

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 4 月 3 日(03.04.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/050718 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 7/34 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
G03B 13/36 (2006.01) H04N 5/369 (2011.01)
H04N 5/225 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075419
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 20 日(20.09.2013)
- (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 2012-217303 2012 年 9 月 28 日(28.09.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目
1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 日下 洋介(KUSAKA, Yosuke); 〒1008331
東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式
会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永井 冬紀, 外(NAGAI, Fuyuki et al.); 〒
1000011 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号
富国生命ビル 永井特許事務所 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

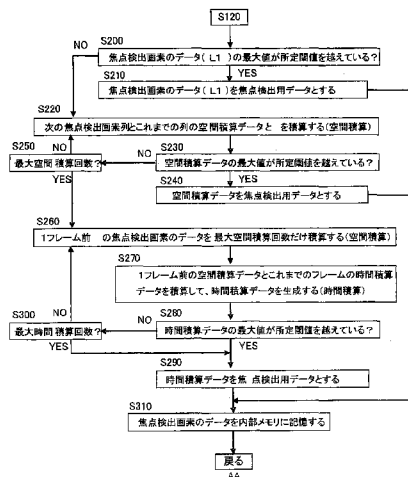
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: FOCUS DETECTION DEVICE, AND IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 焦点検出装置および撮像装置

[図9]



(57) Abstract: A focus detection device includes: an image sensor which is provided with a plurality of focus-detection pixel lines having a plurality of focus detection pixels, each of said plurality of focus-detection pixel lines outputting a pair of focus-detection signals; a spatial integration unit which integrates the pairs of focus detection signals outputted respectively by focus-detection pixel lines of a first prescribed number from among the plurality of focus-detection pixel lines, and calculates a spatial integration value; and a focus detection unit which detects a focus state of an optical system on the basis of the spatial integration value.

(57) 要約: 焦点検出装置は、複数の焦点検出画素を有する複数の焦点検出画素列を有し、複数の焦点検出画素列の各々が一对の焦点検出信号を出力するイメージセンサと、複数の焦点検出画素列のうちの第1所定数の焦点検出画素列がそれぞれ出力する一对の焦点検出信号を積算して空間積算値を算出する空間積算部と、空間積算値に基づいて光学系の焦点状態を検出する焦点検出部とを含む。

S200... MAXIMUM VALUE OF FOCUS-DETECTION-PIXEL DATA (L1) EXCEED A PRESCRIBED THRESHOLD VALUE?
S210... SET FOCUS-DETECTION-PIXEL DATA (L1) AS FOCUS-DETECTION DATA
S220... INTEGRATE NEXT FOCUS-DETECTION-PIXEL LINE AND SPATIAL INTEGRATION DATA OF PREVIOUS LINES (SPATIAL INTEGRATION)
S230... MAXIMUM VALUE OF SPATIAL INTEGRATION DATA EXCEED PRESCRIBED THRESHOLD VALUE?
S240... SET SPATIAL INTEGRATION DATA AS FOCUS DETECTION DATA
S250... MAXIMUM NUMBER OF TIMES SPATIAL INTEGRATION IS TO BE PERFORMED REACHED?
S260... INTEGRATE FOCUS-DETECT-PIXEL DATA OF PREVIOUS FRAME FOR MAXIMUM NUMBER OF TIMES SPATIAL INTEGRATION IS TO BE PERFORMED (SPATIAL INTEGRATION)
S270... INTEGRATE SPATIAL INTEGRATION DATA OF PREVIOUS FRAME AND TEMPORAL INTEGRATION DATA OF FRAMES UP UNTIL THE PREVIOUS FRAME, AND GENERATE TEMPORAL INTEGRATION DATA (TEMPORAL INTEGRATION)
S280... MAXIMUM VALUE OF TEMPORAL INTEGRATION DATA EXCEED PRESCRIBED THRESHOLD VALUE?
S290... SET TEMPORAL INTEGRATION DATA AS FOCUS DETECTION DATA
S300... MAXIMUM NUMBER OF TIMES TEMPORAL INTEGRATION IS TO BE PERFORMED REACHED?
S310... STORE FOCUS-DETECTION-PIXEL DATA IN INTERNAL MEMORY
AA... RETURN

WO 2014/050718 A1

明 細 書

発明の名称： 焦点検出装置および撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は焦点検出装置および撮像装置に関する。

背景技術

[0002] マイクロレンズとその背後に配置された一对の光電変換部からなる焦点検出画素を撮影レンズの予定焦点面上に配列する。これにより光学系を通る一对の焦点検出光束が形成する一对の像に応じた一对の像信号を生成する。この一对の像信号間の像ズレ量（位相差）を検出することによって撮影レンズの焦点調節状態（デフォーカス量）を検出する。このような動作を行なう、いわゆる瞳分割型位相差検出方式の焦点検出装置が知られている。

[0003] 上記のような焦点検出画素と撮像画素とが混在した撮像素子（イメージセンサ）から一定フレーム時間間隔で焦点検出画素および撮像画素の信号を読み出してライブビュー表示と焦点検出とを並行して行なう。それとともに、フレーム毎の焦点検出画素の信号を過去複数フレームに亘って記憶する。最新フレームの焦点検出画素の信号のみでは出力レベルが不足して焦点検出が不能になる場合には、記憶した過去複数フレームに亘る焦点検出画素の信号を加算して時間積算する。こうすることにより、出力レベルが高まった焦点検出画素の信号を用いて焦点検出を行なう焦点検出装置が知られている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2008-85738号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述したような焦点検出装置においては、移動する被写体に対して焦点検出結果に誤差を生じる場合があるという問題点があった。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様によると、焦点検出装置は、複数の焦点検出画素を有する複数の焦点検出画素列を有し、複数の焦点検出画素列の各々が一对の焦点検出信号を出力するイメージセンサと、複数の焦点検出画素列のうちの第1所定数の焦点検出画素列がそれぞれ出力する一对の焦点検出信号を積算して空間積算値を算出する空間積算部と、空間積算値に基づいて光学系の焦点状態を検出する焦点検出部とを備える。

本発明の第2の態様によると、第1の態様の焦点検出装置において、空間積算値に基づく時間積算値を算出する時間積算部をさらに備えることが好ましい。第1所定数の焦点検出画素列の各焦点検出画素列は、一对の焦点検出信号を所定間隔毎に繰り返し出力し、各焦点検出画素列が一对の焦点検出信号を所定間隔毎に繰り返し出力するたびに、空間積算部は、第1所定数の焦点検出画素列が出力する一对の焦点検出信号をそれぞれ積算して空間積算値を繰り返し算出し、時間積算部は、空間積算部によって空間積算値が繰り返し算出されて得られる第2所定数の空間積算値を積算することによって、時間積算値を算出し、焦点検出部は、空間積算値と空間積算値に基づく時間積算値とのうちのいずれか一方に基づいて焦点状態を検出する。

本発明の第3の態様によると、第2の態様の焦点検出装置において、各焦点検出画素列は、複数の焦点検出画素が所定方向に配列されることによって構成され、光電変換により一对の焦点検出光束による一对の像に対応する一对の焦点検出信号を所定間隔毎に繰り返し出力することが好ましい。

本発明の第4の態様によると、第3の態様の焦点検出装置において、焦点検出部が時間積算値に基づいて焦点状態を検出するときは、一对の焦点検出信号に基づく評価値が所定閾値よりも大きくなるように第1所定数と第2所定数とが定まることが好ましい。

本発明の第5の態様によると、第4の態様の焦点検出装置において、焦点検出部が空間積算値に基づいて焦点状態を検出するときは、評価値は空間積算値に基づく第1積算値であって、第1積算値が所定閾値よりも大きくなるよ

うに第1所定数が最大数を超過しない範囲で定まるとともに第2所定数が0に定まり、焦点検出部が時間積算値に基づいて焦点状態を検出するときは、評価値は時間積算値に基づく第2積算値であって、第2積算値が所定閾値よりも大きくなるように第1所定数が最大数に定まるとともに第2所定数が定まることが好ましい。

本発明の第6の態様によると、第5の態様の焦点検出装置において、各焦点検出画素列が一对の焦点検出信号を所定間隔毎に繰り返し出力するたびに、一对の焦点検出信号を記憶する記憶装置をさらに備えることが好ましい。空間積算部は、記憶装置によって記憶されている一对の焦点検出信号をそれぞれ積算して空間積算値を算出する。

本発明の第7の態様によると、第5の態様の焦点検出装置において、各焦点検出画素列が一对の焦点検出信号を所定間隔毎に繰り返し出力するたびに、空間積算部によって算出された空間積算値を記憶する記憶装置をさらに備えることが好ましい。時間積算部は、記憶装置によって記憶されている第2所定数の空間積算値を積算することによって、時間積算値を算出する。

本発明の第8の態様によると、第5の態様の焦点検出装置において、各焦点検出画素列が一对の焦点検出信号を所定間隔毎に繰り返し出力するたびに、時間積算部によって算出された時間積算値を記憶する記憶装置をさらに備えることが好ましい。焦点検出部は、時間積算値に基づいて焦点状態を検出するときに、記憶装置によって記憶された時間積算値に基づいて焦点状態を検出する。

本発明の第9の態様によると、第4の態様の焦点検出装置において、所定間隔の間の一对の像の動き量を検出する動き量検出部をさらに備えることが好ましい。焦点検出部が時間積算値に基づいて焦点状態を検出するときは、動き量が大きいほど第1所定数よりも第2所定数の方が小さくなるように、かつ第1所定数と第2所定数との積が評価値と所定閾値とに応じた一定値に略等しくなるように、第1所定数と第2所定数とが定まる。

本発明の第10の態様によると、第5～第8のいずれか1つの態様の焦点

検出装置において、第 1 積算値および第 2 積算値は、空間積算値および時間積算値のそれぞれの平均値と、空間積算値および時間積算値のそれぞれの最大値と、空間積算値および時間積算値のそれぞれの最大値および最小値の差とのうちのいずれか 1 つに対応することが好ましい。

本発明の第 11 の態様によると、第 9 の態様の焦点検出装置において、評価値は、一对の焦点検出信号の平均値と、一对の焦点検出信号の最大値と、一对の焦点検出信号の最大値および最小値の差とのうちのいずれか 1 つに対応することが好ましい。

本発明の第 12 の態様によると、第 3～第 11 のいずれか 1 つの態様の焦点検出装置において、複数の焦点検出画素の各々は、一对の焦点検出光束を透過するマイクロレンズと、所定方向に並んで、一对の焦点検出光束を受光して光電変換を行う一对の光電変換部とを有し、一对の光電変換部と、一对の焦点検出光束が通る、光学系の射出瞳において所定方向と平行に並んだ一对の領域とが、マイクロレンズにより互いに共役関係となることが好ましい。

本発明の第 13 の態様によると、第 12 の態様の焦点検出装置において、光学系を通過する被写体からの撮影光束を受光して光電変換により被写体像に対応する被写体像信号を所定間隔毎に出力する複数の撮像素子が、複数の焦点検出画素と混在してイメージセンサに配置されることが好ましい。

本発明の第 14 の態様によると、第 3 の態様の焦点検出装置において、各焦点検出画素列を構成する複数の焦点検出画素は、光学系の射出瞳のうちの所定方向と平行に並ぶ一对の領域を通る一对の焦点検出光束を受光し、複数の焦点検出画素列は互いに並置されることが好ましい。

本発明の第 15 の態様によると、撮像装置は、第 1～第 14 のいずれか 1 つの態様の焦点検出装置と、焦点検出部によって検出された焦点状態に基づき光学系を合焦位置に駆動させる駆動部と、光学系が合焦位置に位置するとき、光学系を通過する被写体からの撮影光束に基づき画像データを取得する取得部とを備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、焦点検出装置は、高精度な焦点検出を行なうことが出来る。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]デジタルスチルカメラの構成を示す横断面図である。

[図2]撮像素子およびボディ駆動制御装置の関係を詳細に示すブロック図である。

[図3]撮影画面上における焦点検出エリアを示す図である。

[図4]撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

[図5]撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

[図6]マイクロレンズを用いた瞳分割型位相差検出方式の焦点検出光学系の構成を示す図である。

[図7]撮像素子の撮像素子が受光する撮影光束の様子を説明するための図である。

[図8]デジタルスチルカメラの焦点検出動作を含む撮像動作を示すフローチャートである。

[図9]焦点検出用データの生成の処理フローチャートである。

[図10]空間積算処理の様子を示した図である。

[図11]時間積算処理の様子を示した図である。

[図12]焦点検出用データの生成の処理動作のタイミングチャートである。

[図13]焦点検出用データの生成の処理フローチャートである。

[図14]時間積算処理の様子を示した図である。

[図15]焦点検出用データの生成の処理フローチャートである。

[図16]空間積算回数と時間積算回数とを決定する処理の詳細を説明するためのグラフである。

[図17]撮像素子の詳細な構成を示す正面図である。

発明を実施するための形態

[0009] (第1の実施の形態)

図１は本発明の第１の実施の形態における焦点検出装置を含む撮像装置としてのレンズ交換式デジタルスチルカメラ２０１の構成を示す横断面図である。デジタルスチルカメラ２０１は交換レンズ２０２とカメラボディ２０３とから構成される。種々の交換レンズ２０２がマウント部２０４を介してカメラボディ２０３に装着される。

[0010] 交換レンズ２０２は、レンズ２０９、ズーミング用レンズ２０８、フォーカシング用レンズ２１０、絞り２１１、レンズ駆動制御装置２０６などを有している。レンズ駆動制御装置２０６は、不図示のマイクロコンピューター、メモリ、駆動制御回路などから構成される。レンズ駆動制御装置２０６は、フォーカシング用レンズ２１０の焦点調節や絞り２１１の開口径調節のための駆動制御を行なうとともに、ズーミング用レンズ２０８、フォーカシング用レンズ２１０および絞り２１１の状態検出などを行なう。この他、レンズ駆動制御装置２０６は、後述するボディ駆動制御装置２１４との通信によりレンズ情報の送信およびカメラ情報の受信を行なう。絞り２１１は、光量およびボケ量調整のために光軸中心に開口径が可変な開口を形成する。

[0011] カメラボディ２０３は、撮像素子（イメージセンサ）２１２、ボディ駆動制御装置２１４、液晶表示素子駆動回路２１５、液晶表示素子２１６、接眼レンズ２１７、メモリカード２１９などを有している。撮像素子２１２には、複数の撮像素素が二次元状に配置されるとともに、焦点検出位置に対応した部分に複数の焦点検出画素が組み込まれている。この撮像素子２１２については詳細を後述する。

[0012] ボディ駆動制御装置２１４は、マイクロコンピューター、メモリ、駆動制御回路などを含む。ボディ駆動制御装置２１４は、撮像素子２１２の駆動制御と、画像信号および焦点検出信号の読み出しと、焦点検出信号に基づく焦点検出演算および交換レンズ２０２の焦点調節とを繰り返し行うとともに、画像信号の処理および記録と、カメラの動作制御などを行う。ボディ駆動制御装置２１４は、電気接点２１３を介してレンズ駆動制御装置２０６と通信を行い、レンズ情報の受信およびカメラ情報（デフォーカス量や絞り値な

ど)の送信を行う。

- [0013] 液晶表示素子216は、電子ビューファインダー(EVF:Electronic View Finder)として機能する。液晶表示素子駆動回路215は撮像素子212によって得られる画像信号に基づきスルー画像を液晶表示素子216に表示する。撮影者は接眼レンズ217を介してそのスルー画像を観察することができる。メモリカード219は、撮像素子212により撮像された画像信号に基づいて生成される画像データを記憶する画像ストレージである。
- [0014] 交換レンズ202を通過した光束により、撮像素子212の受光面上に被写体像が形成される。この被写体像は撮像素子212により光電変換され、画像信号と焦点検出信号とがボディ駆動制御装置214へ送られる。
- [0015] ボディ駆動制御装置214は、撮像素子212の焦点検出画素からの焦点検出信号に基づいてデフォーカス量を算出し、このデフォーカス量をレンズ駆動制御装置206へ送る。また、ボディ駆動制御装置214は、撮像素子212からの画像信号を処理して画像データを生成し、メモリカード219に格納する。それとともに、ボディ駆動制御装置214は、撮像素子212からのスルー画像信号を液晶表示素子駆動回路215へ送り、スルー画像を液晶表示素子216に表示させる。さらに、ボディ駆動制御装置214は、レンズ駆動制御装置206へ絞り制御情報を送って絞り211の開口制御を行う。
- [0016] レンズ駆動制御装置206は、フォーカシング状態、ズーミング状態、絞り設定状態、絞り開放F値などに応じてレンズ情報を更新する。具体的には、ズーミング用レンズ208とフォーカシング用レンズ210の位置と絞り211の絞り値とを検出し、これらのレンズ位置と絞り値とに応じてレンズ情報を演算したり、あるいは予め用意されたルックアップテーブルからレンズ位置と絞り値とに応じたレンズ情報を選択する。
- [0017] レンズ駆動制御装置206は、受信したデフォーカス量に基づいてレンズ駆動量を算出し、レンズ駆動量に応じてフォーカシング用レンズ210を合焦位置へ駆動する。また、レンズ駆動制御装置206は受信した絞り値に応

じて絞り 2 1 1 を駆動する。

[0018] 図 2 は、本発明に関連する撮像素子 2 1 2 およびボディ駆動制御装置 2 1 4 の関係を詳細に示すブロック図である。図 2 に示すように、ボディ駆動制御装置 2 1 4 内には撮像素子制御部 2 2 0、バッファメモリ 2 2 1、CPU（マイクロコンピュータ）2 2 2、内部メモリ 2 2 3 が収納される。撮像素子 2 1 2 は、撮像素子制御部 2 2 0 の制御に従って撮像素素および焦点検出画素の電荷蓄積制御（電荷蓄積時間および電荷蓄積タイミング）と、画像信号および焦点検出信号の出力制御とを行なう。撮像素子制御部 2 1 2 によって撮像素子 2 1 2 から読み出された被写体像に対応する画像信号および後述する一对の像に対応する焦点検出信号は、信号増幅や A/D 変換の前処理を受けた後、バッファメモリ 2 2 1 に 1 フレーム分のデータとして一時的に格納される。CPU 2 2 2 はバッファメモリ 2 2 1 に格納された 1 フレーム分のデータのうちの画像信号に対して周知の画像処理を行なって画像表示や画像記録を行なうとともに、バッファメモリ 2 2 1 に格納された 1 フレーム分のデータのうちの焦点検出信号に対して後述する焦点検出処理を行なう。内部メモリ 2 2 3 は過去の複数フレーム分の焦点検出信号を記憶するためのメモリである。CPU 2 2 2 は焦点検出処理において内部メモリ 2 2 3 に記憶された過去フレームの焦点検出信号を参照する。最新フレームの焦点検出信号に対する焦点検出処理が終了すると、バッファメモリ 2 2 1 に一時的に格納された最新フレームのデータのうちの焦点検出信号は内部メモリ 2 2 3 に移送される。内部メモリ 2 2 3 は F I L O（first in last out）のスタック構造になっており、内部メモリ 2 2 3 において直近の過去の所定複数フレーム分の焦点検出信号が順次更新記録されることになる。

[0019] 図 3 は、撮影画面上における焦点検出エリアを示す図であり、後述する撮像素子 2 1 2 上の焦点検出画素列による焦点検出の際に撮影画面上で像をサンプリングする領域（焦点検出エリア、焦点検出位置）の一例を示す。この例では、矩形の撮影画面 1 0 0 上の中央に焦点検出エリア 1 0 1 が配置される。長方形で示す焦点検出エリア 1 0 1 に対応して焦点検出画素が配列され

る。

[0020] 図4、図5は撮像素子212の詳細な構成を示す正面図であり、撮像素子212上の焦点検出エリア101内を拡大して示したものである。図4は撮像素子310および焦点検出画素311のレイアウトを示す。図4において、撮像素子212上で、撮像素子310および焦点検出画素311が混在して二次元正方格子状に稠密に配列される。水平方向に伸びる複数の画素列の各列に焦点検出画素311が1画素おきに配置されることによって、焦点検出画素列L1～L8が形成される。図5は図4に示す撮像素子310および焦点検出画素311に配置される色フィルタの配列を示す。撮像素子310および焦点検出画素311には、ベイヤー配列の規則に従って色フィルタ、赤色フィルタR、緑色フィルタG、青色フィルタBが配置されている。赤色フィルタR、緑色フィルタG、および青色フィルタBは、それぞれ異なる波長において高い分光感度を示す。焦点検出画素311は緑色フィルタGを備える。水平方向の焦点検出画素列L1～L8の各列に配置された複数の焦点検出画素311のデータ（焦点検出信号）に応じて水平方向の位相差検出が行なわれる。焦点検出画素列L1に配置された複数の焦点検出画素311のデータが通常の焦点検出に用いられるデータである。状況に応じて、焦点検出画素列L2～L8のそれぞれに配置された複数の焦点検出画素311のデータが、それらに対応する焦点検出画素列L1に配置された複数の焦点検出画素311のデータに積算され、その積算値が焦点検出に用いられる。こうした積算は、互いに空間的に異なる位置に配置された焦点検出画素311のデータどうしの積算なので、こうした積算を以後空間積算という。

[0021] 撮像素子310は、矩形のマイクロレンズ10と、不図示の遮光マスクで受光領域を制限された光電変換部11とを有している。焦点検出画素311は、矩形のマイクロレンズ10と、撮像素子310の光電変換部11を垂直方向に延在する素子分離領域15により2分割して得られる一対の光電変換部13および14とから構成される。なお、簡潔のため、図4において色フィルタは不図示としている。

[0022] 撮像素素310は、マイクロレンズ10によって最も明るい交換レンズ202の射出瞳孔（例えばF1.0）を通過する撮影光束を、光電変換部11がすべて受光するような形状に設計される。また、焦点検出画素311は、マイクロレンズ10によって交換レンズ202の射出瞳のうちの、一对の光電変換部13および14の並び方向と平行に並ぶ一对の領域を通過する一对の焦点検出光束を、光電変換部13、14がそれぞれ受光するような形状に設計される。

[0023] 図6は、マイクロレンズ10を用いた瞳分割型位相差検出方式の焦点検出光学系の構成を示す。図6は、焦点検出エリア101のうちの水平方向の焦点検出画素列L1に配置された撮影光軸91近傍の隣接する3つの焦点検出画素311および2つの撮像素素310を模式的に拡大して示す。図6において、射出瞳90は、交換レンズ202（図1参照）の予定結像面に配置されたマイクロレンズ10から前方に距離dの位置に設定されている。この距離dは、マイクロレンズ10の曲率および屈折率、マイクロレンズ10と光電変換部13、14との間の距離などに応じて決まる距離であって、この明細書ではこの距離dを測距瞳距離と呼ぶ。図6には他に、交換レンズの光軸91、マイクロレンズ10、光電変換部13、14、焦点検出画素311、撮像素素310、焦点検出光束73、74が示されている。

[0024] 測距瞳93は、遮光マスクの開口部により受光領域が制限された光電変換部13がマイクロレンズ10により投影されることによって形成される。同様に、測距瞳94は、遮光マスクの開口部により受光領域が制限された光電変換部14がマイクロレンズ10により投影されることによって形成される。一对の測距瞳93、94は光軸91を通る垂直線に対して線対称な形状となっている。一对の測距瞳93、94は上述した一对の領域に対応する。マイクロレンズ10により、一对の光電変換部13および14と上述した一对の領域、すなわち一对の測距瞳93および94とが互いに共役関係となる。

[0025] 焦点検出エリア101の水平方向の焦点検出画素列L1～L8に配置された全ての焦点検出画素311において、一对の光電変換部13、14は焦点

検出画素列を構成する焦点検出画素と同一の水平方向に並んでいる。一对の光電変換部 1 3、1 4 は、それぞれに対応して一对の光電変換部 1 3、1 4 の並び方向と同一の方向に並ぶ一对の測距瞳 9 3、9 4 から各マイクロレンズに到来する一对の焦点検出光束 7 3 および 7 4 を受光する。各焦点検出画素列を構成する複数の焦点検出画素 3 1 1 の各々に含まれる一对の光電変換部 1 3 および 1 4 が、一对の焦点検出光束 7 3 および 7 4 を受光すると、光電変換により、一对の焦点検出光束 7 3 および 7 4 による一对の像に対応する一对の像信号を所定フレーム間隔毎に繰り返し出力する。

[0026] 以上のような構成により、光電変換部 1 3 は、測距瞳 9 3 を通過して焦点検出画素 3 1 1 のマイクロレンズ 1 0 に向かう焦点検出光束 7 3 によりマイクロレンズ 1 0 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 1 4 は、測距瞳 9 4 を通過して焦点検出画素 3 1 1 のマイクロレンズ 1 0 に向かう焦点検出光束 7 4 によりマイクロレンズ 1 0 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。

[0027] 水平方向の焦点検出画素列 L 1 に配列された焦点検出画素 3 1 1 において、各焦点検出画素 3 1 1 の光電変換部 1 3、1 4 の出力を測距瞳 9 3 および測距瞳 9 4 のそれぞれに対応した出力グループにまとめる。このことによって、測距瞳 9 3 および測距瞳 9 4 をそれぞれ通過する焦点検出用光束 7 3、7 4 が水平方向の焦点検出画素列 L 1 に含まれる複数の焦点検出画素 3 1 1 の配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。この情報に対して像ズレ検出演算処理（相関演算処理、位相差検出処理）を施すことによって、いわゆる瞳分割型位相差検出方式で水平方向の焦点検出画素列 L 1 における水平方向の一对の像の像ズレ量が検出される。

[0028] 同様に水平方向の焦点検出画素列 L 2 ～ L 8 に配列された焦点検出画素 3 1 1 の光電変換部 1 3、1 4 の出力を用いて各焦点検出画素列における水平方向の一对の像の像ズレ量を検出することができる。

[0029] さらに、像ズレ量に対して、一对の測距瞳 9 3、9 4 の重心間隔と測距瞳距離との比例関係に応じた変換演算を行うことによって、予定結像面に対す

る現在の結像面の偏差（デフォーカス量）が算出される。具体的には、光軸 9 1 に垂直な面内における像ズレ量に対し所定の変換係数を乗ずることによりデフォーカス量、すなわち光軸 9 1 の方向における結像面と予定結像面との偏差が算出されることになる。所定の変換係数は、測距瞳距離 d を測距瞳 9 3、9 4 の重心間隔で除した値として得られる。

[0030] 図 7 は、図 4 に示す撮像素子 2 1 2 の撮像素素 3 1 0 が受光する撮影光束の様子を図 6 と比較して説明するための図である。図 7 は、水平方向の焦点検出画素列 L 1 に隣接する水平方向の撮像素素列に配置された撮影光軸 9 1 近傍の隣接する 5 つの撮像素素 3 1 0 を模式的に拡大して示す。なお図 6 と重複する部分の説明は省略する。

[0031] 撮像素素 3 1 0 はマイクロレンズ 1 0 とその背後に配置された光電変換部 1 1 等から構成される。光電変換部 1 1 に近接して配置された遮光マスクの開口部の形状がマイクロレンズ 1 0 から測距瞳距離 d だけ離間した射出瞳 9 0 上に投影される。その投影形状は測距瞳 9 3、9 4 に略外接する領域 9 5 を形成する。光電変換部 1 1 は、領域 9 5 を通過してマイクロレンズ 1 0 へ向かう撮影光束 7 1 によってマイクロレンズ 1 0 上に形成される像の強度に対応した信号を出力する。すなわち、複数の撮像素素 3 1 0 が、交換レンズ 2 0 2 を通過する被写体からの撮影光束 7 1 を受光して光電変換により被写体像に対応する被写体像信号を所定フレーム間隔毎に出力する。

[0032] 図 8 は、本実施の形態の焦点検出装置を含むデジタルスチルカメラ（撮像装置）2 0 1 の焦点検出動作を含む撮像動作を示すフローチャートである。ボディ駆動制御装置 2 1 4 は、ステップ S 1 0 0 でデジタルスチルカメラ 2 0 1 の電源がオンされると、ステップ S 1 1 0 以降の撮像動作を開始する。ステップ S 1 1 0 において、ボディ駆動制御装置 2 1 4 の撮像素子制御部 2 2 0 は、全画素の画素データを読み出し、撮像素素 3 1 0 の画素データを、ボディ駆動制御装置 2 1 4 の CPU 2 2 2 が液晶表示素子 2 1 6 に表示させる。続くステップ S 1 2 0 では、ボディ駆動制御装置 2 1 4 の CPU 2 2 2 は、焦点検出画素 3 1 1 の画素データに基づいて、焦点検出に用いる焦点検

出用データを生成する。この焦点検出用データ生成処理については詳細に後述する。

[0033] ステップS 1 3 0においては、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、その焦点検出用データに基づき焦点検出エリア1 0 1における位相差検出演算（像ズレ検出演算）を行なう。ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、その位相差検出演算によって検出された位相差（像ズレ量）に基づきデフォーカス量を算出する。

[0034] ステップS 1 4 0で、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、合焦近傍か否か、すなわち算出したデフォーカス量の絶対値が所定値以内であるか否かを調べる。合焦近傍でないと判定された場合、本処理はステップS 1 5 0へ進み、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、デフォーカス量をレンズ駆動制御装置2 0 6へ送信し、レンズ駆動制御装置2 0 6に交換レンズ2 0 2のフォーカシング用レンズ2 1 0を合焦位置へ駆動させる。その後、本処理はステップS 1 1 0へ戻って、上述した動作が繰り返される。

[0035] なお、焦点検出不能な場合も本処理はこのステップS 1 5 0に分岐し、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、レンズ駆動制御装置2 0 6へスキャン駆動命令を送信し、レンズ駆動制御装置2 0 6に交換レンズ2 0 2のフォーカシング用レンズ2 1 0を無限遠位置から至近位置までの間でスキャン駆動させる。その後、本処理はステップS 1 1 0へ戻って上述した動作が繰り返される。

[0036] ステップS 1 4 0で合焦近傍であると判定された場合、本処理はステップS 1 6 0へ進む。ステップS 1 6 0において、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、シャッターボタン（不図示）の操作によりシャッターレリーズがなされたか否かを判別する。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、本処理はステップS 1 1 0へ戻り、上述した動作が繰り返される。一方、シャッターレリーズがなされたと判定された場合、本処理はステップS 1 7 0へ進む。ステップS 1 7 0において、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、レンズ駆動制御装置2 0 6へ絞り調整命令を送信

し、交換レンズ202の絞り値を制御F値（撮影者により設定されたF値または自動的に設定されたF値）にする。絞り制御が終了した時点で、ボディ駆動制御装置214の撮像素子制御部220は、撮像素子212に撮像動作を行わせ、撮像素子212の撮像素素310および全ての焦点検出画素311から画素データを読み出す。

[0037] ステップS180において、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、各焦点検出画素311の位置の画像データとしての画素データを、各焦点検出画素311の画素データに基づき、すなわち各焦点検出画素311に配置された一对の光電変換部13、14の出力データを加算することにより、算出する。続くステップS190では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、撮像素素310の画像データとして用いる画素データおよび焦点検出画素位置の画像データを取得し、メモリカード219に記憶させる。この画像データは、交換レンズ202のフォーカシング用レンズ210が合焦位置に位置するとき、交換レンズ202を通過する被写体からの撮影光束71に基づいて得られる。本処理は、ステップS110へ戻って、上述した動作が繰り返される。

[0038] なおステップS110～ステップS160の繰り返し動作は、1フレーム分の画素データが撮像素子212から所定フレーム間隔で周期的に読み出されるフレーム読出し動作と連動して行なわれる。

[0039] 図8のステップS130における像ズレ検出演算処理（相関演算処理、位相差検出処理）の詳細について以下説明する。焦点検出画素311が検出する一对の像は、測距瞳93、94がレンズの絞り開口によりけられて光量バランスが崩れている可能性がある。したがって、ステップS130において、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、光量バランスに対して像ズレ検出精度を維持できるタイプの相関演算を施す。焦点検出用の一对の像信号 $A1_n$ ($A1_1, \dots, A1_M$: Mは信号数)、 $A2_n$ ($A2_1, \dots, A2_M$) に対し、例えば日本国特開2007-333720号公報に開示された公知の相関演算式である下記(1)式を用いて、相関量 $C(k)$ を演算する

。(1)式において、 Σ 演算は変数 n について累積される。変数 n は、像ずらし量 k に応じて A_{1n} 、 A_{1n+1} 、 A_{2n+k} 、 A_{2n+1+k} のデータが存在する範囲に限定される。像ずらし量 k は整数であり、一对の像信号を構成する信号列のデータ間隔を単位とした相対的シフト量である。

$$C(k) = \Sigma | A_{1n} \cdot A_{2n+1+k} - A_{2n+k} \cdot A_{1n+1} | \cdots (1)$$

[0040] 上述した(1)式により演算される離散値である相関量 $C(k)$ に対応する連続的な相関量 $C(x)$ の極小値 $C(X)$ が得られたときは、以下の(2)式により、連続的な相関量 $C(x)$ の極小値 $C(X)$ を与えるずらし量 X が像ズレ量 s_{hft} に換算される。(2)式において、係数 P_Y は、焦点検出画素列 $L_1 \sim L_8$ を構成する焦点検出画素 311 の画素ピッチ、すなわち撮像素子 212 に配列された画素の画素ピッチの2倍の値となる。

$$s_{hft} = P_Y \cdot X \cdots (2)$$

[0041] 図8のステップ $S120$ における焦点検出画素 311 の画素データに基づく焦点検出用データの生成の詳細について図9の処理フローチャートを用いて説明する。図4の焦点検出画素列 $L_1 \sim L_8$ の各焦点検出画素列において N 個の焦点検出画素 311 が配列されている。各焦点検出画素列 L_p ($p = 1, 2, \dots, 8$)を構成する各焦点検出画素 311 に水平方向の並び順に符号 n ($n = 1 \sim N$)を対応付ける。焦点検出画素列 L_p の n 番目の焦点検出画素 311 が有する一对の光電変換部 13 、 14 のうちの s ($s = 1, 2$)番目の光電変換部は、データ $B(s, n, p)$ を出力する。すなわち、一对の光電変換部 13 、 14 は、それぞれ一对のデータ $B(1, n, p)$ 、 $B(2, n, p)$ を出力する。

[0042] ステップ $S200$ では、ボディ駆動制御装置 214 のCPU 222 は、図3に示す焦点検出画素列 L_1 を構成する焦点検出画素 311 の画素データの最大値が所定閾値 T_1 を越えているか否か、すなわち(3)式を満足しているか否かをチェックする。焦点検出画素列 L_1 を構成する焦点検出画素 311 の画素データの最大値が所定閾値 T_1 を越えているとき、焦点検出画素 311 の出力レベルは焦点検出に十分なレベルに達している。(3)式におい

て $\text{Max}()$ は最大値を求める関数である。

$$\text{Max}(B(s, n, 1)) > T1 \quad \dots (3)$$

- [0043] ステップS200で、(3)式が満足される場合、本処理はステップS210に進む。ステップS210においては、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、(4)式のように、焦点検出画素列L1 ($p=1$) に配列された焦点検出画素311の画素データを焦点検出用データ $B0(s, n)$ として決定する。本処理は、ステップS310に進む。

$$B0(s, n) = B(s, n, 1) \quad s=1, 2 \quad n=1 \sim N \quad \dots (4)$$

- [0044] 一方ステップS200で、(3)式が満足されない場合、本処理はステップS220に進む。ステップS220では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、焦点検出画素列L1の焦点検出画素311の画素データと、焦点検出画素列L1に隣接する焦点検出画素列L2の焦点検出画素311の画素データとを空間積算する。(5)式に示すように、水平方向の並び順に付された変数 n が同一の位置に配置されている焦点検出画素どうしの同一種類の光電変換部どうしが出力するデータについて行なわれる空間積算によって、データ $B1(s, n, 2)$ が算出される。(5)式において、 $s=1, 2$ であり、 $n=1 \sim N$ である。

$$B1(s, n, 2) = B1(s, n, 1) + B(s, n, 2) \quad \dots (5)$$

- [0045] すなわち(5)式により垂直方向に隣接した焦点検出画素311の画素データが空間的に積算(空間積算)されることになり、こうして焦点検出画素列L1からLpまで空間積算された焦点検出画素311のデータ $B1(s, n, p)$ が得られる。なおデータ $B1(s, n, 1)$ はデータ $B(s, n, 1)$ と等しい。

- [0046] ステップS230では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、空間積算されたデータ $B1(s, n, p)$ (最初にこのステップに来た場合には $p=2$) の最大値が所定閾値 $T1$ を越えているか否か、すなわち(6)式を満足しているか否かをチェックする。(6)式において、 $s=1, 2$ であ

り、 $n = 1 \sim N$ である。

$$\text{Max} (B1(s, n, p)) > T1 \quad \dots (6)$$

- [0047] ステップS230で、(6)式を満足した場合、本処理はステップS240に進む。ステップS240においては、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、(7)式のように焦点検出画素列Lpまで空間積算された焦点検出画素311のデータ $B1(s, n, p)$ を焦点検出用データ $B0(s, n)$ と決定する。本処理はステップS310に進む。(7)式において、 $s = 1, 2$ であり、 $n = 1 \sim N$ である。

$$B0(s, n) = B1(s, n, p) \quad \dots (7)$$

- [0048] 一方ステップS230で、(6)式が満足されない場合、本処理はステップS240に進む。ステップS240において、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、空間積算が焦点検出画素列L8まで行なわれたか否か、すなわち空間積算回数が最大積算回数7回に達しているか否かをチェックする。空間積算が焦点検出画素列L8まで達していない場合には本処理はステップS220に戻る。ステップS220では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、(8)式のように次の焦点検出画素列L(p+1)に配列された焦点検出画素311のデータ $B(s, n, p+1)$ を、それまでの空間積算された焦点検出画素311のデータ $B1(s, n, p)$ に空間積算する。(8)式において、 $s = 1, 2$ であり、 $n = 1 \sim N$ である。

$$B1(s, n, p+1) = B1(s, n, p) + B(s, n, p+1) \quad \dots (8)$$

- [0049] 本処理がステップS220、ステップS230、ステップS240のループを回り、最後にステップS240で、空間積算回数が最大積算回数に達していると判断された場合、すなわちこれ以上焦点検出画素列が無いので空間積算できない場合には、本処理はステップS260に進む。このとき、最新フレームにおいて焦点検出画素列L1からL8まで空間積算されている焦点検出画素311のデータの空間積算データ $B2(s, n, 0)$ が得られたことになる。ステップS260において、ボディ駆動制御装置214のCPU

222は、内部メモリ223に記憶されている1フレーム前の焦点検出画素311の画素データを読み出し、焦点検出画素列L1～L8に配列された焦点検出画素311のデータを(9)式のように空間積算する。このとき、最新フレームに対しvフレーム前(このステップS260に初めて入るときは、 $v=1$)の焦点検出画素311のデータの空間積算データ $B2(s, n, v)$ が得られる。また、内部メモリ223には、10フレーム前($v=10$)までの焦点検出画素のデータが記憶されているとする。(9)式において、 Σ 演算は $p=1\sim 8$ について行われる。

$$B2(s, n, v) = \Sigma B(s, n, p) \quad \dots (9)$$

[0050] ステップS270で、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、(10)式に示すように、ステップS260で算出した1フレーム前の空間積算データ $B2(s, n, v)$ と、これまでのフレームまでの時間積算データ $B3(s, n, v-1)$ とを時間積算する。(10)式において、 $s=1, 2$ であり、 $n=1\sim N$ である。

$$B3(s, n, v) = B3(s, n, v-1) + B2(s, n, v) \quad \dots (10)$$

[0051] すなわち(10)式により時間的に隣接したフレームの空間積算データが過去に亘って時間的に積算(時間積算)され、時間積算データ $B3(s, n, v)$ が得られる。時間積算データ $B3(s, n, v)$ は、最新フレームからvフレーム前までの空間積算データ $B2(s, n, v)$ を時間積算した焦点検出画素のデータを表わす。ただし時間積算データ $B3(s, n, 0)$ は空間積算データ $B2(s, n, 0)$ およびデータ $B1(s, n, 8)$ と等しい。

[0052] ステップS280では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、時間積算されたデータ $B3(s, n, v)$ の最大値が所定閾値 $T1$ を越えているか否か、すなわち(11)式を満足しているか否かをチェックする。初めてステップS280における判定処理が行われる際は、 $v=1$ である。

$$\text{Max}(B3(s, n, v)) > T1 \quad \dots (11)$$

[0053] ステップS280で(11)式が満足される場合、本処理はステップS290に進む。ステップS290において、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、(12)式のように、最新フレームからvフレーム前まで時間積算された焦点検出画素の時間積算データB3(s, n, v)を焦点検出用データB0(s, n)と決定する。(12)式において、s=1, 2であり、n=1~Nである。本処理はステップS310に進む。

$$B0(s, n) = B3(s, n, v) \quad \cdots (12)$$

[0054] 一方ステップS280で、(11)式が満足されない場合、本処理はステップS300に進む。ステップS300において、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、時間積算が10フレーム前まで行なわれたか否か、すなわち時間積算回数が最大積算回数10回に達しているか否かをチェックする。時間積算が10フレーム前まで達していない場合には本処理はステップS260に戻り、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、これまで時間積算が行なわれたフレームの1つ前の過去フレームに対して空間積算を行なう。それとともに、ステップS260、ステップS270、ステップS280、ステップS300のループが繰り返される。

[0055] ステップS300で時間積算回数が最大積算回数10回に達していると判定された場合は、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、ステップS290で最新フレームから10フレーム前まで時間積算された焦点検出画素の時間積算データB3(s, n, 10)を焦点検出用データB0(s, n)と決定する。本処理はステップS310に進む。

[0056] ステップS310では次回のフレームでの焦点検出演算処理に備えて、最新フレームの焦点検出画素311の画素データを内部メモリ223に記憶する。本処理は、図8のフローのステップS130に抜ける。この時焦点検出用データB0(s, n)が(1)式の焦点検出用の一対の像信号A1_n(A1₁, ..., A1_M:Mはデータ数)、A2_n(A2₁, ..., A2_M)に読み替えられることになる。

[0057] 図9に示した処理フローチャートの動作を、データ処理の観点で示したも

のが図10、図11である。図10、図11に示すグラフにおいて縦軸がデータ値、横軸はデータ位置（水平方向の位置）である。図10において、焦点検出画素列L1から順次焦点検出画素データが空間積算されていくことにより空間積算データが生成される。なお図においては簡潔のため一对の像信号のうち一方（ $s = 1$ ）のみを代表して示している。図10は最新フレームの焦点検出画素311のデータに対する空間積算処理の様子を示した図である。図10において、焦点検出画素列L1の焦点検出画素311の画素データの最大値が所定閾値T1を越えない場合には、焦点検出画素列L1の焦点検出画素311の画素データは順次焦点検出画素列L2、L3・・・の焦点検出画素311のデータと空間積算され、焦点検出画素列L8まで焦点検出画素311の画素データを空間積算した段階でも空間積算データの最大値が所定閾値T1を越えない場合には、処理は図11に示す時間積算処理に進む。複数の焦点検出画素列どうしの空間積算処理は、各焦点検出画素列の水平方向の画素位置が同じn番目の焦点検出画素どうしが積算される。それらの積算される焦点検出画素は互いに垂直方向に隣接した位置に配置されている。

[0058] 図11に示すように、最新フレームの空間積算データの最大値が所定閾値T1を越えない場合には、順次1フレーム前、2フレーム前・・・の空間積算データが最新フレームから過去に向かって最大10フレーム前まで時間積算される。空間積算データを時間積算した時間積算データの最大値が所定閾値T1を越えた段階で時間積算は終了する。

[0059] 図12は、図8で示した動作フローチャートの動作をタイミングチャートで表わした図である。図12において、撮像素子212から一定のフレームレート（例えば1／60秒）で撮像画素および焦点検出画素の画素データが読み出される。図12において、第（N-1）フレームから第（N+2）フレームまでの4フレームが例示されている。代表として第Nフレームの動作を説明する。まず撮像素子212から第（N-1）フレームにおいて第Nフレーム用に電荷蓄積された画像データ（撮像画素310の画素データおよび

焦点検出画素 3 1 1 の画素データ）が読み出される。それとともに、撮像素子 2 1 2 において第（N + 1）フレーム用の電荷蓄積が始まる。画像データの読出しが終了すると、読み出された撮像素素 3 1 0 の画素データに基づいてライブビュー表示画像が更新される。また第 N フレームの焦点検出画素 3 1 1 の画素データと第（N - 1）フレームの生成時点で記憶された第（N - 1）フレーム以前の焦点検出画素 3 1 1 の画素データ（信号）に基づいて焦点検出が行なわれ、第 N フレーム生成時点におけるデフォーカス量が算出される。デフォーカス量が算出されると、該デフォーカス量に応じて焦点調節がなされるとともに、第 N フレームの焦点検出画素 3 1 1 の画素データ（信号）が内部メモリ 2 2 3 に記憶される。以上の動作が毎フレーム繰り返される。

[0060] 以上の説明においては、図 4 のように焦点検出画素列 L 1 ～ L 8 の 8 列に複数の焦点検出画素 3 1 1 が水平方向に配置され、空間積算は垂直方向の焦点検出画素 3 1 1 の画素データが最大 7 回まで積算されているが、これに限定されることなく焦点検出画素列 L p を 8 列以上配置することができる。その場合には空間積算回数 N の上限（最大積算回数）は、垂直方向の空間積算による像の高周波成分の低下による焦点検出精度の低下を来さないように、実験によって決めることができる。例えば図 4 のように焦点検出画素 3 1 1 が 1 行おきに配置されており、かつ画素ピッチが P a の場合、次式（13）を満たすように空間積算回数 N の上限 N m a x を決定することができる。

$$N \leq N_{max} = C_a / (2 \cdot P_a) \quad \dots (13)$$

[0061] ここで定数 C a は実験によって定められ、予定焦点面上において焦点検出精度を維持できる最低空間周波数により決まる。空間周波数が高いほど焦点検出精度が高くなるので、定数 C a は例えば最低空間周波数の逆数として定められる。例えば最低空間周波数が 10 本/mm の場合、定数 C a は 100 μm となる。画素ピッチ P a が 5 μm とすれば、焦点検出画素の間隔はその 2 倍の 10 μm なので、（13）式にしたがって、N m a x = 100 μm / 10 μm = 10 回となる。また最低空間周波数を焦点検出精度に影響を与え

る撮影要因、例えば像の動き量、カメラのブレ量、撮影レンズの絞り値、被写界の輝度、カメラの撮影モード（静止被写体撮影モード／移動被写体撮影モードの別）などに応じて変更することにより、焦点検出に適した臨機応変な空間積算回数 N の上限 N_{max} の設定が可能になる。

[0062] 以上の説明においては、内部メモリ 223 に各フレームの焦点検出画素のデータがそのまま記憶されるとして説明を行なった。しかし、最新フレーム以外の焦点検出画素のデータは空間積算されてから焦点検出用データの生成に用いられるので、内部メモリ 223 に記憶する段階の前に焦点検出画素のデータ空間積算（8 列分）を行なってから、空間積算データを内部メモリ 223 に記憶するようにしてもよい。例えば図 12 において、各フレームの記憶信号更新処理の際に各フレームの焦点検出画素のデータを空間積算（8 列分）し、空間積算されたデータ（第 N フレームにおいては第 N フレームの空間積算データ）が内部メモリ 223 に記憶される。次のフレームにおいては内部メモリ 223 に記憶された過去のフレームの空間積算データが焦点検出に用いられる。このようにすれば、過去のフレームの焦点検出画素のデータを焦点検出処理の際に毎回空間積算する必要がなくなるので、演算時間を短縮できるとともに、内部メモリ 223 の容量も節約することができる。

[0063] 以上の説明では、空間積算処理においては垂直方向に 1 行ずつ焦点検出画素のデータを加算しながら、また時間積算処理においては過去に向かって 1 フレームずつ過去の空間積算データを積算しながら、積算後のデータの最大値が所定閾値を越えているか否かをチェックして積算処理の継続の要否を決定している。このような処理は、焦点検出画素列毎に異なる被写体パターンが焦点検出画素上に形成される場合や、被写界の明るさがフレーム間に急変する場合に対応可能であるという利点がある。また以上のような積算処理の制御においては積算データの最大値以外にも積算データの平均値やコントラスト値（最大値と最小値との差）などのデータ特性を表す評価値を用いることができる。

[0064] また空間積算を行なう焦点検出画素間の空間的距離が小さい場合（図 4 の

場合、焦点検出画素列 L_1 から L_8 まで空間積算した場合でも、空間的には垂直方向に最大 14 画素しか離れていないことになる）には空間積算する焦点検出画素がほぼ同一の被写体パターンを受光していると仮定しても大きな誤りは生じない。また図 9 のステップ S 300 のように最大時間積算回数を 10 回程度に設定すれば、1 フレームあたり $1/60$ 秒としても 10 回の時間積算時にも $1/6$ 秒間の時間積算となるので、フレーム間の明るさ変動がなく一様だと仮定しても大きな誤りは生じない。

[0065] このように空間的一様性および時間的一様性を仮定すれば、図 9 の処理をさらに図 13 のように簡潔にすることが可能である。なお内部メモリ 223 には各フレームの記憶信号更新処理の際に各フレームの焦点検出画素のデータが空間積算された空間積算データ、すなわち第 v フレームの空間積算データ $B_2(s, n, v)$ が記憶されているとする。

[0066] ステップ S 400 では、ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、焦点検出画素のデータの最大値が所定閾値 T_1 を越えているか否か（（3）式を満足しているか）をチェックする。

[0067] ステップ S 400 で、（3）式を満足した場合、本処理はステップ S 410 に進み、ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、（4）式のように焦点検出画素列 L_1 に配列された焦点検出画素のデータを焦点検出用データと決定する。本処理はステップ S 450 に進む。

[0068] 一方ステップ S 400 で、（7）式を満足しない場合、本処理はステップ S 420 に進み、ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、所定閾値 T_1 を焦点検出画素のデータの最大値 $Max(B(s, n, 1))$ で割った値の整数部 N_s が最大空間積算回数 8 以下であるか否か（（14）式を満足しているか否か）をチェックする。

$$N_s < 8 \quad \dots (14)$$

[0069] ステップ S 420 で、（14）式を満足した場合、本処理はステップ S 430 に進み、ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、（15）式のように焦点検出画素 311 のデータを $(N_s + 1)$ 番目の焦点検出画素列 L （

$Ns + 1$) まで空間積算する。ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、ステップ S440 で空間積算データ $B1(s, n, Ns + 1)$ を焦点検出用データ $B0(s, n)$ と決定する。本処理はステップ S450 に進む。なお (15) 式において、 Σ 演算は変数 $m = 1 \sim Ns + 1$ で行なわれる。(15) 式において、 $s = 1, 2$ であり、 $n = 1 \sim N$ である。

$$B0(s, n) = B1(s, n, Ns + 1) = \Sigma B(s, n, m) \quad \dots (15)$$

[0070] ステップ S450 では、ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、内部メモリ 223 に格納するための空間積算データ $B4(s, n)$ を (16) 式により計算する。本処理は、ステップ S510 に進む。なお (16) 式において、 Σ 演算は変数 $m = 1 \sim 8$ で行なわれる。(16) 式において、 $s = 1, 2$ であり、 $n = 1 \sim N$ である。

$$B4(s, n) = B1(s, n, 8) = \Sigma B(s, n, m) \quad \dots (16)$$

[0071] 一方ステップ S420 で、(14) 式を満足しない場合、本処理はステップ S460 に進み、ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、所定閾値 $T1$ を焦点検出画素のデータの最大値 $Max(B(s, n, 1))$ の 8 倍で割った値の整数部 Nt が 10 以上か否か ((17) 式を満足しているか否か) をチェックする。

$$Nt > 10 \quad \dots (17)$$

[0072] ステップ S460 で (17) 式を満足した場合、本処理はステップ S470 に進み、ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、整数部 Nt を 10 と決定する。本処理はステップ S480 に進む。ステップ S460 で (17) 式を満足しない場合、本処理はそのままステップ S480 に進む。

[0073] ステップ S480 では、ボディ駆動制御装置 214 の CPU 222 は、ステップ S450 と同じように (16) 式により最新フレームの焦点検出画素のデータを焦点検出画素列 $L1$ から $L8$ まで空間積算して最新フレームの空間積算データ $B2(s, n, 0)$ を算出する。

[0074] ステップS490では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、最新フレーム（第Naフレームとする）の空間積算データB2(s, n, 0)と、内部メモリ223に記憶されているNtフレーム前までの空間積算データB2(s, n, 1)～B2(s, n, Nt)とを用い(18)式のように時間積算データB3(s, n, Nt)を算出する。ステップS500で、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、時間積算データB3(s, n, Nt)を焦点検出用データB0(s, n)と決定する。本処理はステップS510に進む。なお(18)式において、 Σ 演算は変数 $m=0\sim Nt$ で行なわれる。(18)式において、 $s=1, 2$ であり、 $n=1\sim N$ である。

$$B0(s, n) = B3(s, n, Nt) = \Sigma B2(s, n, m) \quad \dots (18)$$

[0075] ステップS510では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、次のフレームでの焦点検出演算処理に備えて、最新フレームの空間積算データを内部メモリ223に記憶する。本処理は、図8のフローのステップS130に抜ける。

[0076] 図13の処理フローでは空間積算回数および時間積算回数を処理の最初の段階で決定しており、図9のフローと比較してループ処理毎の判定処理がないので処理時間の短縮を図ることができるとともに、フレーム毎に空間積算データを記憶するので内部メモリ223のメモリ容量を減少することができる。

[0077] さらにフレーム毎に各フレームの空間積算データを内部メモリ223に記憶する代わりに、フレーム毎に10フレーム前までの時間積算データを計算し、該時間積算データを内部メモリ223に記憶するようにしてもよい。

[0078] すなわち図12の各フレームの記憶信号更新処理の際に、最新フレームの空間積算データを1つ前のフレームに記憶された10フレーム分の時間積算データに対して時間積算して更新記憶する。これにより、内部メモリ223に記憶された時間積算データは、最新フレームからvフレーム前までの時間積算データとなる。このようにして内部メモリ223に記憶された時間積算

データを焦点検出用データとして利用する場合の様子を図 1 1 に対応して図 1 4 で示す。最新フレームにおいて内部メモリ 2 2 3 には、1 フレーム前の時間積算データ（空間積算データ $B_2(s, n, 1)$ ）、1 フレーム前から 2 フレーム前までの時間積算データ（ $B_2(s, n, 1) + B_2(s, n, 2)$ ）、1 フレーム前から 3 フレーム前までの積算データ（ $B_2(s, n, 1) + B_2(s, n, 2) + B_2(s, n, 3)$ ）、・・・、が記録されている。最新フレームから N_t フレーム前までの時間積算した時間積算データ $B_3(s, n, N_t)$ が必要な場合は、最新フレームの空間積算データ $B_2(s, n, 0)$ と 1 フレーム前から N_t フレーム前までの時間積算データ（ $B_2(s, n, 1) + B_2(s, n, 2) + B_2(s, n, 3) + \dots + B_2(s, n, N_t)$ ）とを直接時間積算すればよい。

[0079] このようにすれば、焦点検出に用いる時間積算データの算出の際に内部メモリ 2 2 3 から 1 フレーム前から N_t フレーム前までの時間積算が完了した時間積算データを読み出すだけでいいので、焦点検出演算の処理速度が向上する。また時間積算データの演算および内部メモリ 2 2 3 の更新記憶を CPU 2 2 2 とは別途設けられた専用の演算回路を用いて行なうことにより、さらなる処理速度の向上を図ることができる。

[0080] 上述した第 1 の実施の形態における焦点検出装置を含む撮像装置としてのデジタルスチルカメラ 2 0 1 は、撮像素子（イメージセンサ）2 1 2 とボデイ駆動制御装置 2 1 4 とを含む。

[0081] 撮像素子 2 1 2 には、複数の焦点検出画素列 $L_1 \sim L_8$ が互いに並置される。複数の焦点検出画素列 $L_1 \sim L_8$ は各焦点検出画素列 L_p で構成される。各焦点検出画素列 L_p は、水平方向に配列される複数の焦点検出画素 3 1 1 から成る。各焦点検出画素列 L_p を構成する複数の焦点検出画素 3 1 1 は、水平方向に配列され、交換レンズ 2 0 2 の射出瞳 9 0 のうちの複数の焦点検出画素 3 1 1 の並び方向である水平方向と平行に並ぶ一対の測距瞳 9 3 および 9 4 を通る一対の焦点検出光束 7 3 および 7 4 を受光する。撮像素子 2 1 2 は、各焦点検出画素列 L_p が光電変換により一対の焦点検出光束 7 3 および 7 4 を受光する。

よび74による一对の像に対応する一对の像信号 A_{1n} および A_{2n} を所定フレーム間隔毎に繰り返し出力する。

[0082] ボディ駆動制御装置214は、各焦点検出画素列 L_p が一对の像信号 A_{1n} および A_{2n} を所定フレーム間隔毎に繰り返し出力するたびに、複数の焦点検出画素列 $L_1 \sim L_8$ のうちの焦点検出画素列 L_1 とそれに隣接する1つまたは複数の焦点検出画素列とが出力する一对の像信号 A_{1n} および A_{2n} をそれぞれ積算することによって、空間積算データ $B_2(s, n, v)$ を算出する。

[0083] ボディ駆動制御装置214は、各焦点検出画素列 L_p が一对の像信号 A_{1n} および A_{2n} を所定フレーム間隔毎に繰り返し出力するたびに空間積算データ $B_2(s, n, v)$ が算出されて得られる最新フレームから v フレーム前までの空間積算データ $B_2(s, n, v)$ を積算することによって、時間積算データ $B_3(s, n, v)$ を算出する。

[0084] ボディ駆動制御装置214は、空間積算データ $B_2(s, n, v)$ と時間積算データ $B_3(s, n, v)$ とのうちのいずれか一方に基づいて交換レンズ202の焦点状態を検出する。

[0085] 以上のような構成を有する本発明の第1の実施形態の焦点検出装置を含む撮像装置としてのデジタルスチルカメラ201では、焦点検出用データの生成において、空間積算（近接する複数の焦点検出画素のデータの積算）が優先され、空間積算のみでは焦点検出用データの有効性（最大値、平均値、またはコントラスト値が所定閾値以上）が確保できない場合に、時間積算（同一の焦点検出画素の過去フレームのデータとの積算）が行なわれる。そのため、時間積算に伴う不具合、例えば被写体像の時間変化や移動に伴う焦点検出精度の悪化を最低限のレベルに押さえ込むことができ、低輝度または低コントラスト時にも快適な自動焦点調節を行なえる。

[0086] （第2の実施の形態）

第1の実施の形態においては、焦点検出画素のデータを積算する場合に常に空間積算を時間積算に対して優先していた。第2の実施形態においては、

被写体の移動や手ブレなどの状況に応じて空間積算と時間積算とを好適に組み合わせることにより、本発明の効果を奏することができる。

[0087] 第2の実施形態の構成は第1の実施形態と同じであり、大まかな動作フローも同じ（図8）であり、焦点検出用データの生成処理の部分が異なる。なお内部メモリ223には最新フレームから10フレーム前までの10フレーム分の各フレームの焦点検出画素のデータ（焦点検出画素列L1～L8）が更新記憶されているとする。

[0088] 第2の実施形態の図8のステップS120における焦点検出画素のデータに基づく焦点検出用データの生成の詳細について、図15の処理フローチャートを用いて説明する。

[0089] ステップS600では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、焦点検出画素のデータ（図3の焦点検出画素列L1に配列された焦点検出画素311のデータ）の最大値が所定閾値T1を越えているか否か（（3）式を満足しているか）をチェックする。

[0090] ステップS600で、（3）式を満足した場合、本処理はステップS610に進み、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、（4）式のように焦点検出画素列L1に配列された焦点検出画素のデータを焦点検出用データと決定する。本処理はステップS680に進む。

[0091] 一方ステップS600で、（3）式を満足しない場合、本処理はステップS620に進み、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、所定閾値T1を焦点検出画素のデータの最大値 $\text{Max}(B(s, n, 1))$ で割った値の整数部に1を加えた値を総合的な積算回数Pとして算出する。

[0092] ステップS630では、ボディ駆動制御装置214のCPU222は、最新フレームの画像データ（撮像素子のデータ）と1フレーム前の画像データとに基づき周知の手法によりフレーム間の動きベクトルを求め、動きベクトルの絶対値を取ってフレーム間の動き量Mvを算出する。なお1フレーム前の画像データはバッファメモリまたは内部メモリ223に残されているものとする。

- [0093] ステップS 6 4 0では、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、積算回数 P と動き量 M_v とに基づき、空間積算回数 P_s と時間積算回数 P_t とを決定する。この処理の詳細については後述する。
- [0094] ステップS 6 5 0では、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、空間積算回数 P_s に基づき、最新フレームから $(P_t - 1)$ フレーム前までの焦点検出画素データ（焦点検出画素列 L_1 から $L(P_s)$ までの焦点検出画素データ）を空間積算して、 P_t フレーム分の空間積算データを算出する。
- [0095] ステップS 6 6 0では、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、 P_t フレーム分の空間積算データをさらに時間積算して最新フレームから $(P_t - 1)$ フレーム前までの時間積算データを算出する。
- [0096] ステップ6 7 0では、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、時間積算データを焦点検出用データと決定する。本処理は、ステップS 6 8 0に進む。
- [0097] ステップS 6 8 0では、ボディ駆動制御装置2 1 4のCPU 2 2 2は、次のフレームでの焦点検出演算処理に備えて、最新フレームの焦点検出画素のデータを内部メモリ2 2 3に記憶する。本処理は、図8のフローのステップS 1 3 0に抜ける。
- [0098] 図1 6は図1 5のステップS 6 4 0における空間積算回数 P_s と時間積算回数 P_t とを決定する処理の詳細を説明するためのグラフである。
- [0099] 図1 6において横軸は空間積算回数を表わす変数 P_x 、縦軸は時間積算回数を表わす変数 P_y である。空間積算回数を表わす変数 P_x は、焦点検出画素列 $L_1 \sim L_8$ が8列であることから、 $1 \leq P_x \leq 8$ に制限される。また時間積算回数 P_t については、内部メモリ2 2 3には1 0フレーム前までのデータが更新記憶されるので、最新のフレームを含めて最大1 1フレームまでしか時間積算できない。つまり、 $1 \leq P_t \leq 11$ に制限される。従って空間積算回数 P_x と時間積算回数 P_y との組み合わせは図1 6の斜線部の領域に囲まれた領域（許容範囲）に制限される。
- [0100] 空間積算回数 P_x と時間積算回数 P_y との積が総合的な積算回数 P である

。すなわち $P = P_x \cdot P_y$ である。このように互いに関数の関係にある P_x および P_y を積算回数 P の値に応じて決定することができる。図 16 に、 $P = 88$ 、 $P = P_0$ 、 $P = 1$ ($1 < P_0 < 88$) の場合の例を示す。

[0101] 一方動き量 M_v に基づいて関数 $P_y = K \cdot P_x$ が決定される。ここで係数 $K = D / M_v$ であり、焦点検出画素列間のピッチ D (例えば焦点検出画素列 L_1 と、それに隣接する焦点検出画素列 L_2 との間の垂直方向の間隔) と動き量 M_v との比である。即ちピッチ D に対して動き量 M_v が大きい場合には、時間積算による像のボケ量が増大 (コントラストが減少) し、空間積算による像のボケ量の増大 (コントラストの減少) の影響を上回るので、時間積算回数 P_y を抑えるように係数 K が小さくなる。

[0102] 一方ピッチ D に対して動き量 M_v が小さい場合には、空間積算による像のボケ量が増大 (コントラストが減少) し、時間積算による像のボケ量の増大 (コントラストの減少) の影響を上回るので、空間積算回数 P_x を抑えるように係数 K が大きくなる。図 16 には、関数 $P_y = K \cdot P_x$ として、係数 K が大きい場合 ($K = K_0$) と小さい場合 ($K = K_1$) とが示されている。

[0103] 例えば総合的な積算回数が P_0 であり、動き量 M_v に応じた係数 K が K_0 である場合には、関数 $P_x \cdot P_y = P_0$ と関数 $P_y = K_0 \cdot P_x$ との交点を求める。交点座標 (P_{x0} , P_{y0}) が図 16 のように許容範囲内である場合には、交点座標 (P_{x0} , P_{y0}) に対して最も近接するとともに許容範囲内である整数の交点座標 (P_{xs} , P_{yt}) を求め、空間積算回数を $P_s = P_{xs}$ とし、時間積算回数を $P_t = P_{yt}$ とする。

[0104] また総合的な積算回数が P_0 であり、動き量 M_v に応じた係数 K が K_1 である場合には、関数 $P_x \cdot P_y = P_0$ と関数 $P_y = K_1 \cdot P_x$ との交点座標 (P_{x1} , P_{y1}) が許容範囲外になる。このような場合には交点座標 (P_{x1} , P_{y1}) から関数 $P_x \cdot P_y = P_0$ に沿って許容範囲の方向に座標を移動して許容範囲内に入った時の座標 (図 16 の場合は (8 , $P_0 / 8$)) に対して最も近接するとともに許容範囲内である整数の交点座標 (P_{xs} , P_{yt}) を求め、空間積算回数を $P_s = P_{xs}$ とし、時間積算回数を $P_t =$

$P_y t$ とする。

- [0105] 以上をまとめると、空間積算回数と時間積算回数との積が一定 (P_0) という条件の下で、時間積算回数および空間積算回数の値が動き量に反比例した係数 K の値となるように、空間積算回数および時間積算回数を決定することになる。空間積算回数と時間積算回数との積である一定値 P_0 は、焦点検出用データのデータ特性を表す評価値 (最大値、平均値、またはコントラスト値など) が、第 1 の実施の形態で用いられた所定閾値 T_1 を越えるように定められる。空間積算回数 P_x および時間積算回数 P_y は、空間積算回数 P_x よりも時間積算回数 P_y の方が小さくなるように、かつ空間積算回数 P_x と時間積算回数 P_y との積がその一定値 P_0 に略等しくなるように定められる。
- [0106] 図 16 においては係数 K をピッチ D と動き量 M_v との比で定義しているが、動き量 M_v の複数フレームに亘る平均値を M_{v1} として、ピッチ D と動き量 M_{v1} との比 ($K = D / M_{v1}$) で定義するようにしてもよい。さらに動きベクトルの垂直方向の動き量を M_{v2} として、係数 K をピッチ D と動き量 M_{v2} との比 ($K = D / M_{v2}$) で定義するようにしてもよい。さらに動きベクトルの水平方向の動き量を M_{v3} として、係数 K をピッチ D と動き量 M_{v3} との比 ($K = D / M_{v3}$) で定義するようにしてもよい。
- [0107] また動きベクトルの方向が水平に近づくほど、時間積算が焦点検出精度に与える影響は空間積算が焦点検出精度に与える影響に比較して大きくなるので、係数 K を垂直方向の動き量 M_{v2} と水平方向の動き量 M_{v3} の比 ($K = M_{v2} / M_{v3}$) で定義するようにしてもよい。
- [0108] また動き量の検出はフレーム間の画像の動きベクトルの検出に限定されず、専用の動き検出装置を設けても良い。専用の動き検出装置として、例えばボディ内に加速度センサを設け、加速度センサの出力をフレーム間隔に応じて時間積分することにより、1 フレーム中のカメラの動き (画像ブレ) を検出するものであってもよい。
- [0109] さらに上記係数 K は動き量に応じた値であることに限定されず、時間積算

および空間積算に関連して焦点検出精度に影響を与える何らかの要因に応じた値であっても構わない。例えば像の水平方向の高周波数成分は時間積算により低減する可能性が高く、これに伴って焦点検出精度も低下するので、画像処理により像の水平方向の高周波数成分の量を求め、その高周波数成分の量に反比例した値として上述した係数Kを定義するようにしてもよい。

[0110] またデフォーカス量が大きい場合は高周波数成分がボケにより小さくなっているため、焦点検出時のデフォーカス量に比例した値として上述した係数Kを定義するようにしてもよい。

[0111] その他係数Kを焦点検出精度に影響を与える撮影要因、例えばレンズ駆動速度、撮影レンズの絞り値、被写界の輝度、カメラの撮影モード（静止被写体撮影モードまたは移動被写体撮影モードの別）などに応じて変更することにより、焦点検出に適した臨機応変な空間積算回数および時間積算回数の設定が可能になる。

[0112] 以上本発明の第2の実施形態では焦点検出用データの生成において、空間積算回数（近接する複数の焦点検出画素のデータの積算回数）と時間積算回数（同一の焦点検出画素の過去フレームのデータとの積算回数）とを、データ特性を表す評価値（最大値、平均値、またはコントラスト値など）に応じて決定した総合的な積算回数が達成できるように、空間積算および時間積算によって生じる像のボケ（コントラスト低下）が出来る限り小さくなるように像の動き量などに基づいて決定する。したがって、データ積算に伴う不具合（コントラスト低下に伴う焦点検出精度の悪化）を最低限のレベルに押さえ込むことができ、低輝度または低コントラスト時にも快適な自動焦点調節を行なえる。

[0113] 図4に示す撮像素子212において、1画素に1対の光電変換部を備えた焦点検出画素311が配列されているが、1画素に1つの光電変換部（一对の光電変換部の一方）を備える第1の焦点検出画素と1画素に1つの光電変換部（一对の光電変換部の他方）を備える第2の焦点検出画素を交互に配列するような構成であってもよい。

[0114] 上述した実施形態においては、図4に示す撮像素子212に配置される焦点検出画素列L1の焦点検出画素311の画素データと、焦点検出画素列L1に近接する順に1つまたは複数の焦点検出画素列L2～Lpの焦点検出画素311の画素データとを空間積算する。図4に示す撮像素子212において、焦点検出画素列L2～L8は、いずれも焦点検出画素列L1よりも下側に位置している。しかし、図17に示すように、焦点検出画素列L1の下側に近接する順に焦点検出画素列L2、L4、L6、L8が配置され、焦点検出画素列L1の上側に近接する順に焦点検出画素列L3、L5、L7が配置される撮像素子212であってもよい。この場合であっても、焦点検出画素列L1に近接する順、すなわち焦点検出画素列L2～L8の順に空間積算が行なわれる。

[0115] 上述した実施形態においては、図4に示す撮像素子212に配置される焦点検出画素列L1の焦点検出画素311の画素データと、焦点検出画素列L1に近接する順に1つまたは複数の焦点検出画素列L2～Lpの焦点検出画素311の画素データとを空間積算する。このとき、(5)式に示すように、水平方向の並び順に付された変数nが同一の位置に配置されている焦点検出画素どうし、すなわち垂直方向に隣接した焦点検出画素311どうしの同一種類の光電変換部どうしが出力するデータについて行われる空間積算によって、データB1(s, n, p)が算出される。

[0116] しかし、(19)式に示すように、焦点検出画素列L1に近接する順に空間積算される焦点検出画素列Lpが焦点検出画素列L1から離れるにつれて、すなわち変数pが大きくなるにつれて、水平方向の並び順に付された変数nが1つずつシフトした位置に配置されている焦点検出画素どうし、すなわち斜め方向に隣接した焦点検出画素311どうしの同一種類の光電変換部どうしが出力するデータについて空間積算が行なわれることとしてもよい。(19)式において、s=1, 2であり、n=1～Nであり、p=1～8である。

$$B1(s, n, p) = B1(s, n, p-1) + B(s, n+p-1, p)$$

・・・ (19)

[0117] あるいは、(20)式および(21)式に示すように、焦点検出画素列 L_p が奇数番目の焦点検出画素列であるとき、すなわち変数 p が奇数であるときと、焦点検出画素列 L_p が偶数番目の焦点検出画素列であるとき、すなわち変数 p が偶数であるときとで、水平方向の並び順に付された変数 n が1つシフトした位置に配置されている焦点検出画素どうし、すなわち千鳥状に隣接した焦点検出画素311どうしの同一種類の光電変換部どうしが出力するデータについて空間積算が行なわれることとしてもよい。(20)式において、 $p=1, 3, 5, 7$ であり、(20)式において、 $p=2, 4, 6, 8$ である。また、(20)式および(21)式において、 $s=1, 2$ であり、 $n=1 \sim N$ である。

$$B1(s, n, p) = B1(s, n, p-1) + B(s, n, p) \quad \dots (20)$$

$$B1(s, n, p) = B1(s, n, p-1) + B(s, n+1, p) \quad \dots (21)$$

[0118] 上述した実施形態における撮像素子212では撮像素素がベイヤー配列の色フィルタを有する例を示したが、色フィルタの構成や配列はこれに限定されることはなく、補色フィルタ（緑：G、イエロー：Ye、マゼンタ：Mg、シアン：Cy）の配列やベイヤー配列以外の配列にも本発明を適用することができる。

[0119] 上述した実施形態においては撮像素子上において撮像素素と焦点検出画素とが混在している。光路中にミラーを配置して、撮像素素のみからなる撮像素子と焦点検出画素のみからなる焦点検出素子（イメージセンサ）とに光束を分離するような構成であれば、その焦点検出素子に本発明を適用することができる。

[0120] なお、撮像装置としては、上述したようなカメラボディに交換レンズが装着される構成のデジタルスチルカメラに限定されない。例えばレンズ一体型のデジタルスチルカメラ、フィルムスチルカメラ、あるいはビデオカメラに

も本発明を適用することができる。さらには、携帯電話などに内蔵される小型カメラモジュール、監視カメラやロボット用の視覚認識装置、車載カメラなどにも適用できる。

[0121] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願 2012 年第 217303 号（2012 年 9 月 28 日出願）

符号の説明

[0122] 10 マイクロレンズ、11, 13, 14 光電変換部、
15 素子分離領域、
71 撮影光束、73, 74 焦点検出光束、90 射出瞳、91 光軸、
93, 94 測距瞳、95 領域、101 焦点検出位置、
201 デジタルスチルカメラ、202 交換レンズ、
203 カメラボディ、
204 マウント部、206 レンズ駆動制御装置、
208 ズーミング用レンズ、209 レンズ、
210 フォーカシング用レンズ、
211 絞り、212 撮像素子、213 電気接点、
214 ボディ駆動制御装置、
215 液晶表示素子駆動回路、216 液晶表示素子、
217 接眼レンズ、
219 メモリカード、220 撮像素子制御部、
221 バッファメモリ、
222 CPU、223 内部メモリ、
310 撮像画素、311 焦点検出画素

請求の範囲

[請求項1] 複数の焦点検出画素を有する複数の焦点検出画素列を有し、前記複数の焦点検出画素列の各々が一对の焦点検出信号を出力するイメージセンサと、

前記複数の焦点検出画素列のうちの第1所定数の焦点検出画素列がそれぞれ出力する前記一对の焦点検出信号を積算して空間積算値を算出する空間積算部と、

前記空間積算値に基づいて光学系の焦点状態を検出する焦点検出部とを備える焦点検出装置。

[請求項2] 請求項1に記載の焦点検出装置において、

前記空間積算値に基づく時間積算値を算出する時間積算部をさらに備え、

前記第1所定数の焦点検出画素列の各焦点検出画素列は、前記一对の焦点検出信号を所定間隔毎に繰り返し出力し、

前記各焦点検出画素列が前記一对の焦点検出信号を前記所定間隔毎に繰り返し出力するたびに、前記空間積算部は、前記第1所定数の焦点検出画素列が出力する前記一对の焦点検出信号をそれぞれ積算して前記空間積算値を繰り返し算出し、

前記時間積算部は、前記空間積算部によって前記空間積算値が繰り返し算出されて得られる第2所定数の前記空間積算値を積算することによって、前記時間積算値を算出し、

前記焦点検出部は、前記空間積算値と前記時間積算値に基づく前記時間積算値とのうちのいずれか一方に基づいて前記焦点状態を検出する焦点検出装置。

[請求項3] 請求項2に記載の焦点検出装置において、

前記各焦点検出画素列は、前記複数の焦点検出画素が前記所定方向に配列されることによって構成され、光電変換により一对の焦点検出光束による一对の像に対応する前記一对の焦点検出信号を前記所定間

隔毎に繰り返し出力する焦点検出装置。

[請求項4]

請求項3に記載の焦点検出装置において、

前記焦点検出部が前記時間積算値に基づいて前記焦点状態を検出するときは、前記一对の焦点検出信号に基づく評価値が所定閾値よりも大きくなるように前記第1所定数と前記第2所定数とが定まる焦点検出装置。

[請求項5]

請求項4に記載の焦点検出装置において、

前記焦点検出部が前記空間積算値に基づいて前記焦点状態を検出するときは、前記評価値は前記空間積算値に基づく第1積算値であって、前記第1積算値が前記所定閾値よりも大きくなるように前記第1所定数が最大数を超過しない範囲で定めるとともに前記第2所定数が0に定まり、前記焦点検出部が前記時間積算値に基づいて前記焦点状態を検出するときは、前記評価値は前記時間積算値に基づく第2積算値であって、前記第2積算値が前記所定閾値よりも大きくなるように前記第1所定数が前記最大数に定めるとともに前記第2所定数が定まる焦点検出装置。

[請求項6]

請求項5に記載の焦点検出装置において、

前記各焦点検出画素列が前記一对の焦点検出信号を前記所定間隔毎に繰り返し出力するたびに、前記一对の焦点検出信号を記憶する記憶装置をさらに備え、

前記空間積算部は、前記記憶装置によって記憶されている前記一对の焦点検出信号をそれぞれ積算して前記空間積算値を算出する焦点検出装置。

[請求項7]

請求項5に記載の焦点検出装置において、

前記各焦点検出画素列が前記一对の焦点検出信号を前記所定間隔毎に繰り返し出力するたびに、前記空間積算部によって算出された前記空間積算値を記憶する記憶装置をさらに備え、

前記時間積算部は、前記記憶装置によって記憶されている前記第2

所定数の前記空間積算値を積算することによって、前記時間積算値を算出する焦点検出装置。

- [請求項8] 請求項5に記載の焦点検出装置において、
- 前記各焦点検出画素列が前記一对の焦点検出信号を前記所定間隔毎に繰り返し出力するたびに、前記時間積算部によって算出された前記時間積算値を記憶する記憶装置をさらに備え、
- 前記焦点検出部は、前記時間積算値に基づいて前記焦点状態を検出するとき、前記記憶装置によって記憶された前記時間積算値に基づいて前記焦点状態を検出する焦点検出装置。

- [請求項9] 請求項4に記載の焦点検出装置において、
- 前記所定間隔の間の前記一对の像の動き量を検出する動き量検出部をさらに備え、
- 前記焦点検出部が前記時間積算値に基づいて前記焦点状態を検出するときは、前記動き量が大きいほど前記第1所定数よりも前記第2所定数の方が小さくなるように、かつ前記第1所定数と前記第2所定数との積が前記評価値と前記所定閾値とに応じた一定値に略等しくなるように、前記第1所定数と前記第2所定数とが定まる焦点検出装置。

- [請求項10] 請求項5～8のいずれか1項に記載の焦点検出装置において、
- 前記第1積算値および前記第2積算値は、前記空間積算値および前記時間積算値のそれぞれの平均値と、前記空間積算値および前記時間積算値のそれぞれの最大値と、前記空間積算値および前記時間積算値のそれぞれの最大値および最小値の差とのうちのいずれか1つに対応する焦点検出装置。

- [請求項11] 請求項9に記載の焦点検出装置において、
- 前記評価値は、前記一对の焦点検出信号の平均値と、前記一对の焦点検出信号の最大値と、前記一对の焦点検出信号の最大値および最小値の差とのうちのいずれか1つに対応する焦点検出装置。

- [請求項12] 請求項3～11のいずれか1項に記載の焦点検出装置において、

前記複数の焦点検出画素の各々は、前記一对の焦点検出光束を透過するマイクロレンズと、前記所定方向に並んで、前記一对の焦点検出光束を受光して前記光電変換を行う一对の光電変換部とを有し、

前記一对の光電変換部と、前記一对の焦点検出光束が通る、前記光学系の射出瞳において前記所定方向と平行に並んだ一对の領域とが、前記マイクロレンズにより互いに共役関係となる焦点検出装置。

[請求項13]

請求項12に記載の焦点検出装置において、

前記光学系を通過する被写体からの撮影光束を受光して光電変換により被写体像に対応する被写体像信号を所定間隔毎に出力する複数の撮像素子が、前記複数の焦点検出画素と混在して前記イメージセンサに配置される焦点検出装置。

[請求項14]

請求項3に記載の焦点検出装置において、

前記各焦点検出画素列を構成する前記複数の焦点検出画素は、前記光学系の射出瞳のうちの前記所定方向と平行に並ぶ一对の領域を通る前記一对の焦点検出光束を受光し、

前記複数の焦点検出画素列は互いに並置される焦点検出装置。

[請求項15]

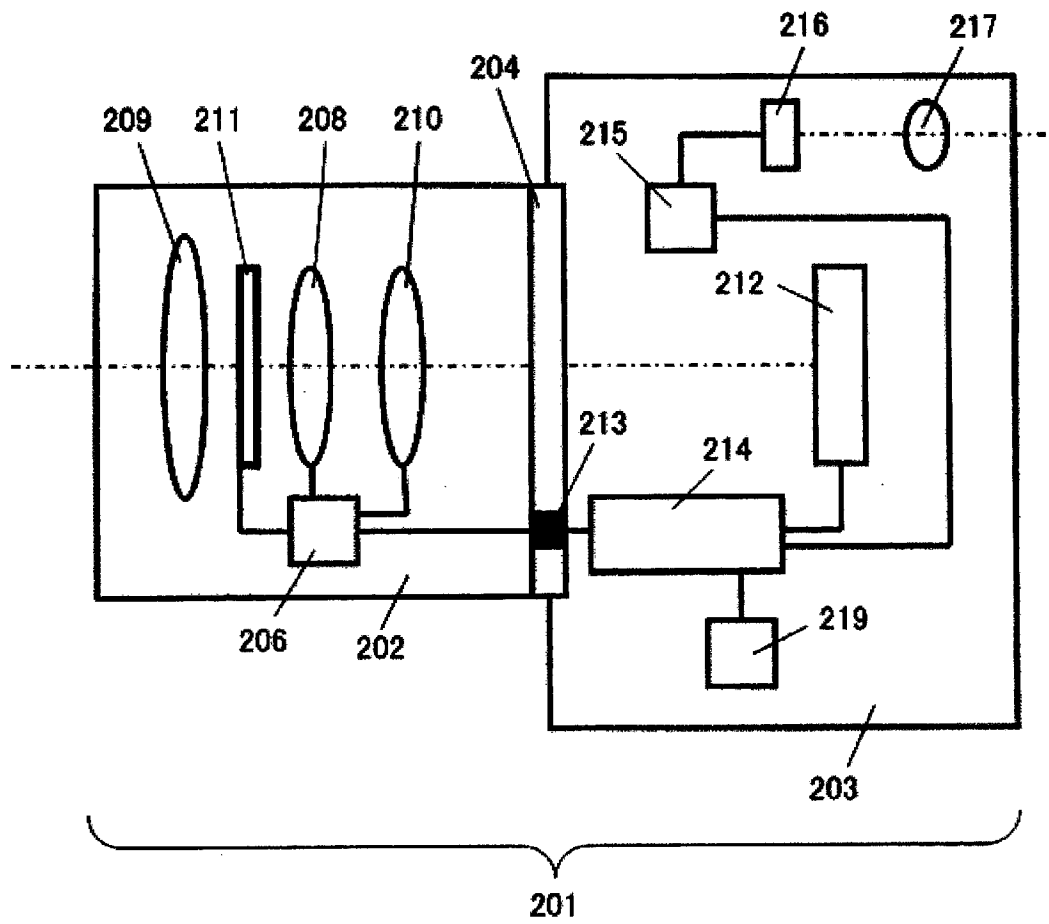
請求項1～14のいずれか1項に記載の焦点検出装置と、

前記焦点検出部によって検出された前記焦点状態に基づき前記光学系を合焦位置に駆動させる駆動部と、

前記光学系が前記合焦位置に位置するとき、前記光学系を通過する被写体からの撮影光束に基づき画像データを取得する取得部とを備える撮像装置。

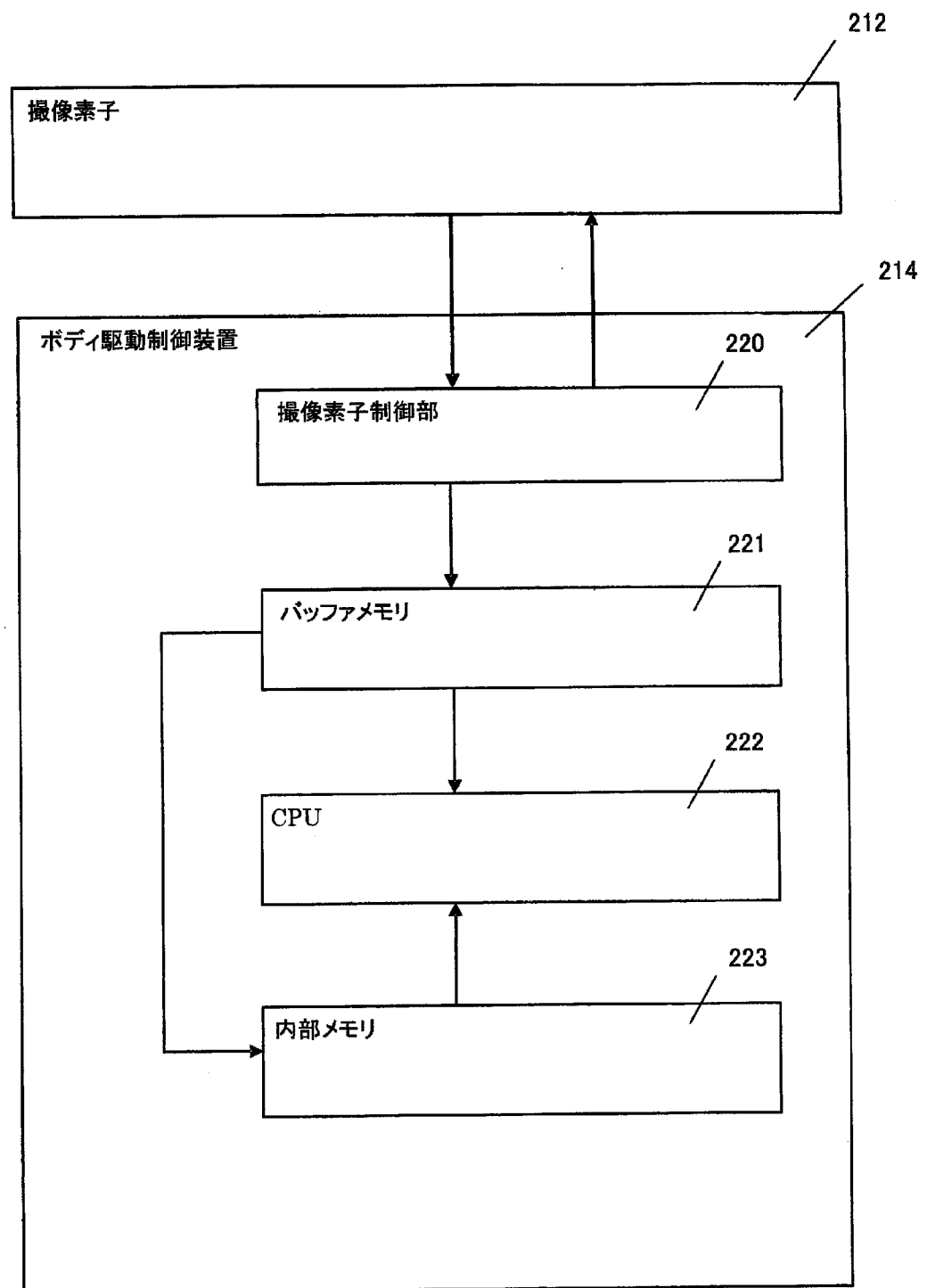
[図1]

【図1】



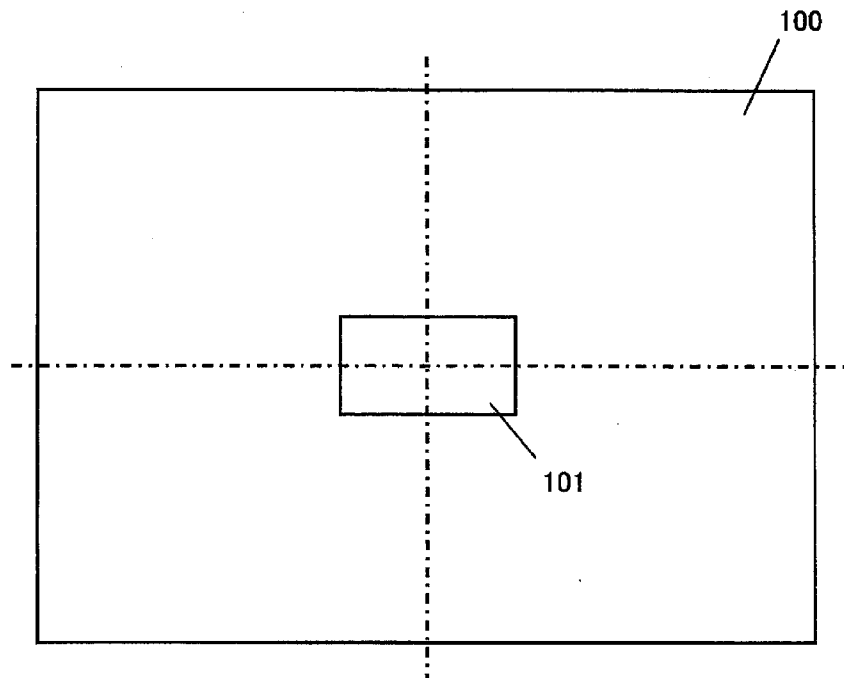
[図2]

【図2】



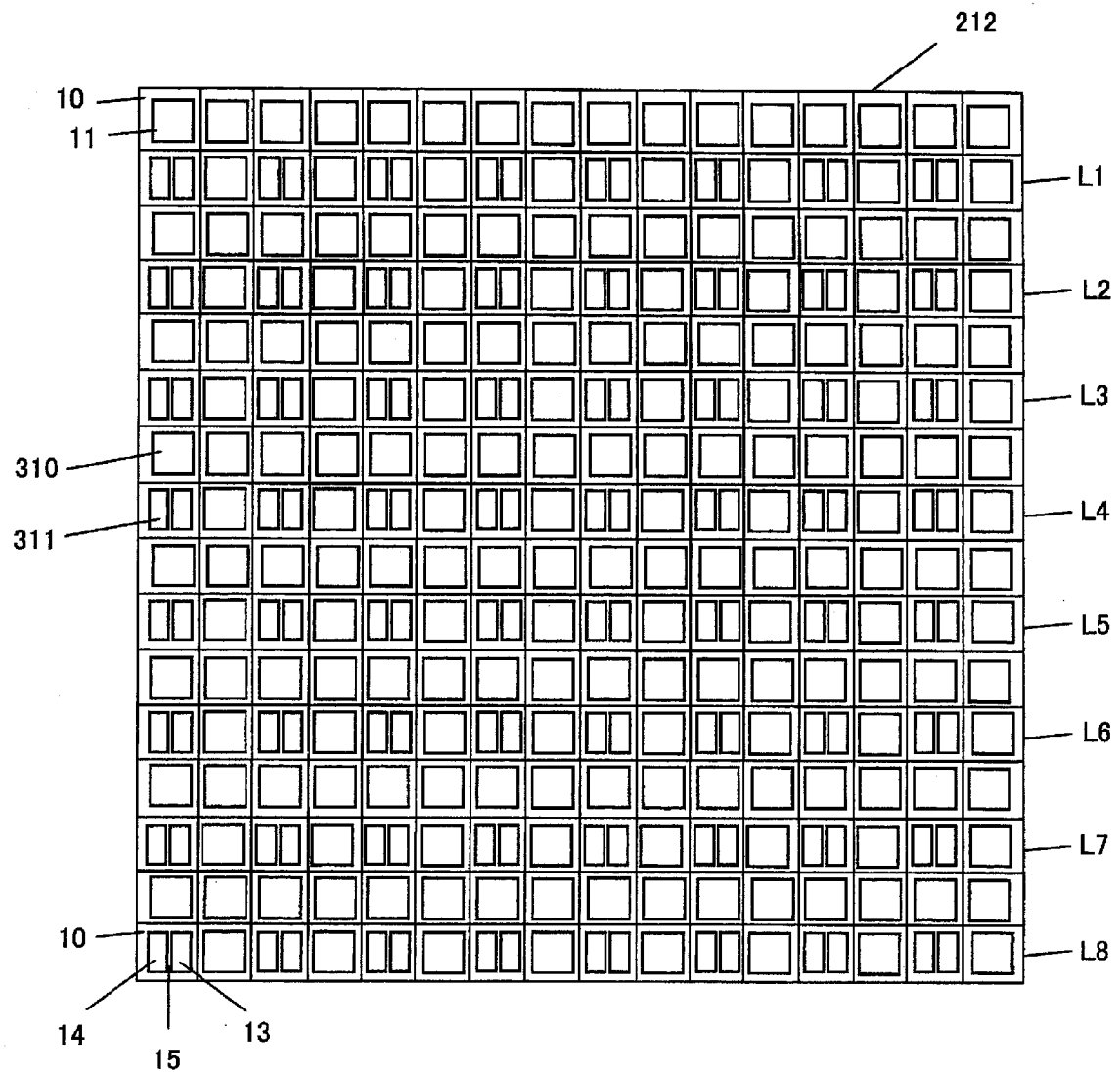
[図3]

【図3】



[図4]

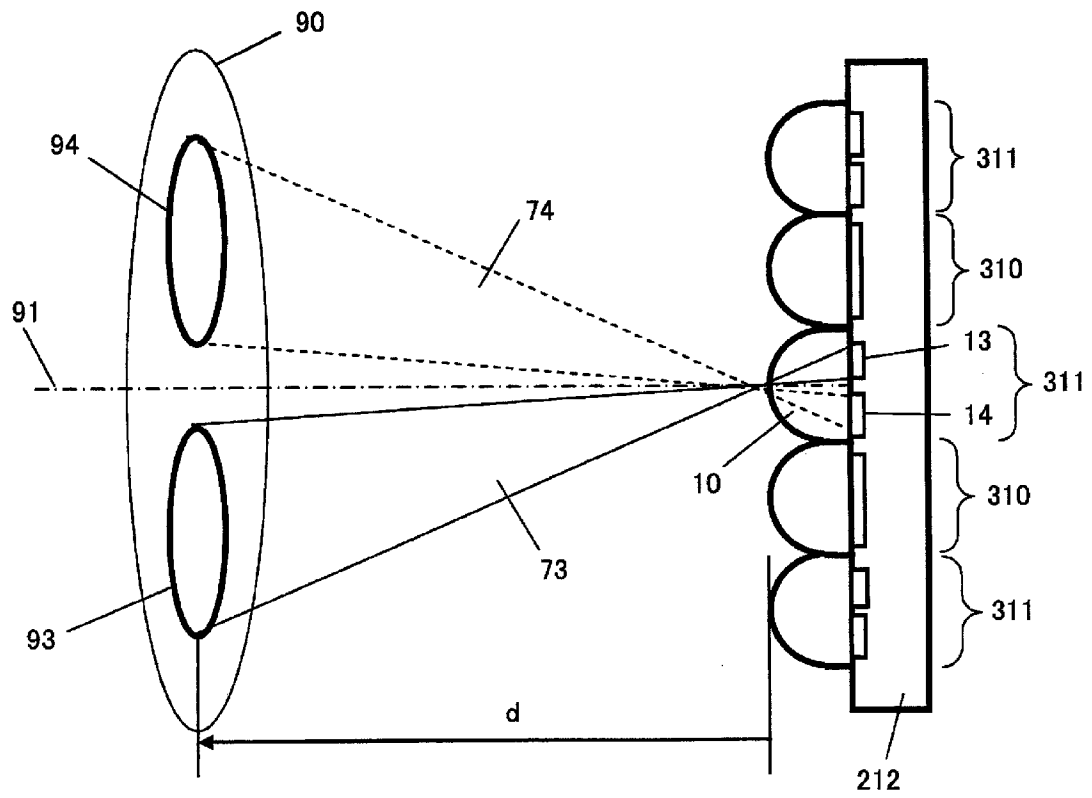
【図4】



【図5】

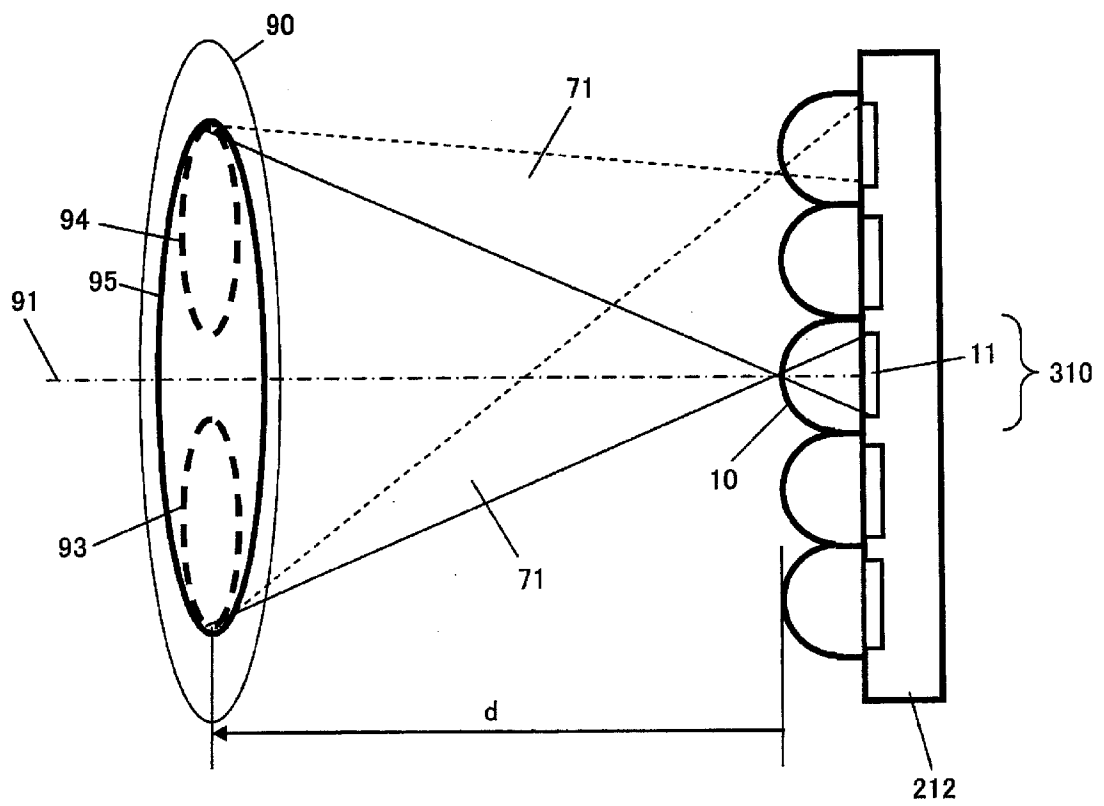
[図6]

【図6】



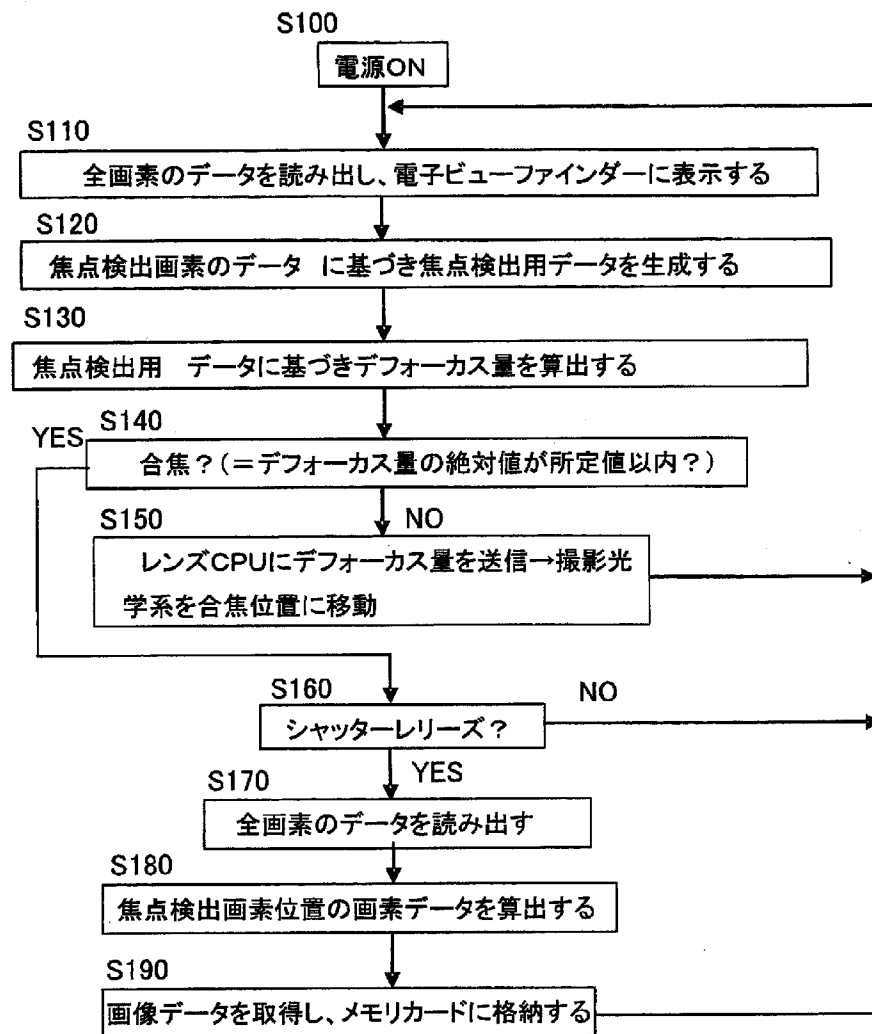
[図7]

【図7】



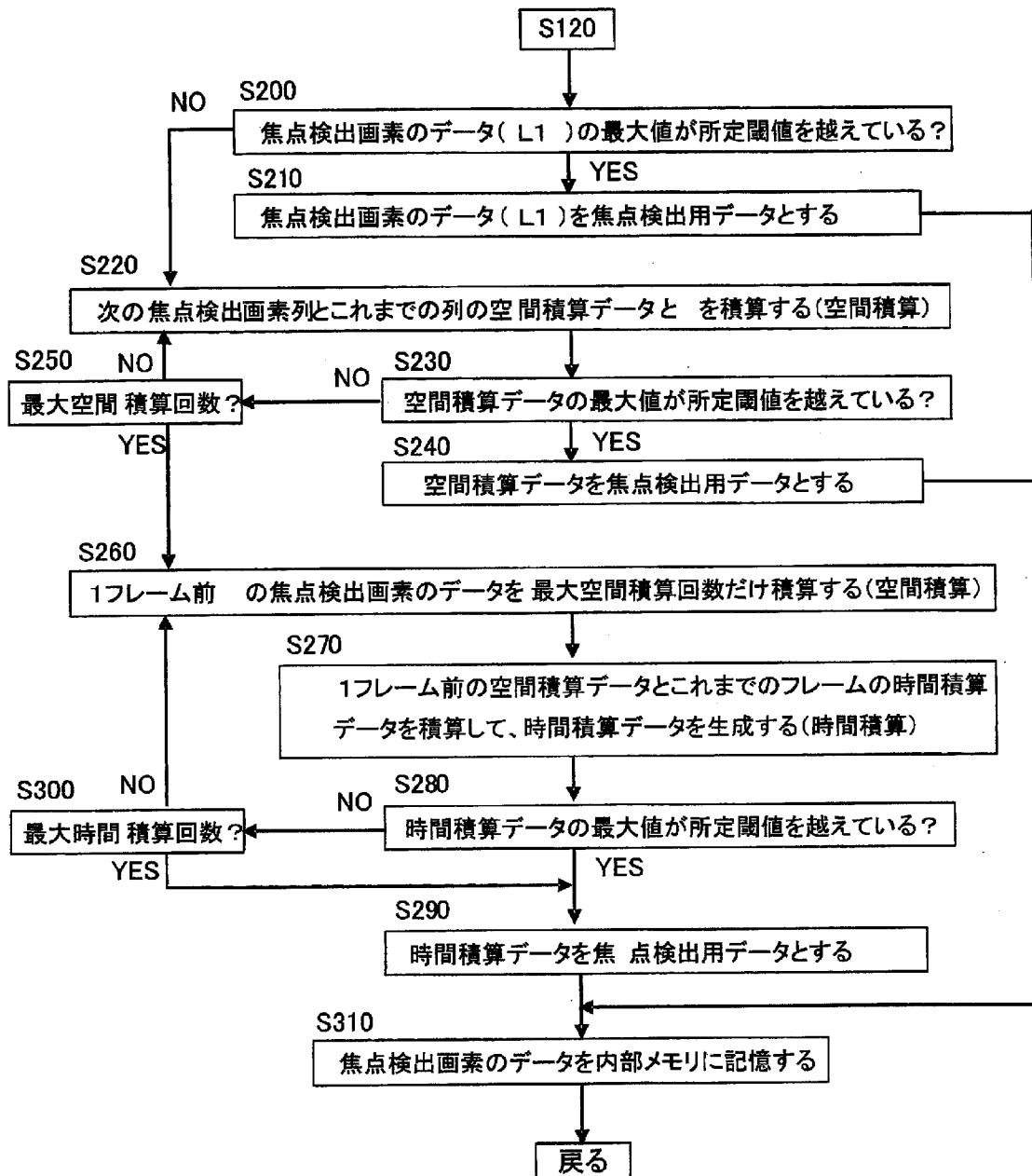
[図8]

【図8】



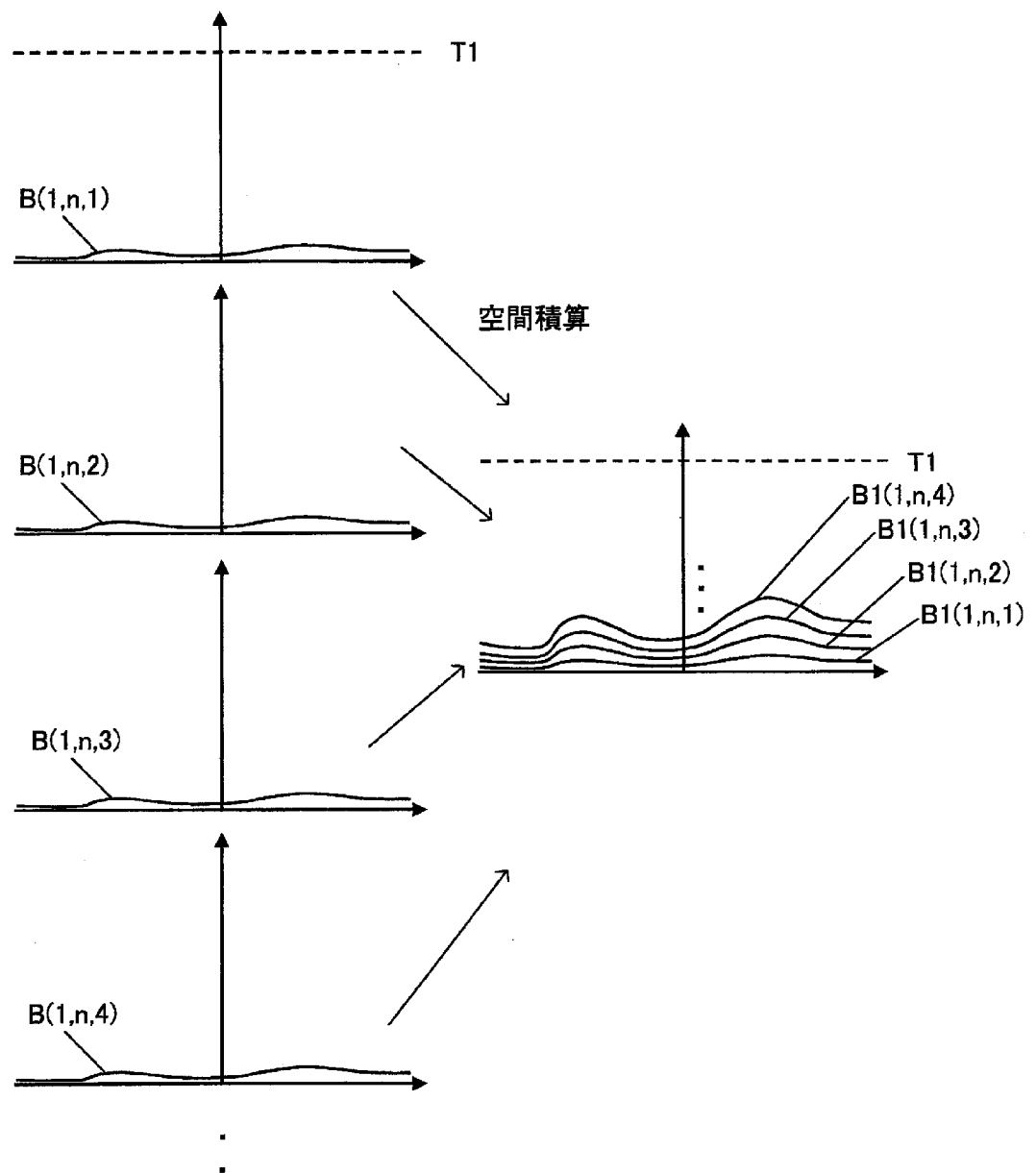
[図9]

【図9】



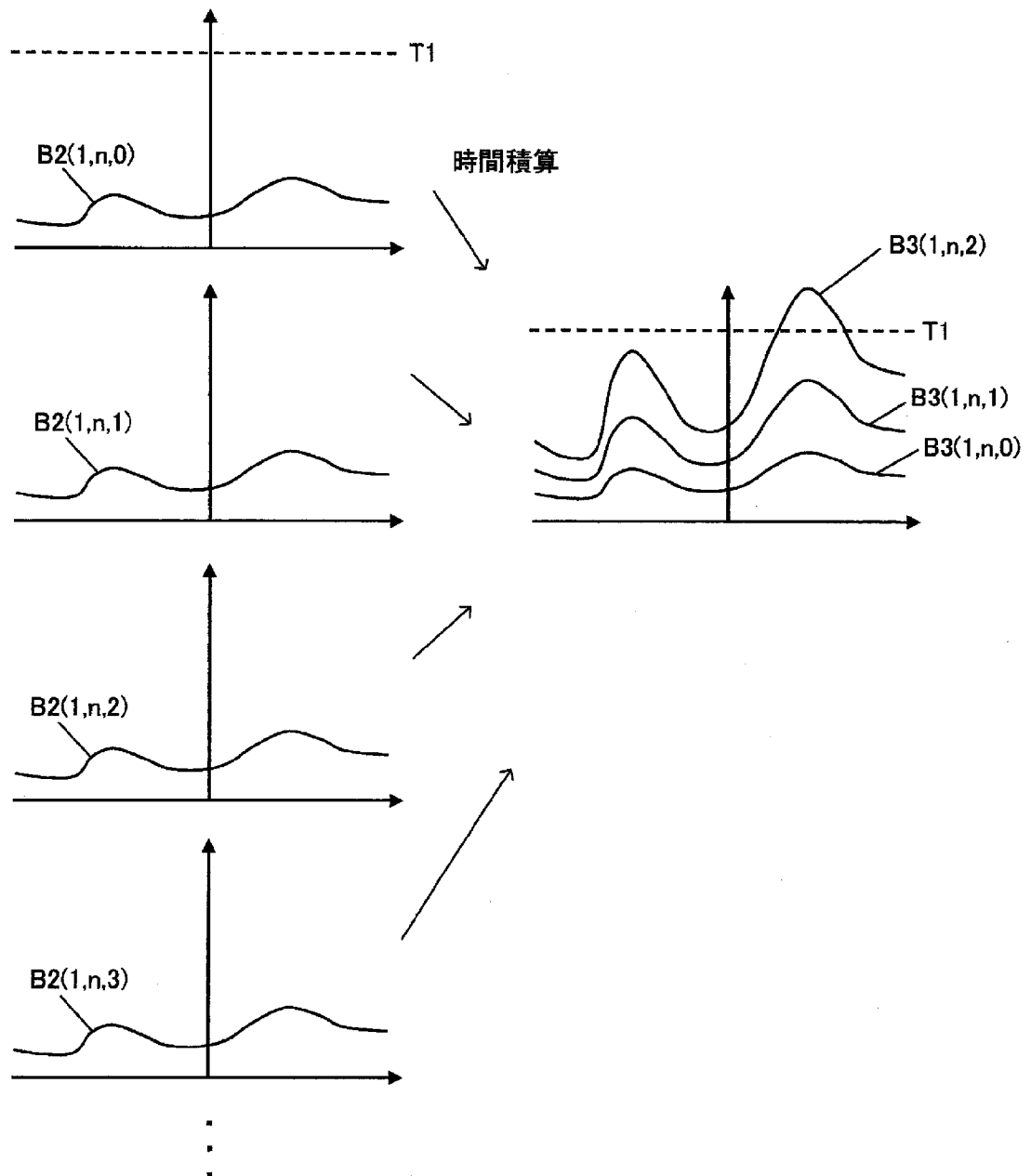
[図10]

【図10】



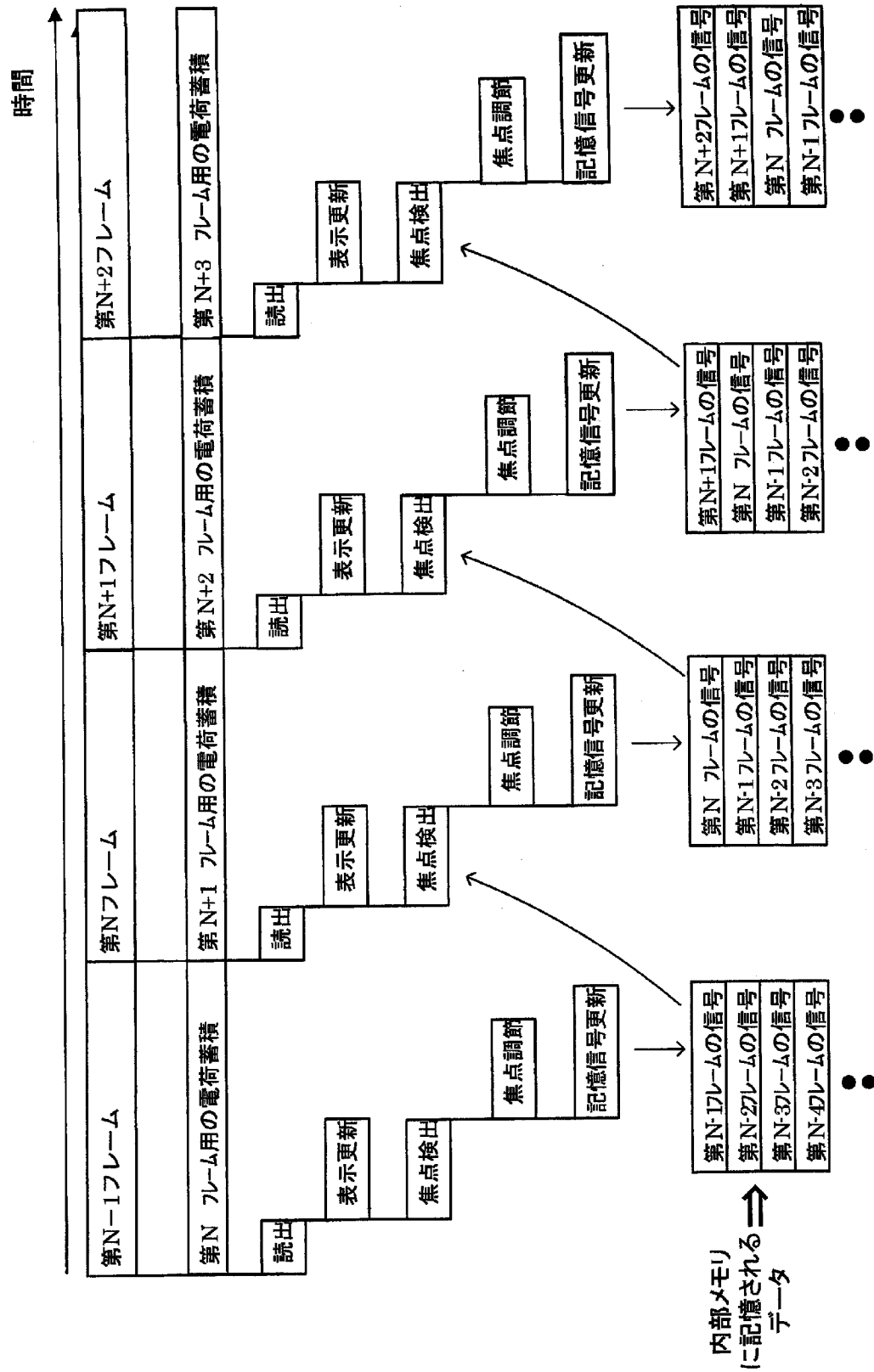
[図11]

【図11】



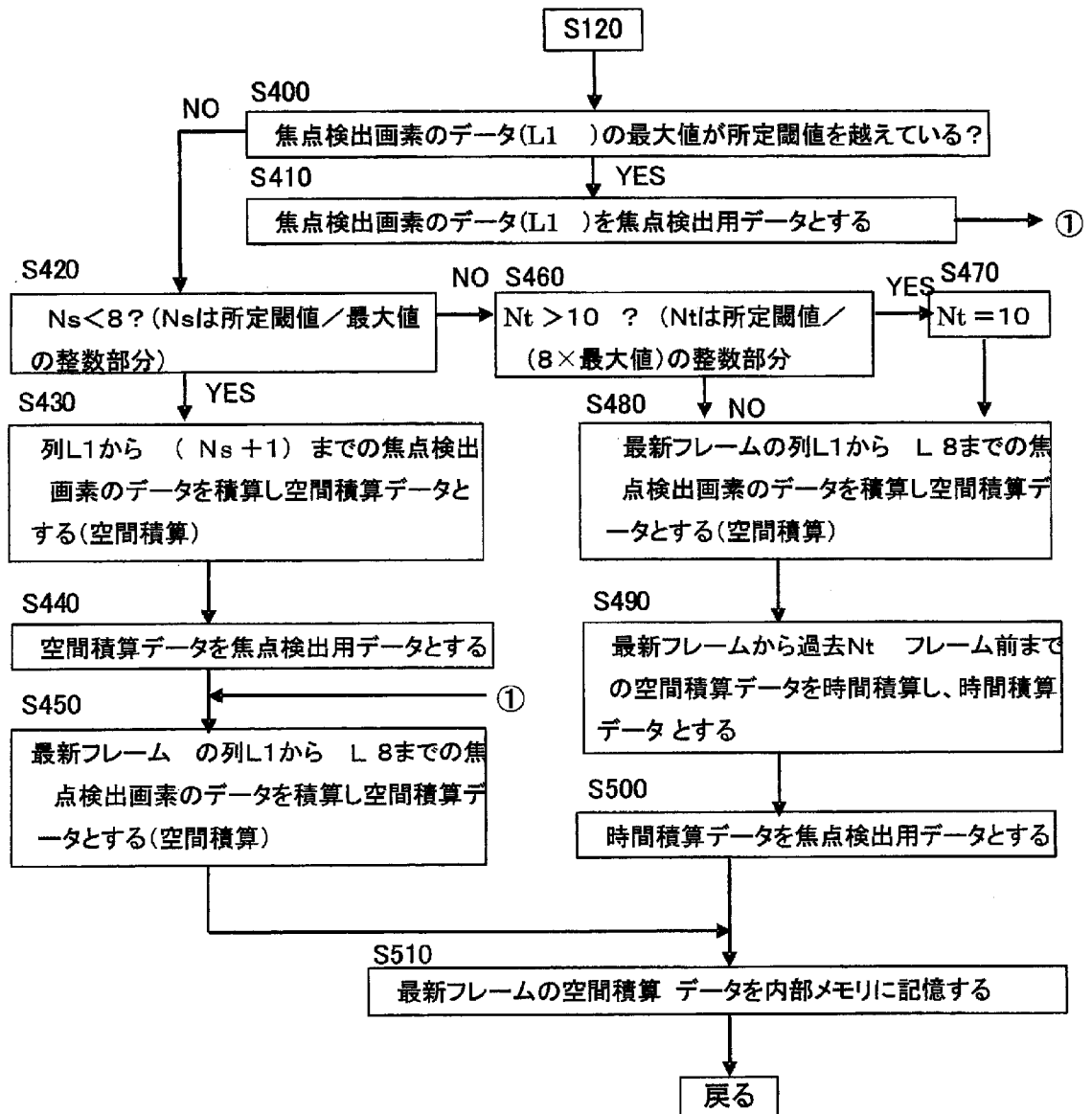
【図12】

【図12】



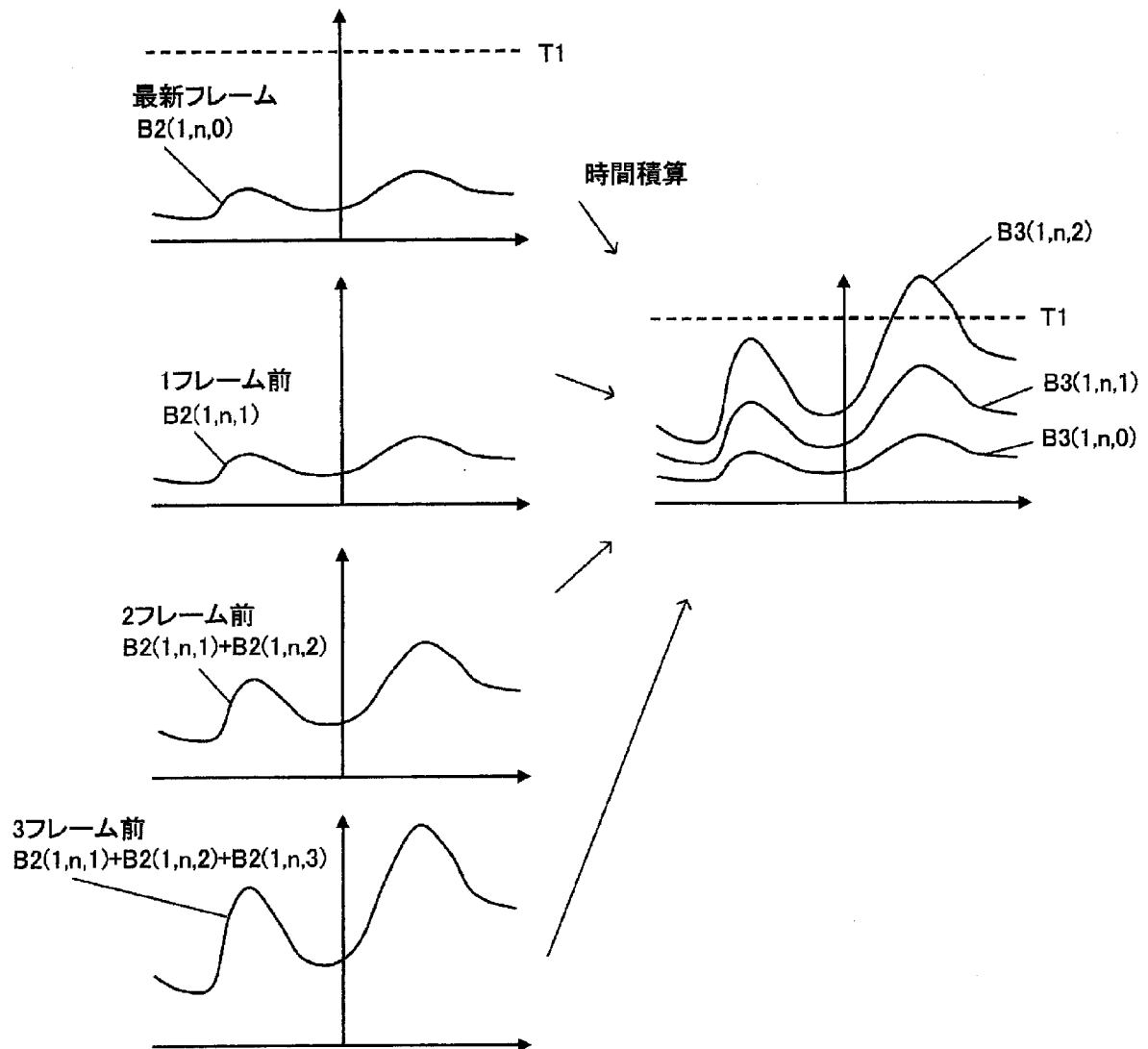
[図13]

【図13】



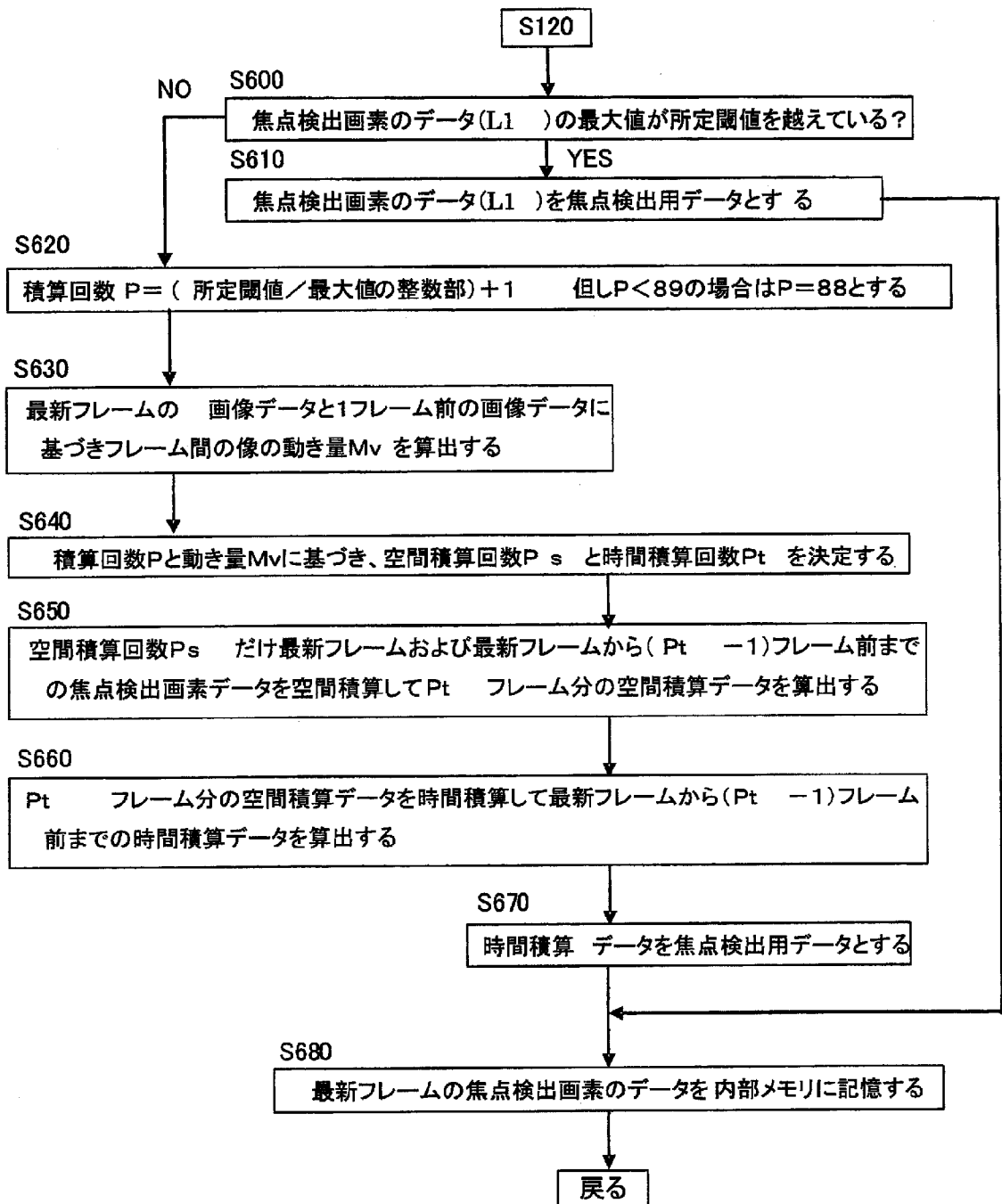
[図14]

【図14】



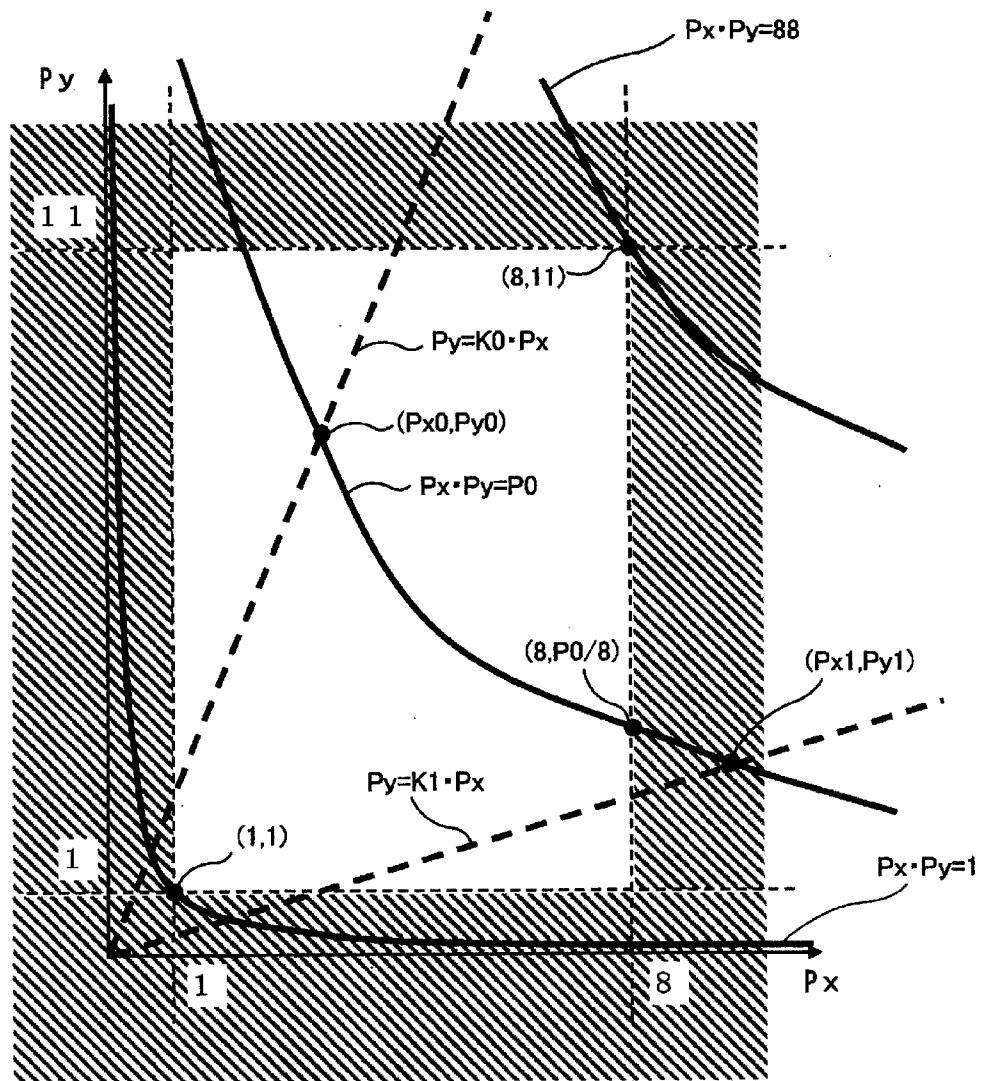
[図15]

【図15】



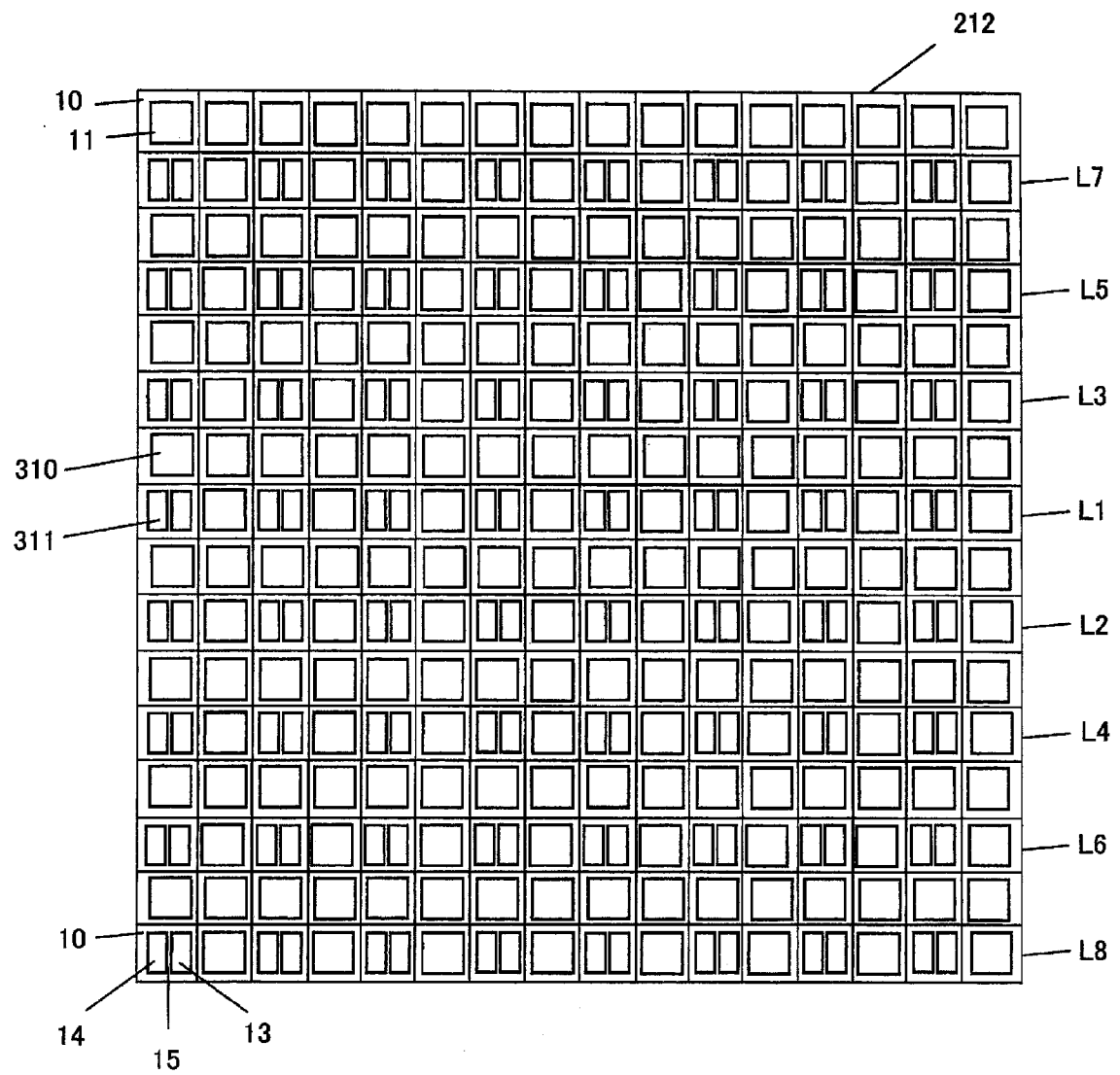
[図16]

【図16】



[図17]

【図17】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B7/34(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)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)

G02B7/34, G03B13/36, H04N5/225, H04N5/232, H04N5/369

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 2008-309883 A (Nikon Corp.), 25 December 2008 (25.12.2008), entire text; all drawings & US 2008/0309771 A1 & EP 2019546 A2	1-15
A	JP 2012-113189 A (Nikon Corp.), 14 June 2012 (14.06.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-15

☐ 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
22 November, 2013 (22.11.13)

Date of mailing of the international search report
10 December, 2013 (10.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B7/34(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N5/369(2011.01)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. G02B7/34, G03B13/36, H04N5/225, H04N5/232, H04N5/369

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 2008-309883 A（株式会社ニコン） 2008.12.25, 全文、全図 & US 2008/0309771 A1 & EP 2019546 A2	1 - 1 5
A	JP 2012-113189 A（株式会社ニコン） 2012.06.14, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 5

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

2 2 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 0 . 1 2 . 2 0 1 3

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）

齋藤 卓司

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 V

4 6 3 7