(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
2020年12月10日(10.12.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/246265 A1

(51) 国際特許分類:
*G03B 15/00* (2006.01) *G02B 7/02* (2006.01)
*G01B 11/00* (2006.01) *H04N 5/225* (2006.01)
*G01B 11/25* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/020272

(22) 国際出願日： 2020年5月22日(22.05.2020)

(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 2019-106721 2019年6月7日(07.06.2019) JP

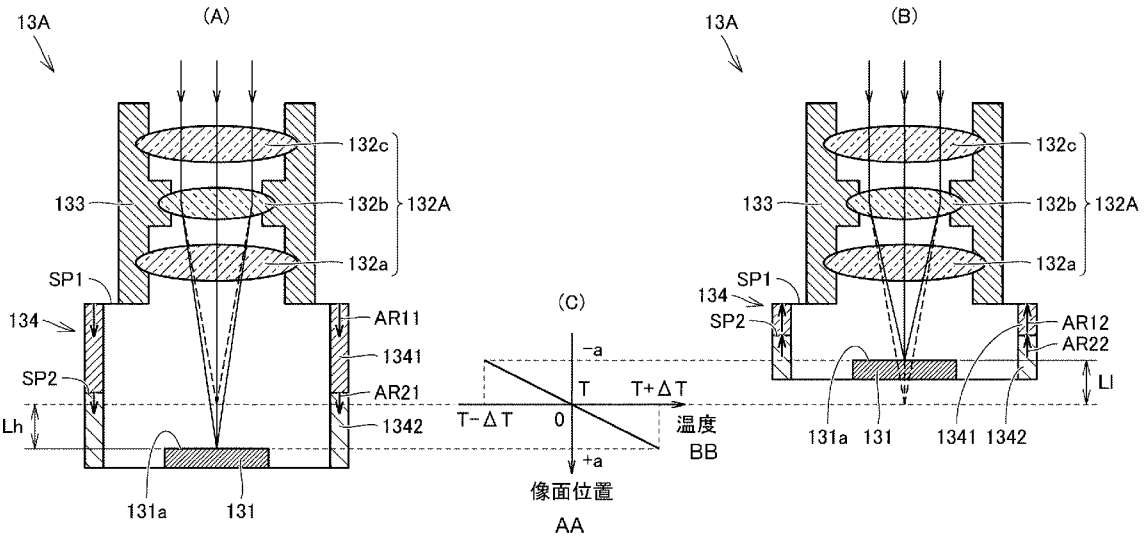
(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 奥濃 基晴 (**OKUNO, Motoharu**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 中塚 均(**NAKATSUKA, Hitoshi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 猪田 岳司(**INODA, Takeshi**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 有吉 智規(**ARIYOSHI, Tomonori**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩

(54) **Title:** OPTICAL ASSEMBLY FOR THREE-DIMENSIONAL MEASUREMENT DEVICE AND THREE-DIMENSIONAL MEASUREMENT DEVICE EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称： 三次元計測装置用光学アセンブリおよびこれを備えた三次元計測装置

FIG.11




AA Image plane position
BB Temperature

(57) **Abstract:** This optical assembly (13A) for a three-dimensional measurement device is provided with: an optical lens (132A) supported by a lens barrel (133); and an optical device (131) supported by a support structure part. The lens barrel (133) is fixed to the support structure part, and the optical device (131) is disposed on one among a pair of conjugate planes of the optical lens (132A). The support structure part is constructed by a composite structural body in which inter-element

WO 2020/246265 A1

[続葉有]

小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人:特許業務法人深見特許事務所(**FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目２番４号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (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, JO, 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)）

distance, which is the axial distance between the optical device (131) and the optical lens (132A), is adjusted according to temperatures by combining at least a first member (134) and a second member (135) that have mutually different linear expansion coefficients. Accordingly, at least a portion of a deviated amount of a focal position of the optical lens (132A) caused by temperatures is cancelled by the inter-element distance varying according to the temperatures.

(57) 要約：三次元計測装置用光学アセンブリ（１３Ａ）は、鏡筒（１３３）によって支持された光学レンズ（１３２Ａ）と、支持構造部によって支持された光学デバイス（１３１）とを備える。鏡筒（１３３）は、支持構造部に固定され、光学デバイス（１３１）は、光学レンズ（１３２Ａ）の一対の共役面のうちの一方に配置される。支持構造部は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材（１３４）および第２部材（１３５）を少なくとも組み合わせることにより、光学デバイス（１３１）と光学レンズ（１３２Ａ）との光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体にて構成される。これにより、温度に起因して発生する光学レンズ（１３２Ａ）の焦点位置のずれ量の少なくとも一部が、温度に起因して変動する上記素子間距離によって相殺される。

# 明　細　書

## 発明の名称 ：

## 三次元計測装置用光学アセンブリおよびこれを備えた三次元計測装置

## 技術分野

[0001]　本開示は、計測対象物としての被写体に対してパターン照明を投影するとともに、被写体に投影された投影パターンを撮像し、これによって得られた画像を用いて被写体の三次元形状を計測する三次元計測装置、および、当該三次元計測装置に投影部あるいは撮像部として具備される三次元計測装置用光学アセンブリに関する。

## 背景技術

[0002]　従来、光学的な手法を用いて被写体の三次元形状を計測する技術が知られている。たとえば、特開２０１２－７９２９４号公報（特許文献１）には、複数種類の符号が二次元に並ぶ投影符号列の各符号に符号の種類毎に異なるシンボルを割り当てることで得られた投影パターンを用い、当該投影パターンを被写体に投影し、これを撮像することで得られた画像を用いて被写体の三次元計測を行なう画像情報処理装置が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１２－７９２９４号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0004]　この種の三次元計測装置において使用される投光レンズおよび受光レンズは、通常、温度に応じて焦点位置が変化する性質（以下、これを単に「温度特性」と称する場合もある）を有している。この投光レンズおよび受光レンズの温度特性は、被写体の三次元形状の計測が可能な計測レンジ（すなわち、当該計測が可能となる計測ヘッドと被写体との間の距離の範囲）の広狭に多大な影響を及ぼす。

[0005] そのため、定められた温度域において計測レンジが極端に狭まったりあるいは計測レンジ自体が存在しなくなってしまったりすることがないように計測レンジを広く確保するためには、何らかの手当てを講じることが必要になるところ、従来公知の三次元計測装置においては、この計測レンジを拡大させるための具体的な工夫は見受けられない。

[0006] したがって、本開示は、上述した問題に鑑みてなされたものであり、定められた温度域において計測レンジを広く確保することが可能な三次元計測装置およびこれに具備される三次元計測装置用光学アセンブリ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

[0007] 本開示に従った第一局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリは、光学レンズと、光学デバイスと、鏡筒と、支持構造部とを備えている。上記光学レンズは、光学的に共役な関係にある一対の共役面を形成するものであり、上記光学デバイスは、上記一対の共役面のうちの一方に配置される。上記鏡筒は、上記光学レンズを支持しており、上記支持構造部は、上記光学デバイスを支持するとともに上記鏡筒が固定されることにより、上記光学デバイスと上記光学レンズとの間の相対的な位置関係を決定している。上記光学レンズは、温度に応じて焦点位置が変化するものである。上記支持構造部は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材および第２部材を少なくとも組み合わせることにより、上記光学デバイスと上記光学レンズとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体からなる。本開示に従った上記第一局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリにあっては、温度に起因して発生する上記焦点位置のずれ量の少なくとも一部が、温度に起因して変動する上記素子間距離によって相殺されるように構成されている。

[0008] このように、線膨張係数が異なる少なくとも２つの部材を組み合わせて支持構造部を構成することにより、光学レンズと光学デバイスとの間の光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて所望の大きさに変動するよ

うに、当該素子間距離を自由に設計することが可能になる。すなわち、単一の部材にて支持構造部を構成した場合には、上記素子間距離の変動が概ね一意に決定されてしまうことになるが、上記構成を採用することにより、これを任意に決定することができるようになる。そのため、温度変化に応じた素子間距離の変動を温度変化に応じた光学レンズの焦点位置の変化に合わせ込むことが可能になり、結果として焦点位置のずれ量の少なくとも一部を素子間距離の変動によって相殺することが可能になる。したがって、上記構成の三次元計測装置用光学アセンブリとすることにより、これを備えた三次元計測装置とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0009] 本開示に従った上記第一局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリにあっては、上記第１部材が、上記複合構造体のうちの上記光学デバイスを支持する部分よりも上記鏡筒が固定される部分に相対的に近い部分に配置されているとともに、上記第２部材が、上記複合構造体のうちの上記鏡筒が固定される部分よりも上記光学デバイスを支持する部分に相対的に近い部分に配置されていてもよい。その場合には、以下の第一態様および第二態様のいずれかとすることができる。

[0010] 上記第一態様は、上記第１部材と上記第２部材とが、上記光軸方向と平行な方向に沿って並ぶように配置された態様である。

[0011] 当該第一態様とすることにより、第１部材の材質および光軸方向の長さと、第２部材の材質および光軸方向の長さとを適切に調節することにより、温度変化に応じた素子間距離の変動を温度変化に応じた光学レンズの焦点位置の変化に容易に合わせ込むことができる。そのため、定められた温度域において計測レンジを広く確保することができるようになる。

[0012] 上記第一態様は、温度の上昇に伴って焦点位置が遠ざかる方向に変化する光学レンズを使用する場合に、好適な態様である。すなわち、上記第一態様とした場合には、温度の上昇に伴って素子間距離が大きくなるように支持構造部を容易に設計することが可能になる。そのため、温度の上昇に伴って焦

点位置が遠ざかる方向に変化する光学レンズの焦点位置の変化に、当該素子間距離の変動を容易に追従させることができる。

[0013] 上記第二態様は、上記第１部材と上記第２部材とが、上記光軸方向と直交する方向においてその一部が重なるように配置された態様である。

[0014] 当該第二態様とすることにより、第１部材の材質および光軸方向の長さと、第２部材の材質および光軸方向の長さとを適切に調節することにより、温度変化に応じた素子間距離の変動を温度変化に応じた光学レンズの焦点位置の変化に容易に合わせ込むことができる。そのため、定められた温度域において計測レンジを広く確保することができるようになる。

[0015] 上記第二態様は、温度の上昇に伴って焦点位置が遠ざかる方向に変化する光学レンズを使用する場合に、好適な態様である。すなわち、上記第二態様とした場合には、温度の上昇に伴って素子間距離が大きくなるように支持構造部を容易に設計することが可能になる。そのため、温度の上昇に伴って焦点位置が遠ざかる方向に変化する光学レンズの焦点位置の変化に、当該素子間距離の変動を容易に追従させることができる。

[0016] 具体的には、上記第二態様において、温度の上昇に伴って焦点位置が遠ざかる方向に変化する光学レンズを使用する場合には、以下の第一形態および第二形態のいずれかとすることができる。

[0017] 上記第一形態は、上記第１部材の上記光軸方向における長さが、上記第２部材の上記光軸方向における長さよりも大きく、かつ、上記第１部材の線膨張係数が、上記第２部材の線膨張係数よりも大きい形態である。

[0018] 上記第二形態は、上記第１部材の上記光軸方向における長さが、上記第２部材の上記光軸方向における長さよりも小さく、かつ、上記第１部材の線膨張係数が、上記第２部材の線膨張係数よりも小さい形態である。

[0019] これら第一形態または第二形態とすることにより、上述のとおり、温度の上昇に伴って素子間距離が大きくなるように支持構造部を容易に設計することが可能になる。

[0020] 上記第二態様は、温度の上昇に伴って焦点位置が近づく方向に変化する光

学レンズを使用する場合に、好適な態様である。すなわち、上記第二態様とした場合には、温度の上昇に伴って素子間距離が小さくなるように支持構造部を容易に設計することが可能になる。そのため、温度の上昇に伴って焦点位置が近づく方向に変化する光学レンズの焦点位置の変化に、当該素子間距離の変動を容易に追従させることができる。

[0021] 具体的には、上記第二態様において、温度の上昇に伴って焦点位置が近づく方向に変化する光学レンズを使用する場合には、以下の第三形態および第四形態のいずれかとすることができる。

[0022] 上記第三形態は、上記第１部材の上記光軸方向における長さが、上記第２部材の上記光軸方向における長さよりも大きく、かつ、上記第１部材の線膨張係数が、上記第２部材の線膨張係数よりも小さい形態である。

[0023] 上記第四形態は、上記第１部材の上記光軸方向における長さが、上記第２部材の上記光軸方向における長さよりも小さく、かつ、上記第１部材の線膨張係数が、上記第２部材の線膨張係数よりも大きい形態である。

[0024] これら第三形態または第四形態とすることにより、上述のとおり、温度の上昇に伴って素子間距離が小さくなるように支持構造部を容易に設計することが可能になる。

[0025] 本開示に従った上記第一局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリにあっては、上記光学デバイスが、パターン照明を形成するパターン照明形成素子にて構成されているとともに、上記光学レンズが、上記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に対してパターン照明を投影することで投影パターンを結像するための投光レンズにて構成されていてもよい。

[0026] このように構成した場合には、当該三次元計測装置用光学アセンブリを三次元計測装置の投影部として用いることができ、当該投影部を備えた三次元計測装置とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0027] 本開示に従った上記第一局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリにあっては、上記光学デバイスが、撮像面を有する撮像素子にて構成されている

とともに、上記光学レンズが、上記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に投影された投影パターンを上記撮像面に結像するための受光レンズにて構成されていてもよい。

[0028] このように構成した場合には、当該三次元計測装置用光学アセンブリを三次元計測装置の撮像部として用いることができ、当該撮像部を備えた三次元計測装置とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0029] 本開示に従った第一局面に係る三次元計測装置は、投影部として、本開示に従った上記第一局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリを備えているとともに、撮像部として、本開示に従った上記第一局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリを備えてなるものである。

[0030] このように構成することにより、定められた温度域において計測レンジを広く確保することができる三次元計測装置とすることができる。

[0031] 本開示に従った第二局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリは、光学レンズと、光学デバイスと、鏡筒と、支持構造部とを備えている。上記光学レンズは、光学的に共役な関係にある一対の共役面を形成するものであり、上記光学デバイスは、上記一対の共役面のうちの一方に配置される。上記鏡筒は、上記光学レンズを支持しており、上記支持構造部は、上記光学デバイスを支持するとともに上記鏡筒が固定されることにより、上記光学デバイスと上記光学レンズとの間の相対的な位置関係を決定している。本開示に従った上記第二局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリにあっては、上記光学レンズが、温度に応じて焦点位置が実質的に変化しないアサーマルレンズにて構成されており、上記支持構造部が、線膨張係数が５×１０$^{-6}$［／Ｋ］以下の部材にて構成されている。

[0032] このように構成することにより、温度が変化した場合にも、光学レンズの焦点位置に変化が生じることが実質的に抑制できるとともに、光学レンズと光学デバイスとの間の光軸方向における距離である素子間距離に変動が生じることも実質的に抑制できる。そのため、光学デバイスが光学レンズの焦点

位置に常時配置された状態が維持できることになる。したがって、上記構成の三次元計測装置用光学アセンブリとすることにより、これを備えた三次元計測装置とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0033] 本開示に従った上記第二局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリにあっては、上記光学デバイスが、パターン照明を形成するパターン照明形成素子にて構成されているとともに、上記光学レンズが、上記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に対してパターン照明を投影することで投影パターンを結像するための投光レンズにて構成されていてもよい。

[0034] このように構成した場合には、当該三次元計測装置用光学アセンブリを三次元計測装置の投影部として用いることができ、当該投影部を備えた三次元計測装置とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0035] 本開示に従った上記第二局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリにあっては、上記光学デバイスが、撮像面を有する撮像素子にて構成されているとともに、上記光学レンズが、上記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に投影された投影パターンを上記撮像面に結像するための受光レンズにて構成されていてもよい。

[0036] このように構成した場合には、当該三次元計測装置用光学アセンブリを三次元計測装置の撮像部として用いることができ、当該撮像部を備えた三次元計測装置とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0037] 本開示に従った第二局面に係る三次元計測装置は、投影部として、本開示に従った上記第二局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリを備えているとともに、撮像部として、本開示に従った上記第二局面に係る三次元計測装置用光学アセンブリを備えてなるものである。

[0038] このように構成することにより、定められた温度域において計測レンジを広く確保することができる三次元計測装置とすることができる。

## 発明の効果

[0039] 本開示に従えば、定められた温度域において計測レンジを広く確保することが可能な三次元計測装置およびこれに具備される三次元計測装置用光学アセンブリを提供することが可能になる。

## 図面の簡単な説明

[0040] [図1]実施の形態１に係る三次元計測装置の概略図である。

[図2]図１に示す計測ヘッドの機能ブロックの構成を示す模式図である。

[図3]図１に示す計測ヘッドの具体的な構造の概念を示す模式図である。

[図4]図１に示す画像計測装置の機能ブロックの構成を示す模式図である。

[図5]図１に示す三次元計測装置において計測ヘッドから照射される投影パターンの一例を示す図である。

[図6]図１に示す三次元計測装置が実行する三次元計測の原理を説明するための図である。

[図7]図１に示す三次元計測装置の撮像部側の計測レンジを示す図である。

[図8]図３に示す受光レンズの温度特性の第１例を示す図である。

[図9]図３に示す受光レンズの温度特性の第２例を示す図である。

[図10]撮像部の第１構成例を示す模式断面図である。

[図11]図１０に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。

[図12]撮像部の第２構成例を示す模式断面図である。

[図13]図１２に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。

[図14]撮像部の第３構成例を示す模式断面図である。

[図15]図１４に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。

[図16]撮像部の第４構成例を示す模式断面図である。

[図17]図１６に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。

[図18]撮像部の第５構成例を示す模式断面図である。

[図19]図１８に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。

[図20]投影部の構成例を示す模式断面図である。

[図21]実施の形態２に係る三次元計測装置の撮像部の模式断面図である。

[図22]実施の形態２に係る三次元計測装置の投影部の模式断面図である。

[図23]関連形態に係る三次元計測装置の撮像部を示す模式図である。

## 発明を実施するための形態

[0041] 以下、実施の形態について、図を参照して詳細に説明する。なお、以下に示す実施の形態においては、同一のまたは共通する部分について図中同一の符号を付し、その説明は繰り返さない。

[0042] （実施の形態１）

＜Ａ．三次元計測装置＞

図１は、実施の形態１に係る三次元計測装置の概略図である。まず、この図１を参照して、本実施の形態に係る三次元計測装置１について説明する。

[0043] 図１に示すように、三次元計測装置１は、計測ヘッド１０および画像計測装置１００を備えている。このうち、画像計測装置１００は、センサコントローラあるいは視覚センサとも称される。

[0044] 画像計測装置１００は、計測ヘッド１０から予め定められた投影パターンを計測対象物としての被写体に投影した状態において、当該被写体を計測ヘッド１０で撮像した画像（以下、「入力画像」とも称する）を取得する。典型的には、投影パターンとしては、構造化照明に従う投影パターンが採用される。すなわち、投影パターンとしては、それぞれ固有のコードが割当てられた複数種類の基準パターンを所定規則に従って配置したものが採用される（この種の方法は、固有コード法と称される）。

[0045] 画像計測装置１００は、投影パターンの情報および取得した入力画像に現れる投影パターンの情報を用いて三次元計測処理を実行することにより、三次元計測結果（三次元計測結果画像）を取得する。

[0046] より具体的には、画像計測装置１００は、投影された投影パターンに含まれる各基準パターン（以下、「プリミティブ」とも称する）を入力画像内で探索することで、各プリミティブが照射された位置および当該照射されたプリミティブが示すコードの集合を取得する。そして、画像計測装置１００は、投影パターンに設定される単位領域（以下、「ワード」とも称する）に含

まれる所定数の基準パターンが示すコードの配列と同一の配列を示す対応領域（以下、「格子状コードパターン」とも称する）を当該コードの集合から探索する。最終的に、画像計測装置１００は、格子状コードパターンの探索結果に基づいて、投影パターンの後述する照射基準面から被写体の各部までの距離を算出する。この算出された距離の集合は、三次元計測結果画像として表現される。

[0047] 三次元計測装置１は、各種の用途に用いることができるが、本例では、コンベヤＣ上を搬送されるワークＷＫおよびその周囲の三次元形状を計測する用途に用いられる。具体的には、計測ヘッド１０に設けられた投影部１２から投影パターンが被写体としてのワークＷＫおよびその周囲に向けて投影され、計測ヘッド１０に設けられた撮像部１３により、投影パターンが投影されたワークＷＫおよびその周囲が撮像される。

[0048] ＜Ｂ．計測ヘッド＞

図２は、図１に示す計測ヘッドの機能ブロックの構成を示す模式図であり、図３は、図１に示す計測ヘッドの具体的な構造の概念を示す模式図である。次に、これら図２および図３を参照して、計測ヘッド１０の構成について説明する。

[0049] 図２に示すように、計測ヘッド１０は、処理部１１と、上述した投影部１２および撮像部１３と、表示部１４と、記憶部１５と、通信インターフェイス（Ｉ／Ｆ）部１６とを含んでいる。このうち、投影部１２は、上述したように、投影パターンを被写体に対して投影し、撮像部１３は、投影パターンが投影された被写体を撮像する。

[0050] 処理部１１は、計測ヘッド１０における全体処理を司る。処理部１１は、典型的には、プロセッサと、プロセッサで実行される命令コードを格納するストレージと、命令コードを展開するメモリとを含んでいる。この場合、処理部１１において、プロセッサが命令コードをメモリ上に展開して実行することで各種処理を実現する。処理部１１の全部または一部を専用のハードウェア回路（たとえば、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circ

uit）またはＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）等）を用いて実装してもよい。

[0051] 表示部１４は、計測ヘッド１０において取得あるいは算出された各種情報を外部へ通知する。

[0052] 記憶部１５は、撮像部１３により撮像された画像や予め設定されるキャリブレーションパラメータなどを格納する。

[0053] 通信インターフェイス部１６は、計測ヘッド１０と画像計測装置１００との間のデータの遣り取りを担当する。

[0054] 図３に示すように、投影部１２は、光学デバイスとしてのパターン照明形成素子である光源１２０およびフォトマスク１２１と、光学レンズとしての投光レンズ１２２と、後述する図示しない鏡筒および支持構造部とを有している。すなわち、投影部１２は、これら光源１２０、フォトマスク１２１、投光レンズ１２２、鏡筒および支持構造部が互いに組付けられることで構成された三次元計測装置用アセンブリにて構成されるが、その詳細な構造については後述することとする。

[0055] 光源１２０は、所定の波長の光をフォトマスク１２１の方向に向けて照射する。フォトマスク１２１には、所定のパターンが形成されている。フォトマスク１２１を通過した光は、投光レンズ１２２を介して、外部に照射される。これにより、外部空間に投影パターンが照射される。

[0056] 一方、撮像部１３は、光学デバイスとしての撮像素子１３１と、光学レンズとしての受光レンズ１３２と、後述する図示しない鏡筒および支持構造部とを有している。すなわち、撮像部１３は、これら撮像素子１３１、受光レンズ１３２、鏡筒および支持構造部が互いに組付けられることで構成された三次元計測装置用アセンブリにて構成されるが、その詳細な構造については後述することとする。

[0057] 撮像部１３は、投影パターンが投影された状態の被写体を撮像する。詳しくは、受光レンズ１３２を通過した光を撮像素子１３１が受光することにより、入力画像が得られる。

[0058] ＜Ｃ．画像計測装置＞

図４は、図１に示す画像計測装置の機能ブロックの構成を示す模式図である。次に、この図４を参照して、画像計測装置１００の機能ブロックの構成について説明する。

[0059] 図４に示すように、画像計測装置１００は、典型的には汎用コンピュータを用いて実現される。画像計測装置１００は、プロセッサ１０２と、メインメモリ１０４と、ストレージ１０６と、入力部１０８と、表示部１１０と、光学ドライブ１１２と、下位インターフェイス部１１４と、上位インターフェイス部１１６とを含んでいる。これらのコンポーネントは、プロセッサバス１１８を介して接続されている。

[0060] プロセッサ１０２は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）やＧＰＵ（Graphics Processing Unit）等で構成され、ストレージ１０６に格納されたプログラム（一例として、ＯＳ１０６０および三次元計測プログラム１０６２）を読出して、メインメモリ１０４に展開して実行することで、後述するような各種処理を実現する。

[0061] メインメモリ１０４は、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory）やＳＲＡＭ（Static Random Access Memory）等の揮発性記憶装置等で構成される。ストレージ１０６は、たとえば、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）やＳＳＤ（Solid State Drive）等の不揮発性記憶装置等で構成される。

[0062] ストレージ１０６には、基本的な機能を実現するためのＯＳ１０６０に加えて、画像計測装置１００としての機能を提供するための三次元計測プログラム１０６２が格納される。

[0063] 入力部１０８は、キーボードやマウスなどで構成され、ユーザ操作を受付ける。表示部１１０は、ディスプレイ、各種インジケータ、プリンタ等で構成され、プロセッサ１０２からの処理結果等を出力する。

[0064] 下位インターフェイス部１１４は、計測ヘッド１０との間のデータの遣り取りを担当する。上位インターフェイス部１１６は、図示しない上位装置（たとえば、ＰＬＣ（プログラマブルコンピュータ）等）との間のデータの遣

り取りを担当する。

[0065] 画像計測装置１００は、光学ドライブ１１２を有しており、コンピュータ読取可能なプログラムを非一過的に格納する記録媒体１１５（たとえば、ＤＶＤ（Digital Versatile Disc）等の光学記録媒体）から、その中に格納されたプログラムが読取られてストレージ１０６等にインストールされる。

[0066] 画像計測装置１００で実行される三次元計測プログラム１０６２等は、コンピュータ読取可能な記録媒体１１５を介してインストールされてもよいが、ネットワーク上のサーバ装置などからダウンロードする形でインストールされるようにしてもよい。また、本実施の形態に係る三次元計測プログラム１０６２が提供する機能は、ＯＳが提供するモジュールの一部を利用する形で実現される場合もある。

[0067] 図４には、プロセッサ１０２がプログラムを実行することで、画像計測装置１００として必要な機能が提供される構成例を示したが、これらの提供される機能の一部または全部を、専用のハードウェア回路（たとえば、ＡＳＩＣまたはＦＰＧＡ等）を用いて実装してもよい。

[0068] ＜Ｄ．三次元計測＞

次に、本実施の形態に係る三次元計測装置１による三次元計測について説明する。本実施の形態においては、構造化照明と称される手法を用いて三次元計測を実現する。構造化照明の手法では、所定の投影パターンを被写体に投影するとともに、投影パターンが投影された状態において被写体を撮像することで得られる画像に基づいて被写体の各部の位置（計測ヘッドからの距離）を計測し、これにより被写体の三次元形状を計測する。

[0069] 本実施の形態においては、構造化照明の一例として、予め定められた投影パターン（典型的には、濃淡パターン）をもつ計測光が照射される方法を採用している。なお、以下の説明においては、投影部１２の照射面を投影パターンＰの「照射基準面」と見なす。

[0070] 三次元計測装置１において、計測ヘッド１０に含まれる投影部１２と撮像部１３との間でキャリブレーションが実行されており、投影部１２および撮

像部１３の光学パラメータおよび両者を関連付ける行列は予め決定されている。投影部１２および撮像部１３の光学パラメータは、いずれも同じ基準点に基づいて決定されており、投影部１２の投影面の高さを指定すれば、投影部１２から照射される投影パターンが撮像部１３の撮像面上のどの画素に対応するのかを算出できる。

[0071] 投影部１２から照射される投影パターンは、投影部１２の光軸に対する被写体の位置や傾きに応じて大きさや位置（隣接する要素間の間隔の伸縮）が変化することになり、このような情報に基づいて、三角測量の原理によって、被写体の形状を計測できる。

[0072] 図５は、本実施の形態に係る三次元計測装置において計測ヘッドから照射される投影パターンの一例を示す図である。図６は、本実施の形態に係る三次元計測装置が実行する三次元計測の原理を説明するための図である。

[0073] 計測ヘッド１０の投影部１２からは、たとえば、図５に示すような投影パターンＰを含む計測光が被写体に対して照射される。計測ヘッド１０の撮像部１３は、投影パターンＰが投影された状態で被写体を撮像する。

[0074] 図５に示す投影パターンＰは、空間コードを格子状に配置したもの（以下、「格子状コード」とも称する）であって、所定方向において所定長のパターンについて自己相関が生じないような固有のコードが割当てられている。より具体的には、投影パターンＰは、複数種類のプリミティブ（基準パターンに相当）の組合せによって規定される。

[0075] 図６（Ａ）には、４種類のプリミティブが示される。各プリミティブは、それぞれに割当てられたコード（図６（Ａ）に示す例では、１～４の４つの数値）を示す。各プリミティブは、４つの大きな正方形Ｑａ～Ｑｄと、中心部に位置する１つの小さな正方形Ｑｅとで構成される。正方形Ｑａ～Ｑｄの各々は、プリミティブ位置Ｒがコーナとなるように配置されている。プリミティブ位置Ｒは、小さな正方形Ｑｅの中心位置でもある。

[0076] 図６（Ａ）に示すように、大きな正方形Ｑａ～Ｑｄの交点（格子のコーナー点）がプリミティブ位置Ｒと定義される。なお、プリミティブ位置Ｒにつ

いての大きさおよび形状については限定されない。プリミティブの各々が三次元点の１つとして復元される。

[0077] 図６（Ａ）に示すように、プリミティブ位置Ｒが「白」のときｐ０＝１とし、「黒」のときｐ０＝０とし、プリミティブ位置Ｒの左上の大きい正方形Ｑｂが「白」のときｐ１＝１とし、「黒」のときｐ１＝０と表現する。プリミティブの種類は、２ｐ１＋ｐ０と数値表現できる。

[0078] 図６（Ｂ）には、投影パターンＰ（図５参照）の部分に含まれるプリミティブの種類を数値で表現したものである。すなわち、投影パターンＰに含まれる各プリミティブの種類を特定し、各特定したプリミティブの種類を数値で表現することにより、投影パターンＰと等価な行列Ｋを生成できる。

[0079] 以下の説明においては、投影パターンＰの面内方向をＸ方向およびＹ方向と規定するとともに、光軸方向（高さ）方向をＺ方向と規定する。

[0080] 図６（Ｃ）には、図６（Ｂ）に示す行列Ｋの部分行列が示される。ここでは、行列Ｋに設定される所定の大きさ（ワード高さＨｗｏｒｄ×ワード幅Ｗｗｏｒｄ）の部分行列を想定する。このような部分行列を「ワード」とも称する。すなわち、各ワードは、所定数のプリミティブの種類の組合せ（図６（Ｃ）に示す例では、３×３）によって規定される。投影パターンＰは、すべてのワードの各々がユニークとなるように、プリミティブが配置されることで生成される。

[0081] 投影パターンＰが被写体に投影した状態で撮像することで取得される入力画像から、行列Ｋに含まれるすべてのワードが抽出される。なお、プリミティブを抽出して、ワードを特定あるいは再構成する処理を（ワードの）「デコード」とも称する。

[0082] 図６（Ｃ）には、抽出された３つのワード（ワードＷ１，Ｗ２，Ｗ３）を示している。入力画像に写るパターンからすべてのワードを抽出したときに、各抽出したワード中に部分行列の数値の並びがユニークであれば、そのワードのパターン中での位置が特定される。すなわち、投影パターンＰにおける位置（ワードの位置）を特定できる。

[0083] 計測ヘッド１０（投影部１２）から投影パターンＰを照射する場合において、被写体の表面形状に応じて、投影された像から特定されるワードの位置は変化することになる。

[0084] このような投影パターンＰを被写体に投影した状態において、当該被写体を撮像して得られる画像に含まれるプリミティブから規定されるワードの大きさおよび隣接するワード間の位置ずれに基づけば、計測ヘッド１０から被写体の各部までの距離および被写体の三次元形状が計測できる。

[0085] たとえば、図６（Ｃ）に示す例においては、隣り合うワードＷ１～Ｗ３は一部のプリミティブを共有している。

[0086] 画像計測装置１００は、それぞれの計測ヘッド１０から出力される画像に対して、プリミティブの抽出処理、ならびに、抽出されたプリミティブにより特定されたワードの位置および大きさの評価処理を実行することにより、被写体の三次元形状の計測結果を出力する。

[0087] なお、図６（Ａ）においては、４種類のプリミティブを使用する例を示しているが、プリミティブの種類数は４種類に限定されない。また、図６（Ａ）に示すようなプリミティブの形状および色に限定されることなく、任意の形状および色を採用できる。

[0088] また、プリミティブの検出手法としては、各プリミティブをモデルとしたパターンマッチングや、黒画素方向／白画素方向および中央値の色を条件とするフィルタ処理などを採用できる。

[0089] ＜Ｅ．解決すべき課題＞

次に、本開示が解決すべき課題について説明する。本開示が解決すべき課題は、要約すると、上述のように、定められた温度域において計測レンジが極端に狭まったりあるいは計測レンジ自体が存在しなくなってしまったりすることを防止する点にある。

[0090] ここで、計測レンジとは、被写体の三次元形状の計測が可能となる計測ヘッドと被写体との間の光軸方向に沿った距離の範囲のことを意味しており、当該計測レンジが極端に狭まったりあるいは当該計測レンジ自体が存在しな

くなってしまったりした場合には、被写体の三次元形状を計測することができない。

[0091] この計測レンジには、投影部側での計測レンジと、撮像部側での計測レンジとが含まれている。投影部側の計測レンジの外側に被写体が配置された場合には、被写体に投影された投影パターンがぼやけることになり、入力画像における投影パターンが不鮮明になる。また、撮像部側の計測レンジの外側に被写体が配置された場合には、撮像素子の撮像面上に形成される像がぼやけることになり、入力画像における投影パターンが不鮮明になる。そのため、いずれの場合にも、取得した入力画像から上述したプリミティブを抽出することができず、結果として被写体の三次元形状を計測することが不可能になってしまう。

[0092] 上述したように、三次元計測装置の計測ヘッドには、投影パターンを被写体上において結像するための光学レンズ（投光レンズ）と、投影パターンが被写体に投影された状態の像を撮像素子の撮像面上において結像するための光学レンズ（受光レンズ）とが設けられている。これら光学レンズは、複数のレンズが組み合わされた複合レンズにて構成されることが一般的であるが、通常、温度に応じて焦点位置が変化する性質（温度特性）を有している。上述した計測レンジの有無ならびに広狭には、この光学レンズの温度特性が大きく影響する。

[0093] 図７は、図１に示す三次元計測装置の撮像部側の計測レンジを示す図である。以下、この図７を参照して、光学レンズの温度特性が三次元計測装置１の計測レンジに与える影響について、受光側を例に挙げて詳説する。なお、図７（Ａ）は、受光レンズ１３２が温度Ｔにある状態を示しており、図７（Ｂ）は、受光レンズ１３２が温度Ｔ＋ΔＴに昇温した状態を示しており、図７（Ｃ）は、受光レンズ１３２が温度Ｔ－ΔＴに降温した状態を示している。ここで、使用する受光レンズ１３２としては、温度の上昇に伴って焦点位置が遠ざかる方向に変化するものを例示する。

[0094] 図７（Ａ）に示すように、受光レンズ１３２は、光学的に共役な関係にあ

る一対の共役面としての物体面および像面を形成する。受光レンズ１３２の主点から物体面までの距離である物体距離Ａと、受光レンズ１３２の主点から像面までの距離である像距離Ｂとは、受光レンズ１３２の焦点距離ｆを用いて下記の式（１）によって決まる。

[0095] （１／Ａ）＋（１／Ｂ）＝１／ｆ ・・・（１）

[0096] ここで、物体面に被写体が配置されるとともに、像面に撮像素子１３１が配置されることにより、撮像素子１３１の撮像面に被写体の像が鮮明に結像される。なお、受光レンズ１３２は、その許容散乱円径Φによって決まる焦点深度δを有しており、当該焦点深度δの範囲内に撮像素子１３１が配置される限りにおいては、被写体の像が撮像素子１３１の撮像面上に鮮明に結像されることになる。

[0097] 受光側の計測レンジは、被写界深度ＤＯＦ（Depth of Field）によって決まる。被写界深度ＤＯＦは、像面において像が鮮明に結像する、被写体が配置される側における光軸方向に沿った範囲であり、物体面から見て受光レンズ１３２側に位置する前側被写界深度Ｌｆと、物体面から見て受光レンズ１３２側とは反対側に位置する後側被写界深度Ｌｒとの和として表わされる。一般に、被写界深度ＤＯＦの受光レンズ１３２側の端点は「近点」と称され、被写界深度ＤＯＦの受光レンズ１３２側とは反対側の端点は「遠点」と称される。

[0098] ここで、受光レンズ１３２の主点から近点までの距離である近点距離Ｓｎと、受光レンズ１３２の主点から遠点までの距離である遠点距離Ｓｆとは、上述した焦点距離ｆ、物体距離Ａおよび許容散乱円径Φと、受光レンズ１３２の明るさＦとを用いて、それぞれ下記の式（２）および式（３）によって決まる。

[0099] $Sn=\Phi\times F\times A^2/(f^2+\Phi\times F\times A)$ ・・・（２）

$Sf=\Phi\times F\times A^2/(f^2-\Phi\times F\times A)$ ・・・（３）

[0100] したがって、撮像素子１３１と受光レンズ１３２との間の光軸方向に沿った距離（これを「素子間距離」と称する）が上述した像距離Ｂである撮像部

１３においては、被写体が、受光レンズ１３２からの距離が上記式（２）で表わされる近点距離Ｓｎ以上で、かつ、上記式（３）で表わされる遠点距離Ｓｆ以下の範囲内に配置されることにより、被写体の鮮明な入力画像が取得できることになる。すなわち、当該範囲が、温度Ｔにおける計測レンジとなる。

[0101] 一方、図７（Ｂ）に示すように、受光レンズ１３２が図７（Ａ）に示す状態よりも温度ΔＴだけ昇温した状態においては、受光レンズ１３２の焦点位置が受光レンズ１３２から遠ざかる方向に向けて移動し、これに伴って物体面も受光レンズ１３２から遠ざかる。この遠ざかる距離をΔＡとすると、物体距離は、Ａ＋ΔＡとなる。この場合、近点距離Ｓｎおよび遠点距離Ｓｆは、それぞれ下記の式（４）および式（５）によって決まる。

[0102] $Sn=\Phi\times F\times(A+\Delta A)^2/(f^2+\Phi\times F\times(A+\Delta A))$ ・・・（４）

$Sf=\Phi\times F\times(A+\Delta A)^2/(f^2-\Phi\times F\times(A+\Delta A))$ ・・・（５）

[0103] すなわち、温度Ｔ＋ΔＴにおける計測レンジは、上述した温度Ｔにおける計測レンジよりも受光レンズ１３２から遠ざかる方向に向けてシフトすることになる。

[0104] なお、上述のとおり、物体面が受光レンズ１３２から遠ざかった場合には、像面は受光レンズ１３２に近づくことになり、その際の像距離を図中においては、Ｂ’で表わしている。ここで、Ｂ’は、上記式（１）に基づき、ｆ×（Ａ＋ΔＡ）／（Ａ＋ΔＡ－ｆ）となる。

[0105] 他方、図７（Ｃ）に示すように、受光レンズ１３２が図７（Ａ）に示す状態よりも温度ΔＴだけ降温した状態においては、受光レンズ１３２の焦点位置が受光レンズ１３２に近づく方向に向けて移動し、これに伴って物体面も受光レンズ１３２に近づく。この近づく距離をΔＡとすると、物体距離は、Ａ－ΔＡとなる。この場合、近点距離Ｓｎおよび遠点距離Ｓｆは、それぞれ下記の式（６）および式（７）によって決まる。

[0106] $Sn=\Phi\times F\times(A-\Delta A)^2/(f^2+\Phi\times F\times(A-\Delta A))$ ・・・（６）

$Sf=\Phi\times F\times(A-\Delta A)^2/(f^2-\Phi\times F\times(A-\Delta A))$ ・・・（７）

[0107] すなわち、温度Ｔ－ΔＴにおける計測レンジは、上述した温度Ｔにおける計測レンジよりも受光レンズ１３２に近づく方向に向けてシフトすることになる。

[0108] なお、上述のとおり、物体面が受光レンズ１３２から近づいた場合には、像面は受光レンズ１３２から遠ざかることになり、その際の像距離を図中においては、Ｂ”で表わしている。ここで、Ｂ”は、上記式（１）に基づき、ｆ×（Ａ－ΔＡ）／（Ａ－ΔＡ－ｆ）となる。

[0109] 以上により、温度Ｔ－ΔＴから温度Ｔ＋ΔＴまでの範囲を計測可能温度域とする三次元計測装置を製作すること想定したとするならば、当該三次元計測装置における実際上の計測レンジは、受光レンズ１３２からの距離が上記式（４）で表わされる温度Ｔ＋ΔＴにおける近点距離Ｓｎ以上で、かつ、上記式（７）で表わされる温度Ｔ－ΔＴにおける遠点距離Ｓｆ以下の範囲（すなわち、図中において符号ＭＲで示す範囲）となる。すなわち、この実際上の計測レンジＭＲを確保するためには、少なくとも（上記式（４）の右辺）＜（上記式（７）の右辺）で示される条件を満たしていることが必要であり、さらに十分にこれを確保するためには、上記式（７）で示される温度Ｔ－ΔＴにおける遠点距離Ｓｆが、上記式（４）で表わされる温度Ｔ＋ΔＴにおける近点距離Ｓｎよりも、十分に大きいことが必要になる。

[0110] しかしながら、焦点距離ｆ、許容散乱円径Φおよび明るさＦは、いずれも使用する受光レンズ１３２の光学特性によって決まり、多少の微調整は可能ではあるものの、三次元計測を実現する上での種々の制約に基づき、これが自由に設定できるものではない。そのため、本発明者が実仕様を想定して各種の試算を行なったところ、三次元計測を実現する上で光学レンズに求められる上記光学特性を満たしつつ、上述した実際上の計測レンジＭＲを十分に

広く確保することが非常に困難な状況にあることが確認され、当該実際上の計測レンジＭＲが極端に狭まるか、あるいは、これがそもそも存在しなくなる問題があることが判明した。

[0111] なお、ここではその詳細な説明は省略するが、上述した受光レンズ１３２の温度特性が三次元計測装置１の撮像部１３側の計測レンジに与える影響と同様の理由により、投影部１２に設けられる投光レンズ１２２についても、その温度特性が三次元計測装置１の投影部１２側の計測レンジに影響を与えることになる。

[0112] そこで、本発明者は、当該課題を解決すべく、本実施の形態に係る三次元計測装置１において、後述する第１構成例ないし第５構成例のいずれかを採用することにより、当該課題の解決を図っている。

[0113] ＜Ｆ．光学レンズの温度特性＞

以下、第１構成例ないし第５構成例について説明するに先立って、上述した光学レンズの温度特性について、特に受光レンズ１３２に着目して説明を行なう。図８および図９は、それぞれ図１に示す受光レンズ１３２の温度特性の第１例および第２例を示す図である。

[0114] 図８（Ａ）に示すように、受光レンズ１３２Ａは、上述したように複数のレンズ１３２ａ～１３２ｃが組み合わされた複合レンズにて構成されており、これら複数のレンズ１３２ａ～１３２ｃは、互いの光軸が重なるように鏡筒１３３の内部において鏡筒１３３の軸方向に整列して設けられている。これら複数のレンズ１３２ａ～１３２ｃの各々は、それらの周縁が鏡筒１３３によって支持されている。

[0115] 図８（Ｂ）に示すように、これら複数のレンズ１３２ａ～１３２ｃからなる受光レンズ１３２Ａにおいては、温度Ｔにおける当該受光レンズ１３２Ａの焦点位置（ここでは像面位置）を光軸方向に沿った基準位置とした場合に、受光レンズ１３２Ａが温度Ｔ＋ΔＴに昇温することに伴い、その焦点位置が受光レンズ１３２Ａから所定距離だけ遠ざかった位置＋ａに移動し、受光レンズ１３２Ａが温度Ｔ－ΔＴに降温することに伴い、その焦点位置が受光

レンズ１３２Ａから所定距離だけ近づいた位置－ａに移動する。

[0116] このように、受光レンズ１３２Ａの温度特性は、温度の上昇に伴って焦点位置が受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に変化するものであり、以下においては、この種の温度特性を有する光学レンズを総称して（すなわち、受光レンズおよび投光レンズの別に拘わらず）、「第１の温度特性を有する光学レンズ」と称する。

[0117] 図９（Ａ）に示すように、受光レンズ１３２Ｂは、上述したように複数のレンズ１３２ａ’～１３２ｃ’が組み合わされた複合レンズにて構成されており、これら複数のレンズ１３２ａ’～１３２ｃ’は、互いの光軸が重なるように鏡筒１３３の内部において鏡筒１３３の軸方向に整列して設けられている。これら複数のレンズ１３２ａ’～１３２ｃ’の各々は、それらの周縁が鏡筒１３３によって支持されている。

[0118] 図９（Ｂ）に示すように、これら複数のレンズ１３２ａ’～１３２ｃ’からなる受光レンズ１３２Ｂにおいては、温度Ｔにおける当該受光レンズ１３２Ｂの焦点位置（ここでは像面位置）を光軸方向に沿った基準位置とした場合に、受光レンズ１３２Ｂが温度Ｔ＋ΔＴに昇温することに伴い、その焦点位置が受光レンズ１３２Ａから所定距離だけ近づいた位置－ａに移動し、受光レンズ１３２Ｂが温度Ｔ－ΔＴに降温することに伴い、その焦点位置が受光レンズ１３２Ｂから所定距離だけ遠ざかった位置＋ａに移動する。

[0119] このように、受光レンズ１３２Ｂの温度特性は、温度の上昇に伴って焦点位置が受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に変化するものであり、以下においては、この種の温度特性を有する光学レンズを総称して（すなわち、受光レンズおよび投光レンズの別に拘わらず）、「第２の温度特性を有する光学レンズ」と称する。

[0120] なお、上記においては、光学レンズが３つのレンズの複合レンズとして構成された場合を例示したが、当然に組み合わされるレンズの数が制限されるものではない。

[0121] ＜Ｇ．撮像部の第１構成例＞

図１０は、撮像部の第１構成例を示す模式断面図であり、図１１は、図１０に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。以下、これら図１０および図１１を参照して、第１構成例に係る撮像部１３Ａについて説明する。

[0122] 図１０に示すように、撮像部１３Ａは、光学デバイスとしての撮像素子１３１と、光学レンズとしての受光レンズ１３２Ａと、鏡筒１３３と、支持構造部１３４とを備えており、これらが相互に組付けられることで構成された三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。ここで、本構成例に係る受光レンズ１３２Ａは、上述した第１の温度特性を有する光学レンズである。

[0123] 撮像素子１３１は、たとえば、ＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージセンサ、ＣＣＤ（Charged-Coupled Devices）イメージセンサ等からなり、支持構造部１３４によって支持されている。支持構造部１３４は、撮像素子１３１を内部に収容することが可能な箱形状を有しており、その底部上に撮像素子１３１が搭載されている。撮像素子１３１は、その表面に撮像面１３１ａを有しており、当該撮像面１３１ａは、受光レンズ１３２Ａ側を向いている。

[0124] 受光レンズ１３２Ａは、筒状の鏡筒１３３によって支持されており、撮像素子１３１の撮像面１３１ａに対向するように配置されている。なお、受光レンズ１３２Ａおよび鏡筒１３３の具体的な構成は、上述した図８において示した構成と同様である。

[0125] 鏡筒１３３の下端は、支持構造部１３４の上端側の所定位置に固定されている。これにより、支持構造部１３４は、撮像素子１３１を支持するとともに鏡筒１３３が固定されることにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの間の相対的な位置関係を決定している。

[0126] 支持構造部１３４は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材１３４１と第２部材１３４２とを有している。支持構造部１３４は、これら線膨張係数が異なる第１部材１３４１および第２部材１３４２を組み合わせることに

より、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体からなる。なお、本構成例においては、第１部材１３４１の線膨張係数が、第２部材１３４２の線膨張係数よりも大きい。

[0127] より具体的には、支持構造部１３４は、上記複合構造体のうちの撮像素子１３１を支持する部分よりも鏡筒１３３が固定される部分に相対的に近い部分に配置された第１部材１３４１と、上記複合構造体のうちの鏡筒１３３が固定される部分よりも撮像素子１３１を支持する部分に相対的に近い部分に配置された第２部材１３４２とを有しており、これら第１部材１３４１と第２部材１３４２とが、光軸方向と平行な方向に沿って並ぶように配置されている。

[0128] 撮像素子１３１は、上記複合構造体からなる支持構造部１３４の光軸方向に沿った各部の寸法が調節されることにより、その撮像面１３１ａが所定の温度Ｔにおいて受光レンズ１３２Ａの焦点位置（ここでは像面位置）に合致するように配置されている。これにより、当該所定の温度Ｔにおいては、受光レンズ１３２Ａの被写界深度の範囲内に被写体が配置されることにより、撮像素子１３１の撮像面１３１ａに被写体の像が鮮明に結像されることになる。

[0129] ここで、鏡筒１３３および第１部材１３４１は、これらが接するように固定されていてもよいし、これらに介在するようにその間に他部材が配置されていてもよい。また、第１部材１３４１および第２部材１３４２は、これらが接するように固定されていてもよいし、これらに介在するようにその間に他部材が配置されていてもよい。加えて、第２部材１３４２と撮像素子１３１とは、これらが接するように固定されていてもよいし、これらに介在するようにその間に他部材が配置されていてもよい。ただし、これら他部材を設ける場合には、上述した温度による素子間距離の変動に実質的に影響を与えないようにその形状や線膨張係数等を考慮することが好ましい。

[0130] なお、本構成例においては、鏡筒１３３および第１部材１３４１が互いに

接するように固定されており、第１部材１３４１および第２部材１３４２が互いに接するように固定されており、第２部材１３４２と撮像素子１３１とが互いに接するように固定されている。ただし、図においては、理解を容易とするために、鏡筒１３３と第１部材１３４１との接続部、および、第２部材１３４２と撮像素子１３１との接続部の図示を簡素化している。

[0131] ここで、鏡筒１３３および第１部材１３４１の接続位置を第１基準位置ＳＰ１とし、第１部材１３４１および第２部材１３４２の接続位置を第２基準位置ＳＰ２とし、第１部材１３４１の光軸方向に沿った長さをＬ１とし、第１部材１３４１の線膨張係数をＫ１とし、第２部材１３４２の光軸方向に沿った長さをＬ２とし、第２部材１３４２の線膨張係数をＫ２として、以下において、当該第１構成例に係る撮像部１３Ａの温度変化に伴う挙動について説明する。

[0132] 図１１（Ａ）に示すように、受光レンズ１３２Ａの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温した場合には、受光レンズ１３２Ａの温度特性（図１１（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ａの焦点位置は、図１０に示す基準位置から位置＋ａに移動する。

[0133] このとき、受光レンズ１３２Ａに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に伸張する。

[0134] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１１にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の伸び量の分だけ受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。

[0135] また、同時に、第２部材１３４２にも、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２１にて模式的

に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の伸び量および第２部材１３４２の伸び量の和の分だけ受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。

[0136] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温したことに伴い、距離Ｌｈだけ増加する。当該距離Ｌｈは、以下の式（８）によって表わされる。

[0137] Ｌｈ＝（Ｌ１×ｋ１＋Ｌ２×ｋ２）×ΔＴ ・・・（８）

[0138] 一方、図１１（Ｂ）に示すように、受光レンズ１３２Ａの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温した場合には、受光レンズ１３２Ａの温度特性（図１１（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ａの焦点位置は、図１０に示す基準位置から位置－ａに移動する。

[0139] このとき、受光レンズ１３２Ａに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に収縮する。

[0140] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａに近づく方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１２にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の縮み量の分だけ受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。

[0141] また、同時に、第２部材１３４２にも、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａに近づく方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２２にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の縮み量および第２部材１３４２の縮み量の和の分だけ受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。

[0142] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における

距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ降温したことに伴い、距離ＬＩだけ減少する。当該距離ＬＩは、以下の式（９）によって表わされる。

[0143] ＬＩ＝（Ｌ１×ｋ１＋Ｌ２×ｋ２）×ΔＴ　・・・（９）

[0144] したがって、第１部材１３４１の光軸方向に沿った長さＬ１、第１部材１３４１の線膨張係数Ｋ１、第２部材１３４２の光軸方向に沿った長さＬ２、および、第２部材１３４２の線膨張係数Ｋ２を適切に設定することにより、昇温時における素子間距離の増加量である距離Ｌｈを、受光レンズ１３２Ａの焦点位置が昇温時において位置＋ａに移動する際の移動量に合わせ込むとともに、降温時における素子間距離の減少量である距離ＬＩを、受光レンズ１３２Ａの焦点位置が降温時において位置－ａに移動する際の移動量に合わせ込むことが可能になる。

[0145] ここで、上述した構成とは異なり、支持構造部を単一の部材にて構成した場合には、温度変化に伴う上記素子間距離の変動が概ね一意に決定されてしまうことになり、これを温度変化に応じた受光レンズの焦点位置の変化に合わせ込むことが事実上不可能になる。

[0146] 一方、上述のように、支持構造部を線膨張係数の異なる少なくとも２つ以上の部材の組み合わせにて構成することにより、温度変化に伴う上記素子間距離の変動を任意に決定できるようになり、これによって温度変化に伴う上記素子間距離の変動を温度変化に応じた受光レンズの焦点位置の変化に容易に合わせ込むことが可能になる。

[0147] そのため、当該第１構成例に係る撮像部１３Ａとすることにより、焦点位置の変化に素子間距離の変動を追従させることが可能になり、焦点位置のずれ量の少なくとも一部を素子間距離の変動によって相殺することができる。したがって、上記構成の撮像部１３Ａとすることにより、これを備えた三次元計測装置１とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0148] ＜Ｈ．撮像部の第２構成例＞

図１２は、撮像部の第２構成例を示す模式断面図であり、図１３は、図１２に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。以下、これら図１２および図１３を参照して、第２構成例に係る撮像部１３Ｂについて説明する。

[0149] 図１２に示すように、撮像部１３Ｂは、撮像素子１３１、受光レンズ１３２Ａ、鏡筒１３３および支持構造部１３４を備えた三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。ここで、本構成例に係る受光レンズ１３２Ａは、上述した第１の温度特性を有する光学レンズである。

[0150] 支持構造部１３４は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材１３４１と第２部材１３４２とを有しており、鏡筒１３３の下端は、支持構造部１３４の上端側の所定位置に固定されている。これにより、支持構造部１３４は、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体にて構成されている。なお、本構成例においては、第１部材１３４１の線膨張係数が、第２部材１３４２の線膨張係数よりも大きい。

[0151] 上記複合構造体のうちの撮像素子１３１を支持する部分よりも鏡筒１３３が固定される部分に相対的に近い部分に配置された第１部材１３４１は、上記複合構造体のうちの鏡筒１３３が固定される部分よりも撮像素子１３１を支持する部分に相対的に近い部分に配置された第２部材１３４２を取り囲むように位置している。すなわち、第２部材１３４２は、第１部材１３４１の内部に収容されており、これにより、第１部材１３４１と第２部材１３４２とは、光軸方向と直交する方向においてその一部が重なるように配置されている。

[0152] 撮像素子１３１は、上記複合構造体からなる支持構造部１３４の光軸方向に沿った各部の寸法が調節されることにより、その撮像面１３１ａが所定の温度Ｔにおいて受光レンズ１３２Ａの焦点位置（ここでは像面位置）に合致するように配置されている。

[0153] なお、本構成例においては、鏡筒１３３および第１部材１３４１が互いに

接するように固定されており、第１部材１３４１および第２部材１３４２が互いに接するように固定されており、第２部材１３４２と撮像素子１３１とが互いに接するように固定されている。ただし、図においては、理解を容易とするために、鏡筒１３３と第１部材１３４１との接続部、第１部材１３４１と第２部材との接続部、および、第２部材１３４２と撮像素子１３１との接続部の図示を簡素化している。

[0154] 図１３（Ａ）に示すように、受光レンズ１３２Ａの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温した場合には、受光レンズ１３２Ａの温度特性（図１３（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ａの焦点位置は、図１２に示す基準位置から位置＋ａに移動する。

[0155] このとき、受光レンズ１３２Ａに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に伸張する。

[0156] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１１にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の伸び量の分だけ受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。

[0157] また、同時に、第２部材１３４２には、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａに近づく方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２１にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の伸び量および第２部材１３４２の伸び量の差の分だけ受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。

[0158] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温したことに伴い、距離Ｌｈだけ増加する。当該距離Ｌｈは、以下の式（１０）によって表わされ

る。

[0159] Ｌｈ＝（Ｌ１×ｋ１－Ｌ２×ｋ２）×ΔＴ　・・・（１０）

[0160] 図１３（Ｂ）に示すように、受光レンズ１３２Ａの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温した場合には、受光レンズ１３２Ａの温度特性（図１３（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ａの焦点位置は、図１０に示す基準位置から位置－ａに移動する。

[0161] このとき、受光レンズ１３２Ａに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に収縮する。

[0162] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａに近づく方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１２にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の縮み量の分だけ受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。

[0163] また、同時に、第２部材１３４２には、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２２にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の縮み量および第２部材１３４２の縮み量の差の分だけ受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。

[0164] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ降温したことに伴い、距離ＬＩだけ減少する。当該距離ＬＩは、以下の式（１１）によって表わされる。

[0165] ＬＩ＝（Ｌ１×ｋ１－Ｌ２×ｋ２）×ΔＴ　・・・（１１）

[0166] したがって、第１部材１３４１の光軸方向に沿った長さＬ１、第１部材１３４１の線膨張係数Ｋ１、第２部材１３４２の光軸方向に沿った長さＬ２、

および、第２部材１３４２の線膨張係数Ｋ２を適切に設定することにより、昇温時における素子間距離の増加量である距離Ｌｈを、受光レンズ１３２Ａの焦点位置が昇温時において位置＋ａに移動する際の移動量に合わせ込むとともに、降温時における素子間距離の減少量である距離ＬＩを、受光レンズ１３２Ａの焦点位置が降温時において位置－ａに移動する際の移動量に合わせ込むことが可能になる。

[0167] そのため、当該第２構成例に係る撮像部１３Ｂとした場合にも、焦点位置の変化に素子間距離の変動を追従させることが可能になり、焦点位置のずれ量の少なくとも一部を素子間距離の変動によって相殺することができる。したがって、上述した第１構成例に係る撮像部１３Ａとした場合と同様の効果を得ることができる。

[0168] ＜Ｉ．撮像部の第３構成例＞

図１４は、撮像部の第３構成例を示す模式断面図であり、図１５は、図１４に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。以下、これら図１４および図１５を参照して、第３構成例に係る撮像部１３Ｃについて説明する。

[0169] 図１４に示すように、撮像部１３Ｃは、撮像素子１３１、受光レンズ１３２Ｂ、鏡筒１３３および支持構造部１３４を備えた三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。ここで、本構成例に係る受光レンズ１３２Ｂは、上述した第２の温度特性を有する光学レンズである。

[0170] 支持構造部１３４は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材１３４１と第２部材１３４２とを有しており、鏡筒１３３の下端は、支持構造部１３４の上端側の所定位置に固定されている。これにより、支持構造部１３４は、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ｂとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体にて構成されている。なお、本構成例においては、第１部材１３４１の線膨張係数が、第２部材１３４２の線膨張係数よりも小さい。

[0171] 上記複合構造体のうちの撮像素子１３１を支持する部分よりも鏡筒１３３

が固定される部分に相対的に近い部分に配置された第１部材１３４１は、上記複合構造体のうちの鏡筒１３３が固定される部分よりも撮像素子１３１を支持する部分に相対的に近い部分に配置された第２部材１３４２を取り囲むように位置している。すなわち、第２部材１３４２は、第１部材１３４１の内部に収容されており、これにより、第１部材１３４１と第２部材１３４２とは、光軸方向と直交する方向においてその一部が重なるように配置されている。

[0172] 撮像素子１３１は、上記複合構造体からなる支持構造部１３４の光軸方向に沿った各部の寸法が調節されることにより、その撮像面１３１ａが所定の温度Ｔにおいて受光レンズ１３２Ｂの焦点位置（ここでは像面位置）に合致するように配置されている。

[0173] なお、本構成例においては、鏡筒１３３および第１部材１３４１が互いに接するように固定されており、第１部材１３４１および第２部材１３４２が互いに接するように固定されており、第２部材１３４２と撮像素子１３１とが互いに接するように固定されている。ただし、図においては、理解を容易とするために、鏡筒１３３と第１部材１３４１との接続部、第１部材１３４１と第２部材との接続部、および、第２部材１３４２と撮像素子１３１との接続部の図示を簡素化している。

[0174] 図１５（Ａ）に示すように、受光レンズ１３２Ｂの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温した場合には、受光レンズ１３２Ｂの温度特性（図１５（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ｂの焦点位置は、図１４に示す基準位置から位置－ａに移動する。

[0175] このとき、受光レンズ１３２Ｂに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に伸張する。

[0176] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ｂから遠ざかる方向に向けて伸びが発生

する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１１にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の伸び量の分だけ受光レンズ１３２Ｂから遠ざかる方向に移動する。

[0177] また、同時に、第２部材１３４２には、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２１にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の伸び量および第２部材１３４２の伸び量の差の分だけ受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。

[0178] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ｂとの光軸方向における距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温したことに伴い、距離Ｌｈだけ減少する。当該距離Ｌｈは、以下の式（１２）によって表わされる。

[0179] Ｌｈ＝（Ｌ２×ｋ２－Ｌ１×ｋ１）×ΔＴ ・・・（１２）

[0180] 図１５（Ｂ）に示すように、受光レンズ１３２Ｂの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温した場合には、受光レンズ１３２Ｂの温度特性（図１５（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ｂから遠ざかる方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ｂの焦点位置は、図１４に示す基準位置から位置＋ａに移動する。

[0181] このとき、受光レンズ１３２Ｂに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に収縮する。

[0182] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１２にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の縮み量の分だけ受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に移動する。

[0183] また、同時に、第２部材１３４２には、第２基準位置ＳＰ２を基点として

光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ｂから遠ざかる方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２２にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の縮み量および第２部材１３４２の縮み量の差の分だけ受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。

[0184] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ｂとの光軸方向における距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ降温したことに伴い、距離ＬＩだけ増加する。当該距離ＬＩは、以下の式（１３）によって表わされる。

[0185] ＬＩ＝（Ｌ２×ｋ２－Ｌ１×ｋ１）×ΔＴ ・・・（１３）

[0186] したがって、第１部材１３４１の光軸方向に沿った長さＬ１、第１部材１３４１の線膨張係数Ｋ１、第２部材１３４２の光軸方向に沿った長さＬ２、および、第２部材１３４２の線膨張係数Ｋ２を適切に設定することにより、昇温時における素子間距離の減少量である距離Ｌｈを、受光レンズ１３２Ｂの焦点位置が昇温時において位置－ａに移動する際の移動量に合わせ込むとともに、降温時における素子間距離の増加量である距離ＬＩを、受光レンズ１３２Ｂの焦点位置が降温時において位置＋ａに移動する際の移動量に合わせ込むことが可能になる。

[0187] そのため、当該第３構成例に係る撮像部１３Ｃとした場合にも、焦点位置の変化に素子間距離の変動を追従させることが可能になり、焦点位置のずれ量の少なくとも一部を素子間距離の変動によって相殺することができる。したがって、上述した第１構成例に係る撮像部１３Ａとした場合と同様の効果を得ることができる。

[0188] なお、本構成を採用して、上述した第２の温度特性を有する光学レンズの焦点位置の変化に上述した素子間距離の変動を合わせ込むためには、少なくともＬ１×ｋ１＜Ｌ２×ｋ２の条件を満たしていることが必要である。このように構成されていない場合には、焦点位置の変化に素子間距離の変動を追従させることができなくなる。

[0189] ＜Ｊ．撮像部の第４構成例＞

図１６は、撮像部の第４構成例を示す模式断面図であり、図１７は、図１６に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。以下、これら図１６および図１７を参照して、第４構成例に係る撮像部１３Ｄについて説明する。

[0190] 図１６に示すように、撮像部１３Ｄは、撮像素子１３１、受光レンズ１３２Ａ、鏡筒１３３および支持構造部１３４を備えた三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。ここで、本構成例に係る受光レンズ１３２Ａは、上述した第１の温度特性を有する光学レンズである。

[0191] 支持構造部１３４は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材１３４１と第２部材１３４２とを有しており、鏡筒１３３の下端は、支持構造部１３４の上端側の所定位置に固定されている。これにより、支持構造部１３４は、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体にて構成されている。なお、本構成例においては、第１部材１３４１の線膨張係数が、第２部材１３４２の線膨張係数よりも小さい。

[0192] 上記複合構造体のうちの鏡筒１３３が固定される部分よりも撮像素子１３１を支持する部分に相対的に近い部分に配置された第２部材１３４２は、上記複合構造体のうちの撮像素子１３１を支持する部分よりも鏡筒１３３が固定される部分に相対的に近い部分に配置された第１部材１３４１を取り囲むように位置している。すなわち、第１部材１３４１は、第２部材１３４２の内部に収容されており、これにより、第１部材１３４１と第２部材１３４２とは、光軸方向と直交する方向においてその一部が重なるように配置されている。なお、上記構成に伴い、本構成例においては、鏡筒１３３の下端側の部分が、支持構造部１３４の内部に入り込んで位置している。

[0193] 撮像素子１３１は、上記複合構造体からなる支持構造部１３４の光軸方向に沿った各部の寸法が調節されることにより、その撮像面１３１ａが所定の温度Ｔにおいて受光レンズ１３２Ａの焦点位置（ここでは像面位置）に合致

するように配置されている。

[0194] なお、本構成例においては、鏡筒１３３および第１部材１３４１が互いに接するように固定されており、第１部材１３４１および第２部材１３４２が互いに接するように固定されており、第２部材１３４２と撮像素子１３１とが互いに接するように固定されている。ただし、図においては、理解を容易とするために、鏡筒１３３と第１部材１３４１との接続部、第１部材１３４１と第２部材との接続部、および、第２部材１３４２と撮像素子１３１との接続部の図示を簡素化している。

[0195] 図１７（Ａ）に示すように、受光レンズ１３２Ａの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温した場合には、受光レンズ１３２Ａの温度特性（図１７（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ａの焦点位置は、図１６に示す基準位置から位置＋ａに移動する。

[0196] このとき、受光レンズ１３２Ａに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に伸張する。

[0197] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａに近づく方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１１にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の伸び量の分だけ受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。

[0198] また、同時に、第２部材１３４２には、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２１にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の伸び量および第２部材１３４２の伸び量の差の分だけ受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。

[0199] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における

距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温したことに伴い、距離Ｌｈだけ増加する。当該距離Ｌｈは、以下の式（１４）によって表わされる。

[0200] Ｌｈ＝（Ｌ２×ｋ２－Ｌ１×ｋ１）×ΔＴ　・・・（１４）

[0201] 図１７（Ｂ）に示すように、受光レンズ１３２Ａの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温した場合には、受光レンズ１３２Ａの温度特性（図１７（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ａの焦点位置は、図１６に示す基準位置から位置－ａに移動する。

[0202] このとき、受光レンズ１３２Ａに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に収縮する。

[0203] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１２にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の縮み量の分だけ受光レンズ１３２Ａに遠ざかる方向に移動する。

[0204] また、同時に、第２部材１３４２には、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａに近づく方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２２にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の縮み量および第２部材１３４２の縮み量の差の分だけ受光レンズ１３２Ａに近づく方向に移動する。

[0205] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ａとの光軸方向における距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ降温したことに伴い、距離ＬＩだけ減少する。当該距離ＬＩは、以下の式（１５）によって表わされる。

[0206] ＬＩ＝（Ｌ２×ｋ２－Ｌ１×ｋ１）×ΔＴ　・・・（１５）

[0207] したがって、第１部材１３４１の光軸方向に沿った長さＬ１、第１部材１３４１の線膨張係数Ｋ１、第２部材１３４２の光軸方向に沿った長さＬ２、および、第２部材１３４２の線膨張係数Ｋ２を適切に設定することにより、昇温時における素子間距離の増加量である距離Ｌｈを、受光レンズ１３２Ａの焦点位置が昇温時において位置＋ａに移動する際の移動量に合わせ込むとともに、降温時における素子間距離の減少量である距離ＬＩを、受光レンズ１３２Ａの焦点位置が降温時において位置－ａに移動する際の移動量に合わせ込むことが可能になる。

[0208] そのため、当該第４構成例に係る撮像部１３Ｄとした場合にも、焦点位置の変化に素子間距離の変動を追従させることが可能になり、焦点位置のずれ量の少なくとも一部を素子間距離の変動によって相殺することができる。したがって、上述した第１構成例に係る撮像部１３Ａとした場合と同様の効果を得ることができる。

[0209] ＜Ｋ．撮像部の第５構成例＞

図１８は、撮像部の第５構成例を示す模式断面図であり、図１９は、図１８に示す撮像部の温度変化に伴う挙動を示す図である。以下、これら図１８および図１９を参照して、第５構成例に係る撮像部１３Ｅについて説明する。

[0210] 図１８に示すように、撮像部１３Ｅは、撮像素子１３１、受光レンズ１３２Ｂ、鏡筒１３３および支持構造部１３４を備えた三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。ここで、本構成例に係る受光レンズ１３２Ｂは、上述した第２の温度特性を有する光学レンズである。

[0211] 支持構造部１３４は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材１３４１と第２部材１３４２とを有しており、鏡筒１３３の下端は、支持構造部１３４の上端側の所定位置に固定されている。これにより、支持構造部１３４は、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ｂとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体にて構成されている。なお、本構成例においては、第１部材１３４１の線膨張係数が、第

２部材１３４２の線膨張係数よりも大きい。

[0212] 上記複合構造体のうちの鏡筒１３３が固定される部分よりも撮像素子１３１を支持する部分に相対的に近い部分に配置された第２部材１３４２は、上記複合構造体のうちの撮像素子１３１を支持する部分よりも鏡筒１３３が固定される部分に相対的に近い部分に配置された第１部材１３４１を取り囲むように位置している。すなわち、第１部材１３４１は、第２部材１３４２の内部に収容されており、これにより、第１部材１３４１と第２部材１３４２とは、光軸方向と直交する方向においてその一部が重なるように配置されている。なお、上記構成に伴い、本構成例においては、鏡筒１３３の下端側の部分が、支持構造部１３４の内部に入り込んで位置している。

[0213] 撮像素子１３１は、上記複合構造体からなる支持構造部１３４の光軸方向に沿った各部の寸法が調節されることにより、その撮像面１３１ａが所定の温度Ｔにおいて受光レンズ１３２Ｂの焦点位置（ここでは像面位置）に合致するように配置されている。

[0214] なお、本構成例においては、鏡筒１３３および第１部材１３４１が互いに接するように固定されており、第１部材１３４１および第２部材１３４２が互いに接するように固定されており、第２部材１３４２と撮像素子１３１とが互いに接するように固定されている。ただし、図においては、理解を容易とするために、鏡筒１３３と第１部材１３４１との接続部、第１部材１３４１と第２部材との接続部、および、第２部材１３４２と撮像素子１３１との接続部の図示を簡素化している。

[0215] 図１９（Ａ）に示すように、受光レンズ１３２Ｂの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温した場合には、受光レンズ１３２Ｂの温度特性（図１９（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ｂの焦点位置は、図１８に示す基準位置から位置－ａに移動する。

[0216] このとき、受光レンズ１３２Ｂに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温が生じ、第１部材１３４１お

よび第２部材１３４２が共に伸張する。

[0217] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１１にて模式的に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の伸び量の分だけ受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に移動する。

[0218] また、同時に、第２部材１３４２には、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ｂから遠ざかる方向に向けて伸びが発生する（この伸びの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２１にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の伸び量および第２部材１３４２の伸び量の差の分だけ受光レンズ１３２Ｂに近づく方向に移動する。

[0219] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ｂとの光軸方向における距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ昇温したことに伴い、距離Ｌｈだけ減少する。当該距離Ｌｈは、以下の式（１６）によって表わされる。

[0220] Ｌｈ＝（Ｌ１×ｋ１－Ｌ２×ｋ２）×ΔＴ ・・・（１６）

[0221] 図１９（Ｂ）に示すように、受光レンズ１３２Ｂの温度が、上述した所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温した場合には、受光レンズ１３２Ｂの温度特性（図１９（Ｃ）参照）により、焦点位置が受光レンズ１３２Ｂから遠ざかる方向に移動する。すなわち、受光レンズ１３２Ｂの焦点位置は、図１８に示す基準位置から位置＋ａに移動する。

[0222] このとき、受光レンズ１３２Ｂに近接して設けられた支持構造部１３４にも、同様に所定の温度Ｔから温度ΔＴだけ降温が生じ、第１部材１３４１および第２部材１３４２が共に収縮する。

[0223] より詳細には、第１部材１３４１には、第１基準位置ＳＰ１を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ１２にて模式的

に示している）。これに伴い、第２基準位置ＳＰ２は、第１部材１３４１の縮み量の分だけ受光レンズ１３２Ｂに遠ざかる方向に移動する。

[0224] また、同時に、第２部材１３４２には、第２基準位置ＳＰ２を基点として光軸方向に沿って受光レンズ１３２Ａに近づく方向に向けて縮みが発生する（この縮みの方向および大きさを図中において矢印ＡＲ２２にて模式的に示している）。これに伴い、撮像素子１３１は、第１部材１３４１の縮み量および第２部材１３４２の縮み量の差の分だけ受光レンズ１３２Ａから遠ざかる方向に移動する。

[0225] これにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ｂとの光軸方向における距離である素子間距離は、温度Ｔから温度ΔＴだけ降温したことに伴い、距離ＬＩだけ増加する。当該距離ＬＩは、以下の式（１７）によって表わされる。

[0226] ＬＩ＝（Ｌ１×ｋ１－Ｌ２×ｋ２）×ΔＴ ・・・（１７）

[0227] したがって、第１部材１３４１の光軸方向に沿った長さＬ１、第１部材１３４１の線膨張係数Ｋ１、第２部材１３４２の光軸方向に沿った長さＬ２、および、第２部材１３４２の線膨張係数Ｋ２を適切に設定することにより、昇温時における素子間距離の減少量である距離Ｌｈを、受光レンズ１３２Ｂの焦点位置が昇温時において位置－ａに移動する際の移動量に合わせ込むとともに、降温時における素子間距離の増加量である距離ＬＩを、受光レンズ１３２Ｂの焦点位置が降温時において位置＋ａに移動する際の移動量に合わせ込むことが可能になる。

[0228] そのため、当該第５構成例に係る撮像部１３Ｅとした場合にも、焦点位置の変化に素子間距離の変動を追従させることが可能になり、焦点位置のずれ量の少なくとも一部を素子間距離の変動によって相殺することができる。したがって、上述した第１構成例に係る撮像部１３Ａとした場合と同様の効果を得ることができる。

[0229] なお、本構成を採用して、上述した第２の温度特性を有する光学レンズの焦点位置の変化に上述した素子間距離の変動を合わせ込むためには、少なく

ともＬ１×ｋ１＞Ｌ２×ｋ２の条件を満たしていることが必要である。このように構成されていない場合には、焦点位置の変化に素子間距離の変動を追従させることができなくなる。

[0230] ＜Ｌ．投影部の構成例＞

図２０は、投影部の構成例を示す模式断面図である。以下、この図２０を参照して、本構成例に係る投影部１２Ａについて説明する。

[0231] 図２０に示すように、投影部１２Ａは、光学デバイスとしての光源１２０およびフォトマスク１２１と、光学レンズとしての投光レンズ１２２Ａと、鏡筒１２３と、支持構造部１２４と、コリメータレンズ１２５とを備えており、これらが相互に組付けられることで構成された三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。ここで、本構成例に係る投光レンズ１２２Ａは、上述した第１の温度特性を有する光学レンズである。

[0232] 光源１２０およびフォトマスク１２１は、パターン照明を形成するパターン照明形成素子であり、このうちの光源１２０としては、たとえば、ＬＥＤ（Light Emitting Diode）、ＬＤ（Laser diode）、水銀ランプ等が利用できる。この他にもパターン照明形成素子としては、たとえば、光源と液晶デバイスとの組み合わせ、光源とマイクロミラーアレイとの組み合わせ、有機ＥＬ（electro-luminescence）等を利用することもできる。

[0233] フォトマスク１２１は、その周縁が支持構造部１２４によって支持されている。フォトマスク１２１は、投光レンズ１２２Ａと対向するように配置されている。また、フォトマスク１２１から見て投光レンズ１２２Ａ側とは反対側の位置には、コリメータレンズ１２５および光源１２０が配置されている。コリメータレンズ１２５は、光源１２０から出射された光を平行光化するものである。

[0234] 投光レンズ１２２Ａは、筒状の鏡筒１２３によって支持されている。なお、投光レンズ１２２Ａおよび鏡筒１２３の具体的な構成は、上述した図８において示した受光レンズ１３２Ａおよび鏡筒１３３の構成と同様である。

[0235] 鏡筒１２３の下端は、支持構造部１２４の上端側の所定位置に固定されて

いる。これにより、支持構造部１２４は、フォトマスク１２１を支持するとともに鏡筒１２３が固定されることにより、フォトマスク１２１と投光レンズ１２２Ａとの間の相対的な位置関係を決定している。

[0236] 支持構造部１２４は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材１２４１と第２部材１２４２とを有している。支持構造部１２４は、これら線膨張係数が異なる第１部材１２４１および第２部材１２４２を組み合わせることにより、フォトマスク１２１と投光レンズ１２２Ａとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体からなる。なお、本構成例においては、第１部材１２４１の線膨張係数が、第２部材１２４２の線膨張係数よりも大きい。

[0237] より具体的には、支持構造部１２４は、上記複合構造体のうちのフォトマスク１２１を支持する部分よりも鏡筒１２３が固定される部分に相対的に近い部分に配置された第１部材１２４１と、上記複合構造体のうちの鏡筒１２３が固定される部分よりもフォトマスク１２１を支持する部分に相対的に近い部分に配置された第２部材１２４２とを有しており、これら第１部材１２４１と第２部材１２４２とが、光軸方向と平行な方向に沿って並ぶように配置されている。

[0238] フォトマスク１２１は、上記複合構造体からなる支持構造部１２４の光軸方向に沿った各部の寸法が調節されることにより、所定の温度Ｔにおいて投光レンズ１２２Ａの焦点位置に合致するように配置されている。これにより、当該所定の温度Ｔにおいては、投影部１２Ａから照射されたパターン照明が、被写体上において鮮明な投影パターンとして結像されることになる。

[0239] ここで、その詳細な説明は繰り返しになるため省略するが、上述したように、本構成例においては、フォトマスク１２１と投光レンズ１２２Ａとの光学的な位置関係、ならびに、これらが組付けられた鏡筒１２３および支持構造部１２４の構造が、前述の第１構成例に係る撮像部１３Ａと同様に構成されている。

[0240] そのため、本構成例に係る投影部１２Ａとすることにより、焦点位置の変

化に素子間距離の変動を追従させることが可能になり、焦点位置のずれ量の少なくとも一部を素子間距離の変動によって相殺することができる。したがって、上記構成の投影部１２Ａとすることにより、これを備えた三次元計測装置１とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0241] ＜Ｍ．その他＞

上記においては、三次元計測装置１に具備される投影部１２として、第１構成例に係る撮像部１３Ａに準じた構成を有する投影部１２Ａとした場合を特に例示して説明を行なったが、これに代えて、第２構成例ないし第５構成例に係る撮像部１３Ｂ～１３Ｅに準じた構成を有する投影部とすることも当然に可能である。

[0242] また、上述した撮像部１３Ａ～１３Ｅおよび投影部１２Ａにおいては、いずれも鏡筒の下端が支持構造部の上端側の所定部位に固定された場合を例示して説明を行なったが、支持構造部に対する鏡筒の固定位置は、上記の位置に限られるものではなく、鏡筒の軸方向におけるどの位置が支持構造部に対して固定されていてもよい。ここで、この支持構造部に対する鏡筒の固定位置は、温度の変化に伴って変化する光学レンズの焦点位置に対して上述した素子間距離を合わせ込むための基準位置（すなわち、上述した第１基準位置）となる。

[0243] また、上述したように、本実施の形態は、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材と第２部材とを組み合わせることによって支持構造部を構成したものである。ここで、第１部材および第２部材のうち、より線膨張係数を小さくすべき部材としては、その材質が特に制限されるものではなく、これを各種の金属材料等にて構成することができるが、たとえばステンレス合金（線膨張係数：１０～１３×１０$^{-6}$［／Ｋ］程度）が利用できる。一方、第１部材および第２部材のうち、より線膨張係数を大きくすべき部材としては、その材質が特に制限されるものではなく、これを各種の金属材料または樹脂材料等にて構成することができるが、たとえばアルミニウム合金（線膨張係数

：２３～２４×１０$^{-6}$［／Ｋ］程度）が利用できる。

[0244] さらに、上述した本実施の形態は、光学レンズ（投光レンズまたは受光レンズ）と光学デバイス（フォトマスクまたは撮像素子）とが、それらの温度が均一であることにより、自己整合的に焦点が合うように構成されたものであるため、これらの温度が不均一になることは好ましくない。そのため、これら光学レンズと光学デバイスとがより均一な温度となるように、これらに介在する支持構造部は、より熱伝導率が高い材料にて構成されていることが好ましく、当該観点からは、第１部材および第２部材の双方が金属材料にて構成されていることがなお好ましい。

[0245] ＜Ｎ．付記＞

上述した本実施の形態に係る三次元計測装置用光学アセンブリおよびこれを備えた三次元計測装置の特徴的な構成を要約すると、以下のとおりとなる。

［構成１］

光学的に共役な関係にある一対の共役面を形成する光学レンズ（１２２，１３２）と、

前記一対の共役面のうちの一方に配置される光学デバイス（１２１，１３１）と、

前記光学レンズを支持する鏡筒（１２３，１３３）と、

前記光学デバイスを支持するとともに前記鏡筒が固定されることにより、前記光学デバイスと前記光学レンズとの間の相対的な位置関係を決定する支持構造部（１２４，１３４）とを備え、

前記光学レンズが、温度に応じて焦点位置が変化するものであり、

前記支持構造部が、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材（１２４１，１３４１）および第２部材（１２４２，１３４２）を少なくとも組み合わせることにより、前記光学デバイスと前記光学レンズとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体からなり、

温度に起因して発生する前記焦点位置のずれ量の少なくとも一部が、温度に起因して変動する前記素子間距離によって相殺されるように構成されている、三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成２］

前記第１部材が、前記複合構造体のうちの前記光学デバイスを支持する部分よりも前記鏡筒が固定される部分に相対的に近い部分に配置されており、

前記第２部材が、前記複合構造体のうちの前記鏡筒が固定される部分よりも前記光学デバイスを支持する部分に相対的に近い部分に配置されており、

前記第１部材と前記第２部材とが、前記光軸方向と平行な方向に沿って並ぶように配置されている、構成１に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成３］

前記光学レンズが、温度の上昇に伴って前記焦点位置が当該光学レンズから遠ざかる方向に変化するものである、構成２に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成４］

前記第１部材が、前記複合構造体のうちの前記光学デバイスを支持する部分よりも前記鏡筒が固定される部分に相対的に近い部分に配置されており、

前記第２部材が、前記複合構造体のうちの前記鏡筒が固定される部分よりも前記光学デバイスを支持する部分に相対的に近い部分に配置されており、

前記第１部材と前記第２部材とが、前記光軸方向と直交する方向においてその一部が重なるように配置されている、構成１に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成５］

前記光学レンズが、温度の上昇に伴って前記焦点位置が当該光学レンズから遠ざかる方向に変化するものである、構成４に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成６］

前記第１部材の前記光軸方向における長さが、前記第２部材の前記光軸方向における長さよりも大きく、

前記第１部材の線膨張係数が、前記第２部材の線膨張係数よりも大きい、構成５に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成７］

前記第１部材の前記光軸方向における長さが、前記第２部材の前記光軸方向における長さよりも小さく、

前記第１部材の線膨張係数が、前記第２部材の線膨張係数よりも小さい、構成５に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成８］

前記光学レンズが、温度の上昇に伴って前記焦点位置が当該光学レンズに近づく方向に変化するものである、構成４に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成９］

前記第１部材の前記光軸方向における長さが、前記第２部材の前記光軸方向における長さよりも大きく、

前記第１部材の線膨張係数が、前記第２部材の線膨張係数よりも小さい、構成８に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成１０］

前記第１部材の前記光軸方向における長さが、前記第２部材の前記光軸方向における長さよりも小さく、

前記第１部材の線膨張係数が、前記第２部材の線膨張係数よりも大きい、構成８に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成１１］

前記光学デバイスが、パターン照明を形成するパターン照明形成素子（１２１）からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に対してパターン照明を投影することで投影パターンを結像するための投光レ

ンズ（１２２）からなる、構成１から１０のいずれかに記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成１２］

前記光学デバイスが、撮像面（１３１ａ）を有する撮像素子（１３１）からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に投影された投影パターンを前記撮像面に結像するための受光レンズ（１３２）からなる、構成１から１０のいずれかに記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成１３］

構成１１に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを投影部（１２）として備えるとともに、構成１２に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを撮像部（１３）として備えてなる、三次元計測装置。

[0246] （実施の形態２）

＜Ｏ．三次元計測装置＞

以下において説明する実施の形態２は、上述した実施の形態１に係る三次元計測装置１において、投影部１２および撮像部１３として、その構成が異なるものを適用したものである。そのため、これら投影部１２および撮像部１３の構成以外の部分については、繰り返しになるためその説明を省略する。なお、本実施の形態に係る三次元計測装置およびこれに具備される三次元計測装置用光学アセンブリが解決すべき課題は、上述した実施の形態１において説明した課題と同様である。

[0247] ＜Ｐ．撮像部の構成例＞

図２１は、本実施の形態に係る三次元計測装置の撮像部の構成例を示す模式断面図である。以下、この図２１を参照して、本実施の形態に係る撮像部１３Ｆについて説明する。

[0248] 図２１に示すように、撮像部１３Ｆは、光学デバイスとしての撮像素子１３１と、光学レンズとしての受光レンズ１３２Ｃと、鏡筒１３３と、支持構

造部１３４とを備えており、これらが相互に組付けられることで構成された三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。

[0249] 撮像素子１３１は、支持構造部１３４によって支持されている。支持構造部１３４は、撮像素子１３１を内部に収容することが可能な箱形状を有しており、その底部上に撮像素子１３１が搭載されている。撮像素子１３１は、その表面に撮像面１３１ａを有しており、当該撮像面１３１ａは、受光レンズ１３２Ｃ側を向いている。

[0250] 受光レンズ１３２Ｃは、温度に応じて焦点位置が実質的に変化しないいわゆるアサーマルレンズにて構成されている。受光レンズ１３２Ｃは、複数のレンズ１３２ａ”～１３２ｃ”が組み合わされた複合レンズにて構成されており、これら複数のレンズ１３２ａ”～１３２ｃ”は、互いの光軸が重なるように鏡筒１３３の内部において鏡筒１３３の軸方向に整列して設けられている。これら複数のレンズ１３２ａ”～１３２ｃ”の各々は、それらの周縁が鏡筒１３３によって支持されており、撮像素子１３１の撮像面１３１ａに対向するように配置されている。

[0251] 鏡筒１３３の下端は、支持構造部１３４の上端側の所定位置に固定されている。これにより、支持構造部１３４は、撮像素子１３１を支持するとともに鏡筒１３３が固定されることにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ｃとの間の相対的な位置関係を決定している。

[0252] 支持構造部１３４は、単一の部材にて構成されている。当該単一の部材からなる支持構造部１３４の線膨張係数は、５×１０$^{-6}$［／Ｋ］以下である。ここで、線膨張係数が、５×１０$^{-6}$［／Ｋ］以下である材料としては、たとえば、インバー（登録商標）、ノビナイト（登録商標）等が挙げられ、それらの線膨張係数は、０．１～３．０×１０$^{-6}$［／Ｋ］程度である。

[0253] 撮像素子１３１は、単一の部材からなる支持構造部１３４の光軸方向に沿った寸法が調節されることにより、その撮像面１３１ａが受光レンズ１３２Ｃの焦点位置（ここでは像面位置）に合致するように配置されている。これにより、受光レンズ１３２Ｃの被写界深度の範囲内に被写体が配置されるこ

とにより、撮像素子１３１の撮像面１３１ａに被写体の像が鮮明に結像されることになる。

[0254] ここで、鏡筒１３３および支持構造部１３４は、これらが接するように固定されていてもよいし、これらに介在するようにその間に他部材が配置されていてもよい。ただし、他部材を設ける場合には、撮像素子１３１と受光レンズ１３２Ｃとの光軸方向における距離である素子間距離が温度によって実質的に変動しないようにその形状や線膨張係数等を考慮することが好ましい。

[0255] なお、本構成例においては、鏡筒１３３および支持構造部１３４が互いに接するように固定されている。ただし、図においては、理解を容易とするために、鏡筒１３３と支持構造部１３４との接続部の図示を簡素化している。

[0256] 上述のように、受光レンズをアサーマルレンズにて構成した場合には、温度に応じて焦点位置が実質的に変化しなくなる一方、撮像素子と受光レンズとの光軸方向における距離である素子間距離が温度によって変動し（すなわち、支持構造部の熱膨張等によって素子間距離が変動し）、これによって計測レンジが狭まってしまう問題が生じる。

[0257] この点、本実施の形態に係る撮像部１３Ｆにおいては、支持構造部１３４として、温度変化によっても実質的に膨張が生じない超低膨張材料を使用する（すなわち、上述のように線膨張係数が５×１０$^{-6}$［／Ｋ］以下である材料を使用する）ことにより、当該問題が発生することを防止している。

[0258] すなわち、本実施の形態に係る撮像部１３Ｆとすることにより、温度が変化した場合にも、受光レンズ１３２Ｃの焦点位置に変化が生じることが実質的に抑制できるとともに、受光レンズ１３２Ｃと撮像素子１３１との間の光軸方向における距離である素子間距離に変動が生じることも実質的に抑制できる。

[0259] そのため、上記構成を採用することにより、撮像素子１３１が受光レンズ１３２Ｃの焦点位置に常時配置された状態が維持できることになる。したがって、本実施の形態に係る撮像部１３Ｆとすることにより、これを備えた三

次元計測装置１とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0260] なお、支持構造部１３４を構成する材料の、上述した線膨張係数の条件は、実仕様を想定することで算出された（具体的には、光学系の倍率や周囲環境温度、作動時における内部上昇温度、必要となる計測レンジの大きさ等を考慮することで算出された）ものであり、当該条件よりも大きい線膨張係数の材料を使用した場合には、概して計測レンジが狭まってしまうことになる。

[0261] ＜Ｑ．投影部の構成例＞

図２２は、本実施の形態に係る三次元計測装置の投影部の構成例を示す模式断面図である。以下、この図２２を参照して、本実施の形態に係る投影部１２Ｂについて説明する。

[0262] 図２２に示すように、投影部１２Ｂは、光学デバイスとしての光源１２０およびフォトマスク１２１と、光学レンズとしての投光レンズ１２２Ｃと、鏡筒１２３と、支持構造部１２４と、コリメータレンズ１２５とを備えており、これらが相互に組付けられることで構成された三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。

[0263] フォトマスク１２１は、その周縁が支持構造部１２４によって支持されている。フォトマスク１２１は、投光レンズ１２２Ｃと対向するように配置されている。また、フォトマスク１２１から見て投光レンズ１２２Ｃ側とは反対側の位置には、コリメータレンズ１２５および光源１２０が配置されている。

[0264] 投光レンズ１２２Ｃは、温度に応じて焦点位置が実質的に変化しないいわゆるアサーマルレンズにて構成されている。投光レンズ１２２Ｃは、筒状の鏡筒１２３によって支持されている。なお、投光レンズ１２２Ｃおよび鏡筒１２３の具体的な構成は、上述した図２０において示した投光レンズ１２２Ａおよび鏡筒１２３の構成と同様である。

[0265] 鏡筒１２３の下端は、支持構造部１２４の上端側の所定位置に固定されて

いる。これにより、支持構造部１２４は、フォトマスク１２１を支持するとともに鏡筒１２３が固定されることにより、フォトマスク１２１と投光レンズ１２２Ｃとの間の相対的な位置関係を決定している。

[0266] 支持構造部１２４は、単一の部材にて構成されている。当該単一の部材からなる支持構造部１２４の線膨張係数は、５×１０$^{-6}$［／Ｋ］以下である。ここで、線膨張係数が、５×１０$^{-6}$［／Ｋ］以下である材料としては、たとえば、インバー（登録商標）、ノビナイト（登録商標）等が挙げられ、それらの線膨張係数は、０．１～３．０×１０$^{-6}$［／Ｋ］程度である。

[0267] フォトマスク１２１は、単一の部材からなる支持構造部１２４の光軸方向に沿った寸法が調節されることにより、投光レンズ１２２Ｃの焦点位置に合致するように配置されている。これにより、投影部１２Ｂから照射されたパターン照明が、被写体上において鮮明な投影パターンとして結像されることになる。

[0268] ここで、その詳細な説明は繰り返しになるため省略するが、上述したように、本構成例においては、フォトマスク１２１と投光レンズ１２２Ｃとの光学的な位置関係、ならびに、これらが組付けられた鏡筒１２３および支持構造部１２４の構造が、前述の本実施の形態に係る撮像部１３Ｆと同様に構成されている。

[0269] そのため、上記構成を採用することにより、フォトマスク１２１が投光レンズ１２２Ｃの焦点位置に常時配置された状態が維持できることになる。したがって、本実施の形態に係る投影部１２Ｂとすることにより、これを備えた三次元計測装置１とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0270] ＜Ｒ．その他＞

上述した撮像部１３Ｆおよび投影部１２Ｂにおいては、いずれも鏡筒の下端が支持構造部の上端側の所定部位に固定された場合を例示して説明を行なったが、支持構造部に対する鏡筒の固定位置は、上記の位置に限られるものではなく、鏡筒の軸方向におけるどの位置が支持構造部に対して固定されて

いてもよい。

[0271] ＜Ｓ．付記＞

上述した本実施の形態に係る三次元計測装置用光学アセンブリおよびこれを備えた三次元計測装置の特徴的な構成を要約すると、以下のとおりとなる。

［構成１４］

光学的に共役な関係にある一対の共役面を形成する光学レンズ（１２２，１３２）と、

前記一対の共役面のうちの一方に配置される光学デバイス（１２１，１３１）と、

前記光学レンズを支持する鏡筒（１２３，１３３）と、

前記光学デバイスを支持するとともに前記鏡筒が固定されることにより、前記光学デバイスと前記光学レンズとの間の相対的な位置関係を決定する支持構造部（１２４，１３４）とを備え、

前記光学レンズが、温度に応じて焦点位置が実質的に変化しないアサーマルレンズからなり、

前記支持構造部が、線膨張係数が５×１０$^{-6}$［／Ｋ］以下の部材にて構成されている、三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成１５］

前記光学デバイスが、パターン照明を形成するパターン照明形成素子（１２１）からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に対してパターン照明を投影することで投影パターンを結像するための投光レンズ（１２２）からなる、構成１４に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成１６］

前記光学デバイスが、撮像面（１３１ａ）を有する撮像素子（１３１）からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に投影された投影パターンを前記撮像面に結像するための受光レンズ（１３２）からなる、構成１４に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成１７］

構成１５に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを投影部（１２）として備えるとともに、構成１６に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを撮像部（１３）として備えてなる、三次元計測装置。

[0272] （関連形態）

＜Ｔ．三次元計測装置＞

以下において説明する関連形態は、上述した実施の形態１に係る三次元計測装置１において、投影部１２および撮像部１３として、その構成が異なるものを適用したものである。そのため、これら投影部１２および撮像部１３の構成以外の部分については、繰り返しになるためその説明を省略する。

[0273] また、本関連形態においては、光学デバイスを支持する支持構造部および当該支持構造部に付設される後述する機能部の構成が、投影部１２および撮像部１３において基本的に共通であるため、これらのうちの撮像部１３のみを具体的に図示して説明を行なう。なお、本関連形態に係る三次元計測装置およびこれに具備される三次元計測装置用光学アセンブリが解決すべき課題は、上述した実施の形態１において説明した課題と同様である。

[0274] ＜Ｕ．撮像部の構成例＞

図２３は、本関連形態に係る三次元計測装置の撮像部の構成例を示す模式図である。以下、この図２３を参照して、本関連形態に係る撮像部１３Ｇについて説明する。

[0275] 図２３に示すように、撮像部１３Ｇは、光学デバイスとしての撮像素子１３１と、光学レンズとしての受光レンズ１３２と、鏡筒１３３と、支持構造部１３４とを備えており、これらが相互に組付けられることで構成された三次元計測装置用アセンブリにて構成されている。さらに、撮像部１３Ｇは、支持構造部１３４に付設された機能部として、制御部１４１、温度計測部１

４２、位置計測部１４３、駆動部１４４、記憶部１４５、温度検出センサ１４６および位置検出センサ１４７をさらに備えている。

[0276] 撮像素子１３１は、支持構造部１３４によって支持されている。支持構造部１３４は、光軸方向に沿って互いに対向するように配置された第１板状部材１３４３および第２板状部材１３４４と、これら第１板状部材１３４３および第２板状部材１３４４を連結する送りねじ１３４５およびガイドシャフト１３４６と、送りねじ１３４５を回転駆動するモータ１３４７とを含んでいる。

[0277] 受光レンズ１３２は、上述した第１の温度特性を有する光学レンズであってもよいし、上述した第２の温度特性を有する光学レンズであってもよいし、アサーマルレンズであってもよい。なお、受光レンズ１３２および鏡筒１３３の具体的な構成は、上述した図８において示した受光レンズ１３２Ａおよび鏡筒１３３の構成と同様である。

[0278] 第１板状部材１３４３の所定位置には、撮像素子１３１が搭載されており、第２板状部材１３４４には、鏡筒１３３の下端が固定されている。これにより、支持構造部１３４は、撮像素子１３１を支持するとともに鏡筒１３３が固定されることにより、撮像素子１３１と受光レンズ１３２との間の相対的な位置関係を決定している。

[0279] 第１板状部材１３４３は、送りねじ１３４５およびガイドシャフト１３４６に設けられた貫通孔に挿通されている。ここで、送りねじ１３４５の周面には、雄ねじが設けられており、送りねじ１３４５が挿通された第１板状部材１３４３の貫通孔の内周面には、雌ねじが設けられている。これにより、送りねじ１３４５は、第１板状部材１３４３に螺合している。

[0280] 送りねじ１３４５の一端は、第２板状部材１３４４に回転可能に軸支されており、送りねじ１３４５の他端は、モータ１３４７の回転シャフトに固定されている。ガイドシャフト１３４６の一端は、第２板状部材１３４４に固定されている。モータ１３４７は、駆動部１４４に接続されており、駆動部１４４によって回転動作およびその停止が切り替えられる。なお、モータ１

３４７としては、たとえばステッピングモータが利用できる。

[0281] このように支持構造部１３４が構成されることにより、モータ１３４７の回転シャフトが順方向および逆方向に回転駆動される（図中矢印ＤＲ１参照）ことにより、第１板状部材１３４３が第２板状部材１３４４に対して相対的に移動する（図中矢印ＤＲ２参照）ことになり、これによって撮像素子１３１と受光レンズ１３２との光軸方向における距離である素子間距離が、自在に調節できることになる。なお、ガイドシャフト１３４６は、当該第１板状部材１３４３が移動する際に、第１板状部材１３４３を案内するとともに、当該第１板状部材１３４３に振動が生じることを抑制するものである。

[0282] 鏡筒１３３の所定位置には、温度検出センサ１４６が設けられている。当該温度検出センサ１４６は、受光レンズ１３２の温度を検出するためのものであり、当該温度検出センサ１４６によって検出された温度情報は、温度計測部１４２へと入力される。

[0283] 第１板状部材１３４３の所定位置には、ドグ１３４３ａが設けられており、当該ドグ１３４３ａに対向するように、位置検出センサ１４７が設けられている。当該位置検出センサ１４７は、光軸方向における撮像素子１３１の位置を検出するためのものであり、当該位置検出センサ１４７によって検出された位置情報は、位置計測部１４３へと入力される。なお、位置検出センサ１４７としては、たとえばフォトセンサが利用できる。

[0284] 制御部１４１は、支持構造部１３４の動作を全体として制御するものであり、温度計測部１４２、位置計測部１４３、駆動部１４４および記憶部１４５に接続されている。温度計測部１４２は、温度検出センサ１４６によって検出された温度情報を制御部１４１に入力し、位置計測部１４３は、位置検出センサ１４７にて検出された位置情報を制御部１４１に入力する。

[0285] 記憶部１４５には、予め定められたモータ１３４７を駆動すべき駆動量がテーブルとして格納されている。当該テーブルは、受光レンズ１３２の温度特性（すなわち、温度変化に伴う焦点位置の変化の有無およびその変化量等）および支持構造部１３４の温度特性（すなわち、支持構造部１３４の熱膨

張および熱収縮に伴う撮像素子１３１の位置変化の有無およびその移動量等）に応じて、温度と、当該温度においてモータ１３４７を駆動すべき駆動量とが関連付けられたものであり、このテーブルに従ってモータ１３４７が駆動されることにより、受光レンズ１３２の焦点位置が撮像素子１３１の撮像面１３１ａに合致することになる。

[0286] 制御部１４１は、温度計測部１４２および位置計測部１４３から入力された温度情報および位置情報に基づいて、記憶部１４５に記憶された上記テーブルを参照し、モータ１３４７の駆動量を決定してこれに応じた駆動信号を駆動部１４４へと入力する。

[0287] 以上の構成とすることにより、撮像素子１３１が受光レンズ１３２の焦点位置に配置されることとなるように、受光レンズ１３２と撮像素子１３１との間の光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて常時調節されることになるため、焦点位置の変化に素子間距離の変動を追従させることが可能になる。したがって、本関連形態に係る撮像部１３Ｇとすることにより、これを備えた三次元計測装置１とした場合に、定められた温度域において計測レンジを広く確保することに資することができる。

[0288] ＜Ｖ．その他＞

上述した撮像部１３Ｇにおいては、いずれも鏡筒の下端が支持構造部の第２板状部材に固定された場合を例示して説明を行なったが、第２板状部材に対する鏡筒の固定位置は、上記の位置に限られるものではなく、鏡筒の軸方向におけるどの位置が第２板状部材に対して固定されていてもよい。

[0289] また、上述した撮像部１３Ｇにおいては、光軸方向に沿って撮像素子を移動させるための手段として、ステッピングモータを用いた場合を例示して説明を行なったが、当該ステッピングモータに代えて、超音波モータやボイスコイルモータ、ピエゾ素子、液体レンズ等を利用することとしてもよい。

[0290] ＜Ｗ．付記＞

上述した本関連形態に係る三次元計測装置用光学アセンブリおよびこれを備えた三次元計測装置の特徴的な構成を要約すると、以下のとおりとなる。

［構成１８］

光学的に共役な関係にある一対の共役面を形成する光学レンズ（１２２，１３２）と、

前記一対の共役面のうちの一方に配置される光学デバイス（１２１，１３１）と、

前記光学レンズを支持する鏡筒（１２３，１３３）と、

前記光学デバイスを支持するとともに前記鏡筒が固定されることにより、前記光学デバイスと前記光学レンズとの間の相対的な位置関係を決定する支持構造部（１２４，１３４）と、

前記光学デバイスと前記光学レンズとの光軸方向における距離を変化させる駆動手段（１３４７）を備えた、三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成１９］

前記光学レンズの温度を検出する温度検出手段（１４６）と、

前記駆動手段の動作を制御する制御部（１４１）とをさらに備え、

前記制御部が、前記温度検出手段によって検出された温度情報に基づいて、前記駆動手段の動作を制御する、構成１８に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成２０］

前記光学デバイスが、パターン照明を形成するパターン照明形成素子（１２１）からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に対してパターン照明を投影することで投影パターンを結像するための投光レンズ（１２２）からなる、構成１８または１９に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成２１］

前記光学デバイスが、撮像面（１３１ａ）を有する撮像素子（１３１）からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に

投影された投影パターンを前記撮像面に結像するための受光レンズ（１３２）からなる、構成１８または１９に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

［構成２２］

構成２０に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを投影部（１２）として備えるとともに、構成２１に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを撮像部（１３）として備えてなる、三次元計測装置。

[0291] ＜Ｘ．その他の形態等＞

上述した実施の形態１，２および関連形態においては、単一の投影部および単一の撮像部を備えた三次元計測装置およびこれに具備される三次元計測装置用光学アセンブリに本開示を適用した場合を例示して説明を行なったが、本開示は、この種のものにその適用範囲が制限されるものではない。すなわち、本開示は、単一の投影部および複数の撮像部を備えた三次元計測装置、複数の投影部および単一の撮像部を備えた三次元計測装置、ならびに、複数の投影部および複数の撮像部を備えた三次元計測装置のいずれにもその適用が可能なものであり、さらには、これら三次元計測装置に具備される三次元計測装置用光学アセンブリの各々にもその適用が可能なものである。

[0292] また、上述した実施の形態１，２および関連形態においては、三次元計測装置として、固有コード法を適用したものを例示して説明を行なったが、この他にも、三次元計測装置としては、ランダムドット法、位相シフト法、空間コード法等を適用したものがある。本開示は、これらいずれの三次元計測装置およびこれに具備される三次元計測装置用光学アセンブリにも適用することができるものであり、固有コード法が適用された三次元計測装置およびこれに具備される三次元計測装置用光学アセンブリにその適用が制限されるものではない。

[0293] また、上述した実施の形態１，２および関連形態においては、三次元計測装置の用途として、コンベヤ上を搬送されるワークの三次元形状を計測する用途を例示したが、当然にこの他にも、種々の用途に用いられる三次元計測

装置およびこれに具備される三次元計測装置用アセンブリに本開示を適用することができる。ここで、他の用途しては、たとえば、ばら積み状態にあるワークをロボットハンドによって個別にピッキングするに際し、当該ばら積み状態にあるワークの三次元形状を計測してそれらワークの三次元的な位置や姿勢等を個別に認識する用途等が挙げられる。

[0294] また、上述した実施の形態１，２および関連形態においては、三次元計測装置として、特定の波長の光を用いて投影パターンを被写体に投影するように構成されたものを例示して説明を行なったが、本開示は、複数の波長の光を用いたり白色光を用いたりすることで投影パターンを被写体に投影するように構成された三次元計測装置にも当然にその適用が可能である。

[0295] 今回開示した上記実施の形態および関連形態はすべての点で例示であって、制限的なものではない。本発明の技術的範囲は請求の範囲によって画定され、また請求の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

## 符号の説明

[0296] １　三次元計測装置、１０　計測ヘッド、１１　処理部、１２，１２Ａ，１２Ｂ　投影部、１３，１３Ａ～１３Ｇ　撮像部、１４　表示部、１５　記憶部、１６　通信Ｉ／Ｆ部、１００　画像計測装置、１０２　プロセッサ、１０４　メインメモリ、１０６　ストレージ、１０８　入力部、１１０　表示部、１１２　光学ドライブ、１１４　下位Ｉ／Ｆ部、１１５　記録媒体、１１６　上位Ｉ／Ｆ部、１１８　プロセッサバス、１２０　光源、１２１　フォトマスク、１２２，１２２Ａ，１２２Ｃ　投光レンズ、１２２ａ～１２２ｃ　レンズ、１２３　鏡筒、１２４　支持構造部、１２５　コリメータレンズ、１３１　撮像素子、１３１ａ　撮像面、１３２，１３２Ａ～１３２Ｃ　受光レンズ、１３２ａ～１３２ｃ，１３２ａ’～１３２ｃ’，１３２ａ”～１３２ｃ”　レンズ、１３３　鏡筒、１３４　支持構造部、１４１　制御部、１４２　温度計測部、１４３　位置計測部、１４４　駆動部、１４５　記憶部、１４６　温度検出センサ、１４７　位置検出センサ、１０６０　Ｏ

Ｓ、１０６２　三次元計測プログラム、１２４１　第１部材、１２４２　第２部材、１３４１　第１部材、１３４２　第２部材、１３４３　第１板状部材、１３４３ａ　ドグ、１３４４　第２板状部材、１３４５　送りねじ、１３４６　ガイドシャフト、１３４７　モータ、Ｃ　コンベヤ、ＭＲ　計測レンジ、Ｐ　投影パターン、Ｒ　プリミティブ位置、ＳＰ１　第１基準位置、ＳＰ２　第２基準位置、Ｗ１，Ｗ２，Ｗ３　ワード、ＷＫ　ワーク。

# 請求の範囲

[請求項1] 光学的に共役な関係にある一対の共役面を形成する光学レンズと、

前記一対の共役面のうちの一方に配置される光学デバイスと、

前記光学レンズを支持する鏡筒と、

前記光学デバイスを支持するとともに前記鏡筒が固定されることにより、前記光学デバイスと前記光学レンズとの間の相対的な位置関係を決定する支持構造部とを備え、

前記光学レンズが、温度に応じて焦点位置が変化するものであり、

前記支持構造部が、互いに異なる線膨張係数を有する第１部材および第２部材を少なくとも組み合わせることにより、前記光学デバイスと前記光学レンズとの光軸方向における距離である素子間距離が温度に応じて変動するように調整された複合構造体からなり、

温度に起因して発生する前記焦点位置のずれ量の少なくとも一部が、温度に起因して変動する前記素子間距離によって相殺されるように構成されている、三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項2] 前記第１部材が、前記複合構造体のうちの前記光学デバイスを支持する部分よりも前記鏡筒が固定される部分に相対的に近い部分に配置されており、

前記第２部材が、前記複合構造体のうちの前記鏡筒が固定される部分よりも前記光学デバイスを支持する部分に相対的に近い部分に配置されており、

前記第１部材と前記第２部材とが、前記光軸方向と平行な方向に沿って並ぶように配置されている、請求項１に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項3] 前記光学レンズが、温度の上昇に伴って前記焦点位置が当該光学レンズから遠ざかる方向に変化するものである、請求項２に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項4] 前記第１部材が、前記複合構造体のうちの前記光学デバイスを支持

する部分よりも前記鏡筒が固定される部分に相対的に近い部分に配置されており、

前記第２部材が、前記複合構造体のうちの前記鏡筒が固定される部分よりも前記光学デバイスを支持する部分に相対的に近い部分に配置されており、

前記第１部材と前記第２部材とが、前記光軸方向と直交する方向においてその一部が重なるように配置されている、請求項１に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項5] 前記光学レンズが、温度の上昇に伴って前記焦点位置が当該光学レンズから遠ざかる方向に変化するものである、請求項４に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項6] 前記第１部材の前記光軸方向における長さが、前記第２部材の前記光軸方向における長さよりも大きく、

前記第１部材の線膨張係数が、前記第２部材の線膨張係数よりも大きい、請求項５に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項7] 前記第１部材の前記光軸方向における長さが、前記第２部材の前記光軸方向における長さよりも小さく、

前記第１部材の線膨張係数が、前記第２部材の線膨張係数よりも小さい、請求項５に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項8] 前記光学レンズが、温度の上昇に伴って前記焦点位置が当該光学レンズに近づく方向に変化するものである、請求項４に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項9] 前記第１部材の前記光軸方向における長さが、前記第２部材の前記光軸方向における長さよりも大きく、

前記第１部材の線膨張係数が、前記第２部材の線膨張係数よりも小さい、請求項８に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項10] 前記第１部材の前記光軸方向における長さが、前記第２部材の前記光軸方向における長さよりも小さく、

前記第１部材の線膨張係数が、前記第２部材の線膨張係数よりも大きい、請求項８に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項11] 前記光学デバイスが、パターン照明を形成するパターン照明形成素子からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に対してパターン照明を投影することで投影パターンを結像するための投光レンズからなる、請求項１から１０のいずれかに記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項12] 前記光学デバイスが、撮像面を有する撮像素子からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に投影された投影パターンを前記撮像面に結像するための受光レンズからなる、請求項１から１０のいずれかに記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項13] 請求項１１に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを投影部として備えるとともに、請求項１２に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを撮像部として備えてなる、三次元計測装置。

[請求項14] 光学的に共役な関係にある一対の共役面を形成する光学レンズと、

前記一対の共役面のうちの一方に配置される光学デバイスと、

前記光学レンズを支持する鏡筒と、

前記光学デバイスを支持するとともに前記鏡筒が固定されることにより、前記光学デバイスと前記光学レンズとの間の相対的な位置関係を決定する支持構造部とを備え、

前記光学レンズが、温度に応じて焦点位置が実質的に変化しないアサーマルレンズからなり、

前記支持構造部が、線膨張係数が５×１０$^{-6}$［／Ｋ］以下の部材にて構成されている、三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項15] 前記光学デバイスが、パターン照明を形成するパターン照明形成素子からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に対してパターン照明を投影することで投影パターンを結像するための投光レンズからなる、請求項１４に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

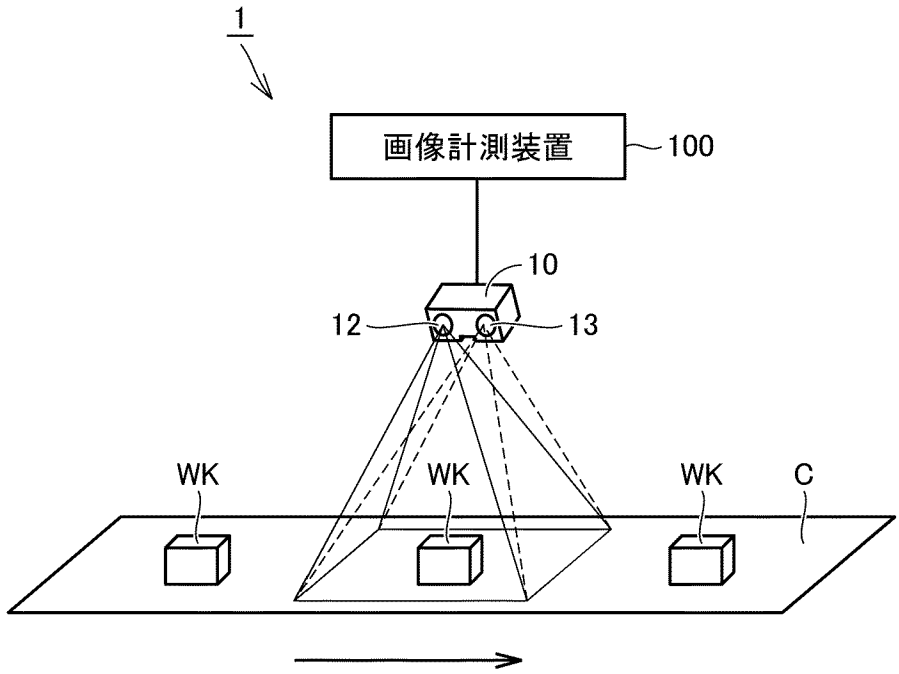
[請求項16] 前記光学デバイスが、撮像面を有する撮像素子からなり、

前記光学レンズが、前記一対の共役面のうちの他方に配置される被写体に投影された投影パターンを前記撮像面に結像するための受光レンズからなる、請求項１４に記載の三次元計測装置用光学アセンブリ。

[請求項17] 請求項１５に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを投影部として備えるとともに、請求項１６に記載の三次元計測装置用光学アセンブリを撮像部として備えてなる、三次元計測装置。

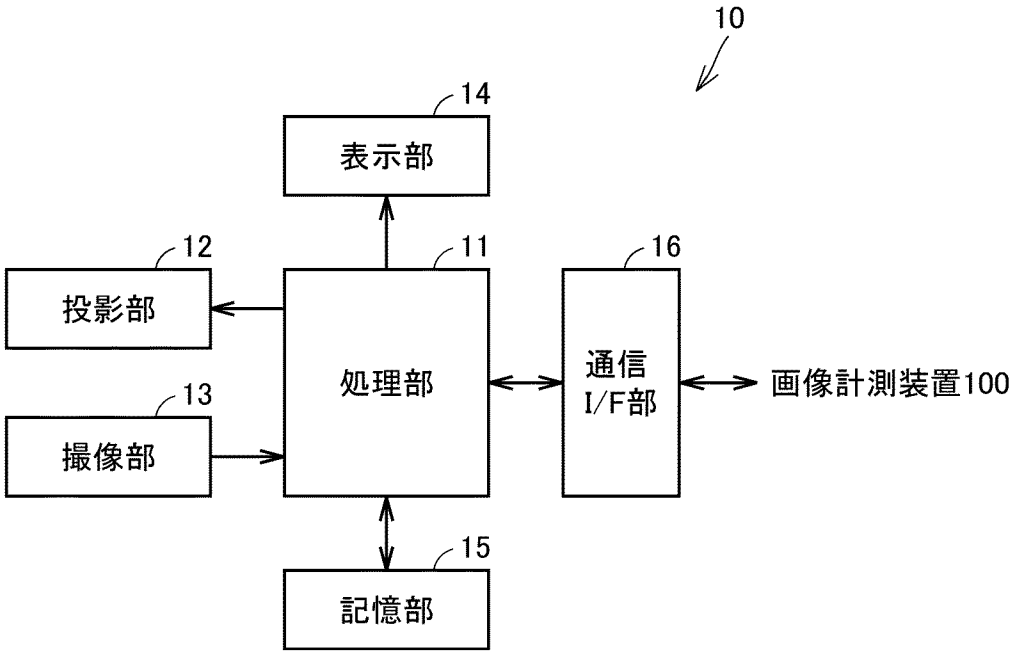
[図1]

FIG.1



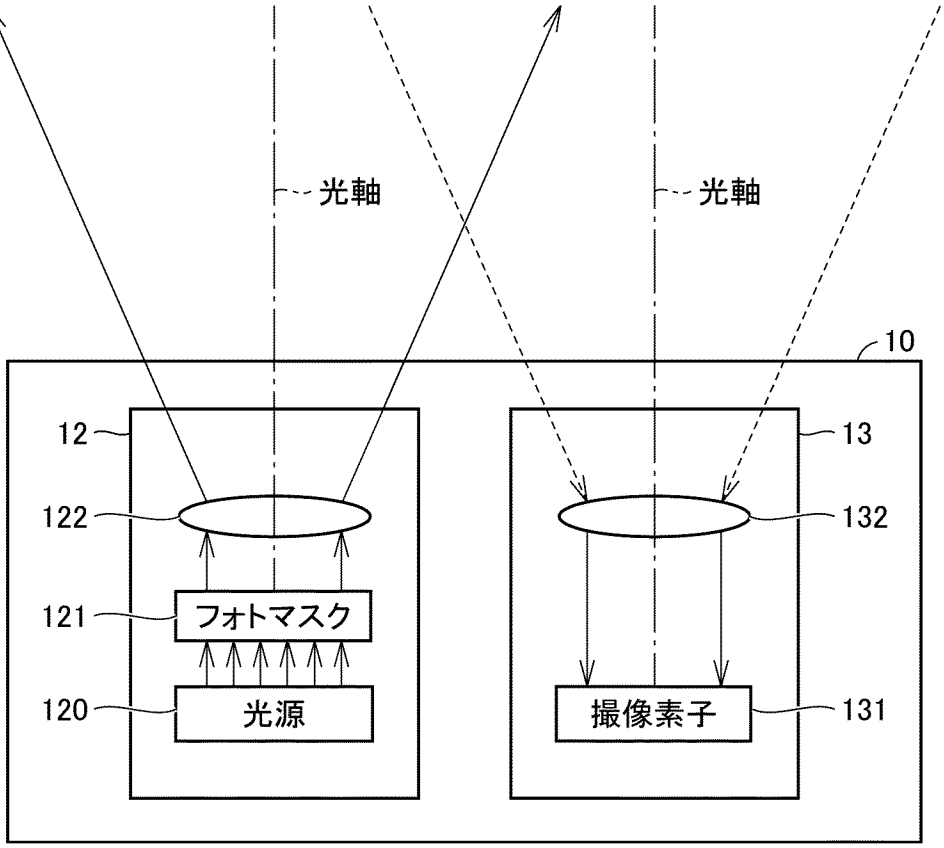

[図2]

FIG.2



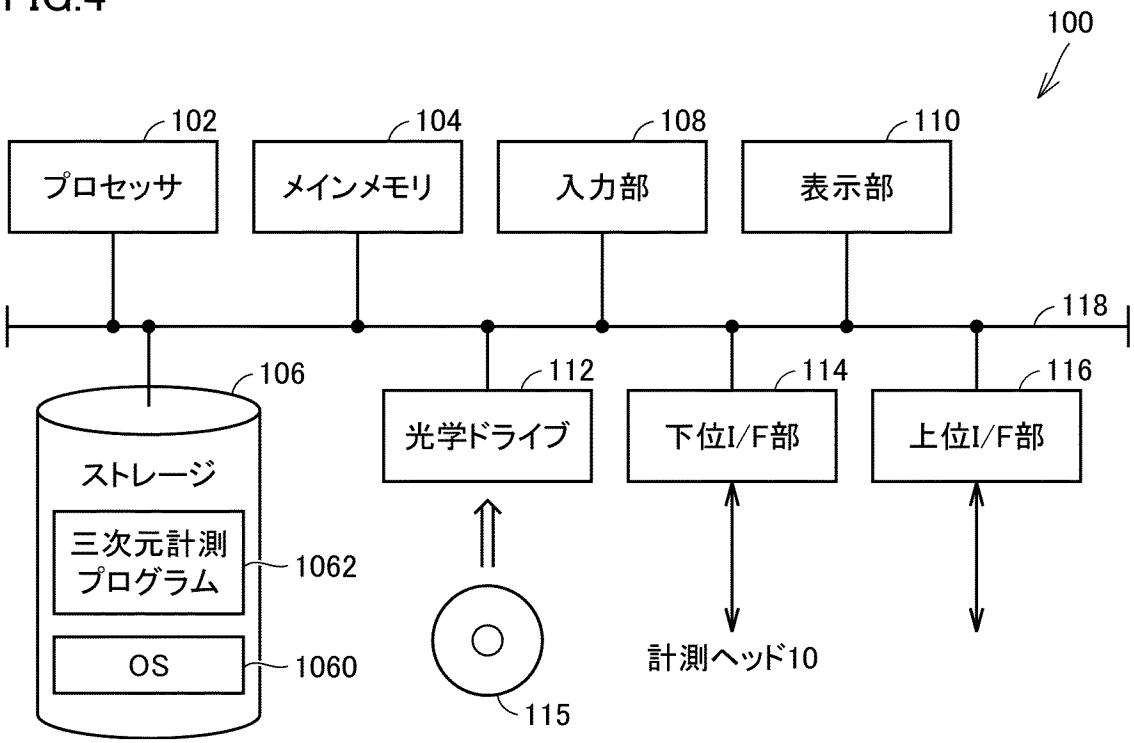
[図3]

FIG.3



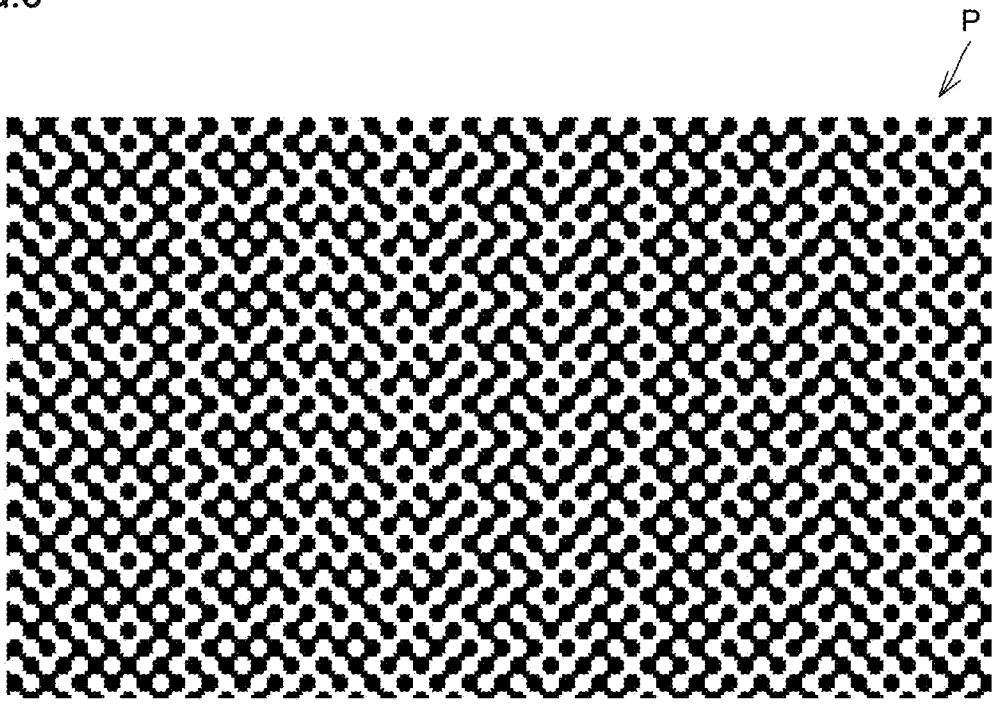

[図4]

FIG.4



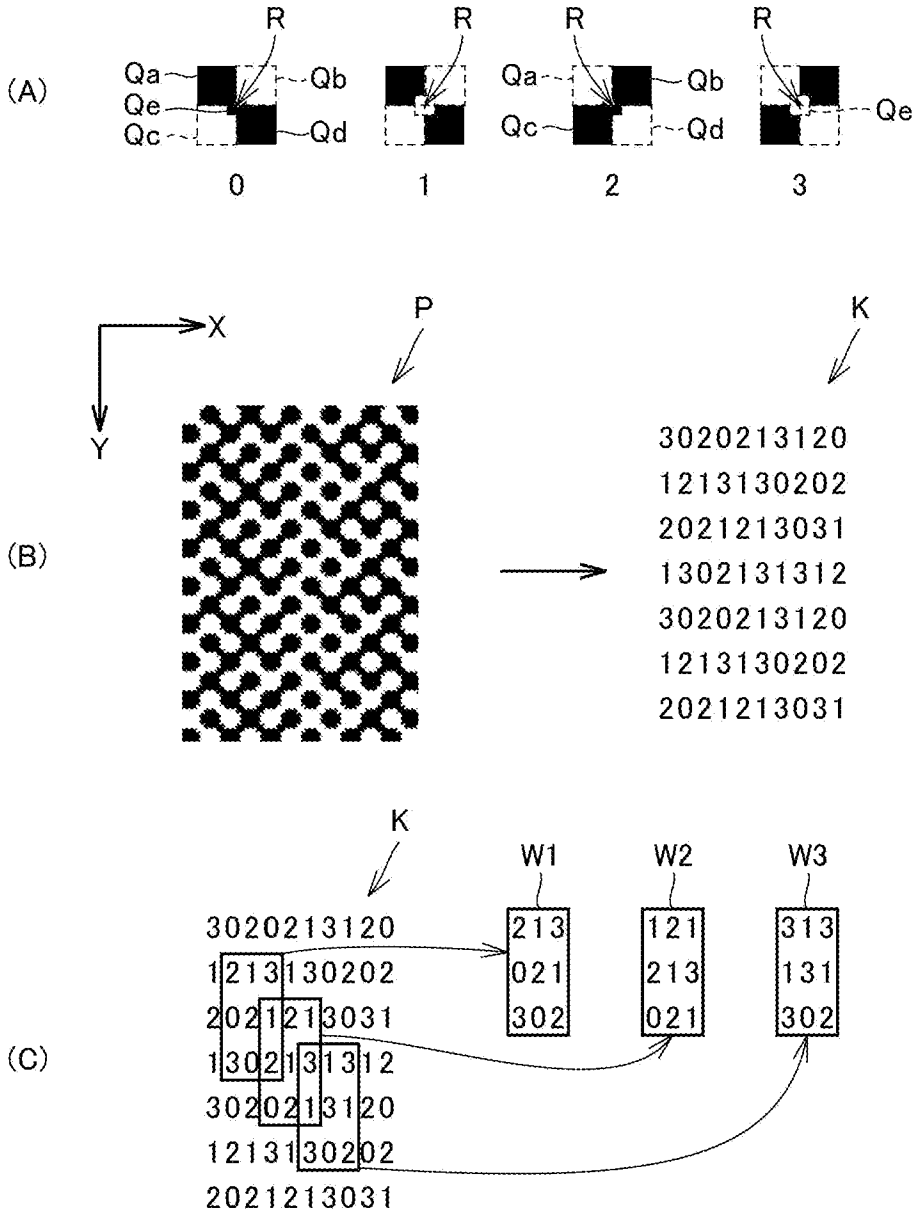
[図5]

FIG.5



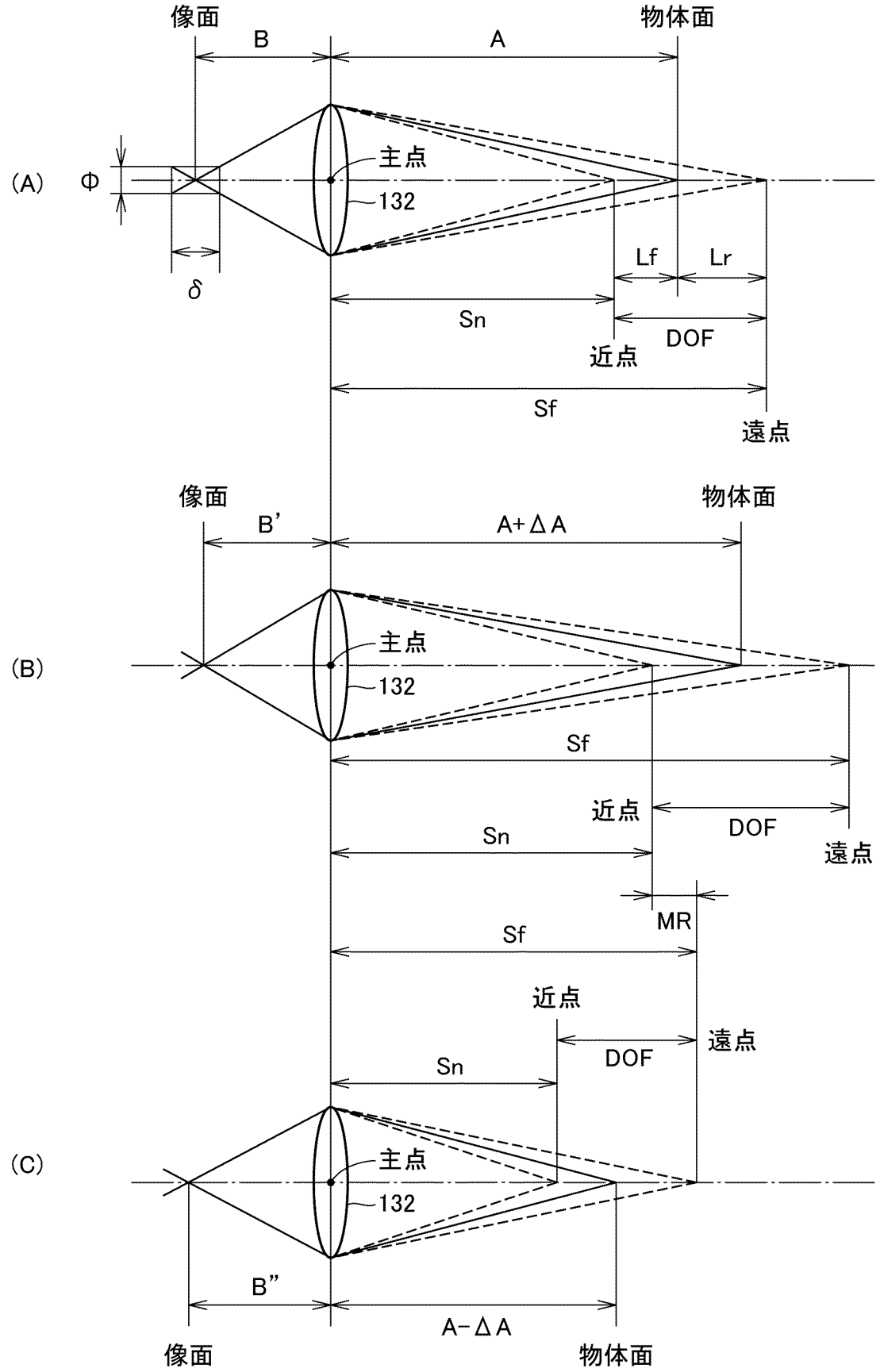
[図6]

FIG.6


(A)
R
Qa
Qb
Qe
Qc
Qd
0
1
2
3
(B)
X
Y
P
K
3020213120
1213130202
2021213031
1302131312
3020213120
1213130202
2021213031
(C)
K
W1
W2
W3
213
021
302
121
213
021
313
131
302

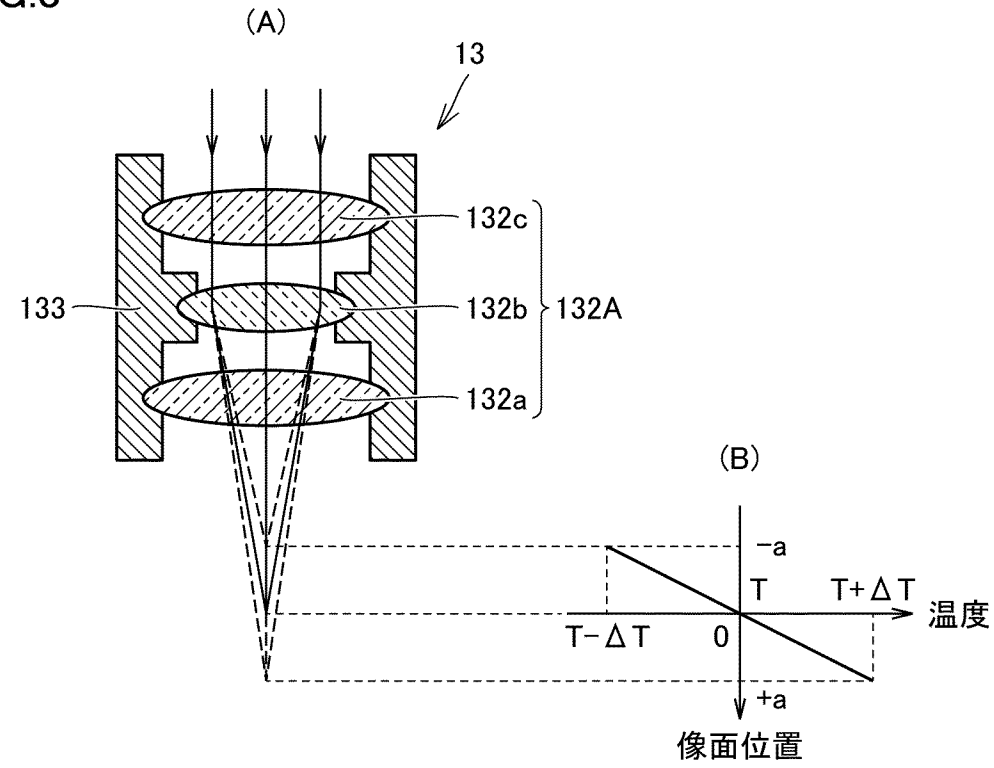
[図7]

FIG.7


(A)
像面
物体面
B
A
主点
132
Φ
δ
Lf
Lr
Sn
DOF
近点
Sf
遠点
(B)
像面
物体面
B'
A+ΔA
主点
132
Sf
近点
DOF
Sn
遠点
MR
Sf
近点
遠点
DOF
Sn
(C)
主点
132
B"
A−ΔA
像面
物体面

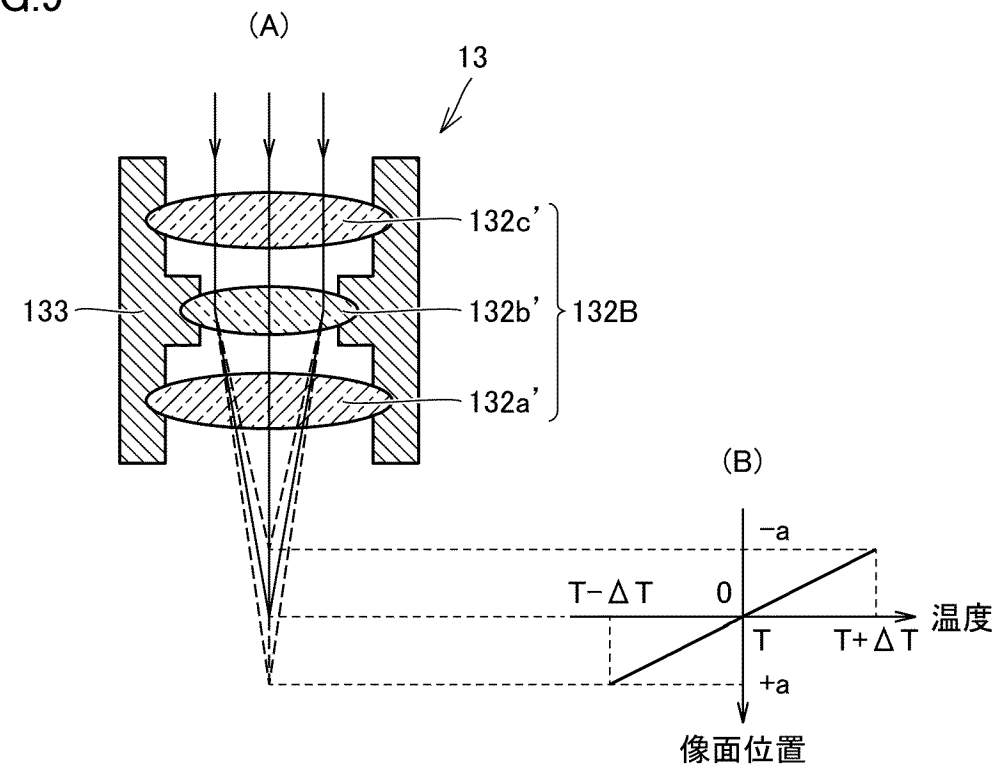
[図8]

FIG.8



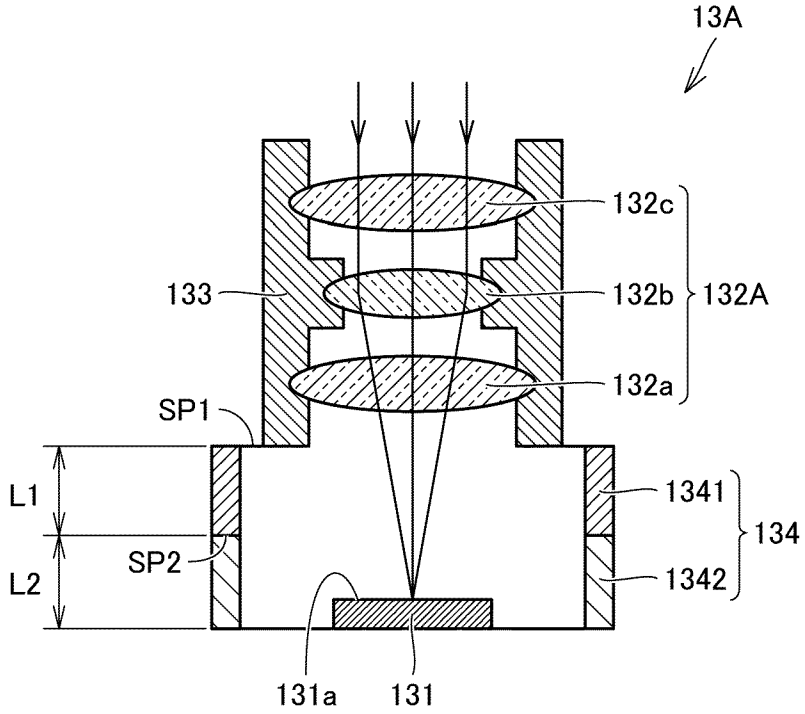

[図9]

FIG.9



[図10]

FIG.10


13A
132c
133
132b
132A
132a
SP1
L1
1341
134
SP2
L2
1342
131a
131

[図11]

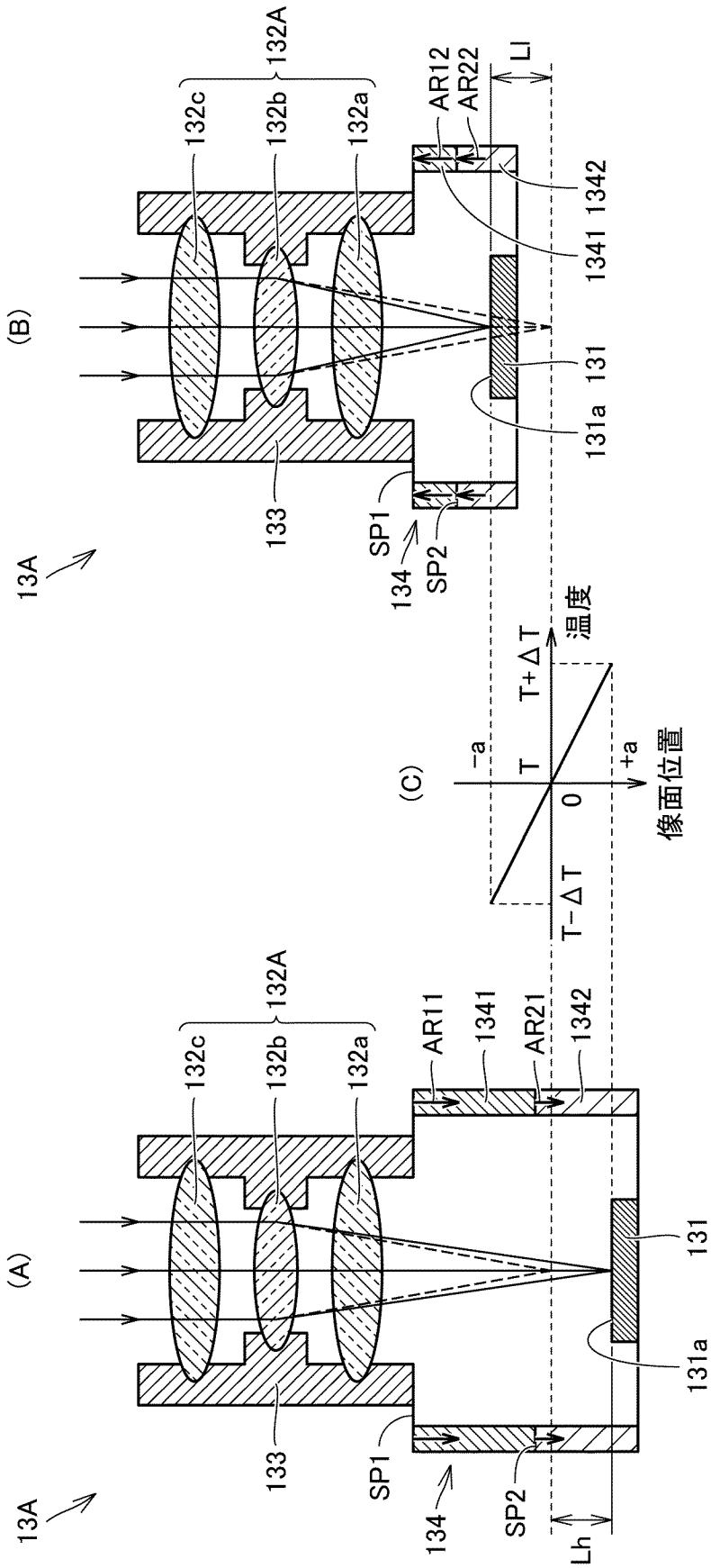
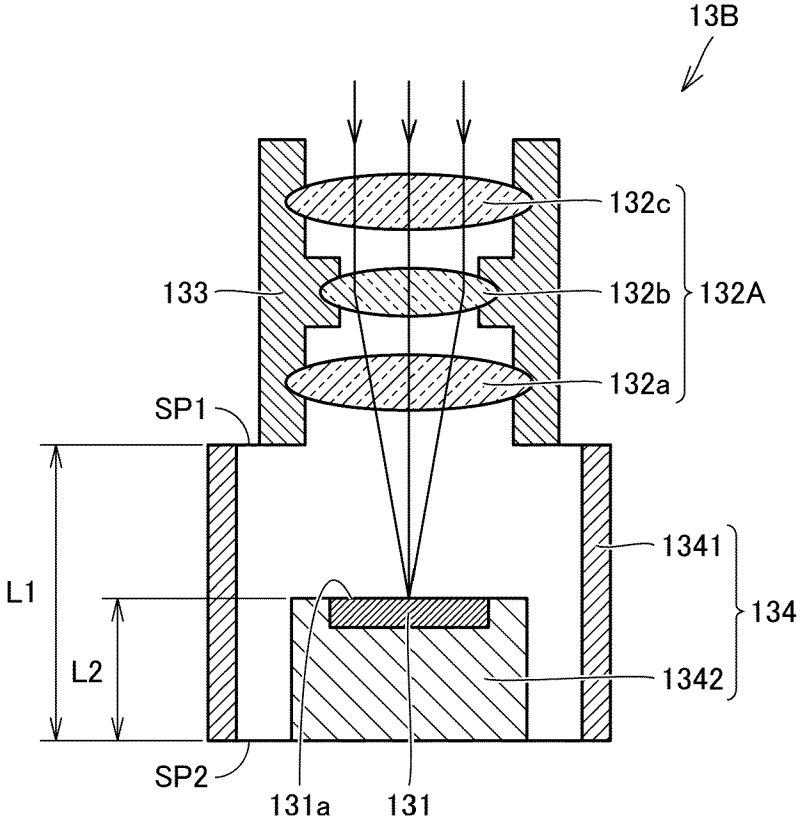

(A)
(B)
(C)
13A
132A
132c
132b
132a
133
134
SP1
SP2
AR11
AR21
AR12
AR22
1341
1342
131
131a
LI
Lh
温度
T+ΔT
T
T−ΔT
−a
0
+a
像面位置

FIG.11

[図12]

FIG.12


13B
132c
133
132b
132A
132a
SP1
1341
L1
134
L2
1342
SP2
131a
131

[図13]

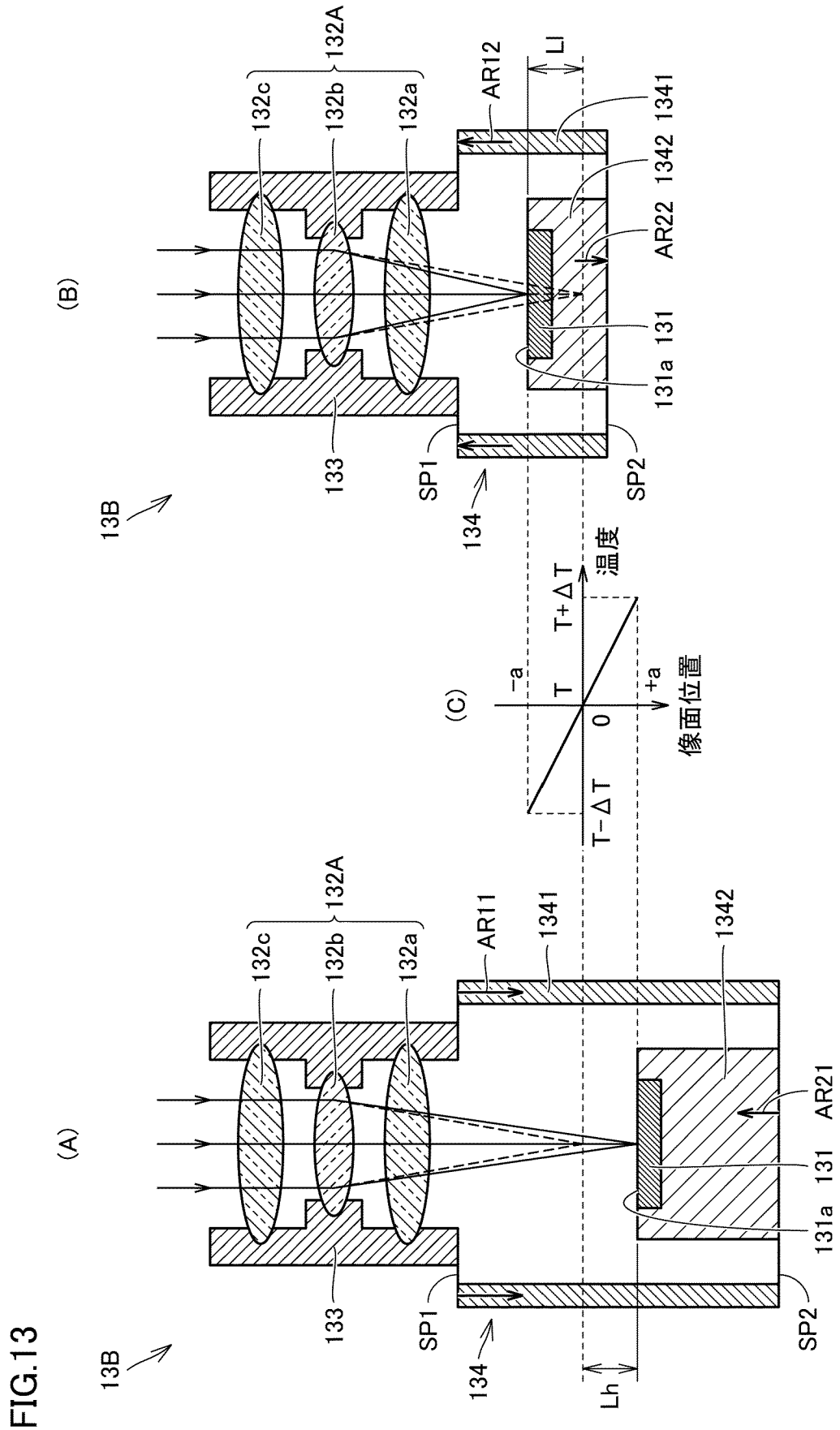
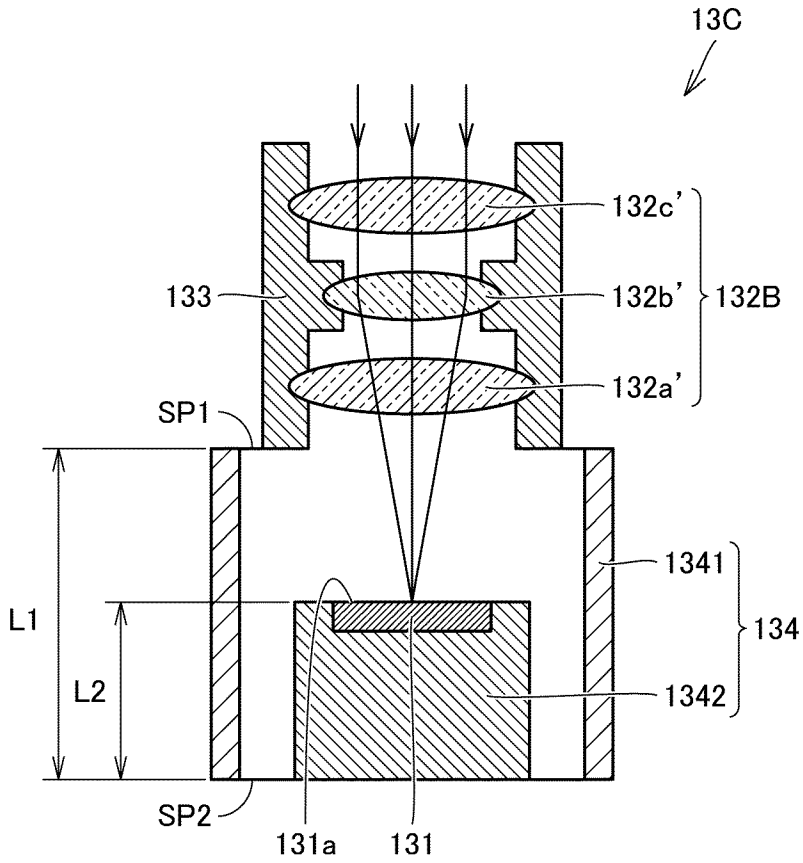

(A)
(B)
(C)
13B
132A
132c
132b
132a
133
134
SP1
SP2
AR11
AR12
AR21
AR22
1341
1342
131
131a
LI
Lh
温度
T+ΔT
T
T−ΔT
−a
+a
0
像面位置

FIG.13

[図14]

FIG.14


13C
132c'
133
132b'
132B
132a'
SP1
1341
L1
134
L2
1342
SP2
131a
131

[図15]

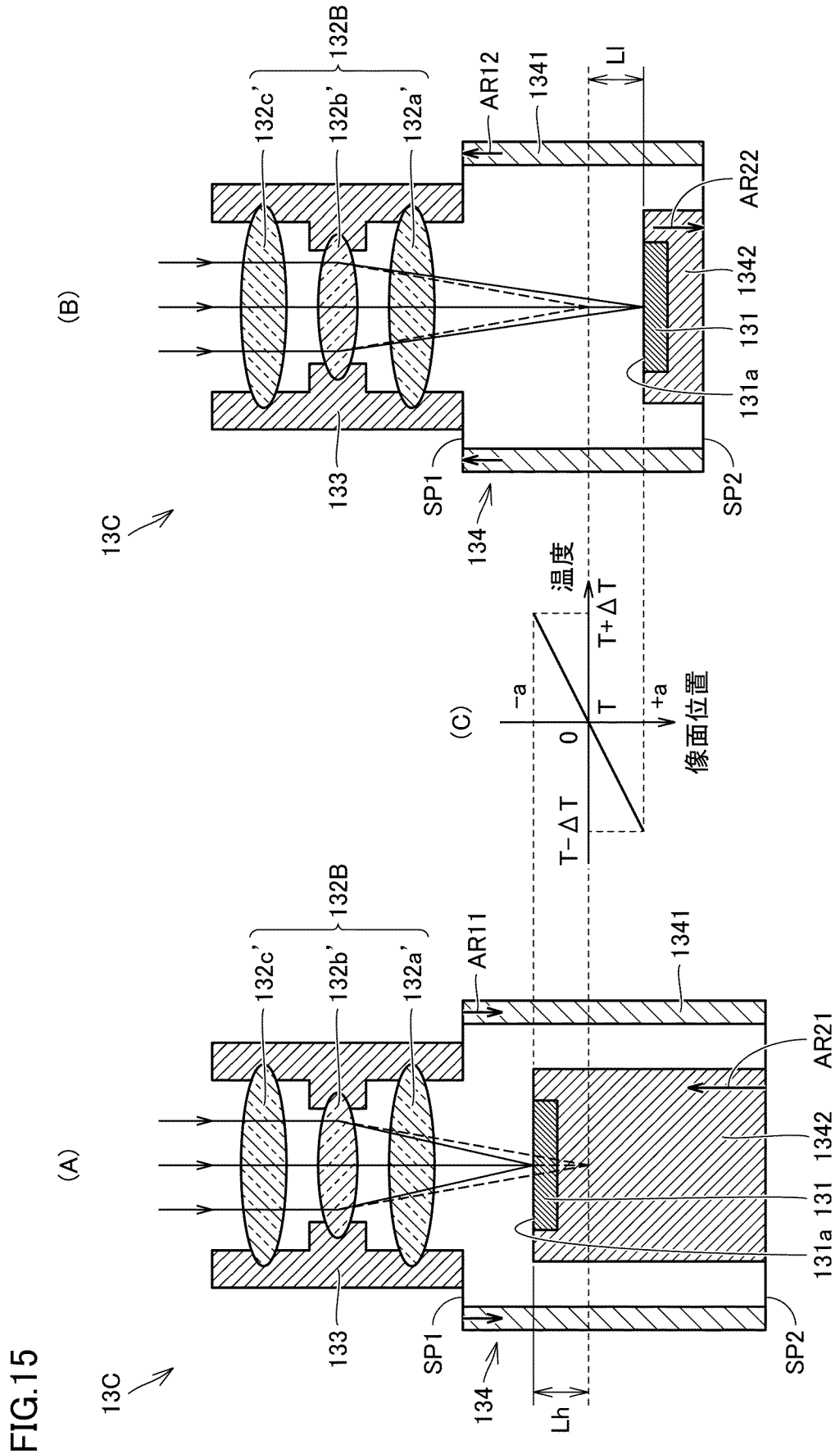
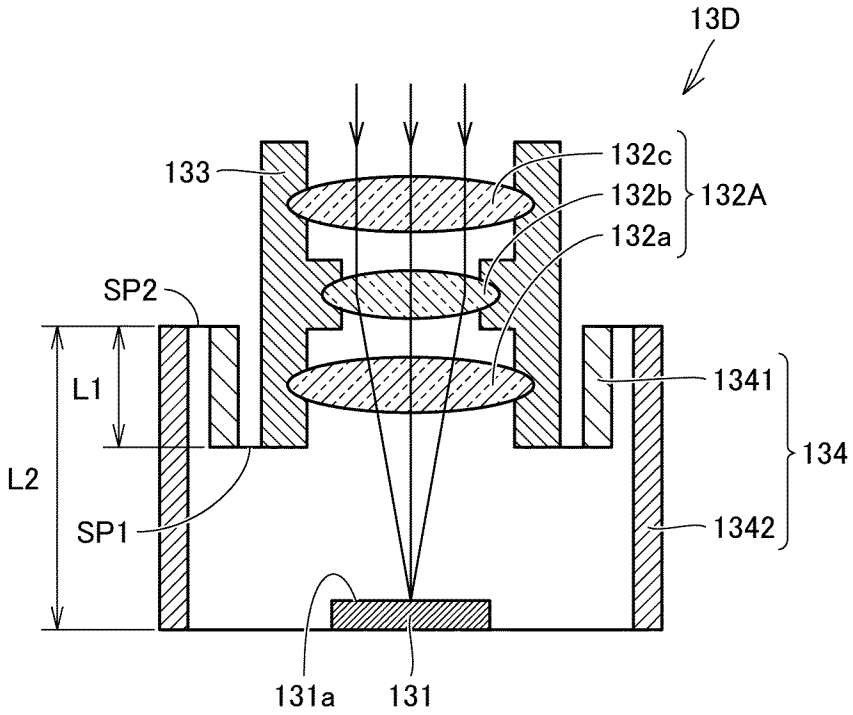

(A)
(B)
(C)
13C
132B
132c'
132b'
132a'
133
134
SP1
SP2
AR11
AR12
AR21
AR22
1341
1342
131
131a
Lh
Ll
温度
T+ΔT
T
T-ΔT
-a
0
+a
像面位置

FIG.15

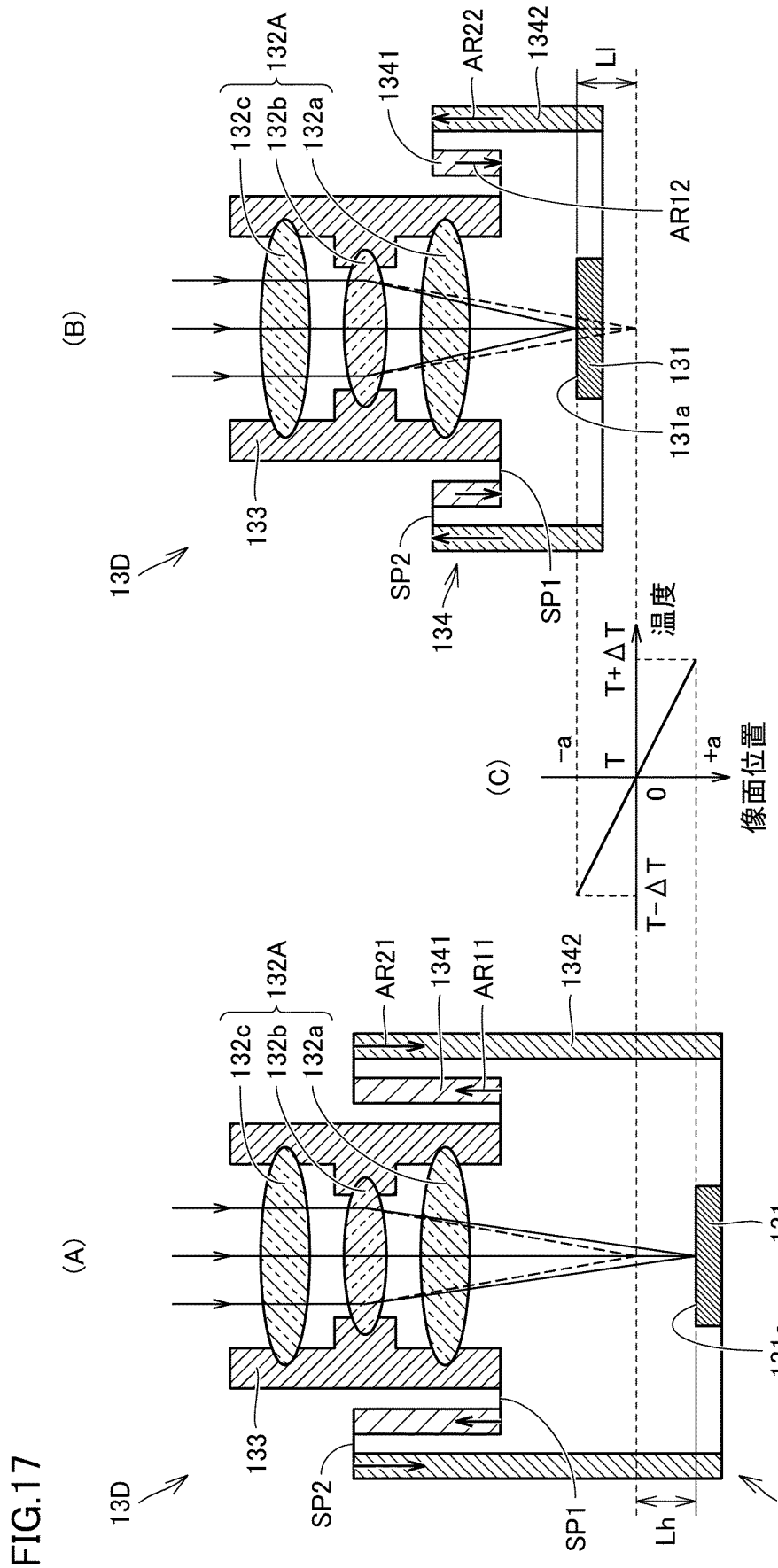
[図16]

FIG.16


13D
133
132c
132b
132A
132a
SP2
L1
L2
SP1
1341
134
1342
131a
131

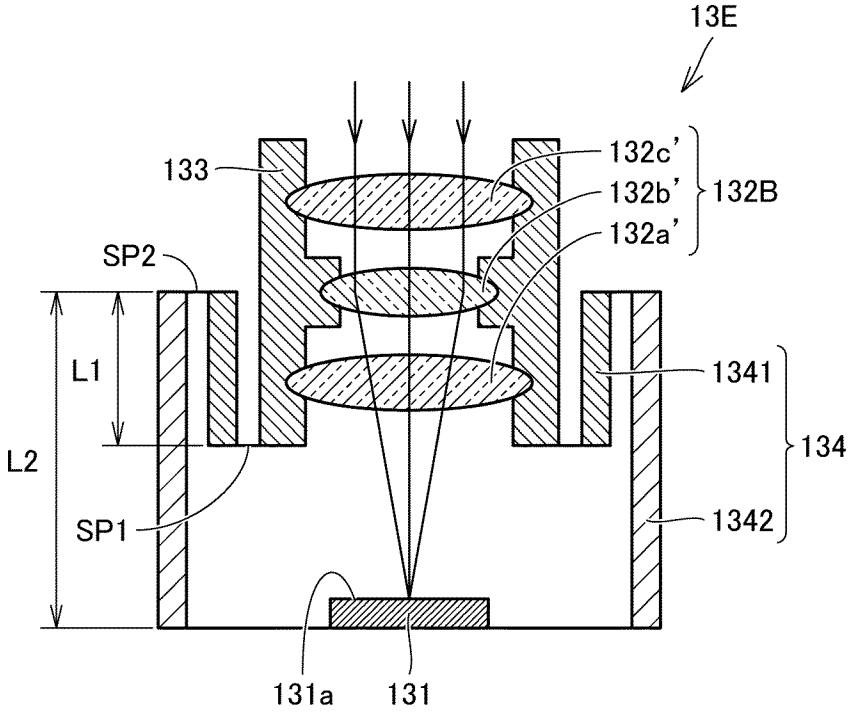
[図17]

FIG.17


(A)
(B)
(C)
13D
132A
132c
132b
132a
133
134
SP1
SP2
AR11
AR12
AR21
AR22
1341
1342
131
131a
Lh
Ll
温度
T+ΔT
T
T−ΔT
−a
0
+a
像面位置

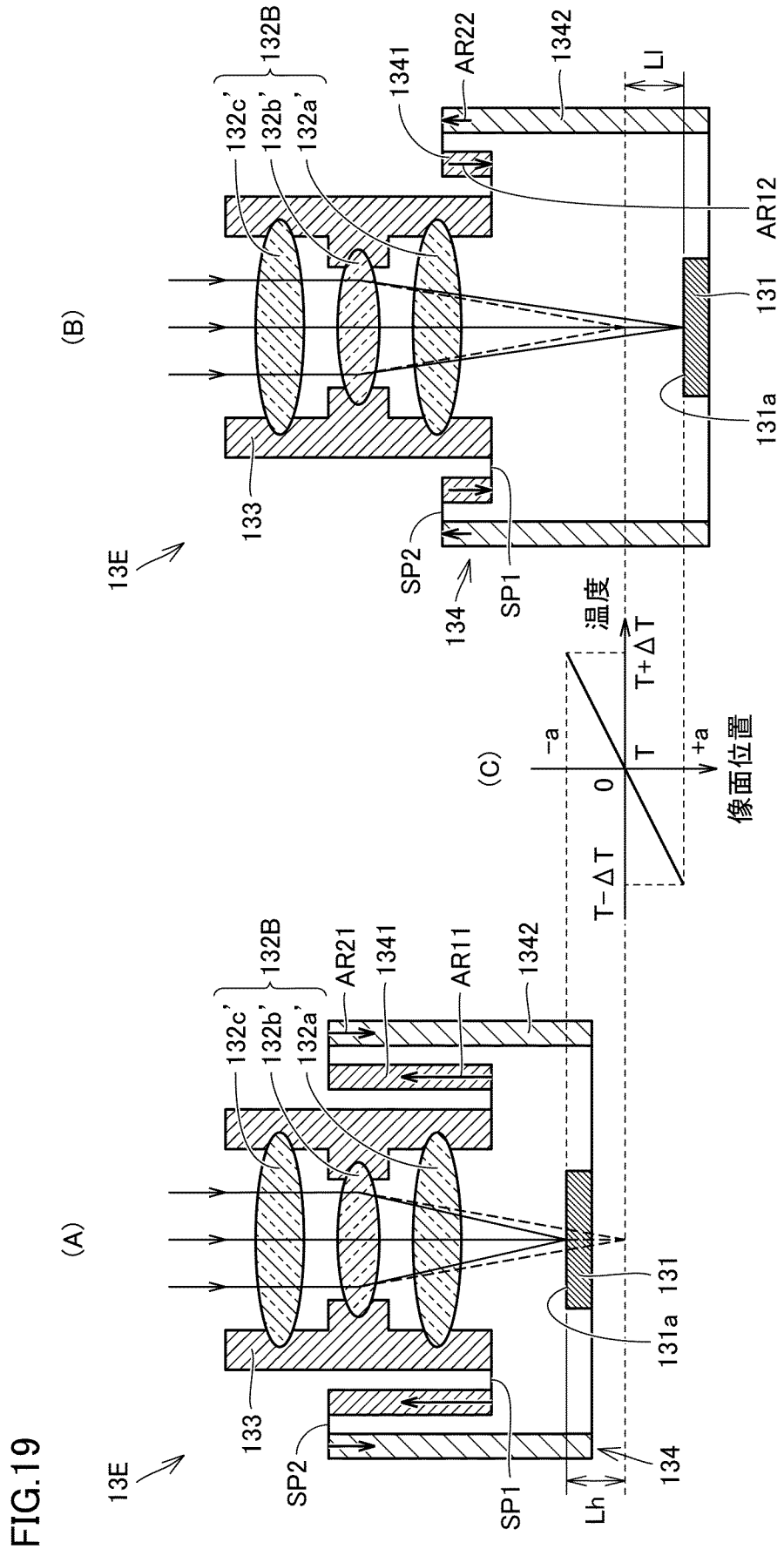
[図18]

FIG.18


13E
133
132c'
132b'
132a'
132B
SP2
L1
L2
SP1
1341
134
1342
131a
131

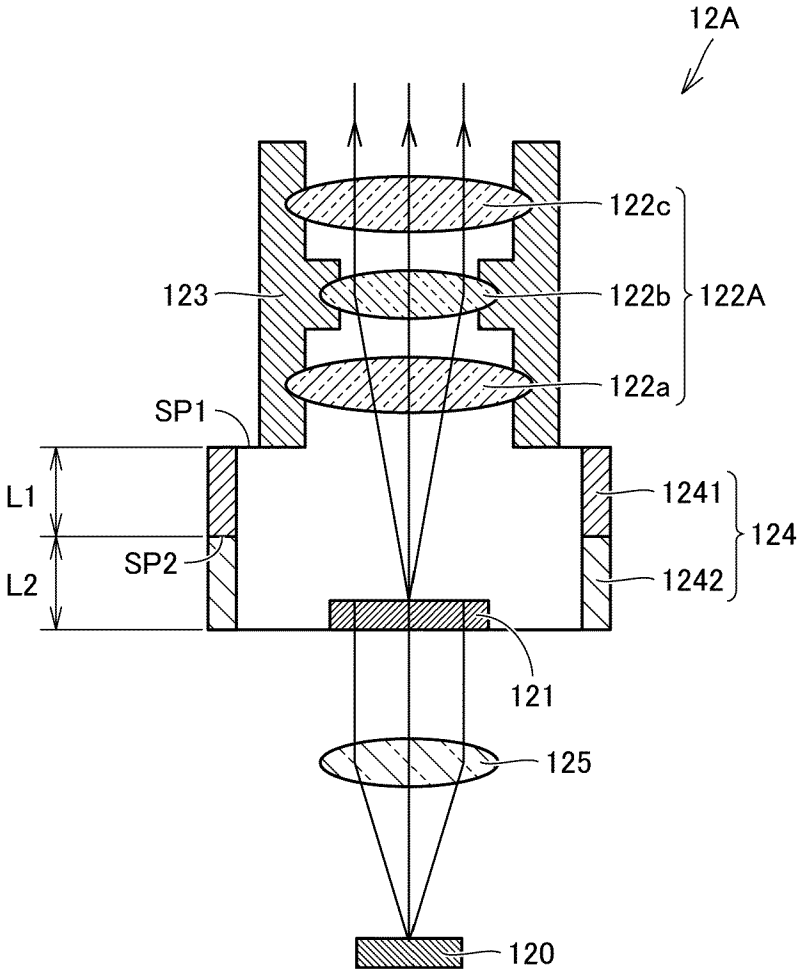
[図19]

FIG.19


(A)
(B)
(C)
13E
132B
132c'
132b'
132a'
133
SP2
SP1
134
131
131a
AR11
AR12
AR21
AR22
1341
1342
Lh
Ll
温度
T+ΔT
T
T-ΔT
-a
0
+a
像面位置

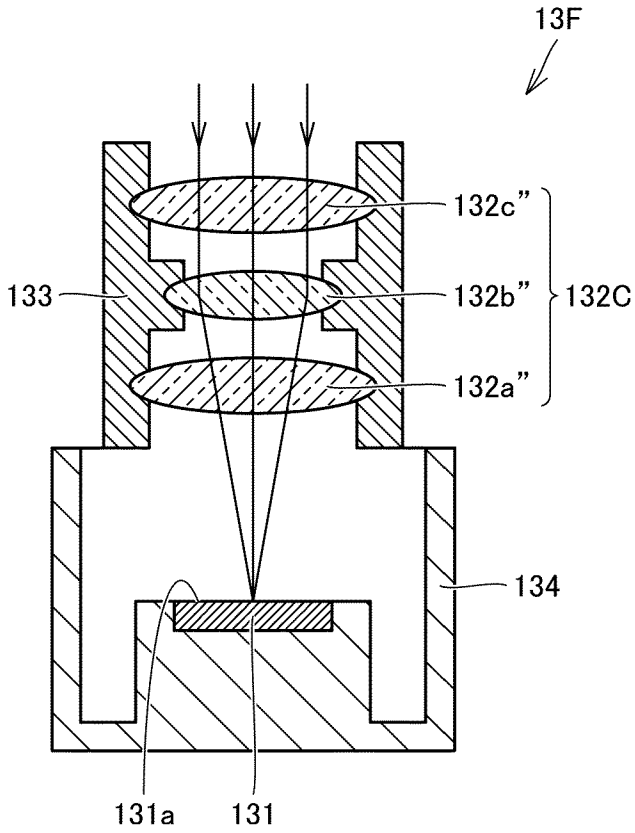
[図20]

FIG.20


12A
122c
123
122b
122A
122a
SP1
L1
1241
124
SP2
L2
1242
121
125
120

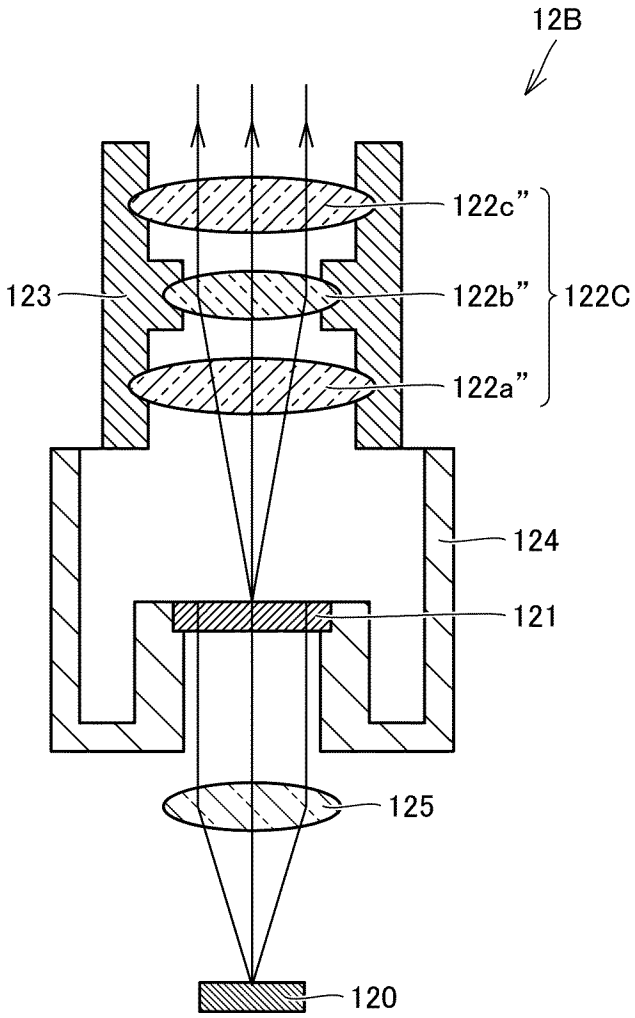
[図21]

FIG.21



[図22]

FIG.22



[図23]

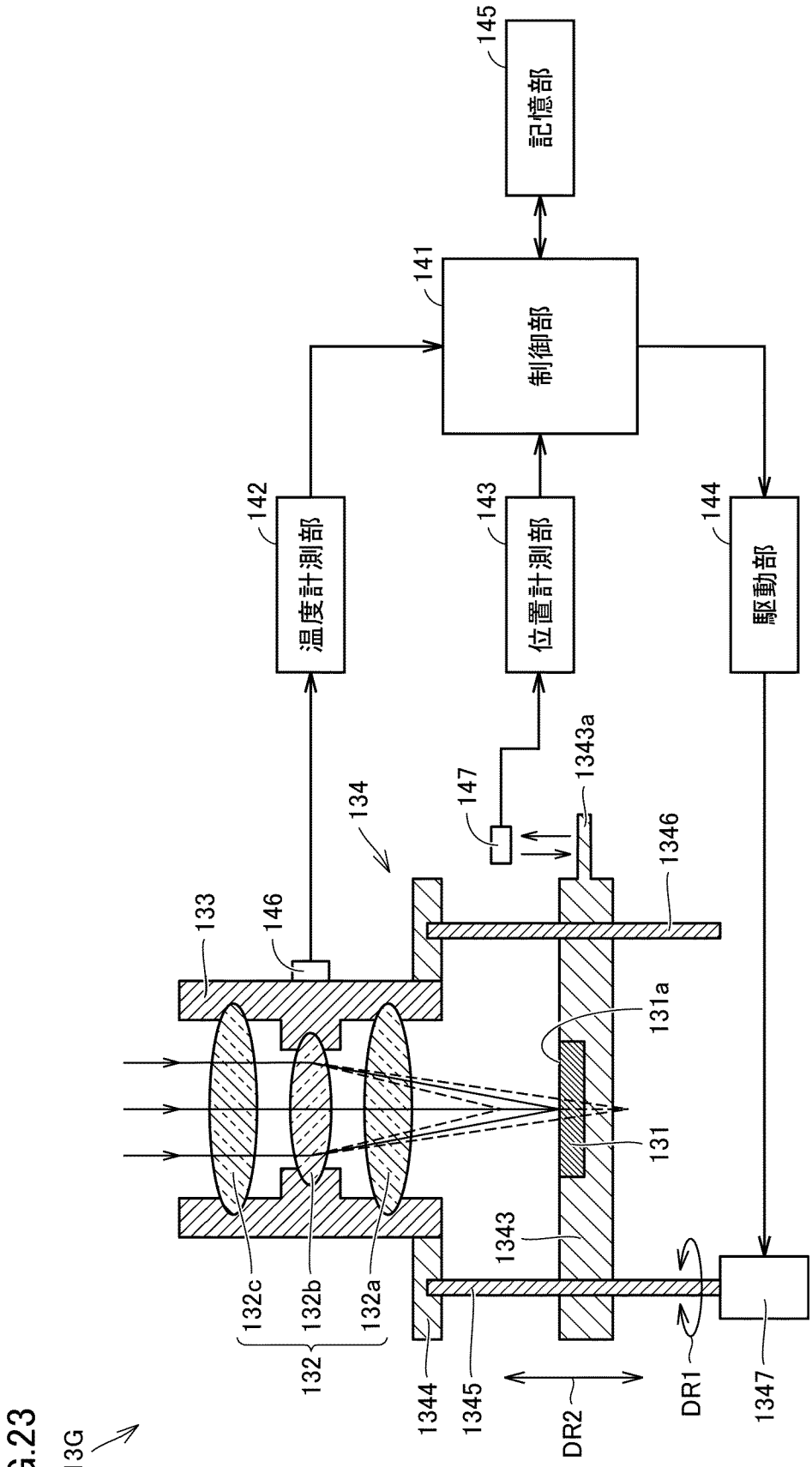

145
記憶部
141
制御部
142
温度計測部
143
位置計測部
144
駆動部
147
1343a
134
1346
133
146
131a
131
1343
132c
132b
132a
132
1344
1345
DR2
DR1
1347
13G

FIG.23

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/020272

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G03B15/00(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G01B11/25(2006.01)i, G02B7/02(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i
FI: G02B7/02F, G01B11/25H, G01B11/00H, G02B7/02Z, G03B15/00T, H04N5/225400, H04N5/225430, H04N5/225600
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. G03B15/00, G01B11/00, G01B11/25, G02B7/02, H04N5/225

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. |
|---|---|---|
| X<br>Y | WO 2017/212570 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 14.12.2017 (2017-12-14), paragraphs [0012]-[0038], fig. 1-3 | 1-2<br>3, 11-17 |
| X<br>Y | JP 2001-272587 A (KONICA CORPORATION) 05.10.2001 (2001-10-05), paragraphs [0034]-[0041], fig. 2 | 1, 4-5, 7<br>3, 6, 11-17 |
| X<br>Y | JP 2008-176078 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 31.07.2008 (2008-07-31), paragraphs [0028]-[0120], fig. 1, 2 | 1, 4, 8-9<br>6, 11-17 |
| X<br>Y | JP 2008-304641 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 18.12.2008 (2008-12-18), paragraphs [0016]-[0060], fig. 1-7 | 1, 4, 8, 10<br>6, 11-17 |
| Y | JP 2012-79294 A (CANON INC.) 19.04.2012 (2012-04-19), paragraphs [0011], [0012], fig. 1-3 | 11-17 |

☒ 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 |
|---|---|
| 15.07.2020 | 04.08.2020 |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2020/020272

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| Y | JP 2008-046561 A (KONICA MINOLTA OPTO INC.) 28.02.2008 (2008-02-28), paragraphs [0099]-[0101] | 14-17 |
| Y | WO 2010/134376 A1 (KONICA MINOLTA OPTO INC.) 25.11.2010 (2010-11-25), paragraphs [0040], [0041] | 14-17 |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/020272

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17 (2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: WO 2017/212570 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 14.12.2017 (2017-12-14), paragraphs [0012]-[0038], fig. 1-3
& EP 3460553 A, paragraphs [0012]-[0038], fig. 1-3 & CN 109313320 A

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The claims are classified into the two inventions below.

(Invention 1) Claims 1-13

Document 1 discloses "an optical antenna device provided with: a lens optical system 13; an optical input and output plate 20; and a shaft group comprising a first shaft part 15A-15D formed of a material having a linear expansion coefficient α and a second shaft part 16A-16D formed of a material having a linear expansion rate β, wherein the amount of change Δf in the focal length f of the lens optical system 13 according to a temperature change ΔT is canceled out by the amount of change ΔL1 in the flange focal distance of the shaft group". In light of document 1, claims 1-2 lack novelty, and thus do not have a special technical feature.

However, claim 3 that depends from claim 1 has the special technical feature wherein "the optical lens has the focal point position changed with rise in the temperature in a direction away from the optical lens".

In addition, claims 4-13 depend from claim 1, and thus have a high technical relevance to claim 1.

Accordingly claims 1-13 are classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 14-17

Claims 14-17 cannot be said to have the same or corresponding technical features between these claims and claims 1-13 classified as invention 1.

In addition, claims 14-17 do not depend from claim 1 classified as invention 1, and have a low technical relevance to the claim. Thus, it is not considered that claims 14-17 have a link of invention to claim 1.

Furthermore, claims 14-17 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Accordingly claims 14-17 cannot be identified as invention 1.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/020272

| | | |
|---|---|---|
| WO 2017/212570 A1 | 14.12.2017 | EP 3460553 A1<br>paragraphs [0012]-[0038], fig. 1-3<br>CN 109313320 A |
| JP 2001-272587 A | 05.10.2001 | (Family: none) |
| JP 2008-176078 A | 31.07.2008 | (Family: none) |
| JP 2008-304641 A | 18.12.2008 | (Family: none) |
| JP 2012-79294 A | 19.04.2012 | US 2013/0156268 A1<br>paragraphs [0027], [0028], fig. 1-3<br>GB 201303958 D<br>GB 2497031 A<br>WO 2012/033109 A1<br>DE 112011102991 B<br>CN 103098091 A |
| JP 2008-046561 A | 28.02.2008 | US 2008/0043347 A1<br>paragraphs [0138]-[0140] |
| WO 2010/134376 A1 | 25.11.2010 | (Family: none) |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/020272

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G03B 15/00(2006.01)i; G01B 11/00(2006.01)i; G01B 11/25(2006.01)i; G02B 7/02(2006.01)i; H04N 5/225(2006.01)i
FI: G02B7/02 F; G01B11/25 H; G01B11/00 H; G02B7/02 Z; G03B15/00 T; H04N5/225 400; H04N5/225 430; H04N5/225 600

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））

G03B15/00; G01B11/00; G01B11/25; G02B7/02; H04N5/225

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 |
|---|---|---|
| X | WO 2017/212570 A1 (三菱電機株式会社) 14.12.2017 (2017-12-14)<br>[0012]-[0038], 図1-3 | 1-2 |
| Y | | 3, 11-17 |
| X | JP 2001-272587 A (コニカ株式会社) 05.10.2001 (2001-10-05)<br>[0034]-[0041], 図2 | 1, 4-5, 7 |
| Y | | 3, 6, 11-17 |
| X | JP 2008-176078 A (住友電気工業株式会社) 31.07.2008 (2008-07-31)<br>[0028]-[0120], 図1-2 | 1, 4, 8-9 |
| Y | | 6, 11-17 |
| X | JP 2008-304641 A (住友電気工業株式会社) 18.12.2008 (2008-12-18)<br>[0016]-[0060], 図1-7 | 1, 4, 8, 10 |
| Y | | 6, 11-17 |
| Y | JP 2012-79294 A (キヤノン株式会社) 19.04.2012 (2012-04-19)<br>[0011]-[0012], 図1-3 | 11-17 |

☑ 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 |
|---|---|
| 15.07.2020 | 04.08.2020 |

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）
三宅　克馬 2V 1571
電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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 2008-046561 A（コニカミノルタオプト株式会社）28.02.2008（2008－02－28）<br>[0099]-[0101] | 14-17 |
| Y | WO 2010/134376 A1（コニカミノルタオプト株式会社）25.11.2010（2010－11－25）<br>[0040]-[0041] | 14-17 |

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/020272

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

文献1: WO 2017/212570 A1（三菱電機株式会社）14.12.2017(2017-12-14)
[0012]-[0038], 図1-3
& EP 3460553 A
[0012]-[0038], FIGs. 1-3
& CN 109313320 A

請求の範囲は、以下の２つの発明に区分される。

（発明１）請求項1-13
文献1には「レンズ光学系１３と、光入出力プレート２０と、線膨張係数αを有する材料で構成されている第１シャフト部１５Ａ～１５Ｄ及び線膨張率βを有する材料で構成されている第２シャフト部１６Ａ～１６Ｄからなるシャフト群とを備え、温度変化ΔＴに応じたレンズ光学系１３の焦点距離ｆの変化量Δｆが、シャフト群のフランジバック変化量ΔＬ１によって打ち消される、光アンテナ装置」が記載されており、請求項1-2は、文献1により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。
しかしながら、請求項1の従属請求項である請求項3は、「前記光学レンズが、温度の上昇に伴って前記焦点位置が当該光学レンズから遠ざかる方向に変化するものである」という特別な技術的特徴を有している。
また、請求項4-13は請求項1の従属請求項であり、請求項1との技術的関連性が高い。
したがって、請求項1-13を発明１に区分する。

（発明２）請求項14-17
請求項14-17は、発明１に区分された請求項1-13と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。
また、請求項14-17は、発明１に区分された請求項1の従属請求項ではなく、技術的関連性も低い。このため、請求項14-17が請求項1に対して発明の連関性を有しているとは認められない。
さらに、請求項14-17は、発明１に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。
したがって、請求項14-17は発明１に区分できない。

1. ☑ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☑ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

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/JP2020/020272

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|---|---|---|---|
| WO 2017/212570 A1 | 14.12.2017 | EP 3460553 A1<br>[0012]-[0038], FIGs. 1-3<br>CN 109313320 A | |
| JP 2001-272587 A | 05.10.2001 | （ファミリーなし） | |
| JP 2008-176078 A | 31.07.2008 | （ファミリーなし） | |
| JP 2008-304641 A | 18.12.2008 | （ファミリーなし） | |
| JP 2012-79294 A | 19.04.2012 | US 2013/0156268 A1<br>[0027]-[0028], FIGs. 1-3<br>GB 201303958 D<br>GB 2497031 A<br>WO 2012/033109 A1<br>DE 112011102991 B<br>CN 103098091 A | |
| JP 2008-046561 A | 28.02.2008 | US 2008/0043347 A1<br>[0138]-[0140] | |
| WO 2010/134376 A1 | 25.11.2010 | （ファミリーなし） | |