

(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
2015 年 7 月 23 日(23.07.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/107673 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050784
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 17 日(17.01.2014)
- (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: 株式会社島津製作所 (SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 辻 博志(TSUJI Hiroshi); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 大坪 隆司(OTSUBO Takashi); 〒6128063 京都府京都市伏見区東組町 6 8 8 番地 1 大坪特許事務所 Kyoto (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, 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, LT, 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.

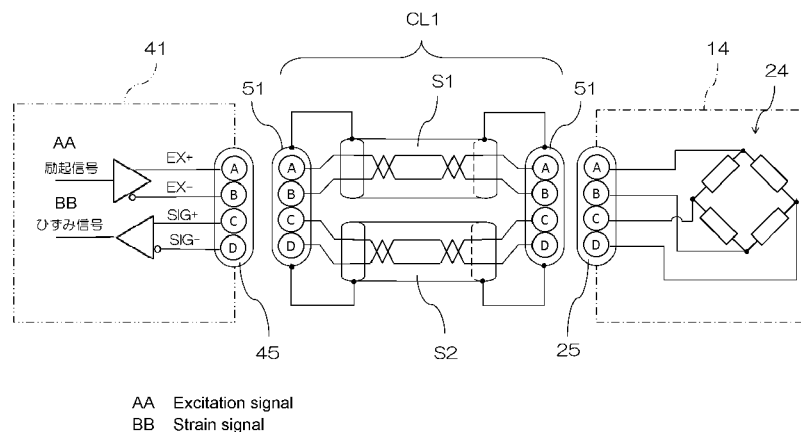
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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))

(54) Title: MATERIAL TESTING MACHINE

(54) 発明の名称: 材料試験機



(57) Abstract: In the present invention, a cable (CL1) connecting a load cell (14) and a load amplifier (41) is configured from two shielded cables (S1, S2). Shielded cable (S1) is for transmitting an excitation signal that is from the load amplifier (41) and is to be applied to a bridge circuit (24) of the load cell (14) and comprises two core wires that respectively connect a connection terminal (A) and a connection terminal (B) of a load-cell-side connector (25) to a connection terminal (A) and a connection terminal (B) of a load-amp-side connector (45). Shielded cable (S2) is for transmitting, to the load amplifier (41), a strain signal that is output from the load cell (14) and comprises two core wires that respectively connect a connection terminal (C) and a connection terminal (D) of the load-cell-side connector (25) to a connection terminal (C) and a connection terminal (D) of the load-amp-side connector (45).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/107673 A1



ロードセル 14 とロードアンプ 41 を接続するケーブル CL 1 は、2 本のシールド線 S 1、S 2 とから構成される。シールド線 S 1 は、ロードセル側コネクタ 25 とロードアンプ側コネクタ 45 の接続端子 A 間および接続端子 B 間をそれぞれ接続する 2 本の芯線から成り、ロードアンプ 41 からロードセル 14 のブリッジ回路 24 に与える励起信号を伝送するためのものである。シールド線 S 2 は、ロードセル側コネクタ 25 とロードアンプ側コネクタ 45 の接続端子 C 間および接続端子 D 間をそれぞれ接続する 2 本の芯線から成り、ロードセル 14 から出力されるひずみ信号をロードアンプ 41 に伝送するためのものである。

明 細 書

発明の名称： 材料試験機

技術分野

[0001] この発明は、材料試験を実行する材料試験機に関し、特に、ひずみゲージ式変換器を有する物理量検出手段を備えた材料試験機に関する。

背景技術

[0002] このような材料試験機は、例えば、テーブル上に一对のねじ棒を互いに同期して回転自在に支持するとともに、それらのねじ棒にナットを介してクロスヘッドの両端部を支持した構成を有する。そして、モータの回転により一对のねじ棒を互いに同期して回転させることにより、クロスヘッドを一对のねじ棒に沿って移動させる。クロスヘッドとテーブルとは、それぞれつかみ具などの治具が連結されている。そして、これら一对のつかみ具などの治具により試験片の両端を把持した状態で、クロスヘッドを移動させることにより、試験片に対して試験力を加えるように構成されている。

[0003] このような材料試験機においては、試験片に作用する試験力はロードセルによって検出される。また、試験片における標点間の距離の変位量は、変位計により測定される。材料試験機に採用されているロードセルや変位計としては、4個のひずみゲージから成るブリッジ回路により、試験力や変位量などの各種物理量を電気的に変換する、所謂ひずみゲージ式変換器を有するものが知られている（特許文献1参照）。そして、これらのロードセルや変位計は、材料試験機本体側の交流アンプにケーブルにより接続されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-169765号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 図4は、従来のロードセル14とロードアンプ41との接続を示す概要図

である。図5は、従来の材料試験機におけるロードセル14による試験力検出のための電気回路図である。コンデンサ C_1 および C_2 はそれぞれ、ケーブルA－ケーブルC間の浮遊容量、ケーブルB－ケーブルC間の浮遊容量を示している。また、それぞれのケーブル間には C_1 、 C_2 と同様に、図示していない浮遊容量が存在している。

[0006] このロードセル14は、4個のひずみゲージから成るブリッジ回路24により試験力を電気的に変換するひずみゲージ式変換器を有するものである。また、ロードアンプ41は交流アンプであり、ロードセル14のブリッジ回路24に励起信号として交流信号を与えるものである。

[0007] 従来は、図4に示すように、ロードセル14とロードアンプ41とを接続するケーブルCLとしては、4芯シールド線を使用している。ケーブルCLの両端には、ケーブル側接続端子A、B、C、Dとシェルからなるケーブル側コネクタ51が配設されている。また、ロードセル14にロードセル側接続端子A、B、C、Dとシェルから成るロードセル側コネクタ25が配設され、ロードアンプ41にはロードアンプ側接続端子A、B、C、Dとシェルから成るロードアンプ側コネクタ45が配設されている。そして、ケーブル側コネクタ51の一端をロードセル側コネクタ25に接続し、ケーブル側コネクタ51の他端をロードアンプ側コネクタ45に接続することにより、ロードセル14とロードアンプ41との間で、このケーブルCLを介して信号が入出力される。なお、ひずみゲージ式変位計と変位計用アンプとを接続する場合も、ケーブルCLにより同様に接続される。

[0008] この接続例では、ロードセル側コネクタ25とロードアンプ側コネクタ45の対応するアルファベットの端子間を接続しているシールド線の芯線をそれぞれA、B、C、Dとすると、ロードアンプ41からロードセル14への励起信号を出力する端子にA、B線が配線され、ロードセル14からロードアンプ41へのひずみ信号を入力する端子にC、D線が配線されている。

[0009] このようなシールド線には、A－B、A－C、A－D、B－C、B－D、C－Dの各芯線間に浮遊容量が存在している。さらに、シールド線のシール

ドをSとすると、A-S、B-S、C-S、D-Sの各芯線とシールドとの間にも浮遊容量が存在している。そして、これらの浮遊容量の大きさは、ケーブル長を3メートルとすると、各芯線間の線間容量として、200～500 pF（ピコファラド）、各芯線とシールドとの間のシールド間容量として、300～1000 pF（ピコファラド）程度である。

[0010] 浮遊容量が一定値であれば、その値を測定結果に対するオフセット量として扱えばよく、測定開始前に浮遊容量の影響をキャンセルすることができる。しかしながら、材料試験においては、クロスヘッドの移動によるシールド線の位置変化や、シールド線に使用者の手が触れたりすることにより、材料試験実行中にも浮遊容量が変動する。

[0011] ここで、従来のケーブルCLにおける浮遊容量が測定結果に及ぼす影響を考察する。まず、シールド線の各芯線間の浮遊容量（線間容量）について考察する。図6は、励起信号を伝送する芯線とひずみ信号を伝送する芯線との間の浮遊容量を考察するための等価回路図である。図7は、容量が平衡しているときの測定電圧 V_M の変化を示すグラフであり、図8は、容量が不平衡のときの測定電圧 V_M の変化を示すグラフである。なお、図7のグラフの縦軸は出力電圧値（mV）を示し、横軸はひずみを示す。また、図8のグラフの縦軸は出力電圧値（ μV ）を示し、横軸は容量の変化量を示す。

[0012] 図6の回路において、電源 V_S の角周波数を ω とすると、 R_1 、 R_2 、 C_1 、 C_2 のインピーダンス、 ZR_1 、 ZR_2 、 ZC_1 、 ZC_2 は以下の式（1）で表される。なお、 C_1 はA-C間の浮遊容量であり、 C_2 はB-C間の浮遊容量を模しており、 R_1 、 R_2 はひずみゲージブリッジの左側半分を模している（図5参照）。

[0013] [数1]

$$\left\{ \begin{array}{l} ZR_1 = R_1 \\ ZR_2 = R_2 \\ ZC_1 = \frac{1}{j\omega C_1} \\ ZC_2 = \frac{1}{j\omega C_2} \end{array} \right. \dots (1)$$

[0014] また、 $R_1 C_1$ 並列回路、 $R_2 C_2$ 並列回路の各インピーダンス Z_1 、 Z_2 は以下の式 (2) で表される。

[0015] [数2]

$$\begin{cases} Z_1 = ZR_1 // ZC_1 = \frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1} \\ Z_2 = ZR_2 // ZC_2 = \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2} \end{cases} \dots (2)$$

[0016] 式 (2) を用いて、この回路からの出力電圧 V_o は以下の式 (3) で表される。

[0017] [数3]

$$\begin{aligned} V_o &= \frac{-Z_1 + Z_2}{Z_1 + Z_2} V_s \\ &= \frac{-\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1} + \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}}{\frac{R_1}{1 + j\omega C_1 R_1} + \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}} V_s \\ &= \frac{(-R_1 + R_2) + j\omega(C_1 - C_2)R_1 R_2}{(R_1 + R_2) + j\omega(C_1 + C_2)R_1 R_2} V_s \\ &= \frac{-R_1^2 + R_2^2 + \omega^2(C_1^2 - C_2^2)R_1^2 R_2^2 + 2j\omega R_1 R_2(C_1 R_1 - C_2 R_2)}{(R_1 + R_2)^2 + j\omega(C_1^2 + C_2^2)R_1^2 R_2^2} V_s \dots (3) \end{aligned}$$

[0018] ここで、ロードアンプ 41 は交流アンプであることから、測定値としては、 ω と同じ角周波数で、式 (3) の実数部分のみを抽出する機能をもっている。したがって、測定結果としての測定電圧 V_M は、以下の式 (4) で表される。

[0019] [数4]

$$\begin{aligned} V_M &= \text{Re}|V_o| \\ &= \frac{-R_1^2 + R_2^2 + \omega^2(C_1^2 - C_2^2)R_1^2 R_2^2}{(R_1 + R_2)^2 + j\omega(C_1^2 + C_2^2)R_1^2 R_2^2} V_s \dots (4) \end{aligned}$$

[0020] ここで、 $V_s = 5 \text{ V}$ 、 $\omega = 2 \times \pi \times 10 \text{ k rad/s}$ として、 $R_1 = R_2 = 350 \Omega$ 、 $C_1 = C_2 = 500 \text{ pF}$ の初期状態から、 R （抵抗）や C （容量）が変化したときの測定電圧 V_M の変化を調べると、図7および図8のグラフとなる。

[0021] 一般的なロードセル14に定格試験力を与えたとき、ブリッジ回路24のひずみゲージは $3000 \mu\epsilon$ （マイクロストレイン）変化する。ひずみ ϵ とゲージ定数 K との関係は、 $\epsilon = \Delta R / R / K$ （ ΔR ：ひずみゲージの抵抗変化量、 R ：ひずみゲージの抵抗値）で表される。そして、ゲージ定数 K を2とし、容量が平衡しているとして、ひずみが $\pm 3000 \mu\epsilon$ の範囲で変化したときの測定電圧 V_M は、図7に示すように、 $\pm 15 \text{ mV}$ 変化する。なお、一般的なひずみゲージ式変位計に定格変位を与えたときも、測定電圧 V_M は、同様の变化をする。

[0022] 一方で、抵抗値が平衡しており、容量 C_1 、 C_2 のうち的一方（ C_1 ）が $500 \pm 5 \text{ pF}$ の範囲で変化したとき（容量不平衡のとき）の測定電圧 V_M は、図8に示すように $\pm 3 \mu\text{V}$ 変化する。これは、ロードセル14に定格試験力を与えたときのフルスケールの測定電圧 V_M の出力の5000分の1の大きさとなる。

[0023] ロードセル14が、試験力レンジの精度保証範囲が定格試験力の1000分の1～1分の1の範囲であり、測定精度をデジタルでの指示値の $\pm 0.5\%$ で保証している仕様である場合、このロードセル14に必要な分解能は、フルスケールの40万分の1である。しかしながら、図8を参照して説明した測定電圧 V_M の変化は、フルスケールの測定電圧 V_M の出力の5000分の1の大きさであり、必要な分解能であるフルスケールの40万分の1に対して、80倍の大きさに相当する。これから、線間容量の変動が、ロードセル14による測定結果に影響を及ぼしていることが想定される。

[0024] 次に、シールド線の各芯線とシールド間の浮遊容量（シールド間容量） C を考察する。図9は、励起信号を伝送するための芯線とシールドとの間、および、ひずみ信号を伝送するための芯線とシールドとの間の浮遊容量を考察

するための等価回路図である。図 10 は、容量が不平衡のときの励起電圧 V_E の変化を示すグラフであり、図 11 は、容量が不平衡のときの測定電圧 V_M の変化を示すグラフである。なお、図 10 および図 11 のグラフの縦軸は出力電圧値 (mV) を示し、横軸は容量の変化量を示す。

[0025] 抵抗 (R)、容量 (C)、インダクタ (L) の組み合わせで構成される図 9 の回路において、電源 V_S の角周波数を ω とし、上述した式 (1) ~ (3) と同様の手順により、インピーダンスから出力電圧 V_O を求めると、ブリッジ回路 24 に与える励起電圧 V_E は、以下の式 (5) で表される。

[0026] [数5]

$$V_E = \operatorname{Re}|V_O| \\ = \frac{R_2(R_1 + R_2 - \omega^2 LCR_2)}{(R_1 + R_2 - \omega^2 LCR_2)^2 + \omega^2(L + CR_1R_2)^2} V_S \quad \dots (5)$$

[0027] まず、励起信号を伝送する芯線とシールドとの間の浮遊容量 C (A-S 間の浮遊容量) の影響について考察する。図 9 の回路における、 V_S 、 L 、 R_1 、 C 、 R_2 はそれぞれ、

V_S : 励起電圧源

L : 励起信号線のインダクタンス

R_1 : 励起信号線のレジスタンス

C : 励起信号線とシールドとの浮遊容量

R_2 : ひずみゲージブリッジのレジスタンス

を模している。 $V_S = 10 \text{ V}$ 、 $\omega = 2 \times \pi \times 10 \text{ k rad/s}$ として、 $R_1 = 10 \text{ m}\Omega$ 、 $R_2 = 350 \Omega$ 、 $L = 5 \mu\text{H}$ 、 $C = 500 \text{ pF}$ として、 C が $\pm 1\%$ 変化したときのひずみ信号の測定電圧 V_M は、図 10 に示すように、 $\pm 1 \mu\text{V}$ 変化する。これは、励起電圧 10 V に対して $\pm 0.000001\%$ の変動にすぎない。

[0028] 次に、ひずみ信号を伝送する芯線とシールドとの間の浮遊容量 C (C-S

間の浮遊容量)の影響について考察する。ここでは、図9の回路における、 V_s 、 L 、 R_1 、 C 、 R_2 はそれぞれ、

V_s : ひずみゲージブリッジの起電圧 (ブリッジの差分出力)

L : ひずみ信号線のインダクタンス

R_1 : ひずみ信号線のレジスタンス

C : ひずみ信号線とシールドとの浮遊容量

R_2 : ひずみアンプ回路 (受信側) の入力レジスタンス

を模している。ここで $V_s = 15 \text{ mV}$ 、 $\omega = 2 \times \pi \times 10 \text{ k rad/s}$ として、 $R_1 = 350 \Omega$ 、 $R_2 = 100 \text{ k}\Omega$ 、 $L = 5 \mu\text{H}$ 、 $C = 500 \text{ pF}$ として、 C が $\pm 1\%$ 変化したときのひずみ信号の測定電圧 V_M は、図11に示すように、 $\pm 35 \text{ nV}$ 変化する。これは、ひずみ電圧 15 mV に対して $\pm 0.00023\%$ の変動にすぎない。すなわち、シールド間容量の変動は、材料試験において現在要求されているロードセル14の測定精度に対して、無視しても差し支えない程度のものであると考えられる。

[0029] 上述したように、ロードセル14の測定結果への浮遊容量の変動の影響は、励起信号を伝送する芯線とひずみ信号を伝送する芯線間 (A-C間、A-D間) で大きく、励起信号を伝送する芯線とシールドとの間 (A-S間)、ひずみ信号を伝送する芯線とシールドとの間 (C-S間) では小さいことが解った。これらの考察から、ひずみゲージ式変換器を有する物理量検出手段による測定でのノイズの低減においては、線間容量の変動を低減することが有効であることが、本願発明者により見出された。

[0030] この発明は上記の考察に基づいてなされたものであり、ケーブルの浮遊容量の影響を低減し、正確に物理量を計測することが可能な材料試験機を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0031] 請求項1に記載の発明は、ひずみゲージ式変換器を有する物理量検出手段と、交流アンプと、前記物理量検出手段と前記交流アンプとを接続するケーブルとを備え、試験片に試験力を与える材料試験を実行する材料試験機にお

いて、前記ケーブルは、前記交流アンプから前記物理量検出手段に入力される励起信号を伝送するための第1シールド線と、前記物理量検出手段から前記交流アンプへと出力されるひずみ信号を伝送するための第2シールド線とから成ることを特徴とする。

[0032] 請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記第1シールド線および前記第2シールド線はツイストペアシールド線である。

[0033] 請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の発明において、前記物理量検出手段は、前記試験片に与えられた試験力を検出するロードセルである。

[0034] 請求項4に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の発明において、前記物理量検出手段は、前記試験片に与えられた変位量を検出する変位計である。

発明の効果

[0035] 請求項1から請求項4に記載の発明によれば、物理量検出手段と交流アンプを接続するケーブルを、交流アンプから物理量検出手段に入力される励起信号を伝送するための第1シールド線と、物理量検出手段から交流アンプへと出力されるひずみ信号を伝送するための第2シールド線とから成るケーブルとしたことから、試験実行中のケーブルの移動や使用者がケーブルに触れたときでも、ケーブルの浮遊容量の影響を低減し、正確に物理量を計測することが可能となる。

[0036] 請求項2に記載の発明によれば、第1シールド線および第2シールド線をツイストペアシールド線としたことにより、外部からの静電結合ノイズや電磁結合ノイズの影響を小さくでき、より正確に物理量を計測することが可能となる。

[0037] 請求項3に記載の発明によれば、材料試験において、高い検出精度を要求される試験力測定をより正確に実行することが可能となる。

[0038] 請求項4に記載の発明によれば、材料試験において、高い検出精度を要求される試験片の伸び量や圧縮量の測定をより正確に実行することが可能とな

る。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]この発明に係る材料試験機の概要図である。

[図2]ロードセル14とロードアンプ41との接続を示す配線図である。

[図3]ケーブルの違いによる試験力測定結果への影響を示すグラフである。

[図4]従来の材料試験機におけるロードセル14とロードアンプ41との接続を示す配線図である。

[図5]従来の材料試験機におけるロードセル14による試験力検出のための電気回路図である。

[図6]励起信号を伝送する芯線とひずみ信号を伝送する芯線との間の浮遊容量を考察するための等価回路図である。

[図7]容量が平衡しているときの測定電圧 V_M の変化を示すグラフである。

[図8]容量が不平衡のときの測定電圧 V_M の変化を示すグラフである。

[図9]励起信号を伝送するための芯線とシールドとの間、および、ひずみ信号を伝送するための芯線とシールドとの間の浮遊容量を考察するための等価回路図である。

[図10]容量が不平衡のときの励起電圧 V_E の変化を示すグラフである。

[図11]容量が不平衡のときの測定電圧 V_M の変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0040] 以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は、この発明に係る材料試験機の概要図である。

[0041] この材料試験機は、テーブル16と、床面に立設された一对の支柱19と、各支柱19の内部においてテーブル16上に鉛直方向を向く状態で回転可能に立設された一对のねじ棹11と、これらのねじ棹11に沿って移動可能なクロスヘッド13と、このクロスヘッド13を移動させて試験片10に対して試験力を付与するための負荷機構30とを備える。なお、図1においては、一对の支柱19のうち紙面左側の支柱19を取り払った状態を図示している。

- [0042] クロスヘッド１３は、一对のねじ棹１１に対して、図示を省略したナットを介して連結されている。ねじ棹１１の下端部は、それぞれ負荷機構３０に連結されており、負荷機構３０の駆動源からの動力が、ねじ棹１１に伝達される構成となっている。一对のねじ棹１１が同期して回転することにより、クロスヘッド１３は、これらの一对のねじ棹１１に沿って昇降する。
- [0043] クロスヘッド１３には、試験片１０の上端部を把持するための上つかみ具２１が付設されている。一方、テーブル１６には、試験片１０の下端部を把持するための下つかみ具２２が付設されている。引っ張り試験を行う場合には、試験片１０の両端部をこれらの上つかみ具２１および下つかみ具２２により把持した状態で、クロスヘッド１３を上昇させることにより、試験片１０に試験力（引張荷重）を負荷する。
- [0044] このときに、試験片１０に作用する試験力は、クロスヘッド１３に配設されたロードセル１４によって検出される。また、試験片１０における標点間の距離の変位量は、変位計１８により測定される。この実施形態において測定される変位量は試験片１０の伸び量であるので、変位計１８は伸び計とも称される。このように、この材料試験機は、物理量検出手段としてロードセル１４と変位計１８を備える。
- [0045] 制御部２３はコンピュータやシーケンサーおよびこれらの周辺機器によって構成されている。制御部２３は、タッチパネルを備えた表示部２６および負荷機構３０と接続されており、表示部２６を介して設定された試験条件に従って、負荷機構３０を動作させる。また、制御部２３には、ロードセル１４とケーブルＣＬ１で接続されるロードアンプ４１が配設されており、ロードセル１４から出力された信号を取り込んでデータ処理を実行する。また、制御部２３には、変位計１８とケーブルＣＬ２で接続される変位計用アンプが配設されており、変位計１８から出力された信号を取り込んでデータ処理を実行する。
- [0046] 図２は、ロードセル１４とロードアンプ４１との接続を示す配線図である。

- [0047] ロードセル 1 4 は、4 個のひずみゲージから成るブリッジ回路 2 4 により、試験力を電氣的に変換する、所謂ひずみゲージ式変換器を有する。ロードセル 1 4 には、ロードセル側接続端子 A、B、C、D とシェルから成るロードセル側コネクタ 2 5 が配設されている。
- [0048] 制御部 2 3 に配設されたロードアンプ 4 1 は交流アンプであり、ロードセル 1 4 のブリッジ回路 2 4 に与える励起信号を出力するとともに、ブリッジ回路 2 4 からのひずみ信号が入力される。ロードアンプ 4 1 には、ロードアンプ側接続端子 A、B、C、D とシェルから成るロードアンプ側コネクタ 4 5 が配設されている。
- [0049] ロードセル 1 4 とロードアンプ 4 1 を接続するケーブル C L 1 は、2 本のシールド線 S 1、S 2 とから構成される。そして、ケーブル C L 1 の両端には、ケーブル側接続端子 A、B、C、D とシェルからなるケーブル側コネクタ 5 1 が配設されている。
- [0050] シールド線 S 1 は、ロードセル側コネクタ 2 5 とロードアンプ側コネクタ 4 5 の接続端子 A 間および接続端子 B 間をそれぞれ接続する 2 本の芯線から成り、ロードアンプ 4 1 からロードセル 1 4 のブリッジ回路 2 4 に与える励起信号を伝送するためのものである。シールド線 S 2 は、ロードセル側コネクタ 2 5 とロードアンプ側コネクタ 4 5 の接続端子 C 間および接続端子 D 間をそれぞれ接続する 2 本の芯線から成り、ロードセル 1 4 から出力されるひずみ信号をロードアンプ 4 1 に伝送するためのものである。シールド線 S 1 と S 2 のシールド部分は、電氣的にケーブル側コネクタ 5 1 のケースに接続されており、コネクタを介してケーブル C L 1 がロードアンプ 4 1 に結合されたときにはロードアンプ側コネクタ 4 5 のケースを通じて電氣的にアースに接続されることになる。なお、この実施形態ではシールド線 S 1、S 2 として、内部の 2 本の芯線が互いに撚り合わされたツイストペアシールド線を使用している。これにより外部空間から伝播されるノイズの影響を低減することが可能となる。また、上記 2 つのシールド線 S 1 と S 2 はさらに共通の外皮によって覆われて、全体が見かけ上 1 本のケーブルとなったものを採用

することもできる。

[0051] 図3は、ケーブルの違いによる試験力測定結果への影響を示すグラフである。縦軸は試験力値を示し、横軸は時間を示す。また、グラフ中、破線（S i n g l e C a b l e）は従来の1本の4芯シールド線をケーブルCLとして使用したときの検出試験力値の変動を示し、実線（D o u b l e C a b l e）は、この発明の2本のシールド線S1、S2をケーブルCL1として使用したときの検出試験力値の変動を示す。

[0052] ここで、ロードセル側コネクタ25とロードアンプ側コネクタ45の対応するアルファベットの端子間を接続しているシールド線の芯線をそれぞれA、B、C、Dとする。この発明では、励起信号を伝送するA、B線と、ひずみ信号を伝送するC、D線とを別のシールド線S1、S2としている。励起信号線とひずみ信号線との間にインピーダンスの低いシールドが入ることにより、図4に示す従来のケーブルCLを使用した場合と比較して、A-C、A-D、B-C、B-D間の浮遊容量の変化の影響を小さくすることができる。このため、図3に示すように、ケーブルCL（破線）に使用者の手が触れるなどしたときに生じる浮遊容量の変動に起因した試験力値の変動が、この発明の2本のシールド線S1、S2をケーブルCL1（実線）として使用したことにより、従来よりも大幅に低減された。

[0053] なお、上述した実施形態においては、ロードセル14とロードアンプ41とを接続するケーブルCL1について説明したが、変位計18と変位計用アンプとを接続するケーブルCL2にも、ケーブルCL1と同じものを採用することができる。変位計18がひずみゲージ式変換器を有するものである場合、ケーブルCL2にケーブルCL1と同じものを採用することでケーブルの浮遊容量の影響を低減し、変位の検出精度を向上させることが可能となる。

符号の説明

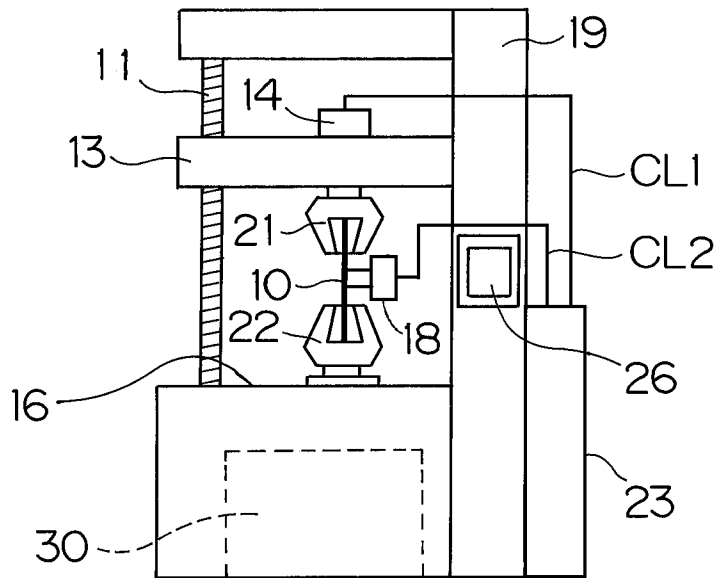
[0054] 10 試験片
11 ねじ棹

1 3	クロスヘッド
1 4	ロードセル
1 6	テーブル
1 8	変位計
2 1	上つかみ具
2 2	下つかみ具
2 3	制御部
2 4	ブリッジ回路
2 5	ロードセル側コネクタ
2 6	表示部
3 0	負荷機構
4 1	ロードアンプ
4 2	ロードアンプ側コネクタ
5 1	ケーブル側コネクタ
S 1	第 1 シールド線
S 2	第 2 シールド線
C L 1	ケーブル
C L 2	ケーブル

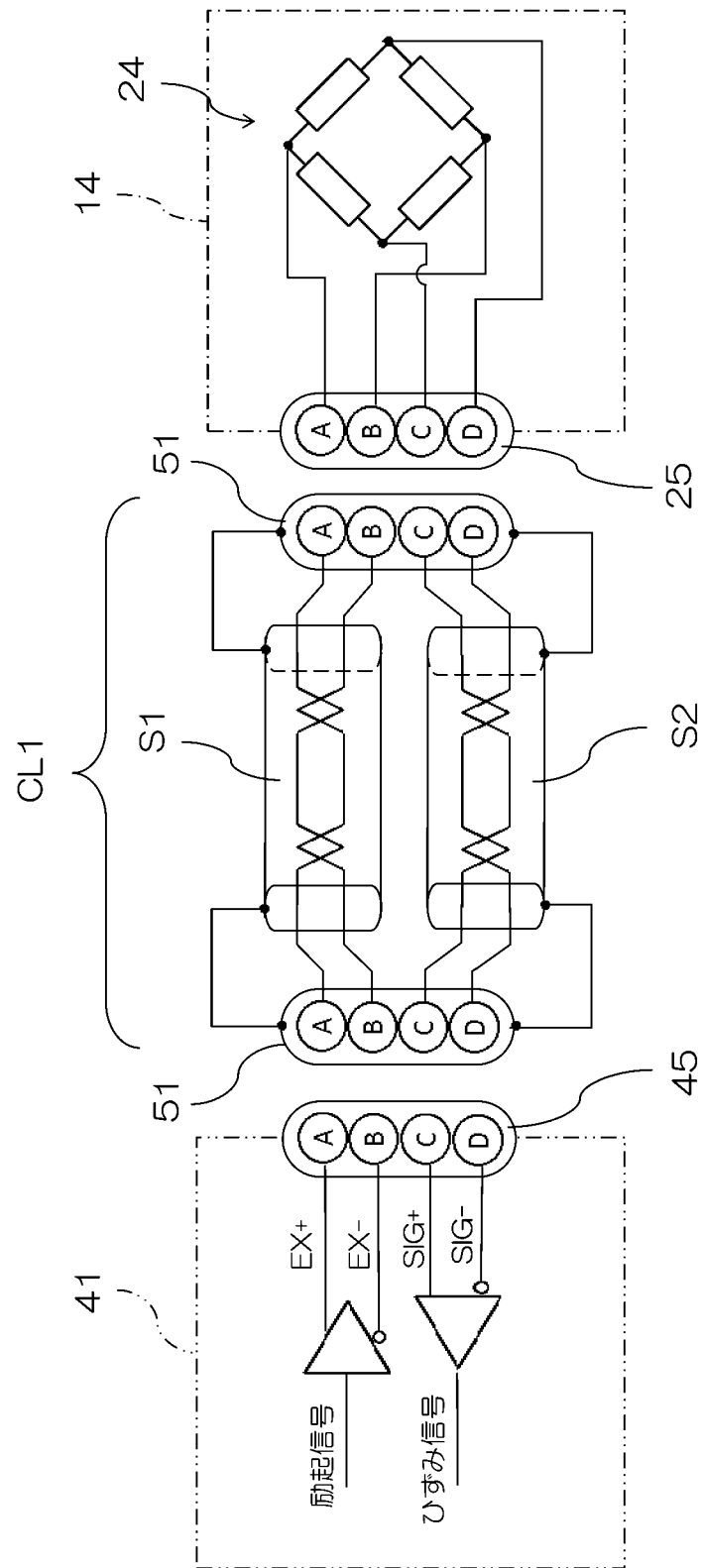
請求の範囲

- [請求項1] ひずみゲージ式変換器を有する物理量検出手段と、交流アンプと、前記物理量検出手段と前記交流アンプとを接続するケーブルとを備え、試験片に試験力を与える材料試験を実行する材料試験機において、前記ケーブルは、
- 前記交流アンプから前記物理量検出手段に入力される励起信号を伝送するための第1シールド線と、前記物理量検出手段から前記交流アンプへと出力されるひずみ信号を伝送するための第2シールド線とから成ることを特徴とする材料試験機。
- [請求項2] 請求項1に記載の材料試験機において、
- 前記第1シールド線および前記第2シールド線はツイストペアシールド線である材料試験機。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の材料試験機において、
- 前記物理量検出手段は、前記試験片に与えられた試験力を検出するロードセルである材料試験機。
- [請求項4] 請求項1または請求項2に記載の材料試験機において、
- 前記物理量検出手段は、前記試験片に与えられた変位量を検出する変位計である材料試験機。

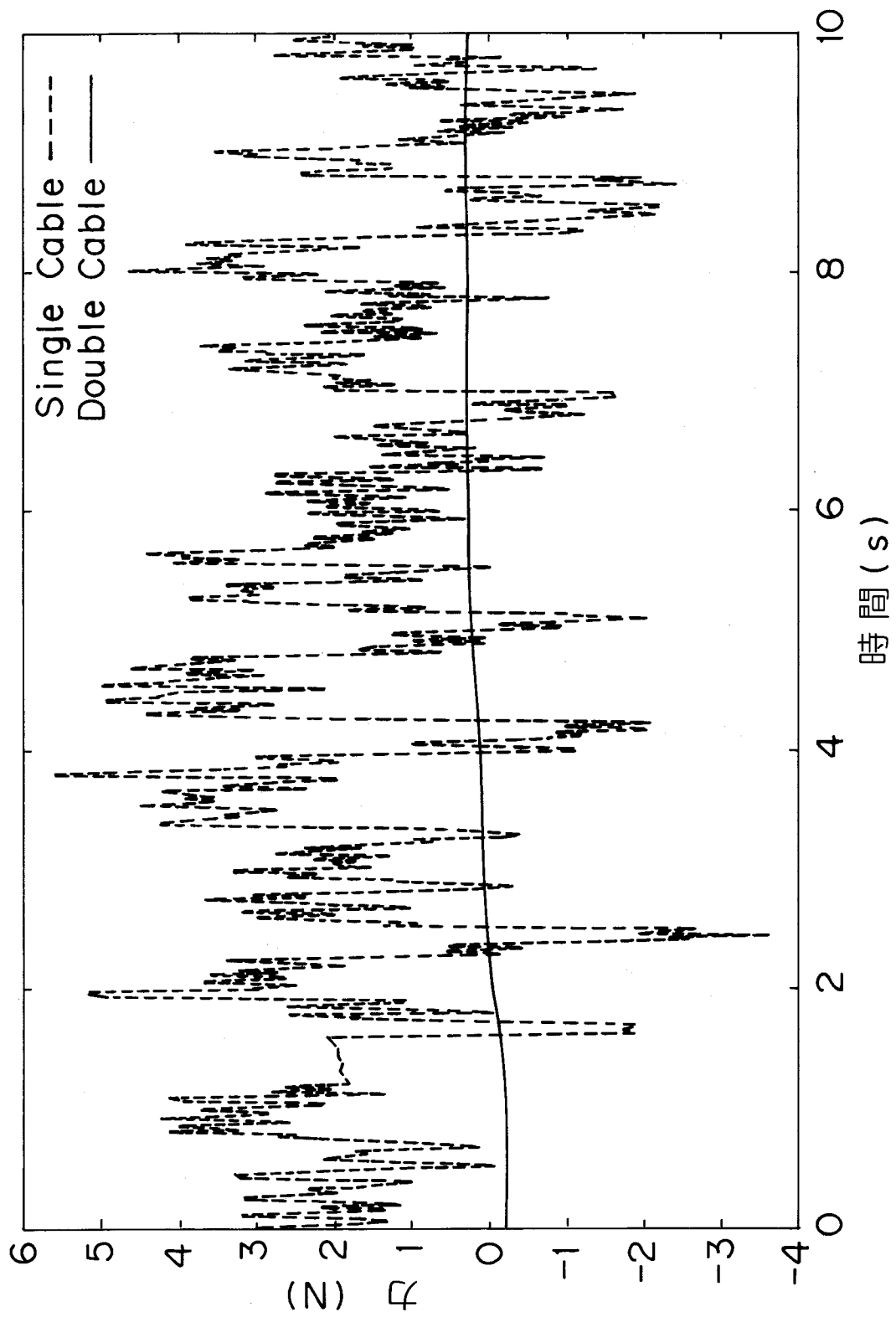
[図1]



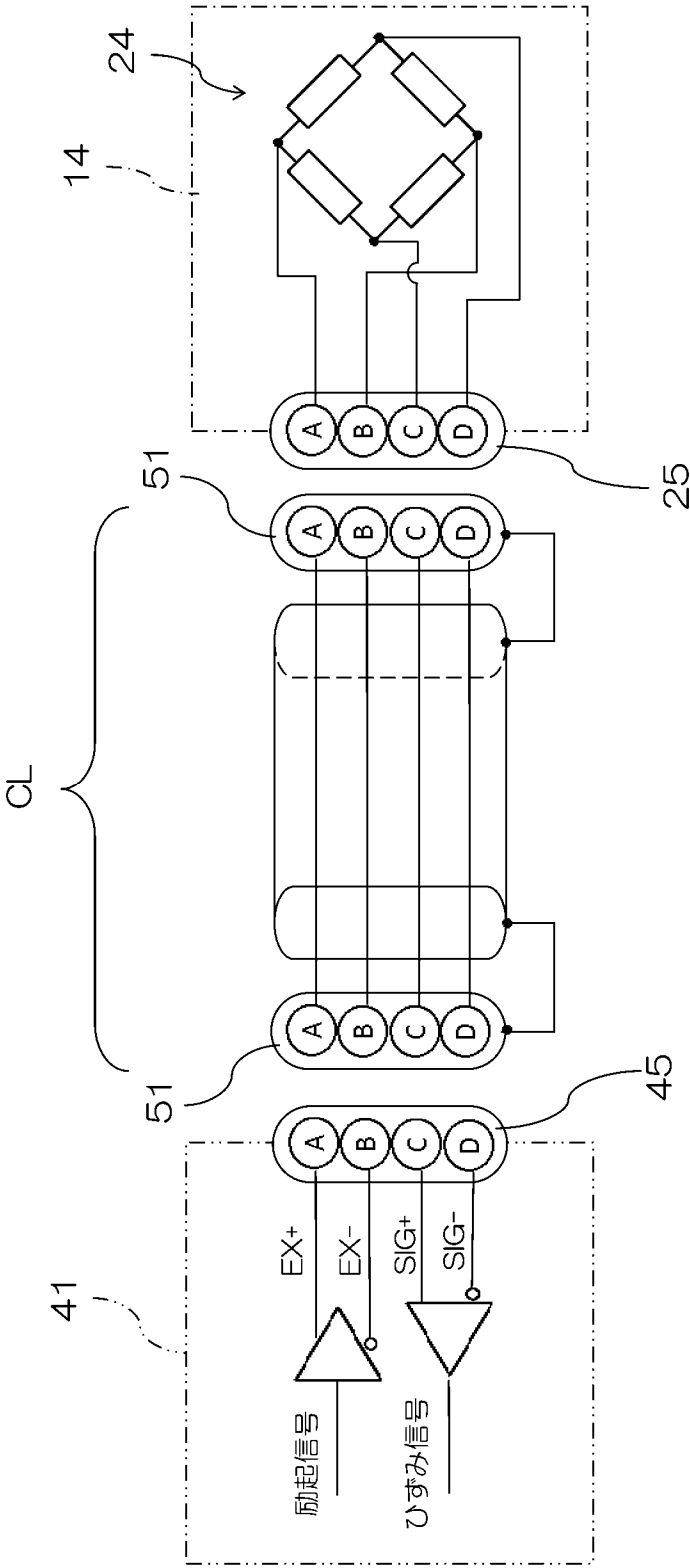
[図2]



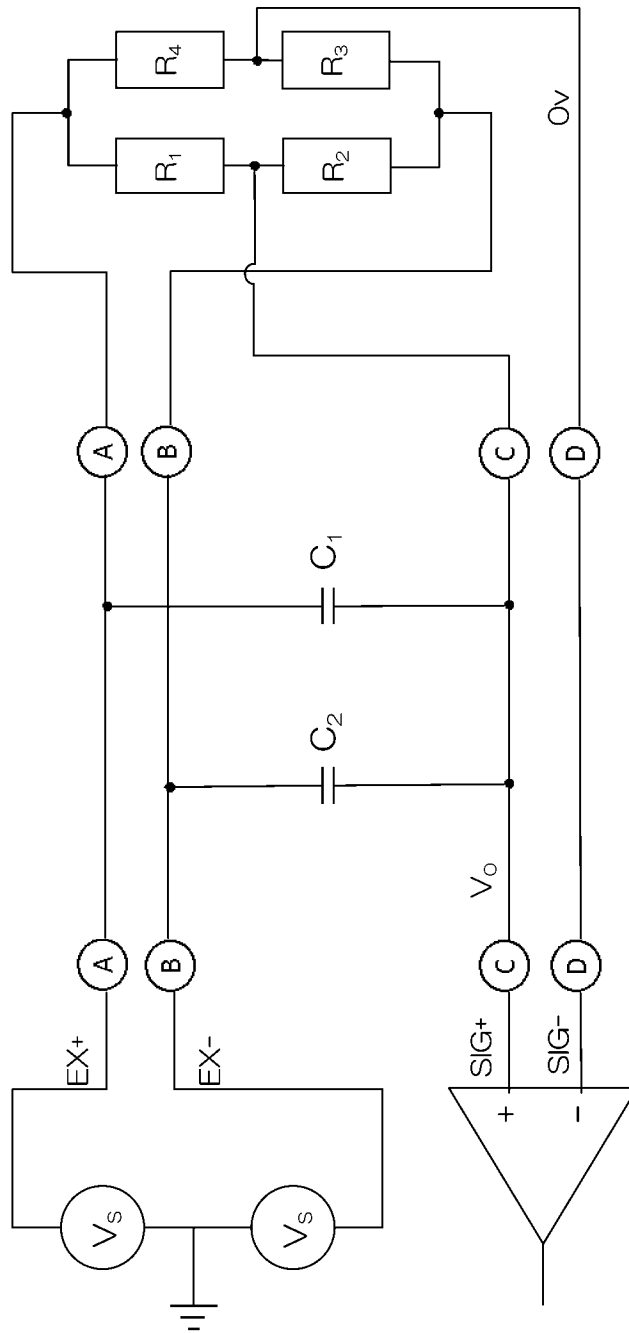
[図3]



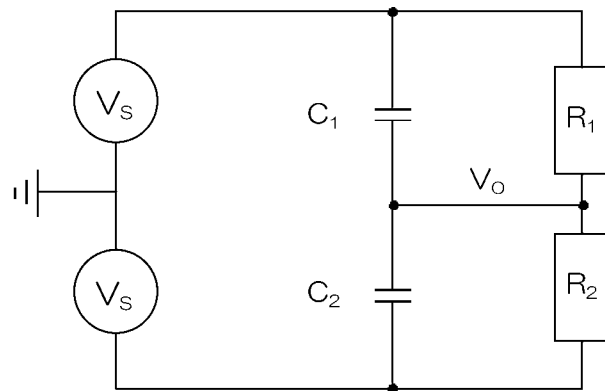
[図4]



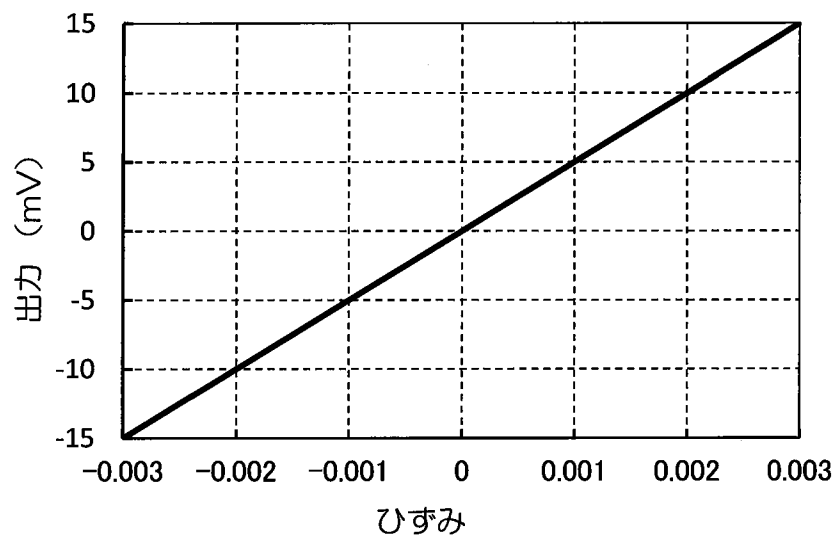
[図5]



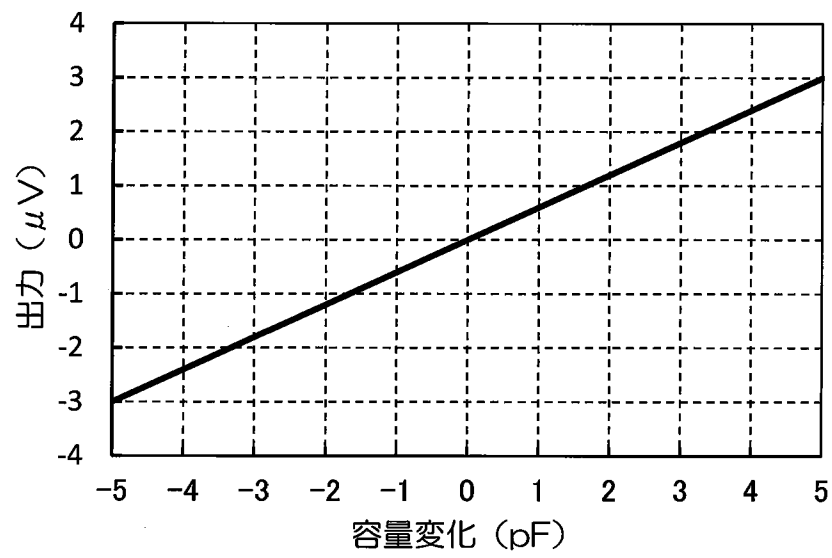
[図6]



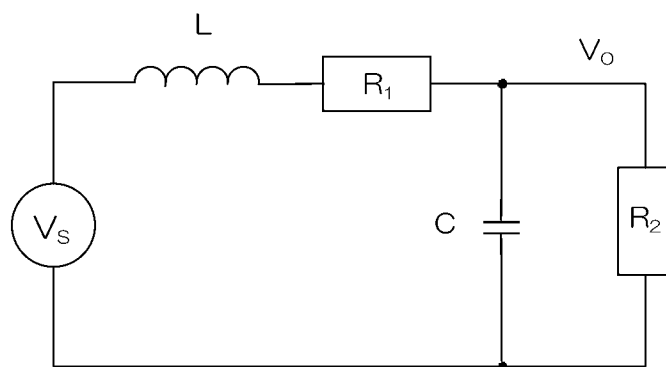
[図7]



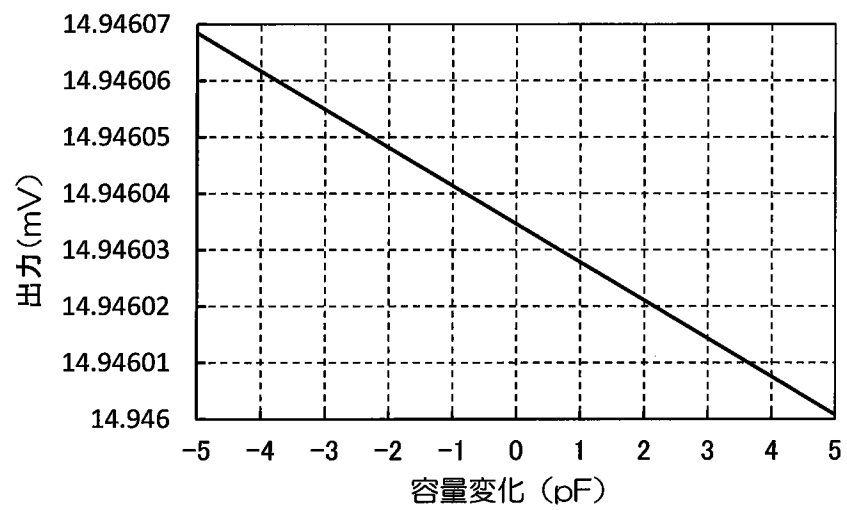
[図8]



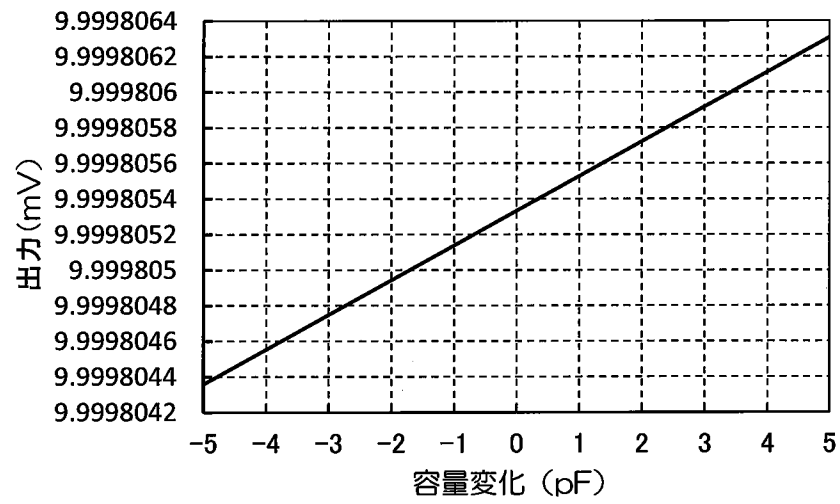
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050784

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N3/06(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)

G01N3/00-3/62, G01B7/00-7/34

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2007-78560 A (Shimadzu Corp.), 29 March 2007 (29.03.2007), paragraphs [0002] to [0005] (Family: none)	1-4
Y	JP 2005-147801 A (Tokyo Sokki Kenkyujo Co., Ltd.), 09 June 2005 (09.06.2005), paragraph [0026] (Family: none)	1-4
Y	JP 5-60506 A (Obayashi Corp.), 09 March 1993 (09.03.1993), entire text; all drawings (Family: none)	2

☐ 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
25 March, 2014 (25.03.14)

Date of mailing of the international search report
08 April, 2014 (08.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01N3/06(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. G01N3/00-3/62 G01B7/00-7/34

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	JP 2007-78560 A（株式会社島津製作所）2007.03.29, 【0002】 －【0005】（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 2005-147801 A（株式会社東京測器研究所）2005.06.09, 【00 26】（ファミリーなし）	1-4
Y	JP 5-60506 A（株式会社大林組）1993.03.09, 全文、全図（ファミ リーなし）	2

☐ 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 5 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 4 . 2 0 1 4

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100-8915

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）

阿部 知

2 J

4 6 3 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3252