

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年12月24日(24.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/255708 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/40 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/021867

(22) 国際出願日: 2020年6月3日(03.06.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-115712 2019年6月21日(21.06.2019) JP

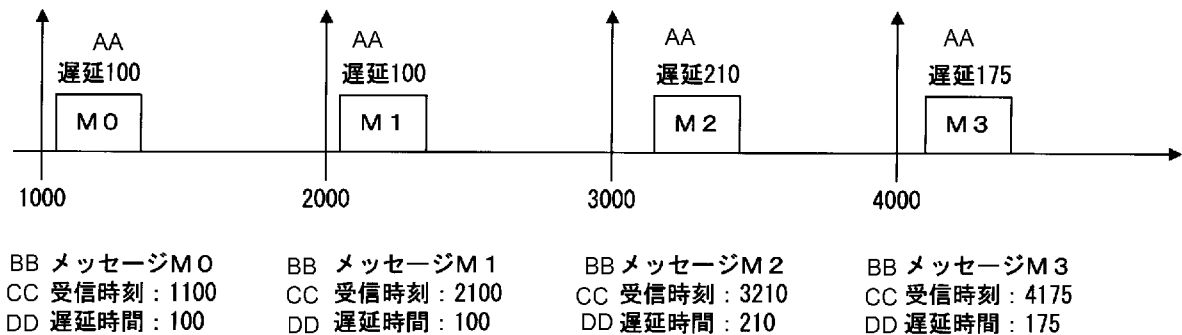
(71) 出願人: 国立大学法人東海国立大学機構 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION TOKAI NATIONAL HIGHER EDUCATION AND RESEARCH SYSTEM) [JP/JP]; 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1

番 Aichi (JP). 株式会社オートネットワーク技術研究所 (AUTONETWORKS TECHNOLOGIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号 Mie (JP). 住友電装株式会社 (SUMITOMO WIRING SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号 Mie (JP). 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 倉地 亮 (KURACHI, Ryo); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大学法人東海国立大学機構内 Aichi (JP). 高田 広章 (TAKADA, Hiroaki); 〒4648601 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大学法人

(54) **Title:** ON-VEHICLE COMMUNICATION SYSTEM, ON-VEHICLE COMMUNICATION DEVICE, AND TRANSMISSION PERIOD CALCULATION METHOD

(54) 発明の名称: 車載通信システム、車載通信装置及び送信周期算出方法



(57) **Abstract:** Provided are an on-vehicle communication system, an on-vehicle communication device, and a transmission period calculation method that are capable of accurately calculating a message transmission period. The on-vehicle communication device on a message transmission side is provided with: a delay time measurement unit that measures a delay time from a time point when transmission of a message to be transmitted is first attempted to a time point when transmission of the message is started; and an adding unit that adds the delay time measured by the delay time measurement unit to the message. The on-vehicle communication device on a message reception side is provided with: a reception time point acquisition unit that acquires the time point when the message from the on-vehicle communication device on the transmission side is received; a delay time acquisition unit that acquires the delay time added to the received message; and

東海国立大学機構内 Aichi (JP). 上田 浩史
(UEDA, Hiroshi); 〒5108503 三重県四日市市
西末広町 1 番 1 4 号 株式会社オートネッ
トワーク技術研究所内 Mie (JP).

(74) 代理人: 河野 英仁, 外 (KOHNO, Hideto et al.);
〒5400035 大阪府大阪市中央区釣鐘町二丁目
4 番 3 号 河野特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

a calculation unit that, on the basis of the time point acquired by the reception time point acquisition unit and the delay time acquired by the delay time acquisition unit of each of two received messages, calculates a message transmission period.

(57) 要約: メッセージの送信周期を精度よく算出することができる車載通信システム、車載通信装置及び送信周期算出方法を提供する。メッセージの送信側の車載通信装置は、送信すべきメッセージの送信を最初に試みた時点から、当該メッセージの送信を開始した時点までの遅延時間を測定する遅延時間測定部と、遅延時間測定部が測定した遅延時間を前記メッセージに付与する付与部とを有し、メッセージの受信側の車載通信装置は、送信側の車載通信装置からのメッセージを受信した時点を取得する受信時点取得部と、受信したメッセージに付与された遅延時間を取得する遅延時間取得部と、受信した2つのメッセージそれぞれについて受信時点取得部が取得した時点及び遅延時間取得部が取得した遅延時間に基づき、メッセージの送信周期を算出する算出部とを有する。

明 細 書

発明の名称：

車載通信システム、車載通信装置及び送信周期算出方法

技術分野

[0001] 本開示は、共通の通信線を介してメッセージの送受信を行う車載通信システム及び車載通信装置に関し、また周期的に送信されるメッセージの送信周期を算出する送信周期算出方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、車両にはE C U (Electronic Control Unit) 等の装置が複数搭載されている。これら複数の車載装置は通信線を介して相互に接続され、メッセージの送受信を行うことにより情報を交換し、協働により車両の種々の機能を実現している。車両内の通信には、C A N (Controller Area Network) の通信規格が広く採用されている。

[0003] 特許文献1においては、車両内に配されるC A Nの通信線を多系統に分割した場合に、通信線間の通信を効率よく調停することが期待できる車載ネットワーク拡張装置が提案されている。この車載ネットワーク拡張装置は、通信線間で通信の衝突が生じた際に、メッセージに付与された優先度に基づいて通信線間の通信を調停する回路を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-277896号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 車両に搭載されたE C U等の装置は、所定の情報を有するメッセージを周期的に送信することが多い。これを利用し、メッセージを受信する側の装置において、受信したメッセージについて送信周期を算出し、算出した送信周期が正しいものであるか否かを判定することによって、受信したメッセージ

の正否を判定することが可能である。しかしながら、複数の車載装置によるメッセージ送信が同時的に行われてメッセージの衝突が発生し、調停処理により優先度が低いメッセージの送信が遅延することが起こり得る。調停処理によるメッセージ送信の遅延が発生した場合、このメッセージを受信した装置では送信周期を算出することが難しく、送信周期に基づくメッセージの正否判定の精度を低下させる虞がある。

[0006] 本開示は、斯かる事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、メッセージの送信周期を精度よく算出することができる車載通信システム、車載通信装置及び送信周期算出方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本態様に係る車載通信システムは、共通の通信線に接続された複数の車載通信装置が、前記通信線を介してメッセージを送受信する車載通信システムであって、メッセージの送信側の車載通信装置は、送信すべきメッセージの送信を最初に試みた時点から、当該メッセージの送信を開始した時点までの遅延時間を測定する遅延時間測定部と、前記遅延時間測定部が測定した遅延時間を前記メッセージに付与する付与部とを有し、メッセージの受信側の車載通信装置は、前記送信側の車載通信装置からのメッセージを受信した時点を取得する受信時点取得部と、受信したメッセージに付与された遅延時間を取得する遅延時間取得部と、受信した2つのメッセージそれぞれについて前記受信時点取得部が取得した時点及び前記遅延時間取得部が取得した遅延時間に基づき、前記メッセージの送信周期を算出する算出部とを有する。

[0008] 本願は、このような特徴的な処理部を備える車載通信装置等の装置として実現することができるだけでなく、かかる特徴的な処理をステップとする通信方法として実現したり、かかるステップをコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムとして実現したりすることができる。これらの装置の一部又は全部を実現する半導体集積回路として実現したり、これらの装置を含むその他の装置又はシステムとして実現したりすることができる。

発明の効果

[0009] 上記によれば、メッセージの送信周期を精度よく算出することが期待できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本実施の形態に係る車載通信システムの構成を示すブロック図である。

[図2]本実施の形態に係るECUの構成を示すブロック図である。

[図3]本実施の形態に係る車載通信システムにおいてECUが送信するメッセージの構成を説明するための模式図である。

[図4]本実施の形態に係るCANコントローラが行うメッセージ送信処理の手順を示すフローチャートである。

[図5]本実施の形態に係る送信周期算出方法を説明するための模式図である。

[図6]本実施の形態に係る送信周期算出方法を説明するための模式図である。

[図7]本実施の形態に係るCANコントローラが行う送信周期算出処理の手順を示すフローチャートである。

[図8]本実施の形態に係る送信周期算出処理の検証実験の方法を説明するための模式図である。

[図9]本実施の形態に係る送信周期算出処理の検証実験の結果を示すグラフである。

[図10]実施の形態2に係る車載通信システムの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0011] [本開示の実施の形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。以下に記載する実施形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

[0012] (1) 本態様に係る車載通信システムは、共通の通信線に接続された複数の車載通信装置が、前記通信線を介してメッセージを送受信する車載通信システムであって、メッセージの送信側の車載通信装置は、送信すべきメッセージの送信を最初に試みた時点から、当該メッセージの送信を開始した時点までの遅延時間を測定する遅延時間測定部と、前記遅延時間測定部が測定した

遅延時間を前記メッセージに付与する付与部とを有し、メッセージの受信側の車載通信装置は、前記送信側の車載通信装置からのメッセージを受信した時点を取得する受信時点取得部と、受信したメッセージに付与された遅延時間を取得する遅延時間取得部と、受信した2つのメッセージそれぞれについて前記受信時点取得部が取得した時点及び前記遅延時間取得部が取得した遅延時間に基づき、前記メッセージの送信周期を算出する算出部とを有する。

[0013] 本態様にあつては、送信側の車載通信装置が、メッセージの送信を最初に試みた時点から、このメッセージの送信を実際に開始した時点までの遅延時間を、このメッセージに付与する。送信側の車載通信装置から送信されたメッセージは、共通の通信線に接続された受信側の車載通信装置にて受信される。受信側の車載通信装置は、受信したメッセージの受信時点を取得すると共に、受信したメッセージに付与された遅延時間を取得する。受信側の車載通信装置は、時系列的に前後して受信した2つのメッセージについてそれぞれ受信時点及び遅延時間を取得し、取得したこれらの情報に基づいてメッセージの送信周期を算出する。送信側の車載通信装置が遅延時間をメッセージに付与して送信し、受信側の車載通信装置がメッセージから遅延時間を取得して送信周期を算出することにより、送信側の車載通信装置にて調停処理等により生じたメッセージ送信の遅延を受信側の車載通信装置が考慮してメッセージの送信周期を算出することができる。よって受信側の車載通信装置は、メッセージの送信周期を精度よく算出することができる。

[0014] (2) 前記算出部は、先に受信したメッセージについて受信時点から遅延時間だけ遡った時点と、後に受信したメッセージについて受信時点から遅延時間だけ遡った時点との時間差を前記送信周期として算出することが好ましい。

[0015] 本態様にあつては、メッセージの受信時点から遅延時間だけ遡った時点が、このメッセージの送信を最初に試みた時点となる。そこで受信側の車載通信装置は、先に受信したメッセージについて受信時点から遅延時間だけ遡った時点と、後に受信したメッセージについて受信時点から遅延時間だけ遡っ

た時点との時間差を算出し、この時間差をメッセージの送信周期とする。送信側の車載通信装置がメッセージの送信を最初に試みた時点に基づいて、受信側の車載通信装置がメッセージの送信周期を算出することができるため、メッセージの送信周期を精度よく算出することができる。

[0016] (3) 前記受信側の車載通信装置は、前記算出部が算出した送信周期に基づいて、受信したメッセージが周期的に送信されるメッセージ又は非周期的に送信されるメッセージのいずれであるかを判定する周期メッセージ判定部を有することが好ましい。

[0017] 本態様にあつては、算出したメッセージの送信周期に基づいて、受信側の車載通信装置は、受信したメッセージが周期的に送信されるものであるか又は非周期的に送信されるものであるかを判定する。受信側の車載通信装置は、例えばメッセージを受信する都度、1つ前に受信したメッセージとの送信時点の時間差を算出し、算出した時間差が以前に算出した送信周期に対して誤差範囲内に収まる場合、受信メッセージが周期的に送信されるものであると判定することができる。これに対して、算出した時間差が送信周期に対して誤差範囲を超えて異なる値である場合、受信側の車載通信装置は、受信したメッセージが非周期的に送信されるものであると判定することができる。非周期的と判定されたメッセージは、例えばイベント駆動により送信されるメッセージ、又は、不正な装置による不正なメッセージ等の可能性がある。

[0018] (4) 前記複数の車載通信装置には、前記遅延時間測定部及び前記付与部を有する車載通信装置と、前記遅延時間測定部及び前記付与部を有さない車載通信装置とを含むことが好ましい。

[0019] 本態様にあつては、共通の通信線に接続される複数の車載通信装置には、メッセージに遅延時間を付与して送信する車載通信装置と、遅延時間の付与を行わずにメッセージを送信する車載通信装置とが含まれ得る。即ち、車載通信システムは、遅延時間が付与されたメッセージと、遅延時間が付与されていないメッセージとの混在が可能である。遅延時間を付与しない従来構成の車載通信システムに対して、メッセージの送信周期を精度よく判定するこ

とが求められる車載通信装置に対して遅延時間を付与する機能を追加すればよい。よって、本態様の車載通信システムの構成を従来の車両へ導入することを容易化できる。

[0020] (5) 前記メッセージには、当該メッセージを識別する識別情報が付与され、前記受信側の車載通信装置は、受信したメッセージに付与された識別情報に基づいて、当該メッセージに遅延時間が付与されているか否かを判定する付与判定部を有することが好ましい。

[0021] 本態様にあっては、車載通信装置が送受信するメッセージには、このメッセージを識別する識別情報が付与される。メッセージの識別情報は、例えばCANの通信規格ではCAN-IDとすることができる。ただし本態様の通信は、CANの通信規格に限定されるものではなく、例えばFlexRay又はイーサネット（登録商標）等の種々の通信規格が採用できる。受信側の車載通信装置は、受信したメッセージの識別情報に基づいて、このメッセージに遅延時間が付与されているか否かを判定する。これにより、遅延時間が付与されたメッセージと、遅延時間が付与されていないメッセージとが混在する場合であっても、受信側の車載通信装置がメッセージの送信周期の算出を行うことが可能となる。

[0022] (6) 本態様に係る車載通信装置は、他の車載通信装置と共に共通の通信線に接続され、前記通信線を介してメッセージを送受信する車載通信装置であって、送信すべきメッセージの送信を最初に試みた時点から、当該メッセージの送信を開始した時点までの遅延時間が付与されたメッセージを受信する受信部と、前記受信部がメッセージを受信した時点を取得する受信時点取得部と、受信したメッセージに付与された遅延時間を取得する遅延時間取得部と、受信した2つのメッセージそれぞれについて前記受信時点取得部が取得した時点及び前記遅延時間取得部が取得した遅延時間に基づき、前記メッセージの送信周期を算出する算出部とを備える。

[0023] 本態様にあっては、態様(1)と同様に、メッセージの送信周期を精度よく算出することができる。

[0024] (7) 本態様に係る送信周期算出方法は、共通の通信線に接続された複数の車載通信装置が、前記通信線を介して送受信するメッセージの送信周期を算出する送信周期算出方法であって、メッセージの送信側の車載通信装置が、送信すべきメッセージの送信を最初に試みた時点から、当該メッセージの送信を開始した時点までの遅延時間を測定し、測定した遅延時間を前記メッセージに付与し、メッセージの受信側の車載通信装置が、前記送信側の車載通信装置からのメッセージを受信した時点を取得し、受信したメッセージに付与された遅延時間を取得し、受信した2つのメッセージそれぞれについて取得した時点及び遅延時間に基づき、前記メッセージの送信周期を算出する。

[0025] 本態様にあっては、態様(1)と同様に、メッセージの送信周期を精度よく算出することができる。

[0026] [本開示の実施形態の詳細]

本開示の実施形態に係る車載通信システムの具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。本開示はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0027] <システム構成>

図1は、本実施の形態に係る車載通信システムの構成を示すブロック図である。本実施の形態に係る車載通信システムは、車両1に搭載された複数のECU2を備えて構成されている。複数のECU2は、車両1内に配された通信線4にそれぞれ接続されており、通信線4を介してメッセージの送受信を行うことができる。なお本実施の形態において、複数のECU2は、CANの通信規格に従うメッセージの送受信を行う。通信線4はCANバスと呼ばれ、1つの通信線4には数個から十数個程度のECU2が接続され得る。車両1には複数の通信線4が設けられてもよく、この場合には通信線4の間のメッセージを中継するゲートウェイ等の装置が車両に搭載される。なお車載通信システムに含まれるECU2の数、通信線4の数、装置の接続態様及びネットワークの構成等は、図示のものに限らない。

[0028] ECU 2は、例えば車両1のエンジンの動作を制御するECU、ドアのロック／アンロックを制御するECU、ライトの点灯／消灯を制御するECU、エアバッグの動作を制御するECU、及び、ABS (Antilock Brake System) の動作を制御するECU等の種々のECUが含まれ得る。なお、本実施の形態においては、通信線4を介したメッセージの送受信を行う車載通信装置としてECU 2を挙げるが、車載通信装置はこれらに限るものではない。

[0029] CANの通信規格に従うメッセージには、CAN IDと呼ばれる識別情報が、アービトレーションフィールドと呼ばれるメッセージの先頭領域に格納される。CAN IDは、このメッセージに含まれるデータの種別等を示すと共に、このメッセージの優先度を示す情報である。CAN IDは、その値が小さいほど優先度が高いメッセージであることを示す。複数のECU 2が通信線4に対して同時的にメッセージの送信を試みた場合、CANの通信規格ではメッセージのアービトレーションフィールドに格納されたCAN IDの値に基づくアービトレーション（調停）処理が各ECU 2にて行われる。アービトレーション処理の結果、最も優先度が高い1つのメッセージが送信を許可され、これ以外のメッセージは送信を待機する必要がある。CAN IDは、車両1、車載通信システム又はECU 2の設計段階等において設計者により決定される値である。

[0030] 本実施の形態に係る車載通信システムにおいては、ECU 2がアービトレーション処理により生じた遅延時間の情報をメッセージに付与して送信する。このメッセージを受信したECU 2は、メッセージの受信時刻（受信時点）と、このメッセージに付与された遅延時間とに基づいて、送信元のECU 2がこのメッセージの送信を始めに試みた時刻（時点）、即ちアービトレーション処理による遅延が発生しなければ送信元のECU 2がこのメッセージを送信できた送信時刻（送信時点）を算出することができる。

[0031] また本実施の形態において各ECU 2は、所定の周期でメッセージ送信を繰り返し行う。送信周期は、例えばECU 2毎に又はメッセージの種別毎（即ちCAN ID毎）に予め定められている。メッセージを受信したECU 2

は、受信したメッセージの受信時刻及び遅延時間と、この受信メッセージと同じCANIDを有する前回の受信メッセージの受信時刻及び遅延時間とに基づいて、前回のメッセージ送信時刻から今回のメッセージ送信時刻までの時間差を算出する。この時間差の算出は、このメッセージの送信周期を算出する処理に相当する。

[0032] 本実施の形態に係るECU2は、メッセージを受信する都度、このメッセージの送信周期を算出する。ECU2は、今回の送信周期の算出結果と、前回までの送信周期の算出結果とを比較し、今回の送信周期が前回までの送信周期と大きく相違している場合に、今回の受信メッセージが想定される周期メッセージではないと判断する。本実施の形態においては、ECU2が周期メッセージではないと判断したメッセージは、不正なメッセージと見なされ、破棄される。ただし、非周期のメッセージは、例えばイベントメッセージ等の正規のメッセージとして処理されてもよい。

[0033] 図2は、本実施の形態に係るECU2の構成を示すブロック図である。本実施の形態に係るECU2は、処理部（プロセッサ）21、記憶部（ストレージ）22、入出力部（I/O）23及びCANコントローラ24等を備えて構成されている。処理部21は、記憶部22に記憶されたプログラム22aを読み出して実行することにより、車両1の制御処理等の種々の処理を行う。処理部21は、制御処理等において他のECU2へのメッセージ送信が必要となった場合に、送信すべきメッセージをCANコントローラ24へ与えて、このメッセージの送信を指示する。また本実施の形態において処理部21は、受信したメッセージの送信周期を算出する処理を行う。

[0034] 記憶部22は、例えばフラッシュメモリ又はEEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）等の不揮発性のメモリ素子を用いて構成されている。記憶部22は、処理部21が実行する各種のプログラム、及び、処理部21の処理に必要な各種のデータを記憶する。本実施の形態において記憶部22は、処理部21が実行するプログラム22aを記憶している。

- [0035] プログラム 2 2 a は、例えば E C U 2 の製造段階において記憶部 2 2 に書き込まれてもよい。例えばプログラム 2 2 a は、遠隔のサーバ装置などが配信するものを E C U 2 が通信にて取得してもよい。例えばプログラム 2 2 a は、メモリカード又は光ディスク等の記録媒体に記録されたプログラム 2 2 a を E C U 2 が読み出して記憶部 2 2 に記憶してもよい。例えばプログラム 2 2 a は、記録媒体に記録されたものを書込装置が読み出して E C U 2 の記憶部 2 2 に書き込んでよい。プログラム 2 2 a は、ネットワークを介した配信の態様で提供されてもよく、記録媒体に記録された態様で提供されてもよい。
- [0036] 入出力部 2 3 は、例えばセンサ 5 a 及びアクチュエータ 5 b 等の装置が信号線等を介して接続される。入出力部 2 3 は、センサ 5 a 等の入力装置から入力される信号をサンプリングして取得し、取得した情報を処理部 2 1 へ与える。また入出力部 2 3 は、アクチュエータ 5 b 等の制御対象装置に対する制御命令を処理部 2 1 から与えられた場合に、この制御命令に応じた制御信号を出力する。なお E C U 2 は、入出力の両方を行う必要はなく、入力のみ又は出力のみを行う構成であってよく、更には入出力のいずれも行わない構成であってもよい。
- [0037] C A N コントローラ 2 4 は、通信線 4 を介したメッセージの送受信に関する処理を行う。C A N コントローラ 2 4 は、例えば 1 つの I C (Integrated Circuit) として構成され得る。C A N コントローラ 2 4 は、車両 1 内に配された通信線 4 に接続され、この通信線 4 を介して他の E C U 2 との間で C A N の通信規格に従うメッセージの送受信を行う。C A N コントローラ 2 4 は、処理部 2 1 から与えられた送信用のメッセージを C A N の通信規格に応じた電気信号に変換して通信線 4 へ出力することにより、他の E C U 2 へのメッセージ送信を行う。C A N コントローラ 2 4 は、通信線 4 の電位をサンプリングして取得することにより他の E C U 2 からのメッセージを受信し、受信したメッセージを処理部 2 1 へ与える。
- [0038] また本実施の形態に係る C A N コントローラ 2 4 は、送信処理部 2 4 a、

遅延時間測定部 24 b、遅延時間付与部 24 c、受信処理部 24 d、受信時刻取得部 24 e 及び遅延時間取得部 24 f 等を備えている。送信処理部 24 a は、処理部 21 から送信すべきメッセージ及び送信指示が与えられた場合に、このメッセージを通信線 4 へ出力することで他の ECU 2 へ送信する処理を行う。また送信処理部 24 a は、他の ECU 2 のメッセージ送信が同時的に行われた場合にアービトレーション処理を行う。送信処理部 24 a は、アービトレーション処理により送信権利を獲得した場合に、メッセージ送信を行う。

[0039] 遅延時間測定部 24 b は、アービトレーション処理により送信権利を獲得できずにメッセージ送信が遅延した時間を測定する処理を行う。遅延時間測定部 24 b は、カウンタを用いて遅延時間を測定する。遅延時間測定部 24 b は、例えば処理部 21 から送信すべきメッセージ及び送信指示が与えられた際にカウンタの計時を開始する。その後、遅延時間測定部 24 b は、アービトレーション処理により送信権利を獲得した時点のカウンタの値を取得し、この値を遅延時間とする。例えばカウンタの値が 100 であり、カウンタを動作させるクロックの周期が 1 μ 秒である場合、実際の遅延時間は 100 μ 秒となる。本実施の形態においては、カウンタのクロック周期の値が複数の ECU 2 にとって既知のものであるとし、このカウンタの値を遅延時間として扱う。

[0040] 遅延時間付与部 24 c は、遅延時間測定部 24 b が測定した遅延時間（に相当するカウンタの値）を、送信メッセージに付与する処理を行う。遅延時間付与部 24 c は、例えば CAN の通信規格に従うメッセージのデータフィールドの一部に遅延時間を格納する。

[0041] 受信処理部 24 d は、他の ECU 2 から送信されたメッセージを受信する処理を行う。受信処理部 24 d は、通信線 4 の電位を繰り返しサンプリングすることでメッセージを受信し、受信したメッセージを処理部 21 へ与える。

[0042] 受信時刻取得部 24 e は、他の ECU 2 からのメッセージを受信処理部 2

4 dにて受信した時刻を取得する処理を行う。本実施の形態においてCANコントローラ24は、現在の時刻を計時するタイマ機能を備えている。CANコントローラ24にて計時される時刻は、他の装置と共有される絶対的な時刻であってもよく、自装置のみで用いられる相対的な時刻であってもよい。例えば、タイマ機能はカウンタにより実現され、CANコントローラ24の起動と共にカウンタを動作させることで、起動からの相対的な時間をカウンタで計測することができる。受信時刻取得部24 eは、メッセージを受信したタイミングでタイマ機能のカウンタの値を取得することで、メッセージの受信時刻を取得する。

[0043] 遅延時間取得部24 fは、受信したメッセージに付与された遅延時間の情報を取得する処理を行う。本実施の形態においてはメッセージのデータフィールドの一部に遅延時間の情報が格納されている。遅延時間取得部24 fは、受信したメッセージのデータフィールドの所定箇所から遅延時間の情報を抽出して取得する。

[0044] CANコントローラ24は、受信処理部24 dが受信したメッセージの内容、受信時刻取得部24 eが取得した受信時刻、及び、遅延時間取得部24 fが取得した遅延時間等の情報を、処理部21へ与える。

[0045] 本実施の形態において処理部21には、送信周期算出部21 aが設けられる。送信周期算出部21 aは、記憶部22に記憶されたプログラム22 aを処理部21が実行することにより実現されるソフトウェア的な機能ブロックである。ただし、送信周期算出部21 aをハードウェア的な機能ブロックとして実現してもよい。

[0046] 上述のように、CANコントローラ24はメッセージを受信する都度、このメッセージの内容、受信時刻及び遅延時間等の情報を処理部21へ与える。CANコントローラ24から与えられたこれらの情報に基づいて、処理部21の送信周期算出部21 aは、受信したメッセージと前回に受信したメッセージとの時間差を算出することにより、このメッセージの送信周期を算出する処理を行う。このため送信周期算出部21 aは、前回に受信したメッセ

ージについての受信時刻及び遅延時間の情報（又は、受信時刻及び遅延時間から算出されるメッセージの送信時刻の情報であってもよい）を記憶している。送信周期算出部21aは、前回の受信メッセージの受信時刻及び遅延時間と、今回の受信メッセージの受信時刻及び遅延時間とを基に、このメッセージの送信周期を算出する。

[0047] 例えば、あるECU α が周期的にメッセージM α を送信し、このメッセージの送信周期がT α であるものとする。即ち、ECU α では処理部21からCANコントローラ24へ周期T α で送信メッセージ及び送信指示が与えられている。ECU α が送信するメッセージM α をECU β が受信する場合に、連続してECU β が受信するメッセージM α 0、M α 1、…、M α nの受信時刻の列を $t_{\beta} = \{t_{\beta}0, t_{\beta}1, \dots, t_{\beta}n\}$ とする。このときに各受信時刻に対応する遅延時間の列を $d = \{d0, d1, \dots, dn\}$ とする。

[0048] この場合に、ECU β が受信時刻 $t_{\beta}0$ にて受信したメッセージM α 0について、ECU α において送信指示がなされた時刻（メッセージの生成時刻） $t_{\alpha}0$ は、以下の（1）式を用いて算出することができる。

$$t_{\alpha}0 = t_{\beta}0 - d0 \quad \dots (1)$$

[0049] よって、連続する2つのメッセージM α 0、M α 1の送信間隔T β は、以下の（2）式を用いて算出することができる。

$$T_{\beta} = (t_{\beta}1 - d1) - (t_{\beta}0 - d0) \quad \dots (2)$$

[0050] この（2）式にて算出される送信間隔T β は、ECU α によるメッセージMの送信周期T α に相当する。ただしECU α 及びECU β のクロック信号の誤差等が存在するため、T α 及びT β にはこれらの誤差による差異が存在する可能性がある。即ち、 $T_{\beta} \div T_{\alpha}$ である。また送信周期算出部21aはCANコントローラ24が備えてもよく、この場合には送信周期の算出結果をCANコントローラ24が処理部21へ与える。

[0051] 処理部21は、送信周期算出部21aが算出した送信周期に基づいて受信メッセージの正否判定等を行うことができる。なお本実施の形態においては、受信メッセージの送信周期の算出を処理部21が行うが、送信周期の算出

はCANコントローラ24が行い、算出結果をCANコントローラ24が処理部21へ与えてもよい。この場合、算出した送信周期に基づく受信メッセージの正否判定等をCANコントローラ24が行ってもよい。

[0052] <送信周期算出方法>

図3は、本実施の形態に係る車載通信システムにおいてECU2が送信するメッセージの構成を説明するための模式図である。CANの通信規格に従うメッセージには、アービトレーションフィールド、コントロールフィールド、データフィールド、CRC (Cyclic Redundancy Check) フィールド及びACKフィールド等が含まれる。本実施の形態に係るメッセージでは、アービトレーションフィールドにCANIDが格納され、データフィールドの一部に遅延時間の情報が格納される。

[0053] CANの通信規格では、メッセージのデータフィールドのサイズは最大8バイトである。このうち遅延時間を格納するための領域のサイズは、例えば2バイト〜4バイトとすることができる。遅延時間のサイズは、車載通信システムの設計段階等において、例えば最大の遅延時間に基づき、予め決定される。遅延時間を計測するためのカウンタを動作させるクロック信号の周期を例えば2 μ 秒とすると、2バイトの遅延時間は最大で約130m秒であり、3バイトの遅延時間は最大で約33秒であり、4バイトの遅延時間は最大で約67秒である。

[0054] CANコントローラ24は、処理部21から与えられたメッセージをMSB (Most Significant Bit) 側、即ちアービトレーションフィールド側から順に通信線4へ出力することにより、メッセージの送信を開始する。メッセージの送信開始と共に、CANコントローラ24は、カウンタによる遅延時間の測定を開始する。メッセージの送信開始からアービトレーションフィールドの送信完了までの間にアービトレーション処理が行われ、アービトレーションフィールドの最終ビットの送信を完了した時点でアービトレーション処理の結果、即ちメッセージの送信権利の有無が確定する。アービトレーション処理により送信権利の獲得が確定した場合、CANコントローラ24は

、カウンタにより測定される遅延時間を取得し、取得した遅延時間をデータフィールドの所定箇所に格納する。その後、CANコントローラ24は、コントロールフィールド、データフィールド、CRCフィールド及びACKフィールドを順に送信し、メッセージ送信を完了する。

[0055] 図4は、本実施の形態に係るCANコントローラ24が行うメッセージ送信処理の手順を示すフローチャートである。本実施の形態に係るCANコントローラ24の送信処理部24aは、処理部21から送信すべきメッセージと共に送信指示が与えられたか否かを判定する（ステップS1）。送信指示が与えられていない場合（S1：NO）、送信処理部24aは、送信指示が与えられるまで待機する。送信指示が与えられた場合（S1：YES）、CANコントローラ24の遅延時間測定部24bは、カウンタによる遅延時間のカウントを開始する（ステップS2）。

[0056] 送信処理部は、送信メッセージの先頭部分から送信を開始し、まずアービトレーションフィールドの送信処理を行う（ステップS3）。このときに送信処理部24aは、他のECU2との間でアービトレーション処理を行い、アービトレーションフィールドの最終ビットの送信により送信権利の有無が確定する。送信処理部24aは、アービトレーション処理の結果に基づいて、自身のメッセージの送信が可能であるか否かを判定する（ステップS4）。メッセージの送信が不可能である場合（S4：NO）、送信処理部24aは、他のECU2によるメッセージ送信が終了するまで待機し（ステップS5）、ステップS3へ処理を戻して再度のメッセージ送信を試みる。

[0057] メッセージの送信が可能である場合（S4：YES）、遅延時間測定部24bは、カウンタがカウントした遅延時間を取得する（ステップS6）。CANコントローラ24の遅延時間付与部24cは、ステップS6にて取得した遅延時間を、送信メッセージのデータフィールドの所定箇所に付与する（ステップS7）。送信処理部24aは、送信メッセージのコントロールフィールド以降についての送信処理を行い（ステップS8）、メッセージ送信処理を終了する。

[0058] 図5及び図6は、本実施の形態に係る送信周期算出方法を説明するための模式図である。図5には、1つのメッセージについての時刻（時点）及び時間の関係を図示している。図5に示す例では、CANコントローラ24が処理部21から送信指示を与えられてメッセージの送信を最初に試みた時点を送信開始の時刻 t_0 としている。本例では、このメッセージの送信は他のECU2のメッセージ送信により待機させられ、その後の時刻 t_1 にてメッセージの再送信が試みられている。このメッセージはアービトレーションフィールドの最終ビットを送信した時刻 t_2 にて送信権利が確定し、この時点での遅延時間 D がメッセージのデータフィールドの所定箇所に付与される。CANコントローラ24は、メッセージの残りの部分を送信し、時刻 t_3 にてメッセージの送信を完了する。その後、メッセージの送信開始時刻 t_0 からこのメッセージの送信周期 T が経過した時刻 t_4 にて、CANコントローラ24は、次のメッセージの送信を試みる。

[0059] このメッセージを受信するECU2のCANコントローラ24は、アービトレーション処理によりこのメッセージの送信が確定した時刻 t_2 を、このメッセージの受信時刻とする。CANコントローラ24は、その後の時刻 t_3 にてメッセージの受信を完了し、受信メッセージのデータフィールドの所定箇所から遅延時間 D を取得する。CANコントローラ24は、メッセージの受信時刻及び遅延時間の情報を処理部21へ与える。処理部21は、メッセージの受信時刻 t_2 から遅延時間 D を遡った時刻 t_0 をこのメッセージの送信時刻 t_0 として算出することができる。処理部21は、CANコントローラ24がメッセージを受信する都度、同様にしてメッセージの送信時刻を算出し、時系列的に連続する2つの受信メッセージについて送信時刻の時間差を算出することで、このメッセージの送信周期 T を算出することができる。

[0060] なお、送信側のECU2のCANコントローラ24がメッセージに付与する遅延時間 D は、送信するメッセージの長さを事前に計算し、このメッセージの送信完了の時刻 t_3 までの時間、即ち $(t_3 - t_0)$ に相当する時間と

してもよい。この場合、受信側のECU2は、メッセージの受信完了の時点
をメッセージの受信時刻とする。

[0061] 図6には、4つのメッセージM0～M3について、受信時刻及び遅延時間
の例が示されている。なお本図における受信時刻及び遅延時間等は、メッセ
ージを受信したECU2のCANコントローラ24が備えるタイマ機能のカ
ウンタにより計時されたカウンタ値を用いて示されている。例えばメッセ
ージM0は、受信時刻1100にて受信され、遅延時間として100が付され
ている。同様に、メッセージM1は、受信時刻2100にて受信され、遅延
時間として100が付されている。メッセージM2は、受信時刻3210に
て受信され、遅延時間として210が付されている。メッセージM3は、受
信時刻4175にて受信され、遅延時間として175が付されている。

[0062] メッセージを受信したECU2は、メッセージの受信時刻から遅延時間だ
け遡った時刻を送信時刻として算出することができる。本例では、メッセ
ージM0の送信時刻は1000であり、メッセージM1の送信時刻は2000
であり、メッセージM2の送信時刻は3000であり、メッセージM3の送
信時刻は4000である。ECU2は、時系列的に連続する2つのメッセ
ージの送信時刻の時間差を算出する。本例では、メッセージM0及びM1の送
信時刻の時間差は1000であり、メッセージM1及びM2の送信時刻の時
間差は1000であり、メッセージM2及びM3の送信時刻の時間差は10
00である。よってECU2は、このメッセージの送信周期が1000であ
ると判定することができる。

[0063] 図7は、本実施の形態に係るECU2が行う送信周期算出処理の手順を示
すフローチャートである。本実施の形態に係るECU2のCANコントロー
ラ24の受信処理部24dは、通信線4に対する他のECU2のメッセージ
送信の有無を判定する（ステップS21）。メッセージが送信されていない
場合（S21：NO）、受信処理部24dは、他のECU2がメッセージを
送信するまで待機する。

[0064] 他のECU2によるメッセージが送信された場合（S21：YES）、C

A Nコントローラ24の受信時刻取得部24 eは、C A Nコントローラ24のタイマ機能に基づいて、このメッセージの受信時刻を取得する（ステップS 2 2）。このときに受信時刻取得部24 eは、このメッセージのアービトレーションフィールドまでの受信を完了した時点をも、受信時刻として取得する。その後、C A Nコントローラ24の遅延時間取得部24 fは、受信したメッセージのデータフィールドの所定箇所に付与された遅延時間を取得する（ステップS 2 3）。C A Nコントローラ24が取得した受信時刻及び遅延時間の情報は、処理部21へ与えられる。処理部21の送信周期算出部21 aは、前回に受信したメッセージについて記憶した受信時刻及び遅延時間の情報を読み出す（ステップS 2 4）。送信周期算出部21 aは、前回の受信メッセージの受信時刻及び遅延時間と、今回の受信メッセージの受信時刻及び遅延時間とに基づいて、このメッセージの送信周期を算出する（ステップS 2 5）。

[0065] 処理部21は、ステップS 2 5にて算出した送信周期が正しい送信周期であるか否かを判定する（ステップS 2 6）。例えば処理部21は、予めメッセージのC A N I Dに対して正当な送信周期が定められたテーブル等の情報を有しており、算出した送信周期がテーブル等に記憶された正当な送信周期と一致するか否か、又は、算出した送信周期と正当な送信周期との差が閾値内であるか否か等を判定することにより、算出した送信周期が正当なものであるか否かを判定することができる。また例えば処理部21は、以前に算出した送信周期と今回に算出した送信周期とを比較し、両送信周期の差が閾値内であるか否かを判定することにより、送信周期が正当なものであるか否かを判定することができる。送信周期の正否判定は、どのような方法で行われてもよい。

[0066] 処理部21は、受信メッセージの送信周期が正しい送信周期であると判定した場合（S 2 6：Y E S）、このメッセージの受信処理を行い（ステップS 2 7）、受信したメッセージの内容に応じた種々の処理を行う。また処理部21は、今回に受信したメッセージについて受信時刻及び遅延時間の情報

を記憶し（ステップS 2 8）、処理を終了する。受信時刻及び遅延時間の記憶は、記憶部 2 2 又は処理部 2 1 の内部にあるレジスタ等の記憶領域を用いて行われる。

[0067] また処理部 2 1 は、受信メッセージの送信周期が正しい送信周期ではないと判定した場合（S 2 6：NO）、このメッセージを破棄する処理を行い（ステップS 2 9）、処理を終了する。メッセージの破棄は、例えば処理部 2 1 が受信メッセージを用いた処理を行わないことにより実現される。なお送信周期の算出及び判定等をCANコントローラ 2 4 が行う構成の場合には、送信周期が正しくないと判定したメッセージの受信が完了する前に、CANコントローラ 2 4 がエラーフレームを通信線 4 に対して出力することにより、このメッセージが他のECU 2 にて受信されることを阻止してもよい。

[0068] なお本フローチャートにおいては、送信周期が正しくないと判定したメッセージは不正なメッセージとして扱っているが、これに限るものではない。例えば送信周期が正しくないと判定したメッセージを、イベントメッセージ等の正当な非周期メッセージとして扱ってもよい。

[0069] <検証実験>

図 8 は、本実施の形態に係る送信周期算出処理の検証実験の方法を説明するための模式図である。本実施の形態に係る送信周期算出処理の検証実験には、PC（Personal Computer）1 0 1、検証用ボード 1 0 2、負荷生成装置 1 0 3 及び計測装置 1 0 4 が用いられている。PC 1 0 1 は、汎用のコンピュータであり、負荷生成装置 1 0 3 の動作を制御するソフトウェア、及び、計測装置 1 0 4 の計測結果を取得するソフトウェア等がインストールされている。検証用ボード 1 0 2 は、本実施の形態に係るECU 2 の機能をFPGA（Field Programmable Gate Array）にて実装したものである。本検証では、ALTERA社のFPGAが搭載された「DE 2－1 1 5」を検証用ボード 1 0 2 として利用している。検証用ボード 1 0 2 は、CANバスに相当する通信線 4 に接続され、検証対象のメッセージ、即ち遅延時間を付与したメッセージを所定周期で送信する。

- [0070] 負荷生成装置 103 は、検証用ボード 102 が通信線 4 に対して送信する検証対象メッセージを阻害するメッセージを送信するための装置である。検証対象メッセージを阻害するメッセージとは、通信線 4 に対して他の ECU 2 が送信するメッセージに相当し、アービトレーション処理により検証対象メッセージを遅延させるメッセージである。負荷生成装置 103 は PC101 に接続され、通信線 4 に対するメッセージ送信の頻度等は PC101 により制御される。本検証では、PEAK System 社の「PCAN-USB」を負荷生成装置 103 として利用している。
- [0071] 計測装置 104 は、通信線 4 に対して送信されるメッセージを受信し、受信したメッセージの内容及び受信時刻等の情報を PC101 へ与える装置である。本検証では、Vector 社の「VN1630A」を計測装置 104 として用い、同社のソフトウェア「CANoe」を PC101 にて動作させて検証結果を取得している。本検証における検証用ボード 102 が本実施の形態に係る車載通信システムにおける送信側の ECU 2 に相当し、計測装置 104 及び PC101 が受信側の ECU 2 に相当する。本実施の形態に係る ECU 2 の送信周期算出の演算は、計測装置 104 から与えられる情報に基づいて PC101 にて行った。
- [0072] 図 9 は、本実施の形態に係る送信周期算出処理の検証実験の結果を示すグラフである。本検証では、検証用ボード 102 からの周期的なメッセージ送信を 1000 回行い、このメッセージを受信して PC101 にて送信周期を算出した。なお負荷生成装置 103 は、通信線 4 の占有率が 50% となるように負荷となるメッセージを送信している。送信周期の算出は、メッセージに付与された遅延時間を利用する上述の本実施の形態に係る送信周期算出方法と、遅延時間を利用せずに受信時刻の時間差のみで送信周期を算出する従来方法との 2 つ 7 の方法で行った。図 9 に示すグラフは、横軸を受信メッセージの受信順序とし、縦軸を受信メッセージに基づいて算出された送信周期 [秒] として検証実験の結果を示したものである。本実施の形態に係る送信周期算出方法による送信周期の算出結果を黒丸とし、従来方式による算出結

果を白丸としてグラフ上に示してある。

[0073] 図示の検証実験の結果によれば、本方式では算出される送信周期が0.9987又は0.9988のいずれかに集約されているが、従来方式では算出される送信周期が0.9982から0.9992の間で広範囲にわたってばらついている。なお、本方式の結果が2つの送信周期に分かれているのは、検証実験に用いた検証用ボード102によるメッセージの送信タイミングのバラツキに起因するものである。検証用ボード102は、送信周期が0.9987又は0.9988となる2つのタイミングでメッセージを送信している。よって本方式により算出されるメッセージの送信周期は、算出結果のバラツキが少なく、送信元の送信周期が精度よく算出されたものとなっている。

[0074] <まとめ>

以上の構成の本実施の形態に係る車載通信システムは、送信側のECU2がメッセージの送信を最初に試みた時点から、このメッセージを実際に送信した時点までの遅延時間を、このメッセージに付与する。送信側のECU2から送信されたメッセージは、共通の通信線4に接続された受信側のECU2にて受信される。受信側のECU2は、受信したメッセージの受信時刻を取得すると共に、受信したメッセージに付与された遅延時間を取得する。受信側のECU2は、時系列的に前後して受信した2つのメッセージについてそれぞれ受信時刻及び遅延時間を取得し、取得したこれらの情報に基づいてメッセージの送信周期を算出する。送信側のECU2が遅延時間をメッセージに付与して送信し、受信側のECU2がメッセージから遅延時間を取得して送信周期を算出することにより、送信側のECU2にてアービトレーション処理等により生じたメッセージ送信の遅延を受信側のECU2が考慮してメッセージの送信周期を算出することができる。よって受信側のECU2は、メッセージの送信周期を精度よく算出することができる。

[0075] また本実施の形態においては、メッセージの受信時刻から遅延時間だけ遡った時刻が、このメッセージの送信を最初に試みた時刻、即ちメッセージの

送信時刻となる。そこで受信側のECU2は、先に受信したメッセージについて受信時刻から遅延時間だけ遡った時刻と、後に受信したメッセージについて受信時刻から遅延時間だけ遡った時刻との時間差を算出し、この時間差をメッセージの送信周期とする。送信側のECU2がメッセージの送信を最初に試みた時刻に基づいて、受信側のECU2がメッセージの送信周期を算出することができるため、メッセージの送信周期を精度よく算出することができる。

[0076] また本実施の形態においては、算出したメッセージの送信周期に基づいて、受信側のECU2は、受信したメッセージが正当な送信周期で周期的に送信されたものであるか、又は、不当な送信周期で非周期的に送信されたものであるかを判定する。受信側のECU2は、例えばメッセージを受信する都度、1つ前に受信したメッセージとの送信時刻の時間差を算出し、算出した時間差が以前に算出した送信周期に対して所定範囲内に収まる場合、受信メッセージが周期的に送信されるものであると判定することができる。これに対して、算出した時間差が送信周期に対して所定範囲を超えて異なる値である場合、受信側のECU2は、受信したメッセージが非周期的に送信されるものであると判定することができる。非周期と判定されるメッセージは、例えばイベント駆動により送信されるメッセージ、又は、不正な装置による不正なメッセージ等の可能性がある。

[0077] なお本実施の形態においては、ECU2がCANの通信規格に従うメッセージの送受信を行う構成としたが、これに限るものではなく、例えばCAN-FD (CAN with Flexible Data rate) の通信規格に従うメッセージの送受信を行ってもよい。またECU2は、CANとは異なる通信規格に従うメッセージの送受信を行う構成であってもよい。また本実施の形態においてCANコントローラ24が備える送信処理部24a～送信周期算出部21aが行う処理の一部又は全部は、ECU2の処理部21にて行われてもよい。また図7のフローチャートに示した処理の一部又は全部は、CANコントローラ24が行うのではなく、処理部21が行ってもよい。またCANコントローラ

ラ 2 4 は、受信メッセージの受信時刻及び遅延時間を記憶しておく構成としたが、これに限るものではなく、受信時刻及び遅延時間を基に算出されたメッセージの送信時刻を記憶しておく構成であってもよい。

[0078] <実施の形態 2>

図 1 0 は、実施の形態 2 に係る車載通信システムの構成を示すブロック図である。実施の形態 2 に係る車載通信システムは、メッセージに遅延時間を付す機能を有する ECU 2 A と、メッセージに付された遅延時間に基づく送信周期を算出する機能を有する ECU 2 C と、これらの両機能を有さない ECU 2 B とが混在するシステムである。

[0079] ECU 2 A は、上述の方法により、自身が送信するメッセージに対して遅延時間を付与する。ただし ECU 2 A は、メッセージの受信に関しては送信周期を算出する処理を行わず、通常の CAN の通信規格に従うメッセージ受信を行うのみである。ECU 2 B は、上述の遅延時間の付与及び送信周期の算出等の処理を行わず、通常の CAN の通信規格に従ってメッセージの送受信を行う。ECU 2 B は、ECU 2 A が送信する遅延時間が付与されたメッセージについて、これを通常の CAN の通信規格に従うメッセージとして扱えばよい。ECU 2 C は、上述の方法により、メッセージに付与された遅延時間を用いて送信周期を算出する処理を行う。ただし ECU 2 C は、自身が送信するメッセージに対して遅延時間を付与する処理は行わない。

[0080] 実施の形態 2 に係る車載通信システムでは、遅延時間が付与されたメッセージと、遅延時間が付与されていないメッセージとが混在することとなる。このため ECU 2 C は、メッセージを受信する都度、遅延時間が付与されたメッセージであるか又は遅延時間が付与されていないメッセージであるかを判定する必要がある。実施の形態 2 に係る ECU 2 C は、メッセージに付される CAN ID と、このメッセージに遅延時間が付与されるか否かを示す情報とが対応付けられたテーブルを予め記憶している。ECU 2 C は、受信したメッセージの CAN ID を取得してテーブルを参照することにより、この受信メッセージに遅延時間が付与されているか否かを判定する。遅延時間が付

与されたメッセージに対して、E C U 2 C は、送信周期を算出する処理を行う。

[0081] 以上の構成の実施の形態 2 に係る車載通信システムは、共通の通信線 4 に接続される複数の E C U 2 には、メッセージに遅延時間を付与して送信する E C U 2 A と、遅延時間の付与を行わずにメッセージを送信する E C U 2 B 及び 2 C とが含まれる。即ち、実施の形態 2 に係る車載通信システムでは、遅延時間が付与されたメッセージと、遅延時間が付与されていないメッセージとが混在する。遅延時間を付与しないメッセージを送受信する従来構成の C A N の車載通信システムに対して、メッセージの送信周期を精度よく判定することが求められる E C U 2 A についてのみ遅延時間を付与する機能を追加すればよいため、遅延時間を用いた送信周期の判定を行う構成を、従来の車載通信システムに対して導入することを容易化できる。

[0082] また実施の形態 2 に係る車載通信システムでは、E C U 2 A ~ 2 C が送受信するメッセージには、このメッセージを識別するための C A N I D が付されている。メッセージを受信した E C U 2 C は、受信したメッセージの C A N I D に基づいて、このメッセージに遅延時間が付与されているか否かを判定する。これにより、遅延時間が付与されたメッセージと、遅延時間が付与されていないメッセージとが混在する場合であっても、受信側の E C U 2 C がメッセージの送信周期の算出を行うことが可能となる。

[0083] なお実施の形態 2 に係る車載通信システムは、3 種の E C U 2 A ~ 2 C が混在する構成であるが、これ以外の構成の E C U が更に混在してもよい。例えば、遅延時間を付与してメッセージを送信する機能と、メッセージに付された遅延時間を用いて送信周期を算出する機能とを備える E C U が更に混在してもよい。また、E C U 2 A、2 C と同様の E C U は、車載通信システムに複数が含まれていてよい。また E C U 2 C は、予め記憶したテーブルを参照して受信メッセージに遅延時間が付されているか否かを判定する構成としたが、これに限るものではない。例えばメッセージ中に遅延時間の有無を示すフラグ等の情報を含めてもよい。

[0084] 車載通信システムにおける各装置は、マイクロプロセッサ、ROM及びRAM等を含んで構成されるコンピュータを備える。マイクロプロセッサ等の演算処理部は、図4及び図7に示すような、シーケンス図又はフローチャートの各ステップの一部又は全部を含むコンピュータプログラムを、ROM、RAM等の記憶部からそれぞれ読み出して実行してよい。これら複数の装置のコンピュータプログラムは、それぞれ、外部のサーバ装置等からインストールすることができる。また、これら複数の装置のコンピュータプログラムは、それぞれ、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等の記録媒体に格納された状態で流通する。

[0085] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した意味ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0086]
- 1 車両
 - 2, 2A, 2B, 2C ECU（車載通信装置）
 - 4 通信線
 - 5a センサ
 - 5b アクチュエータ
 - 21 処理部
 - 21a 送信周期算出部（算出部）
 - 22 記憶部
 - 22a プログラム
 - 23 入出力部
 - 24 CANコントローラ（周期メッセージ判定部、付与判定部）
 - 24a 送信処理部
 - 24b 遅延時間測定部
 - 24c 遅延時間付与部（付与部）

2 4 d 受信処理部

2 4 e 受信時刻取得部（受信時点取得部）

2 4 f 遅延時間取得部

請求の範囲

- [請求項1] 共通の通信線に接続された複数の車載通信装置が、前記通信線を介してメッセージを送受信する車載通信システムであって、
- メッセージの送信側の車載通信装置は、
- 送信すべきメッセージの送信を最初に試みた時点から、当該メッセージの送信を開始した時点までの遅延時間を測定する遅延時間測定部と、
- 前記遅延時間測定部が測定した遅延時間を前記メッセージに付与する付与部と
- を有し、
- メッセージの受信側の車載通信装置は、
- 前記送信側の車載通信装置からのメッセージを受信した時点を取得する受信時点取得部と、
- 受信したメッセージに付与された遅延時間を取得する遅延時間取得部と、
- 受信した2つのメッセージそれぞれについて前記受信時点取得部が取得した時点及び前記遅延時間取得部が取得した遅延時間に基づき、前記メッセージの送信周期を算出する算出部と
- を有する、
- 車載通信システム。
- [請求項2] 前記算出部は、先に受信したメッセージについて受信時点から遅延時間だけ遡った時点と、後に受信したメッセージについて受信時点から遅延時間だけ遡った時点との時間差を前記送信周期として算出する、請求項1に記載の車載通信システム。
- [請求項3] 前記受信側の車載通信装置は、前記算出部が算出した送信周期に基づいて、受信したメッセージが周期的に送信されるメッセージ又は非周期的に送信されるメッセージのいずれであるかを判定する周期メッセージ判定部を有する、請求項1又は請求項2に記載の車載通信システム。

テム。

[請求項4] 前記複数の車載通信装置には、
前記遅延時間測定部及び前記付与部を有する車載通信装置と、
前記遅延時間測定部及び前記付与部を有さない車載通信装置と
を含む、請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載の車載通信システム。

[請求項5] 前記メッセージには、当該メッセージを識別する識別情報が付与され、
前記受信側の車載通信装置は、
受信したメッセージに付与された識別情報に基づいて、当該メッセージに遅延時間が付与されているか否かを判定する付与判定部を有する、請求項4に記載の車載通信システム。

[請求項6] 他の車載通信装置と共に共通の通信線に接続され、前記通信線を介してメッセージを送受信する車載通信装置であって、
送信すべきメッセージの送信を最初に試みた時点から、当該メッセージの送信を開始した時点までの遅延時間が付与されたメッセージを受信する受信部と、
前記受信部がメッセージを受信した時点を取得する受信時点取得部と、
受信したメッセージに付与された遅延時間を取得する遅延時間取得部と、
受信した2つのメッセージそれぞれについて前記受信時点取得部が取得した時点及び前記遅延時間取得部が取得した遅延時間に基づき、前記メッセージの送信周期を算出する算出部と
を備える、車載通信装置。

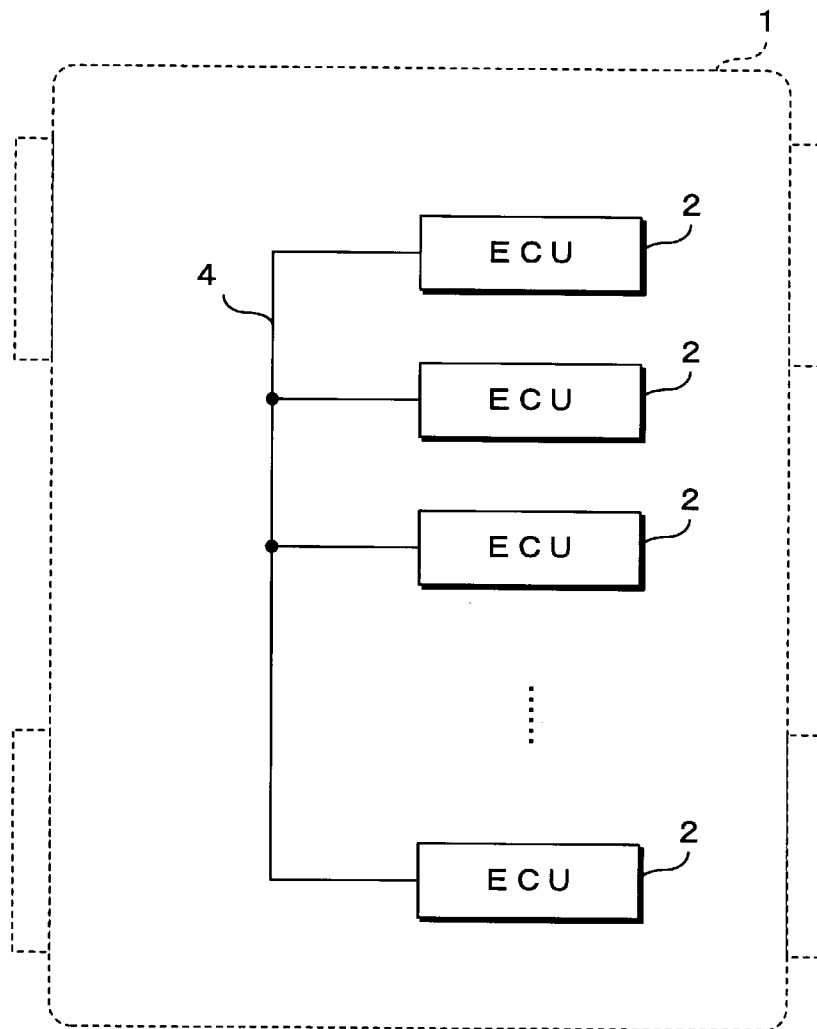
[請求項7] 共通の通信線に接続された複数の車載通信装置が、前記通信線を介して送受信するメッセージの送信周期を算出する送信周期算出方法であって、

メッセージの送信側の車載通信装置が、送信すべきメッセージの送信を最初に試みた時点から、当該メッセージの送信を開始した時点までの遅延時間を測定し、測定した遅延時間を前記メッセージに付与し、

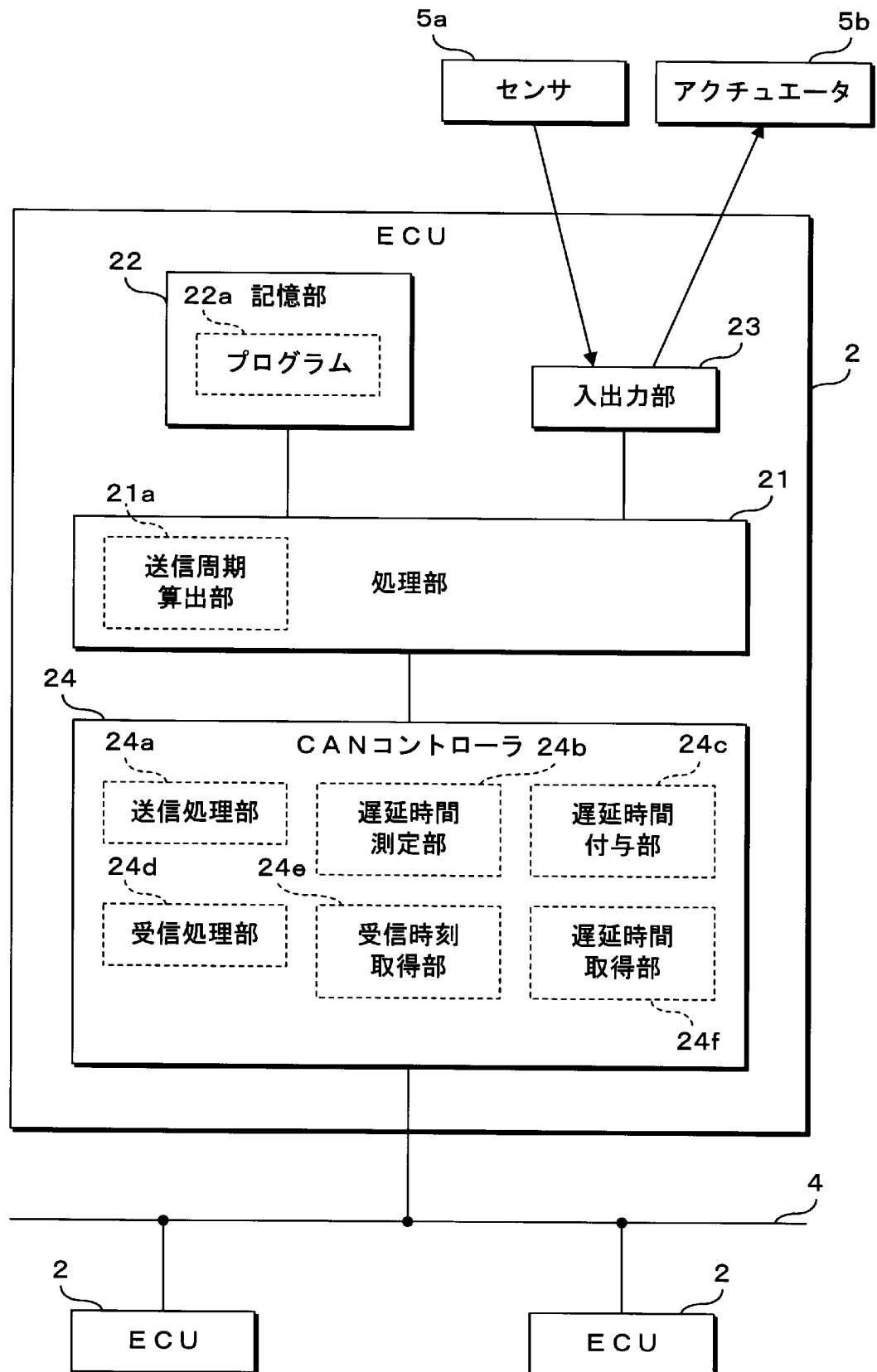
メッセージの受信側の車載通信装置が、前記送信側の車載通信装置からのメッセージを受信した時点を取得し、受信したメッセージに付与された遅延時間を取得し、受信した2つのメッセージそれぞれについて取得した時点及び遅延時間に基づき、前記メッセージの送信周期を算出する、

送信周期算出方法。

[図1]



[図2]

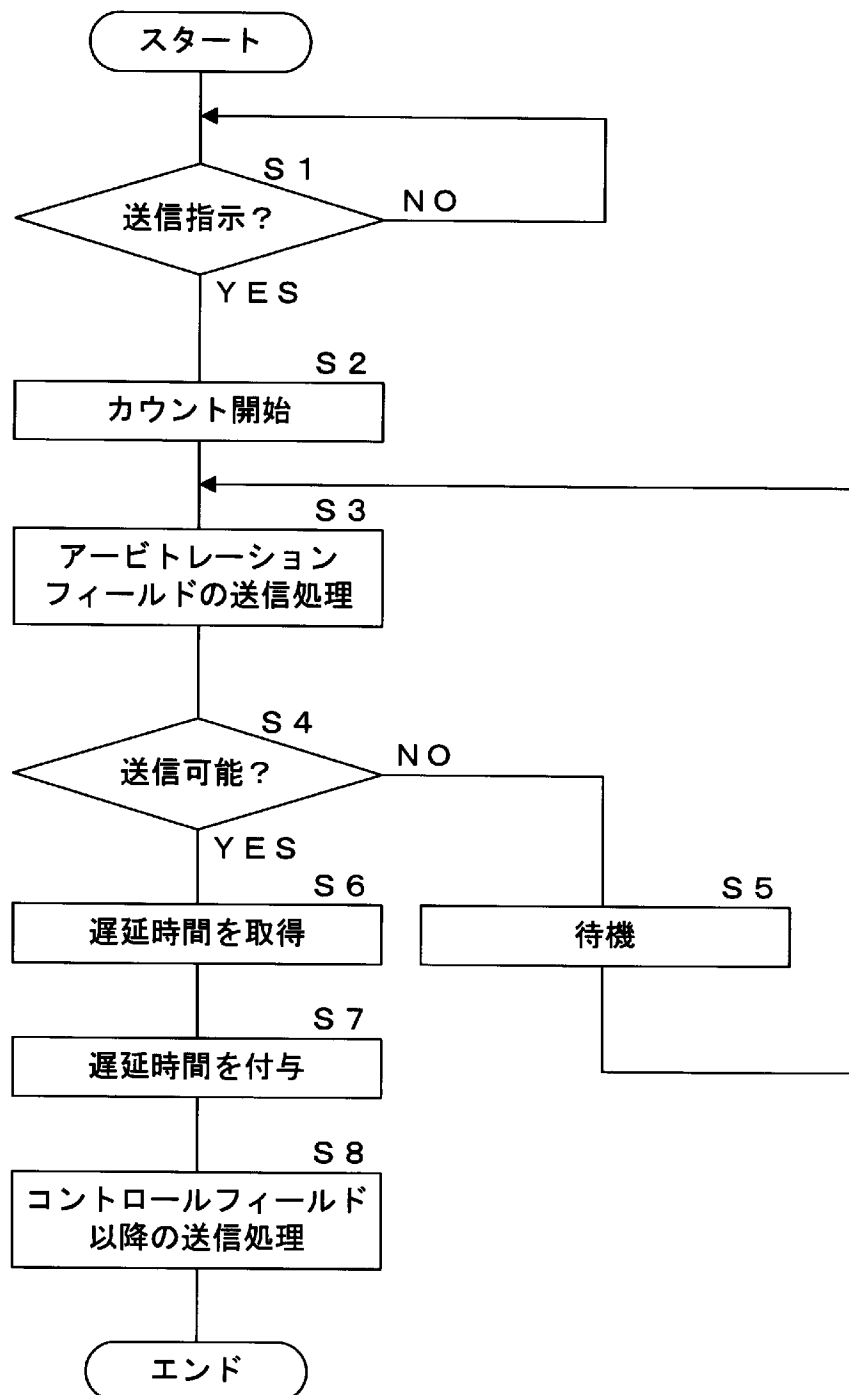


[図3]

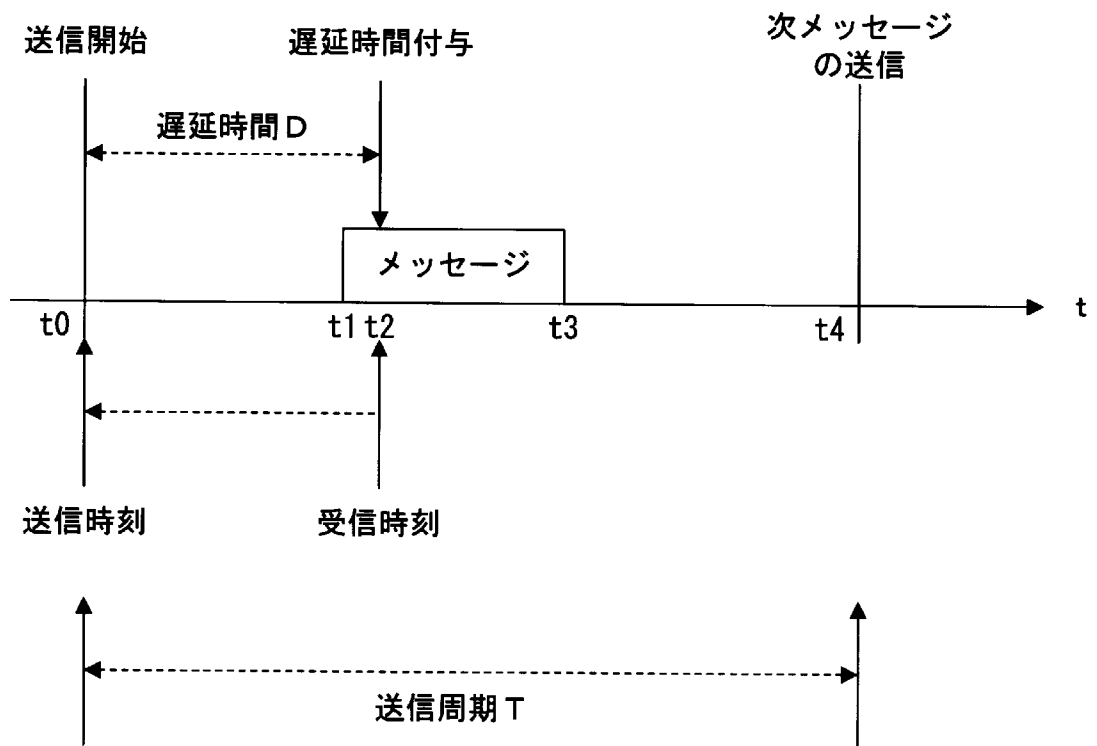
CANメッセージ

アービトラレション フィールド	コントロール フィールド	データ フィールド	CRC フィールド	ACK フィールド
CAN ID		遅延時間		

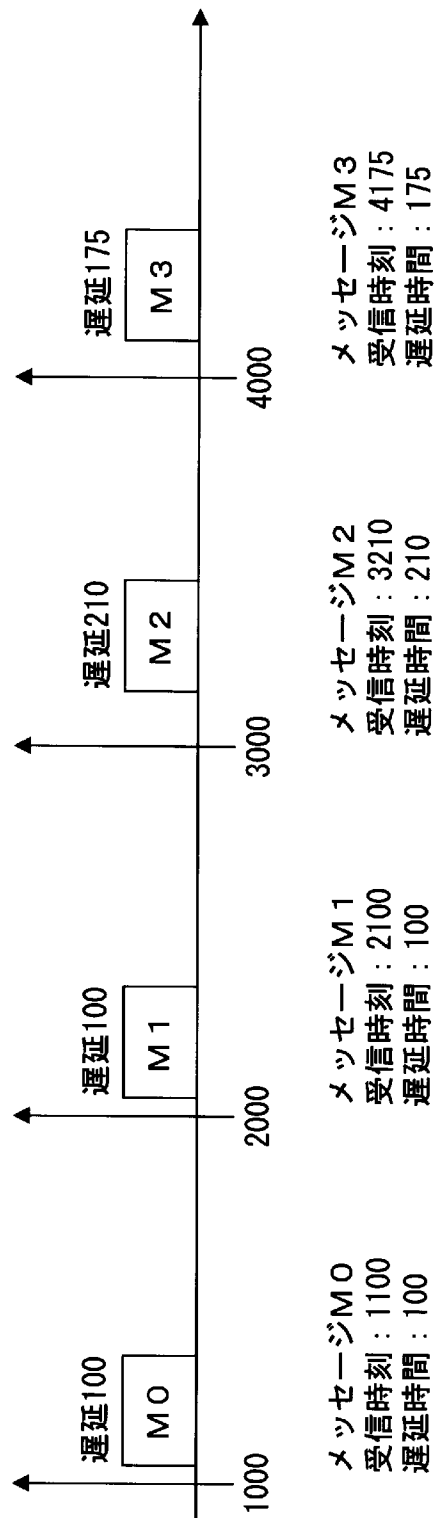
[図4]



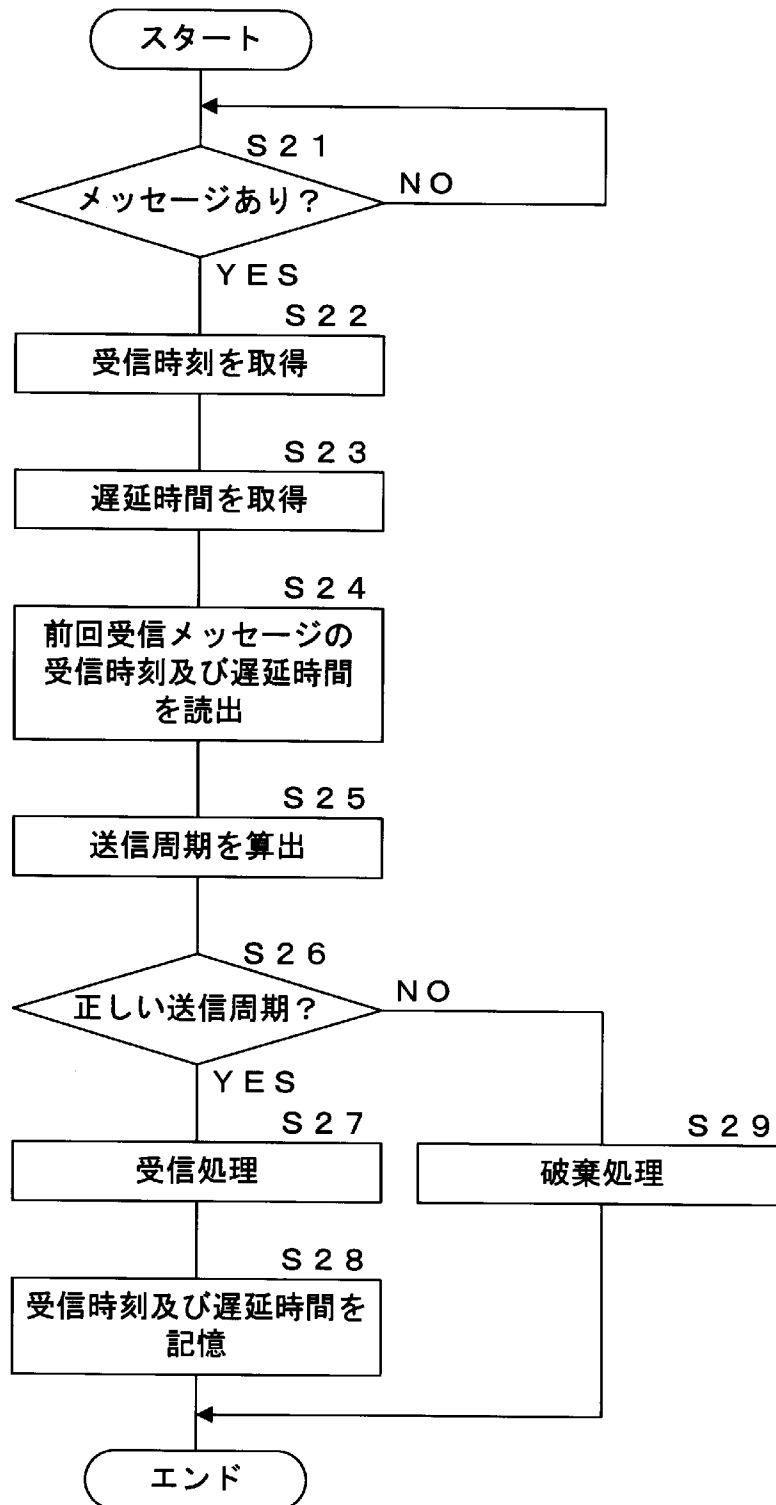
[図5]



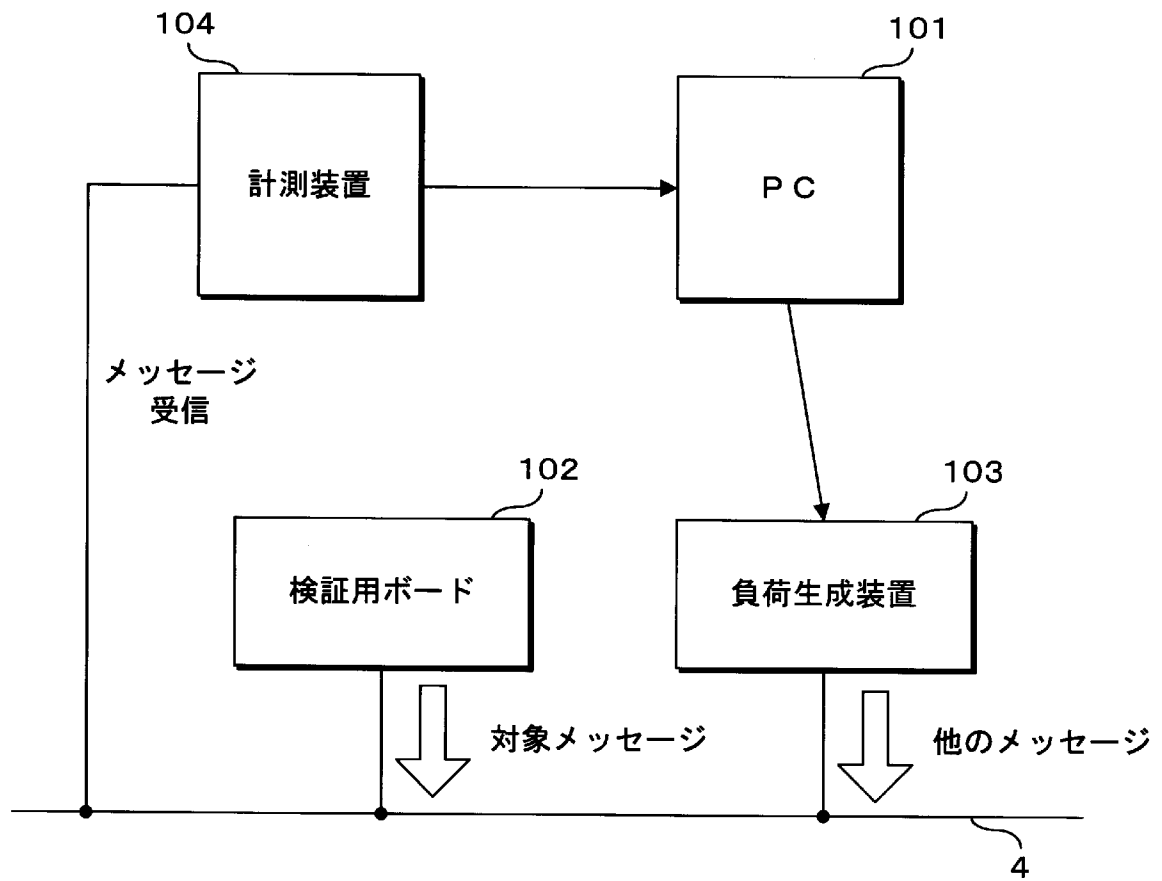
[図6]



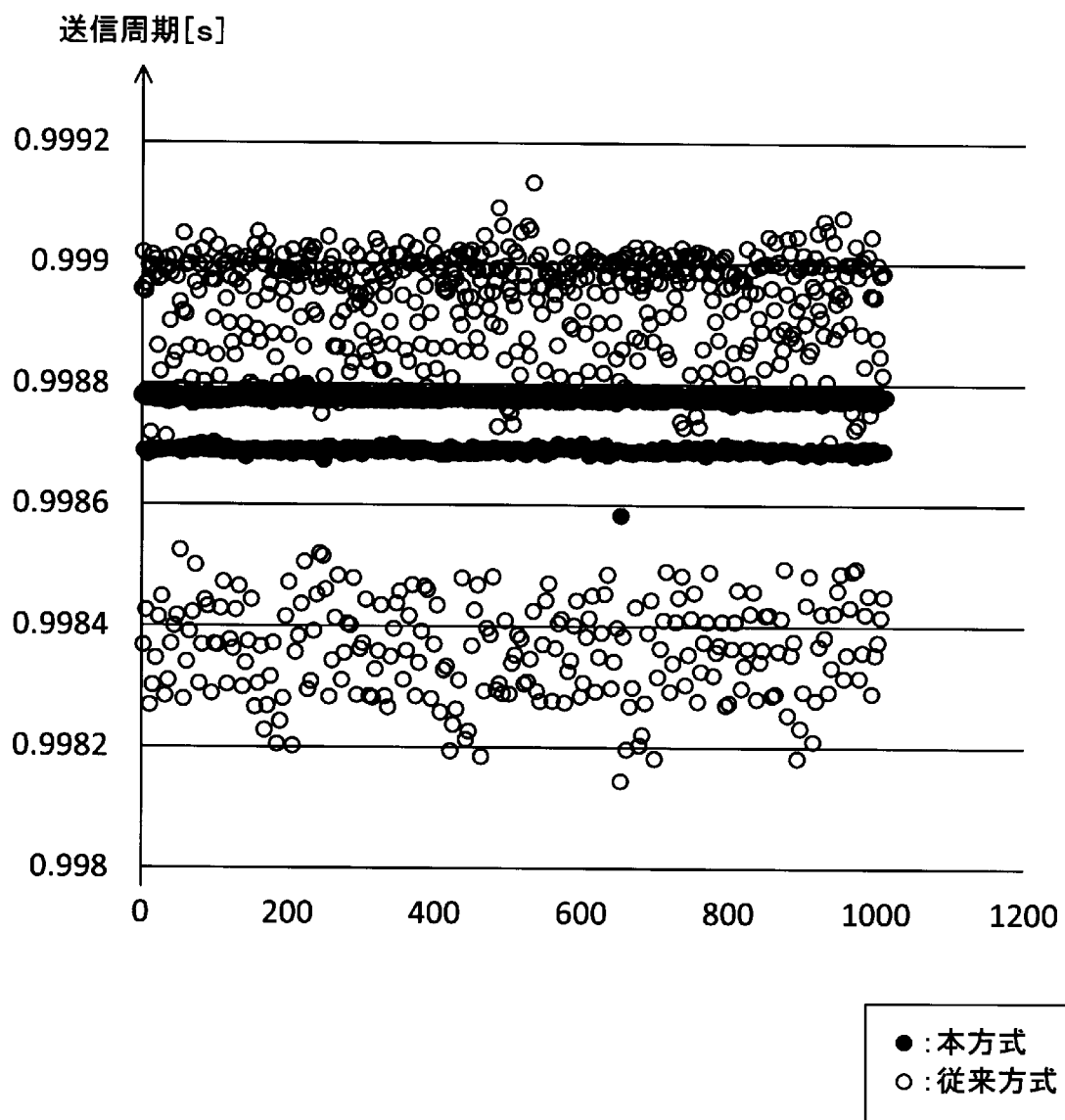
[図7]



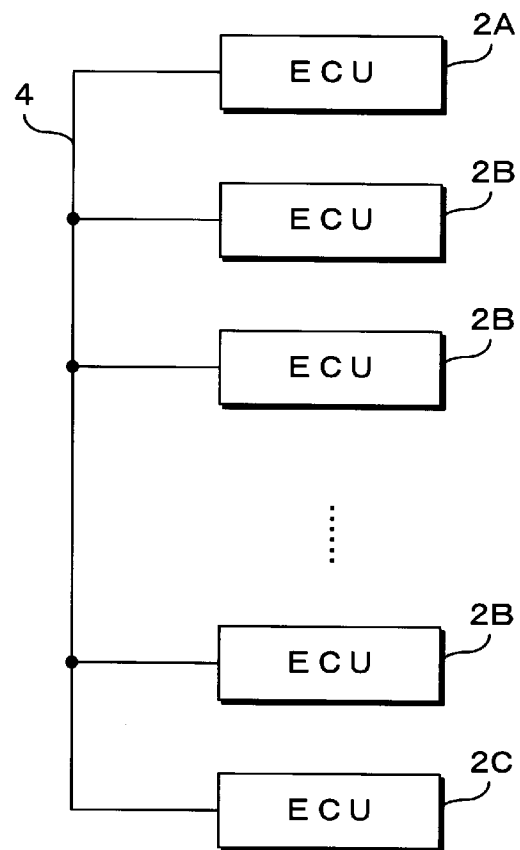
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/021867

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04L12/40 (2006.01) i

FI: H04L12/40 M

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. H04L12/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-84337 A (ALPINE ELECTRONICS, INC.) 22 March 2002, entire text, all drawings	1-7
A	JP 2010-258565 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) 11 November 2010, entire text, all drawings	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03.07.2020

Date of mailing of the international search report
11.08.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/021867

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2002-84337 A	22.03.2002	(Family: none)	
JP 2010-258565 A	11.11.2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 12/40(2006.01)i FI: H04L12/40 M														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04L12/40														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	JP 2002-84337 A（アルパイン株式会社）22.03.2002（2002 - 03 - 22） 全文、全図	1-7												
A	JP 2010-258565 A（株式会社日立国際電気）11.11.2010（2010 - 11 - 11） 全文、全図	1-7												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 03.07.2020	国際調査報告の発送日 11.08.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 大石 博見 5X 4185 電話番号 03-3581-1101 内線 3596													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/021867

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2002-84337	A	22.03.2002	(ファミリーなし)	
JP	2010-258565	A	11.11.2010	(ファミリーなし)	