(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24日(24.02.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/038731 A1

(51) 国際特許分類:
G01K 11/12 (2021.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/031389

(22) 国際出願日： 2020年8月20日(20.08.2020)

(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).

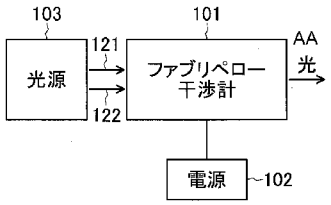
(72) 発明者: 田中 優理奈 (**TANAKA, Yurina**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 赤毛 勇一(**AKAGE, Yuichi**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 坂本 尊(**SAKAMOTO, Takashi**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 上野 雅浩(**UENO, Masahiro**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 川村 宗範 (**KAWAMURA, Sohan**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 岡 宗一(**OKA, Soichi**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 山川 茂樹, 外(**YAMAKAWA, Shigeki** et al.); 〒1006104 東京都千代田区永田町２丁

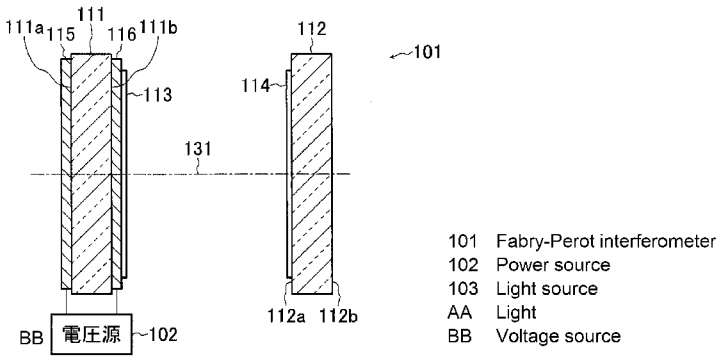
(54) **Title:** TEMPERATURE MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称： 温度測定装置

[図1A]



[図1B]



(57) **Abstract:** This temperature measurement device comprises a Fabry-Perot interferometer (101), a power source (102), and a light source (103). The temperature measurement device observes light that is emitted from the light source (103) and that is transmitted through the Fabry-Perot interferometer (101), thereby obtaining the temperature of a measurement environment in which the Fabry-Perot interferometer (101) is positioned. The light source (103) emits light (121), (122) toward the Fabry-Perot interferometer (101). In an embodiment (1), the light source (103) emits a plurality of lights (121),

WO 2022/038731 A1

[続葉有]

目１１番１号 山王パークタワー４階 山川国際特許事務所内 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, 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)）

(122) having mutually different wavelengths, and obtains the temperature of the measurement environment in which the Fabry-Perot interferometer (101) is positioned according to the color of the light that is transmitted through the Fabry-Perot interferometer (101).

(57) 要約：温度測定装置は、ファブリペロー干渉計（１０１）、電源（１０２）、光源（１０３）を備える。温度測定装置は、光源（１０３）から出射されてファブリペロー干渉計（１０１）を透過した光を観測することで、ファブリペロー干渉計（１０１）が配置された測定環境の温度を求める。光源（１０３）は、ファブリペロー干渉計（１０１）に光（１２１），光（１２２）を出射する。実施の形態（１にお）いて、光源（１０３）は、互いに波長が異なる複数の光（１２１），光（１２２）を出射し、ファブリペロー干渉計（１０１）を透過した光の色により、ファブリペロー干渉計（１０１）が配置された測定環境の温度を求める。

明　細　書

発明の名称 ： 温度測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、温度測定装置に関する。

背景技術

[0002] 塩化ビニル製の配管など、塩素を含む材料の不完全燃焼などによりダイオキシン類が発生することが知られている。１９９０年代には、ゴミ焼却施設の敷地から高濃度のダイオキシン類が検出されるなど、大きな社会問題になった。この後、焼却時の温度によってダイオキシン類の発生量を抑制できることが明らかになり、焼却施設の温度制御技術や温度測定技術が発展した。

[0003] 焼却設備内部の温度測定については、まず、高温環境でも安定して利用できることが要求される。また、この種の温度測定では、煤などの燃焼生成物の影響を受けにくいことも要求される。また、この種の温度測定では、時々刻々変化する炉内の温度変化に追随できることも要求される。また、この種の温度測定では、炉内の温度分布も測定できることも要求される。これら要求を満たすための技術的な課題があり、この種の温度測定装置は、現在も性能向上が検討されている。

[0004] 例えば、従来の焼却設備内の温度測定装置として、熱電対温度計や放射温度計が用いられる。熱電対温度計は、異なる種類の金属を接合させて熱起電力を生じさせるプローブ部と、プローブ部で生じた熱起電力を温度に変換し、また表示させる測定部をもつ。放射温度計は、特許文献１に示すように、物体から放射される赤外線を測定することで温度計測をしている。物体から放射される放射エネルギーは温度に依存するため、エネルギー量を測定することで温度に変換することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第２７５６６４８号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：K. Nakamura et al., "Space-charge-controlled electro-optic effect: Optical beam deflection by electro-optic effect and space-charge-controlled electrical conduction", Journal of Applied Physics, vol. 104, no. 1, 013105, 2008.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上述した以下に示す問題があった。まず、熱電対温度計は、プローブ部と測定部とは、一般に電気ケーブルで接続されている。測定領域となる高温部が広範囲にわたっている場合などは、高温環境下に電気ケーブルを設置することになる。このような場合、電気ケーブルを高温環境から保護することなどが必要になり、設備の煩雑化が生じるという問題があった。一方、放射温度計では、上述したようなケーブルの設置などによる設備の煩雑化は生じない、しかしながら、放射温度計においては、放射エネルギーが物質によって放射率が異なるため、温度測定の対象物に合わせた校正が必要になり、対象物の温度を正確に測ることが容易ではないという問題があった。

[0008] 本発明は、以上のような問題点を解消するためになされたものであり、設備を複雑にすることなく、より容易に正確な温度が測定できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明に係る温度測定装置は、第１入射面と第１入射面と反対側に配置された第１出射面とを備え、電歪効果を有して光が透過する材料から構成され、第１入射面と第１出射面とが光軸上に配置された板状の第１部品と、第２入射面と第２入射面と反対側に配置された第２出射面とを備え、光が透過する材料から構成され、第２入射面と第２出射面とが光軸上に配置され、光軸上で第１入射面と第２入射面との距離が一定とされた板状の第２部品と、第

１出射面に形成され、部分的に光を反射する第１反射膜と、第２入射面に形成され、部分的に光を反射する第２反射膜とを備えるファブリペロー干渉計と、第１部品に電界を与える電源と、ファブリペロー干渉計に光を出射する光源とを備え、光源から出射されてファブリペロー干渉計を透過した光を観測することで、ファブリペロー干渉計が配置された測定環境の温度を求める。

発明の効果

[0010] 以上説明したように、本発明によれば、ファブリペロー干渉計を透過した光を観測することで、ファブリペロー干渉計が配置された測定環境の温度を求めるので、設備を複雑にすることなく、より容易に正確な温度が測定できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1A]図１Ａは、本発明の実施の形態１に係る温度測定装置の構成を示す構成図である。

[図1B]図１Ｂは、発明の実施の形態１に係る温度測定装置の一部構成を示す断面図である。

[図2]図２は、ＫＴＮ結晶の温度と比誘電率の関係を示す特性図である。

[図3]図３は、本発明の実施の形態１に係る温度測定装置の構成を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態に係る温度測定装置について説明する。

[0013] ［実施の形態１］

はじめに、本発明の実施の形態１に係る温度測定装置について、図１Ａを参照して説明する。この温度測定装置は、ファブリペロー干渉計１０１、電源１０２、光源１０３を備える。この温度測定装置は、光源１０３から出射されてファブリペロー干渉計１０１を透過した光を観測することで、ファブリペロー干渉計１０１が配置された測定環境の温度を求める。

[0014] ファブリペロー干渉計１０１は、図１Ｂに示すように、板状の第１部品１

１１と、板状の第２部品１１２と、第１反射膜１１３と、第２反射膜１１４と、第１電極１１５と、第２電極１１６とから構成されている。

[0015] 第１部品１１１は、第１入射面１１１ａと、第１入射面１１１ａと反対側に配置された第１出射面１１１ｂとを備える。また、第１部品１１１は、電歪効果を有して光が透過する材料から構成されている。第１部品１１１は、例えば、電歪効果を有する圧電結晶から構成することができる。第１部品１１１は、光源１０３から出射される波長帯の光１２１，光１２２に対する透明度が高い材料から構成する。

[0016] 第１部品１１１を構成する電歪効果を有して光が透過する材料は、例えば、ＫＴＮ［$KTa_{1-\alpha}Nb_{\alpha}O_3$（０＜α＜１）］結晶、またはリチウムを添加したＫＬＴＮ［$K_{1-\beta}Li_{\beta}Ta_{1-\alpha}Nb_{\alpha}O_3$（０＜α＜１，０＜β＜１）］結晶のいずれかから構成することができる。ＫＴＮ結晶やＫＬＴＮ結晶は、電歪効果をもつ結晶として知られている。これら結晶の電歪効果は、電圧／電極間距離で定義される電界の、２乗に比例した歪み量を得ることができることが知られている。

[0017] また、第１部品１１１を構成する電歪効果を有して光が透過する材料は、チタン酸バリウム（$BaTiO_3$）、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）、フッ化カルシウム（CaF_2）などから構成することもできる。なお、第１部品１１１は、第１入射面１１１ａおよび第１出射面１１１ｂの面精度（最大形状誤差）が、対象とする光の波長／１０程度となっていることが重要となる。

[0018] 第２部品１１２は、第２入射面１１２ａと、第２入射面１１２ａと反対側に配置された第２出射面１１２ｂとを備える。また、第２部品１１２は、光が透過する材料から構成されている。第２部品１１２は、対象とする波長帯の光に対する透明度が高い材料から構成することができる。第２部品１１２は、例えば、ＢＫ７ガラスや、石英ガラスから構成することができる。

[0019] ここで、第１部品１１１の第１入射面１１１ａと第１出射面１１１ｂとは、光軸（光路）１３１上に配置され、第２部品１１２の第２入射面１１２ａと第２出射面１１２ｂとも光軸１３１上に配置されている。また、光軸１３

１上で、第１入射面１１１ａと第２入射面１１２ａとの距離が一定とされている。例えば、第１部品１１１および第２部品１１２を、図示しない定盤に固定して配置すれば、光軸１３１上で、第１入射面１１１ａと第２入射面１１２ａとの距離を固定することができる。

[0020] また、ファブリペロー干渉計１０１は、第１出射面１１１ｂに形成された部分的に光を反射する第１反射膜１１３と、第２入射面１１２ａに形成され、部分的に光を反射する第２反射膜１１４とを備える。第１反射膜１１３と第２反射膜１１４とによりファブリペロー干渉計が構成されている。

[0021] ここで、第１出射面１１１ｂと第２入射面１１２ａとは、互いに向かい合って配置され、互いに平行な関係とすることができる。また、第１入射面１１１ａと第１出射面１１１ｂとは、互いに平行な関係とすることができる。同様に、第２入射面１１２ａと第２出射面１１２ｂとは、互いに平行な関係とすることができる。

[0022] なお、第１出射面１１１ｂと第２入射面１１２ａとの間に、反射光学系などを配置して光軸１３１を途中で曲げる場合、第１出射面１１１ｂと第２入射面１１２ａとを、向かい合って位配置する必要はない。例えば、第１出射面１１１ｂおよび第２入射面１１２ａは、光軸１３１に対して垂直な面とすることができる。ここで、上述した第１出射面１１１ｂと第２入射面１１２ａとの位置関係は、第１反射膜１１３の反射面と第２反射膜１１４の反射面との関係と同義になる。

[0023] 電源１０２は、第１部品１１１に電界を与えるための電圧を供給する。例えば、ファブリペロー干渉計１０１は、第１部品１１１に電界を与えるための第１電極１１５および第２電極１１６を備え、電源１０２は、第１電極１１５および第２電極１１６に接続されている。この例では、第１電極１１５は、第１入射面１１１ａに形成され、第２電極１１６は、第１出射面１１１ｂと第１反射膜１１３との間に形成されている。第１電極１１５および第２電極１１６は、透明電極である。第１電極１１５および第２電極１１６は、例えば、酸化インジウムスズ（Indium Tin Oxide：ＩＴＯ）から構成するこ

とができる。

[0024] なお、この例では、第１電極１１５と第２電極１１６との距離、言い換えると第１部品１１１の板厚は、光１２１，光１２２のビーム径よりも小さいものとなっている。ファブリペロー干渉計１０１において、例えば、第１電極１１５と第２電極１１６との距離（間隔）は、０．１ｍｍ、第１反射膜１１３の反射面と第２反射膜１１４の反射面との距離（光軸上の距離）は、１０μｍ、第１反射膜１１３および第２反射膜１１４の反射率は９９．５％とすることができる。

[0025] 光源１０３は、ファブリペロー干渉計１０１に光１２１，光１２２を出射する。実施の形態１において、光源１０３は、互いに波長が異なる複数の光１２１，光１２２を出射し、ファブリペロー干渉計１０１を透過した光の色により、ファブリペロー干渉計１０１が配置された測定環境の温度を求める。

[0026] ここで、ＫＴＮ結晶について説明する。ＫＴＮ結晶は、電歪効果を有する結晶として知られており、結晶に電界を与えることで、電界の２乗に比例した歪みを得ることができる。歪みと電界の関係は「$S \sim Q\varepsilon^2E^2$・・・（１）」で表される。式（１）において、Ｓは歪み、Ｑは電歪係数、εは誘電率、Ｅは電界である。式（１）から、ＫＴＮ結晶の歪みは、電界の２乗に比例と誘電率の２乗に比例することがわかる。また誘電率は物質の比誘電率をとすると、「$\varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_r$・・・（２）」で表され、$\varepsilon_0$は真空中の誘電率である。式（１），式（２）より、ＫＴＮ結晶の歪みは比誘電率の２乗に比例することがわかる。

[0027] 図２は、ＫＴＮ結晶の温度と比誘電率の関係を示している。図２に示すように、ＫＴＮ結晶は、温度変化によって比誘電率が変化することがわかる。誘電率は、キュリー温度（Ｔｃ）をピークに温度依存性をもつ。キュリー温度は結晶の組成を変化させることで、－１００℃から＋４００℃まで変化させることができると知られている。これより、ＫＴＮ結晶は、温度によって、結晶の歪みが変化することがわかる。このように、電歪効果を有する材料

は、温度変化によって比誘電率が変化する。

[0028] 一方、ファブリペロー干渉計１０１は、第１反射膜１１３と第２反射膜１１４とによって共振器構造を作ることで、これらの間の距離である共振器長に対応する波長の光のみを透過する。そのため共振器長を変化させることで、透過波長を変化させる。

[0029] 従って、ファブリペロー干渉計１０１を、温度の測定対象の環境に設置すると、電歪効果を有する第１部品１１１の温度が、環境温度の変化を反映し、温度変化に応じて比誘電率が変化し、歪が変化することで、ファブリペロー干渉計１０１の透過波長が変化する。

[0030] このように、環境温度の変化に対応して透過波長が変化するファブリペロー干渉計１０１を透過した光を、例えば目視で観測することで、環境温度を求めることができる。このように、実施の形態１によれば、光源に可視光を用いることで、特別な受光器を必要とせずに温度の違いを求めることができる。

[0031] ＫＴＮ［$KTa_{1-\alpha}Nb_{\alpha}O_3$（０＜α＜１）］において、αがおよそ０．４のとき、Ｔｃは３０℃付近となる。また、温度上昇に伴い比誘電率が減少する。非特許文献１によると、ＫＴＮ結晶は、温度が４０℃のとき比誘電率は２００００であり、４２℃のとき比誘電率は１７５００である。ＫＴＮ結晶の歪み量は、４０℃の位置を０とすると、４０℃から４２℃に変化すると、共振器長が約１３０ｎｍ変化することになる。

[0032] これは例えば、電源１０２による駆動電圧５００Ｖ，板厚１ｍｍのＫＴＮ結晶板から第１部品１１１を構成したファブリペロー干渉計１０１を、４０℃のときの共振器長を５３２ｎｍとする。また、光源１０３として、波長６５０ｎｍの赤色レーザ（光１２１）、および波長５３２ｎｍの緑色レーザ（光１２２）を用いる場合を考える。ファブリペロー干渉計１０１が配置されている環境の温度が、４０℃から４２℃に変化することで、ファブリペロー干渉計１０１を透過する光の波長が、赤色から緑色に変化することになる。この色の変化を確認することで、ファブリペロー干渉計１０１が配置されて

いる環境の温度を求める（測定する）ことができる。

[0033] ところで、式（１）に示されているように、歪み（共振器長）は、電界の２乗に比例するので、電源１０２から供給される電圧（駆動電圧）を高くすることで、ファブリペロー干渉計１０１の共振器長の変化を大きくすることが可能となる。例えば、板厚１ｍｍのＫＴＮ結晶板から第１部品１１１を構成したファブリペロー干渉計１０１では、駆動電圧１０００Ｖとすると、共振器長を約１３０ｎｍ変化させるのに、比誘電率を２００００から１９５００に変化させればよい。このように、駆動電圧を高くすると、より少ない温度変化で、前述同様の波長の変化が確認できる。これは、温度変化に対する感度が向上していることを意味する。このように駆動電圧を変化させることで、測定したい温度の調整も可能である。

[0034] ［実施の形態２］

次に、本発明の実施の形態２に係る温度測定装置について、図３を参照して説明する。この温度測定装置は、ファブリペロー干渉計１０１、電源１０２、光源１０３ａ、および測定器１０４を備える。この温度測定装置は、光源１０３から出射されてファブリペロー干渉計１０１を透過した光を、測定器１０４で測定（観測）することで、ファブリペロー干渉計１０１が配置された測定環境の温度を求める。

[0035] 測定器１０４は、ファブリペロー干渉計１０１を透過した光の波長を計測する。測定器１０４は、よく知られた分光器から構成することができる。計測した光の波長は、例えば、図示しないディスプレイに表示する。ディスプレイに表示される波長の数値を確認することで、環境温度を求めることができる。実施の形態２において、光源１０３ａは、通信波長帯に用いられる赤外域の光を出射する。この場合、ファブリペロー干渉計１０１を透過した光は、目視で確認することができないが、測定器１０４で分光されて光の波長が計測され、この値が示されるので、波長の違いを確認することができる。

[0036] 測定器１０４を、温度測定環境外の例えば室温環境に設置することで、測定器１０４やディスプレイに特別な保護は不必要になる。なお、実施の形態

２において、光源１０３ａは、白色光など、複数の波長を含む光を出射する構成とすることもできる。このように、連続する波長をもつ光を出射する光源を使用することで、温度変化の値も連続的に取得することができる。

[0037] 以上に説明したように、本発明によれば、ファブリペロー干渉計を透過した光を観測することで、ファブリペロー干渉計が配置された測定環境の温度を求めるので、設備を複雑にすることなく、より容易に正確な温度が測定できるようになる。

[0038] なお、本発明は以上に説明した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で、当分野において通常の知識を有する者により、多くの変形および組み合わせが実施可能であることは明白である。

符号の説明

[0039] １０１…ファブリペロー干渉計、１０２…電源、１０３…光源、１２１…光、１２２…光。

請求の範囲

[請求項1] 第１入射面と前記第１入射面と反対側に配置された第１出射面とを備え、電歪効果を有して光が透過する材料から構成され、前記第１入射面と前記第１出射面とが光軸上に配置された板状の第１部品と、

第２入射面と前記第２入射面と反対側に配置された第２出射面とを備え、光が透過する材料から構成され、前記第２入射面と前記第２出射面とが前記光軸上に配置され、前記光軸上で前記第１入射面と前記第２入射面との距離が一定とされた板状の第２部品と、

前記第１出射面に形成され、部分的に光を反射する第１反射膜と、

前記第２入射面に形成され、部分的に光を反射する第２反射膜と

を備えるファブリペロー干渉計と、

前記第１部品に電界を与える電源と、

前記ファブリペロー干渉計に光を出射する光源と

を備え、

前記光源から出射されて前記ファブリペロー干渉計を透過した光を観測することで、前記ファブリペロー干渉計が配置された測定環境の温度を求めることを特徴とする温度測定装置。

[請求項2] 請求項１記載の温度測定装置において、

前記光源は、互いに波長が異なる複数の光を出射し、

前記ファブリペロー干渉計を透過した光の色により、前記ファブリペロー干渉計が配置された測定環境の温度を求めることを特徴とする温度測定装置。

[請求項3] 請求項１記載の温度測定装置において、

前記ファブリペロー干渉計を透過した光の波長を計測する測定器をさらに備えることを特徴とする温度測定装置。

[請求項4] 請求項１～３のいずれか１項に記載の温度測定装置において、

前記第１部品に電界を与えるための第１電極および第２電極を備え、前記電源は、前記第１電極および前記第２電極に接続されているこ

とを特徴とする温度測定装置。

[請求項5] 請求項４記載の温度測定装置において、

前記第１電極および前記第２電極は、透明電極から構成され、

前記第１電極は、前記第１入射面に形成され、

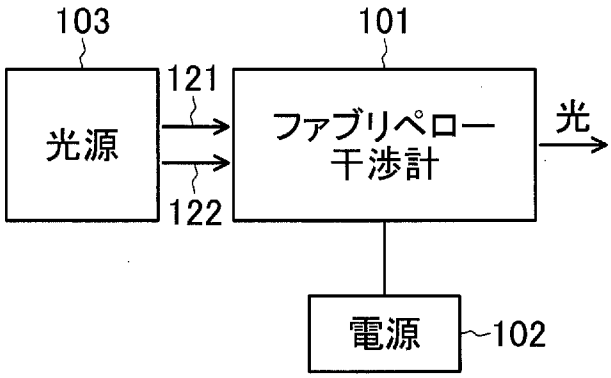
前記第２電極は、前記第１出射面と前記第１反射膜との間に形成されている

ことを特徴とする温度測定装置。

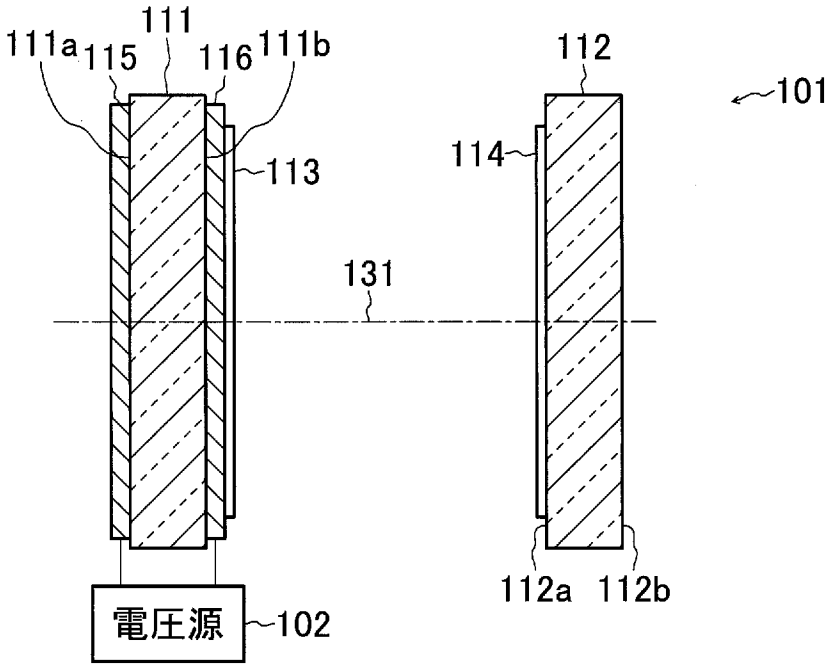
[請求項6] 請求項１～５のいずれか１項に記載の温度測定装置において、

電歪効果を有して光が透過する材料は、ＫＴＮ［$KTa_{1-\alpha}Nb_{\alpha}O_3$（$0<\alpha<1$）］結晶、またはリチウムを添加したＫＬＴＮ［$K_{1-\beta}Li_{\beta}Ta_{1-\alpha}Nb_{\alpha}O_3$（$0<\alpha<1$，$0<\beta<1$）］結晶のいずれかであることを特徴とする温度測定装置。

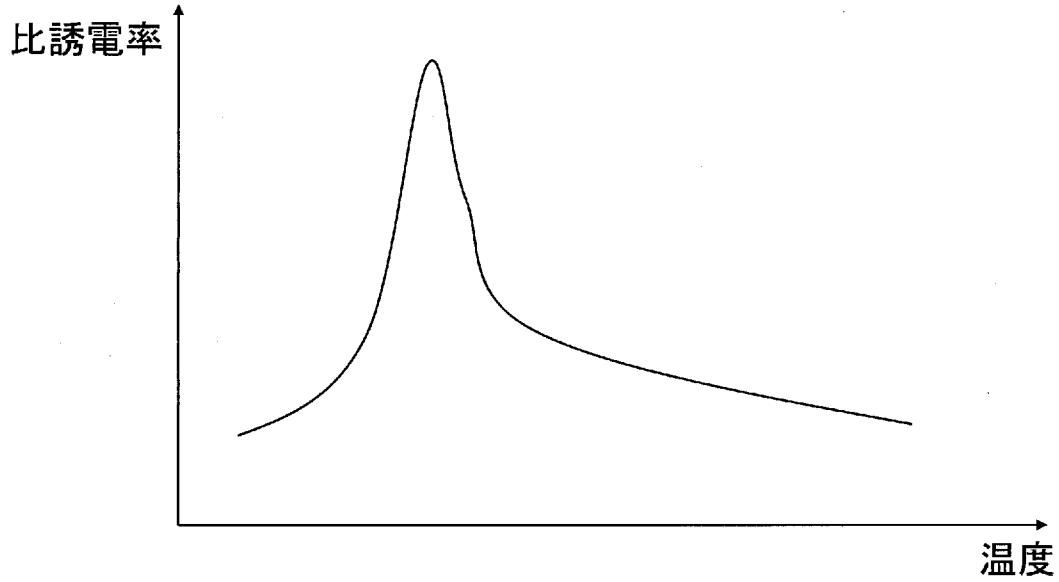
[図1A]


103
101
121
光源
ファブリペロー
干渉計
光
122
電源
102

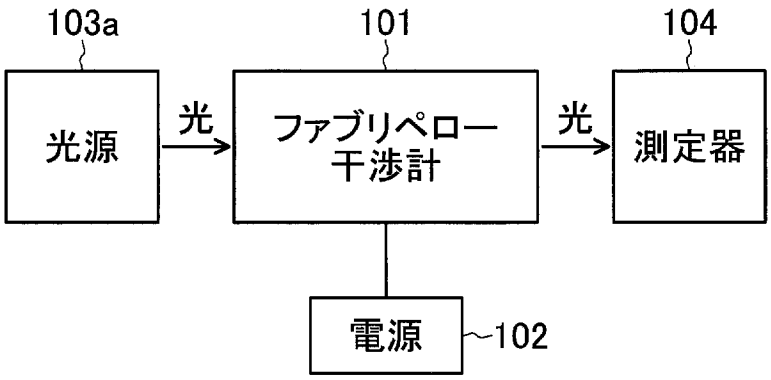
[図1B]


111
111a
115
116
111b
112
101
114
113
131
電圧源
102
112a
112b

[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/031389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. G01K11/12(2021.01)i
FI: G01K11/12 D

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. G01K11/12-11/18, G01B11/16, G01B9/00-9/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-107141 A (INSTITUTE OF NATIONAL COLLEGES OF TECHNOLOGY JAPAN) 08 May 2008, paragraphs [0002], [0011]-[0017], fig. 1-6	1-6
Y	JP 2015-117421 A (FDK CORP.) 25 June 2015, paragraphs [0021]-[0023], fig. 4	1-6
Y	JP 2-80903 A (RION CO., LTD.) 22 March 1990, p. 3, upper right column, line 10 to p. 4, upper right column, line 16, fig. 1-3	1-6
A	JP 57-190214 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.) 22 November 1982, p. 1, lower right column, line 7 to p. 2, upper right column, line 15, fig. 1, 2	1-6

☒ 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	Date of mailing of the international search report
08.10.2020	27.10.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/031389

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-520868 A (TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT) 23 July 2015, paragraphs [0002]-[0004], fig. 1	1-6
A	US 2018/0188116 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.) 05 July 2018, paragraphs [0012]-[0053], fig. 1-7	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/031389

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2008-107141 A	08.05.2008	(Family: none)	
JP 2015-117421 A	25.06.2015	(Family: none)	
JP 2-80903 A	22.03.1990	(Family: none)	
JP 57-190214 A	22.11.1982	(Family: none)	
JP 2015-520868 A	23.07.2015	US 2015/0124263 A1 paragraphs [0002]-[0004], fig. 1 WO 2013/167811 A1 EP 2847559 A1 FI 20125495 A CN 104428642 A	
US 2018/0188116 A1	05.07.2018	WO 2017/180129 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/031389

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01K 11/12(2021.01)i
FI: G01K11/12 D

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））

G01K11/12-11/18; G01B11/16; G01B9/00-9/10

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2008-107141 A (独立行政法人国立高等専門学校機構) 08.05.2008 (2008-05-08) 段落[0002],[0011]-[0017], 図1-6	1-6
Y	JP 2015-117421 A (ＦＤＫ株式会社) 25.06.2015 (2015-06-25) 段落[0021]-[0023], 図4	1-6
Y	JP 2-80903 A (リオン株式会社) 22.03.1990 (1990-03-22) 第3頁右上欄第10行-第4頁右上欄第16行, 第1-3図	1-6
A	JP 57-190214 A (東京芝浦電気株式会社) 22.11.1982 (1982-11-22) 第1頁右下欄第7行-第2頁右上欄第15行, 第1-2図	1-6
A	JP 2015-520868 A (テクノロジアン・トゥトキムスケスクス・ブイティティー) 23.07.2015 (2015-07-23) 段落[0002]-[0004], 図1	1-6
A	US 2018/0188116 A1 (HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.) 05.07.2018 (2018-07-05) 段落[0012]-[0053], FIGs.1-7	1-6

☐ 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	国際調査報告の発送日
08.10.2020	27.10.2020

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

吉田　久 2F 3902

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/031389

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2008-107141 A	08.05.2008	（ファミリーなし）	
JP 2015-117421 A	25.06.2015	（ファミリーなし）	
JP 2-80903 A	22.03.1990	（ファミリーなし）	
JP 57-190214 A	22.11.1982	（ファミリーなし）	
JP 2015-520868 A	23.07.2015	US 2015/0124263 A1 段落[0002]-[0004], FIG.1 WO 2013/167811 A1 EP 2847559 A1 FI 20125495 A CN 104428642 A	
US 2018/0188116 A1	05.07.2018	WO 2017/180129 A1	