

(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
2022年2月10日(10.02.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/030192 A1

(51) 国際特許分類:

H04L 25/02 (2006.01) H04B 3/46 (2015.01)
G01R 31/11 (2006.01) H04L 25/03 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/026188

(22) 国際出願日: 2021年7月12日(12.07.2021)

(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 2020-132510 2020年8月4日(04.08.2020) JP

(71) 出願人: 日立 Astemo 株式会社(HITACHI
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.) [JP/

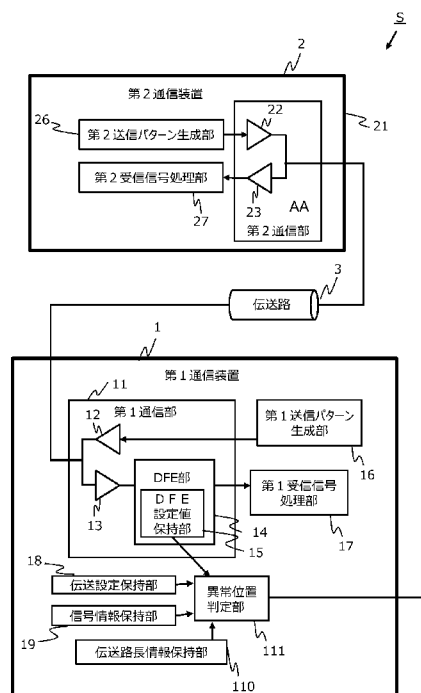
JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一
丁目6番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 下村 颯志(SHIMOMURA, Soshi);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番
6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 池
田 康浩(IKEDA, Yasuhiro); 〒1008280 東京都
千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日
立製作所内 Tokyo (JP). 植松 裕(UEMATSU,
Yutaka); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一
丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
坂本 英之(SAKAMOTO, Hideyuki); 〒1008280
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) Title: COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION SYSTEM, AND COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 通信装置、通信システム、通信方法

図 1



- 1 First communication device
- 2 Second communication device
- 3 Transmission path
- 11 First communication unit
- 14 DFE unit
- 15 DFE setting value holding unit
- 16 First transmission pattern generating unit
- 17 First received signal processing unit
- 18 Transmission setting holding unit
- 19 Signal information holding unit
- 26 Second transmission pattern generating unit
- 27 Second received signal processing unit
- 110 Transmission path length information holding unit
- 111 Abnormality position determining unit
- AA Second communication unit

(57) Abstract: This communication device is provided with: a transmitting circuit for repeatedly outputting a first pre-scribed signal to a transmission path with a prescribed period; a receiving circuit for receiving a second prescribed signal that is repeatedly output from another communication device via the transmission path with the prescribed period; a waveform equivalence processing unit for performing waveform equivalence processing with respect to the signal received by the receiving circuit; a holding unit for holding parameters relating to the waveform equivalence processing; a storage unit

(74) 代理人: 特許業務法人サンネクト国際特許事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁目 3 番 1 2 号 シーフォートスクエア センタービルディング 1 6 階 Tokyo (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, IT, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

for storing information relating to the propagation speed of signals on the transmission path, the duration of the prescribed period, and the transmission rate; and an abnormality position determining unit for calculating the distance to the position of an abnormality on the transmission path, using information relating to a parameter, among the parameters, that results from the abnormality on the transmission path, and using the information stored in the storage unit.

(57) 要約: 通信装置は、伝送路に第 1 の所定の信号を所定の周期で繰り返し出力する送信回路と、伝送路を介して他の通信装置から所定の周期で繰り返し出力される第 2 の所定の信号を受信する受信回路と、受信回路が受信する信号に対して波形等価処理を行う波形等価処理部と、波形等価処理のパラメータを保持する保持部と、伝送路における信号の伝搬速度、所定の周期の時間、および伝送レートの情報が格納される記憶部と、パラメータのうち伝送路の異常に起因するパラメータの情報、および記憶部に格納される情報を用いて、伝送路における異常の位置までの距離を算出する異常位置判定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：通信装置、通信システム、通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、通信装置、通信システム、および通信方法に関する。

背景技術

[0002] 近年の通信技術の発展により、伝送路を伝搬する信号の周波数は増加傾向にある。たとえば車載通信の分野においては、自動運転の発達とともに高解像度カメラが複数設置されるようになり、信号の伝送レートが増加している。このような高速通信では、ケーブルやコネクタ等の伝送路の不具合が信号品質に与える影響が大きい。様々な環境条件で信号品質の担保が必要な車載用途などでは、伝送路の異常を診断することが重要となる。特許文献1には、伝送システムの伝送路と、前記伝送路に接続された複数の通信装置と、前記複数の通信装置の中の1つの通信装置に設けられ、疑似通信信号を発生する信号発生部と、前記複数の通信装置の中の1つの通信装置に設けられ、前記伝送路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の劣化を検出する劣化検出部とを備えた伝送路の劣化検出装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2017-129378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に記載されている発明では、伝送路の異常位置を判定できない。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の第1の態様による通信装置は、伝送路に第1の所定の信号を所定の周期で繰り返し出力する送信回路と、前記伝送路を介して他の通信装置か

ら前記所定の周期で繰り返し出力される第2の所定の信号を受信する受信回路と、前記受信回路が受信する前記信号に対して波形等価処理を行う波形等価処理部と、前記波形等価処理のパラメータを保持する保持部と、前記伝送路における信号の伝搬速度、前記所定の周期の時間、および伝送レートの情報格納される記憶部と、前記パラメータのうち前記伝送路の異常に起因する前記パラメータの情報、および前記記憶部に格納される情報を用いて、前記伝送路における前記異常の位置までの距離を算出する異常位置判定部と、を備える。

本発明の第2の態様による通信システムは、伝送路を介して接続される第1通信装置および第2通信装置を含む通信システムであって、前記第2通信装置は、前記伝送路を介して前記第1通信装置に所定の周期で第2の所定の信号を繰り返し出力する第2送信回路を備え、前記第1通信装置は、前記伝送路に前記所定の周期で第1の所定の信号を繰り返し出力する第1送信回路と、前記伝送路から信号を受信する受信回路と、前記受信回路が受信する前記信号に対して波形等価処理を行う波形等価処理部と、前記波形等価処理のパラメータを保持する保持部と、前記伝送路における信号の伝搬速度、前記所定の周期の時間、および伝送レート情報が格納される記憶部と、前記パラメータのうち前記伝送路の異常に起因する前記パラメータの情報、および前記記憶部に格納される情報を用いて、前記伝送路における前記異常の位置までの距離を算出する異常位置判定部と、を備える。

本発明の第3の態様による通信方法は、伝送路を介して他の通信装置から所定の周期で繰り返し出力される第2の所定の信号を受信する受信回路と、前記伝送路における信号の伝搬速度、前記所定の周期の時間、および伝送レート情報が格納される記憶部と、を備える通信装置が実行する通信方法であって、前記伝送路に第1の所定の信号を前記所定の周期で繰り返し出力することと、前記受信回路が受信する前記信号に対して波形等価処理を行うことと、前記波形等価処理におけるパラメータのうち前記伝送路の異常に起因する前記パラメータの情報、および前記記憶部に格納される情報を用いて、

前記伝送路における前記異常の位置までの距離を算出することを含む。

発明の効果

[0006] 本発明によれば、伝送路の異常位置を判定できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]第1の実施の形態における通信システムの機能構成図

[図2]タップ係数を説明する図

[図3]図2におけるタップ係数を示す図

[図4]異常位置の判定処理を示すフローチャート

[図5]タップ係数の一例を示す図

[図6]伝送路の一例を示す図

[図7]異常位置と受信信号の関係を示す図

[図8]第2の実施の形態における通信システムの機能構成図

[図9]第3の実施の形態における通信システムの機能構成図

[図10]第4の実施の形態における通信システムの機能構成図

[図11]第5の実施の形態における通信システムの機能構成図

[図12]第5の実施の形態における信号の伝搬を示す模式図

[図13]第6の実施の形態における通信システムの機能構成図

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下の記載および図面は、本発明を説明するための例示であって、説明の明確化のため、適宜、省略および簡略化がなされている。本発明は、他の種々の形態でも実施する事が可能である。特に限定しない限り、各構成要素は単数でも複数でも構わない。図面において示す各構成要素の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。また本発明は情報機器分野全般に適用可能である。

[0009] 一第1の実施の形態一

以下、図１～図７を参照して、通信システムの第１の実施の形態を説明する。図１は、通信システムＳの機能構成図である。通信システムＳは、第１通信装置１と第２通信装置２とを含む。第１通信装置１と第２通信装置２は、伝送路３によって電氣的に接続される。本実施の形態では双方向通信が行われており、第１通信装置１と第２通信装置２は伝送路３を介して相互に信号を伝送する。

[0010] 第２通信装置２は信号を送受信するための第２通信部２１と、第２送信パターン生成部２６と、第２受信信号処理部２７とを備える。第２通信部２１には第２送信回路２２および第２受信回路２３が含まれる。第２送信パターン生成部２６は第２送信回路２２に接続されており、第２送信パターン生成部２６で生成した信号を第２送信回路２２を介して送信する。第２受信回路２３は第２受信信号処理部２７に接続され、第２受信信号処理部２７は受信したアナログ信号をシンボル値、換言するとディジタル信号に変換する。

[0011] 第２送信回路２２、第２受信回路２３、第２送信パターン生成部２６、および第２受信信号処理部２７は、たとえばハードウェア回路である。ただし第２送信パターン生成部２６および第２受信信号処理部２７の一部は、ソフトウェアや書き換え可能な論理回路により実現されてもよい。ソフトウェアにより実現される場合には、不図示のプロセッサが不図示の読み出し専用の記憶領域であるＲＯＭからプログラムを読み出し、不図示の記憶領域に展開して実行する。

[0012] 第１通信装置１は、第１通信部１１と、第１送信パターン生成部１６と、第１受信信号処理部１７と、伝送設定保持部１８と、信号情報保持部１９と、伝送路長情報保持部１１０と、異常位置判定部１１１と、を備える。以下では、伝送設定保持部１８と、信号情報保持部１９と、伝送路長情報保持部１１０とをまとめて「記憶部」と呼ぶことがある。第１通信部１１は、第１送信回路１２、第１受信回路１３、およびＤＦＥ部１４を有する。ＤＦＥ部１４は第１受信回路１３に接続され、第１受信回路１３にて受信した信号に対して波形等価処理すなわちイコライジングを行う機能を持つ。そのためＤ

F E 部 1 4 は、「波形等価処理部」と呼ぶことができる。

[0013] より詳細には D F E 部 1 4 は、判定帰還型イコライザ (Decision Feedback Equalizer) である。D F E 部 1 4 は、公知の手法を用いて設定値を算出し D F E 設定値保持部 1 5 にその設定値を保存する。本実施の形態における D F E 部 1 4 は、N 個のタップを有し、フローティングタップを有さない。以下では D F E 部 1 4 の設定値を「タップ係数」や「パラメータ」とも呼ぶ。それぞれのタップは、基準時刻から 1 ユニットインターバル (U I : Unit Interval) ずつ遅れた時刻の信号を補正し、本実施の形態では 1 U I は伝送レートの逆数であり、たとえば 1 ナノ秒である。なお以下では、D F E 設定値保持部 1 5 を「保持部」とも呼ぶ。

[0014] 第 1 送信パターン生成部 1 6 は第 1 送信回路 1 2 に接続される。第 1 送信パターン生成部 1 6 が生成した信号は、第 1 送信回路 1 2 を介して伝送路 3 に送信される。第 1 受信信号処理部 1 7 は、D F E 部 1 4 に接続され、第 1 受信回路 1 3 が受信したアナログ信号をシンボル値に変換する。

[0015] 伝送設定保持部 1 8 には、伝送レート等の通信設定情報が格納される。信号情報保持部 1 9 には、伝送路 3 における信号の伝搬速度等の信号情報が格納される。伝送路長情報保持部 1 1 0 には、伝送路 3 の長さの情報が格納される。

[0016] 異常位置判定部 1 1 1 は、伝送路 3 において異常が発生している位置、具体的には信号が反射している異常位置を判定する。異常位置判定部 1 1 1 はこの判定に、D F E 設定値保持部 1 5 から取得する D F E 部 1 4 の設定値、伝送設定保持部 1 8 から取得する伝送レート等の通信設定情報、信号情報保持部 1 9 から取得する伝送路 3 における信号の伝搬速度等の信号情報、および伝送路長情報保持部 1 1 0 から取得する伝送路 3 の長さの情報をを用いる。異常位置判定部 1 1 1 は、第 1 通信装置 1 の内部の不図示の構成、または第 1 通信装置 1 の外部に、判定した異常位置の情報を出力する。

[0017] 第 1 送信回路 1 2、第 1 受信回路 1 3、第 1 送信パターン生成部 1 6、および第 1 受信信号処理部 1 7 は、たとえばハードウェア回路である。ただし

第1送信パターン生成部16および第1受信信号処理部17の一部は、ソフトウェアや書き換え可能な論理回路により実現されてもよい。ソフトウェアにより実現される場合には、不図示のプロセッサが不図示のROMからプログラムを読み出し、不図示の記憶領域に展開して実行する。異常位置判定部111はソフトウェアにより実現される。伝送設定保持部18、信号情報保持部19、および伝送路長情報保持部110は、不揮発性の記憶装置により実現される。

[0018] (タップ係数)

図2はDFE部14の設定値、すなわちタップ係数を説明する図である。図2の横軸は時間、縦軸は第1受信回路13が受信する電圧を示す。図2に示すT10～T17のそれぞれは、同一の時間長さを有する期間である。第1受信回路13が受信する波形例L1は、伝送路3にて伝送路の損失や伝送路異常の影響により波形が歪むことが一般的である。DFEは、このような波形の歪みを補償するようにシンボルの閾値を調整する機能であり、各タップが所定の時間枠に対応する補償を行う。波形L1は期間T10において受信した信号の影響が、期間T11および期間T16に表れている。

[0019] 期間T11では、波形L1は高周波成分の損失による波形の歪み、換言するとISI (Inter symbol interference) ノイズが表れている。期間T16では、波形L1は伝送路の異常による反射による波形の歪み、換言すると反射ノイズが表れている。DFE部14は、期間T11および期間T16において、シンボルの”01”を判定する閾値を上げることで、相対的に受信した波形L1を波形L2のように補償する。これらの補償量の情報はタップ係数としてDFE設定値保持部15に保存される。

[0020] 図3は図2におけるタップ係数を示す図である。1番目と6番目のタップ係数が他のタップ係数より高く、1シンボル後と6シンボル後の波形を補償していることがDFEのタップ係数情報から分かる。

[0021] (異常位置の判定)

図4～図7を参照して、通信システムSによる異常位置の判定処理を説明

する。図4は通信システムSによる異常位置の判定処理を示すフローチャート、図5はタップ係数の一例を示す図、図6は伝送路3の一例を示す図、図7は異常位置と受信信号の関係を示す図である。

[0022] まずステップS301において、第2通信装置2のみが所定の基準波形を第1通信装置1に向けて連続送信する。続くステップS302において、第1通信装置1のDFE部14が公知の手法によりタップ係数を算出し基準値として保存する。この基準値はたとえば、伝送路3による信号の損失を表す。続くステップS303において、第1通信装置1および第2通信装置2の双方が、同一の基準波形を同一のタイミングで連続送信する。なおステップS301における基準波形とステップS303における基準波形は同一であることが望ましい。

[0023] 続くステップS304では、第1通信装置1のDFE部14が公知の手法によりタップ係数を算出し比較値として保存する。詳しくは後述するが、この比較値には伝送路3による信号の損失だけでなく、不具合位置における信号の反射も含んでいる。続くステップS305ではDFE部14は、ステップS302において保存した基準値と、ステップS304において保存した比較値との差を用いて異常位置までの物理的距離を演算する。本ステップにおける演算は後に詳述する。

[0024] 図5は、ステップS302およびステップS304におけるタップ係数の一例を示す図である。図5(a)は、ステップS302におけるタップ係数の一例を示す図、図5(b)はステップS304におけるタップ係数の一例を示す図である。図5(a)に示すタップ係数と図5(b)に示すタップ係数とを比較すると、図5(b)では83段目のタップ係数が顕著に大きくなっている。DFE部14は、タップ係数の差の絶対値が最大かつ所定の閾値、たとえば「0.05」以上のタップの段数を反射波によるものであると判断する。段数と距離との関係は後述する。

[0025] 図6は、伝送路3の構成の一例、および図4のステップS303における状況を示す図である。図6に示す例では、伝送路3は、第1ケーブルD1、

第2ケーブルD2、および第3ケーブルD3と、第1コネクタC1、第2コネクタC2、第3コネクタC3、および第4コネクタC4とを含んで構成される。具体的には、第2通信装置2から第1通信装置1に向かって、第1コネクタC1、第1ケーブルD1、第2コネクタC2、第2ケーブルD2、第3コネクタC3、第3ケーブルD3、第4コネクタC4の順に配される。ここでは第2通信装置2よりも第1通信装置1に近い第3コネクタC3に異常があり、第3コネクタC3のインピーダンス値が増加していることを理由に信号が反射する場合を説明する。

[0026] 第1通信装置1は、第1チャンネルH1を用いて第2通信装置2に第1信号S1を送信する。第2通信装置2は、第2チャンネルH2を用いて第1通信装置1に第2信号S2を送信する。図4のステップS303において、第1送信パターン生成部16と第2送信パターン生成部26は同じパターン信号を生成し、第1送信回路12と第2送信回路22はこのパターン信号を繰り返し送信する。第1信号S1および第2信号S2はたとえば、先頭の1U1の時間だけHighで他が全てLowの信号である。

[0027] チャンネルH1において第1送信回路12が第1信号S1を送信すると、異常位置で反射して反射ノイズS11がチャンネルH2の第2信号S2に重畳され、受信信号S21として第1通信装置1に受信される。前述のように、第1信号S1および第2信号S2は同一のタイミングかつ同一の周期Tで繰り返し送信するので、受信信号S21には何度も同様に反射ノイズS11が含まれる。そのためDFE部14は、反射ノイズS11を含む受信信号S21に対してタップ係数を算出する。異常位置判定部111は、DFE部14が算出するタップ係数のうち反射ノイズS11に対応する係数を特定することで、反射が発生した位置、すなわち異常位置を算出する。

[0028] 図7は、図6に示す状況における異常位置と受信信号の関係を示す図である。図7の横軸は、右側ほど時間が経過していることを表しており、上段は第1通信装置1による反射ノイズS11の受信を、下段は第1通信装置1による第2信号S2の受信を表している。図6において説明したように、異常

が発生している第3コネクタC3は第2通信装置2よりも第1通信装置1に近いので、第1通信装置1は第2信号S2よりも反射ノイズS11を先に受信する。

[0029] 図7では、第1信号S1および第2信号S2の繰返し周期をTとする。第1通信装置1が時刻 τ_r に最初の反射ノイズS11を受信し、その後は時間Tが経過するごとに次の反射ノイズS11を受信する。すなわち第1通信装置1が反射ノイズS11を受信する時刻は、時刻 τ_r 、時刻 $\tau_r + T$ 、時刻 $\tau_r + 2T$ 、時刻 $\tau_r + 3T$ 、・・・である。なお時刻 τ_r は、反射ノイズS11の発生位置と伝搬速度により定まるので、時刻 τ_r が直接に測定できれば反射ノイズS11の発生位置は容易に算出できる。しかし反射ノイズS11は微弱なため単独で検出することは困難である。

[0030] 第1通信装置1は、時刻 τ_t に最初の第2信号S2の受信を開始する。なお時刻 τ_t は、実測してもよいし、伝送路3の長さおよび伝送路3における信号の伝搬速度とを用いて算出してもよい。そして時刻 τ_t よりも後の時刻である、時刻 $\tau_r + nT$ において(n+1)回目の反射ノイズS11を受信する。ただし前述のとおり第1通信装置1は反射ノイズS11を単独で検出することは困難であり、反射ノイズS11が第2信号S2に重畳された受信信号S21として受信する。

[0031] このとき、受信信号S21における反射ノイズS11は、受信信号S21の受信開始から時間dの遅れがある。時間dは $(\tau_r + n \times T - \tau_t)$ と等しい。DFE設定値保持部15が反射ノイズS11に対応して調整するタップをタップN_{DFE}とし、タップの1UIの周期を T_{ui} と記載すると、N_{DFE}は以下の式で表される。

[0032]
$$N_{DFE} = (\tau_r + n \times T - \tau_t) / T_{ui} \cdots \text{(数式1)}$$

[0033] なお数式1では「n」が未知数であり異常位置候補が複数存在することになるが、伝送路3の長さおよび周期Tの時間、換言すると1周期に含まれるデータ数によりnの値は概ね一意に求まる。たとえば伝送路3が10～15mで、1周期に含まれるデータ数が100ビット以上の場合、多くの場合

で $n = 1$ となる。そのため、 N_DFE の値が特定できれば τ_r が算出でき、第 1 通信装置 1 から異常発生位置までの距離 L は、伝送路 3 における信号の伝搬速度を v と置くと、以下の式により算出できる。

$$\begin{aligned}
 [0034] \quad L &= \tau_r \times 0.5 \times v \\
 &= (T_{ui} \times N\_DFE + \tau_t - n \times T) \times 0.5 \times v \cdots (\text{数式 2})
 \end{aligned}$$

[0035] たとえば、図 5 に示すようにタップ係数の 83 段目に反射ノイズ S_{11} の影響が表れ、 $1/U$ の周期である T_{ui} が 1 ナノ秒、 τ_t が 40 ナノ秒（伝送路 3 が 12 m）、周期 T が 100 ナノ秒、伝搬速度 v が毎秒 30 万 km とすると、 L は 4.45 m である。

[0036] 上述した第 1 の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(1) 第 1 通信装置 1 は、伝送路 3 に第 1 の所定の信号 S_1 を所定の周期 T で繰り返し出力する第 1 送信回路 12 と、伝送路 3 を介して第 2 通信装置 2 から所定の周期 T で繰り返し出力される第 2 の所定の信号 S_2 を受信する第 1 受信回路 13 と、第 1 受信回路 13 が受信する信号に対して波形等価処理を行う波形等価処理部、すなわち DFE 部 14 と、波形等価処理のパラメータを保持する保持部、すなわち DFE 設定値保持部 15 と、伝送路 3 における信号の伝搬速度、所定の周期の時間、および伝送レートが格納される記憶部、すなわち伝送設定保持部 18、信号情報保持部 19、および伝送路長情報保持部 110 と、パラメータのうち伝送路の異常に起因するパラメータの情報、および記憶部に格納される情報を用いて、伝送路 3 における異常の位置までの距離を算出する異常位置判定部 111 と、を備える。そのため、上述した数式 2 を用いることで第 1 通信装置 1 から伝送路 3 の異常位置までの距離を算出できる。さらに本実施の形態では、公知の DFE の技術を利用して算出した N_DFE 、すなわち反射波ノイズ S_{11} に対応するタップ係数を用いるので、既存の通信装置を用いて容易に実現できる。

[0037] (2) 第 1 送信回路 12 は、第 2 通信装置 2 が第 2 の所定の信号 S_2 を出力するタイミングで、第 1 の所定の信号 S_1 を出力する。換言すると第 1 信号

S 1 と第 2 信号 S 2 は、同時に出力される。そのため、異常位置の算出が容易である。

[0038] (3) 通信システム S は、伝送路 3 を介して接続される第 1 通信装置 1 および第 2 通信装置 2 を含む。第 2 通信装置 2 は、伝送路 3 を介して第 1 通信装置 1 に所定の周期で第 2 信号 S 2 を繰り返し出力する第 2 送信回路 2 2 を備える。第 1 通信装置 1 は、伝送路 3 を介して第 2 通信装置 2 に所定の周期で第 1 信号 S 1 を繰り返し出力する第 1 送信回路 1 2 と、伝送路 3 から信号を受信する第 1 受信回路 1 3 と、第 1 受信回路 1 3 が受信する信号に対して波形等価処理を行う波形等価処理部、すなわち D F E 部 1 4 と、波形等価処理のパラメータを保持する保持部すなわち D F E 設定値保持部 1 5 と、パラメータのうち伝送路 3 の異常に起因するパラメータの情報、および記憶部に格納される情報を用いて、伝送路 3 における異常の位置までの距離を算出する異常位置判定部 1 1 1 と、を備える。そのため、既存の通信装置を用いて容易に第 1 通信装置 1 から伝送路 3 の異常位置までの距離を算出できる。

[0039] (4) 第 1 通信装置 1 は、伝送路 3 を介して第 2 通信装置 2 から所定の周期で繰り返し出力される第 2 信号 S 2 を受信する第 1 受信回路 1 3 と、伝送路 3 における信号の伝搬速度、所定の周期 T の時間、および伝送レートの情報が格納される記憶部と、を備える。この第 1 通信装置 1 は次の通信方法を実行する。すなわちこの通信方法は、伝送路 3 に第 1 信号 S 1 を所定の周期 T で繰り返し出力することと、第 1 受信回路 1 3 が受信する信号に対して波形等価処理を行うことと、波形等価処理におけるパラメータのうち伝送路 3 の異常に起因するパラメータの情報、および記憶部に格納される情報を用いて、伝送路 3 における異常の位置までの距離を算出することを含む。

[0040] (変形例 1)

上述した第 1 の実施の形態では、チャンネル H 1 とチャンネル H 2 の伝送レートは同じで、かつ第 1 信号 S 1 と第 2 信号 S 2 のパターン信号は同一であった。しかし両者の時系列での波形が同一であればよく、伝送レートおよびパターン信号が異なってもよい。たとえばチャンネル H 1 はチャンネル H 2 の 2 倍

の伝送レートを有し、チャネルH 1の1 U Iが1ナノ秒でチャネルH 2の1 U Iが2ナノ秒の場合を想定する。この場合には、第1信号S 1のパターン信号は第2信号S 2を2倍に引き延ばしたものとし、たとえば第2信号S 2は先頭の1 U IのみがH i g h状態であれば第1信号S 1は先頭の2 U IのみがH i g h状態とする。この変形例1によれば、第1チャネルH 1と第2チャネルH 2の伝送レートが異なる場合にも対応できる。

[0041] (変形例2)

上述した第1の実施の形態では、2つのタップ係数を比較することで異常位置に対応するタップ係数の番号N__D F Eを特定した(図4のS 3 0 5)。しかし1つのタップ係数の値だけを用いてN__D F Eを特定してもよい。たとえば一般に、信号の補償は次数が低いタップ係数が用いられることが多い。そのため、所定の次数よりも高く、係数の絶対値が所定の閾値を超える係数をN__D F Eとして特定してもよい。

[0042] 一第2の実施の形態一

図8を参照して、通信システムの第2の実施の形態を説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、電圧を制御する電圧制御部を備える点で、第1の実施の形態と異なる。

[0043] 図8は、第2の実施の形態における通信システムS 1の機能構成図である。通信システムS 1は、第1通信装置1 Aと、第2通信装置2 Aとを含む。第1通信装置1 Aは、第1の実施の形態における第1通信装置1の構成に加えて、第1通信部1 1 Aが第1電圧制御部1 2 1をさらに備える。第2通信装置2 Aは、第1の実施の形態における第2通信装置2の構成に加えて、第2通信部2 1 Aが第2電圧制御部2 2 1をさらに備える。第1電圧制御部1 2 1および第2電圧制御部2 2 1は、たとえば電圧源である。

[0044] 第1電圧制御部1 2 1は第1送信回路1 2に接続され、第1送信回路1 2が出力する送信パターンの電圧を制御する。第2電圧制御部2 2 1は第2送

信回路 2 2 に接続され、第 2 送信回路 2 2 が出力する送信パターンの電圧を制御する。第 1 電圧制御部 1 2 1 および第 2 電圧制御部 2 2 1 は、第 1 の実施の形態に比べて受信信号 S 2 1 における反射ノイズ S 1 1 が相対的に大きくなるように電圧を制御する。たとえば、第 1 電圧制御部 1 2 1 は第 1 の実施の形態よりも第 1 信号 S 1 の電圧を高く設定し、第 2 電圧制御部 2 2 1 は第 1 の実施の形態よりも第 2 信号 S 2 の電圧を低く設定する。

[0045] 上述した第 2 の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(5) 第 1 通信装置 1 は、第 1 送信回路 1 2 から出力される信号の電圧を高める第 1 電圧制御部 1 2 1 を備える。そのため、異常位置におけるインピーダンスミスマッチが小さく S 1 1 の電圧が小さい場合でも、反射ノイズ S 1 1 の電圧レベルが高くなり反射ノイズ S 1 1 の検出が容易になるので、常位置に対応するタップ係数の番号 N_{DFE} の特定も容易になる。

[0046] (第 2 の実施の形態の変形例)

上述した第 2 の実施の形態では、第 1 通信装置 1 A および第 2 通信装置 2 A の両方が電圧制御部を有した。しかし第 1 通信装置 1 A および第 2 通信装置 2 A のいずれか一方が電圧制御部を備えればよい。第 1 通信装置 1 A に備えられる第 1 電圧制御部 1 2 1 は、第 1 信号 S 1 の電圧レベルを既知である第 2 信号 S 2 の電圧レベルよりも高く設定する。第 2 通信装置 2 A に備えられる第 2 電圧制御部 2 2 1 は、第 2 信号 S 2 の電圧レベルを既知である第 1 信号 S 1 の電圧レベルよりも低く設定する。本変形例によれば次の作用効果が得られる。

[0047] (6) 通信システム S 1 は、第 1 の所定の信号の信号レベルを第 2 の所定の信号の信号レベルよりも高くする電圧制御部、すなわち第 1 電圧制御部 1 2 1 および第 2 電圧制御部 2 2 1 の少なくとも一方を備える。そのため、電圧制御部の数を減らしつつ第 2 の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。

[0048] 一第 3 の実施の形態一

図 9 を参照して、通信システムの第 3 の実施の形態を説明する。以下の説

明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、信号を遅延させる点で、第1の実施の形態と異なる。

[0049] 図9は、第3の実施の形態における通信システムS2の機能構成図である。通信システムS2は、第1通信装置1Bと、第2通信装置2とを含む。第2通信装置2の構成は第1の実施の形態と同様である。第1通信装置1Bは、第1の実施の形態における第1通信装置1の構成に加えて遅延器113および遅延量制御部114を備える。遅延器113は第1送信パターン生成部16が生成した送信パターンを、遅延量制御部114が指定する遅延量分だけ遅らせて第1送信回路12に入力する。

[0050] 遅延量制御部114は、DFE部14の構成に基づいて後に説明するように複数とおり設定し、その設定量を遅延器113および異常位置判定部111に出力する。まず遅延量制御部114の必要性を説明する。本実施の形態におけるDFE部14はN個の固定タップを有するので、タップの1Uの周期を T_{ui} と記載すると、DFE部14が対応可能な信号は、 $T_{ui} \times N$ の時間幅に限定される。そのため特段の対処を行わない場合には、反射ノイズS11が第2信号S2の受信開始から $T_{ui} \times N$ の時間内に到達しない場合には、受信した反射ノイズS11をイコライザ係数に反映できない。より具体的には、遅延器113および遅延量制御部114が存在しない場合には、図7における時間dが $T_{ui} \times N$ よりも長いと、異常位置判定部111は反射ノイズS11をイコライザ係数に反映できない。

[0051] そのため遅延量制御部114は、遅延量を $T_{ui} \times N$ の単位で増加させて第1信号S1の周期Tまで変化させる。たとえばタップ数が「10」、 T_{ui} が「1ナノ秒」、第1信号S1の周期Tが「100ナノ秒」とする。この場合にはDFE部14が対応可能な時間幅は「10ナノ秒」なので、遅延量制御部114は遅延時間を「0秒」、「10ナノ秒」、「20ナノ秒」、・ ・ ・ 「80ナノ秒」、「90ナノ秒」に設定する。遅延時間が「0秒」の場

合には図7の時間dが「0秒～10ナノ秒」のケースに対処でき、遅延時間が「90ナノ秒」の場合には図7の時間dが「90秒～100ナノ秒」のケースに対処できる。

[0052] 上述した第3の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(7) 第1通信装置1は、第2通信装置2が第2信号S2を出力するタイミングと、第1送信回路12が第1信号S1を出力するタイミングとの時間差である遅れ時間を設定する遅延量制御部114と、遅延量制御部114が設定する遅れ時間に従って、第1信号S1を出力するタイミングを遅らせる遅延器113と、を備える。異常位置判定部111は、パラメータのうち伝送路3の異常に起因するパラメータの情報、記憶部に格納される情報、および遅れ時間を用いて、伝送路3における異常の位置までの距離を算出する。そのため、少ないタップ数のDFE部14を用いる場合にも第1の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。

[0053] (第3の実施の形態の変形例1)

上述した第3の実施の形態では遅延量制御部114は、計算に基づき遅延量を決定した。しかし遅延量制御部114は、遅延量をランダムに決定してもよい。

[0054] (第3の実施の形態の変形例2)

上述した第1～第3の実施の形態ではDFE部14は固定タップのみを有するとした。しかしDFE部14はフローティングタップを有してもよい。たとえばDFE部14は、複数のフローティングタップのみで構成されてもよいし、固定タップとフローティングタップの組合せで構成されてもよい。本変形例によれば、フローティングタップを用いることで少ないタップ数で長い時間幅に対応でき、かつ遅延器113や遅延量制御部114が不要である。

[0055] 一第4の実施の形態一

図10を参照して、通信システムの第4の実施の形態を説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を

主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、第2通信装置が第1通信装置と同様の構成を有する点で、第1の実施の形態と異なる。

[0056] 図10は、第4の実施の形態における通信システムS3の機能構成図である。通信システムS3は、第1通信装置1と第2通信装置2Cとを含む。第1通信装置1の構成は第1の実施の形態と同様である。第2通信装置2Cは、第1の実施の形態における第2通信装置2の構成に加えて、第2DFE部14Zと、第2異常位置判定部111Zと、不図示の第2伝送設定保持部18Zと、不図示の第2信号情報保持部19Zと、不図示の第2伝送路長情報保持部110Zとをさらに備える。なお第2DFE部14Zは、DFE設定値保持部15に対応する第2DFE設定値保持部15Zを有する。

[0057] 第2DFE部14Z、第2異常位置判定部111Z、第2伝送設定保持部18Z、第2信号情報保持部19Z、および第2伝送路長情報保持部110Zの構成および動作は、第1通信装置1が備える、DFE部14、異常位置判定部111、伝送設定保持部18、信号情報保持部19、および伝送路長情報保持部110のそれぞれと同一である。第2異常位置判定部111Zは、第2通信装置2Cの内部の不図示の構成、または第2通信装置2Cの外部に、判定した異常位置の情報を出力する。異常位置判定部111および第2異常位置判定部111Zは、同一の装置に対して判定した異常位置の情報を出力してもよい。

[0058] 本実施の形態では、伝送路3の異常位置を第1通信装置1および第2通信装置2の両方が判定する。両者の算出方法は同一であるが、異常位置までの距離が近いほど反射ノイズS11の信号が大きいのでノイズに埋もれにくく位置の算出精度が高まる。そのため第1通信装置1および第2通信装置2の両方が異常位置を判定することで、異常位置によらず高精度な位置の特定が可能となる。

[0059] 上述した第4の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(8) 第2通信装置2Cは、伝送路3から信号を受信する第2受信回路23

と、第2受信回路23が受信する信号に対して波形等価処理を行う第2DFE部14Zと、第2DFE部14Zのパラメータを保持する第2DFE設定値保持部15Zと、第2DFE部14Zのパラメータのうち伝送路3の異常に起因するパラメータの情報、および第2DFE設定値保持部15Zに格納される情報を用いて、伝送路3における異常の位置までの距離を算出する第2異常位置判定部111Zと、を備える。そのため第1通信装置1および第2通信装置2の両方が異常位置を判定することで、異常位置によらず高精度な位置の特定が可能となる。

[0060] 一第5の実施の形態一

図11～図12を参照して、通信システムの第5の実施の形態を説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、1つのチャネルのみを用いて複数存在する異常位置間の距離を演算する点で、第1の実施の形態と異なる。

[0061] 本実施の形態では、異常位置が複数存在することを前提とし、1つのチャネルを用いて異常位置間の距離を演算する。本実施の形態における通信システムの構成は、第1の実施の形態と同様でもよいし、第1通信装置と第2通信装置のそれぞれが、送信回路および受信回路の一方のみを備える構成でもよい。

[0062] 図11は、第5の実施の形態における通信システムS4の機能構成図である。通信システムS4は、第1通信装置1Dと、第2通信装置2Dとを含む。第1通信装置1Dは、第1の実施の形態における第1通信装置1の構成から、第1送信回路12、第1送信パターン生成部16、および伝送路長情報保持部110を除いたものである。第2通信装置2Dは、第1の実施の形態における第2通信装置2の構成から、第2受信回路23および第2受信信号処理部27を除いたものである。本実施の形態における通信は、第2通信装置2Dから第1通信装置1Dへ方向のみであり、第1の実施の形態における図5に示すチャネルH2が用いられる。

[0063] 図12は、第5の実施の形態における信号の伝搬を示す模式図である。第2通信部21が出力する第2信号S2の一部は、減衰しながら第1通信部11まで到達する。その一方で、第2信号S2の別の一部は、コネクタC3で反射し、さらにコネクタC2で反射して反射ノイズS2Wとして第1通信部11に到達する。第1通信部11は、減衰した第2信号S2と反射ノイズS2Wが重畳された、受信信号S21Wを受信する。

[0064] 本実施の形態における異常位置判定部111は、DFE設定値保持部15から取得するタップ係数から、反射ノイズS2Wに起因するタップの段数Nwを特定し、次のように2つの異常位置の距離WLを算出する。

[0065] $WL = T u i \times v \times N w \times 0.5 \cdots$ (数式3)

[0066] 上述した第5の実施の形態によれば、第1通信装置1Dが信号を出力することなく、第2通信装置2Dが出力する信号のみを用いて、2つの異常位置の距離WLを算出することができる。

[0067] 一第6の実施の形態一

図13を参照して、通信システムの第6の実施の形態を説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、異常部位を判定する点で、第1の実施の形態と異なる。

[0068] 図13は、第6の実施の形態における通信システムS5の機能構成図である。通信システムS5は、第1通信装置1Eと、第2通信装置2を含む。第2通信装置2の構成は第1の実施の形態と同様である。第1通信装置1Eは、第1の実施の形態における第1通信装置1の構成に加えて、異常部位判定部116をさらに備える。

[0069] 異常部位判定部116は、伝送路3の構成および各構成の伝送路3の長さ情報を有する。異常部位判定部116は、異常位置判定部111が出力する異常位置までの距離情報を用いて、伝送路3のいずれの部位に異常が発生したかを判定する。異常部位判定部116は、異常の発生を判定した部位を識

別する情報を、第1通信装置1Eの外部に存在する外部サーバ117に出力する。ただし異常部位判定部116は、異常の発生を判定した部位を識別する情報を他の構成、たとえば第1通信装置1Eに含まれる不図示の構成に出力してもよい。

[0070] たとえば伝送路3の構成が第1の実施の形態における図5と同様であり、第1ケーブルD1、第2ケーブルD2、および第3ケーブルD3のそれぞれにおける伝送路3の長さが5m、第1コネクタC1、第2コネクタC2、第3コネクタC3、および第4コネクタC4のそれぞれにおける伝送路3の長さが0.3mとする。この場合に、異常位置判定部111が出力する異常位置までの距離が7mであれば、異常部位判定部116は第2ケーブルD2を異常部位と判定する。

[0071] 上述した第6の実施の形態によれば、次の作用効果が得られる。

(9) 伝送路3は直列に接続される複数のコンポーネントから構成される。第1通信装置1Eは、異常位置判定部111が算出する距離に基づき異常が発生したコンポーネントを特定する異常部位判定部116を備える。そのため、伝送路3のメンテナンスサービスを容易かつ低コストに実現できる。

[0072] 上述した各実施の形態および変形例において、機能ブロックの構成は一例に過ぎない。別々の機能ブロックとして示したいくつかの機能構成を一体に構成してもよいし、1つの機能ブロック図で表した構成を2以上の機能に分割してもよい。また各機能ブロックが有する機能の一部を他の機能ブロックが備える構成としてもよい。

[0073] 上述した各実施の形態および変形例において、プログラムは不図示のROMに格納されたとしたが、プログラムは書き換え可能な不揮発性の記憶装置、たとえばフラッシュメモリに格納されていてもよい。また、第1通信装置1が不図示の入出力インタフェースを備え、必要なときに入出力インタフェースが利用可能な媒体を介して、他の装置からプログラムが読み込まれてもよい。ここで媒体とは、例えば入出力インタフェースに着脱可能な記憶媒体、または通信媒体、すなわち有線、無線、光などのネットワーク、または当

該ネットワークを伝搬する搬送波やデジタル信号、を指す。また、プログラムにより実現される機能の一部または全部がハードウェア回路やFPGAにより実現されてもよい。

[0074] 上述した各実施の形態および変形例は、それぞれ組み合わせてもよい。上記では、種々の実施の形態および変形例を説明したが、本発明はこれらの内容に限定されるものではない。本発明の技術的思想の範囲内で考えられるその他の態様も本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0075] 1、1A、1B、1C、1D、1E…第1通信装置
2、2A、2B、2C、2D、2E…第2通信装置
3…伝送路
11、11A…第1通信部
12…第1送信回路
13…第1受信回路
14…DFE部
14Z…第2DFE部
15…DFE設定値保持部
15Z…第2DFE設定値保持部
18…伝送設定保持部
18Z…第2伝送設定保持部
19…信号情報保持部
19Z…第2信号情報保持部
21…第2通信部
22…第2送信回路
23…第2受信回路
26…第2送信パターン生成部
27…第2受信信号処理部
110…伝送路長情報保持部

1 1 0 Z …第2 伝送路長情報保持部

1 1 1 …異常位置判定部

1 1 1 Z …第2 異常位置判定部

1 1 3 …遅延器

1 1 4 …遅延量制御部

1 1 6 …異常部位判定部

1 2 1 …第1 電圧制御部

2 2 1 …第2 電圧制御部

請求の範囲

- [請求項1] 伝送路に第1の所定の信号を所定の周期で繰り返し出力する送信回路と、
- 前記伝送路を介して他の通信装置から前記所定の周期で繰り返し出力される第2の所定の信号を受信する受信回路と、
- 前記受信回路が受信する前記信号に対して波形等価処理を行う波形等価処理部と、
- 前記波形等価処理のパラメータを保持する保持部と、
- 前記伝送路における信号の伝搬速度、前記所定の周期の時間、および伝送レートの情報が格納される記憶部と、
- 前記パラメータのうち前記伝送路の異常に起因する前記パラメータの情報、および前記記憶部に格納される情報を用いて、前記伝送路における前記異常の位置までの距離を算出する異常位置判定部と、を備える通信装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の通信装置において、
- 前記送信回路は、前記他の通信装置が前記第2の所定の信号を出力するタイミングで、前記第1の所定の信号を出力する、通信装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の通信装置において、
- 前記送信回路から出力される信号の電圧を高める電圧制御部をさらに備える、通信装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の通信装置において、
- 前記他の通信装置が前記第2の所定の信号を出力するタイミングと、前記送信回路が前記第1の所定の信号を出力するタイミングとの時間差である遅れ時間を設定する遅延量制御部と、
- 前記遅延量制御部が設定する遅れ時間に従って、前記第1の所定の信号を出力するタイミングを遅らせる遅延器と、をさらに備え、
- 前記異常位置判定部は、前記パラメータのうち前記伝送路の異常に起因する前記パラメータの情報、前記記憶部に格納される情報、およ

び前記遅れ時間を用いて、前記伝送路における前記異常の位置までの距離を算出する通信装置。

[請求項5] 請求項2に記載の通信装置において、
前記伝送路は直列に接続される複数のコンポーネントから構成され、
前記異常位置判定部が算出する距離に基づき異常が発生した前記コンポーネントを特定する異常部位判定部をさらに備える通信装置。

[請求項6] 伝送路を介して接続される第1通信装置および第2通信装置を含む通信システムであって、
前記第2通信装置は、前記伝送路を介して前記第1通信装置に所定の周期で第2の所定の信号を繰り返し出力する第2送信回路を備え、
前記第1通信装置は、
前記伝送路に前記所定の周期で第1の所定の信号を繰り返し出力する第1送信回路と、
前記伝送路から信号を受信する受信回路と、
前記受信回路が受信する前記信号に対して波形等価処理を行う波形等価処理部と、
前記波形等価処理のパラメータを保持する保持部と、
前記伝送路における信号の伝搬速度、前記所定の周期の時間、および伝送レートの情報が格納される記憶部と、
前記パラメータのうち前記伝送路の異常に起因する前記パラメータの情報、および前記記憶部に格納される情報を用いて、前記伝送路における前記異常の位置までの距離を算出する異常位置判定部と、を備える通信システム。

[請求項7] 請求項6に記載の通信システムにおいて、
前記第1の所定の信号の信号レベルを前記第2の所定の信号の信号レベルよりも高くする電圧設定部をさらに備える通信システム。

[請求項8] 請求項6に記載の通信システムにおいて、

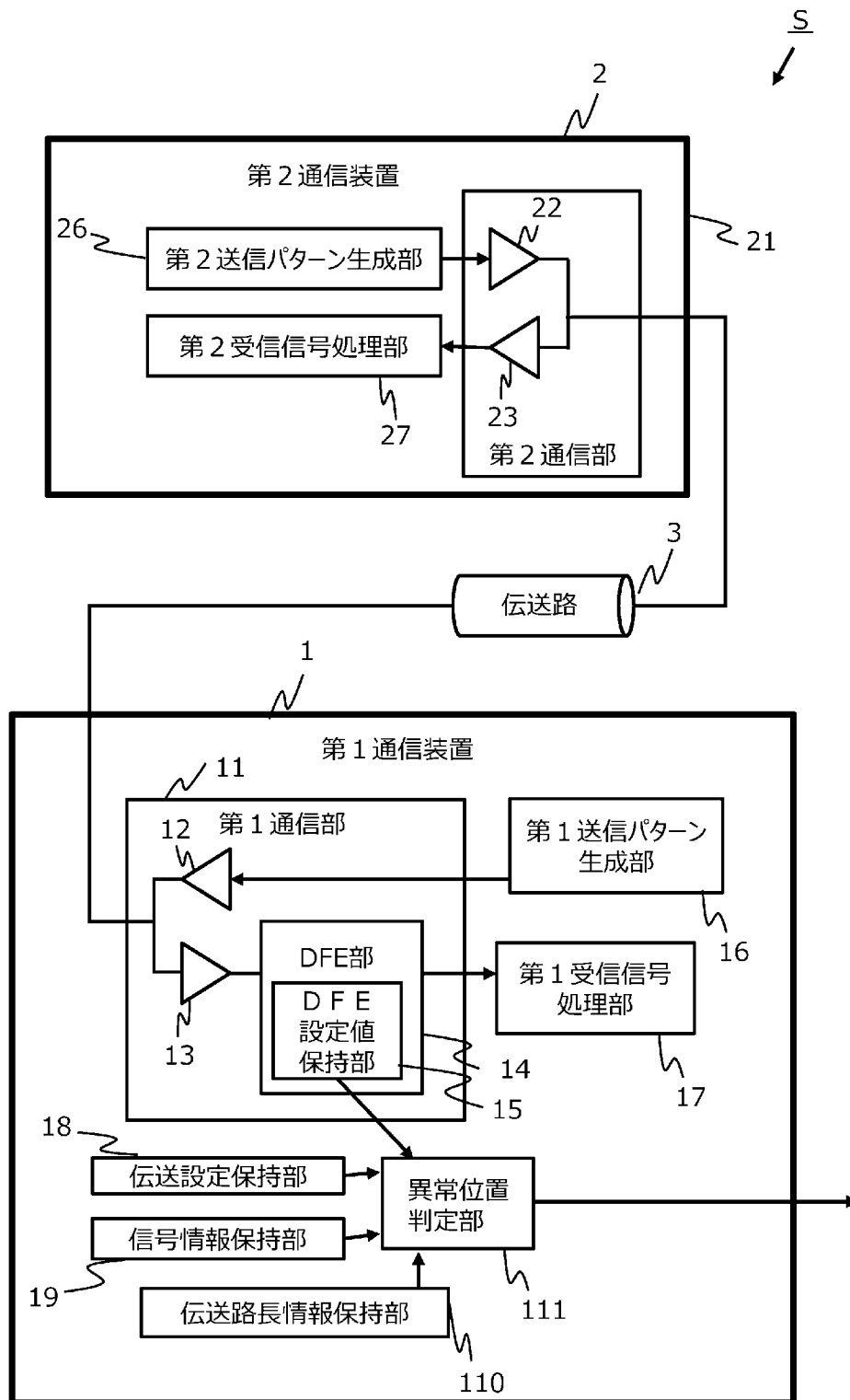
前記第2通信装置は、
前記伝送路から信号を受信する第2受信回路と、
前記第2受信回路が受信する前記信号に対して波形等価処理を行う
第2波形等価処理部と、
前記第2波形等価処理部による前記波形等価処理のパラメータを保持する第2保持部と、
前記伝送路における信号の伝搬速度、前記所定の周期の時間、および伝送レートの情報が格納される第2記憶部と、
前記第2波形等価処理部による前記波形等価処理のパラメータのうち前記伝送路の異常に起因する前記パラメータの情報、および前記第2記憶部に格納される情報を用いて、前記伝送路における前記異常の位置までの距離を算出する第2異常位置判定部と、
をさらに備える通信システム。

[請求項9]

伝送路を介して他の通信装置から所定の周期で繰り返し出力される第2の所定の信号を受信する受信回路と、前記伝送路における信号の伝搬速度、前記所定の周期の時間、および伝送レートの情報が格納される記憶部と、を備える通信装置が実行する通信方法であって、
前記伝送路に第1の所定の信号を前記所定の周期で繰り返し出力することと、
前記受信回路が受信する前記信号に対して波形等価処理を行うことと、
前記波形等価処理におけるパラメータのうち前記伝送路の異常に起因する前記パラメータの情報、および前記記憶部に格納される情報を用いて、前記伝送路における前記異常の位置までの距離を算出することを含む、通信方法。

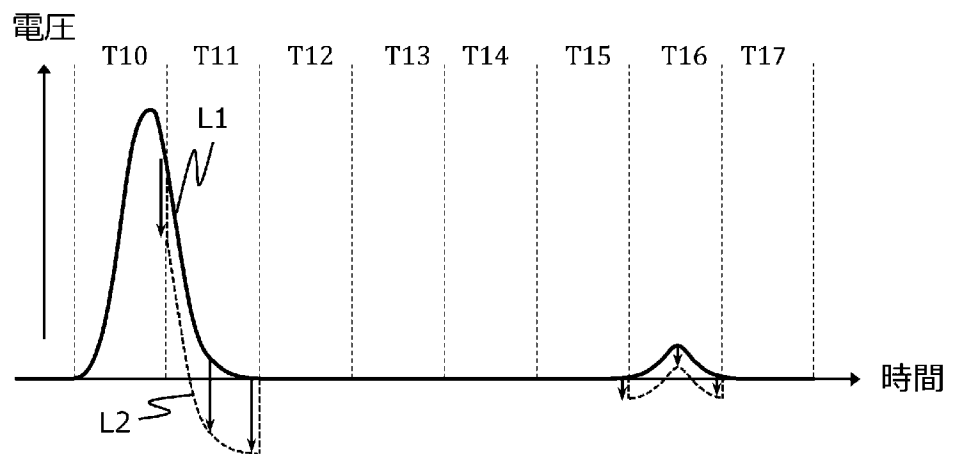
[図1]

図 1



[図2]

図 2



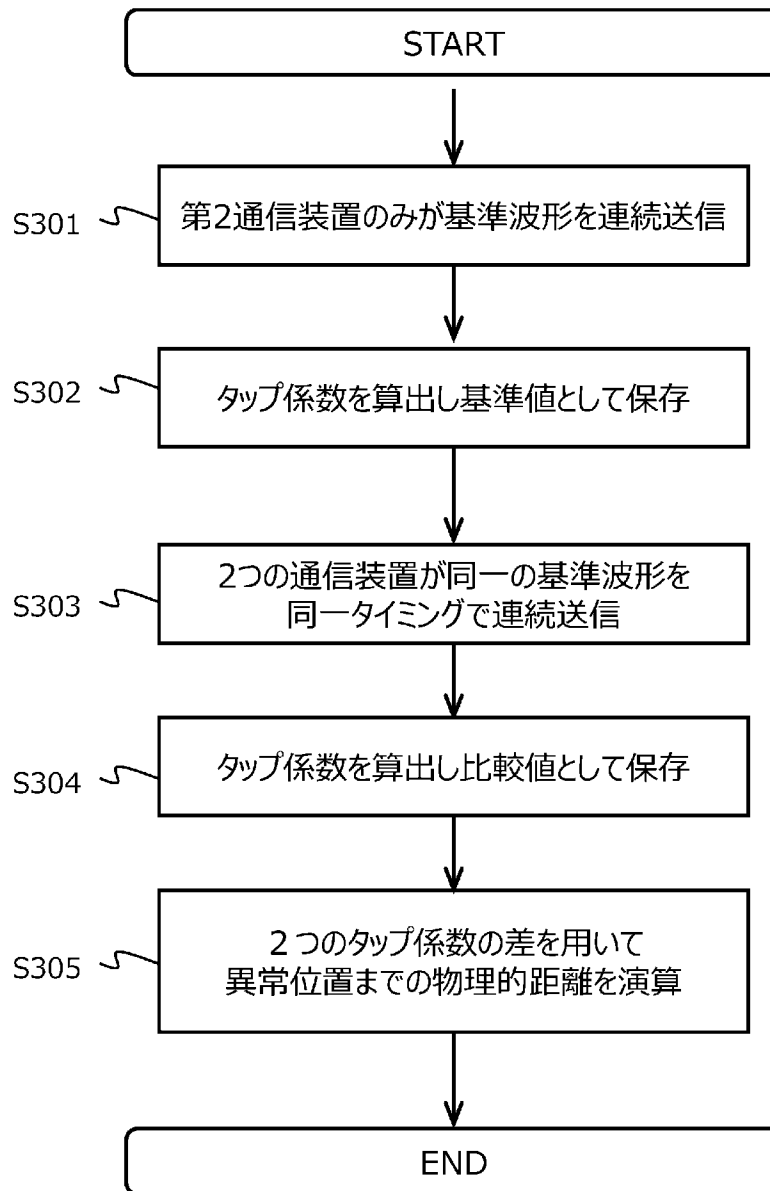
[図3]

図 3

タップ番号	タップ係数
1	0.4
2	0.0001
3	0
4	0
5	0.0002
6	0.15
7	0
⋮	⋮
N	0

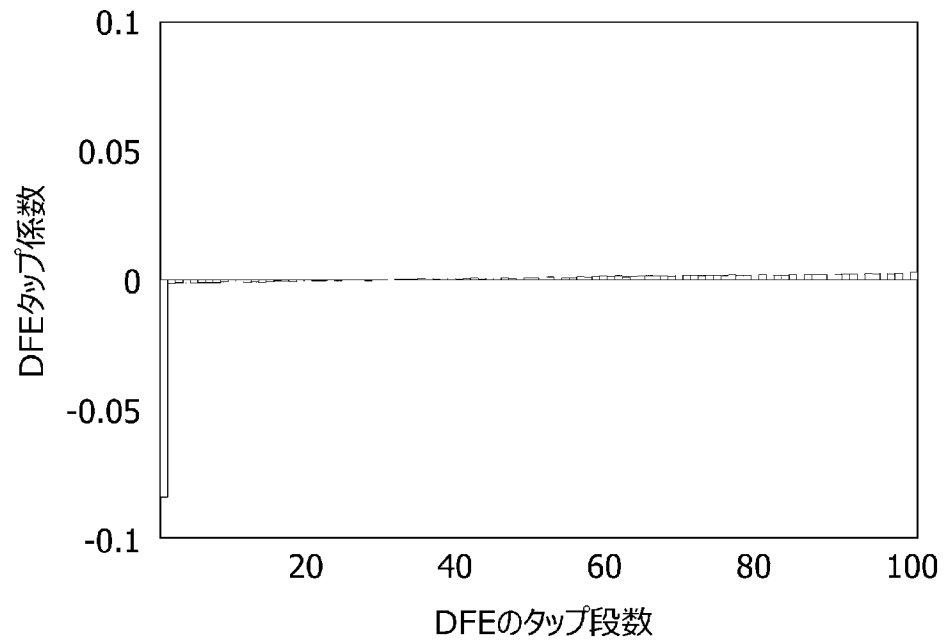
[図4]

図 4

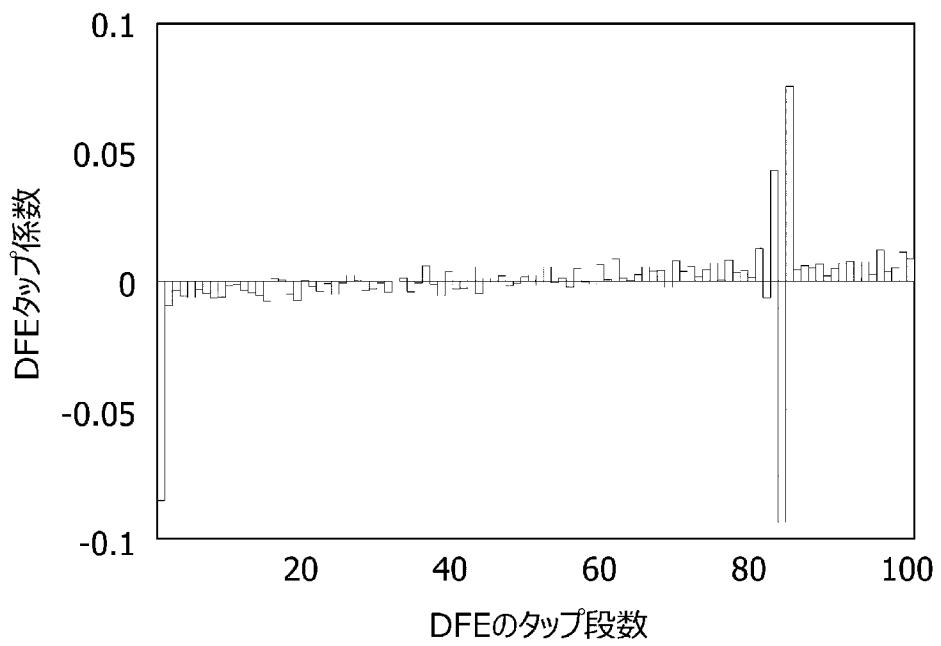


[図5]

図 5



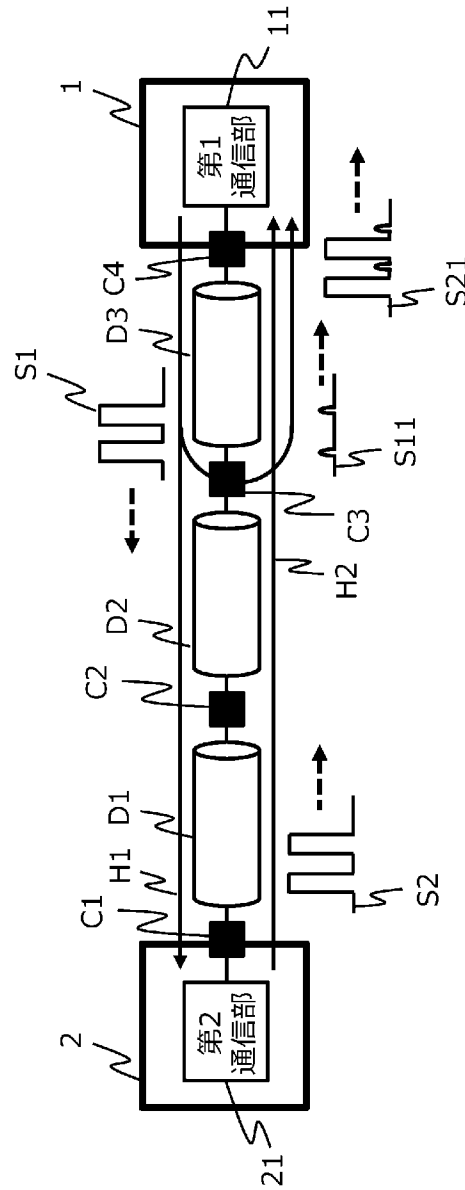
(a)



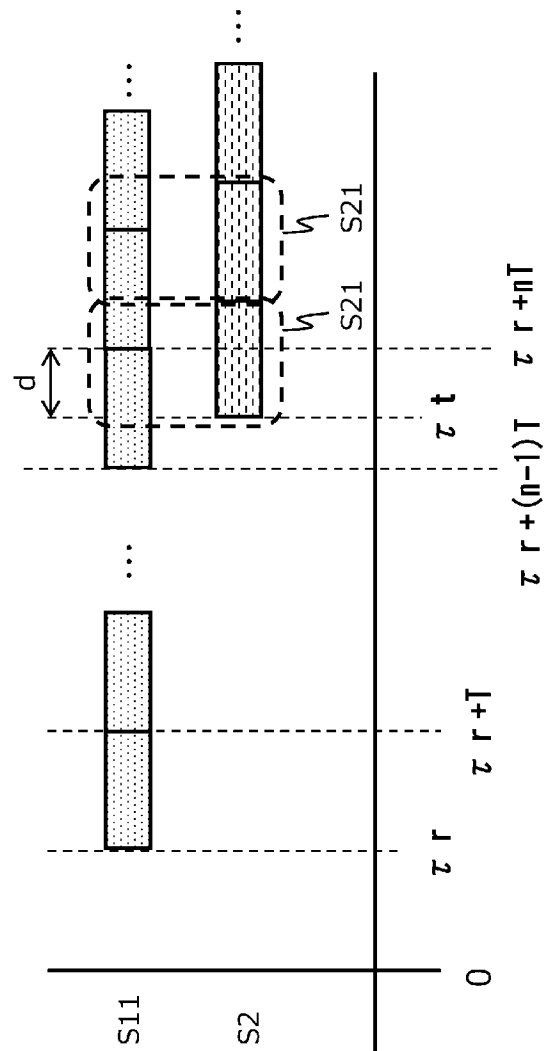
(b)

[図6]

図6

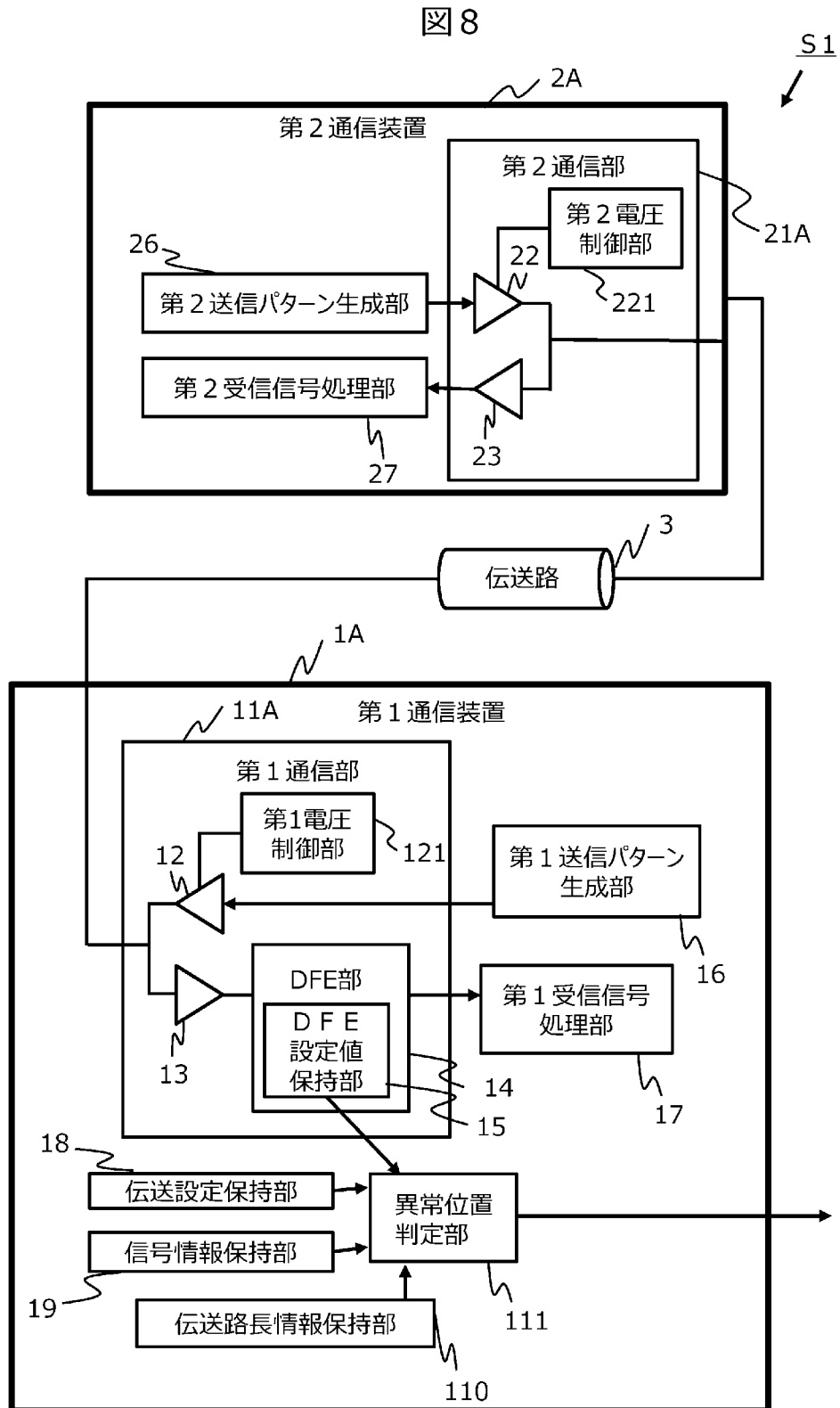


[図7]



[図7]

[図8]



[図9]

図9

S2

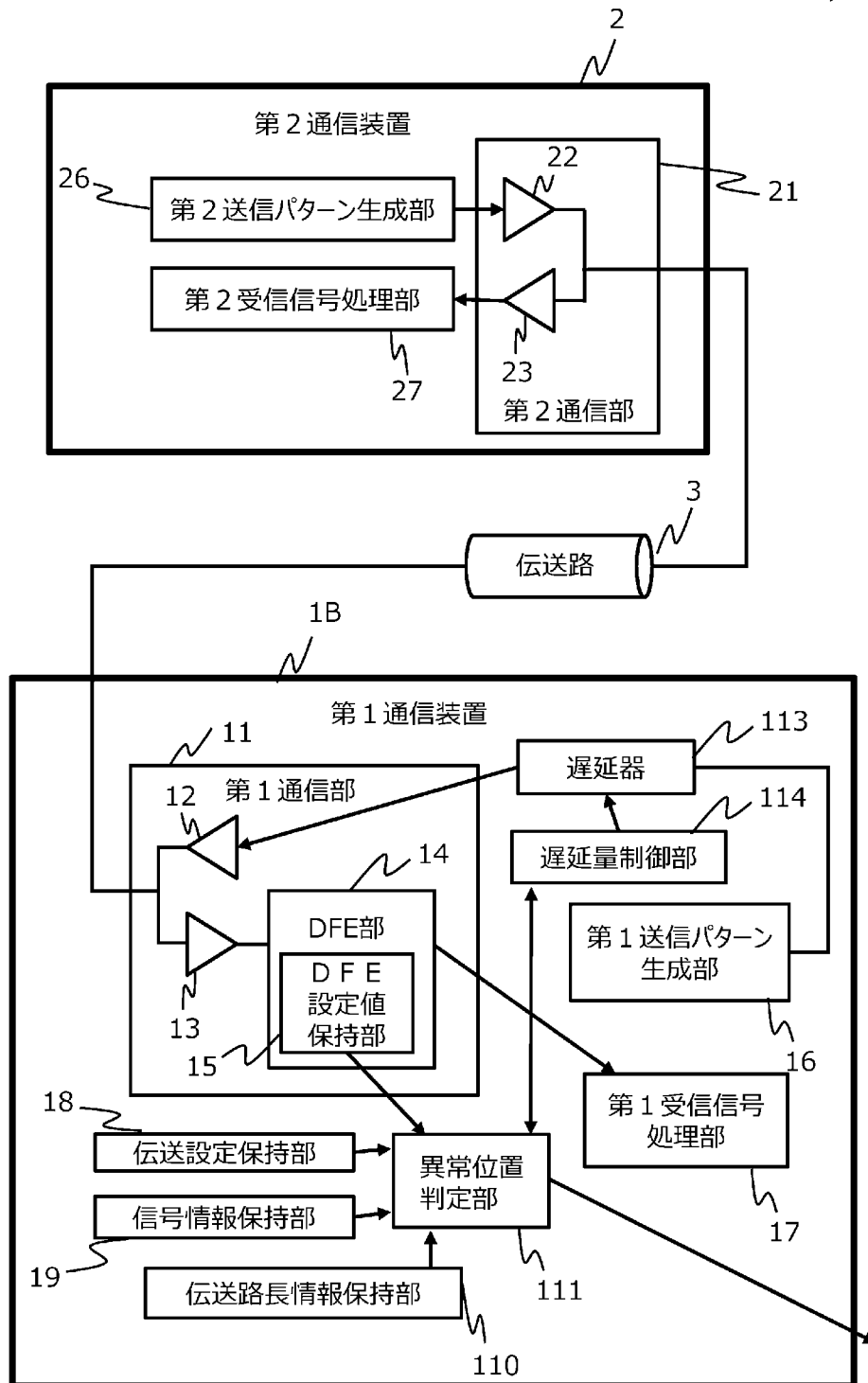
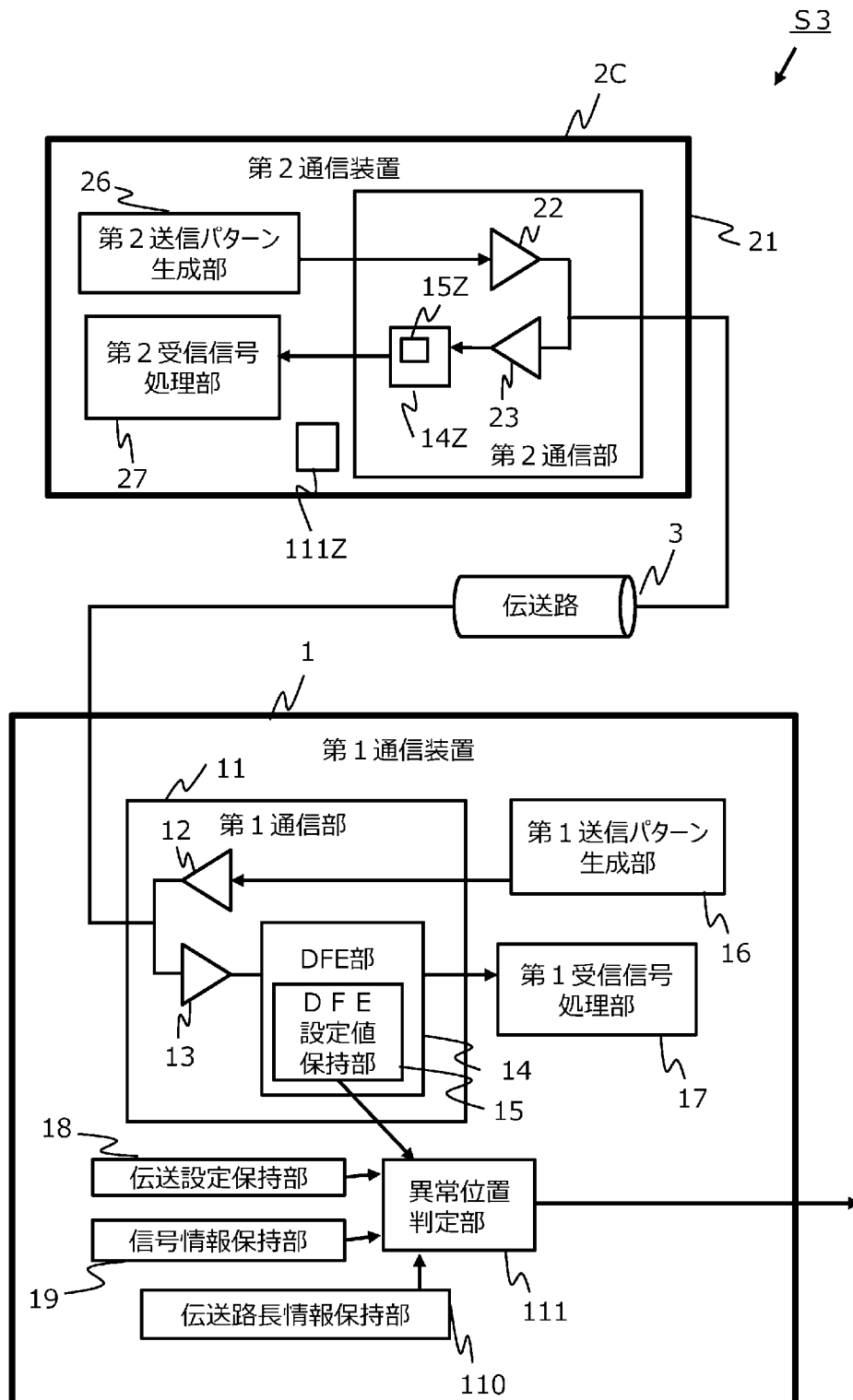
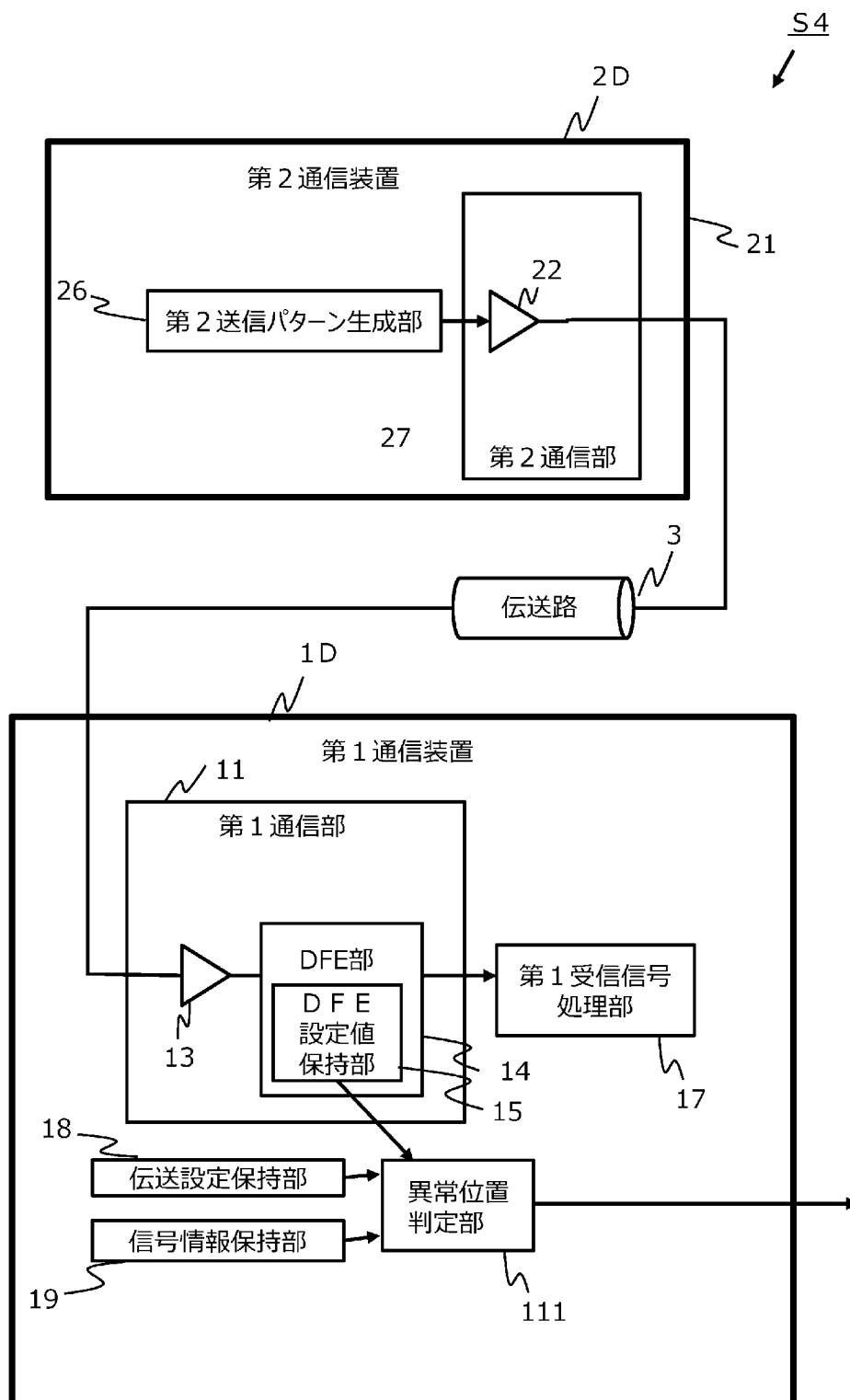


図 10



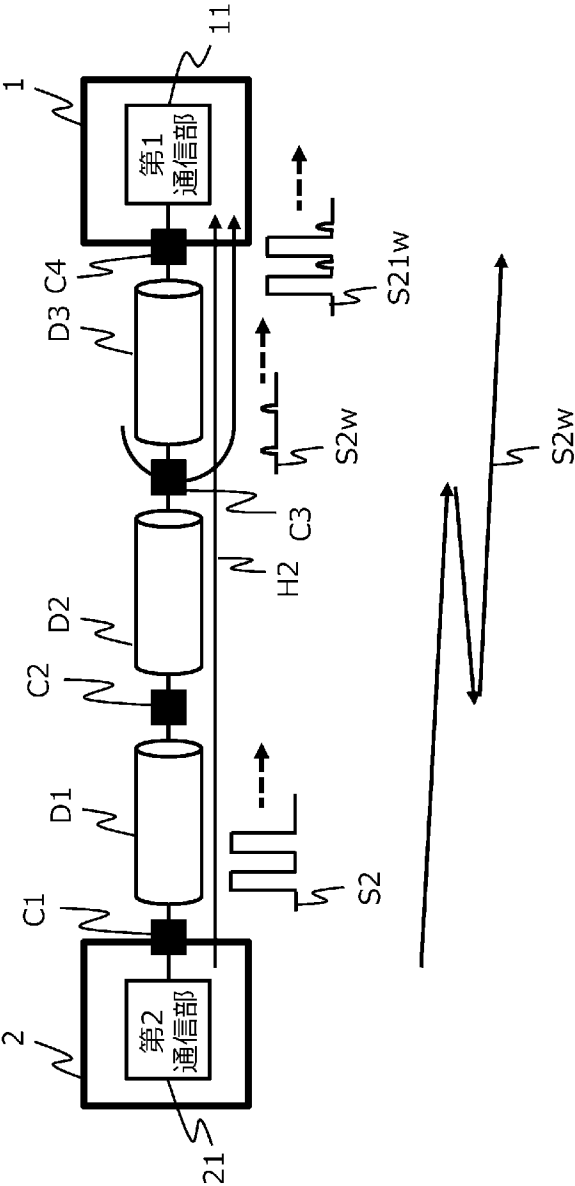
[図11]

図 1 1



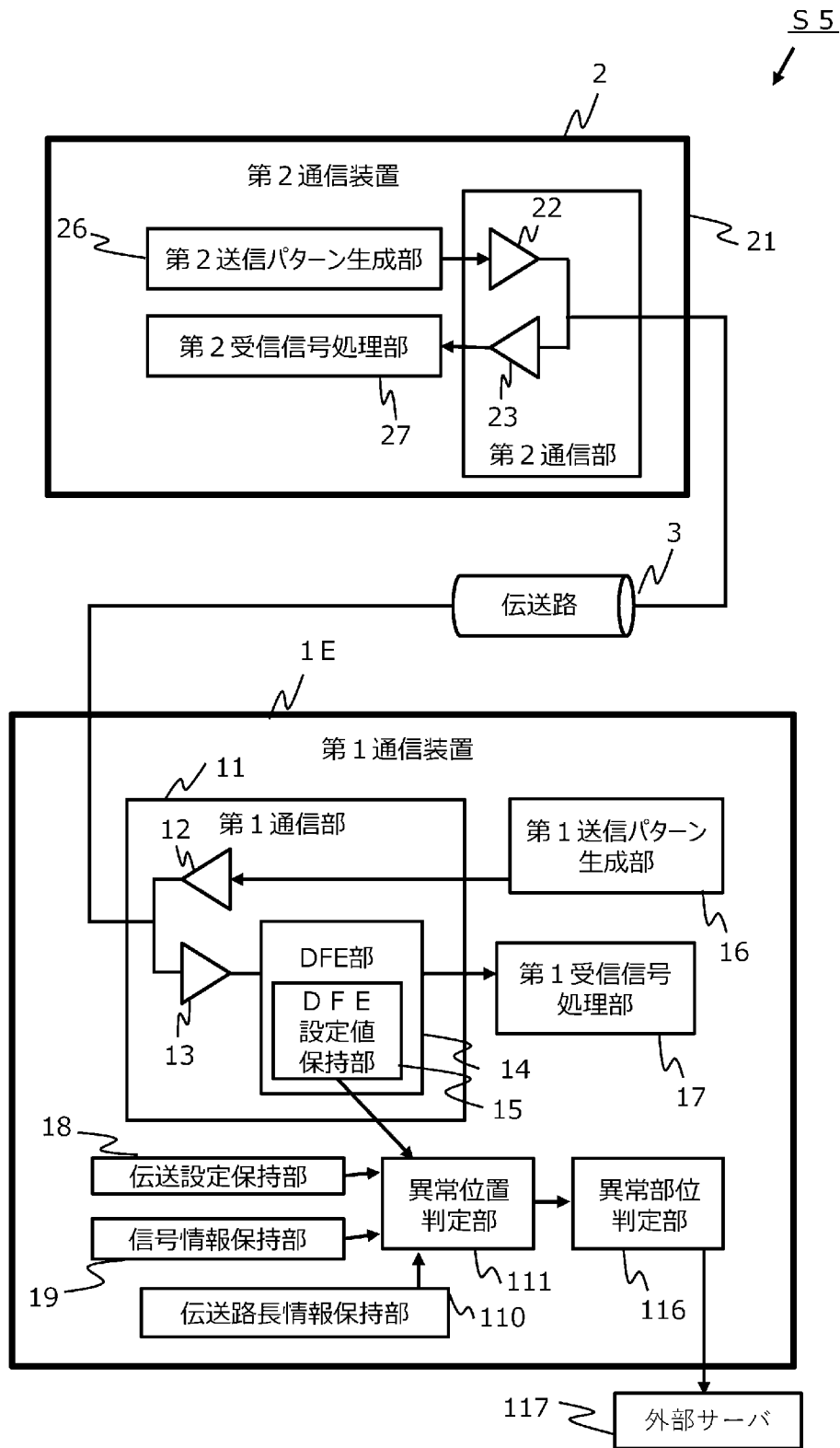
[図12]

図12



[図13]

図 1 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04L 25/02**(2006.01)i; **G01R 31/11**(2006.01)i; **H04B 3/46**(2015.01)i; **H04L 25/03**(2006.01)i

FI: H04L25/02 301B; G01R31/11; H04L25/03 C; H04B3/46

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)

H04L25/02; G01R31/11; H04B3/46; H04L25/03

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 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	WO 2017/126229 A1 (DENSO CORP.) 27 July 2017 (2017-07-27) paragraphs [0010]-[0032], fig. 1-5	1-9
A	JP 54-51859 A (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO.) 24 April 1979 (1979-04-24) page 2, upper left column, line 3 to lower right column, line 18, fig. 1	1-9
A	JP 3-46420 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP.) 27 February 1991 (1991-02-27) page 1, lower right column, line 11 to page 2, upper left column, line 4, page 4, upper left column, line 1 to page 5, upper right column, line 12, fig. 1-4	1-9

☐ 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

21 September 2021

Date of mailing of the international search report

28 September 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 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/JP2021/026188

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2017/126229	A1	27 July 2017	US 2018/0302122 A1 paragraphs [0022]-[0043], fig. 1-5	
JP	54-51859	A	24 April 1979	(Family: none)	
JP	3-46420	A	27 February 1991	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 25/02(2006.01)i; G01R 31/11(2006.01)i; H04B 3/46(2015.01)i; H04L 25/03(2006.01)i FI: H04L25/02 301B; G01R31/11; H04L25/03 C; H04B3/46														
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）） H04L25/02; G01R31/11; H04B3/46; H04L25/03														
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>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021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	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021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	WO 2017/126229 A1（株式会社デンソー） 27.07.2017（2017-07-27） [0010] - [0032], 図1-5	1-9												
A	JP 54-51859 A（関西電力株式会社） 24.04.1979（1979-04-24） 第2ページ左上欄第3行-右下欄第18行, 第1図	1-9												
A	JP 3-46420 A（日本電信電話株式会社） 27.02.1991（1991-02-27） 第1ページ右下欄第11行-第2ページ左上欄第4行, 第4ページ左上欄第1行 -第5ページ右上欄第12行, 第1-4図	1-9												
☐ 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、一般的な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、一般的な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、一般的な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 21.09.2021	国際調査報告の発送日 28.09.2021													
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） 北村 智彦 5K 9297 電話番号 03-3581-1101 内線 3556													

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/JP2021/026188

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2017/126229	A1	27.07.2017	US 2018/0302122 A1 [0022]-[0043], Figs.1-5	
JP	54-51859	A	24.04.1979	(ファミリーなし)	
JP	3-46420	A	27.02.1991	(ファミリーなし)	