

(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11月17日(17.11.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/239144 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 15/06 (2006.01) *G01R 19/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/018037
- (22) 国際出願日: 2021年5月12日(12.05.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 荒井 稔登 (ARAI Naruto); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 丸山 雅人

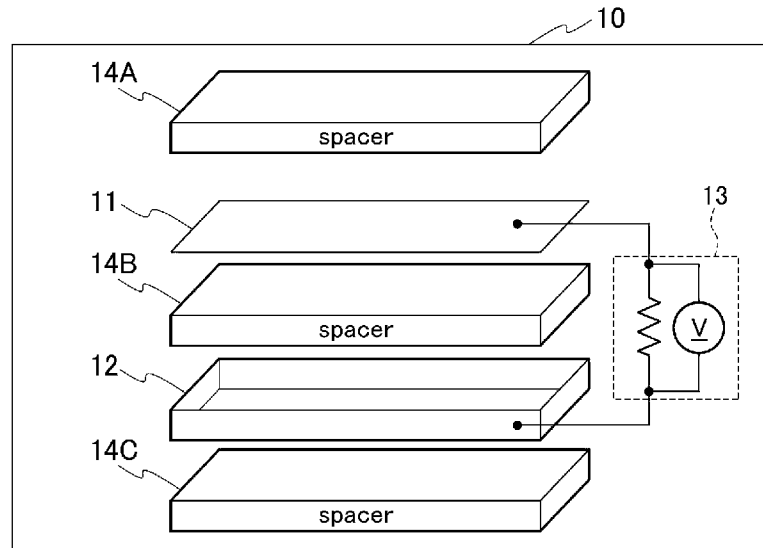
(MARUYAMA Masato); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 加藤 潤 (KATO Jun); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 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, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: MEASUREMENT SYSTEM, CONVERSION COEFFICIENT ACQUISITION DEVICE, AND VOLTAGE MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 測定システム、変換係数取得装置、および電圧測定装置



(57) Abstract: This wearable measurement system 1 comprises a voltage measurement device 10 and a conversion coefficient acquisition device 20 and measures the voltage to ground of electromagnetic noise produced in a cable W. The voltage measurement device 10 comprises a lower electrode 12, an upper electrode 11 that is disposed so as to face the lower electrode 12, and a voltage measurement circuit 13 that is connected between the lower electrode 12 and upper electrode 11. The conversion coefficient acquisition device 20 comprises a lower electrode 22, a lower electrode 23 that is disposed side by side with and at the same height as the lower electrode 22, an upper electrode 21 that is disposed so as to face the lower electrodes 22, 23, a voltage measurement circuit 24 that is connected between the lower electrode 22 and upper electrode 21, and an oscillator circuit 25 that is connected to the lower electrode 23 and upper electrode

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))

21 and outputs a signal of a prescribed frequency. The lower electrodes 12, 22, 23 of the voltage measurement device 10 and conversion coefficient acquisition device 20 have container-type shapes comprising a bottom surface and lateral walls around the bottom surface.

(57) 要約：電圧測定装置 10 と変換係数取得装置 20 とを備えて、ケーブル W に発生する電磁ノイズの対地電圧を測定するウェアラブル測定システム 1 である。電圧測定装置 10 は、下部電極 12 と、下部電極 12 に対向して配置された上部電極 11 と、下部電極 12 と上部電極 11 との間に接続した電圧測定回路 13 とを有する。変換係数取得装置 20 は、下部電極 22 と、下部電極 22 と同じ高さで並べて配置された下部電極 23 と、下部電極 22, 23 に対向して配置された上部電極 21 と、下部電極 22 と上部電極 21 との間に接続した電圧測定回路 24 と、下部電極 23 と上部電極 21 とに接続されて所定の周波数の信号を出力する発振回路 25 とを有する。電圧測定装置 10 と変換係数取得装置 20 の下部電極 12, 22, 23 は、底面と当該底面の周囲に側壁を備えた容器型の形状である。

明 細 書

発明の名称：

測定システム、変換係数取得装置、および電圧測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、測定システム、変換係数取得装置、および電圧測定装置に関する。

背景技術

[0002] 非対称デジタル加入者線（ADSL）通信は、25.875kHzから1.104MHzまでの周波数帯域を用いてブロードバンドサービスを提供する技術である。ADSL通信は、既存の金属製の電話線をブロードバンドサービスに利用できるメリットから広くサービス展開されている。

[0003] ADSL通信に使われる信号と同帯域の電磁ノイズによって通信障害が発生する事が知られている。通信障害が電磁ノイズ起因であることが疑われる場合、電磁ノイズの発生源の探索および適切なノイズフィルタの選定のため、通信ケーブルおよび通信装置に繋がる電源ケーブル上の電磁ノイズの周波数や強度の測定が行われる。電磁ノイズは大地または大地に繋がる金属製の床材などをリターンパスとするループを形成する場合が多いため、電磁ノイズの対地電圧を測定することが多い。以下では、大地および大地に繋がる金属製の床材などを総称して大地と表記する。

[0004] 電磁ノイズの対地電圧は、オシロスコープなどの測定器の接地を取り、測定対象のケーブルにオシロスコープに接続されたパッシブプローブを接触させて測定する。もしくは、オシロスコープに接続された容量性電圧プローブでケーブルを被覆上からクランプすることで測定する。

[0005] 接地を取ることが難しい環境では、接地を取らない状態のまま電圧を測定し、測定器のグラウンドの対地容量を用いて測定結果を補正する。

先行技術文献

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：N. Arai, K. Okamoto, and J. Kato, “Wearable Measurement Method for Voltage to Ground of Conducted Noise on Unshielded Cables,” 2020 International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EM C EUROPE), 2020.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 発明者らは、接地を必要としない測定器として非特許文献1のウェアラブル測定器を提案した。作業者が靴状のウェアラブル測定器を履き、測定対象のケーブルに接触することでケーブルに流れる電磁ノイズの対地電圧を測定できる。この靴状のウェアラブル測定器は左右で役割が異なる。一方の足に装着するデバイスは、電磁ノイズによってデバイス内部に生じる電圧を測定する電圧測定デバイスである。他方の足に装着するデバイスは、電圧測定デバイスで測定された電圧から電磁ノイズの対地電圧を求めるための変換係数を得る変換係数取得デバイスである。なお、変換係数は周波数特性を持つ。
- [0008] 非特許文献1の電圧測定デバイスは、上部電極と下部電極とが向かい合って配置され、電磁ノイズによって上部電極と下部電極との間に接続された抵抗に生じる電圧を測定する。非特許文献1では、上部電極は、作業者の足裏および下部電極との間でのみ静電容量を形成することが想定されている。しかしながら、実際には、上部電極と基準電位となる大地との間にも静電容量が形成される。この静電容量が大きくなると電圧測定デバイスで測定される電圧が小さくなってしまう。つまり、小さい電磁ノイズの測定および測定環境と大地との間の距離が離れている場合の測定が難しくなるという問題があった。
- [0009] 非特許文献1の変換係数取得デバイスは、上部電極と2枚の下部電極とが向かい合って配置される。上部電極と一方の下部電極との間に発振回路が接続される。発振回路が信号を出力した際に、上部電極と他方の下部電極との間に接続された抵抗に生じる電圧を測定することで電圧測定デバイスの測定した電圧から対地電圧を求めるための変換係数を取得する。変換係数取得デ

バイスは、その構造上、上部電極と大地との間に静電容量が形成されることは明らかであり、非特許文献1においても上部電極と大地との結合が想定されている。この静電容量が大きくなると発振回路から信号を出力した際に変換係数取得デバイス内で観測される電圧が小さくなってしまう。つまり、測定環境と大地との間の距離が離れている場合の測定が難しくなるという問題があった。

[0010] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、電磁ノイズの測定器の測定能力を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の一態様の測定システムは、ケーブルに発生する電磁ノイズの対地電圧を測定する測定システムであって、変換係数取得装置と電圧測定装置とを備え、前記変換係数取得装置は、第1下部電極と、前記第1下部電極と同じ高さで並べて配置された第2下部電極と、前記第1下部電極と前記第2下部電極とに対向して配置された第1上部電極と、前記第1下部電極と前記第1上部電極との間に接続した第1電圧測定回路と、前記第2下部電極と前記第1上部電極とに接続されて所定の周波数の信号を出力する発振回路とを有し、前記第1電圧測定回路は、前記第1上部電極の上に作業者が乗り、当該作業者が前記ケーブルに接触しない状態で、前記発振回路が信号を出力した際に、当該第1電圧測定回路内に生じる第1電圧を測定し、当該第1電圧に基づいて変換係数を求め、前記電圧測定装置は、第3下部電極と、前記第3下部電極に対向して配置された第2上部電極と、前記第3下部電極と前記第2上部電極との間に接続した第2電圧測定回路とを有し、前記第2電圧測定回路は、前記第2上部電極の上に作業者が乗り、当該作業者が前記ケーブルに接触した状態で、当該第2電圧測定回路内に生じる第2電圧を測定し、前記第2電圧に前記変換係数を乗じて前記ケーブルに生じる電磁ノイズの対地電圧を求め、前記第1下部電極、前記第2下部電極、または前記第3下部電極の少なくともいずれかは底面と当該底面の周囲に側壁を備えた容器型の形状である。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、電磁ノイズの測定器の測定能力を向上できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本実施形態のウェアラブル測定システムによる測定イメージの一例を示す図である。

[図2]図2は、電圧測定装置の構成の一例を示す模式図である。

[図3]図3は、電圧測定装置の上部電極と下部電極の位置関係を説明するための断面図である。

[図4]図4は、電圧測定装置の上部電極と下部電極の別の位置関係を説明するための断面図である。

[図5]図5は、変換係数取得装置の構成の一例を示す模式図である。

[図6]図6は、変換係数取得装置の上部電極と下部電極の位置関係を説明するための断面図である。

[図7]図7は、変換係数取得装置の上部電極と下部電極の別の位置関係を説明するための断面図である。

[図8]図8は、変換係数取得装置の上部電極と下部電極の別の位置関係を説明するための側面図である。

[図9]図9は、電磁ノイズの対地電圧の測定処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図10]図10は、作業者がケーブルを掴んだときのウェアラブル測定システムの等価回路図である。

[図11]図11は、電圧測定装置の上部電極と大地との間の静電容量を変化させた場合に電圧測定装置で測定される電圧を示すグラフである。

[図12]図12は、電圧測定装置の上部電極と大地との間の静電容量と下部電極の側壁の高さとの関係を示すグラフである。

[図13]図13は、作業者がケーブルを掴んでいないときのウェアラブル測定システムの等価回路図である。

[図14]図14は、変換係数取得装置の上部電極と大地との間の静電容量を変

化させた場合に変換係数取得装置で測定される電圧を示すグラフである。

[図15]図15は、変換係数取得装置の上部電極と大地との間の静電容量と下部電極の側壁の高さとの関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付し説明を省略する。

[0015] 図1を参照し、本実施形態のウェアラブル測定システム1について説明する。図1では、2つの装置A1、A2が被覆付きケーブルWで接続されており、装置A1から装置A2へ電磁ノイズが伝搬していると仮定する。図1のウェアラブル測定システム1は、電圧測定装置10、変換係数取得装置20、および演算装置30を備える。作業員Uの靴の一方に電圧測定装置10が設置され、靴の他方に変換係数取得装置20が設置される。演算装置30には、パーソナルコンピュータ、携帯端末などの計算機を用いることができる。

[0016] 非特許文献1に記載されているように、測定器を接地しないで対地電圧を測定する場合、測定器の対地容量に応じて測定電圧のレベルが変化する。測定器で同じ対地電圧を測定した場合、測定電圧は接地容量が小さいときは低く、接地容量が大きいときは高くなる。測定環境ごとに測定電圧 V_m と電磁ノイズの対地電圧 V_n の比である変換係数 X を求めることができれば、非接地の測定器で電磁ノイズの対地電圧を測定することができる。変換係数 X は、測定電圧 V_m と電磁ノイズの対地電圧 V_n を用い、次式(1)で表される。

$$[0017] \quad X = V_n / V_m \quad (1)$$

[0018] 本実施形態のウェアラブル測定システム1では、まず、作業員UがケーブルWに触れない状態で、変換係数取得装置20が変換係数 X を求める。続いて、作業員UがケーブルWに触れた状態で、電圧測定装置10が自身の備える電圧測定回路に生じる電圧 V_m を測定する。演算装置30は、変換係数取得装置20から変換係数 X を受信し、電圧測定装置10から測定電圧 V_m を

受信して、測定電圧 V_m に変換係数 X を乗じて電磁ノイズの対地電圧 V_n を求める。

[0019] 次に、図2を参照し、電圧測定装置10の構成の一例について説明する。

[0020] 図2に示す電圧測定装置10は、上部電極11、下部電極12、電圧測定回路13、およびスペーサ14A、14B、14Cを備える。図2では上部電極11、下部電極12、およびスペーサ14A、14B、14Cを離間して図示しているが、図示した順で、スペーサ14C、下部電極12、スペーサ14B、上部電極11、およびスペーサ14Aが重ねて配置される。具体的には、上部電極11の上面には、上部電極11と作業者Uの足裏とが接触しないように、スペーサ14Aが配置される。上部電極11と下部電極12との間には、上部電極11と下部電極12とが接触しないように、スペーサ14Bが配置される。下部電極12の下面には、下部電極12と大地とが接触しないように、スペーサ14Cが配置される。上部電極11と下部電極12には、例えば、銅板などの導体を用いることができる。スペーサ14A、14B、14Cには、例えば、アクリルなどの絶縁体を用いることができる。

[0021] 下部電極12は、底面12Aと底面12Aの外周に位置する側壁12Bを有する水槽型形状（上面が開口した容器）である。下部電極12の底面12Aは、大地に向かい合わせて配置される。

[0022] 上部電極11は、下部電極12の底面12Aに向かい合わせて配置される。図3に示すように、上部電極11を側壁12Bの高さ t よりも高い位置に配置してもよいし、図4に示すように、上部電極11を側壁12Bの高さ t よりも低い位置に配置してもよい。上部電極11を側壁12Bの高さ t よりも低い位置に配置する場合、上部電極11と側壁12Bとが接触しないようにする。例えば、上部電極11の大きさを側壁12Bに接触しない大きさにする。なお、上部電極11と下部電極12の底面12Aは四角形に限らず、円であってもよいし、任意の形状でよい。

[0023] 電圧測定回路13は、上部電極11と下部電極12との間に接続されて、

電圧測定回路 13 に生じる電圧 V_m を測定する。測定電圧 V_m と変換係数取得装置 20 の取得した変換係数 X から電磁ノイズの対地電圧 V_n を求めることができる。

[0024] 上部電極 11、下部電極 12、およびスペーサ 14A、14B、14C は、作業者 U の靴底に配置される。電圧測定回路 13 は、作業者 U の靴底に配置してもよいし、アッパーなど靴を構成する別のパーツに配置してもよい。

[0025] 次に、図 5 を参照し、変換係数取得装置 20 の構成の一例について説明する。

[0026] 図 5 に示す変換係数取得装置 20 は、上部電極 21、2 つの下部電極 22、23、電圧測定回路 24、発振回路 25、およびスペーサ 26A、26B、26C、26D を備える。図 5 では上部電極 21、2 つの下部電極 22、23、およびスペーサ 26A、26B、26C、26D を離間して図示しているが、図示した順で、スペーサ 26D、2 つの下部電極 22、23、2 つのスペーサ 26B、26C、上部電極 21、およびスペーサ 26A が重ねて配置される。具体的には、上部電極 21 の上面には、上部電極 21 と作業者 U の足裏とが接触しないように、スペーサ 26A が配置される。上部電極 21 と下部電極 22、23 との間には、上部電極 21 と下部電極 22、23 とが接触しないように、スペーサ 26B、26C が配置される。下部電極 22、23 の下面には、下部電極 22、23 と大地とが接触しないように、スペーサ 26D が配置される。上部電極 21 と下部電極 22、23 には、例えば、銅板などの導体を用いることができる。スペーサ 26A、26B、26C、26D には、例えば、アクリルなどの絶縁体を用いることができる。

[0027] 下部電極 22、23 のそれぞれは、電圧測定装置 10 の下部電極 12 と同様に、底面 22A、23A と底面 22A、23A の外周に位置する側壁 22B、23B を有する水槽型形状である。下部電極 22、23 の底面 22A、23A は、同じ高さ位置で、大地に向かい合わせて配置される。

[0028] 上部電極 21 は、下部電極 22、23 の底面 22A、23A のそれぞれに向かい合わせて配置される。図 6 に示すように、上部電極 21 を側壁 22B

、23Bの高さ t よりも高い位置に配置してもよいし、図7に示すように、上部電極21を側壁22B、23Bの高さ t よりも低い位置に配置してもよい。なお、上部電極21と下部電極22、23の底面22A、23Aは四角形に限らず、円であってもよいし、任意の形状でよい。

[0029] 上部電極21を側壁22B、23Bの高さ t よりも低い位置に配置する場合、図8に示すように、下部電極22の側壁22Bが上部電極21に干渉しないように、下部電極22の下部電極23側の側壁22Bに切り欠け22Cを形成する。同様に、下部電極23の下部電極22側の側壁23Bにも切り欠けを形成する。上部電極21は、側壁22B、23Bの高さ t よりも低く、切り欠け部分の高さ t_k よりも高い位置に配置される。

[0030] 電圧測定回路24は、上部電極21と一方の下部電極22に接続されて、発振回路25が信号を出力した際に生じる電圧 V_r を測定する。測定した電圧 V_r から変換係数 X を求めることができる。

[0031] 発振回路25は、上部電極21と他方の下部電極23に接続されて、所定周波数の信号を出力する。

[0032] 上部電極21、下部電極22、23、およびスペーサ26A、26B、26C、26Dは、作業者Uの靴底に配置される。電圧測定回路24と発振回路25は、作業者Uの靴底に配置してもよいし、アッパーなど靴を構成する別のパーツに配置してもよい。

[0033] 演算装置30は、電圧測定装置10の測定した測定電圧 V_m に変換係数取得装置20の取得した変換係数 X を乗じて電磁ノイズの対地電圧 V_n を求める。図1では、演算装置30を別の装置として図示しているが、演算装置30の機能を電圧測定装置10が搭載してもよいし、変換係数取得装置20が搭載してもよい。

[0034] なお、図2および図5では、電圧測定装置10と変換係数取得装置20の下部電極12、22、23の全てを水槽型としたが、下部電極12、22、23の少なくともいずれかの形状が、底面と当該底面の周囲に側壁を備えた水槽型であってもよい。例えば、下部電極12は水槽型の形状であって、下

部電極 22, 23 は板状であってもよいし、下部電極 12 が板状で、下部電極 22, 23 が水槽型の形状であってもよい。

[0035] 次に、図 9 のフローチャートを参照し、ウェアラブル測定システム 1 を用いた電磁ノイズの対地電圧の測定方法について説明する。

[0036] 通信障害が発生している現場に行く前に、作業者 U は事前の校正作業を行う。具体的には、電磁ノイズを模した信号の対地電圧 V_n と電圧測定装置 10 で測定した測定電圧 V_m が既知のいくつかの環境において、発振回路 25 から信号を出力して電圧測定回路 24 に生じる電圧 V_r を測定し、電圧 V_r と変換係数 X の対応関係を求める。対応関係は、変換係数取得装置 20 の保持する記憶装置に記憶させてもよいし、演算装置 30 に対応関係を記憶させてもよい。なお、非特許文献 1 には、異なる厚さのアクリル板の上で電圧 V_r と変換係数 X の対応関係を求めた校正作業の一例が記載されている。

[0037] 作業者 U は、ウェアラブル測定システム 1 を装着して電磁ノイズの対地電圧を測定する場所に立ち、以下の処理を実施する。

[0038] ステップ S1 にて、作業者 U がケーブル W に触れない状態で、変換係数取得装置 20 は、発振回路 25 から所定の周波数の信号を出力し、電圧測定回路 24 に生じる電圧 V_r を測定する。変換係数取得装置 20 は、事前の校正作業で得られた対応関係に基づき、測定電圧 V_r から変換係数 X を求める。変換係数 X が求まると、変換係数取得装置 20 は、発振回路 25 からの出力を停止する。作業者 U はケーブル W を把持する。

[0039] ステップ S2 にて、電圧測定装置 10 は、作業者 U がケーブル W に触れた状態で電圧測定回路 13 に生じる電圧 V_m を測定する。

[0040] ステップ S3 にて、演算装置 30 は、電圧測定装置 10 の測定した測定電圧 V_m に変換係数取得装置 20 の求めた変換係数 X を乗じて電磁ノイズの対地電圧 V_n を求める。

[0041] 以上の処理によって、電磁ノイズの対地電圧 V_n を測定できる。

[0042] 次に、電圧測定装置 10 の上部電極 11 と大地との間の静電容量 C_a の影響について説明する。

[0043] 図10に、作業者UがケーブルWを掴んだときのウェアラブル測定システム1の等価回路を示す。C1は、下部電極12と大地との間の静電容量である。C2は、上部電極11と下部電極12との間の静電容量である。C3は、作業者Uと上部電極11との間の静電容量である。Znは、等価的な電磁ノイズ負荷インピーダンスである。Zhは、ケーブルWと作業者Uとの間の静電容量を含む作業者Uのインピーダンスである。Zfは、変換係数取得装置20と作業者Uおよび大地との間の静電容量を含む変換係数取得装置20のインピーダンスである。Vnは、測定したい電磁ノイズの対地電圧である。Vmは、電圧測定回路13に生じる電圧である。

[0044] 作業者UがケーブルWを掴んだときに電圧測定回路13に生じる電圧Vmに注目する。図11に、等価回路内のパラメータを固定し、静電容量Caを変更しながら回路解析を行った場合の電圧測定回路13に生じる電圧Vmの変化を示す。図11では、静電容量Caを1pF、10pF、100pF、1000pFに変更した場合の測定電圧Vmを示している。図11に示すように、静電容量Caが大きくなるにつれて、測定電圧Vmは小さくなることが分かる。

[0045] 本実施形態では、下部電極12を側壁12Bを備えた水槽型として静電容量Caを小さくした。図12に、下部電極12の高さtを変化させた場合の静電容量Caを電磁界解析によって求めた結果を示す。図12では、高さtを5mm、10mm、15mm、20mmに変更した場合の静電容量Caを示している。下部電極12を水槽型とすることで静電容量Caを小さくできる。

[0046] 次に、変換係数取得装置20の上部電極21と大地との間の静電容量Cbの影響について説明する。

[0047] 図13に、作業者UがケーブルWを掴んでいないときのウェアラブル測定システム1の等価回路を示す。C4は、下部電極22と大地との間の静電容量である。C5は、下部電極23と大地との間の静電容量である。C6は、上部電極21と下部電極22との間の静電容量である。C7は、上部電極2

1 と下部電極 2 3 との間の静電容量である。C 8 は、作業者 U と上部電極 2 1 との間の静電容量である。Z m は、電圧測定装置 1 0 と大地との間の静電容量を含む電圧測定装置 1 0 のインピーダンスである。V r は、発振回路 2 5 が信号を出力したときに電圧測定回路 2 4 に生じる電圧である。

[0048] 発振回路 2 5 が信号を出力したときに電圧測定回路 2 4 に生じる電圧 V r に注目する。図 1 4 に、等価回路内のパラメータを固定し、静電容量 C b を変更しながら回路解析を行った場合の電圧測定回路 2 4 に生じる電圧 V r の変化を示す。図 1 4 では、静電容量 C b を 1 p F、1 0 p F、1 0 0 p F、1 0 0 0 p F に変更した場合の測定電圧 V r を示している。図 1 4 に示すように、静電容量 C b が大きくなるにつれて、測定電圧 V r は小さくなることが分かる。

[0049] 電圧測定装置 1 0 の下部電極 1 2 と同様に、下部電極 2 2、2 3 を側壁 2 2 B、2 3 B を備えた水槽型として静電容量 C b を小さくした。図 1 5 に、下部電極 2 2、2 3 の高さ t を変化させた場合の静電容量 C a を電磁界解析によって求めた結果を示す。図 1 5 では、下部電極 2 2、2 3 に切り欠けを形成し、切り欠けの高さ t k を 0 とし、高さ t を 5 mm、1 0 mm、1 5 mm、2 0 mm に変更した場合の静電容量 C b を示している。下部電極 2 2、2 3 を水槽型とすることで静電容量 C b を小さくできる。

[0050] 以上説明したように、本実施形態のウェアラブル測定システム 1 は、電圧測定装置 1 0 と変換係数取得装置 2 0 とを備える。電圧測定装置 1 0 は、下部電極 1 2 と、下部電極 1 2 に対向して配置された上部電極 1 1 と、下部電極 1 2 と上部電極 1 1 との間に接続した電圧測定回路 1 3 とを有する。変換係数取得装置 2 0 は、下部電極 2 2 と、下部電極 2 2 と同じ高さで並べて配置された下部電極 2 3 と、下部電極 2 2、2 3 に対向して配置された上部電極 2 1 と、下部電極 2 2 と上部電極 2 1 との間に接続した電圧測定回路 2 4 と、下部電極 2 3 と上部電極 2 1 とに接続されて所定の周波数の信号を出力する発振回路 2 5 とを有する。電圧測定装置 1 0 と変換係数取得装置 2 0 の下部電極 1 2、2 2、2 3 は、底面と当該底面の周囲に側壁を備えた容器型

の形状である。これにより、電圧測定装置 10 と変換係数取得装置 20 の上部電極 11, 21 と大地との間に生じる静電容量 C_a , C_b を小さくできる。その結果、小さい電磁ノイズの対地電圧の測定、測定環境と大地との間の距離が離れている場所での対地電圧の測定が可能になる。

符号の説明

- [0051] 1 ウェアラブル測定システム
- 10 電圧測定装置
 - 11 上部電極
 - 12 下部電極
 - 12A 底面
 - 12B 側壁
 - 13 電圧測定回路
 - 14A, 14B, 14C スペース
 - 20 変換係数取得装置
 - 21 上部電極
 - 22, 23 下部電極
 - 22A, 23A 底面
 - 22B, 23B 側壁
 - 24 電圧測定回路
 - 25 発振回路
 - 26A, 26B, 26C, 26D スペース
 - 30 演算装置

請求の範囲

- [請求項1] ケーブルに発生する電磁ノイズの対地電圧を測定する測定システムであって、
- 変換係数取得装置と電圧測定装置とを備え、
- 前記変換係数取得装置は、
- 第1下部電極と、
- 前記第1下部電極と同じ高さで並べて配置された第2下部電極と、
- 、
- 前記第1下部電極と前記第2下部電極とに対向して配置された第1上部電極と、
- 前記第1下部電極と前記第1上部電極との間に接続した第1電圧測定回路と、
- 前記第2下部電極と前記第1上部電極とに接続されて所定の周波数の信号を出力する発振回路とを有し、
- 前記第1電圧測定回路は、前記第1上部電極の上に作業者が乗り、当該作業者が前記ケーブルに接触しない状態で、前記発振回路が信号を出力した際に、当該第1電圧測定回路内に生じる第1電圧を測定し、当該第1電圧に基づいて変換係数を求め、
- 前記電圧測定装置は、
- 第3下部電極と、
- 前記第3下部電極に対向して配置された第2上部電極と、
- 前記第3下部電極と前記第2上部電極との間に接続した第2電圧測定回路とを有し、
- 前記第2電圧測定回路は、前記第2上部電極の上に作業者が乗り、当該作業者が前記ケーブルに接触した状態で、当該第2電圧測定回路内に生じる第2電圧を測定し、前記第2電圧に前記変換係数を乗じて前記ケーブルに生じる電磁ノイズの対地電圧を求め、
- 前記第1下部電極、前記第2下部電極、または前記第3下部電極の

少なくともいずれかは底面と当該底面の周囲に側壁を備えた容器型の形状である

測定システム。

[請求項2]

請求項1に記載の測定システムであって、

前記第1上部電極は前記第1下部電極と前記第2下部電極の側壁の高さよりも低い位置に配置され、

前記第1下部電極の前記第2下部電極側の側壁と前記第2下部電極の前記第1下部電極側の側壁は前記第1上部電極に干渉しないように切り欠けが形成されている

測定システム。

[請求項3]

請求項1または2に記載の測定システムであって、

前記第2上部電極は前記第3下部電極の側壁の高さよりも低い位置に配置される

測定システム。

[請求項4]

第1下部電極と、

前記第1下部電極と同じ高さで並べて配置された第2下部電極と、

前記第1下部電極と前記第2下部電極とに対向して配置された第1上部電極と、

前記第1下部電極と前記第1上部電極との間に接続した第1電圧測定回路と、

前記第2下部電極と前記第1上部電極とに接続されて所定の周波数の信号を出力する発振回路とを有し、

前記第1電圧測定回路は、前記第1上部電極の上に作業者が乗り、当該作業者がケーブルに接触しない状態で、前記発振回路が信号を出力した際に、当該第1電圧測定回路内に生じる第1電圧を測定し、当該第1電圧に基づいて変換係数を求め、

前記第1下部電極および前記第2下部電極は底面と当該底面の周囲に側壁を備えた容器型の形状である

変換係数取得装置。

[請求項5]

第3下部電極と、

前記第3下部電極に対向して配置された第2上部電極と、

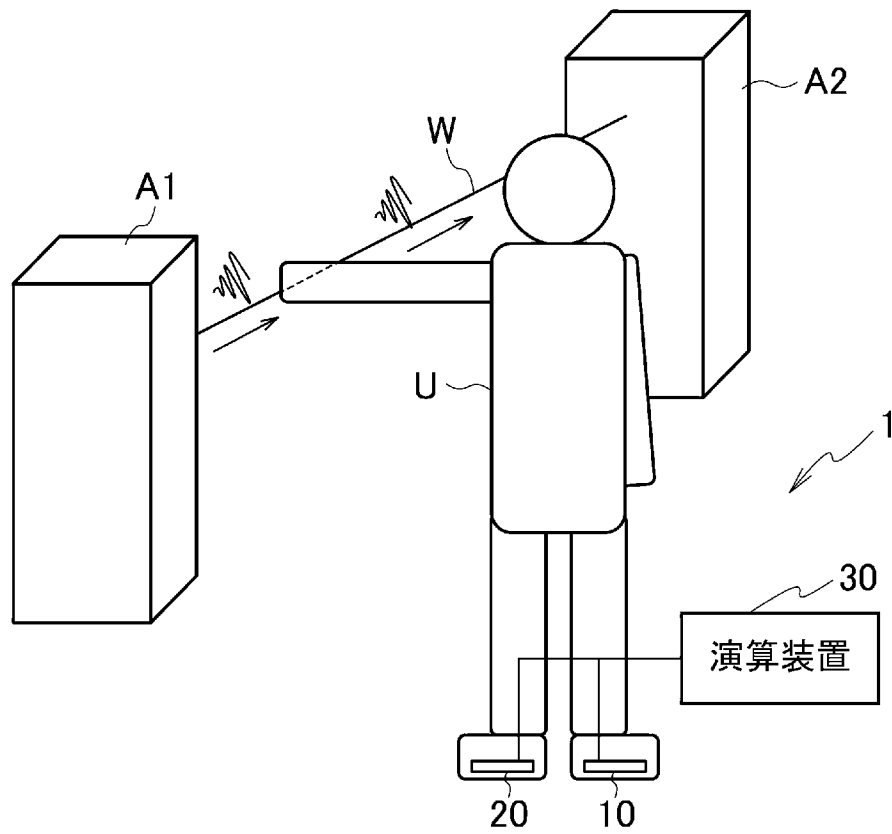
前記第3下部電極と前記第2上部電極との間に接続した第2電圧測定回路とを有し、

前記第2電圧測定回路は、前記第2上部電極の上に作業者が乗り、当該作業者がケーブルに接触した状態で、当該第2電圧測定回路内に生じる第2電圧を測定し、前記第2電圧に変換係数を乗じて前記ケーブルに生じる電磁ノイズの対地電圧を求め、

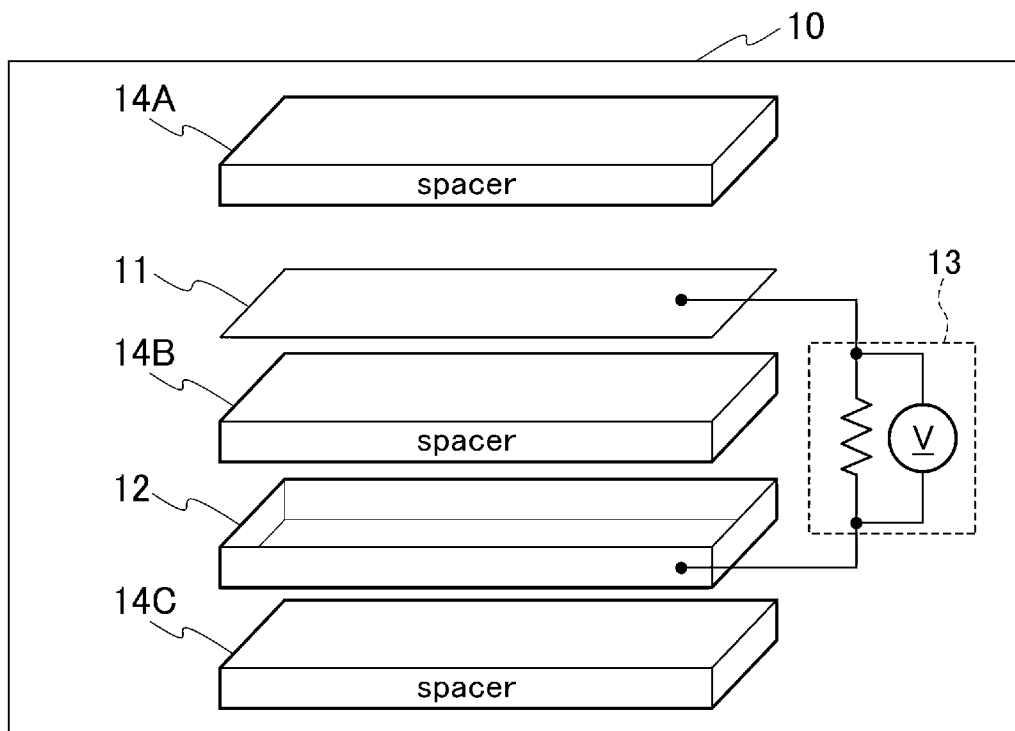
前記第3下部電極は底面と当該底面の周囲に側壁を備えた容器型の形状である

電圧測定装置。

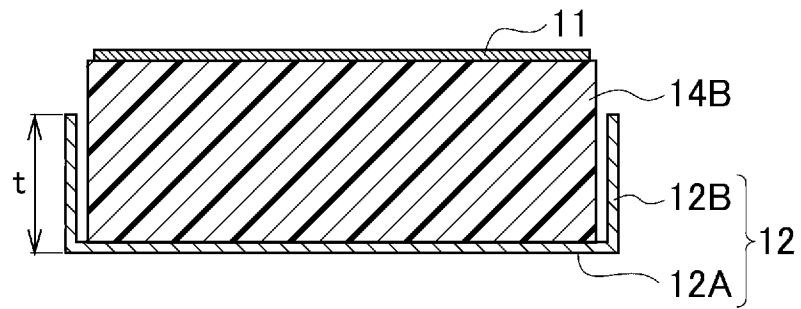
[図1]



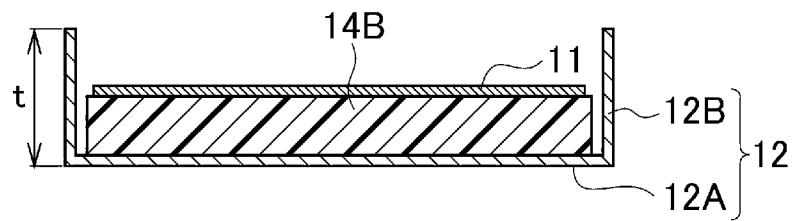
[図2]



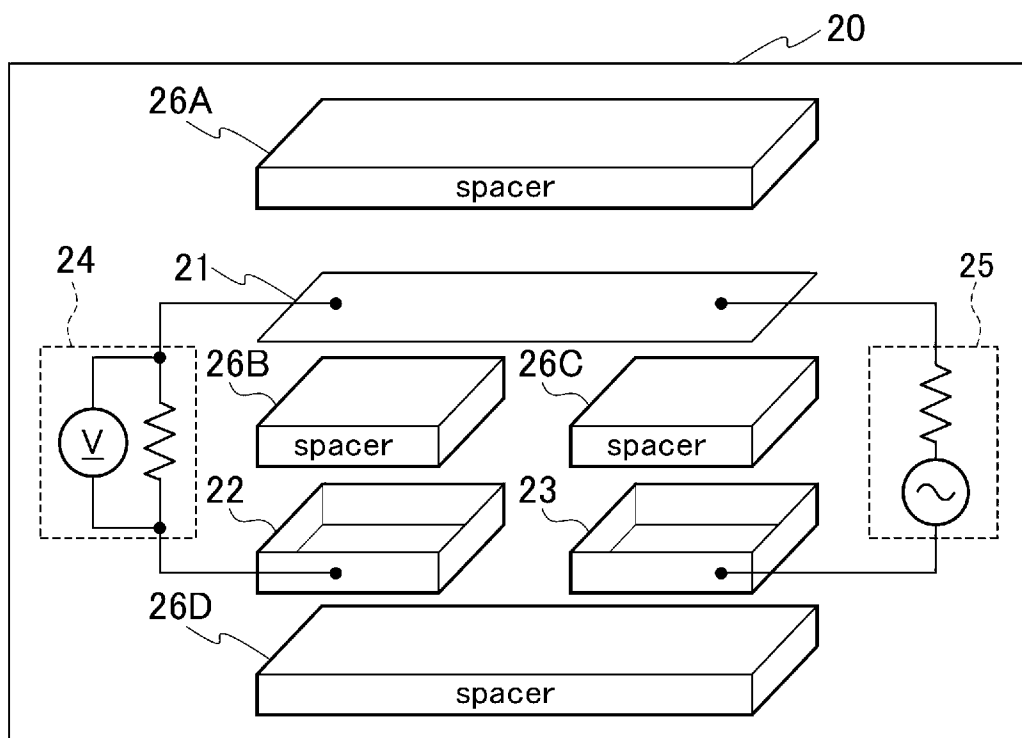
[図3]



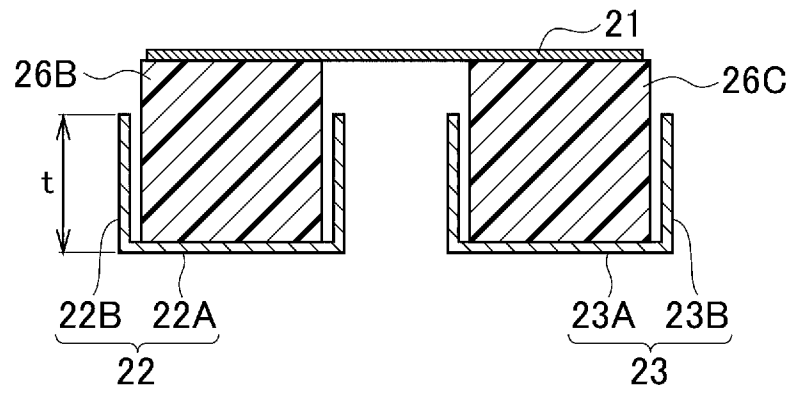
[図4]



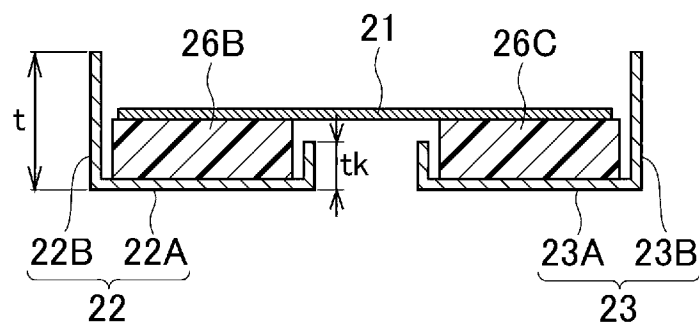
[図5]



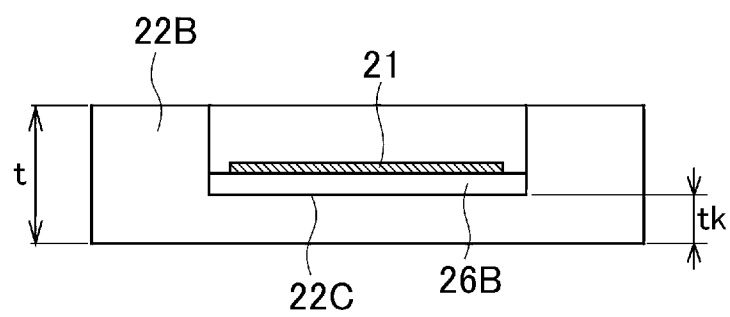
[図6]



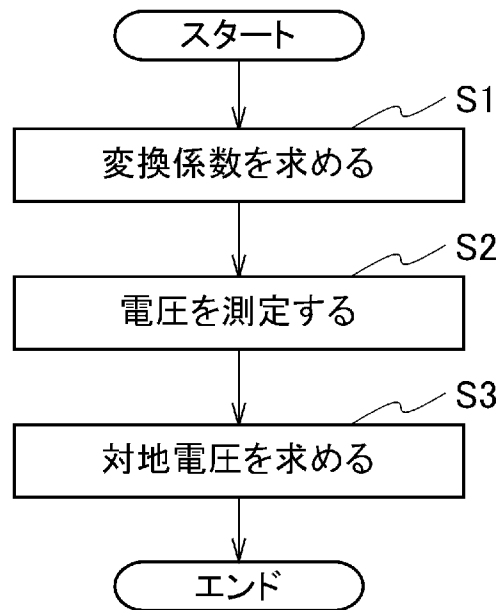
[図7]



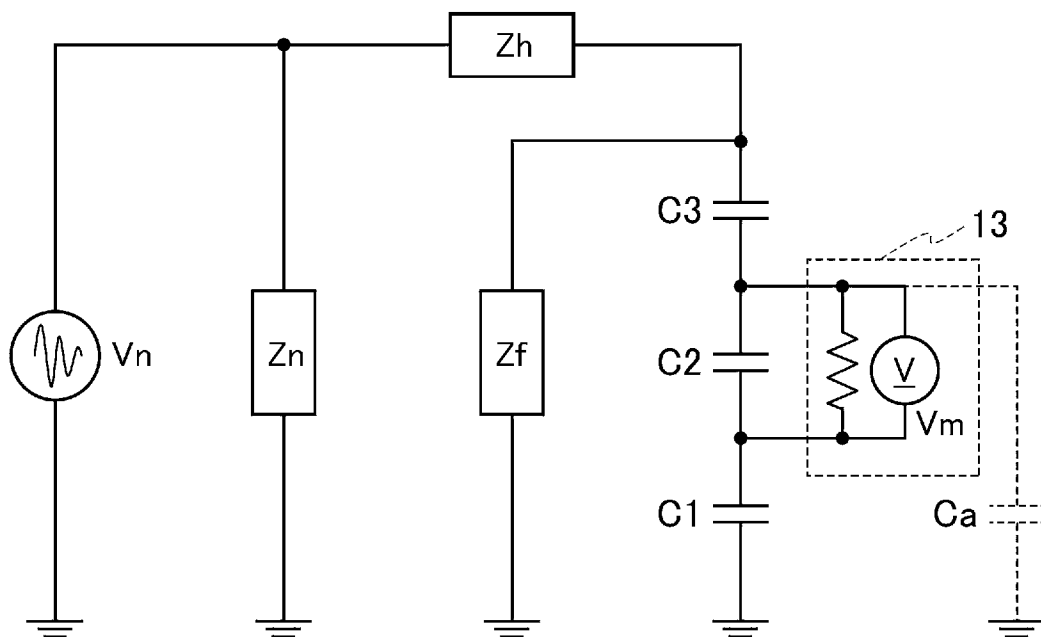
[図8]



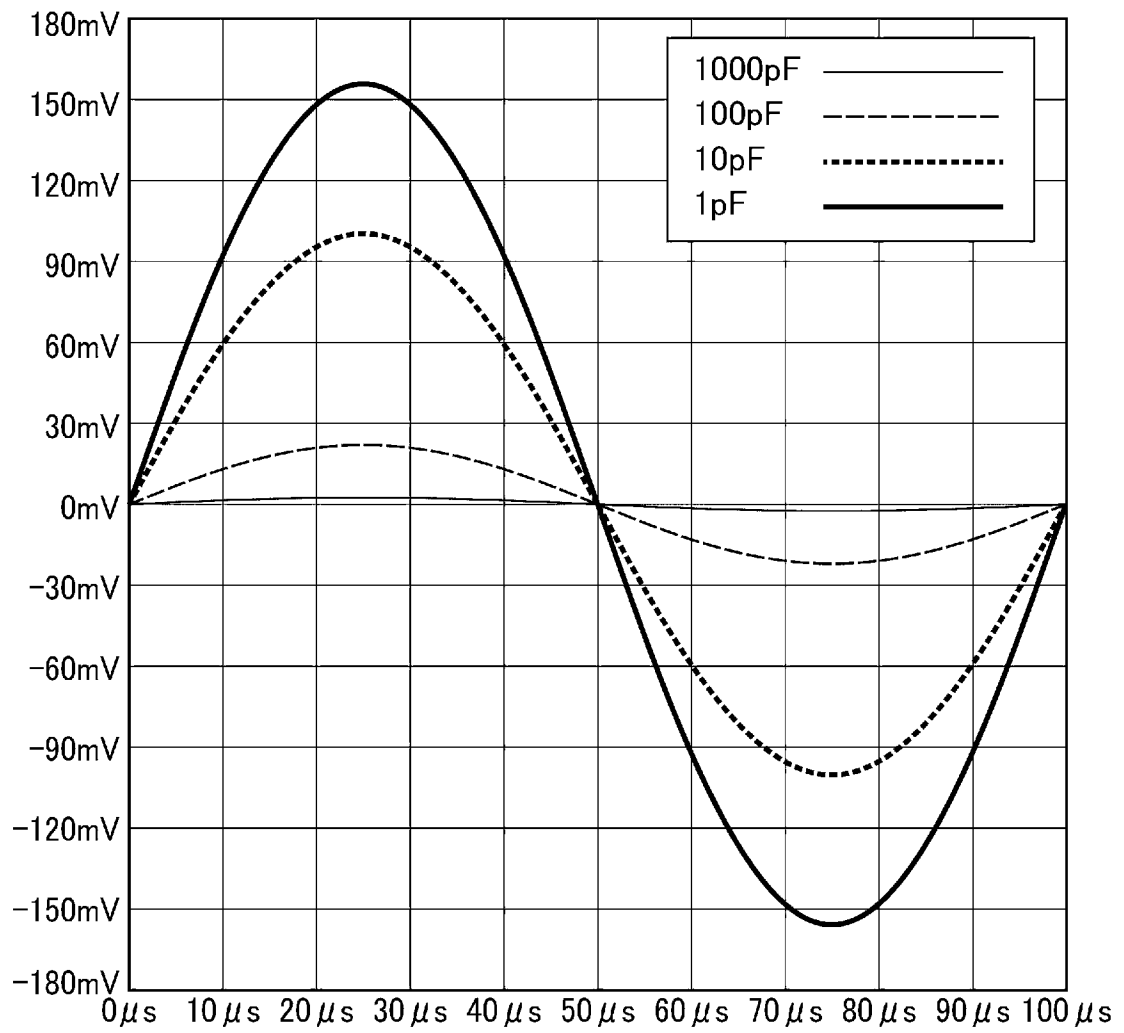
[図9]



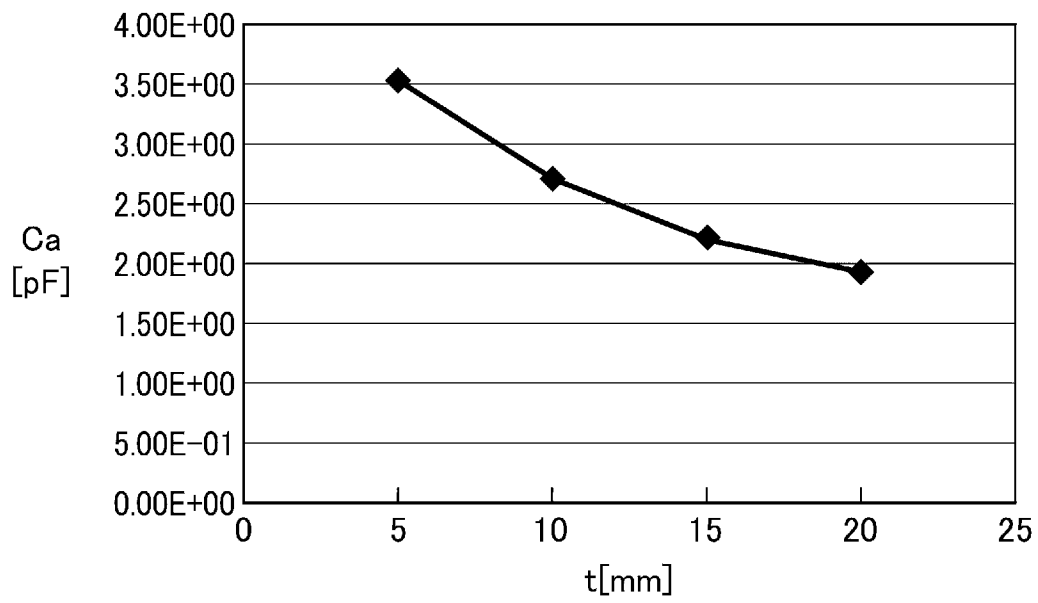
[図10]



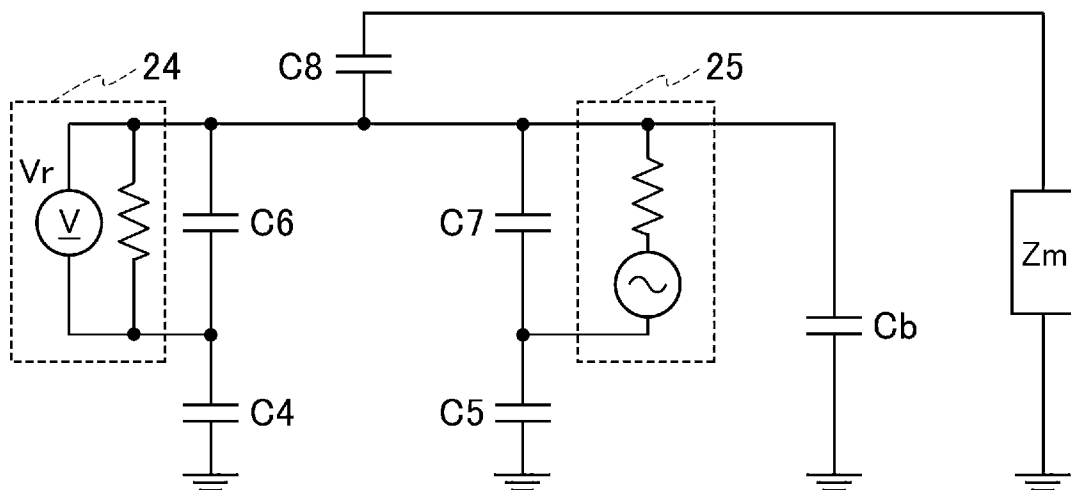
[図11]



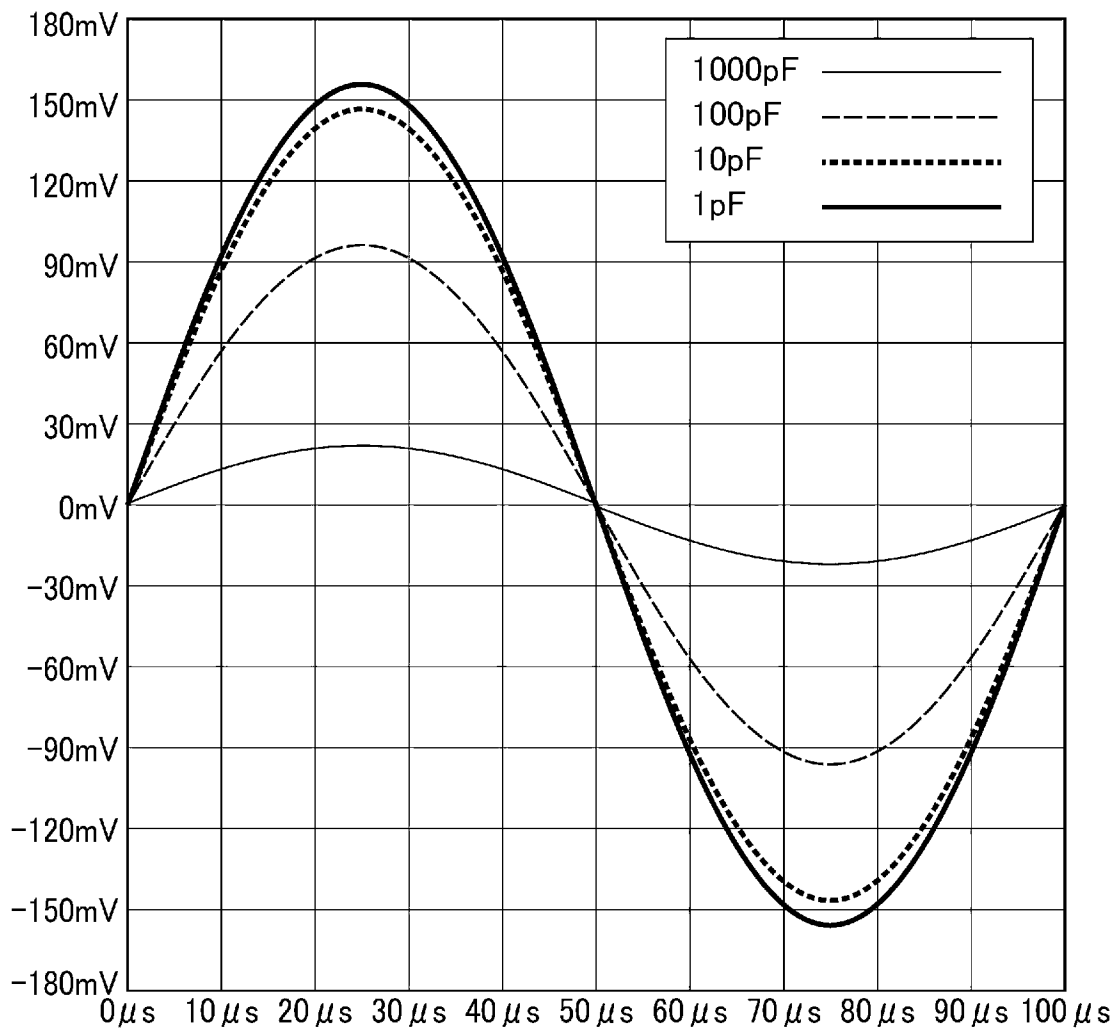
[図12]



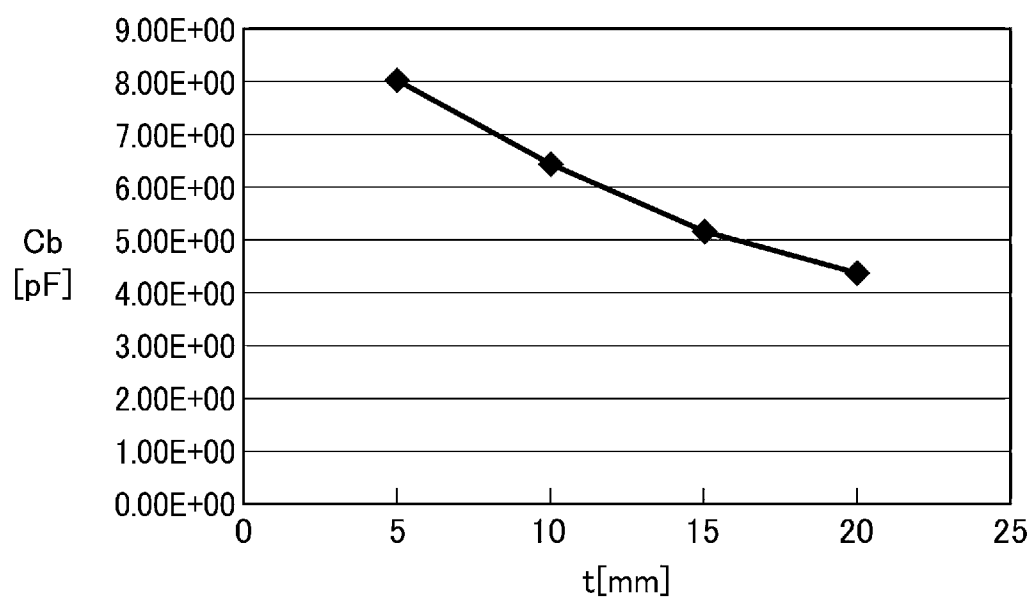
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/018037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01R15/06(2006.01)i, G01R19/00(2006.01)i

FI: G01R19/00A, G01R15/06

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. G01R15/06, G01R19/00

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.
Y A	WO 2020/149135 A1 (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP.) 23 July 2020 (2020-07-23), paragraphs [0038], [0043]-[0052], fig. 5 entire text, all drawings	5 1-4
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 33019/1982 (Laid-open No. 135845/1983) (KATO, Ryochi) 12 September 1983 (1983-09-12), page 3, line 20 to page 4, line 3, fig. 3	5
Y A	JP 10-246647 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 14 September 1998 (1998-09-14), paragraphs [0044], [0045], fig. 5	5 1-5
A	WO 2021/029040 A1 (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP.) 18 February 2021 (2021-02-18), entire text, all drawings	1-5



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

01 July 2021

Date of mailing of the international search report

20 July 2021

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/JP2021/018037

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5293113 A (CHRISTIAN, B.) 08 March 1994 (1994-03-08), entire text, all drawings	1-5
A	US 6549385 B1 (ASSOCIATED RESEARCH, INC.) 15 April 2003 (2003-04-15), entire text, all drawings	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/018037

WO 2020/149135 A1	23 July 2020	JP 2020-112460 A	paragraphs [0038], [0043]-[0052], fig. 5
JP 58-135845 U1	12 September 1983	(Family: none)	
JP 10-246647 A	14 September 1998	(Family: none)	
WO 2021/029040 A1	18 February 2021	(Family: none)	
JP 2020-30165 A	27 February 2020	WO 2020/040310 A1	entire text, all drawings
US 5293113 A	08 March 1994	GB 2260822 A	entire text, all drawings
		DE 4134695 A1	
US 6549385 B1	15 April 2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01R 15/06(2006.01)i; G01R 19/00(2006.01)i FI: G01R19/00 A; G01R15/06		
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）） G01R15/06; 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 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
Y	WO 2020/149135 A1（日本電信電話株式会社）23.07.2020（2020-07-23） 段落0038, 0043-0052, 図5	5
A	全文, 全図	1-4
Y	日本国実用新案登録出願57-33019号（日本国実用新案登録出願公開58-135845号）の 願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したCD-ROM（加藤良智）12.09.1983 （1983-09-12）第3頁20行目-第4頁3行目, 第3図	5
Y	JP 10-246647 A（富士電機株式会社）14.09.1998（1998-09-14） 段落0044-0045, 図5	5
A	WO 2021/029040 A1（日本電信電話株式会社）18.02.2021（2021-02-18） 全文, 全図	1-5
A	JP 2020-30165 A（日本電信電話株式会社）27.02.2020（2020-02-27） 全文, 全図	1-5
A	US 5293113 A（CHRISTIAN, Beha）08.03.1994（1994-03-08） 全文, 全図	1-5
☒ 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の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 “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 01.07.2021		国際調査報告の発送日 20.07.2021
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） 島▲崎▼ 純一 2S 9107 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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	US 6549385 B1 (ASSOCIATED RESEARCH, INC.) 15.04.2003 (2003 - 04 - 15) 全文, 全図	1-5

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/JP2021/018037

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/149135	A1	23.07.2020	JP 2020-112460 A 段落 0038, 0043 - 0052, 図5	
JP	58-135845	U1	12.09.1983	(ファミリーなし)	
JP	10-246647	A	14.09.1998	(ファミリーなし)	
WO	2021/029040	A1	18.02.2021	(ファミリーなし)	
JP	2020-30165	A	27.02.2020	WO 2020/040310 A1 全文, 全図	
US	5293113	A	08.03.1994	GB 2260822 A 全文, 全図	
				DE 4134695 A1	
US	6549385	B1	15.04.2003	(ファミリーなし)	