

(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
2023年1月26日(26.01.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/002826 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) G03B 15/00 (2021.01)
G03B 5/00 (2021.01) H04N 5/225 (2006.01)
G03B 5/04 (2021.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/026044
- (22) 国際出願日: 2022年6月29日(29.06.2022)
- (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 2021-120716 2021年7月21日(21.07.2021) JP
- (71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5406207

大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 松井 智司 (MATSUI, Satoshi). 勝山 範一 (KATSUYAMA, Norikazu). 松本 祐輔 (MATSUMOTO, Yusuke). 足立 祐介 (ADACHI, Yusuke).

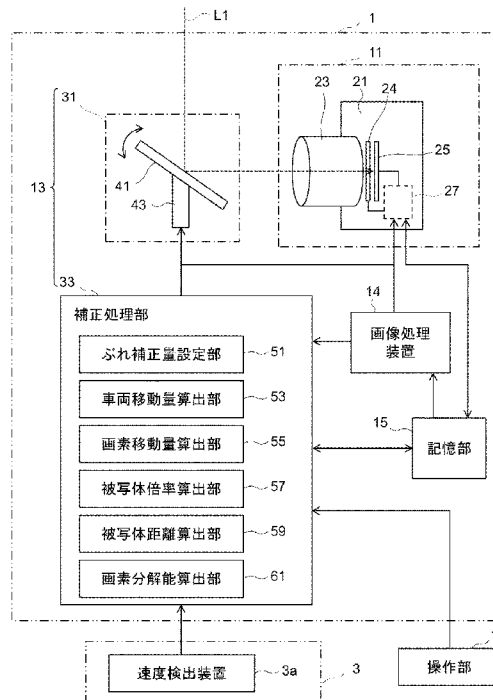
(74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAO, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース 青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: IMAGING SYSTEM AND MOVING VEHICLE PROVIDED WITH SAME

(54) 発明の名称: 撮像システム、及び、それを備えた移動体

[図2]



3a... SPEED DETECTION DEVICE
7... OPERATION UNIT
14... IMAGE PROCESSING DEVICE
15... STORAGE UNIT
33... CORRECTION PROCESSING UNIT
51... BLUR CORRECTION AMOUNT SETTING UNIT
53... VEHICLE MOVEMENT AMOUNT CALCULATION UNIT
55... PIXEL MOVEMENT AMOUNT CALCULATION UNIT
57... SUBJECT MAGNIFICATION CALCULATION UNIT
59... SUBJECT DISTANCE CALCULATION UNIT
61... PIXEL RESOLUTION CALCULATION UNIT

(57) Abstract: Provided is an imaging system installed in a moving vehicle, wherein a first image is acquired by an imaging device while blurring is corrected by a blur correction device for a blur correction amount set on the basis of a first distance as a subject distance, and a second image is acquired by the imaging device after the first image while blurring is corrected by the blur correction device for a blur correction amount set on the basis of a second distance as the subject distance. An image processing device calculates the pixel movement amount of a feature portion that is shared by

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

each of the first and the second images. The image processing device detects a third distance as the subject distance on the basis of the pixel movement amount and the movement amount of the moving vehicle.

(57) 要約: 移動体に設置される撮像システムであって、被写体距離として第1の距離に基づいて設定されたぶれ補正量でぶれ補正装置によりぶれ補正されながら撮像装置により第1の画像が取得され、第1の画像の後に、被写体距離として第2の距離に基づいて設定されたぶれ補正量でぶれ補正装置によりぶれ補正されながら撮像装置により第2の画像が取得される。画像処理装置が、第1の画像と第2の画像においてそれぞれ共通する特徴部分の画素移動量を算出する。画像処理装置は、画素移動量と移動体の移動量とに基づいて、被写体距離として第3の距離を検出する。

明 細 書

発明の名称：撮像システム、及び、それを備えた移動体

技術分野

[0001] 本開示は、移動体の移動に対応してぶれを補正する撮像システム、及び、それを備えた移動体に関する。

背景技術

[0002] 交通インフラの老朽化に伴い、インフラ点検の需要が高まっている。人の目視による点検に代わって、移動体で移動しながらインフラ設備を撮像し、撮像した画像を画像処理によって欠陥箇所を検出することで、検査効率が格段に向上する。しかしながら、移動しながら撮像するので、撮像した画像にぶれが発生する。

[0003] 例えば、特許文献1は、露光中のカメラ移動によるぶれをサッカードミラーの技術を用いて補正している。撮像対象に光を照射して、撮像対象で反射した光を既定の露光時間の間回転するミラーに反射させてカメラに入射させることで、ぶれを低減している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2015／060181号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、移動体と共に移動する撮像装置と撮像対象との距離を一定に保つのは困難であり、撮像装置と撮像対象との距離が変化することでぶれ補正が劣化してしまう。

[0006] 本開示は、移動しながらの撮像においてもぶれ補正の劣化を抑制する撮像システム及びそれを備えた移動体を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の撮像システムは、移動体に設置される撮像システムであって、移

動体の周囲の構造物の少なくとも一部を撮像対象として撮像する撮像装置と、移動体が移動中に撮像装置が撮像する際の移動方向のぶれを、撮像装置から撮像対象までの被写体距離に基づいてぶれ補正量を設定するぶれ補正量設定部を有し、設定されたぶれ補正量を用いて撮像中のぶれを補正するぶれ補正装置と、を備える。被写体距離として第1の距離に基づいて設定されたぶれ補正量でぶれ補正装置によりぶれ補正されながら撮像装置により第1の画像が取得される。第1の画像の後に、被写体距離として第2の距離に基づいて設定されたぶれ補正量でぶれ補正装置によりぶれ補正されながら撮像装置により第2の画像が取得される。撮像システムは、第1の画像と第2の画像においてそれぞれ共通する特徴部分の画素移動量を算出する画像処理装置を備える。画像処理装置は、画素移動量と移動体の移動量とに基づいて、第2の画像の後に撮像する第3の画像の被写体距離として第3の距離を算出する。

[0008] また、本開示の移動体は、上述した撮像システムを備える。

発明の効果

[0009] 本開示の撮像システム、及びそれを備えた移動体によれば、移動しながらの撮像においてもぶれ補正の劣化を抑制する撮像システム及びそれを備えた移動体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]撮像システムを備える車両を示す図

[図2]実施形態における撮像システムの構成を示す図

[図3A]撮像システムのぶれ補正を説明する説明図

[図3B]一般的な被写体距離を説明する説明図

[図3C]実施形態における被写体距離を示す説明図

[図4]露光中にぶれ補正をしないで撮像した画像を説明する説明図

[図5]連続する撮像フレームでそれぞれ撮像された画像において特徴部分の移動を説明する説明図

[図6]実施形態におけるぶれ撮像処理を示すフローチャート

[図7]移動速度の変化と露光時間のタイミングと移動ぶれ補正角との関係を示すグラフ

[図8]実施形態の効果を示すグラフ

[図9]撮像装置及びぶれ補正機構の変形例を示す図

[図10]変形例における撮像システムの構成を示す図

発明を実施するための形態

[0011] (実施形態)

以下、実施形態について、図面を参照しながら説明する。実施形態では、移動体が自動車などの車両3であり、撮像システム1が車両3の上部に取り付けられている場合を例にして説明する。

[0012] [1. 撮像システムの構成]

図1及び図2を参照する。図1は、撮像システム1を説明するための図である。図2は、撮像システム1の内部構成を示すブロック図である。図1において、車両3は、例えば、トンネル5内を走行している。トンネル5内の壁面5aには、例えば、穴5bやひび割れ5cが発生している。

[0013] 撮像システム1の撮像対象は、車両3の周囲の構造物の少なくとも一部であり、車両3が移動することにより、車両3の移動速度に応じて相対的に移動する対象である。撮像対象領域9は、この撮像対象において画像として取得する領域である。なお、トンネル5の内壁の他にも、跨道橋の側面や底面、電柱、電線を撮像対象としてもよい。これにより、取得した画像から画像処理により撮像対象の穴、ひび割れ、浮き、剥離、継ぎ目、電柱の傾き、及び電線のたわみを検出することができる。

[0014] 車両3は、車両3の移動速度を検出する速度検出装置3aを備える。速度検出装置3aは、例えば、車両3の車軸の回転速度から移動速度を検出する車速センサである。

[0015] 車両3の上面に撮像システム1が設置されている。撮像システム1は、図1において車両3の上方の構造物、例えば、トンネル5の壁面5aの画像を撮像するように固定されているが、車両3の側方や斜め側方の壁面5aの画

像を撮像するように設置されてもよい。

[0016] 撮像システム 1 は、撮像装置 1 1 と、ぶれ補正装置 1 3 と、画像処理装置 1 4 と、記憶部 1 5 と、を備える。撮像装置 1 1 は車両 3 の周囲の構造物の画像を撮像し、車両 3 が例えばトンネル 5 内を走行する場合、トンネル 5 の壁面 5 a を撮像する。撮像装置 1 1 は、カメラ本体 2 1 と、光学系レンズとしてのレンズ 2 3 と、シャッター 2 4 と、撮像素子 2 5 と、カメラ制御部 2 7 とを備える。

[0017] カメラ本体 2 1 は、レンズ 2 3 が交換可能に取り付けられ、撮像素子 2 5 と、カメラ制御部 2 7 とを収容する。レンズ 2 3 の焦点距離 F の位置に撮像素子 2 5 が配置されている。撮像素子 2 5 は、例えば、CCD イメージセンサ、CMOS イメージセンサ、または、赤外線イメージセンサ等の固体撮像素子である。カメラ本体 2 1 は、レンズ 2 3 の向きが車両 3 の移動方向と平行になるように車両 3 に配置されている。例えば、レンズ 2 3 が車両 3 の前方または後方に向くようにカメラ本体 2 1 が配置されている。カメラ本体 2 1 とレンズ 2 3 は、例えばビデオカメラのように一体型でもよく、一体化されたカメラ本体 2 1 とレンズ 2 3 の外部にぶれ補正機構 3 1 が配置される。カメラ制御部 2 7 は、補正処理部 3 3 から露光指示の信号を受信している間、シャッター 2 4 を開ける。シャッター 2 4 は、複数の羽根絞りが開閉する構成でもよいし、電子式シャッターでもよい。

[0018] ぶれ補正装置 1 3 は、車両 3 の移動中に撮像装置 1 1 が撮像しても撮像対象領域 9 の画像のぶれが低減するように撮像システム 1 に入射する光の光路を補正する。ぶれ補正装置 1 3 は、ぶれ補正機構 3 1 と、補正処理部 3 3 と、を備える。

[0019] ぶれ補正機構 3 1 は、車両 3 の移動に合わせて環境光が撮像対象領域 9 で反射した反射光 L 1 の光路を補正する。ぶれ補正機構 3 1 は、ミラー 4 1 と、ミラー 4 1 を回動駆動するミラー駆動部 4 3 とを備える。なお、ぶれ補正機構 3 1 は、ミラーを用いる代わりに、レンズ 2 3 と撮像素子 2 5 とが一体となった鏡筒を、回動軸周りに、例えばパン方向及びチルト方向に駆動する

パンチルト機構であってもよい。パンチルト機構は、一体となったレンズ23及び撮像素子25とを回動駆動する駆動部を有する。駆動部は、例えば、モータである。ぶれ補正機構31は、カメラ本体21とレンズ23とを縦方向に回動するチルト機能と、横方向に回動するパン機能とを有してもよい。また、ぶれ補正機構31は、撮像装置11全体を回転駆動する機構であってもよいし、光学系レンズ駆動機構と撮像素子駆動機構とを有してもよい。このように、ミラーを用いることなくぶれ補正を行う場合、レンズ23の向きと車両3の移動方向とが垂直になるようにレンズ23とカメラ本体21とが設置される。

[0020] ミラー41は、レンズ23と対向するように回動可能に配置されている。ミラー41は、例えば、時計周りの正方向及び逆方向のいずれの方向にも回動可能であり、回動可能な角度範囲は、360度未満であってもよいし、360度以上であってもよい。ミラー41は、環境光が撮像対象で反射した光を撮像装置11の撮像素子25の方向へ全反射する。ミラー駆動部43は、ミラー41を初期角度から撮像ぶれを補正するために指示された角度まで回動駆動し、指示された角度まで回動させた後に再び初期角度まで戻す。ミラー駆動部43は、例えばモータである。ミラー41の回動角度はミラー駆動部43の機構上の制約により制限されており、この制限によって決まるミラー41の最大振り角までミラー41を回動させることができる。

[0021] 図3A及び図4を参照して、ぶれ補正装置13によるぶれ補正を説明する。図3Aは、撮像システム1のぶれ補正を説明する説明図である。図4は、ぶれ補正をしないで撮像した画像を示し、図4(a)は撮像開始のタイミングでの画像を示し、図4(b)は撮像終了のタイミングでの画像を示す。

[0022] 例えば、位置Aに位置する撮像システム1は、車両3と共に露光時間 T_p 後に位置Bまで移動するとする。位置Aで撮像開始し、このタイミングで取得できる画像 ImA が図4(a)に示される。画像 ImA には、例えば、撮像対象領域9の穴5bが撮像される。しかしながら、画像 ImA は露光時間が十分ではないので暗い画像で鮮明ではない。

[0023] そこで、車両 3 が位置 B に移動するまで露光を続ける。この場合、何のぶれ補正も実施しなければ、撮像対象領域 9 が車両 3 の移動方向と反対方向に相対移動するので、図 4 (b) に示すような、穴 5 b が相対移動した画像 I_{mAa} となる。画像 I_{mAa} において、画素の移動量 P がぶれ量として検出される。このように、車両 3 の移動中に撮像装置 11 が撮像した画像は、ぶれた画像となる。

[0024] そこで、撮像システム 1 及び車両 3 の移動速度に応じて、露光時間中にミラー 41 の移動方向側端部が、撮像対象の相対移動を相殺する方向に、ミラー 41 を回動させることで、撮像システム 1 は露光時間中に同じ撮像対象領域 9 を撮像画像内に撮像することができ、ぶれを大幅に低減した画像を取得することができる。露光時間中にミラー 41 の移動方向側端部が、撮像対象側を回るように、図 1 においては時計周りにミラー 41 を回動させている。ミラー 41 を回動させることで、画像 I_{mAa} において、画素の移動量 P がゼロに補正される。

[0025] 次に、本実施形態の概略を説明する。後述するように、撮像中のぶれ補正量は、撮像対象に含まれる特徴点の、撮像開始から終了までの画素移動量の大きさに応じて変化する。画素移動量は、車両移動量の他にも被写体倍率 M に比例する。被写体倍率 M は、撮像素子 25 から撮像対象までの被写体距離に反比例する。したがって、被写体距離が変動すると、画素の移動量 P も変動し、被写体距離の変動に応じてぶれ補正量を設定しなければ、撮像中のぶれ補正の精度が低下する。

[0026] ここで、図 3 B 及び図 3 C を参照して、撮像素子 25 から撮像対象までの被写体距離について詳細に説明する。図 3 B は、一般的な被写体距離 D を説明する説明図である。図 3 C は、実施形態における被写体距離 D を示す説明図である。

[0027] 図 3 B に示すように、被写体距離 $D[m]$ は、被写体である撮像対象 Sb と撮像素子 25 との間に配置されたレンズ Ln の主点 Lp から撮像対象 Sb までの距離である。また、レンズ Ln の主点 Lp から撮像素子 25 までの距離が

レンズ L_n の焦点距離 F となる。レンズ L_n の主点 L_p は、レンズ L_n のレンズ形状によって、または、レンズ L_n が複数レンズで構成されている場合には、レンズ L_n の中心に位置しているとは限らず、レンズ L_n の外部に位置する場合もある。

[0028] 被写体距離 D 、焦点距離 F 、撮像素子25の縦方向のサイズ S_c [mm]により、画角に収まる被写体サイズとしての撮像範囲 S_a が、2つの三角形の領域 S_{q1} 、 S_{q2} の相似形の比により決まる。撮影範囲 a からの平行光 L がレンズ L_n に入射すると、撮像素子25上に集光される。

[0029] 図3Cを参照する。実施形態における被写体距離 D は、撮像対象領域9からミラー41までの距離 D_k と、ミラー41からレンズ23の主点 L_p までの距離 D_m である。したがって、 $D = D_k + D_m$ の関係が成立する。

[0030] 被写体距離 D が車両3の移動に伴って変動するので、車両移動中も被写体距離を検出し、被写体距離を更新することで、被写体距離の変動に対応して撮像中のぶれ補正の精度の低下を抑制する。この被写体距離の検出のために、例えば、撮像間隔ごとの画像移動距離と撮像間隔ごとの車両3の移動距離を利用する。撮像間隔は、時間間隔でもよいし、距離間隔でもよい。本実施形態では、速度検出装置3aから出力される車速信号のパルス更新に同期して露光して撮像するので、等距離間隔で撮像が行われる。なお、車速信号のパルス更新に同期する代わりに、速度検出装置3aから出力される移動速度を基に、一定のフレームレートで撮像してもよい。

[0031] 図2を参照する。補正処理部33は、ぶれの補正のためにぶれ補正機構31を制御する。補正処理部33は、ぶれ補正量設定部51と、車両移動量算出部53と、画素移動量算出部55と、被写体倍率算出部57と、被写体距離算出部59と、画素分解能算出部61と、を備える。

[0032] 補正処理部33は、半導体素子などで実現可能な回路である。補正処理部33は、例えば、マイコン、CPU、MPU、GPU、DSP、FPGA、またはASICで構成することができる。補正処理部33の機能は、ハードウェアのみで構成してもよいし、ハードウェアとソフトウェアとを組み合わせ

せることにより実現してもよい。補正処理部 33 は、記憶部 15 に格納されたデータやプログラムを読み出して種々の演算処理を行うことで、予め定められた機能を実現する。

[0033] ぶれ補正量設定部 51 は、車両 3 の移動速度 V_1 と、設定された露光時間 T_p と、被写体倍率 M と、レンズ 23 の焦点距離 F と、を基に、撮像中のミラー 41 のミラー振り角 α を以下の流れで算出する。

[0034] 撮像開始から撮像終了までの露光時間 T_p の間に移動した車両 3 の車両移動量 L_a は、移動速度 V_1 と露光時間 T_p とから以下の (1) 式により算出される。

$$L_a [\text{mm}] = V_1 [\text{km/h}] \times 10^6 \times T_p [\text{ms}] / (60^2 \times 10^3) \dots$$

(1) 式

[0035] 撮像開始から撮像終了までの露光時間 T_p の間に撮像素子 25 上の画素の移動量 P は、車両 3 の車両移動量 L_a と被写体倍率 M とから、以下の (2) 式により算出される。

$$P [\text{mm}] = L_a [\text{mm}] \times M \dots (2) \text{ 式}$$

[0036] この、画素の移動量 P がぶれの原因となるので、ぶれが発生しないように、画素の移動量 P に対応して移動ぶれ補正角 θ だけレンズ 23 に入射する光の光路を変更する。移動ぶれ補正角 θ は、画素の移動量 P と焦点距離 F とから、以下の (3) 式により算出される。

$$\theta [\text{deg}] = \arctan (P / F) \dots (3) \text{ 式}$$

[0037] ミラー振り角 α は、移動ぶれ補正角 θ の半分の大きさであるので、以下の (4) 式により算出される。

$$\alpha = \theta / k \dots (4) \text{ 式}$$

ここで、 k は、駆動機構の機構振り角としてのミラー振り角 α とレンズ 23 に入射する光が補正される光学補正角としての移動ぶれ補正角 θ との変換係数である。図 1 の実施形態のように、撮像対象からの光がミラー 41、レンズ 23、撮像素子 25 の順に進行する構成の場合、変換係数 $k = 2$ である。また、撮像装置 11 とぶれ補正機構 31 とが一体となったパンチルト機構

またはカメラ全体駆動の構成の場合、変換係数 $k = 1$ である。

[0038] このようにして、ぶれ補正量設定部 51 は、ミラー 41 のミラー振り角 α を算出する。

[0039] したがって、露光している間、ミラー 41 を移動方向とは逆方向に回転させることで、撮像装置 11 は、露光時間中は、同一の撮像対象領域 9 からの光を受光することができ、撮像した画像に移動ぶれが発生するのを抑制することができる。ここで、(2) 式及び (3) 式の焦点距離 F は、レンズ 23 で決まる値であり、被写体倍率 M は、焦点距離 F と被写体距離とで決まる値である。

[0040] また、ぶれ補正に用いるパラメータとして、撮像間隔の間に特徴点が移動する画素移動量であって、ピクセル単位の画素移動量 q_a [px] 及び長さ単位の画素移動量 q_b [mm]、被写体距離 D [m]、撮像間隔の間に車両 3 が移動する車両移動量 L_b [mm]、撮像画像の画素ピッチ s [$\mu\text{m}/\text{px}$]、撮像画像の縦画素数 V_{px} [px] とする。レンズ 23 の焦点距離 F [mm]、撮像画像の画素ピッチ s [$\mu\text{m}/\text{px}$]、撮像画像の縦画素数 V_{px} [px] は予め決まっている値である。また、本実施形態において、ピクセル単位の画素移動量 q_a 及び長さ単位の画素移動量 q_b の両方を意味する場合、単に画素移動量 q と記載する。

[0041] 図 5 を参照する。図 4 が撮像中に移動する特徴点を示していたのに対して、図 5 は、あるタイミングの撮像フレームの最初に撮像した特徴点の画像 I_{mB} と、次の撮像フレームの最初に撮像した特徴点の画像 I_{mC} とを示している。

[0042] 画像処理装置 14 は、異なるフレームで撮像した 2 枚の撮像画像 I_{mB} 及び I_{mC} を画像マッチング処理により、例えば、穴 5b 等の特徴点の撮像フレーム間における画素移動量 q を算出する。画素移動量 q は、撮像画像 I_{mB} 及び I_{mC} 内の 1 点でもよいし、複数点におけるそれぞれの画素移動量 q_1 、 q_2 、 $\dots$ 、 q_n の平均値でもよい。

[0043] 画像処理装置 14 は、半導体素子などで実現可能な回路である。画像処理

装置 14 は、例えば、マイコン、CPU、MPU、GPU、DSP、FPGA、またはASICで構成することができる。画像処理装置 14 の機能は、ハードウェアのみで構成してもよいし、ハードウェアとソフトウェアとを組み合わせることにより実現してもよい。画像処理装置 14 は、記憶部 15 に格納されたデータやプログラムを読み出して種々の演算処理を行うことで、予め定められた機能を実現する。

[0044] 本実施形態では、速度検出装置 3a から出力される車速信号のパルス更新に同期して露光して撮像する。これにより、車両 3 の移動速度を検出する代わりに、車速信号から車両 3 の移動量を直接算出することができる。車両移動量算出部 53 は、速度検出装置 3a から受け取った車速信号を基に、2 枚の撮像画像の撮像間隔の車両 3 の車両移動量 L_b を算出する。車両移動量 L_b は、 $L_b = a$ となる。a は一定の値で、パルス更新の間に車両 3 が移動する距離である。

[0045] 画素移動量算出部 55 は、長さ単位の画素移動量 q_b を以下の (5) 式により算出する。

$$q_b = q_a \times s / 10^3 \cdots (5)$$

[0046] 被写体倍率算出部 57 は、被写体倍率 M を以下の (6) 式により算出する。

$$M = q_b / L_b = q_a \times s / 10^3 / a \cdots (6)$$

[0047] 被写体距離算出部 59 は、被写体距離 D_2 を以下の (7) 式により算出する。

$$D = F / M / 10^3 \cdots (7)$$

[0048] ここで、縦撮像範囲 R は、以下の関係式 (8) を満たす。

$$R = V_{px} \times s / 10^3 \times D / F \cdots (8)$$

[0049] したがって、画素分解能算出部 61 は、画素分解能 X を以下の (9) 式により算出する。

$$X = R / V_{px} \times 10^3 \cdots (9)$$

[0050] 画素分解能算出部 61 は、算出した撮像画像の画素分解能から撮像画像の

ピクセル単位と長さ単位とが対応づけることができ、撮像画像中のクラックの長さを測定してもよいし、長さ単位に変換した撮像画像を記憶部 15 に保管してもよい。

[0051] 記憶部 15 は、補正処理部 33 の機能を実現するために必要なプログラム及びデータを記憶する記憶媒体である。記憶部 15 は、例えば、ハードディスク（HDD）、SSD、RAM、DRAM、強誘電体メモリ、フラッシュメモリ、磁気ディスク、又はこれらの組み合わせによって実現できる。

[0052] 操作部 7 は、補正処理部 33 にユーザーが指示をするための入力装置である。操作部 7 は、撮像システム 1 専用の入力装置でもよいし、スマートフォンなどの携帯端末でもよい。操作部 7 として携帯端末を用いる場合、操作部 7 と補正処理部 33 とは無線通信によりデータの送受信を行う。ユーザーは、操作部 7 を用いて、撮像対象領域がトンネルなどの屋内の暗い領域か、山の斜面などの屋外の明るい領域かを指示してもよい。一定の時間間隔で撮像する場合、操作部 7 によりフレームレート T_f を指示してもよい。また、操作部 7 は表示部を有し、撮像システム 1 からの警告などを表示してユーザーに知らせる。

[0053] [2. 撮像システムの動作]

次に、図 6、図 7 を参照して撮像システム 1 の動作を説明する。図 6 は、撮像システム 1 が行う撮像処理を示すフローチャートである。図 7 は、移動速度の変化と露光時間のタイミングと撮像された画像と車速更新フラグとの関係を示すグラフである。図 7（a）は、時間の経過とともに変化する車両 3 の移動速度を示すグラフである。図 7（b）は、フレームごとの露光時間のタイミングを示すグラフである。図 7（c）は、フレームごとに撮像された画像を示す説明図である。図 7（d）は、車速更新フラグが立ち上がるタイミングを示すグラフである。図 6 に示す撮像処理は、例えば、車両 3 の移動中に操作部 7 から撮像開始を指示されたときなどに開始される。

[0054] 操作部 7 より撮像開始を指示されると、1 フレーム目の画像 Im_0 の撮像処理が開始される。補正処理部 33 のぶれ補正量設定部 51 は、被写体距離

D 1 として、記憶部 1 5 に記憶された、予め定められた距離 $d a 1$ に基づいて、ぶれ補正量である移動ぶれ補正角 θ を算出して設定する（ステップ S 1）。撮像開始直後において、撮像画像から被写体距離 D 2 が算出されていないので、予め定められた距離 $d a 1$ を用いるか、例えば、操作部 7 から入力された値を用いてもよい。以下、設定または更新した被写体距離の値を D 1 とし、算出した被写体距離の値を D 2 とする。

[0055] 補正処理部 3 3 は、設定された移動ぶれ補正角 θ に基づいてミラー振り角 α を算出し、算出したミラー振り角 α と設定された露光時間 $T p$ とに基づいて、ミラー回転速度を算出する。補正処理部 3 3 は、さらに、算出したミラー回転速度でミラー 4 1 を回転させて、ミラー 4 1 が予め定められた初期角度から回転し始める。これにより、撮像装置 1 1 の撮像中のぶれ補正が実施される（ステップ S 2）。また、補正処理部 3 3 は、これと同時に、露光を指示する H i 信号をカメラ制御部 2 7 へ露光時間 $T p$ の間送り続ける。

[0056] 撮像装置 1 1 において、カメラ制御部 2 7 は、H i 信号を受信している間シャッター 2 4 を開けて露光することで 1 フレーム目の画像 $l m 0$ を取得し、補正処理部 3 3 は、速度検出装置 3 a から撮像フレーム間の車両 3 の移動情報を取得する（ステップ S 3）。

[0057] 露光時間 $T p$ が経過すると、補正処理部 3 3 は、露光停止を指示する L o w 信号をカメラ制御部 2 7 へ送り続ける。カメラ制御部 2 7 は L o w 信号を受信している間は、シャッター 2 4 を閉じ、補正処理部 3 3 は、ミラー駆動部 4 3 にミラー 4 1 を逆回転させてミラー 4 1 を初期角度に戻す。なお、ミラー駆動部 4 3 は、ミラー 4 1 を正回転させてミラー 4 1 を初期の角度に戻してもよい。

[0058] 補正処理部 3 3 は、取得済みの撮像画像の枚数が 2 枚以上か否かを判定し（ステップ S 4）、取得済みの撮像画像の枚数が 2 枚以上ではないと判定すると（ステップ S 4 の N o）、ステップ S 1 に戻り、次フレーム、例えば、2 フレーム目の画像 $l m 1$ の撮像処理が開始される。

[0059] 2 フレーム目の撮像処理において、ぶれ補正量設定部 5 1 は、被写体距離

D 1 として 1 フレーム目と同じ距離 d_{a1} に基づいて、ぶれ補正量である移動ぶれ補正角 θ を設定する。この後、1 フレーム目と同様の撮像処理が実施され、撮像装置 1 1 は、図 7 に示す、2 フレーム目の第 1 の画像 l_{m1} を撮像する。撮像した画像 l_{m1} は記憶部 1 5 に記憶される。

[0060] 記憶部 1 5 に 2 枚の画像 l_{m0} 及び l_{m1} が記憶されているので、補正処理部 3 3 は、取得済みの撮像画像の枚数が 2 枚以上であると判定すると（ステップ S 4 の Y e s）、画素移動量算出部 5 5 は 2 枚以上の撮像間の画素移動量 q_b を算出し、車両移動量算出部 5 3 が、取得した移動情報から今の撮像フレームの撮像開始から次の撮像フレームの撮像開始までの間に車両 3 が移動した車両移動量 L_b を算出する（ステップ S 5）。算出された車両移動量 L_b は、撮像画像と関連づけられて記憶部 1 5 に記憶される。被写体距離算出部 5 9 は、2 枚以上の撮像画像間の画素移動量 q_b と車両移動量 L_b とに基づいて、被写体距離 D 2 を算出する（ステップ S 6）。

[0061] 画像 l_{m1} 及び画像 l_{m0} には、それぞれ共通する特徴部分 g_1 が撮像されており、画像処理装置 1 4 が、画像マッチング処理により画像 l_{m0} と画像 l_{m1} との間の画素移動量 q_1 を検出する。この画素移動量 q_1 を基に、被写体距離算出部 5 9 は、新たな被写体距離 D 2 として、距離 d_{s2} を算出する。

[0062] 被写体距離算出部 5 9 は、新たな被写体距離 D 2 を算出すると、被写体距離 D 1 を被写体距離 D 2 に更新する（ステップ S 7）。例えば、 n フレーム目の撮像画像を基に算出された被写体距離 D 1 が $n + 1$ フレーム目の被写体距離 D 1 として更新される。ここでは、更新された被写体距離 D 1（= d_{s2} ）が、次のフレームの画像を撮像する際のぶれ補正量を設定するときに用いられる。

[0063] 補正処理部 3 3 は、撮像が終了したと判定すると（ステップ S 8 の Y e s）、車両 3 が移動しながらの撮像システム 1 による撮像を終了する。補正処理部 3 3 は、撮像が終了していないと判定すると（ステップ S 8 の N o）、次のフレームで画像を撮像するために再びステップ S 1 に戻る。

[0064] ステップS 1に戻り、次フレームとして、例えば、3フレーム目の画像 $Im2$ を撮像する。3フレーム目の撮像処理において、ぶれ補正量設定部5 1は、被写体距離 D 1として2フレーム目とは異なる第2の距離 $ds2$ に基づいて、ぶれ補正量である移動ぶれ補正角 θ を設定する。その後、2フレーム目と同様の撮像処理が実施され、撮像装置1 1は、図7に示す、3フレーム目の第2の画像 $Im2$ を撮像する。撮像した画像 $Im2$ は記憶部1 5に記憶される。

[0065] 連続して撮像する場合、画像処理装置1 4は、第1の距離（例えば、 $ds1$ ）に基づいて撮像された第1の画像 $Im1$ と、第2の距離（例えば、 $ds2$ ）に基づいて撮像された第2の画像 $Im2$ とに撮像された共通の特徴部分 $g1$ の画素移動量 $q2$ を検出する。この画素移動量 $q2$ を基に、被写体距離算出部5 9は、新たな被写体距離 $D2$ として、距離 $ds3$ を算出する。さらに、次の撮像画像 $Im3$ の被写体距離 $D1$ として更新して撮像することで、変化する被写体距離に応じて移動ぶれ補正角 θ を精度よく設定することができ、ぶれ補正の精度を向上させることができる。また、画素移動量 q と車両3の車両移動量 Lb の比が変化した場合に、被写体距離 $D1$ が変化する。

[0066] このようにして、被写体距離を更新する実施形態の撮像システム1の2つの効果を説明する。2つの効果として、被写体距離 D の算出精度を向上する効果と、被写体距離 D の変動に対応する効果と、を得ることができる。被写体距離 D の算出精度を向上する効果は、例えば、連続する2枚の画像を1度だけ処理して、被写体距離 D を一度更新するだけでは、十分な精度が得られるとは限らない。したがって、被写体距離 D の変動が小さい状況でも更新することが必要な場合がある。

[0067] 被写体距離 D が正確に設定できない場合、撮像画像のぶれ補正精度が低下するので、画像処理による移動量算出精度も低下し、被写体距離 D の算出精度も低下する。このようにぶれ補正精度の向上と被写体距離 D の算出精度の向上は、相互に関係しているので、片方の精度を確保した後にもう片方を改善ということができない。しかしながら、一方で画像処理に関してはぶれが

ゼロにならなくても画素移動量を検出することが可能であるので、例えば、図8に示すように、仮に設定した被写体距離としての第1の距離 d_{s1} を用いてぶれ補正した画像 $Im1$ 及び $Im2$ を撮像し、これらを基に画像処理により被写体距離としての第2の距離 d_{s2} を算出する。算出した第2の距離 d_{s2} を用いてぶれ補正した画像 $Im3$ を撮像し、画像 $Im2$ と画像 $Im3$ を基に画像処理により被写体距離としての第3の距離 d_{s3} を算出する。算出した第3の距離 d_{s3} を用いることで、さらに精度が向上したぶれ補正した画像 $Im4$ を撮像することができる。したがって、被写体距離 D を更新するごとに、算出された被写体距離は真値 D_t に近づいていき、これにより、ぶれ補正精度を向上した画像を撮像することができ、さらに、画像処理による移動量算出精度も向上させることができる。

[0068] また、被写体距離 D の変動に対応する効果は、既に上述したように、被写体距離の真値 D_t が変化しても、それに対応して、算出する被写体距離が更新するごとに近づいていくので、被写体距離の変化にも対応してぶれ補正をすることができる。

[0069] [3. 効果等]

このように、撮像システム1は、車両3から離れた、車両3の周囲の少なくとも一部である撮像対象を撮像する撮像素子25を有する、撮像装置11と、車両3の移動量を算出する車両移動量算出部53を有し、車両3が移動中に撮像装置11が撮像する際の移動方向のぶれを、撮像装置11から撮像対象までの被写体距離 D_1 に基づいてぶれ補正量を設定し、設定されたぶれ補正量を用いて撮像中のぶれを補正するぶれ補正装置13と、を備える。撮像装置11に撮像された第1の画像 $Im1$ と第1の画像 $Im1$ の後に、撮像された第2の画像 $Im2$ において、それぞれ共通する特徴部分 $g1$ の画素移動量 q を算出する画像処理装置14をさらに備える。ぶれ補正装置13の被写体距離算出部59は、画素移動量 q と第1の距離 d_{s1} を被写体距離 D_1 とした第1の画像 $Im1$ と第2の距離 d_{s2} を被写体距離 D_1 とした第2の画像 $Im2$ の撮像間隔での車両3の車両移動量 L_b とに基づいて、第2の画

像 $l m 2$ の後に撮像する第3の画像 $l m 3$ の被写体距離 $D 2$ として第3の距離 $d s 3$ を算出する。

[0070] 車両3の移動により真値としての実際の被写体距離 $D t$ が変化する場合においても、車両3の移動中においても被写体距離 $D 1$ を検出し、被写体距離 $D 2$ を算出することで、ぶれ補正の精度を向上させることができる。

[0071] また、ぶれ補正装置13は、被写体距離 $D 1$ を第3の距離 $d s 3$ に更新し、第3の画像 $l m 3$ を撮像する際のぶれ補正量を更新された被写体距離 $D 1$ に基づいて設定する。更新された被写体距離 $D 1$ に基づいてぶれ補正量が更新されるので、ぶれ補正が向上された第3の画像 $l m 3$ を撮像することができる。

[0072] また、第1の画像 $l m 1$ 及び第2の画像 $l m 2$ を撮像するときのそれぞれの被写体距離である、第1の距離 $d s 1$ 及び第2の距離 $d s 2$ は、それぞれ前に撮像された2枚の画像の画素移動量と2枚の画像の撮像間隔での移動体の移動量とに基づいて検出された値でもよい。

[0073] また、撮像開始直後において、初期画像 $l m 0$ の被写体距離 $D 1$ と、第2の画像 $l m 2$ の被写体距離 $D 1$ とが予め定められた同じ値 $d s 1$ であってもよい。

[0074] また、第1の距離 $d s 1$ 及び第2の距離 $d s 2$ は、それぞれ第3の画像 $l m 3$ より前に撮像された画像 $l m 1$ 及び $l m 2$ の画素移動量 $q 1$ 、 $q 2$ と車両3の車両移動量 $L b$ とに基づいて検出された値である。

[0075] また、ぶれ補正装置13は、2フレーム前で算出した被写体距離と1フレーム前で算出した被写体距離との平均値を被写体距離 $D 1$ として更新してもよい。例えば、第4の画像 $l m 4$ を撮像する際の被写体距離 $D 2$ として、2フレーム前で算出した距離 $d s 2$ と1フレーム前で算出した距離 $d s 1$ との平均値を算出し、平均値として算出した被写体距離 $D 2$ を被写体距離 $D 1$ として更新してもよい。

[0076] (他の実施形態)

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、上記実施形態

を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施形態にも適用可能である。そこで、以下、他の実施形態を例示する。

[0077] 上記実施形態では、連続する3枚の撮像において、2枚の撮像画像の画像マッチングによる特徴点の画素移動量を3枚目の被写体距離の算出に用いていたがこれに限らない。2枚の撮像画像の画像マッチング処理が撮像周期より遅れる場合は、数フレーム遅れて被写体距離を算出してもよい。

[0078] 上記実施形態において、画像処理装置14は、検出した第2の距離が予め定められた範囲を超えている場合に警告信号を、例えば、操作部7、スピーカ、または、画像表示装置に出力してもよい。これにより、車両3の運転者が第2の距離が予め定められた範囲を超えていることを認識することができる。警告信号が出力されるのは、被写体距離が想定よりも短い場合と長い場合である。

[0079] 被写体距離が想定より短い場合、被写体倍率Mが大きくなり、画素移動量も大きくなる。これにより、ぶれ補正に必要なミラーの振り角が大きくなり、振れる最大角を超える場合がある。また、被写体距離が想定より長い場合、被写体倍率Mが小さくなり、1画素当たりの実際の大きさである画素分解能 $[mm/p \times]$ が粗くなるので、必要な検査精度が出せない場合がある。このように、第2の距離が予め定められた範囲を超えていると、ぶれ補正の劣化が低減できなくなったり必要な検査精度が確保できなくなったりするので、ユーザーに警告することで、ユーザーは再検査することができる。例えば、車両3が蛇行して被写体距離が変化したことが原因の場合、再走行により再検査する。また、車両3の走行に問題はないが被写体側の変化が原因の場合、レンズ23の交換を促すことができる。

[0080] 上記実施形態において、撮像装置11とぶれ補正機構31とは別体であったがこれに限らない。図9に示す様に、撮像装置11は、レンズ23とカメラ本体21とを接続する筐体22を有し、筐体22の中にぶれ補正機構31を収納してもよい。

[0081] 上記実施形態において、ぶれ補正のために画素の移動量 P に対応する移動ぶれ補正角 θ を算出し、ミラー 41 を移動ぶれ補正角 θ に対応するミラー振り角 α 回動して撮像していたがこれに限らない。ぶれ補正のために移動ぶれ補正角 θ の代わりに撮像素子 25 及びレンズ 23 を並進駆動してもよい。この場合、図 10 に示す撮像システム 1B のように、撮像装置 11 のレンズ 23 は撮像対象領域 9（図 1 参照）に直接向けられており、ぶれ補正機構 31B は、撮像対象領域 9 に対して、撮像素子 25 を並進駆動する撮像素子駆動機構 71 と、レンズ 23 を並進駆動する光学系レンズ駆動機構 73 とを有する。撮像素子駆動機構 71 と光学系レンズ駆動機構 73 とは、例えば、ピニオンギアとラックとモータとで構成される並進駆動機構である。撮像素子駆動機構 71 が撮像素子 25 を駆動する並進駆動量は画素の移動量 P と等しく、光学系レンズ駆動機構 73 がレンズ 23 を駆動する並進駆動量は画素の移動量 P に定数 m を乗算した値である。定数 m は 0 以上の数である。光学系によって、レンズ駆動量に対する並進量が変化する。また、レンズ 23 及び撮像素子 25 を個別に並進駆動する代わりに、撮像装置 11 全体を並進駆動してもよい。

[0082] 上記実施形態では、車両 3 の速度検出装置 3a からの移動速度 $V1$ の情報を利用してしたがこれに限らない。また、撮像システム 1 が撮像システム 1 の移動速度を検出する速度検出装置を備えてもよい。また、速度検出装置は、GPS (Global Positioning System) システムまたは加速度センサを利用したものでもよい。

[0083] 上記実施形態では、撮像システム 1 は車両 3 の上方及び側方の壁面を撮像していたがこれに限らない。撮像システム 1 は、車両 3 の下方の路面を撮像してもよい。撮像した画像から、路面に発生したポットホール、ひび割れ、わだち掘れ等を画像処理により検出することができる。

[0084] 上記実施形態では、移動体が、自動車などの車両 3 である場合について説明した。しかし、移動体は車両 3 に限らず、列車又はオートバイなどの地上を走行する乗り物や、海上を進む船、空を飛ぶ飛行機やドローンなどの飛行

体であってもよい。移動体が船の場合、撮像システム 1 は橋脚や橋桁の底面や、岸沿いに建設された構造物を撮像する。移動体が列車の場合、架線を撮像することで架線のたわみを検出することができる。また、車両移動量算出部 53 は、移動体としての車両 3 の移動量を算出するので、移動体が車両以外のものである場合、車両移動量算出部 53 は移動体の移動量を算出する。

[0085] 上記実施形態では、環境光が撮像対象領域 9 に反射した光による画像を撮像していたがこれに限らない。移動体から撮像対象領域 9 に向けて光を照射し、照射した光の反射光による画像を撮像してもよい。

[0086] (実施形態の概要)

(1) 本開示の撮像システムは、移動体に設置される撮像システムであって、移動体から離れた、移動体の周囲の少なくとも一部である撮像対象を撮像する撮像素子を有する、撮像装置と、移動体の移動量を算出する移動体移動量算出部を有し、移動体が移動中に撮像装置が撮像する際の移動方向のぶれを、撮像装置から撮像対象までの被写体距離に基づいてぶれ補正量を設定し、設定されたぶれ補正量を用いて撮像中のぶれを補正するぶれ補正装置と、を備える。撮像システムは、撮像装置に撮像された第 1 の画像と第 1 の画像の後に、撮像された第 2 の画像においてそれぞれ共通する特徴部分の画素移動量を算出する画像処理装置を備える。ぶれ補正装置は、画素移動量と、第 1 の距離を被写体距離とした第 1 の画像と第 2 の距離を被写体距離とした第 2 の画像の撮像間隔での移動体の移動量と、に基づいて、第 2 の画像の後に撮像する第 3 の画像の被写体距離として第 3 の距離を算出する。

[0087] これにより、移動体が移動中においても被写体距離を検出することができるので、被写体距離の変化に応じてぶれ補正を実施することができ、ぶれ補正の精度を向上させることができる。

[0088] (2) (1) の撮像システムにおいて、ぶれ補正装置は、被写体距離を第 3 の距離に更新し、第 3 の画像を撮像する際のぶれ補正量を更新された被写体距離に基づいて設定する。

[0089] (3) (1) または (2) の撮像システムにおいて、第 1 の画像及び第 2

の画像を撮像するときのそれぞれの被写体距離である、第1の距離及び第2の距離は、それぞれ前に撮像された2枚の画像の画素移動量と2枚の画像の撮像間隔での移動体の移動量とに基づいて検出された値である。

[0090] (4) (1) または (2) の撮像システムにおいて、撮像開始直後において、第1の距離と第2の距離とが予め定められた同じ値である。

[0091] (5) (2) の撮像システムにおいて、ぶれ補正装置は、第2の画像を撮像するときに算出された第2の距離と、第3の画像を撮像するときに算出された第3の距離との平均値を第3の画像を撮像するときの被写体距離として更新する。

[0092] (6) (1) から (5) のいずれかの撮像システムにおいて、画素移動量と移動体の移動量の比が変化した場合に、被写体距離が変化する。

[0093] (7) (1) から (6) のいずれかの撮像システムにおいて、画像処理装置は、第2の距離に基づいて第2の画像の画素分解能を算出し、算出した画素分解能に基づいて第2の画像における予め定められた画素の大きさの単位を画素単位から長さ単位に変換する。

[0094] (8) (2) または (5) の撮像システムにおいて、画像処理装置は、第2の画像と第3の画像においてそれぞれ共通する特徴部分の第2の画素移動量を算出する。ぶれ補正装置は、第2の画素移動量と、第2の画像と第3の画像の撮像間隔での移動体の移動量と、に基づいて、被写体距離として第4の距離を算出する。ぶれ補正装置は、被写体距離を第4の距離に更新し、第3の画像の後に撮像する第4の画像を撮像する際のぶれ補正量を、更新された被写体距離に基づいて設定する。このように、繰り返し、被写体距離を更新することで、算出された被写体距離の精度を向上することができ、より、ぶれ補正の精度を向上することができる。

[0095] (9) (1) から (8) のいずれかの撮像システムにおいて、画像処理装置は、検出した第2の距離が予め定められた範囲を超えている場合に警告信号を出力する。

[0096] (10) (1) から (9) のいずれかの撮像システムにおいて、撮像シス

テムの移動速度を検出する速度検出装置を備える。

[0097] (11) (1) から (10) のいずれかの撮像システムにおいて、ぶれ補正装置は、環境光が撮像対象で反射した光を撮像装置の方向へ全反射するミラーと、ミラーを回動駆動するミラー駆動部と、を備え、ぶれ補正量はミラーの回動角度に対応する。

[0098] (12) (1) から (10) のいずれかの撮像システムにおいて、撮像装置は、撮像素子と一体化された光学系レンズを有し、ぶれ補正装置は、一体化された光学系レンズと撮像素子とを回動駆動する駆動部を備え、ぶれ補正量は、前記駆動部の回動角度に対応する。

[0099] (13) (1) から (10) のいずれかの撮像システムにおいて、撮像装置は、撮像素子に焦点が合わせられた光学系レンズを有し、ぶれ補正装置は、光学系レンズ及び前記撮像素子を撮像素子の撮像面内の方向に並進駆動する並進駆動機構を備え、ぶれ補正量は光学系レンズの並進量に対応する。

[0100] (14) 本開示の移動体は、(1) から (13) のいずれかの撮像システムを備える。これにより、移動体が移動しながら、撮像システムは移動体の周囲の画像をぶれを低減して撮像することができる。

[0101] 本開示に記載の撮像システムは、ハードウェア資源、例えば、プロセッサ、メモリ、及びプログラムとの協働などによって、実現される。

産業上の利用可能性

[0102] 本開示は、移動する移動体に設置される撮像システムに適用可能である。

符号の説明

- [0103]
- 1 撮像システム
 - 3 車両
 - 3 a 速度検出装置
 - 5 トンネル
 - 5 a 壁面
 - 5 b 穴
 - 5 c クラック

7	操作部
9	撮像対象領域
1 1	撮像装置
1 3	ぶれ補正装置
1 4	画像処理装置
1 5	記憶部
1 7	補正処理部
2 1	カメラ本体
2 3	レンズ
2 4	シャッター
2 5	撮像素子
2 7	カメラ制御部
3 1	ぶれ補正機構
3 3	補正処理部
4 1	ミラー
4 3	ミラー駆動部
5 1	ぶれ補正量設定部
5 3	車両移動量算出部
5 5	画素移動量算出部
5 7	被写体倍率算出部
5 9	被写体距離算出部
6 1	画素分解能算出部
7 1	撮像素子駆動機構
7 3	光学系レンズ駆動機構
α	ミラー振り角
F	焦点距離
M	被写体倍率
V 1	移動速度

請求の範囲

[請求項1]

移動体に設置される撮像システムであって、

前記移動体から離れた、前記移動体の周囲の少なくとも一部である撮像対象を撮像する撮像素子を有する、撮像装置と、

前記移動体の移動量を算出する移動体移動量算出部を有し、前記移動体が移動中に前記撮像装置が撮像する際の移動方向のぶれを、前記撮像装置から前記撮像対象までの被写体距離に基づいてぶれ補正量を設定し、設定されたぶれ補正量を用いて撮像中のぶれを補正するぶれ補正装置と、

前記撮像装置に撮像された第1の画像と前記第1の画像の後に、撮像された第2の画像においてそれぞれ共通する特徴部分の画素移動量を算出する画像処理装置と、を備え、

前記ぶれ補正装置は、前記画素移動量と、第1の距離を前記被写体距離とした前記第1の画像と第2の距離を前記被写体距離とした前記第2の画像の撮像間隔での前記移動体の移動量と、に基づいて、前記第2の画像の後に撮像する第3の画像の前記被写体距離として第3の距離を算出する、

撮像システム。

[請求項2]

前記ぶれ補正装置は、前記被写体距離を前記第3の距離に更新し、前記第3の画像を撮像する際のぶれ補正量を更新された前記被写体距離に基づいて設定する、

請求項1に記載の撮像システム。

[請求項3]

前記第1の画像及び前記第2の画像を撮像するときのそれぞれの被写体距離である、前記第1の距離及び前記第2の距離は、それぞれ前に撮像された2枚の画像の画素移動量と前記2枚の画像の撮像間隔での前記移動体の移動量とに基づいて検出された値である、

請求項1または2に記載の撮像システム。

[請求項4]

撮像開始直後において、前記第1の距離と前記第2の距離とが予め

定められた同じ値である、

請求項 1 または 2 に記載の撮像システム。

[請求項5] 前記ぶれ補正装置は、前記第 1 の画像を撮像するときに算出された第 1 の距離と、前記第 2 の画像を撮像するときに算出された第 2 の距離との平均値を第 3 の画像を撮像するときの前記被写体距離として更新する、

請求項 2 に記載の撮像システム。

[請求項6] 前記画素移動量と前記移動体の移動量の比が変化した場合に、前記被写体距離が変化する、

請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の撮像システム。

[請求項7] 前記画像処理装置は、前記第 2 の距離に基づいて第 2 の画像の画素分解能を算出し、

算出した画素分解能に基づいて前記第 2 の画像における予め定められた画素の大きさの単位を画素単位から長さ単位に変換する、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の撮像システム。

[請求項8] 前記画像処理装置は、前記第 2 の画像と前記第 3 の画像においてそれぞれ共通する特徴部分の第 2 の画素移動量を算出し、

前記ぶれ補正装置は、前記第 2 の画素移動量と、前記第 2 の画像と前記第 3 の画像の撮像間隔での前記移動体の移動量と、に基づいて、前記被写体距離として第 4 の距離を算出し、

前記ぶれ補正装置は、前記被写体距離を前記第 4 の距離に更新し、前記第 3 の画像の後に撮像する第 4 の画像を撮像する際のぶれ補正量を、更新された前記被写体距離に基づいて設定する、

請求項 2 または 5 に記載の撮像システム。

[請求項9] 前記画像処理装置は、検出した前記第 2 の距離が予め定められた範囲を超えている場合に警告信号を出力する、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の撮像システム。

[請求項10] 前記撮像システムの移動速度を検出する速度検出装置を備える、

請求項 1 から 9 のいずれか 1 つに記載の撮像システム。

[請求項11]

前記ぶれ補正装置は、

環境光が撮像対象で反射した光を撮像装置の方向へ全反射するミラーと、

前記ミラーを回動駆動するミラー駆動部と、を備え、

前記ぶれ補正量は、前記ミラーの回動角度に対応する、

請求項 1 から 10 のいずれか 1 つに記載の撮像システム。

[請求項12]

前記撮像装置は、前記撮像素子と一体化された光学系レンズを有し、

前記ぶれ補正装置は、一体化された前記光学系レンズと前記撮像素子とを回動駆動する駆動部を備え、

前記ぶれ補正量は、前記駆動部の回動角度に対応する、

請求項 1 から 11 のいずれか 1 つに記載の撮像システム。

[請求項13]

前記撮像装置は、前記撮像素子に焦点が合わせられた光学系レンズを有し、

前記ぶれ補正装置は、前記光学系レンズ及び前記撮像素子を前記撮像素子の撮像面内の方向に並進駆動する並進駆動機構を備え、

前記ぶれ補正量は前記光学系レンズの並進量に対応する、

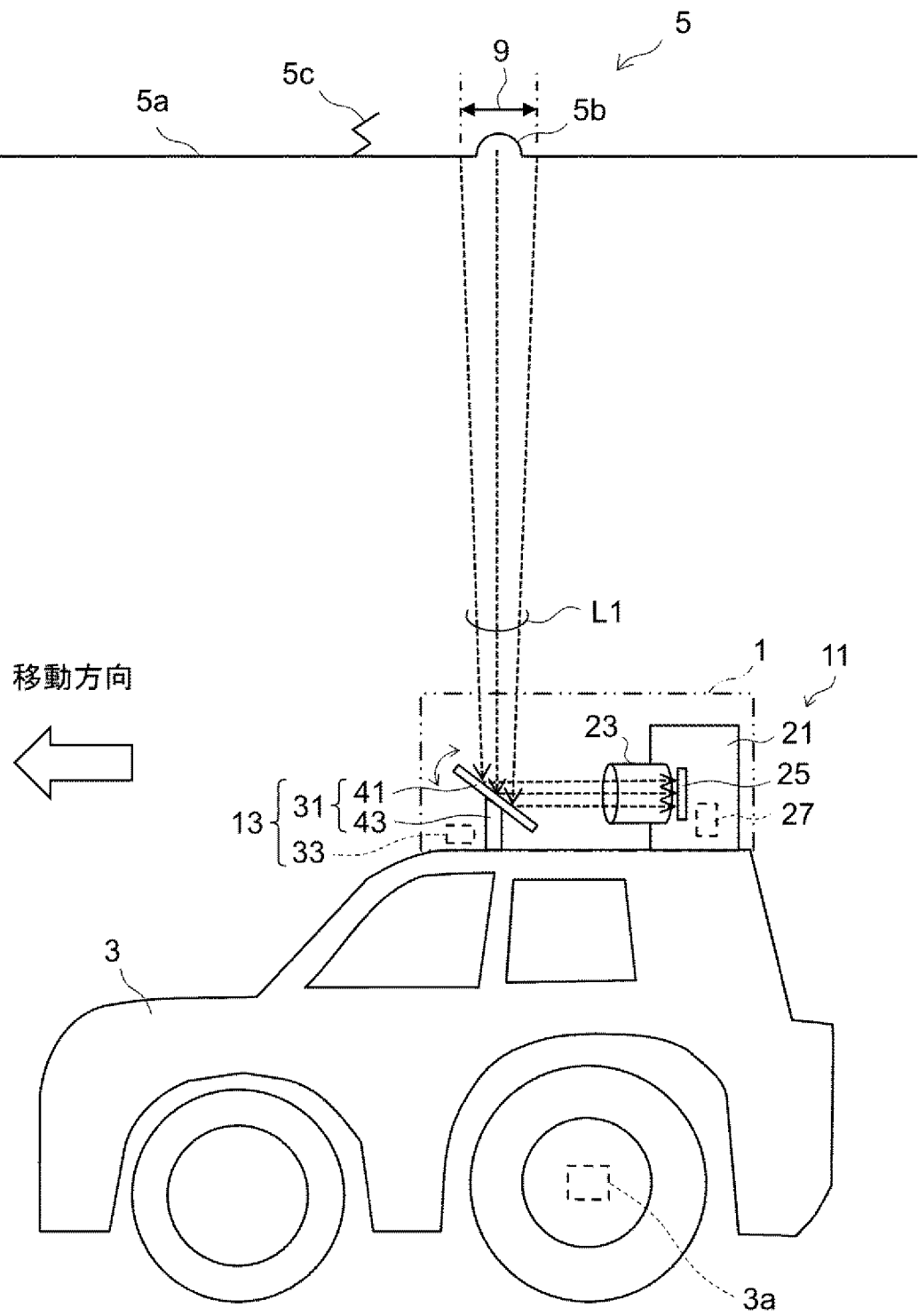
請求項 1 から 11 のいずれか 1 つに記載の撮像システム。

[請求項14]

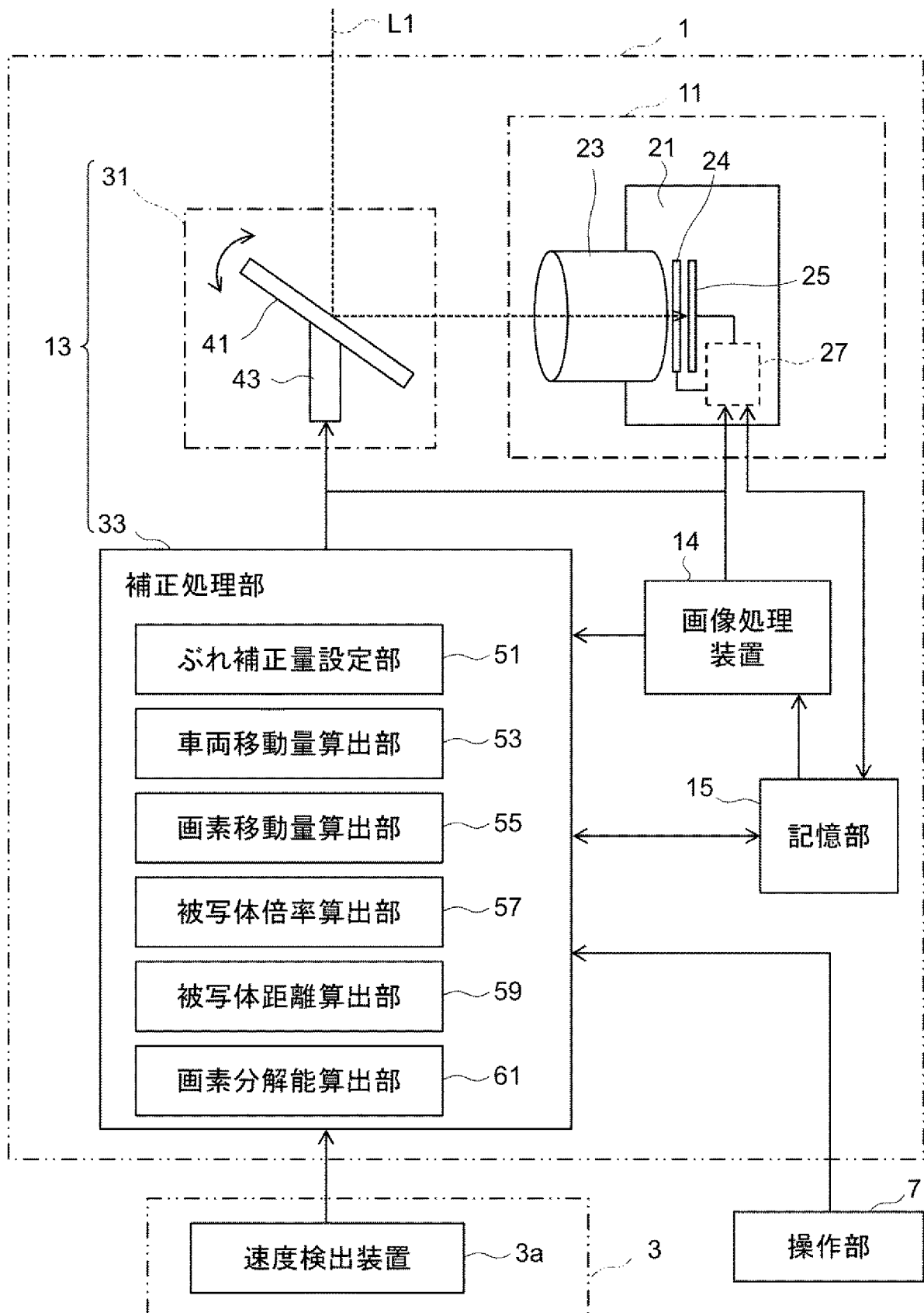
請求項 1 から 13 のいずれか 1 つの撮像システムを備える、移動体

。

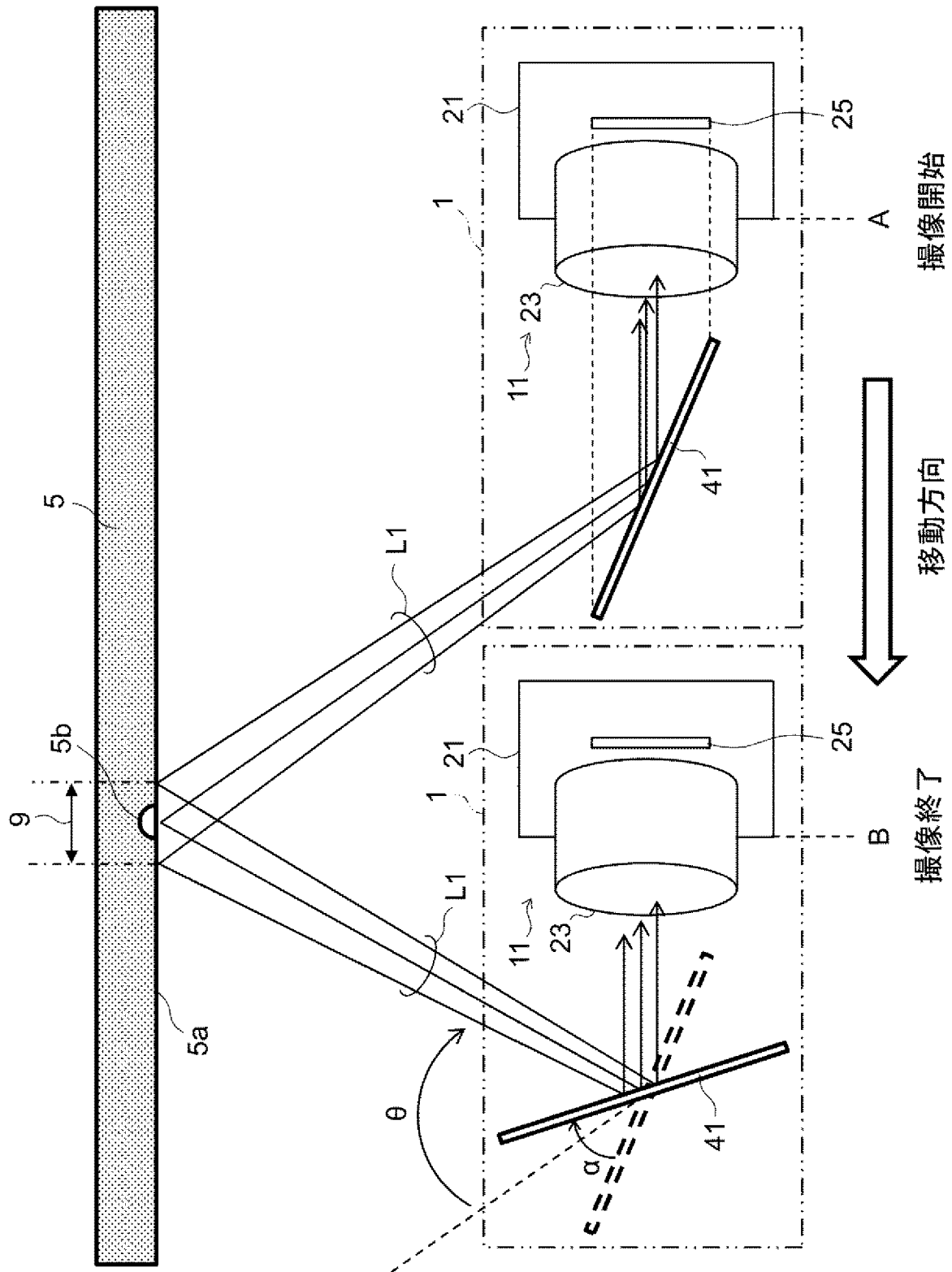
[図1]



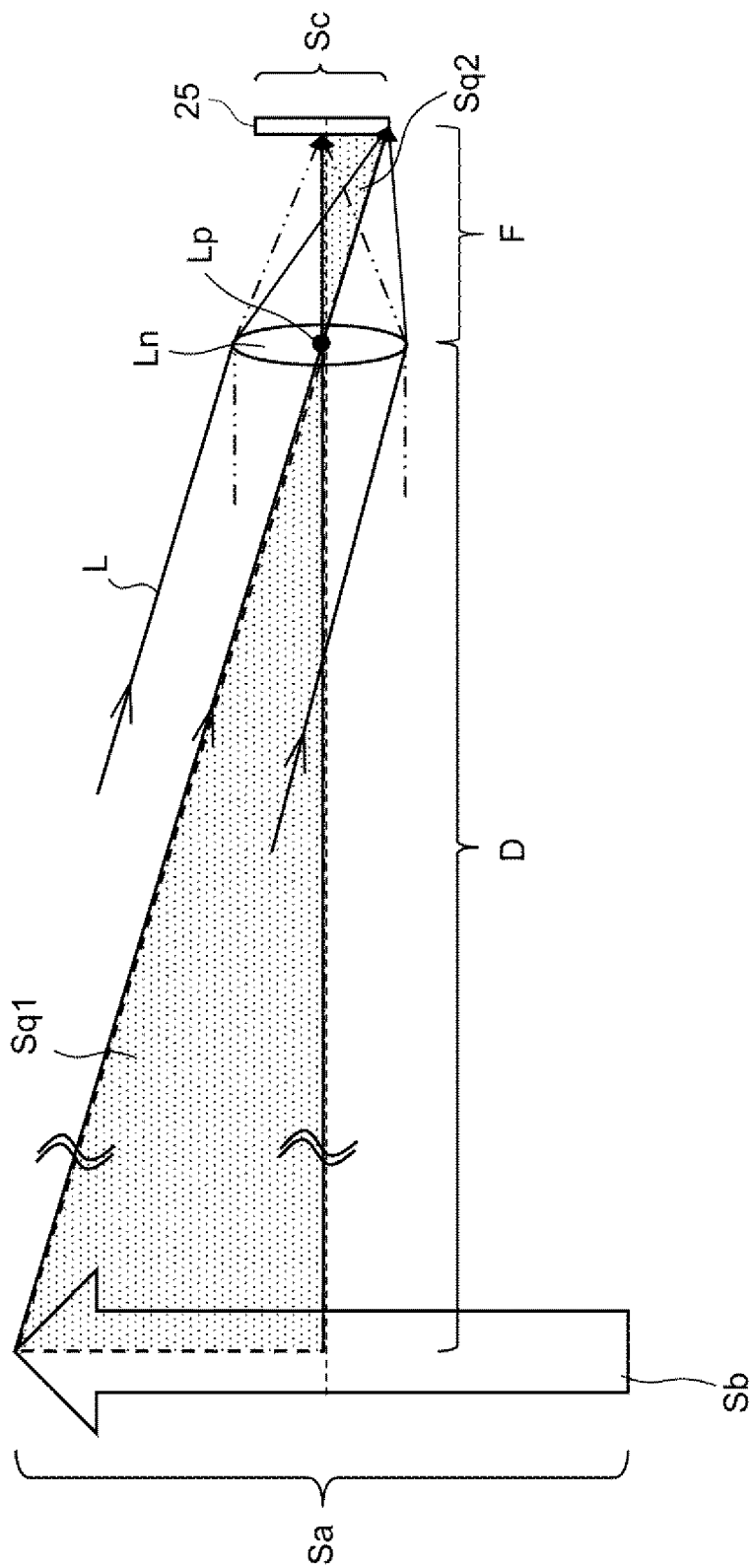
[図2]



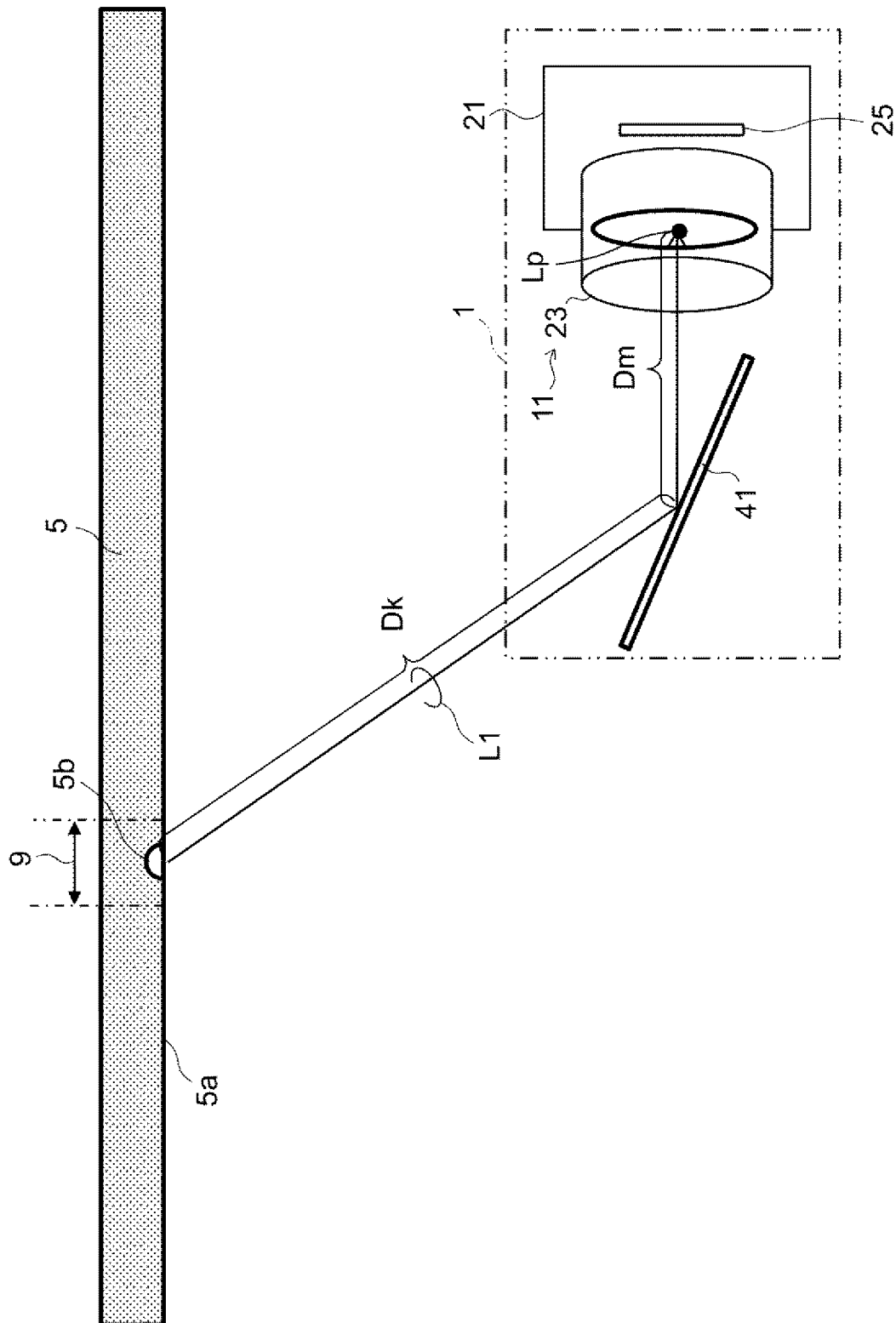
[図3A]



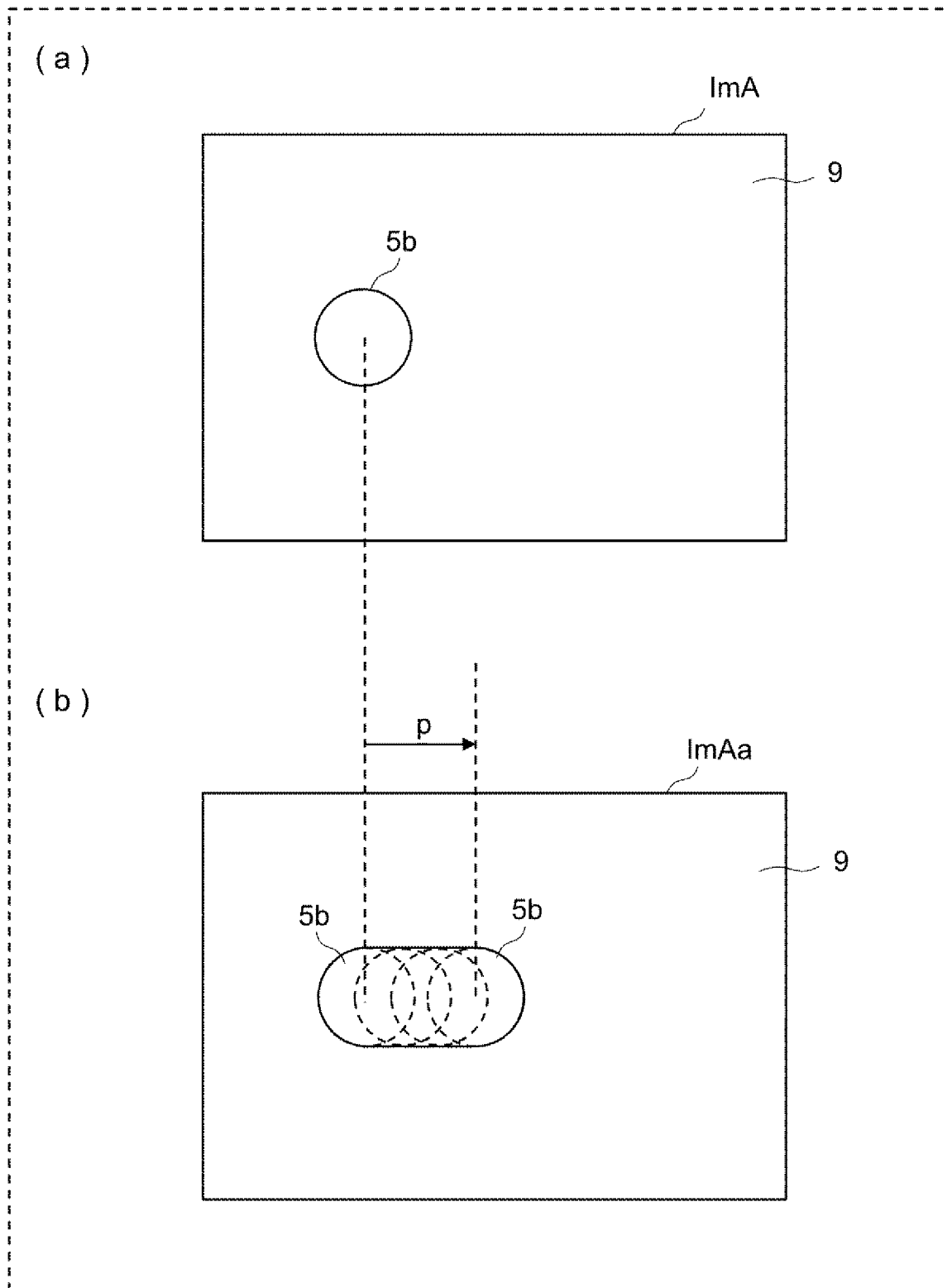
[図3B]



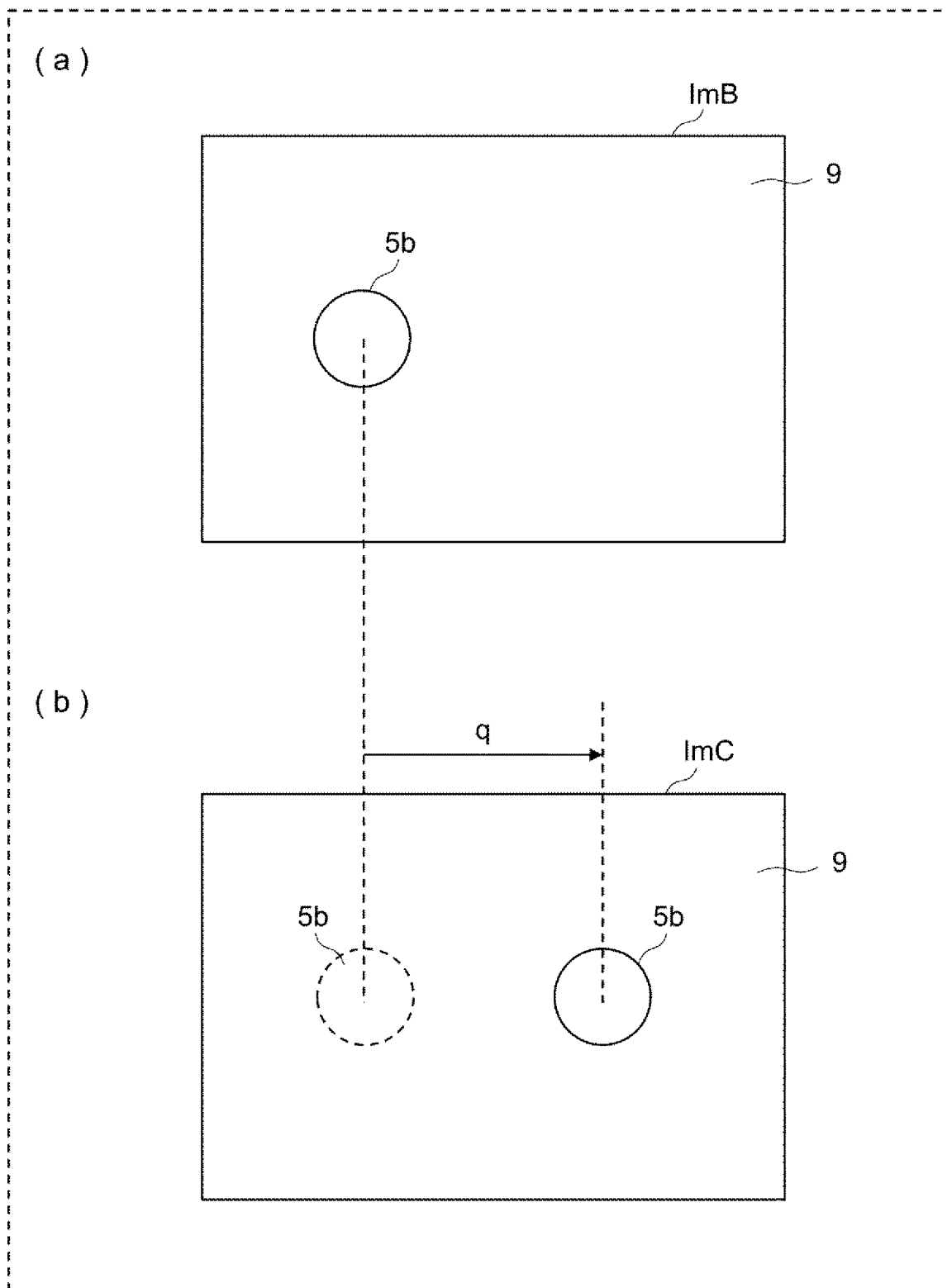
[図3C]



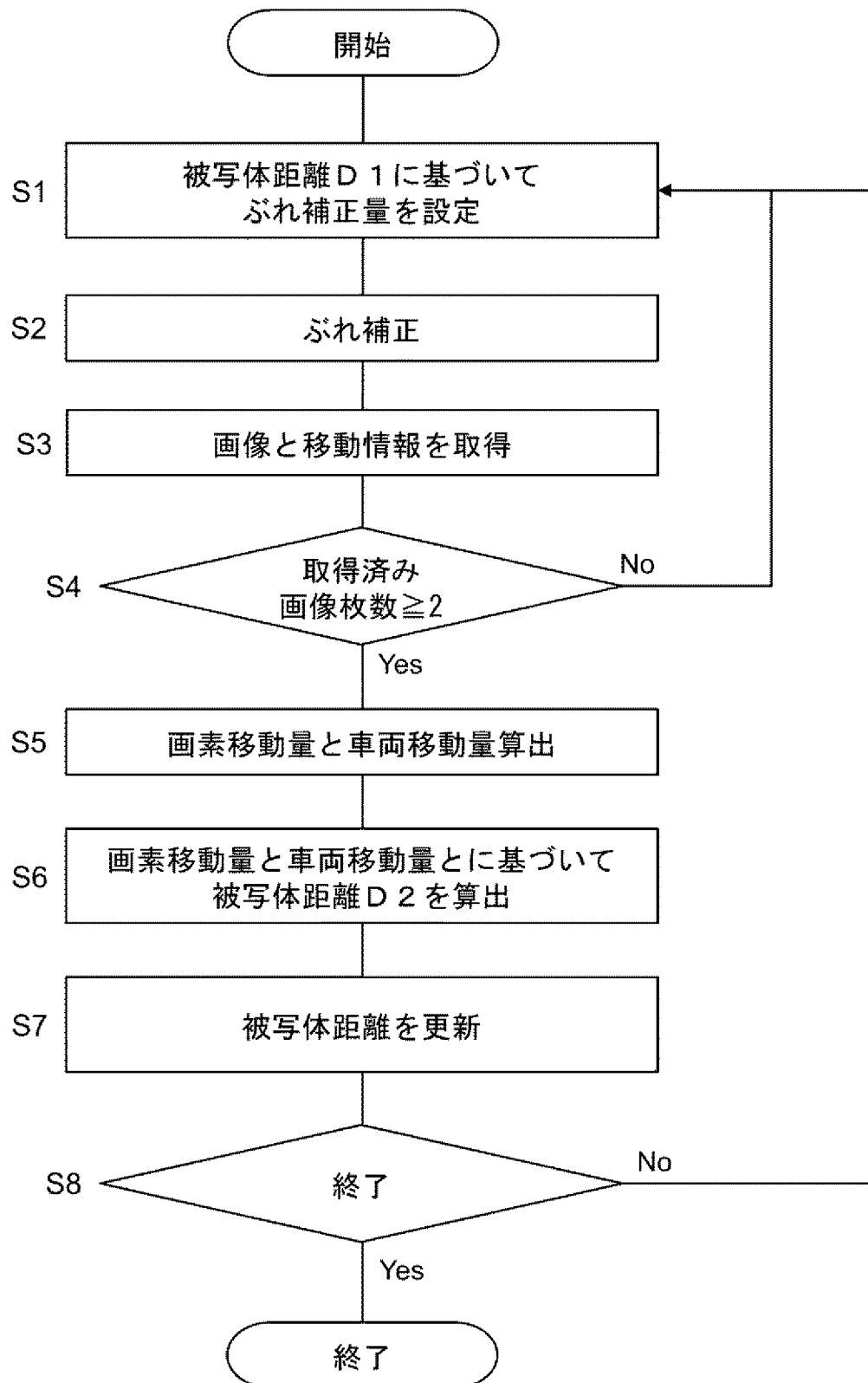
[図4]



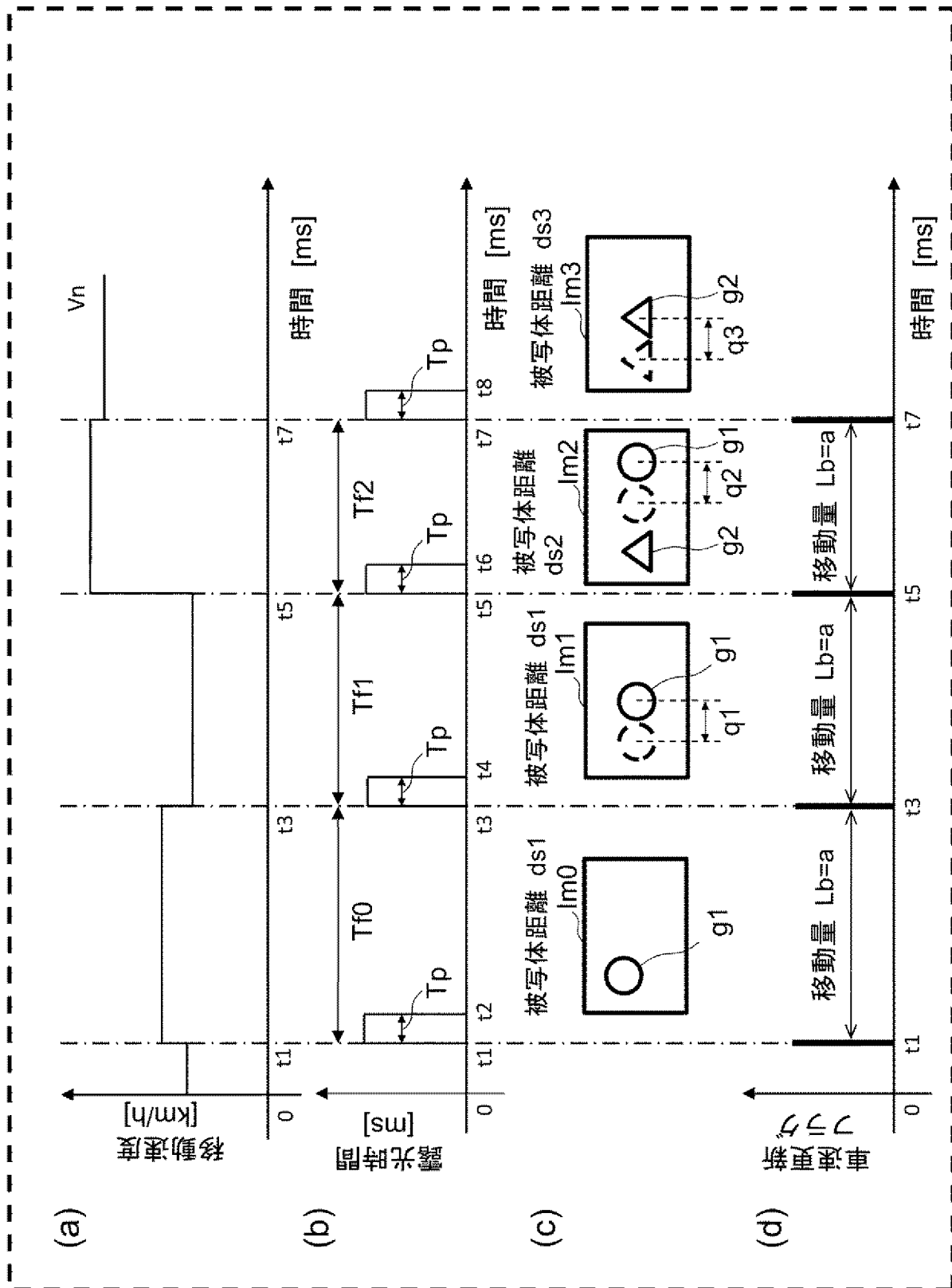
[図5]



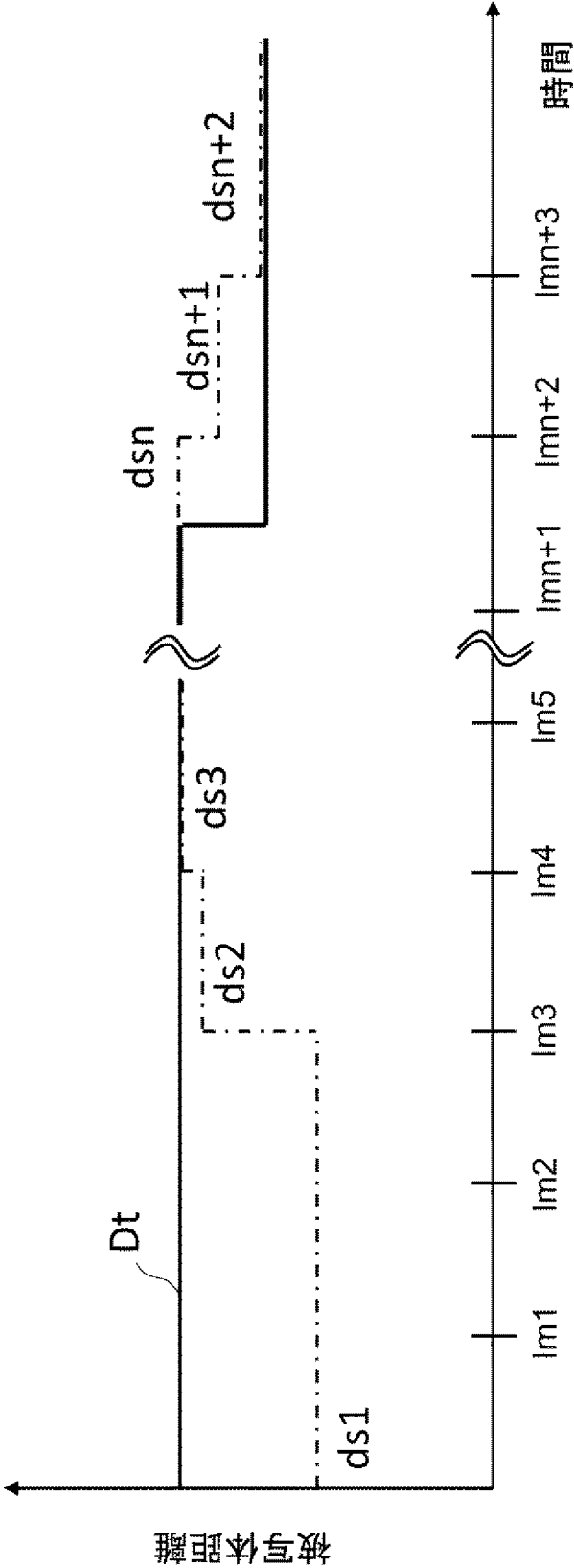
[図6]



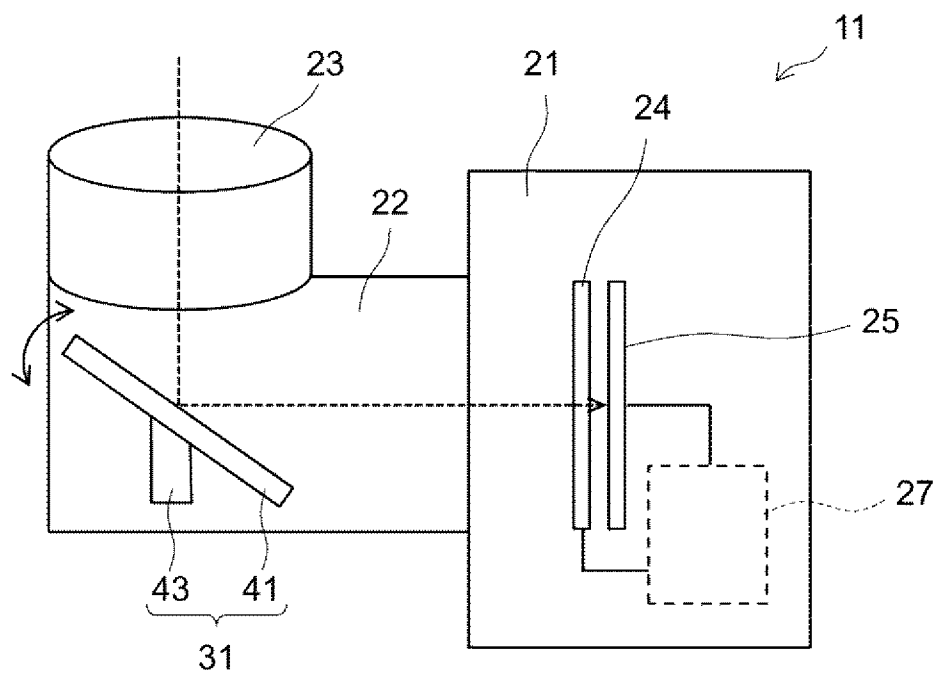
[図7]



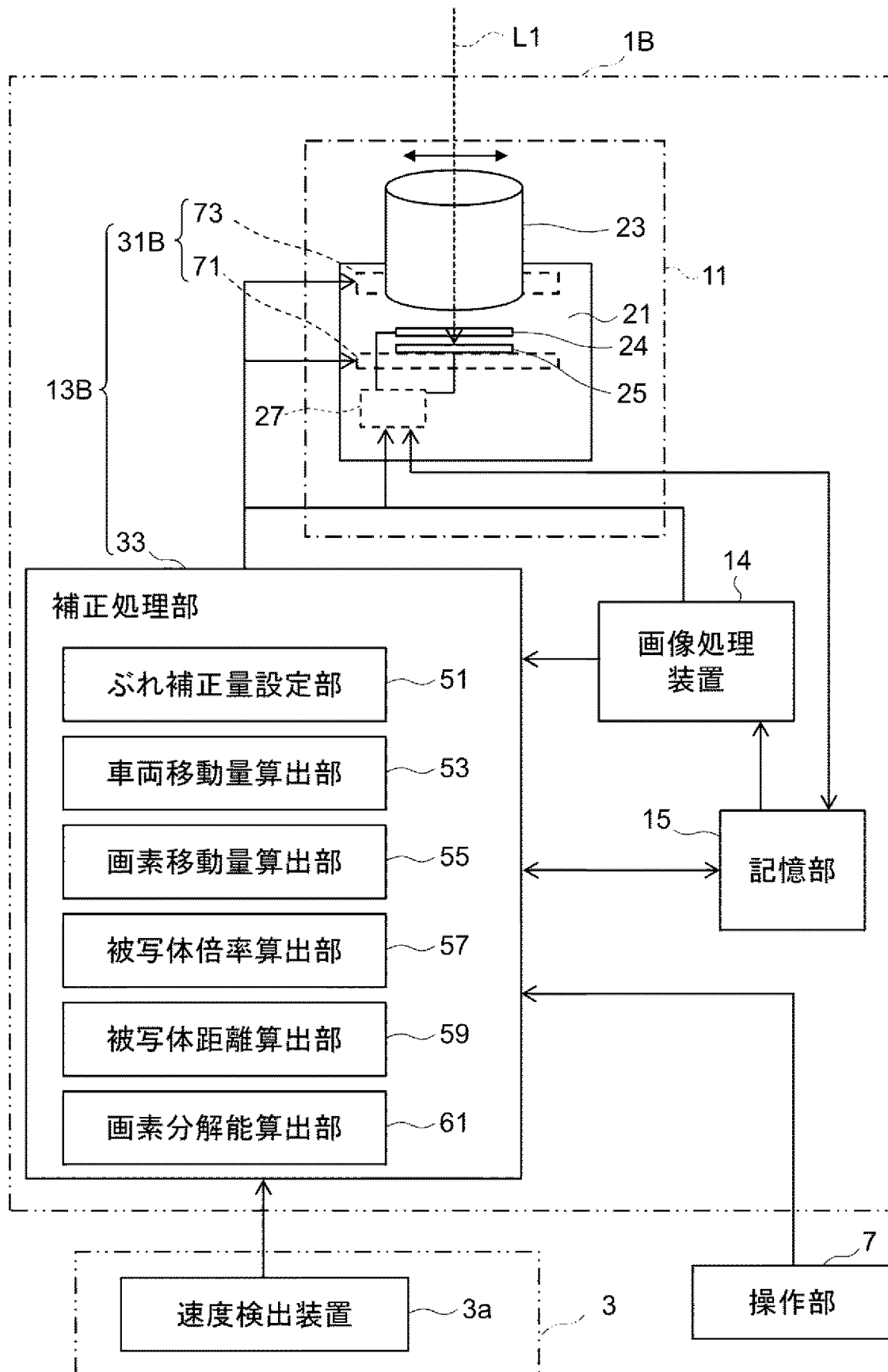
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/026044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 5/232(2006.01)i; **G03B 5/00**(2021.01)i; **G03B 5/04**(2021.01)i; **G03B 15/00**(2021.01)i; **H04N 5/225**(2006.01)i
 FI: H04N5/232 480; H04N5/232 290; H04N5/225 400; G03B15/00 V; G03B15/00 T; G03B5/04; G03B5/00 J

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)

H04N5/232; G03B5/00; G03B5/04; G03B15/00; H04N5/225

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2007-20109 A (OLYMPUS IMAGING CORP.) 25 January 2007 (2007-01-25) paragraphs [0002], [0163], [0182]	1-14
A	JP 2005-318568 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 10 November 2005 (2005-11-10) paragraphs [0031], [0032]	1-14
A	JP 2012-128356 A (NIKON CORP.) 05 July 2012 (2012-07-05) paragraphs [0040]-[0043], [0054], [0055]	1-14
A	WO 2020/189224 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP.) 24 September 2020 (2020-09-24) paragraphs [0018]-[0056], [0148]	1-14
A	JP 2003-207813 A (RICOH CO., LTD.) 25 July 2003 (2003-07-25) paragraphs [0011]-[0016], [0084], [0085]	1-14

☐ 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

01 September 2022

Date of mailing of the international search report

13 September 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/026044

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2007-20109	A	25 January 2007	(Family: none)	
JP	2005-318568	A	10 November 2005	US 2005/0225645 A1 paragraphs [0049], [0050]	
JP	2012-128356	A	05 July 2012	(Family: none)	
WO	2020/189224	A1	24 September 2020	US 2022/0159163 A1 paragraphs [0034]-[0069], [0163] CN 113396578 A	
JP	2003-207813	A	25 July 2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 5/232(2006.01)i; G03B 5/00(2021.01)i; G03B 5/04(2021.01)i; G03B 15/00(2021.01)i; H04N 5/225(2006.01)i FI: H04N5/232 480; H04N5/232 290; H04N5/225 400; G03B15/00 V; G03B15/00 T; G03B5/04; G03B5/00 J		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04N5/232; G03B5/00; G03B5/04; G03B15/00; H04N5/225 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 2007-20109 A（オリンパスイメージング株式会社）25.01.2007（2007-01-25） 段落[0002], [0163]-[0182]	1-14
A	JP 2005-318568 A（富士写真フイルム株式会社）10.11.2005（2005-11-10） 段落[0031]-[0032]	1-14
A	JP 2012-128356 A（株式会社ニコン）05.07.2012（2012-07-05） 段落[0040]-[0043], [0054]-[0055]	1-14
A	WO 2020/189224 A1（ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社）24.09.2020 （2020-09-24） 段落[0018]-[0056], [0148]	1-14
A	JP 2003-207813 A（株式会社リコー）25.07.2003（2003-07-25） 段落[0011]-[0016], [0084]-[0085]	1-14
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 01.09.2022		国際調査報告の発送日 13.09.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 高野 美帆子 5P 9849 電話番号 03-3581-1101 内線 3581

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/026044

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2007-20109	A	25.01.2007	(ファミリーなし)	
JP	2005-318568	A	10.11.2005	US 2005/0225645 A1	
				段落[0049]-[0050]	
JP	2012-128356	A	05.07.2012	(ファミリーなし)	
WO	2020/189224	A1	24.09.2020	US 2022/0159163 A1	
				段落[0034]-[0069], [0163]	
				CN 113396578 A	
JP	2003-207813	A	25.07.2003	(ファミリーなし)	