

(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12月7日(07.12.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/234356 A1

(51) 国際特許分類:

H04N 23/695 (2023.01) *G03B 17/17* (2021.01)
G03B 5/00 (2021.01) *H04N 23/667* (2023.01)
G03B 15/00 (2021.01) *H04N 23/68* (2023.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/020299

(22) 国際出願日: 2023年5月31日(31.05.2023)

(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 2022-089866 2022年6月1日(01.06.2022) 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]; 〒5710057
大阪府門真市元町 2 2 番 6 号 Osaka (JP).

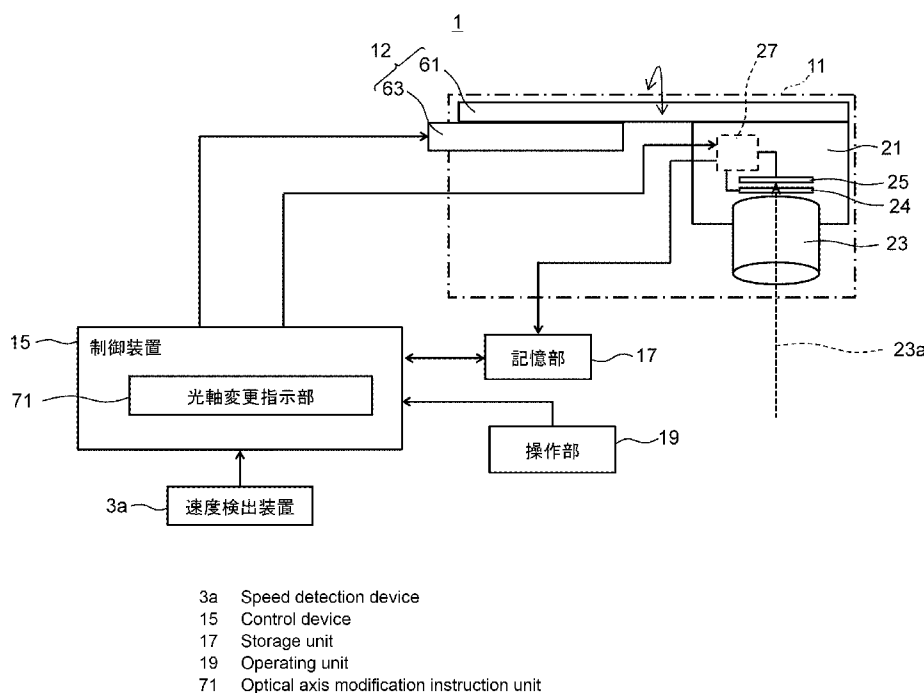
(72) 発明者: 松井 智司 (MATSUI, Satoshi). 勝山
範一 (KATSUYAMA, Norikazu).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, 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,

(54) Title: IMAGING SYSTEM AND MOBILE OBJECT 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



3a Speed detection device
15 Control device
17 Storage unit
19 Operating unit
71 Optical axis modification instruction unit

(57) Abstract: This imaging system is provided with: an imaging device disposed on a mobile object; an optical axis modification mechanism that, when the imaging device performs imaging as the mobile object is moving in a first direction, modifies the optical axis of the imaging device from a state of a first optical axis of the imaging device when a first image is taken, to states of k optical axes, k being an integer of two or more, so that the optical axis of the imaging device is modified to a state of a second optical axis displaced in a second direction intersecting the first direction when a second

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

image is taken, thereby modifying the optical axis of the imaging device successively in the second direction; and a control device that activates the optical axis modification mechanism. The control device activates the optical axis modification mechanism between an imaging timing for an r th image and an imaging timing for an $r+1$ th image after the imaging device captured the r th image where the condition $2 \leq r \leq n$ is satisfied for a total number n of images taken.

(57) 要約: 撮像システムは、移動体に配置された撮像装置と、移動体が第1方向に移動中において撮像装置が撮像する際に、1枚目の撮像の際の撮像装置の第1光軸の状態から、2枚目の撮像時に第1方向と交差する第2方向に変位した第2光軸の状態へと撮像装置の光軸を変更させるように、撮像装置の光軸を2以上の整数である k 個の光軸の状態に変更させて、撮像装置の光軸を順次第2方向へ変更させる光軸変更機構と、光軸変更機構を動作させる制御装置と、を備える。制御装置は、撮像装置が撮像総枚数 n 枚において $2 \leq r \leq n$ の条件を満たす r 枚目の画像を撮像した後に r 枚目の撮像タイミングと $r+1$ 枚目の撮像タイミングとの間で、光軸変更機構を動作させる。

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、移動体に固定され、移動体の移動中に撮像する撮像システム、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。

[0003] 例えば、特許文献1は、車両に設置されたカメラにより、移動しながら対象領域の画像を撮像している。また、車両の走行速度が速い場合カメラ移動によるぶれが発生するが、特許文献1では、これに対して、サッカードミラーの技術を用いて移動ぶれを補正している。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動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、高解像度の画像を撮像する場合、焦点距離の長いレンズを用いることになり、画角が小さくなるので撮像範囲が狭くなる。

[0006] 本開示は、撮像範囲を拡大することが可能な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、移動体に配置された撮像装置と、移動体が第1

方向に移動中において撮像装置が撮像する際に、1枚目の撮像の際の撮像装置の第1光軸の状態から、2枚目の撮像時に第1方向と交差する第2方向に変位した第2光軸の状態へと撮像装置の光軸を変更させるように、撮像装置の光軸を2以上の数である k 個の光軸の状態に変更させて、撮像装置の光軸を順次第2方向へ変更させる光軸変更機構と、光軸変更機構を動作させる制御装置と、を備える。制御装置は、1枚目の撮像タイミングと2枚目の撮像タイミングとの間、及び、撮像装置が撮像総枚数 n 枚において $2 \leq r \leq n$ の条件を満たす r 枚目の画像を撮像した後に r 枚目の撮像タイミングと $r+1$ 枚目の撮像タイミングとの間で、光軸変更機構を動作させる。

[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、撮像範囲を拡大することが可能な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]実施形態1における撮像システムを備える車両を説明するための図
[図2]実施形態1における撮像システムの内部構成を示すブロック図
[図3]2つの光軸の状態におけるそれぞれの撮像装置の状態を説明する説明図
[図4]第1撮像モードでの撮像画像を示す説明図
[図5]第2撮像モードでの撮像画像を示す説明図
[図6]2つの光軸の状態の撮像装置による撮像拡大範囲を説明する説明図
[図7]実施形態1における撮像処理を示すフローチャート
[図8]実施形態1における移動速度の変化と露光時間のタイミングと光軸変更との関係を示すグラフ
[図9]撮像モードの変形例を示す図
[図10]撮像モードの変形例を示す図
[図11]実施形態2における2つの光軸の状態の撮像装置による撮像拡大範囲を説明する説明図

[図12A]実施形態3における撮像システムを備える車両を説明するための図

[図12B]実施形態3における2つの光軸の状態におけるそれぞれの撮像装置の状態を説明する説明図

[図13]実施形態3における撮像システムの内部構成を示すブロック図

[図14]撮像システムのぶれ補正を説明する説明図

[図15]実施形態3における撮像処理を示すフローチャート

[図16]実施形態3における移動速度の変化と露光時間のタイミングと光軸変更との関係を示すグラフ

[図17]実施形態4における撮像システムの内部構成を示すブロック図

[図18]実施形態4における撮像処理を示すフローチャート

[図19]実施形態4における撮像システムの内部構成を示すブロック図

[図20]実施形態5における撮像処理を示すフローチャート

[図21]実施形態5の変形例における撮像処理を示すフローチャート

発明を実施するための形態

[0011] (実施形態1)

以下、実施形態1について、図面を参照しながら説明する。実施形態1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。実施形態1の撮像システム1は、一例として道路を撮像するために配置されている。

[0012] [1-1. 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、道路4上を走行している。道路4には、例えば、穴4bやひび割れ4cが発生している。この他にも撮像した画像から、路面に発生したポットホール、わだち掘れ等を画像処理により検出することができる。

[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、道路 4 の他にも、トンネルの内壁や、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 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 の下方の道路 4 の画像を撮像するように固定されている。

[0015] 図 1 及び図 2 に示すように、撮像システム 1 は、速度検出装置 3 a と、撮像装置 1 1 と、光軸変更機構 1 2 と、制御装置 1 5 と、を備える。撮像装置 1 1 は車両 3 の周囲の画像を撮像し、実施形態 1 では道路 4 の路面を撮像する。撮像装置 1 1 は、カメラ本体 2 1 と、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。

[0016] 速度検出装置 3 a は車両 3 に配置され、車両 3 の移動速度を検出する。これにより、車両 3 が移動中であることも検出することができる。実施形態 1 において、速度検出装置 3 a は、車両 3 の車軸の一定の回転量（回転角度）ごとにパルス信号の ON/OFF が切り替わる車速パルス信号に基づいて移動速度を検出する。速度検出装置 3 a は検出した移動速度とともに車速パルス信号を制御装置 1 5 へ送る。速度検出装置 3 a は、このような形態以外にも例えば、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ってもよい。移動速度の検出は車速パルス信号に基づいて制御装置 1 5 が行ってもよい。

[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。レンズ 2 3 の向きは、直接、被写体である道路 4 に向けられている。カメラ本体 2 1 とレンズ 2 3 は一体型でもよい。撮像素子 2 5 は、受光した光を強度に応じて電気信号に変換し、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。

- [0018] カメラ制御部 27 は、制御装置 15 から露光指示の信号を受信している間、シャッター 24 を開ける。シャッター 24 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。カメラ本体 21 は、ベース 61 に支持される。ベース 61 は回動可能に車両 3 の上面に支持される。
- [0019] 光軸変更機構 12 は、車両 3 が +X 軸方向である第 1 方向に移動中において撮像装置 11 が撮像する際に、撮像装置 11 のレンズ 23 において、1 枚目の撮像の際に道路 4 へ垂直に向かう第 1 光軸 23 a b の状態から、2 枚目の撮像の際に第 1 方向と交差する +Y 軸方向である第 2 方向に傾斜した第 2 光軸 23 a c の状態へとレンズ 23 の光軸を変更させる。光軸変更機構 12 は、ベース 61 と回動駆動部 63 とを備える。なお、光軸変更機構 12 は、光軸変更として、光路を回動する他に、レンズ 23 の主点 23 b とは異なる箇所を回動中心に撮像装置 11 を回動させてもよいし、撮像装置 11 を平行に並進させてもよい。
- [0020] ベース 61 は、カメラ本体 21 を支持する。なお、撮像装置 11 は、カメラ本体 21 とレンズ 23 と光軸変更機構 12 とが一体となった構成でもよい。例えば、カメラ本体 21 とレンズ 23 とを横方向に回動するパン機能を有する撮像装置 11 でもよい。
- [0021] 回動駆動部 63 は、制御装置 15 からの回動指示に基づいてベース 61 を回動駆動する。回動駆動部 63 は、例えば、モータとギアで構成される。ベース 61 の回動に伴って、カメラ本体 21 及びミラー 41 も共に回動する。なお、光軸変更機構 12 は、例えば、回転ステージを備えて、回転ステージによって撮像装置 11 を回動させてもよい。
- [0022] 図 3 を参照する。図 3 は 2 種類の光軸のそれぞれの状態の撮像装置 11 を説明する説明図であり、図 3 (a) は、レンズ 23 が第 1 光軸 23 a b の状態である第 1 状態 C1 の撮像装置 11 を示す説明図であり、図 3 (b) は、レンズ 23 が第 2 光軸 23 a c の状態である第 2 状態 C2 の撮像装置 11 を示す説明図である。回動駆動部 63 の駆動により、撮像装置 11 は、図 3 (a) に示す第 1 状態 C1 と、図 3 (b) に示す第 2 状態 C2 とに変位可能で

ある。光軸変更機構 12 は、例えば、レンズ 23 の主点 23b を回転中心として、撮像装置 11 を回転させる。これにより、図 4 に示す様に、撮像装置 11 の撮像範囲を第 2 方向に拡大することができる。

[0023] 例えば、撮像装置 11 が第 1 状態 C1 のときに 1 枚目の画像 Im1（図 4 参照）を撮像し、画像 Im1 の撮像が終了した後に、撮像装置 11 が第 2 状態 C2 に変動して画像 Im2 を撮像する。画像 Im2 の撮像が終了した後に、レンズ 23 の光軸 23a を第 1 光軸 23ab へ Y 軸方向である第 3 方向に変動させることで撮像装置 11 が第 1 状態 C1 に変動して画像 Im3 を撮像する。このように、撮像装置 11 が第 1 状態 C1 と第 2 状態 C2 とに交互に変動しながら道路 4 を撮像することで、4 枚目の画像 Im4、5 枚目の Im5、6 枚目の画像 Im6 と撮像することで道路 4 の第 2 方向をより広範囲に撮像することができる。このように撮像装置 11 を変動して撮像するモードを第 1 撮像モードとする。

[0024] 第 1 撮像モードにおいて、3 枚目に撮像した画像 Im3 における移動方向と反対側の端部領域 Im3a は、1 枚目に撮像した画像 Im1 における移動方向の端部領域 Im1a と重なるように撮像される。また、1 枚目に撮像した画像 Im1 における第 2 方向（+Y 軸方向）の端部領域 Im1b と、2 枚目に撮像した画像 Im2 の第 3 方向（-Y 軸方向）の端部領域 Im2b とが重なるように撮像される。また、2 枚目に撮像した画像 Im2 の第 3 方向（-Y 軸方向）の端部領域 Im2b と、3 枚目に撮像した画像 Im3 における第 2 方向（+Y 軸方向）の端部領域 Im3b と、が重なるように撮像される。このように、1 枚目に撮像した画像 Im1 と 3 枚目に撮像した画像 Im3 とが共通の撮像領域を有し、さらに、1 枚目に撮像した画像 Im1、2 枚目に撮像した画像 Im2、3 枚目に撮像した画像 Im3 において、それぞれ共通の撮像領域を有する。同様に、画像 Im4、Im5、Im6 を順次撮像することで、それぞれ隣接する画像において重なる撮像領域を有することができる。また、隣接する画像において、それぞれ、隙間無く道路 4 を撮像してもよい。どちらにしても、画像間の撮像漏れを防止することができる。

[0025] また、撮像システム 1 は、撮像装置 11 を変動することなく、第 1 状態 C1 を維持しながら画像 1m1 から 1m6 まで撮像する第 2 撮像モードを有してもよい。この場合、図 5 に示す様に、一列状に連続して撮像画像を取得することができる。なお、図 5 ではわかりやすくするために画像 1m1 ~ 1m6 の Y 軸方向の幅が異なるが、実際の幅はどれも同じである。また、第 2 撮像モードにおいて、例えば、画像 1m2 の撮像領域は、画像 1m1 と画像 1m3 の撮像領域に全て含まれるので、画像 1m2 を撮像しなくてもよい。つまり、画像 1m1、1m3、1m5 と 1 枚飛ばしに撮像してもよい。

[0026] 図 6 を参照して、第 1 撮像モードにおける、撮像範囲の拡大量について説明する。図 6 は、撮像範囲の拡大量を説明する説明図であり、図 6 (a) は、光軸変更前 ($\Phi = 0^\circ$) の状態を示す説明図であり、図 6 (b) は、光軸変更後 ($\Phi = 5^\circ$) の状態を示す説明図である。図 6 では、説明をわかりやすくするために、レンズ 23 の主点 23b の延長線 LE1 (撮像面の延長線) と撮像対象面の延長線 LE2 間の距離について説明する。実施形態 1 において撮像対象面は、道路 4 の路面である。

[0027] 撮像素子 25 の横方向のサイズが 7.03 [mm]、レンズ 23 の焦点距離 F が 35 [mm]、撮像装置 11 の光軸が初期位置 (光軸変更角 $\Phi = 0$) のときにおける道路 4 までの距離である第 1 被写体距離 D1 が 1.7 [m] とすると、画角 a が 11.47 [deg] であり、横方向撮像範囲 W1 (= $2 \times WL1$) が 0.34 [m] になる。横方向撮像範囲 W1 は、下記の (1) 式により算出される。

$$W1 = 2 \times WL1 = 2 \times D1 \times \tan(a/2) \cdots (1) \text{ 式}$$

[0028] 拡大量 WL2 は、光軸変更角 Φ を用いて下記の (2) 式により算出される。光軸変更角 Φ は、第 1 光軸 23ab から光軸変更により回動された角度である。

$$WL2 = D1 \times \tan\{(\Phi + (a/2))\} - D1 \times \tan(a/2) \cdots (2) \text{ 式}$$

光軸変更角 Φ が 5 [deg] の場合、拡大量 WL2 が 0.15 [m] とな

り、撮像範囲が横方向に約44%拡大される。

[0029] ここで、光軸変更角 $\phi \leq$ 画角 a である。これにより、第1光軸23abの状態では撮像した画像と第2光軸23acの状態では撮像した画像とを隙間無く連続させるか、互いに重なり領域を有することができる。光軸変更角 ϕ は、ユーザによる操作部19から指定される予め定められた角度でもよいし、撮像対象領域9までの距離と撮像装置11の画角 a によって制御装置15が決定してもよい。

[0030] 図2を参照する。制御装置15は、撮像装置11の露光時間と光軸変更機構12の駆動を制御し、1枚目の撮像タイミングと2枚目の撮像タイミングとの間で、光軸変更機構12を動作させる。制御装置15は、半導体素子などで実現可能な回路である。制御装置15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。制御装置15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。制御装置15は、記憶部17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。

[0031] 制御装置15は、光軸変更指示部71を有する。光軸変更指示部71は、例えば、速度検出装置3aによる車両3の速度検出を受信したタイミングまたは一定のフレームレートの撮像装置11の撮像タイミングに応じて、光軸変更機構12の回動駆動部63に光軸の状態の変更を指示する。

[0032] 制御装置15は、カメラ制御部27へ露光制御信号を送信する。露光制御信号は、露光を指示するON信号としてのHi信号と、露光を指示しないOFF信号としてのLow信号との2種類の信号を有する。なお、一定のフレームレートで撮像する場合は、制御装置15の代わりにカメラ制御部27が露光制御してもよい。

[0033] 記憶部17は、制御装置15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17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

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。

[0034] 操作部 19 は、制御装置 15 にユーザが指示をするための入力装置である。操作部 19 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 19 として携帯端末を用いる場合、操作部 19 と制御装置 15 とは無線通信によりデータの送受信を行う。ユーザは、操作部 19 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、山の斜面や道路などの屋外の明るい領域かを制御装置 15 へ指示してもよいし、撮像間隔 T_f を指示してもよい。撮像間隔 T_f は、現在の画像を撮像終了したタイミングと次の画像の撮像終了したタイミングまでの間の時間であり、動画撮像の場合 1 フレームの時間であり、静止画撮像の場合撮像する画像の撮影時刻の時間間隔である。なお、図 8 において、撮像間隔 T_f として 1 枚ごとの撮像間隔 T_{f1} 、 T_{f2} を例示し、露光時間 T_p として 1 枚ごとの露光時間 T_{p1} 、 T_{p2} 、 T_{p3} を例示している。露光時間 T_{p1} 、 T_{p2} 、 T_{p3} は、それぞれ、撮像開始の時間 t_1 、 t_3 、 t_5 から撮像終了の時間 t_2 、 t_4 、 t_6 までの時間である。動画撮像の場合はフレームレート（1 秒間あたりの撮像枚数）を指定してもよい。また、ユーザは、操作部 19 を用いて、光軸変更機構 12 を動作させる第 1 撮像モードと、光軸変更機構 12 を動作させない第 2 撮像モードとの切り替えを制御装置 15 へ指示してもよい。

[0035] [1-2. 撮像システムの動作]

次に、図 7 及び図 8 を参照して撮像システム 1 の動作を説明する。図 7 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 8 は、露光時間と光軸変更のタイミングとの関係を示すグラフである。図 8 (a) は車速の時間変化を示すグラフであり、図 8 (b) は露光制御信号の出力タイミングを示すグラフであり、図 8 (c) は光軸変更角 ϕ の時間変化を示すグラフである。図 7 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。

[0036] ステップ S1 において、ユーザは、カメラ本体 21 の撮像素子 25 から撮

像対象の道路4の路面までの被写体距離を予め測定しておき、測定された被写体距離を操作部7を用いて制御装置15に設定する。また、撮像する道路の区間を設定することで、例えば、制御装置15は、GPS情報及び走行距離を基に、設定された区間の道路を走行したか判定することができる。

[0037] ステップS2において、車両3が走行を始め、速度検出装置3aが車両3の移動速度を検出する。検出した移動速度が制御装置15へ送られる。実施形態1では、速度検出装置3aが速度を検出することに同期して撮像を行うが、予め定められた周期で撮像してもよいし、ユーザが操作部19により撮像周期を設定してもよい。車速パルスに露光を同期する場合、例えば、車両3の移動距離が40cm間隔で速度を検出すると、走行速度が60km/hの場合、フレームレートが約40fpsになる。また、速度検出装置3aは、正確な移動速度を検出する必要はなく、車両が移動中であることを検出する構成であってもよい。そして、検出した移動状態が制御装置15へ送られる。制御装置15は、ユーザによる操作部19からの撮像開始の指示に加えて、車両3が移動状態であることを検出した上で、撮影を行ってもよい。なお、速度検出装置3aの仕様に応じて速度検出の距離間隔は変更してもよい。

[0038] ステップS3において、制御装置15の光軸変更指示部71が、次に撮像する撮像枚数が2枚目以上の場合、光軸変更機構12の回動駆動部63へ回動指示する。これにより、撮像装置11の撮像方向が変更される。撮像画像1枚目の場合は、光軸変更指示部71は回動駆動部63へ回動指示しなくてもよい。この場合、撮像装置11の光軸は初期位置（光軸変更角 $\Phi=0$ ）に位置している。実施形態1において、1枚目の画像1m1を撮像後は、第1時間 T_{m1} の間に撮像装置11の光軸が固定され、第2時間 T_{m2} の間に撮像装置11の光軸が回動されている。図8において、第1時間 T_{m1} として T_{m1a} 、 T_{m1b} を例示し、第2時間 T_{m2} として T_{m2a} 、 T_{m2b} を例示している。1枚目の画像1m1の撮像が終わった時間 t_2 のタイミングで撮像装置11の光軸を変更が始まり、時間 t_a において撮像装置11の光

軸の変更が終了する。時間 t_2 から t_a までの間が、第2時間 T_{m2a} である。

[0039] 回動駆動部63の光軸変更動作が終了した後、時間 t_a から2枚目の画像 Im_2 の撮像が終了する時間 t_4 よりも後の時間 t_b までの第1時間 T_{m1a} の間、撮像装置11の光軸が固定されている。光軸変更指示部71は、露光時間 $T_p \leq$ 第1時間 $T_{m1} <$ 撮像間隔 T_f 、かつ、第1時間 T_{m1} の期間内に露光時間 T_p が含まれるように、光軸変更機構12を制御する。この制御によれば、回動駆動部63が撮像装置11の光軸を変更させている間は、制御装置15からカメラ制御部27へ露光指示がされないので、光軸変更による画像ぶれへの影響を高精度に回避することができる。一方、第2時間 T_{m2} の取り得る値の範囲は、 $T_{m2} = T_f - T_{m1}$ 、かつ、 $T_{m2} > 0$ である。露光時間 T_p を用いると、第2時間 T_{m2} の取り得る値の範囲は、 $0 < T_{m2} \leq T_f - T_p$ である。したがって、光軸変更機構12の応答性を考慮して、可能な限り第2時間 T_{m2} の時間を確保する必要がある場合には、第1時間 T_{m1} を小さくしてもよい。この場合、必ずしも露光時間 $T_p \leq$ 第1時間 T_{m1} の条件を第1時間 T_{m1} が満たさなくてもよい。例えば、露光中の光軸変更機構12の停止期間が光軸変更機構12による光軸の変更期間以上の長さとなり、露光中の撮像において光軸変更機構12の停止期間が支配的となる条件である、 $T_p / 2 \leq T_{m1} < T_f$ の条件を第1時間 T_{m1} が満たせばよい。このようにして、第1時間 T_{m1} が撮像間隔 T_f と露光時間 T_p に基づいて決定され、第2時間 T_{m2} が撮像間隔 T_f と第1時間 T_{m1} により決定される。

この第1時間 T_{m1a} の間に、ステップS4において、制御装置15は例えば、Hi信号を撮像装置11のカメラ制御部27へ露光時間 T_{p2} の間送り続ける。これにより、撮像素子25は、露光時間 T_{p2} の間撮像対象を撮像する。撮像素子25によって撮像された画像がカメラ制御部27から記憶部17へ記録されることにより、撮像画像を取得する。

[0040] ステップS5において、制御装置15は、車両3が予め定められた区間走

行したか否かを判断する。制御装置 15 は、車両 3 が予め定められた区間の走行が終了したと判定すると、この区間の道路の画像取得を終えたので、移動撮像を終了する。また、ユーザが操作部 7 を操作することで、操作部 7 からの指示により制御装置 15 が移動撮像を終了してもよい。制御装置 15 は、車両 3 が予め定められた区間の走行が終了していないと判定すると、ステップ S2 へ戻り、再び移動撮像を実施する。ステップ S3 において、第 1 時間 T_{m1a} が経過後、光軸変更指示部 71 は、撮像装置 11 の光軸を時間 t_b から t_c までの第 2 時間 T_{m2b} の間に初期位置（光軸変更角 $\Phi = 0$ ）へ戻すように、光軸変更機構 12 の回動駆動部 63 へ回動指示する。回動駆動部 63 の光軸変更動作が終了した後、時間 t_c から 3 枚目の画像 I_{m3} の撮像が終了する時間 t_6 よりも後の時間 t_d までの第 1 時間 T_{m1b} の間、撮像装置 11 の光軸が固定されている。この第 1 時間 T_{m1b} の間に、ステップ S4 において、制御装置 15 は例えば、Hi 信号を撮像装置 11 のカメラ制御部 27 へ露光時間 T_{p3} の間送り続ける。これにより、撮像素子 25 は、露光時間 T_{p3} の間撮像対象を撮像する。

[0041] 実施形態 1 の変形例を図 9 及び図 10 を参照して説明する。実施形態 1 では、撮像装置 11 の光軸は、第 1 光軸 23ab と第 2 光軸 23ac と 2 つの光軸の状態を有していたがこれに限らない。光軸変更機構 12 は、撮像装置 11 の光軸を 2 つ以上の数である k 個の光軸の状態へ変更させて、撮像装置 11 の光軸を順次第 2 方向へ変更させてもよい。このように、撮像装置 11 は、3 つ以上の光軸の状態を有し、光軸変更機構 12 がそれぞれの光軸の状態へ撮像装置 11 を変動させて、それぞれの光軸の状態で撮像対象を撮像してもよい。これにより、より撮像範囲を拡大することができる。

[0042] 図 9 は、撮像装置 11 が 3 つの光軸の状態を有する場合の、撮像の順番と撮像画像との関係を示している。光軸変更機構 12 は、3 個（ $k = 3$ ）の光軸の状態へ変更させて、撮像装置 11 の光軸を順次第 2 方向へ変更させる。撮像装置 11 が撮像総枚数 n 枚において $2 \leq r \leq n$ の条件を満たす r 枚目の画像を撮像する際に、 r が k の倍数ではない場合、すなわち、 r が 3 の倍数

ではない（ $r/3$ が整数ではない）場合、例えば $r=5$ の場合、6 枚目の撮像に対して 5 枚目の撮像時から第 2 方向に撮像装置の光軸を変更させる。 r が k の倍数である場合、すなわち、 r が 3 の倍数である（ $r/3$ が整数である）場合、例えば $r=6$ の場合、7 枚目の撮像に対して 6 枚目の撮像時から第 2 方向と反対の第 3 方向に撮像装置 11 の光軸を変更させる。制御装置 15 は、1 枚目の撮像タイミングと 2 枚目の撮像タイミングとの間及び r 枚目の撮像タイミングと $r+1$ 枚目の撮像タイミングとの間で、光軸変更機構 12 を動作させ、 $r+1$ 枚目の撮像画像は、 r 枚目の撮像画像を撮像した際の前記第 1 方向の画像である。これにより、第 2 方向に 2 枚撮像する場合に比べて、より撮像範囲を拡大することができる。また、制御装置 15 は、車両 3 の移動速度に基づいて r 枚目の撮像と $r+k$ 枚目の撮像間隔 $T_f k$ を算出する。進行方向の 1 枚の画像の撮影範囲を $L_x[m]$ 、進行方向の画像の重複範囲を $L_y[m]$ 、移動速度を $V[km/h]$ とすると r 枚目の撮像と $r+k$ 枚目の撮像の時間間隔 $T_x[sec]$ は下式を満たす。ここで、係数 c は距離の単位 $[m]$ と $[km]$ および時間の単位 $[hour]$ と $[sec]$ を変換するための係数で、3.6 である。

$$T_x \leq c \times (L_x - L_y) / V$$

進行方向の画像の必要最低限の重複範囲を $L_{ymin}[m]$ とすると、時間間隔 T_x の最大値 T_{xmax} は $c \times (L_x - L_{ymin}) / V$ で算出され、時間間隔 T_x は T_{xmax} 以下で設定すればよい。進行方向の画像の必要最低限の重複範囲を L_{ymin} は連続画像を画像認識により 1 枚の画像に接合するために必要な範囲である。例えば、 L_{ymin} は撮影範囲 L_x の 20% 以上であればよい。設定された時間間隔 T_x と撮像間隔 T_f とから、変更可能な光軸状態の数 k を算出することができる。 k は下式を満たす整数値として算出される。

$$k \leq T_x / T_f$$

$r+k-1$ 枚目から $r+k$ 枚目への光軸の移動量が大きい場合、 k が上式を満たす最大の整数値とはできない場合もあり、その場合は最大の整数値 - 1 に k は設定される。

また、制御装置 15 は、移動速度と変更可能な光軸の数 k に基づいて、 r

枚目の撮像と $r + 1$ 枚目の撮像の撮像間隔 T_f を算出してもよい。上述したように移動速度 V を基に設定された時間間隔 T_x と変更する光軸状態の数 k から、撮像間隔 T_f を算出する場合もある。撮像間隔 T_f は下式を満たす値で設定される。

$$T_f \leq T_x / k$$

取得画像枚数が増えて画像データの保存容量が増えることを抑制するためには、

$T_f = T_x / k$ とすればよい。

また、 r / k が整数でない場合、 r 枚目の撮像から $r + 1$ 枚目の撮像時に撮像装置 11 の光軸を変更させる光軸変更角 ϕ は撮像装置 11 の画角 α 以下の大きさであり、 r 枚目の撮像画像と $r + k$ 枚目の撮像画像とが共通の撮像領域を有することにより、 r 枚目の撮像画像、 $r + 1$ 枚目の撮像画像、 $r + k$ 枚目の撮像画像において、それぞれ共通の撮像領域を有する。例えば、 $r = 4$ の場合、 r / k が整数でない場合であるので、4 枚目の画像 Im_4 と 7 枚目の画像 Im_7 とが共通の撮像領域を有することにより、4 枚目の画像 Im_4 と 5 枚目の画像 Im_5 とにおいて共通の撮像領域を有し、5 枚目の画像 Im_5 と 7 枚目の画像 Im_7 とにおいて共通の撮像領域を有する。

[0043] 図 10 は、撮像装置 11 が 4 つの光軸の状態を有する場合の、撮像の順番と撮像画像との関係を示している。光軸変更機構 12 は、4 個 ($k = 4$) の光軸の状態へ変更させて、撮像装置 11 の光軸を順次第 2 方向へ変更させる。制御装置 15 は、移動速度と光軸の数 $k = 4$ に基づいて、 r 枚目の撮像と $r + 1$ 枚目の撮像の撮像間隔 T_f を算出する。撮像装置 11 が撮像総枚数 n 枚において $2 \leq r \leq n$ の条件を満たす r 枚目の画像を撮像する際に、 r が 4 の倍数ではない ($r / 4$ が整数でない) 場合、例えば $r = 5$ の場合、6 枚目の撮像に対して 5 枚目の撮像時から第 2 方向に撮像装置の光軸を変更させ、 r が 4 の倍数の ($r / 4$ が整数である) 場合、例えば $r = 8$ の場合、9 枚目の撮像に対して 8 枚目の撮像時から第 2 方向と反対の第 3 方向に撮像装置 11 の光軸を変更させる。これにより、第 2 方向に 2 枚及び 3 枚撮像する場合

に比べて、より撮像範囲を拡大することができる。また、 r/k が整数でない場合、例えば $r=5$ の場合、5枚目の画像 $Im5$ と9枚目の画像 $Im9$ とが共通の撮像領域を有することにより、5枚目の画像 $Im5$ と6枚目の画像 $Im6$ とにおいて共通の撮像領域を有し、6枚目の画像 $Im6$ と9枚目の画像 $Im9$ とにおいて共通の撮像領域を有する。

[0044] [3. 効果等]

このように、撮像システム1は、車両3に配置された撮像装置11と、車両3が+X軸方向である第1方向に移動中において撮像装置11が撮像する際に、1枚目の撮像の際の撮像装置11の第1光軸23abの状態から、2枚目の撮像時に+X軸方向と交差する+Y軸方向に変位した第2光軸23acの状態へと撮像装置11の光軸23aを変更させるように、撮像装置11の光軸を2以上の整数であるk個の光軸の状態に変更させて、撮像装置11の光軸を順次第2方向へ変更させる光軸変更機構12と、光軸変更機構12を動作させる制御装置15と、を備える。制御装置15は、1枚目の撮像タイミングと2枚目の撮像タイミングとの間、及び、撮像装置11が撮像総枚数n枚において $2 \leq r \leq n$ (nは2以上の整数) の条件を満たすr枚目の画像を撮像した後にr枚目の撮像タイミングとr+1枚目の撮像タイミングとの間で、光軸変更機構を動作させる。

[0045] 移動中の車両3において、撮像装置11を2つ以上の光軸の状態に変更させることで、撮像する画像の範囲を拡大することができる。また、光軸の変更中は画像の撮像をしないので、撮像画像がぶれるのを防止することができる。

[0046] また、制御装置15は、r枚目の撮像とr+1枚目の撮像において、撮像装置11の光軸を撮像装置11のr枚目とr+1枚目との撮像間隔 T_f と露光時間 T_p に基づく第1時間 T_{m1} の間固定させ、r枚目の撮像タイミングとr+1枚目の撮像タイミングとの間で撮像間隔 T_f と第1時間 T_{m1} とに基づく第2時間 T_{m2} で撮像装置11の光軸を変更させるように、光軸変更機構12を動作させる。これにより、画像を撮像中には撮像装置11の光軸

が肯定されているので、光軸を回動することによる撮像ぶれを防止することができる。

[0047] また、 r/k が整数でない場合、 r 枚目の撮像から $r+1$ 枚目の撮像時に撮像装置 11 の光軸を変更させる光軸変更角 ϕ は撮像装置 11 の画角 α 以下の大きさである。これにより、第 2 方向において、 r 枚目の画像と $r+1$ 枚目の画像とを隙間無く連続させるか、互いに重なり領域を有することができる。

[0048] また、光軸変更機構 12 は、 r が k で割り切れない (r/k が整数でない) 場合、 $r+1$ 枚目の撮像に対して r 枚目の撮像時から第 2 方向に撮像装置 11 の光軸を変更させ、 r/k が整数である場合、 $r+1$ 枚目の撮像に対して r 枚目の撮像時から第 2 方向と反対の第 3 方向に撮像装置の光軸を変更させる。

[0049] また、光軸変更機構 12 は、 r/k が整数である場合、 r 枚目の撮像に対して $r+1$ 枚目の撮像時に第 3 方向に変位した第 1 光軸の状態へと撮像装置 11 の光軸を変更させる。

[0050] また、 $r+k$ 枚目の撮像画像は、 r 枚目の撮像画像を撮像した際の撮像対象領域 9 から第 1 方向に位置する撮像対象領域 9 を撮像した画像であり、 $r+k$ 枚目の撮像画像における第 1 方向と反対側の端部領域は、 r 枚目の撮像画像における第 1 方向の端部領域と重なる。これにより、第 1 方向の画像間の撮像漏れを防止することができる。

[0051] また、制御装置 15 は、1 枚目の撮像タイミングと 2 枚目の撮像タイミングとの間、及び、 r 枚目の撮像タイミングと $r+1$ 枚目の撮像タイミングとの間で、光軸変更機構 12 を動作させながら撮像装置 11 に撮像させる第 1 撮像モードと、光軸変更機構 12 を動作させずに、撮像装置 11 に連続して撮像させる第 2 撮像モードと、を備える。これにより、撮像範囲に応じて撮像モードを選択することができる。

[0052] (実施形態 2)

実施形態 2 における撮像システム 1A は、2 つの光軸の状態を変動して撮

像対象を撮像するが、第1状態C1と第2状態C2において、それぞれの光軸が撮像対象に対して傾斜している。この点及び以下に説明する点以外の構成については、実施形態2における撮像システム1Aは実施形態1における撮像システム1と共通している。

[0053] 実施形態1の撮像システム1は、撮像対象に対して、レンズ23を正対する位置に、すなわち、撮像対象面に垂直な軸と光軸とが並行になるように置くことで、第1状態C1における撮像面内の被写体距離が均一になり、ピントの合った画像を撮像することができた。一方で、1度の走行撮像で広範囲を撮影できるように、カメラの撮像向きを変化させて撮影するために、第2状態C2へ撮像装置11を変動させると、レンズ23の位置が正対位置からずれて、撮像面内の被写体距離のばらつきが発生し少しぼやけた画像を撮像する場合がある。

[0054] そこで、実施形態2の撮像システム1において、光軸変更を考慮して撮像装置11の設置位置を傾けている。図11に示すように、撮像装置11の撮像対象領域に対して、撮像方向が光軸変更機構12の光軸変更角 Φ より小さい所定の角度だけ車両3の移動方向と交差する面内を移動方向と平行な軸周りに傾くように撮像装置11が設置傾きを有して設置される。例えば、図11において、車両3の移動方向は紙面に直交するX軸方向であり、撮像方向が、車両3の移動方向と交差するYZ面内を移動方向と平行なX軸周りに傾くように、設定する光軸変更角の半分 $\Phi/2$ だけ撮像向きを傾けた位置を第1状態C1aの位置とする。

[0055] このような構成により、第1状態C1aにおける被写体距離D1aと第2状態C2における被写体距離D2aとを同じ距離にすることができる。2つのポジションでの、第1状態C1と第2状態C2とそれぞれの状態で撮像した画像の被写体距離の変化を抑制することができるので、撮像対象に対して、初期位置（第1状態C1a）と光軸変更位置（第2状態C2）とで左右対称に撮像することができる。したがって、両位置での撮像精度の均一化と画角拡大とを両立することができる。

[0056] (実施形態3)

図12～図15を参照して、実施形態3における撮像システム1Bについて説明する。図12Aは実施形態3における撮像システム1Bを備える車両3を説明するための説明図である。図12Bは実施形態3における2つの光軸の状態におけるそれぞれの撮像装置の状態を説明する説明図である。図13は実施形態3における撮像システム1Bの内部構成を示すブロック図である。図14は撮像システム1Bのぶれ補正を説明する説明図である。

[0057] 実施形態3における撮像システム1Bは、実施形態1の撮像システム1にぶれ補正機構31を備えた構成である。この点及び以下に説明する点以外の構成については、実施形態3における撮像システム1Bは実施形態1における撮像システム1と共通している。

[0058] 図12Aに示すように、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。このように、トンネル5内など環境光が暗い中での撮像の場合露光時間を長くすると撮像した画像に移動ぶれが発生する。また、車両3が高速で走行しながら被写体を撮像する場合も、撮像した画像に移動ぶれが発生する。ぶれ補正機構31は、車両3の移動中に撮像装置11Bが撮像しても撮像対象領域9の画像の移動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。

[0059] カメラ本体21は、レンズ23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23が車両3の前方または後方に向くようにカメラ本体21が配置されている。

[0060] ぶれ補正機構31は、車両3の移動に合わせて環境光が撮像対象領域9で反射した光L1の光路を補正する。ぶれ補正機構31は、環境光が撮像対象領域9で反射した光L1の方向と撮像素子25の撮像方向とを合わせる。ぶれ補正機構31は、例えば、ミラー41と、ミラー駆動部43とを備える。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の方向へ全反射する。

[0061] 図12Bに示すように、光軸変更機構12Bは、車両3が+X軸方向である第1方向に移動中において撮像装置11が撮像する際に、1枚目の撮像の際の撮像装置11のレンズ23において、1枚目の撮像の際にトンネル5の天井へ垂直に向かう第1光軸23adから、2枚目の撮像の際に第1方向と交差する+Y軸方向である第2方向に傾斜変位した第2光軸23aeへとレンズ23の光軸23aを変更させる。光軸変更機構12Bは、回動軸61a周りにベース61に支持されるぶれ補正機構31と撮像装置11Bを共に回動させる。したがって、光軸変更機構12Bの駆動により、ぶれ補正機構31の光軸も撮像装置11の光軸と共に変更される。

[0062] なお、ぶれ補正機構31および光軸変更機構12Bは、この構成に限らない。撮像装置11Bが、カメラ本体21とレンズ23とが一体となった構成の場合、カメラ本体21とレンズ23とを回動軸周り回動させるパンチルト回動機構を利用してもよい。この場合、ぶれ補正機構31は、チルト方向に回動駆動する機構に相当し、光軸変更機構12Bはパン方向に回動駆動する機構に相当する。また、レンズ23を90度回動させて縦向きに設置させる場合は、ぶれ補正機構31はパン方向に回動する機構となり、光軸変更機構12Bはチルト方向に回動駆動する機構になる。このように、レンズ23を直接被写体に向けると、進行方向に対応してパン方向の回動をすることができ、これにより、進行方向を撮像素子25の長辺方向とすることができ、車両3が高速になっても移動方向の撮像画像のオーバーラップを確保しやすくなる。

[0063] また、カメラ本体21とレンズ23とを1軸方向に回動する機構を有する場合、1軸方向に回動する機構を光軸変更機構12Bとして用いてもよい。この場合、ぶれ補正機構31は、ミラー41と、ミラー駆動部43とで構成される。また、ぶれ補正機構31及び光軸変更機構12Bをと、それぞれの回動軸が直交する2つのミラーとモータとで構成してもよい。また、撮像装置11B全体をそれぞれ直交する2つの方向に回動してもよい。また、パン方向に回動駆動する機構を光軸変更機構12Bとして用いて、ぶれ補正機構

31として撮像装置11B全体をチルト方向に回転する機構を用いてもよい。

[0064] ミラー41は、レンズ23と対向するように回転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転可能であり、回転可能な角度範囲は、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を初期角度から指示された角度まで回転駆動し、指示された角度まで回転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。

[0065] ミラー41の回転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を回転させることができる。移動ぶれ補正が可能な移動ぶれ補正角 θ は、ミラー41の最大振り角以下の大きさである。

[0066] 図14を参照して、ぶれ補正機構31によるぶれ補正を説明する。例えば、位置Aに位置する撮像システム1は、車両3と共に露光時間中に位置Bまで移動したとする。位置Aで撮像開始し、このタイミングで画像を取得したとする。位置Aで取得した画像には、例えば、撮像対象領域9の穴5bが撮像されるが、露光時間が十分ではないので暗い画像で鮮明ではない。

[0067] 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、穴5bが相対移動した画像となる。露光を続けた画像において、画素の移動量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。

[0068] そこで、撮像システム1B及び車両3の移動速度に応じて、露光時間中にミラー41の移動方向側の端部41aが、撮像対象の相対移動を相殺する方向に、ミラー41を回転させることで、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、移動ぶれが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の移動方向側の

端部 4 1 a が、撮像対象側を回るように、図 1 4 においては時計周りにミラー 4 1 を回動させている。ミラー 4 1 を回動させることで、撮像した画像において画素の移動量がゼロに補正される。

[0069] 図 1 3 を参照する。制御装置 1 5 B は、光軸変更指示部 7 1、補正機構振り角算出部 7 3、及び補正機構回動速度算出部 7 5 を備える。

[0070] 補正機構振り角算出部 7 3 は、車両 3 の移動速度 V と、設定された露光時間 T_p と、被写体倍率 M と、レンズ 2 3 の焦点距離 F と、を基に、撮像中のミラー 4 1 のミラー振り角 α を以下の流れで算出する。ミラー振り角 α は補正機構振り角に相当する。

[0071] 焦点距離 F は、レンズ 2 3 で決まる値である。被写体倍率 M は焦点距離 F と被写体距離 D とにより決まる値である。被写体距離 D は被写体である撮像対象と撮像素子 2 5 との間に配置されたレンズ 2 3 の主点 2 3 b から撮像対象領域 9 までの距離である。被写体距離 D は予め測定された既知の値を用いてもよいし、距離計により撮像中に測距された値を用いてもよい。

[0072] 撮像開始の時間から撮像終了の時間までの露光時間 T_p の間に移動した車両 3 の移動量 L は、移動速度 V と露光時間 T_p とから以下の (3) 式により算出される。

$$L \text{ [mm]} = V \text{ [km/h]} \times 10^6 \times T_p \text{ [ms]} / (60^2 \times 10^3) \cdots (3) \text{ 式}$$

[0073] 撮像開始の時間から撮像終了の時間までの間の撮像素子 2 5 上の画素の移動量 P は、車両 3 の移動量 L と被写体倍率 M とから、以下の (4) 式により算出される。

$$P \text{ [mm]} = L \text{ [mm]} \times M \cdots (4) \text{ 式}$$

[0074] この、画素の移動量 P が移動ぶれの原因となるので、移動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 2 3 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 (5) 式により算出される。

$$\theta \text{ [deg]} = \arctan (P / F) \cdots (5) \text{ 式}$$

上述したように、被写体倍率 M は、焦点距離 F [mm]、被写体距離 D [m]から以下の（６）式により算出される。

$$M = F / (D \times 10^3) \cdots (6) \text{ 式}$$

（３）、（４）、（５）、（６）式より、

$$\begin{aligned} \theta &= \arctan (V \times 10^6 \times T_p / (60^2 \times 10^3) / (D \times 10^3)) \\ &= \arctan (V \times T_p / (D \times 60^2)) \cdots (7) \text{ 式} \end{aligned}$$

このように、移動ぶれ補正角 θ は、移動速度 V 、露光時間 T_p 、被写体距離 D から算出される。

[0075] 露光中の移動ぶれ補正に必要なミラー振り角 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（８）式により算出される。

$$\alpha = \theta / q \cdots (8) \text{ 式}$$

ここで、図１３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、係数 $q = 2$ である。また、パンチルト機構、カメラ全体駆動の構成の場合、係数 $q = 1$ である。

[0076] このようにして、補正機構振り角算出部７３は、ミラー４１のミラー振り角 α を算出する。

[0077] 補正機構回動速度算出部７５は、ミラー振り角 α と露光時間 T_p とを基に、以下の式により、露光期間中のミラー４１の回動速度 V_m を算出する。

$$V_m = \alpha / T_p \cdots (9) \text{ 式}$$

[0078] このようにして、車両３のそれぞれの移動速度 V に対応した回動速度 V_m を算出することができる。したがって、撮像を開始してから、回動速度 V_m でミラー４１を移動方向とは逆方向に回動させることで、撮像装置１１Ｂ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。

[0079] 次に、図１５及び図１６を参照して、撮像システム１Ｂの動作を説明する。図１５は、撮像システム１Ｂが行う撮像処理を示すフローチャートである。図１６は、露光時間と移動ぶれ補正角と光軸変更角との関係を示すグラフである。

- [0080] ステップS 1 ～ S 3 について、実施形態 1 の撮像システム 1 の動作と同様であるので説明を省略する。ステップS 1 1 において、補正機構振り角算出部 7 3 がぶれ補正量としてのミラー振り角 α を算出する。また、補正機構回動速度算出部 7 5 がミラー振り角 α を基にミラー 4 1 の回動速度 V_m を算出する。
- [0081] ステップS 1 2 において、制御装置 1 5 B は、ミラー駆動部 4 3 に算出した回動速度 V_m でミラー 4 1 を回動させて、ミラー 4 1 が予め定められた、回動開始位置である初期角度から回動し始める。これにより、撮像装置 1 1 B の撮像中の移動ぶれ補正が実施される。また、制御装置 1 5 B 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。
- [0082] 撮像装置 1 1 B 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画像を取得し（ステップS 1 2）、取得された画像を記憶部 1 7 に記憶させる。露光時間 T_p が経過すると、制御装置 1 5 B は、露光停止を指示する OFF 信号としての Low 信号をカメラ制御部 2 7 へ送り続ける。なお、露光を指示する ON 信号として Low 信号を用い、露光停止を指示する OFF 信号として H_i 信号を用いてもよい。
- [0083] カメラ制御部 2 7 は Low 信号を受信している間は、シャッター 2 4 を閉じ、制御装置 1 5 B は、ミラー駆動部 4 3 にミラー 4 1 を逆方向に回動させてミラー 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 を正方向に回動させてミラー 4 1 を初期角度に戻してもよい。なお、この初期角度は車両 3 の移動速度によって変動する。
- [0084] 連続して画像を撮像する場合、したがって再びステップS 1 に戻った後の撮像システム 1 B の動作を図 1 6 を参照して説明する。図 1 6 は、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である。図 1 6 (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 1 6 (b) は、フレームごとの露光時間のタイミングを示す

すグラフである。図 16 (c) は、フレームごとに算出された移動ぶれ補正角を示すグラフである。図 16 (d) は、光軸変更角を示すグラフである。

[0085] ある時点において、撮像指示を示す H_i 信号が送信され 1 枚目の画像 I_{m1} が撮像される。このとき、速度検出装置 3 a が車両 3 の速度を検出し、次のフレームの移動ぶれ補正角が算出される。1 枚目の画像 I_{m1} の撮像が終了すると、制御装置 15 B の光軸変更指示部 7 1 が光軸変更機構 12 B へ、光軸の変更を指示する。光軸が変更されている間に、ミラー駆動部 4 3 はミラー 4 1 を移動ぶれ補正方向への回動開始角度 β_1 まで駆動する。図 16 (a) から (c) にかけて斜めに延びる破線は、2 枚目の撮像画像の移動ぶれ補正量と補正方向への回動開始角度 β_1 は前フレームの露光時の速度 V_0 を基に決定され、3 枚目の撮像画像の移動ぶれ補正量と補正方向への回動開始角度 β_2 は 2 枚目の露光時の速度 V_1 を基に決定されることを示している。なお、図 16 (c) は、光学角であるぶれ補正角を表しているので、ミラー 4 1 を用いている場合のミラー機械角は、上述したように (8) 式において $q = 2$ となるので、補正方向への回動開始角度 β_1 及び β_2 のそれぞれ半分の大きさになる。

[0086] ミラー駆動部 4 3 がミラー 4 1 を補正機構回動速度算出部 7 5 により算出された回動速度でぶれ補正する方向へ回動し始める。第 2 時間 T_{m2} の間に光軸の変更が終了した後、光軸が固定されている第 1 時間 T_{m1} の間に制御装置 15 B は撮像指示を示す H_i 信号をカメラ制御部 2 7 へ送信し、撮像される。このように、撮像中において、ぶれ補正機構 3 1 が駆動している間、光軸変更機構 12 B は光軸の変更動作が終了状態である。このとき、2 枚目の画像は、それより 1 枚前の画像撮像時の速度 V_0 に応じた移動ぶれ補正角 θ_1 でぶれ補正され、3 枚目の画像は、2 枚目の画像撮像時の速度 V_1 に応じた移動ぶれ補正角 θ_2 でぶれ補正される。なお、2 枚目の画像撮像時の速度 V_1 と 3 枚目の画像撮像時の速度 V_2 の平均速度に応じて 4 枚目の移動ぶれ補正角を算出してもよい。

[0087] このように、車両 3 の移動速度に応じてぶれ補正を行いながら、画角を拡

張ることができるので、解像度が高く広範囲の画像を取得することができる。

[0088] (実施形態4)

図17、図12B及び図6を参照して、実施形態4における撮像システム1Cについて説明する。図17は実施形態4における撮像システム1Cの内部構成を示すブロック図である。なお、図6は実施形態1では撮像対象面が道路4の路面として説明したが、実施形態4では撮像対象面がトンネル5の壁面、特に天井を例として説明する。

[0089] 実施形態4における撮像システム1Cは、実施形態3の撮像システム1Bの制御装置15Bに被写体距離算出部77を備えた構成である。実施形態4における撮像システム1Cは、光軸を変動させるに伴って変動する被写体距離に対応してぶれ補正量を算出する。この点及び以下に説明する点以外の構成については、実施形態4における撮像システム1Cは実施形態3における撮像システム1Bと共通している。

[0090] 被写体距離算出部77は、光軸が初期位置である第1光軸23adから第2光軸23aeへ変動した際に、第2光軸23aeにおける被写体距離を算出する。図12B及び図6を参照して第2光軸23aeにおける被写体距離の算出方法を説明する。撮像対象へ垂直に向かう第1光軸23adの状態から、レンズ23の光軸を光軸変更角 Φ 変更させた第2光軸23aeの状態における撮像対象までの第2被写体距離 D_2 と、第2光軸23aeにおける画角 a の光路の外側の縁の第3被写体距離 D_3 を以下のように算出する。被写体距離 D_3 は、画角 a の光路の端部から光軸変更後の撮像面の延長に下した垂線の長さである。

[0091] 第2被写体距離 D_2 は、以下の(10)式により算出される。

$$D_2 = D_1 / \cos(\Phi) \cdots (10) \text{ 式}$$

例えば、実施形態1の条件であれば、第2被写体距離 D_2 は1.706[m]である。

[0092] 第3被写体距離 D_3 は、以下の(11)式により算出される。

$$D_3 = [D_1 / \cos \{ \Phi + (a/2) \}] \times \sin (90 - \Phi) \cdots (11) \text{ 式}$$

例えば、実施形態1の条件であれば、第3被写体距離 D_3 は1.73[m]である。

[0093] このようにして算出した第2被写体距離 D_2 を用いて、第2光軸23aeにおける被写体倍率 M_2 を算出し、(4)式に代入することで第2光軸23aeにおける画素の移動量 P_2 を算出することができる。この画素の移動量 P_2 を用いて(5)式及び(8)式により、ミラー振り角 α を算出することができる。

[0094] 次に図18を参照して実施形態4における撮像システム1Cの動作を説明する。図18は実施形態4における撮像処理を示すフローチャートである。実施形態4における撮像システム1Cの動作は、実施形態3における撮像システム1Bの動作に、ステップS21が追加されている。

[0095] ステップS1～S3、S5、S11、S12について、実施形態3の撮像システム1Cの動作と同様であるので説明を省略する。ステップS3において光軸を変更した後、ステップS21において被写体距離算出部77は、光軸変更角 Φ に基づいて第2被写体距離 D_2 を算出し、算出された第2被写体距離 D_2 を撮像対象までの被写体距離として新たに設定する。このように、制御装置15Cは、光軸変更機構12Bによる光軸変更角 Φ に基づいて光軸変更前後で変化する撮像装置11Bから撮像対象領域までの第2被写体距離 D_2 を算出し、第2被写体距離 D_2 に基づいて第1方向のぶれを補正するためのぶれ補正量であるミラー振り角 α を設定する。これにより、ステップS11において、補正機構振り角算出部73が算出する補正機構振り角(ぶれ量)の精度を向上させることができる。これにより、より精度の高い追従を実現することができ、ぶれ補正を高精度に行うことができる。

[0096] (実施形態5)

図19を参照して、実施形態5における撮像システム1Dについて説明する。図19は実施形態5における撮像システム1Dの内部構成を示すブロッ

ク図である。

[0097] 実施形態5における撮像システム1Dは、実施形態4の撮像システム1Cの制御装置に被写体距離検出装置81を備えた構成である。この点及び以下に説明する点以外の構成については、実施形態5における撮像システム1Dは実施形態4における撮像システム1Cと共通している。

[0098] 被写体距離検出装置81は、レンズ23の主点から被写体までの距離を検出する。被写体距離検出装置81は、例えば、レーザー測定器である。被写体距離検出装置81が検出した被写体距離の情報が制御装置15Dへ送られる。制御装置15Dの補正機構振り角算出部73は、検出した第1被写体距離D1を基に、第1光軸23adでの補正機構振り角を算出する。

[0099] 被写体距離検出装置81は、レンズ23の主点から被写体までの距離を検出することで、撮像装置11Bのトンネル5内の壁面5aからの距離を現場の状況に合わせて変更したとしても、ぶれ補正量を精度よく算出することができる。これにより、撮像装置11Bを被写体に対して距離を調整することで撮像装置11Bの画角を容易に調整することができる。

[0100] 次に、図20を参照して、実施形態5における撮像システム1Dの動作を説明する。図20は実施形態5における撮像処理を示すフローチャートである。実施形態5における撮像システム1Dの動作は、実施形態4における撮像システム1Cの動作から、ステップS1を省略し、ステップS31及びステップS32が追加されている。

[0101] 実施形態5における撮像システム1Dでは被写体距離を予め測定する代わりに、光軸が初期位置である第1光軸23adにあるときに、被写体距離検出装置81が第1被写体距離D1を測定する。

[0102] ステップS3において光軸を変更した後、ステップS31において、制御装置15Dは光軸が初期位置である第1光軸23adにあるか否かを判定する。制御装置15Dが光軸は第1光軸23adにあると判定すると（ステップS31のYes）、ステップS32において被写体距離検出装置81が第1被写体距離D1を検出し、制御装置15Dがこの検出値を第1光軸23a

dにおける被写体距離として設定する。これにより、ステップS 1 1において、補正機構振り角算出部7 3が算出する補正機構振り角の精度を向上させることができる。

[0103] また、制御装置1 5 Dが光軸は第2光軸2 3 a eにあると判定すると（ステップS 3 1のN o）、ステップS 2 1において被写体距離算出部7 7は、光軸変更角 ϕ に基づいて第2被写体距離D 2を算出し、算出された第2被写体距離D 2を新たに撮像対象までの被写体距離として設定する。制御装置1 5 Dは、光軸変更前の第1被写体距離D 1と光軸変更角 ϕ に基づいてミラー振り角 α を算出する。これにより、ステップS 1 1において、補正機構振り角算出部7 3が算出する補正機構振り角の精度を向上させることができる。

[0104] このように、制御装置1 5 Dは、光軸変更前の第1光軸2 3 a dの状態において被写体距離検出装置8 1による被写体距離検出を実施し、光軸変更機構1 2 Bにより第2光軸2 3 a eの状態へ光軸変更した後において被写体距離検出装置8 1による被写体距離検出を実施しない。したがって、光軸が初期位置にあるときだけ被写体距離検出装置8 1により被写体距離を検出することで、真上のトンネル5の壁面撮像から斜め情報に光軸を変更した際に、例えば、トレーラーなど隣の車線の高さの高い車が被写体距離検出範囲に入る場合の距離の誤検出を防ぐことが可能となる。また、路面撮像の場合も、真下路面撮像から光軸を変更したことで隣の車線の車が被写体距離検出範囲に入る場合の距離の誤検出を防ぐことが可能となる。トンネル5の側方の壁面に対して一般的な車両の高さより上に測距計を設置して距離検出することができるが、下方向に光軸変更すると同様に隣の斜線の車両が誤検出要因となるが、これを防ぐことが可能となる。

[0105] 次に、図2 1を参照して、実施形態5の変形例における撮像システム1 Dの動作を説明する。図2 1は実施形態5の変形例における撮像処理を示すフローチャートである。実施形態5の変形例における撮像システム1 Dの動作は、実施形態5における撮像システム1 Dの動作に、ステップS 3 3が追加されている。

[0106] ステップS 3 3において、制御装置 1 5 Dは、被写体距離検出装置 8 1が検出した被写体距離に応じて光軸変更角 ϕ を設定する。例えば、被写体距離が近くなるとステップS 3 2の検出値が小さくなり、同じ光軸変更量では第2方向の撮像画像の重畳領域がなくなり、撮像漏れが発生するおそれがある。これを、回避するために検出された被写体距離に基づいて光軸変更量を最適に設定する。したがって、ステップS 2 1において、設定された光軸変更量に基づいて、変更位置での被写体距離を算出する。これにより、被写体距離に応じた画角拡大量にすることができる。

[0107] (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。

[0108] 上記実施形態では、車両 3 の速度検出装置 3 aからの移動速度 $V 1$ の情報を利用していたがこれに限らない。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) システムを利用したものでもよい。

[0109] 上記実施形態では、撮像システム 1 は車両 3 の上方及び下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 の側方の壁面を撮像してもよい。

[0110] 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位置及び摩耗を検出することができる。

[0111] 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。移動体や撮像システムから撮像対象領域 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。

[0112] (実施形態の概要)

(1) 本開示の撮像システムは、移動体に配置された撮像装置と、移動体が第1方向に移動中において撮像装置が撮像する際に、1枚目の撮像の際の撮像装置の第1光軸の状態から、2枚目の撮像時に第1方向と交差する第2方向に変位した第2光軸の状態へと撮像装置の光軸を変更させるように、撮像装置の光軸を2以上の整数である k 個の光軸の状態に変更させて、撮像装置の光軸を順次第2方向へ変更させる光軸変更機構と、光軸変更機構を動作させる制御装置と、を備える。制御装置は、1枚目の撮像タイミングと2枚目の撮像タイミングとの間、及び、撮像装置が撮像総枚数 n 枚において $2 \leq r \leq n$ の条件を満たす r 枚目の画像を撮像した後に r 枚目の撮像タイミングと $r+1$ 枚目の撮像タイミングとの間で、光軸変更機構を動作させる。

[0113] これにより、撮像システムは撮像範囲を移動体の進行する方向と交差する方向に拡大することができ、広範囲の画像を撮像することができる。

[0114] (2) (1)の撮像システムにおいて、制御装置は、 r 枚目の撮像と $r+1$ 枚目の撮像において、撮像装置の光軸を撮像装置の r 枚目と $r+1$ 枚目との撮像間隔と露光時間に基づく第1時間の間固定させ、 r 枚目の撮像タイミングと $r+1$ 枚目の撮像タイミングとの間で撮像間隔と第1時間とに基づく第2時間で撮像装置の光軸を変更させるように、光軸変更機構を動作させる。

[0115] (3) (2)の撮像システムにおいて、 r/k が整数でない場合、 $r+1$ 枚目の撮像に対して r 枚目の撮像時から前記第2方向に前記撮像装置の光軸を変更させ、光軸変更機構は、 r/k が整数である場合、 $r+1$ 枚目の撮像に対して r 枚目の撮像時から第2方向と反対の第3方向に撮像装置の光軸を変更させる。

[0116] (4) (3)の撮像システムにおいて、光軸変更機構は、 r/k が整数である場合、 r 枚目の撮像に対して $r+1$ 枚目の撮像時に第3方向に変位した第1光軸の状態へと撮像装置の光軸を変更させる。

- [0117] (5) (4) の撮像システムにおいて、 $r + k$ 枚目の撮像画像は、 r 枚目の撮像画像を撮像した際の撮像対象領域から前記第 1 方向に位置する撮像対象領域を撮像した画像であり、 $r + k$ 枚目の撮像画像における第 1 方向と反対側の端部領域は、 r 枚目の撮像画像における第 1 方向の端部領域と重なる。
- [0118] (6) (4) または (5) の撮像システムにおいて、移動体の移動速度を検出する速度検出装置を備え、制御装置は、移動体の移動速度に基づいて、 r 枚目の撮像と $r + k$ 枚目の撮像間隔を算出する。これにより、第 1 方向における撮像間隔を規定することができる。
- [0119] (7) (6) の撮像システムにおいて、制御装置は、移動速度と光軸の数 k に基づいて、 r 枚目の撮像と $r + 1$ 枚目の撮像間隔を算出する。これにより、第 2 方向における撮像間隔を規定することができる。
- [0120] (8) (2) から (7) のいずれかの撮像システムにおいて、 r / k が整数でない場合、 r 枚目の撮像から $r + 1$ 枚目の撮像時に撮像装置の光軸を変更させる光軸変更角は撮像装置の画角以下の大きさである。
- [0121] (9) (3) の撮像システムにおいて、 r / k が整数でない場合、 r 枚目の撮像から $r + 1$ 枚目の撮像時に撮像装置の光軸を変更させる光軸変更角は撮像装置の画角以下の大きさであり、 r 枚目の撮像画像と $r + k$ 枚目の撮像画像とが共通の撮像領域を有することにより、 r 枚目の撮像画像、 $r + 1$ 枚目の撮像画像、 $r + k$ 枚目の撮像画像において、それぞれ共通の撮像領域を有する。
- [0122] (10) (2) から (9) のいずれかの撮像システムにおいて、制御装置は、1 枚目の撮像タイミングと 2 枚目の撮像タイミングとの間及び r 枚目の撮像タイミングと $r + 1$ 枚目の撮像タイミングとの間で、光軸変更機構を動作させながら撮像装置に撮像させる第 1 モードと、光軸変更機構を動作させずに、撮像装置に連続して撮像させる第 2 モードと、を備える。
- [0123] (11) (2) から (10) のいずれかの撮像システムにおいて、移動体が移動中に撮像装置によって撮像する際の第 1 方向のぶれを補正するぶれ補

正機構を備える。

- [0124] (12) (11) の撮像システムにおいて、撮像中において、ぶれ補正機構が駆動している間、光軸変更機構は光軸の変更動作が終了状態である。
- [0125] (13) (11) または (12) の撮像システムにおいて、光軸変更機構の駆動により、ぶれ補正機構の光軸も撮像装置の光軸と共に変更される。
- [0126] (14) (2) から (13) の撮像システムのいずれかにおいて、撮像装置の撮像対象に対して、撮像方向が光軸変更機構の光軸変更角度より小さい所定の角度だけ移動方向と交差する軸回りに傾くように撮像装置が設置傾きを有して設置される。
- [0127] (15) (14) の撮像システムにおいて、設置傾きは光軸変更角の半分 of 角度である。
- [0128] (16) (12) または (13) の撮像システムにおいて、制御装置は、光軸変更機構による光軸変更角に基づいて光軸変更前後で変化する撮像装置から撮像対象領域までの被写体距離を算出し、被写体距離に基づいて第1方向のぶれを補正するためのぶれ補正量を設定する。
- [0129] (17) (16) の撮像システムにおいて、制御装置は、光軸変更前の被写体距離と光軸変更角に基づいてぶれ補正量を算出する。
- [0130] (18) (17) の撮像システムにおいて、撮像装置から撮像対象物までの距離を測定する被写体距離測定装置を備える。
- [0131] (19) (18) の撮像システムにおいて、制御装置は、光軸変更前の第1光軸の状態において被写体距離測定装置による被写体距離検出を実施し、光軸変更機構により第2光軸の状態へ光軸変更した後において被写体距離測定装置による被写体距離検出を実施しない。
- [0132] (20) (19) の撮像システムにおいて、制御装置は、被写体距離測定装置により検出された被写体距離に応じて光軸変更角を設定する。
- [0133] (21) 本開示の移動体は、(1) から (20) 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、撮像システムは撮像範囲を拡大することができ、広範囲の画像を撮像することができる。

産業上の利用可能性

[0134] 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

[0135] 1、1 A、1 B、1 C、1 D 撮像システム

3 車両

3 a 速度検出装置

4 道路

4 b 穴

4 c ひび割れ

5 トンネル

5 a 壁面

5 b 穴

5 c ひび割れ

7 操作部

9 撮像対象領域

1 1 撮像装置

1 2、1 2 B 光軸変更機構

1 5 制御装置

1 7 記憶部

1 9 操作部

2 1 カメラ本体

2 3 レンズ

2 3 a 光軸

2 3 a b、2 3 a d 第1光軸

2 3 a c、2 3 a e 第2光軸

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
4 1、4 1 B	ミラー
4 3	ミラー駆動部
4 5	アーム
5 1	最大露光時間算出部
5 3	露光時間設定部
6 1	ベース
6 3	回動駆動部
7 1	光軸変更指示部
7 3	補正機構振り角算出部
7 5	補正機構回動速度算出部
8 1	被写体距離検出装置
α	ミラー振り角
F	焦点距離
C 1	第 1 状態
C 2	第 2 状態
M	被写体倍率
L E 1	レンズの主点の延長線
L E 2	撮像対象面の延長線
Φ	光軸変更角
T f	撮像間隔
V 1、V 2、V 3	移動速度

請求の範囲

[請求項1]

移動体に配置された撮像装置と、

前記移動体が第1方向に移動中において前記撮像装置が撮像する際に、1枚目の撮像の際の前記撮像装置の第1光軸の状態から、2枚目の撮像時に前記第1方向と交差する第2方向に変位した第2光軸の状態へと前記撮像装置の光軸を変更させるように、前記撮像装置の光軸を2つ以上の整数である k 個の光軸の状態に変更させて、前記撮像装置の光軸を順次前記第2方向へ変更させる光軸変更機構と、

前記光軸変更機構を動作させる制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記1枚目の撮像タイミングと前記2枚目の撮像タイミングとの間、及び、前記撮像装置が撮像総枚数 n 枚において $2 \leq r \leq n$ の条件を満たす r 枚目の画像を撮像した後に前記 r 枚目の撮像タイミングと前記 $r+1$ 枚目の撮像タイミングとの間で、前記光軸変更機構を動作させる、

撮像システム。

[請求項2]

前記制御装置は、前記 r 枚目の撮像と前記 $r+1$ 枚目の撮像において、前記撮像装置の光軸を前記撮像装置の前記 r 枚目と前記 $r+1$ 枚目との撮像間隔と露光時間に基づく第1時間の間固定させ、前記 r 枚目の撮像タイミングと前記 $r+1$ 枚目の撮像タイミングとの間で前記撮像間隔と前記第1時間とに基づく第2時間で前記撮像装置の光軸を変更させるように、前記光軸変更機構を動作させる、

請求項1に記載の撮像システム。

[請求項3]

前記光軸変更機構は、

r/k が整数でない場合、 $r+1$ 枚目の撮像に対して r 枚目の撮像時から前記第2方向に前記撮像装置の光軸を変更させ、

r/k が整数である場合、 $r+1$ 枚目の撮像に対して r 枚目の撮像時から前記第2方向と反対の第3方向に前記撮像装置の光軸を変更させる、

請求項 2 に記載の撮像システム。

[請求項4] 前記光軸変更機構は、 r/k が整数である場合、 r 枚目の撮像に対して $r+1$ 枚目の撮像時に前記第 3 方向に変位した前記第 1 光軸の状態へと前記撮像装置の光軸を変更させる、

請求項 3 に記載の撮像システム。

[請求項5] $r+k$ 枚目の撮像画像は、 r 枚目の撮像画像を撮像した際の撮像対象領域から前記第 1 方向に位置する撮像対象領域を撮像した画像であり、

$r+k$ 枚目の撮像画像における前記第 1 方向と反対側の端部領域は、 r 枚目の撮像画像における第 1 方向の端部領域と重なる、

請求項 4 に記載の撮像システム。

[請求項6] 前記移動体の移動速度を検出する速度検出装置を備え、

前記制御装置は、前記移動体の移動速度に基づいて、 r 枚目の撮像と $r+k$ 枚目の撮像間隔を算出する、

請求項 4 に記載の撮像システム。

[請求項7] 前記制御装置は、前記移動速度と前記光軸の数 k に基づいて、 r 枚目の撮像と $r+1$ 枚目の撮像間隔を算出する、

請求項 6 に記載の撮像システム。

[請求項8] r/k が整数でない場合、 r 枚目の撮像から $r+1$ 枚目の撮像時に前記撮像装置の光軸を変更させる光軸変更角は前記撮像装置の画角以下の大きさである、

請求項 2 に記載の撮像システム。

[請求項9] r/k が整数でない場合、 r 枚目の撮像から $r+1$ 枚目の撮像時に前記撮像装置の光軸を変更させる光軸変更角は前記撮像装置の画角以下の大きさであり、 r 枚目の撮像画像と $r+k$ 枚目の撮像画像とが共通の撮像領域を有することにより、 r 枚目の撮像画像、 $r+1$ 枚目の撮像画像、 $r+k$ 枚目の撮像画像において、それぞれ共通の撮像領域を有する、

請求項 3 に記載の撮像システム。

[請求項10]

前記制御装置は、

前記 1 枚目の撮像タイミングと前記 2 枚目の撮像タイミングとの間及び前記 r 枚目の撮像タイミングと前記 $r + 1$ 枚目の撮像タイミングとの間で、前記光軸変更機構を動作させながら前記撮像装置に撮像させる第 1 モードと、

前記光軸変更機構を動作させずに、前記撮像装置に連続して撮像させる第 2 モードと、

を備える、

請求項 2 に記載の撮像システム。

[請求項11]

前記移動体が移動中に前記撮像装置によって撮像する際の第 1 方向のぶれを補正するぶれ補正機構を備える、

請求項 2 に記載の撮像システム。

[請求項12]

撮像中において、前記ぶれ補正機構が駆動している間、前記光軸変更機構は前記光軸の変更動作が終了状態である、

請求項 1 1 に記載の撮像システム。

[請求項13]

前記光軸変更機構の駆動により、前記ぶれ補正機構の光軸も前記撮像装置の光軸と共に変更される、

請求項 1 1 に記載の撮像システム。

[請求項14]

前記撮像装置の撮像対象領域に対して、撮像方向が前記光軸変更機構の光軸変更角より小さい所定の角度だけ移動方向と交差する面内を移動方向と平行な軸周りに傾くように前記撮像装置が設置傾きを有して設置される、

請求項 2 に記載の撮像システム。

[請求項15]

前記設置傾きは前記光軸変更角の半分の角度である、

請求項 1 4 に記載の撮像システム。

[請求項16]

前記制御装置は、前記光軸変更機構による光軸変更角に基づいて光軸変更前後で変化する前記撮像装置から撮像対象領域までの被写体距

離を算出し、前記被写体距離に基づいて前記第1方向のぶれを補正するためのぶれ補正量を設定する、

請求項12に記載の撮像システム。

[請求項17] 前記制御装置は、光軸変更前の被写体距離と光軸変更角に基づいてぶれ補正量を算出する、

請求項16に記載の撮像システム。

[請求項18] 前記撮像装置から撮像対象物までの距離を測定する被写体距離測定装置を備える、

請求項17に記載の前記撮像システム。

[請求項19] 前記制御装置は、光軸変更前の前記第1光軸の状態において前記被写体距離測定装置による被写体距離検出を実施し、前記光軸変更機構により前記第2光軸の状態へ光軸変更した後において前記被写体距離測定装置による被写体距離検出を実施しない、

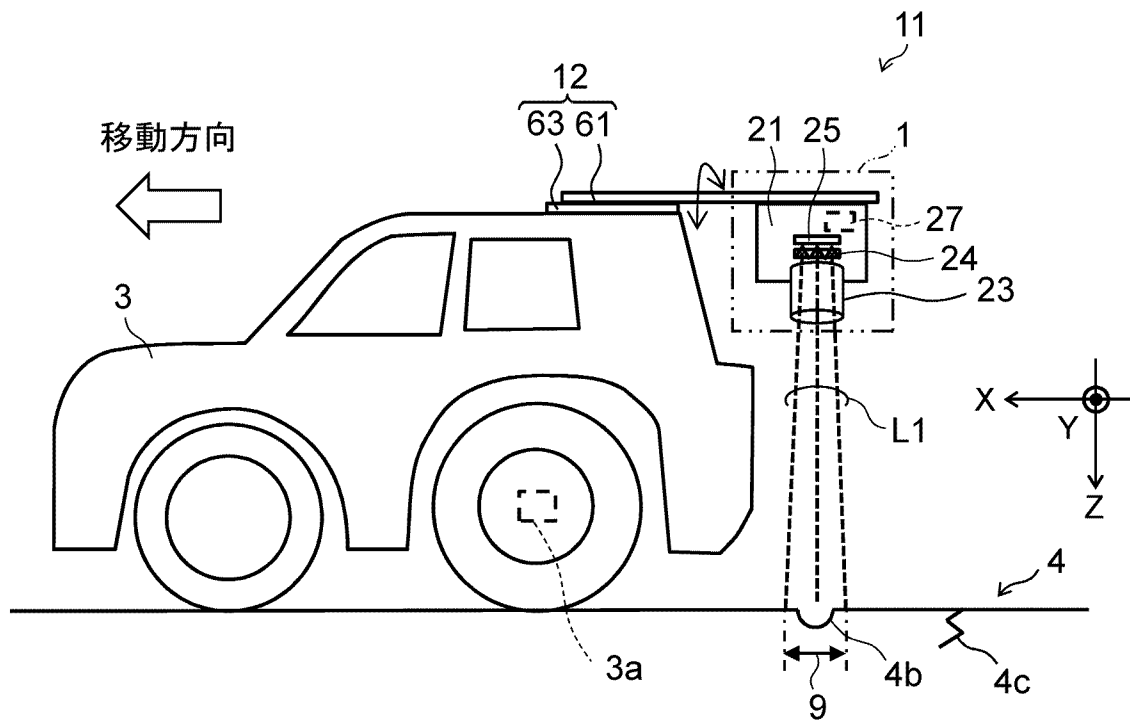
請求項18に記載の前記撮像システム。

[請求項20] 前記制御装置は、前記被写体距離測定装置により検出された被写体距離に応じて光軸変更角を設定する、

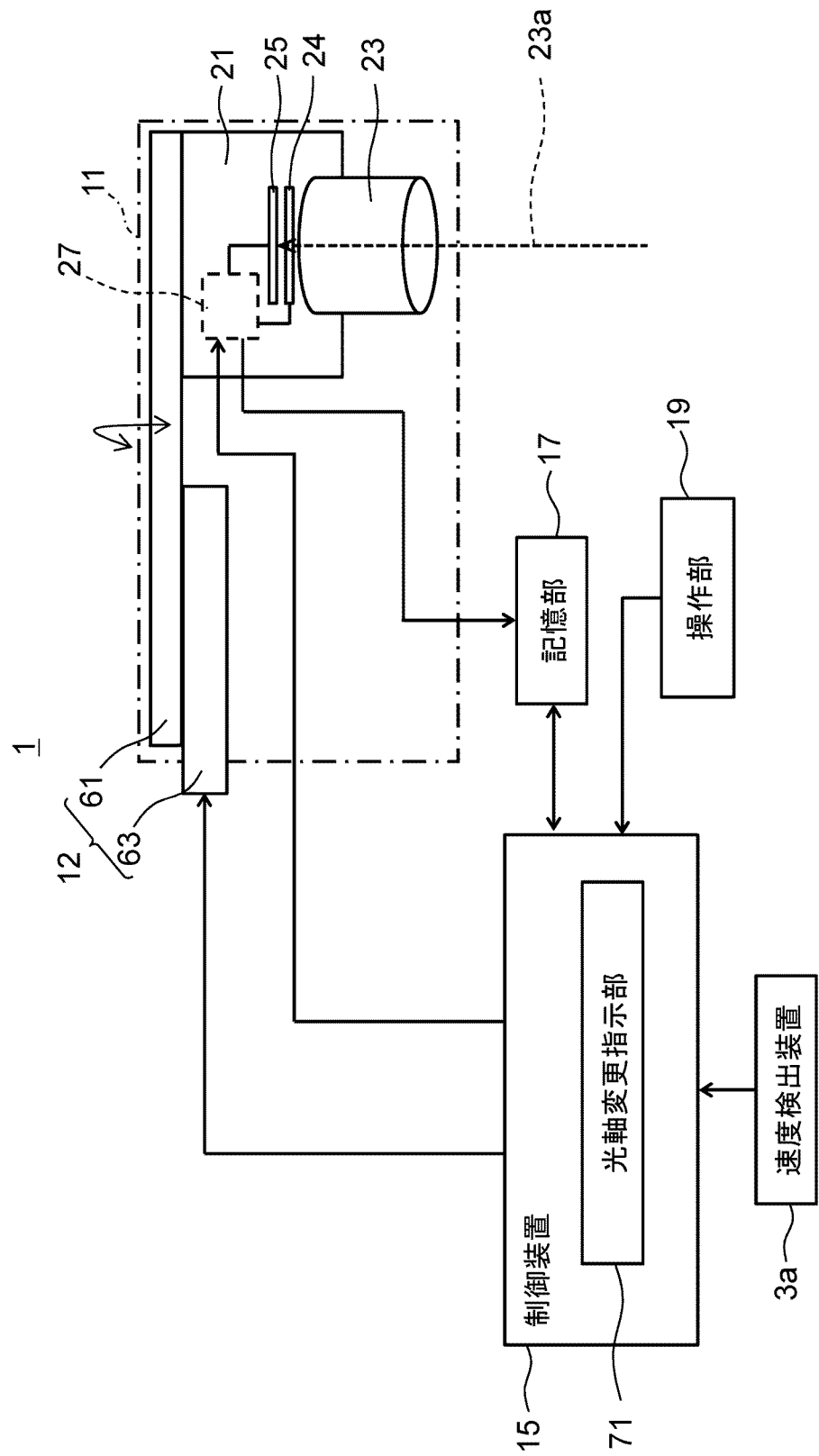
請求項19に記載の前記撮像システム。

[請求項21] 請求項1から20のいずれか1つの撮像システムを備える、移動体。

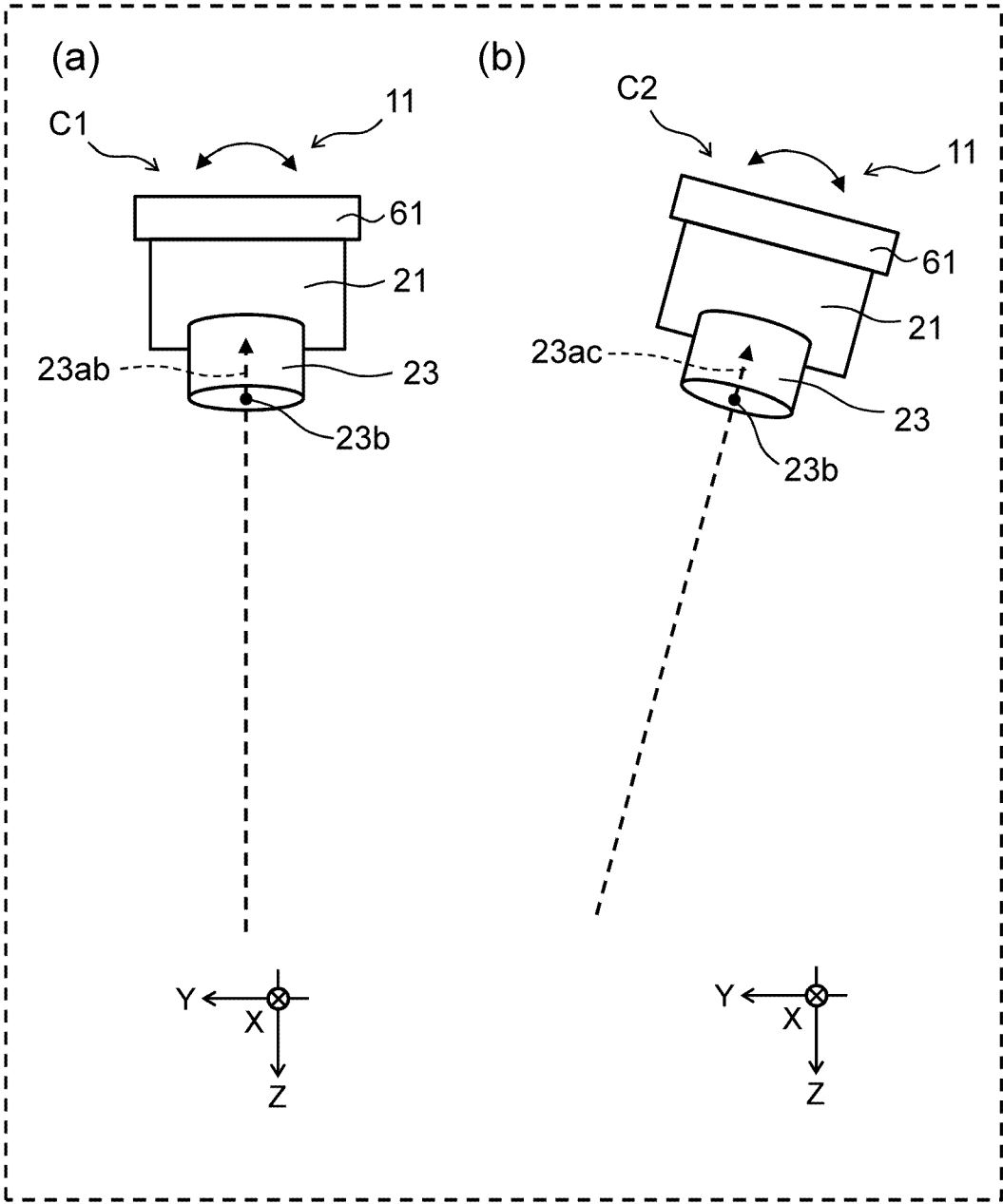
[図1]



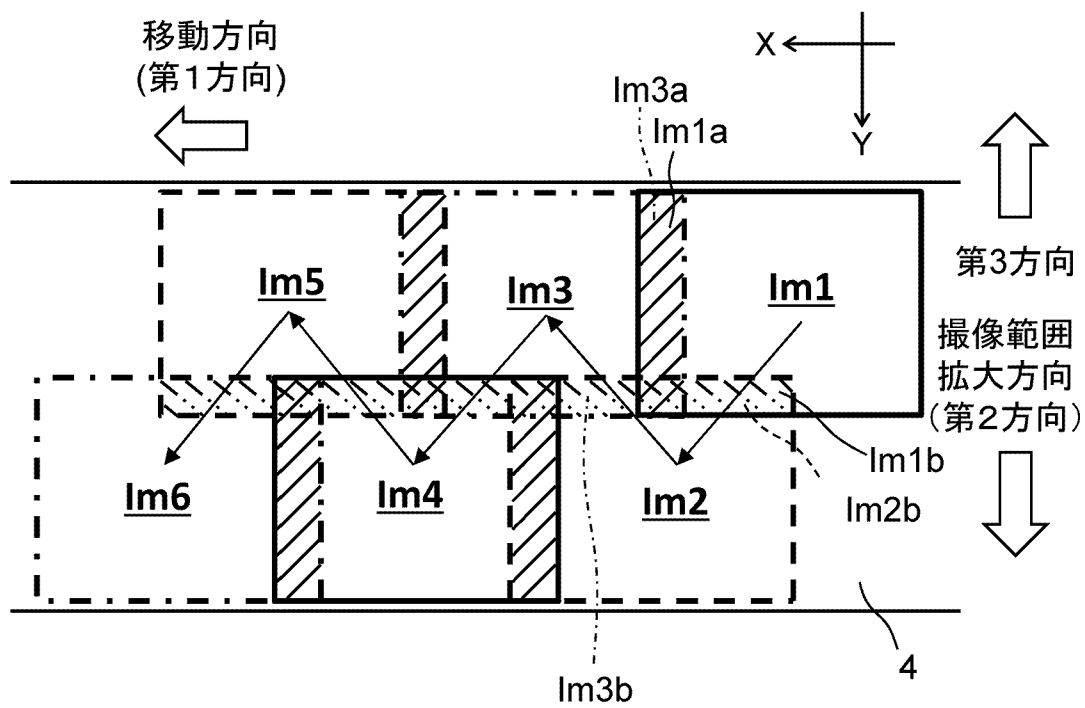
[図2]



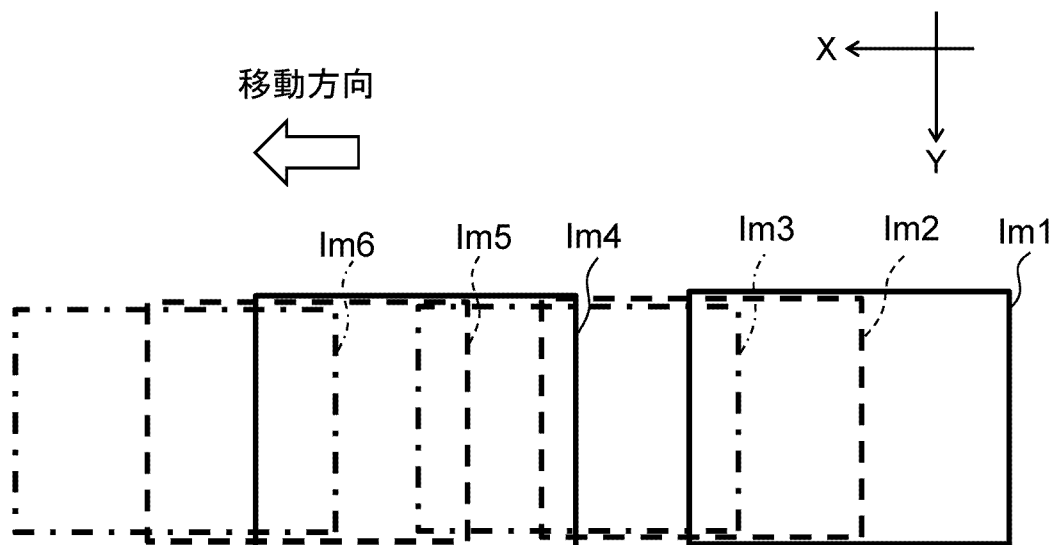
[図3]



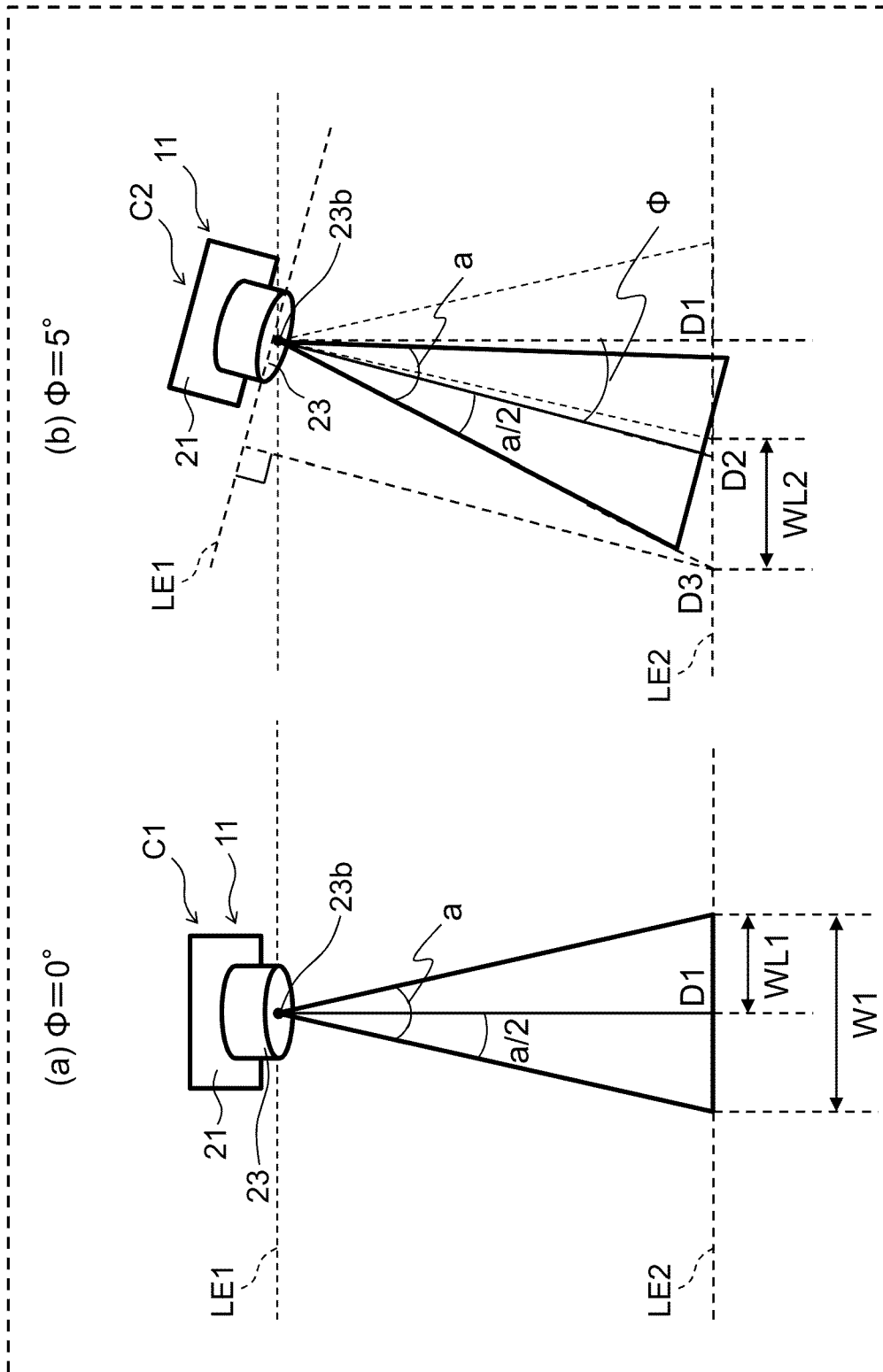
[図4]



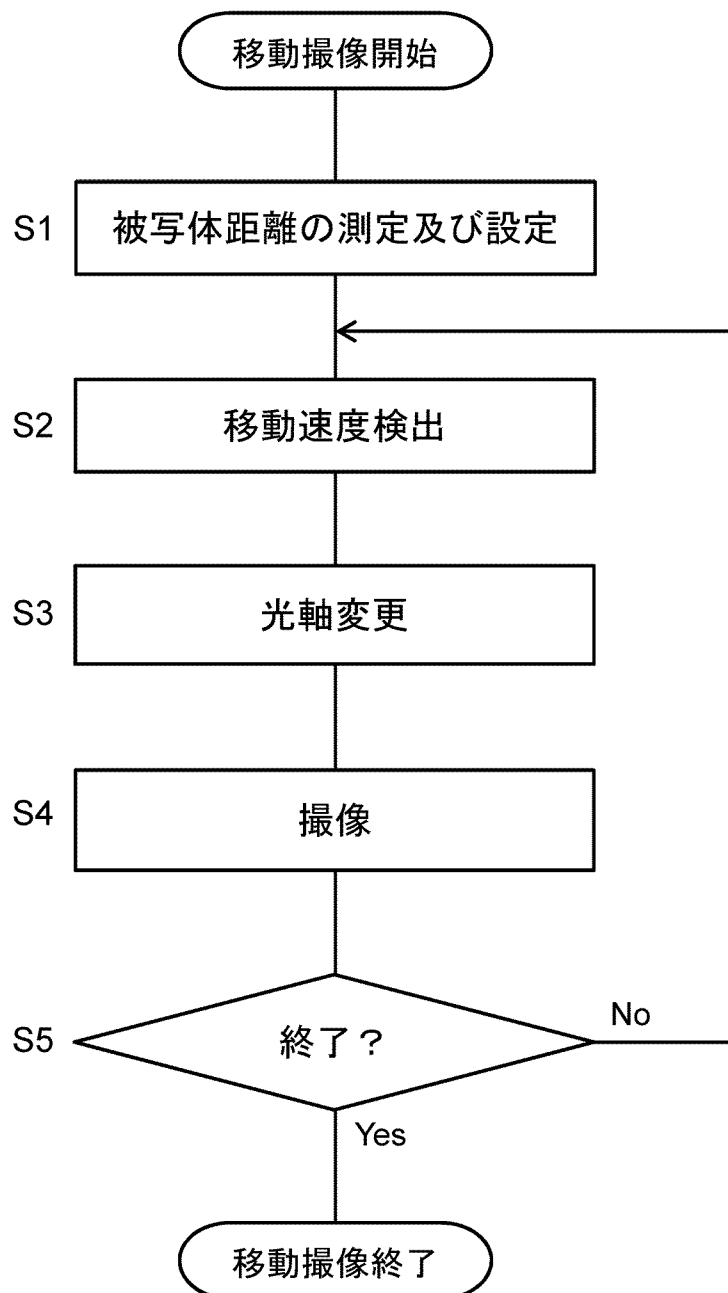
[図5]



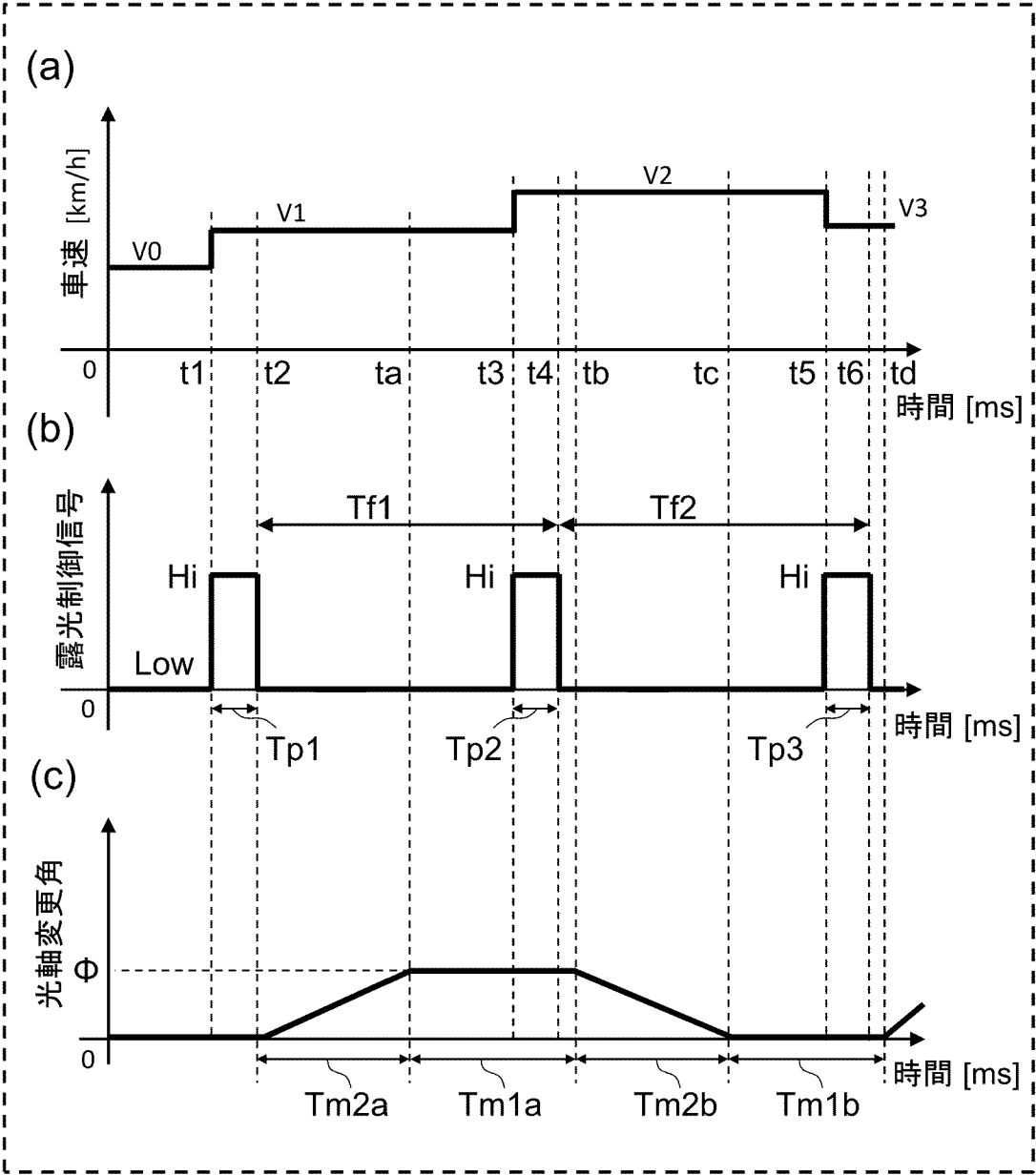
[図6]



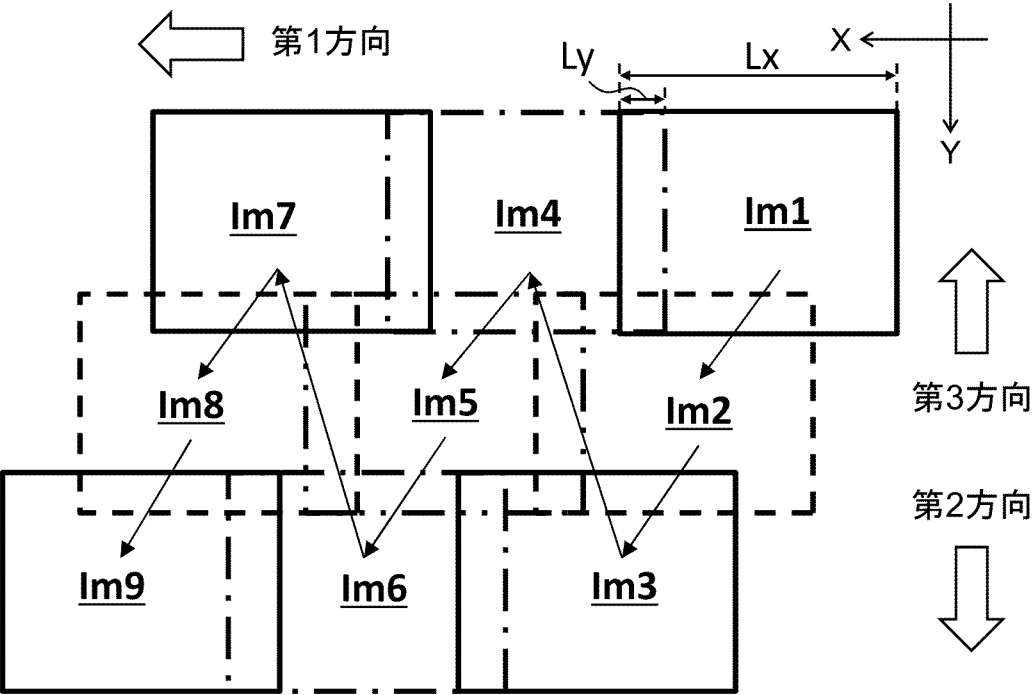
[図7]



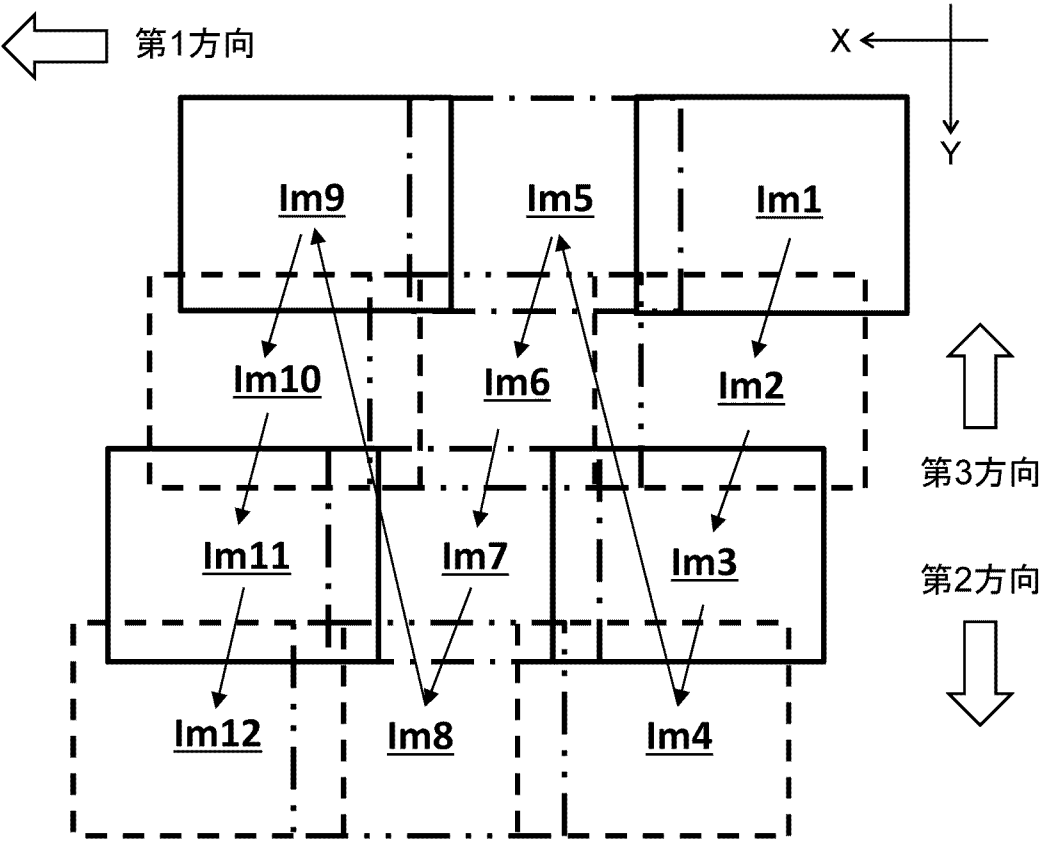
[図8]



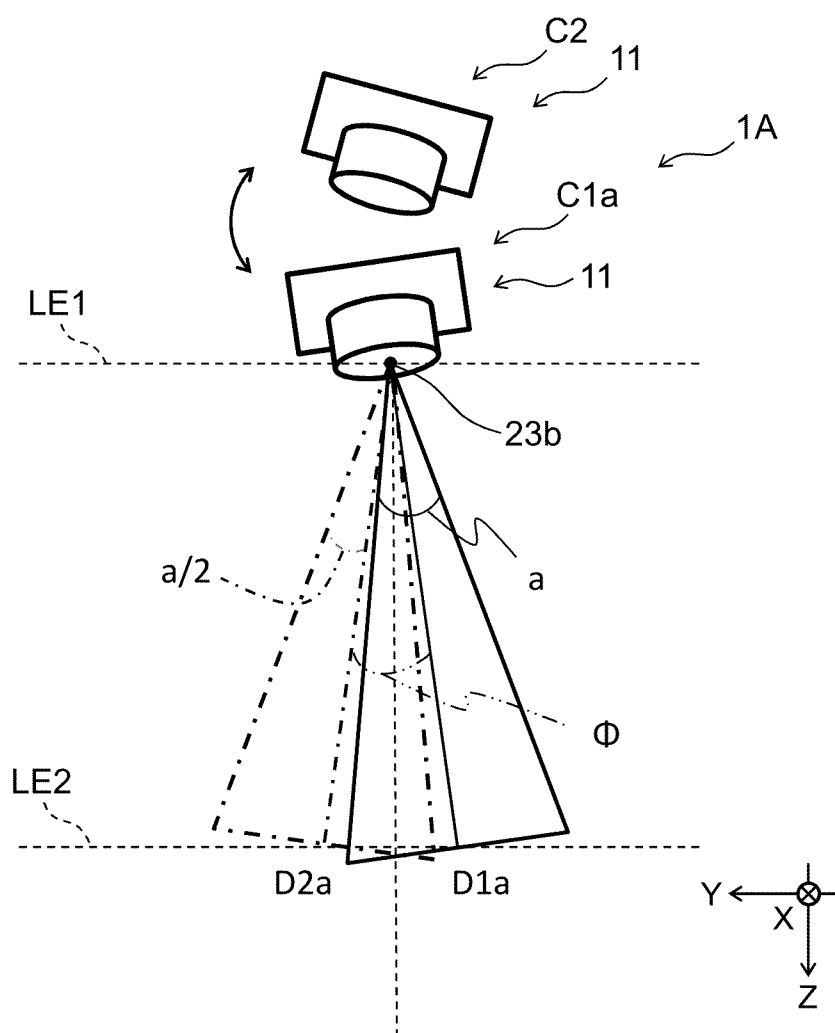
[図9]



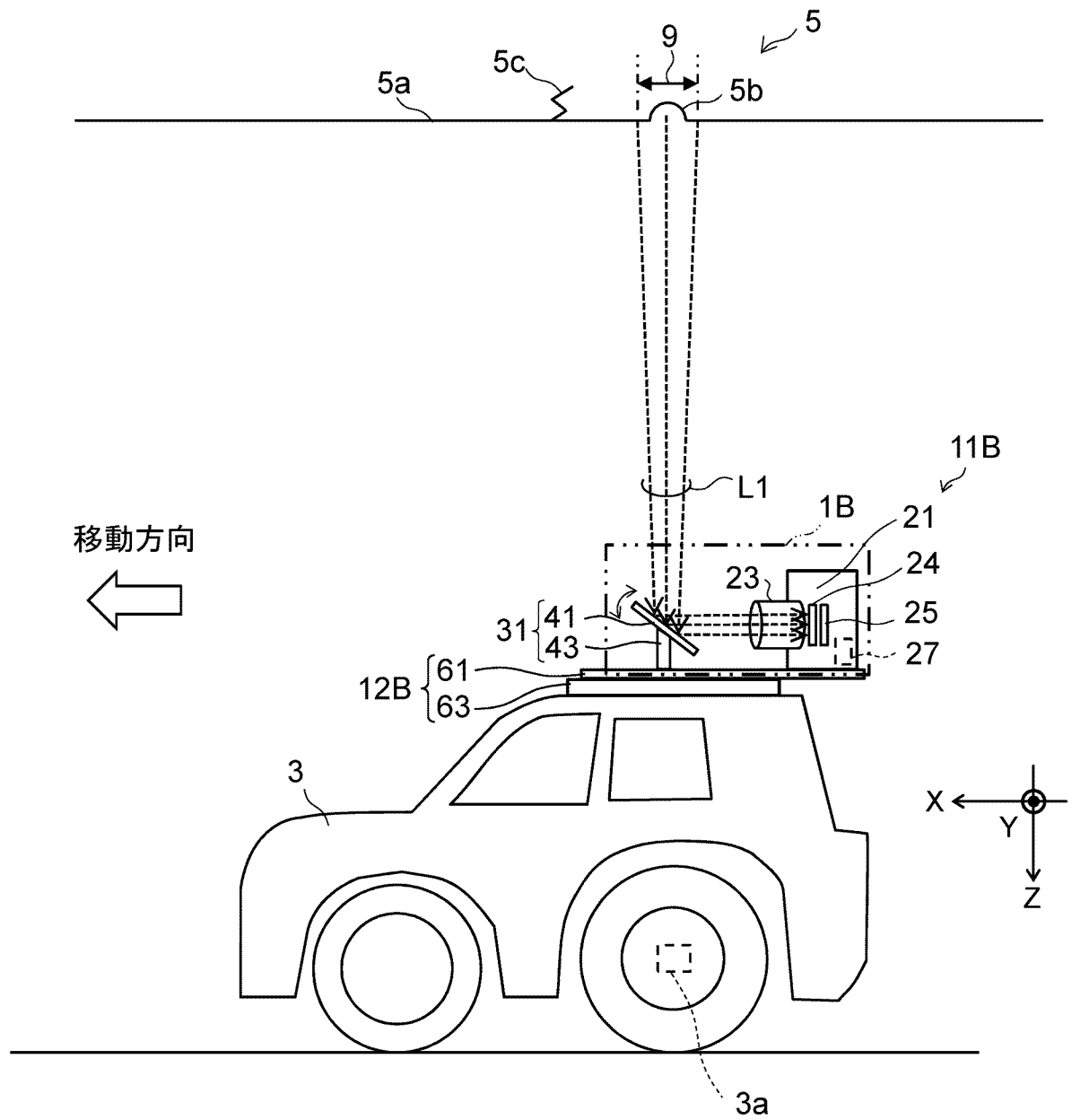
[図10]



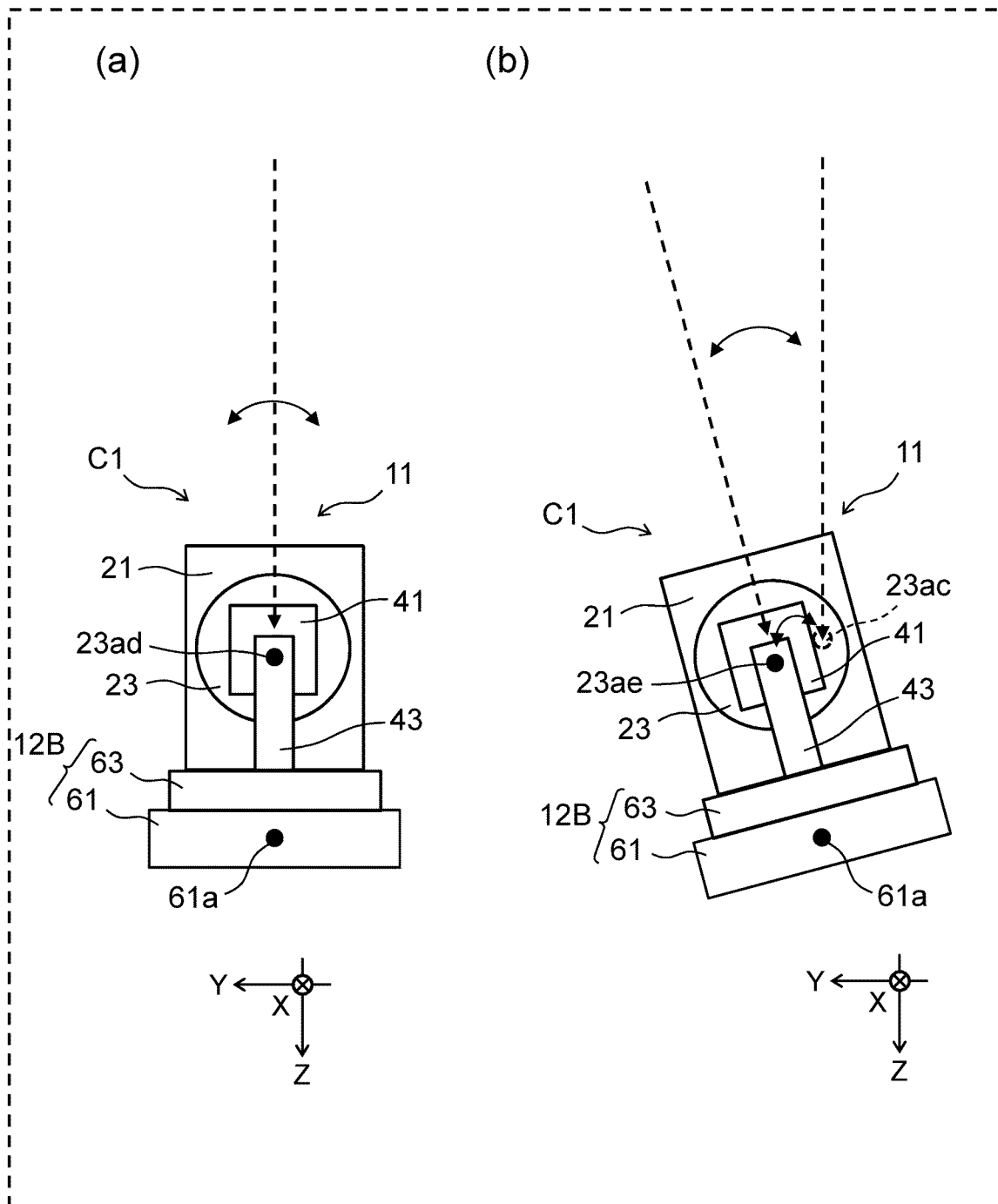
[図11]



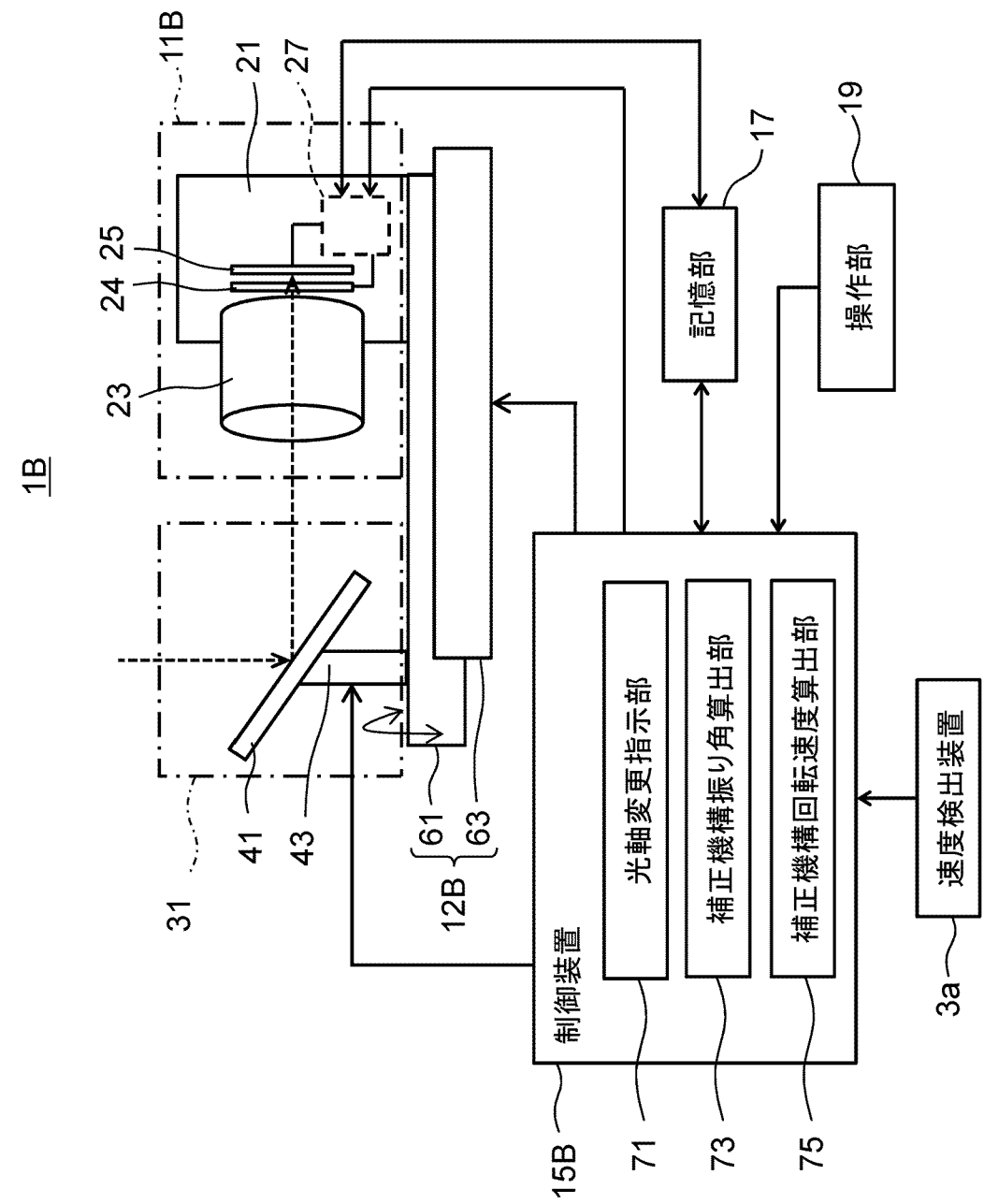
[図12A]



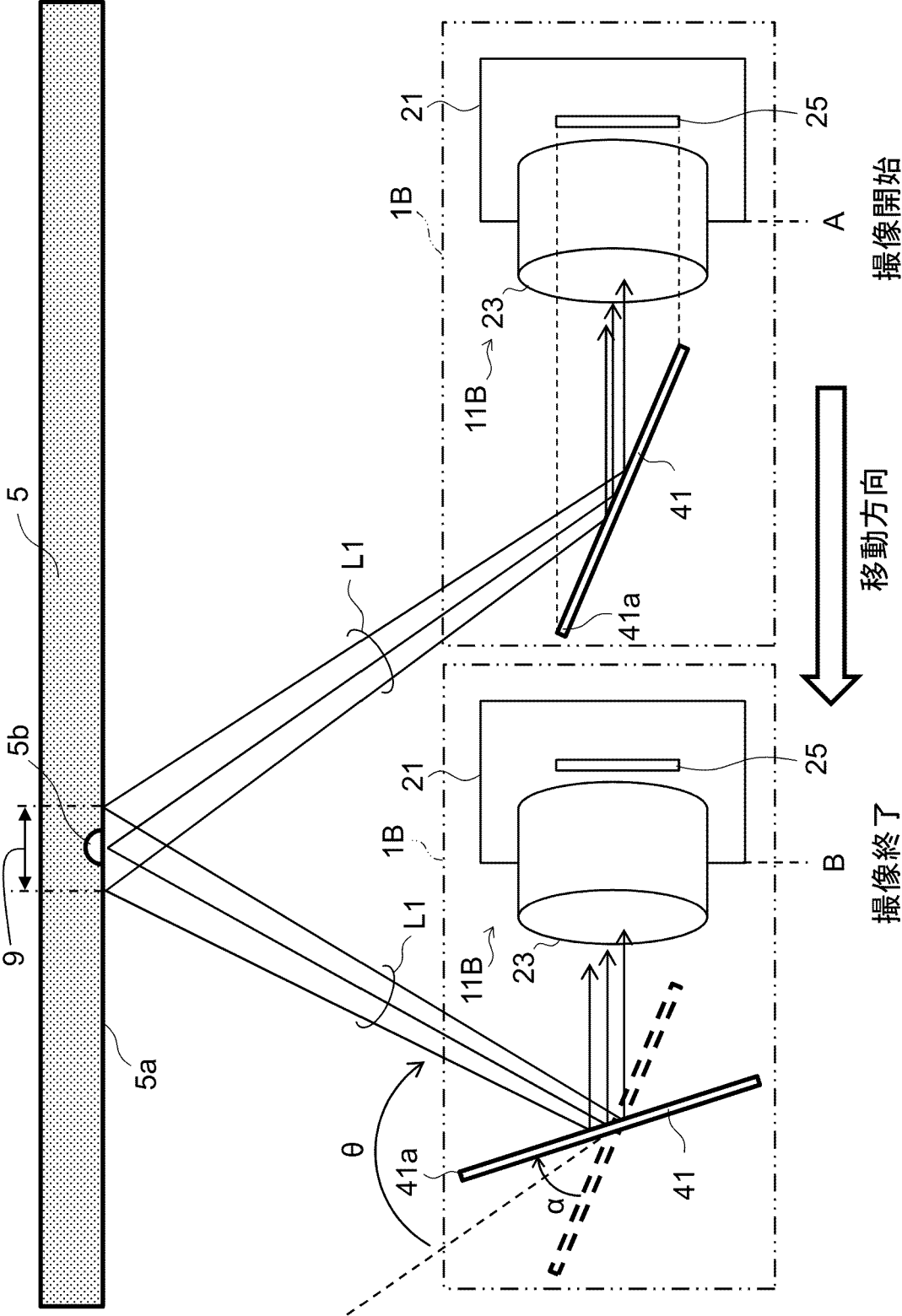
[図12B]



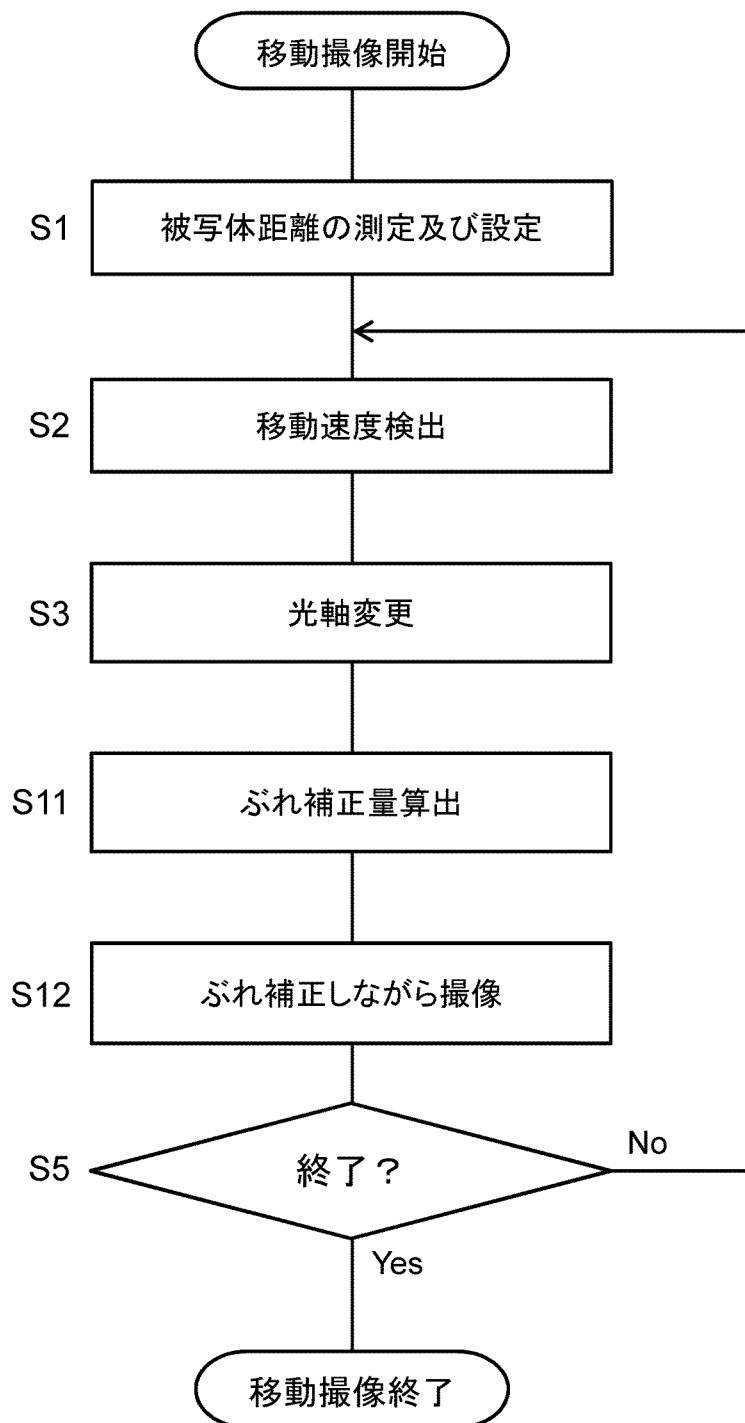
[図13]



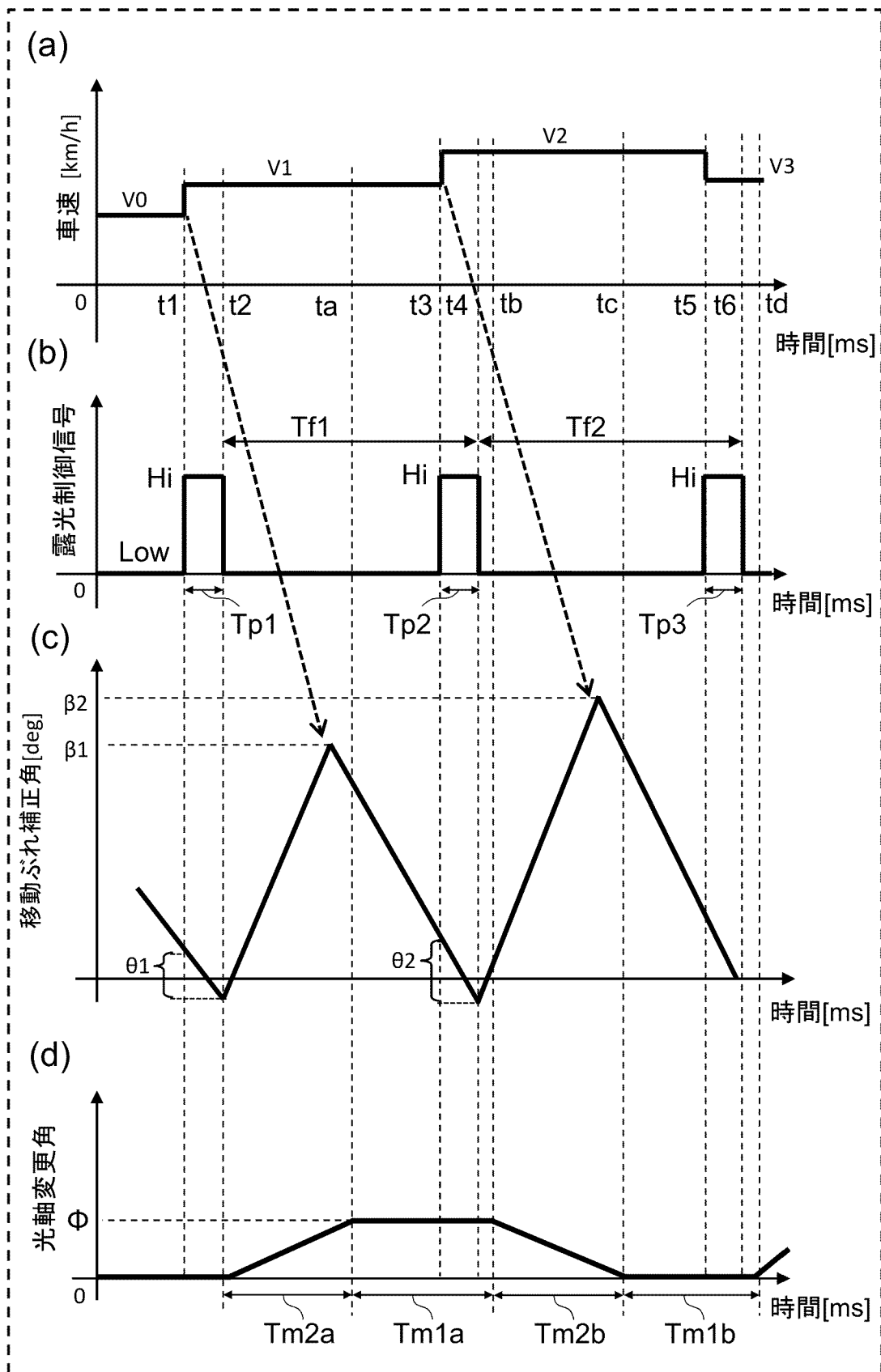
[図14]



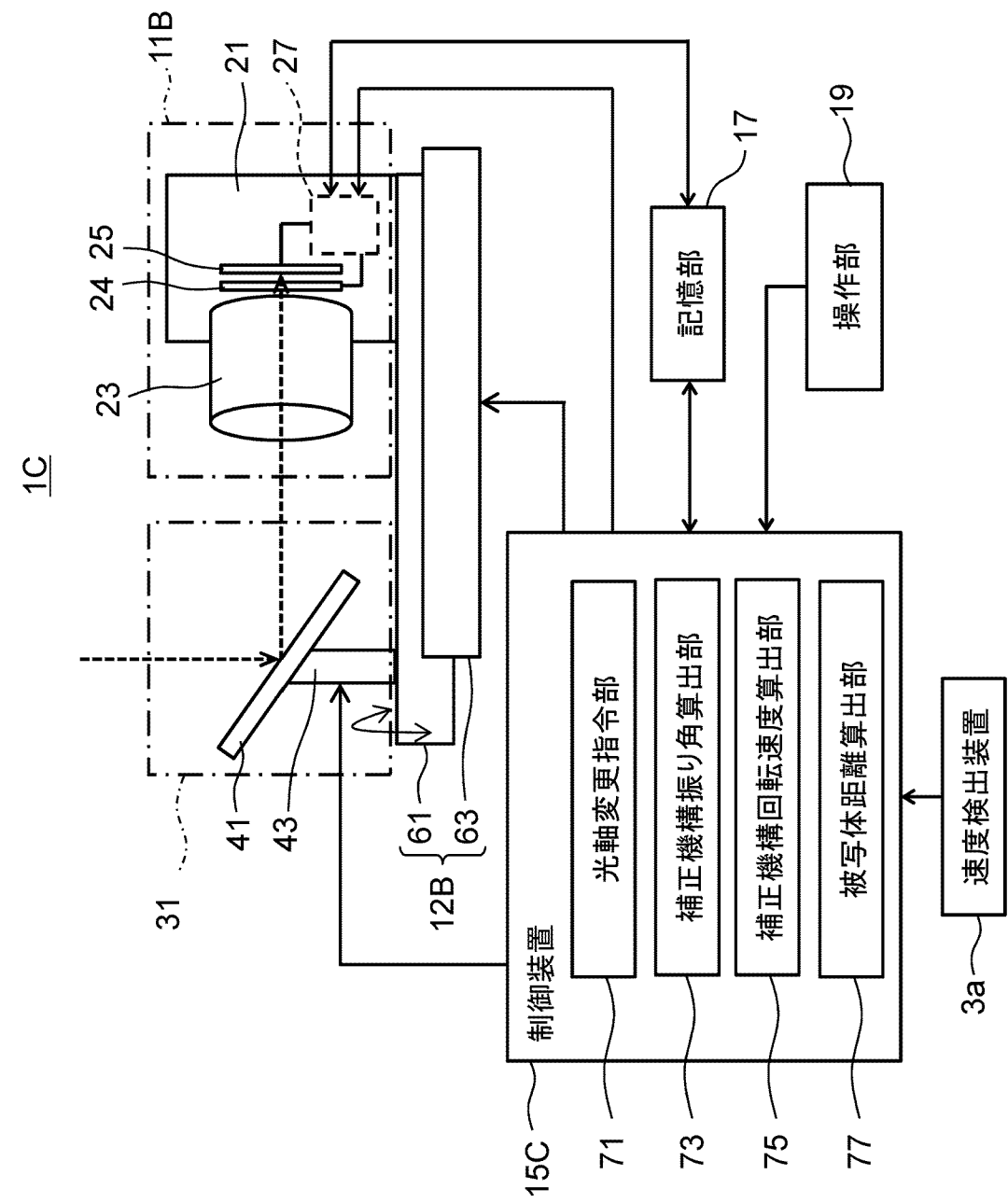
[図15]



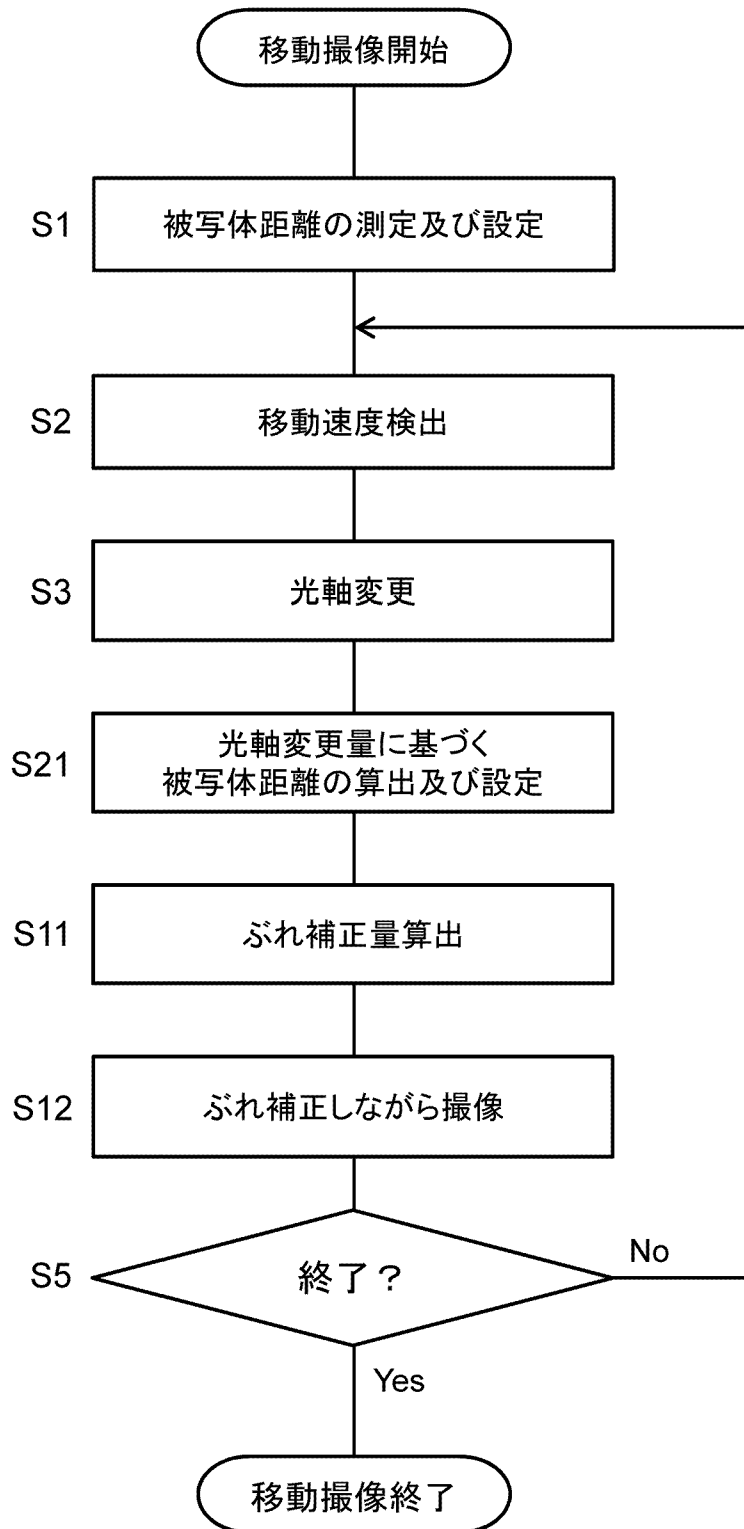
[図16]



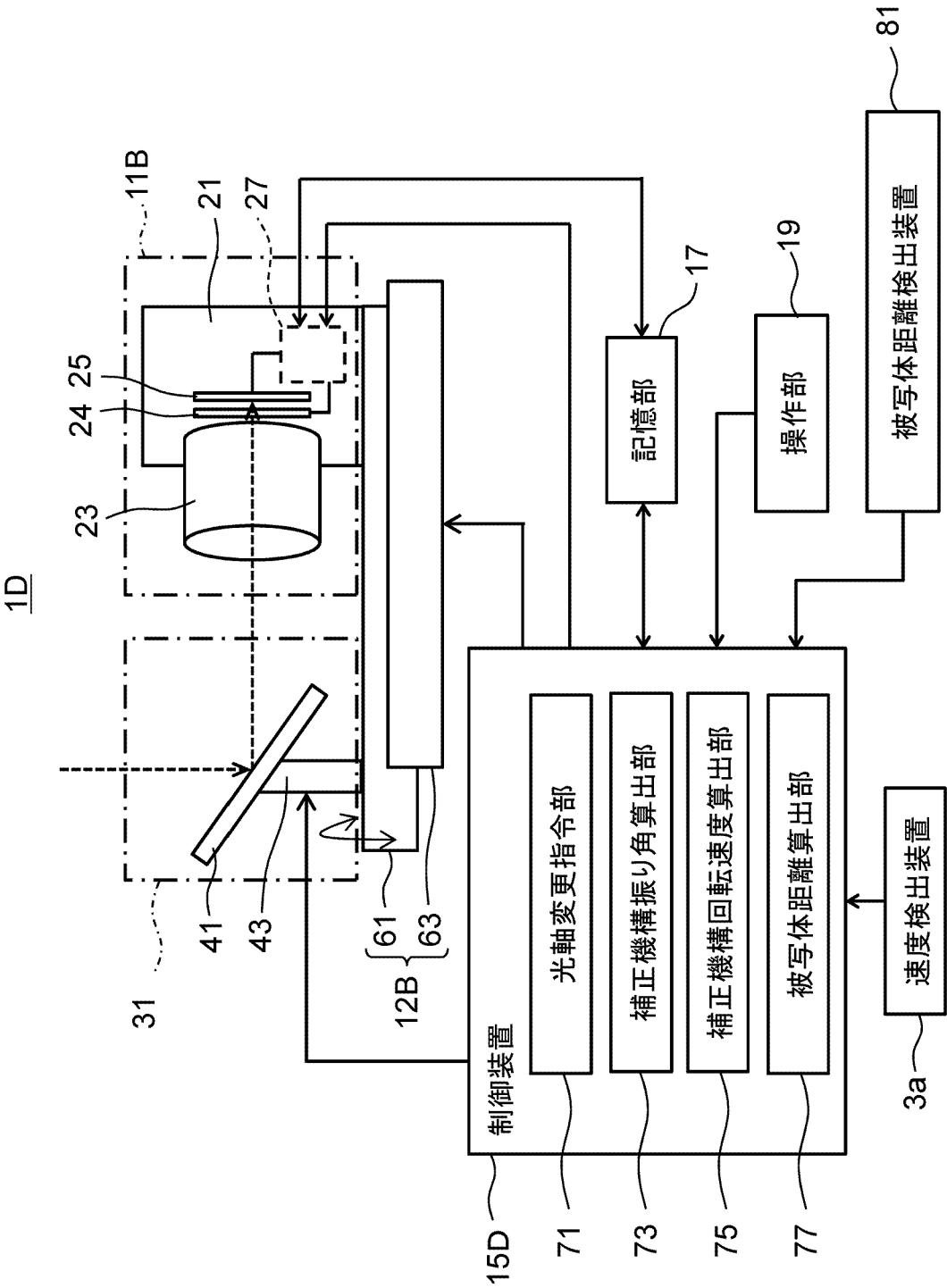
[図17]



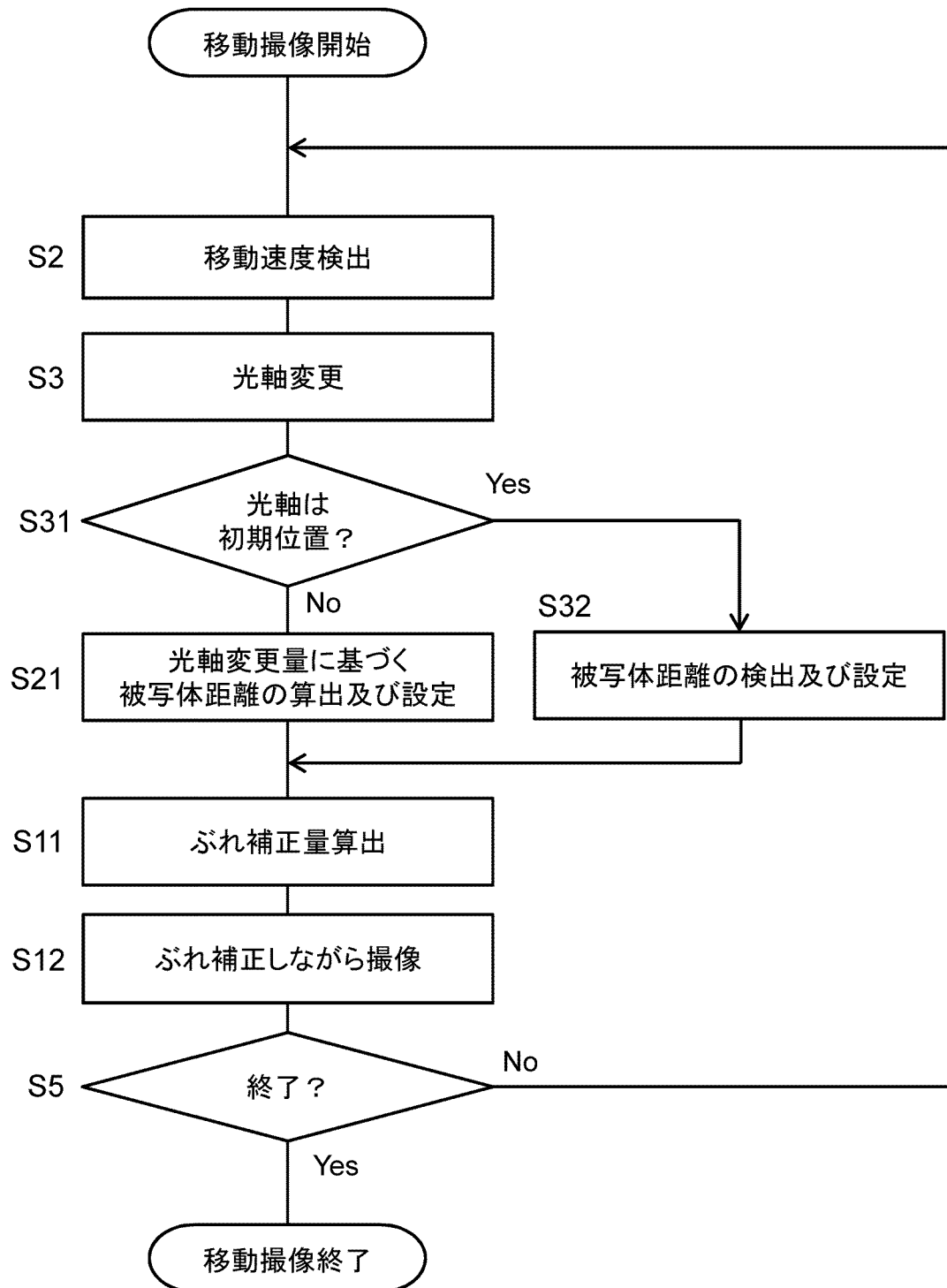
[図18]



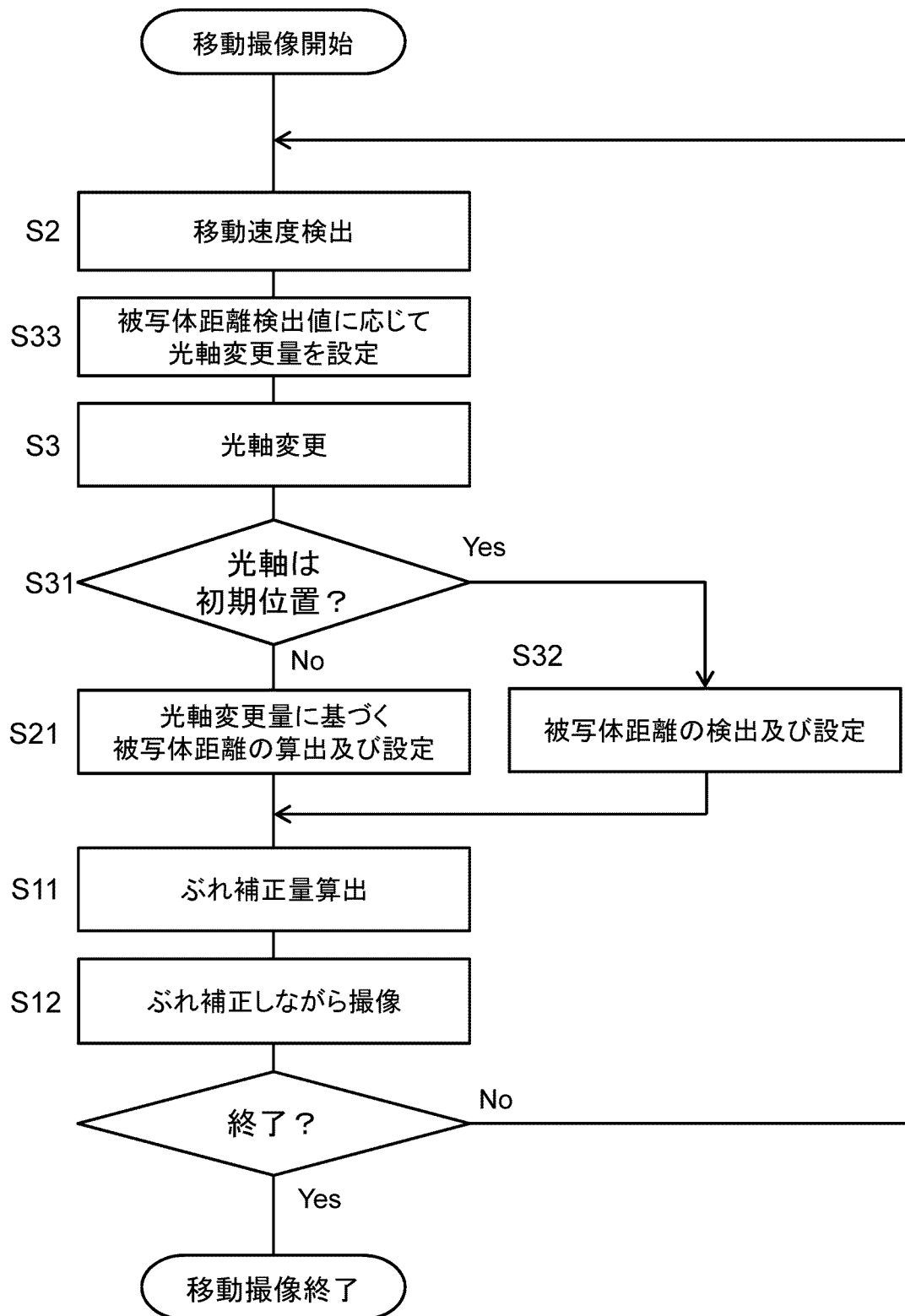
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/020299

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 23/695(2023.01)i; **G03B 5/00**(2021.01)i; **G03B 15/00**(2021.01)i; **G03B 17/17**(2021.01)i; **H04N 23/667**(2023.01)i; **H04N 23/68**(2023.01)i

FI: H04N23/695; G03B5/00 J; G03B15/00 T; G03B15/00 V; G03B17/17; H04N23/667; H04N23/68

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)

H04N23/695; G03B5/00; G03B15/00; G03B17/17; H04N23/667; H04N23/68

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2011/033569 A1 (FUJITSU LIMITED) 24 March 2011 (2011-03-24) paragraphs [0011]-[0012], [0018], fig. 2, 7-8	1-5, 8-9, 21
Y	paragraphs [0011]-[0012], [0018], fig. 2, 7-8	6-7, 11-13
A	paragraphs [0011]-[0012], [0018], fig. 2, 7-8	10, 14-20
Y	JP 2011-097639 A (TAKENAKA KOMUTEN CO LTD) 12 May 2011 (2011-05-12) paragraphs [0024], [0042]-[0047], fig. 1, 3	6-7
Y	JP 2015-195569 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 05 November 2015 (2015-11-05) paragraph [0094]	11-13
A	paragraph [0094]	16-20

☐ 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

19 July 2023

Date of mailing of the international search report

01 August 2023

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/JP2023/020299

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2011/033569	A1	24 March 2011	US	2012/0236153	A1	
				paragraphs [0044]-[0045], [0052], fig. 2, 7-8			
JP	2011-097639	A	12 May 2011	(Family: none)			
JP	2015-195569	A	05 November 2015	US	2015/0281587	A1	
				paragraph [0126]			
				EP	2930658	A1	
				CN	104954668	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H04N 23/695(2023.01)i; G03B 5/00(2021.01)i; G03B 15/00(2021.01)i; G03B 17/17(2021.01)i;
H04N 23/667(2023.01)i; H04N 23/68(2023.01)i
FI: H04N23/695; G03B5/00 J; G03B15/00 T; G03B15/00 V; G03B17/17; H04N23/667; H04N23/68

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））

H04N23/695; G03B5/00; G03B15/00; G03B17/17; H04N23/667; H04N23/68

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 - 2023年
日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年
日本国登録実用新案公報 1994 - 2023年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	W0 2011/033569 A1 (富士通株式会社) 24.03.2011 (2011 - 03 - 24) 段落[0011]-[0012], [0018], 図2, 7-8	1-5, 8-9, 21
Y	段落[0011]-[0012], [0018], 図2, 7-8	6-7, 11-13
A	段落[0011]-[0012], [0018], 図2, 7-8	10, 14-20
Y	JP 2011-097639 A (株式会社竹中工務店) 12.05.2011 (2011 - 05 - 12) 段落[0024], [0042]-[0047], 図1, 3	6-7
Y	JP 2015-195569 A (パナソニック インテレクチュアル プロパティ コーポレーショ ン オブ アメリカ) 05.11.2015 (2015 - 11 - 05) 段落[0094]	11-13
A	段落[0094]	16-20

☐ 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、一般的な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

19.07.2023

国際調査報告の発送日

01.08.2023

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）

淀川 滉也 5P 4813

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

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/JP2023/020299

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2011/033569	A1	24.03.2011	US	2012/0236153	A1	
				段落[0044]-[0045], [0052], 図2, 7-8			
				(ファミリーなし)			
JP	2011-097639	A	12.05.2011				
JP	2015-195569	A	05.11.2015	US	2015/0281587	A1	
				段落[0126]			
				EP	2930658	A1	
				CN	104954668	A	