

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2017-129378
(P2017-129378A)

(43) 公開日 平成29年7月27日(2017.7.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 R 31/28 (2006.01)	GO 1 R 31/28 V	2 G O 1 4
GO 1 R 31/30 (2006.01)	GO 1 R 31/30	2 G 1 3 2
GO 1 R 31/02 (2006.01)	GO 1 R 31/02	5 K O 2 9
HO 4 L 29/14 (2006.01)	HO 4 L 13/00 3 1 3	5 K O 3 5
HO 4 L 25/02 (2006.01)	HO 4 L 25/02 3 O 1 B	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)		

(21) 出願番号	特願2016-7112 (P2016-7112)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成28年1月18日 (2016.1.18)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
		(74) 代理人	110000567
			特許業務法人 サトー国際特許事務所
		(72) 発明者	陳 超
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	大塚 茂樹
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		F ターム (参考)	2G014 AA02 AB38 AB51 AB59 AC17
			AC18
			2G132 AB04 AB20 AC03 AD01 AD15
			AG01 AH00 AK07
			最終頁に続く

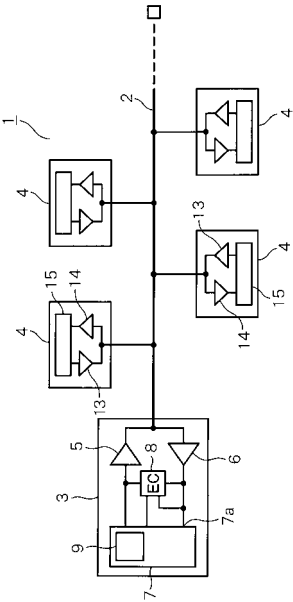
(54) 【発明の名称】 伝送路の劣化検出装置

(57) 【要約】

【課題】 伝送路が故障する前に伝送路の劣化を検出可能にし、また、製造コストの上昇を抑制する。

【解決手段】 本発明の伝送路の劣化検出装置は、伝送システムの伝送路（2）と、伝送路（2）に接続された複数の通信装置（3、4）と、複数の通信装置（3、4）の中の1つの通信装置（3、4）に設けられ、疑似通信信号を発生する信号発生部（9、21）と、複数の通信装置（3、4）の中の1つの通信装置（3、4）に設けられ、前記伝送路（2）を通った前記疑似通信信号を受信することに基づいて前記伝送路（2）の劣化を検出する劣化検出部（7）とを備えたものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

伝送システムの伝送路（２）と、
前記伝送路に接続された複数の通信装置（３、４）と、
前記複数の通信装置（３、４）の中の１つの通信装置（３、４）に設けられ、疑似通信信号を発生する信号発生部（９、２１）と、
前記複数の通信装置（３、４）の中の１つの通信装置（３、４）に設けられ、前記伝送路（２）を通った前記疑似通信信号を受信することに基づいて前記伝送路（２）の劣化を検出する劣化検出部（７）と
を備えた伝送路の劣化検出装置。

10

【請求項 2】

前記複数の通信装置（３、４）の中の１つの通信装置（３、４）に設けられ、前記伝送路（２）を通った前記疑似通信信号を受信し、受信した信号に基づいてフィルタ係数を自動制御する機能を有するフィルタ係数制御回路（８、２２）を備え、
前記劣化検出部（７）は、前記フィルタ係数に基づいて前記伝送路（２）の劣化を検出するように構成された請求項 1 記載の伝送路の劣化検出装置。

【請求項 3】

前記フィルタ係数制御回路（８、２２）は、エコーキャンセラー（８）で構成された請求項 2 記載の伝送路の劣化検出装置。

【請求項 4】

前記フィルタ係数制御回路（８、２２）は、イコライザ（２２）で構成された請求項 2 記載の伝送路の劣化検出装置。

20

【請求項 5】

前記複数の通信装置（３、４）の中の１つの通信装置（３、４）と通信する管理センターの管理装置（２６）を備え、
前記１つの通信装置（３、４）は、前記フィルタ係数を前記管理センターの管理装置（２６）へ送信するように構成され、
前記管理センターの管理装置（２６）は、前記１つの通信装置（３、４）からの前記フィルタ係数に基づいて前記伝送路（２）の劣化を検出するように構成された請求項 2 記載の伝送路の劣化検出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信信号の伝送路の劣化した状態を検出する伝送路の劣化検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

通信信号の伝送路の例えば断線等の故障を検出する装置は、従来より、知られているが、伝送路が故障する前に、伝送路が劣化した状態を検出する構成はなかった。伝送路の劣化を検出する方法として、例えばトータルの使用時間をカウントし、カウントした使用時間に基づいて劣化を予測する方法が考えられるが、使用環境などの種々の要因が影響するため、上記使用時間だけでは劣化の予測は困難であった。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2012-149914 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 には、パルス波を印加して劣化を検査する TDR (Time Domain Reflectome

50

try) 方式が記載されている。この TDR 方式は、一対一の通信伝送路を検査する場合に有効であるが、感度が不足するため、伝送路の断線や接続不良は検出できるが、劣化は検出できなかった。また、パルス発生器、プローブ、オシロスコープ等の専用の検査装置が必要であった。

【0005】

また、一対一の通信伝送路を検査する装置として、返答信号を受信できるかどうかを検出する検出装置が知られている。しかし、この装置の場合、通信相手の通信装置がアクティブな通信装置でないときには、通信相手の通信装置に検査機能を組み込む必要があるため、製造コストが高くなるという問題があった。

【0006】

本発明の目的は、伝送路が故障する前に伝送路の劣化を検出することができ、また、専用の検査装置を不要にできると共に、製造コストの上昇を抑制できる伝送路の劣化検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項 1 の発明は、伝送システムの伝送路 (2) と、伝送路 (2) に接続された複数の通信装置 (3、4) と、複数の通信装置 (3、4) の中の 1 つの通信装置 (3、4) に設けられ、疑似通信信号を発生する信号発生部 (9、21) と、複数の通信装置 (3、4) の中の 1 つの通信装置 (3、4) に設けられ、前記伝送路 (2) を通った前記疑似通信信号を受信することに基づいて前記伝送路 (2) の劣化を検出する劣化検出部 (7) とを備えたものである。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明の第 1 実施形態を示すもので、伝送システムの全体概略構成を示す電気的構成図

【図 2】エコーキャンセラーのブロック図

【図 3】劣化判定制御のフローチャート

【図 4】伝送システムにおける劣化場所を説明する図

【図 5】フィルタ係数 $c(1) \sim c(n)$ の変化の例を示す図

【図 6】本発明の第 2 実施形態を示すもので、伝送システムの全体概略構成を示す電気的構成図

【図 7】劣化判定制御のフローチャート

【図 8】伝送システムにおける劣化場所を説明する図

【図 9】フィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ の変化の例を示す図

【図 10】本発明の第 3 実施形態を示すもので、伝送システムの全体概略構成を示す電気的構成図

【図 11】劣化判定制御のフローチャート

【図 12】本発明の第 4 実施形態を示すもので、劣化判定制御のフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の第 1 実施形態について、図 1 ないし図 5 を参照して説明する。本実施形態の伝送システム 1 は、例えばバス接続通信で通信可能な構成であり、図 1 に示すように、通信線である伝送路 2 と、伝送路 2 に接続された複数の通信装置 3、4 とを備えて構成されている。

【0010】

伝送路 2 は、例えばシングルエンド方式の伝送路で構成されている。尚、伝送路 2 を差動伝送方式の伝送路で構成しても良い。通信装置 3 は、マスターの通信装置である。通信装置 4 は、スレーブの通信装置であり、1 個以上 (例えば図 1 では 4 個) のスレーブの通信装置 4 が伝送路 2 に接続されている。

【0011】

マスターの通信装置 3 は、送信機能及び受信機能を有しており、ドライバ回路 5 と、レシーバ回路 6 と、マスター用制御回路 7 と、エコーキャンセラー 8 とを備えている。ドライバ回路 5 は、マスター用制御回路 7 から送信用データ信号（即ち、デジタル信号）を入力し、送信信号（即ち、アナログのパルス信号）を生成し、生成した送信信号を伝送路 2 に出力する。ドライバ回路 5 は、送信側アナログ回路と D A C（Digital Analog Convertor）回路とを備えている。

【0012】

レシーバ回路 6 は、伝送路 2 から電圧信号（即ち、アナログのパルス信号）を入力し、受信信号を生成し（即ち、デジタル信号）、生成した受信信号をマスター用制御回路 7 へ出力する。レシーバ回路 6 は、受信側アナログ回路と A D C（Analog Digital Converter）回路とを備えている。

10

【0013】

マスター用制御回路 7 は、送信用データ信号をドライバ回路 5 に送信すると共に、レシーバ回路 6 から受信信号を受信する機能を有する。マスター用制御回路 7 は、劣化検出部としての機能を有する。マスター用制御回路 7 は、レシーバ回路 6 から受信した受信信号が歪んでいる場合、歪んだ受信信号を補正する機能を有する。

【0014】

また、マスター用制御回路 7 は、疑似通信信号として疑似ランダム信号の一種である例えば P R B S 7 信号を発生する信号発生器 9 を備えている。信号発生器 9 は、信号発生部としての機能を有する。マスター用制御回路 7 は、信号発生器 9 で発生した P R B S 7 信号を送信信号としてドライバ回路 5 を介して伝送路 2 に出力する。

20

【0015】

エコーキャンセラー 8 は、送信信号（即ち、P R B S 7 信号）のエコー、即ち、伝送路 2 からの反射信号をキャンセルする機能を有する。エコーキャンセラー 8 は、フィルタ係数制御回路としての機能を有する。尚、エコーキャンセラー 8 の具体的構成及び動作については、後述する。

【0016】

また、スレーブの通信装置 4 は、送信機能及び受信機能を有しており、ドライバ回路 1 3 と、レシーバ回路 1 4 と、スレーブ用制御回路 1 5 とを備えている。ドライバ回路 1 3 は、スレーブ用制御回路 1 5 から送信用データ信号（即ち、デジタル信号）を入力して送信信号（例えばデジタル信号のまま）を生成し、生成した送信信号を伝送路 2 に出力する。レシーバ回路 1 4 は、伝送路 2 から電圧信号（即ち、アナログのパルス信号）を入力し、入力した信号を簡単な判定器を用いて簡易デジタル化し、簡易デジタル化した信号を受信信号としてスレーブ用制御回路 1 5 へ出力する。

30

【0017】

スレーブ用制御回路 1 5 は、送信用データ信号をドライバ回路 1 3 に送信すると共に、レシーバ回路 1 4 から受信信号を受信する機能を有する。尚、スレーブの通信装置 4 は、マスターの通信装置 3 とは異なり、受信信号の歪を補正する処理回路や、送信信号のエコーをキャンセルする回路を備えていない。即ち、スレーブの通信装置 4 は、マスターの通信装置 3 に比べると、受動的に動作することから、スレーブと呼ばれる。

40

【0018】

次に、エコーキャンセラー 8 の具体的構成及び動作について、図 2 ないし図 5 を参照して説明する。

エコーキャンセラー 8 は、フィルタ係数を自動調整することにより、マスター用制御回路 7 から送信信号（即ち、P R B S 7 信号）がドライバ回路 5 を介して伝送路 2 に出力されたときに、伝送路 2 において反射してマスターの通信装置 3 に戻ってくる信号、即ち、マスター用制御回路 7 の受信端子 7 a に入力する信号がゼロとなるように制御することが可能なように構成されている。

【0019】

具体的には、エコーキャンセラー 8 は、エコーのコピーを内部の回路で作って上記反射

50

信号から引き算することにより、マスター用制御回路 7 の受信端子 7 a に入力する信号がゼロとなるように制御する。エコーのコピーの作り方を式で表すと、次の式となる。

【0020】

$$\text{Echo}(\text{copy}) = c(1) \times x(1) + c(2) \times x(2) + \dots + c(n) \times x(n) \quad (1)$$

ここで、 $c(n)$ はエコーキャンセラーのフィルタ係数であり、 $x(n)$ はマスターの通信装置 3 から送信される送信信号（即ち、エコーの由来）としての PRBS 7 信号である。

【0021】

エコーキャンセラー 8 の具体的構成を、図 2 に示す。エコーキャンセラー 8 は、 $(n+1)$ 個の遅延回路 16-1 ~ 16-n、16-(n+1) と、 n 個のフィルタ係数制御回路 17-1 ~ 17-n と、 n 個の乗算器 18-1 ~ 18-n と、1 個の加算器 19 とを備えている。

【0022】

遅延回路 16-1 ~ 16-n、16-(n+1) は、入力信号を設定時間遅延させる回路である。フィルタ係数制御回路 17-1 ~ 17-n は、マスター用制御回路 7 の受信端子 7 a に入力する信号がゼロとなるようにフィルタ係数 $c(1) \sim c(n)$ を自動調整する機能を有し、調整したフィルタ係数 $c(1) \sim c(n)$ を出力する。乗算器 18-1 ~ 18-n は、上記式 (1) 中の乗算部分を計算する。加算器 19 は、上記式 (1) 中の加算部分を計算する。尚、フィルタ係数の調整用のアルゴリズムとしては、例えば LMS (Least Mean Square) 等を用いることが好ましく、他のアルゴリズムを用いても良い。また、 n の具体値は、伝送路 2 の状況に応じて設定することが好ましい。

【0023】

この構成においては、エコーキャンセラー 8 のフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ は、反射して戻ってくる信号（即ち、エコー）の大きさに対応したデータであることから、伝送路 2 の伝送特性に対応したデータとなる。従って、フィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ の各値の大きさの変化を調べることにより、伝送路 2 の劣化を判定することができる。

【0024】

本実施形態では、マスター用制御回路 7 は、伝送路 2 の劣化前（例えば工場出荷時または稼働初期時等）のフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ をエコーキャンセラー 8 から取得して、内部のメモリ（例えば EEPROM やフラッシュメモリ等）に記憶している。そして、マスター用制御回路 7 は、エコーキャンセラー 8 が動作してマスター用制御回路 7 の受信端子 7 a に入力する信号がゼロとなるように制御したときに、そのときのフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ をエコーキャンセラー 8 から取得し、取得したフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ と、メモリに記憶しておいた劣化前のフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ と比較することにより、伝送路 2 の劣化を判定するように構成されている。尚、上記エコーキャンセラー 8 を動作させる処理は、主に本通信できるまでのスタートアップ過程において実行される。また、上記エコーキャンセラー 8 を動作させる処理は、定期的（例えば 1 日 1 回、週 1 回等）に実行するように構成することが好ましい。

【0025】

図 3 のフローチャートは、マスターの通信装置 3 のマスター用制御回路 7 の制御の中の伝送路 2 の劣化を判定する制御の内容を示す。まず、ステップ S10 においては、マスター用制御回路 7 は、送信及び受信を停止する制御信号を全てのスレーブの通信装置 4 へ送信し、全てのスレーブの通信装置 4 を送信及び受信をしていない運転モードにする。続いて、ステップ S20 へ進み、マスター用制御回路 7 は、PRBS 7 信号をドライバ回路 5 を介して伝送路 2 に送信（即ち、出力）する。

【0026】

次いで、ステップ S30 へ進み、PRBS 7 信号は、その一部が伝送路 2 で反射され、反射波（即ち、エコー信号）がマスターの通信装置 3 へ戻ってきて、戻ってきた反射波をレシーバ回路 6 を介してマスター用制御回路 7 が受信する。そして、ステップ S40 へ進み、マスター用制御回路 7 は、エコーキャンセラー 8 のフィルタ係数制御回路 17-1 ~ 17-n のフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ を制御して、エコー信号のコピーを作って上記エコー

一信号（即ち、反射信号）から引き算することによりエコーをキャンセルする。この場合、マスター用制御回路 7 の受信端子 7 a に入力する信号がゼロとなるように制御する。そして、フィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ は、現時点の伝送路 2 の特性を示す特性データとなることから、これらフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ をマスター用制御回路 7 内のメモリに記憶する。

【0027】

続いて、ステップ S 50 へ進み、マスター用制御回路 7 は、フィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ の経時変化に基づいて、即ち、メモリに記憶している劣化前例えば出荷時のフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ と、メモリに記憶した最新のフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ を比較することにより、伝送路 2 の劣化を判断する。

10

【0028】

この場合、例えば、図 4 に示すように、2 番目のスレーブの通信装置 4 と伝送路 2 とを接続するコネクタ 20 が劣化したとすると、フィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ の中の係数 $c(1)$ が図 5 の表に示すように増大する方向に大きく変化する。従って、図 5 の表に示すような大きな変化を検出すると、マスター用制御回路 7 は伝送路 2 が劣化したと判定するようになっている。そして、伝送路 2 の劣化が判定されたときには、マスター用制御回路 7 は、伝送路 2 が劣化したことを示すメッセージ等をユーザに報知するように構成されている。これにより、図 3 に示す制御が終了する。

【0029】

尚、上記したフィルター係数 $c(1) \sim c(n)$ が大きく変化する原因は、伝送路 2 の劣化、断線等によってインピーダンスの不整合が悪化するためであると考えられる。また、図 3 に示す制御は、スタートアップ過程において実行されたり、定期的に実行されたりするように構成されている。

20

【0030】

このような構成の本実施形態においては、マスター用制御回路 7 によって劣化前（例えば出荷時）のエコーキャンセラー 8 のフィルター係数を記憶しておき、その後、エコーキャンセラー 8 が動作したときに、エコーキャンセラー 8 のフィルター係数を記憶し、両フィルター係数を比較することにより、伝送路 2 に劣化が発生したか否かを判定する。この構成によれば、伝送路 2 が故障する前に伝送路 2 の劣化を検出することができ、しかも、専用の検査装置を不要にできる。また、上記構成の場合、マスターの通信装置 3 のマスター用制御回路 7 に伝送路 2 の劣化検出制御の機能を組み込むだけであるので、製造コストの上昇を抑制することができる。

30

【0031】

また、上記実施形態では、定期的にエコーキャンセラー 8 を動作させてフィルター係数を更新して蓄積記憶するように構成すれば、伝送路 2 が断線に至る前の劣化過程を把握することも可能となる。そして、上記構成によれば、エコーキャンセラー 8 のフィルター係数の変化により、伝送路 2 の断線やコネクタ等の接続不良も検出することができる。

【0032】

（第 2 実施形態）

図 6 ないし図 9 は、本発明の第 2 実施形態を示すものである。尚、第 1 実施形態と同一構成には、同一符号を付している。この第 2 実施形態では、複数のスレーブの通信装置 4 のスレーブ用制御回路 15 に、PRBS 7 信号を発生する信号発生器 21 をそれぞれ設けた。そして、マスターの通信装置 3 には、レシーバ回路 6 の出力端子 6 a とマスター用制御回路 7 の入力端子 7 a との間にイコライザー 22 が設けられている。

40

【0033】

このイコライザー 22 は、レシーバ回路 6 が受信した受信信号が歪んでいる場合に、その歪んだ受信信号を補正する機能を有する。イコライザー 22 は、フィルター係数制御回路としての機能を有する。この構成の場合、任意の 1 つのスレーブの通信装置 4 から既知の PRBS 7 信号を送信して、伝送路 2 を通って歪んだ信号をマスターの通信装置 3 で受信し、この受信信号は、マスターの通信装置 3 において、レシーバ回路 6 を経由してイコラ

50

イザイ 22に入る。イコライザイ 22においては、受信した P R B S 7 信号の正体、即ち、スレーブの通信装置 4 から送信されるとき P R B S 7 信号の元の波形を把握しているので、イコライザイ 22 は、イコライザイのフィルタ係数を調整することにより、受信した P R B S 7 信号に基づいてほぼ元の波形の P R B S 7 信号を生成するように制御することが可能なように構成されている。P R B S 7 信号を生成する方法を式で表すと、次の式となる。

【0034】

$$\text{signal}(\text{PRBS7}) = a(1) \times i(1) + a(2) \times i(2) + \dots + a(n) \times i(n) \quad (2)$$

ここで、 $a(n)$ はイコライザイのフィルタ係数であり、 $i(n)$ はマスターの通信装置 3 の受信信号である。尚、上記式 (2) を計算する、即ち、P R B S 7 信号を生成するイコライザイ 22 の具体的回路は、図 2 に示すエコーキャンセラー 8 の具体的回路とほぼ同様な回路構成、例えば遅延回路、フィルタ係数制御回路、乗算器及び加算器で形成することができる。そして、イコライザイ 22 のフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ は、マスター用制御回路 7 の受信端子 7 a に入力する信号が元の波形の P R B S 7 信号となるように自動調整されることにより、イコライザイ 22 は調整されたフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ をマスター用制御回路 7 に出力する。

【0035】

この構成の場合、イコライザイ 22 のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ は、マスターの通信装置 3 に入ってくる信号の歪の大きさに対応したデータであることから、上記スレーブの通信装置 4 とマスターの通信装置 3 との間の伝送路 2 の伝送特性に対応したデータとなる。従って、フィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ の各値の大きさの変化を調べることにより、スレーブの通信装置 4 とマスターの通信装置 3 との間の伝送路 2 の劣化を判定することができる。

【0036】

本実施形態では、マスター用制御回路 7 は、上記スレーブの通信装置 4 とマスターの通信装置 3 との間の伝送路 2 の劣化前（例えば工場出荷時または稼働初期時等）のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ をイコライザイ 22 から取得して、内部のメモリ（例えば E E P R O M やフラッシュメモリ等）に記憶している。そして、マスター用制御回路 7 は、イコライザイ 22 が動作してマスター用制御回路 7 の受信端子 7 a に入力する信号が元の波形の P R B S 7 信号となるように制御したときに、そのときのフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ をイコライザイ 22 から取得してメモリに記憶する。そして、イコライザイ 22 は、メモリに記憶した最新のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ と、メモリに記憶しておいた劣化前のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ と比較することにより、上記スレーブの通信装置 4 とマスターの通信装置 3 との間の伝送路 2 の劣化や故障等を判定可能なように構成されている。

【0037】

更に、本実施形態では、残りのスレーブの通信装置 4 においても、既知の P R B S 7 信号を伝送路 2 に送信し、残りのスレーブの通信装置 4 とマスターの通信装置 3 との間の伝送路 2 を通って歪んだ信号をマスターの通信装置 3 で受信し、この受信信号を、マスターの通信装置 3 において、イコライザイ 22 のフィルタ係数を調整することにより、受信した P R B S 7 信号に基づいてほぼ元の波形の P R B S 7 信号を生成する制御を実行し、そのときのフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ をマスター用制御回路 7 のメモリに記憶するように構成されている。

【0038】

そして、マスター用制御回路 7 は、残りのスレーブの通信装置 4 とマスターの通信装置 3 との間の各伝送路 2 について、メモリに記憶した最新のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ と、メモリに記憶しておいた劣化前のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ と比較することにより、伝送路 2 の劣化を判定するように構成されている。尚、上記イコライザイ 22 を動作させる処理は、主に本通信できるまでのスタットアップ過程において実行される。また、上記イコライザイ 22 を動作させる処理は、定期的（例えば 1 日 1 回、週 1 回等）に実行するように構成することが好ましい。

【0039】

10

20

30

40

50

尚、第2実施形態では、図示していないが、第1実施形態で説明したエコーキャンセラー8が、マスターの通信装置3の内部に備わっており、エコーキャンセル処理が実行されるようになっている。また、第1実施形態においても、図示していないが、第2実施形態のイコライザー22が、第1実施形態のマスターの通信装置3の内部に備わっていると共に、第2実施形態の信号発生器21が、第1実施形態のスレーブの通信装置4のスレーブ用制御回路15の内部に備わっており、受信信号の歪を補正する処理が実行されるようになっている。

【0040】

また、図7のフローチャートは、マスター用制御回路7の制御の中の第2実施形態の伝送路2の劣化を判定する制御の内容を示す。まず、ステップS110においては、マスターの通信装置3のマスター用制御回路7は、マスターの通信装置3が送信及び受信をしていない運転モードにする。続いて、ステップS120へ進み、マスター用制御回路7は、例えば1番目（即ち、図6中の上段左）のスレーブの通信装置4にPRBS7信号を送信するように指示する制御信号を送信し、1番目のスレーブの通信装置4は、PRBS7信号をドライバ回路13を介して伝送路2に送信する。

【0041】

次いで、ステップS130へ進み、PRBS7信号は、伝送路2を経由して、マスターの通信装置3で受信される。そして、ステップS140へ進み、マスターの通信装置3において、イコライザー22は、フィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ を制御して、前記式(2)によってマスター用制御回路7の受信端子7aに入力する信号が元の波形のPRBS7信号となるように調整する。そして、調整後のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ は、現時点の1番目のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の伝送路2の特性を示す特性データとなることから、これらフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ をマスター用制御回路7内のメモリに記憶する。

【0042】

続いて、ステップS150へ進み、マスター用制御回路7は、残りのスレーブの通信装置4についても、例えば2番目（図6中の下段左）のスレーブの通信装置4から順に、上記した1番目のスレーブの通信装置4について実行した処理、具体的には、PRBS7信号を送信してイコライザー22を動作させてフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ を取得してメモリに記憶させる処理（即ち、ステップS120～ステップS140）を実行する。これにより、現時点の2番目、3番目、・・・のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の各伝送路2の特性を示すフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ が、マスター用制御回路7内のメモリに記憶される。

【0043】

この後、ステップS160へ進み、マスター用制御回路7は、フィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ の経時変化に基づいて、現時点の1番目、2番目、・・・のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の各伝送路2の劣化や故障等を判断する。具体的には、1番目、2番目、・・・のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の各伝送路2について、メモリに記憶している劣化前例えば工場出荷時等のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ と、メモリに記憶した最新のフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ とを比較することにより、現時点の1番目、2番目、・・・のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の各伝送路2の劣化等をそれぞれ判断する。

【0044】

この場合、例えば、図8に示すように、4番目（図中の下段右）のスレーブの通信装置4と伝送路2とを接続するコネクタ23が劣化したとすると、現時点の4番目のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の伝送路2の特性を示すフィルター係数 $a(1) \sim a(n)$ の中の係数 $a(1)$ と $a(2)$ が、図9の表に示すように、増大する方向に大きく変化する。従って、図9の表に示すような大きな変化を検出したときに、マスター用制御回路7は上記4番目のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の伝送路2が劣化したと判定するようになっている。

10

20

30

40

50

【0045】

そして、上記伝送路2が劣化したと判定されたときには、マスター用制御回路7は、上記伝送路2が劣化したことを示すメッセージ等をユーザに報知するように構成されている。尚、この場合、上記4番目以外のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の各伝送路2の特性を示すフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ については、大きな変化はないことから、マスター用制御回路7は上記各伝送路2が劣化したと判定することはない。これにより、図7に示す制御が終了する。

【0046】

尚、上記したフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ が大きく変化する原因は、伝送路2の劣化、断線等によってインピーダンスの不整合が悪化するためであると考えられる。また、図7に示す制御は、スタットアップ過程において実行されたり、定期的に行なわれるように構成されている。

【0047】

上述した以外の第2実施形態の構成は、第1実施形態の構成と同じ構成となっている。従って、第2実施形態においても、第1実施形態とほぼ同じ作用効果を得ることができる。特に、第2実施形態によれば、伝送路2の中の劣化や故障等が発生した場所や位置がどこであるか、即ち、複数のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の伝送路2の中の何番目のスレーブの通信装置4とマスターの通信装置3との間の伝送路2であるかまで判定することができる。

【0048】

(第3実施形態)

図10及び図11は、本発明の第3実施形態を示すものである。尚、第2実施形態と同一構成には、同一符号を付している。この第3実施形態では、マスターの通信装置3に通信部24を設け、マスター用制御回路7が通信部24及び通信網25を介して管理センターの管理装置26と通信可能ように構成されている。通信網25は、例えば携帯電話網やインターネット等で構成されている。管理装置26は、例えばサーバ等のコンピュータで構成されている。

【0049】

図11は、第3実施形態の劣化検出制御のフローチャートを示す。図11のステップS210の実行前に、第2実施形態の図7のステップS110からステップS150までの処理を実行する。この後、図11のステップS210へ進み、マスターの通信装置3のマスター用制御回路7は、上記ステップS110からステップS150までの処理を実行することにより定期的にまたはスタットアップ過程で更新されたフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ のデータを、内部のメモリにおける管理センターにアップロードするためのエリアに記憶する。このとき、フィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ の更新の実施時刻のデータも一緒に上記エリアに記憶する。

【0050】

続いて、ステップS220へ進み、マスター用制御回路7は、随時（例えば上記ステップS210が実行されたときに）、上記更新されたフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻のデータを、通信部24及び通信網25を介して管理センターの管理装置26へ送信（即ち、アップロード）する。

【0051】

そして、ステップS230へ進み、管理センターの管理装置26は、マスターの通信装置3から送信されたフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻のデータを受信し、この受信したフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻のデータを内部のメモリ（例えばハードディスク等）に記憶する。更に、管理装置26は、上記受信したフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻と、内部のメモリに記憶された劣化判定用の独自のデータベースとに基づいて伝送路2の状況、即ち、劣化の進行度合や故障等を解析する。

【0052】

次いで、ステップS240へ進み、管理装置26は、伝送路2の状況の解析結果に応じ

て、部品の交換時期の予測等が可能になることから、故障が発生する前にユーザに来店してもらいように要請する安心サービスを提供する。この場合、管理装置 26 は、例えば部品の交換時期が近づいたときに、修理のために来店することを促すメッセージを通信網 25 を介してマスターの通信装置 3 へ送信して、ユーザに報知するように構成することが好ましい。尚、本実施形態の伝送システム 1 を例えば車両に搭載した場合には、その車両でユーザは上記メッセージで指示された店へ来店すれば良い。

【0053】

また、上述した以外の第 3 実施形態の構成は、第 2 実施形態の構成と同じ構成となっている。従って、第 3 実施形態においても、第 2 実施形態とほぼ同じ作用効果を得ることができる。特に、第 3 実施形態では、更新されたフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻のデータを、管理装置 26 の大容量のメモリに記憶できるので、フィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻のデータを劣化前の状態から定期的に蓄積して大量に記憶することができる。そして、これら記憶した大量のデータと、管理装置 26 の内部の劣化判定用の独自のデータベースとに基づいて伝送路 2 の状況を解析できるので、伝送路 2 の劣化の状態等をより一層正確に解析することが可能となり、劣化等の検出精度を高くすることができる。

【0054】

(第 4 実施形態)

図 12 は、本発明の第 4 実施形態を示すものである。尚、第 3 実施形態と同一構成には、同一符号を付している。この第 4 実施形態では、例えば車両に搭載した伝送システムに適用するように構成し、フィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻のデータを、管理センターの管理装置 26 のメモリに記憶する代わりに、車両に搭載されたダイアグ用メモリに記憶するように構成した。

【0055】

図 12 は、第 4 実施形態の劣化検出制御のフローチャートを示す。図 12 のステップ S 210 の実行前に、第 2 実施形態の図 7 のステップ S 110 からステップ S 150 までの処理を実行する。この後、図 12 のステップ S 210 へ進み、マスターの通信装置 3 のマスター用制御回路 7 は、上記ステップ S 110 からステップ S 150 までの処理を実行することにより定期的にまたはスタートアップ過程で更新されたフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ のデータを、内部のメモリにおけるダイアグ用メモリに記憶するためのエリアに記憶する。このとき、フィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ の更新の実施時刻のデータも一緒に上記エリアに記憶する。

【0056】

続いて、ステップ S 320 へ進み、マスター用制御回路 7 は、随時（例えば上記ステップ S 210 が実行されたとき）、上記更新されたフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻のデータを、車両に搭載されたダイアグ用メモリ内に記憶（即ち、転記）する。

【0057】

そして、ステップ S 330 へ進み、車検等でユーザが車両で来店したときに、店のサービスマンは、車両のダイアグ用メモリ内に記憶されたフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻のデータを読み出し（即ち、ダウンロードし）、店の管理装置（例えばサーバや端末等のコンピュータ）のメモリ内に記憶させる。

【0058】

続いて、ステップ S 340 へ進み、店の管理装置は、上記記憶したフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ 及び実施時刻と、内部のメモリに記憶された劣化判定用の独自のデータベースとに基づいて伝送路 2 の状況、即ち、劣化の進行度合や故障等を解析する。

【0059】

次いで、ステップ S 350 へ進み、店の管理装置は、伝送路 2 の状況の解析結果に応じて、部品の交換時期の予測等が可能になることから、故障が発生する前にユーザに来店してもらいように要請する安心サービスを提供する。例えば、管理装置は、部品の交換時期が近づいたときに、修理のために来店することを促すメッセージを表示装置に表示したり、メール等でユーザに報知するように構成することが好ましい。尚、管理装置に表示され

たメッセージを確認した店員が、電話等でユーザに報知するようにしても良い。

【0060】

また、上述した以外の第4実施形態の構成は、第3実施形態の構成と同じ構成となっている。従って、第4実施形態においても、第3実施形態とほぼ同じ作用効果を得ることができる。

【0061】

また、第3実施形態及び第4実施形態では、図11及び図12のステップS210の前に、第2実施形態の図7のステップS110からステップS150までの処理を実行するように構成したが、これに代えて、第1実施形態の図3のステップS10からステップS40までの処理を実行するように構成しても良い。この構成では、イコライザー22のフィルタ係数 $a(1) \sim a(n)$ の代わりに、エコーキャンセラー8のフィルタ係数 $c(1) \sim c(n)$ を用いる。このように構成した場合も、第3実施形態及び第4実施形態とほぼ同様な作用効果を得ることができる。

10

【0062】

また、上記各実施形態では、疑似通信信号として例えばPRBS7信号を用いたが、これに限られるものではなく、他の信号を用いても良い。また、上記各実施形態では、フィルタ係数制御回路としてエコーキャンセラー8やイコライザー22を用いたが、これに限られるものではなく、他の回路を用いても良い。

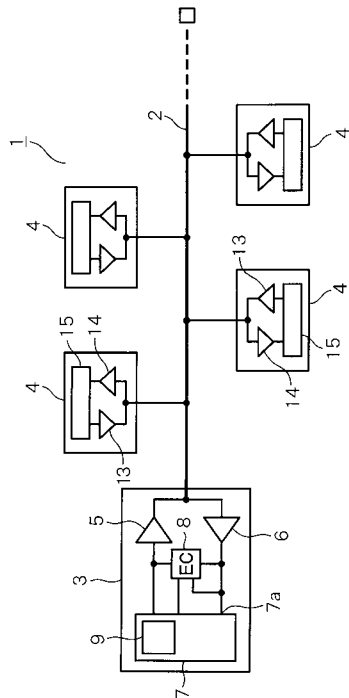
【符号の説明】

【0063】

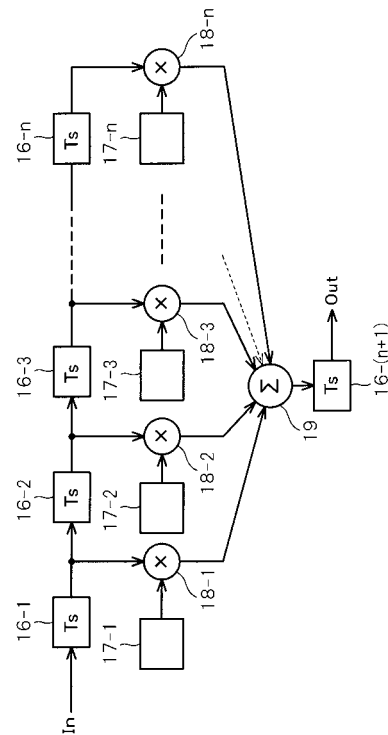
図面中、1は伝送システム、2は伝送路、3は通信装置、4は通信装置、7はマスター用制御回路（劣化検出部）、8はエコーキャンセラー（フィルタ係数制御回路）、9は信号発生器（信号発生部）、15はスレーブ用制御回路、17はフィルタ係数制御回路、20はコネクタ、21は信号発生器（信号発生部）、22はイコライザー（フィルタ係数制御回路）、24は通信部、25は通信網、26は管理装置である。

20

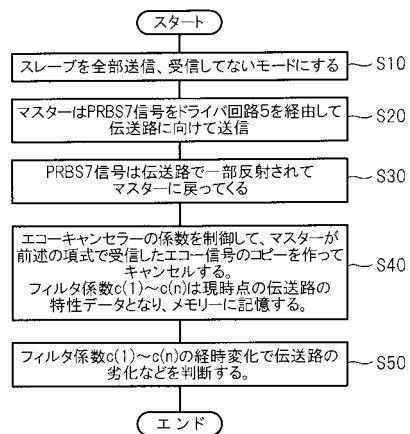
【図 1】



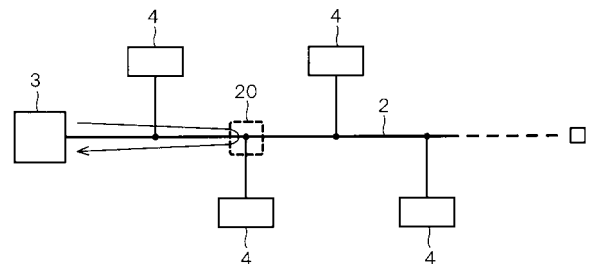
【図 2】



【図 3】



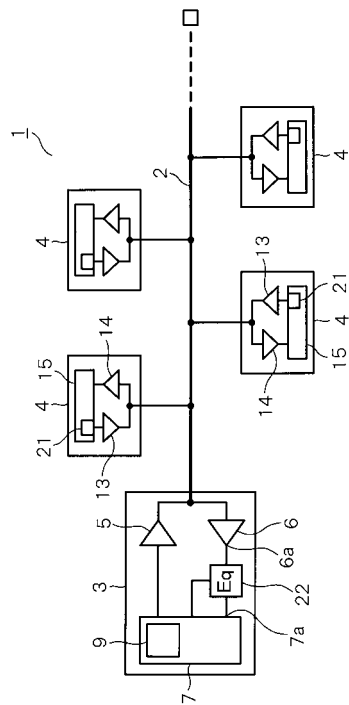
【図 4】



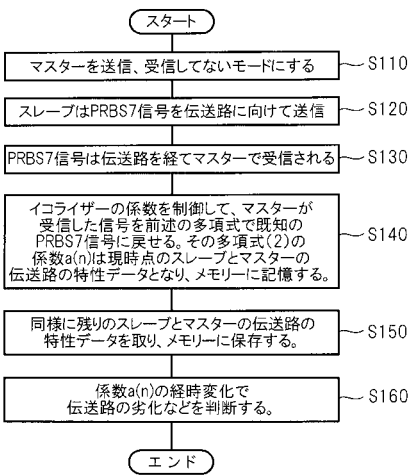
【図 5】

係数	劣化前	劣化後
c(1)	0.126	0.247
c(2)	0.014	0.018
c(3)	-0.017	-0.022
c(4)	0.001	-0.003
c(5)	0.003	0.001
c(6)	-0.002	-0.002

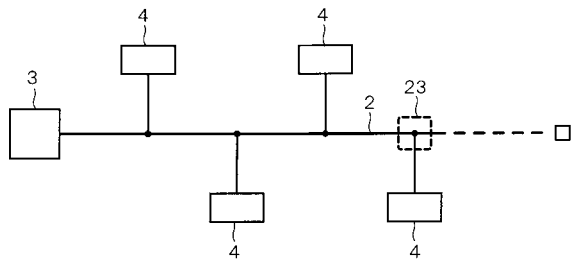
【図 6】



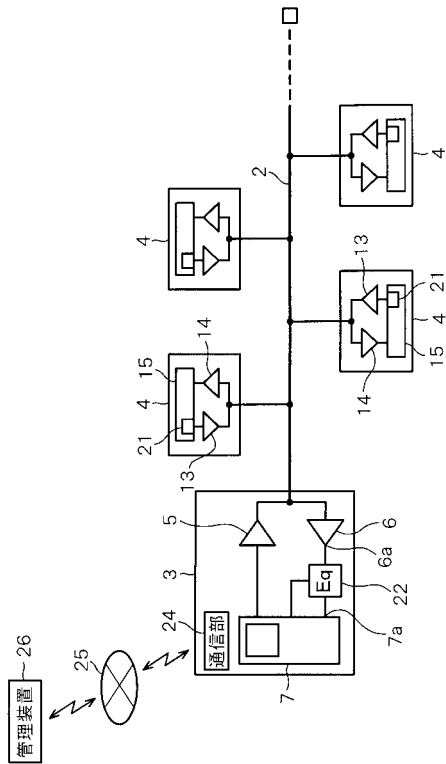
【図 7】



【図 8】



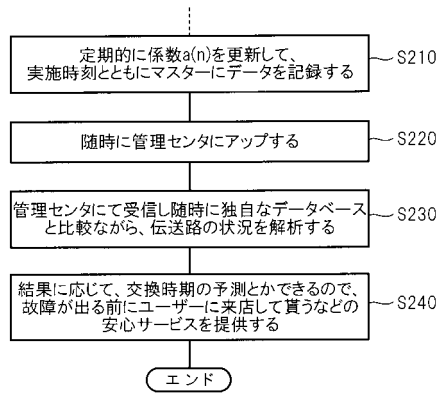
【図 10】



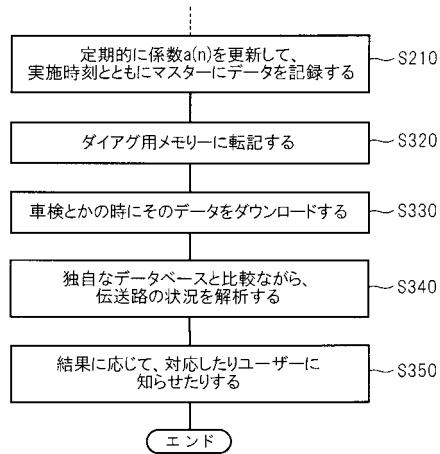
【図 9】

係数	劣化前	劣化後
a(1)	0.875	0.649
a(2)	-0.104	-0.127
a(3)	0.016	-0.018
a(4)	0.002	0.003
a(5)	-0.003	0.002
a(6)	0.001	-0.001
a(7)	0.002	0.001
a(8)	-0.001	-0.001

【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K029 CC01 JJ08 KK11 KK13 KK14 KK30 KK31
5K035 AA03 CC08 CC10 GG02 GG05 JJ02