

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4940779号
(P4940779)

(45) 発行日 平成24年5月30日(2012.5.30)

(24) 登録日 平成24年3月9日(2012.3.9)

(51) Int.Cl.		F I	
B60S	5/00	(2006.01)	B60S 5/00
B60R	16/02	(2006.01)	B60R 16/02 650J
G01M	17/007	(2006.01)	G01M 17/00 J
G06Q	50/10	(2012.01)	G06F 17/60 138

請求項の数 4 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2006-172956 (P2006-172956)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成18年6月22日 (2006.6.22)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2008-1233 (P2008-1233A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成20年1月10日 (2008.1.10)	(74) 代理人	110001427
審査請求日	平成21年3月30日 (2009.3.30)		特許業務法人前田特許事務所
		(74) 代理人	100077931
			弁理士 前田 弘
		(74) 代理人	100110939
			弁理士 竹内 宏
		(74) 代理人	100110940
			弁理士 嶋田 高久
		(74) 代理人	100113262
			弁理士 竹内 祐二
		(74) 代理人	100115059
			弁理士 今江 克実

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠隔故障診断システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の車載部品のストレス要因に関する車両データを所定のタイミングで送信するように構成された車両と、ネットワークを介してこの車両と接続され、前記車両から受信される前記車両データを蓄積するとともに、蓄積した前記車両データに基づき前記車両の車載部品の故障診断を行う故障診断サーバと、を含む遠隔故障診断システムであって、

前記車両は、

第1の故障診断プログラムを書き換え可能に保持するメモリと、

前記第1の故障診断プログラムを実行することにより、前記車両データの送信を制御するCPUと、を有し、

前記故障診断サーバは、

前記車載部品の故障に対する警戒レベルに応じた複数の故障診断プログラムを記憶する記憶手段と、

前記車両より受信した前記車両データに基づいて、前記警戒レベルを判定する判定手段と、

前記記憶手段に記憶されている前記複数の故障診断プログラムから、前記判定手段により判定された警戒レベルに対応する第2の故障診断プログラムを選択してこれを前記車両に送信する送信手段と、を有し、

前記車両は、前記送信手段により送信された前記第2の故障診断プログラムを受信し、前記メモリに保持されている前記第1の故障診断プログラムを、受信した前記第2の故障

診断プログラムで更新する更新手段を更に有し、

前記複数の故障診断プログラムはそれぞれ、対応する警戒レベルに応じた頻度で前記車両データの送信が行われるようにプログラムされていることを特徴とする遠隔故障診断システム。

【請求項 2】

所定の車載部品のストレス要因に関する車両データを所定のタイミングで送信するように構成された車両と、ネットワークを介してこの車両と接続され、前記車両から受信される前記車両データを蓄積するとともに、蓄積した前記車両データに基づき前記車両の車載部品の故障診断を行う故障診断サーバと、を含む遠隔故障診断システムであって、

前記車両は、

第 1 の故障診断プログラムを書き換え可能に保持するメモリと、

前記第 1 の故障診断プログラムを実行することにより、前記車両データの送信を制御する CPU と、を有し、

前記車両データは、車種情報を含み、

前記故障診断サーバは、蓄積した前記車両データに基づいて、車種別の統計処理を行い、

前記故障診断サーバは、

前記車載部品の故障に対する警戒レベルに応じた複数の故障診断プログラムを記憶する記憶手段と、

前記車両より受信した前記車両データに基づいて、前記警戒レベルを判定する判定手段と、

前記記憶手段に記憶されている前記複数の故障診断プログラムから、前記判定手段により判定された警戒レベルに対応する第 2 の故障診断プログラムを選択してこれを前記車両に送信する送信手段と、

前記統計処理の結果に基づいて、前記判定手段における前記警戒レベルの判定基準を変更する手段とを有し、

前記車両は、前記送信手段により送信された前記第 2 の故障診断プログラムを受信し、前記メモリに保持されている前記第 1 の故障診断プログラムを、受信した前記第 2 の故障診断プログラムで更新する更新手段を更に有することを特徴とする遠隔故障診断システム。

【請求項 3】

前記ストレス要因に関する車両データは、前記車載部品の雰囲気温度、雰囲気湿度、振動数を含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の遠隔故障診断システム。

【請求項 4】

前記車両は、前記判定手段による判定結果に応じて、当該車両の入庫案内および/または当該車載部品の手配を行うための手段を更に有することを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれかに記載の遠隔故障診断システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遠隔から車両に接続して故障を診断する遠隔故障診断システムに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車には高密度電子部品を実装した電子機器が数多く搭載されており、近年では、エンジンルームへの搭載が可能となるように、比較的高温な環境においても動作可能な半導体部品の採用も始まっている。

【0003】

しかし、半導体部品の動作特性、信頼度性能は一般に、量産開始前、代表サンプルを用いて信頼度を予測しているに過ぎない。すなわち、量産開始後は、製品の個々について耐環境性能試験や信頼度試験による出荷前のスクリーニングがなされているわけではなく、

10

20

30

40

50

また、自動車メーカーとしても、受入検査で一品一品寿命試験によるスクリーニングなどが実施されているわけでもない。

【0004】

したがって、電子機器を搭載した車両を、市場に製品として出荷した後も、ある割合で、性能劣化、故障が発生する可能性は残る。特に、半導体部品としての通常使用条件を超える環境下では、故障の発生する確率も増大する。とりわけ自動車では、ユーザの使用環境、使用条件、使用期間、使用頻度などのバラツキが大きく、市場での車載電子部品の故障の発生確率は他の民生機器に比べて高いと予想できる。

【0005】

一方、たとえばエンジン制御特性の不具合は、O₂センサなどのセンサの劣化、故障などによって発生することも多く報告されており、特に、定常的な条件よりも、負荷が大きく変動する過渡状態でのみ不具合現象が出現するケースも多い。したがって、実走行中の不具合発生確率の高まった状況下でのデータを多くの車両からリアルタイムに取得できれば、不具合現象の予測、要因の特定に多大な効果が期待できる。

10

【0006】

このような観点から車両の故障診断を行う技術はすでに種々のものが知られている。

【0007】

たとえば特許文献1には、ネットワークを介して故障した車両と接続し、その故障箇所を診断する故障診断システムが提案されている。このシステムによれば、車両を遠隔的に接続することで、顧客がサービス工場に出向かなくとも、車両が故障しているかどうかや故障箇所を把握できるため、大変便利である。

20

【0008】

また、特許文献2には、空燃比や点火時期などの学習値をデータベースに蓄積し、学習値が正規範囲から外れているときに異常と判断して、実際に車両に故障が生じる前にユーザ等に通知する車両管理システムが提案されている。このシステムによれば、個々の車両の健康状態を管理でき、これにより故障発生を未然に回避することができる。

【特許文献1】特開2002-228552号公報

【特許文献2】特開2002-202003号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0009】

自動車に搭載される半導体部品において、故障を誘発するストレス要因としては、熱衝撃、ヒートサイクル、パワーサイクル、湿度、振動などがある。これらのストレスによって、半導体チップ内の接合部の劣化によるリーク電流の増加、端子のはんだ表面の電気的接続性の劣化、機械的な破断による接触抵抗の増大などを経て、最終的なユニットとしての機能不全を引き起こす。

【0010】

とりわけエンジンルーム内では、熱、振動、湿度などは半導体部品にとっては過酷な環境にあり、遠隔より環境変動を監視して、電子制御ユニット(ECU)の特性チェックを行うことは、故障の早期発見、故障発生予測に大きく貢献すると考えられる。

40

【0011】

したがって、この種の遠隔故障診断システムには、故障診断の信頼性を高めることが望まれている。本発明はこの観点からの遠隔故障診断システムの改良を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の一側面によれば、所定の車載部品のストレス要因に関する車両データを所定のタイミングで送信するように構成された車両と、ネットワークを介してこの車両と接続され、前記車両から受信される前記車両データを蓄積するとともに、蓄積した前記車両データに基づき前記車両の車載部品の故障診断を行う故障診断サーバと、を含む遠隔故障診断システムが提供される。この遠隔故障診断システムにおいて、前記車両は、第1の故障診

50

断プログラムを書き換え可能に保持するメモリと、前記第1の故障診断プログラムを実行することにより、前記車両データの送信を制御するCPUとを有する。一方、前記故障診断サーバは、前記車載部品の故障に対する警戒レベルに応じた複数の故障診断プログラムを記憶する記憶手段と、前記車両より受信した前記車両データに基づいて、前記警戒レベルを判定する判定手段と、前記記憶手段に記憶されている前記複数の故障診断プログラムから、前記判定手段により判定された警戒レベルに対応する第2の故障診断プログラムを選択してこれを前記車両に送信する送信手段とを有する。これにより前記車両は、前記送信手段により送信された前記第2の故障診断プログラムを受信し、前記メモリに保持されている前記第1の故障診断プログラムを、受信した前記第2の故障診断プログラムで更新する更新手段を更に有する。

10

【0013】

上記の構成によれば、実走行中などにおける故障を誘発するストレス要因に関する車両データに基づいて、統計的な故障診断が可能になる。これによって、より高精度な故障診断が可能になる。

【0014】

また、前記複数の故障診断プログラムはそれぞれ、対応する警戒レベルに応じた頻度で前記車両データの送信が行われるようにプログラムされていることが好ましい。これにより、警戒レベルが高まるにつれて車両データの送信頻度を高めることができ、車載部品の故障時期をより正確に判定することができる。

【0015】

20

本発明の好適な実施形態によれば、前記車両データは、車種情報を含み、前記故障診断サーバは、蓄積した前記車両データに基づいて、車種別の統計処理を行うことが好ましい。この構成により、個別の車両だけでは予測が難しかった車載部品の経年劣化を予測できるようになる。

【0016】

また、前記故障診断サーバは、前記統計処理の結果に基づいて、前記判定手段における前記警戒レベルの判定基準を変更することが好ましい。この構成によれば、時々刻々と蓄積されていく車両データに基づいて、警戒レベルの判定基準が最適化され、より正確な警戒レベルの判定を行うことができる。

【0017】

30

本発明の好適な実施形態によれば、前記ストレス要因に関する車両データは、前記車載部品の雰囲気温度、雰囲気湿度、振動数を含むことが好ましい。これらのデータによってストレス要因を正確に予測することができる。

【0018】

本発明の好適な実施形態によれば、前記車両は、前記判定手段による判定結果に応じて、当該車両の入庫案内および/または当該車載部品の手配を行うための手段を更に有することが好ましい。この構成によれば、ユーザは故障診断結果に応じてとるべき対応指針が容易に得られ、この故障診断がより有益なものとなる。

【発明の効果】**【0019】**

40

本発明によれば、遠隔故障診断システムにおける故障診断の信頼性を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0020】**

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の実施に有利な具体例を示すにすぎない。また、以下の実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の課題解決手段として必須のものとは限らない。

【0021】

図1は、本実施形態に係る遠隔故障診断システムの構成例を示した図である。情報セン

50

タ100は、顧客の車両110、111やサービス工場120などから送信される各種の情報を蓄積するとともに、故障診断結果を提供するコンピュータ群である。情報センタ100は、顧客の車両110、サービス工場120とインターネット130やモバイル通信回線などを經由して接続している。

【0022】

顧客の車両110及び111は、故障の診断に必要なデータを取得して情報センタ100に送信する。

【0023】

サービス工場120は、いわゆる修理工場などであり、故障車両111から車両データを読み出したり、故障箇所や故障の原因に関する情報を情報センタ100に送信したりする。サービス工場120にはサービス工場用のクライアント装置121が設定されている。このクライアント装置121は、一種のコンピュータであり、CPU、メモリ、ハードディスクドライブ及び通信インタフェースなどを備えている。

10

【0024】

情報センタ100は、故障診断処理を実行する故障診断サーバ101を有し、この故障診断サーバ101は、以下に示す各データベース(DB)102～108に対し読み書き可能に構成されている。

【0025】

顧客情報データベース(DB)102は、顧客(全ての顧客又は故障診断サービスの契約者)の情報を格納する。

20

【0026】

故障情報データベース103は、故障車両111やサービス工場120のクライアント装置121から送信された故障データに基づいて、図4に示すような、故障発生履歴テーブルを蓄積する。

【0027】

車両情報データベース104は、顧客の車両110、111から送信されてきた車両データに基づいて、図5に示すような、車両属性テーブル、個別車両モニタテーブルを蓄積する。

【0028】

サービス工場データベース105は、サービス工場の位置などに関する情報を格納する。地図データベース106は、地図データを格納する。

30

【0029】

診断プログラムデータベース107は、図6に示すような、車種および、診断対象とする電子制御ユニットの故障に対する警戒レベルに応じて内容の異なる故障診断プログラムを記述した診断プログラム設定テーブルを記憶している。警戒レベルについては後述する。

【0030】

診断データベース108は、図7に示すような、車種別の、診断に係る注目データ(診断モニタデータ)に対する、警戒ラインを記述した警戒ライン設定テーブル、車種別に各警戒レベルの内容を規定する警戒レベル設定テーブル、および、車種ごとに各警戒レベルとMTTF(平均初期故障時間)との関係を規定する車種別信頼度予測テーブルを蓄積する。

40

【0031】

故障診断サーバ101は、一種のコンピュータであり、CPU、メモリ、ハードディスクドライブ及び通信インタフェースなどを備えている。以下の説明では、フローチャートに対応するプログラムをCPUが実行することにより、各種の処理が実行されることになる。

【0032】

図2は、本実施形態に係る車両110の構成例を示したブロック図である。メインコントローラ200は、CPU、メモリなどからなり、各種制御ユニットやセンサから制御デ

50

ータやセンサ出力を取得し、メモリに蓄積したり、蓄積した情報をモバイル端末（モバイル通信インタフェース）250や近距離無線通信インタフェース255を介して情報センタ100に送信したり、情報センタ100から故障予測結果を受信したりする。近距離無線通信インタフェース255は、無線LAN、ブルートゥース及びETC用の無線規格などを採用できる。

【0033】

ボディ系システム210は、パワーウインドウユニット211、ヘッドライトユニット212、オーディオユニット213、エアコンユニット214、ワイパーユニット215及びドアロックユニット216などを含み、制御結果や電流・電圧などのデータをメインコントローラ200へと出力する。

10

【0034】

制御系システム220は、ブレーキがロックしないように制御するABS（アンチロック・ブレーキ・システム）221、車両の挙動を制御するDSC（ダイナミック・スタビリティ・コントローラ）222、燃料の供給を制御するEGI（電気リキ・ガス・インジェクション）223、自動変速機を制御するEAT（電気リキ・オートマチック・トランスミッション）224及び自動走行などドライバの運転を補助するICCW（インテリジェント・クルーズ・コントロール&ワーニング）225を含み、それぞれ、メインコントローラ200に対して制御結果などを通知する。本実施形態における制御系システム220はさらに、エンジンルーム内に搭載されエンジンの制御を司るエンジンECU226を含む。

20

【0035】

また車両には各種のセンサ群が搭載されている。例えば、GPS（グローバル・ポジショニング・システム）衛星からの電波を受信して車両の現在位置を算出するGPSセンサ231、渋滞情報などを受信するVICS情報受信機232、車両の速度を検出する車速センサ233、前方の車両など他の車両との距離を計測する車間距離センサ234、車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ235、車両の加速度を検出する加速度センサ、車両の操舵角を検出する操舵角センサ237、スロットルの開度を検出するスロットル開度センサ238、ブレーキの踏み込み圧力を検出するブレーキ圧センサ239、ウインカスイッチの動作状態を検出するウインカSWセンサ240、外気温を測定するための外気温センサ241、雨が降っているか否かや雨量を測定するレインセンサ242、エンジン回転数を検出するエンジン回転数センサ246などが車両には搭載されている。本実施形態ではこれらに加え、エンジンECU226のストレス要因となる雰囲気温度を検出するための温度センサ243、同じくエンジンECU226のストレス要因となる雰囲気湿度を検出するための湿度センサ244、および、同じくエンジンECU226のストレス要因である振動数を検出するための振動センサ245が、エンジンルーム内に搭載される。

30

【0036】

メインコントローラ200は、そこに接続された各種センサの出力に基づいて、上記したボディ系システムや制御系システムの制御を統括的に行うものであるが、このメインコントローラ200はさらに、制御系システム220を構成する特定の制御ユニットの故障診断処理も行う。本実施形態では、一例として、故障診断対象を車載部品であるエンジンECU226とし、上記した温度センサ243、湿度センサ244、振動センサ245などの出力に基づいて、その故障診断を行う。加えて、車両110にはエンジンECU226の電源電流や出力電圧などを監視するためのユニット監視モジュール280も設けられ、そのモニタデータはメインコントローラ200に入力される。

40

【0037】

ナビゲーション・コントローラ260は、GPSセンサ231からの測位データに基づいて、ハードディスクドライブなどに記憶されている地図情報を検索し、現在位置の地図を表示する装置である。顧客たるドライバへの入出力装置270は、液晶ディスプレイなどの表示装置や音声出力装置などを含んでおり、ナビゲーション・コントローラ260が

50

らの地図データを出力したり、情報センタ100からの故障診断結果を出力したりする。

【0038】

図8は、本実施形態における故障診断に係るメインコントローラ200のハードウェア構成を示すブロック図である。図示の如く、メインコントローラ200は、このメインコントローラの機能を司るCPU201、固定的なプログラムやデータを記憶しているROM202、CPU201のワークエリアを提供するとともに、書き換え可能なプログラムやデータを保持するRAM204、および情報センタ100と通信を行うための通信インタフェース(I/F)250(または近距離無線通信I/F255)を備える。ROM202には制御プログラム203が記憶されており、CPU201がこの制御プログラム203を実行することでメインコントローラとしての役割を果たす。また、RAM204には故障診断プログラム205が保持される。

10

【0039】

後述するように、この故障診断プログラム205は、制御プログラム203の実行中に呼び出されて、車両の故障診断が行われる。この故障診断には、温度センサ243、湿度センサ244、振動センサ245、エンジン回転数センサ246からの各出力、並びにユニット監視モジュール280から転送されてくる信号が使用される。これらの信号は所定のタイミングで情報センタ100に転送される。また、診断結果は入出力装置270に表示等される。さらに、CPU201による制御プログラム203の実行において、必要に応じて、情報センタ100より故障診断プログラムが転送されてくるように構成されている。この場合、RAM204内の故障診断プログラムは、その転送されてきた故障診断プログラムで更新されることになる。

20

【0040】

図3は、サービス工場120の構成例を示した図である。サービス工場用クライアント121は、テスター301からの故障診断情報や、故障した車両111に搭載されているメインコントローラ200に蓄積されている故障発生前の車両データを読み出し、発生した故障を表す故障識別コードとともに情報センタ100に送信するコンピュータである。なお、サービス工場用クライアント121は、情報センタ100と通信するための通信インタフェースも備えている。なお、車両と通信する際には、例えば、近距離無線通信インタフェース310を介して車両111と接続することができる。テスター301は、故障車両に設けられたコネクタに接続することで詳細な故障診断を行う装置である。

30

【0041】

図9は、本実施形態に係る車両データの収集に関するフローチャートである。とりわけ、フローチャートでは、正常車両の車両データも含めて収集し、車両情報データベース104を更新する。この処理によれば、正常車両の統計的な車両データを収集でき、故障車両の車両データの特徴を発見しやすくなり、正確な故障診断が行えるようになる。なお、同図のフローチャートにおいて、車両側のフローに対応するプログラムは故障診断プログラム205に含まれ、CPU201によって実行される。

【0042】

まずステップS400において、メインコントローラ200に搭載されているCPU201は、図8に示された温度センサ243、湿度センサ244、振動センサ245、エンジン回転数センサ246、およびユニット監視モジュール280からの出力を、それぞれ適切なタイミングでサンプリングし、車両データとしてRAM204に記憶する。なお、図示は省略したが、車両データにはこの他に、走行距離やイグニッション(IG)がONされた回数(IG回数)も含まれる。

40

【0043】

つぎに、ステップS402において、メインコントローラ200に搭載されているCPU201は、所定のタイミングで、RAM202に記憶されている車両データを読み出し、車両IDおよびタイムスタンプを付加し、モバイル通信インタフェース250又は近距離無線通信インタフェース255を介して情報センタ100に送信する。

【0044】

50

「所定のタイミング」とは、たとえば、図10に示されるように、センタ送信イベントが発生したタイミングである。センタ送信イベントとしては、図示のように、イグニッション(IG)ON/OFF、ユニット監視モジュール280よりユニット故障警戒データが発生した、エンジン回転数センサ246で検出されたエンジン回転数が設定値以上を示す、温度センサ243で検出された温度(ユニット周囲温度)が警戒値を示す、湿度センサ244で検出された湿度(ユニット周囲湿度)が警戒値を示す、振動センサ245で検出された振動数が警戒値を示す、ユニット監視モジュール280よりユニット故障データが発生した、などのイベントが考えられる。また、「所定のタイミング」には、ユニット監視モジュール280による、エンジンECU226の電源電流または出力電圧の定時間モニタリングに対応するタイミングも含まれる。CPU201は、このようなイベントに

10

【0045】

つぎに、ステップS410において、情報センタ100の故障診断サーバ101は、モバイル通信インタフェースなどを介して車両から送信された車両データを受信する。そして、ステップS412において、故障診断サーバ101は、受信した車両データを、そのデータに含まれている車両IDと関連付けて車両情報データベース104(具体的には図5に示される個別車両モニタテーブル)に追記する。

【0046】

図11は、故障の診断に使用される故障データの収集に関するフローチャートである。故障データの収集方法は、概ね2通りがある。1つは、故障した車両から故障データを読み出し故障情報データベース103へ書き込む方法である(ステップS500、S502)。もう1つは、故障車両111が入庫されたサービス工場のクライアント装置121によって故障車両111から故障データを読み出した後、サービス工場のクライアント装置121から故障情報データベース103へと書き込む方法である(ステップS510、S512)。

20

【0047】

ステップS500において、故障車両111に搭載されたメインコントローラ200は、故障の発生を認識した顧客により故障データの送信が指定されるか、各種制御装置において異常が検出されると(例えば、警告ランプが点灯したとき)、故障時の走行条件、故障発生時刻、車両番号(車体番号)及び故障識別コードなどをRAM202から読み出し、故障データを作成する。この故障発生時刻と故障識別コードは、顧客が入出力装置270を操作して入力してもよいし、警告ランプなどに対応する故障コードを入力してもよい。車両番号などの車両を特定するために役立つ情報は、例えば、ROM202などに記憶されているものを読み出せばよい。

30

【0048】

メインコントローラ200が故障診断プログラムを搭載している場合には、故障診断プログラムを実行することにより、常時、定期的に又は所定のタイミング(スイッチ操作時など)で、各種センサやユニットからのデータを取得して故障の発生を監視し、故障の発生を検出すると、故障時の走行条件、故障発生時刻と、発生した故障に対応する故障識別コードとを決定し、故障データを作成し、情報センタ100へとアップロードすることができる。

40

【0049】

ステップS502において、メインコントローラ200は、RAM202に記憶されていた車両データと故障データとを情報センタ100内の故障診断サーバ101に送信する。ステップS504において、故障診断サーバ101は、インターネット130を経由して車両データと故障データとを受信する。ステップS506において、故障診断サーバ101は、受信した車両データを車両情報データベース104に記憶する(図5参照)。ステップS508において、故障診断サーバ101は、受信した故障データを故障情報データベース103に記憶する(図4参照)。

50

【 0 0 5 0 】

以上のようにして、故障診断に使用するための判断要素となる故障データと車両データがデータベースに蓄積されていく。なお、故障データやその車両データは故障モデルといえるものであるが、データマイニング手法においてはこの故障モデルは、時々刻々とデータが追加されることで絶えず変化しており、他のデータとの比較の段階で確定されるものである。その意味では、故障診断サーバ101が、受信した故障データを故障情報データベース103や車両情報データベース104に登録する処理や、これらから所望の車両データを抽出する処理は、故障モデルの作成処理に該当するといえよう。

【 0 0 5 1 】

ところで、故障データや車両データは、サービス工場120から収集してもよい。ステップS510において、テスター301が故障車両111に接続され、故障診断が実行される。この故障診断においては、テスター301及び/又はクライアント装置121が、故障車両111のメモリに記憶されている車両データを読み出して詳細な調査を実行したり、あるいは特定の検査用信号を各種ユニットに送信し、各種ユニットからの応答データを検査したりするなどして、故障データを作成する。

10

【 0 0 5 2 】

なお、サービス工場用クライアント121は、無線通信インタフェース310を介して故障車両111と接続し、メモリに格納されている車両データを読み出してもよく、この場合はさらに、サービス工場用のクライアント装置121において診断プログラムを実行し、故障箇所を詳細に診断して故障データを作成してもよい。ステップS512において、サービス工場用のクライアント装置121は、作成された故障データと、故障車両から読み出し車両データとを情報センタ100の故障診断サーバ101に送信する。その後は、ステップS504以降の処理を実行する。

20

【 0 0 5 3 】

このように故障データの収集について2つの方法を例示したが、後者の方法では、車載するには高価すぎるような専門の診断装置を使用できるため、より詳細な診断結果が得られる利点がある。

【 0 0 5 4 】

以下、本実施形態における車両110と故障診断サーバ101との間で行われる遠隔故障診断について説明する。

30

【 0 0 5 5 】

半導体部品の故障モードは一般に、製造後、故障の出現する時期により、「初期故障」、「偶発故障」、「摩耗故障」に分類される。初期故障は、出荷前にスクリーニングしきれなかった潜在的な不具合要因が、もともと正常であれば出現しないようなストレスにより加速されて出現するものをいう。偶発故障は、正常品であっても、使用条件や想定外のストレスにより故障に至るものをいう。また、摩耗故障は、ストレスの蓄積により物理的に劣化を生じ、機能不全に至るものいい、設計時の寿命試験によってある程度は予測可能なものである。製品の使用期間により、初期故障期間を過ぎると、半導体部品にとって良好な使用条件下では、故障発生率は最も低くなり、設計寿命に近づくにつれ、再び故障発生率が上昇していくという、いわゆる「バスタブカーブ」をたどる。

40

【 0 0 5 6 】

車両に搭載される半導体部品は、オフィス向け半導体部品等に比べ、酒家後の環境条件の変動が大きく、また、個々の使用者毎の使用状況もバラツキが大きいため、初期故障、偶発故障ともに他の製品に比べ発生確率は高いと予想できる。

【 0 0 5 7 】

したがって、統計的に大量な情報をリアルタイムに収集できれば、過去の使用状況を考慮して、ある不具合が初期故障なのか偶発故障なのかといて判定も容易になると考えられる。

【 0 0 5 8 】

さらに、電子部品にとって過酷な条件下で自動車を利用し続けている場合は、設計時の

50

寿命が加速され、摩耗故障が早期に出現することも予想される。

【 0 0 5 9 】

この摩耗故障の場合、統計的にみれば、与えたストレスの程度、期間によっては、機能不全には至らないものの正常品とは異なる特性に変化していく、いわゆる「まえぶれ現象」が出現することもある。

【 0 0 6 0 】

よって、統計的に経験値を蓄積しておき、これらを利用して「まえぶれ現象」を早期に見出せば、機能不全となる致命故障に至る前に、部品交換などの対処が可能になる。

【 0 0 6 1 】

そこで、本実施形態では、この故障診断サーバ101による故障診断では、故障判定ラインに至る前の警戒ラインを設定し、この警戒ラインを超えるような場合を「まえぶれ現象」として把握する。そして、後述するように、車両データに基づいて警戒レベルが判定される。また、この警戒レベルの判定結果に応じて、車両110のメインコントローラ200における故障診断プログラム205が更新されうる。さらに、この警戒レベルの判定には、図7に示した診断データベース108における警戒レベル設定テーブルが利用されるが、その判定精度を高めるべく、この警戒レベル設定テーブルは、故障診断サーバ101において収集された車両データの統計処理に基づいて更新されうる。

【 0 0 6 2 】

前述したように、この車両情報データベース104には、各車両においてセンタ送信イベントが発生する都度、その車両データが蓄積されていく。その中から、特定車両について、車両データのうちの注目データ（たとえばエンジンECU226の電源電流）を抽出すれば、その注目データについての経時的な変化を追うことができる。これを同一車種について平均をとれば、車種別の注目データについての統計的な経時変化をとらえることができる。図13は、そのような注目データについての統計的な経時変化の一例を示す図である。同図に示すように、このようなモニタ値は上下の変動を繰り返しながら故障判定ラインへと向かっていくのが通常である。

【 0 0 6 3 】

そして本実施形態では、同図に示すように、上側故障判定ラインと下側故障判定ラインとの間に、正常範囲と警戒範囲とを分ける上側警戒ラインおよび下側警戒ラインを設定する。具体的には、図7に示した診断データベース108における警戒ライン設定テーブルにそれらの値が設定される。注目データの値が、この上側警戒ラインと下側警戒ラインとの間の正常範囲内を外れると、警戒範囲にあると判定される。

【 0 0 6 4 】

図12は、本実施形態における車両110と故障診断サーバ101との間で行われる遠隔故障診断処理を示すフローチャートである。この図12は図9の処理を含んだフローチャートとなっている。図12のフローチャートにおいて、車両側のフローに対応するプログラムは制御プログラム203および故障診断プログラム205に含まれ、CPU201によって実行される。

【 0 0 6 5 】

まず、車両110における制御プログラム203の実行において、例えばユーザによる操作指示に応じて、あるいは予め定められたタイミングで、故障診断プログラム205が起動され、これにより図9に示したステップS400およびS402の処理が実行される。すなわち、ステップS400では、メインコントローラ200に搭載されているCPU201は、図8に示された温度センサ243、湿度センサ244、振動センサ245、エンジン回転数センサ246、ユニット監視モジュール280等からの出力を、それぞれ適切なタイミングでサンプリングし、車両データとしてRAM204に記憶する。

【 0 0 6 6 】

つぎに、ステップS402において、CPU201は、所定のタイミングで、RAM204に記憶されている車両データを情報センタ100に送信する。具体的には、ステップS4021で、図10に例示したようなセンタ送信イベントが発生したかどうかを判定し

10

20

30

40

50

、センタ送信イベントが発生したときは、当該イベントに対応する車両データにタイムスタンプおよび車両IDを付加し（ステップS4022）、このタイムスタンプおよび車両IDが付加された車両データを、情報センタ100に送信する（ステップS4023）。

【0067】

ステップS410で、情報センタ100における故障診断サーバ101は、車両データを受信すると（ステップS410）、その車両データを車両情報データベース104（具体的には図5に示される個別車両モニタテーブル）に追記する（ステップS412）。

【0068】

ここまでの処理内容は、図9を参照して前述したとおりである。さて、このステップS412で車両情報データベース104が更新されると、故障診断サーバ101はデータベース情報を用いた統計的な故障判定処理を行う（ステップS600）。

10

【0069】

図14は、ステップS600の故障診断サーバ101における故障判定処理の詳細を示すフローチャートである。

【0070】

まず、車両情報データベース104から、車両110を特定する車両IDの車両データのうちの、監視対象の注目データを抽出する（ステップS601）。図7に示したような、診断データベース108における警戒ライン設定テーブルを参照して、抽出した注目データが、下側警戒値と上側警戒値の間にあるかどうか、すなわち、正常範囲内にあるかどうか（図13参照）、を判定する（ステップS602）。ここで当該注目データが正常範囲内にあると判定されたときは、診断対象のエンジンECU226は正常であると判断される（ステップS603）。

20

【0071】

一方、当該注目データが正常範囲内にはない場合には、当該注目データが下側警戒値と下側故障判定値との間、あるいは、上側警戒値と上側故障判定値との間にあるかどうか、すなわち、警戒範囲内にあるかどうか（図13参照）、を判定する（ステップS604）。ここで当該注目データが警戒範囲内にはないと判定されたときは、診断対象のエンジンECU226は故障したと判断される（ステップS605）。一方、当該注目データが警戒範囲内にあると判定されたときは、診断データベース108における警戒レベル設定テーブルを参照して、注目データに対応する車両データ（環境データ）に基づき警戒レベルを判定する（ステップS606）。図7に示される例では、警戒レベル設定テーブルには、警戒レベルA、B、Cのそれぞれについて、走行距離、IG回数、エンジン回転数警戒数、温度警戒数、湿度警戒数、および振動警戒数の各環境データの判定値が記述されている。ここでは、全ての環境データについて判定値未満となる警戒レベルに判定される。たとえば、環境データ「走行距離」について例示すると、車両110の走行距離が50,000km未満であれば警告レベルはA、50,000km以上100,000km未満のときは警告レベルはB、100,000km以上150,000km未満のときは警告レベルC、と判定される。

30

【0072】

そして、各環境データがメーカ出荷時の初期設定の範囲内であった場合には（ステップS607、YES）、判定された警戒レベルを設定し（ステップS608）、そうでなければ、車種別判定値更新処理（ステップS609）を実行する。

40

【0073】

図15に、ステップS609における車種別判定値更新処理の詳細フローを示す。まず、車種グループの環境データと注目データの統計処理を行い、図13に例示したような時系列変化を抽出する（ステップS610）。

【0074】

つぎに、当該車両の環境履歴に応じ、走行距離やIG回数など今後の環境変動に対応した将来の変動予測を行った結果である前回設定値（予測値）との比較を行う（ステップS611）。

【0075】

50

その後、警戒レベル判定精度の向上を目的として、信頼度予測式へのフィードバックを行う（ステップS 6 1 2）。

信頼度予測式は、例えば次のように定義される。

注目データの長時間変動 = $a * F1(\text{走行距離}) + b * F2(\text{I G 回数}) + c * F3(\text{エンジン回転数}) + d * F4(\text{温度}) + e * F5(\text{湿度}) + f * F6(\text{振動})$

ただし、 $a \sim f$ は係数、 $F1 \sim F6$ は各環境変数の注目データ変動への影響を示す関数である。各車両からの注目データ量と環境データ量を統計分析して、各環境変数の影響度合いを示す、係数（ここでは、 $a \sim f$ ）を設計時に設定したもものから、現実に応じたフィードバックを行う。

【 0 0 7 6 】

そして、警戒レベル設定テーブルの更新を行う（ステップS 6 1 3）。

警戒レベルは、将来の故障可能性の大きさに応じて、「車種別信頼度予測テーブル」にて設定される。ステップS 6 1 3でフィードバックされた、環境変数の影響度合いに応じて、「警戒レベル設定テーブル」の各環境変数の警戒レベルごとの警戒値を更新する。

【 0 0 7 7 】

説明を、図 1 2 のフローチャートに戻す。

故障診断サーバ 1 0 1 は、上述のステップS 6 0 0 の故障判定処理が終了すると、その故障判定結果（正常 / 故障 / 警戒（および警戒レベル））を車両 1 1 0 に送信する（ステップS 6 5 0）。

【 0 0 7 8 】

車両 1 0 1 のメインコントローラ 2 0 0 に搭載されている CPU 2 0 1 は、故障診断サーバ 1 0 1 より故障判定結果を受信すると、入出力装置 2 7 0 を構成するディスプレイにその結果を表示する（ステップS 6 6 0）。ここで、故障判定結果が「故障」や「警戒」である場合には、併せて、当該車両の入庫案内や、当該車載部品の手配を行うための画面を提供するとよい。

【 0 0 7 9 】

故障診断サーバ 1 0 1 は、ステップS 6 0 0 の故障判定処理が終了すると、上記の故障判定結果の送信処理（ステップS 6 5 0）に加え、以下の処理も行う。すなわち、ステップS 6 0 0 において設定された警戒レベルを判定し（ステップS 7 0 1）、警戒レベルが更新された場合には（ステップS 7 0 2, Yes）、図 6 に示した診断プログラムデータベース 1 0 7 における診断プログラム設定テーブルを参照して、更新された警戒レベルに対応する故障診断プログラムを特定し（ステップS 7 0 3）、その特定した故障診断プログラムを車両 1 1 0 に送信する（ステップS 7 0 4）。このとき、車両情報データベース 1 0 4 に格納されている車両属性テーブル（図 5 参照）における、診断対象の車両の「診断プログラムコード」および「診断プログラム設定時刻」も更新する。

【 0 0 8 0 】

診断プログラム設定テーブルに定義される各診断プログラムは、対応する警戒レベルに応じて、たとえば、ステップS 4 0 2 の車両データの送信タイミングが相異なるものである。たとえば、警戒レベルが高いほど頻繁に車両データの送信が行われるような送信タイミングとされる。

【 0 0 8 1 】

車両 1 0 1 のメインコントローラ 2 0 0 に搭載されている CPU 2 0 1 は、故障診断サーバ 1 0 1 より故障診断プログラムを受信すると（ステップS 7 0 5）、RAM 2 0 2 に格納されている故障診断プログラム 2 0 5 を、その受信した新たな故障診断プログラムで更新する（ステップS 7 0 6）。

【 0 0 8 2 】

以上のように、本実施形態の遠隔故障診断においては、故障診断サーバ 1 0 1 に集められた実走行中の車両データを用いた統計的な故障判定によって高精度な故障判定結果が得られると同時に、車両にインストールされている故障診断プログラム 2 0 5 は、診断対象ユニットの警戒レベルに応じた最適なものに更新される。これにより、実走行中の故障を

10

20

30

40

50

誘発するストレス要因に基づいた故障診断が実現され、車載部品の不具合原因の予測や不具合原因の特定を正確に行うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1】図1は、実施形態に係る遠隔故障診断システムの構成例を示した図である。

【図2】図2は、実施形態に係る車両の構成例を示したブロック図である。

【図3】図3は、実施形態に係るサービス工場の構成例を示した図である。

【図4】図4は、実施形態における故障情報DBに格納されるデータの一例を示す図である。

【図5】図5は、実施形態における車両情報DBに格納されるデータの一例を示す図である。 10

【図6】図6は、実施形態における診断プログラムDBに格納されるデータの一例を示す図である。

【図7】図7は、実施形態における診断DBに格納されるデータの一例を示す図である。

【図8】図8は、実施形態における故障診断に係るメインコントローラのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図9】図9は、実施形態に係る車両データの収集に関するフローチャートである。

【図10】図10は、実施形態における車両と情報センタとの間で行われるデータ送受信の例を説明する図である。

【図11】図11は、実施形態における故障診断に使用される故障データの収集に関するフローチャートである。 20

【図12】図12は、実施形態における遠隔故障診断処理を示すフローチャートである。

【図13】図13は、監視対象のデータの経年変化を示すグラフの例および警戒ラインの例を示す図である。

【図14】図14は、実施形態における故障診断サーバによる故障判定処理の詳細を示すフローチャートである。

【図15】図15は、実施形態における車種別判定値更新処理の詳細を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0084】

100 ... 情報センタ

101 ... 故障診断サーバ

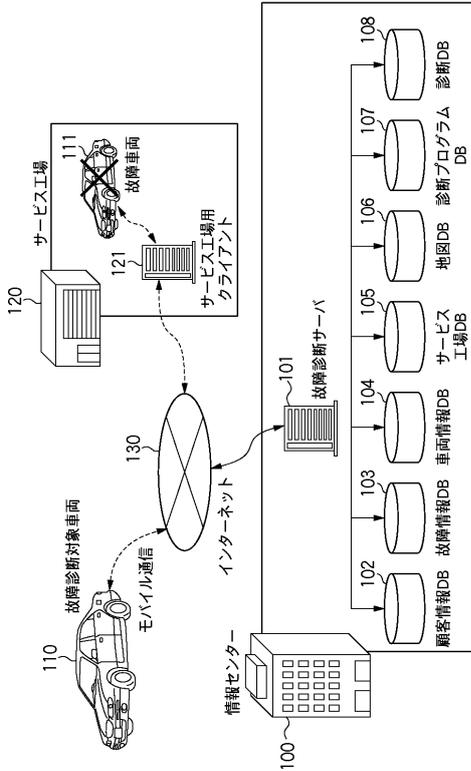
110 ... 故障診断対象車両

111 ... 故障車両

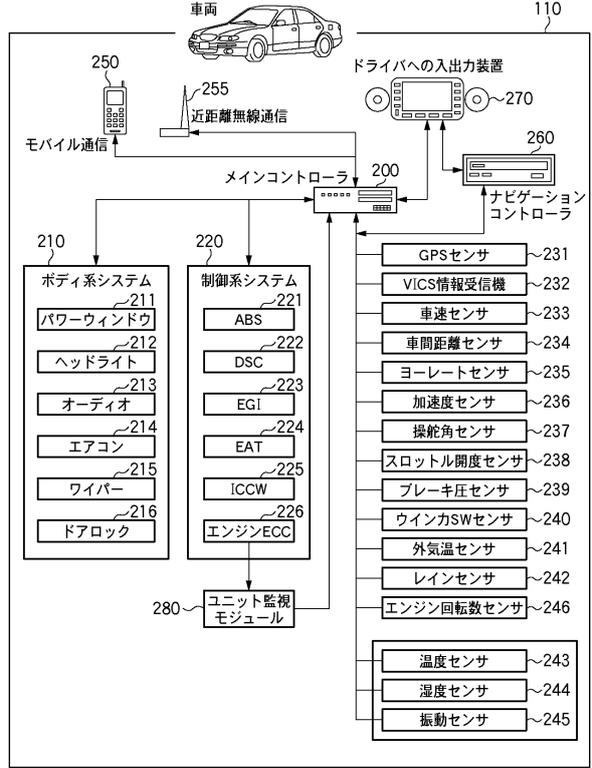
120 ... サービス工場

121 ... サービス工場用クライアント

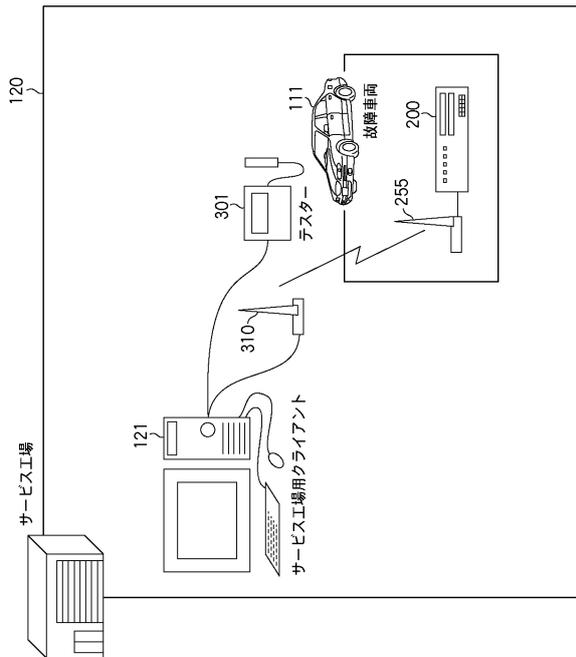
【図1】



【図2】



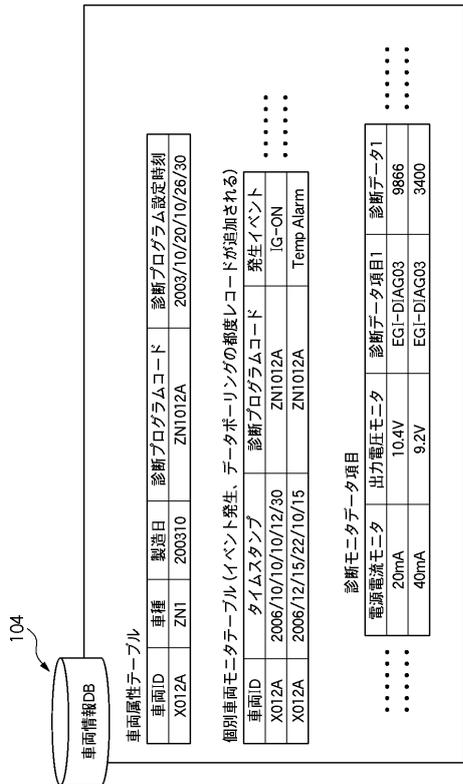
【図3】



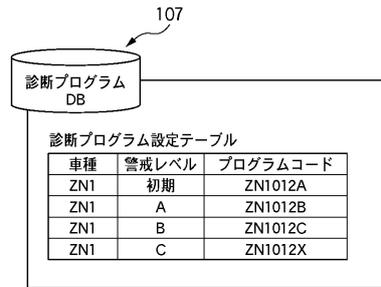
【図4】



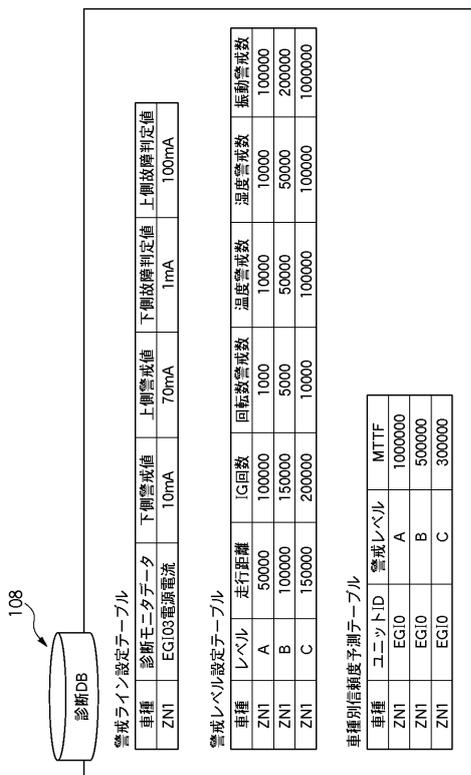
【図5】



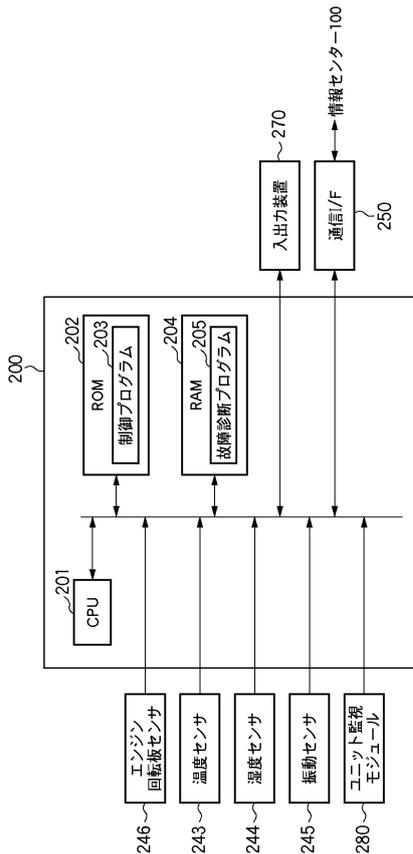
【図6】



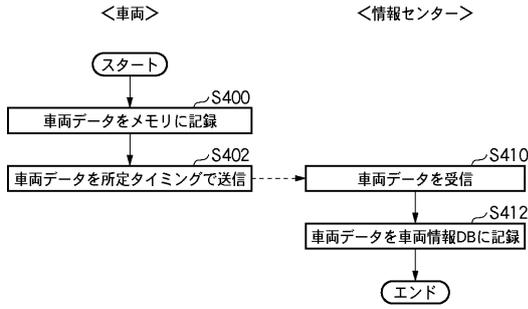
【図7】



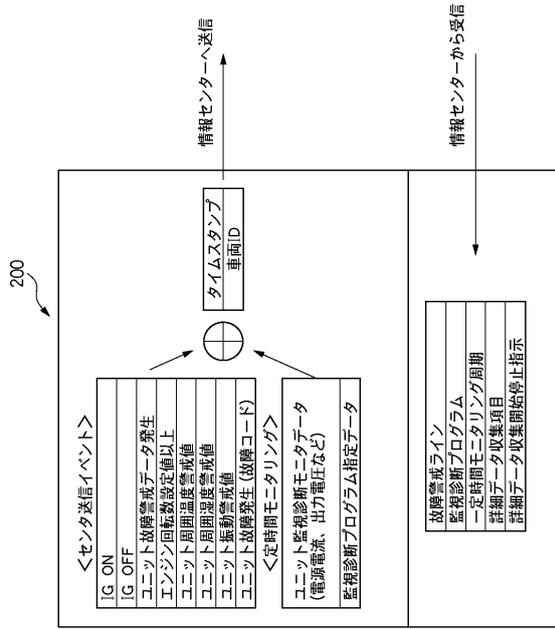
【図8】



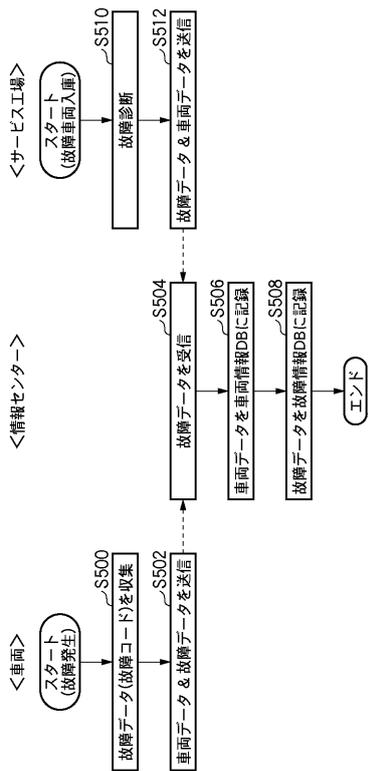
【図9】



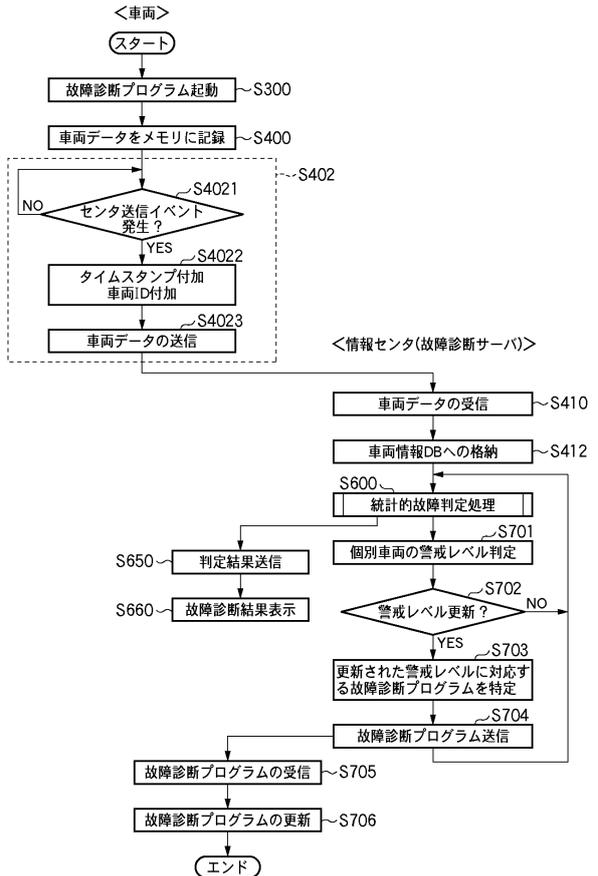
【図10】



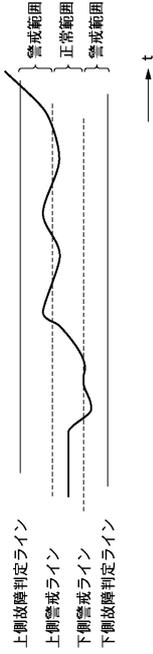
【図11】



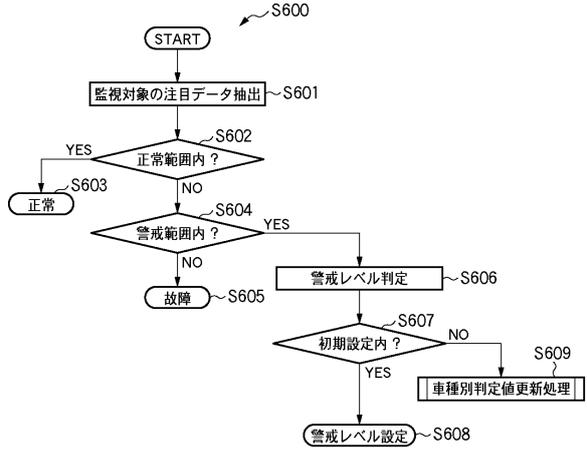
【図12】



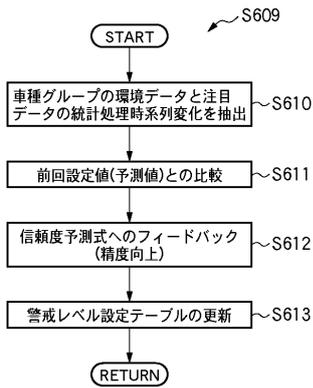
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

- (74)代理人 100117581
弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710
弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100121728
弁理士 井関 勝守
- (74)代理人 100124671
弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060
弁理士 杉浦 靖也
- (74)代理人 100131200
弁理士 河部 大輔
- (74)代理人 100131901
弁理士 長谷川 雅典
- (74)代理人 100132012
弁理士 岩下 嗣也
- (74)代理人 100141276
弁理士 福本 康二
- (74)代理人 100143409
弁理士 前田 亮
- (74)代理人 100157093
弁理士 間脇 八蔵
- (74)代理人 100163186
弁理士 松永 裕吉
- (74)代理人 100163197
弁理士 川北 憲司
- (74)代理人 100163588
弁理士 岡澤 祥平
- (72)発明者 山田 秀行
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 高橋 弘行
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 山崎 慎也
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

審査官 関 裕治朗

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 3 4 1 6 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 5 3 0 1 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 6 0 S 5 / 0 0
B 6 0 R 1 6 / 0 2
G 0 1 M 1 7 / 0 0 7
G 0 6 Q 5 0 / 1 0