

(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
2016 年 12 月 8 日(08.12.2016)



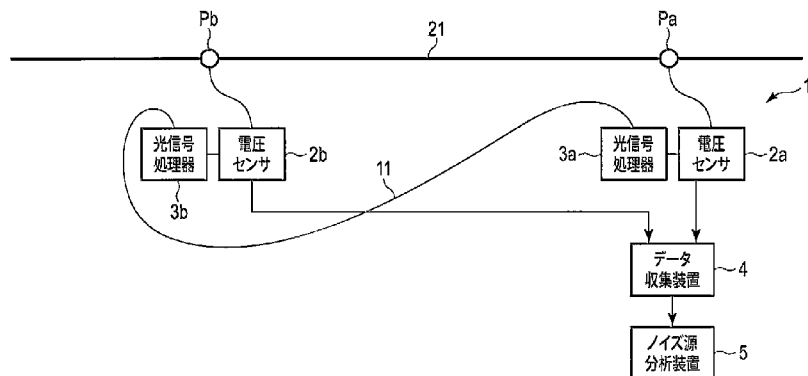
(10) 国際公開番号
WO 2016/194058 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 29/00 (2006.01) *G01R 29/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065604 (74) 代理人: 特許業務法人スズエ国際特許事務所(S & S INTERNATIONAL PPC); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目12番9号 スズエ・アンド・スズエビル Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 29 日(29.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社 (TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 松田 茂彦 (MATSUDA, Shigehiko); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 理博 (SUZUKI, Norihiro); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 前畑 典之 (MAEHATA, Noriyuki); 〒1040031 東京都中央区京
- (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,

[続葉有]

(54) Title: NOISE SOURCE ANALYSIS METHOD

(54) 発明の名称: ノイズ源分析方法



2a, 2b Voltage sensor
3a, 3b Optical signal processor
4 Data collection device
5 Noise source analysis device

(57) Abstract: A noise source analysis method including measuring noise through use of voltage sensors 2a, 2b time-synchronized with each other, and performing analysis for specifying a noise source which is a cause of noise generation on the basis of data of the noise measured by each of the voltage sensors 2a, 2b.

(57) 要約: 互いに時刻同期された電圧センサ 2 a, 2 b でノイズを測定し、電圧センサ 2 a, 2 b でそれぞれ測定されたノイズのデータに基づいて、ノイズの発生原因となるノイズ源を特定するための分析を行うことを含むノイズ源分析方法。

WO 2016/194058 A1



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))

明 細 書

発明の名称：ノイズ源分析方法

技術分野

[0001] 本発明は、ノイズの発生原因であるノイズ源を分析するノイズ源分析方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、ノイズ対策として様々な方法が知られている。例えば、制御盤内部に各種センサを設け、これらセンサから得られるデータに基づいて、制御盤内部の環境が異常であるか否かを判断する遠隔監視装置が開示されている（特許文献1 参照）。

[0003] また、互いに離れた場所に設置した複数の検出器で、電子装置の電圧や電流などの物理量のデータを測定し、これを無線方式でデータ収集装置に伝送し、10ナノ秒以下の精度で同時刻の各検出器の測定データを収集することができるデータ収集システムが開示されている（特許文献2 参照）。

[0004] 一方、信号線又は直流電源線などの電線が敷設される場合、その電線にリレーなどのノイズ源が接続されることがある。また、ノイズ源を有する電線が別の電線の近傍に敷設され、ノイズが誘導により、近傍にあるその電線に重畳してくることがある。しかし、ノイズが印加されたり、ノイズが誘導により重畳されたりすることが想定されずに敷設される電線もある。その場合、その電線を利用する装置では、ノイズにより誤動作等が生じることがある。

[0005] ノイズ対策としては、ノイズの伝達及び誘導の阻止、装置のノイズ耐力の増加、及びノイズ源での対策がある。

[0006] ノイズ対策としては、ノイズの伝達及び誘導の阻止を行うことが多いが、次のような問題がある。ノイズの伝わり方は、誘導、伝達及び電磁波の3つがある。従って、ある対策をしても、ノイズによる影響が違う箇所に現れることがある。完全な対策をとるには、経験と知識を有する作業が必要になる

。このため、複数の対策案をカットアンドトライで実施することになり、成果を確認できるまでに時間を要する。

[0007] 例えば、ノイズ対策として、電線をシールドしてノイズをアースに落とす方法がある。しかし、この方法では、アースが他のノイズ源からのノイズの伝達媒体となることがあり、又は、アースが十分な高周波電流を流せるだけの低いインピーダンス特性を持たず、対策とならないこともある。

[0008] 一方、ノイズ対策として、装置のノイズ耐力を増加させるには、装置側でコストを掛ける必要があるため、この対策は採用できないことが多い。

[0009] そこで、根本的なノイズ対策としては、ノイズ源での対策がある。ノイズ源での対策は、ノイズ源の除去及びノイズ源からのノイズの出力の防止がある。但し、ノイズ源は、除去できないことがある。例えば、ノイズ源が、雷のような自然現象に起因するもの又は遮断器のように機器を保護するためのものである場合である。

[0010] しかしながら、ノイズ源での対策をするには、ノイズ源の位置を特定しなければならない。ノイズを伝播する電線が敷設される距離は、数百mにおよぶことがある。さらに、その敷設箇所は床下又は配電盤などの他の電線が多く存在することが多い。従って、ノイズ源の位置を特定する作業は容易ではない。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：国際公開第2009／144820号

特許文献2：特開2010－218056号

発明の概要

[0012] 本発明の目的は、ノイズの発生原因であるノイズ源を分析することのできるノイズ源分析方法を提供することにある。

[0013] 本発明の観点に従ったノイズ源分析方法は、互いに時刻同期された複数のセンサでノイズを測定し、前記複数のセンサでそれぞれ測定された前記ノイズのデータに基づいて、前記ノイズの発生原因であるノイズ源を特定するた

めの分析をすることを含む。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係るノイズ測定装置の構成を示す構成図である。

[図2]図2は、第1の実施形態に係るノイズ測定装置による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[図3]図3は、第1の実施形態に係るノイズ測定装置により測定される電圧データを示す波形図である。

[図4]図4は、第1の実施形態に係るノイズ測定装置の実験がされる構成を示す構成図である。

[図5]図5は、第1の実施形態に係る図4に示す実験により得られた電圧データのトレンドグラフを表すグラフ図である。

[図6]図6は、本発明の第2の実施形態に係るノイズ測定装置による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[図7]図7は、第2の実施形態に係るノイズ測定装置により測定される電圧データを示す波形図である。

[図8]図8は、本発明の第3の実施形態に係るノイズ測定装置による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[図9]図9は、第3の実施形態におけるノイズが第1の観測点に達した時点の誘導ノイズの位置を示す波形を概念化した概念図である。

[図10]図10は、第3の実施形態におけるノイズが第2の観測点に達した時点の誘導ノイズの位置を示す波形を概念化した概念図である。

[図11]図11は、本発明の第4の実施形態に係るノイズ測定装置による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[図12]図12は、第4の実施形態に係る2つの電圧センサでそれぞれ測定された誘導ノイズの波形を同一の時刻座標で示した波形図である。

[図13]図13は、本発明の第5の実施形態に係るノイズ測定装置による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[図14]図14は、本発明の第6の実施形態に係るノイズ測定装置による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[図15]図15は、第6の実施形態に係る電圧センサでそれぞれ測定されたノイズの波形を同一の時刻座標で示した波形図である。

[図16]図16は、第6の実施形態に係るノイズ源分析装置によるノイズ源の分析方法を示す概念図である。

[図17]図17は、本発明の第7の実施形態に係るノイズ測定装置による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[図18]図18は、第7の実施形態に係る電圧センサでそれぞれ測定された誘導ノイズの波形を同一の時刻座標で示した波形図である。

[図19]図19は、本発明の第8の実施形態に係るノイズ測定装置による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[図20]図20は、第8の実施形態に係る電圧センサでそれぞれ測定された電磁ノイズの波形を同一の時刻座標で示した波形図である。

発明を実施するための形態

[0015] (第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係るノイズ測定装置1の構成を示す構成図である。なお、図面における同一部分には同一符号を付してその詳しい説明を省略し、異なる部分について主に述べる。

[0016] ノイズ測定装置1は、2つの電圧センサ2a、2b、2つの光信号処理器3a、3b、データ収集装置4、及びノイズ源分析装置5を備える。

[0017] 電圧センサ2a、2bは、ノイズの発生原因であるノイズ源を分析するための測定対象である電線21の電位（又は、電流などの他の電気量）を電圧として測定するセンサである。電圧センサ2a、2bは、それぞれ電線21の異なる箇所Pa、Pbを測定する。電圧センサ2a、2bは、電線21の電位を常時測定し、少なくとも予め決められた時間の間、測定値を保持する。

[0018] 電圧センサ2a、2bは、測定している電位が予め設定された閾値を超え

た場合、超えた電位をノイズとして検出する。電圧センサ 2 a, 2 b は、ノイズを検出すると、それぞれ対応する光信号処理器 3 a, 3 b にノイズ検出信号を出力するとともに、そのノイズを検出した時刻の前後の電圧データを記録する。電圧センサ 2 a, 2 b は、記録した電圧データをデータ収集装置 4 に出力する。

[0019] また、各電圧センサ 2 a, 2 b は、対応する光信号処理器 3 a, 3 b に、他の電圧センサ 2 a, 2 b で検出されたノイズ検出信号が入力されると、そのノイズを検出した時刻の前後の電圧データを記録する。電圧センサ 2 a, 2 b は、記録した電圧データをデータ収集装置 4 に出力する。ここで、ノイズを検出した時刻は、他の電圧センサ 2 a, 2 b でノイズが検出されてから、そのノイズの検出を示すノイズ検出信号を受信するまでに掛かる遅延時間を考慮した時刻である。この遅延時間は、予め電圧センサ 2 a, 2 b に設定される。例えば、各電圧センサ 2 a, 2 b は、他の電圧センサ 2 a, 2 b でノイズを検出した時刻として、ノイズを検出した電圧センサ 2 a, 2 b からノイズ検出信号を受信した時刻よりも遅延時間分前の時刻を求める。

[0020] 光信号処理器 3 a, 3 b は、電圧センサ 2 a, 2 b にそれぞれ対応して設けられる。光信号処理器 3 a, 3 b は、光信号の発信、受信及びその他の処理を行う。全ての光信号処理器 3 a, 3 b は、光ケーブル 11 で相互に接続される。光ケーブル 11 には、光カプラが接続されてもよい。光信号処理器 3 a, 3 b は、全ての電圧センサ 2 a, 2 b の時刻の同期をとるための信号の送受信を常時行う。光信号処理器 3 a, 3 b は、10 ナノ秒以下の精度で時刻同期を行う。光信号処理器 3 a, 3 b は、対応する電圧センサ 2 a, 2 b からノイズ検出信号が入力されると、他の全ての光信号処理器 3 a, 3 b に、ノイズ検出信号を光信号として、光ケーブル 11 を介して発信する。また、各光信号処理器 3 a, 3 b は、他の光信号処理器 3 a, 3 b から光信号としてノイズ検出信号を受信すると、対応する電圧センサ 2 a, 2 b にノイズ検出信号を出力する。

[0021] データ収集装置 4 は、電圧センサ 2 a, 2 b からの電圧データを収集する

。データ収集装置 4 は、収集した電圧データを、ノイズ源を分析するための分析用データに加工する。データ収集装置 4 は、加工した分析用データをノイズ源分析装置 5 に出力する。

[0022] ノイズ源分析装置 5 は、データ収集装置 4 から入力される分析用データに基づいて、ノイズ源を分析する。ノイズ源分析装置 5 は、分析結果からノイズ源に関する情報を出力する。例えば、ノイズ源に関する情報は、ノイズ源の位置及び方向である。

[0023] なお、データ収集装置 4 及びノイズ源分析装置 5 により行われる処理の一部又は全部を人が行ってもよい。

[0024] ノイズ源分析装置 5 によるノイズ源の分析方法の概要は、次の通りである。ノイズが電線 21 を伝播する速度は、光速度（以下、 0.2 [m/ns] に統一して説明する。）である。ノイズを複数箇所で測定すると、測定箇所毎に、ノイズが検出された時刻が異なる。これらの時刻差に基づいて、ノイズの伝播方向及び伝播距離が求まる。ノイズ源分析装置 5 は、それぞれの測定箇所 で測定されたノイズを示す電圧の時系列データを比較することで、ノイズ源の分析を行う。

[0025] 図 2 は、本実施形態に係るノイズ測定装置 1 による測定方法を実施する構成を示す構成図である。

[0026] ここで、ノイズ源 22 は、2つの電圧センサ 2a, 2b の測定箇所 P a, P b 間の外側にある。2つの電圧センサ 2a, 2b の測定箇所 P a, P b 間の電線 21 の距離を $L_t \text{ [m]}$ とする。ノイズ源 22 は、2つの電圧センサ 2a, 2b の測定箇所 P a, P b 間の外側で、電圧センサ 2b 側にあるものとする。ノイズ源 22 からノイズ S_n を発生させる。

[0027] 図 3 は、本実施形態に係るノイズ測定装置 1 により測定される電圧データを示す波形図である。図 3 に示す波形図は、2つの電圧センサ 2a, 2b によりそれぞれ測定された2つの電圧データを、時刻を一致させて表示したものである。

[0028] 波形 W_a は、ノイズ源 22 から遠い方の電圧センサ 2a により測定された

電圧データである。波形W bは、ノイズ源22に近い方の電圧センサ2bにより測定された電圧データである。時刻t aは、電圧センサ2aによりノイズS nが検出された時刻（測定箇所P aの電位が閾値を超えた時刻）を示している。時刻t bは、電圧センサ2bによりノイズS nが検出された時刻（測定箇所P bの電位が閾値を超えた時刻）を示している。時間T 1は、時刻t aと時刻t bの時間差である。

[0029] ノイズ源分析装置5は、ノイズ源22を次のように分析する。

[0030] ノイズ源22が2つの電圧センサ2a, 2bの測定箇所P a, P b間の外側にあれば、2つの時刻t a, t bの差である時間T 1とノイズS nが電線21を伝播する光速度（ 0.2 [m/ns] ）との積は、2つの測定箇所P a, P b間の電線21の長さL tとなる。一方、ノイズ源22が2つの測定箇所P a, P b間の内側にあれば、時間T 1と光速度との積は、電線21の長さL tよりも短くなる。これにより、ノイズ源分析装置5は、ノイズ源22が2つの測定箇所P a, P b間の外側又は内側のどちらにあるかを判断することができる。なお、ノイズ源22が2つの測定箇所P a, P b間の外側にあることが予め分かっているのであれば、ノイズ源分析装置5は、このような判断を行わなくてもよい。

[0031] 時刻t bが時刻t aよりも早いことから、ノイズS nは、電圧センサ2bの測定箇所P bの方向から電圧センサ2aの測定箇所P aの方向に電線21を伝播したことが分かる。

[0032] 図4は、本実施形態に係るノイズ測定装置1の実験がされる構成を示す構成図である。

[0033] 実験の構成は、次の通りである。電線21として、120[m]の2芯ケーブルを用いている。電線21の一端を電圧センサ2bにより測定し、電線21のもう一端を電圧センサ2aにより測定する。電線21には、直流電源31から+5[V]の電圧を印加する。光信号処理器3a, 3bを接続する2つの光ケーブル11は、光スターカプラ12により接続される。ノイズ発生器22aにより、電圧センサ2aの測定箇所P aにノイズS nを印加する

。

[0034] 電圧センサ 2 a は、時刻 t_a にノイズ S_n を検出して、光信号処理器 3 a、電圧センサ 2 a 側の光ケーブル 1 1、光スターカプラ 1 2、電圧センサ 2 b 側の光ケーブル 1 1、及び光信号処理器 3 b を順次に介して、ノイズ検出信号を電圧センサ 2 b に送信する。

[0035] 電圧センサ 2 b は、ノイズ検出信号を受信すると、電圧センサ 2 a によるノイズ S_n の検出からノイズ検出信号を受信するまでの時間分遡った時点の前後の電圧データを記録する。これにより、2 つの電圧センサ 2 a、2 b がほぼ同時刻近辺で測定したそれぞれの電圧データが記録される。

[0036] 図 5 は、図 4 に示す実験により得られた電圧データのトレンドグラフを表すグラフ図である。図 5 に示すグラフ図は、ノイズ源分析装置 5 により表示される。

[0037] 2 つの電圧センサ 2 a、2 b がそれぞれノイズ S_n を検出した時刻 t_a 、 t_b の時間差は、 600 [ns] である。この時間差と電線 2 1 における光速 (0.2 [m/ns]) との積は、 $600 \times 0.2 = 120 \text{ [m]}$ となる。この長さは、2 つの電圧センサ 2 a、2 b を接続する電線 2 1 の長さとも一致する。これにより、電線 2 1 の 2 つの測定箇所 P a、P b の間をノイズ S_n が伝播したと推測される。また、電圧センサ 2 a の測定箇所 P a でのノイズ S_n の検出時刻 t_a が早いことから電圧センサ 2 a の方向からノイズ S_n が伝播してきたことが分かる。

[0038] ノイズ源分析装置 5 は、上述の分析過程及び分析結果等を出力する。

[0039] 本実施形態によれば、2 つの電圧センサ 2 a、2 b により、電線 2 1 の 2 つの箇所 P a、P b の電位を測定することで、電線 2 1 の 2 つの測定箇所 P a、P b の間の区間外にあるノイズ源 2 2 の位置を特定するための情報を得ることができる。

[0040] (第 2 の実施形態)

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態に係るノイズ測定装置 1 による測定方法を実施する構成を示す構成図である。本実施形態に係るノイズ測定装置 1 の

構成は、図 1 に示す第 1 の実施形態に係るノイズ測定装置 1 と同様の構成である。従って、図 6 では、本実施形態の説明に必要な構成を図示し、その他の構成は適宜省略する。

[0041] ここで、ノイズ源 22 は、2 つの電圧センサ 2 a, 2 b の測定箇所 P a, P b 間の内側にある。2 つの電圧センサ 2 a, 2 b の測定箇所 P a, P b 間の電線 21 の距離を L_t [m] とする。電圧センサ 2 a の測定箇所 P a とノイズ源 22 との間の電線 21 の距離を L_a [m] とする。電圧センサ 2 b の測定箇所 P b とノイズ源 22 との間の電線 21 の距離を L_b [m] とする。

[0042] ノイズ源 22 からノイズ S_n を発生させると、ノイズ S_n は、電線 21 の両側の方向に光速度で伝播する。電線 21 の両側に伝播するノイズ S_n は、電線 21 の両側にそれぞれ設けられた電圧センサ 2 a, 2 b により検出される。データ収集装置 4 は、第 1 の実施形態と同様に、電圧センサ 2 a, 2 b により収集された電圧データに基づいて、分析用データをノイズ源分析装置 5 に出力する。

[0043] 図 7 は、本実施形態に係るノイズ測定装置 1 により測定される電圧データを示す波形図である。図 7 に示す波形図は、2 つの電圧センサ 2 a, 2 b によりそれぞれ測定された 2 つの電圧データを、時刻を一致させて表示したものである。

[0044] 波形 W_{a2} は、ノイズ源 22 から遠い方の電圧センサ 2 a により測定された電圧データである。波形 W_{b2} は、ノイズ源 22 に近い方の電圧センサ 2 b により測定された電圧データである。時刻 t_{a2} は、電圧センサ 2 a によりノイズ S_n が検出された時刻（測定箇所 P a の電位が閾値を超えた時刻）を示している。時刻 t_{b2} は、電圧センサ 2 b によりノイズ S_n が検出された時刻（測定箇所 P b の電位が閾値を超えた時刻）を示している。時間 T_2 は、時刻 t_{a2} と時刻 t_{b2} の時間差である。

[0045] ノイズ源分析装置 5 は、データ収集装置 4 から入力される分析用データに基づいて、ノイズ源 22 を次のように分析する。

[0046] ノイズ源分析装置 5 は、第 1 の実施形態と同様に、ノイズ源 22 が 2 つの

測定箇所 P a, P b 間の内側にあるか否かを判断する。

[0047] 電線 2 1 の測定箇所 P a, P b 間の距離 L t をノイズ S n が伝播する時間は、 $L t \div \text{光速度} (0.2 \text{ [m/ns]})$ で求まる。この求めた時間よりも、2つの時刻 t a 2, t b 2 の差である時間 T 2の方が短い場合、ノイズ源分析装置 5 は、ノイズ源 2 2 が2つの測定箇所 P a, P b 間の内側にあると判断する。なお、ノイズ源 2 2 が2つの電圧センサ 2 a, 2 b の測定箇所 P a, P b 間の内側にあることが予め分かっているのであれば、ノイズ源分析装置 5 は、このような判断を行わなくてもよい。

[0048] ノイズ源 2 2 と2つの測定箇所 P a, P b とのそれぞれの距離 L a, L b の差は、光速度×時間 T 2 となる。また、2つの距離 L a, L b の合計は、2つの測定箇所 P a, P b 間の電線 2 1 の長さ L t である。これにより、次の2つの式が得られる。

$$[0049] \quad L a + L b = L t \quad \dots \text{式 (1)}$$

$$| L a - L b | = \text{光速度} \times T 2 \quad \dots \text{式 (2)}$$

これらの式から、2つの距離 L a, L b が求まる。これにより、ノイズ源分析装置 5 は、ノイズ源 2 2 の位置を特定する。

[0050] 本実施形態によれば、2つの電圧センサ 2 a, 2 b により、電線 2 1 の2つの箇所 P a, P b の電位を測定することで、電線 2 1 の2つの測定箇所 P a, P b の間の区間にあるノイズ源 2 2 の位置を特定するための情報を得ることができる。

[0051] (第3の実施形態)

図 8 は、本発明の第3の実施形態に係るノイズ測定装置 1 による測定方法を実施する構成を示す構成図である。本実施形態に係るノイズ測定装置 1 の構成は、図 1 に示す第1の実施形態に係るノイズ測定装置 1 と同様の構成である。従って、図 8 では、本実施形態の説明に必要な構成を図示し、その他の構成は適宜省略する。また、電線 2 1 は、直線状に延びているものとし、電線 2 1 と垂直方向の距離については、無視できるものとする。

[0052] 電線 2 1 n は、2つの電圧センサ 2 a, 2 b が設置された電線 2 1 と、観

測点 P_w と観測点 P_x との間の区間で、静電誘導又は電磁誘導（以下、「誘導」という。）が生じる距離で近接し並行している。観測点 P_y は、観測点 P_w と観測点 P_x とのほぼ中間に位置する。ノイズ源 22 は、電線 21 n の 2 つの観測点 P_w , P_x 間の外側にある。観測点 P_w と観測点 P_x との間の電線 21 の距離を L_{wx} [m] とする。

[0053] ノイズ源 22 から発生するノイズ S_n は、電線 21 n を伝わって、観測点 P_w 側から観測点 P_x 側の方向に、光速度で伝播する。ノイズ S_n が電線 21 n の観測点 P_w に達してから観測点 P_x を通過するまでの間で、誘導によるノイズ S_{ni} （以下、「誘導ノイズ S_{ni} 」という。）が電線 21 に重畳する。ノイズ S_n が観測点 P_w に達した時点で、電線 21 に重畳される誘導ノイズ S_{ni} は、電線 21 の観測点 P_w から観測点 P_x の方向とその反対方向の両方向に伝播を開始する。

[0054] 図 9 は、ノイズ S_n が観測点 P_y に達した時点の誘導ノイズ S_{ni} の位置を示す波形を概念化した概念図である。

[0055] ノイズ S_n が観測点 P_y に達した時点では、観測点 P_w で発生した誘導ノイズ S_{ni} のノイズ S_n の伝播方向（観測点 P_x の方向）の先端は、観測点 P_y に達している。このとき、観測点 P_w で発生した誘導ノイズ S_{ni} のノイズ S_n の伝播方向と反対方向の先端は、観測点 P_w から観測点 P_w と観測点 P_y との距離 L_{wy} と同距離分の地点 P_{yr} まで達している。

[0056] 図 10 は、ノイズ S_n が観測点 P_z に達した時点の誘導ノイズ S_{ni} の位置を示す波形を概念化した概念図である。

[0057] ノイズ S_n が観測点 P_x を通過した時点では、観測点 P_w と観測点 P_x との距離 L_{wx} と同じ長さの幅の波形が観測点 P_w から両方向にそれぞれ広がる誘導ノイズ S_{ni} が発生している。即ち、観測点 P_w を中心として、距離 L_{wx} の 2 倍の幅の波形の誘導ノイズ S_{ni} が発生している。また、誘導ノイズ S_{ni} が発生する区間の終端である観測点 P_x をノイズ S_n が過ぎてからは、電線 21 に誘導ノイズ S_{ni} は発生しない。

[0058] 従って、ノイズ S_n が観測点 P_z に達した時点では、ノイズ S_n の伝播方

向と反対方向には、距離 L_{wx} の倍の幅の波形の誘導ノイズ S_{ni} が伝播している。このときの誘導ノイズ S_{ni} の後端は、観測点 P_x から観測点 P_x と観測点 P_z との距離 L_{xz} と同距離分の地点 P_{zr} に位置する。

[0059] 一方、ノイズ S_n の伝播方向と同方向に伝播する誘導ノイズ S_{ni} は、ノイズ S_n と同じ光速度で伝播する。このため、ノイズ S_n が観測点 P_z に達した時点では、誘導が生じる2つの観測点 P_w , P_x の間で発生した全ての誘導ノイズ S_{ni} の波形は、ノイズ S_n が位置する観測点 P_z と同位置にある。

[0060] このように、一定の区間で誘導によるノイズ S_{ni} が発生すると、誘導源である原ノイズ S_n の伝播方向と同方向及び反対方向のそれぞれに誘導ノイズ S_{ni} が伝播する。原ノイズ S_n と同方向に伝播する誘導ノイズ S_{ni} は、原ノイズ S_n とほぼ同じ波形で、誘導により幅が鈍る程度である。原ノイズ S_n と反対方向に伝播する誘導ノイズ S_{ni} は、誘導が生じる区間の倍の長さとなる。

[0061] 従って、原ノイズ S_n の伝播方向と同方向に測定箇所 P_a がある電圧センサ2aでは、原ノイズ S_n に近い波形のノイズ信号（誘導ノイズ S_{ni} ）が検出される。原ノイズ S_n の伝播方向と反対方向に測定箇所 P_b がある電圧センサ2bでは、誘導が生じる区間（2つの観測点 P_w , P_x 間）の倍の距離を光速度で割った時間継続するノイズ信号（誘導ノイズ S_{ni} ）が検出される。

[0062] また、電圧センサ2bでは、ノイズ信号が顕著に検出できない場合がある。ノイズ信号が顕著に検出できないとは、例えば、ノイズ信号が継続せずに断続的に検出される場合、又は、ノイズ信号の検出レベル（電圧など）が低い場合などである。このような場合でも、電圧センサ2bが、原ノイズ S_n の伝播方向と反対方向にあると判断してもよい。従って、2つの電圧センサ2a, 2bで検出されるノイズ信号の波形の差異により、原ノイズ S_n の伝播方向を判断するのであれば、どのように判断してもよい。

[0063] ノイズ源分析装置5は、上述したような特徴を有するノイズ信号を検出し

た場合、ある区間で誘導により発生した誘導ノイズ S_{ni} であると推定する。例えば、ノイズ源分析装置 5 は、一方の電圧センサ 2 b で検出されたノイズ信号よりも幅が短いノイズ信号がもう一方の電圧センサ 2 a で検出された場合、ある区間で誘導により発生した誘導ノイズ S_{ni} であると推定する。この場合、ノイズ源分析装置 5 は、誘導ノイズ S_{ni} を誘導したノイズ S_n を発生させたノイズ源 2 2 が、ノイズ S_n が重畳している可能性のある電線 2 1 n の幅が長いノイズ信号が検出された方向にあると推定する。

[0064] 本実施形態によれば、2つの電圧センサ 2 a, 2 b により、電線 2 1 の2つの箇所 P a, P b の電位を測定することで、ある区間で誘導により発生した誘導ノイズ S_{ni} の原因となるノイズ源 2 2 の位置を特定するための情報を得ることができる。

[0065] (第4の実施形態)

図 1 1 は、本発明の第4の実施形態に係るノイズ測定装置 1 による測定方法を実施する構成を示す構成図である。図 1 1 は、観測点 P w で発生した誘導ノイズ S_{ni} を主に示している。図 1 2 は、2つの電圧センサ 2 a, 2 b でそれぞれ測定された誘導ノイズ S_{ni} の波形 W a 4 ~ W b 4 を同一の時刻座標で示した波形図である。

[0066] 波形 W a 4 は、ノイズ源 2 2 から遠い方の電圧センサ 2 a により測定された電圧データである。波形 W b 4 は、ノイズ源 2 2 に近い方の電圧センサ 2 b により測定された電圧データである。

[0067] 時刻 t_{a4f} は、電圧センサ 2 a により誘導ノイズ S_{ni} の先端（ノイズ信号の開始時点）が検出された時刻（測定箇所 P a の電位が閾値を超えた時刻）を示している。時刻 t_{a4r} は、電圧センサ 2 a により誘導ノイズ S_{ni} の後端（ノイズ信号の終了時点）が検出された時刻（測定箇所 P a の電位が閾値以下になった時刻）を示している。時刻 t_{b4f} は、電圧センサ 2 b により誘導ノイズ S_{ni} の先端（ノイズ信号の開始時点）が検出された時刻（測定箇所 P b の電位が閾値を超えた時刻）を示している。時刻 t_{b4r} は、電圧センサ 2 b により誘導ノイズ S_{ni} の後端（ノイズ信号の終了時点）

が検出された時刻（測定箇所 P b の電位が閾値以下になった時刻）を示している。

[0068] 誘導ノイズ S n i が発生する仕組みについては、第 3 の実施形態と同じため、詳しい説明は省略する。

[0069] 観測点 P w で発生した誘導ノイズ S n i は、ノイズ源 2 2 から発生したノイズ S n の伝播方向と同方向及び反対方向のそれぞれに光速度で伝播する。

[0070] ノイズ S n と同方向に伝播する観測点 P w で発生した誘導ノイズ S n i は、その後に発生する全ての誘導ノイズ S n i と重なって伝播する。このときに、電圧センサ 2 a で検出される時刻 t a 4 f は、観測点 P w で発生した時刻から、光速度で観測点 P w から電圧センサ 2 a の測定箇所 P a までに掛かる時間経過後の時刻である。

[0071] ノイズ S n と反対方向に伝播する観測点 P w で発生した誘導ノイズ S n i は、その後に発生する誘導ノイズ S n i に比べ、最も早く電圧センサ 2 b でノイズ信号として検出される。このときに、電圧センサ 2 b で検出される時刻 t b 4 f は、観測点 P w で発生した時刻から、光速度で観測点 P w から電圧センサ 2 b の測定箇所 P b までに掛かる時間経過後の時刻である。

[0072] 2 つの電圧センサ 2 a, 2 b がノイズ信号の波形 W a 4, W b 4 の先端をそれぞれ検出した時刻の時間差を $\Delta T f (= |t b 4 f - t a 4 f|)$ とし、電圧センサ 2 b の測定箇所 P b と観測点 P w との間の電線 2 1 の距離を L b w とし、電圧センサ 2 a の測定箇所 P a と観測点 P w との間の電線 2 1 の距離を L a w とすると、次式が成り立つ。

[0073]
$$\Delta T f = |L b w - L a w| / \text{光速度} \quad \cdots \text{式 (3)}$$

また、2 つの電圧センサ 2 a, 2 b の測定箇所 P a, P b 間の距離を L a b とすると、次式が成り立つ。

[0074]
$$L b w + L a w = L a b \quad \cdots \text{式 (4)}$$

ここで、測定箇所 P a, P b 間の距離 L a b は、予め測定することができる。

[0075] 従って、上記 2 式より、誘導ノイズ S n i が誘導される区間の開始位置で

ある観測点 P_w の位置を特定することができる。

[0076] ノイズ源分析装置 5 は、上述の方法に基づいて、誘導が生じる区間の開始位置を推定する。

[0077] 次に、観測点 P_x で発生した誘導ノイズ S_{ni} について説明する。観測点 P_x で発生した場合も、観測点 P_w で発生した場合と同様に、ノイズ S_n の伝播方向と同方向及び反対方向のそれぞれに光速度で伝播する。

[0078] ノイズ S_n と同方向に伝播する観測点 P_x で発生した誘導ノイズ S_{ni} は、観測点 P_w 以後に発生した全ての誘導ノイズ S_{ni} と重なって伝播する。このときに、電圧センサ 2 a で検出される時刻 t_{a4r} は、観測点 P_x で発生した時刻から、光速度で観測点 P_x から電圧センサ 2 a の測定箇所 P_a までに掛かる時間経過後の時刻である。

[0079] ノイズ S_n と反対方向に伝播する観測点 P_x で発生した誘導ノイズ S_{ni} は、誘導が生じる区間で発生した誘導ノイズ S_{ni} の終了を示すノイズ信号として検出される。このときに、電圧センサ 2 b で検出される時刻 t_{b4r} は、観測点 P_x で発生した時刻から、光速度で観測点 P_x から電圧センサ 2 b の測定箇所 P_b までに掛かる時間経過後の時刻である。

[0080] 2つの電圧センサ 2 a, 2 b がノイズ信号の波形 W_{a4} , W_{b4} の後端をそれぞれ検出した時刻の時間差を $\Delta T_r (= |t_{b4r} - t_{a4r}|)$ とし、電圧センサ 2 b の測定箇所 P_b と観測点 P_x との間の電線 2 1 の距離を L_{bx} とし、電圧センサ 2 a の測定箇所 P_a と観測点 P_x との間の電線 2 1 の距離を L_{ax} とすると、次式が成り立つ。

$$[0081] \quad \Delta T_r = |L_{bx} - L_{ax}| / \text{光速度} \quad \cdots \text{式 (5)}$$

また、2つの電圧センサ 2 a, 2 b の測定箇所 P_a , P_b 間の距離を L_{ab} とすると、次式が成り立つ。

$$[0082] \quad L_{bx} + L_{ax} = L_{ab} \quad \cdots \text{式 (6)}$$

従って、上記 2 式より、誘導ノイズ S_{ni} が誘導される区間の終了位置である観測点 P_x の位置を特定することができる。

[0083] ノイズ源分析装置 5 は、上述の方法に基づいて、誘導が生じる区間の終了

位置を推定する。なお、ノイズ源分析装置 5 は、誘導が生じる区間の開始位置又は終了位置のいずれか一方のみを推定する構成でもよい。

[0084] また、電圧センサ 2 b で検出された誘導ノイズ S_{ni} の波形の時間幅 T_{wb} は、次式より求まる。

[0085]
$$T_{wb} = |t_{b4r} - t_{b4f}| \quad \dots \text{式 (7)}$$

ここで、ノイズ S_n と反対方向に伝播し、電圧センサ 2 b で検出される誘導ノイズ S_{ni} の幅は、第 3 の実施形態で述べたように、誘導が生じる区間の距離 L_{wx} の 2 倍である。従って、次式により、誘導が生じる区間の距離 L_{wx} が求まる。

[0086]
$$L_{wx} = (T_{wb} / 2) \times \text{光速} \quad \dots \text{式 (8)}$$

上式により、ノイズ源分析装置 5 は、誘導が生じる区間の距離 L_{wx} を推定する。

[0087] なお、ここでは、説明の便宜上、電圧センサ 2 b により測定された波形 W_{b4} を明確に図示したが、必ずしも明確でなくてもよい。波形 W_{b4} の先端又は後端のいずれか一方が認識できれば、誘導が生じる区間に関する情報が得られる。

[0088] 本実施形態によれば、誘導ノイズ S_{ni} が誘導される区間の位置を特定するための情報を得ることができる。

[0089] (第 5 の実施形態)

図 13 は、本発明の第 5 の実施形態に係るノイズ測定装置 1 による測定方法を実施する構成を示す構成図である。本実施形態に係るノイズ測定装置 1 の構成は、図 1 に示す第 1 の実施形態に係るノイズ測定装置 1 と同様の構成である。従って、図 13 では、本実施形態の説明に必要な構成を図示し、その他の構成は適宜省略する。

[0090] 電線 21s は、図 8 に示す第 3 の実施形態に係る電線 21n において、電線 21 に誘導が生じる区間内にある分岐点 P_s で、ノイズ源 22 が接続されている電線 21sp が分岐したものである。ノイズ源 22 から発生するノイズ S_n は、電線 21s の分岐点 P_s で、電線 21s の 2 つの方向のそれぞれ

に伝播する。従って、誘導ノイズ S_{ni} は、電線 $21s$ の分岐点 P_s で分岐した2つのノイズ S_n のそれぞれにより、電線 21 の誘導が生じる区間内で発生する。

[0091] このような誘導ノイズ S_{ni} を示すノイズ信号には、第3の実施形態又は第4の実施形態で述べたような波形の幅などの特徴がほとんどない。従って、第3の実施形態及び第4の実施形態に係るノイズ源 22 の分析方法では、ノイズ源 22 に関する有用な情報はあまり得られない。

[0092] そこで、ノイズ源分析装置 5 は、第1の実施形態又は第2の実施形態に係る分析方法を実行する。ここで、第1の実施形態又は第2の実施形態に係る分析方法是、電圧センサ $2a$ 、 $2b$ が電圧（電位）を検出する対象の電線 21 にノイズ源 22 があることを想定したものである。本実施形態では、得られた分析結果を、ノイズ源 22 の位置の特定に代えて、図13に示すような電線 $21s$ の誘導が生じる区間にある分岐点 P_s の位置を特定するために用いる。

[0093] また、誘導が生じる区間が短い場合も、第3の実施形態又は第4の実施形態で述べたような特徴が誘導ノイズ S_{ni} に、ほとんど表れない。このような場合には、第1の実施形態又は第2の実施形態に係る分析方法による分析結果は、誘導が生じる区間の位置を特定するために用いることができる。

[0094] 本実施形態によれば、第1の実施形態又は第2の実施形態に係る分析方法を採用することで、誘導ノイズ S_{ni} が生じる原因となるノイズ源 22 の位置を特定するための情報を得ることができる。

[0095] （第6の実施形態）

図14は、本発明の第6の実施形態に係るノイズ測定装置 1 による測定方法を実施する構成を示す構成図である。本実施形態に係るノイズ測定装置 1 の構成は、図1に示す第1の実施形態に係るノイズ測定装置 1 において、電圧センサ $2c$ 及び光信号処理器 $3c$ を追加した点以外は、同様の構成である。従って、図14では、本実施形態の説明に必要な構成を図示し、その他の構成は適宜省略する。

- [0096] ノイズ源 22 は、平面状の導板 23 にある。例えば、平面状の導板 23 は、床面などに網目状に設置されたアース面又は電子基板内のベタコモン面などである。ノイズ源 22 から発生するノイズ S_n は、ノイズ源 22 を中心として、同心円状に光速度で伝播する。
- [0097] 3つの電圧センサ 2a, 2b, 2c のそれぞれの測定箇所 Pa, Pb, Pc は、導板 23 上にある。電圧センサ 2c 及び光信号処理器 3c は、第1の実施形態で述べた電圧センサ 2a, 2b 及び光信号処理器 3a, 3b と同様である。光信号処理器 3a ~ 3c は、第1の実施形態と同様に、全ての電圧センサ 2a ~ 2c の時刻の同期をとるための信号の送受信を常時行う。なお、ここでは、3つの電圧センサ 2a ~ 2c による構成について説明するが、電圧センサ 2a ~ 2c は、3つ以上あればいくつでもよい。
- [0098] 図15は、本実施形態に係る電圧センサ 2a, 2b, 2c でそれぞれ測定されたノイズ S_n の波形 Wa6, Wb6, Wc6 を同一の時刻座標で示した波形図である。図16は、本実施形態に係るノイズ源分析装置 5 によるノイズ源 22 の分析方法を示す概念図である。
- [0099] ここで、時刻 ta6, tb6, tc6 は、それぞれ電圧センサ 2a, 2b, 2c がノイズ S_n を検出した時刻である。時間 Tab は、時刻 ta6 と時刻 tb6 との時刻差である。時間 Tac は、時刻 ta6 と時刻 tc6 との時刻差である。
- [0100] 各電圧センサ 2a ~ 2c でノイズ S_n を検出するそれぞれの時刻 ta6 ~ tc6 は、各測定箇所 Pa ~ Pc とノイズ源 22 との距離に応じて異なる。ノイズ源 22 に最も近い測定箇所 Pb の電圧センサ 2b により検出された時刻 tb6 が最も早い。ノイズ源 22 に最も遠い測定箇所 Pc の電圧センサ 2c により検出された時刻 tc6 が最も遅い。
- [0101] 次に、図16を参照して、ノイズ源分析装置 5 によるノイズ源 22 の分析方法について説明する。
- [0102] 電圧センサ 2a の測定箇所 Pa まで光速度で掛かる時間と電圧センサ 2b の測定箇所 Pb まで光速度で掛かる時間との時間差が時間 Tab となる点の

集合である軌跡 C_{ab} を求める。また、電圧センサ $2a$ の測定箇所 P_a まで光速度で掛かる時間と電圧センサ $2c$ の測定箇所 P_c まで光速度で掛かる時間との時間差が時間 T_{ac} となる点の集合である軌跡 C_{ac} を求める。このように求めた2つの軌跡 C_{ab} 、 C_{ac} の交点 P_o が、ノイズ源 22 があると推定される位置になる。

[0103] このようにして、ノイズ源分析装置 5 は、ノイズ源 22 の位置を特定する。

[0104] 本実施形態によれば、3つの電圧センサ $2a \sim 2c$ により、平面状の導板 23 の3つの箇所 $P_a \sim P_c$ の電位を測定することで、導板 23 上の任意の位置にあるノイズ源 22 の位置を特定するための情報を得ることができる。

[0105] (第7の実施形態)

図 17 は、本発明の第7の実施形態に係るノイズ測定装置 1 による測定方法を実施する構成を示す構成図である。本実施形態に係る構成は、図 14 に示す第6の実施形態に係る構成と同様である。従って、ここでは、第6の実施形態と異なる部分について主に説明する。

[0106] 電線 $21n$ は、ノイズ源 22 がある電線である。電線 $21n$ は、3つの電圧センサ $2a \sim 2c$ が設置された導板 23 と、観測点 P_w と観測点 P_x との間の区間で、誘導が生じる距離で近接している。

[0107] ノイズ源 22 から発生するノイズ S_n は、電線 $21n$ を光速度で伝播する。ノイズ S_n が電線 $21n$ の観測点 P_w に達してから観測点 P_x を通過するまでの間で、ノイズ S_n の誘導により、誘導ノイズ S_{ni} が導板 23 に重畳する。誘導ノイズ S_{ni} は、導板 23 に重畳された地点を中心として、同心円状に光速度で伝播する。従って、誘導ノイズ S_{ni} は、電線 $21n$ に近接する導板 23 上の観測点 P_w から観測点 P_x までの区間に線状に並ぶ地点を起点として、同心円状に広がる。

[0108] 導板 23 上の任意の地点において、観測点 P_w から伝播する誘導ノイズ S_{ni} の方が観測点 P_x から伝播する誘導ノイズ S_{ni} よりも早く到達する。このため、導板 23 上の任意の地点において検出される誘導ノイズ S_{ni} は

、観測点 P_w から伝播する誘導ノイズ S_{ni} を検出した時点から、観測点 P_x から伝播する誘導ノイズ S_{ni} を検出する時点まで継続する時間幅を有する波形となる。

[0109] 図 18 は、本実施形態に係る電圧センサ 2a, 2b, 2c でそれぞれ測定された誘導ノイズ S_{ni} の波形 W_{a7} , W_{b7} , W_{c7} を同一の時刻座標で示した波形図である。

[0110] 各電圧センサ 2a ~ 2c において、それぞれ誘導ノイズ S_{ni} の波形 W_{a7} ~ W_{c7} を最初に検出した時刻（各 W_{a7} ~ W_{c7} の先端に位置する時刻） t_{a7f} ~ t_{c7f} が、観測点 P_w から伝播する誘導ノイズ S_{ni} を検出した時刻である。

[0111] 2つの電圧センサ 2a, 2b で測定されたそれぞれの波形 W_{a7} , W_{b7} から、2つの電圧センサ 2a, 2b がそれぞれ観測点 P_w から伝播する誘導ノイズ S_{ni} を検出した時刻 t_{a7f} , t_{b7f} の時刻差 T_{abf} が求まる。また、これと異なる組合せの2つの電圧センサ 2a, 2c で測定されたそれぞれの波形 W_{a7} , W_{c7} から、2つの電圧センサ 2a, 2c がそれぞれ観測点 P_w から伝播する誘導ノイズ S_{ni} を検出した時刻 t_{a7f} , t_{c7f} の時刻差 T_{acf} が求まる。

[0112] このように求めた2つの時刻差 T_{abf} , T_{acf} から、第6の実施形態と同様に演算処理することで、観測点 P_w の位置が推定される。

[0113] 各電圧センサ 2a ~ 2c において、それぞれ誘導ノイズ S_{ni} の波形 W_{a7} ~ W_{c7} を最後に検出した時刻（各 W_{a7} ~ W_{c7} の後端に位置する時刻） t_{a7r} ~ t_{c7r} が、観測点 P_x から伝播する誘導ノイズ S_{ni} を検出した時刻である。

[0114] 2つの電圧センサ 2a, 2b で測定されたそれぞれの波形 W_{a7} , W_{b7} から、2つの電圧センサ 2a, 2b がそれぞれ観測点 P_x から伝播する誘導ノイズ S_{ni} を検出した時刻 t_{a7r} , t_{b7r} の時刻差 T_{abr} が求まる。また、これと異なる2つの電圧センサ 2a, 2c で測定されたそれぞれの波形 W_{a7} , W_{c7} から、2つの電圧センサ 2a, 2c がそれぞれ観測点 P

xから伝播する誘導ノイズ S_{ni} を検出した時刻 t_{ar} , t_{cr} の時刻差 T_{acr} が求まる。

[0115] このように求めた2つの時刻差 T_{abr} , T_{acr} から、第6の実施形態と同様に演算処理することで、観測点 P_x の位置が推定される。

[0116] このようにして、ノイズ源分析装置5は、ノイズ源22を特定するために、誘導ノイズ S_{ni} が発生する箇所を推定する。

[0117] 本実施形態によれば、3つの電圧センサ2a~2cにより、平面状の導板23の3つの箇所 $P_a \sim P_c$ の電位を測定することで、導板23に誘導ノイズ S_{ni} が重畳された箇所を特定することができる。

[0118] (第8の実施形態)

図19は、本発明の第8の実施形態に係るノイズ測定装置1による測定方法を実施する構成を示す構成図である。本実施形態に係る構成は、図14に示す第6の実施形態に係る構成と同様の構成であるため、異なる部分について主に説明する。

[0119] ノイズ源22mは、電磁ノイズ S_{nm} を空間に発信する。例えば、ノイズ源22mは、空間に発せられる違法な電波の電波源、又は、高周波ノイズが発生する高圧機器の配線部などである。

[0120] 各電圧センサ2am, 2bm, 2cmには、それぞれ電磁界プローブ13a, 13b, 13cが装着されている。その他の点については、電圧センサ2am~2cmは、第6の実施形態に係る電圧センサ2a~2cと同様である。これにより、電圧センサ2am~2cmは、それぞれ空間中の異なる3つの箇所 $P_a \sim P_c$ の電磁ノイズ S_{nm} を測定する。なお、電磁ノイズ S_{nm} を測定できれば、どのようなセンサを用いてもよい。電磁ノイズ S_{nm} は、平面を伝播するのではないため、3つの電圧センサ2am~2cmの測定箇所 $P_a \sim P_c$ は、同一平面上に位置する必要はなく、空間中の任意の位置でよい。

[0121] 図20は、本実施形態に係る電圧センサ2am, 2bm, 2cmでそれぞれ測定された電磁ノイズ S_{nm} の波形 W_{a8} , W_{b8} , W_{c8} を同一の時刻

座標で示した波形図である。

- [0122] ここで、時刻 t_{a8} 、 t_{b8} 、 t_{c8} は、それぞれ電圧センサ $2a$ 、 $2b$ 、 $2c$ が電磁ノイズ S_{nm} を検出した時刻である。時間 T_{ab8} は、時刻 t_{a8} と時刻 t_{b8} との時刻差である。時間 T_{ac8} は、時刻 t_{a8} と時刻 t_{c8} との時刻差である。時間 T_{bc8} は、時刻 t_{b8} と時刻 t_{c8} との時刻差である。
- [0123] ノイズ源分析装置 5 は、第 6 の実施形態と同様に、電圧センサ $2a \sim 2c$ のそれぞれの測定箇所 $P_a \sim P_c$ 及び図 20 に示す 2 つの時間 T_{ab8} 、 T_{ac8} に基づいて、ノイズ源 $22m$ の位置を特定する。ここで、電磁ノイズ S_{nm} は、空中を伝播するため、光速度は、 $0.3 [m/ns]$ として演算する。ノイズ源分析装置 5 は、さらに、もう 1 つの時間 T_{bc8} を用いて、ノイズ源 $22m$ の位置を特定してもよい。これにより、ノイズ源 $22m$ が位置する範囲をさらに限定して特定することができる。
- [0124] 本実施形態によれば、3 つのセンサ $2a \sim 2c$ により、ある空間中の 3 つの箇所 $P_a \sim P_c$ の電磁ノイズ S_{nm} を測定することで、空間中の任意の位置にあるノイズ源 $22m$ の位置を特定するための情報を得ることができる。
- [0125] なお、各実施形態において、ノイズ源分析装置 5 は、少なくとも自己の実施形態に係る分析を実行するように構成されていれば、いくつかの実施形態に係る分析を実行するように構成されていてもよい。
- [0126] なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 互いに時刻同期された複数のセンサでノイズを測定し、
前記複数のセンサでそれぞれ測定された前記ノイズのデータに基づいて、前記ノイズの発生原因であるノイズ源を特定するための分析をすること
を含むことを特徴とするノイズ源分析方法。
- [請求項2] 前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ前記ノイズが測定された時刻の時刻差、及び前記複数のセンサの検出箇所間の距離に基づいて、前記複数のセンサの検出箇所間に前記ノイズ源があるか否かを判断すること
を特徴とする請求項1に記載のノイズ源分析方法。
- [請求項3] 前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ前記ノイズが測定された時刻の時刻差、及び前記複数のセンサの検出箇所間の距離に基づいて、前記複数のセンサの検出箇所間にある前記ノイズ源の位置を判断すること
を特徴とする請求項1に記載のノイズ源分析方法。
- [請求項4] 前記分析は、判断した前記ノイズ源の位置に前記ノイズ源がない場合、誘導により前記ノイズが生じたと判断すること
を特徴とする請求項3に記載のノイズ源分析方法。
- [請求項5] 前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ前記ノイズが測定された時刻の時刻差、及び前記複数のセンサの検出箇所間の距離に基づいて、原ノイズが前記ノイズを誘導により発生させた位置を判断すること
を特徴とする請求項1に記載のノイズ源分析方法。
- [請求項6] 前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ前記ノイズが測定された時刻に基づいて、前記ノイズの伝播方向を判断すること
を特徴とする請求項1に記載のノイズ源分析方法。
- [請求項7] 前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ測定された前記ノイズの

波形に基づいて、前記ノイズが原ノイズの誘導により発生したことを判断すること

を特徴とする請求項 1 に記載のノイズ源分析方法。

[請求項8] 前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ測定された前記ノイズの波形の差異に基づいて、前記ノイズを誘導により発生させた前記原ノイズの伝播方向を判断すること

を特徴とする請求項 7 に記載のノイズ源分析方法。

[請求項9] 前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ前記ノイズが測定された時刻の時刻差、及び前記複数のセンサの検出箇所の間の距離に基づいて、前記原ノイズが前記ノイズを誘導により発生させた位置を判断すること

を特徴とする請求項 7 に記載のノイズ源分析方法。

[請求項10] 前記分析は、前記複数のセンサのうち 1 つで測定された前記ノイズの波形に基づいて、前記原ノイズが前記ノイズを誘導により発生させた区間の距離を判断すること

を特徴とする請求項 7 に記載のノイズ源分析方法。

[請求項11] 前記複数のセンサにより、少なくとも 3 箇所で、前記ノイズを測定し、

前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ前記ノイズが測定された時刻の少なくとも 2 つの時刻差に基づいて、前記ノイズ源の位置を判断すること

を特徴とする請求項 1 に記載のノイズ源分析方法。

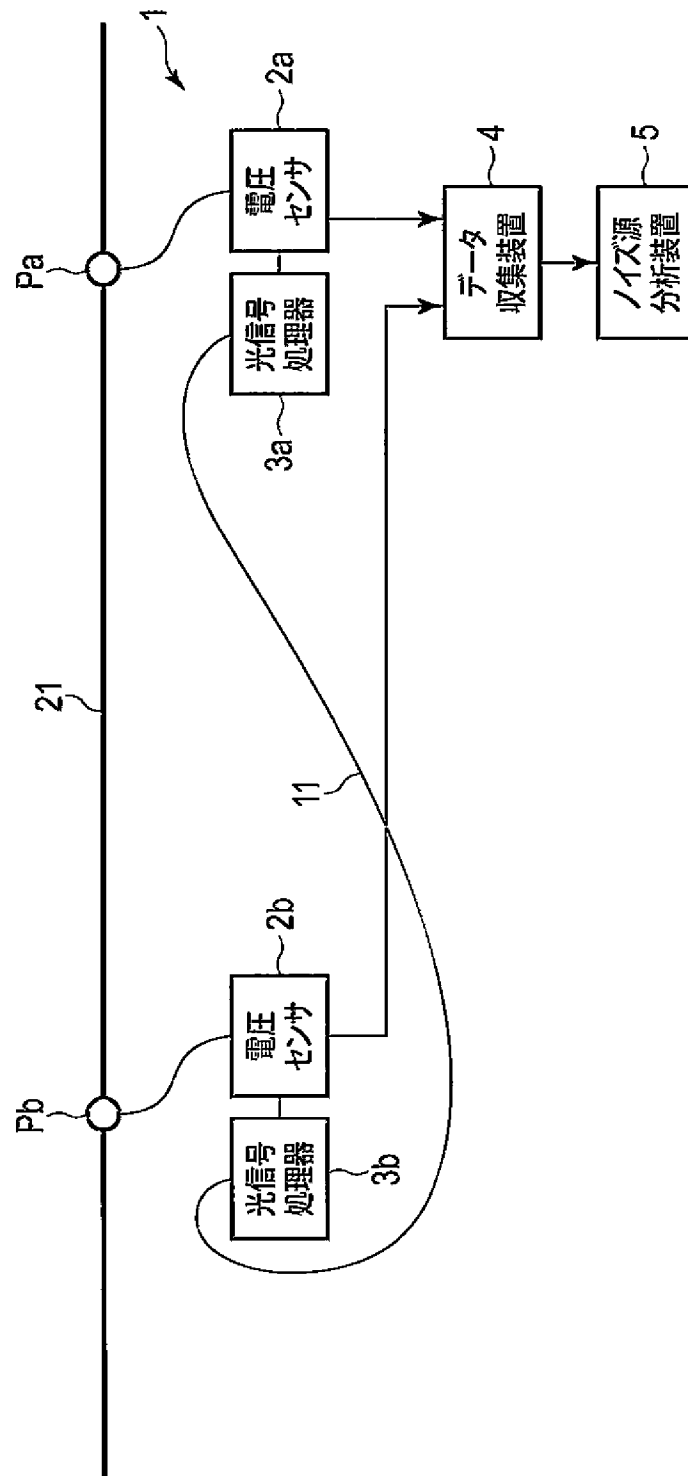
[請求項12] 前記複数のセンサにより、少なくとも 3 箇所で、前記ノイズを測定し、

前記分析は、前記複数のセンサでそれぞれ前記ノイズが測定された時刻の少なくとも 2 つの時刻差に基づいて、原ノイズが前記ノイズを誘導により発生させた位置を判断すること

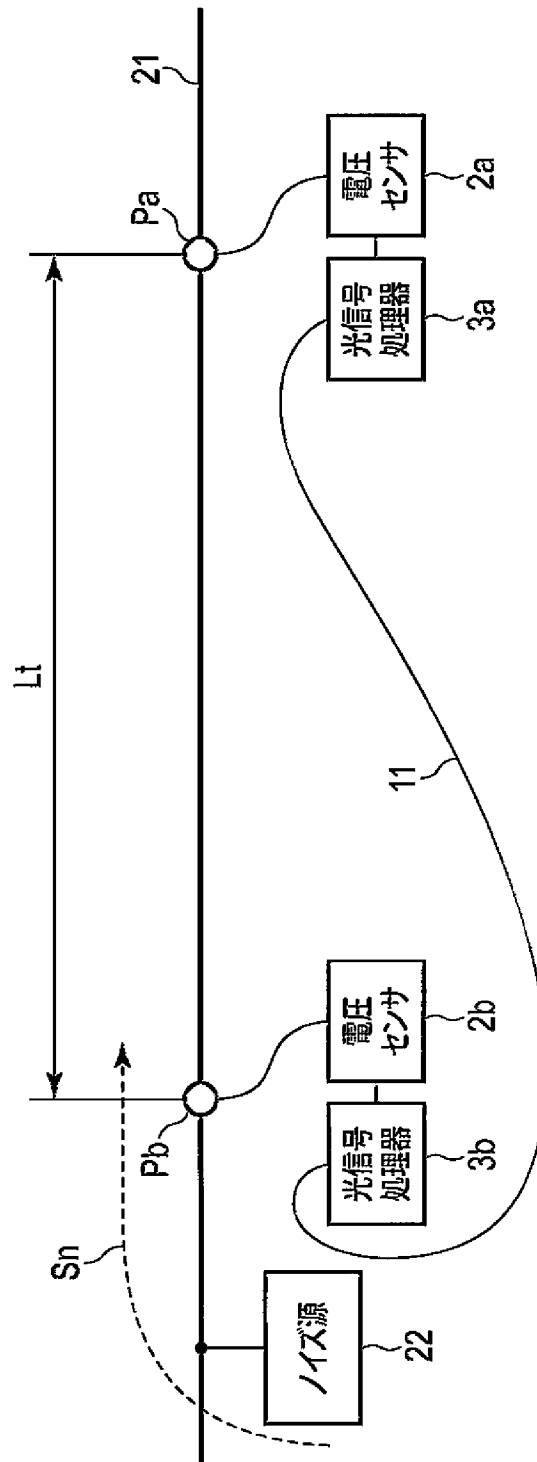
を特徴とする請求項 1 に記載のノイズ源分析方法。

[請求項13] 互いに時刻同期され、ノイズを測定する複数のセンサと、
前記複数のセンサでそれぞれ測定された前記ノイズのデータに基づいて、前記ノイズの発生原因であるノイズ源を特定するための分析をする分析手段と
を備えることを特徴とするノイズ源分析装置。

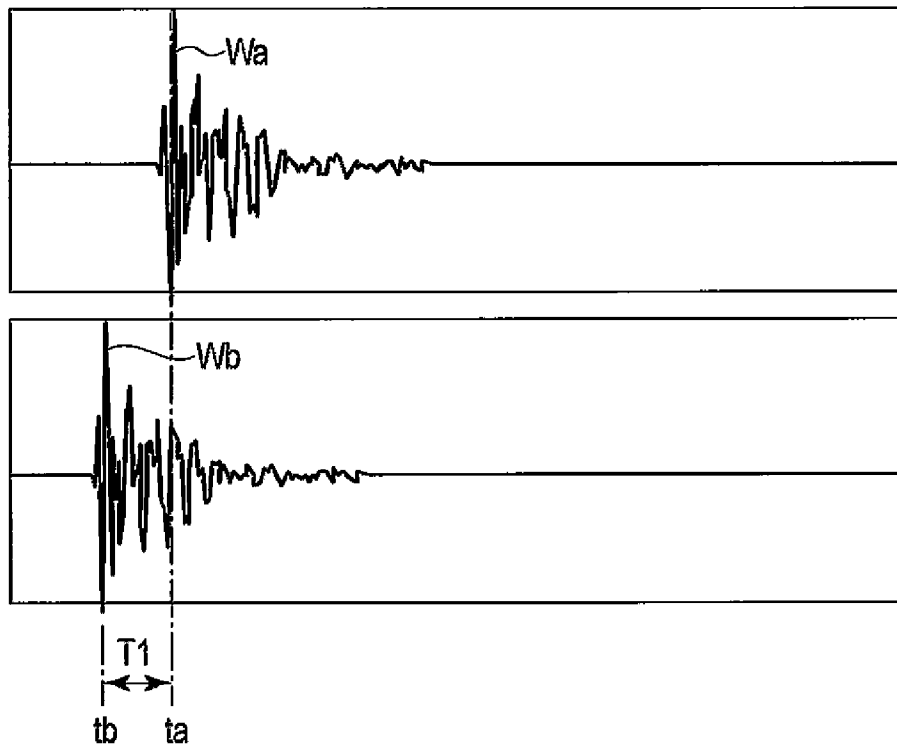
[図1]



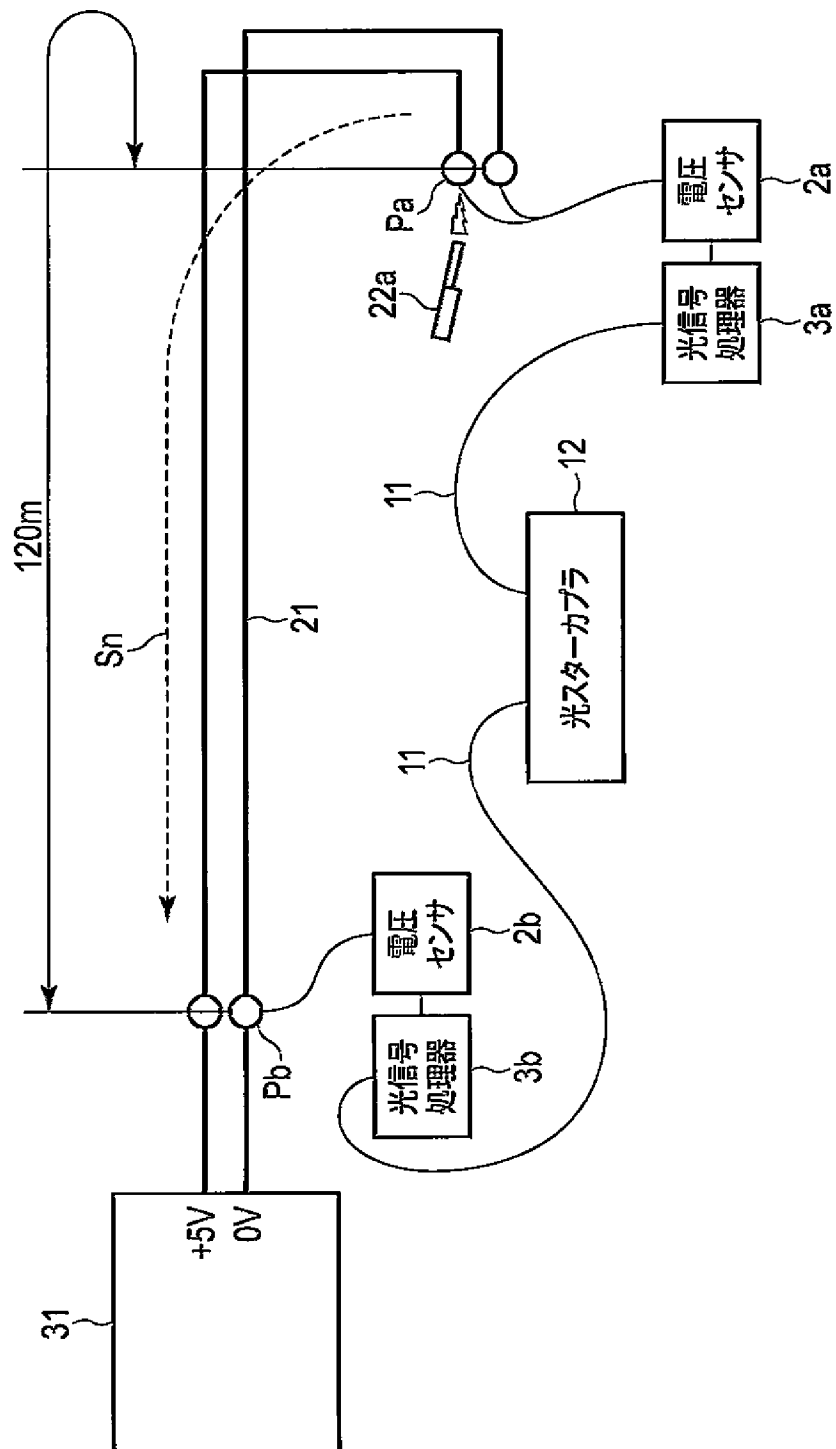
[図2]



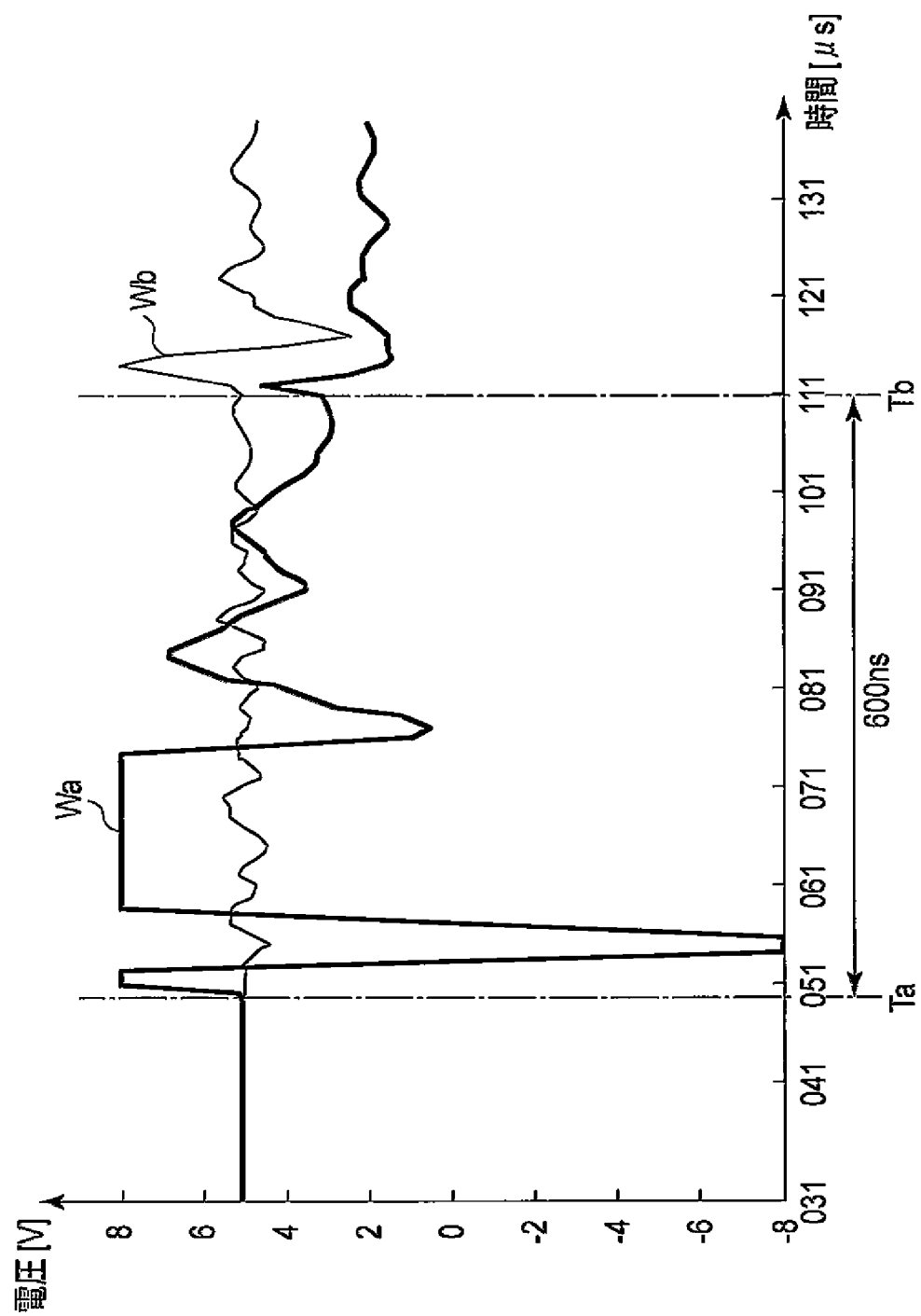
[図3]



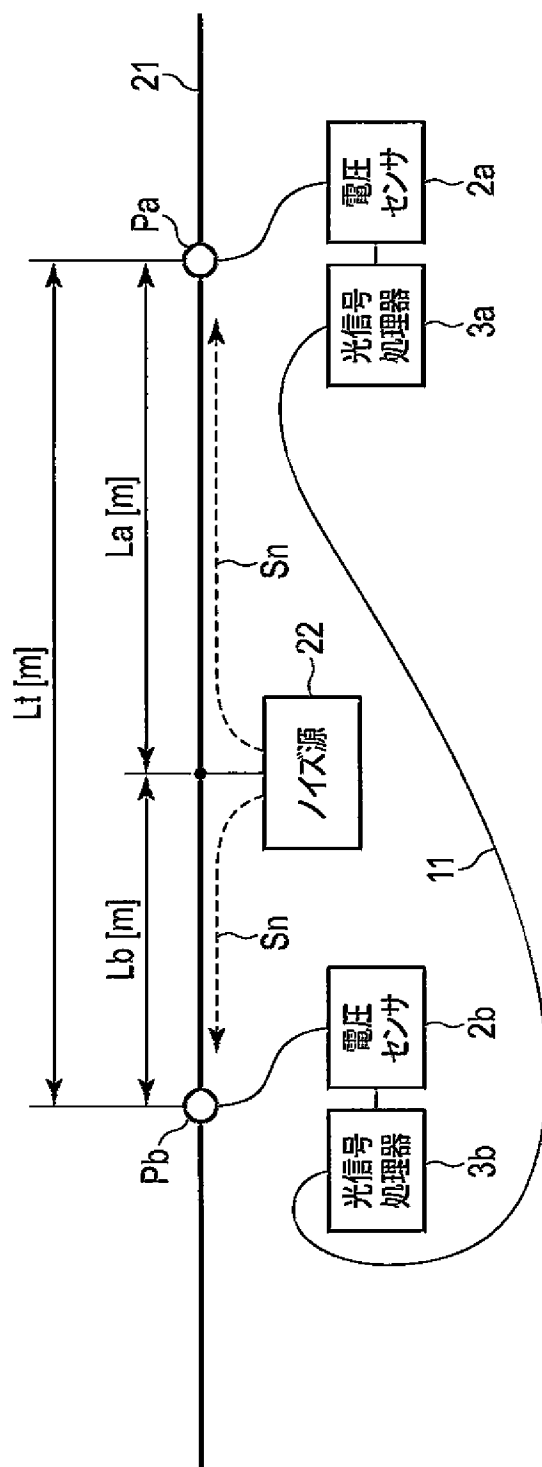
[図4]



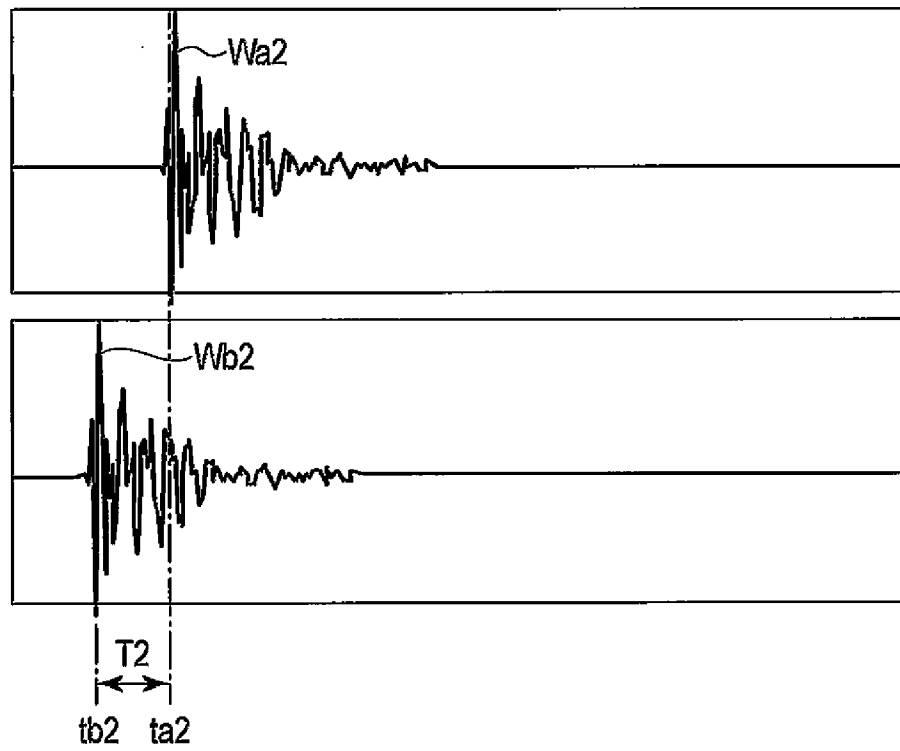
[図5]



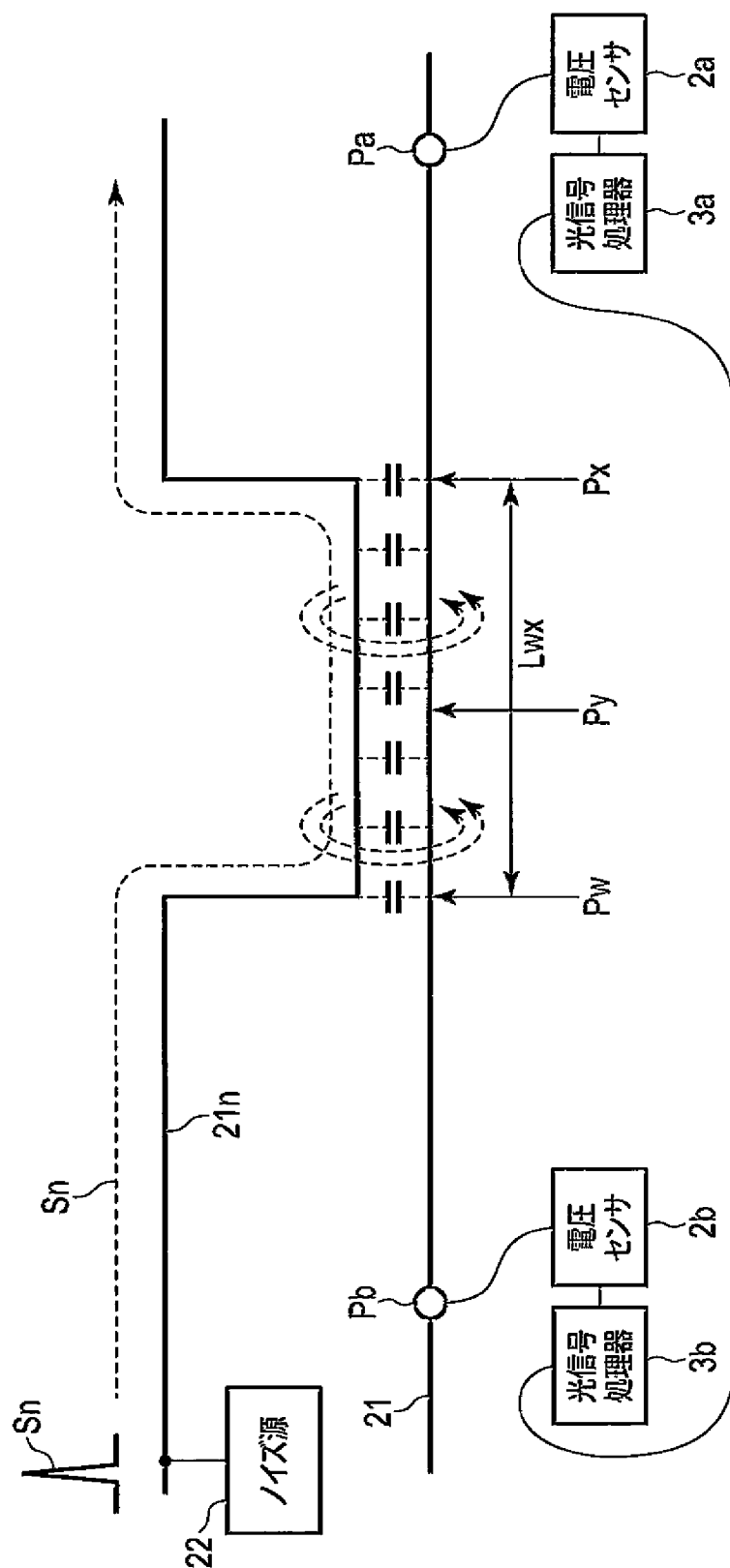
[図6]



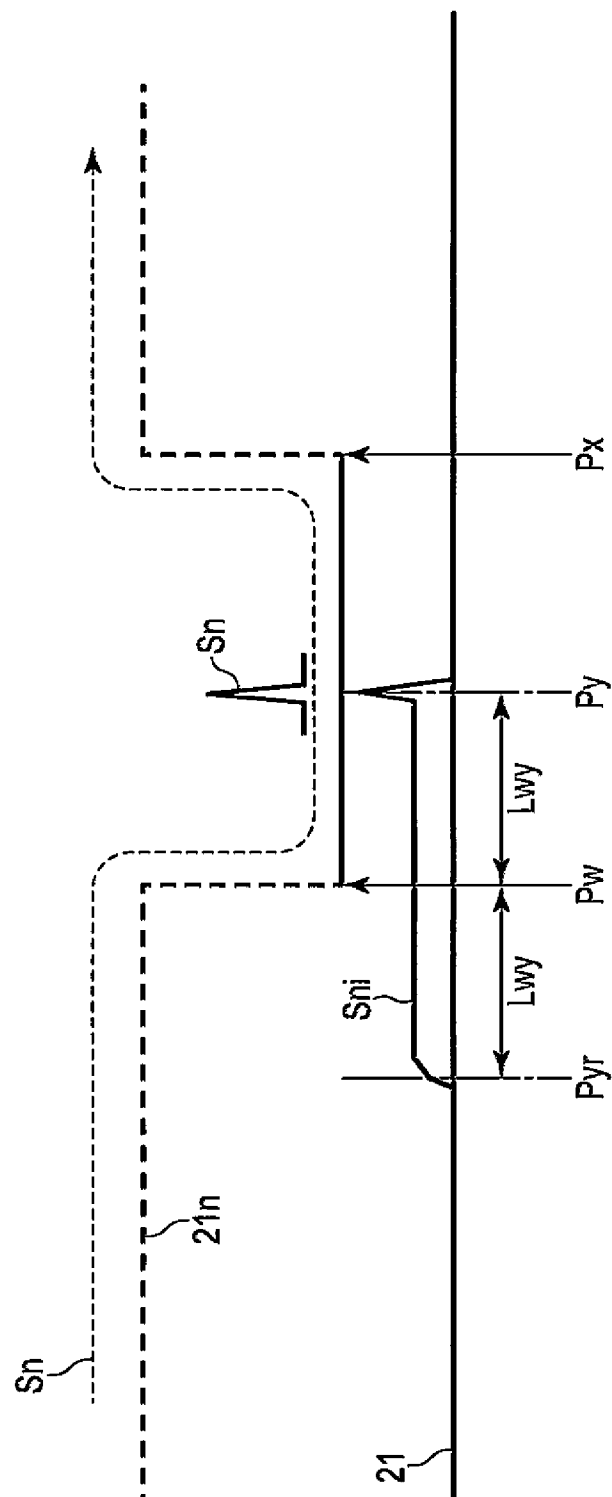
[図7]



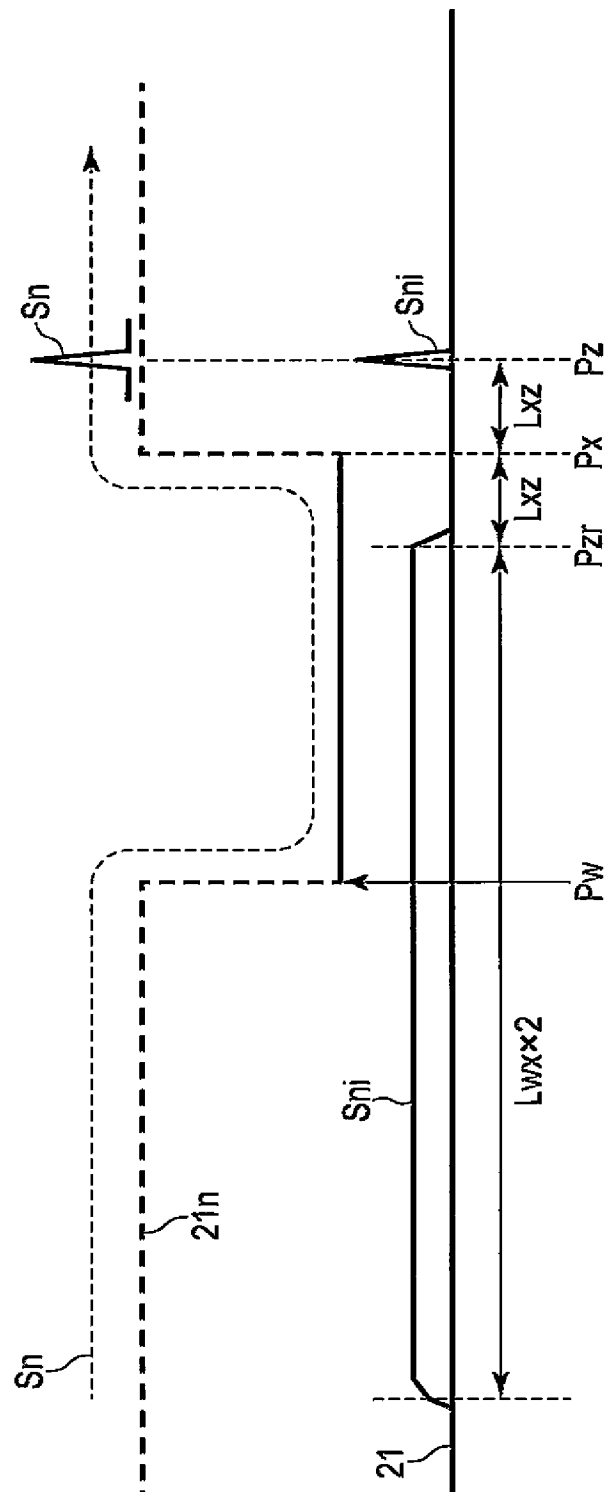
[図8]



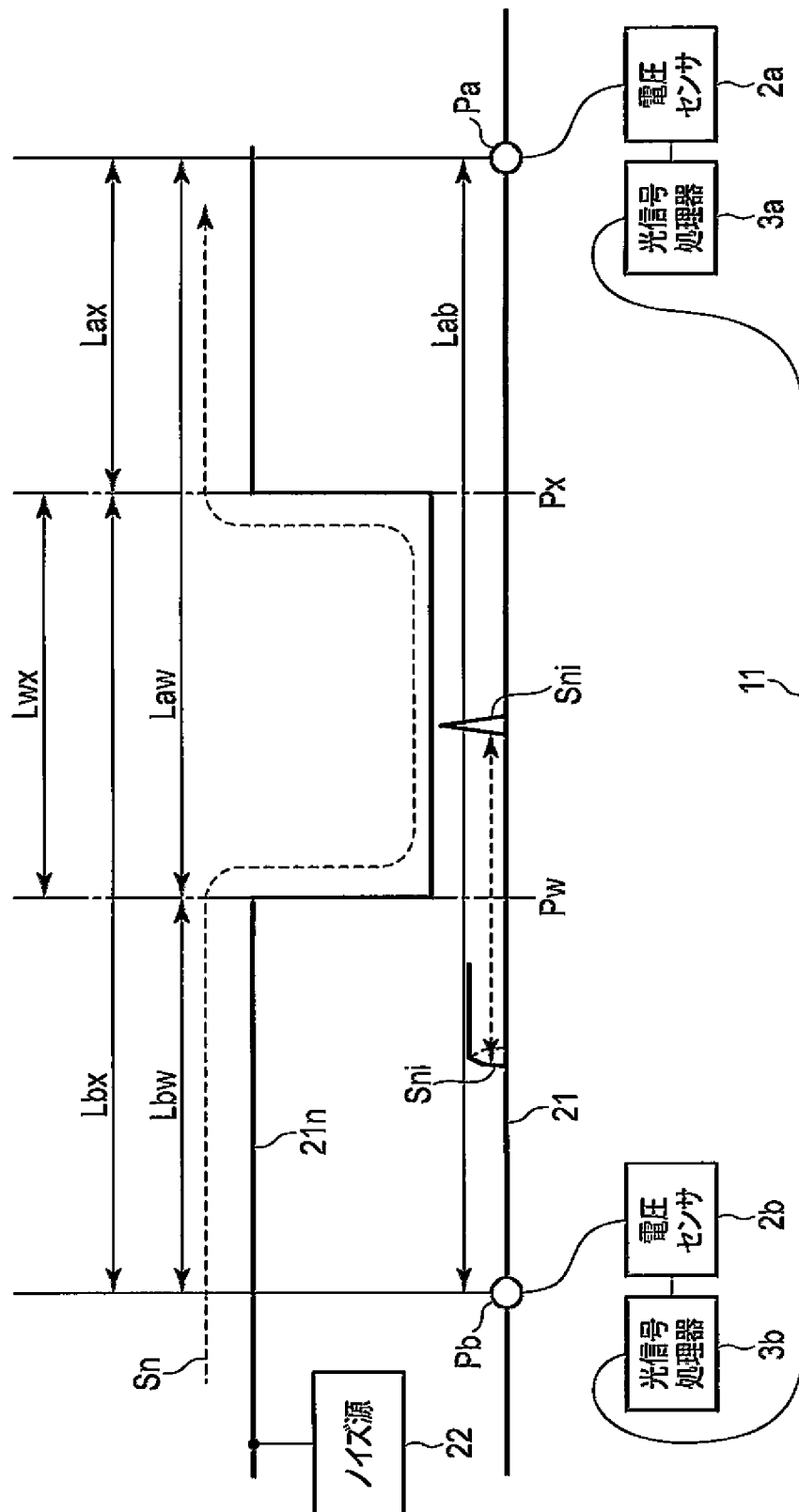
[図9]



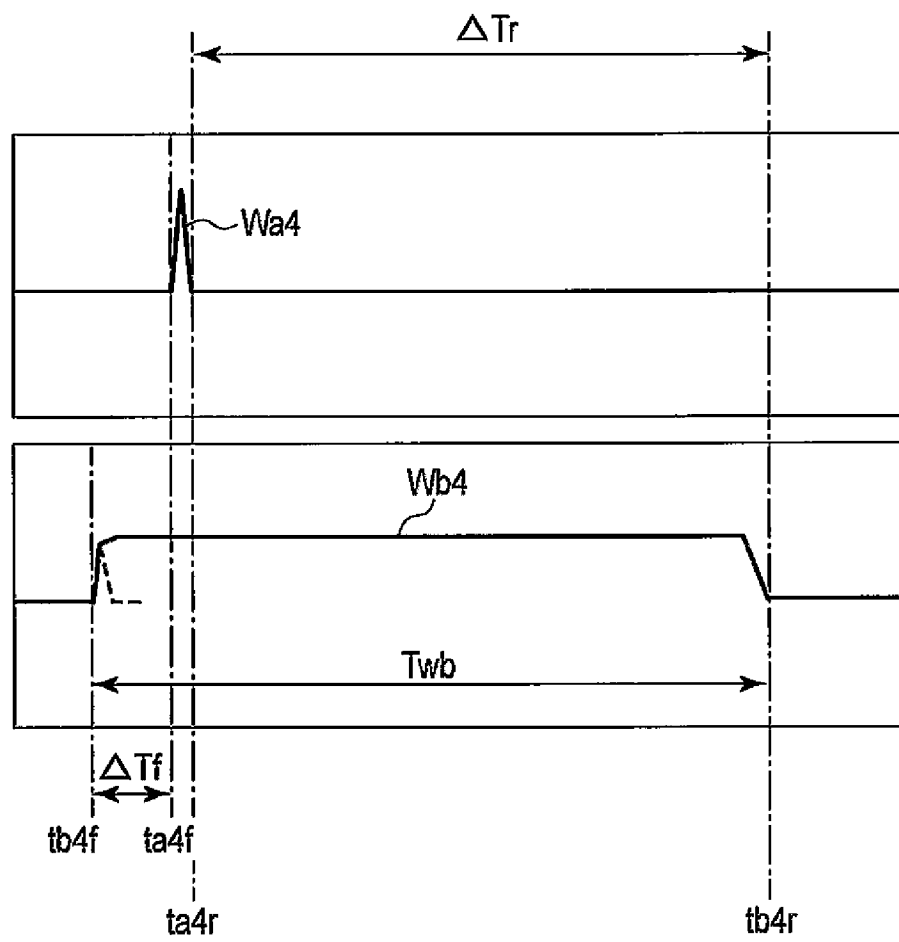
[図10]



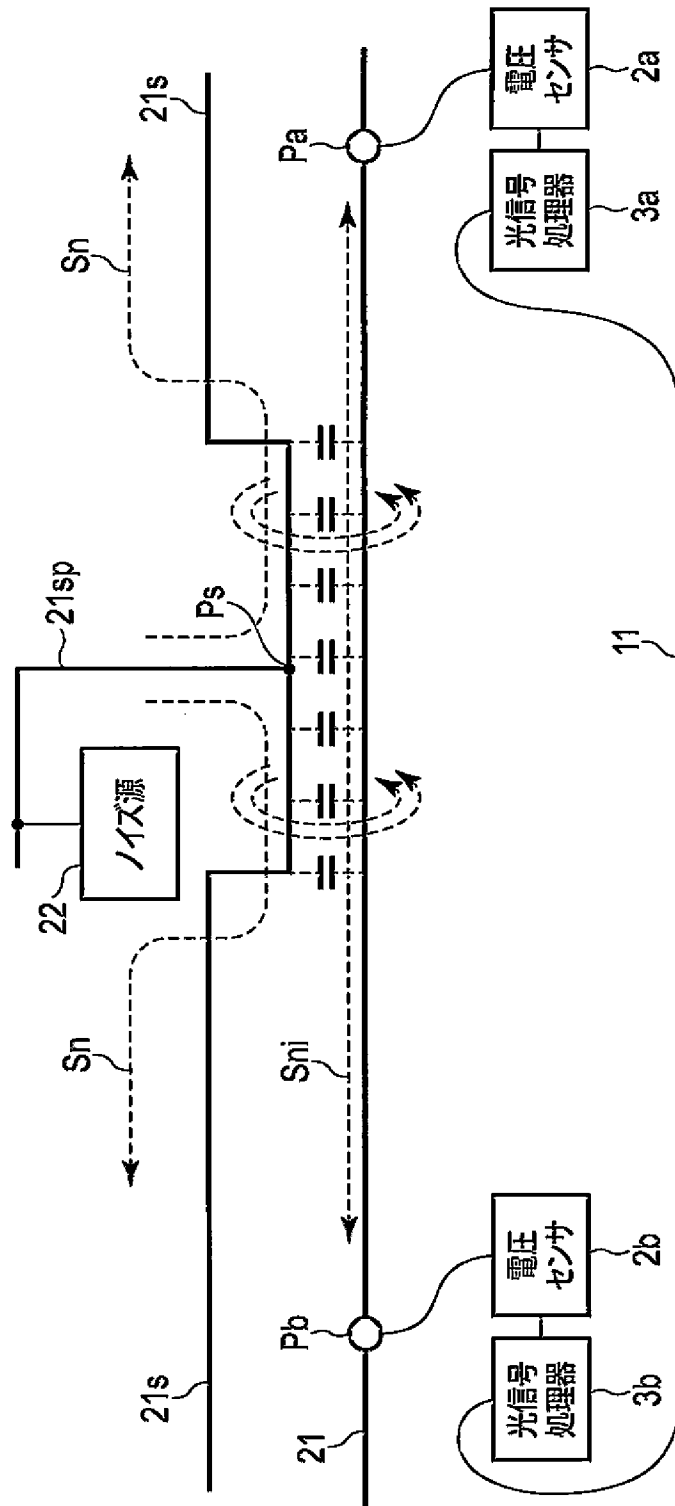
[図11]



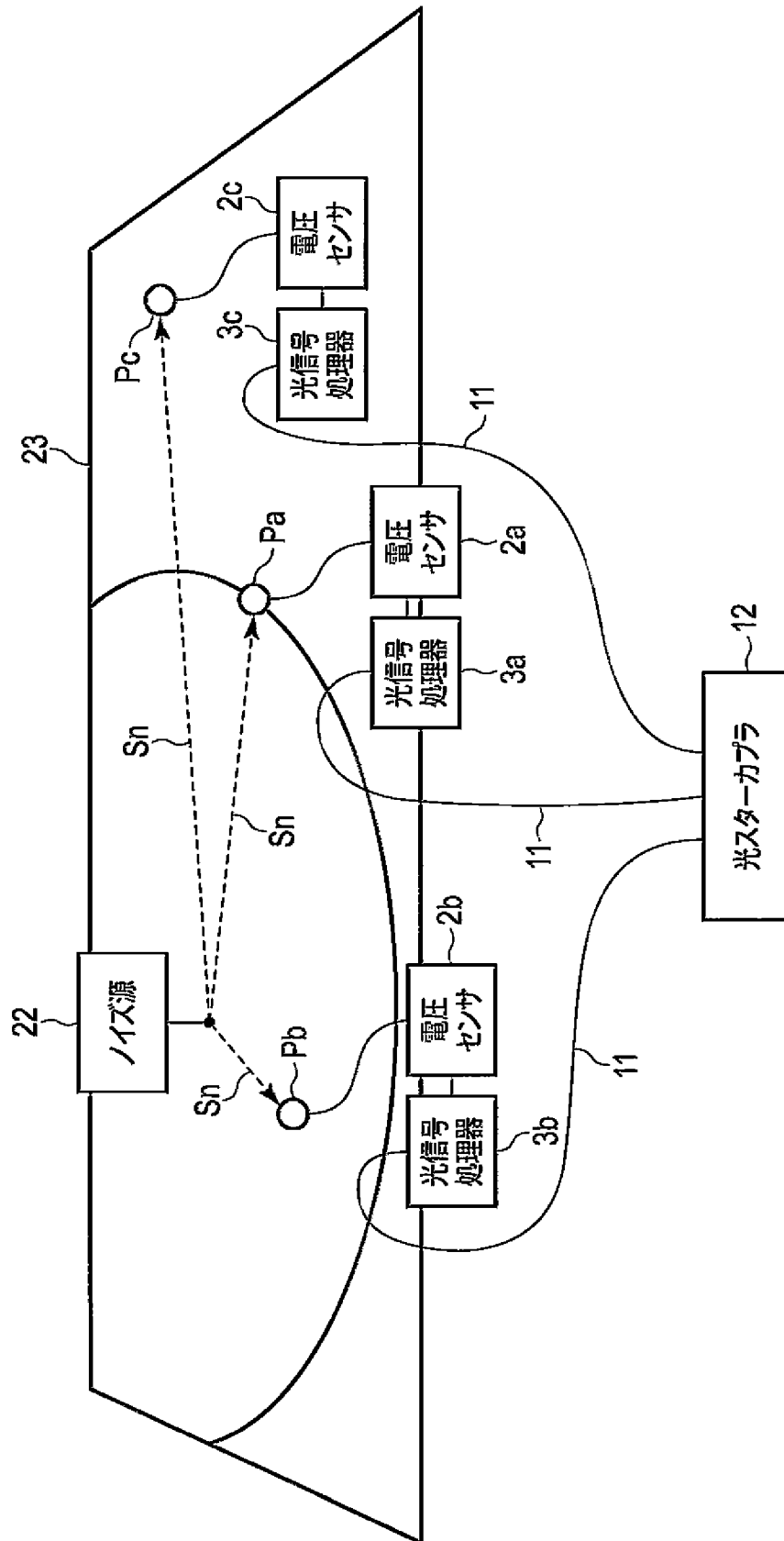
[図12]



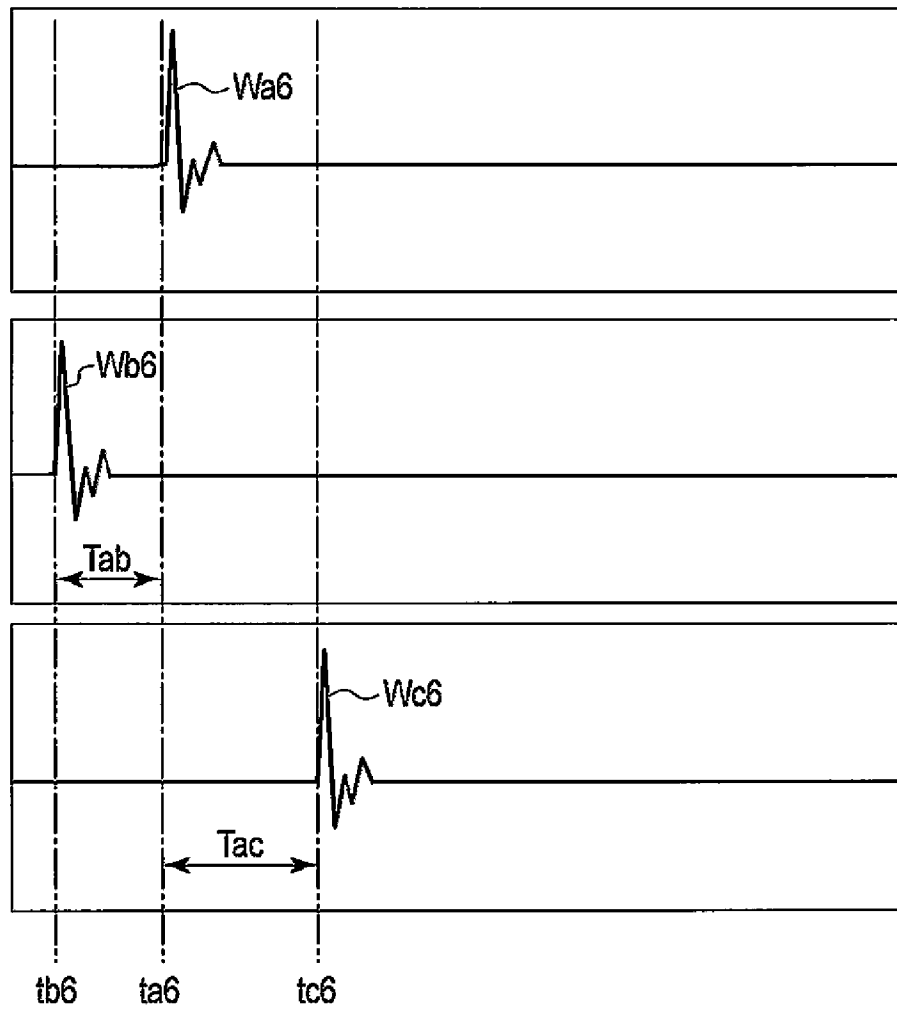
[図13]



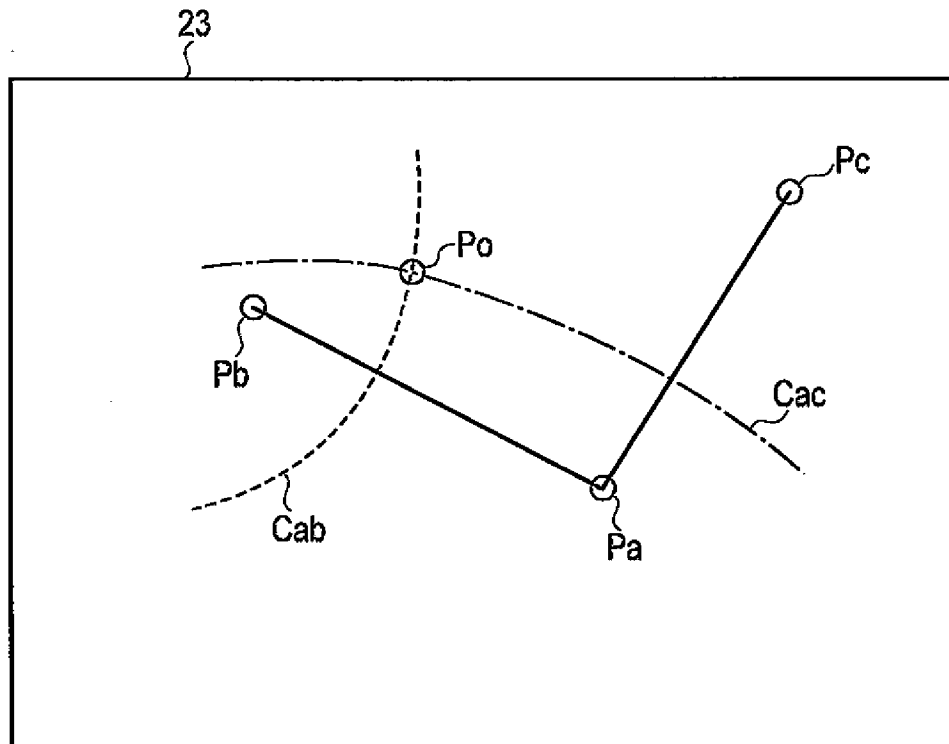
[図14]



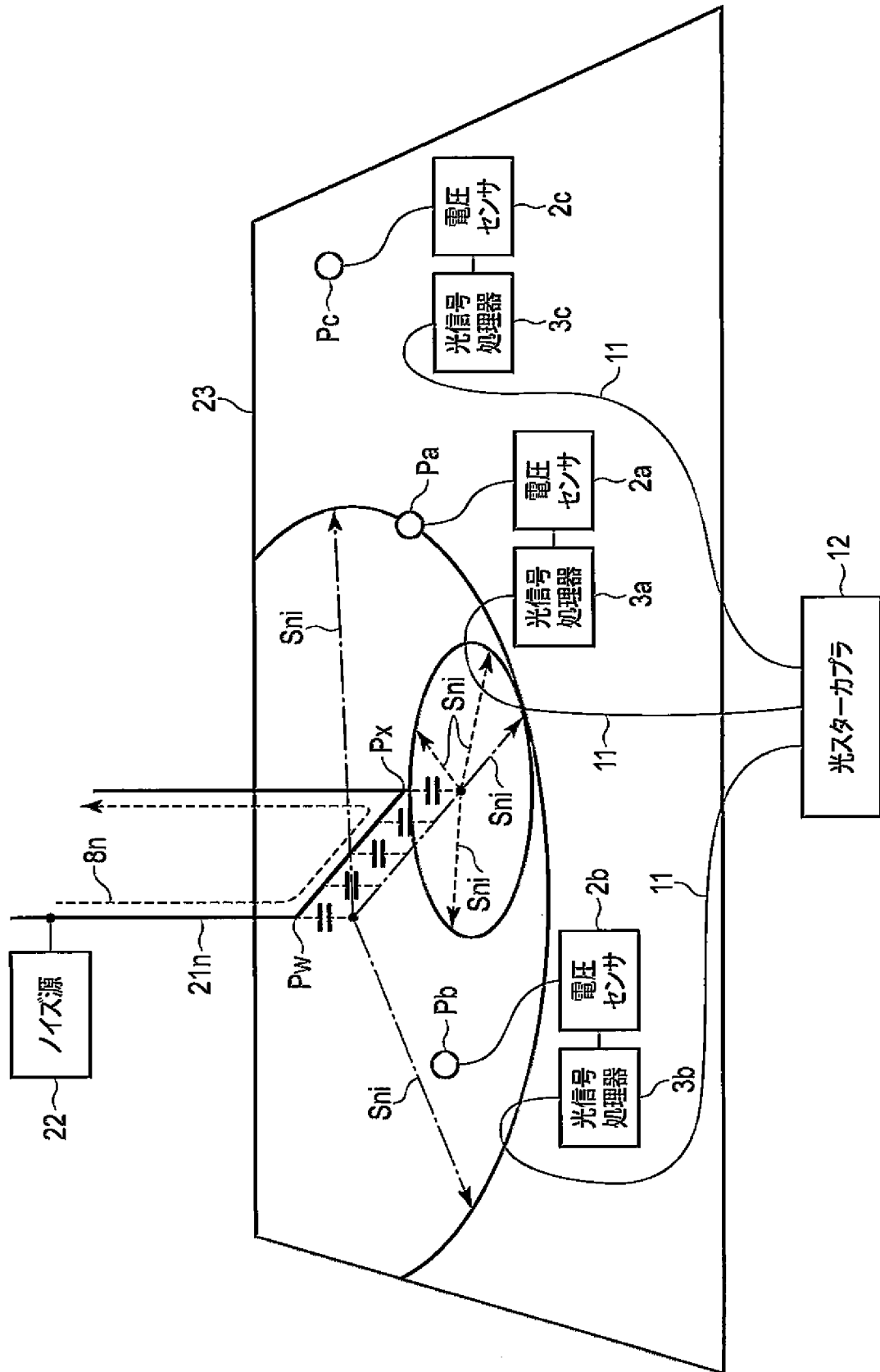
[図15]



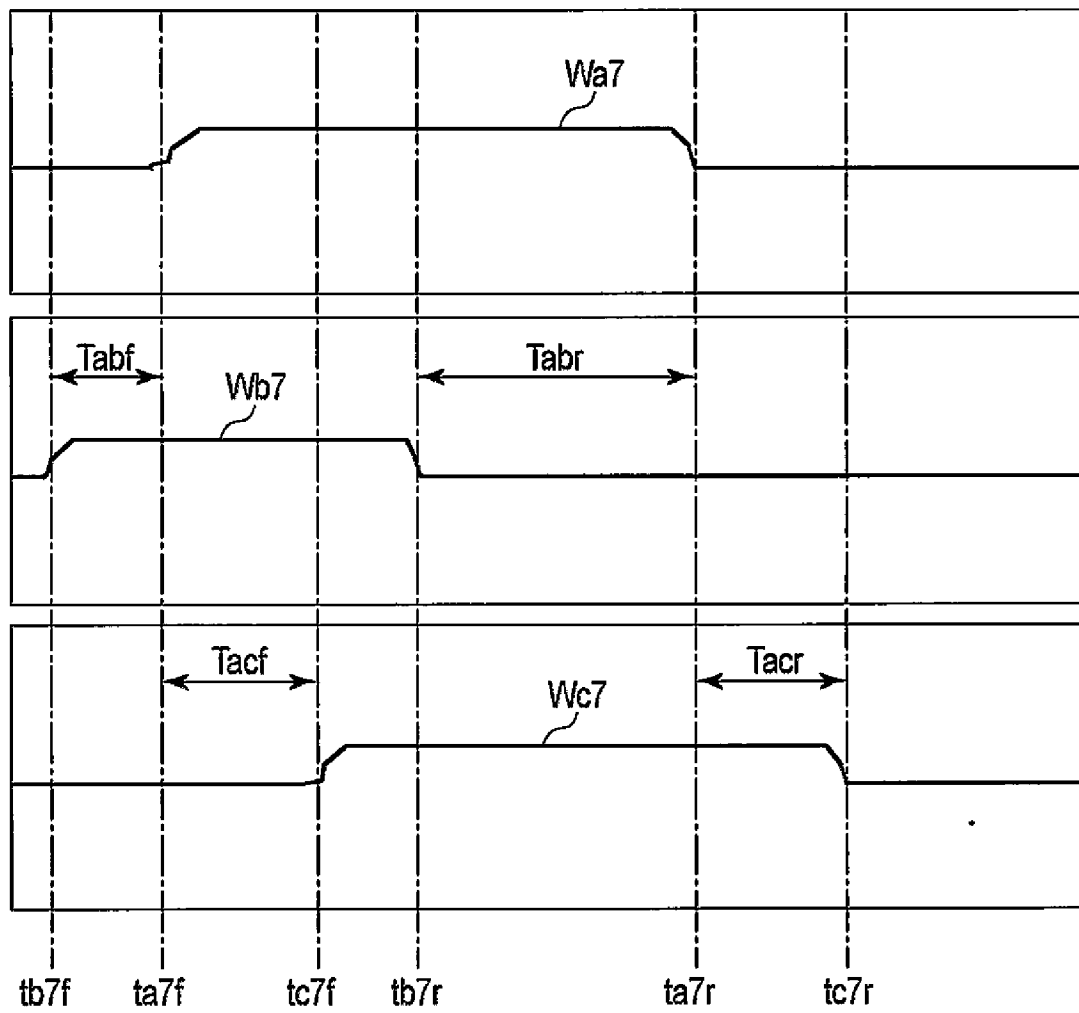
[図16]



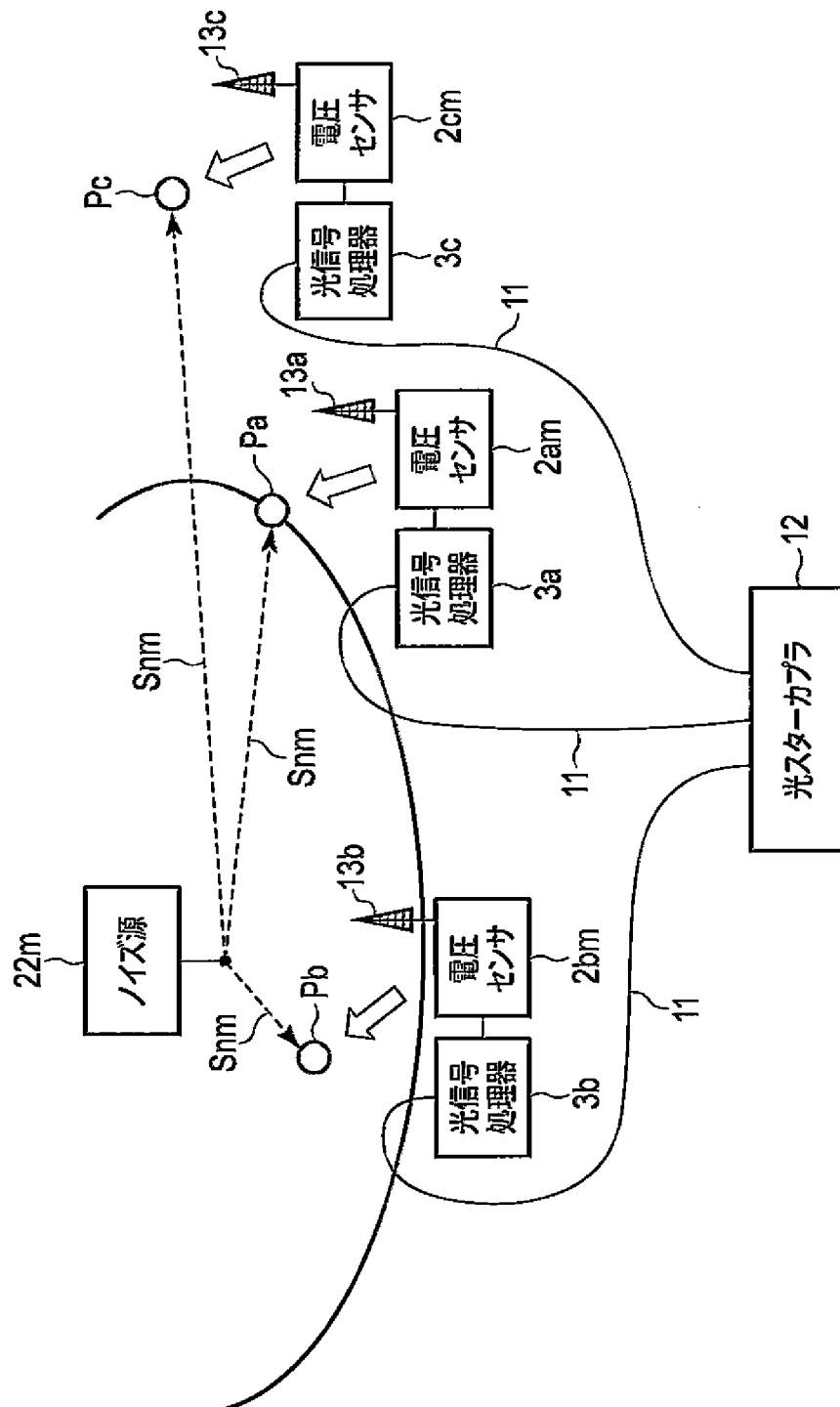
[図17]



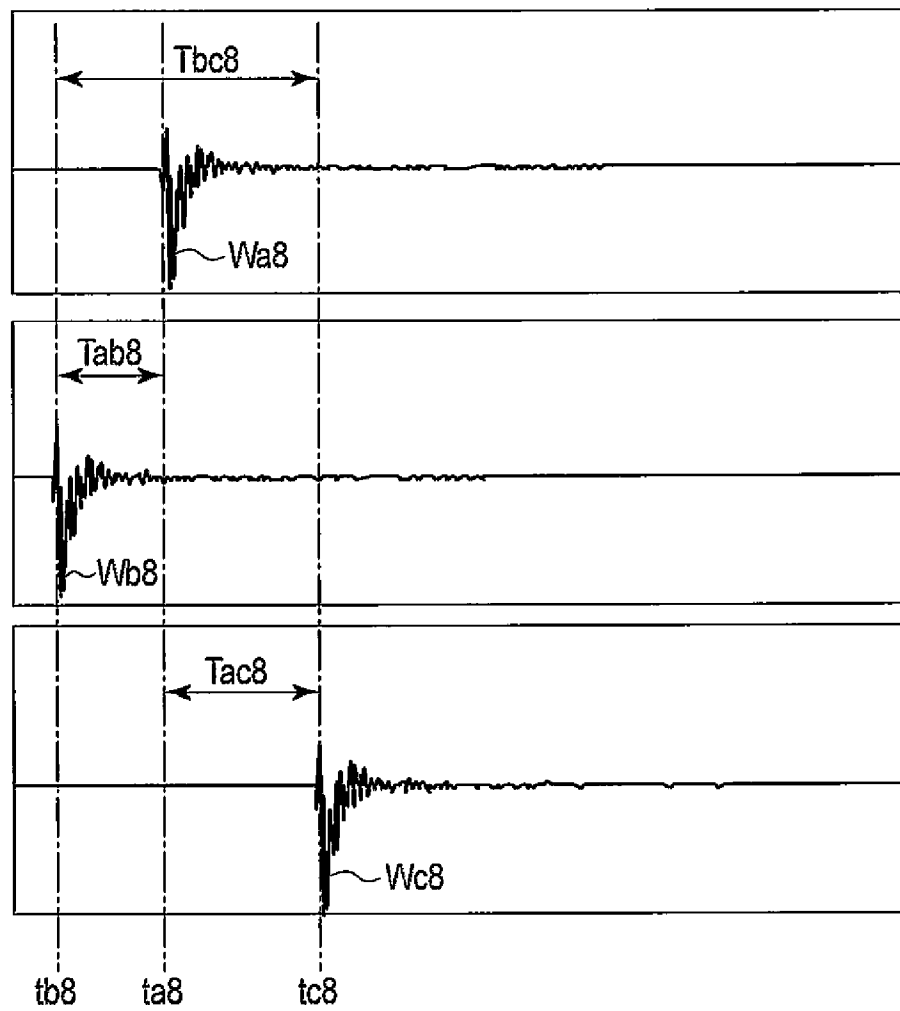
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R29/00(2006.01)i, G01R29/08(2006.01)i

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)

G01R29/00, G01R29/08, G01R31/08, G01R19/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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.
X Y A	JP 2010-271104 A (Hitachi, Ltd.), 02 December 2010 (02.12.2010), paragraphs [0002], [0008] (Family: none)	1, 13 2-6, 11, 12 7-10
Y	JP 06-118119 A (Mitsubishi Electric Corp.), 28 April 1994 (28.04.1994), paragraphs [0004], [0064] to [0069]; fig. 10 (Family: none)	2-6, 11, 12
Y	JP 2006-258729 A (Hitachi, Ltd.), 28 September 2006 (28.09.2006), paragraphs [0006], [0012], [0034] to [0045]; fig. 1 (Family: none)	4, 5, 12



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

27 July 2015 (27.07.15)

Date of mailing of the international search report

04 August 2015 (04.08.15)

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

International application No.

PCT/JP2015/065604

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-016017 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 24 January 1987 (24.01.1987), page 2, upper right column, line 3 to page 3, upper left column, line 20; fig. 1, 2 (Family: none)	3, 6, 11
A	JP 59-003273 A (Fujitsu Ltd.), 09 January 1984 (09.01.1984), page 1, lower right column, line 7 to page 2, upper right column, line 19; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-12
A	JP 2001-133503 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 May 2001 (18.05.2001), paragraphs [0017] to [0027]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-12
A	US 2014/0177694 A1 (IKANOS COMMUNICATIONS, INC.), 26 June 2014 (26.06.2014), paragraphs [0005], [0006]; fig. 1 to 3 & WO 2014/062967 A1 & AU 2013331143 A & CA 2887491 A	4, 5, 7-10, 12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01R29/00(2006.01)i, G01R29/08(2006.01)i			
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（I P C）） Int.Cl. G01R29/00, G01R29/08, G01R31/08, G01R19/00			
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 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X Y A	JP 2010-271104 A（株式会社日立製作所）2010.12.02, 段落 0002, 0008（ファミリーなし）		1, 13 2-6, 11, 12 7-10
Y	JP 06-118119 A（三菱電機株式会社）1994.04.28, 段落 0004, 0064-0069, 図 10（ファミリーなし）		2-6, 11, 12
Y	JP 2006-258729 A（株式会社日立製作所）2006.09.28, 段落 0006, 0012, 0034-0045, 図 1（ファミリーなし）		4, 5, 12
☒ 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。			
* 引用文献のカテゴリー 「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 「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 「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） 「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日の後に公表された文献 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「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 「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 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 2 7 . 0 7 . 2 0 1 5		国際調査報告の発送日 0 4 . 0 8 . 2 0 1 5	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官（権限のある職員） 荒井 誠 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8	2 S 3 2 0 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
Y	JP 62-016017 A (古河電気工業株式会社) 1987.01.24, 第2頁右上欄第3行-第3頁左上欄第20行, 第1,2図 (ファミリーなし)	3, 6, 11
A	JP 59-003273 A (富士通株式会社) 1984.01.09, 第1頁右下欄第7行-第2頁右上欄第19行, 第1-3図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2001-133503 A (三菱重工業株式会社) 2001.05.18, 段落0017-0027, 図1-4 (ファミリーなし)	1-12
A	US 2014/0177694 A1 (IKANOS COMMUNICATIONS, INC.) 2014.06.26, 段落0005, 0006, 図1-3 & WO 2014/062967 A1 & AU 2013331143 A & CA 2887491 A	4, 5, 7-10, 12