

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/010707 A1

PCT

(43) 国際公開日
2010 年 1 月 28 日(28.01.2010)

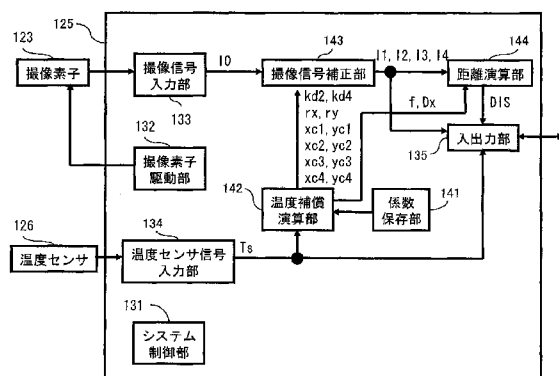
- (51) 国際特許分類:
G01C 3/06 (2006.01) G03B 13/36 (2006.01)
G02B 7/28 (2006.01) G03B 35/10 (2006.01)
G02B 7/34 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/003464
- (22) 国際出願日: 2009 年 7 月 23 日(23.07.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-189562 2008 年 7 月 23 日(23.07.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 飯島友邦 (IIJIMA, Tomokuni). 玉木悟史 (TAMAKI, Satoshi).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町 1 2 3 番地の 1 貿易ビル 3 階 Hyogo (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, 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, 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 (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,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PICKUP DEVICE AND SEMICONDUCTOR CIRCUIT ELEMENT

(54) 発明の名称: 撮像装置及び半導体回路素子

[図13]



- 123 Image Pickup Element
126 Temperature Sensor
131 System Controller
132 Image Pickup Element Driver
133 Image Pickup Signal Input Unit
134 Temperature Sensor Signal Input Unit
135 Input/Output Unit
141 Coefficient Storage Unit
142 Temperature Compensation Computer
143 Image Pickup Signal Correction Unit
144 Distance Computer

(57) Abstract: Disclosed is an image pickup device that is equipped with a lens array, which includes a plurality of lenses, a plurality of image pickup zones (123), which are provided corresponding on a one-to-one basis with the plurality of lenses, and each of which possesses a light receiving face that is roughly perpendicular to the direction of the light axis of the lens to which it corresponds, a temperature sensor (126), which is disposed, and detects the temperature, in the vicinity of the lens array, a correction coefficient generator (142), which generates correction coefficients based on the temperature, which include correction coefficients that correlate to the magnification of the image picked up in each image pickup zone, and correction computers (143, 144), which correct the image pickup signals produced in the image pickup zones based on the correction coefficients, and which compute the parallax using the corrected image pickup signals.

(57) 要約: 本発明の撮像装置は、複数のレンズを含むレンズアレイと、前記複数のレンズと一対一に対応して設けられ、対応する前記レンズの光軸方向に対して略垂直な受光面をそれぞれ有する複数の撮像領域(123)と、レンズアレイの近傍に配置され温度を検知する温度センサ(126)と、温度に基づいて撮像領域で撮像された画像の倍率に相関する補正係数を含む補正係数を作成する補正係数作成部(142)と、補正係数に基づいて、撮像領域において生成された撮像信号を補正するとともに該補正後の撮像信号を用いて視差を演算する補正演算部(143,144)と、を備える。

WO 2010/010707 A1



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 撮像装置及び半導体回路素子

技術分野

[0001] 本発明は、距離計測可能な撮像装置及びその撮像装置に用いられる半導体回路素子に関する。

背景技術

[0002] 距離計測が可能な従来の撮像装置として、特許文献１の撮像装置がある。

図２４は、特許文献１の撮像装置の分解斜視図である。また、図２５は、同じく撮像装置の撮像ブロックを説明するための図である。図２４及び図２５に示すように、複眼撮像系である撮像装置９０１は、絞り部材９０２と、光学レンズアレイ９０３と、遮光ブロック９０４と、光学フィルタ９０６と、撮像ユニット９０７とを備えている。この撮像装置９０１において、４つの開口部９０２－１、９０２－２、９０２－３、９０２－４を持つ絞り部材９０２と、４つの光学ブロック（レンズ）９０３－１、９０３－２、９０３－３、９０３－４を持つ光学レンズアレイ９０３とにより、４つの撮像光学系が構成されており、それぞれを通過した光線がそれぞれ撮像ユニット９０７上の４つの撮像ブロック９０７－１、９０７－２、９０７－３、９０７－４に結像する。ＣＣＤセンサなどで形成された撮像ユニット９０７は、当該撮像ユニット９０７を駆動する駆動回路９０８と、これら複数の撮像ブロック９０７－１～９０７－４により撮像された画像間の視差情報を算出する視差算出回路９０９と共に、半導体基板９１０上に形成される。

[0003] 上述したように、絞り部材９０２の開口部９０２－１～９０２－４を通過した光線は、それぞれレンズ９０３－１～９０３－４により屈折作用を受けた後、遮光ブロック９０４内及び光学フィルタ９０６を通過し、撮像ブロック９０７－１～９０７－４に結像する。そして、例えば、撮像ブロック９０７－１により撮像された画像と撮像ブロック９０７－２により撮像された画像との類似度をブロックマッチングを用いて演算し、その類似度に基づき視

差 d を求めた後、下記式 (1) のように、視差 d から距離 L を求める。ここで、 f はレンズ 903-1 及び 903-2 の焦点距離であり、 B はレンズ 903-1 及び 903-2 の光軸の間隔であり、 p はレンズ 903-1 と 903-2 との光軸を結ぶ方向の撮像ユニット 907 の画素間隔である。

$$L = (f * B) / (p * d) \dots (1)$$

[0004] しかしながら、レンズアレイ 903 は温度変化により変形し、それに伴いレンズの光軸の間隔 B が変化するため、温度が変化すると正しく距離を求められない。

[0005] このような温度変化に対応する撮像装置が特許文献 2 に開示されている。その構造は温度センサを有している点を除いて特許文献 1 の撮像装置と同様であるため、図 24 を参照しながら説明すると、特許文献 2 の撮像装置は、等間隔に配置されたレンズ 903-1 ~ 903-4 と、それらのレンズ 903-1 ~ 903-4 近傍の温度 T を測定する温度センサとを備え、その温度 T を用いて、撮像ブロック 907-1 ~ 907-4 により撮像された画像 I_1 ~ I_4 を補正する。

[0006] より詳細に説明すると、この撮像装置は、下記式 (2) のように、基準温度 T_0 に対する温度変化量 ($T - T_0$) を演算し、レンズアレイの熱線膨張率 a_L と撮像ユニット 907 の線膨張率 a_S との差 ($a_L - a_S$) に基づき、温度変化による各レンズの光軸の間隔 B の変化量 z を求める。そして、下記式 (3) のように、撮像ブロック 907-1 により撮像された画像 I_1 を基準として、下記式 (4)、(5) 及び (6) のように、撮像ブロック 907-2、907-3、907-4 により撮像された画像 I_2 、 I_3 、 I_4 を、各レンズの光軸の間隔の変化分だけ補正する。ここで、レンズ 903-1 及び 903-2、並びにレンズ 903-3 及び 903-4 がそれぞれ互いに x 軸方向に離れて配置され、レンズ 903-1 及び 903-3、並びにレンズ 903-2 及び 903-4 がそれぞれ互いに y 軸方向に離れて配置されている。そして、 p は撮像ユニット 907 画素間隔であり、 x 軸方向と y 軸方向とで同一である。 $I_1(x, y)$ 、 $I_2(x, y)$ 、 $I_3(x, y)$ 、 I

4 (x, y) は座標 (x, y) における各画像の輝度を示す。温度変化により、レンズ 903-1 と比較し、レンズ 903-2 は x 軸方向に z/p 画素だけ移動するため、式 (4) のように、 $I_2(x, y)$ を x 軸方向に z/p だけ移動するように補正する。また、温度変化により、レンズ 903-3 は、レンズ 903-1 と比較して y 軸方向に z/p 画素だけ移動するため、式 (5) のように、 $I_3(x, y)$ を y 軸方向に z/p だけ移動するように補正する。さらに、温度変化により、レンズ 903-4 は、レンズ 903-1 と比較して x 軸方向に z/p 画素、y 軸方向に z/p 画素だけ移動するため、式 (6) のように、 $I_4(x, y)$ を x 軸方向に z/p 画素、y 軸方向に z/p 画素だけ移動するように補正する。

$$z = B(a_L - a_S)(T - T_0) \cdots (2)$$

$$I_1(x, y) = I_1(x, y) \cdots (3)$$

$$I_2(x, y) = I_2(x+z/p, y) \cdots (4)$$

$$I_3(x, y) = I_3(y, x+z/p) \cdots (5)$$

$$I_4(x, y) = I_4(x+z/p, y+z/p) \cdots (6)$$

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開 2003-143459 号公報

特許文献2：特開 2002-204462 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 前述のように、特許文献 2 に記載された従来の撮像装置は、撮像ブロック 907-1 により撮像された画像 I_1 を基準として、式 (4)、(5) 及び (6) のように、撮像ブロック 907-2、907-3、907-4 により撮像された画像 I_2 、 I_3 、 I_4 を、レンズの光軸の間隔の変化分だけ補正する。

[0009] しかしながら、特許文献 2 に記載された従来の撮像装置は、光軸は補正さ

れるが、撮像された画像の倍率の変化は考慮されない。すなわち、レンズアレイの温度変化により、屈折率が変化し、レンズの焦点距離 f が変化する。また、鏡筒の温度変化により、レンズアレイから撮像領域までの距離が変化する。これらの場合、いずれも、撮像された画像の倍率が変化する。そのため、その倍率の変化分だけ演算される視差及び被写体距離が変化するため、距離演算精度が悪化する。

[0010] 本発明は、上記問題に鑑みなされたもので、温度が変化し、撮像された画像の倍率が変化しても、高精度な距離計測を可能にする撮像装置及びその撮像装置に用いられる半導体回路素子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

[0011] 上記課題を解決するために、本発明の撮像装置は、複数のレンズを含むレンズアレイと、前記複数のレンズと一対一に対応して設けられ、対応する前記レンズの光軸方向に対して略垂直な受光面をそれぞれ有する複数の撮像領域と、前記レンズアレイの近傍に配置され温度を検知する温度センサと、前記温度センサにより検知された温度に基づいて、前記撮像領域で撮像された画像の倍率に相関する補正係数（以下、倍率相関補正係数という）を含む補正係数を作成する補正係数作成部と、前記補正係数に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するとともに該補正後の撮像信号を用いて視差を演算する補正演算部と、を備える。ここで、「撮像領域で撮像された画像の倍率に相関する補正係数」とは、撮像領域で撮像された画像の倍率と相関関係を有する物理量を補正する補正係数を意味し、典型的には、撮像領域で撮像された画像の倍率自体、及び複数のレンズの各々の焦点距離が該当する。また、これらと相関関係を有する、レンズアレイを収容する鏡筒の伸び又は縮み、複数のレンズの各々の屈折率等も該当する。

[0012] この構成によれば、温度センサにより検知された温度に基づいて作成された、撮像領域で撮像された画像の倍率に相関する補正係数に基づいて、撮像領域において生成された撮像信号を補正し及び／又はその補正後の撮像信号

を用いて視差を演算するので、温度が変化し、撮像された画像の倍率が変化しても、その温度変化による倍率の変化を補償することができる。その結果、高精度な距離計測が可能になる。

[0013] 前記補正係数作成部は、前記温度センサにより検知された温度に基づいて、前記倍率相関補正係数として、前記レンズアレイ及び前記複数の撮像領域を収容する鏡筒の伸び又は縮みを補正する倍率を作成するよう構成されており、前記補正演算部は、前記倍率に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するよう構成されていてもよい。

[0014] この構成によれば、温度が変化し、鏡筒が伸びても、その鏡筒の伸び又は縮みによって生じる、撮像領域で撮像される画像の倍率変化を補償することができる。

[0015] 前記補正係数作成部は、前記温度センサにより検知された温度に基づいて、前記倍率相関補正係数として、前記レンズアレイの屈折率または焦点距離の変化を補正する倍率を作成するよう構成されており、前記補正演算部は、前記倍率に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するよう構成されていてもよい。

[0016] この構成によれば、温度が変化し、レンズアレイの屈折率または焦点距離が変化しても、その変化によって生じる、撮像領域で撮像された画像の倍率変化を補償することができる。

[0017] また、前記補正係数作成部は、前記複数の撮像領域のそれぞれに対する前記倍率相関補正係数を前記温度の変化に対して同一の割合だけ変化させるように作成してもよい。

[0018] 1つの鏡筒と複数のレンズを含む1つのレンズアレイとを用いて構成される撮像装置において、複数の撮像領域に対して1つの倍率相関補正係数が作成されるため、その分だけ、演算時間を削減でき、低コストで高精度に距離演算する撮像装置を実現することができる。

[0019] また、本発明の半導体回路素子は、複数のレンズを含むレンズアレイと、前記複数のレンズと一対一に対応して設けられ、対応する前記レンズの光軸

方向に対して略垂直な受光面をそれぞれ有する複数の撮像領域とを有する撮像装置に用いられる半導体回路素子であって、前記レンズアレイの近傍に配置された温度センサによって検知された温度に基づいて、前記撮像領域で撮像された画像の倍率に相関する補正係数（以下、倍率相関補正係数という）を含む補正係数を作成する補正係数作成部と、前記補正係数に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するとともに該補正後の撮像信号を用いて視差を演算する補正演算部と、を備える。

[0020] この構成によれば、温度センサにより検知された温度に基づいて作成された、撮像領域で撮像された画像の倍率に相関する補正係数に基づいて、撮像領域において生成された撮像信号を補正し及び／又はその補正後の撮像信号を用いて視差を演算するので、温度が変化し、撮像された画像の倍率が変化しても、その温度変化による倍率の変化を補償することができる。その結果、高精度な距離計測が可能になる。

[0021] 本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、温度変化が変化し、撮像された画像の倍率が変化しても、それを補償するため、高精度な距離計測が可能となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1] 図1は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の構成を示す断面図である。

[図2] 図2は本発明の実施の形態1に係る撮像装置のレンズアレイの構成を示す平面図である。

[図3] 図3は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の回路部の構成を示す平面図である。

[図4] 図4は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の撮像素子の構成を示す平面図である。

[図5] 図5は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の温度センサの回路図であ

る。

[図6] 図6は本発明の実施の形態1に係る撮像装置において、無限遠にある物体像の位置を説明するための図である。

[図7] 図7は本発明の実施の形態1に係る撮像装置において、有限距離の位置にある物体像の位置を説明するための図である。

[図8] 図8は本発明の実施の形態1に係る鏡筒伸びによる倍率変化を説明する図である。

[図9] 図9は本発明の実施の形態1に係る鏡筒伸びの温度補正の原理を説明する図である。

[図10] 図10は本発明の実施の形態1に係る鏡筒伸びの温度補正の効果を説明する図である。

[図11] 図11は本発明の実施の形態1に係る温度に対する屈折率と焦点距離の変化を説明する図である。

[図12] 図12は本発明の実施の形態1に係る焦点距離変化による倍率変化を説明する図である。

[図13] 図13は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図14] 図14は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の動作を示すフローチャートである。

[図15] 図15は本発明の実施の形態1に係る係数保存部を説明するための図である。

[図16] 図16は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の撮像信号の切り出し位置を説明するための図である。

[図17] 図17は本発明の実施の形態1に係る撮像装置の距離演算部の動作を示すフローチャートである。

[図18] 図18は本発明の実施の形態1に係る撮像装置において、ブロック分割を説明する図である。

[図19] 図19は本発明の実施の形態1に係る撮像装置において、第1の撮像

信号と第２の撮像信号を利用したときの視差演算における視差評価値の演算領域を説明する図である。

[図20] 図２０は本発明の実施の形態１に係る撮像装置の第１の撮像信号と第２の撮像信号を利用したときの視差演算におけるずらし量と視差評価値との関係を説明する図である。

[図21] 図２１は実施の形態１の変形例２に係る撮像装置のレンズアレイの構成を示す平面図である。

[図22] 図２２は実施の形態１の変形例３に係る撮像装置のレンズアレイの構成を示す平面図である。

[図23] 図２３は本発明の実施の形態２に係る撮像装置のレンズアレイの構成を示す平面図である。

[図24] 図２４は従来の撮像装置の分解斜視図である。

[図25] 図２５は従来の撮像装置の撮像ブロックを説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の好ましい実施の形態を、図面を参照しながら説明する。

[0025] (実施の形態１)

本発明の実施の形態１に係る撮像装置は、温度センサにより検知された温度に基づき複数のレンズの光軸の間隔の変化量を求め、複数のレンズの光軸原点を変化量の半分だけ移動し、光軸原点周りの歪みをなくすように画像を補正する。これにより、歪みの影響を適切に低減できるため、高精度な視差を検知でき、高精度に距離測定できる。また、温度センサにより検知された温度に基づいて画像の倍率を補正するので、より高精度に距離測定できる。

[0026] [構成及び動作]

図１は、本発明の実施の形態１に係る撮像装置の構成を示す断面図である。図１に示すように、撮像装置１０１は、回路部１２０と、その回路部１２０の上方に設けられたレンズモジュール部１１０とを備えている。

[0027] レンズモジュール部１１０は、円筒状の鏡筒１１１と、その鏡筒１１１の開口を覆う上部カバーガラス１１２と、その上部カバーガラス１１２の下方

であって鏡筒 111 の内部に設けられたレンズアレイ 113 とを有している。また、回路部 120 は、基板 121 と、その基板 121 上に設けられたパッケージ 122、撮像素子 123、パッケージカバーガラス 124、半導体回路素子であるシステム LSI（以下、SLSI と記す）125、及びレンズアレイ 113 近傍の温度を検出する温度センサ 126 とを有している。

[0028] 鏡筒 111 は、上述のとおり円筒状であって、その内壁面は光の乱反射を防止するためにつやが消された黒で着色されており、樹脂を射出成形し形成される。上部カバーガラス 112 は、円盤状であり、光学ガラス材あるいは透明樹脂などから形成され、鏡筒 111 の上部の内壁に接着剤などにより固着され、その表面には摩擦などによる損傷を防止する保護膜と、入射光の反射を防止する反射防止膜とが設けられている。

[0029] 図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置のレンズアレイの構成を示す平面図である。レンズアレイ 113 は、略円盤状であり、光学ガラス材又は透明樹脂などから形成され、円形の第 1 のレンズ部 113 a、第 2 のレンズ部 113 b、第 3 のレンズ部 113 c、及び第 4 のレンズ部 113 d が 2 行 2 列で碁盤目状に配設されている。第 1 ～第 4 のレンズ部 113 a ～ 113 d の配置方向に沿って、図 2 に示すように x 軸及び y 軸を設定する。第 1 のレンズ部 113 a、第 2 のレンズ部 113 b、第 3 のレンズ部 113 c、及び第 4 のレンズ部 113 d において、被写体側から入射した光は、撮像素子 123 側へ射出され、撮像素子 123 上に 4 つの像が結像される。なお、図 2 に示すように、第 1 のレンズ部 113 a の光軸及び第 2 のレンズ部 113 b の光軸は、x 軸方向では D_x だけ離れており、y 軸方向では一致する。第 1 のレンズ部 113 a の光軸及び第 3 のレンズ部 113 c の光軸は、x 軸方向では一致しており、y 軸方向では D_y だけ離れている。第 3 のレンズ部 113 c の光軸及び第 4 のレンズ部 113 d の光軸は、x 軸方向では D_x だけ離れており、y 軸方向は一致する。第 4 のレンズ部 113 d の光軸及び第 1 のレンズ部 113 a の光軸は、x 軸方向では D_x だけ離れており、y 軸方向では D_y だけ離れている。

- [0030] 基板 1 2 1 は、樹脂基板から構成され、上面に鏡筒 1 1 1 がその底面を接して接着剤などにより固着される。このようにして、レンズモジュール部 1 1 0 と回路部 1 2 0 とが固定され、撮像装置 1 0 1 を構成する。
- [0031] パッケージ 1 2 2 は、金属端子を有する樹脂からなり、鏡筒 1 1 1 の内側において、基板 1 2 1 の上面にその金属端子部が半田づけ等されて固着される。
- [0032] 撮像素子 1 2 3 は、CCD センサや CMOS センサのような固体撮像素子であり、その受光面が第 1 のレンズ部 1 1 3 a、第 2 のレンズ部 1 1 3 b、第 3 のレンズ部 1 1 3 c、及び第 4 のレンズ部 1 1 3 d の光軸と略垂直になるようにして配置される。撮像素子 1 2 3 の各端子は、パッケージ 1 2 2 の内側の底部の金属端子にワイヤーボンディングにより金線 1 2 7 で接続され、基板 1 2 1 を介して、S L S I 1 2 5 と電氣的に接続される。撮像素子 1 2 3 の受光面に、第 1 のレンズ部 1 1 3 a、第 2 のレンズ部 1 1 3 b、第 3 のレンズ部 1 1 3 c、及び第 4 のレンズ部 1 1 3 d から射出された光がそれぞれ結像し、その光の情報がフォトダイオードにより電気の情報へ変換され、その電気の情報が S L S I 1 2 5 に転送される。
- [0033] 図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置の回路部 1 2 0 の構成を示す平面図である。パッケージカバーガラス 1 2 4 は、平板状であり、透明樹脂により形成され、パッケージ 1 2 2 の上面に接着などにより固着される。なお、図 3 においては、便宜上、パッケージカバーガラス 1 2 4 を透して見える撮像素子 1 2 3 などは省略する。
- [0034] S L S I 1 2 5 は、後述の方法で、撮像素子 1 2 3 を駆動し、撮像素子 1 2 3 からの電気情報を入力し、各種演算を行い、上位 CPU と通信を行い、外部に画像情報や距離情報などを出力する。なお、S L S I 1 2 5 は、電源（例えば 3.3 V）とグランド（例えば、0 V）に接続される。
- [0035] 図 4 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置の撮像素子の構成を示す平面図である。図 4 に示すように、撮像素子 1 2 3 は、第 1 の撮像領域 1 2 3 a、第 2 の撮像領域 1 2 3 b、第 3 の撮像領域 1 2 3 c、及び第 4 の撮像領域

域 1 2 3 d を含んで構成されている。これらの第 1 ～第 4 の撮像領域 1 2 3 a ～ 1 2 3 d は、それぞれの受光面が、第 1 ～第 4 のレンズ部 1 1 3 a ～ 1 1 3 d の光軸と略垂直になるようにして 2 行 2 列で配置される。これらの各撮像領域 1 2 3 a ～ 1 2 3 d にて撮像信号が生成される。

[0036] 図 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置の温度センサの回路図である。図 5 に示すように、温度センサ 1 2 6 は、第 1 の固定抵抗 1 2 6 a とサーミスタ 1 2 6 b と第 2 の固定抵抗 1 2 6 c とが直列に接続されて構成されている。ここで、第 1 の固定抵抗 1 2 6 a の他端（サーミスタ 1 2 6 b に接続されない端）は電源 1 2 6 d（例えば 3.3 V）に接続され、第 2 の固定抵抗 1 2 6 c の他端（サーミスタ 1 2 6 b に接続されない端）はグランド 1 2 6 e（例えば、0 V。S L S I 1 2 5 のグランドと同一電位）に接続される。また、第 1 の固定抵抗 1 2 6 a とサーミスタ 1 2 6 b との接続点 1 2 6 f が S L S I 1 2 5 に接続されている。

[0037] 次に、被写体距離と視差との関係を説明する。本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置は、4 つのレンズ部（第 1 のレンズ部 1 1 3 a、第 2 のレンズ部 1 1 3 b、第 3 のレンズ部 1 1 3 c、及び第 4 のレンズ部 1 1 3 d）を有するため、4 つのレンズ部がそれぞれ形成する 4 つの物体像の相対的位置が、被写体距離に応じて変化する。

[0038] 図 6 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置において、無限遠にある物体像の位置を説明するための図である。図 6 においては、簡単のため、レンズアレイ 1 1 3 において、第 1 のレンズ部 1 1 3 a、及び第 2 のレンズ部 1 1 3 b のみを記す。無限遠の物体 1 0 からの光の第 1 のレンズ部 1 1 3 a への代表的な入射光 L 1 と、第 2 のレンズ部 1 1 3 b への代表的な入射光 L 2 とは平行である（ここで、物体 1 0 は 2 つ描画されているが、単一である。無限遠の物体 1 0 を有限な紙面上に描画できない。そのため、入射光 L 1 と入射光 L 2 とが平行であることを明示するために、2 つの位置の無限遠の物体 1 0 を描画している）。このため、第 1 のレンズ部 1 1 3 a の光軸と第 2 のレンズ部 1 1 3 b の光軸との間の距離と、撮像素子 1 2 3 上の物体像 1 1

aが結像される位置と物体像11bが結像される位置との間の距離は等しい。すなわち、視差はない。

[0039] 図7は、本発明の実施の形態1に係る撮像装置において、有限距離の位置にある物体の位置を説明するための図である。図7において、簡単のため、レンズアレイ113において、第1のレンズ部113a、及び第2のレンズ部113bのみを記す。有限距離の物体12からの光の第1のレンズ部113aへの代表的な入射光L1と第2のレンズ部113bへの代表的な入射光L2とは平行ではない。従って、第1のレンズ部113aの光軸と第2のレンズ部113bの光軸との間の距離に比べて、撮像素子123上の物体像13aが結像される位置と物体像13bが結像される位置との間の距離は長い。すなわち、視差がある。

[0040] 第1のレンズ部113aの主点から物体（被写体）12までの距離（被写体距離）をA、第1のレンズ部113aと第2のレンズ部113bとの光軸間距離をD、レンズ部113a、113bの焦点距離をfとすると、図7の直角を挟む2辺の長さがA、Dの直角三角形と、直角を挟む2辺の長さがf、 Δ の直角三角形とが相似であることより、視差値 Δ は、下記式（7）のよう表される。

$$\Delta = f * D / A \quad \dots (7)$$

[0041] その他のレンズ部についても同様の関係が成立する。このように、被写体距離に応じて4つのレンズ部113a、113b、113c、113dがそれぞれ形成する4つの物体像の相対的位置が変化する。例えば、被写体距離Aが小さくなると、視差値 Δ が大きくなる。そこで、下記式（8）のように、式（7）を被写体距離Aについて解くことにより、視差値 Δ から被写体距離Aを求めることができる。

$$A = f * D / \Delta \quad \dots (8)$$

[0042] 次に、光軸中心の温度補償の原理を説明する。図2の矢印のように、温度上昇に伴いレンズアレイ113が膨張し光軸中心がレンズ外側に移動する。レンズアレイが温度上昇に比例し等方的に膨張すると仮定すると、光軸中心

の間隔は、下記式（９）、（１０）で表される。ここで、 ddx は温度上昇に伴う光軸間の間隔の x 方向の変化量であり、単位は撮像素子１２３の受光素子の間隔である。また、 ddy は温度上昇に伴う光軸間の間隔の y 方向の変化量であり、単位は撮像素子１２２の受光素子の間隔である。また、 Dx は基準温度 T_{h0} における x 方向のレンズ間の光軸の間隔であり、 Dy は基準温度 T_{h0} における y 方向のレンズ間の光軸の間隔であり、 a_L はレンズアレイ１１３の熱線膨張率であり、 a_S は撮像素子１２３の熱線膨張率であり、 T は温度であり、 T_{h0} は基準温度であり、 p は撮像素子１２３の受光素子の間隔である。

$$ddx = Dx * (a_L - a_S) * (T - T_{h0}) / p \dots (9)$$

$$ddy = Dy * (a_L - a_S) * (T - T_{h0}) / p \dots (10)$$

[0043] そして、温度上昇に伴い各レンズ部の光軸中心は等方的に膨張するため、図２のように、温度上昇に伴うレンズ間の光軸間の間隔の変化の半分（ x 方向に $p*ddx/2$ 、 y 方向に $p*ddy/2$ ）だけ移動する。すなわち、第１のレンズ部１１３ａの光軸中心は、 x 方向に $-p*ddx/2$ 、 y 方向に $-p*ddy/2$ だけ移動する。また、第２のレンズ部１１３ｂの光軸中心は、 x 方向に $+p*ddx/2$ 、 y 方向に $-p*ddy/2$ だけ移動する。また、第３のレンズ部１１３ｃの光軸中心は、 x 方向に $-p*ddx/2$ 、 y 方向に $+p*ddy/2$ だけ移動する。また、第４のレンズ部１１３ｄの光軸中心は、 x 方向に $+p*ddx/2$ 、 y 方向に $+p*ddy/2$ だけ移動する。

[0044] したがって、温度 T を検知し、その温度 T からレンズアレイ１１３の各レンズ間の光軸の間隔の変化 ddx 、 ddy を求め、その変化 ddx 、 ddy の半分だけレンズアレイ１１３の各レンズの光軸が移動すると推定し補償することにより、温度変化に伴うレンズアレイ１１３の膨張の影響を低減し、正確な視差を求めることができ、それゆえ、正確な距離を求めることができる。

[0045] 次に、温度変化による鏡筒伸びの影響を低減するための温度補正の原理を説明する。図８は、本発明の実施の形態１に係る鏡筒伸びによる倍率変化を説明する図である。図８において、説明を簡単にするため、第１のレンズ部１１３ａに関する部分のみを示す。図８（ａ）は、基準温度 T_{h0} における倍率の説明を示し、図８（ｂ）は、基準温度よりも高い温度 T_h における倍

率の説明を示す。基準温度 T_{h0} において、図 8 (a) のように、第 1 のレンズ部 113a の主点 H から被写体 14 までの距離は A であり、第 1 のレンズ部 113a の主点 H から第 1 の撮像領域 123a 上の被写体像 15a までの距離は B である。被写体 14 の下端からの主光線 L11 は、被写体 14 の下端を発し、第 1 のレンズ部 113a の主点 H を通り、被写体像 15a の上端に達する。一方、被写体 14 の上端からの主光線は、被写体 14 の上端を発し、第 1 のレンズ部 113a の主点 H を通り、被写体像 15a の下端に達する。ここで、被写体 14 の下端、上端、主点 H を結ぶ三角形と、被写体像 15a の上端、下端、主点 H を結ぶ三角形は相似であるため、下記式 (110) のように、被写体 14 の長さ X に対する被写体像 15a の長さ Y_a の比で示される基準温度 T_{h0} における倍率 $\beta(T_{h0})$ は、被写体 14 から主点 H までの距離 A に対する主点 H から被写体像 15a までの距離 B との比となる。

$$\beta(T_{h0}) = Y_a/X = B/A \cdots (110)$$

[0046] 一方、温度 T_h において、図 8 (b) のように、第 1 のレンズ部 113a の主点 H から被写体 14 までの距離は A であり、第 1 のレンズ部 113a の主点 H から第 1 の撮像領域 123a 上の被写体像 15b までの距離は $B \cdot (1 + \alpha)$ である。温度上昇により、鏡筒 111 が伸びるため、基準温度 T_{h0} に対して、温度 T_h では α 倍分だけ第 1 のレンズ部 113a の主点 H から第 1 の撮像領域 123a 上の被写体像 15b までの距離が増加する。被写体 14 の下端からの主光線 L11 は、被写体 14 の下端を発し、第 1 のレンズ部 113a の主点 H を通り、被写体像 15b の上端に達する。一方、被写体 14 の上端からの主光線は、被写体 14 の上端を発し、第 1 のレンズ部 113a の主点 H を通り、被写体像 15b の下端に達する。ここで、被写体 14 の下端、上端、主点 H を結ぶ三角形と、被写体像 15b の上端、下端、主点 H を結ぶ三角形は相似であるため、下記式 (111) のように、被写体 14 の長さ X に対する被写体像 15b の長さ Y_b との比で示される温度 T_h における倍率 $\beta(T_h)$ は、被写体 14 から主点 H までの距離 A に対する主点 H

から被写体像 1 5 b までの距離 $B \cdot (1 + \alpha)$ の比となる。式 (1 1 0) と式 (1 1 1) の比較から明瞭に、温度が基準温度 T_{h0} から温度 T_h に上昇すると、鏡筒が元の長さの α 倍分だけ伸び又は縮み、それに伴い主点 H と第 1 の撮像領域 1 2 3 a までの距離 B が鏡筒の膨張によって伸び又は縮んだ分だけ鏡筒長が変化し（すなわち、 B から $B \cdot (1 + \alpha)$ に増加又は減少し）、倍率は $1 + \alpha$ 倍に増加又は減少する（すなわち、 B/A から $B \cdot (1 + \alpha)/A$ に増加又は減少する）。以下、本実施の形態においては鏡筒長が伸びた場合（すなわち、 $\alpha > 0$ の場合）を例にとって説明する。

$$\beta(T_h) = Y_b/X = B \cdot (1 + \alpha)/A \cdots (111)$$

[0047] 図 9 は、本発明の実施の形態 1 に係る鏡筒伸びの温度補正の原理を説明する図である。図 9 において、説明を簡単にするため、第 1 のレンズ部 1 1 3 a、および第 2 のレンズ部 1 1 3 b に対応する第 1 の撮像信号 I 1、および第 2 の撮像信号 I 2 のみを示す。また、図 9 において、適宜、レンズ間の光軸の移動に対する補正がなされているものとする。図 9 (a) は、基準温度 T_{h0} における画像と視差とを示し、図 9 (b) は、基準温度よりも高い温度 T_h における鏡筒伸びの補正前の画像と視差とを示し、図 9 (c) は、基準温度よりも高い温度 T_h における鏡筒伸びの補正後の画像と視差とを示す。基準温度 T_{h0} において、図 9 (a) のように、第 1 の撮像信号 I 1 に被写体像 1 6 a a が撮像され、第 2 の撮像信号 I 2 に被写体像 1 6 b a が撮像され、それぞれの視差が Δ となるものとする。ここで、温度が基準温度 T_{h0} から温度 T_h まで上昇すると、式 (1 1 1) のように倍率が $1 + \alpha$ 倍に増加するため、同一の被写体を撮像したとき、図 9 (b) のように、第 1 の撮像信号 I 1 に撮像される被写体像 1 6 a b の大きさ、および第 2 の撮像信号 I 2 に撮像される被写体像 1 6 b b の大きさが、それぞれ $1 + \alpha$ 倍に増加する。そのため、それぞれの視差が $1 + \alpha$ 倍に増加する（すなわち、 $\Delta \cdot (1 + \alpha)$ となる）。そこで、図 9 (c) のように、この $1 + \alpha$ 倍に大きくなった被写体像 1 6 a b、1 6 b b が基準温度 T_{h0} のときの被写体像 1 6 a a、1 6 b a と同一の大きさになるように、第 1 の撮像信号 I 1、および第 2

の撮像信号 I_2 を補正し（画像の大きさが $1/(1+\alpha)$ 倍になるように補正し、）被写体像 16ac、16bc とする。すると、補正された被写体像 16ac、16bc の大きさは、基準温度 T_{h0} のときの被写体像 16aa、16ba の大きさと同一となり、それゆえ、視差が Δ となり、基準温度 T_{h0} のときの視差 Δ に一致する。

[0048] 図 10 は、本発明の実施の形態 1 に係る鏡筒伸びの温度補正の効果を説明する図である。上述のように、温度 T_h が変化すると膨張による鏡筒の伸び又は縮みに伴って各撮像領域に撮像される画像の倍率が変化する。図 10 (a) は、基準温度 T_{h0} （図 10 において、基準温度 T_{h0} を 20°C とする）のときの倍率 $\beta(T_{h0})$ に対する温度 T_h のときの倍率 $\beta(T_h)$ の比 $(1+\alpha)$ を示したものであり、基準温度 T_{h0} のとき 1 ($\alpha=0$) であったものが、基準温度 T_{h0} 以上のときは 1 以上 (α が 0 以上) となり、基準温度 T_{h0} 以下のときは 1 以下 (α が 0 以下) となる。そして、温度 T_h が基準温度 T_{h0} から離れるほど、基準温度 T_{h0} のときの倍率 $\beta(T_{h0})$ に対する T_{h0} のときの倍率 $\beta(T_h)$ の比 $(1+\alpha)$ は 1 から離れる。そして、上述のように視差 Δ も、同様に変化する。ここで、被写体距離 A は、式 (8) において視差 Δ に反比例し、視差 Δ に基づき式 (8) に従って演算される。そのため、鏡筒伸びに伴う撮像画像の倍率変化に関する補正なしに測距演算を行うと、図 10 (b) のように、温度 T_h が基準温度 T_{h0} 以外のとき測距誤差が発生する。そこで、上述のように、鏡筒伸びに伴う撮像画像の倍率変化に関する補正を行い、基準温度 T_{h0} のときと同一の倍率とし、同一の視差とすることにより、図 10 (c) のように、温度変化に対する測距誤差をなくすることができる。

[0049] このように、基準温度から温度が変化すると、鏡筒伸びにより画像の倍率が変化するため、画像の倍率の変化分を打ち消すように画像の大きさを補正する倍率補正を行うことにより、温度が変化しても常に正しい視差を求めることができ、それゆえ、温度が変化しても常に正しい距離測定ができる。

[0050] なお、測距誤差 α は、鏡筒に用いられる材料の線熱膨張係数と許容温度変

化幅とを掛け合わせるにより求められる。従って、図 10 における測距誤差 α は、例えば、樹脂製の鏡筒に用いられる一般的な樹脂の線熱膨張係数の値として、 $0.00007 [1/^\circ\text{C}]$ を用い、車載用途などに用いた場合の許容温度変化幅を 100°C とする (-20°C から 80°C まで変化すると仮定する) と、 $\alpha = 0.00007 \times 100 = 0.007$ 、すなわち、 0.7% (中心値に対して $\pm 0.35\%$) 程度となることがわかる。ここで、測距装置の必要精度としては、 $\pm 1\%$ 以下が求められることがある。従って、鏡筒の長さ変化による測距誤差が上述のように中心値に対して $\pm 0.35\%$ とすると、鏡筒の長さ変化による測距誤差が必要精度の $1/3$ を占めることになる。測距誤差は、鏡筒の長さ変化以外の様々な要因によっても発生するため、必要精度の $1/3$ を占める鏡筒の長さ変化による誤差の影響を除去することは、測距精度 $\pm 1\%$ 以下の実現のために重要である。

[0051] そこで、本実施の形態のように、温度変化による鏡筒の長さ変化を補正することにより、この測距誤差を大きく低減することが可能となる。これにより、成形により安価に量産が可能な樹脂を用いて鏡筒を形成しても、高精度な測距装置を実現することができる。

[0052] 次に、焦点距離の温度補正の原理を説明する。図 11 は、本発明の実施の形態 1 に係る温度に対する屈折率と焦点距離の変化を説明する図である。図 4 (a) のように、温度が上昇すると、レンズアレイ 113 の屈折率が減少する。すると、第 1 のレンズアレイ 113 a の焦点距離 f が変化する。図 4 (b) は、基準温度 T_{h0} (図 11 において、基準温度 T_{h0} を 20°C とする) における焦点距離 f に対する温度 T_h における焦点距離 f の比を示し、基準温度 T_{h0} のとき 1 であったものが、基準温度 T_{h0} 以上のときは 1 以上となり、基準温度 T_{h0} 以下のときは 1 以下となり、基準温度 T_{h0} から離れるほど 1 から離れる。

[0053] 図 12 は、本発明の実施の形態 1 に係る焦点距離変化による倍率変化を説明する図である。図 12 において、説明を簡単にするため、第 1 のレンズ部 113 a に関する部分のみを示す。図 12 において、被写体距離が A 、第 1

のレンズ部 113a の焦点距離が f_a のとき、第 1 の撮像領域 123a に合焦するように各部品が配置されているものとする。そのため、理想的には、被写体 17 の 1 点から発せられたあらゆる光は、第 1 のレンズ部 113a を通過した後、撮像領域 123a 上の 1 点に集光する。すなわち、被写体 17 の上端からの主光線 L20 は、被写体 17 の上端から発し、第 1 のレンズ部 113a の主点 H を通過し、屈折せずに第 1 の撮像領域 123a 上の被写体像 18a の下端（第 1 のレンズ部 113a の光軸 19 から Y だけ離れた位置）に達する。また、被写体 17 の上端から光軸 19 に平行な光線 L21a は、点 P で屈折され、後側焦点 N_a を通過し、被写体像 18a の下端（光軸 19 から Y だけ離れた位置）に達する。また、被写体 17 の上端から前側焦点 M_a を通過する光線 L22a は、点 Q_a で屈折され、光軸 19 と平行になり、被写体像 18a の下端（光軸 19 から Y だけ離れた位置）に達する。

[0054] 次に、温度が上昇し、焦点距離が f_a から f_b ($> f_a$) に変化したときを考える。このとき、前側焦点が M_a から M_b にレンズから遠ざかる向きに変化し、後側焦点が N_a から N_b にレンズから遠ざかる向きに変化する。被写体 17 の上端からの主光線 L20 は、被写体 17 の上端から発し、第 1 のレンズ部 113a の主点 H を通過し、屈折せずに第 1 の撮像領域 123a 上の被写体像 18a（焦点距離が f_a のときの被写体像）の下端（第 1 のレンズ部 113a の光軸 19 から Y だけ離れた位置）に達する。一方、被写体 17 の上端から光軸 19 に平行な光線 L21b は、点 P で屈折され、後側焦点 N_b を通過し、被写体像 18a（焦点距離が f_a のときの被写体像）の下端よりも光軸 19 に近い側（光軸 19 から Y_u だけ離れた位置）に達する。また、被写体 17 の上端から前側焦点 M_b を通過する光線 L22b は、点 Q_b で屈折され、光軸 19 と平行になり、被写体像 18a（焦点距離が f_a のときの被写体像）の下端よりも光軸 19 から遠い側（光軸 19 から Y_d だけ離れた位置）に達する。すなわち、被写体 17 の 1 点から発せられたあらゆる光は、第 1 のレンズ部 113a を通過した後、撮像領域 123a 上の 1 点に集光せずにぼける。また、Y に対する Y_u のずれの大きさと Y に対する Y_d

のずれの大きさが異なるため、倍率が変化する。

[0055] このように、温度が変化すると、焦点距離が変化し、倍率が変化する。そして、図 9 および図 10 を用いて説明したとおり、倍率変化により測距誤差が発生する。そこで、光学解析などにより焦点距離変化による倍率変化、すなわち、基準温度 T_{h0} における倍率に対する温度 T_h における倍率変化を求め、基準温度 T_{h0} のときの倍率になるように倍率を補正する。

[0056] このように、基準温度から温度が変化すると、焦点距離変化により画像の倍率が変化するため、画像の倍率の変化分を打ち消すように画像の大きさを補正する倍率補正を行うことにより、温度が変化しても常に正しい視差を求めることができ、それゆえ、温度が変化しても常に正しい距離測定ができる。

[0057] 次に、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置の動作を説明する。

[0058] 図 13 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置の構成を示すブロック図である。S L S I 125 は、システム制御部 131、撮像素子駆動部 132、撮像信号入力部 133、温度センサ信号入力部 134、入出力部 135、係数保存部 141、温度補償演算部（補正係数作成部）142、撮像信号補正部 143、及び距離演算部 144 を有する。そして、撮像信号補正部 143 及び距離演算部 144 が補正演算部を構成する。

[0059] システム制御部 131 は、CPU（中央演算処理装置：Central Processing Unit）、ロジック回路などから構成され、S L S I 125 の全体を制御する。なお、図 13 においては、図を見やすくするため、システム制御部 131 と各ブロックとの間で授受される信号の図示を省略している。

[0060] 図 14 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置の動作を示すフローチャートである。S L S I 125 のシステム制御部 131 により、撮像装置 101 は、このフローチャートのとおりに動作される。

[0061] ステップ S 1010 において、撮像装置 101 は動作を開始する。例えば、上位 CPU（図示せず）が、入出力部 135 を介し、撮像装置 101（正確にはシステム制御部 131）に動作の開始を命令することにより、撮像装

置 1 0 1 は、動作を開始する。

[0062] 次に、ステップ S 1 0 2 0 において、撮像装置 1 0 1 は撮像信号を入力する。具体的には、撮像素子駆動部 1 3 2 は、ロジック回路などから構成され、システム制御部 1 3 1 の命令により電子シャッターや転送を行うための信号撮像素子 1 2 3 を駆動する信号を発生し、この信号に応じた電圧を撮像素子 1 2 2 に印加する。撮像信号入力部 1 3 3 は、CDS回路（相関二重サンプリング回路：Correlated Double Sampling Circuit）、AGC（自動利得制御器：Automatic Gain Controller）、ADC（アナログ／デジタル変換器：Analog Digital Converter）が直列に接続されて構成され、撮像素子 1 2 3 からの電気信号が入力される。撮像信号入力部 1 3 3 は、入力される電気信号を、CDS回路により固定ノイズを除去し、AGCによりゲインを調整し、ADCによりアナログ信号からデジタル値に変換しするようにして、撮像信号 I0 を出力する。ここで、撮像信号入力部 1 3 3 は、撮像信号 I0(x, y) を、x 方向に H0 画素、y 方向に V0 画素だけ、I0(0, 0) ((x, y)=(0, 0))、I0(1, 0)、I0(2, 0)、・・・、I0(H0-1, V0-1) の順に出力する。

[0063] 次に、ステップ S 1 0 3 0 において、撮像装置 1 0 1 は温度センサ信号を入力する。具体的には、温度センサ信号入力部 1 3 4 は、ADC（Analog Digital Converter：アナログ・デジタル変換器）などから構成され、温度センサ 1 2 6 からアナログ電圧信号である温度センサ信号を入力される。そして、この温度センサ信号を、アナログ信号からデジタル値に変換し、温度センサ信号 Ts として出力する。例えば 12bit の ADC を用いると、温度センサ信号 Ts は、0～4095 までの値を取る。以下、温度センサ信号 Ts は、12bit の ADC を用いて作成されたものとして説明する。

[0064] 次に、ステップ S 1 1 1 0 において、撮像装置 1 0 1 は各種の係数を温度補償する。具体的には、温度補償演算部 1 4 2 は、温度センサ信号 Ts を入力され、この温度センサ信号 Ts と係数保存部 1 4 1 に保存されたデータとを用いて、歪曲係数 kd2, kd4、倍率 (rx, ry)、第 1 のレンズ部 1 1 3 a の光軸中心 (xc1, yc1)、第 2 のレンズ部 1 1 3 b の光軸中心 (xc2, yc2)、第 3 のレンズ部 1

1 3 c の光軸中心 (xc3, yc3)、第 4 のレンズ部 1 1 3 d の光軸中心 (xc4, yc4)、焦点距離 f、及び各レンズ部の x 方向の光軸間距離 Dx を出力する。

[0065] 図 1 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る係数保存部を説明するための図である。図 1 5 において、簡単のため、第 1 のレンズ部 1 1 3 a の光軸中心 x 座標 xc1 のみが記述されている。図 1 5 に示すように、温度センサ信号 Ts の値が 0、256、512、768、1024、・・・、3840、4096 のときの光軸中心 x 座標 xc1 の値がそれぞれ xc1_0、xc1_256、xc1_512、xc1_768、xc1_1024、・・・、xc1_3040、xc1_4096 として、温度センサ信号 Ts の当該各値に対応させて係数保存部 1 4 1 に保存されている。そして、温度補償演算部 1 4 2 は、温度センサ信号 Ts の値に対応する光軸中心 x 座標 xc1 を補間演算し作成する。例えば、温度センサ信号 Ts の値が 512 以上 768 未満のときには、温度センサ信号 Ts=512、768 のときの光軸中心 x 座標 xc1_512、xc1_768 を用いて、下記式 (11) のように補間演算を行い、xc1 を作成する。他の係数も同様に作成する。すなわち、第 1 のレンズ部 1 1 3 a の光軸中心 y 座標 yc1、第 2 のレンズ部 1 1 3 b の光軸中心 (xc2, yc2)、第 3 のレンズ部 1 1 3 c の光軸中心 (xc3, yc3)、第 4 のレンズ部 1 1 3 d の光軸中心 (xc4, yc4)、歪曲係数 k2, k4、倍率 (rx, ry)、焦点距離 f、及び各レンズ部の x 方向の光軸間距離 Dx は、それぞれ係数保存部 1 4 1 に各温度での値が保存され、温度センサ信号 Ts に関して補間演算を行い作成される。

$$xc1 = xc1_{512} + (Ts - 512) / (768 - 512) * (xc1_{768} - xc1_{512}) \cdots (11)$$

[0066] なお、係数保存部 1 4 1 に保存される係数は以下のように作成され保存される。各レンズ部の光軸中心は、式 (9)、(10) に基づき、下記式 (12)、(13) のように、温度上昇に伴う光軸間の間隔の x 方向の変化量 ddx、y 方向の変化量 ddy を演算し、その半分 (x 方向に p*ddx/2、y 方向に p*ddy/2) だけ光軸中心が移動するとして作成する。ここで、T(Ts) は ADC によりデジタル値に変換された温度センサ信号 Ts の値によって表される物理的な温度を示す。具体的には、下記式 (14)、(15) のように、第 1 のレンズ部 1 1 3 a の光軸中心 (xc1, yc1) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc10, yc1

0) から x 方向に $-ddx/2$ 、y 方向に $-ddy/2$ だけ移動するように作成する。また、下記式 (16) (17) のように、第 2 のレンズ部 113b の光軸中心 ($xc2, yc2$) は、基準温度 $Th0$ における光軸中心 ($xc20, yc20$) から x 方向に $+ddx/2$ 、y 方向に $-ddy/2$ だけ移動するように作成する。また、下記式 (18) (19) のように、第 3 のレンズ部 113c の光軸中心 ($xc3, yc3$) は、基準温度 $Th0$ における光軸中心 ($xc30, yc30$) から x 方向に $-ddx/2$ 、y 方向に $+ddy/2$ だけ移動するように作成する。また、第 4 のレンズ部 113d の光軸中心 ($xc4, yc4$) は、基準温度 $Th0$ における光軸中心 ($xc40, yc40$) から x 方向に $+ddx/2$ 、y 方向に $+ddy/2$ だけ移動するように作成する。

$$ddx = Dx * (aL - aS) * (T(Ts) - Th0) / p \dots (12)$$

$$ddy = Dy * (aL - aS) * (T(Ts) - Th0) / p \dots (13)$$

$$xc1 = xc10 - ddx/2 \dots (14)$$

$$yc1 = yc10 - ddy/2 \dots (15)$$

$$xc2 = xc20 + ddx/2 \dots (16)$$

$$yc2 = yc20 - ddy/2 \dots (17)$$

$$xc3 = xc30 - ddx/2 \dots (18)$$

$$yc3 = yc30 + ddy/2 \dots (19)$$

$$xc4 = xc40 + ddx/2 \dots (20)$$

$$yc4 = yc40 + ddy/2 \dots (21)$$

[0067] 歪曲係数 $k2, k4$ は、光学解析や実験などで各温度における値を求めることにより、作成される。

[0068] 鏡筒の長さ lk は下記式 (22) のように推定される。ここで、 $Th0$ は基準温度であり、 $lk0$ は基準温度 $Th0$ における鏡筒の長さであり、 kk は鏡筒の熱線膨張率、 $T(Ts)$ は温度センサ信号 Ts が示す温度センサの物理的な温度である。ここで、レンズ主点と撮像領域の撮像面の距離は、鏡筒の長さに比例する。そして、前述の式 (111) のように、倍率はレンズ主点と撮像領域の撮像面の距離に比例する。したがって、倍率は、鏡筒の長さの変化に比例する。そこで、鏡筒の長さの変化の前後における比率を倍率比とする。具体的には、

下記式（２３）、（２４）のように、鏡筒長変化による x 方向の倍率比 rkx 、鏡筒長変化による y 方向の倍率比 rky として作成する。

$$lk = lk0 * \{1 + kk * (T(Ts) - Th0)\} \dots (22)$$

$$rkx = \{1 + kk * (T(Ts) - Th0)\} \dots (23)$$

$$rky = \{1 + kk * (T(Ts) - Th0)\} \dots (24)$$

[0069] 焦点距離変化による倍率変化を光学解析などで各温度における値を求め、下記式（１１２）、（１１３）のように、温度センサの値 Ts に応じ、焦点距離変化による x 方向の倍率比 rfx 、焦点距離変化による y 方向の倍率比 rfy を作成する。なお、焦点距離は主に屈折率変化によって変化するため、光学解析によって焦点距離変化による x 方向の倍率比 rfx 、焦点距離変化による y 方向の倍率比 rfy を求めるにあたり、焦点距離の代わりに、屈折率を変化させてもよい。

$$rfx = rfx(Ts) \dots (112)$$

$$rfy = rfy(Ts) \dots (113)$$

[0070] そして、下記式（１１４）、（１１５）のように、両者の乗算結果を、x 方向の倍率 rx 、y 方向の倍率 ry とし、倍率補正に利用する。

$$rx = rkx * rfx \dots (114)$$

$$ry = rky * rfy \dots (115)$$

[0071] なお、温度による焦点距離変化に伴う倍率変化と比較し、温度による鏡筒長変化に伴う倍率変化が大きいとき、焦点距離変化による x 方向の倍率比 rfx 、焦点距離変化による y 方向の倍率比 rfy をそれぞれ 1 とし、温度による鏡筒長変化に伴う倍率変化の補正のみを行ってもよい。

[0072] 一方、温度による鏡筒長変化に伴う倍率変化と比較し、温度による焦点距離変化に伴う倍率変化が大きいとき、鏡筒長変化による x 方向の倍率比 rkx 、鏡筒長変化による y 方向の倍率比 rky をそれぞれ 1 とし、温度による焦点距離変化に伴う倍率変化の補正のみを行ってもよい。

[0073] また、光学解析において、温度に応じ焦点距離（あるいは屈折率）と鏡筒伸びとを同時に変化させ、各温度における倍率を求め、基準温度に対する比

を x 方向の倍率 r_x 、 y 方向の倍率 r_y としてもよい。

[0074] なお、鏡筒長変化に伴う倍率変化を補正する場合及び焦点距離変化に伴う倍率変化を補正する場合のいずれにおいても、焦点距離 f は、基準温度における焦点距離を用いる。

[0075] x 方向の光軸間距離 D_x は、 x 方向の光軸間距離の変化量が式 (12) の ddx で示されることより、この ddx を用いて下記式 (25) のように作成する。

$$D_x = D_{x0} + ddx * p \dots (25)$$

[0076] なお、各温度において各種方法により測定された係数を保存してもよい。

[0077] 次に、ステップ S 1120 において、撮像装置 101 は画像を補正し切り出す。具体的には、撮像信号補正部 143 は、撮像信号 I_0 、歪曲係数 kd_2, kd_4 、倍率 (r_x, r_y)、第 1 のレンズ部 113 a の光軸中心 (xc_1, yc_1)、第 2 のレンズ部 113 b の光軸中心 (xc_2, yc_2)、第 3 のレンズ部 113 c の光軸中心 (xc_3, yc_3)、及び第 4 のレンズ部 113 d の光軸中心 (xc_4, yc_4) を入力され、撮像信号 I_0 から各レンズ部により結像された被写体像を撮像した画像を切り出し、この切り出した画像に歪曲補正などの補正処理を行い、これらを、それぞれ、第 1 のレンズ部 113 a に対応する第 1 の撮像信号 $I_1(x, y)$ 、第 2 のレンズ部 113 b に対応する第 2 の撮像信号 $I_2(x, y)$ 、第 3 のレンズ部 113 c に対応する第 3 の撮像信号 $I_3(x, y)$ 、及び第 4 のレンズ部 113 d に対応する第 4 の撮像信号 $I_4(x, y)$ として出力する。

[0078] 図 16 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置の撮像信号の切り出し位置を説明するための図である。歪みがなく、温度によるレンズの膨張がない場合、図 16 に示すように、第 1 の撮像信号 $I_1(x, y)$ は、撮像信号 I_0 を、原点 (x_{01}, y_{01}) から、 x 方向に H_1 画素、 y 方向に V_1 画素だけ切り出した領域の画像であり、第 2 の撮像信号 $I_2(x, y)$ は、撮像信号 I_0 を、原点 (x_{02}, y_{02}) から、 x 方向に H_1 画素、 y 方向に V_1 画素だけ切り出した領域の画像であり、第 3 の撮像信号 $I_3(x, y)$ は、撮像信号 I_0 を、原点 (x_{03}, y_{03}) から、 x 方向に H_1 画素、 y 方向に V_1 画素だけ切り出した領域の画像であり、第 4 の撮像信号 $I_4(x, y)$ は、撮像信号 I_0 を、原点 (x_{04}, y_{04}) から、 x 方向に H_1 画素、 y 方向に V_1 画素だけ切

り出した領域の画像である。実施の形態 1 の撮像装置は、熱膨張による光軸中心の移動、歪み補正、倍率補正を加味し、以下のような処理を行う。

[0079] 下記式 (26)、(27)、(28) のように、歪曲係数 $kd2, kd4$ 、倍率 (r_x, r_y)、第 1 のレンズ部 113a の光軸中心 ($xc1, yc1$) を用いて、第 1 の撮像信号用の参照先座標 ($tx1, ty1$) を演算し、下記式 (29) のように、第 1 の撮像信号用の参照先座標 ($tx1, ty1$) を用いて撮像信号 $I0$ から第 1 の撮像信号 $I1(x, y)$ を演算する。なお、第 1 の撮像信号用の参照先座標 ($tx1, ty1$) は、小数点を持ってもよい。その場合、第 1 の撮像信号用の参照先座標 ($tx1, ty1$) の整数部分を ($tx1i, ty1i$) とし、小数部分を ($tx1f, ty1f$) とし、下記式 (30) のように 4 画素を利用し演算する。ここで、式 (26)、(27)、(28)、(29)、(30) において、 x に関して 0 から $H1-1$ まで、 y に関して 0 から $V1-1$ までの演算を行う。同様に、下記式 (31)、(32)、(33) のように、歪曲係数 $kd2, kd4$ 、倍率 (r_x, r_y)、第 2 のレンズ部 113b の光軸中心 ($xc2, yc2$) を用いて、第 2 の撮像信号用の参照先座標 ($tx2, ty2$) を演算し、下記式 (34) のように、第 2 の撮像信号用の参照先座標 ($tx2, ty2$) を用いて撮像信号 $I0$ から第 2 の撮像信号 $I2(x, y)$ を演算する。また、下記式 (35)、(36)、(37) のように、歪曲係数 $kd2, kd4$ 、倍率 (r_x, r_y)、第 3 のレンズ部 113c の光軸中心 ($xc3, yc3$) を用いて、第 3 の撮像信号用の参照先座標 ($tx3, ty3$) を演算し、下記式 (38) のように、第 3 の撮像信号用の参照先座標 ($tx3, ty3$) を用いて撮像信号 $I0$ から第 3 の撮像信号 $I3(x, y)$ を演算する。また、下記式 (39) (40) (41) のように、歪曲係数 $kd2, kd4$ 、倍率 (r_x, r_y)、第 4 のレンズ部 113d の光軸中心 ($xc4, yc4$) を用いて、第 4 の撮像信号用の参照先座標 ($tx4, ty4$) を演算し、下記式 (42) のように、第 1 の撮像信号用の参照先座標 ($tx4, ty4$) を用いて撮像信号 $I0$ から第 4 の撮像信号 $I4(x, y)$ を演算する。下記式において、 ^{2} は 2 乗演算を表し、 ^{4} は 4 乗演算を表す。

$$tx1 = x01 + xc1 + (x - xc1) * (1 + kd2 * r1^2 + kd4 * r1^4) * r_x \cdot \cdot (26)$$

$$ty1 = y01 + yc1 + (y - yc1) * (1 + kd2 * r1^2 + kd4 * r1^4) * r_y \cdot$$

・ ・ (27)

$$r1^2 = (x - xc1)^2 + (y - yc1)^2, r1^4 = (r1^2)^2 \quad \cdot \cdot \cdot (28)$$

$$l1(x, y) = l0(tx1, ty1) \quad \cdot \cdot \cdot (29)$$

$$\begin{aligned} l1(x, y) &= (1 - tx1f) * (1 - ty1f) * l0(tx1i, ty1i) \\ &+ tx1f * (1 - ty1f) * l0(tx1i+1, ty1i) \\ &+ (1 - tx1f) * ty1f * l0(tx1i, ty1i+1) \\ &+ tx1f * ty1f * l0(tx1i+1, ty1i+1) \quad \cdot \cdot \cdot (30) \end{aligned}$$

$$tx2 = x02 + xc2 + (x - xc2) * (1 + kd2 * r2^2 + kd4 * r2^4) * rx \quad \cdot \cdot \cdot (31)$$

$$ty2 = y02 + yc2 + (y - yc2) * (1 + kd2 * r2^2 + kd4 * r2^4) * ry \quad \cdot \cdot \cdot (32)$$

$$r2^2 = (x - xc2)^2 + (y - yc2)^2, r2^4 = (r2^2)^2 \quad \cdot \cdot \cdot (33)$$

$$l2(x, y) = l0(tx2, ty2) \quad \cdot \cdot \cdot (34)$$

$$tx3 = x03 + xc3 + (x - xc3) * (1 + kd2 * r3^2 + kd4 * r3^4) * rx \quad \cdot \cdot \cdot (35)$$

$$ty3 = y03 + yc3 + (y - yc3) * (1 + kd2 * r3^2 + kd4 * r3^4) * ry \quad \cdot \cdot \cdot (36)$$

$$r3^2 = (x - xc3)^2 + (y - yc3)^2, r3^4 = (r3^2)^2 \quad \cdot \cdot \cdot (37)$$

$$l3(x, y) = l0(tx3, ty3) \quad \cdot \cdot \cdot (38)$$

$$tx4 = x04 + xc4 + (x - xc4) * (1 + kd2 * r4^2 + kd4 * r4^4) * rx \quad \cdot \cdot \cdot (39)$$

$$ty4 = y04 + yc4 + (y - yc4) * (1 + kd2 * r4^2 + kd4 * r4^4) * ry \quad \cdot \cdot \cdot (40)$$

$$r4^2 = (x - xc4)^2 + (y - yc4)^2, r4^4 = (r4^2)^2 \quad \cdot \cdot \cdot (41)$$

$$l4(x, y) = l0(tx4, ty4) \quad \cdot \cdot \cdot (42)$$

[0080] なお、上記の変換において、歪みがなく、倍率を補正しないときは、下記式（４３）、（４４）、（４５）、（４６）のように、撮像信号 $l0(x, y)$ から画像を切り出し、その後、下記式（４７）、（４８）、（４９）、（５０）

のように、平行移動することを意味する。

$$l1(x, y) = l0(x + x01, y + y01) \cdots (43)$$

$$l2(x, y) = l0(x + x02, y + y02) \cdots (44)$$

$$l3(x, y) = l0(x + x03, y + y03) \cdots (45)$$

$$l4(x, y) = l0(x + x04, y + y04) \cdots (46)$$

$$l1(x, y) = l1(x-ddx/2, y-ddy/2) \cdots (47)$$

$$l2(x, y) = l2(x+ddx/2, y-ddy/2) \cdots (48)$$

$$l3(x, y) = l3(y-ddx/2, x+ddy/2) \cdots (49)$$

$$l4(x, y) = l4(x+ddx/2, y+ddy/2) \cdots (50)$$

[0081] 次に、ステップS 1 2 0 0において、撮像装置 1 0 1は距離を演算する。
具体的には、距離演算部 1 4 4は、第 1 の撮像信号l1、第 2 の撮像信号l2、
第 3 の撮像信号l3、第 4 の撮像信号l4、焦点距離 f、x 方向の光軸間距離Dx
を入力され、距離を演算し、距離データDISを出力する。

[0082] 図 1 7 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置の距離演算部の動作を示すフローチャートである。図 1 7 のフローチャートは、ステップS 1 2 0 0の動作の詳細を示す。ステップS 1 2 0 0の演算では、まず、ステップS 1 2 1 0を実行する。

[0083] ステップS 1 2 1 0において、距離演算部は演算の動作を開始する。

[0084] 次に、ステップS 1 2 3 0において、距離演算部はブロックを分割する。

[0085] 図 1 8 は、本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置において、ブロック分割を説明する図である。図 1 8 において、第 1 の撮像信号 I 1 は、x 方向にH B画素、y 方向にV B画素を有する長形状のブロックに分割され、x 方向にN h個、y 方向にN v個のブロックを持つ。

[0086] 次に、ステップS 1 2 4 0において、距離演算部はブロックを選択する。
ステップS 1 2 1 0（図 1 7）を実行後、初めてこのステップS 1 2 4 0を実行するときは(0, 0)で示されるブロックを選択し、以後、ステップS 1 2 4 0が実行されるときは、右側（+ x 方向）に順にずらしたブロックを選択する。なお、図 1 8 において右端のブロック（(Nh-1, 0)、(Nh-1, 1)、・・・で

示されるブロック)を選択した次は、1つ下の行の左端の(y方向に+1かつx=0となる)ブロック((0,1)、(0,2)、・・・で示されるブロック)を選択する。すなわち、ステップS1210を実行後、初めてこのステップS1240を実行するときを0番目としたとき、i番目において($i \% N_h$, $\text{int}(i / N_h)$)で示されるブロックを選択する。ここで、 $i \% N_h$ はiを N_h で除算したときの剰余、 $\text{int}(i / N_h)$ はiを N_h で除算したときの商の整数部である。以後このブロックを選択ブロックB(ih, iv)と呼ぶ。

[0087] 次に、ステップS1250において、距離演算部は視差演算する。まず、第1のレンズ撮像信号I1と第2のレンズ撮像信号I2との視差と視差信頼度とを演算する。最初に、第1のレンズ撮像信号I1と第2のレンズ撮像信号I2との視差評価値 $R_{12}(k_x)$ を演算する。ここで、 k_x は画像をどれだけずらすかを示すずらし量であり、 $k_x=0, 1, 2, \dots, S_B$ のように変化させる。

[0088] 図19は、本発明の実施の形態1に係る撮像装置において、第1の撮像信号と第2の撮像信号を利用したときの視差演算における視差評価値の演算領域を説明する図である。図19において、I1で示される領域は、第1のレンズ撮像信号I1の選択ブロックB(ih, iv)で選択された領域を示し、I2で示される領域は、選択ブロックの座標からx方向に k_x だけずれた領域の第2のレンズ撮像信号I2である。ずらし量 $k_x=0$ から S_B について、下記式(51)に示される絶対値差分総和(SAD: Sum of Absolute Differences)を演算し、視差評価値 $R_{12}(k_x)$ とする。すなわち、第1のレンズ撮像信号I1を基準として、視差評価値 $R_{12}(k_x)$ を演算する。

$$R_{12}(k_x) = \sum \sum |I_1(x, y) - I_2(x+k_x, y)| \dots (51)$$

[0089] この視差評価値 $R_{12}(k_x)$ は、選択ブロックB(ih, iv)の第1のレンズ撮像信号I1と選択ブロックからx方向に k_x だけずれた領域における第2のレンズ撮像信号I2とがどれだけ相関があるかを示し、値が小さいほど相関が大きい(よく似ている)ことを示す。

[0090] 図20は、本発明の実施の形態1に係る撮像装置の第1の撮像信号と第2の撮像信号を利用したときの視差演算におけるずらし量と視差評価値との関

係を説明する図である。図20に示すように、視差評価値 $R12(kx)$ はずらし量 kx の値によって変化し、ずらし量 $kx=\Delta$ のとき極小値を持つ。そのため、選択ブロック $B(ih, iv)$ の第1のレンズ撮像信号 $I1$ と選択ブロックから x 方向に Δ だけずれた領域における第2のレンズ撮像信号 $I2$ とが最も相関が高い、すなわち、最も似ていることを示す。従って、選択ブロック $B(ih, iv)$ における第1のレンズ撮像信号 $I1$ と第2のレンズ撮像信号 $I2$ との視差が Δ であることが分かる。そこで、下記式(52)のように、この視差 Δ を選択ブロック $B(ih, iv)$ における第1のレンズ撮像信号 $I1$ と第2のレンズ撮像信号 $I2$ との視差値 $\Delta12(ih, iv)$ とし、下記式(53)のように、視差評価値 $R12(\Delta)$ を選択ブロック $B(ih, iv)$ における第1のレンズ撮像信号 $I1$ と第2のレンズ撮像信号 $I2$ との視差信頼度 $G12(ih, iv)$ とする。

$$\Delta12(ih, iv) = \Delta \quad \dots (52)$$

$$G12(ih, iv) = R12(\Delta) \quad \dots (53)$$

[0091] 次に、第1のレンズ撮像信号 $I1$ と第3のレンズ撮像信号 $I3$ との視差と視差信頼度も同様に求める。ただし、ずらす方向を y 方向に変更し、ずらし量を ky とする。下記式(54)のように、選択ブロック $B(ih, iv)$ における第1のレンズ撮像信号 $I1$ と第3のレンズ撮像信号 $I3$ の視差評価値 $R13(ky)$ を求める。すなわち、第1のレンズ撮像信号 $I1$ を基準として、視差評価値 $R13(ky)$ を演算する。そして、最小値を与えるずらし量、すなわち視差 Δ を、下記式(55)のように、選択ブロック $B(ih, iv)$ における第1のレンズ撮像信号 $I1$ と第3のレンズ撮像信号 $I3$ との視差値 $\Delta13(ih, iv)$ とし、下記式(56)のように、視差評価値 $R13(\Delta)$ を選択ブロック $B(ih, iv)$ における第1のレンズ撮像信号 $I1$ と第3のレンズ撮像信号 $I3$ との信頼度 $G13(ih, iv)$ とする。

$$R13(ky) = \sum \sum |I1(x, y) - I3(x, y+ky)| \quad \dots (54)$$

$$\Delta13(ih, iv) = \Delta \quad \dots (55)$$

$$G13(ih, iv) = R13(\Delta) \quad \dots (56)$$

[0092] 次に、第1のレンズ撮像信号 $I1$ と第4のレンズ撮像信号 $I4$ との視差と視差信頼度も同様に求める。ただし、ずらす方向を斜め方向(第1のレンズ部1

1 3 a の光軸と第 4 のレンズ部 1 1 3 d の光軸とを結ぶ方向) に変更し、ずらし量は x 方向に kx 、 y 方向に $kx \cdot Dy/Dx$ とする。下記式 (57) のように、選択ブロック $B(ih, iv)$ における第 1 のレンズ撮像信号 $I1$ と第 4 のレンズ撮像信号 $I4$ の視差評価値 $R14(kx)$ を求める。すなわち、第 1 のレンズ撮像信号 $I1$ を基準として、視差評価値 $R14(kx)$ を演算する。そして、最小値を与えるずらし量、すなわち視差 Δ を、下記式 (58) のように、選択ブロック $B(ih, iv)$ における第 1 のレンズ撮像信号 $I1$ と第 4 のレンズ撮像信号 $I4$ との視差値 $\Delta 14(ih, iv)$ とし、下記式 (59) のように、視差評価値 $R14(\Delta)$ を選択ブロック $B(ih, iv)$ における第 1 のレンズ撮像信号 $I1$ と第 4 のレンズ撮像信号 $I4$ との信頼度 $C14(ih, iv)$ とする。なお、式 (57) において座標 $(x+kx, y+kx \cdot Dy/Dx)$ が小数となるとき、レンズ撮像信号 $I4$ は周辺画素から線形補間などにより求める。なお、図 2 のように、 Dx 、及び Dy は、第 1 のレンズ部 1 1 3 a と第 4 のレンズ部 1 1 3 d における x 方向のレンズ部の間隔、及び y 方向のレンズ部の間隔である。

$$R14(ky) = \sum \sum |I1(x, y) - I4(x+kx, y+kx \cdot Dy/Dx)| \quad \dots (57)$$

$$\Delta 14(ih, iv) = \Delta \quad \dots (58)$$

$$C14(ih, iv) = R14(\Delta) \quad \dots (59)$$

[0093] そして、上記 3 つの視差信頼度を比較し最も信頼できる視差値をこのブロックにおける視差値とする。すなわち、下記式 (60) のように、3 つの視差信頼度 $C12(ih, iv)$ 、 $C13(ih, iv)$ 、 $C14(ih, iv)$ を比較し、 $C12(ih, iv)$ が最も小さいとき $\Delta 12(ih, iv)$ をブロック $B(ih, iv)$ における視差値 $\Delta(ih, iv)$ とし、 $C13(ih, iv)$ が最も小さいとき $\Delta 13(ih, iv)$ をブロック $B(ih, iv)$ における視差値 $\Delta(ih, iv)$ とし、 $C14(ih, iv)$ が最も小さいとき $\Delta 14(ih, iv)$ をブロック $B(ih, iv)$ における視差値 $\Delta(ih, iv)$ とする。なお、信頼度 ($C12$ 、 $C13$ 、 $C14$) として絶対値差分総和 (式 (53)、(56)、(59)) を用いたが正規化相関係数を用いてもよい。この場合、最も大きい信頼度を与える視差値を選択する。ここで、視差値を x 方向に統一するため、 $\Delta 13(ih, iv)$ を採用するとき、レンズ部の間隔の比である Dx/Dy を乗ずる。

$$\Delta(ih, iv) = \Delta_{12}(ih, iv) \quad (G_{12}(ih, iv) \text{ が最も小さいとき}) \quad \dots (60)$$

$$= \Delta_{13}(ih, iv) * Dx/Dy \quad (G_{13}(ih, iv) \text{ が最も小さいとき})$$

$$= \Delta_{14}(ih, iv) \quad (G_{14}(ih, iv) \text{ が最も小さいとき})$$

[0094] 次に、ステップS 1 2 6 0において、距離演算部は視差から距離を演算する。式(7)を距離Aについて解くと式(8)のように表されるため、ブロックB(ih, iv)に含まれる領域の距離DIS(x, y)は、下記式(61)のように示される。ここで、fは焦点距離、Dxはx方向の光軸間距離、pは撮像素子123の受光素子の間隔である。視差値Δが画素単位であるため、視差値Δにpを乗ずることにより、焦点距離fなど同一の単位系に変換する。

$$DIS(x, y) = [f * Dx] / [p * \Delta(ih, iv)] \quad ((x, y) \text{ は } B(ih, iv) \text{ の範囲}) \quad \dots (61)$$

[0095] 次に、ステップS 1 2 7 0において、距離演算部は距離演算を終了するかどうかを判断する。距離演算部は、全てのブロックが選択されたとき(選択ブロックがB(Nh-1, Nv-1)のとき)、距離演算を終了すると決定し、次に、ステップS 1 2 8 0を実行する。一方、全てのブロックが選択されていないとき(選択ブロックがB(Nh-1, Nv-1)でないとき)、距離演算を継続すると決定し、次に、ステップS 1 2 4 0を実行する。

[0096] ステップS 1 2 8 0において、距離演算部は距離演算を終了し、上位ルーチンへ戻る。このようにして、切出し後の座標(x, y)における距離DIS(x, y)が求められる。

[0097] 次に、ステップS 1 9 1 0(図14)において、撮像装置101は、データ出力を行う。具体的には、入出力部135は、画像データ、距離データ、及び温度データを撮像装置101の外部に出力する。画像データとして、撮像信号I0、あるいは第1の撮像信号I1を出力する。距離データとして、距離DISを出力する。温度データとして、温度センサ信号Tsを出力する。

[0098] 次に、ステップS 1 9 2 0において、撮像装置101は動作を終了するかどうかを判断する。例えば、システム制御部131は、入出力部135を介

し、上位CPU（図示せず）と通信し、動作を終了するかどうかの命令を要求する。そして、上位CPUが終了を命令すれば動作を終了し、次に、ステップS1930を実行する。一方、上位CPUが終了を命令しなければ動作を継続し、次に、ステップS1020を実行する。すなわち、上位CPUが終了を命令しない限り、ステップS1020、ステップS1030、ステップS1110、ステップS1120、ステップS1200、及びステップS1910のループの実行を継続する。

[0099] ステップS1930において、撮像装置101は動作を終了する。

[0100] [作用効果]

本実施の形態の撮像装置が以上のように構成されて動作することにより、以下の効果が奏される。

[0101] 以上のとおり、実施の形態1の撮像装置は、温度センサ126によりレンズアレイ113の周囲温度を計測し、温度センサ信号 T_s として入力する。そして、レンズアレイ113が略円形であるために等方的に膨張することを利用し、式(12)及び(13)によって、レンズアレイ113の温度上昇に伴う光軸間の間隔の x 方向の変化量 ddx 、 y 方向の変化量 ddy を求め、その間隔の半分だけ光軸が変化するものとして、式(14)から(21)によって、第1のレンズ部113aの光軸中心($xc1, yc1$)、第2のレンズ部113bの光軸中心($xc2, yc2$)、第3のレンズ部113cの光軸中心($xc3, yc3$)、及び第4のレンズ部113dの光軸中心($xc4, yc4$)を作成し、これらに基づき座標変換する。このことにより、温度が変化しレンズアレイ113が変形しても、光軸の位置を正しく補償することができるため、温度の影響を低減した視差を得て、この視差に基づき正しい距離計測ができる。また、温度センサ126により検知された温度に基づき複数のレンズ部の間隔の変化量を求め、複数のレンズの光軸原点をその変化量の半分だけ移動させて、光軸原点周りの歪みをなくすように画像を補正することにより、正しく歪みの影響を低減できるため、視差の検知及び距離測定を高精度に行うことができる。

[0102] 温度によりレンズ部の光軸の位置が変化すると、撮影される画像が移動す

ることになる。例えば、自動車の前方監視に撮像装置を利用する場合、その撮像装置により得られた画像中心を運転者が見た画像の中心に合わせても、温度が変化すると画像中心がずれる。そのため、運転者は違和感を覚える。これに対し、実施の形態 1 の撮像装置の場合、温度が変化しても、画像中心の変化を抑制することができる。そのため、自動車の前方監視にも適した撮像装置を実現することができる。

[0103] なお、光軸中心から離れるほど歪曲が大きくなり、測距精度が悪くなる。本実施の形態の撮像装置によれば、光軸を上記のように補償することにより、歪曲が大きい領域の利用を避けるという効果を奏する。

[0104] また、本発明の第 1 の実施の形態の撮像装置は、例えば、第 1 のレンズ部 1 1 3 a の光軸中心 x 座標 $xc1$ であれば、温度センサ信号 T_s に応じた複数組の補正係数（センサ温度信号 T_s が 0、256、512、768、1024、 $\dots$ 、3840、4096 のときの値である $xc1_0$ 、 $xc1_256$ 、 $xc1_512$ 、 $xc1_768$ 、 $xc1_1024$ 、 $\dots$ 、 $xc1_3040$ 、 $xc1_4096$ ）を係数保存部 1 4 1 に保存し、温度センサ信号 T_s に関して式（11）のように補間処理を行い、作成する。同様に、第 1 のレンズ部 1 1 3 a の光軸中心 y 座標 $yc1$ 、第 2 のレンズ部 1 1 3 b の光軸中心 $(xc2, yc2)$ 、第 3 のレンズ部 1 1 3 c の光軸中心 $(xc3, yc3)$ 、第 4 のレンズ部 1 1 3 d の光軸中心 $(xc4, yc4)$ 、歪曲係数 $k2, k4$ 、倍率 (rx, ry) 、及び各レンズ部の x 方向の光軸間距離 Dx は、それぞれ係数保存部 1 4 1 に各温度での値を保存し、温度センサ信号 T_s を用いて補間演算を行い作成する。

[0105] このことより、補正式から補正係数を演算すること（例えば、式（12）から（21）のような演算をすること）が不要になるため、その分だけ演算時間や演算回路が不要となり、低コストな撮像装置を実現する。また、温度に応じて複雑な非線形な変化をする補正係数について、光学解析や実験で求めた値を保存し用いることにより、補正式で表現される変化と実際の変化との誤差を防止し、正しく歪みの影響を低減できるため、視差の検知及び距離測定を高精度に行うことができる。

[0106] また、本発明の実施の形態 1 の撮像装置は、予め各温度センサ信号 T_s に応じた補正係数を保存するにあたり、全ての温度センサ信号 T_s （0 から 4095 までのデジタル値を取る）に対応した補正係数を保存せずに 256 おきに間引いた補正係数を保存し、温度に対して補間した補正係数を作成する。例えば、第 1 のレンズ部 113 a の光軸中心 x 座標 $xc1$ ならば、温度センサ信号 T_s に対し 256 おきに間引いた補正係数（センサ温度信号 T_s が 0、256、512、768、1024、・・・、3840、4096 のときの値である $xc1_0$ 、 $xc1_256$ 、 $xc1_512$ 、 $xc1_768$ 、 $xc1_1024$ 、・・・、 $xc1_3040$ 、 $xc1_4096$ ）を保存し、温度センサ信号 T_s に関して補間して用いる。このことにより、間引いた分だけ記憶領域を省略することができる（使用される記憶領域が $1/256$ 倍になる）ため、その分だけ回路規模を縮小した低コストな撮像装置を実現することができる。

[0107] また、本発明の第 1 の実施の形態の撮像装置は、撮像信号補正部 143 において、第 1 のレンズ部 113 a の光軸中心($xc1, yc1$)、第 2 のレンズ部 113 b の光軸中心($xc2, yc2$)、第 3 のレンズ部 113 c の光軸中心($xc3, yc3$)、第 4 のレンズ部 113 d の光軸中心($xc4, yc4$)、歪曲係数 $k2, k4$ 、及び倍率(rx, ry)に基づき、式 (26)、(27)、(28) を用いて第 1 の撮像信号用の参照先座標($tx1, ty1$)を求め、式 (31)、(32)、(33) を用いて第 2 の撮像信号用の参照先座標($tx2, ty2$)を求め、式 (35)、(36)、(37) を用いて第 3 の撮像信号用の参照先座標($tx3, ty3$)を求め、式 (39)、(40)、(41) を用いて第 4 の撮像信号用の参照先座標($tx4, ty4$)を求め、参照先座標が示す複数の撮像信号を参照し式 (29)、(30)、(34)、(38)、(42) のように補間処理を施し補正後撮像信号である第 1 の撮像信号 $I1$ 、第 2 の撮像信号 $I2$ 、第 3 の撮像信号 $I3$ 、及び第 4 の撮像信号 $I4$ を作成する。

[0108] 予め参照先座標を演算し保持する場合、補正後撮像信号（第 1 の撮像信号 $I1$ 、第 2 の撮像信号 $I2$ 、第 3 の撮像信号 $I3$ 、及び第 4 の撮像信号 $I4$ ）の全ての画素（全て合わせて画素数が $4 \times H1 \times V1$ ）に関し参照先座標（第 1 の撮像信号用

の参照先座標(tx1, ty1)、第2の撮像信号用の参照先座標(tx2, ty2)、第3の撮像信号用の参照先座標(tx3, ty3)、及び第4の撮像信号用の参照先座標(tx4, ty4))が必要となるため、膨大な記憶容量が必要となり、その分だけ高コストとなる。特に、温度により参照先座標を変化させる必要がある場合、温度毎の参照先座標が必要であり、さらに膨大な記憶容量が必要となる。本発明の構成により、逐次、補正係数(第1のレンズ部113aの光軸中心(xc1, yc1)、第2のレンズ部113bの光軸中心(xc2, yc2)、第3のレンズ部113cの光軸中心(xc3, yc3)、第4のレンズ部113dの光軸中心(xc4, yc4)、歪曲係数k2, k4、及び倍率(rx, ry))から参照先座標(第1の撮像信号用の参照先座標(tx1, ty1)、第2の撮像信号用の参照先座標(tx2, ty2)、第3の撮像信号用の参照先座標(tx3, ty3)、及び第4の撮像信号用の参照先座標(tx4, ty4))を求め、補正後撮像信号(第1の撮像信号I1、第2の撮像信号I2、第3の撮像信号I3、及び第4の撮像信号I4)を作成する。このことにより、補正係数のみに記憶領域を割り当てればよく、大きな容量の記憶領域は不要であるため、低コストな撮像装置を実現する。特に、温度により参照先座標を変化させる必要がある場合、その効果は顕著となる。

[0109] また、本発明の第1の実施の形態の撮像装置は、温度補償演算部142において温度センサ信号Tsに基づき倍率(rx, ry)を作成し、撮像信号補正部143において倍率(rx, ry)などに基づき撮像信号I0を補正し、補正後撮像信号(第1の撮像信号I1、第2の撮像信号I2、第3の撮像信号I3、及び第4の撮像信号I4)を作成する。温度変化に伴い鏡筒111の長さ(レンズアレイ113の各レンズ部(第1のレンズ部113a、第2のレンズ部113b、第3のレンズ部113c、及び第4のレンズ部113d)の主点と撮像素子123の受光面との距離)が変化し、その分だけ倍率が変化するため、倍率変化を考慮しなければ鏡筒の長さが温度変化する分だけ距離精度が悪化する。本発明の構成により、鏡筒111の長さの温度変化に対応した倍率比(rkx, rky)を作成し、この倍率比(rkx, rky)に基づき倍率(rx, ry)を作成し、倍率(rx, ry)だけ撮像信号を補正することにより、鏡筒の長さの温度変化の影響を低減す

ることができるため、高精度な視差演算を実現し、それゆえ高精度な距離演算を実現することができる。

[0110] 同様に、焦点距離変化に対応した倍率比(r_{fx} , r_{fy})を作成し、倍率比(r_{fx} , r_{fy})に基づき倍率(r_x , r_y)を作成し、倍率(r_x , r_y)だけ撮像信号を補正することにより、焦点距離の温度変化の影響を低減することができるため、高精度な視差演算を実現し、それゆえ高精度な距離演算を実現することができる。

[0111] また、本発明の第1の実施の形態の撮像装置は、温度補償演算部142において温度センサ信号 T_s に基づき倍率(r_x , r_y)を作成し、撮像信号補正部143において倍率(r_x , r_y)などに基づき撮像信号 I_0 を補正し、補正後撮像信号(第1の撮像信号 I_1 、第2の撮像信号 I_2 、第3の撮像信号 I_3 、及び第4の撮像信号 I_4)を作成する。すなわち、各撮像信号において、温度に対して同一の倍率補正を行う。鏡筒が1つであるため、鏡筒長変化に伴う倍率変化は全ての撮像信号において等しい。また、各撮像信号(第1の撮像信号 I_1 、第2の撮像信号 I_2 、第3の撮像信号 I_3 、及び第4の撮像信号)に対応するレンズ部(第1のレンズ部113a、第2のレンズ部113b、第3のレンズ部113c、及び第4のレンズ部113d)は1つのレンズアレイ113に一体形成されたものであり、全てのレンズ部の屈折率の温度変化、それゆえ全てのレンズ部の焦点距離の温度変化が等しい。このように、1つの鏡筒113と複数のレンズ部を含む1つのレンズアレイ113を用いて撮像装置が構成されるため、各レンズ部において温度に関して同一の倍率変化とみなすことができる。従って、複数の撮像領域に対して1つの倍率相関補正係数を作成するだけでよく、その分だけ、演算時間を削減でき、低コストで高精度に距離演算する撮像装置を実現することができる。

[0112] 一組のレンズ部に対応した撮像信号において、それぞれのレンズ部の光軸中心を結ぶ直線に平行な形状をなす撮像対象に対しては、それぞれのレンズ部により得られる撮像信号において同一形状となるため、視差を求めることができない。実施の形態1の撮像装置によれば、3つの撮像信号の組(第1の撮像信号 I_1 及び第2の撮像信号 I_2 、第1の撮像信号 I_1 及び第3の撮像信号 I_3)

3、並びに第1の撮像信号I1及び第4の撮像信号I4)を選択し、それぞれの組に対しそれぞれの視差 $\Delta 12(ibx, iby)$ 、 $\Delta 13(ibx, iby)$ 、及び $\Delta 14(ibx, iby)$ を得る。このことにより、1つの組で正しく視差を求められない撮像対象であっても、他の組で正しく視差を求めることができるため、その視差に基づき距離を計測できる。例えば、水平な線状の撮像対象は、水平方向に並べられた組(第1の撮像信号I1及び第2の撮像信号I2)からは距離を計測することができないが、鉛直方向に並べられた組(第1の撮像信号I1及び第3の撮像信号I3、並びに第2の撮像信号I2及び第4の撮像信号I4)、及び斜めに並べられた組(第1の撮像信号I1及び第4の撮像信号I4)を用いることにより、距離を計測することができる。そのため、多様な形状の撮像対象に対応することができる。

[0113] また、実施の形態1の撮像装置によれば、複数の前記視差の信頼度($C12(ih, iv)$ 、 $C13(ih, iv)$ 、及び $C14(ih, iv)$)をそれぞれ演算し、ブロックB(ih, iv)毎に、視差($\Delta 12(ih, iv)$ 、 $\Delta 13(ih, iv)$ 、及び $\Delta 14(ih, iv)$)のうち信頼度が最も大きい視差 $\Delta(ih, iv)$ を特定し、その視差 $\Delta(ih, iv)$ に基づいて距離を演算する。このように、信頼性が高い視差 $\Delta(ih, iv)$ に基づき視差演算するため、信頼性が高い距離計測が可能となる。また、全ての組の視差($\Delta 12(ih, iv)$ 、 $\Delta 13(ih, iv)$ 、及び $\Delta 14(ih, iv)$)において距離演算を行わず、信頼性が高い視差($\Delta(ih, iv)$)のみの距離演算を行うため、高速な距離計測が可能となる。

[0114] また、本発明の第1の実施の形態の撮像装置は、温度補償演算部142において温度センサ信号Tsに基づき倍率(rx, ry)を作成し、撮像信号補正部143において倍率(rx, ry)などに基づき撮像信号I0を補正し、補正後撮像信号(第1の撮像信号I1、第2の撮像信号I2、第3の撮像信号I3、及び第4の撮像信号I4)を作成する。そのため、温度が変化しても補正後撮像信号上の被写体像の大きさが変化しない。そのため、撮像装置から距離情報のみならず、補正後撮像信号を画像情報として出力し、後段のコントローラで、例えば、顔認識の画像処理を行う場合、温度が変化しても被写体像の大きさが変化しないため、正しい顔の大きさを求めることができる。

[0115] [変形例]

本発明の実施の形態 1 の撮像装置には種々の変形例が考えられる。以下、これを説明する。

[0116] <変形例 1>

実施の形態 1 に係る撮像装置において、レンズアレイ 113 は略円形に成型されているが、これに限定されない。図 21 は、実施の形態 1 の変形例 2 に係る撮像装置のレンズアレイの構成を示す平面図である。図 21 (a) に示すレンズアレイ 113 A のように、矩形状に成型されてもよい。さらに、図 21 (b) に示すレンズアレイ 113 B のように、その端面等に平面方向に伸びる突起等が設けられていてもよい。このようにレンズアレイが略円形でない構成においても、レンズ部はほぼ等方に膨張するため、実施の形態 1 と同様に動作させることにより、実施の形態 1 の場合と同様の効果を得ることができる。

[0117] <変形例 2>

実施の形態 1 に係る撮像装置において、レンズアレイ 113 は 4 つのレンズ部を持ったがレンズ部の数はこれに限定されない。図 22 は、実施の形態 1 の変形例 3 に係る撮像装置のレンズアレイの構成を示す平面図である。図 22 (a) に示すレンズアレイ 113 C のように、x 方向に Dx だけ離れた 2 つのレンズ部（第 1 のレンズ部 113 C a、及び第 2 のレンズ部 113 C b）を持つものでもよい。なお、係数保存部 141 にそれぞれのレンズ部の光軸中心を以下のように決定し保存する。式 (12)、(13) のように、温度上昇に伴う光軸間の間隔の x 方向の変化量 ddx 、y 方向の変化量 ddy を演算し、その半分（x 方向に $p \cdot ddx / 2$ 、y 方向に $p \cdot ddy / 2$ ）だけ光軸中心が移動するとして作成する。具体的には、下記式 (64)、(65) のように、第 1 のレンズ部 113 C a の光軸中心 $(xc1, yc1)$ は、基準温度 $Th0$ における光軸中心 $(xc10, yc10)$ から x 方向に $-ddx / 2$ だけ移動するように作成する。また、下記式 (66)、(67) のように、第 2 のレンズ部 113 C b の光軸中心 $(xc2, yc2)$ は、基準温度 $Th0$ における光軸中心 $(xc20, yc20)$ から x 方向に $+ddx / 2$ だけ

移動するように作成する。

$$xc1 = xc10 - ddx/2 \cdots (64)$$

$$yc1 = yc10 \cdots (65)$$

$$xc2 = xc20 + ddx/2 \cdots (66)$$

$$yc2 = yc20 \cdots (67)$$

[0118] また、図 2 2 (b) に示すレンズアレイ 1 1 3 D のように、最外周部のレンズ部同士が x 方向に Dx だけ、y 方向に Dy だけ離れた 9 つのレンズ部（第 1 のレンズ部 1 1 3 D a、第 2 のレンズ部 1 1 3 D b、第 3 のレンズ部 1 1 3 D c、第 4 のレンズ部 1 1 3 D d、第 5 のレンズ部 1 1 3 D e、第 6 のレンズ部 1 1 3 D f、第 7 のレンズ部 1 1 3 D g、第 8 のレンズ部 1 1 3 D h、及び第 9 のレンズ部 1 1 3 D i。x 方向、y 方向に関してそれぞれ等間隔に配置されたもの）を持つものでもよい。なお、係数保存部 1 4 1 にそれぞれのレンズ部の光軸中心を以下のように決定し保存する。式 (1 2)、(1 3) のように、温度上昇に伴う光軸間の間隔の x 方向の変化量 ddx、y 方向の変化量 ddy を演算し、その半分 (x 方向に $p \cdot ddx/2$ 、y 方向に $p \cdot ddy/2$) だけ光軸中心が移動するとして作成する。具体的には、下記式 (6 8)、(6 9) のように、第 1 のレンズ部 1 1 3 D a の光軸中心 (xc1, yc1) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc10, yc10) から x 方向に $-ddx/2$ 、y 方向に $-ddy/2$ だけ移動するように作成する。また、下記式 (7 0)、(7 1) のように、第 2 のレンズ部 1 1 3 D b の光軸中心 (xc2, yc2) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc20, yc20) から y 方向に $-ddy/2$ だけ移動するように作成する。また、下記式 (7 2)、(7 3) のように、第 3 のレンズ部 1 1 3 D c の光軸中心 (xc3, yc3) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc30, yc30) から x 方向に $+ddx/2$ 、y 方向に $-ddy/2$ だけ移動するように作成する。また、下記式 (7 4)、(7 5) のように、第 4 のレンズ部 1 1 3 D d の光軸中心 (xc4, yc4) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc40, yc40) から x 方向に $-ddx/2$ だけ移動するように作成する。また、下記式 (7 6)、(7 7) のように、第 5 のレンズ部 1 1 3 D e の光軸中心 (xc5, yc5) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc10, yc10) から移動しない

ように作成する。また、下記式（78）、（79）のように、第6のレンズ部113Dfの光軸中心(xc6, yc6)は、基準温度Th0における光軸中心(xc60, yc60)からx方向に+ddx/2だけ移動するように作成する。また、下記式（80）、（81）のように、第7のレンズ部113Dgの光軸中心(xc7, yc7)は、基準温度Th0における光軸中心(xc70, yc70)からx方向に-ddx/2、y方向に+ddy/2だけ移動するように作成する。また、下記式（82）、（83）のように、第8のレンズ部113Dhの光軸中心(xc8, yc8)は、基準温度Th0における光軸中心(xc80, yc80)からy方向に+ddy/2だけ移動するように作成する。また、下記式（84）、（85）のように、第9のレンズ部113Diの光軸中心(xc9, yc9)は、基準温度Th0における光軸中心(xc90, yc90)からx方向に+ddx/2、y方向に+ddy/2だけ移動するように作成する。

$$xc1 = xc10 - ddx/2 \quad \dots (68)$$

$$yc1 = yc10 - ddy/2 \quad \dots (69)$$

$$xc2 = xc20 \quad \dots (70)$$

$$yc2 = yc20 - ddy/2 \quad \dots (71)$$

$$xc3 = xc30 + ddx/2 \quad \dots (72)$$

$$yc3 = yc30 - ddy/2 \quad \dots (73)$$

$$xc4 = xc40 - ddx/2 \quad \dots (74)$$

$$yc4 = yc40 \quad \dots (75)$$

$$xc5 = xc50 \quad \dots (76)$$

$$yc5 = yc50 \quad \dots (77)$$

$$xc6 = xc60 + ddx/2 \quad \dots (78)$$

$$yc6 = yc60 \quad \dots (79)$$

$$xc7 = xc70 - ddx/2 \quad \dots (80)$$

$$yc7 = yc70 + ddy/2 \quad \dots (81)$$

$$xc8 = xc80 \quad \dots (82)$$

$$yc8 = yc80 + ddy/2 \quad \dots (83)$$

$$xc9 = xc90 + ddx/2 \quad \dots (84)$$

$$yc9 = yc90 + ddy/2 \cdots (85)$$

[0119] これ以外の点は、上述の実施の形態 1 と同様である。これにより、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

[0120] <その他の変形例>

なお、実施の形態 1 に係る撮像装置において、温度センサ 126 は、基板 121 上に配設されている。このように、温度センサ 126 を基板 121 上に配設する場合、基板 121 上の配線を用いて温度センサ 126 と温度センサ信号入力部 134 とを接続すればよい。ため、実装が容易であるという利点がある。しかし、このような構成に限定されるわけではない。温度センサ 126 は、レンズアレイ 113 近傍の基板 121 の温度を検出しているが、その目的は、レンズアレイ 113 の温度を検出することにある。レンズアレイ 113 の温度は直接又は間接的に検出することができる。レンズアレイ 113 の温度を間接的に検出するには、レンズアレイ 113 の温度と相関関係を有する温度あるいは温度以外の物理量を検出すればよい。そして、それらをレンズアレイ 113 の温度に補正し、あるいはレンズアレイ 113 の温度との差異を見込むことによって、それらを、直接検出するレンズアレイ 113 の温度の代わりに用いることができる。本実施の形態では、この観点から、レンズアレイ 113 近傍の基板 121 の温度を検出している。従って、これ以外に、例えば、温度センサ 126 をパッケージ 122 内部の撮像素子 123 に並列して配設するようにしてもよい。この場合、撮像素子 123 の近傍に温度センサ 126 が配置されるため、温度センサ 126 の実装時にゴミ等が撮像素子 123 に付着しないようにする配慮が必要となるものの、レンズアレイ 113 により近くなることにより、温度検出の精度が増す。その結果、光軸の変化をより正しく補正し、歪曲をより正しく補正することができるので、距離測定精度を向上させることができる。

[0121] また、SLSI125の一部が温度センサ 126 となるような製造プロセスを用いて SLSI125 を作成してもよい。この場合、温度センサ 126 を実装する必要がないため、その分だけ実装コストを低減できる。

[0122] また、温度センサ 1 2 6 が、鏡筒 1 1 1 の外壁又は内壁に貼設されていてもよい。この場合、温度センサ 1 2 6 の配線に考慮が必要だが、レンズアレイ 1 1 3 に近い鏡筒 1 1 1 に温度センサ 1 2 6 を配置することができるため、温度検出の精度が増す。よって、光軸の変化をより正しく補正し、歪曲をより正しく補正することができ、距離測定精度を向上させることができる。また、鏡筒 1 1 1 の内部に埋設されていてもよい。この場合、温度センサ 1 2 6 の配線及び鏡筒 1 1 1 の製造方法に考慮が必要だが、レンズアレイ 1 1 3 に近い鏡筒 1 1 1 の内部に温度センサ 1 2 6 を配置することができるため、同様にして距離測定精度を向上させることができる。

[0123] また、温度センサ 1 2 6 をレンズアレイ 1 1 3 の適宜の位置に配設し、適宜配線により接続してもよい。この場合、温度センサ 1 2 6 の配線に考慮が必要だが、レンズアレイ 1 1 3 に温度センサ 1 2 6 を直接配設するため、さらに温度検出の精度が増し、その結果距離測定精度を向上させることができる。また、レンズ部の内部に埋設されていてもよい。この場合、温度センサ 1 2 6 の配線及びレンズアレイ 1 1 3 の製造方法に考慮が必要だが、レンズアレイ 1 1 3 の内部に温度センサ 1 2 6 を配置するため、さらに温度検出の精度が増し、距離測定精度を向上させることができる。

[0124] また、実施の形態 1 の撮像装置は、すべてのレンズ部において、同一の倍率を用いているが、レンズ部毎に倍率が異なってもよい。この場合、測定などによりそれぞれの倍率を求める。

[0125] また、実施の形態 1 の撮像装置は、歪曲係数 $kd2$, $kd4$ 、倍率(rx , ry)、第 1 のレンズ部 1 1 3 a の光軸中心($xc1$, $yc1$)、第 2 のレンズ部 1 1 3 b の光軸中心($xc2$, $yc2$)、第 3 のレンズ部 1 1 3 c の光軸中心($xc3$, $yc3$)、第 4 のレンズ部 1 1 3 d の光軸中心($xc4$, $yc4$)、焦点距離 f 、及び各レンズ部の x 方向の光軸間距離 Dx を温度補償し、撮像信号を補正したが、これに限定されない。例えば、高次歪曲係数や、各レンズ部の倍率や、各レンズ部の回転などを補正してもよい。

(実施の形態 2)

本発明の実施の形態 1 に係る撮像装置は、レンズアレイ 1 1 3 が略円形に成型され、各レンズ部（第 1 のレンズ部 1 1 3 a、第 2 のレンズ部 1 1 3 b、第 3 のレンズ部 1 1 3 c、及び第 4 のレンズ部 1 1 3 d）がレンズアレイ 1 1 3 の中心から同一距離に配置されている。そして、温度センサ 1 2 6 によって検知された温度に基づきレンズアレイ 1 1 3 の各レンズ部の光軸の間隔の変化量を求め、各レンズ部の光軸原点を変化量の半分だけ移動し、光軸原点周りの歪みをなくすように画像を補正する。これにより、温度が変化しても正しく歪みの影響を低減できるため、高精度な視差を検知し、それゆえ高精度に距離測定する撮像装置を実現した。また、温度が変化しても、画像中心が変化しない撮像装置を実現した。

[0126] これに対し、本発明の実施の形態 2 に係る撮像装置は、レンズアレイの中心から同一距離に配置されない各レンズ部を備えている。このように、各レンズ部がレンズアレイの中心から同一距離に配置されない場合においても、温度変化に影響されることなく高精度な視差を検知し、それゆえ高精度に距離測定し、かつ、画像中心の変化を抑制することができる。

[0127] 実施の形態 2 の撮像装置は、実施の形態 1 のレンズアレイ 1 1 3 をレンズアレイ 2 1 3 に置換え、さらに、実施の形態 1 の係数保存部 1 4 1 にレンズアレイ 2 1 3 に対応する補正係数を保存するよう構成したものである。その他の構成は実施の形態 1 と同様である。従って、図 2 3 において、図 2 と同一又は相当する要素には、同一の符号を付与し、その説明を省略する。また、以下では、実施の形態 1 の図面を用いて説明する場合がある。

[0128] 図 2 3 は、本発明の実施の形態 2 に係る撮像装置のレンズアレイの構成を示す平面図である。レンズアレイ 2 1 3 は、略円盤状であり、光学ガラス材や透明樹脂などから形成され、第 1 のレンズ部 2 1 3 a、第 2 のレンズ部 2 1 3 b、第 3 のレンズ部 2 1 3 c、及び第 4 のレンズ部 2 1 3 d が基盤目状に配置される。第 1 ～第 4 のレンズ部 2 1 3 a ～ 2 1 3 d の配置方向に沿って、図 2 3 に示すように x 軸及び y 軸を設定する。第 1 のレンズ部 2 1 3 a、第 2 のレンズ部 2 1 3 b、第 3 のレンズ部 2 1 3 c、及び第 4 のレンズ部

2 1 3 dにおいて、被写体側から入射した光は、撮像素子 1 2 3 側へ射出し、撮像素子 1 2 3 上に4つの像を結像する（図 1 参照）。なお、図 2 3 に示すように、第 1 のレンズ部 2 1 3 a の光軸と第 2 のレンズ部 2 1 3 b の光軸とは、水平方向（x 軸方向）では D_x だけ離れ、垂直方向（y 軸方向）では一致しており、レンズアレイ 2 1 3 の中心 2 1 3 o を通る y 軸方向の軸に対して対称な位置に配置される。そして、第 1 のレンズ部 2 1 3 a の光軸と第 2 のレンズ部 2 1 3 b の光軸とは、レンズアレイ 2 1 3 の中心 2 1 3 o から y 軸方向に $D_y 1$ だけ離れて配置される。また、第 3 のレンズ部 2 1 3 c の光軸と第 4 のレンズ部 2 1 3 d の光軸とは、水平方向（x 軸方向）では D_x だけ離れ、垂直方向（y 軸方向）では一致しており、レンズアレイの中心 2 1 3 o を通る y 軸方向の軸に対して対称な位置に配置される。そして、第 3 のレンズ部 2 1 3 c の光軸と第 4 のレンズ部 2 1 3 d の光軸とは、レンズアレイ 2 1 3 の中心 2 1 3 o から y 軸方向に $D_y 2$ だけ離れて配置される。

[0129] なお、係数保存部 1 4 1（図 1 3 参照）に保存される各レンズ部の光軸中心を以下のように決定する。レンズアレイ 2 1 3 の温度が上昇した場合、各レンズ部 2 1 3 a ~ 2 1 3 d が膨張する。この場合、レンズアレイ 2 1 3 は略円形であるため、図 2 3 において矢印で示すように、各レンズ部 2 1 3 a ~ 2 1 3 d の光軸中心がレンズアレイ 2 1 3 の中心 2 1 3 o に対して各レンズ部がレンズ外側に移動する。この移動量は、レンズアレイ 2 1 3 の中心 2 1 3 o から各レンズ部 2 1 3 a ~ 2 1 3 d の光軸までの距離に略比例する。すなわち、温度上昇によるレンズアレイ 2 1 3 の膨張に伴う第 1 のレンズ部 2 1 3 a の x 軸方向の移動量 $dbx1$ 及び y 軸方向の移動量 $dbyl1$ は、撮像素子 1 2 3 の画素間隔を単位として、下記式（8 6）及び（8 7）のように表される。ここで、 $Dx/2$ は基準温度 $Th0$ におけるレンズアレイ 2 1 3 の中心 2 1 3 o を通る x 軸方向の軸と第 1 のレンズ部 2 1 3 a の光軸との距離であり、 $Dy1$ は同じく y 軸方向の軸と第 1 のレンズ部 2 1 3 a の光軸との距離である。また、 aL はレンズアレイ 2 1 3 の熱線膨張率であり、 aS は撮像素子 1 2 3 の熱線膨張率であり、 $T(Ts)$ は温度センサ信号が Ts のときの温度センサの物理的な温

度であり、 Th_0 は基準温度であり、 p は撮像素子 1 2 3 の画素間隔である。また、温度上昇によるレンズアレイ膨張に伴う第 2 のレンズ部 2 1 3 b の x 軸方向の移動量 dbx_2 及び y 軸方向の移動量 dbx_2 は、撮像素子 1 2 3 の画素間隔を単位として、下記式 (88) 及び (89) のように表される。ここで、 $Dx/2$ は基準温度 Th_0 におけるレンズアレイ 2 1 3 の中心 2 1 3 o を通る x 軸方向の軸と第 2 のレンズ部 2 1 3 b の光軸との距離であり、 Dy_1 は同じく y 軸方向の軸と第 2 のレンズ部 2 1 3 b の光軸との距離である。また、温度上昇によるレンズアレイ膨張に伴う第 3 のレンズ部 2 1 3 c の x 軸方向の移動量 dbx_3 及び y 軸方向の移動量 dbx_3 は、撮像素子 1 2 3 の画素間隔を単位として、下記式 (90) 及び (91) のように表される。ここで、 $Dx/2$ は基準温度 Th_0 におけるレンズアレイの中心 2 1 3 o を通る x 軸方向の軸と第 3 のレンズ部 2 1 3 c の光軸との距離であり、 Dy_2 は同じく y 軸方向の軸と第 3 のレンズ部 2 1 3 c の光軸との距離である。さらに、温度上昇によるレンズアレイ膨張に伴う第 4 のレンズ部 2 1 3 d の x 軸方向の移動量 dbx_4 及び y 軸方向の移動量 dbx_4 は、撮像素子 1 2 3 の画素間隔を単位として、下記式 (92) 及び (93) のように表される。ここで、 $Dx/2$ は基準温度 Th_0 におけるレンズアレイの中心 2 1 3 o を通る軸と第 4 のレンズ部 2 1 3 d の光軸との距離であり、 Dy_2 は同じく y 軸方向の軸と第 4 のレンズ部 2 1 3 d の光軸との距離である。

$$ddx_1 = (Dx/2) * (a_L - a_S) * (T(T_s) - Th_0) / p \dots (86)$$

$$ddy_1 = Dy_1 * (a_L - a_S) * (T(T_s) - Th_0) / p \dots (87)$$

$$ddx_2 = (Dx/2) * (a_L - a_S) * (T(T_s) - Th_0) / p \dots (88)$$

$$ddy_2 = Dy_1 * (a_L - a_S) * (T(T_s) - Th_0) / p \dots (89)$$

$$ddx_3 = (Dx/2) * (a_L - a_S) * (T(T_s) - Th_0) / p \dots (90)$$

$$ddy_3 = Dy_2 * (a_L - a_S) * (T(T_s) - Th_0) / p \dots (91)$$

$$ddx_4 = (Dx/2) * (a_L - a_S) * (T(T_s) - Th_0) / p \dots (92)$$

$$ddy_4 = Dy_2 * (a_L - a_S) * (T(T_s) - Th_0) / p \dots (93)$$

[0130] そして、各レンズ部の光軸中心は、上述の移動量だけ光軸が移動するとして作成する。具体的には、下記式 (94)、(95) のように、第 1 のレン

ズ部 2 1 3 a の光軸中心 (xc1, yc1) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc10, yc10) から x 方向に -ddx1、y 方向に +ddy1 だけ移動するように作成する。また、下記式 (96)、(97) のように、第 2 のレンズ部 2 1 3 b の光軸中心 (xc2, yc2) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc20, yc20) から x 方向に +ddx2、y 方向に +ddy2 だけ移動するように作成する。また、下記式 (98)、(99) のように、第 3 のレンズ部 2 1 3 c の光軸中心 (xc3, yc3) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc30, yc30) から x 方向に -ddx3、y 方向に +ddy3 だけ移動するように作成する。また、下記式 (100)、(101) のように、第 4 のレンズ部 2 1 3 d の光軸中心 (xc4, yc4) は、基準温度 Th0 における光軸中心 (xc40, yc40) から x 方向に +ddx4、y 方向に +ddy4 だけ移動するように作成する。

$$xc1 = xc10 - ddx1 \quad \dots (94)$$

$$yc1 = yc10 + ddy1 \quad \dots (95)$$

$$xc2 = xc20 + ddx2 \quad \dots (96)$$

$$yc2 = yc20 + ddy2 \quad \dots (97)$$

$$xc3 = xc30 - ddx3 \quad \dots (98)$$

$$yc3 = yc30 + ddy3 \quad \dots (99)$$

$$xc4 = xc40 + ddx4 \quad \dots (100)$$

$$yc4 = yc40 + ddy4 \quad \dots (101)$$

[0131] なお、歪曲係数 k2、k4、倍率 (rx, ry)、焦点距離 f、及び x 方向の光軸間距離 Dx は、実施の形態 1 の撮像装置と同様の方法で作成し保存すればよい。

[0132] なお、歪みが生じない場合、上記の座標変換テーブルを用いてなされる座標変換は、下記式 (102) から (105) のように、撮像信号 I0(x, y) から画像を切り出し、その後、下記式 (106) から (109) のように、平行移動することを意味する。

$$I1(x, y) = I0(x + x01, y + y01) \quad \dots (102)$$

$$I2(x, y) = I0(x + x02, y + y02) \quad \dots (103)$$

$$I3(x, y) = I0(x + x03, y + y03) \quad \dots (104)$$

$$I4(x, y) = I0(x + x04, y + y04) \quad \dots (105)$$

$$l1(x, y) = l1(x-ddx1, y+ddy1) \cdots (106)$$

$$l2(x, y) = l2(x+ddx2, y+ddy2) \cdots (107)$$

$$l3(x, y) = l3(y-ddx3, x+ddy3) \cdots (108)$$

$$l4(x, y) = l4(x+ddx4, y+ddy4) \cdots (109)$$

[0133] 本実施の形態の撮像装置が以上のように構成されて動作することにより、実施の形態 1 と同様の効果が奏される。

[0134] なお、実施の形態 2 を、実施の形態 1 の変形例と同様に変形することが可能であることは言うまでもない。

[0135] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0136] 本発明の撮像装置は、距離計測可能な小型の撮像装置であるため、カメラ機能を備えた携帯型電話機、デジタルスチルカメラ、車載用カメラ、監視用カメラ、三次元計測器、及び立体画像入力カメラ等に有用である。

符号の説明

- [0137] 1 0 1 カメラモジュール
 1 1 0 レンズモジュール
 1 1 1 鏡筒
 1 1 2 カバーガラス
 1 1 3、2 1 3 レンズアレイ
 1 2 0 回路部
 1 2 1 基板
 1 2 2 パッケージ
 1 2 3 撮像素子
 1 2 4 パッケージカバーガラス

- 1 2 5 S L S I
- 1 2 6 温度センサ
- 1 2 7 金線
- 1 3 1 システム制御部
- 1 3 2 撮像素子駆動部
- 1 3 3 撮像信号入力部
- 1 3 4 温度センサ信号入力部
- 1 3 5 入出力部
- 1 4 1 係数保存部
- 1 4 2 温度補償演算部
- 1 4 3 撮像信号補正部
- 1 4 4 距離演算部

請求の範囲

[請求項1]

複数のレンズを含むレンズアレイと、

前記複数のレンズと一対一に対応して設けられ、対応する前記レンズの光軸方向に対して略垂直な受光面をそれぞれ有する複数の撮像領域と、

前記レンズアレイの近傍に配置され温度を検知する温度センサと、

前記温度センサにより検知された温度に基づいて、前記撮像領域で撮像された画像の倍率に相関する補正係数（以下、倍率相関補正係数という）を含む補正係数を作成する補正係数作成部と、

前記補正係数に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するとともに該補正後の撮像信号を用いて視差を演算する補正演算部と、を備える、撮像装置。

[請求項2]

前記補正係数作成部は、前記温度センサにより検知された温度に基づいて、前記倍率相関補正係数として、前記レンズアレイ及び前記複数の撮像領域を収容する鏡筒の伸び又は縮みを補正する倍率を作成するよう構成されており、

前記補正演算部は、前記倍率に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するよう構成されている、請求項1に記載の撮像装置。

[請求項3]

前記補正係数作成部は、前記温度センサにより検知された温度に基づいて、前記倍率相関補正係数として、前記レンズアレイの屈折率または焦点距離の変化を補正する倍率を作成するよう構成されており、

前記補正演算部は、前記倍率に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するよう構成されている、請求項1に記載の撮像装置。

[請求項4]

前記補正係数作成部は、前記複数の撮像領域のそれぞれに対する前記倍率相関補正係数を前記温度の変化に対して同一の割合だけ変化させるように作成する、請求項1～3のいずれかに記載の撮像装置。

[請求項5] 複数のレンズを含むレンズアレイと、前記複数のレンズと一対一に対応して設けられ、対応する前記レンズの光軸方向に対して略垂直な受光面をそれぞれ有する複数の撮像領域とを有する撮像装置に用いられる半導体回路素子であって、

前記レンズアレイの近傍に配置された温度センサによって検知された温度に基づいて、前記撮像領域で撮像された画像の倍率に相関する補正係数（以下、倍率相関補正係数という）を含む補正係数を作成する補正係数作成部と、

前記補正係数に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するとともに該補正後の撮像信号を用いて視差を演算する補正演算部と、を備える、半導体回路素子。

[請求項6] 前記補正係数作成部は、前記温度センサにより検知された温度に基づいて、前記倍率相関補正係数として鏡筒の伸び又は縮みを補正する倍率を作成するよう構成されており、

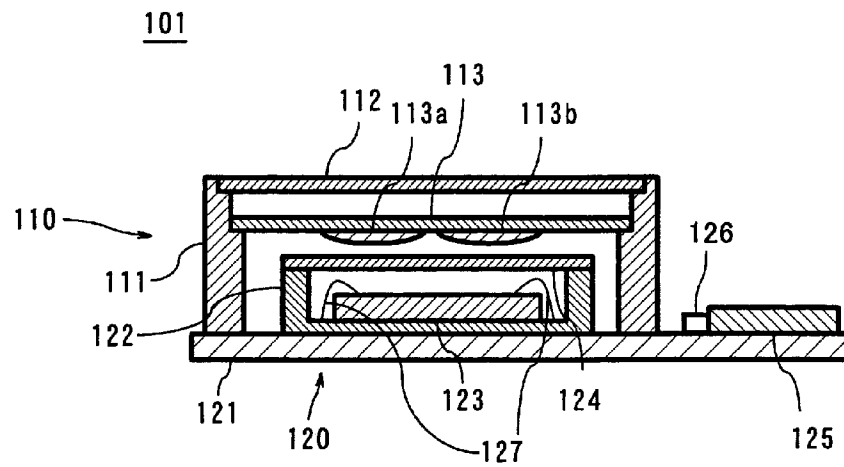
前記補正演算部は、前記倍率に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するよう構成されている、請求項5に記載の半導体回路素子。

[請求項7] 前記補正係数作成部は、前記温度センサにより検知された温度に基づいて、前記倍率相関補正係数として、前記レンズアレイの屈折率または焦点距離の変化を補正する倍率を作成するよう構成されており、

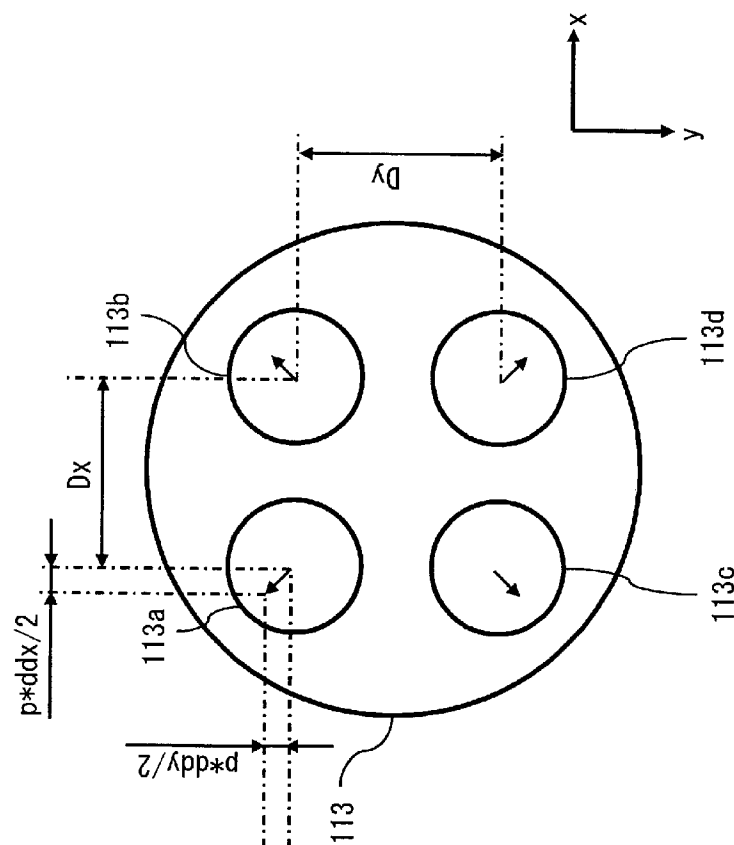
前記補正演算部は、前記倍率に基づいて、前記撮像領域において生成された撮像信号を補正するよう構成されている、請求項5に記載の半導体回路素子。

[請求項8] 前記補正係数作成部は、前記複数の撮像領域のそれぞれに対する前記倍率相関補正係数を前記温度の変化に対して同一の割合だけ変化させるように作成する、請求項5～7のいずれかに記載の半導体回路素子。

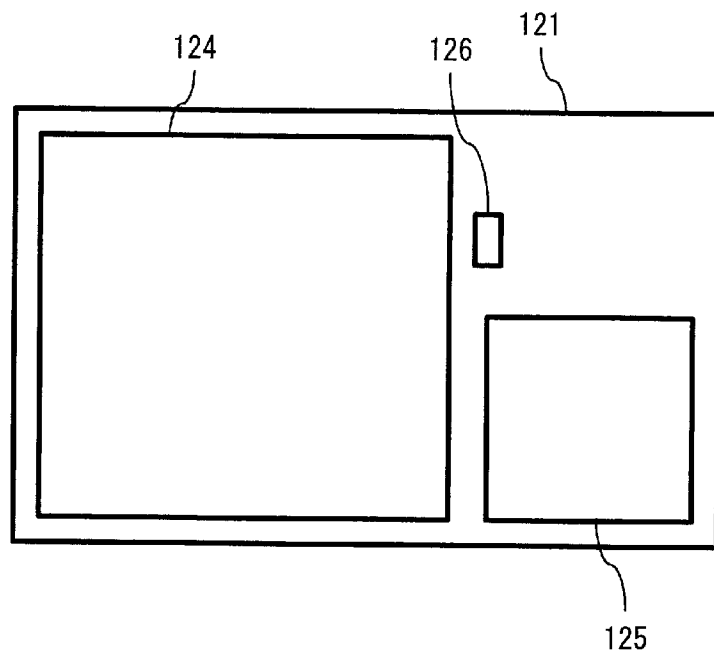
[図1]



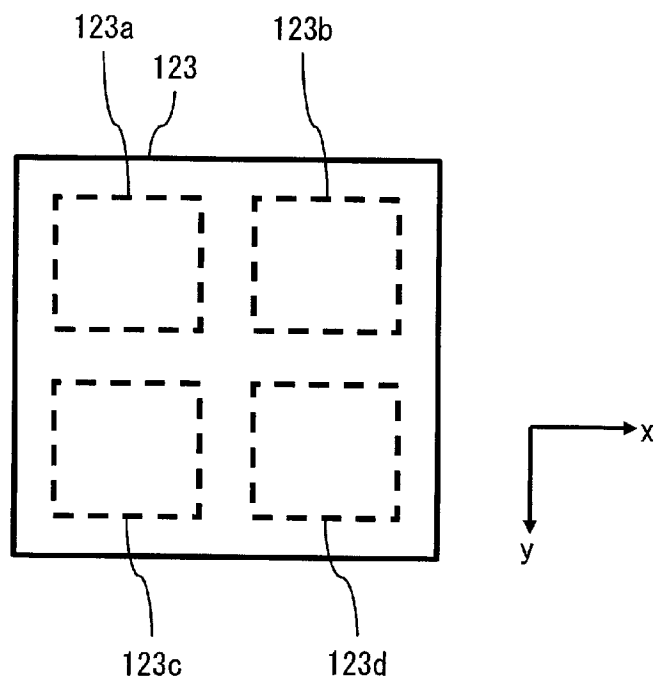
[図2]



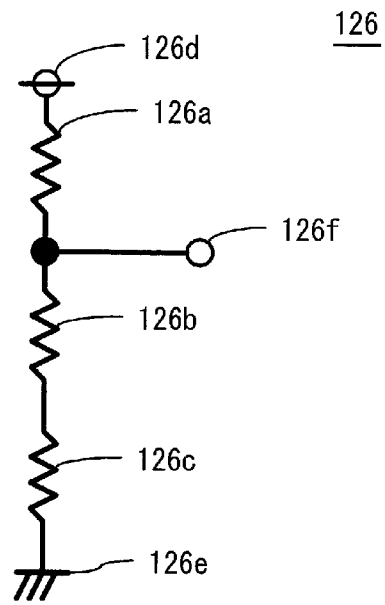
[図3]

120

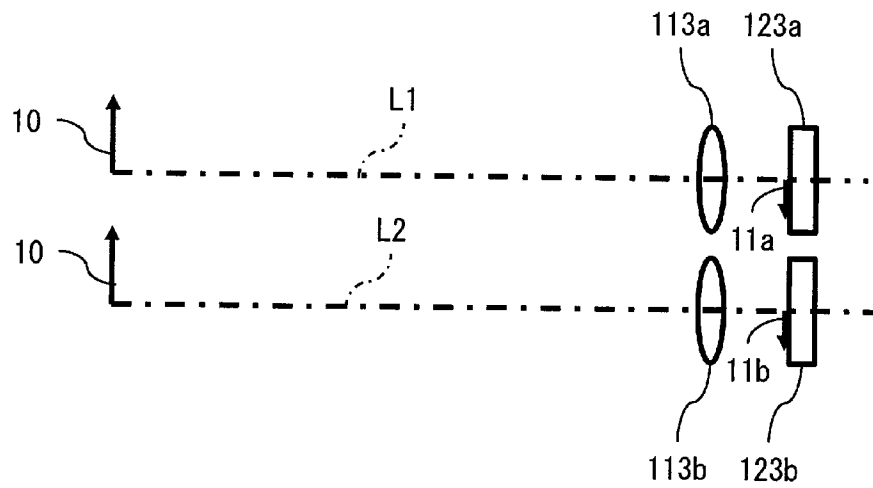
[図4]



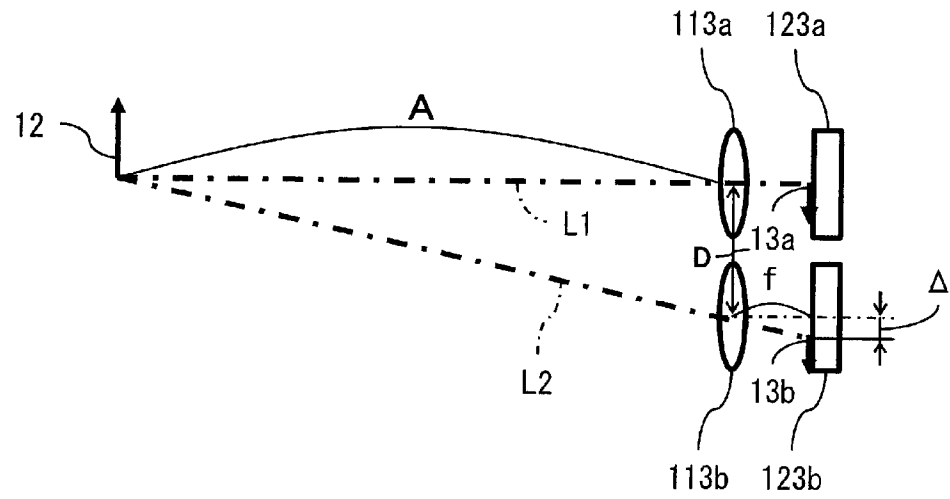
[図5]



[図6]

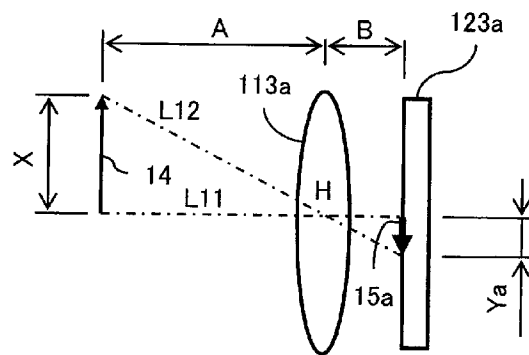


[図7]

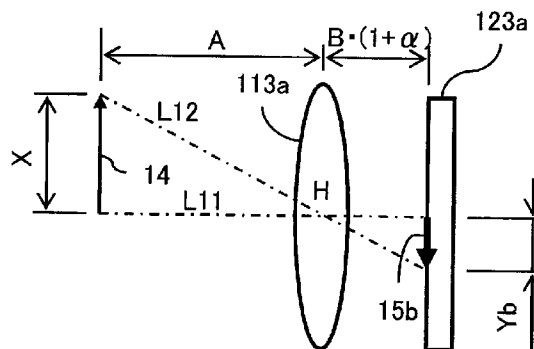


[図8]

(a)

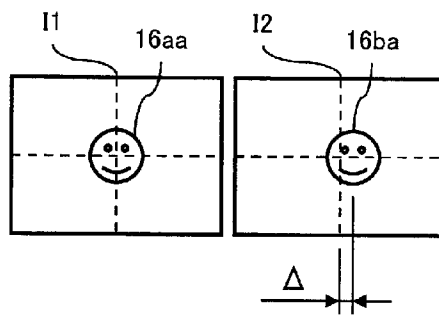


(b)

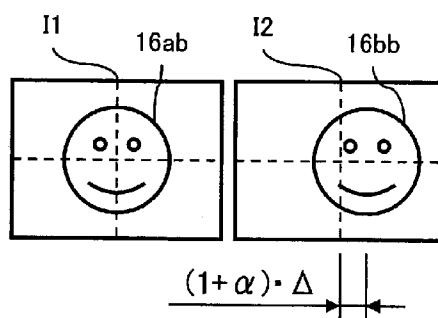


[図9]

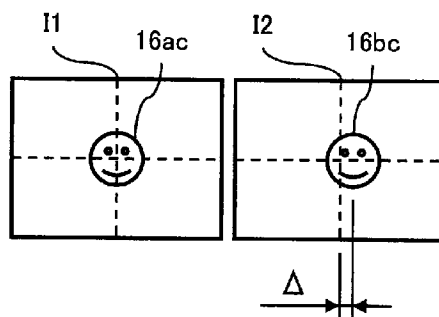
(a)



(b)

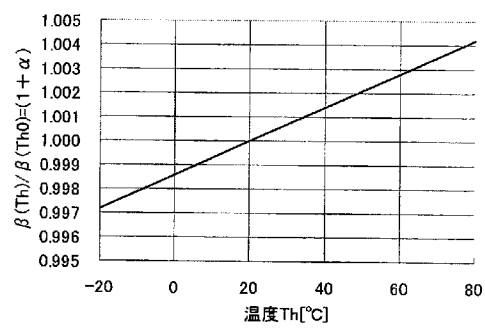


(c)

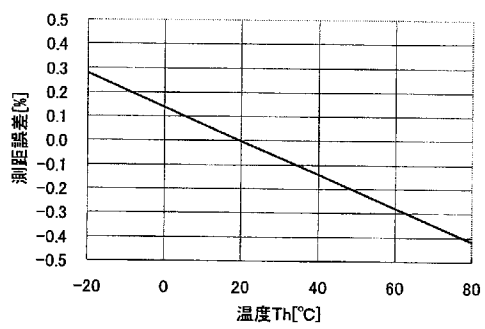


[図10]

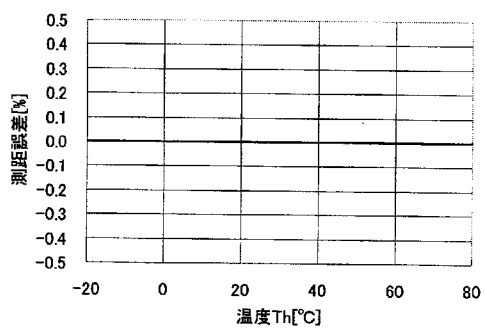
(a)



(b)

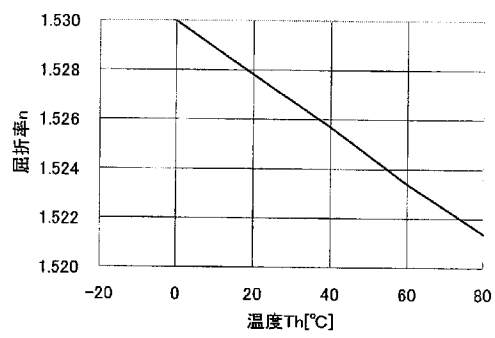


(c)

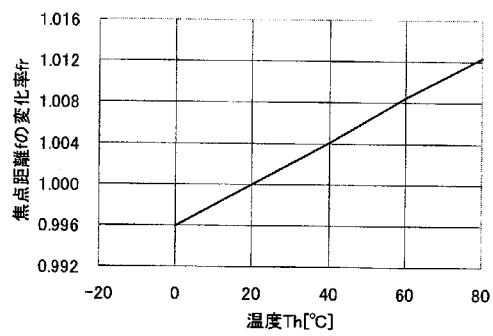


[図11]

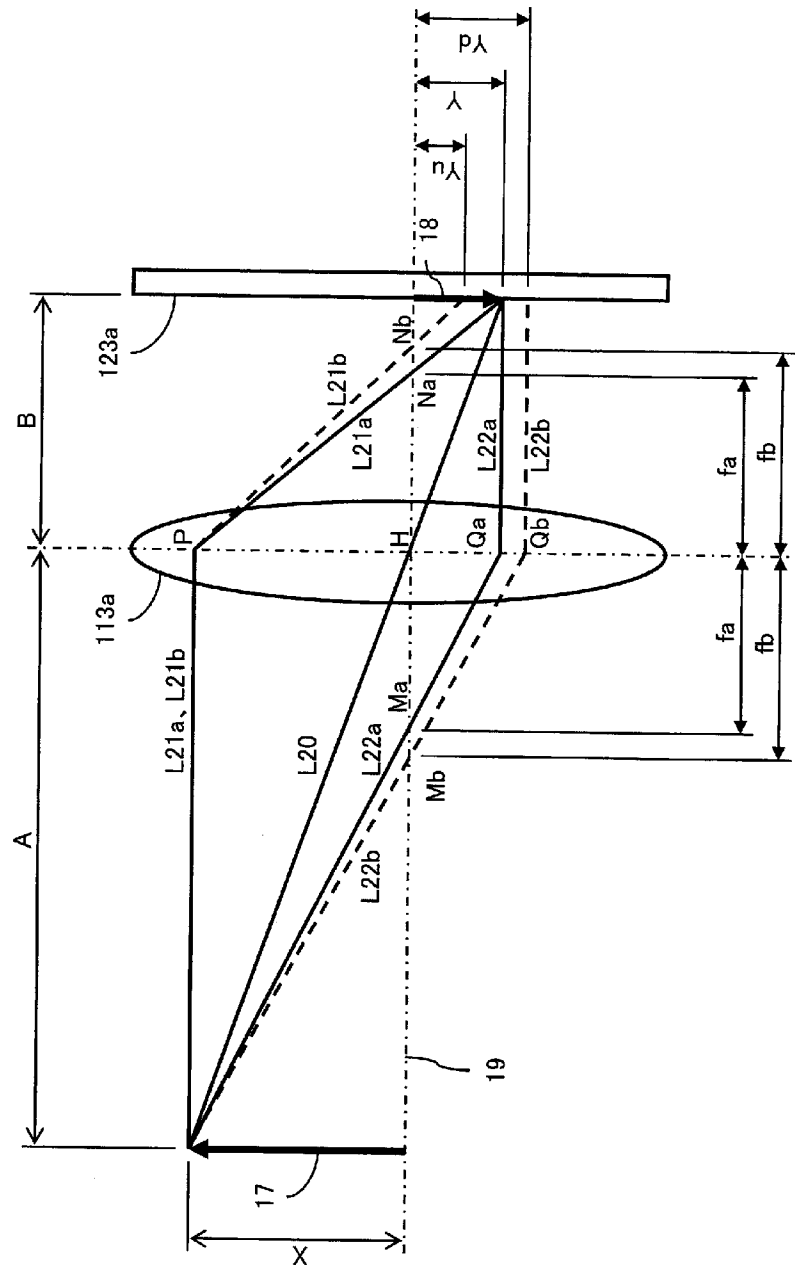
(a)



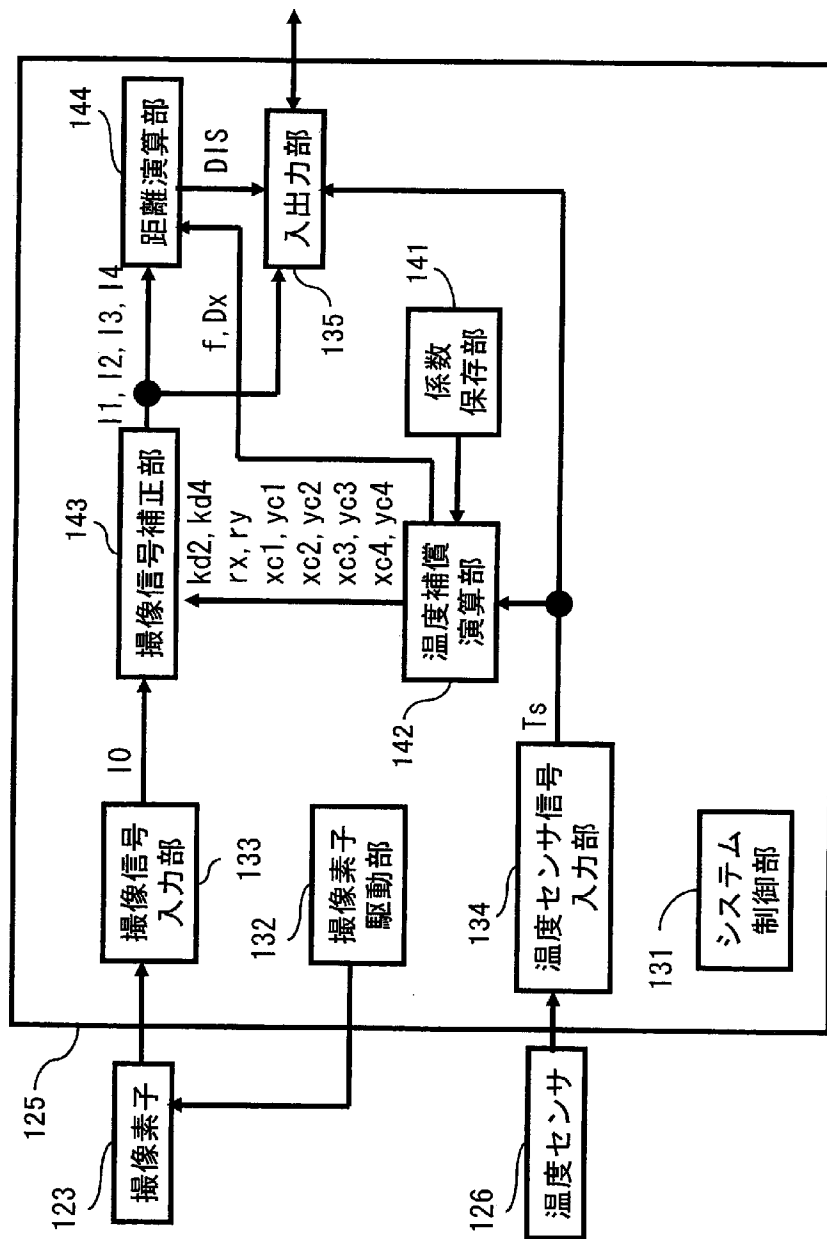
(b)



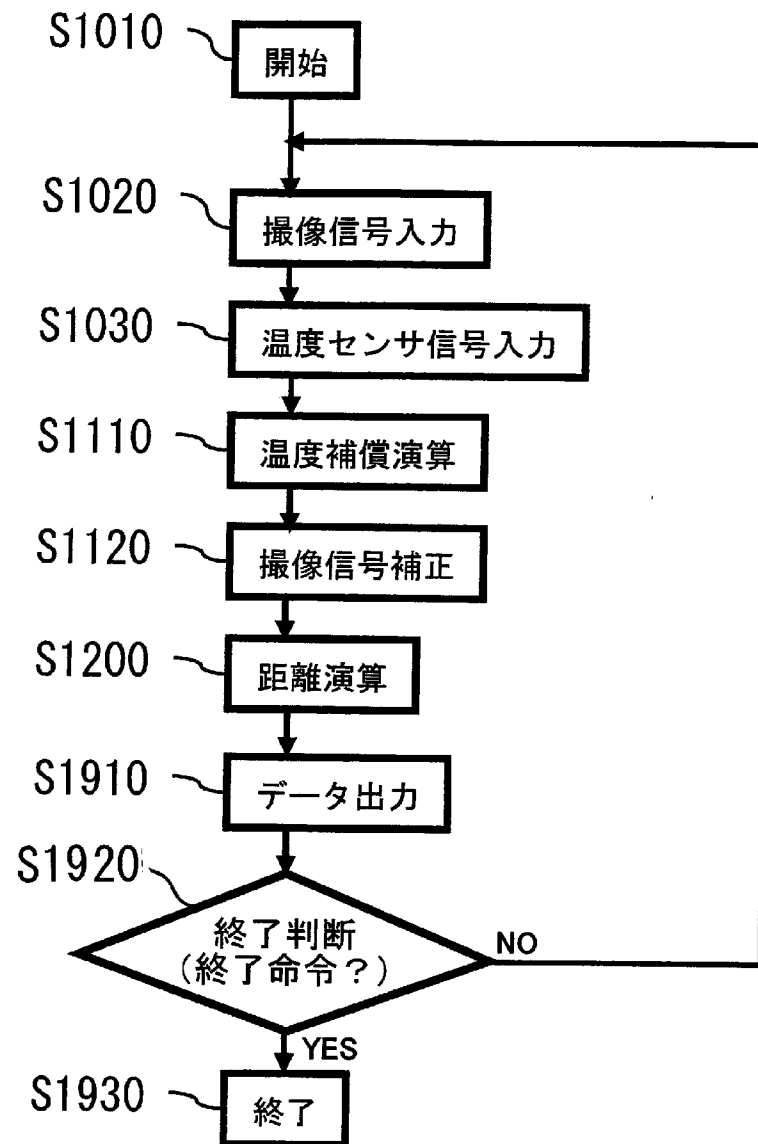
[図12]



[図13]



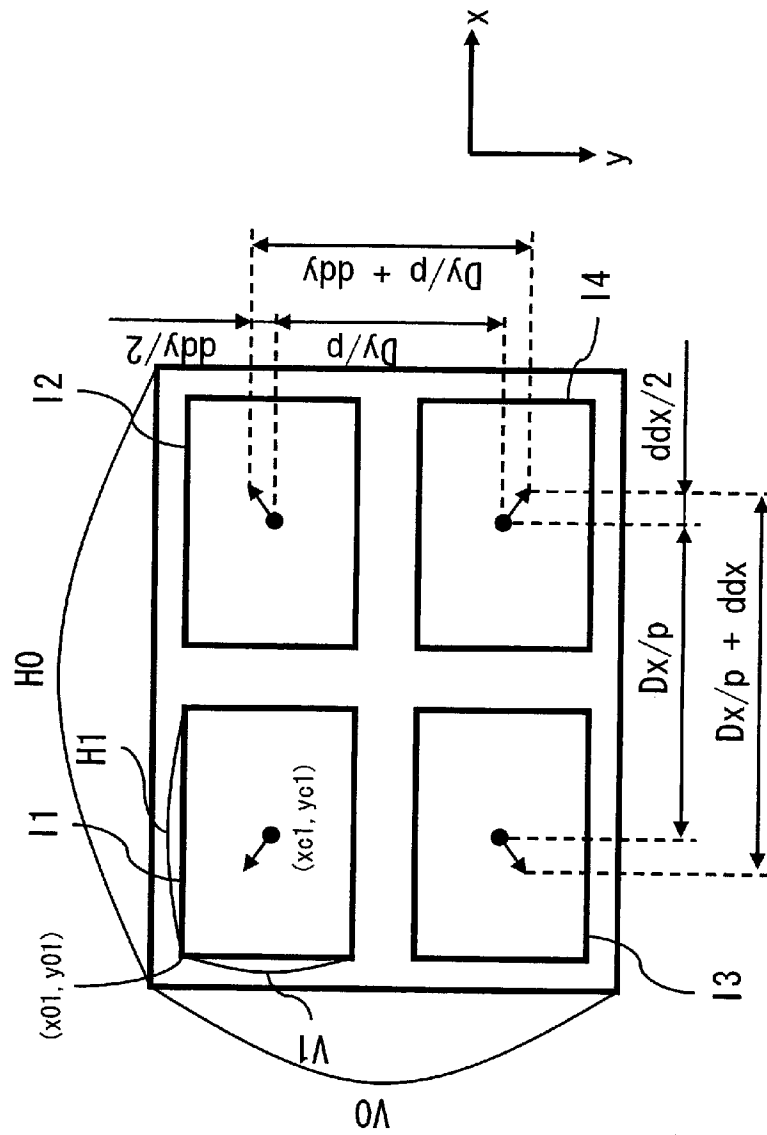
[図14]



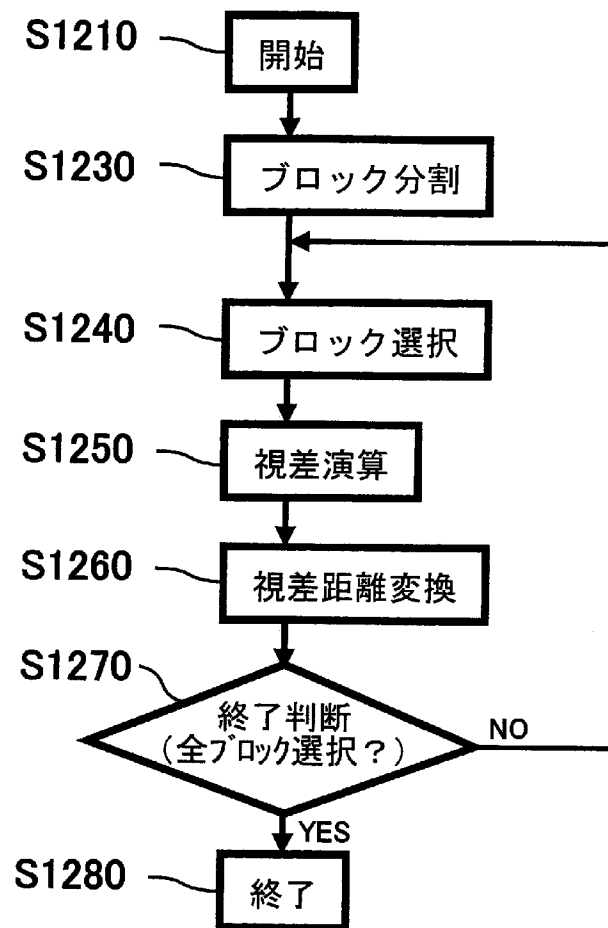
[図15]

Ts	xc1
0	xc1_0
256	xc1_256
512	xc1_512
768	xc1_768
1024	xc1_1024
...	...
3840	xc1_3840
4096	xc1_4096

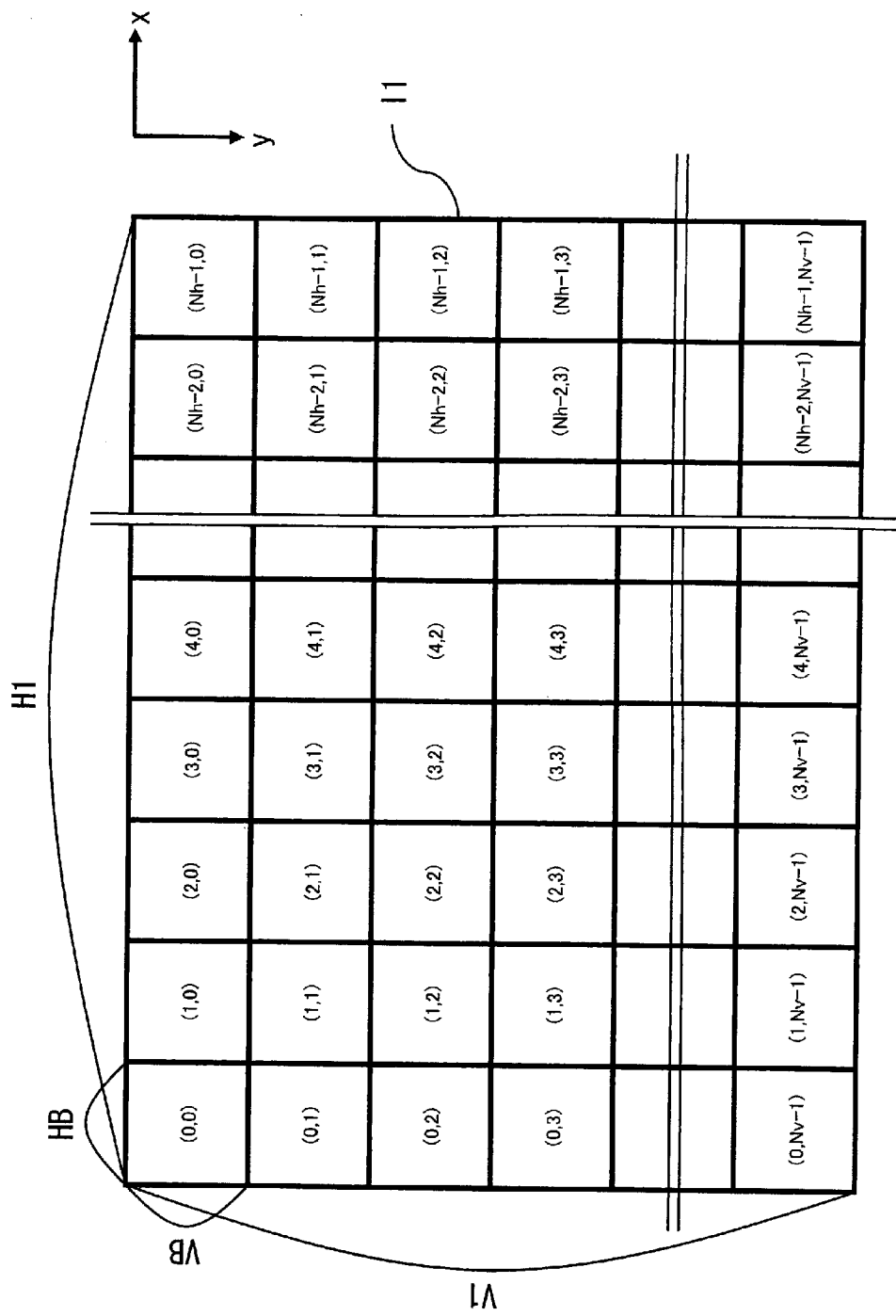
[図16]



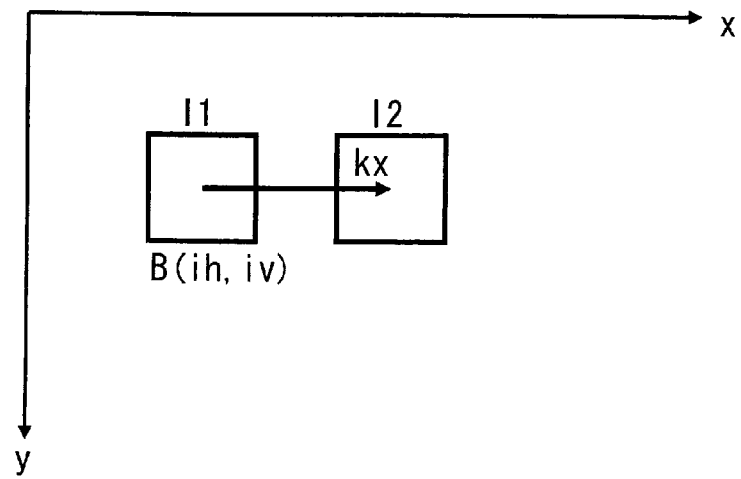
[図17]



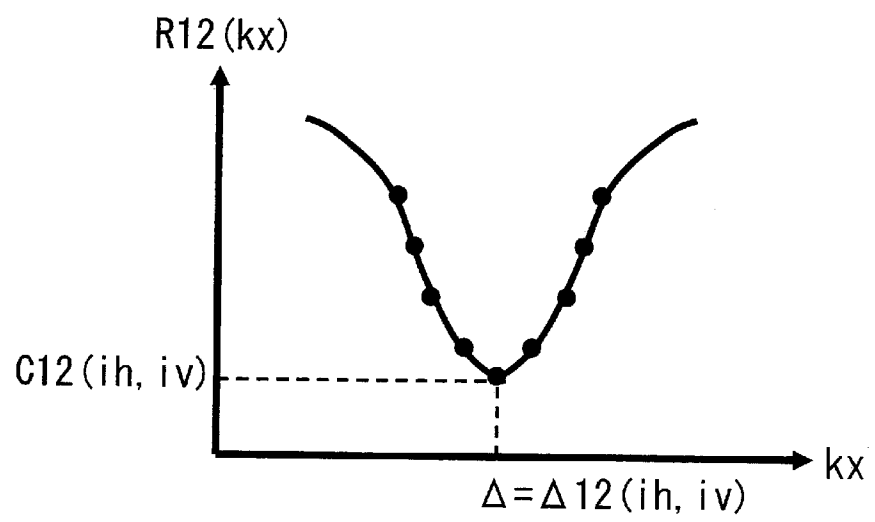
[図18]



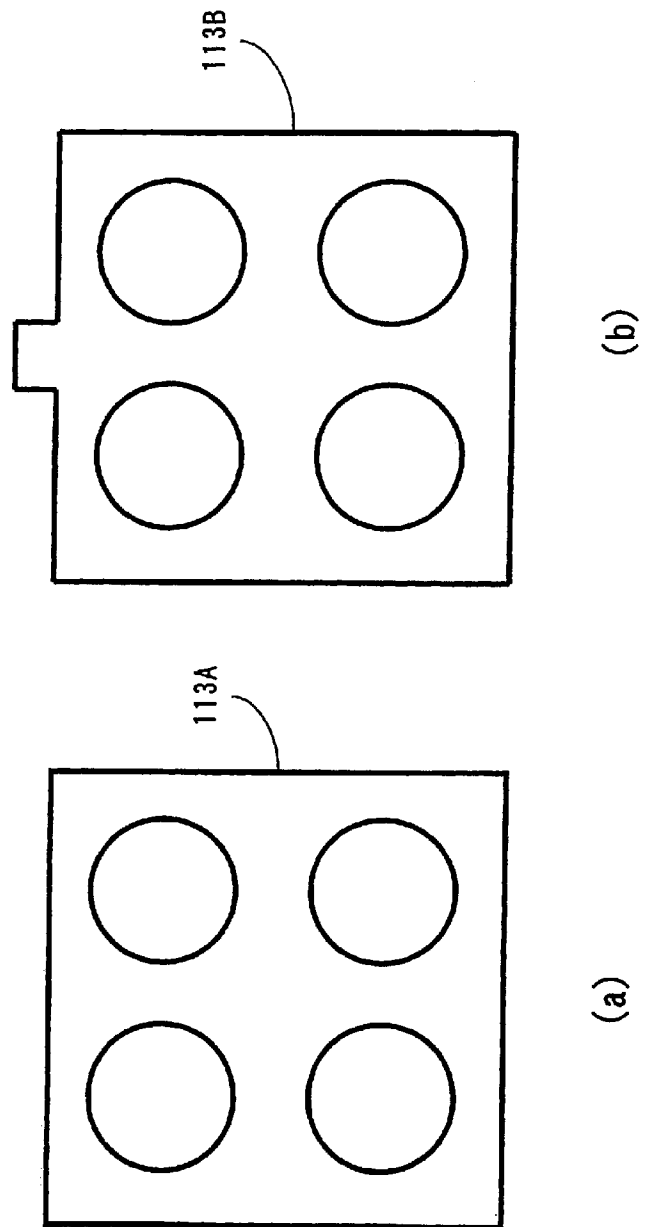
[図19]



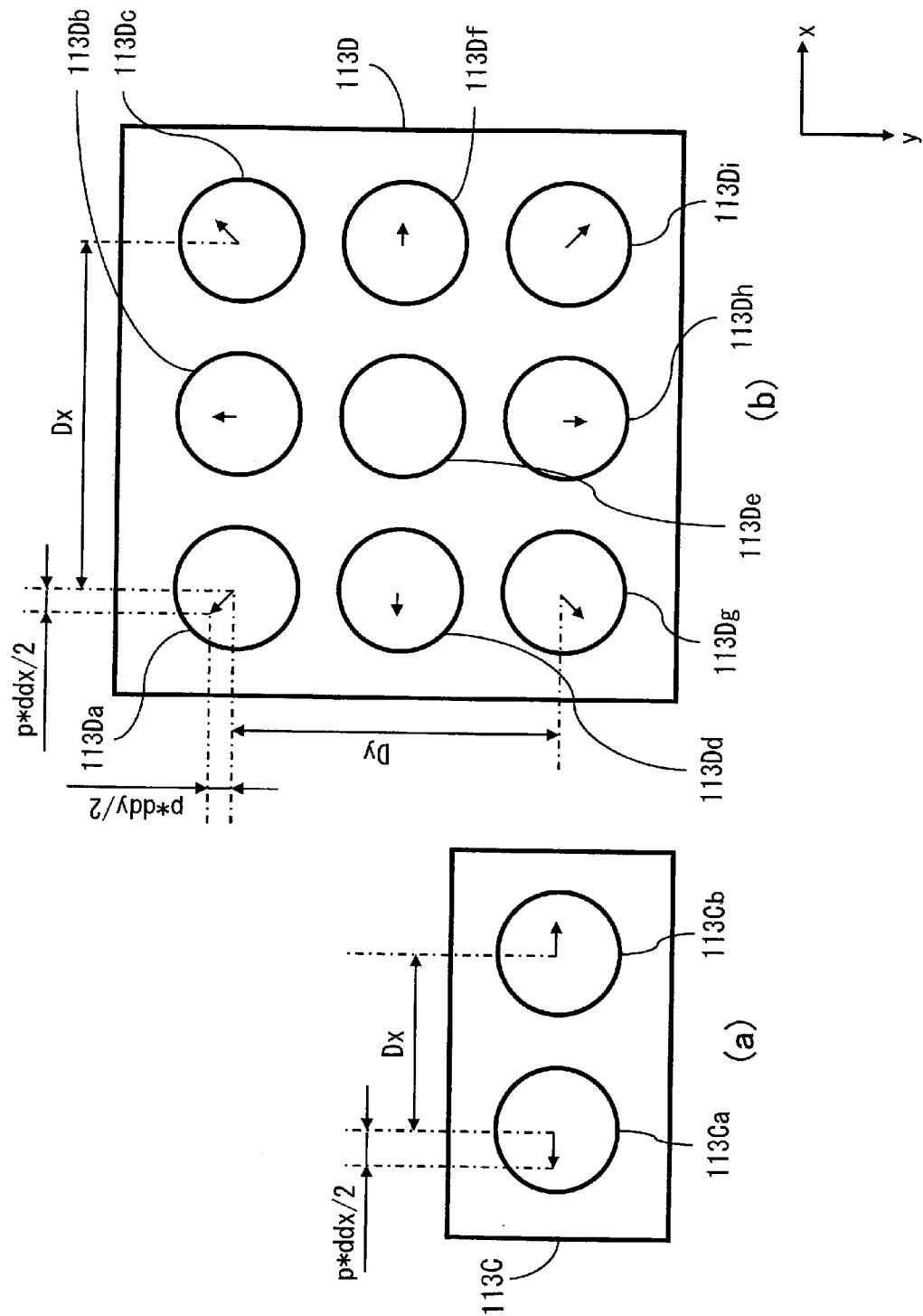
[図20]



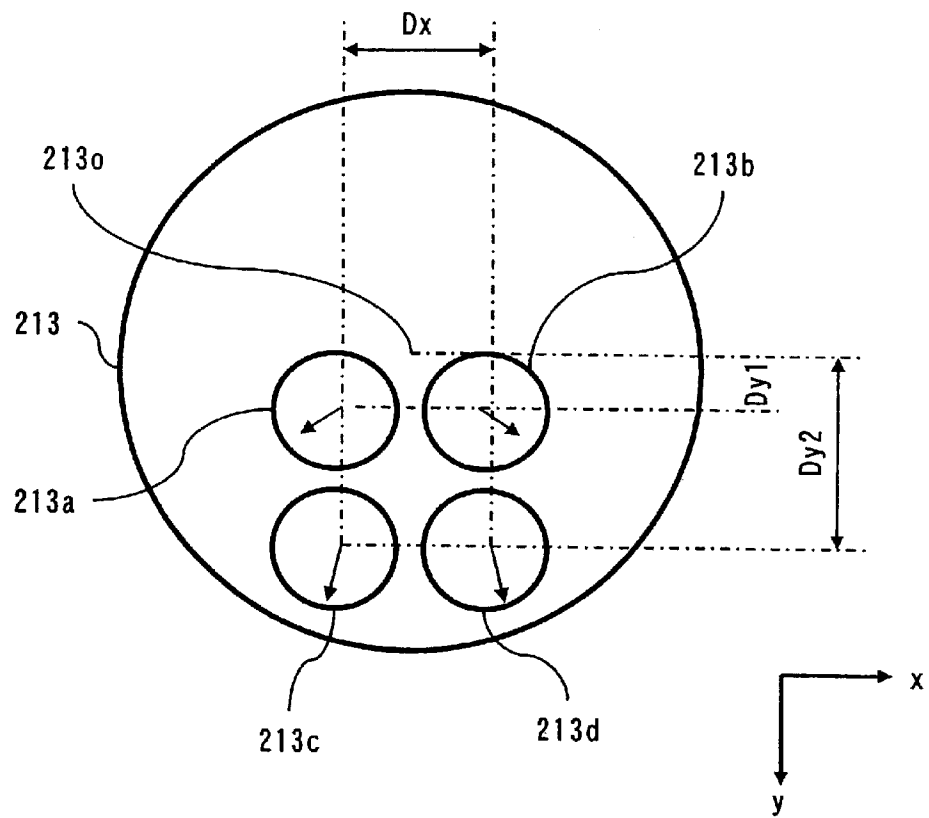
[図21]



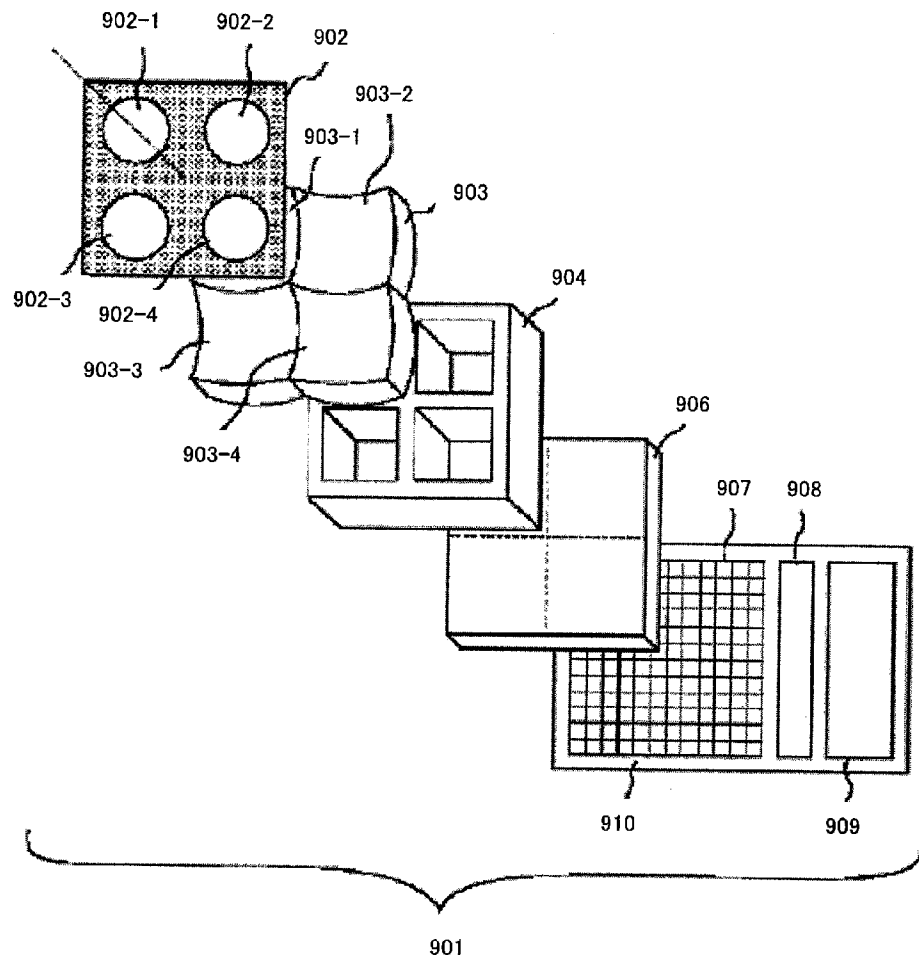
[図22]



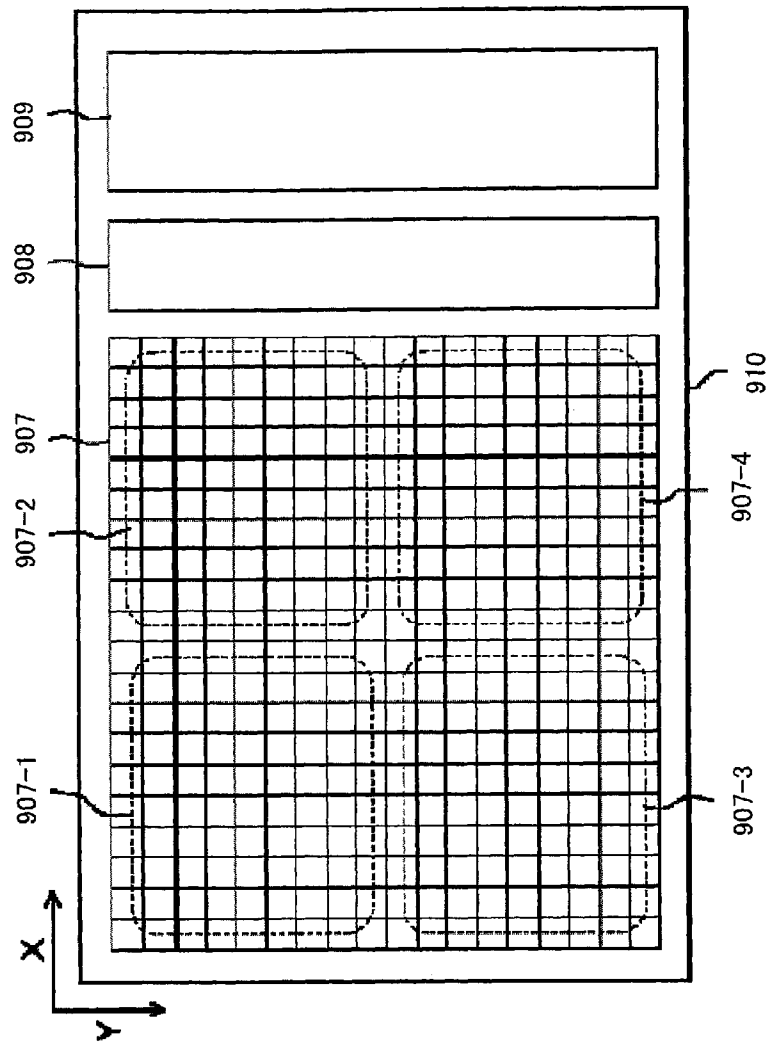
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003464

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C3/06(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G02B7/34(2006.01)i, G03B13/36
(2006.01)i, G03B35/10(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01C3/00-3/32, G02B7/09;7/28-7/40, G03B13/36, G03B35/10, H04N5/225

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2004/106858 A1 (Olympus Corp.), 09 December, 2004 (09.12.04), Full text; Figs. 1 to 34 & US 2006/0077543 A1 & EP 1637837 A1	1-8
A	JP 2007-81806 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 29 March, 2007 (29.03.07), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-8
A	JP 4-350613 A (Hitachi, Ltd.), 04 December, 1992 (04.12.92), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-8

☒ 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
24 September, 2009 (24.09.09)

Date of mailing of the international search report
06 October, 2009 (06.10.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/003464

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 4264464 B2 (Panasonic Corp.), 20 May, 2009 (20.05.09), Par. Nos. [0033] to [0145]; Figs. 1 to 27 & WO 2009/001563 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01C3/06(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G02B7/34(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, G03B35/10(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01C3/00-3/32, G02B7/09;7/28-7/40, G03B13/36, G03B35/10, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 2004/106858 A1 (オリンパス株式会社) 2004. 12. 09, 全文, 図 1-34 & US 2006/0077543 A1 & EP 1637837 A1	1 - 8
A	JP 2007-81806 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2007. 03. 29, 全文, 図 1-8 (ファミリーなし)	1 - 8
A	JP 4-350613 A (株式会社日立製作所) 1992. 12. 04, 全文, 図 1-6 (ファミリーなし)	1 - 8

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 9 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

0 6 . 1 0 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

須中 栄治

2 S

3 7 1 4

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

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
P, A	JP 4264464 B2 (パナソニック株式会社) 2009.05.20, 段落【0033】 - 【0145】, 図 1-27 & WO 2009/001563 A1	1 - 8