

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4946059号
(P4946059)

(45) 発行日 平成24年6月6日(2012.6.6)

(24) 登録日 平成24年3月16日(2012.3.16)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N	5/357	(2011.01)	HO4N	5/335	570
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z
GO2B	7/34	(2006.01)	GO2B	7/11	C
GO3B	13/36	(2006.01)	GO3B	3/00	A

請求項の数 6 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-3606 (P2006-3606)
 (22) 出願日 平成18年1月11日 (2006.1.11)
 (65) 公開番号 特開2007-189312 (P2007-189312A)
 (43) 公開日 平成19年7月26日 (2007.7.26)
 審査請求日 平成20年12月4日 (2008.12.4)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100084412
 弁理士 永井 冬紀
 (74) 代理人 100078189
 弁理士 渡辺 隆男
 (72) 発明者 日下 洋介
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
 式会社ニコン内
 審査官 鈴木 肇

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学系の予定結像面近傍に配置された撮像素子であって、マイクロレンズと前記マイクロレンズを通過した光束を受光する光電変換部とを有する複数の画素が二次元状に配置された撮像素子と、

前記マイクロレンズによって前記光電変換部の投影像を前記光学系の所定の射出瞳面に向けて投影した時の投影方向のバラツキ情報を記憶する投影方向バラツキ情報記憶手段と、

前記光電変換部のサイズに関するサイズ情報を記憶するサイズ情報記憶手段と、

前記光学系の射出瞳の径および位置に関する口径情報を発生する口径情報発生手段と、

前記投影方向のバラツキ情報と前記サイズ情報と前記口径情報とに基づき、前記所定の射出瞳面上において前記光学系の射出瞳により制限された前記光電変換部の投影像の面積を、前記各画素毎に前記投影方向のバラツキが存在する場合と前記投影方向のバラツキが存在しない場合についてそれぞれ算出すると共に、該算出された二つの面積の比に基づいて前記各画素の補正値を算出する補正値算出手段と、

前記各画素の補正値に基づき、前記各画素の出力を補正する補正手段と、を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

光学系の予定結像面近傍に配置された撮像素子であって、マイクロレンズと前記マイクロレンズを通過した光束を受光する光電変換部とを有する複数の画素が二次元状に配置さ

れた撮像素子と、

前記マイクロレンズによって前記光電変換部の投影像を前記光学系の所定の射出瞳面に向けて投影した時の投影倍率のバラツキ情報を記憶する投影倍率バラツキ情報記憶手段と、

前記光電変換部のサイズに関するサイズ情報を記憶するサイズ情報記憶手段と、

前記光学系の射出瞳の径および位置に関する口径情報を発生する口径情報発生手段と、

前記投影倍率のバラツキ情報と前記サイズ情報と前記口径情報とに基づき、前記所定の射出瞳面上において前記光学系の射出瞳により制限された前記光電変換部の投影像の面積を、前記各画素毎に前記投影倍率のバラツキが存在する場合と前記投影倍率のバラツキが存在しない場合についてそれぞれ算出すると共に、該算出された二つの面積の比に基づいて前記各画素の補正値を算出する補正値算出手段と、

前記各画素の補正値に基づき、前記各画素の出力を補正する補正手段と、を備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の撮像装置において、

前記補正値算出手段は、前記光学系の光軸が前記撮像素子に交わる撮像素子中心から離れた画素に対する前記補正値を算出する際に、前記投影方向のバラツキ情報と前記サイズ情報と前記口径情報とに加えて当該画素の位置情報に基づき、前記補正値を算出することを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の撮像装置において、

前記補正値算出手段は、前記光学系の光軸が前記撮像素子に交わる撮像素子中心から離れた画素に対する前記補正値を算出する際に、前記投影倍率のバラツキ情報と前記サイズ情報と前記口径情報とに加えて当該画素の位置情報に基づき、前記補正値を算出することを特徴とする撮像装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置において、

前記撮像素子は、二次元状に配置された複数の撮像用画素と、前記複数の撮像用画素の間に所定の方向に配列された複数の焦点検出用画素とを有し、

前記補正値算出手段は、前記撮像用画素及び前記焦点検出用画素について、前記補正値をそれぞれ算出し、

前記補正手段は、前記撮像用画素の前記補正値に基づき前記撮像用画素の出力を補正すると共に、前記焦点検出用画素の前記補正値に基づき前記焦点検出用画素の出力を補正することを特徴とする撮像装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置において、

前記口径情報発生手段は、前記光学系の絞り、フォーカシングレンズ位置およびズームレンズ位置に応じた口径情報を発生することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は撮像装置、撮像方法およびカメラに関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロレンズを用いた瞳分割方式で焦点検出を行う撮像装置において、光電変換部が受光すべき焦点検出光束に光学系の口径食が発生し、一对の画像出力が不均一になることを補正するために、均一輝度面を光学系で撮像した場合の各一对の画素の出力を補正データとして記憶しておき、焦点検出時にこの補正データに応じて一对の画素出力を補正し、補正後の一对の画像出力に基づいて焦点検出を行うようにした撮像装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

この出願の発明に関連する先行技術文献としては次のものがある。

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 1 3 1 6 2 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、上述した従来の撮像装置では、均一輝度面に対する画素出力を補正用データとして画素出力を補正しているため、光学系の種類、フォーカシング状態、ズーミング状態、絞り状態などの光学系の条件に応じて膨大な補正用データを実測し、記憶しておく必要があり、現実的でない上に、補正用データを取得するときの光学系と実際に撮像するときの光学系に個体差がある場合には対応できないという問題がある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

請求項 1 の発明による撮像装置は、光学系の予定結像面近傍に配置された撮像素子であって、マイクロレンズと前記マイクロレンズを通過した光束を受光する光電変換部とを有する複数の画素が二次元状に配置された撮像素子と、前記マイクロレンズによって前記光電変換部の投影像を前記光学系の所定の射出瞳面に向けて投影した時の投影方向のバラツキ情報を記憶する投影方向バラツキ情報記憶手段と、前記光電変換部のサイズに関するサイズ情報を記憶するサイズ情報記憶手段と、前記光学系の射出瞳の径および位置に関する口径情報を発生する口径情報発生手段と、前記投影方向のバラツキ情報と前記サイズ情報と前記口径情報とに基づき、前記所定の射出瞳面上において前記光学系の射出瞳により制限された前記光電変換部の投影像の面積を、前記各画素毎に前記投影方向のバラツキが存在する場合と前記投影方向のバラツキが存在しない場合についてそれぞれ算出すると共に、該算出された二つの面積の比に基づいて前記各画素の補正値を算出する補正値算出手段と、前記各画素の補正値に基づき、前記各画素の出力を補正する補正手段と、を備えることを特徴とする。

20

請求項 2 の発明による撮像装置は、光学系の予定結像面近傍に配置された撮像素子であって、マイクロレンズと前記マイクロレンズを通過した光束を受光する光電変換部とを有する複数の画素が二次元状に配置された撮像素子と、前記マイクロレンズによって前記光電変換部の投影像を前記光学系の所定の射出瞳面に向けて投影した時の投影倍率のバラツキ情報を記憶する投影倍率バラツキ情報記憶手段と、前記光電変換部のサイズに関するサイズ情報を記憶するサイズ情報記憶手段と、前記光学系の射出瞳の径および位置に関する口径情報を発生する口径情報発生手段と、前記投影倍率のバラツキ情報と前記サイズ情報と前記口径情報とに基づき、前記所定の射出瞳面上において前記光学系の射出瞳により制限された前記光電変換部の投影像の面積を、前記各画素毎に前記投影倍率のバラツキが存在する場合と前記投影倍率のバラツキが存在しない場合についてそれぞれ算出すると共に、該算出された二つの面積の比に基づいて前記各画素の補正値を算出する補正値算出手段と、前記各画素の補正値に基づき、前記各画素の出力を補正する補正手段と、を備えることを特徴とする。

30

【発明の効果】

40

【 0 0 0 6 】

本発明によれば、光学系の種類や使用条件に拘わらず、比較的少ない補正用データを記憶しておくだけで各画素の出力のバラツキを効率的かつ確実に補正することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 7 】

本願発明の撮像装置をデジタルスチルカメラに適用した一実施の形態を説明する。図 1 は一実施の形態のデジタルスチルカメラの構成を示す図である。デジタルスチルカメラ 2 0 1 は、交換レンズ 2 0 2 がマウント部 2 0 4 を介してカメラボディ 2 0 3 に装着されている。

【 0 0 0 8 】

50

交換レンズ202にはレンズ209、ズーム用レンズ208、フォーカシング用レンズ210、絞り211、レンズ駆動制御回路206などが内蔵される。レンズ駆動制御回路206はマイクロコンピュータを備え、マウント部204の電気接点213を介してボディ駆動制御回路214と通信を行い、各種情報の授受を行う。なお、レンズ駆動制御回路206からボディ駆動制御回路214へ送られる情報の中には交換レンズ202に関する口径情報(詳細後述)が含まれる。また、レンズ駆動制御回路206は、フォーカシング用レンズ210と絞り211の駆動制御を行うとともに、ズーム用レンズ208、フォーカシング用レンズ210および絞り211の状態を検出する。

【0009】

次に、カメラボディ203には撮像素子212、ボディ駆動制御回路214、液晶表示装置駆動回路215、液晶表示素子216、接眼レンズ217、画素情報メモリ218、画像記憶メモリカード219などが内蔵される。撮像素子212は交換レンズ202の予定結像面に配置され、マイクロレンズ方式の撮像用画素が二次元状に配列されるとともに、複数の焦点検出位置に対応した複数の部分にマイクロレンズ方式の焦点検出用画素列が組込まれている。なお、この撮像素子212については詳細を後述する。

10

【0010】

ボディ駆動制御回路214はマイクロコンピュータを備え、デジタルスチルカメラ201全体の動作制御を行う。ボディ駆動制御回路214はまた、レンズ駆動制御回路206と通信を行って交換レンズ202の口径情報を受信するとともにデフォーカス量を送信し、撮像素子212からの画像信号を読み出す。さらに、レンズ駆動制御回路214は、口径情報と画素情報に基づいて画像信号の補正を行うとともに、交換レンズ202の焦点調節状態(デフォーカス量)の検出を行う。

20

【0011】

画像情報メモリ218は例えばEEPROMなどの電气的書換可能な不揮発性メモリから構成され、撮像素子212の画素ごとのバラツキを補正するための画素情報を記憶する。また、画像記憶メモリカード219はボディ駆動制御回路214により補正された画像を記憶する。液晶ビューファインダー(EVF:電气的ビューファインダー)の液晶表示素子216には、液晶表示素子駆動回路215により被写体像や各種情報が表示され、撮影者は接眼レンズ217を通してそれらを視認することができる。

【0012】

交換レンズ202を通過して撮像素子212上に形成された被写体像は撮像素子212により光電変換され、その画像出力はボディ駆動制御回路214へ送られる。ボディ駆動制御回路214はレンズ駆動制御回路206と交信して交換レンズ202の口径情報を読み出し、この口径情報と画像情報メモリ218に記憶されている画素情報とに基づいて各画素ごとの出力補正を行うとともに、補正した画像信号に基づいて複数の焦点検出位置に応じたデフォーカス量を算出し、デフォーカス量をレンズ駆動制御回路206へ送る。また、ボディ駆動制御回路214は補正後の画像信号を画像記憶メモリカード219に記憶するとともに、補正後の画像信号を液晶表示素子駆動回路215へ送り、液晶表示素子216に表示する。

30

【0013】

レンズ駆動制御回路206は交換レンズ202のフォーカシング状態、ズーム状態、絞り設定状態などに応じて口径情報を変更する。具体的には、レンズ駆動制御回路206はズーム用レンズ208およびフォーカシング用レンズ210の位置と、絞り211の設定位置をモニターし、これらのモニター情報に応じて口径情報を演算したり、あるいは予め用意されたlookupテーブルからモニター情報に応じた口径情報を選択する。

40

【0014】

ボディ駆動制御回路214は、口径情報と画素情報に応じて焦点検出位置に含まれる画素の画像信号を補正した後、周知の焦点検出演算処理を施して焦点検出位置ごとに一对の像の像ズレ量を算出し、これらの像ズレ量に所定の変換係数を乗じて各焦点検出位置にお

50

けるデフォーカス量を算出し、デフォーカス量をレンズ駆動制御回路 206 へ送信する。レンズ駆動制御回路 206 はデフォーカス量に基づいてレンズ駆動量を算出し、レンズ駆動量に基づいてフォーカシングレンズ 210 を合焦点へ駆動する。

【0015】

図 2 は一実施の形態のデジタルスチルカメラ 201 の焦点検出位置を示す。なお、焦点検出位置はこの一実施の形態に限定されない。この一実施の形態では、撮影画面 300 の中央に焦点検出位置 301 を、上下周辺部に焦点検出位置 302 と 303 を、左右周辺部に焦点検出位置 304 と 305 をそれぞれ配置する。

【0016】

図 3 は撮像素子 212 の詳細な構成を示す正面図である。撮像素子 212 は撮像用画素 310 を二次元状に配列するとともに、図 2 に示す 5 箇所の焦点検出位置 301 ~ 305 に対応する部分に焦点検出用画素 311 を配列する。撮像用画素 310 はマイクロレンズ 10 と撮像用の光電変換部 11 を備え、焦点検出用画素 311 はマイクロレンズ 10 と焦点検出用の一対の光電変換部 12、13 を備えている。

【0017】

図 4 は撮像用画素 310 の断面図である。撮像用画素 310 では、撮像用の光電変換部 11 の前方にマイクロレンズ 10 を配置し、マイクロレンズ 10 により光電変換部 11 を前方に投影する。

【0018】

図 5 は焦点検出用画素 311 の断面図である。焦点検出用画素 311 では、焦点検出用の光電変換部 12、13 の前方にマイクロレンズ 10 を配置し、マイクロレンズ 10 により光電変換部 12、13 を前方に投影する。

【0019】

図 6 は光電変換部の投影状態を説明するための図である。なお、図では焦点検出用画素 311 を例示しているが、撮像用画素 310 についても同様である。マイクロレンズ 10 により光電変換部 12、13 の中心 16 が投影される方向 14 は、中心 16 とマイクロレンズ主点 18 を結んだ直線方向である。また、マイクロレンズ 10 により光電変換部 12、13 が投影される距離は、マイクロレンズ 10 の焦点距離、マイクロレンズ 10 と光電変換部 12、13 との距離 d_1 、およびマイクロレンズ 10 と光電変換部 12、13 との間の媒質の屈折率により決まる。

【0020】

さらに、マイクロレンズ 10 により光電変換部 12、13 が投影される倍率は、投影距離、マイクロレンズ 10 と光電変換部 12、13 との距離 d_1 、およびマイクロレンズ 10 と光電変換部 12、13 との間の媒質の屈折率により決まる。マイクロレンズ 10 により光電変換部 12、13 が受光する光束 15 は、投影方向 14 に投影倍率で投影距離に投影した光電変換部 12、13 の投影像のサイズおよび位置により決まり、この投影像の範囲を通過し各マイクロレンズに向う光束 15 を光電変換部 12、13 が受光する。

【0021】

図 7 は撮像用画素と射出瞳の関係を示すための図である。この図では、光軸 91 上にあるマイクロレンズ 50 と光電変換部 51 とからなる画素と、光軸 21 外にあるマイクロレンズ 60 と光電変換部 61 とからなる画素とを模式的に例示する。図において、90 は仮想的な射出瞳、91 は光学系の光軸、50、60 はマイクロレンズ、51、61 は撮像用画素の光電変換部、57 はマイクロレンズ 50 による投影方向、67 はマイクロレンズ 60 による投影方向、71、81 は撮像光束、94 はマイクロレンズ 50、60 により投影された光電変換部 51、61 の領域である。

【0022】

マイクロレンズ 50、60 は光学系の予定結像面近傍に配置されており、光軸 91 上に配置されたマイクロレンズ 50 によりその背後に配置された光電変換部 51 の形状がマイクロレンズ 50 から投影距離 d_4 だけ離間した仮想的な射出瞳 90 上に投影方向 57 で投影され、その投影形状は領域 94 を形成する。一方、光軸 91 から離間して配置されたマイ

10

20

30

40

50

クロレンズ 60 によりその背後に配置された光電変換部 61 の形状がマイクロレンズ 60 から投影距離 d_4 だけ離間した仮想の射出瞳 90 上に投影方向 67 で投影され、その投影形状は領域 94 を形成する。すなわち、投影距離 d_4 にある仮想射出瞳 90 上で各画素の光電変換部の投影形状 (領域 94) が一致するように各画素の投影方向を決定する。

【0023】

光電変換部 51 は、領域 94 を通過しマイクロレンズ 50 へ向う焦点検出光束 71 によってマイクロレンズ 50 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。また、光電変換部 61 は、領域 94 を通過しマイクロレンズ 60 へ向う焦点検出光束 81 によってマイクロレンズ 50 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

【0024】

図 8 は焦点検出用画素と射出瞳の関係を説明するための図である。図において、90 は仮想の射出瞳、91 は光学系の光軸、50、60 はマイクロレンズ、(52、53) と (62、63) は焦点検出用画素の一对の光電変換部、57 はマイクロレンズ 50 による投影方向、67 はマイクロレンズ 60 による投影方向、72、73、82、83 は焦点検出光束、92 はマイクロレンズ 50、60 により投影された光電変換部 52、62 の領域 (測距瞳)、93 はマイクロレンズ 50、60 により投影された光電変換部 53、63 の領域 (測距瞳) である。

【0025】

図 8 では、光軸 91 上にあるマイクロレンズ 50 と一对の光電変換部 52、53 とからなる画素と、光軸外にあるマイクロレンズ 60 と一对の光電変換部 62、63 とからなる画素を模式的に例示する。マイクロレンズ 50、60 は光学系の予定結像面近傍に配置されており、光軸 91 上に配置されたマイクロレンズ 50 によりその背後に配置された一对の光電変換部 52、53 の形状が、マイクロレンズ 50 から投影距離 d_4 だけ離間した仮想の射出瞳 90 上に投影方向 57 で投影され、その投影形状は測距瞳 92、93 を形成する。

【0026】

一方、光軸 91 から離間して配置されたマイクロレンズ 60 によりその背後に配置された一对の光電変換部 62、63 の形状が、マイクロレンズ 60 から投影距離 d_4 だけ離間した仮想の射出瞳 90 上に投影方向 67 で投影され、その投影形状は測距瞳 92、93 を形成する。すなわち、投影距離 d_4 にある仮想射出瞳 90 上で各画素の光電変換部の投影形状 (測距瞳 92、93) が一致するように各画素の投影方向が決定されている。

【0027】

光電変換部 52 は、測距瞳 92 を通過しマイクロレンズ 50 に向う焦点検出光束 72 によってマイクロレンズ 50 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。また、光電変換部 53 は、測距瞳 93 を通過しマイクロレンズ 50 に向う焦点検出光束 73 によってマイクロレンズ 50 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。一方、光電変換部 62 は、測距瞳 92 を通過しマイクロレンズ 60 に向う焦点検出光束 82 によってマイクロレンズ 60 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。また、光電変換部 63 は、測距瞳 93 を通過しマイクロレンズ 60 に向う焦点検出光束 83 によってマイクロレンズ 60 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

【0028】

上記のような焦点検出用画素をアレイ状に多数配置し、その背後に配置した一对の光電変換部の出力をまとめることによって、測距瞳 92 と測距瞳 93 を各々通過する焦点検出光束が画素列上に形成する一对の像の強度分布に関する情報が得られる。この情報に対して周知の像ズレ検出演算処理 (相関処理、位相差検出処理) を施すことによって、いわゆる瞳分割焦点検出方式で一对の像の像ズレ量を検出することができる。さらに、像ズレ量に所定の変換係数を乗ずることによって、予定結像面に対する現在の結像面 (予定結像面上のマイクロレンズアレイの位置に対応した焦点検出位置における結像面) の偏差 (デフォーカス量) を算出することができる。

【0029】

10

20

30

40

50

図9は撮像光束のケラレを説明するための図である。図において、5は予定結像面（撮像素子の配置された面）、3、4は撮像光束、45は予定結像面5と光軸91の交点、46は予定結像面5上で光軸91から離間した点、40は仮想射出瞳面、41、44は仮想射出瞳面40以外の位置にある光学系の絞りの射出瞳、68は点46にある画素の投影方向である。

【0030】

撮像用画素の位置が光軸上にある場合、予定結像面5から距離 d_4 に設定された仮想射出瞳面40上に領域94が形成されており、光学系の射出瞳の位置がこの仮想射出瞳面40に一致し、さらに射出瞳径が領域94を包含するような径（形状）であれば撮像光束4にケラレは発生しない。仮想射出瞳面40に一致した位置に光学系の射出瞳があり、射出瞳径が小さくなり領域94を包含できなくなると、撮像光束4の一部を遮光していわゆるケラレと呼ばれる現象が発生する。

10

【0031】

一般に、領域94は光軸91に対し対称に設定されており、射出瞳の形状も光軸91に対し対称となるので、ケラレが発生した場合でも領域94を通る撮像光束4のケラレ方も対称となり、光学系の射出瞳が仮想射出瞳面40上にある場合は、光軸91上の撮像用画素の出力は、光学系の射出瞳と領域94とがオーバーラップしている面積に比例した出力となる。また、仮想射出瞳面40以外の位置（予定結像面6から距離 d_5 ($< d_4$)、距離 d_6 ($> d_4$)）に光学系の射出瞳41、44（射出瞳径が小さい）が来た場合でも、必ず光軸対称に撮像光束4を遮光するので、光軸91上の撮像用画素の出力は、光学系の射出瞳と撮像光束4が通過する領域とがオーバーラップしている面積に比例した出力となる。

20

【0032】

しかしながら、光軸上に撮像用画素の画素構成のバラツキ（マイクロレンズの曲率、光軸のずれ、マイクロレンズと受光部の距離、マイクロレンズの屈折率など）により投影方向（光軸91に一致）が設計値からずれると、領域94が光軸に対して非対称な位置に設定されるので、光学系の射出瞳径が小さい場合には射出瞳の位置に関わらず、光学系の射出瞳と撮像光束4が通過する領域とがオーバーラップしている面積は、投影方向（光軸91に一致）が設計値であった場合の面積と異なり、均一輝度面を撮像した時の出力レベルが相違する場合が出てくる。

30

【0033】

領域94の形状は投影倍率や投影距離のズレによっても変化する。すなわち、撮像用画素が光軸上にある場合、投影方向／投影倍率／投影距離などのバラツキによって、光学系の射出瞳と撮像光束4が通過する領域とがオーバーラップしている面積は、投影倍率／投影距離が設計値であった場合の面積と異なり、均一輝度面を撮像した場合の光電変換部の出力は、投影方向／投影倍率／投影距離が設計値である場合に対してバラツクことになる。

【0034】

撮像用画素が光軸から離れた位置46にある場合、予定結像面5から距離 d_4 に設定された仮想射出瞳面40上に領域94が形成されており、光学系の射出瞳の位置がこの仮想射出瞳面40に一致し、さらに射出瞳径が領域94を包含するような径（形状）であれば、撮像光束3にケラレは発生しない。仮想射出瞳面40に一致した位置に光学系の射出瞳があり、射出瞳径が小さくなり領域94を包含できなくなると、撮像光束3の一部を遮光していわゆるケラレと呼ばれる現象が発生する。

40

【0035】

一般に、領域94は光軸91に対し対称に設定されており、射出瞳の形状も光軸91に対し対称となるので、ケラレが発生した場合でも領域94を通る撮像光束3のケラレ方も対称となるので、光学系の射出瞳が仮想射出瞳面40上にある場合は、位置46にある撮像用画素の出力は、光学系の射出瞳と撮像光束3が通過する領域とがオーバーラップしている面積に比例した出力となる。また、仮想射出瞳面40以外の位置（予定結像面6から距離 d_5 ($< d_4$)、距離 d_6 ($> d_4$)）に光学系の射出瞳41、44（射出瞳径が小さい）が来た場合は、非対称に撮像光束3を遮光するので、光学系の射出瞳と撮像光束4が

50

通過する領域とがオーバーラップしている面積は、射出瞳が仮想射出瞳面 40 にある場合の面積と異なり、均一輝度面を撮像した時の出力レベルが射出瞳位置によって相違する場合がでてくる。

【0036】

さらに、撮像用画素の画素構成のバラツキにより領域 94 の投影方向 68 が設計値からずれると、領域 94 が光軸に対して非対称な位置に設定されるので、射出瞳径が小さい場合には射出瞳の位置に関わらず、撮像光束 3 のケラレが非対称になり、位置 46 にある撮像用画素の出力は均一輝度面を撮像した場合に、同一の射出瞳に対して撮像用画素の画素構成が設計値である場合の出力と一致しなくなる。領域 94 の形状は投影倍率や投影距離のズレによっても変化する。すなわち、撮像用の画素が光軸から離れている場合、投影方向 / 投影倍率 / 投影距離などのバラツキによって、均一輝度面を撮像した場合の光電変換部の出力は投影方向 / 投影倍率 / 投影距離などが設計値である場合の出力に対してバラツクことになる。

10

【0037】

なお、撮像用画素が光軸から離れた位置にあり、光学系の射出瞳が仮想射出瞳面と一致しない場合には、撮像用画素が光軸上にある場合に比較して、撮像光束が光軸から遠ざかりケラレ易くなるので、均一輝度面を撮像した時の出力が光軸上の撮像用画素の出力より低下し、低下の程度は光軸からの距離に比例して大きくなる。これは、一般的にシェーディングと呼ばれている現象である。

【0038】

20

図 10 は焦点検出光束のケラレを説明するための図である。図において、5 は予定結像面、6、7、8、9 は焦点検出光束、45 は予定結像面 5 と光軸 91 の交点、46 は予定結像面 5 上で光軸 91 から離間した点、40 は仮想射出瞳面、41、44 は仮想射出瞳面 40 以外の位置にある光学系の絞りの射出瞳、68 は点 46 にある画素の投影方向である。

【0039】

焦点検出用画素の位置が光軸上にある場合、予定結像面 5 から距離 d_4 に設定された仮想射出瞳面 40 上に測距瞳 92、93 が形成されており、光学系の射出瞳の位置がこの仮想射出瞳面 40 に一致し、さらに射出瞳径が測距瞳 92、93 を包含するような径（形状）であれば、焦点検出光束 8、9 にケラレは発生しない。しかし、仮想射出瞳面 40 に一致した位置に光学系の射出瞳があり、射出瞳径が小さくなり測距瞳 92、93 を包含できなくなると、焦点検出光束 8、9 の一部を遮光していわゆるケラレと呼ばれる現象が発生する。

30

【0040】

一般に、測距瞳 92、93 は光軸 91 に対し対称に設定されており、射出瞳の形状も光軸 91 に対し対称となるので、ケラレが発生した場合でも測距瞳 92、93 を通る焦点検出光束 8、9 のケラレ方も対称となるので、光学系の射出瞳が仮想射出瞳面 40 上にある場合は、光軸 91 上の焦点検出画素の一对の出力のレベルは変化しても出力の比はケラレが生じても変化しない。また、仮想射出瞳面 40 以外の位置（予定結像面 6 から距離 d_5 ($< d_4$)、距離 d_6 ($> d_4$)) に光学系の射出瞳 41、44 (射出瞳径が小さい) が来た場合でも、必ず光軸対称に焦点検出光束 8、9 を遮光するので、光軸 91 上の焦点検出画素の一对の出力のレベルは変化しても出力の比はケラレが生じても変化しない。

40

【0041】

しかしながら、光軸上に焦点検出用画素があっても、画素構成のバラツキにより測距瞳の投影方向（光軸 91 に一致）が設計値からずれると、測距瞳 92、93 が光軸に対して非対称な位置に設定されるので、光学系の射出瞳径が小さい場合には射出瞳の位置に関わらず、焦点検出光束 8、9 のケラレが非対称になり、光軸 91 上の焦点検出画素の一对の出力は均一輝度面を撮像した場合に一致しなくなる。

【0042】

一对の出力の不一致度は光学系の射出瞳径や測距瞳の形状に応じても変化する。測距瞳

50

の形状は投影倍率や投影距離のズレによっても変化する。すなわち、焦点検出用画素が光軸上にある場合、投影方向/投影倍率/投影距離などのバラツキによって、均一輝度面を撮像した場合の一对の光電変換部の出力レベルおよび出力比がバラツクことになる。

【 0 0 4 3 】

焦点検出用画素が光軸からはなれた位置 4 6 にある場合、予定結像面 5 から距離 d_4 に設定された仮想射出瞳面 4 0 上に測距瞳 9 2、9 3 が形成されており、光学系の射出瞳の位置がこの仮想射出瞳面 4 0 に一致し、さらに射出瞳径が測距瞳 9 2、9 3 を包含するような径(形状)であれば、焦点検出光束 8、9 にケラレが発生しない。しかし、仮想射出瞳面 4 0 に一致した位置に光学系の射出瞳があり、射出瞳径が小さくなり測距瞳 9 2、9 3 を包含できなくなると、焦点検出光束 5 6、5 7 の一部を遮光していわゆるケラレと呼ばれる現象が発生する。

10

【 0 0 4 4 】

一般に、測距瞳 9 2、9 3 は光軸 9 1 に対し対称に設定されており、射出瞳の形状も光軸 9 1 に対し対称となるので、ケラレが発生した場合でも測距瞳 9 2、9 3 を通る焦点検出光束 6、7 のケラレ方も対称となるので、光学系の射出瞳が仮想射出瞳面 4 0 上にある場合は、位置 4 6 にある焦点検出画素の一对の出力のレベルは変化するが出力の比はケラレが生じても変化しない。また、仮想射出瞳面 4 0 以外の位置(予定結像面 6 から距離 d_5 ($< d_4$)、距離 d_6 ($> d_4$))に光学系の射出瞳 4 1、4 4 (射出瞳径が小さい)が来た場合は、非対称に焦点検出光束 6、7 を遮光するので、位置 4 6 にある焦点検出画素の一对の出力の比はケラレが生じることにより変化する。

20

【 0 0 4 5 】

さらに、焦点検出画素の画素構成のバラツキにより測距瞳の投影方向 6 8 が設計値からずれると、測距瞳 9 2、9 3 が光軸に対して対称な位置に設定されないので、射出瞳径が小さい場合には射出瞳の位置に関わらず、焦点検出光束 6、7 のケラレが非対称になり、光軸 9 1 上の焦点検出画素の一对の出力は均一輝度面を撮像した場合に一致しなくなる。

【 0 0 4 6 】

一对の出力の不一致度は光学系の射出瞳径や測距瞳の形状に応じて変化する。測距瞳の形状は投影倍率や投影距離のズレによっても変化する。すなわち、焦点検出用画素の画面上の位置が光軸から離れている場合、投影方向/投影倍率/投影距離などのバラツキによって、均一輝度面を撮像した場合の一对の光電変換部の出力および出力比がバラツクことになる。

30

【 0 0 4 7 】

図 1 1 は投影方向のバラツキを説明するための図であり、仮想射出瞳面における光学系の射出瞳と撮像用画素の光電変換部の投影領域の関係を示す。なお、光学系の射出瞳 4 2 が仮想射出瞳面に一致しているとする。光軸上の撮像用画素から光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した領域 3 0 (実線)は投影方向が設計値通りであれば、その中心は射出瞳 4 2 の中心と一致している。投影方向がずれると光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した領域 3 1 (破線)も領域 3 0 からずれる。領域 3 0 の外形が射出瞳 4 2 の外形近傍にある場合には、領域 3 0 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積が領域 3 1 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積とに相違を生ずる。そのために、同一の輝度面を撮像した場合、投影方向が設計値通りの場合と投影方向に誤差がある場合で撮像画素の出力レベルに相違が生ずる。

40

【 0 0 4 8 】

投影方向の誤差情報と領域 3 0、領域 3 1 のサイズ情報(光電変換部のサイズ/投影倍率/投影距離などから算出)と光学系の射出瞳 4 2 の情報(サイズ/位置)に基づき、領域 3 0 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積と領域 3 1 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積の比を算出し、その比により投影方向に誤差がある場合の撮像画素の出力レベルを補正することによって、投影方向に誤差がない場合の撮像画素の出力レベルに補正することができる。

【 0 0 4 9 】

50

図 1 2 は投影倍率のバラツキを説明するための図であり、仮想射出瞳面における光学系の射出瞳と撮像用画素の光電変換部の投影領域の関係を示す。なお、光学系の射出瞳 4 2 が仮想射出瞳面に一致しているとする。光軸上の撮像用画素から光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した領域 3 0 (実線) は投影方向が設計値通りであれば、その中心は射出瞳 4 2 の中心と一致している。投影倍率がずれる (図では小さくなる) と光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した領域 3 2 (破線) のサイズが領域 3 0 サイズから変化し、領域 3 0 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積と領域 3 2 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積とに相違を生ずる。そのために、同一の輝度面を撮像した場合、投影倍率が設計値通りの場合と投影倍率に誤差がある場合で撮像画素の出力レベルに相違が生ずる。

10

【 0 0 5 0 】

投影倍率の誤差情報と領域 3 0、領域 3 2 のサイズ情報 (光電変換部のサイズ / 投影倍率 / 投影距離などから算出) と光学系の射出瞳 4 2 の情報 (サイズ / 位置) に基づき、領域 3 0 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積と領域 3 2 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積の比を算出し、その比により投影倍率に誤差がある場合の撮像画素の出力レベルを補正することによって、投影倍率に誤差がない場合の撮像画素の出力レベルに補正することができる。

【 0 0 5 1 】

図 1 3 は投影方向のバラツキを説明するための図であり、仮想射出瞳面における光学系の射出瞳と焦点検出用画素の一对の光電変換部の投影領域 (測距瞳) の関係を示す。なお、光学系の射出瞳 4 2 が仮想射出瞳面に一致しているとする。光軸上の焦点検出用画素から一对の光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した測距瞳 2 0、2 1 (実線) は投影方向が設計値通りであれば、仮想射出瞳面の中心を通る直線 (図では Y 軸) に対し線対称となる。投影方向がずれる (図において X 軸方向および Y 軸方向) と一对の光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した測距瞳 2 2、2 3 (破線) も測距瞳 2 0、2 1 から X 軸方向および Y 軸方向にずれる。測距瞳 2 0、2 1 の外形が射出瞳 4 2 の外形近傍にある場合には、測距瞳 2 0、2 1 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積が測距瞳 2 2、2 3 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積とに相違を生ずる。そのために、同一の輝度面を焦点検出用画素で受光した場合、投影方向が設計値通りの場合と投影方向に誤差がある場合で焦点検出用画素の一对の出力の比に相違が生ずる。

20

30

【 0 0 5 2 】

投影方向の誤差情報 (仮想射出瞳面の中心に対する、X 軸 / Y 軸方向の偏差量) と測距瞳 2 0、2 1、測距瞳 2 2、2 3 のサイズ情報 (光電変換部のサイズ / 投影倍率 / 投影距離などから算出) と光学系の射出瞳 4 2 の情報 (サイズ / 位置) に基づき、測距瞳 2 0、2 1 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積と測距瞳 2 2、2 3 と射出瞳 4 2 が重なる領域の面積の比を算出し、その比により投影方向に誤差がある場合の焦点検出用画素の出力レベルを補正することによって、投影方向に誤差がない場合の焦点検出用画素の出力レベル (すなわち一对の出力の比が 1) に補正することができる。

【 0 0 5 3 】

図 1 4 は投影方向のバラツキに対する射出瞳サイズの影響を説明するための図である。射出瞳 4 3 の外形が小さくなると、測距瞳の投影方向の同じ偏差に対して、図 1 4 に示すように測距瞳 2 0、2 1 と射出瞳 4 3 が重なる領域の面積が測距瞳 2 2、2 3 と射出瞳 4 3 が重なる領域の面積とに図 1 3 で示した相違より大きな相違を生ずる。そのために、同一の輝度面を焦点検出用画素で受光した場合、光学系の射出瞳径が小さい場合には焦点検出用画素の一对の出力の比によりおおきな相違が生ずる。

40

【 0 0 5 4 】

図 1 5 は投影倍率のバラツキを説明するための図であり、仮想射出瞳面における光学系の射出瞳と焦点検出用画素の一对の光電変換部の投影領域 (測距瞳) の関係を示す。なお、光学系の射出瞳 4 2 が仮想射出瞳面に一致しているとする。光軸上の焦点検出用画素から一对の光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に設計値通りの撮影倍率で投影

50

すると測距瞳 20、21（実線）となる。投影倍率がずれる（図では小さくなる）と一對の光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した測距瞳 24、25（破線）も測距瞳 20、21 よりサイズが変化し、測距瞳 20、21 と射出瞳 42 とが重なる領域の面積と測距瞳 24、25 と射出瞳 42 が重なる領域の面積とに相違を生ずる。そのために、同一の輝度面を焦点検出用画素で受光した場合、投影倍率が設計値通りの場合と投影倍率に誤差がある場合で焦点検出用画素の一對の出力レベルに相違が生ずる。

【0055】

投影倍率の誤差情報と測距瞳 20、21 のサイズ情報（光電変換部のサイズ / 投影倍率 / 投影距離などから算出）と光学系の射出瞳 42 の情報（サイズ / 位置）に基づき、測距瞳 20、21 と射出瞳 42 が重なる領域の面積と測距瞳 24、25 と射出瞳 42 が重なる領域の面積の比を算出し、その比により投影倍率に誤差がある場合の焦点検出用画素の出力レベルを補正することにより、投影倍率に誤差がない場合の焦点検出用画素の出力レベルに補正することができる。

10

【0056】

図 16 は投影方向と投影倍率のバラツキを説明するための図であり、仮想射出瞳面における光学系の射出瞳と焦点検出用画素の一對の光電変換部の投影領域（測距瞳）の関係を示す。なお、光学系の射出瞳 43 が仮想射出瞳面に一致しているとする。測距瞳 20、21（実線）は光軸上の焦点検出用画素から一對の光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に設計値通り投影方向 / 投影倍率で投影した場合の測距瞳の領域を示している。投影方向と投影倍率の両方が同時にずれると一對の光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した測距瞳 26、27（破線）も測距瞳 20、21 に対して X 軸方向および Y 軸方向にずれるとともに、そのサイズも変化し、測距瞳 20、21 と射出瞳 43 が重なる領域の面積が測距瞳 26、27 と射出瞳 43 が重なる領域の面積とに相違を生ずる。そのために、同一の輝度面を焦点検出用画素で受光した場合、投影方向および投影倍率が設計値通りの場合と投影方向および投影倍率に誤差がある場合で焦点検出用画素の一對の出力の比に相違が生ずる。

20

【0057】

投影方向と投影倍率の誤差情報と測距瞳 20、21 のサイズ情報（光電変換部のサイズ / 投影方向 / 投影倍率 / 投影距離などから算出）と光学系の射出瞳 43 の情報（サイズ / 位置）に基づき、測距瞳 20、21 と射出瞳 43 が重なる領域の面積と測距瞳 26、27 と射出瞳 43 が重なる領域の面積の比を算出し、その比により投影方向および投影倍率に誤差がある場合の焦点検出用画素の出力レベルを補正することにより、投影方向および投影倍率に誤差がない場合の焦点検出用画素の出力レベルに補正することができる。

30

【0058】

図 17 は画素位置および光束内の光線分布の影響を説明するための図であり、仮想射出瞳面における光学系の射出瞳と撮像用画素の光電変換部の投影領域の関係を示す。なお、光学系の射出瞳 47 が仮想射出瞳面に一致しているとする。光軸から離れた位置の撮像用画素から光学系の射出瞳 47 を見た場合、そのときの光軸に対する角度に応じて射出瞳 47 は変形（円形から楕円形）に変形する。また、光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に投影した領域 33 はマイクロレンズの回折や収差により領域 33 を通過する面内で一様な光線量の分布ではない（図では領域 33 の内部の濃度でこれを示しており、領域 33 の中心部で光線量が多い）。

40

【0059】

投影方向あるいは投影倍率の誤差に応じて画素出力を補正する場合には、上記画素位置に応じた射出瞳の変形および領域内の光線量の分布を考慮する必要がある。投影方向と投影倍率の誤差情報と領域 33 の情報（光電変換部のサイズ / 投影方向 / 投影倍率 / 投影距離 / 収差 / 回折などから算出）と光学系の射出瞳 47 の情報（サイズ / 位置）と画素位置情報に基づき、投影倍率 / 投影距離の誤差がない場合の領域と射出瞳 47 が重なる領域の面積と領域 33 と射出瞳 47 が重なる領域の面積の比を算出し、その比により投影方向および投影倍率に誤差がある場合の撮像用画素の出力レベルを補正することによって、投影

50

方向および投影倍率に誤差がない場合の撮像用画素の出力レベルに補正することができる。

【 0 0 6 0 】

図 1 8 は画素位置および光束内の光線分布の影響を説明するための図であり、仮想射出瞳面における光学系の射出瞳と焦点検出用画素の光電変換部の投影領域の関係を示す。光軸から離れた位置（画面周辺）に焦点検出用画素がある場合、光学系の絞りの射出瞳以外のレンズ外形に対応する射出瞳が焦点検出用光束を規制（遮光）する要因となり得る。光軸から離れた位置の焦点検出用画素から光学系の仮想射出瞳面を見た場合、そのときの光軸に対する角度に応じて絞り以外のレンズ外形に対応した射出瞳 4 8 が光学系の射出瞳として作用し、射出瞳 4 8 は複数の射出瞳形状を合成した形状となる。また、一对の光電変換部をマイクロレンズにより仮想射出瞳面に誤差を持つ投影方向や投影倍率で投影した測距瞳 2 8、2 9 はマイクロレンズの回折や収差により測距瞳 2 8、2 9 の面内において一様な光線量の分布ではない。

【 0 0 6 1 】

投影方向あるいは投影倍率の誤差に応じて画素出力を補正する場合には、上記画素位置に応じた射出瞳の変形および測距瞳内部の光線量の分布を考慮する必要がある。投影方向と投影倍率の誤差情報と測距瞳 2 8、2 9 の位置およびサイズおよび分布情報（光電変換部のサイズ / 投影方向 / 投影倍率 / 投影距離 / 収差 / 回折などから算出）と光学系の射出瞳 4 8 の情報（絞りおよびその他レンズのサイズ / 光軸方向の位置）と画素位置情報に基づき、測距瞳情報（位置 / サイズ / 分布）と画素位置に応じた射出瞳情報を得るとともに、投影倍率 / 投影距離の誤差がない場合の測距瞳と射出瞳 4 8 が重なる領域の面積と投影倍率 / 投影距離の誤差がある場合の測距瞳 2 8、2 9 と射出瞳 4 8 が重なる領域の面積の比を算出し、その比により投影方向および投影倍率に誤差がある場合の焦点検出用画素の出力レベルを補正することによって、投影方向および投影倍率に誤差がない場合の焦点検出用画素の出力レベルに補正することができる。

【 0 0 6 2 】

以上の説明をまとめると、撮像用画素あるいは焦点検出用画素の出力を補正する場合には次の情報が必要となる。第 1 に口径情報（＝射出瞳情報）が必要である。口径情報は光学系側の構成に関わる情報であって、光学系の絞りおよびその他のレンズ外形（口径）に対応する射出瞳およびその光軸方向の位置に関する情報である。射出瞳情報は、光学系の直接的な構成情報（絞りおよびその他のレンズ外形（口径）とその光軸方向の位置）と光学特性情報（パワー配置等）とから演算で求めてもよい。口径情報が光学系の状態（フォーカシング状態 / ズーミング状態 / 絞り設定状態）によって変化する場合は、光学系の状態を検知して対応する口径情報に変更する。口径情報は、設計値または実測値を記憶したルックアップテーブルから、検出した光学系の状態（フォーカシング状態 / ズーミング状態 / 絞り設定状態）に応じて読み出される。

【 0 0 6 3 】

第 2 に画素情報が必要である。画素情報は撮像素子（撮像画素、焦点検出画素）の側の構成に関わる情報であって、光電変換部のマイクロレンズによる投影領域に関する情報（投影倍率 / 投影方向 / 投影距離およびその偏差、投影収差 / 回折度合い、光電変換部のサイズ）である。投影領域に関する情報は、画素の直接的な構成情報（マイクロレンズ曲率およびその誤差、マイクロレンズと光電変換部の光軸方向の相対的な位置関係およびその誤差、マイクロレンズと光電変換部の光軸方向と直交する面内での相対的な位置関係およびその誤差、光電変換部のサイズおよびその誤差）として保持し、演算により投影倍率 / 投影方向を求めるようにしてもよい。画素情報にはさらに光軸から画素までの距離とその誤差（画面内での位置およびその誤差）を含むようにしてもよい。

【 0 0 6 4 】

次に、画素ごとの投影方向 / 投影倍率 / 分布情報等の情報の測定方法について説明する。仮想射出瞳面で輝点を 2 次元的に走査した時の各画素の出力を処理することによって測定する方法がある。また、仮想射出瞳面上に所定の形状の開口を均一輝度で照明した場合

10

20

30

40

50

の各画素の出力を処理する方法がある。例えば、仮想射出瞳面上のX軸またはY軸に対称な細いスリット開口を挿入し、その時の一对の光電変換部の出力比から、一对の測距瞳の位置ズレデータを算出する。仮想射出瞳面上のX軸またはY軸を境界として、片側を開口、もう片側を遮光した場合の画素出力の比データから投影方向を算出する。仮想射出瞳面上で開口径を変化させたときの画素出力の変化度合いから投影倍率を算出する。さらに別の測定方法として、各画素の構成要素の寸法をレーザープローブなどにより直接測定したデータを処理する方法がある。

【0065】

画素情報の格納方法としては、まず、画素ごとに投影倍率、投影方向のデータを格納し、領域内の光量分布などの2次元的な情報は画素ごとに演算によって求める方法がある。次に、画素毎に投影倍率、投影方向のデータを格納し、領域内の光量分布などの2次元的な情報は、画素ごとに記憶するとデータ量が多量になるので、所定画素ブロックまたは全画素共通なデータとして予め演算または実測して格納しておく方法がある。

10

【0066】

上記口径情報（光学系の種類および状態に応じて変化する）と画素情報（実測により記憶固定）とを組み合わせることで補正情報を演算し、実使用条件における画素出力の補正を行うことによって、少ないデータ（画素情報）で多くの条件（口径情報）に対応可能な補正を行うことができる。

【0067】

図19は撮像用画素出力の補正を説明するための図である。図において、横軸は画素位置を表し、縦軸は画素出力を表す。ある光学系を介して均一輝度面を撮像した場合の画素出力101は、投影倍率/投影方向などのバラツキにより、図のように変動している。予め測定した画素情報（投影方向/投影倍率のバラツキ）と光学系の口径情報に基づき、光量補正情報（誤差のない光軸上画素の出力を基準とした各画素の出力の逆数）を演算で求め、各画素出力に補正情報を乗ずることによって、バラツキを軽減した均一輝度に対する画素出力102を得ることができる。

20

【0068】

図20は焦点検出用画素出力の補正を説明するための図である。図において、横軸は画素位置を表し、縦軸は画素出力を表す。ある光学系を介して均一輝度面を撮像した場合の一对の画素出力103, 104は、投影倍率/投影方向などのバラツキにより、互いに図のように変動しており一致していない。予め測定した画素情報（投影方向/投影倍率のバラツキ）と光学系の口径情報に基づき、光量補正情報（誤差のない光軸上の一对の画素の出力を基準とした各画素の一对の出力の逆数）を演算で求め、各画素の一对の出力に補正情報を乗ずることによって、バラツキを軽減した均一輝度に対する一对の画素出力105（図では一致して示す）を得ることができる。

30

【0069】

図21は、一実施の形態のデジタルスチルカメラ（撮像装置）の動作を示すフローチャートである。ボディ駆動制御回路214のマイクロコンピュータは、カメラの電源が投入されるとこの動作を繰り返し実行する。ステップ100で電源がONされるとステップ110へ進み、レンズ駆動制御回路206から口径情報を受信する。ステップ120で、口径情報と画素情報（画素バラツキ情報と焦点検出位置情報）に基づいて、各画素毎（撮像用画素、焦点検出用画素）に光量補正情報を演算する。ステップ130では、焦点検出用画素から一对の像信号を読み出し、光量補正情報で補正する。

40

【0070】

次に、ステップ140で、各焦点検出用画素ごとに補正された一对の像信号に基づいて、周知の像ズレ検出演算処理を行って像ズレ量を求める。続くステップ150で像ズレ量に変換係数を乗じてデフォーカス量に変換する。ステップ160においてデフォーカス量に基づいて光学系が合焦状態か否かを判定する。合焦状態でないと判定した場合はステップ170へ進み、デフォーカス量をレンズ駆動制御回路206へ送信して光学系のフォーカシング用レンズ210を合焦位置に駆動させ、ステップ110へ戻って上記動作を繰り返す。

50

返す。

【0071】

一方、合焦状態と判定した場合はステップ180へ進み、シャッターレリーズがなされたか否かを判定する。シャッターレリーズがなされていないと判定された場合はステップ110へ戻り、上記動作を繰り返す。シャッターレリーズがなされたと判定された場合はステップ190へ進み、撮像用画素から画像信号を読み出して光量補正情報で補正する。ステップ200で補正後の画像信号を画像記憶用メモリーカード219に保存した後、ステップ110へ戻って上記動作を繰り返す。

【0072】

このように、一実施の形態によれば、光電変換部の前方にマイクロレンズを配置した画素を光学系の予定結像面近傍に配列した撮像素子を用いて被写体像を撮像する撮像装置において、各画素の光学的なバラツキ情報を記憶しておき、記憶されている各画素のバラツキ情報に基づいて撮像素子の各画素の出力を補正するようにしたので、比較的少量の補正用データを記憶しておくだけで各画素の出力のバラツキを効率的かつ確実に補正することができる。

10

【0073】

また、一実施の形態によれば、光学系の射出瞳の口径情報を入手し、各画素のバラツキ情報と口径情報とに基づいて撮像素子の各画素の出力を補正するようにしたので、光学系の種類や使用条件に拘わらず、比較的少量の補正用データを記憶しておくだけで各画素の出力のバラツキを効率的かつ確実に補正することができる。

20

【0074】

さらに、一実施の形態によれば、画素の光電変換部は一对の光電変換部から構成し、複数の画素から出力される一对の出力データに基づいて光学系の焦点調節状態を検出するようにしたので、光学系の種類や使用条件に拘わらず、比較的少量の補正用データを記憶しておくだけで各画素の出力のバラツキを効率的かつ確実に補正することができ、焦点検出精度を向上させることができる。

【0075】

なお、上述した一実施の形態では本願発明の撮像装置を交換レンズ202とカメラボディ203から構成されるデジタルスチルカメラ201に適用した例を示したが、本願発明の撮像装置はデジタルスチルカメラに限定されず、レンズ一体型のデジタルスチルカメラ

30

やビデオカメラ、携帯電話等に内蔵される小型カメラモジュールなどのあらゆる装置に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0076】

- 【図1】一実施の形態のデジタルスチルカメラの構成を示す図である。
- 【図2】一実施の形態のデジタルスチルカメラの焦点検出位置を示す図である。
- 【図3】撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。
- 【図4】撮像用画素の断面図である。
- 【図5】焦点検出用画素の断面図である。
- 【図6】光電変換部の投影状態を説明するための図である。
- 【図7】撮像用画素と射出瞳の関係を説明するための図である。
- 【図8】焦点検出用画素と射出瞳の関係を説明するための図である。
- 【図9】撮像光束のケラレを説明するための図である。
- 【図10】焦点検出光束のケラレを説明するための図である。
- 【図11】投影方向のバラツキを説明するための図である。
- 【図12】投影倍率のバラツキを説明するための図である。
- 【図13】投影方向のバラツキを説明するための図である。
- 【図14】投影方向のバラツキに対する射出瞳サイズの影響を説明するための図である。
- 【図15】投影倍率のバラツキを説明するための図である。
- 【図16】投影方向と投影倍率のバラツキを説明するための図である。

40

50

【図17】画素位置および光束内の光線分布の影響を説明するための図である。

【図18】画素位置および光束内の光線分布の影響を説明するための図である。

【図19】撮像用画素出力の補正を説明するための図である。

【図20】焦点検出用画素出力の補正を説明するための図である。

【図21】一実施の形態のデジタルスチルカメラ（撮像装置）の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0077】

10 マイクロレンズ

11、12、13 光電変換部

201 デジタルスチルカメラ

202 交換レンズ

203 カメラボディ

206 レンズ駆動制御回路

208 ズーミング用レンズ

210 フォーカシング用レンズ

211 絞り

212 撮像素子

214 ボディ駆動制御回路

218 画素情報メモリ

310 撮像用画素

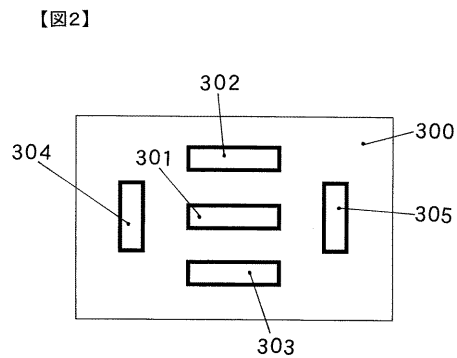
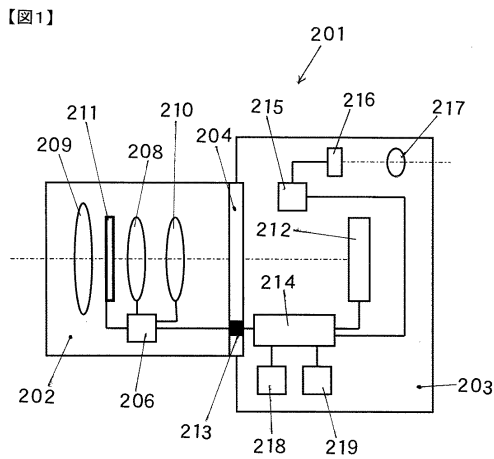
311 焦点検出用画素

10

20

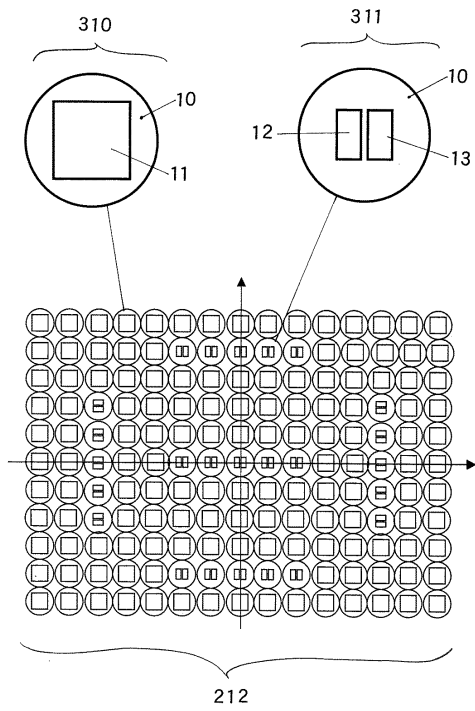
【図1】

【図2】



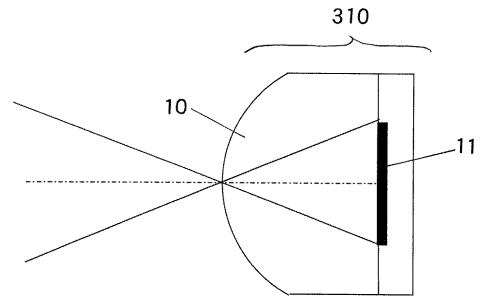
【 図 3 】

【図3】



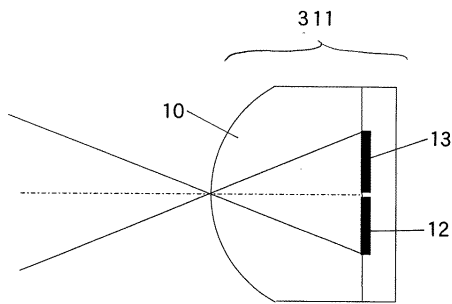
【 図 4 】

【図4】



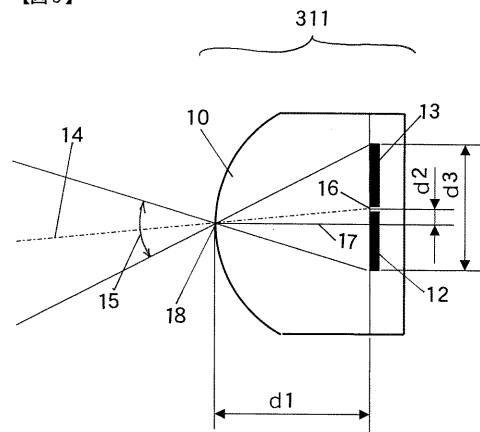
【 図 5 】

【図5】

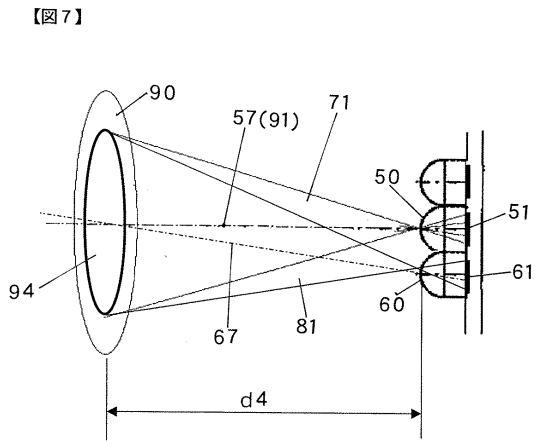


【 図 6 】

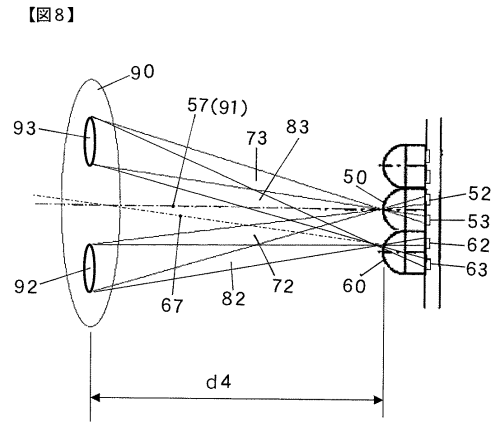
【図6】



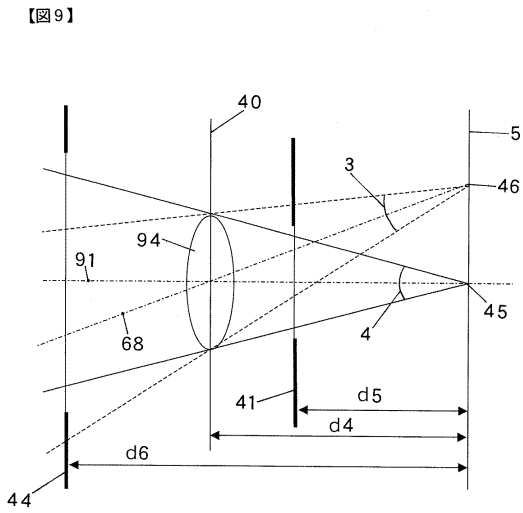
【図7】



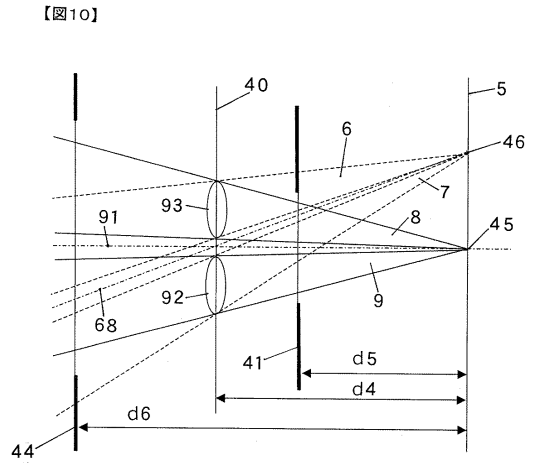
【図8】



【図9】



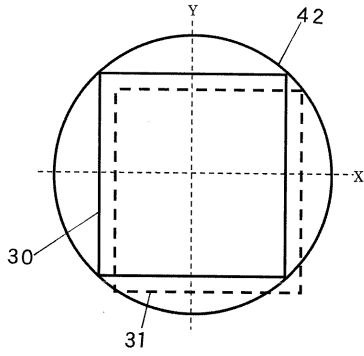
【図10】



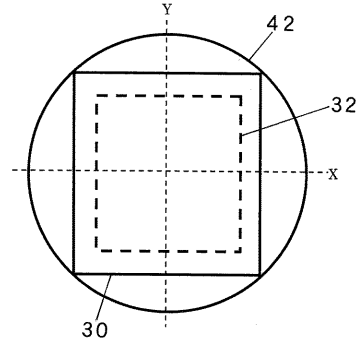
【図 1 1】

【図 1 2】

【図11】



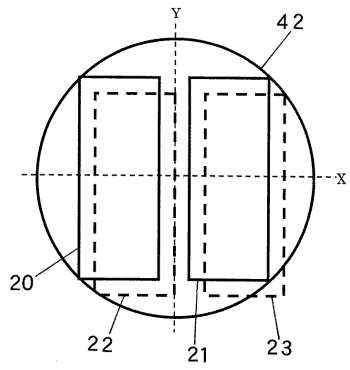
【図12】



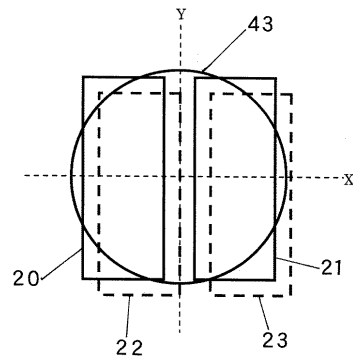
【図 1 3】

【図 1 4】

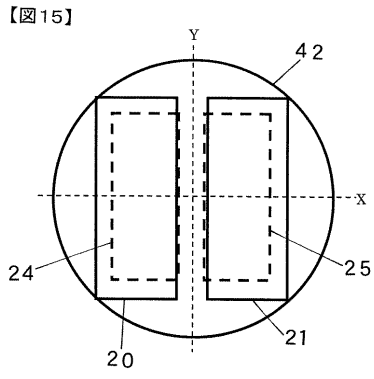
【図13】



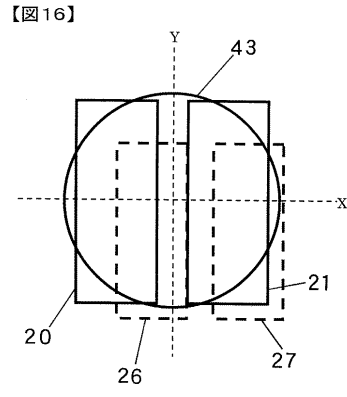
【図14】



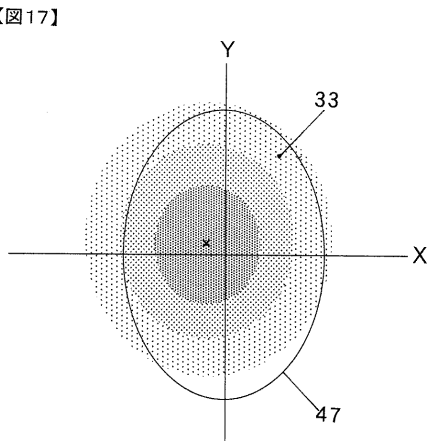
【図15】



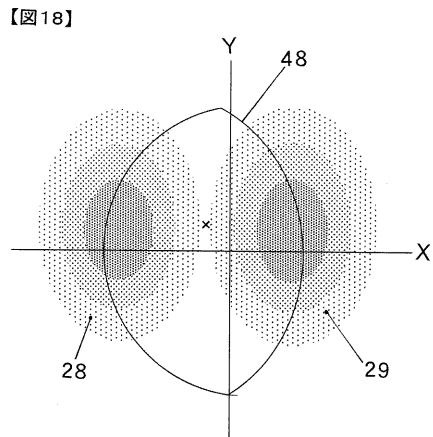
【図16】



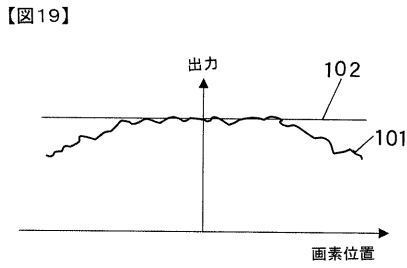
【図17】



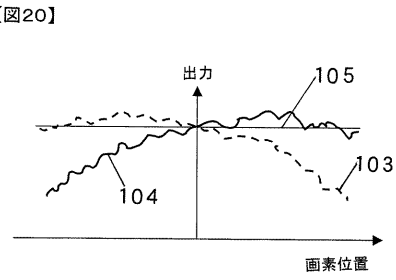
【図18】



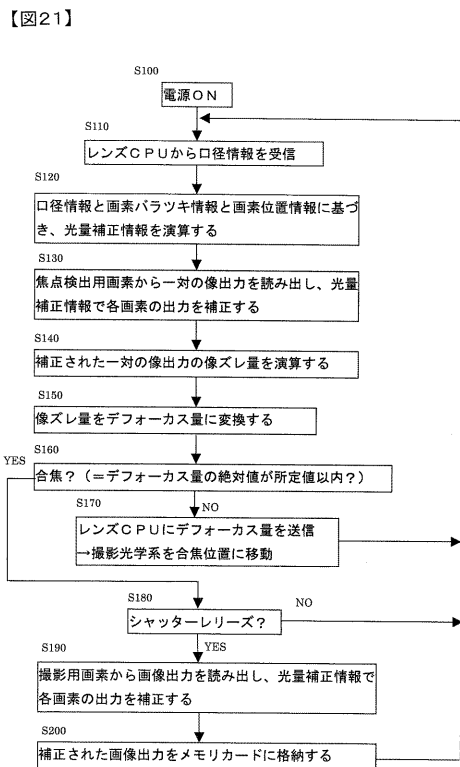
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-131623(JP,A)
特開平11-122525(JP,A)
特開平11-055558(JP,A)
特開2000-236480(JP,A)
特開平06-178198(JP,A)
特開2000-324505(JP,A)
特開2002-218298(JP,A)
特開平08-220584(JP,A)
特開2003-241075(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/30 - 5/378
H04N 5/222 - 5/257
G02B 7/09
G02B 7/28 - 7/40
G03B 3/00 - 3/12
G03B 13/30 - 13/36
G03B 21/53