

(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
2012 年 10 月 18 日(18.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/140959 A1

- (51) 国際特許分類:
G01K 11/12 (2006.01) G02B 6/02 (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/054651
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 24 日(24.02.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-091421 2011 年 4 月 15 日(15.04.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社豊田自動織機(KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP). 国立大学法人香川大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION KAGAWA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒7608521 香川県高松市幸町 1 番 1 号 Kagawa (JP). 独立行政法人国立高等専門学校機構(Institute of National Colleges of Technology, Japan) [JP/JP]; 〒1930834 東京都八王子市東浅川町 7 0 1 番 2 Tokyo (JP).
- (71) 出願人(米国についてのみ): 中川 香保里(NAKAGAWA, Kaori) (発明者(死亡)の相続人) [JP/JP]; 〒6650022 兵庫県宝塚市野上 1-4-3 1 エルフォンテ逆瀬川 5 0 3 Hyogo (JP). 中川 光(NAKAGAWA, Hikaru) (発明者(死亡)の相続人) [JP/JP];

〒6650022 兵庫県宝塚市野上 1-4-3 1 エルフォンテ逆瀬川 5 0 3 Hyogo (JP). 中川 直(NAKAGAWA, Nao) (発明者(死亡)の相続人) [JP/JP]; 〒6650022 兵庫県宝塚市野上 1-4-3 1 エルフォンテ逆瀬川 5 0 3 Hyogo (JP).

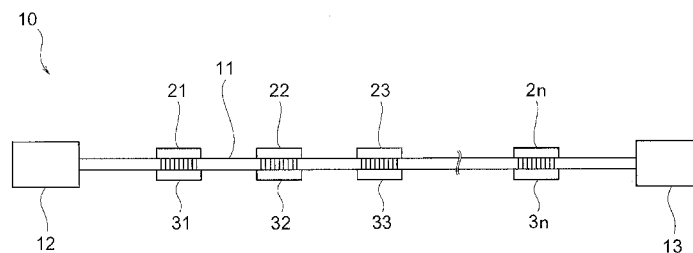
- (72) 発明者: 中川 清 (NAKAGAWA, Kiyoshi) (死亡).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 柴田 顕次(SHIBATA, Kenji) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 今岡 功(IMAOKA, Ko) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP). 須崎 嘉文(SUZAKI, Yoshifumi) [JP/JP]; 〒7610396 香川県高松市林町 2 2 1 7 番地 2 0 国立大学法人香川大学工学部内 Kagawa (JP). 岩田 弘(IWATA, Hiromu) [JP/JP]; 〒7618058 香川県高松市勅使町 3 5 5 独立行政法人国立高等専門学校機構 香川高等専門学校内 Kagawa (JP). 横内 孝史(YOKOUCHI, Takashi) [JP/JP]; 〒7691192 香川県三豊市詫間町香田 5 5 1 独立行政法人国立高等専門学校機構 香川高等専門学校内 Kagawa (JP).
- (74) 代理人: 曾我 道治, 外(SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 1 番 1 号 国際ビルディング 8 階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: TEMPERATURE MEASUREMENT SYSTEM AND TEMPERATURE MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 温度測定システム及び温度測定方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a temperature measurement system with which it is possible to carry out multi-point temperature measurement and broad spectrum temperature measurement at low cost. The temperature measurement system (10) is provided with a single optical fiber (11), and the FBGs (21, 22, 23...2n) of the optical fiber (11) are respectively provided to the parts to be measured (31, 32, 33...3n). A light source (12) connected to one end of the optical fiber (11) introduces, as incident light, light having a continuous spectrum and a broader bandwidth than the reflection bandwidth of each FBG, to the optical fiber (11). The measuring means (13) can measure bandwidths including the bandwidth of a transparent spectrum that has passed through each FBG, and measures the temperature of the corresponding part to be measured on the basis of the amount of movement in the reflection spectrum of each FBG indicated in the inputted transmission spectrum.

(57) 要約: 多点温度測定及び広範囲の温度測定を低コストで行うことを実現した温度測定システムを提供する。温度測定システム 10 は一本の光ファイバ 11 を備えており、光ファイバ 11 の FBG 21, 22, 23, ..., 2n が被測定部 31, 32, 33, ..., 3n にそれぞれ設けられている。光ファイバ 11 の一端に接続された光源 12 は、各 FBG の反射帯域より広帯域であり且つ連続的なスペクトルの光を、入射光として光ファイバ 11 に入射する。測定手段 13 は、各 FBG を通過した透過スペクトルの帯域幅を含む帯域を測定可能となっており、入力される透過スペクトル中に示される各 FBG の反射スペクトルの移動量に基づいて、対応する被測定部の温度が測定される。

WO 2012/140959 A1



(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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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： 温度測定システム及び温度測定方法

技術分野

[0001] この発明は温度測定システム及び温度測定方法に係り、特に、F B Gが形成された光ファイバを利用して被測定部の温度を測定するシステム及び方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、温度を測定するためのセンサとして、F B G（ファイバブラッググレーティング）が形成された光ファイバが利用される。F B Gとは、光ファイバのコアの屈折率を軸方向に沿った所定の長さ周期（グレーティング周期）で変化させた回折格子であって、光ファイバへの入射光に対し、グレーティング周期に応じた特定の波長（ブラッグ波長）の光を反射し、残りの光を透過するという特性を有している。温度変化に応じてF B Gが熱膨張すると、それに伴ってグレーティング周期が変化する。ブラッグ波長は、グレーティング周期の変化に対して線形に変化するため、ブラッグ波長の変化量に基づいて温度を測定することが可能となる。また、一本の光ファイバに複数のF B Gを形成すれば複数箇所の温度を測定する多点温度測定が可能となる。例えば特許文献1には、光ファイバへの入射光の光源としてレーザを用い、航空機の外板上に設けられた複数のF B Gで温度を測定する温度測定システムが開示されている。

[0003] ここで、図7を用いて、レーザを光源としてF B Gによる温度測定を行う方法について概略的に説明する。図7において符号100で示される領域は、温度測定の対象となる被測定部が所与の温度にある場合におけるF B Gの反射スペクトルを示している。また、符号200で示される領域は、レーザが発する入射光のスペクトルを示しており、その帯域幅は、F B Gの反射スペクトルの帯域幅より狭いことが一般的である。被測定部が上記の所与の温度にある場合、F B Gは、符号200で示される入射光を反射強度S1にて

反射する。また、被測定部の温度が上昇してF B Gが伸張すると、F B Gの反射スペクトルは一点鎖線の領域1 1 0で示されるように長波長側にシフトし、反射光の反射強度がS 1からS 2へと変化する。上述したように、F B Gのブラッグ波長はグレーティング周期の変化、すなわち被測定部の温度変化に対して線形に変化するため、反射強度S 1、S 2の差異に基づいて被測定部の温度が求められる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表2 0 0 9－5 1 6 8 5 5号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一本の光ファイバに複数のF B Gを形成して多点温度測定を行う場合、反射光がどのF B Gからのものであるかを判別することが必要となる。したがって、各F B Gは、それらのグレーティング周期が互いに異なるように、すなわち各F B Gの反射帯域が互いに異なるように形成されることが一般的である。ここで、上述したようにレーザが発する入射光の帯域幅は狭く、単一のレーザで各F B Gの反射帯域に対応した入射光を発することはできないため、特許文献1に記載の温度測定システムでは、複数のレーザまたは波長可変レーザを光源として用いている。しかしながら、レーザはL E D等と比較すると高価な機器であり、波長可変レーザはさらに高価であるため、特許文献1に記載の温度測定システムのようにレーザを光源として多点温度測定を行う場合、温度測定システムのコストが高くなるという問題点が生じる。

[0006] また、被測定部の温度の変化幅が広い場合、温度上昇時におけるF B Gの熱膨張量も大きくなるため、F B Gの反射スペクトルが図7の二点鎖線で示される領域1 2 0にシフトすることがある。このような場合、レーザが発する入射光のスペクトル2 0 0は反射スペクトルの帯域内に含まれず、F B Gにおける反射が起こらないため、温度の測定を行うことが不可能になるとい

う問題点が生じる。この問題点を回避するには、波長可変レーザを用いるか、または光ファイバの材料を変更してF B Gの熱膨張量を少なくすることが必要となるため、多点温度測定を行う場合と同様に、温度測定システムのコストが高くなる。すなわち、レーザを光源として多点温度測定を行う温度測定システム、及びレーザを光源として温度の変化幅が大きい被測定部の温度測定を行う温度測定システムは、システムを低コストで構築することが困難であるという問題点を有していた。

[0007] この発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、多点温度測定及び広範囲の温度測定を低コストで行うことを実現した温度測定システム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

[0008] この発明に係る温度測定システムは、被測定部の温度に応じて入射光に対する反射光の波長と入射光に対する透過光の波長とを変化させるF B Gを有する光ファイバと、光ファイバに入射光を入射する光源と、反射光または透過光に基づいて、被測定部の温度を測定する測定手段とを備え、光源は、F B Gの反射スペクトルの帯域幅より広い帯域幅を有するとともに連続的なスペクトルを有する光を入射光として光ファイバに入射し、測定手段は、F B Gの反射スペクトルの位置の変化量またはF B Gの透過スペクトルの位置の変化量に基づいて、被測定部の温度を測定する。

[0009] この発明に係る温度測定システムは、車両の温度を測定する車両用センサとして用いることが可能であり、その場合、車両は複数の被測定部を有し、光ファイバは複数の被測定部に設けられる複数のF B Gを有する。

[0010] また、この発明は、温度測定システムを用いて被測定部の温度を測定する温度測定方法にも関する。温度測定システムは、被測定部の温度に応じて入射光に対する反射光の波長と入射光に対する透過光の波長とを変化させるF B Gを有する光ファイバと、光ファイバに入射光を入射する光源と、反射光または透過光に基づいて、被測定部の温度を測定する測定手段とを備え、温度測定方法は、F B Gを被測定部に設けるステップと、光源によってF B G

の反射スペクトルの帯域幅より広い帯域幅を有するとともに連続的なスペクトルを有する光を入射光として光ファイバに入射するステップと、測定手段によってF B Gの反射スペクトルまたはF B Gの透過スペクトルを測定し、反射スペクトルの位置の変化量または透過スペクトルの位置の変化量に基づいて、被測定部の温度を算出するステップとを含む。

発明の効果

[0011] この発明によれば、温度測定システムにおいて、多点温度測定及び広範囲の温度測定を低コストで行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明の実施の形態1に係る温度測定システムの構成を示す概略図である。

[図2]実施の形態1に係る温度測定システムにおけるF B Gの構成を示す概略図である。

[図3]実施の形態1に係る温度測定システムにおける各F B Gの反射スペクトルを示すグラフである。

[図4]実施の形態1に係る温度測定システムにおいて測定手段に入力される透過スペクトルを示すグラフであり、(a)は定常状態のスペクトルを示し、(b)は温度変化が生じた状態を示す。

[図5]この発明の実施の形態2に係る温度測定システムの構成を示す概略図である。

[図6]この発明の実施の形態3に係る温度測定システムを用いた車両用センサの構成を示す概略図である。

[図7]従来の温度計測方法を説明するためのグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、この発明の実施の形態について添付図に基づいて説明する。
実施の形態1.

図1に、この実施の形態1に係る温度測定システム10の構成を概略的に示す。温度測定システム10は、一本の光ファイバ11と、光ファイバ11

の一端に接続された光源 1 2 と、光ファイバ 1 1 の他端に接続された測定手段 1 3 とを備えている。また、光ファイバ 1 1 の途中には、 n 個の F B G（ファイバブラッググレーティング）2 1, 2 2, 2 3, $\dots$, 2 n が形成されており、これらの F B G が温度測定の対象となる n 箇所の被測定部 3 1, 3 2, 3 3, $\dots$, 3 n にそれぞれ設けられている。後述するように、各被測定部の温度は、対応する F B G によって測定可能となっている。すなわち、温度測定システム 1 0 は、複数の被測定部の温度を測定する多点温度測定を一本の光ファイバ 1 1 によって行うものである。

[0014] 次に、図 2 に示される F B G 2 1 を参照して、その構成について説明する。図 2 に示すように、光ファイバ 1 1 は、光源 1 2（図 1 参照）から入力される入射光 L_1 が伝播するコア 1 1 a と、コア 1 1 a の外周部を覆うクラッド 1 1 b とを有している。F B G 2 1 は、コア 1 1 a の屈折率を軸方向に沿った所定の長さ周期（グレーティング周期） Λ_1 で変化した回折格子であって、入射光 L_1 に対し、特定の波長（ブラッグ波長）の光を反射光 L_2 として反射し、残りの光を透過光 L_3 として透過するという特性を有している。尚、光ファイバ 1 1 は、例えば石英ガラス等の材料から形成されており、その熱膨張率は正の値となっている。また、一例として、各 F B G の形成は、光ファイバ 1 1 のコア 1 1 a に紫外線等を照射することによって行われる。

[0015] グレーティング周期 Λ_1 は、F B G 2 1 のブラッグ波長を規定する要素の 1 つとなっており、グレーティング周期 Λ_1 の変化量に対してブラッグ波長が線形に変化するようになっている。すなわち、被測定部 3 1 の温度が上昇して F B G 2 1 が伸張すると、グレーティング周期 Λ_1 も大きくなるため、それに伴ってブラッグ波長が長波長側にシフトする。逆に、被測定部 3 1 の温度が低下して F B G 2 1 が収縮すると、グレーティング周期 Λ_1 も小さくなるため、それに伴ってブラッグ波長が短波長側にシフトする。したがって、ブラッグ波長のシフト量に基づいて、被測定部 3 1 の温度を測定することが可能となる。ここで、F B G 2 1 を透過した透過光 L_3 は、入射光 L_1 か

ら反射光 L_2 を除いたものとなるため、ブラッグ波長のシフト量は反射側及び透過側の双方から求めることが可能となっている。

[0016] また、図2には示されていないが、入射光 L_1 が伝播する方向におけるFBG21の下流側にはFBG22, 23, ..., 2nが配置されており（図1参照）、上流側のFBGが透過した透過光が下流側のFBGに順次入射されるようになっている。これらのFBGは、FBG21と同様の構成を有し、対応する被測定部32, 33, ..., 3nの温度をそれぞれ測定するためのものであるが、互いに異なるグレーティング周期 $\Lambda_2, \Lambda_3, \dots, \Lambda_n$ となるように、すなわち、各FBGが互いに異なるブラッグ波長の光を反射するように形成されている。図3を用いてより詳細に説明すると、FBG21, 22, ..., 2nは、それらのブラッグ波長を中心波長とする反射スペクトル41, 42, ..., 4nの反射光をそれぞれ反射する。各FBGのグレーティング周期は、対応する反射スペクトルが互いに離間した波長帯域に位置するように選択され、それにより、反射光及び透過光がどのFBGからのものであるかを判別可能となっている。

[0017] 図1に戻って、光源12は、各FBG21, 22, ..., 2nの反射スペクトル41, 42, ..., 4n（図3参照）を帯域幅に含む広帯域の光を発する機器であり、例えば白色光を発するLED等が用いられる。ここで、LEDにより発せられる白色光とは紫外線（不可視）、紫色～赤色に対応する波長の光（可視）および赤外線（不可視）が、連続的につながったスペクトルを示す光を指す。すなわち、光源12が光ファイバ11への入射光 L_1 （図2参照）として発する光は無色の光のみに限定されるものではなく、そのスペクトルの帯域幅に応じた様々な色の光を含み得る。一方、測定手段13は、複眼の光学素子であるMOSやCCDを用いて所定の帯域内における光の強度を測定する機器であり、光源12が発する入射光 L_1 の発光帯域を測定可能となっている。尚、光源12の反対側に測定手段13が接続されていることから明らかであるように、温度測定システム10は、各FBGが透過した透過光に基づいて各被測定部の温度を測定するものである。

[0018] 次に、この発明の実施の形態 1 に係る温度測定システムを用いて被測定部 3 1, 3 2, 3 3, . . . , 3 n の温度を測定する方法について説明する。

図 1 に示すように、まず、F B G 2 1, 2 2, 2 3, . . . , 2 n が対応する被測定部 3 1, 3 2, 3 3, . . . , 3 n に接着等によって設けられ、次いで、光源 1 2 から光ファイバ 1 1 に入射光 L 1 が入射される。入射光 L 1 が入射されると、最も上流側に位置する F B G 2 1 は、そのブラッグ波長に応じた反射光 L 2 (図 2 参照) を反射し、残りの光を透過光 L 3 (図 2 参照) として下流側に透過する。同様に、F B G 2 2, 2 3, . . . , 2 n は、上流側の F B G からの透過光に対してブラッグ波長に応じた反射光を反射し、残りの光を透過する。最終的に、全ての F B G を透過した光が測定手段 1 3 に入力されて監視される。

[0019] ここで、各 F B G が透過する透過光は、その上流側から入射される光から反射光を除いたものとなる。また、光源 1 2 は各 F B G の反射スペクトルを帯域幅に含む広帯域の光を発しており、測定手段 1 3 は、光源 1 2 が発する光の発光帯域を測定可能となっている。すなわち、図 4 (a) に示されるように、全ての F B G を通過して測定手段 1 3 に入力される透過スペクトル 5 0 には、各 F B G によって反射されたスペクトル 5 1, 5 2, . . . , 5 n が含まれた状態となっており、測定手段 1 3 は、これらのスペクトルを波形として認識することが可能となっている。尚、各反射スペクトル 5 1, 5 2, . . . , 5 n は透過スペクトル 5 0 内において互いに離間しているため、これらが位置する波長帯域に基づいて、対応する F B G が判別される。また、図 4 (a) は、各被測定部に温度変化が生じる前の定常状態を示すものである。

[0020] 以上のように透過スペクトル 5 0 を監視する温度測定システム 1 0 において、被測定部 3 1 の温度が低下し、且つ被測定部 3 2 の温度が上昇した場合について以下に説明する。図 4 (a) に示される定常状態から被測定部 3 1 の温度が低下すると、対応する F B G 2 1 が収縮してブラッグ波長が短波長側にシフトする。また、被測定部 3 2 の温度が上昇すると、対応する F B G

22が伸張してブラッグ波長が長波長側にシフトする。したがって、図4(b)に示されるように、測定手段13(図1参照)に入力される透過スペクトル50は、被測定部31に対応する反射スペクトル51が符号51'で示される位置に移動し、被測定部32に対応する反射スペクトル52が符号52'で示される位置に移動した状態となる。測定手段13は、各FBGにおける反射スペクトルを波形として認識可能であるため、被測定部31、32の温度変化量が反射スペクトル51、52の移動量に基づいて、具体的には、反射スペクトル51、52を示す波形のピーク位置の移動量や、あるいは所定の強度における波形の移動量等に基づいて測定される。

[0021] 上述したように、光源12が発する入射光L1を、FBG21, 22, 23, ..., 2nの反射スペクトル51, 52, ..., 5nの帯域幅より広い帯域幅を有するとともに連続的なスペクトルを有する広帯域の光としたので、入射光L1のスペクトルの帯域幅に合わせてFBGを複数とすることが可能となる。また、入射光L1が広帯域であるため、FBGが単一であるか複数であるかにかかわらず、測定可能な温度範囲も広げられた状態となる。測定手段13は、FBG21, 22, 23, ..., 2nを通過した透過スペクトル50を測定するため、入射光L1のスペクトルの帯域幅に対応した波長帯域を測定すると、その帯域内に各FBGの反射スペクトル51, 52, ..., 5nを見つけることができ、これらのスペクトルの位置の変化量に基づいて温度の変化量を求めることができる。すなわち、単体の光源12を用いても測定可能な帯域幅が広がった状態となっており、発光帯域が狭いレーザを光源とする場合のように、光源を複数とすることや、入射光の波長を可変とすることを必要としない。また、入射光L1を広帯域とする場合、例えばLED等の安価な機器を光源12として用いることができる。したがって、温度測定システム10において、多点温度測定及び広範囲の温度測定を低コストで行うことが可能となる。

[0022] また、測定手段13によって各FBG21, 22, 23, ..., 2nを通過した透過スペクトル50に基づいて、対応する被測定部31, 32, 3

3, ..., 3nの温度を測定したので、温度測定システム10の構成が簡単になる。具体的には、測定手段13を反射側、すなわち光源12側に接続する場合、各FBGからの反射光を測定手段に導くためにサーキュレータ等の機器を必要とすることが一般的である。一方、温度測定システム10のように透過スペクトル50に基づいて温度測定を行う場合、光ファイバ11の一端側に光源12を接続し、他端側に測定手段13を接続すればよく、サーキュレータ等を必要としない。

[0023] 実施の形態2.

次に、この発明の実施の形態2に係る温度測定システムについて説明する。この実施の形態2に係る温度測定システムは、実施の形態1に係る温度測定システム10における測定手段13が透過側、すなわち光源12の反対側に接続されていたのに対し、反射側に接続されるように構成したものである。尚、以下に説明する実施の形態において、図1～4に示される符号と同一の符号は同一または同様な構成要素であるので、その詳細な説明は省略する。

[0024] 図5に示すように、温度測定システム60は、実施の形態1と同様の光ファイバ11と光源12とを備えている。また、光源12と、最も上流側に位置するFBG21との間には、FBG21側から光源12側に伝播する光を光ファイバ61に分岐するためのサーキュレータ62が接続されており、光ファイバ61の先端に測定手段13が接続されている。実施の形態1における温度測定システム10が、FBG21, 22, 23, ..., 2nを通過した透過スペクトル50（図4参照）を監視し、それに含まれる反射スペクトル51, 52, ..., 5nの位置の変化量に基づいて被測定部の温度を測定していた。一方、温度測定システム60は、図3に示される反射スペクトル41, 42, ..., 4nを監視し、これらの移動量に基づいて温度を測定するものである。その他の構成、及び温度の測定方法については、実施の形態1と同様である。

[0025] 以上のように、測定手段13をFBG21, 22, 23, ..., 2nの

反射側に接続しても、実施の形態１と同様の効果を得ることができる。また、測定手段１３を反射側に接続した場合、例えばＦＢＧ２１とＦＢＧ２２との間で光ファイバ１１が断線したとすると、測定手段１３には、断線箇所以降にあるＦＢＧ２２，２３，・・・，２ｎからの反射光が届かなくなるため、断線の有無の判別及び断線箇所の特定を行うことが可能となる。

[0026] 実施の形態３．

次に、この発明の実施の形態３に係る温度測定システムについて、電気自動車やハイブリッドカー等に適用される車両用センサとして適用した場合を例として説明する。

図６に示すように、車両用センサ７０は、車両７１の前部に設けられたバッテリー７２ａや車両７１の居室内にある部位７２ｂ、７２ｃ等を光ファイバ１１で順次接続したものとなっている。すなわち、バッテリー７２ａや上記の部位７２ｂ、７２ｃは、実施の形態１、２における被測定部に相当しており、これらに対してＦＢＧ２１～２３がそれぞれ設けられている。また、測定手段１３には、図示しない車両の制御部が接続されており、ＦＢＧ２１～２３を利用した温度測定結果に基づいて、バッテリーの稼働状況を示す警告灯やオートエアコン等の機器の動作が制御される。その他の構成及び温度測定方法については、実施の形態１と同様である。

以上のように、この発明に係る温度測定システムは、車両用センサ７０として適用することも可能となっている。この場合、一本の光ファイバ１１を車両７１内に敷設すれば多点温度測定を行えるため、簡単な構成で複数箇所の温度管理を行うことが可能となる。

[0027] 実施の形態１～３に係る温度測定システムは多点温度測定を行うものとして構成されたが、被測定部を複数とすることに限定するものではなく、一箇所の被測定部の温度測定に用いることも可能である。本発明は、広帯域の光源と、光源の発光帯域を測定可能な測定手段とを用いることにより、測定可能な温度範囲を広げることができるという効果を有しており、この効果は被測定部の数に関わらず共通のものである。したがって、レーザを光源とする

場合のように、光源の発光帯域がF B Gの反射スペクトルから外れて温度の測定が不可能となる問題が生じることがない。

請求の範囲

- [請求項1] 被測定部の温度に応じて入射光に対する反射光の波長と前記入射光に対する透過光の波長とを変化させる F B G を有する光ファイバと、
前記光ファイバに前記入射光を入射する光源と、
前記反射光または前記透過光に基づいて、前記被測定部の温度を測定する測定手段と
を備え、
前記光源は、前記 F B G の反射スペクトルの帯域幅より広い帯域幅を有するとともに連続的なスペクトルを有する光を前記入射光として前記光ファイバに入射し、
前記測定手段は、前記 F B G の反射スペクトルの位置の変化量または前記 F B G の透過スペクトルの位置の変化量に基づいて、前記被測定部の温度を測定する温度測定システム。
- [請求項2] 前記光ファイバは複数の前記 F B G を有する請求項 1 に記載の温度測定システム。
- [請求項3] 前記測定手段は、前記 F B G の透過スペクトルの位置の変化量に基づいて、対応する前記被測定部の温度を測定する請求項 1 または 2 に記載の温度測定システム。
- [請求項4] 前記測定手段は、前記 F B G の反射スペクトルの位置の変化量に基づいて、対応する前記被測定部の温度を測定する請求項 1 または 2 に記載の温度測定システム。
- [請求項5] 請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の温度測定システムを用いて車両の温度を測定する車両用センサであって、
前記車両は複数の被測定部を有し、
前記光ファイバは前記複数の被測定部に設けられる複数の F B G を有する車両用センサ。
- [請求項6] 温度測定システムを用いて被測定部の温度を測定する温度測定方法であって、

前記温度測定システムは、

前記被測定部の温度に応じて入射光に対する反射光の波長と前記入射光に対する透過光の波長とを変化させる F B G を有する光ファイバと、

前記光ファイバに前記入射光を入射する光源と、

前記反射光または前記透過光に基づいて、前記被測定部の温度を測定する測定手段と
を備え、

前記温度測定方法は、

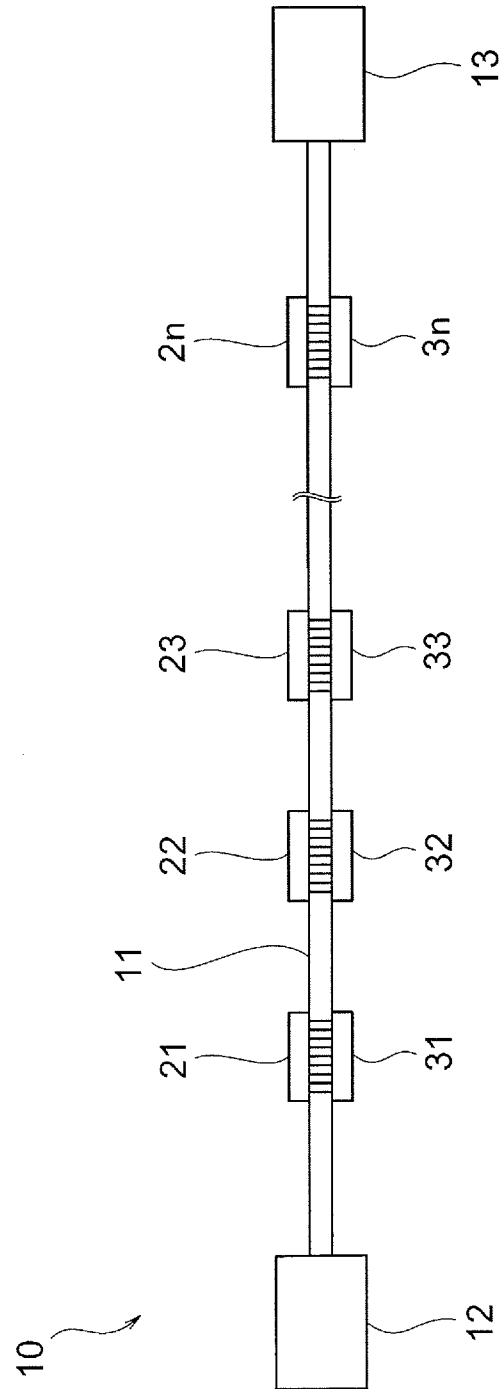
前記 F B G を前記被測定部に設けるステップと、

前記光源によって前記 F B G の反射スペクトルの帯域幅より広い帯域幅を有するとともに連続的なスペクトルを有する光を前記入射光として前記光ファイバに入射するステップと、

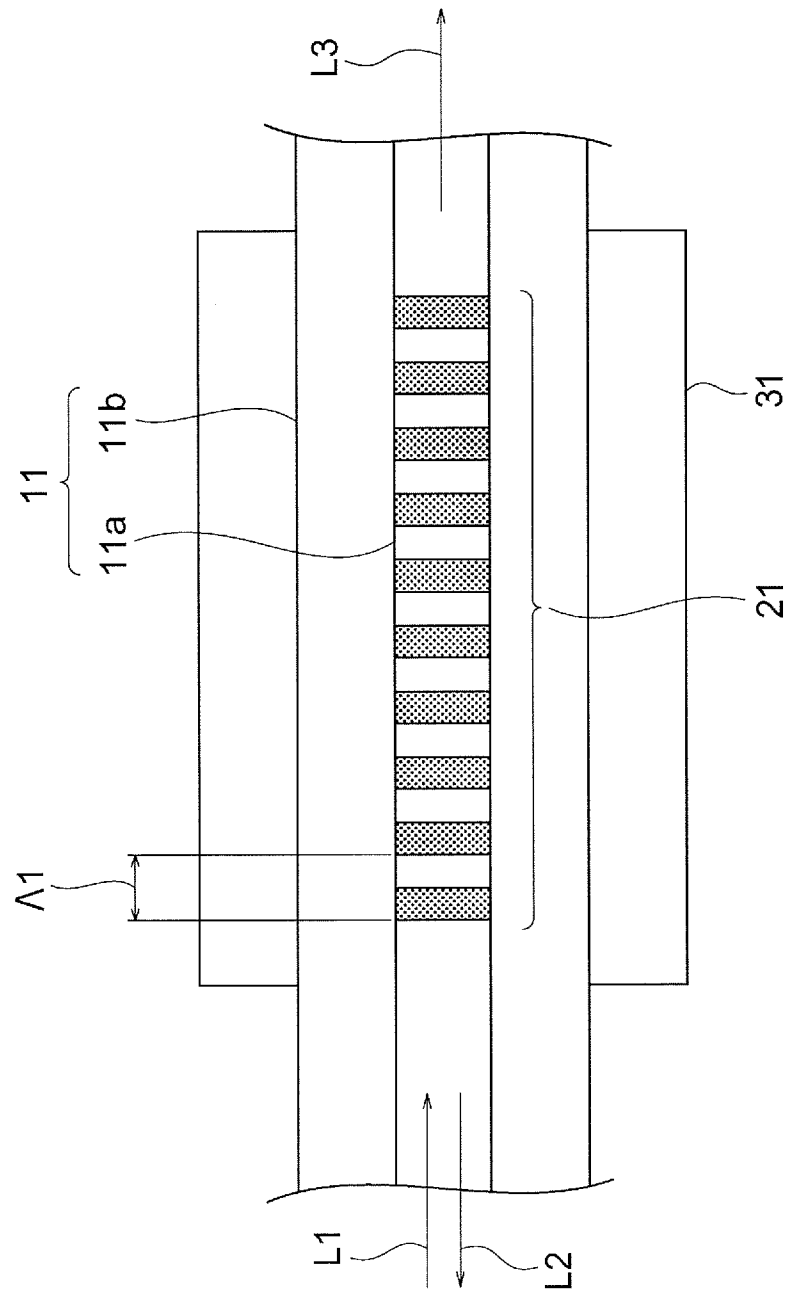
前記測定手段によって前記 F B G の反射スペクトルまたは前記 F B G の透過スペクトルを測定し、前記反射スペクトルの位置の変化量または前記透過スペクトルの位置の変化量に基づいて、前記被測定部の温度を算出するステップと

を含む温度測定方法。

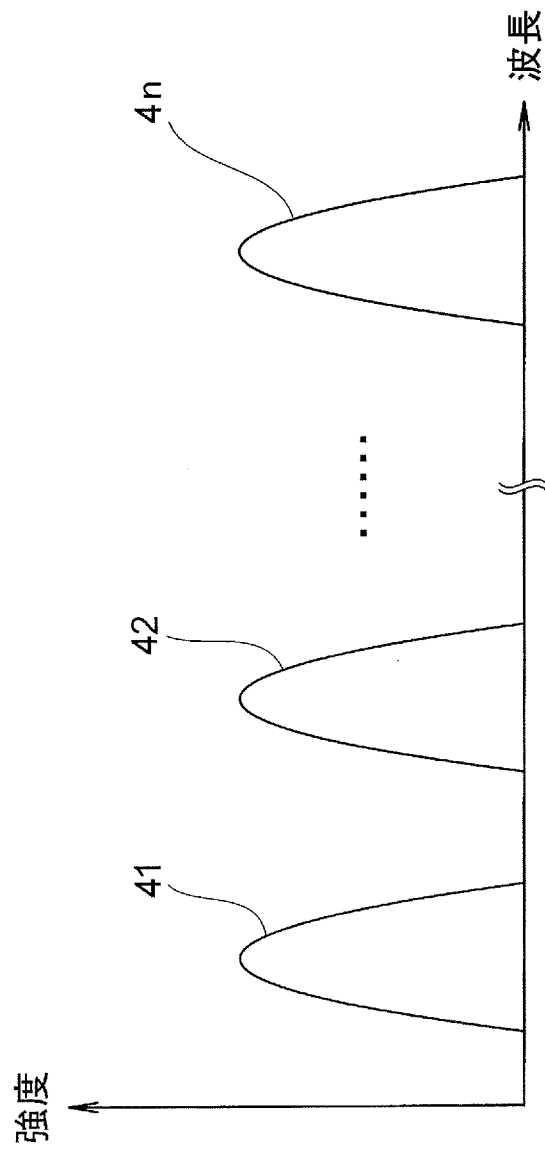
[図1]



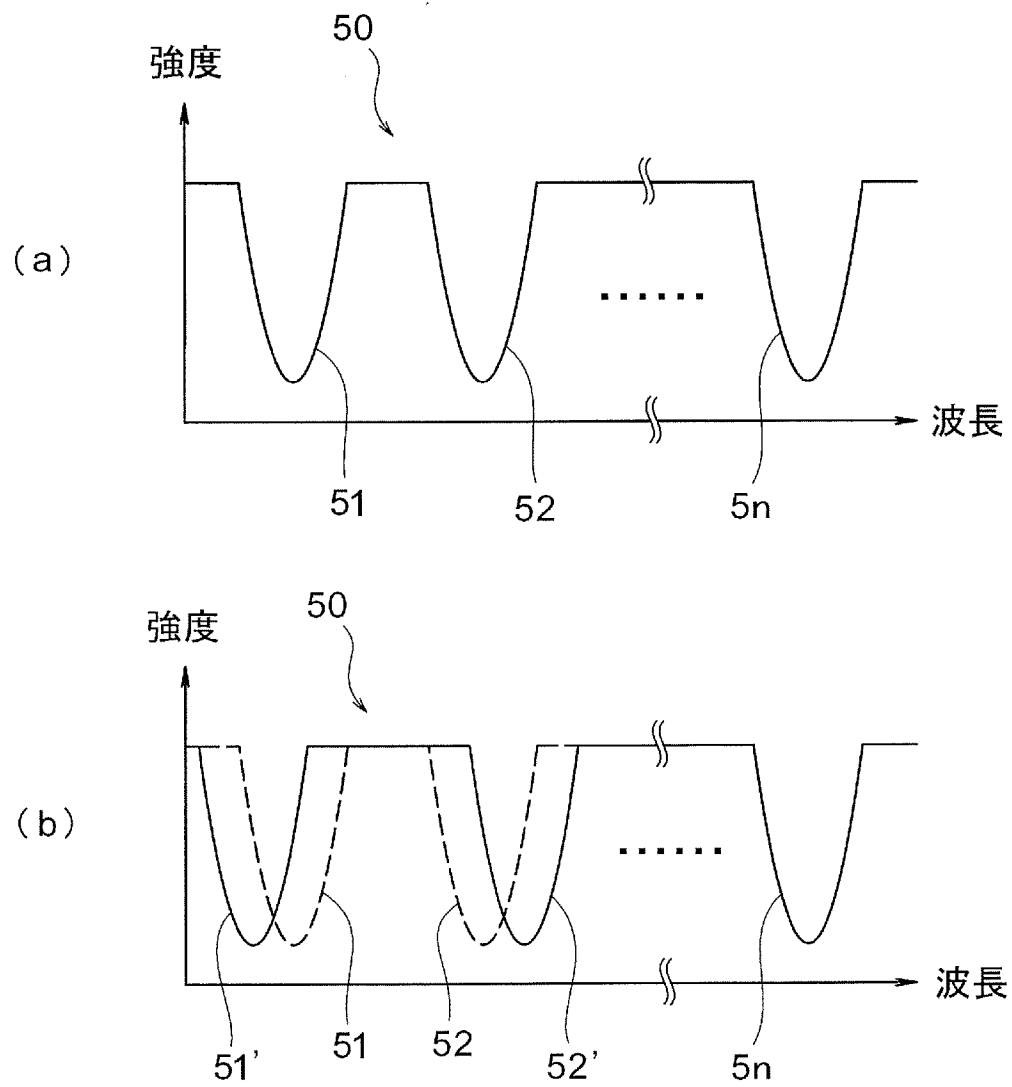
[図2]



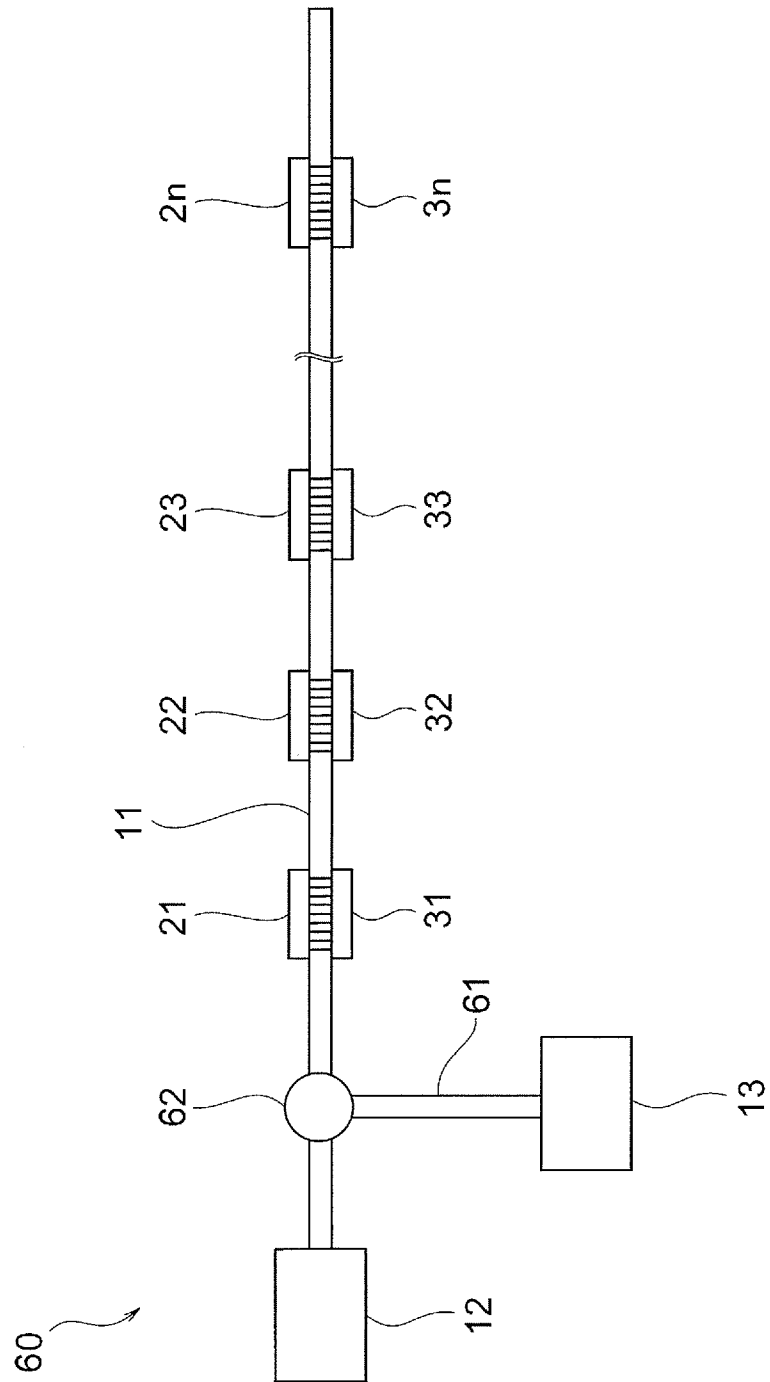
[図3]



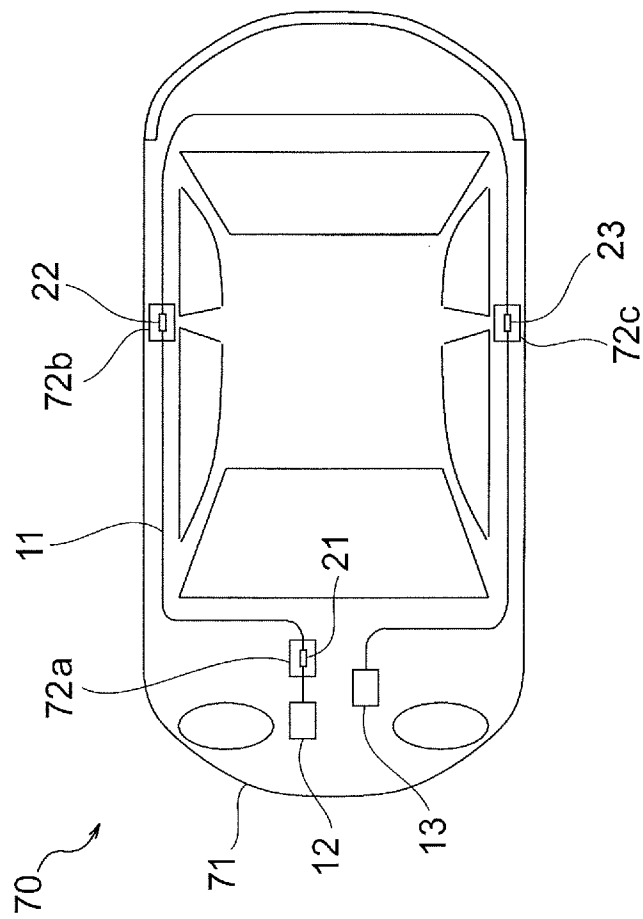
[図4]



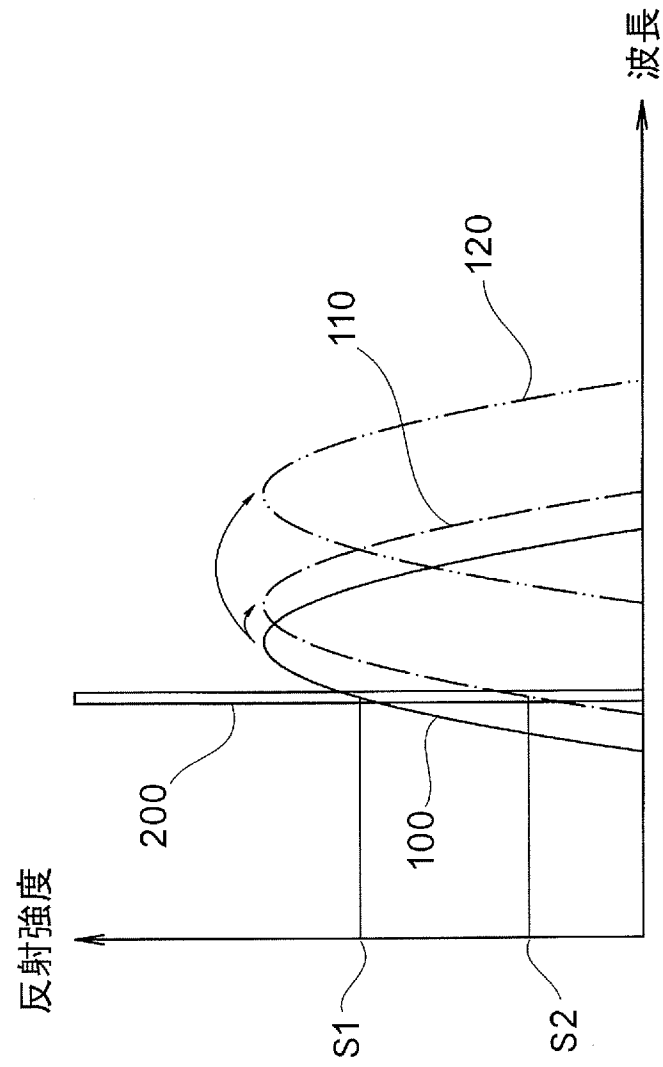
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054651

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01K11/12(2006.01)i, G02B6/00(2006.01)i, G02B6/02(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)

G01K11/12, G02B6/00, G02B6/02

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2008-224670 A (General Electric Co.), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0017] to [0024]; fig. 1 to 2 & US 2008/0227349 A1 & DE 102008013052 A	1-6
Y	JP 2008-151574 A (Hitachi Cable, Ltd.), 03 July 2008 (03.07.2008), paragraphs [0031] to [0038]; fig. 1 to 3 & US 2008/0142693 A1	1-6
Y	JP 2010-281760 A (Aisan Industry Co., Ltd.), 16 December 2010 (16.12.2010), paragraphs [0014], [0052] to [0054]; fig. 19 to 21 (Family: none)	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
21 March, 2012 (21.03.12)

Date of mailing of the international search report
03 April, 2012 (03.04.12)

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. G01K11/12(2006.01)i, G02B6/00(2006.01)i, G02B6/02(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. G01K11/12, G02B6/00, G02B6/02

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 2008-224670 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2008.09.25, 【0017】-【0024】, 図1-2 & US 2008/0227349 A1 & DE 102008013052 A	1-6
Y	JP 2008-151574 A (日立電線株式会社) 2008.07.03, 【0031】 - 【0038】, 図1-3 & US 2008/0142693 A1	1-6
Y	JP 2010-281760 A (愛三工業株式会社) 2010.12.16, 【0014】, 【0052】-【0054】, 図19-21 (ファミリーなし)	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 1 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 4 . 2 0 1 2

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)

松浦 久夫

2 F

9 6 1 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6