットでは、通信サイクルの 1 倍の周期で、フレームが送信され、スロット番号 6 の定期送信スロットでは、通信サイクルの 2 倍の周期で、フレームが送信される（図 1 0 参照）。

【 0 0 4 4 】

但し、通信システム 3 0 が正常に動作していない場合には、一部フレームの送信抜けが発生して、定期送信スロットから一定周期でフレームが送信されないことになる。このような事象が発生する原因としては、該当するノードで、送信対象のデータの生成が円滑に行われず、割り当てられたタイムスロットの到来時まで、データの生成が間に合わないことなどが挙げられる。この場合には、ノードから、送信されるべきサイクルで、フレームが送信されず、対応するフレームが、次サイクルで送信されることになる。

20

【 0 0 4 5 】

また、通信システム 3 0 が車両に搭載されるシステムである場合には、バッテリーの消耗による電圧低下などで、ノード 3 3 の動作が不安定になり、上述の送信抜けが生じることもある。

【 0 0 4 6 】

本実施例の診断装置 1 0 は、このような送信抜けを検知して、システムの正常 / 異常を診断する機能を有し、これを、作業者に対して、細やかな通信パラメータの入力を求めることなく、実現する。

30

【 0 0 4 7 】

続いて、この機能を有する本実施例の診断装置 1 0 の構成について、具体的に説明する。本実施例の診断装置 1 0 は、図 1 に示すように、制御部 1 1 と、記憶部 1 3 と、インタフェース (I / F) 部 1 5 と、表示部 1 7 と、入力部 1 9 と、通信部 2 1 と、速度計測部 2 3 と、を備える。

【 0 0 4 8 】

制御部 1 1 は、マイクロコンピュータを備え、マイクロコンピュータにて各種演算処理を実行し、診断装置 1 0 各部を統括制御するものである。一方、記憶部 1 3 は、半導体製メモリで構成され、制御部 1 1 による演算処理の結果得られたデータ等を記憶するために用いられる。また、インタフェース部 1 5 は、外部装置と通信可能に構成されたものであり、外部装置が接続されると、外部装置と通信し、例えば、制御部 1 1 に制御されて、記憶部 1 3 に記憶されたデータ（例えば、後述するログファイル等）を外部装置に出力する。

40

【 0 0 4 9 】

また、入力部 1 9 は、操作キーやポインティングデバイス等で構成され、ユーザインタフェースとして機能するものである。

この他、表示部 1 7 は、液晶ディスプレイやスピーカ等から構成され、制御部 1 1 に制御されて、制御部 1 1 から入力された画像データに基づく画像を、液晶ディスプレイの画

50

面上に表示すると共に、スピーカから各種音声を出力する。

【 0 0 5 0 】

また、通信部 2 1 は、コネクタ C N T を通じて、通信システム 3 0 の通信バス 3 1 に接続され、通信バス 3 1 を流れる通信信号をデコードして、デコード結果、即ち、通信信号を「 0 」「 1 」に置換して得られるビット列を、制御部 1 1 に入力するものである。図 3 は、この通信部 2 1 の詳細構成を表すブロック図である。

【 0 0 5 1 】

本実施例の通信部 2 1 は、通信システム 3 0 に採用された通信プロトコルにおけるデータリンク層・物理層レベルの通信処理を行うものであり、図 3 に示すように、デコード処理部 2 1 1 と、受信時刻検出部 2 1 3 と、ヘッダ解読部 2 1 5 と、エラー判定部 2 1 7 と

10

、を備える。

【 0 0 5 2 】

デコード処理部 2 1 1 は、通信バス 3 1 から入力される通信信号をデコードして、そのデコード結果を出力するものである。このデコード処理部 2 1 1 の起動に先駆けては、通信部 2 1 に、デコード対象の通信信号のビット長（ 1 ビット当たりの伝送時間）を設定する必要があるが、本実施例では、後述する速度計測部 2 3 の計測結果に従って、制御部 1 1 が、通信部 2 1 に対して、このビット長を設定する。デコード処理部 2 1 1 は、このようにしてビット長が設定されると、設定されたビット長に合わせて、通信バス 3 1 から入力される通信信号をデコードする。

【 0 0 5 3 】

一方、受信時刻検出部 2 1 3 は、デコード処理部 2 1 1 によるデコード結果に従って、フレームの受信を検知し、内蔵のタイマの値に基づき、フレームの受信時刻を検出するものである。例えば、受信時刻検出部 2 1 3 は、デコード結果からスタートシーケンスを検知した時点で、この時点でのタイマ値を、受信時刻として検出する。そして、検出した受信時刻を、制御部 1 1 に入力する。

20

【 0 0 5 4 】

この他、ヘッダ解読部 2 1 5 は、上記デコード結果としてのビット列を解析し、スタートシーケンス以降に現れる受信フレームのヘッダ・セグメントから、ヘッダ・セグメントに記述された受信フレームのフレーム ID、ペイロード長、サイクル・カウンタの各値を抽出するものである。このヘッダ解読部 2 1 5 は、抽出したこれらの情報（フレーム ID

30

、ペイロード長、及び、サイクル・カウンタの各値）を、ヘッダ情報として、制御部 1 1 に入力する。

【 0 0 5 5 】

また、エラー判定部 2 1 7 は、予め設定された通信パラメータに従って、デコード処理部 2 1 1 から入力される上記ビット列を解析し、定期送信スロットにて送信されたフレームが、定期送信スロット内に納まっているか否かを判定して、フレームの送信異常を検知するものである。

【 0 0 5 6 】

図 4 は、エラー判定部 2 1 7 によるエラー判定の手法を示した説明図である。エラー判定部 2 1 7 は、受信フレームのヘッダ・セグメントに記載されたフレーム ID から、受信フレームが定期送信フレームであるか否かを判定し、受信フレームが定期送信フレームである場合には、予め通信パラメータとして設定されたスロット長及びペイロード長の情報に従って、スタートシーケンス以降に現れるフレームの終端、及び、フレームの終端に続くエンドシーケンスの終端、並びに、タイムスロットの終端を特定する。

40

【 0 0 5 7 】

そして、エンドシーケンスの終端が、タイムスロットの終端より、時間的に後ろに位置すると、受信フレームが、定期送信スロット内に納まっていないと判定し、エンドシーケンスの終端が、タイムスロットの終端と一致又は時間的に前に位置すると、受信フレームが、定期送信スロット内に納まっていると判定する。図 4 (a) は、定期送信スロット内にフレームが納まっている状態を示す図であり、図 4 (b) は、定期送信スロット内にフ

50

フレームが納まっていない状態を示す図である。

【 0 0 5 8 】

エラー判定部 2 1 7 は、このようにして、受信フレームについて判定を行うと、この判定結果を表すエラー判定情報を、制御部 1 1 に入力する。即ち、エラー判定部 2 1 7 は、受信フレームが、定期送信スロット内に納まっていると判定した場合、「正常」の旨のエラー判定情報を、制御部 1 1 に入力し、受信フレームが定期送信スロット内に納まっていないと判定した場合、「フレームはみだしエラー有」の旨のエラー判定情報を制御部 1 1 に入力する。

【 0 0 5 9 】

尚、エラー判定部 2 1 7 は、上述したように動作するため、本実施例の診断装置 1 0 では、通信部 2 1 に、ビット長と、定期送信スロットのペイロード長及びスロット長とを、設定しなければ、エラー判定部 2 1 7 を起動させることはできない。従って、本実施例では、これらの通信パラメータを、後述する処理（第二診断処理）にて求め、通信部 2 1 に設定する。

10

【 0 0 6 0 】

また、本実施例の診断装置 1 0 が備える速度計測部 2 3 は、コネクタ C N T を通じて、通信バス 3 1 に接続されており、通信バス 3 1 から入力される通信信号のエッジを検出して、ノード 3 3 間で行われている通信の通信速度を、計測する。具体的に、本実施例の速度計測部 2 3 は、通信速度と等価なビット長を計測して、この計測結果を、制御部 1 1 に入力する。尚、通信速度は、ビット長の逆数に一致する。

20

【 0 0 6 1 】

図 5 (a) は、速度計測部 2 3 にて行われるビット長の計測手法を示した説明図であり、図 5 (b) は、速度計測部 2 3 が実行するビット長計測処理を表すフローチャートである。

【 0 0 6 2 】

図 5 (a) に示すように、本実施例の速度計測部 2 3 は、通信信号のエッジを検出して、エッジ間の時間長さ T を計測し、所定期間での T の最小値を、ビット長として検出する。但し、通信信号にはノイズ成分が含まれるので、正確にビット長を計測するために、本実施例では、通信システム 3 0 が採り得るビット長の最小値より十分小さいサンプリング周期で、複数回、通信信号の電圧値を検出し、ハイ又はロウへの切り替わり後、複数回、電圧値がハイ又はロウで維持された場合に限って、これをエッジとして検出する。

30

【 0 0 6 3 】

具体的に、速度計測部 2 3 は、図 5 (b) に示す手順でビット長を検出する。速度計測部 2 3 は、制御部 1 1 に制御されて、図 5 (b) に示すビット長計測処理を開始すると、まず初期化処理を実行する (S 1 1 0)。ここでは、診断対象の通信システム 3 0 が規格上採り得るビット長の最大値を、ビット長推定値 $G g$ に設定する。また、エッジ検出時刻が設定されるパラメータ $T p$, $T n$ の値をゼロに初期化する。

【 0 0 6 4 】

また、この処理を終えると、速度計測部 2 3 は、通信バス 3 1 より入力される通信信号からエッジを検出するまで待機し (S 1 2 0)、エッジを検出すると (S 1 2 0 で Y e s)、内蔵のカウンタをスタートさせる (S 1 3 0)。但し、カウンタは、通信システム 3 0 が規格上採り得る最小のビット長よりも十分短い単位で、時間をカウント可能な構成にされているものとする。

40

【 0 0 6 5 】

S 1 3 0 での処理を終えると、速度計測部 2 3 は、次のエッジを検出するか、当該ビット長計測処理の終了条件が満足されるまで待機する (S 1 4 0 , S 1 4 5)。具体的に、本実施例では、ビット長計測処理の開始後、所定時間が経過すると、ビット長計測処理の終了条件が満足されたとして (S 1 4 5 で Y e s)、S 2 2 0 に移行する。

【 0 0 6 6 】

ここで、次のエッジを検出すると (S 1 4 0 で Y e s)、速度計測部 2 3 は、上記カウ

50

ンタの値 T_c を読み出し (S 1 5 0)、パラメータ T_p の値を、現在設定されているパラメータ T_n の値に更新すると共に、パラメータ T_n の値を、今回読み出したカウンタ値 T_c に更新する (S 1 6 0)。ビット長計測処理開始後の初回エッジ検出時には (S 1 7 0 で *Yes*)、その後、S 1 4 0 に移行し、次のエッジを検出するか、ビット長計測処理の終了条件が満足されるまで待機する (S 1 4 0 , S 1 4 5)。

【 0 0 6 7 】

そして、新たなエッジが検出されると (S 1 4 0 で *Yes*)、上記カウンタから、カウンタ値 T_c を読み出し (S 1 5 0)、パラメータ T_p 、 T_n の値を、上述した手法で更新する (S 1 6 0)。即ち、速度計測部 2 3 は、パラメータ T_p に、前回エッジ検出時のカウンタ値を設定し、パラメータ T_n に、今回エッジ検出時のカウンタ値 T_c を設定する。その後、速度計測部 2 3 は、エッジ検出が初回ではないと判断し (S 1 7 0 で *No*)、差分 T を算出する (S 1 8 0)。

10

【 0 0 6 8 】

$$T = T_n - T_p$$

また、この処理を終えると、速度計測部 2 3 は、算出した差分 T と、現在設定されているビット長推定値 G_g とを比較する (S 1 9 0)。そして、差分 T がビット長推定値 G_g 未満であると判断すると (S 2 0 0 で *Yes*)、ビット長推定値 G_g を、差分 T の値に更新する (S 2 1 0)。その後、S 1 4 0 に移行する。

【 0 0 6 9 】

一方、算出した差分 T がビット長推定値 G_g 以上である場合 (S 2 0 0 で *No*)、速度計測部 2 3 は、ビット長推定値 G_g を更新することなく、S 1 4 0 に移行する。そして、S 1 4 0 ~ S 2 1 0 の処理を、終了条件が満足されるまで繰り返し実行する。

20

【 0 0 7 0 】

また、終了条件が満足されると (S 1 4 5 で *Yes*)、速度計測部 2 3 は、S 2 2 0 に移行し、現在設定されているビット長推定値 G_g を、通信システム 3 0 のビット長 G_b として、制御部 1 1 に入力する。その後、当該ビット長計測処理を終了する。

【 0 0 7 1 】

続いて、制御部 1 1 が通信システム 3 0 の診断のために実行する処理について、図 6 ~ 図 1 0 を用いて説明する。本実施例の診断装置 1 0 は、二種類の診断を行うことが可能な構成にされており、通信システム 3 0 の通信バス 3 1 に接続された状態で、入力部 1 9 を通じて、外部 (作業) から第一診断処理の実行指令が入力されると、制御部 1 1 にて、第一診断処理を実行する。図 6 は、制御部 1 1 が実行する第一診断処理を表すフローチャートである。

30

【 0 0 7 2 】

第一診断処理を開始すると、制御部 1 1 は、まず、診断対象の通信システム 3 0 における定期送信スロット数を作業者に入力させるための定期送信スロット数入力画面を表示部 1 7 に表示させ (S 3 1 0)、入力部 1 9 を通じて外部から定期送信スロット数の情報を取得する (S 3 2 0)。

【 0 0 7 3 】

また、この処理を終えると、制御部 1 1 は、表示部 1 7 に、検査対象フレーム ID 及び送信周期を作業者に入力させるための入力画面を表示させる (S 3 3 0)。第一診断処理では、定期送信スロットにて一定周期でフレームが送信されているか否かを検査するが、診断装置 1 0 は、一定周期でフレームが送信されているか否かを検査する対象の定期送信スロットを、定期送信セグメントを構成する定期送信スロット群の一部に限定可能な構成にされている。ここでは、上記入力画面にて、検査する対象の定期送信スロットに対応するフレーム ID の入力を、入力画面を通じて作業者に求める。

40

【 0 0 7 4 】

また、診断装置 1 0 は、通信バス 3 1 を流れる通信信号から、上記検査の基準となるフレームの送信周期を検出することが可能な構成にされているが、作業員から入力部 1 9 を通じて入力された送信周期の情報を、検査を行うことも可能な構成にされている。

50

ここでは、上記入力画面にて、検査する対象の定期送信スロットにて送信されるフレームの送信周期の入力を、入力画面を通じて作業者に求める。

【 0 0 7 5 】

但し、入力は、任意であるため、S 3 3 0 では、検査対象フレーム I D の入力欄毎に、送信周期の入力欄を備える G U I 構成の入力画面であって、入力完了の旨の指令を入力するための入力完了ボタン（入力オブジェクト）を更に備える入力画面を表示し、検査対象フレーム I D 及び送信周期が入力されていなくとも、入力完了ボタンが押下操作された時点で、次ステップに移行する。

【 0 0 7 6 】

即ち、制御部 1 1 は、上記入力完了ボタンが押下操作されると、S 3 4 0 に移行して、入力画面を通じフレーム I D が入力されたか否かを判断し、フレーム I D が入力されたと判断すると（S 3 4 0 で Y e s ）、入力画面を通じて入力されたフレーム I D を検査対象フレーム I D に設定する（S 3 5 0 ）。

10

【 0 0 7 7 】

また、この処理を終えると、制御部 1 1 は、入力画面を通じて送信周期が入力されたか否かを判断し（S 3 6 0 ）、送信周期が入力されたと判断すると（S 3 6 0 で Y e s ）、入力画面を通じて入力された送信周期を、当該送信周期の入力欄と対応付けられた検査対象フレーム I D の入力欄に入力されたフレーム I D の送信周期 T s として、設定する（S 3 7 0 ）。その後、S 3 8 0 に移行する。

【 0 0 7 8 】

20

一方、フレーム I D が入力されなかったと判断すると（S 3 4 0 で N o ）、制御部 1 1 は、S 3 5 0 ~ S 3 7 0 の処理を実行せずに、S 3 8 0 に移行する。この他、入力画面を通じて送信周期が入力されなかった場合、制御部 1 1 は、S 3 6 0 で N o と判断し、S 3 7 0 の処理を実行せずに、S 3 8 0 に移行する。

【 0 0 7 9 】

また、S 3 8 0 に移行すると、制御部 1 1 は、速度計測部 2 3 を起動して、速度計測部 2 3 から通信システム 3 0 のビット長 G b を取得し、取得したビット長 G b を、通信部 2 1 に設定して、デコード処理部 2 1 1 を起動させる（S 3 9 0 ）。このようにして、デコード処理部 2 1 1 を起動させると、通信部 2 1 から制御部 1 1 へは、通信部 2 1 にてフレームが受信される度、フレームの受信時刻 T f の情報及びヘッダ情報を含むフレーム受信情報が入力される。

30

【 0 0 8 0 】

制御部 1 1 は、S 3 9 0 での処理を終えると、上記フレーム受信情報が入力されるか、入力部 1 9 を通じて外部から診断終了指令が入力されるまで待機する（S 4 0 0 ~ S 4 0 5 ）。そして、通信部 2 1 からフレーム受信情報が入力されると（S 4 0 0 で Y e s ）、このフレーム受信情報に基づき、フレームの受信時刻 T f の情報及びフレーム I D の情報を関連付けてなる受信履歴情報を、記憶部 1 3 が記憶するログファイルに記録する（S 4 1 0 ）。

【 0 0 8 1 】

この後、制御部 1 1 は、フレーム受信情報が入力される契機となった受信フレームが定期送信フレームであるか否かを、フレーム受信情報として入力されたフレーム I D の情報に基づき判断する（S 4 2 0 ）。

40

【 0 0 8 2 】

尚、本実施例が診断対象とする通信システム 3 0 では、通信サイクルの先頭から各タイムスロットに対して順に、初期値（例えば値「1」）から始まるスロット番号が連番で割り当てられている（図 2 参照）。従って、この規則を前提として、S 4 2 0 では、（フレーム I D - 初期値）が、S 3 2 0 で取得した定期送信スロット数よりも小さい値を採る場合、対応する受信フレームが定期送信スロットであると判断し、そうでない場合、対応する受信フレームが定期送信スロットではないと判断する。

【 0 0 8 3 】

50

そして、受信フレームが定期送信フレームであると判断すると（S 4 2 0でY e s）、制御部 1 1 は、S 4 3 0に移行し、図 7 に示す送信異常判定処理を実行する。その後、S 4 0 0に移行する。

【 0 0 8 4 】

一方、受信フレームが定期送信フレームではないと判断すると（S 4 2 0でN o）、制御部 1 1 は、S 4 3 0の処理を実行することなく、S 4 0 0に移行する。そして、新たなフレーム受信情報が通信部 2 1 から入力されるか、入力部 1 9 を通じて診断終了指令が入力されるまで待機し（S 4 0 0 ~ S 4 0 5）、入力部 1 9 を通じて診断終了指令が入力されると、第一診断処理を終了する。

【 0 0 8 5 】

続いて、制御部 1 1 が S 4 3 0 にて実行する送信異常判定処理について説明する。図 7 は、制御部 1 1 が実行する送信異常判定処理を表すフローチャートである。

送信異常判定処理を開始すると、制御部 1 1 は、当該送信異常判定処理を実行する契機となった受信フレームとフレーム I D が同一のフレームを、過去に受信し、このフレーム I D についての次フレーム受信時刻を既に予測しているか否かを判断する。そして、次フレーム受信時刻を予測していると判断すると（S 5 1 0でY e s）、S 5 5 0に移行し、次フレーム受信時刻を予測していないと判断すると（S 5 1 0でN o）、S 5 2 0に移行する。

【 0 0 8 6 】

S 5 2 0に移行すると、制御部 1 1 は、受信フレームに対応するフレーム I D に関して、送信周期の入力が入力画面を通じて行われたか否かを判断し、送信周期の入力が行われたと判断すると（S 5 2 0でY e s）、S 6 0 0に移行し、送信周期の入力が行われていないと判断すると（S 5 2 0でN o）、S 5 3 0に移行する。

【 0 0 8 7 】

また、S 5 3 0に移行すると、制御部 1 1 は、今回の受信フレームが送信されたタイムスロットと同一のタイムスロットにて所定回フレームを受信しているか否かを判断する。

そして、所定回フレームを受信していないと判断すると（S 5 3 0でN o）、制御部 1 1 は、S 5 4 0以降の処理を実行することなく、当該送信異常判定処理を終了する。一方、所定回フレームを受信していると判断すると（S 5 3 0でY e s）、制御部 1 1 は、S 5 4 0に移行し、今回受信したフレームの受信時刻 T_f と、ログファイルに記録されている当該フレームと同一タイムスロットにて過去に送信されたフレームの受信時刻と、から、今回受信したフレームのタイムスロットと同一のタイムスロットで送信されるフレームの送信周期 T_s を算出する。

【 0 0 8 8 】

S 5 4 0では、例えば、今回受信したフレームの受信時刻 T_f と、前回同一タイムスロットにて送信されたフレームの受信時刻との差（即ち、フレーム受信間隔）を、フレームの送信周期 T_s として算出する。この他、同一タイムスロットでのフレーム受信間隔を、今回の受信時刻と、ログファイルに記録された n 回前までのフレーム受信時刻の情報と、に基づき、 n 個算出し、この平均を、フレームの送信周期 T_s として算出してもよい。また、算出した n 個のフレーム受信間隔の内、値が大きいものから $n - 1$ 個、値が小さいものから $n - 2$ 個を取り除き、残りの $(n - n - 1 - n - 2)$ 個のフレーム受信間隔の平均を、フレームの送信周期 T_s として算出してもよい。

【 0 0 8 9 】

また、S 5 4 0での処理を終えると、制御部 1 1 は、S 6 0 0に移行し、今回受信したフレームと同一のタイムスロットにて送信されるフレームについての次回受信時刻（即ち、次フレーム受信時刻） T_m を、上記算出した送信周期 T_s に基づいて、予測する。具体的には、今回受信したフレームの受信時刻 T_f に送信周期 T_s を加算して、次フレーム受信時刻 T_m を算出する（S 6 0 0）。その後、当該送信異常判定処理を終了する。

【 0 0 9 0 】

一方、S 5 2 0でY e sと判断して、S 6 0 0に移行すると、制御部 1 1 は、今回の受

10

20

30

40

50

信フレームに対応するフレームIDに設定した送信周期 T_s (S370)に基づいて、今回受信したフレームと同一のタイムスロットにて送信されるフレームについての次回受信時刻(即ち、次フレーム受信時刻) T_m を、上述した手法で算出(予測)する。その後、当該送信異常判定処理を終了する。

【0091】

一方、S510でYesと判断して、S550に移行すると、制御部11は、今回の受信フレームの受信時刻 T_f と、今回の受信フレームと同一タイムスロットにて前回送信されたフレームの受信時に予測した次フレーム受信時刻 T_m との誤差を算出する。

【0092】

$$= |T_f - T_m|$$

10

また、この処理を終えると、制御部11は、S560に移行し、誤差が、予め設定された閾値より大きいかなかを判断する。そして、誤差 > 閾値であると判断すると(S560でYes)、送信異常が発生しているとして、S570に移行する。一方、誤差閾値であると判断すると(S560でNo)、送信異常が発生していないとして、S570~S590の処理を実行することなく、S600に移行し、上述した手法で、次フレーム受信時刻 T_m を予測する。尚、本実施例では、フレームの送信抜けを検知するため、通信システム30が採り得る通信サイクルの最小時間よりも、小さい値に、上記閾値を予め定める。

【0093】

この他、S570に移行すると、制御部11は、検査対象フレームIDの設定が、S350にてなされているかなかを判断し、なされていると判断すると(S570でYes)、受信フレームのフレームIDが検査対象フレームIDであるかなかを判断する(S580)。

20

【0094】

そして、受信フレームのフレームIDが検査対象フレームIDではないと判断すると(S580でNo)、S590の処理を実行せずに、S600に移行し、受信フレームのフレームIDが検査対象フレームIDであると判断すると(S580でYes)、S590に移行して、当該フレームIDに対応するタイムスロットにて送信異常が発生している旨の文字情報を記した異常報知画面を、表示部17に表示させ、送信異常が発生している旨を作業者に報知する(S590)。

30

【0095】

その後、制御部11は、S600に移行し、受信フレームと同一タイムスロットにて送信されるフレームの次回受信時刻(次フレーム受信時刻) T_m を、予測する。その後、当該送信異常判定処理を終了する。

【0096】

一方、S570にて、検査対象フレームIDの設定がなされていないと判断すると(S570でNo)、制御部11は、S580の処理を実行せずに、S590に移行する。即ち、受信フレームのフレームIDに拘らず、当該フレームIDに対応するタイムスロットにて送信異常が発生している旨の文字情報を記した上記異常報知画面を、表示部17に表示させる。その後、S600に移行する。

40

【0097】

第一診断処理では、このようにして、送信異常判定処理を、フレームを受信する度に実行することで、一定周期でフレームが送信されていないタイムスロットを検出し、当該タイムスロットが検出された場合には、通信システム30の異常を、表示部17を通じて作業者に報知する。

【0098】

例えば、フレームID=1に対応する定期送信スロットが割り当てられたノードが、通信サイクルの2倍の周期でフレームを送信する構成にされている場合には、正常時、フレームID=1のフレームが、通信サイクルの2倍の周期で、診断装置10により受信されることになる。

50

【 0 0 9 9 】

しかしながら、ノードが、フレームを送信すべきタイムスロットの到来時に、データの生成遅れ等でフレームを送信することができなかつた場合には、予め予測した次フレーム受信時刻になつても、診断装置 1 0 で、該当するフレームを受信することができない。そして、次フレームの受信時には、当初の次フレーム受信時刻を、大幅に経過しているため、誤差 > 閾値となる。

【 0 1 0 0 】

診断装置 1 0 では、このような誤差 が検出された場合に、上記手法で異常報知画面を表示することにより、フレームの送信抜け等が発生していることを、作業者に対し、報知する。

10

【 0 1 0 1 】

続いて、制御部 1 1 が実行する第二診断処理について、図 8 及び図 9 を用いて説明する。図 8 及び図 9 は、入力部 1 9 を通じ、外部（作業者）から第二診断処理の実行指令が入力されると、制御部 1 1 が実行する第二診断処理を表すフローチャートである。

【 0 1 0 2 】

第二診断処理を開始すると、制御部 1 1 は、まず、診断対象の通信システム 3 0 における通信サイクルの時間長さ（以下、「サイクル時間」という。）を、作業者に入力させるためのサイクル時間入力画面を、表示部 1 7 に表示させ（S 6 1 0）、入力部 1 9 を通じて外部（作業者）からサイクル時間の情報を取得する（S 6 2 0）。

20

【 0 1 0 3 】

また、この処理を終えると、制御部 1 1 は、通信システム 3 0 の定期送信スロット数及びイベント送信スロット数を、作業者に入力させるためのスロット数入力画面を、表示部 1 7 に表示させ（S 6 3 0）、入力部 1 9 を通じて外部から定期送信スロット数及びイベント送信スロット数の情報を取得する（S 6 4 0）。

【 0 1 0 4 】

また、この処理を終えると、制御部 1 1 は、速度計測部 2 3 を起動して、速度計測部 2 3 から通信システム 3 0 のビット長 G b を取得し（S 6 5 0）、取得したビット長 G b を、通信部 2 1 に設定して、デコード処理部 2 1 1 を起動させる（S 6 6 0）。

【 0 1 0 5 】

このようにデコード処理部 2 1 1 を起動させると、通信部 2 1 からは、フレーム受信の度、上述のフレーム受信情報が制御部 1 1 に入力される。従つて、S 6 6 0 の処理後、制御部 1 1 は、通信部 2 1 からフレーム受信情報が入力されるか、外部から診断終了指令が入力されるまで待機する（S 6 7 0 ~ S 6 7 5）。

30

【 0 1 0 6 】

そして、通信部 2 1 からフレーム受信情報が入力されると（S 6 7 0 で Y e s）、このフレーム受信情報に基づき、フレームの受信時刻 T f の情報、及び、当該フレームのヘッダ情報（フレーム I D、及び、ペイロード長、及び、サイクル・カウンタの情報）を関連付けてなる受信履歴情報を、ログファイルに記録する（S 6 8 0）。

【 0 1 0 7 】

また、この処理を終えると、制御部 1 1 は、S 6 9 0 に移行し、初回にフレーム受信情報が入力された後、サイクル時間の 倍の時間が経過したか否かを判断する。そして、倍の時間が経過していないと判断すると（S 6 9 0 で N o）、S 6 7 0 に移行し、診断終了指令が入力されない限りは、サイクル時間の 倍の時間が経過するまで、通信部 2 1 が受信したフレームについての受信履歴情報をログファイルに記録する動作を繰返し実行する（S 6 7 0 ~ S 6 9 0）。そして、サイクル時間の 倍の時間が経過すると（S 6 9 0 で Y e s）、S 7 0 0 に移行する。一方、入力部 1 9 を通じて診断終了指令が入力された場合には、S 6 7 5 で Y e s と判断して、当該第二診断処理を終了する。

40

【 0 1 0 8 】

また、S 7 0 0 に移行すると、制御部 1 1 は、記憶部 1 3 が記憶するログファイルの内容に基づき、図 1 0 に示す構成のフレーム送信テーブルを生成し、これを記憶部 1 3 に記

50

憶すると共に、表示部 17 に表示させる。尚、図 10 は、フレーム送信テーブルの構成を表す説明図である。

【0109】

図 10 に示すように、フレーム送信テーブルは、サイクル・カウンタの各値毎、及び、フレーム ID 毎に、この値がヘッダ・セグメントに記されたフレーム、が送信されてきたか否かを、記したものである。具体的に、フレーム送信テーブルは、定期送信フレーム数及びイベント送信フレーム数の合計値に対応する数の「列」、サイクル・カウンタが採り得る値の総数に対応する数の「行」を有する碁盤形状の画像として、表示部 17 に表示され、受信したフレームに対応するマス目を塗りつぶし表現して、当該フレームが送信されてきたことを表示する。

10

【0110】

その他、S700 での処理を終えると、制御部 11 は、S710 に移行して、記憶部 13 が記憶するログファイルの内容に基づき、診断対象の通信システム 30 における定期送信スロットのスロット長を算出する。具体的には、隣接する定期送信スロットのフレーム受信時刻の差を、スロット長として算出する。

【0111】

例えば、S710 では、ログファイルに記録された受信履歴情報を、一つ処理対象に選択する。そして、処理対象の受信履歴情報が示すフレーム ID が定期送信スロットのフレーム ID であるか否かを判断し、定期送信スロットのフレーム ID であると判断すると、当該フレーム ID の次のフレーム ID を示す受信履歴情報であって、処理対象の受信履歴情報と同一のサイクル・カウンタ値を示す受信履歴情報を、比較対象の受信履歴情報として、ログファイル内で検索する。そして、比較対象の受信履歴情報がログファイル内で発見されると、処理対象の受信履歴情報が示すフレーム受信時刻と、比較対象の受信履歴情報が示すフレーム受信時刻との差の絶対値を算出する。但し、比較対象の受信履歴情報が示すフレーム ID がイベント送信スロットのフレーム ID である場合には、上記値を算出しないようにする。

20

【0112】

そして、このような動作を、ログファイル内に記録された受信履歴情報毎に、実行することにより、複数の値を算出し、これらの値に基づいて、通信システム 30 での定期送信スロットのスロット長を算出する。例えば、これらの各値の平均値を、スロット長として算出する。また、別例としては、算出した値の内、大きい値を示すの何割か、小さい値を示すの何割かを除外して、残りの値の平均値を、スロット長として算出する。

30

【0113】

また、この処理を終えると、制御部 11 は、S720 に移行し、ログファイル内に記録された定期送信スロットの受信履歴情報に基づき、定期送信スロットのペイロード長を特定する。例えば、各受信履歴情報が示すペイロード長の内、ログファイル内に絶対多数記録されているペイロード長を、通信システム 30 における定期送信スロットのペイロード長として特定する。

【0114】

そして、これらの処理を終えると、制御部 11 は、S730 に移行し、S710 で算出したスロット長、及び、S720 で特定したペイロード長を、通信部 21 に設定する。S730 では、他に、S620 で取得したサイクル時間、S640 で取得した定期送信スロット数及びイベント送信スロット数を通信部 21 に設定して、通信部 21 に通信スケジュールを設定する。

40

【0115】

このようにして、通信部 21 にスロット長及びペイロード長を設定すると、通信部 21 では、エラー判定部 217 が動作可能となり、エラー判定部 217 が起動する。また、エラー判定部 217 が起動すると、通信部 21 からは、フレーム受信時刻 T_f の情報、及び、ヘッダ情報、及び、エラー判定部 217 での判定結果を表すエラー判定情報を含むフレ

50

ーム受信情報が、制御部 11 に入力される。

【0116】

制御部 11 は、S730 での処理を終えると、上記フレーム受信情報が通信部 21 から入力されるか、入力部 19 を通じて外部から診断終了指令が入力されるまで待機する (S740 ~ S745)。そして、通信部 21 からフレーム受信情報が入力されると (S740 で Yes)、フレーム受信情報が入力される契機となった受信フレームが定期送信フレームであるか否かを、フレーム受信情報として入力されたフレーム ID の情報に基づき判断する (S750)。

【0117】

そして、受信フレームが定期送信フレームではないと判断すると (S750 で No)、S760, S770 の処理を実行することなく、S740 に移行し、次のフレーム受信情報が入力されるか、診断終了指令が入力されるまで待機する。

10

【0118】

一方、受信フレームが定期送信フレームであると判断すると (S750 で Yes)、制御部 11 は、S760 に移行し、フレーム受信情報に含まれるエラー判定情報が、「フレームはみだしエラー有」の旨のエラー判定情報であるか否かを判断する。

【0119】

そして、「フレームはみだしエラー有」の旨のエラー判定情報であると判断すると (S760 で Yes)、制御部 11 は、フレームはみだしエラーが発生している旨の文字情報を受信フレームのフレーム ID と共に記した異常報知画面を表示部 17 に表示させ、フレームはみだしエラーが発生している旨を作業者に報知する (S770)。その後、S740 に移行する。

20

【0120】

これに対し、フレーム受信情報に含まれるエラー判定情報が「正常」の旨のエラー判定情報である場合、制御部 11 は、S760 で No と判断し、S770 の処理を実行することなく、S740 に移行する。

【0121】

そして、新たにフレーム受信情報が入力された場合には、S750 以降の処理を実行し、入力部 19 を通じて、診断終了指令が入力された場合には、S745 で Yes と判断して、第二診断処理を終了する。

30

【0122】

このようにして、第二診断処理では、各ノードから送信されるフレームが正しくタイムスロット内に納まっているか否かを検査し、フレームが正しくタイムスロット内に納まっていない場合には、異常報知画面を通じて、送信異常を作業者に報知する。

【0123】

以上、本実施例の診断装置 10 について説明したが、この診断装置 10 を通信バス 31 に接続し、診断装置 10 に第一診断処理を実行させれば、作業者は、通信システム 30 の通信速度 (ビット長) や各ノードのフレーム送信周期 T_s の情報を、診断装置 10 に入力しなくても、各ノードから一定周期でフレームが適切に送信されているか否かを検査することができる。

40

【0124】

即ち、本実施例の診断装置 10 を用いれば、作業者は、診断装置 10 に、種々の通信パラメータを設定しなくても、簡単な作業で、各ノード 33 から適切な周期で、送信漏れなく、フレームが送信されているか否かを検査することができ、各ノード 33 にて、アプリケーションプログラムが遅延なく正常にデータを生成しているか否か等、システムが正常動作しているか否かを診断することができる。要するに、本実施例によれば、簡便に、各ノード 33 から適切にデータの送信動作がなされているか否かを検査して、システムを診断することができる。

【0125】

特に、本実施例では、フレームを受信する度に、次フレーム受信時刻を予測して、前回

50

予測した次フレーム受信時刻と、今回受信したフレームの受信時刻との誤差 から、送信異常をリアルタイムに検知するので、通信の異常を、迅速にユーザに向けて報知することができる。即ち、作業者は、異常が報知された時点で、直ちに、異常の発生原因を究明することができる。迅速に、システムを修正することができる。

【 0 1 2 6 】

また、本実施例では、通信バス 3 1 を流れる通信信号から、エラー判定部 2 1 7 の動作に必要なスロット長及びペイロード長を特定し、これを通信部 2 1 に設定することで、エラー判定部 2 1 7 を通信システム 3 0 に同期動作させ、作業員から、スロット長及びペイロード長の入力を求めることなく、タイムスロット内にフレームが納まっているか否か（即ち、ノード 3 3 がタイムスロット内で、正常にフレームを送信しているか否か）を検査 10

【 0 1 2 7 】

尚、本発明のビット長計測手段は、上記実施例において、速度計測部 2 3 に対応する。また、信号処理手段は、制御部 1 1 が実行する S 3 9 0 , S 6 6 0 の処理、及び、デコード処理部 2 1 1 及び受信時刻検出部 2 1 3 及びヘッダ解読部 2 1 5 の処理にて実現されている。また、受信履歴記憶手段は、記憶部 1 3 及び制御部 1 1 が実行する S 4 1 0 , S 6 8 0 の処理にて実現され、送信周期推定手段は、S 5 4 0 の処理にて実現されている。

【 0 1 2 8 】

この他、送信周期異常判定手段は、S 5 5 0 , S 5 6 0 , S 6 0 0 の処理にて実現され 20、予測手段は、S 6 0 0 の処理にて実現され、誤差算出手段は、S 5 5 0 の処理にて実現されている。また、報知手段は、S 5 9 0 , S 7 7 0 の処理にて実現されている。また、フレーム異常判定手段は、エラー判定部 2 1 7 に対応し、パラメータ設定手段は、制御部 1 1 が実行する S 7 1 0 ~ S 7 3 0 の処理にて実現されている。

【 0 1 2 9 】

また、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、種々の態様を採ることができる。例えば、上記実施例では、通信システム 3 0 のビット長を、通信バス 3 1 を流れる通信信号から求めるようにしたが、制御部 1 1 は、S 3 8 0 や S 6 5 0 にて、ビット長入力画面を表示部 1 7 に表示させ、入力部 1 9 を通じて外部（作業員）からビット長の情報を取得する構成にされてもよい。 30

【図面の簡単な説明】

【 0 1 3 0 】

【図 1】診断装置 1 0 の構成を表すブロック図である。

【図 2】通信システム 3 0 における通信の態様を示す説明図である。

【図 3】通信部 2 1 の詳細構成を表すブロック図である。

【図 4】エラー判定部 2 1 7 によるエラー判定の手法を示す説明図である。

【図 5】ビット長の計測手法を示す説明図（ a ）及び速度計測部 2 3 が実行するビット長計測処理を表すフローチャート（ b ）である。

【図 6】制御部 1 1 が実行する第一診断処理を表すフローチャートである。

【図 7】制御部 1 1 が実行する送信異常判定処理を表すフローチャートである。 40

【図 8】制御部 1 1 が実行する第二診断処理を表すフローチャートである。

【図 9】制御部 1 1 が実行する第二診断処理を表すフローチャートである。

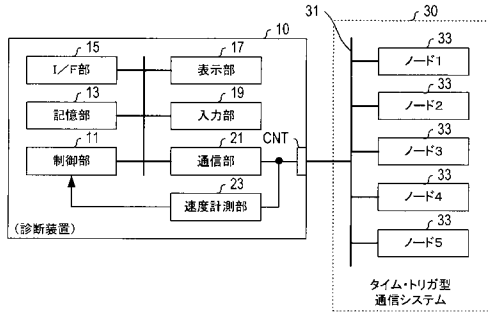
【図 1 0】フレーム送信テーブルの構成を表す説明図である。

【符号の説明】

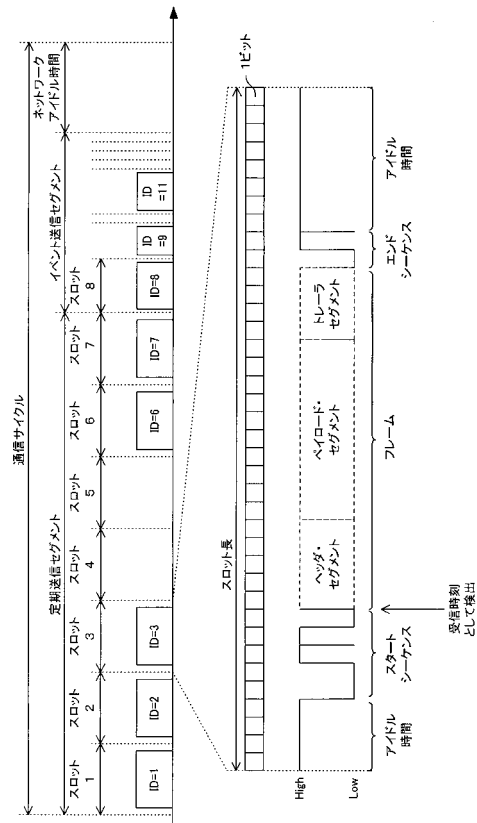
【 0 1 3 1 】

1 0 ... 診断装置、 1 1 ... 制御部、 1 3 ... 記憶部、 1 5 ... インタフェース部、 1 7 ... 表示部、 1 9 ... 入力部、 2 1 ... 通信部、 2 3 ... 速度計測部、 3 0 ... 通信システム、 3 1 ... 通信バス、 3 3 ... ノード、 2 1 1 ... デコード処理部、 2 1 3 ... 受信時刻検出部、 2 1 5 ... ヘッダ解読部、 2 1 7 ... エラー判定部、 C N T ... コネクタ

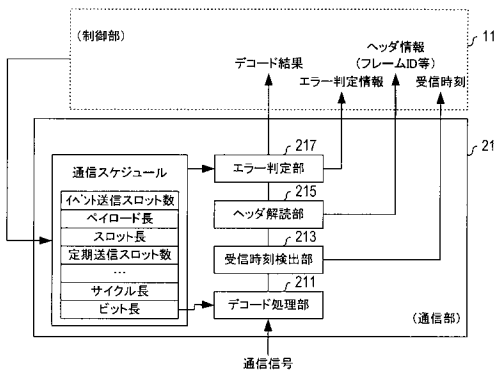
【図1】



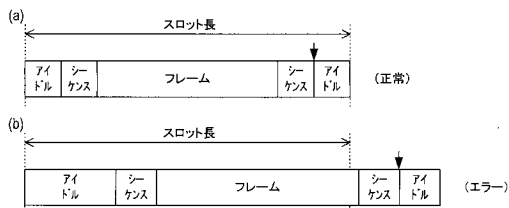
【図2】



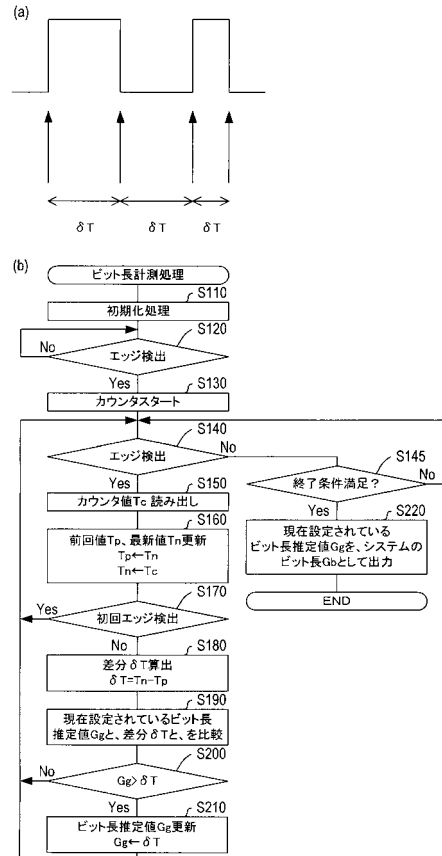
【図3】



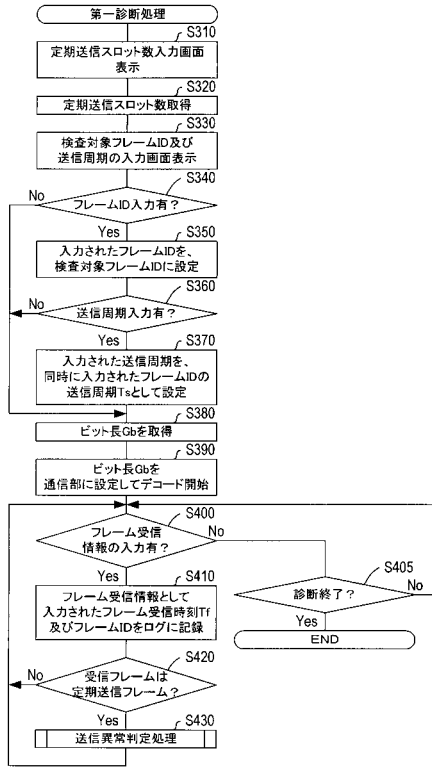
【図4】



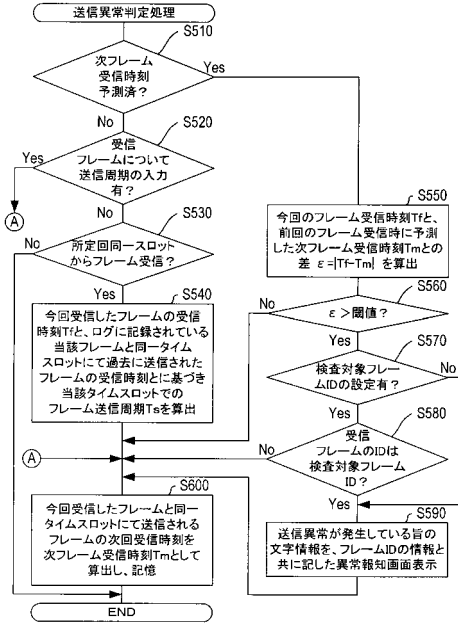
【図5】



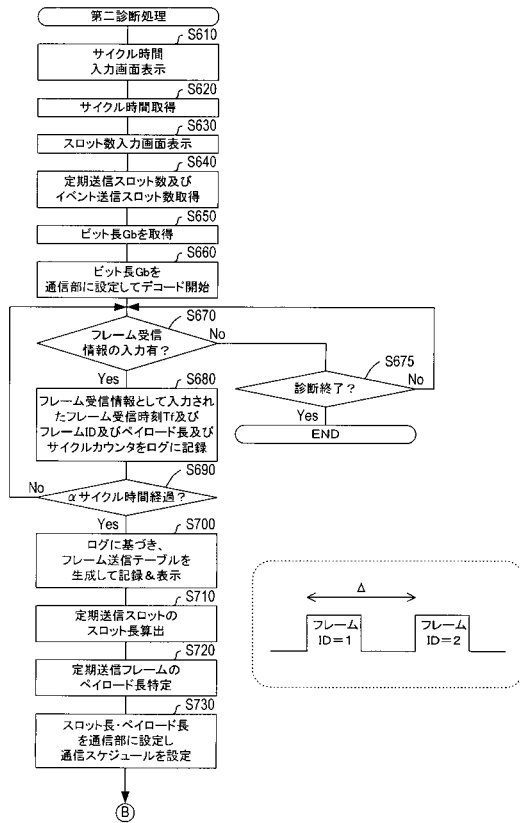
【図6】



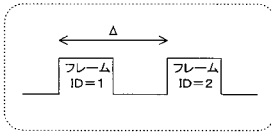
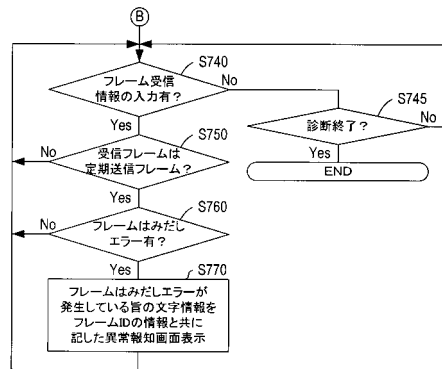
【図7】



【図8】



【図9】



【 図 1 0 】

	定期送信フレーム						イベント送信フレーム							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
サイクル0	■	■		■	■		■	■	■	■				
サイクル1		■			■			■						
サイクル2	■	■			■			■	■	■	■	■		
サイクル3		■			■			■	■	■				
サイクル4	■	■		■	■		■	■	■					
サイクル5		■			■			■	■	■				
サイクル6	■	■			■			■	■	■	■			
サイクル7		■			■			■	■	■				
サイクル8	■	■		■	■			■	■	■				
サイクル9		■			■			■	■	■				
サイクル10	■	■			■			■	■	■	■			
...														
サイクル α-1		■			■			■	■	■				

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-319568(JP,A)
特開2004-086367(JP,A)
特開平11-103311(JP,A)
特開平08-328972(JP,A)
特開2003-143164(JP,A)
特開2007-067812(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00 - 12/66
H04J 3/00 - 3/26
H04L 29/14