(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 1 月 26 日(26.01.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/011186 A1

(51) 国際特許分類:
G01C 3/06 (2006.01) *B60R 1/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/062403

(22) 国際出願日: 2010 年 7 月 23 日(23.07.2010)

(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 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車　株式会社 **(TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA)** [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 川真田　進也 **(KAWAMATA, Shinya)** [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車　株式会社　内 Aichi (JP). 船山　竜士 **(FUNAYAMA, Ryuji)** [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車　株式会社　内 Aichi (JP). 佐鳥　新 **(SATORI, Shin)** [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車　株式会社　内 Aichi (JP). 青柳　賢英 **(AOYANAGI, Yoshihide)** [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車　株式会社　内 Aichi (JP). 小松田　忠良 **(KOMATSUDA, Tadayoshi)** [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車　株式会社　内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 恩田　博宣, 外 **(ONDA, Hironori** et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町２丁目１２番地の１ Gifu (JP).

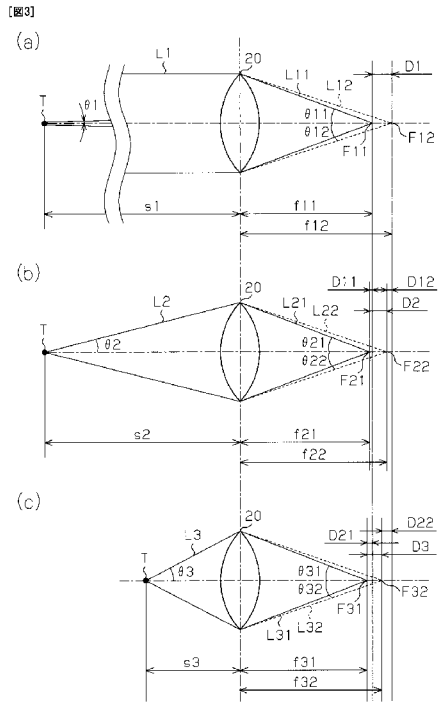
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, 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

[続葉有]

(54) **Title**: DISTANCE MEASUREMENT DEVICE AND DISTANCE MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称 : 距離測定装置および距離測定方法



(57) **Abstract**: The disclosed distance measurement device measures target distances (s1, s2, s3) to a measurement target (T) by means of optically detecting the measurement target (T) using a lens (20). The image-formation relative-value calculation means of the distance measurement device creates an image of the measurement target by means of causing light having a plurality of wavelengths from the measurement target to form an image by means of the lens. By further determining the image-formation distances (f11, f12, f21, f22, f31, f32) from the lens to the image for each wavelength, image-formation relative values (D1, D2, D3), which are values indicating the relative relationship between the image-formation distances, are calculated. A recording means records correlation information —as information that is defined by the chromatic aberration characteristics of the lens—in a manner so as to indicate the correlation between image-formation relative values and target distances (s1, s2, s3). A distance calculation means calculates the target distances (s1, s2, s3) by means of matching the image-formation relative values to the correlation information.

(57) 要約: 距離測定装置は、レンズ（２０）を用いて測定対象（Ｔ）を光学的に検出することによって、測定対象（Ｔ）までの対象距離（ｓ１，ｓ２，ｓ３）を測定する。距離測定装置の結像相対量算出手段は、測定対象からの複数の波長を有する光を、レンズによって結像することによって測定対象の像を求める。更にレンズから像までの結像距離（ｆ１１，ｆ１２，ｆ２１，ｆ２２，ｆ３１，ｆ３２）を波長ごとに求めることによって、それら結像距離同士の相対的な関係を示す量としての結像相対量（Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３）を算出する。記憶手段は、結像相対量と対象距離（ｓ１，ｓ２，ｓ３）との相関を示すように、レンズの色収差特性によって定まる情報としての相関情報を記憶する。距離算出手段は、結像相対量を相関情報に照合することによって、対象距離（ｓ１，ｓ２，ｓ３）を算出する。

WO 2012/011186 A1

(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, 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 ： 距離測定装置および距離測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、周辺環境に存在する測定対象、とりわけ交通環境に存在する測定対象を、光学的に検出することに基づき、装置自身と当該測定対象の間の距離を測定する距離測定装置、及び該距離測定装置に用いるのが好適な距離測定方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、装置自身と測定対象の間の距離を測定する装置として、可視光と不可視光の中から選択した光を光学的に検出することに基づき自身と測定対象の間の距離を測定する距離測定装置が実用化されている。このような距離測定装置は、たとえば移動体としての車両に搭載されることによって、測定対象たる他車両等と、自車両つまり距離測定装置自体との間の距離（相対距離）を測定する。距離測定装置は、このようにして測定した距離の情報を、たとえば他車両との衝突回避などを支援する運転支援情報の一つとして、運転支援装置などに提供する。

[0003] ところで、このように測定対象までの距離を光学的に測定する装置としては、たとえば特許文献１や特許文献２に記載の距離測定装置が知られている。

このうち特許文献１に記載の距離測定装置は、たとえば波長が互いに異なる所定パターンからなる光を測定対象に投影する光源を有し、測定対象に投影した光のパターンを、光源の光軸とは異なる方向から撮像する。そして特許文献１の距離測定装置は、それら投影した光のパターンに対する、撮像した光のパターンの変化に基づき、測定対象までの距離を測定する。このように特許文献１の距離測定装置は、撮像が可能な強度の光を、光源から測定対象に投影する必要がある。このため、このような距離測定装置を車載するとなると、その光源としても、この光源から数十メートル～数百メートルほど

離れることもある測定対象に、上記撮像が可能な強度の光のパターンを投影しなければならないため、光源によって消費されるエネルギーが無視できないものとなる。

[0004] 一方、特許文献２には、光源を用いない距離測定装置の一例が記載されている。この特許文献２の距離測定装置は、可視スペクトル域に感応するカメラと、赤外線スペクトル域に感応するカメラとの計２台のカメラを、両カメラの間に所定間隔を空けて配置する。距離測定装置は、それぞれのカメラが撮像した同一の測定対象の像に三角測量法を適用することによって、当該測定対象までの距離を測定するようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２００２－２７５０１号公報

特許文献2：特表２００７－５０６０７４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、上記特許文献２に記載の距離測定装置は、特別な光源を必要としないためにエネルギー消費は確かに少ないものの、測定精度を高く維持するためには、三角測量法の基準となる２つのカメラの間の離間距離を精度よく維持することが欠かせない。しかし、車両に搭載した距離測定装置は、車体の振動や歪み等の影響を受けるため、車体に取り付けた２つのカメラの間の離間距離を精度よく維持することは容易ではない。このように、距離測定装置を特に車両に搭載する場合、構成の簡素化などの面で、実用上はなお改良の余地を残すものとなっている。

[0007] 本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、たとえ車両等に搭載される場合であれ、自身と測定対象の間の距離の測定を簡単な構成のもとに行うことができる距離測定装置、及び該距離測定装置に用いるのが好適な距離測定方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 以下、上記課題を解決するための手段及びその作用効果を記載する。

上記課題を解決するため、この発明は、レンズを用いて測定対象を光学的に検出することによって、前記測定対象までの距離としての対象距離を測定する距離測定装置を提供する。距離測定装置は、前記測定対象からの複数の波長を有する光を、前記レンズによって結像することによって前記測定対象の像を求め、前記レンズから前記像までの結像距離を前記波長ごとに求めることによって、それら前記結像距離同士の相対的な関係を示す量としての結像相対量を算出する結像相対量算出手段と；前記結像相対量と前記対象距離との相関を示すように前記レンズの色収差特性によって定まる情報としての相関情報を、記憶する記憶手段と；前記結像相対量を前記相関情報に照合することによって、前記対象距離を算出する距離算出手段とを備えることを要旨とする。

[0009] 通常、レンズは、互いに異なる波長の入射光ごとに、互いに異なる屈折率を有する。つまり通常のレンズは、いわゆる色収差を生じるため、入射光が複数の波長を有する場合、レンズが入射光を結像させると、それぞれの波長ごとに、レンズから像までの結像距離が相違する。またひとつの波長を有する光の像の結像距離にあっても、レンズと測定対象の間の距離の変化などによるレンズへの光の入射角の相違によって変化する。更にレンズは、取得したい波長を有する光に限り、たとえば画像用には赤色の波長、青色の波長、緑色の波長のそれぞれ光に限り、それぞれ波長を有する光による像の結像距離がそれぞれ一致するように構成されること、いわゆる色収差が補正されることが一般的である。

[0010] このような構成によれば、測定対象までの距離とレンズの特性とから定まる情報である、それぞれ波長を有する光の像の結像距離間の結像相対量と測定対象までの距離との相関を示す情報と、検出に基づき算出した結像相対量とを対比することによって、測定対象までの距離が算出（測定）される。これによって、互いに異なる波長に対応する結像距離同士の差としての結像距

離差（つまり色収差）が補正されていないレンズ（光学系）を用いたり、レンズにおいて結像距離差（色収差）の補正されていない波長を有する光を用いたりする場合であれ、測定対象までの距離を測定できる。すなわちこの距離測定装置は、波長ごとの結像距離差（色収差）を補正する必要がないことから、レンズなどの光学系の構造を簡単にすることができる。

[0011] またこの構成は、共通のレンズ（光学系）がそれぞれの波長の結像距離を検出することによって、波長ごとの結像距離差（色収差）を求めるように構成されている。このことから、距離測定を、ひとつの光学系、すなわち一台のカメラで行うことができる。これによって、複数のカメラを用いる場合と比較すると、カメラ等の配置の自由度が高められるとともに、カメラの配置位置を高い精度に維持する必要もなく、距離測定装置の構成を簡単にすることができる。

[0012] 更にこの構成は、結像距離が補正されていない波長を有する光を用いて、距離測定することができる。よって、距離測定装置に用いる波長の選択自由度と設計自由度が高くなるとともに、この距離測定装置に採用する光学系の選択自由度と設計自由度も高くなる。

[0013] 前記光は、前記結像距離が互いに相違する２つの波長を有し、前記相関情報は、それぞれ前記結像相対量を前記対象距離に対応付けたマップデータを構成するようにしてもよい。

[0014] このような構成によれば、レンズからの結像距離が互いに異なる２つの波長を有する光に基づき、測定対象までの距離を測定することができる。このように、２つの波長を有する光からであれ、測定対象までの距離を測定することができる。よって、距離測定の実施が容易である。

[0015] 前記結像相対量は、前記２つの波長の結像距離同士の差としての結像距離差であるようにしてもよい。

このような構成によれば、結像相対量を、２つの波長を有する光の結像距離差として、つまり色収差として検出する。よって、結像相対量の検出に必要な演算が簡単である。

[0016] 前記結像相対量は、前記２つの波長の結像距離同士の比としての結像距離比であるようにしてもよい。

このような構成によれば、結像相対量を、２つの波長を有する光の結像距離の比として検出するので、検出に必要な演算が簡単である。

[0017] 前記結像相対量算出手段は、前記結像距離を求めるために、前記レンズと、前記像を撮像するための結像面との間の距離を可変に構成されてもよい。

このような構成によれば、結像距離は、レンズと結像面の間の距離から直接求められるようになる。よって、結像距離の検出が簡単である。

[0018] 前記結像相対量算出手段は、前記レンズに対して前記結像面を移動させるように構成されてもよい。

このような構成によれば、光学系よりも小型な場合が多い結像面の構成素子を移動させるので、距離測定装置の小型化や簡素化が図られるようになる。たとえばＣＣＤなどの画像素子からなる結像面は、光学系に比べて小型且つ軽量であるため、そのような結像面を移動させる構造も簡単なものになる。

[0019] 前記結像面は、揺動シャフト周りに揺動するように構成され、前記結像相対量算出手段は、前記結像面の揺動を制御することによって、前記レンズと前記結像面の間の距離を可変するようにしてもよい。

[0020] このような構成によれば、揺動シャフトを揺動させることによって、結像面をレンズの表面に遠ざけたり近づけたりすることができるようになる。これによって、レンズに対して結像面を移動させる構造を、簡単な構成にすることができるようになる。

[0021] 前記距離測定装置は更に、前記レンズと前記測定対象の間に位置する第２レンズを有し、前記結像相対量算出手段は、前記レンズと前記第２レンズの間の距離に基づき前記結像距離を求めてもよい。つまり結像相対量算出手段は、測定対象についての光の像が結像面に結像されるときの２つのレンズの相対距離から、結像距離を求めるようにしてもよい。

[0022] このような構成によれば、２つのレンズの相対距離を変化させることに応

じて変化するレンズの結像距離に基づき、２つの波長を有する光の結像距離差を算出することができるようになる。

[0023] 前記レンズは、前記測定対象からの光を検出するスペクトルセンサの一部であるようにしてもよい。つまり、測定対象からの光を検出するスペクトルセンサが検出した光の像が、測定対象についてレンズが結像した像であるように構成してもよい。

[0024] このような構成によれば、スペクトルセンサを用いることによって、任意の波長からなる複数の波長を有する光を、検出することができる。よって、それら検出した波長を有する光による像の結像距離に基づき、多くの結像相対量を算出することができる。多くの結像相対量に基づき距離測定を行うようにすることによって、測定される距離の精度を高くすることができる。またスペクトルセンサは、波長の選択性自由度が高いことから、周辺環境や環境光などに応じて、距離測定に適した波長を有する光を適宜選択することも容易となる。更にスペクトルセンサは、もともと複数の波長を有する光を検出することができるので、距離測定装置を簡単に構成することができる。すなわち既存のスペクトルセンサを利用して、距離測定装置を構成することが可能になる。

[0025] また上記課題を解決するため本発明は、レンズを用いて測定対象を光学的に検出することによって、前記測定対象までの距離としての対象距離を測定する距離測定方法を提供する。距離測定方法は、前記測定対象からの複数の波長を有する光を、前記レンズによって結像することによって前記測定対象の像を求め、前記レンズから前記像までの結像距離を前記波長のそれぞれに対して検出する結像距離検出工程と；これら前記結像距離同士の相対的な関係を示す量としての結像相対量を算出する相対関係量算出工程と；前記結像相対量と前記対象距離の相関を示すように前記レンズの色収差特性によって定まる情報としての相関情報に、前記結像相対量を照合することによって、前記対象距離を算出する距離算出工程とを備えることを要旨とする。

[0026] 通常のレンズは、互いに異なる波長の入射光ごとに、互いに異なる屈折率

を有する。つまり通常のレンズはいわゆる色収差を生じるため、入射光が複数の波長を有する場合、レンズが入射光を結像させると、それぞれの波長ごとにレンズから像までの結像距離が相違する。レンズと測定対象の間の距離の変化などによってレンズへの光の入射角が相違することよって、ひとつの波長を有する光の像の結像距離も変化する。更にレンズは、取得したい波長を有する光に限り、たとえば画像用には赤色の波長、青色の波長、緑色の波長のそれぞれ光に限り、それぞれの波長を有する光による像の結像距離が互いに一致するように構成されること、いわゆる色収差が補正されることが一般的である。

[0027] 上記距離測定方法によれば、波長ごとの像の結像距離同士の間の結像相対量と、対象距離との相関を示す相関情報は、対象距離とレンズ特性とから定まる。測定対象を検出することに基づき算出した結像相対量を、相関情報と対比することによって、対象距離が算出つまり測定される。これによって、レンズつまり光学系の色収差が補正されていなくても、つまり互いに異なる波長の結像距離同士の差としての結像距離差が補正されていなくても、対象距離は測定される。つまり上記距離測定方法は、結像距離差つまり色収差が補正されていないレンズからの光を用いる場合でも、対象距離を測定できる。すなわち上記距離測定方法は、波長ごとの結像距離差つまり色収差を補正する必要がない。よって、簡単な構造のレンズを有する光学系でも、上記距離測定方法を実現することができる。

[0028] また上記距離測定方法は、共通のレンズつまり共通の光学系によって検出したそれぞれの波長の結像距離に基づき、波長ごとの結像距離差つまり色収差を求める。よって、一つの光学系すなわち一台のカメラが検出した像に基づき、距離測定を行なうことができる。上記距離測定方法は、たとえば複数のカメラを必要な方法と比較すると、カメラ等の配置の自由度を高めることができる。

[0029] 更に上記距離測定方法は、結像距離が補正されていない光を用いて、距離を測定する。つまり上記距離測定方法は、用いる波長の選択自由度と設計自

由度が高い。つまり距離測定方法を実施する装置における、光学系の選択自由度と設計自由度も高くなる。

[0030] 前記結像距離検出工程は、前記結像距離を２つの波長それぞれに対して検出してもよい。前記距離算出工程は、前記結像相対量を前記対象距離に対応付けたマップデータから、前記相関情報を取得するようにしてもよい。

[0031] このような方法によれば、２つの波長を有する光に基づき、測定対象までの距離が測定される。よって距離測定の実施が容易になる。

前記結像距離検出工程は、前記像の鮮明度に基づき、前記波長ごとに前記結像距離を検出するようにしてもよい。

[0032] 像の鮮明度は、たとえば像自身の画素と、像の周囲の画素との間の光量変化の度合いに基づき判定される。像の鮮明度を測定する方法自体は、公知の方法で実施できるため、上記距離測定方法を好適に実施し易い。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明に係る距離測定装置を具体化した第１実施形態に係るスペクトル測定装置のシステム構成を、このスペクトル測定装置が搭載された移動体とともに示すブロック図。

[図2]図１のスペクトル測定装置に用いられる光学系の、概略構造を示す模式図。

[図3]図２の光学系が、測定対象の像を結像させる結像距離を示す模式図。図３（ａ）は、測定対象が遠い場合の結像距離を示す。図３（ｂ）は、測定対象が図３（ａ）のときよりもスペクトル測定装置に近い場合の結像距離を示す。図３（ｃ）は、測定対象が（ｂ）のときよりも近い場合の結像距離を示す。

[図4]図４（ａ）～図４（ｄ）は、図２の光学系の結像面に、同一の測定対象を、波長が互いに異なる光の像として投影したときの態様を例示する模式図。

[図5]図１のスペクトル測定装置が検出した、２つの波長の光の結像距離差と、スペクトル測定装置から測定対象までの距離との関係を示すグラフ。

[図6]図１のスペクトル測定装置が、距離を測定する手順を示すフローチャート。

[図7]本発明の第２実施形態に係る距離測定装置を具体化したスペクトル測定装置の、概略構成を示す模式図。

[図8]図７のスペクトル測定装置の光学系が、結像距離を測定する態様を例示する模式図。

[図9]図９（ａ）と図９（ｂ）は、図７のスペクトル測定装置の光学系が、結像距離を測定する態様を例示する模式図。

[図10]本発明の距離測定装置を具体化したスペクトル測定装置の、変更例の構造を示す図。

発明を実施するための形態

[0034] （第１実施形態）

図１～図６は、本発明の距離測定装置を具体化した、第１実施形態に係るスペクトル測定装置１１を説明する。図１に示すように、このスペクトル測定装置１１は、移動体としての車両１０に搭載されている。つまり図１は、移動体としての車両１０に搭載された、距離測定装置としてのスペクトル測定装置１１のシステム構成の概略を示すブロック図である。

[0035] 近年、実用化が検討されている技術としては、スペクトルセンサによって測定した不可視光領域をも含むマルチスペクトルデータから、当該スペクトルセンサの周辺環境に存在する測定対象を認識し、その認識した測定対象もしくは測定対象の状態に応じて、各種の支援を運転者（ドライバー）に提供する技術がある。たとえば自動車等の車両において実用化が検討されている運転支援装置は、ドライバーの運転や意思決定を支援するために、車両に搭載したスペクトルセンサが測定したスペクトルデータに基づき、当該車両周囲の交通環境に存在する歩行者や他車両などを認識する。

[0036] また車両のような移動体を操作するドライバーを支援するためには、たとえば移動体が他の物体に衝突することを回避したり防止したりすることを支援するためには、移動体に対する測定対象の相対的な位置を示す情報が欠か

せない。そこで従来、車両には、車両自身に対する測定対象の相対的な位置を測定する距離測定装置が設けられており、そのような距離測定装置として上述した特許文献１や特許文献２に記載の装置が知られている。しかしながら、車両にスペクトル測定装置と距離測定装置とを個別に備えることは、車両においてこれら装置が占有する面積が増加したり、車両全体の構成が複雑化したり、コストが上昇したりするなどの不都合を生じさせることとなる。そこで、このようなセンサ類によるシステム構成を、簡素化することが求められている。そのため本実施形態は、車両等に搭載される場合であっても距離測定装置自身と測定対象の間の距離を、簡単な構成のもとに測定できる距離測定装置として、スペクトル測定装置を用いることができるようにした。

[0037] 図１に示すスペクトル測定装置１１は、車両外部の可視光と不可視光を含む光情報を取得することによって、測定対象を認識することができるとともに、スペクトル測定装置１１自身と測定対象の間の距離を測定することができるように構成されている。更に車両１０は、このスペクトル測定装置１１から出力された認識情報や距離情報などを、車両１０の搭乗者に伝達するヒューマンマシンインタフェース１２と、スペクトル測定装置１１から出力された認識情報や距離情報などを車両制御に反映する車両制御装置１３とを備えている。なおスペクトル測定装置１１は、公知の方法によって測定対象を認識することから、本実施形態では、測定対象を認識するためのスペクトル測定装置１１の部分の構成と、測定対象を認識するための認識処理の部分などの冗長な説明は、便宜上、割愛する。

[0038] ヒューマンマシンインタフェース１２は、光や色、音などを通じて、搭乗者とりわけ操縦者に車両状態等を伝える。更にヒューマンマシンインタフェース１２は、搭乗者の意思がボタン等を通じて入力されるように、押しボタンやタッチパネルなどの操作装置が設けられている公知のインタフェース装置である。

[0039] 車両に搭載した種々の制御装置のうちの一つとしての車両制御装置１３は、同じく車両に搭載されているエンジン制御装置などの他の各種制御装置に

、必要な情報を相互伝達できるように直接的に、もしくは車載ネットワークなどによって間接的に相互接続されている。なお本実施形態では、車両制御装置１３は、接続されているスペクトル測定装置１１から、このスペクトル測定装置１１が認識した測定対象の情報や測定対象までの距離などの情報が入力されると、その情報を他の各種制御装置に伝達する。更に車両制御装置１３は、この認識した測定対象と、測定対象までの距離とに応じて、要求される運転支援をこの車両１０において実行するように構成されている。

[0040] 図１に示すようにスペクトル測定装置１１は、測定対象を観測することによって得られる光である観測光のスペクトルデータＲ０を検出するスペクトルセンサ１４と、スペクトルセンサ１４からスペクトルデータＲ０を受信して処理するスペクトルデータ処理装置１５とを備えている。

[0041] スペクトルセンサ１４は、観測光のスペクトル画像を検出することによって、観測光のスペクトルデータＲ０を生成するように構成されている。スペクトル画像を構成する複数の画素は、それぞれ個別のスペクトルデータを有する。

[0042] スペクトルセンサ１４は、可視光と不可視光からなる光としての観測光を、所定の波長帯域に分光する機能を有している。スペクトルセンサ１４が出力するスペクトルデータＲ０は、これら分光後の波長帯域を構成する波長を示す情報としての波長情報と、これら波長帯域の波長ごとに観測光の光強度を示す情報としての光強度情報とを有する。本実施形態のスペクトルセンサ１４は、距離測定に用いる第１波長（λ１）つまり短波長として予め４００ｎｍ（ナノメートル）を選択しており、短波長よりも長い第２波長（λ２）つまり長波長として８００ｎｍを選択している。つまりスペクトルデータＲ０は、４００ｎｍの光からなるスペクトルデータと、８００ｎｍの光からなるスペクトルデータとを含む。

[0043] 図２に示すように、スペクトルセンサ１４は、入射光Ｌを結像させるレンズ２０と、結像した光を検出する検出装置２１と、検出装置２１を駆動する駆動装置２２とを備えている。更にスペクトルセンサ１４は、観測光から入

射光Ｌを生成するためのフィルター（図示略）を備えている。つまり本実施形態のフィルターは、入射光Ｌを構成する種々の光成分のうち主となる波長の光成分を、観測光から選択する。

[0044] レンズ２０は凸レンズであるため、入射光Ｌがレンズ２０に入射すると、屈折した透過光がレンズ２０から出射される。本実施形態では、入射光Ｌはレンズ２０の光軸ＡＸに平行であるため、透過光は、光軸ＡＸ上に位置する結像点Ｆに結像する。一般に、レンズ２０の屈折率は、入射光Ｌの波長ごとに異なる。つまりレンズ２０は、いわゆる色収差を有しており、レンズ２０への入射光Ｌの波長に応じて、レンズ２０から結像点Ｆまでの結像距離ｆが変化する。よってレンズ２０への入射光Ｌは、入射光Ｌの波長とレンズ２０の色収差特性とに基づき定まる屈折率に従って、入射光Ｌの波長に対応する結像距離ｆだけレンズ２０から離間した結像点Ｆに結像される。すなわちレンズ２０の結像距離ｆは、入射光Ｌの波長に応じて、レンズ２０の光軸ＡＸ上を変化する。具体的には、入射光Ｌの波長が短くなるほど、レンズ２０の結像距離ｆも短くなる。

[0045] 検出装置２１は、ＣＣＤなどの受光素子によって構成されている。それら受光素子の受光面が構成する撮像面としての結像面２１ａは、レンズ２０に対向するように配置されている。検出装置２１は、入射光Ｌの光強度情報を、結像面２１ａにおいて検出する。

[0046] 駆動装置２２は、レンズ２０の光軸ＡＸに沿う方向としての前後方向Ｍ１に、検出装置２１を移動させる。つまり検出装置２１の結像面２１ａは、任意の結像距離ｆに配置されるように、駆動装置２２によってレンズ２０の光軸ＡＸ上を移動させられる。よって結像面２１ａは、レンズ２０に近づけられるつまり前方向に移動したり、レンズ２０から遠ざけられる方向つまり後方向に移動したりする。よって駆動装置２２は、入射光Ｌの波長に応じて変化する結像距離ｆに対応するように、結像面２１ａを配置させることができる。

[0047] 図３（ａ）～図３（ｃ）は、結像距離ｆと、レンズ２０から測定対象Ｔま

での距離としての対象距離ｓとの関係を、それぞれ示す模式図である。図３（ａ）は、測定対象Ｔがレンズ２０から遠方に存在する場合を示し、図３（ｂ）は、測定対象Ｔが図３（ａ）の場合よりもレンズ２０の近くに存在する場合を示す。図３（ｃ）は、測定対象Ｔが、図３（ｂ）の場合よりもレンズ２０の近くに存在する場合を示す。

[0048] 図３（ａ）の測定対象Ｔは、レンズ２０から、無限遠方として評価できる遠対象距離ｓ１に離間して位置する。この場合の測定対象Ｔからの入射光としての遠入射光Ｌ１は、略平行光としてレンズ２０に入射する。遠入射光Ｌ１が、短波長たとえば４００ｎｍの波長の光のみを有する単一波長光であるとすると、遠入射光Ｌ１は、波長４００ｎｍに対応するレンズ２０の屈折率で屈折し、レンズ２０からは透過光としての遠短透過光Ｌ１１が出射する。遠短透過光Ｌ１１は、レンズ２０から結像距離としての遠短結像距離ｆ１１だけ離れた遠短結像点Ｆ１１に結像される。図３（ａ）は、レンズ２０の周縁部から出射する遠短透過光Ｌ１１の部分が、遠短結像点Ｆ１１に収束していく収束の急峻度合いを示す収束角つまり集光角としての遠短収束角θ１１を示す。

[0049] 一方、遠入射光Ｌ１が、短波長とは異なる長波長たとえば８００ｎｍの単一波長光であるとすると、遠入射光Ｌ１は、８００ｎｍの波長に対応するレンズ２０の屈折率に基づき屈折される。この場合の遠長透過光Ｌ１２は、レンズ２０から遠長結像距離ｆ１２だけ離間した遠長結像点Ｆ１２に、遠長収束角θ１２で収束して結像される。なお図３（ａ）の測定対象Ｔは、レンズ２０から無限遠方に存在すると評価できることから、遠短結像距離ｆ１１は、レンズ２０の短波長の焦点距離を示し、遠短結像点Ｆ１１は、レンズ２０の短波長の焦点を示す。同様に、遠長結像距離ｆ１２は、レンズ２０の長波長の焦点距離を示し、遠長結像点Ｆ１２は、レンズ２０の長波長の焦点を示す。

[0050] 一般的に、色収差補正されていないレンズの場合、入射光Ｌの波長が短いほど、レンズの屈折率は大きくなる傾向がある。つまり入射光Ｌの波長が短

いほど、収束角が大きくなるため、結像距離ｆが短くなる傾向がある。このことから、図３（ａ）に示すように、短波長４００ｎｍの遠短透過光Ｌ１１の屈折率は、長波長８００ｎｍの遠長透過光Ｌ１２の屈折率よりも大きい。つまり遠短収束角θ１１は、遠長収束角θ１２よりも大きい。よって遠短結像距離ｆ１１は、遠長結像距離ｆ１２よりも短い。このように遠短透過光Ｌ１１と遠長透過光Ｌ１２の間には、波長の違いによる結像距離同士の相対量つまり結像相対量として、結像距離同士の差、すなわち遠結像距離差Ｄ１（Ｄ１＝遠長結像距離ｆ１２－遠短結像距離ｆ１１）が生じる。

[0051] 図３（ｂ）に示す測定対象Ｔは、レンズ２０から、遠対象距離ｓ１よりも短い中対象距離ｓ２に位置する。図３（ｂ）に示す中拡角θ２は、この場合の入射光としての中入射光Ｌ２が、測定対象Ｔからレンズ２０の周縁部に向かって拡がる拡がり度合いを示す拡角つまり取入角を示す。拡角が大きくなるほど、レンズ２０への入射角は増大する。図３（ａ）の場合の拡角である遠拡角θ１は、ほぼゼロである。中入射光Ｌ２が短波長４００ｎｍの単一波長光である場合、中入射光Ｌ２の屈折度合いは、中拡角θ２と、短波長に対応するレンズ２０の屈折率とに基づき決まる。たとえばこの場合の中短収束角θ２１は、遠短収束角θ１１とは異なり、中短透過光Ｌ２１が結像される中短結像距離ｆ２１の中短結像点Ｆ２１も、図３（ａ）の場合とは異なる。

[0052] 一方、中入射光Ｌ２が長波長８００ｎｍの単一波長光である場合、中入射光Ｌ２は、中拡角θ２と、長波長に対応するレンズ２０の屈折率とに基づき、屈折される。中長透過光Ｌ２２は、遠長収束角θ１２とは異なる中長収束角θ２２で、中長結像距離ｆ２２の中長結像点Ｆ２２に結像される。

[0053] 図３（ｂ）に示すように、色収差補正されていないレンズ２０の短波長４００ｎｍに対応する中短透過光Ｌ２１の屈折率（つまり中短収束角θ２１）は、長波長８００ｎｍに対応する中長透過光Ｌ２２の屈折率（つまり中長収束角θ２２）よりも大きい。よって中短結像距離ｆ２１は、中長結像距離ｆ２２よりも短い。そのため、中短透過光Ｌ２１と中長透過光Ｌ２２の間には、波長の違いによる結像相対量としての中結像距離差Ｄ２（Ｄ２＝中長結像

距離ｆ２２－中短結像距離ｆ２１）が生じる。

[0054] 図３（ｃ）に示す測定対象Ｔは、レンズ２０から、中対象距離ｓ２よりも短い近対象距離ｓ３に位置する。図３（ｃ）に示す近拡角θ３は、図３（ｂ）の中拡角θ２よりも大きい。近入射光Ｌ３が、短波長４００ｎｍの単一波長光であるとすると、近入射光Ｌ３の屈折度合いは、近拡角θ３と、短波長に対応するレンズ２０の屈折率とに基づき決まる。たとえばこの場合の近短収束角θ３１は、中短収束角θ２１とは異なり、近短透過光Ｌ３１が結像される近短結像距離ｆ３１の近短結像点Ｆ３１も、図３（ｂ）の場合とは異なる。

[0055] 一方、近入射光Ｌ３が長波長８００ｎｍの単一波長光である場合、近入射光Ｌ３は、近拡角θ３と、長波長に対応するレンズ２０の屈折率とに基づき屈折される。近長透過光Ｌ３２は、中長収束角θ２２とは異なる近長収束角θ３２で、近長結像距離ｆ３２の近長結像点Ｆ３２に結像される。

[0056] 図３（ｃ）に示すように、色収差補正されていないレンズ２０の短波長４００ｎｍに対応する近短透過光Ｌ３１の屈折率（近短収束角θ３１）は、長波長８００ｎｍに対応する近長透過光Ｌ３２の屈折率（近長収束角θ３２）よりも大きい。よって近短結像距離ｆ３１は、近長結像距離ｆ３２よりも短い。そのため、近短透過光Ｌ３１と近長透過光Ｌ３２の間には、波長の違いによる結像相対量としての近結像距離差Ｄ３（Ｄ３＝近長結像距離ｆ３２－近短結像距離ｆ３１）が生じる。

[0057] また同じ波長を有する光同士であっても、レンズ２０に入射される光の角度の違いによって、レンズ２０の透過光の結像距離ｆは互いに異なる。なぜなら、レンズ２０から測定対象Ｔまでの距離としての対象距離ｓつまり測定距離が短くなるほど、入射光Ｌの拡角θは大きくなるからである。逆に言えば、対象距離ｓが長くなるほど、入射光Ｌの拡角θは小さくなる。そして一般的に、入射光Ｌの拡角θが大きくなるほど、レンズ２０からの透過光の収束角も大きくなるからである。すなわちレンズ２０と測定対象Ｔの間の距離である対象距離ｓが短くなるほど、入射光Ｌの拡角θが大きくなり、且つ収

束角が大きくなる。その結果、結像距離ｆは短くなる。逆に言えば、対象距離ｓが長くなるほど、入射光Ｌの拡角θが小さくなり、且つ収束角が小さくなる。その結果、結像距離ｆが長くなる。

[0058] そこで、レンズ２０と測定対象Ｔの間の距離としての対象距離ｓが互いに異なる場合の、結像距離ｆの変化を説明する。まず、光の波長が短波長である場合の、対象距離ｓと結像距離ｆ（焦点距離ｆ）との相関を説明する。測定対象Ｔの像の結像距離は、図３（ａ）に示すように遠対象距離ｓ１のとき遠短結像距離ｆ１１であり、図３（ｂ）に示すように中対象距離ｓ２のとき中短結像距離ｆ２１である。図３（ｂ）に示す中入射光Ｌ２の中対象距離ｓ２は、図３（ａ）に示す遠入射光Ｌ１の遠対象距離ｓ１よりも短いため、中入射光Ｌ２の中拡角θ２は、遠入射光Ｌ１の遠拡角θ１よりも大きい。このため、中入射光Ｌ２に基づく中短収束角θ２１は、遠入射光Ｌ１に基づく遠短収束角θ１１よりも大きくなる。よって中短結像距離ｆ２１が遠短結像距離ｆ１１よりも短いため、遠短結像距離ｆ１１と中短結像距離ｆ２１の間に、結像距離の差としての遠中短差Ｄ１１（Ｄ１１＝ｆ１１－ｆ２１）が生じる。

[0059] 次に、光の波長が長波長の場合の、対象距離ｓと結像距離ｆ（焦点距離）との相関を説明すると、図３（ａ）と図３（ｂ）から分かるように、中長結像距離ｆ２２は、遠長結像距離ｆ１２よりも短い。このため、遠長結像距離ｆ１２と中長結像距離ｆ２２の間に、遠中長差Ｄ１２（Ｄ１２＝ｆ１２－ｆ２２）が生じる。

[0060] なおレンズ２０の屈折率は、波長ごとに異なる。このため通常は、短波長についてのレンズ２０の屈折率による遠短収束角θ１１と中短収束角θ２１の相対関係（たとえば比）は、長波長についてのレンズ２０の屈折率に基づく遠長収束角θ１２と中長収束角θ２２との相対関係（たとえば比）とは異なるのであり、つまり一致しない。また短波長の場合の遠短収束角θ１１が中短収束角θ２１に変化したことによる結像距離差としての遠中短差Ｄ１１は、長波長の場合の遠長収束角θ１２が中長収束角θ２２に変化したことに

よる結像距離差としての遠中長差Ｄ１２とは異なり、やはり一致しないことが通常である。

[0061] このことから、測定対象Ｔまで遠対象距離ｓ１のときの遠結像距離差Ｄ１と、測定対象Ｔまで中対象距離ｓ２のときの中結像距離差Ｄ２との相対関係を式で示すと、中結像距離差Ｄ２＝遠結像距離差Ｄ１＋遠中短差Ｄ１１－遠中長差Ｄ１２と表される。この関係式は、上述のそれぞれ式からｆ１１，ｆ１２，ｆ２１，ｆ２２を削除するようにＤ１，Ｄ２，Ｄ１１，Ｄ１２を加減することで確かめられる。

[0062] 更に、遠結像距離差Ｄ１と中結像距離差Ｄ２は、通常は互いに異なる値になることも確認される。つまり、測定対象Ｔまで遠対象距離ｓ１のときの遠結像距離差Ｄ１は、測定対象Ｔまで中対象距離ｓ２のときの中結像距離差Ｄ２とは相違することとなるため、遠結像距離差Ｄ１は遠対象距離ｓ１に対応し、中結像距離差Ｄ２は中対象距離ｓ２に対応すると結論でき、この関係を用いて、距離を測定できることが分かる。

[0063] 同様に説明を続けて、測定対象Ｔまで近対象距離ｓ３の場合を説明する。光の波長が短波長であるとき、遠短収束角θ１１や中短収束角θ２１よりも大きい近短収束角θ３１を有する近短透過光Ｌ３１は、近短結像距離ｆ３１の近短結像点Ｆ３１に結像される。すなわち近短結像距離ｆ３１は、遠短結像距離ｆ１１よりも短いことに基づき、遠短結像距離ｆ１１との間に遠近短差Ｄ２１が生じる。同様に、光の波長が長波長であるとき、遠長収束角θ１２や中長収束角θ２２よりも大きい近長収束角θ３２を有する近長透過光Ｌ３２は、近長結像距離ｆ３２の近長結像点Ｆ３２に結像される。すなわち近長結像距離ｆ３２は、遠長結像距離ｆ１２よりも短いことに基づき、遠長結像距離ｆ１２との間に遠近長差Ｄ２２が生じる。

[0064] このときも、レンズ２０は、波長ごとに屈折率が互いに異なるため、短波長に対応した屈折率に基づく遠短収束角θ１１と近短収束角θ３１との相対関係（たとえば比）と、長波長に対応した屈折率に基づく遠長収束角θ１２と近長収束角θ３２との相対関係（たとえば比）とは、互いに異なり一致し

ないことが通常である。また短波長において遠短収束角θ１１が近短収束角θ３１に変化したことによって結像距離に生じる遠近短差Ｄ２１と、長波長において遠長収束角θ１２が近長収束角θ３２に変化したことによって結像距離に生じる遠近長差Ｄ２２とは、これも互いに異なり一致しないことが通常である。このことから、測定対象Ｔまで遠対象距離ｓ１のときの遠結像距離差Ｄ１と、測定対象Ｔまで近対象距離ｓ３のときの近結像距離差Ｄ３との相対関係を式で表すと、近結像距離差Ｄ３＝遠結像距離差Ｄ１＋［遠近短差Ｄ２１－遠近長差Ｄ２２］と表されるとともに、遠結像距離差Ｄ１と近結像距離差Ｄ３とが通常は互いに異なる値となることも示される。

[0065] 説明の便宜上、説明を割愛するが、遠結像距離差Ｄ１と近結像距離差Ｄ３との関係と同様に、通常、中結像距離差Ｄ２と近結像距離差Ｄ３とは互いに異なる値となる。すなわち測定対象Ｔまで遠対象距離ｓ１のときの遠結像距離差Ｄ１と、測定対象Ｔまで中対象距離ｓ２のときの中結像距離差Ｄ２と、測定対象Ｔまで近対象距離ｓ３のときの近結像距離差Ｄ３とが相違することとから、近結像距離差Ｄ３は近対象距離ｓ３に対応することを算出できるようになっている。

[0066] 図４（ａ）に示すように、短波長４００ｎｍの遠短透過光Ｌ１１は、遠短結像距離ｆ１１に位置する結像面２１ａに、測定対象Ｔの像を結像させる。一方、図４（ｂ）に示すように、遠短結像距離ｆ１１よりも長い遠長結像距離ｆ１２を有する長波長８００ｎｍの遠長透過光Ｌ１２は、遠短結像距離ｆ１１の結像面２１ａに投影されると、たとえば円環状にボヤけた測定対象Ｔの像を示す。すなわち遠長透過光Ｌ１２による測定対象Ｔの像は、遠短結像距離ｆ１１に位置する結像面２１ａには結像しない。

[0067] 図４（ｃ）は、同じ測定対象Ｔでありながら短波長の像と、長波長の像とを、遠短結像距離ｆ１１に配置されている結像面２１ａに同時に投影することによって、結像した短波長の像と、円環状にボヤけた長波長の像とを組み合わせた画像を示す。図４（ｄ）に示すように、遠長結像距離ｆ１２に配置された結像面２１ａは、遠長透過光Ｌ１２による長波長の結像された測定対

象Ｔの像を示す。このことから、結像面２１ａを移動させることによって、結像面２１ａに投影されるそれぞれの波長の光の結像位置を検出することができることが分かる。

[0068] このようにスペクトルセンサ１４は、測定対象Ｔを捕捉する短波長に基づくスペクトル画像と、長波長に基づくスペクトル画像とを含むスペクトルデータＲ０を検出する。そして、スペクトルセンサ１４は、スペクトルデータＲ０と、それぞれスペクトル画像を検出したときの結像距離データＦ０とを、スペクトルデータ処理装置１５に出力する。

[0069] スペクトルデータ処理装置１５は、演算装置や記憶装置などを有するマイクロコンピュータを中心に構成されている。スペクトルデータ処理装置１５は、スペクトルセンサ１４に接続されているため、該スペクトルセンサ１４から、観測光のスペクトルデータＲ０と結像距離データＦ０が入力される。スペクトルデータ処理装置１５は、入力されたスペクトルデータＲ０と結像距離データＦ０に基づき、測定対象Ｔまでの距離を算出（測定）する。

[0070] 図１に示すように、スペクトルデータ処理装置１５は、演算装置１６と、記憶手段としての記憶部１７とを備えている。記憶部１７は、公知の記憶装置に設けられている記憶領域の全部もしくは一部からなる。

[0071] 図５は、記憶部１７の記憶領域が記憶するマップデータ１８を示す。マップデータ１８は、対象距離ｓに関連付けられる態様で、短波長を有する光の結像距離と、長波長を有する光の結像距離との差を示す。マップデータ１８は、測定対象Ｔまでの遠対象距離ｓ１に関連付けられた短波長の遠短結像距離ｆ１１と長波長の遠長結像距離ｆ１２との差としての遠結像距離差Ｄ１と、測定対象Ｔまでの中対象距離ｓ２に関連付けられた短波長の中短結像距離ｆ２１と長波長の中長結像距離ｆ２２との差としての中結像距離差Ｄ２とを記憶している。また、マップデータ１８は、測定対象Ｔまでの近対象距離ｓ３に関連付けられた短波長の近短結像距離ｆ３１と長波長の近長結像距離ｆ３２との差としての近結像距離差Ｄ３を記憶している。よって演算装置１６は、マップデータ１８からたとえば遠結像距離差Ｄ１のとき遠対象距離ｓ１

が、中結像距離差Ｄ２のとき中対象距離ｓ２が、近結像距離差Ｄ３のとき近対象距離ｓ３をそれぞれ取得できるようになっている。つまりマップデータ１８は、２つの波長を有する光の像の結像距離差と測定対象までの距離との相関を示すように、対象距離ｓとレンズ２０の色収差特性とから定まる情報としての相関情報を示す。

[0072] 図１に示すように、演算装置１６は、測定対象Ｔの像から、距離測定に用いる画素を選定する注目画素選定部３０と、選定した画素ごとに２つの波長それぞれの結像距離を検出する結像距離検出部３１とを備えている。また、演算装置１６は、２つの結像距離の差を算出する相対関係量算出部としての結像相対量算出部３２と、結像距離差に基づき対象距離ｓを算出する距離算出部３３とを備えている。結像距離検出部３１と結像相対量算出部３２は、結像相対量算出手段を構成する。

[0073] 注目画素選定部３０は、測定対象Ｔの像から距離測定に用いる画素を選定する。注目画素選定部３０は、スペクトルセンサ１４からスペクトルデータＲ０と結像距離データＦ０が入力されるとともに、結像距離データＦ０と、選定した画素情報を含むスペクトルデータＲ１とを、結像距離検出部３１に出力する。画素の選定は、別途行なわれた対象認識処理に基づき、認識した測定対象の中から優先度の高い測定対象に対応する画素を選定するようにしてもよいし、多くの領域を占有するものに対応する画素を選定するようにしてもよい。

[0074] 結像距離検出部３１は、注目画素選定部３０によって選定した画素について、２つの波長を有する光のそれぞれ結像距離を検出する。結像距離検出部３１は、注目画素選定部３０から結像距離データＦ０とスペクトルデータＲ１が入力されるとともに、検出した２つの波長の結像距離を含む結像距離データＲ２を結像相対量算出部３２に出力する。また結像距離検出部３１は、検出装置２１の結像距離ｆを変更させるための駆動指令信号Ｒ１０を駆動装置２２に出力する。更に結像距離検出部３１は、スペクトルデータＲ１に基づき選定した画素のボケ量、いわゆる鮮明度を公知の方法によって判定する

。鮮明度の判定はたとえば測定対象Ｔの像が結像している画素と、その像の周囲の画素との間における光量の変化の度合いなどに基づき判定することができる。たとえば像のボケ量が少ない、すなわち像が鮮明である場合、周囲の画素との光量の変化の度合いが大きくなる傾向を有する。一方、像のボケ量が多い、すなわち像がの鮮明度が乏しい場合、周囲の画素との光量の変化の度合いが小さくなる傾向を有する。また鮮明度の判定は、像の境界部分などの画像の周波数成分からも求めることができる。すなわち像の境界部分の周波数成分が多い場合、画像が鮮明であるつまりボケ量が少ないことから、画素間の光量の変化量が大きいと判定できる。一方、周波数成分が少ない場合、画像の鮮明度が乏しいことつまりボケ量が多いことから、画素間の光量の変化量が小さいと判定できる。このようなことから結像距離検出部３１は、画像の鮮明度を判定しつつ、駆動装置２２を介して検出装置２１を移動させることによって、測定対象Ｔの像の短波長における結像距離（ｆ１１等）や、長波長における結像距離（ｆ１２等）を検出する。結像距離検出部３１は、検出したそれぞれ波長のそれぞれの結像距離（ｆ１１，ｆ１２等）を、それぞれ波長に関連付けたデータである結像距離データＲ２として、結像相対量算出部３２に入力させる。

[0075] 結像相対量算出部３２は、２つの波長の結像距離の差からなる結像距離差を算出する。結像相対量算出部３２は、結像距離検出部３１から入力した結像距離データＲ２に基づき、２つの波長の結像距離（たとえば遠短結像距離ｆ１１と遠長結像距離ｆ１２）の差を算出する。更に結像相対量算出部３２は、算出した差を、２つの波長に関連付けたデータである差データＲ３として、距離算出部３３に出力する。

[0076] 距離算出部３３は、差データＲ３に基づき、対象距離ｓを算出する距離算出手段である。距離算出部３３は、差データＲ３から取得される２つの波長（たとえば４００ｎｍと８００ｎｍ）に基づき、記憶部１７から当該２つの波長に対応するマップデータ１８を選択する。そして距離算出部３３は、選択したマップデータ１８から、差データＲ３から取得される結像距離差（た

とえば遠結像距離差Ｄ１）に対応する対象距離ｓ（たとえば遠対象距離ｓ１）を取得する。そして距離算出部３３は、取得した対象距離ｓを、たとえば測定対象Ｔに関連付けるなどして距離データＲ４を生成し、この距離データＲ４を、ヒューマンマシンインタフェース１２や車両制御装置１３などに出力する。

[0077] 図６は、測定対象までの距離を測定する手順を示す。つまり図６のフローチャートは、本実施形態のスペクトル測定装置１１が対象距離ｓを測定する手順を示す。なお本実施形態では、対象距離測定手順は、所定周期で逐次実行される。

[0078] 図６に示すように、ステップＳ１０において演算装置１６は、距離測定のための処理が開始されるとスペクトルセンサ１４によって取得したスペクトルデータＲ０を取得する。スペクトルデータＲ０が取得されると、ステップＳ１１において演算装置１６は、測定対象Ｔの像を含む画素を注目画素として選定する。なお測定対象Ｔは、スペクトル測定装置１１によって別途認識した測定対象や測定対象の優先度などを条件として選択される。注目画素が選定されると、ステップＳ１２において演算装置１６は、距離測定に用いる波長として選択した２つの波長を有する光の像の結像距離を、それぞれ検出する（結像距離検出工程）。結像距離ｆは、検出装置２１を移動させることによって変化する結像面２１ａにおける像の鮮明度に基づき、求められる。結像距離ｆが検出されると、ステップＳ１３において演算装置１６は、２つの波長を有する光の像の結像距離同士の相対関係量としての結像相対量Ｄを算出する（相対関係量算出工程）。結像相対量Ｄは、２つの波長を有する光の像のそれぞれの結像距離に基づく結像距離差（Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３）として算出される。結像相対量Ｄが算出されると、ステップＳ１４において演算装置１６は、対象距離ｓを算出する（距離算出工程）。対象距離ｓは、結像距離差を算出した２つの波長に対応するマップデータ１８から、結像距離差に対応する距離が取得されることによって算出される。

[0079] このように本実施形態は、２つの波長の結像距離差を用いる。よって、た

とえばひとつの波長の結像距離に基づき対象距離ｓを求める場合に比較して、結像距離差を、距離測定に好適な変化をするように調整することもできるようになる。すなわち２つの波長を選択することによって、結像距離差を、対象距離ｓに応じて大きく変化させるようにしたり、測定精度を調整したりすることなどができるようにもなる。

[0080] 以上説明したように、本実施形態のスペクトル測定装置によれば、以下に列記するような効果が得られるようになる。

（１）通常、レンズ２０は、それぞれ波長を有する光ごとに互いに異なる屈折率を有する。つまりレンズ２０は、いわゆる色収差を生じるため、複数の波長を有する光の像を結像させる際、それぞれ波長を有する光ごとに結像距離を相違させる。またひとつの波長を有する光の像の結像距離も、レンズ２０と測定対象Ｔの間の距離の変化などによるレンズ２０への入射光Ｌの拡角θの相違によって変化する。更にレンズ２０は、取得したい波長を有する光に限りたとえば画像用には、赤色の波長、青色の波長、緑色の波長のそれぞれ光に限り、それぞれ波長を有する光による像の結像距離がそれぞれ一致するように構成される、いわゆる色収差が補正されることが一般的である。

[0081] このようなことから、２つの波長を有する光の像の結像距離差と測定対象までの距離との相関を示すように、対象距離ｓとレンズ２０の色収差特性とから定まる情報としての相関情報としてのマップデータ１８と、検出に基づき算出した結像距離差とを対比することによって、対象距離ｓを算出（測定）するようにした。これによって、波長ごとの結像距離差（色収差）が補正されていないレンズ２０（光学系）を用いたりする場合であれ、対象距離ｓを測定できる。すなわちこの距離測定装置は、波長ごとの結像距離差（色収差）を補正する必要がないことから、レンズ２０などの光学系の構造を簡単にすることができる。

[0082] （２）また本実施形態は、それぞれ波長の結像距離を、同じレンズ２０（光学系）を用いて検出することによって、波長ごとの結像距離差（色収差）を求めるように構成されている。このことから、距離測定を、ひとつの光学

系すなわち一台のカメラ（スペクトルセンサ１４）で行うことができる。よって、たとえば複数のカメラを用いる場合と比較すると、カメラ等の配置の自由度が高められるとともに、カメラの配置位置を高い精度に維持する必要もなく、距離測定装置の構成を簡単にすることができる。

[0083] （３）更に本実施形態の距離測定は、結像距離が補正されていない波長を有する光を用いるようにした。よって、距離測定装置に用いる波長の選択自由度と設計自由度が高くなるとともに、この距離測定装置に採用する光学系の選択自由度と設計自由度も高くなる。

[0084] （４）レンズ２０は、焦点距離（結像距離）が互いに異なる２つの波長を有する光に基づき、対象距離ｓを測定する。すなわち２つの波長を有する光からであれ、測定対象Ｔの距離を測定することができるので、距離測定の実施が容易である。

[0085] （５）２つの波長を有する光の結像相対量として、結像距離差（Ｄ１，Ｄ２，Ｄ３）すなわち色収差を検出する。よって、検出にかかる演算などが簡単である。

（６）本実施形態は、レンズ２０と結像面２１ａの間の距離を変化させることによって、結像距離を、レンズ２０と結像面２１ａの間の距離から直接求められる。よって結像距離の検出が、簡単である。

[0086] （７）結像距離を求めるに際し、レンズ２０に対して結像面２１ａを移動させるようにした。これによって、光学系よりも小型となる結像面２１ａを移動させるので、装置の小型化や簡素化が図られるようになる。ＣＣＤなどの画像素子からなる結像面２１ａは、光学系に比べて小型且つ軽量であり、それを移動させる構造としても簡単なものになる。

[0087] （８）スペクトルセンサ１４が、レンズ２０によって結像される測定対象Ｔの複数の波長の光の像を検出する。よって、任意の波長からなる複数の波長を有する光を、検出することができる。これによって波長の選択性自由度が高いことから、周辺環境や環境光などに応じて、距離測定に適した波長を有する光を適宜選択することも容易となる。またスペクトルセンサ１４は、

もともと複数の波長を有する光を検出することができるので、距離測定装置を簡単に構成することができるようにもなる。すなわち既存のスペクトルセンサを用いて、距離測定装置を構成することを可能ともする。

[0088] （第２実施形態）

図７～図９は、本発明に係る距離測定装置を具体化した、第２実施形態に係るスペクトル測定装置を説明する。図７は、スペクトルセンサ１４の構造を模式的に示す。図８は、波長４００ｎｍの光の像が、結像する態様を模式的に示す。図９（ａ）は、波長が８００ｎｍの光の像が、結像面２１ａに結像していない態様を示し、図９（ｂ）は、像が結像面２１ａに結像している態様を示す。なお本実施形態は、スペクトルセンサ１４の構造が、結像面２１ａを直線移動させるのではなく、回転移動させる点が上記第１実施形態と相違し、それ以外の構成は同様であるので、第１実施形態との相違点を主に説明し、同様の部材には同一の番号を付して重複説明を割愛する。

[0089] 図７に示すように、距離測定装置は、検出装置２１を揺動するための揺動シャフトＣと、揺動シャフトＣを駆動する揺動装置２５とを有する。揺動シャフトＣは、レンズ２０の光軸ＡＸに対して垂直な方向に延びる。揺動シャフトＣから延びる支持棒は、検出装置２１の端部に連結する。結像距離検出部３１は、回転駆動指令信号Ｒ１１を揺動装置２５に指令することによって、揺動シャフトＣを、矢印で示す揺動方向Ｍ２に回動させる。よって結像面２１ａは、レンズ２０に対して、円弧状ながらも前後に移動する。すなわち揺動シャフトＣの揺動に伴って、レンズ２０と、検出装置２１の結像面２１ａとの間の距離が変化する。つまり揺動シャフトＣを揺動させることによって、レンズ２０に入射した短波長を有する光の像と、長波長を有する光の像とのそれぞれの結像距離を、レンズ２０と結像面２１ａの間の距離（結像距離ｆ）から検出することができるようになる。

[0090] 図８に示すように、結像面２１ａが光軸ＡＸに対して直交しているとき、短波長４００ｎｍの遠短透過光Ｌ１１が、遠短結像距離ｆ１１の遠短結像点Ｆ１１に結像するとする。図９（ａ）に示すように、長波長８００ｎｍの遠

長透過光Ｌ１２は、遠短結像距離ｆ１１に存在する結像面２１ａには結像しない。そこで、結像面２１ａを後ろに倒すように揺動シャフトＣを角度θａだけ回転させることによって、結像面２１ａを、光軸ＡＸ上において遠長結像距離ｆ１２になる位置まで後ろに傾ける。その結果、長波長８００ｎｍの遠長透過光Ｌ１２は、遠長結像距離ｆ１２の遠長結像点Ｆ１２に位置する結像面２１ａの部分に結像する。これによって、遠短結像距離ｆ１１と遠長結像距離ｆ１２とから、遠結像距離差Ｄ１を求めることができるようになる。なお遠短結像距離ｆ１１に対する距離の変化量は、揺動シャフトＣと光軸ＡＸとの距離Ｒａと、揺動シャフトＣの角度θａとから、Ｒａ×ｔａｎ　θａとして算出することができる。

[0091] 以上説明したように、本実施形態によっても先の第１実施形態の前記（１）～（８）の効果と同等もしくはそれに準じた効果が得られるとともに、以下に列記するような効果が得られるようになる。

[0092] （９）揺動シャフトＣを揺動させることによって、結像面２１ａをレンズ２０に対して前後に移動させる。よって、レンズ２０に対して結像面２１ａを移動させる構造を、簡単な構成にすることができる。

[0093] なお上記実施形態は、以下の態様で実施することもできる。

・それぞれ上記実施形態では、フィルターを、レンズ２０に入射される前の入射光に適用することに限らず、レンズ２０から出射した透過光にフィルターを適用してもよい。このように、所定波長を有する光を取得するための構成の自由度を、高めてもよい。

[0094] ・それぞれ上記実施形態では、結像距離差に基づき対象距離ｓを算出するために、マップデータ１８を参照することに限らず、演算式に基づき、結像距離差から測定対象までの距離を算出するようにしてもよい。これによって、記憶領域の削減を図ることができるようになる。

[0095] ・図１０に示すように、レンズ２０と測定対象Ｔの間に、第２レンズ２７を設けてもよい。駆動装置２６は、第２レンズ２７を、レンズ２０に対して前後方向に移動させる。レンズ２０は、固定されている。第２レンズ２７は

凹レンズであり、第２レンズ２７の凹面は、レンズ２０を向いている。スペクトルデータ処理装置１５は、第２レンズ２７の移動量を、駆動指令信号Ｒ１２によって調整することによって、レンズ２０と第２レンズ２７の間の距離であるレンズ間距離ｆａを調整する。第２レンズ２７は、レンズ２０への入射光Ｌの拡角θを増大させる。つまりレンズ間距離ｆａを増大させることは、レンズ２０と結像面２１ａの間の距離（結像距離ｆ）を減少させることに対応する。

[0096] このようにスペクトルデータ処理装置１５は、レンズ２０と第２レンズ２７の間のレンズ間距離ｆａに基づき、それぞれの波長光の像の結像距離を算出するようにしてもよい。つまり、レンズ２０と検出装置２１の間の距離を変化させることによってそれぞれの波長に対応する結像距離を検出することに限らず、レンズ２０と結像面２１ａの間の距離を一定に保ったまま、それぞれの波長に対応する結像距離を検出するようにしてもよい。これによっても、距離測定装置に採用できる光学系の設計自由度が高められる。

[0097] ・それぞれ上記実施形態では、検出装置２１が光軸ＡＸ上を移動する場合を例示した。しかしこれに限らず、光軸を維持しつつレンズが移動してもよい。これによって、距離測定装置に採用できる光学系の設計自由度が高められる。

[0098] ・それぞれ上記実施形態では、レンズ２０の結像点（Ｆ１１，Ｆ１２，Ｆ２１，Ｆ２２，Ｆ３１，Ｆ３２）に検出装置２１が配置される場合を例示した。しかしこれに限らず、入射光の結像点となる位置にレンズに対して前後に移動可能なスリットを設けてもよい。このような構成によれば、所定位置に固定したスリットを通過した光をプリズムなどで分光することによって、複数の波長帯域の光強度情報を取得する、いわゆる公知のスペクトルセンサの一態様と同様の構成とすることができる。一方、スリットを移動させると、光収差補正されていない波長を有する光が、それらの結像距離の相違に基づき選択的にスリットを透過するようになる。よって、スリットを通過する波長を有する光の像の鮮明度に基づき、結像距離を検出するとともに結像距

離差を算出することによって対象距離ｓを測定することができるようにもなる。これによって、公知のスペクトルセンサの一態様に対する採用可能性が高められる。

[0099] ・それぞれ上記実施形態では、２つの波長を有する光の像の焦点距離の差（結像距離差）を結像相対量とする場合を例示した。しかしこれに限らず、２つの波長を有する光の焦点距離の比（結像距離の比）を結像相対量としてもよい。これによって、２つの波長を有する光の結像相対量についてその算出方法について自由度が高められ、好適な測定結果を得られるようにもなる。

[0100] ・それぞれ上記実施形態では、ひとつの結像距離差に基づき対象距離ｓを算出する場合を例示した。しかしこれに限らず、複数の結像距離差に基づき測定対象までの距離を算出するようにしてもよい。複数の結像距離差に基づけば、測定対象までの距離を高い精度で求められるようにもなる。特に、スペクトルセンサであれば、それが検出することができる波長を有する光の像の結像距離に基づき、多くの結像距離差を算出することができるようになる。多くの結像距離差に基づき距離測定を容易に行なうことができるとともに、測定される距離の精度を高くすることができるようになる。

[0101] ・それぞれ上記実施形態は、レンズ２０がひとつの凸レンズである場合を例示した。しかしこれに限らず、レンズは、複数のレンズから構成されるものであっても、また凸レンズ以外のレンズが含まれる場合でもあっても、入射光を結像させる光学系であればよい。これによって、レンズの設計自由度が高められこのような距離測定装置の採用自由度が高められる。

[0102] ・それぞれ上記実施形態では、レンズ２０が色収差補正されていない場合を例示した。しかしこれに限らず、レンズ２０は、距離測定に用いない波長が色収差補正されてもよいし、もしくは距離測定に用いる波長が色収差補正されていても補正の度合いが小さければよい。このように、距離測定装置を採用できるレンズ２０の可能性を高めてもよい。

[0103] ・それぞれ上記実施形態では、結像距離差（結像相対量）を求める２つの

波長のうちの短波長が４００ｎｍであり、長波長が８００ｎｍである場合を例示した。しかしこれに限らず、結像距離の結像相対量を求める２つの波長は、レンズによって色収差が生じる関係にあれば、可視光と不可視光の中から選択可能である。すなわち短波長は４００ｎｍよりも短い波長でも長い波長でもよく、また長波長は８００ｎｍよりも短い波長でも長い波長でもよい。これによって距離測定装置としての波長選択自由度が高められ、距離測定に好適な波長の組み合わせを選択することによって距離測定が好適になされるようにすることができるようにもなる。なお不可視光には、紫外線（近紫外線）と赤外線（遠赤外線、中赤外線、近赤外線を含む）が含まれてもよい。

[0104] ・それぞれ上記実施形態では、対象距離ｓが遠くなると、結像距離差が大きくなる場合を例示した。しかしこれに限らず、結像距離差は、測定対象までの距離の変化に応じて変化するものであればよい。すなわち結像距離差は、レンズの特性等と、選択した複数の周波数同士の関係とによって様々に変化する。よって、結像距離差と、測定対象までの距離とは、マップデータとして互いに関連付けて設定できる関係にあればよく、測定対象までの距離に対する結像距離差がどのように変化してもよい。このように、距離測定装置に採用できる光学系の選択自由度を高めることができる。

符号の説明

[0105] １０…車両、１１…スペクトル測定装置、１２…ヒューマンマシンインタフェース、１３…車両制御装置、１４…スペクトルセンサ、１５…スペクトルデータ処理装置、１６…演算装置、１７…記憶部、１８…マップデータ、２０…レンズ、２１…検出装置、２１ａ…結像面、２２…駆動装置、２５…揺動装置、２６…駆動装置、２７…第２レンズ、３０…注目画素選定部、３１…結像距離検出部、３２…相対関係量算出部としての結像相対量算出部、３３…距離算出部、Ｃ…揺動シャフト、Ｔ…測定対象、ＡＸ…光軸、Ｆ１１，Ｆ１２，Ｆ２１，Ｆ２２，Ｆ３１，Ｆ３２…結像点。

請求の範囲

[請求項1] レンズを用いて測定対象を光学的に検出することによって、前記測定対象までの距離としての対象距離を測定する距離測定装置であって、

前記測定対象からの複数の波長を有する光を、前記レンズによって結像することによって前記測定対象の像を求め、前記レンズから前記像までの結像距離を前記波長ごとに求めることによって、それら前記結像距離同士の相対的な関係を示す量としての結像相対量を算出する結像相対量算出手段と、

前記結像相対量と前記対象距離との相関を示すように前記レンズの色収差特性によって定まる情報としての相関情報を、記憶する記憶手段と、

前記結像相対量を前記相関情報に照合することによって、前記対象距離を算出する距離算出手段と

を備えることを特徴とする、距離測定装置。

[請求項2] 前記光は、前記結像距離が互いに相違する２つの波長を有し、

前記相関情報は、それぞれ前記結像相対量を前記対象距離に対応付けたマップデータを構成する、

請求項１記載の距離測定装置。

[請求項3] 前記結像相対量は、前記２つの波長の結像距離同士の差としての結像距離差である、

請求項２記載の距離測定装置。

[請求項4] 前記結像相対量は、前記２つの波長の結像距離同士の比としての結像距離比である、

請求項２記載の距離測定装置。

[請求項5] 前記結像相対量算出手段は、前記結像距離を求めるために、前記レンズと、前記像を撮像するための結像面との間の距離を可変に構成されている、

請求項２～４何れか一項記載の距離測定装置。

[請求項6] 前記結像相対量算出手段は、前記レンズに対して前記結像面を移動させるように構成されている、

請求項５記載の距離測定装置。

[請求項7] 前記結像面は、揺動シャフト周りに揺動するように構成され、

前記結像相対量算出手段は、前記結像面の揺動を制御することによって、前記レンズと前記結像面の間の距離を可変する、

請求項６記載の距離測定装置。

[請求項8] 前記距離測定装置は更に、前記レンズと前記測定対象の間に位置する第２レンズを有し、

前記結像相対量算出手段は、前記レンズと前記第２レンズの間の距離に基づき前記結像距離を求める、

請求項２～４何れか一項記載の距離測定装置。

[請求項9] 前記レンズは、前記測定対象からの光を検出するスペクトルセンサの一部である、

請求項１～８何れか一項記載の距離測定装置。

[請求項10] レンズを用いて測定対象を光学的に検出することによって、前記測定対象までの距離としての対象距離を測定する距離測定方法であって、

前記測定対象からの複数の波長を有する光を、前記レンズによって結像することによって前記測定対象の像を求め、前記レンズから前記像までの結像距離を前記波長のそれぞれに対して検出する結像距離検出工程と；

これら前記結像距離同士の相対的な関係を示す量としての結像相対量を算出する相対関係量算出工程と；

前記結像相対量と前記対象距離の相関を示すように前記レンズの色収差特性によって定まる情報としての相関情報に、前記結像相対量を照合することによって、前記対象距離を算出する距離算出工程と

を備えることを特徴とする、距離測定方法。

[請求項11] 前記結像距離検出工程は、前記結像距離を２つの波長それぞれに対して検出し、

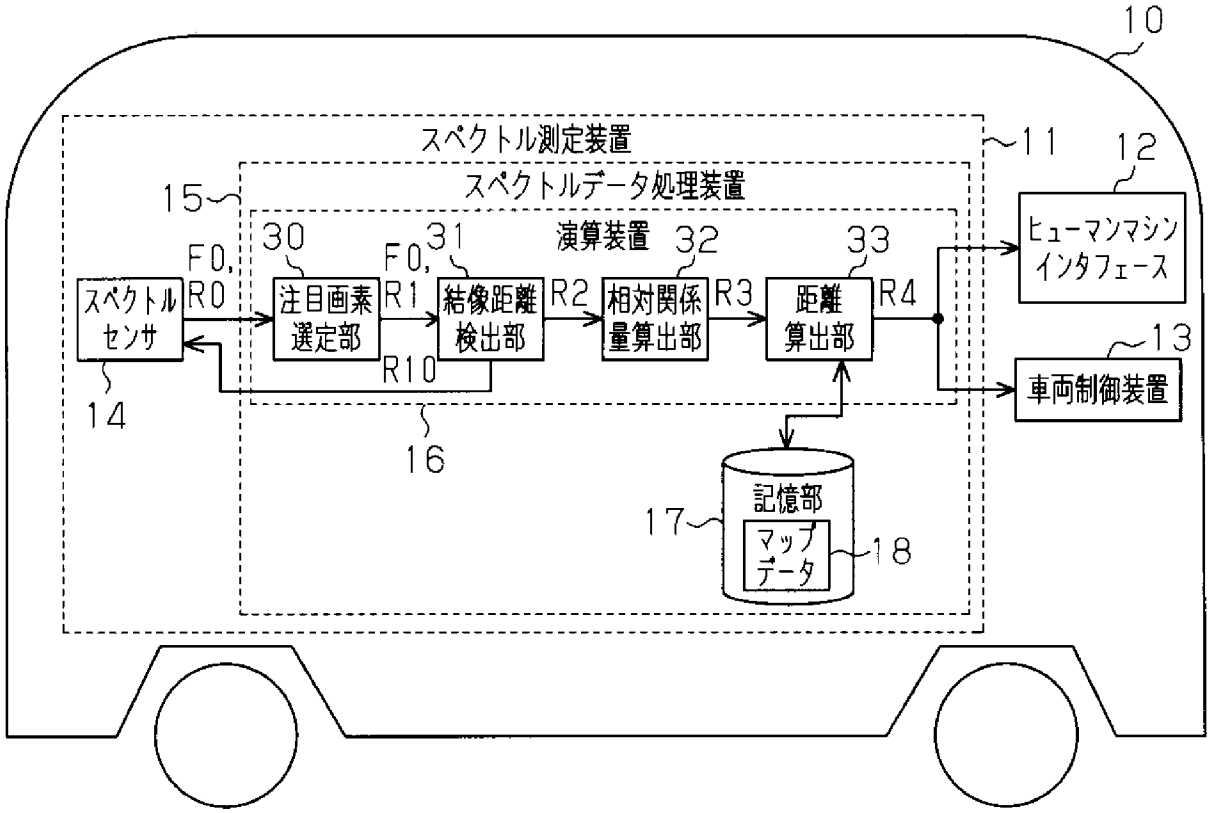
前記距離算出工程は、前記結像相対量を前記対象距離に対応付けたマップデータから、前記相関情報を取得する、

請求項１０記載の距離測定方法。

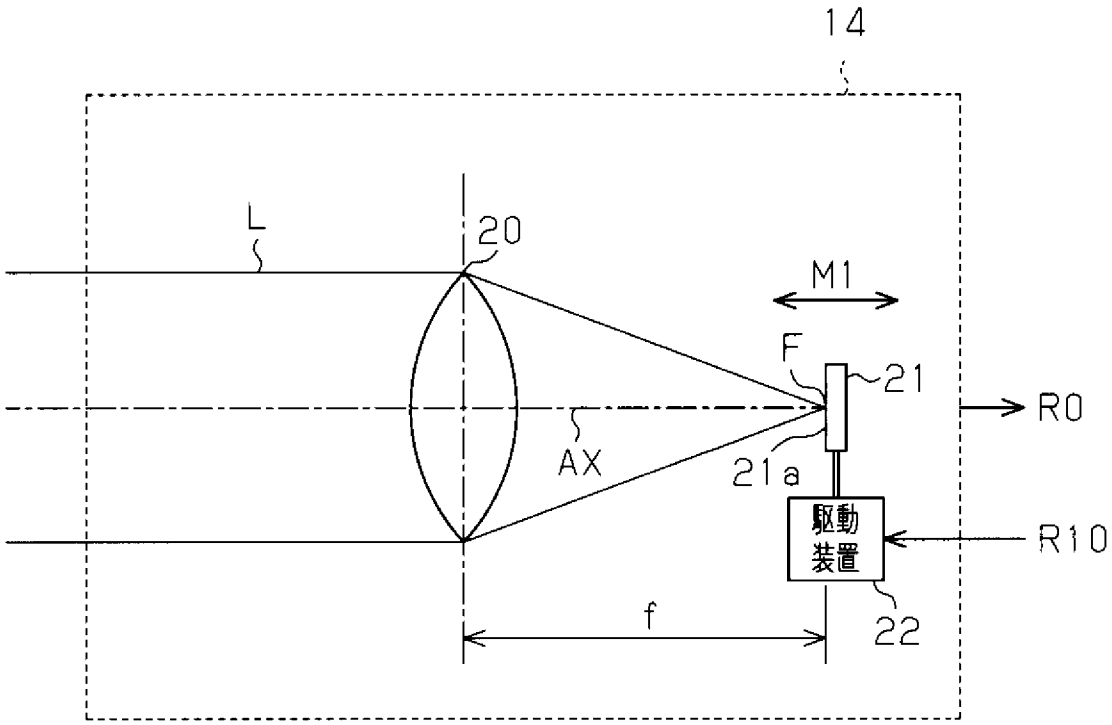
[請求項12] 前記結像距離検出工程は、前記像の鮮明度に基づき、前記波長ごとに前記結像距離を検出する、

請求項１０または１１記載の距離測定方法。

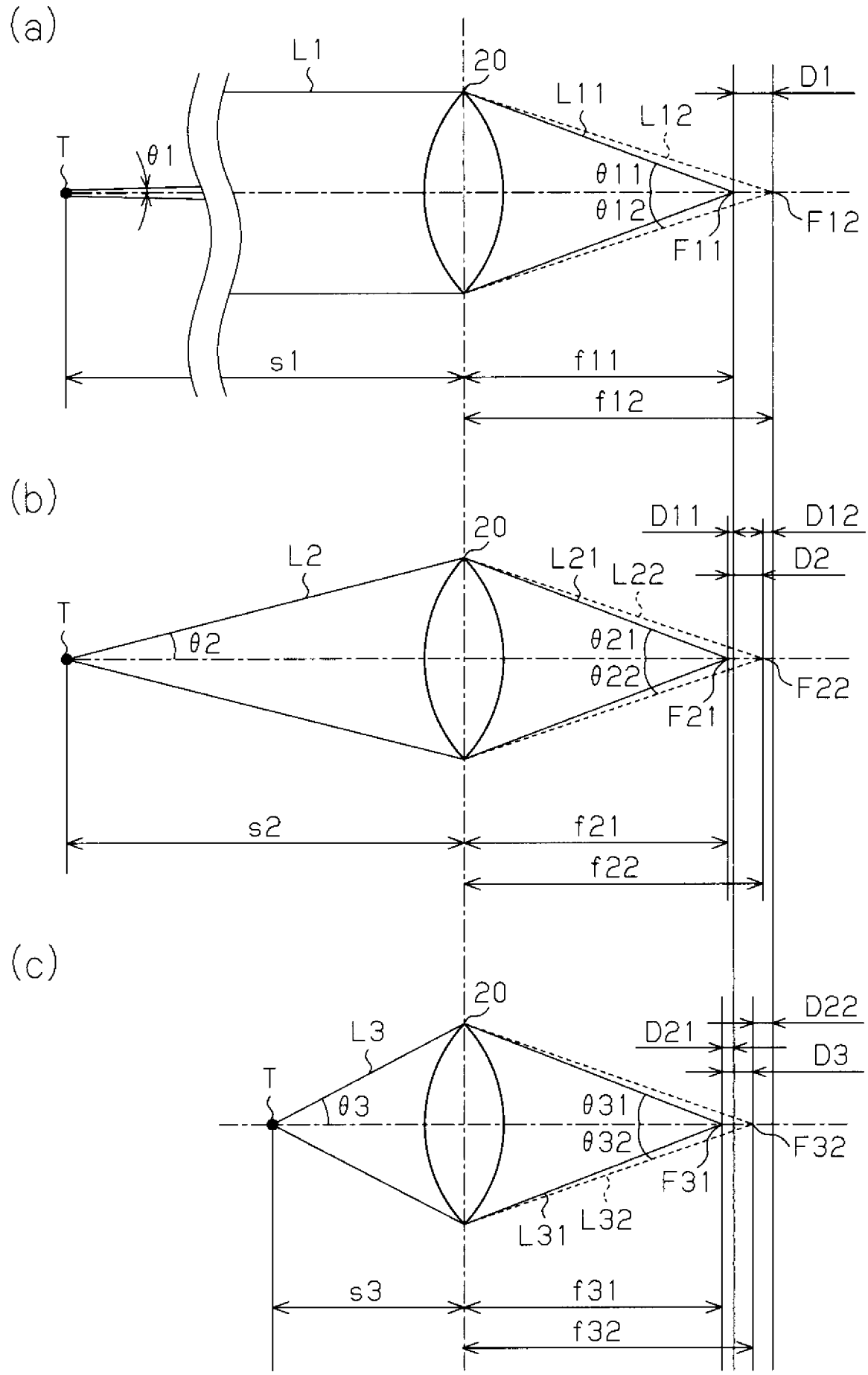
[図1]


10
スペクトル測定装置
11
12
15
スペクトルデータ処理装置
ヒューマンマシン
インタフェース
30
31
演算装置
32
33
F0,
R0
F0,
R1
R2
R3
R4
スペクトル
センサ
注目画素
選定部
結像距離
検出部
相対関係
量算出部
距離
算出部
13
車両制御装置
R10
14
16
記憶部
17
マップ
データ
18

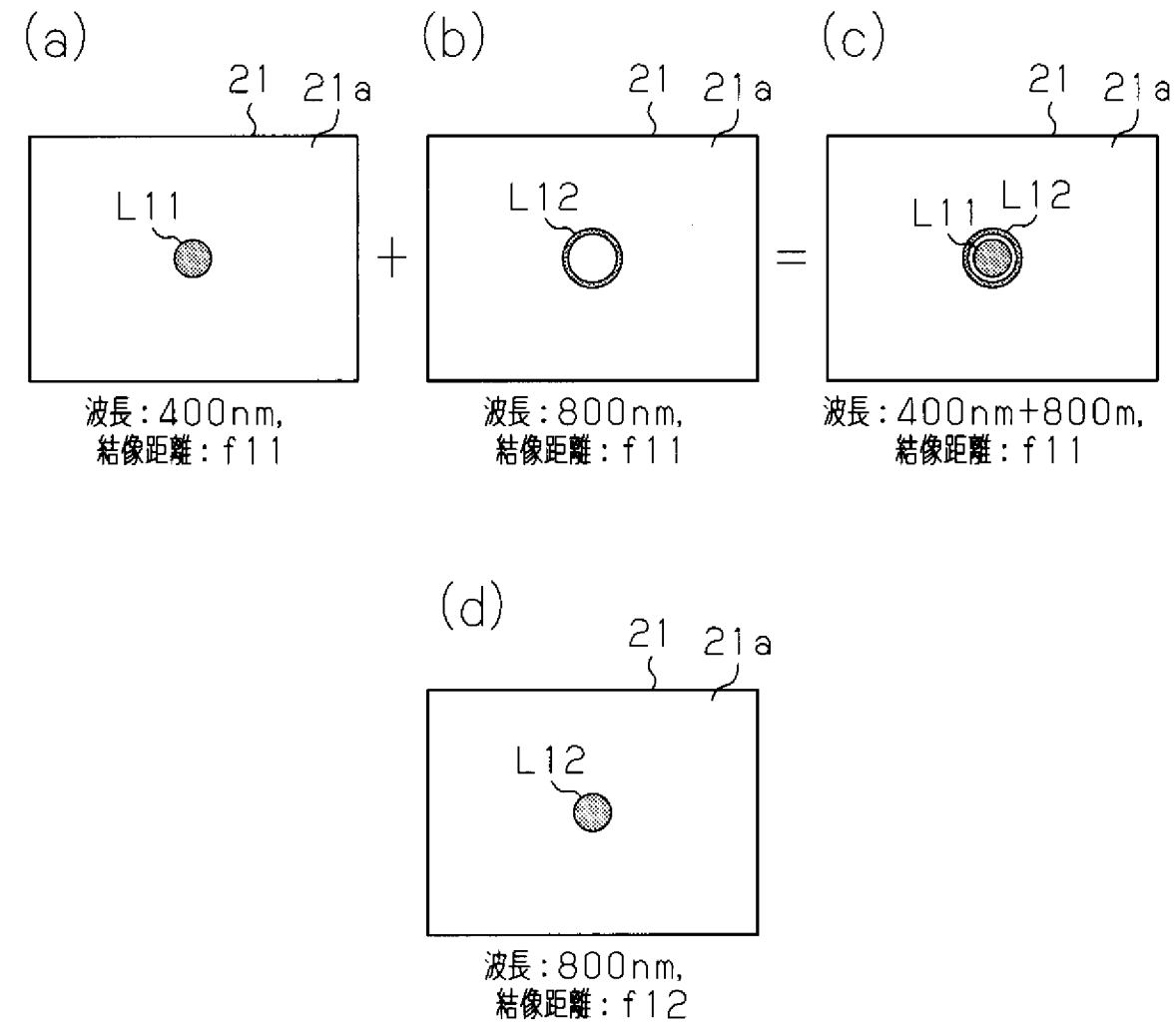
[図2]


14
L
20
M1
F
21
R0
AX
21a
駆動
装置
R10
f
22

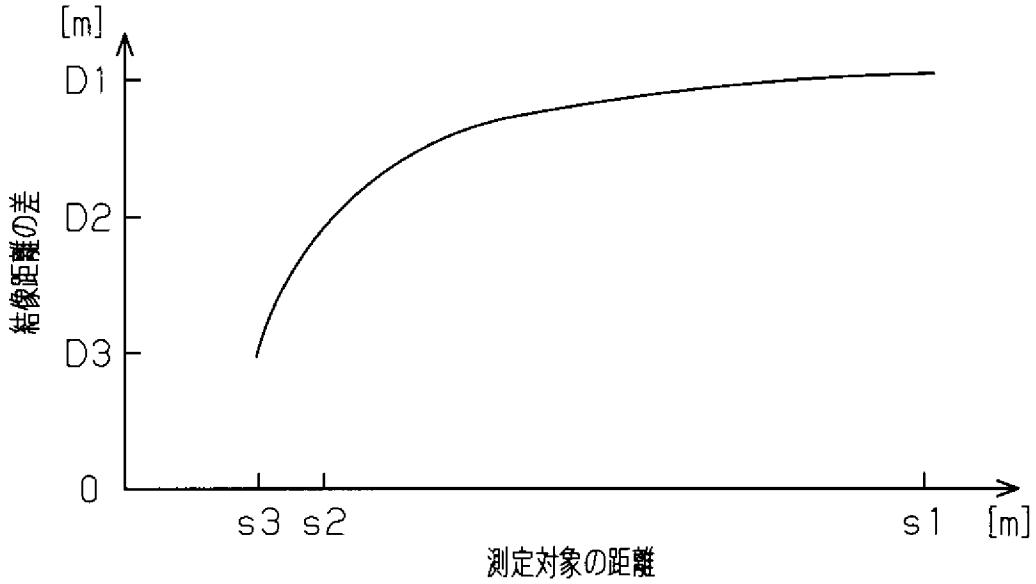
[図3]


(a)
L1
20
D1
L11
L12
T
θ1
θ11
θ12
F12
F11
s1
f11
f12
(b)
D11
D12
20
L2
L21
L22
D2
T
θ2
θ21
θ22
F22
F21
s2
f21
f22
(c)
20
D22
L3
D21
D3
T
θ3
θ31
θ32
F32
F31
L31
L32
s3
f31
f32

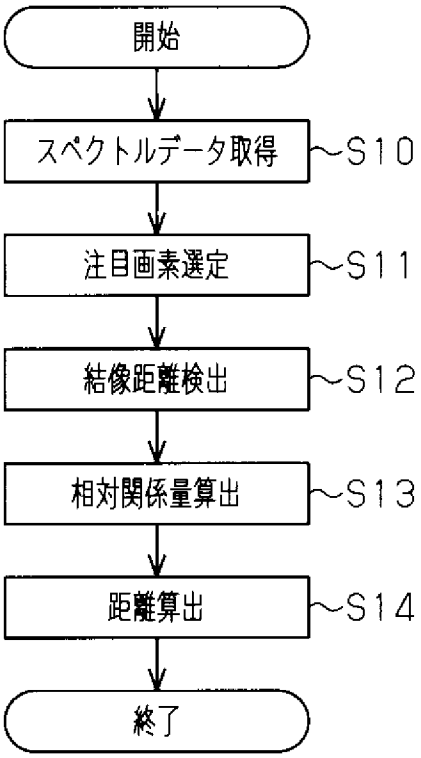
[図4]


(a)
21
21a
L11
波長：400nm,
結像距離：f11
+
(b)
21
21a
L12
波長：800nm,
結像距離：f11
=
(c)
21
21a
L11
L12
波長：400nm+800m,
結像距離：f11
(d)
21
21a
L12
波長：800nm,
結像距離：f12

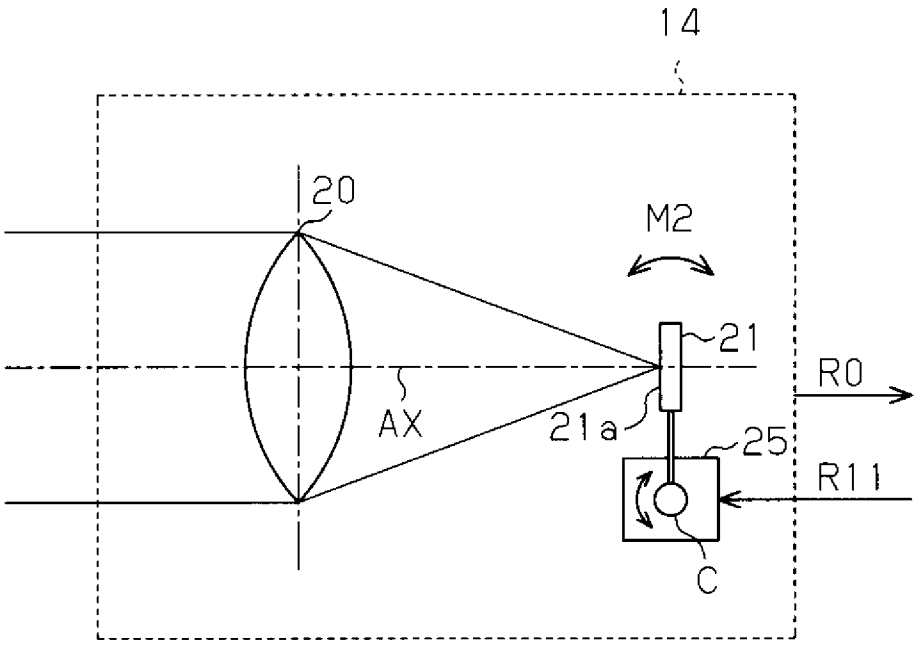
[図5]


[m]
D1
D2
D3
0
結像距離の差
s3
s2
s1
[m]
測定対象の距離

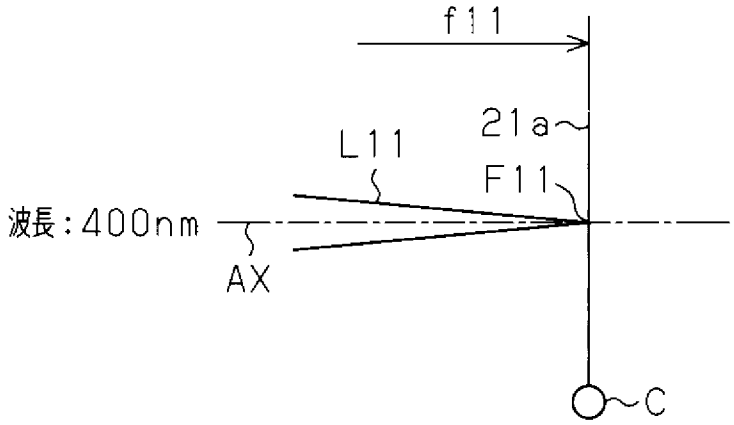
[図6]


開始
スペクトルデータ取得
S10
注目画素選定
S11
結像距離検出
S12
相対関係量算出
S13
距離算出
S14
終了

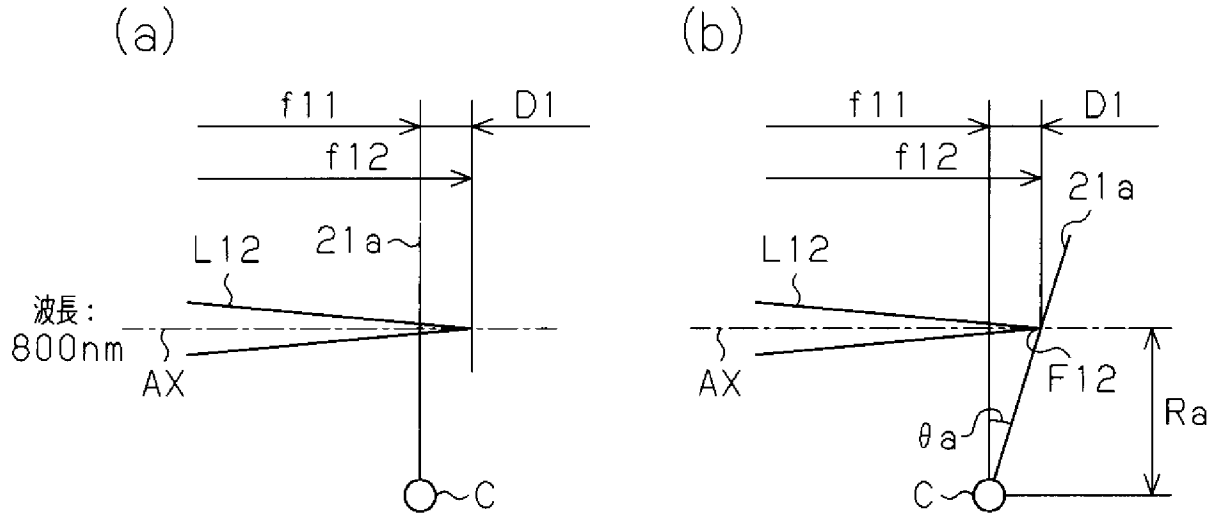
[図7]


14
20
M2
21
R0
AX
21a
25
R11
C

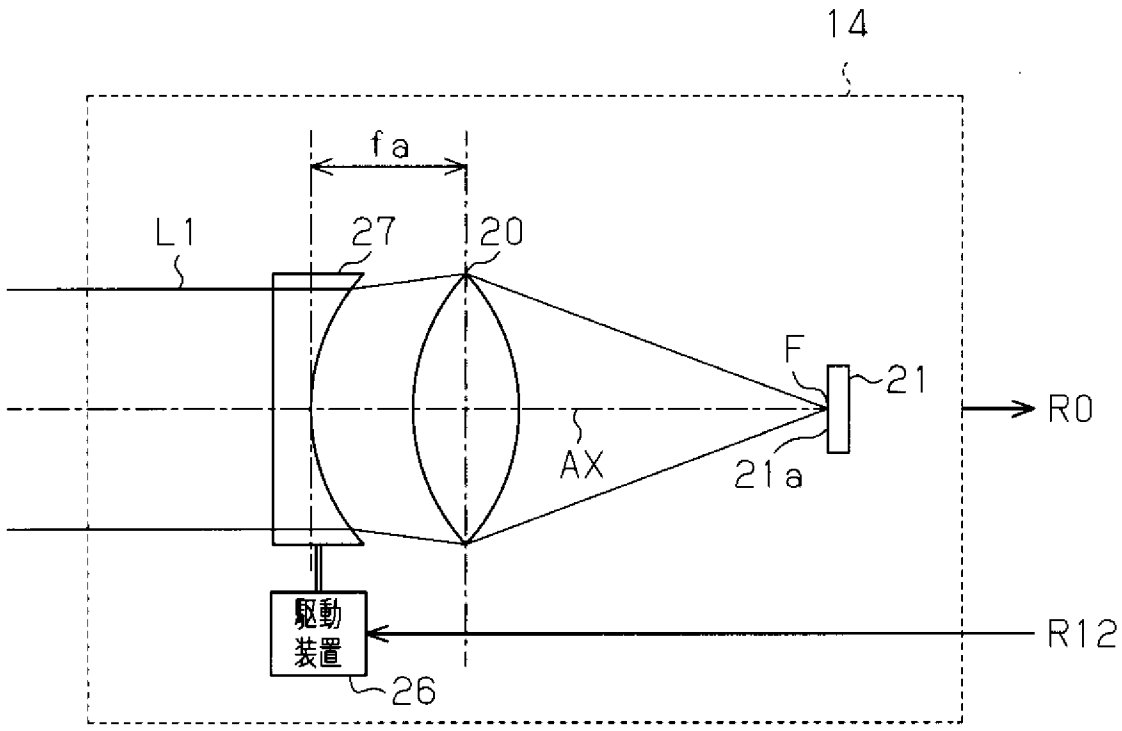
[図8]


f11
21a
L11
F11
波長：400nm
AX
C

[図9]


(a)
f11
D1
f12
L12
21a
波長：
800nm
AX
C
(b)
f11
D1
f12
21a
L12
AX
F12
Ra
θa
C

[図10]


14
fa
L1
27
20
F
21
R0
AX
21a
駆動
装置
R12
26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/062403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01C3/06(2006.01)i, *B60R1/00*(2006.01)n

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)
G01C3/00-3/32, G01B11/00-11/30, B60R1/00

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
A	WO 2009/037949 A1 (Nikon Corp.), 26 March 2009 (26.03.2009), entire text; fig. 1 to 15 (Family: none)	1-12
A	JP 2007-17401 A (Central Research Institute of Electric Power Industry), 25 January 2007 (25.01.2007), entire text; fig. 1 to 13 (Family: none)	1-12
A	JP 11-264933 A (Yokogawa Electric Corp.), 28 September 1999 (28.09.1999), entire text; fig. 1 to 7 & US 6185036 B1	1-12

☒ 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	Date of mailing of the international search report
13 September, 2010 (13.09.10)	21 September, 2010 (21.09.10)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japanese Patent Office	
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/062403

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 2010-517038 A (California Institute of Technology), 20 May 2010 (20.05.2010), entire text; fig. 1 to 11 & US 2008/0239316 A1 & US 2008/0278804 A1	1-12

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０６２４０３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01C3/06(2006.01)i, B60R1/00(2006.01)n

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））

Int.Cl.　G01C3/00-3/32, G01B11/00-11/30, B60R1/00

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	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０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
A	WO 2009/037949 A1 (株式会社ニコン) 2009.03.26, 全文, 図 1-15 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2007-17401 A (財団法人電力中央研究所) 2007.01.25, 全文, 図 1-13 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 11-264933 A (横河電機株式会社) 1999.09.28, 全文, 図 1-7 & US 6185036 B1	1-12

☑　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 １３．０９．２０１０	国際調査報告の発送日 ２１．０９．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｓ　３７１４ 須中　栄治 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５６

C（続き）．　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	JP 2010-517038 A (カリフォルニア　インスティテュート　オブ　テクノロジー) 2010.05.20, 全文, 図 1-11 & US 2008/0239316 A1 & US 2008/0278804 A1	1-12