(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10月5日(05.10.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/189876 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 21/3581 (2014.01) *G01N 21/17* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/011073

(22) 国際出願日： 2023年3月22日(22.03.2023)

(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 2022-053441 2022年3月29日(29.03.2022) 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]; 〒5406207 大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号 Osaka (JP).

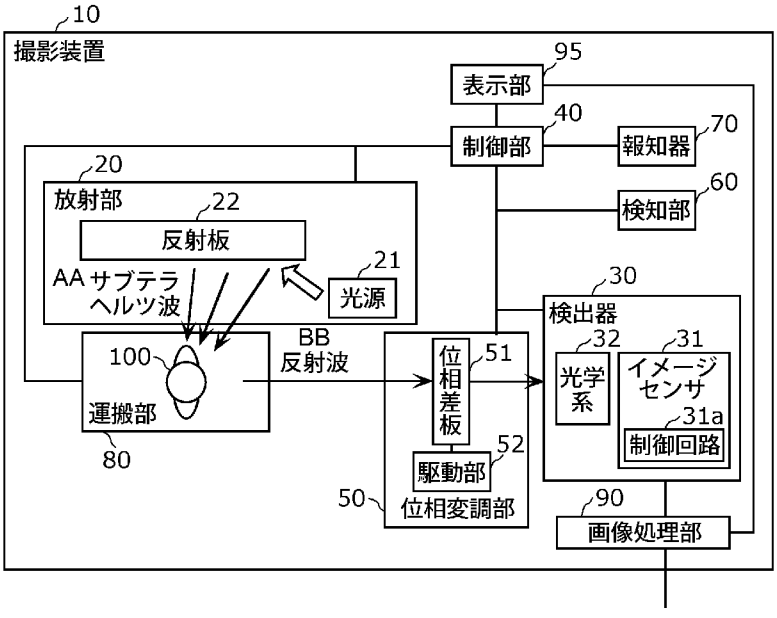
(72) 発明者: 友松 駿介 (**TOMOMATSU, Shunsuke**). 山田 和宏(**YAMADA, Kazuhiro**).

(74) 代理人: 新居 広守, 外 (**NII, Hiromori** et al.); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島５丁目３番１０号タナカ・イトーピア新大阪ビル６階新居国際特許事務所内 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, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW,

(54) **Title:** IMAGE CAPTURING DEVICE

(54) 発明の名称： 撮影装置



10	Image capturing device
20	Emitting unit
21	Light source
22	Reflector plate
30	Detector
31	Image sensor
31a	Control circuit
32	Optical system
40	Control unit
50	Phase modulating unit
51	Retardation plate
52	Drive unit
60	Detecting unit
70	Notifying unit
80	Conveying unit
90	Image processing unit
95	Display unit
AA	Sub-terahertz wave
BB	Reflected wave

(57) **Abstract:** An image capturing device (10) comprises an emitting unit (20) for emitting sub-terahertz waves at a person (100), a detector (30), and a phase modulating unit (50). The detector (30) includes: an optical system (32) for forming an image of reflected waves resulting from the sub-terahertz waves emitted by the emitting unit (20) being reflected by the person (100); and an image sensor (31) which includes a plurality of pixels that are arranged in a plane and that receive the reflected waves image-formed by the optical system (32), the image sensor (31) generating an image on the basis of the reflected waves received by each of the plurality of pixels. The phase modulating unit (50) changes a phase angle

WO 2023/189876 A1

[続葉有]

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)）

distribution of the reflected waves received by the image sensor (31) during an exposure period in which the image sensor (31) generates the image.

(57) 要約：撮影装置（１０）は、人（１００）に対してサブテラヘルツ波を放射する放射部（２０）と、検出器（３０）と、位相変調部（５０）と、を備える。検出器（３０）は、放射部（２０）より放射されたサブテラヘルツ波の、人（１００）による反射波を結像する光学系（３２）と、平面状に配置され、光学系（３２）により結像された反射波を受波する複数の画素を含み、複数の画素の各々で受波した反射波に基づいて画像を生成するイメージセンサ（３１）と、を有する。位相変調部（５０）は、イメージセンサ（３１）が画像を生成する際の露光期間中に、イメージセンサ（３１）が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。

明　細　書

発明の名称 ： 撮影装置

技術分野

[0001]　本開示は、撮影装置に関する。

背景技術

[0002]　従来、テラヘルツ波及びサブテラヘルツ波を用いて撮影対象物の画像を撮影する撮影装置が知られている。例えば、特許文献１には、サブテラヘルツ波を用いて撮影対象物の画像を取得する撮影装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０２１／２５５９６４号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　サブテラヘルツ波を用いて撮影対象物の画像を撮影する撮影装置では、画質の向上等のために、撮影対象物によるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを抑制することが求められている。例えば、人体と危険物とのサブテラヘルツ波の反射特性の違いを利用して、サブテラヘルツ波を用いて撮影した画像は、人が危険物を所持しているか否かの危険物検知に用いられる。この場合、撮影対象物におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる明暗むらが画像に発生すると、危険物の検知精度が低下する。

[0005]　そこで、本開示は、撮影対象物におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを抑制できる撮影装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0006]　本開示の一態様に係る撮影装置は、撮影対象物に対してサブテラヘルツ波を放射する放射部と、（ｉ）前記放射部より放射された前記サブテラヘルツ波の、前記撮影対象物による反射波を結像する光学系と、（ｉｉ）平面状に

配置され、前記光学系により結像された前記反射波を受波する複数の画素を含み、前記複数の画素の各々で受波した前記反射波に基づいて画像を生成するイメージセンサと、を有する検出器と、前記イメージセンサが画像を生成する際の露光期間中に、前記イメージセンサが受波する前記反射波の位相の角度分布を変化させる位相変調部と、を備える。

発明の効果

[0007] 本開示の一態様に係る撮影装置によれば、撮影対象物におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図１は、サブテラヘルツ波を用いた撮影における明暗むらの発生を説明するための図である。

[図2]図２は、実施の形態に係る撮影装置の外観を示す模式図である。

[図3]図３は、実施の形態に係る撮影装置の構成を示すブロック図である。

[図4]図４は、実施の形態に係る撮影装置を上方から見た場合の模式図である。

[図5]図５は、実施の形態に係るイメージセンサの回路構成の一例を示す図である。

[図6]図６は、図５で示されるイメージセンサの動作を説明するためのタイミングチャートである。

[図7]図７は、実施の形態に係るイメージセンサの回路構成の別の一例を示す図である。

[図8]図８は、図７で示されるイメージセンサの動作を説明するためのタイミングチャートである。

[図9]図９は、実施の形態に係る位相差板の一例を示す平面図である。

[図10]図１０は、実施の形態に係る位相差板の一例を示す断面図である。

[図11]図１１は、実施の形態に係る位相差板の一例の動きの例を説明するための模式図である。

[図12]図１２は、実施の形態に係る位相差板の別の一例を示す平面図である

。

[図13]図１３は、実施の形態に係る位相差板の別の一例の動きの例を説明するための模式図である。

[図14]図１４は、実施の形態に係る位相差板のさらに別の一例を示す平面図である。

[図15]図１５は、実施の形態に係る位相差板のさらに別の一例の動きの例を説明するための模式図である。

[図16]図１６は、実施の形態に係る検知部が出力する画像の例を示す図である。

[図17]図１７は、実施の形態に係る検知部の配置の別の例を説明するための側面図である。

[図18]図１８は、実施の形態に係る検知部の配置のさらに別の例を説明するための上面図である。

[図19]図１９は、図１７で示される検知部が出力する画像の例を示す図である。

[図20]図２０は、図１８で示される検知部が出力する画像の例を示す図である。

[図21]図２１は、実施の形態に係る検知部が圧力センサで構成される場合の例を示す側面図である。

[図22]図２２は、実施の形態に係る検知部が距離センサで構成される場合の例を示す上面図である。

[図23]図２３は、実施の形態に係る検知部が人感センサで構成される場合の例を示す側面図である。

[図24]図２４は、実施の形態に係る検知部が速度センサで構成される場合の例を示す上面図である。

[図25]図２５は、実施の形態の変形例１に係る撮影装置を上方から見た場合の模式図である。

[図26]図２６は、実施の形態の変形例１に係る位相差板の一例の動きの例を

説明するための模式図である。

[図27]図２７は、実施の形態の変形例１に係る位相差板の別の一例の動きの例を説明するための模式図である。

[図28]図２８は、実施の形態の変形例１に係る位相差板のさらに別の一例の動きの例を説明するための模式図である。

[図29]図２９は、実施の形態の変形例２に係る撮影装置を上方から見た場合の模式図である。

[図30]図３０は、実施の形態の変形例３に係る撮影装置を上方から見た場合の模式図である。

[図31]図３１は、実施の形態の変形例３に係る光源の動きの例を説明するための模式図である。

[図32]図３２は、実施の形態の変形例３に係る光源の動きの別の例を説明するための模式図である。

[図33]図３３は、実施の形態の変形例４に係る撮影装置を上方から見た場合の模式図である。

[図34]図３４は、人の移動によるサブテラヘルツ波の光路長の変化を説明するための図である。

[図35A]図３５Ａは、実施の形態に係るイメージセンサの画素アレイにおける画素の配列の例を示す模式図である。

[図35B]図３５Ｂは、検出器の撮影距離の例を示す模式図である。

[図36]図３６は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例１のフローチャートである。

[図37]図３７は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例２のフローチャートである。

[図38]図３８は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例３のフローチャートである。

[図39]図３９は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例４のフローチャートである。

[図40]図４０は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例５のフローチャートである。

[図41]図４１は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例６のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] （本開示の一態様を得るに至った経緯）

上述のように、撮影対象物におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる明暗むらを抑制することが求められている。本発明者らは、サブテラヘルツ波を用いて撮影対象物を撮影する際に、以下のような課題が生じることを見出した。

[0010] サブテラヘルツ波を用いて撮影する場合、サブテラヘルツ波は、可視光よりも波長が長いことによって、人体等の撮影対象物で鏡面反射するため、撮影対象物による反射波をイメージセンサによって効率的に受波することが難しい。そのため、イメージセンサによって撮影対象物による反射波を受波しやすくするため、例えば、サブテラヘルツ波を反射板で拡散反射させてから撮影対象物に照射することで、様々な角度から撮影対象物に対してサブテラヘルツ波を放射する。このような方法を用いた場合、サブテラヘルツ波を射出する光源から撮影対象物までの光路長が異なるサブテラヘルツ波が撮影対象物に入射する。その結果、撮影対象物に入射するサブテラヘルツ波には、様々な位相の成分が含まれることになる。

[0011] 図１は、サブテラヘルツ波を用いた撮影における明暗むらの発生を説明するための図である。図１では、均一にサブテラヘルツ波を反射させる板状の撮影対象物Ｂを撮影する場合が示されている。図１の（ａ）には、撮影対象物Ｂにおけるある位置Ｐ１で反射した反射波を撮影する場合が模式的に示されている。また、図１の（ｂ）には、撮影対象物Ｂにおける位置Ｐ１とは異なる位置Ｐ２で反射した反射波を撮影する場合が模式的に示されている。図１において、反射波が矢印で示されており、反射波がイメージセンサＳ上に結像されている。また、図１においては、反射波の波形Ｗ１ａ、Ｗ１ｂ、Ｗ

２ａ、Ｗ２ｂが反射波を示す矢印上に模式的に示されている。

[0012] 上述のように、撮影対象物Ｂに入射するサブテラヘルツ波には、様々な位相の成分が含まれるため、撮影対象物Ｂによる反射波の反射角度に対する位相の分布は、反射位置によって異なる場合がある。例えば、図１の（ａ）に示されるように、位置Ｐ１で反射した反射波の２つの成分は、波形Ｗ１ａ、Ｗ１ｂに示されるように、位相が同じであるため、同位相の成分がイメージセンサＳ上で結像される際に干渉して明るくなる。一方、図１の（ｂ）に示されるように、位置Ｐ２で反射した反射波の２つの成分は、波形Ｗ２ａ、Ｗ２ｂに示されるように、位相が異なる（例えば半波長分ずれている）ため、異なる位相の成分がイメージセンサＳ上で結像される際に干渉して暗くなる。このように、均一な反射特性を有する撮影対象物Ｂを撮影しているにも関わらず、得られる画像には明暗むらが発生する。

[0013] このように、本発明者らは、サブテラヘルツ波を用いた撮影では、撮影対象物における反射位置によって反射波の反射角度に対する位相の分布が異なるために、得られる画像に明暗むらが発生する場合があることを見出した。なお、本明細書において、「反射波の反射角度に対する位相の分布」を、単に「反射波の位相の角度分布」と称する場合がある。

[0014] そこで、本開示は、このような課題を鑑み、撮影対象物におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを抑制することができる撮影装置を提供する。

[0015] 本開示の概要として本開示に係る撮影装置の例を以下に示す。

[0016] 本開示の第１態様に係る撮影装置は、撮影対象物に対してサブテラヘルツ波を放射する放射部と、（ｉ）前記放射部より放射された前記サブテラヘルツ波の、前記撮影対象物による反射波を結像する光学系と、（ｉｉ）平面状に配置され、前記光学系により結像された前記反射波を受波する複数の画素を含み、前記複数の画素の各々で受波した前記反射波に基づいて画像を生成するイメージセンサと、を有する検出器と、前記イメージセンサが画像を生成する際の露光期間中に、前記人に放射される前記サブテラヘルツ波、又は

、前記イメージセンサが受波する前記反射波の位相の角度分布を変化させる位相変調部と、を備える。

[0017] これにより、イメージセンサの露光期間中において、イメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布が変化するため、イメージセンサは、異なる位相の角度分布の反射波の強度を累積できる。その結果、上記で説明した干渉による明暗が平準化される。よって、本態様に係る撮影装置では、上述のような撮影対象物におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを抑制できる。

[0018] また、例えば、本開示の第２態様に係る撮影装置は、第１態様に係る撮影装置であって、前記放射部は、前記サブテラヘルツ波を射出する光源と、前記光源から射出された前記サブテラヘルツ波を拡散反射することにより前記撮影対象物に対して前記サブテラヘルツ波を放射する反射板と、を有し、前記位相変調部は、前記光源と前記反射板との間に配置され、透過する前記サブテラヘルツ波の位相を変化させる位相差板と、前記位相差板を所定の条件で動かす位相差板駆動部と、を有する。

[0019] これにより、撮影対象物に照射されるサブテラヘルツ波の位相が変化するため、効果的に、イメージセンサの露光期間においてイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0020] なお、本明細書において、「拡散反射」とは、マクロ的に見て１つの入射角で反射板に対して入射したサブテラヘルツ波が、ミクロ的な凹凸を複数有する凹凸面の構造によって複数の反射角で反射されることを意味する。

[0021] また、例えば、本開示の第３態様に係る撮影装置は、第１態様に係る撮影装置であって、前記撮影装置は、所定の領域に存在する前記撮影対象物を撮影し、前記位相変調部は、前記所定の領域と前記イメージセンサとの間で前記反射波の光路上に配置され、透過する前記反射波の位相を変化させる位相差板と、前記位相差板を所定の条件で動かす位相差板駆動部と、を有する。

[0022] これにより、イメージセンサに反射波を結像するための光学系に入射する反射波の位相が変化するため、効果的に、イメージセンサの露光期間におい

てイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0023] また、例えば、本開示の第４態様に係る撮影装置は、第３態様に係る撮影装置であって、前記位相差板は、前記サブテラヘルツ波の透過性を有する第１領域と、前記サブテラヘルツ波の透過性を有し、かつ、前記サブテラヘルツ波が透過した際の前記サブテラヘルツ波の位相の変化量が前記第１領域とは異なる第２領域と、を含み、前記位相差板駆動部は、前記光学系への前記反射波の入射方向に平行な方向に対して傾斜角度が－１０°以上１０°以下の回転軸を回転中心として、前記位相差板を回転させ、前記第１領域と前記第２領域とは、平面視において前記位相差板の回転方向に沿って並ぶように配置される。

[0024] これにより、位相差板を回転させるだけで、イメージセンサの露光期間において、光源から放射されるサブテラヘルツ波又は光学系に入射する反射波の位相の変化量を変化させることができる。

[0025] また、例えば、本開示の第５態様に係る撮影装置は、第４態様に係る撮影装置であって、前記回転軸は、前記光学系の中心を通り、平面視において、前記第１領域の面積は、前記第２領域の面積より大きく、前記第１領域は、平面視において、前記回転軸を挟んで点対称な位置に、前記第１領域が存在する対称領域と、前記回転軸を挟んで点対称な位置に前記第２領域が存在する非対称領域とを含む。

[0026] これにより、光学系の中心を通る回転軸を回転中心として回転するように位相差板が配置されるため、駆動する位相差板をコンパクトに配置することができる。また、回転軸を挟んで対称な位置関係にある２点を通る反射波の成分は、ある時点ではどちらも対称領域を通り、ある２点を通る反射波の成分の位相は同じように変化する。それに対して、ある２点を通る反射波の成分は、ある時点とは別の時点では、位相差板が回転することで第１領域の非対称領域と第２領域とを通ることになるため、ある２点を通る反射波の成分の位相の変化量が異なることになる。そのため、位相差板が回転することで

、イメージセンサの露光期間中に、効果的にイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0027] また、例えば、本開示の第６態様に係る撮影装置は、第５態様に係る撮影装置であって、平面視において、前記非対称領域の面積は、前記位相差板の面積の１／８以上３／８以下である。

[0028] これにより、上記２点を通る反射波の成分の位相の変化量が同じである時間と異なる時間との差が小さくなり、イメージセンサの露光期間において、より効果的にイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0029] また、例えば、本開示の第７態様に係る撮影装置は、第４態様に係る撮影装置であって、前記回転軸は前記光学系を通らない。

[0030] これにより、光学系を通らない回転軸を回転中心として回転するように位相差板が配置される。そのため、軸体を位相差板に取り付けるだけで位相差板を回転させることができ、構造を簡素化できる。

[0031] また、例えば、本開示の第８態様に係る撮影装置は、第２態様又は第３態様に係る撮影装置であって、前記位相差板は、前記サブテラヘルツ波の透過性を有する第１領域と、前記サブテラヘルツ波の透過性を有し、かつ、前記サブテラヘルツ波が透過した際の前記サブテラヘルツ波の位相の変化量が前記第１領域とは異なる第２領域と、を含み、前記第１領域と前記第２領域とは、平面視において所定の方向に沿って並ぶように配置され、前記位相差板駆動部は、前記所定の方向に沿って前記位相差板を往復移動させる。

[0032] これにより、位相差板を往復移動させるだけで、イメージセンサの露光期間において、光源から放射されるサブテラヘルツ波又はイメージセンサに入射する反射波の位相の変化量を変化させることができる。

[0033] また、例えば、本開示の第９態様に係る撮影装置は、第２態様又は第３態様に係る撮影装置であって、前記位相差板は、前記サブテラヘルツ波の透過性を有する第１領域と、前記サブテラヘルツ波の透過性を有し、かつ、前記サブテラヘルツ波が透過した際の前記サブテラヘルツ波の位相の変化量が前

記第１領域とは異なる第２領域と、を含み、前記位相差板駆動部は、所定の回転軸を回転中心として、前記位相差板を回転させ、前記第１領域と前記第２領域とは、平面視において前記位相差板の回転方向に沿って並ぶように配置される。

[0034] これにより、位相差板を回転させるだけで、イメージセンサの露光期間において、光源から放射されるサブテラヘルツ波又はイメージセンサに入射する反射波の位相の変化量を変化させることができる。

[0035] また、例えば、本開示の第１０態様に係る撮影装置は、第４態様から第９態様のいずれか１つに係る撮影装置であって、前記第１領域と前記第２領域との前記位相の変化量の差は、前記サブテラヘルツ波の波長の１／４以上３／４以下である。

[0036] これにより、効果的にイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変えて、干渉による明暗むらを抑制できる。

[0037] また、例えば、本開示の第１１態様に係る撮影装置は、第１態様に係る撮影装置であって、前記位相変調部は前記光学系の少なくとも一部であり、前記光学系は、前記位相変調部として、前記反射波を反射することで前記イメージセンサに結像するミラーシステムを有し、前記ミラーシステムは、複数のミラーを含み、前記複数のミラーの各々は、前記イメージセンサの前記露光期間中に反射する前記反射波の位相を変化させる。

[0038] これにより、位相変調部と検出器とを一体化して、イメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0039] また、例えば、本開示の第１２態様に係る撮影装置は、第１態様に係る撮影装置であって、前記放射部は、前記サブテラヘルツ波を射出する光源と、前記光源から射出された前記サブテラヘルツ波を拡散反射することにより前記撮影対象物に対して前記サブテラヘルツ波を放射する反射板と、を有し、前記位相変調部は、前記光源を所定の条件で動かして、前記位相の角度分布を変化させる光源駆動部を含む。

[0040] これにより、光源が動くことで、放射部から射出されたサブテラヘルツ波

が、撮影対象物で反射してイメージセンサに入射するまでの光路長が変化するため、効果的に、イメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0041] また、例えば、本開示の第１３態様に係る撮影装置は、第１２態様に係る撮影装置であって、前記光源駆動部は、前記イメージセンサの前記露光期間において、移動範囲が前記サブテラヘルツ波の波長以上になるように前記光源を動かす。

[0042] これにより、イメージセンサの露光期間において、上記光路長がサブテラヘルツ波の波長以上変化する。そのため、イメージセンサは、露光期間に、サブテラヘルツ波の波長分ずれた２つの反射波の位相の角度分布パターンの間の強度を累積できる。よって、イメージセンサの露光期間中に、効果的にイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0043] また、例えば、本開示の第１４態様に係る撮影装置は、第１２態様又は第１３態様に係る撮影装置であって、前記光源駆動部は、環状の軌道を描くように前記光源を動かす。

[0044] これにより、光源が止まることなく動き続けることができるため、効果的に上記光路長を変化させることができる。

[0045] また、例えば、本開示の第１５態様に係る撮影装置は、第１２態様又は第１３態様に係る撮影装置であって、前記光源駆動部は、前記光源を所定の周波数で往復移動させる。

[0046] これにより、光源を往復移動させるだけで上記光路長を変化させることができる。

[0047] また、例えば、本開示の第１６態様に係る撮影装置は、第１態様に係る撮影装置であって、前記放射部は、前記サブテラヘルツ波を射出する光源と、前記光源から射出された前記サブテラヘルツ波を拡散反射することにより前記撮影対象物に対して前記サブテラヘルツ波を放射する反射板と、を有し、前記位相変調部は、前記位相変調部は、前記反射板を所定の条件で動かして

、前記位相の角度分布を変化させる反射板駆動部を含む。

[0048] これにより、反射板が動くことで上記光路長が変化するため、効果的に、イメージセンサの露光期間においてイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0049] また、例えば、本開示の第１７態様に係る撮影装置は、第１６態様に係る撮影装置であって、前記反射板駆動部は、前記イメージセンサの前記露光期間において、前記反射板の厚み方向における移動範囲が前記サブテラヘルツ波の波長の半分以上になるように前記反射板を動かす。

[0050] これにより、イメージセンサの露光期間において、上記光路長がサブテラヘルツ波の波長以上変化する。そのため、イメージセンサは、露光期間に、サブテラヘルツ波の波長分ずれた２つの反射波の位相の角度分布パターンの間の強度を累積できる。よって、イメージセンサの露光期間中に、効果的にイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0051] また、例えば、本開示の第１８態様に係る撮影装置は、第１６態様に係る撮影装置であって、前記反射板駆動部は、前記イメージセンサの露光期間において、前記反射板の厚み方向に垂直な方向における移動範囲が前記サブテラヘルツ波の波長以上になるように前記反射板を動かす。

[0052] 反射板は、サブテラヘルツ波を拡散反射させるために、サブテラヘルツ波の波長に応じた凹凸が形成されている。そのため、反射板の位置が、反射板の厚み方向に垂直な方向、つまり表面の延在方向にサブテラヘルツ波の波長以上動くことで、反射板の表面の凹凸形状の位置がずれて反射板による拡散反射の方向が効果的に変化する。そのため、効果的にイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0053] また、例えば、本開示の第１９態様に係る撮影装置は、第１６態様から第１８態様のいずれか１つに係る撮影装置であって、前記反射板駆動部は、前記反射板を所定の周波数で往復移動させる。

[0054] これにより、反射板を往復移動させるだけで上記光路長を変化させること

ができる。

[0055] また、例えば、本開示の第２０態様に係る撮影装置は、第１態様から第１９態様のいずれか１つに係る撮影装置であって、前記撮影装置は、所定の領域を通過する前記撮影対象物を撮影し、前記位相変調部は、前記所定の領域内において、前記撮影対象物を前記イメージセンサの前記露光期間中に前記サブテラヘルツ波の波長の半分以上移動させて、前記位相の角度分布を変化させる運搬部を有する。

[0056] 撮影対象物の移動によって、放射部から射出されたサブテラヘルツ波が、撮影対象物で反射してイメージセンサに入射するまでの光路長は変化する。また、イメージセンサの露光期間中の上記光路長の変化量は、撮影対象物の移動速度によって決まる。本態様では、運搬部によって、露光期間における撮影対象物の移動量が大きくなるため、上記光路長の変化が大きくなり、効果的に、露光期間においてイメージセンサが受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0057] また、例えば、本開示の第２１態様に係る撮影装置は、第１態様から第２０態様のいずれか１つに係る撮影装置であって、前記露光期間は、前記サブテラヘルツ波の波長をλ　ｍｍとした場合に、λ／１７７８秒以上である。

[0058] これにより、撮影対象物の移動速度を人の一般的な移動速度である時速３．２ｋｍ（＝秒速８８９ｍｍ）とした場合に、露光期間に撮影対象物がサブテラヘルツ波の波長の半分以上移動することになる。その結果、放射部から射出されたサブテラヘルツ波が、撮影対象物で反射してイメージセンサに入射するまでの光路長が、露光期間における撮影対象物の移動の前後でサブテラヘルツ波の波長以上変化する。そのため、イメージセンサは、露光期間に、撮影対象物の移動に起因して、サブテラヘルツ波の波長分ずれた２つの反射波の位相の角度分布パターンの間の強度を累積できる。その結果、イメージセンサでは、位相の角度分布が異なる反射波の強度が効果的に累積され、上記で説明した干渉による明暗が平準化される。よって、上述のような撮影対象物におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗

むらをさらに抑制できる。

[0059] また、例えば、本開示の第２２態様に係る撮影装置は、第１態様から第２１態様のいずれか１つに係る撮影装置であって、前記サブテラヘルツ波の周波数は、０．０５ＴＨｚ以上２ＴＨｚ以下であり、前記サブテラヘルツ波の波長は、０．１５ｍｍ以上６ｍｍ以下である。

[0060] 以下では、実施の形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。

[0061] なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的又は具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序などは、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、以下の本実施の形態における構成要素のうち、独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。また、各図は、必ずしも厳密に図示したものではない。したがって、例えば、各図において縮尺などは必ずしも一致しない。また、各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付し、重複する説明は省略又は簡略化することがある。

[0062] また、本明細書において、平行などの要素間の関係性を示す用語、及び、平板などの要素の形状を示す用語、直後などの時間を示す用語、並びに、数値範囲は、厳格な意味のみを表す表現ではなく、実質的に同等な範囲、例えば数％程度の差異をも含むことを意味する表現である。

[0063] （実施の形態）

［構成］

まず、実施の形態に係る撮影装置の構成について説明する。

[0064] 図２は、本実施の形態に係る撮影装置１０の外観を示す模式図である。図２では、反射板２２以外の構成要素は省略されている。

[0065] 図２に示されるように、撮影装置１０は、例えば、人１００が、反射板２２に挟まれた通路１０１上の撮影空間１０２を通過する際に、人１００に対してサブテラヘルツ波を照射し、照射されたサブテラヘルツ波の、人１００による反射波に基づいて画像を撮影する撮影装置である。つまり、撮影装置

１０は、サブテラヘルツ波を用いて撮影空間１０２を通過する人１００を撮影する。撮影空間１０２は、例えば、通路１０１上の空間うち、反射板２２に挟まれた空間である。また、撮影装置１０は、例えば、人１００が衣服等の下に隠し持つ刃物等の危険物を撮影する。人１００及び人１００が衣服等の下に隠し持つ刃物等の危険物は、それぞれ撮影対象物の一例である。また、撮影空間１０２は、所定の空間の一例である。なお、撮影空間１０２は、サブテラヘルツ波が照射され、撮影空間１０２内の撮影対象物を、サブテラヘルツ波を用いて撮影できる空間であれば、特に限定されない。

[0066] なお、本明細書において、「サブテラヘルツ波」とは、０．０５ＴＨｚ以上２ＴＨｚ以下の周波数であり、０．１５ｍｍ以上６ｍｍ以下の波長である電磁波を意味する。本明細書におけるサブテラヘルツ波は、０．０８ＴＨｚ以上１ＴＨｚ以下の周波数であり、０．３ｍｍ以上３．７５ｍｍ以下の波長である電磁波であってもよい。

[0067] 以下、撮影装置１０の各構成要素の詳細について説明する。図３は、本実施の形態に係る撮影装置１０の構成を示すブロック図である。また、図４は、本実施の形態に係る撮影装置１０を上方から見た場合の模式図である。図４には、撮影空間１０２を人１００が通過する様子を示されている。また、図４には、光源２１から射出されるサブテラヘルツ波の進路の一例が、矢印で示されている。

[0068] 撮影装置１０は、放射部２０と、検出器３０と、制御部４０と、位相変調部５０と、検知部６０と、報知器７０と、運搬部８０と、画像処理部９０と、表示部９５と、を備える。

[0069] ［放射部］

放射部２０は、人１００に対してサブテラヘルツ波を放射する。放射部２０は、例えば、サブテラヘルツ波を射出する光源２１と、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波を拡散反射する反射板２２と、を有する。本実施の形態においては、放射部２０は、２つの光源２１と、２つの反射板２２と、を有する。

[0070] 光源２１は、反射板２２に対してサブテラヘルツ波を射出する光源である。具体的には、光源２１は、反射板２２の表面２２ａに対してサブテラヘルツ波を射出する。また、図４に示されるように、光源２１が射出したサブテラヘルツ波の少なくとも一部が、１回以上反射板２２で拡散反射するように、光源２１は、反射板２２に対してサブテラヘルツ波を射出する。また、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の一部は、直接、人１００に入射してもよい。光源２１は、例えば、ほぼ単一の波長のサブテラヘルツ波を射出する。光源２１は、例えば、コヒーレントなサブテラヘルツ波を射出する光源である。

[0071] 例えば、２つの光源２１のうち一方の光源２１は、２つの反射板２２のうち一方の反射板２２に向けてサブテラヘルツ波を射出する。２つの光源２１のうち他方の光源２１は、２つの反射板２２のうち他方の反射板２２に向けてサブテラヘルツ波を射出する。一方の光源２１は、例えば、一方の反射板２２の表面２２ａ側、かつ、一方の反射板２２の第１方向側に位置する。第１方向は、撮影装置１０において、通路１０１が延び、人１００が進む方向である。また、第１方向は、例えば、上方から見た場合に反射板２２が延びる方向と平行（言い換えると反射板２２の厚み方向と垂直）である。他方の光源２１は、例えば、他方の反射板２２の表面２２ａ側、かつ、他方の反射板２２の第１方向側に位置する。光源２１と反射板２２とは、例えば、離間している。また、光源２１は、例えば、検出器３０よりも反射板２２に近い位置に配置される。なお、放射部２０が有する光源２１の数は、２つに制限されるものではなく、１つであってもよく、３つ以上であってもよい。

[0072] 光源２１は、例えば、サブテラヘルツ波を光源２１の周囲へ放射する点光源である。また、光源２１は、第１方向における反射板２２の端部に沿って延び、サブテラヘルツ波を放射する線光源であってもよい。光源２１は、例えば、公知のサブテラヘルツ波発生素子を含む光源等によって実現される。

[0073] 反射板２２は、人１００が通過する通路１０１上の空間、具体的には撮影空間１０２を、通路１０１の両側部の少なくとも一方から覆う。通路１０１

の両側部の少なくとも一方から覆うとは、具体的には、通路１０１を上方から見た場合の、両側方、つまり通路１０１が延びる方向に対して垂直な２つの方向の少なくとも一方から覆うことを意味する。本実施の形態においては、反射板２２は、人１００が通過する通路１０１上の撮影空間１０２を通路１０１の両側部から挟んでいる。つまり、反射板２２は、撮影空間１０２を、通路１０１の両側部の両方から覆う。撮影空間１０２は、例えば、通路１０１上の空間うち、２つの反射板２２それぞれの内側の表面２２ａに挟まれた空間である。

[0074] 本実施の形態においては、２つの反射板２２が、通路１０１の両側部の床面から立設して対向している。つまり、２つの反射板２２は、上方から見た場合に通路１０１を挟む位置関係になるように配置されている。また、図示されている例では、２つの反射板２２は、互いに平行な位置関係になるように配置されている。また、図示されている例では、２つの反射板２２は、それぞれ、通路１０１が設けられている床面に対して垂直に立設している。なお、撮影装置１０は、少なくとも１つの反射板２２を備えていればよく、例えば、２つ反射板２２のうち、一方のみを備えていてもよい。また、例えば、撮影装置１０は、図示されている２つの反射板２２以外の反射板、例えば、２つの反射板２２の上方に位置する反射板をさらに備えてもよい。また、反射板２２は、床面から立設するトンネル状の反射板であってもよい。

[0075] ２つの反射板２２は、それぞれ、板状である。２つの反射板２２は、それぞれ、反射板２２の厚み方向から見た場合の正面となる面である面として、表面２２ａを有する。２つの反射板２２は、２つの反射板２２の一方の表面２２ａと、２つの反射板２２の他方の表面２２ａとが対面するにより配置されている。つまり、表面２２ａは、反射板２２における撮影空間１０２側の面である。反射板２２の平面視形状は、特に制限されないが、例えば、それぞれ、矩形である。

[0076] 反射板２２は、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波を拡散反射する。具体的には、反射板２２は、撮影空間１０２側から入射するサブテラヘル

ツ波を表面２２ａで拡散反射する。そのため、表面２２ａは、サブテラヘルツ波の放射面であり、反射板２２は、面光源として機能する。

[0077] 反射板２２において、表面２２ａは、サブテラヘルツ波を拡散反射させる凹凸面である。表面２２ａでは、例えば、粗さ曲線要素の平均長さＲＳｍが光源２１から射出されるサブテラヘルツ波の波長以上である。表面２２ａでは、例えば、粗さ曲線要素の平均長さＲＳｍが０．１５ｍｍ以上であり、０．３ｍｍ以上であってもよい。これにより、サブテラヘルツ波が効率良く表面２２ａで拡散反射される。

[0078] 反射板２２は、例えば、少なくとも表面２２ａを含む部分が金属又は導電性酸化物等の導電性部材で構成される。なお、反射板２２において、表面２２ａを覆う保護部材が存在していてもよい。保護部材は、例えば、サブテラヘルツ波を透過させる樹脂等の材料で構成される。

[0079] 光源２１から射出されたサブテラヘルツ波は、図４に示されるように、２つの反射板２２の少なくとも一方で１回以上拡散反射され、人１００に照射される。このように、サブテラヘルツ波を拡散反射する反射板２２が撮影空間１０２を挟むことにより、撮影空間１０２に入射したサブテラヘルツ波がとどまりやすくなると共に、人１００に対して様々な角度からサブテラヘルツ波が照射される。

[0080] また、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波は、反射板２２で１回以上拡散反射して人１００に放射されるため、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波の人１００に照射されるまでの光路長に分布が生じる。その結果、当該光路長の分布によって人１００上で入射するサブテラヘルツ波の位相が分布するので、人１００による反射波にも位相の角度分布が生じる。そのため、このような放射部２０を用いた場合には、図１を用いて説明したように、反射波を撮影した画像に明暗むらが生じやすい。本実施の形態に係る撮影装置１０では、このような画像の明暗むらを抑制できる。

[0081] ［検出器］

検出器３０は、放射部２０から放射されたサブテラヘルツ波の人１００に

よる反射波に基づいて画像を生成する。画像を生成することを、「撮影する」とも称する。つまり、撮影装置１０の検出器３０は、撮影空間１０２に存在する人１００を撮影する。検出器３０は、生成した画像を画像処理部９０に出力する。検出器３０は、イメージセンサ３１と、光学系３２と、を有する。検出器３０は、人１００による反射波を受波できる位置に配置される。検出器３０は、例えば、反射板２２の第１方向側に位置する。

[0082] イメージセンサ３１は、光源２１から射出された後、反射板２２で拡散反射されることで放射されたサブテラヘルツ波の、人１００による反射波を受波する。イメージセンサ３１は、受波した反射波の強度を検出し、検出した強度に基づいて画像を生成する。具体的には、イメージセンサ３１は、平面状に配置され、光学系３２により結像された反射波を受波する複数の画素を含む。イメージセンサ３１は、複数の画素の各々で受波した反射波の強度を所定の時間分累積した累積強度に応じた信号と、複数の画素の平面状の配置とに基づいて画像を生成する。所定の時間は、例えば、１フレームにおける露光期間の長さであるが、複数のフレームにおける露光期間の長さの合計であってもよい。イメージセンサ３１は、例えば、人１００から発せられた反射波の像を、累積強度に応じた電気信号に変換する。そして、イメージセンサ３１は、変換した電気信号に基づく画像を生成する。イメージセンサ３１に生成された画像は、画像処理部９０に出力される。また、イメージセンサ３１は、イメージセンサ３１の各回路を制御する制御回路３１ａを含む。イメージセンサ３１の詳細構成は後述する。

[0083] 光学系３２は、放射部２０から放射されたサブテラヘルツ波の、人１００による反射波をイメージセンサ３１に結像する。光学系３２は、例えば、少なくとも１つのレンズ又はミラーを含んで構成される。

[0084] 本実施の形態において、イメージセンサ３１は、例えば、従来のサブテラヘルツ波の画像を生成するイメージセンサよりも受波した反射波の強度を累積する所定の時間を長く設定可能である。所定の時間は、例えば、放射部２０が放射するサブテラヘルツ波の波長をλ　ｍｍとした場合に、λ／１７７

８秒以上であり、λ／２５４秒以上であってもよい。これにより、所定の時間において、撮影空間１０２内の人１００の移動によって、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布が所定以上変化するため、得られる画像の明暗むらを抑制できる。また、画像のぶれを抑制する観点からは、所定の時間は、λ／１０秒以下であってもよく、λ／３０秒以下であってもよい。

[0085] ここで、受波した反射波の強度を累積する所定の時間を長く設定可能なイメージセンサ３１の構成について説明する。

[0086] 図５は、本実施の形態に係るイメージセンサ３１の回路構成の一例を示す図である。図５に示されるように、イメージセンサ３１は、画素アレイ９１０と、積分回路９２０と、マルチプレクサ９３０と、アナログデジタルコンバータ９４０と、合成回路９５０と、を備える。

[0087] 画素アレイ９１０は、平面状に配置された複数の画素９１１を含む。画素アレイ９１０は、反射波が結像される受波面を形成する。図５で示される例では、複数の画素９１１は、８行４列のアレイ状に配置されている。図５においては、３２個の画素９１１のうち４個の画素９１１が代表して示されている。以下では、画素アレイ９１０に３２個の画素９１１が含まれる例について説明するが、複数の画素９１１の数は、特に制限されない。

[0088] 複数の画素９１１はそれぞれ、受波したサブテラヘルツ波を電荷に変換するダイオード等の変換素子を含む。複数の画素９１１はそれぞれ、受波したサブテラヘルツ波（具体的には人１００による反射波）の強度に応じた量の電荷を生成する。なお、複数の画素９１１の構成は、ダイオードを含む構成に限らず、受波したサブテラヘルツ波を電気信号に変換できる変換素子を含んでいれば特に制限されない。

[0089] 積分回路９２０は、露光期間中に画素９１１からの入力を積分する回路である。積分回路９２０は、マルチプレクサ９３０を介して、複数の画素９１１のそれぞれと接続されている。積分回路９２０には、画素９１１で発生した電荷（電圧）が入力される。

[0090] 積分回路９２０は、オペアンプ９２１と、容量素子９２２と、スイッチ９２３と、を含む。

[0091] オペアンプ９２１の反転入力端子は、マルチプレクサ９３０を介して、複数の画素９１１に接続される。オペアンプ９２１の非反転入力端子は、基準電圧Ｖｒｅｆに接続される。オペアンプ９２１の出力は、アナログデジタルコンバータ９４０に接続される。

[0092] 容量素子９２２の一端は、オペアンプ９２１の反転入力端子とマルチプレクサ９３０との間に接続される。容量素子９２２の他端は、オペアンプ９２１の出力とアナログデジタルコンバータ９４０との間に接続される。

[0093] スイッチ９２３の一端は、オペアンプ９２１の反転入力端子とマルチプレクサ９３０との間に接続される。スイッチ９２３の他端は、抵抗を介して、オペアンプ９２１の出力とアナログデジタルコンバータ９４０との間に接続される。また、スイッチ９２３は、容量素子９２２とは並列に接続される。

[0094] 積分回路９２０では、スイッチ９２３がオフの期間に画素９１１からの電荷が容量素子９２２に蓄積され（つまり、電圧を積分）、オペアンプ９２１によって蓄積された電荷に応じた電圧を出力する。また、スイッチ９２３がオンになることで容量素子９２２に蓄積された電荷が放電される。

[0095] マルチプレクサ９３０は、選択信号に基づいて、複数の画素９１１の出力のうち、１つの画素９１１の出力を選択して、積分回路９２０に出力する。

[0096] アナログデジタルコンバータ９４０は、積分回路９２０からの出力をＡＤ（Ａｎａｌｏｇ　ｔｏ　Ｄｉｇｉｔａｌ）変換し、後段回路に出力する。また、アナログデジタルコンバータ９４０は、スイッチ９２３のオンオフの動作と、読み出す画素９１１の選択を同期させる信号を出力する。

[0097] 合成回路９５０は、複数のフレームで得られた各画素９１１の信号を合成する。合成回路９５０は、例えば、アナログデジタルコンバータ９４０でＡＤ変換されたデジタル信号（画素値）を受け取ってメモリ等で保持し、複数のフレームでの各画素９１１の信号を積算又は平均化する。なお、図５で示される例では、合成回路９５０は、アナログデジタルコンバータ９４０の後

段に設けられているが、アナログデジタルコンバータ９４０の前段に設けられていてもよい。例えば、合成回路９５０は、マルチプレクサ及び容量素子等を含み、ＡＤ変換前の複数のフレームに渡る各画素９１１のアナログ信号（電圧）を保持及び累積する回路であってもよい。そして、合成回路９５０によって累積されたアナログ信号がＡＤ変換されてもよい。

[0098] 図５においては図示が省略されているが、画素アレイ９１０、積分回路９２０、マルチプレクサ９３０、アナログデジタルコンバータ９４０及び合成回路９５０のうちの少なくとも１つの動作は、例えば、上述の制御回路３１ａによって制御される。また、制御回路３１ａは、複数の画素９１１の露光期間（フレーム長）を決定するクロックを変調する機能を有していてもよい。

[0099] 次に、図５で示されるイメージセンサ３１の動作の一例について説明する。図６は、図５で示されるイメージセンサ３１の動作を説明するためのタイミングチャートである。図６では、複数の画素９１１のうち、４つの画素９１１の信号読み出しの動作タイミングが代表して画素１から画素４と示される行で示されている。

[0100] 図６に示されるように、まず、画素１の信号を積分する前のリセット動作が、リセット期間に行われる。具体的には、スイッチ９２３がオンされて容量素子９２２の電荷が放電され、マルチプレクサ９３０によって画素１の入力が選択されることで、リセット動作が行われる。

[0101] 次に、スイッチ９２３がオフされることで、画素１の露光期間が開始する。スイッチ９２３がオフの期間で画素１からの電荷が容量素子９２２に蓄積され、画素１の入力（電圧）が積分される。つまり、人１００による反射波の強度が累積される。

[0102] 次に、画素１の露光期間終了後の読み出し期間において、積分された電圧が積分回路９２０から読み出される。具体的には積分された電圧は、アナログデジタルコンバータ９４０に入力され、ＡＤ変換されて後段回路に出力される。これにより、画素１の露光期間において積分された、画素１が受波し

た反射波の強度に応じたデジタル信号（画素値）が出力される。

[0103] 画素１の読み出し期間終了後、画素２のリセット期間が開始し、画素２においても画素１と同様のリセットから信号の読み出しまでの動作が行われる。このような動作が、画素３及び画素４、さらに他の複数の画素９１１についても順次行われることで、１フレーム期間Ｔｆが終了し、複数の画素９１１のそれぞれの画素値が出力される。

[0104] 図５で示されるイメージセンサ３１は、３２個の画素９１１に対して１つの積分回路９２０が接続されている。そのため、図６からわかるように、１つの画素９１１の露光期間中に、他の画素９１１に露光期間を設定することができない。その結果、１つの画素９１１の露光期間は、Ｔｆ／３２以下になる。そのため、イメージセンサ３１が合成回路９５０を含まない場合には、非常に短い時間しか反射波の強度が累積されていない累積強度に応じた信号に基づいて画像が生成される。これに対して、イメージセンサ３１が合成回路９５０を含むことで、複数のフレームのそれぞれの露光期間での信号を合成した画像を生成できるため、強度を累積する所定の時間を長くすることができる。つまり、強度を累積する所定の時間は、露光期間の長さに信号を合成するフレーム数をかけた時間となる。

[0105] 次に、イメージセンサ３１の別の回路構成について説明する。図７は、本実施の形態に係るイメージセンサ３１の回路構成の別の一例を示す図である。以下の説明では、図５と同じ構成要素についての説明を省略又は簡略化する場合がある。

[0106] 図７に示されるように、イメージセンサ３１は、画素アレイ９１０と、積分回路群９２０Ａと、アナログデジタルコンバータ９４０と、マルチプレクサ９６０と、マルチプレクサ９７０と、を備える。

[0107] 積分回路群９２０Ａは、複数の積分回路９２０を含む。図７では、積分回路群９２０Ａにおいて、複数の積分回路９２０が縦に並んで配置されている図が示されているが、複数の積分回路９２０の配置は特に制限されない。複数の積分回路９２０は、列状に並んでいなくてもよく、離散して配置されて

いてもよい。

[0108] 積分回路群９２０Ａにおいて、複数の積分回路９２０は、複数の画素９１１と一対一で接続されている。つまり、１つの画素９１１に対して、１つの積分回路９２０が接続されている。そのため、本例においては、図５で示した例のような、画素９１１と積分回路９２０との間のマルチプレクサ９３０は必要が無い。なお、複数の積分回路９２０は、複数の画素９１１と一対一で接続されていなくてもよく、２以上の画素９１１に対して、マルチプレクサを介して１つの積分回路９２０が接続されてもよい。

[0109] マルチプレクサ９６０は、複数の積分回路９２０のそれぞれのスイッチ９２３の制御線に接続される。マルチプレクサ９６０は、選択信号に基づいて、複数の積分回路９２０のうち、１つの積分回路９２０を選択してスイッチ９２３のオンオフを制御する信号を出力する。

[0110] マルチプレクサ９７０は、複数の積分回路９２０のそれぞれの出力（オペアンプ９２１の出力端子）に接続される。マルチプレクサ９７０は、選択信号に基づいて、複数の積分回路９２０の出力うち、１つの積分回路９２０の出力を選択して、アナログデジタルコンバータ９４０に出力する。

[0111] 図７においては図示が省略されているが、画素アレイ９１０、積分回路群９２０Ａ、アナログデジタルコンバータ９４０、マルチプレクサ９６０及びマルチプレクサ９７０のうちの少なくとも１つの動作は、例えば、上述の制御回路３１ａによって制御される。また、制御回路３１ａは、複数の画素９１１の露光期間（フレーム長）を決定するクロックを変調する機能を有していてもよい。

[0112] 次に、図７で示されるイメージセンサ３１の動作の一例について説明する。図８は、図７で示されるイメージセンサ３１の動作を説明するためのタイミングチャートである。図８では、複数の画素９１１のうち、代表して４つの画素９１１の信号読み出しの動作タイミングが、画素１から画素４と示される行に示されている。

[0113] 図８に示されるように、まず画素１の信号を積分する前のリセット動作が

、リセット期間に行われる。ここでは、マルチプレクサ９６０の選択によって、画素１に対応する積分回路９２０のスイッチ９２３がオンされる。

[0114] 次に、画素１に対応する積分回路９２０のスイッチ９２３がオフされることで、画素１の露光期間が開始する。

[0115] 次に、画素１の露光期間中に、画素２のリセット動作が、リセット期間に行われ、さらに画素２の露光期間が開始する。この際、マルチプレクサ９６０の選択によって、画素２に対応する積分回路９２０のスイッチ９２３が制御される。このように、画素１の露光期間と画素２のリセット期間及び露光期間は重なっている。

[0116] 次いで、画素２と同様に、画素３及び画素４、さらに他の複数の画素９１１についても、画素１の露光期間中に、リセット動作が行われて露光期間が開始する。

[0117] すべての複数の画素９１１の露光期間が開始後、画素１の露光期間が終了し、読み出し期間において、マルチプレクサ９７０によって画素１に対応する積分回路９２０が選択されて、積分された電圧が画素１に対応する積分回路９２０から読み出される。具体的には積分された電圧は、アナログデジタルコンバータ９４０に入力され、ＡＤ変換されて後段回路に出力される。これにより、画素１の露光期間において積分された、画素１が受波した反射波の強度に応じたデジタル信号（画素値）が出力される。ここで、画素１の読み出し期間は、画素１以外の画素９１１の露光期間と重なっている。

[0118] 画素１の読み出し期間終了後、画素１と同様の読み出し動作が、画素１以外の複数の画素９１１についても順次行われる。これにより、複数の画素９１１のそれぞれの画素値が得られ、複数の画素９１１の各々で受波した反射波の強度を所定の時間分累積した累積強度に応じた信号と、複数の画素９１１の平面状の配置とに基づいて、画像が生成される。

[0119] 図８に示されるように、本例においては、イメージセンサ３１が複数の積分回路９２０を備えることによって、複数の画素９１１それぞれの露光期間を重複させることができる。そのため、複数の画素９１１において、フレー

ム期間Ｔｆにおける露光期間の割合を大きくすることができる。本例においては、イメージセンサ３１が反射波の強度を累積する所定の時間は１フレームにおける露光期間の長さであり、図５で示される例のイメージセンサ３１と比べて、図７で示される例のイメージセンサ３１は、長い露光期間を確保できるため、１フレーム期間Ｔｆでの強度を累積する所定の時間を長くすることができる。そのため、画像を生成する時間を短くできる。また、連続した期間で反射波の強度が累積されるため、得られる画像のぶれを抑制できる。

[0120] なお、図７に示されるイメージセンサ３１が、図５に示される合成回路９５０をさらに備えていてもよい。

[0121] ［制御部］

再び図３及び図４を参照し、制御部４０は、撮影装置１０における動作を制御する制御装置である。制御部４０は、例えば、撮影装置１０における動作の制御として、放射部２０、検出器３０、位相変調部５０、検知部６０、報知器７０、運搬部８０及び表示部９５のうちの少なくとも１つの動作を制御する。また、制御部４０は、例えば、検知部６０によって検知された人１００が撮影空間１０２を通過する際の移動状態に基づいて、撮影装置１０における動作を制御する。制御部４０による動作の制御の詳細は後述する。

[0122] 制御部４０は、例えば、プロセッサとメモリとを備え、プロセッサが、メモリに記憶されるプログラムを実行することにより実現される。

[0123] ［位相変調部］

位相変調部５０は、イメージセンサ３１が画像を生成する際の露光期間中に、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。本実施の形態においては、位相変調部５０は、放射部２０から放射されたサブテラヘルツ波が人１００によって反射された後の反射波の少なくとも一部の成分の位相を、反射波がイメージセンサ３１に入射するまでに変化させることで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。なお、位相変調部５０は、人１００に放射されるサブテラヘルツ波の位

相を変化させることで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させてもよい。位相変調部５０が、人１００に放射されるサブテラヘルツ波の位相を変化させる例については後述する。

[0124] 位相変調部５０は、例えば、制御部４０の制御に基づいて動作するが、撮影装置１０による画像の撮影中は、常時動作していてもよい。

[0125] 位相変調部５０は、位相差板５１と、駆動部５２と、を有する。駆動部５２は、位相差板駆動部の一例である。

[0126] 位相差板５１は、サブテラヘルツ波の透過性を有し、透過するサブテラヘルツ波の位相を変化させる板状の部材である。位相差板５１では、例えば、位相差板５１を透過する位置によって透過するサブテラヘルツ波の位相の変化量が異なる。本実施の形態においては、位相差板５１を透過するサブテラヘルツ波は、放射部２０から放射されたサブテラヘルツ波の、人１００による反射波である。位相差板５１が駆動部５２に動かされることにより、位置及び時間によって位相差板５１を透過するサブテラヘルツ波の位相の変化量が変化する。

[0127] 位相差板５１は、例えば、位相差板５１の厚み方向から入射するサブテラヘルツ波の５０％以上を透過させる。位相差板５１は、位相差板５１の厚み方向から入射するサブテラヘルツ波の８０％以上を透過させてもよく、９０％以上を透過させてもよい。

[0128] 位相差板５１は、撮影空間１０２とイメージセンサ３１との間で、イメージセンサ３１に入射する人１００による反射波の光路上に配置される。図４に示される例では、位相差板５１は、撮影空間１０２と光学系３２との間に配置されているが、光学系３２とイメージセンサ３１との間に配置されていてもよい。

[0129] 位相差板５１の材料としては、サブテラヘルツ波の透過性を有する樹脂材料等の誘電体が用いられる。樹脂材料としては、例えば、ポリカーボネート系樹脂、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコーン系樹脂、ポリスチレン系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリプロピレン系樹脂及びフッ素系樹脂等

が挙げられる。

[0130] 駆動部５２は、位相差板５１を所定の条件で動かすことで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる駆動装置である。駆動部５２は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間において、位相差板５１を透過するサブテラヘルツ波の位相の変化量が変化するように位相差板５１を動かす。駆動部５２は、例えば、モータ及びアクチュエータ等の駆動機、並びに、位相差板５１に動力を伝達するためのベルト、ギア、プーリー及び接続軸等の動力伝達部材等で構成される。

[0131] ここで、位相差板５１の詳細について、具体例を挙げて説明する。

[0132] 図９は、本実施の形態に係る位相差板５１の一例を示す平面図である。図１０は、本実施の形態に係る位相差板５１の一例を示す断面図である。図１０は、図９のＸ－Ｘ線における断面を表している。図１１は、本実施の形態に係る位相差板５１の一例の動きの例を説明するための模式図である。なお、図９及び図１０では、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとの区別のため、それぞれの領域に異なる模様を付している。これは後述する図１２及び図１４でも同様である。

[0133] 図９及び図１０に示されるように、位相差板５１は、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとを含む。第１領域５１ａ及び第２領域５１ｂは、それぞれ、サブテラヘルツ波の透過性を有する。第１領域５１ａと第２領域５１ｂとは、サブテラヘルツ波が透過した際のサブテラヘルツ波の位相の変化量が異なる。具体的には、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとは厚みが異なることで、サブテラヘルツ波が透過した際のサブテラヘルツ波の位相の変化量が異なっている。本実施の形態においては、第１領域５１ａ及び第２領域５１ｂを透過するサブテラヘルツ波は、人１００による反射波である。図示されている例では、第１領域５１ａの厚みは、第２領域５１ｂの厚みより小さいが、大きくてもよい。

[0134] 例えば、位相差板５１に用いる材料の屈折率に応じて、第１領域５１ａ及び第２領域５１ｂの厚みを設定することで、サブテラヘルツ波の位相の変化

量を所望の量にすることができる。なお、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとで用いる材料の屈折率を変えることで、サブテラヘルツ波が透過した際のサブテラヘルツ波の位相の変化量が異なっていてもよい。この場合には、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとの厚みは同じであってもよい。

[0135] 第１領域５１ａと第２領域５１ｂとのサブテラヘルツ波が透過した際のサブテラヘルツ波の位相の変化量の差は、例えば、撮影装置１０で用いるサブテラヘルツ波の波長の１／４以上３／４以下（つまり、９０°以上２７０°以下）であり、撮影装置１０で用いるサブテラヘルツ波の波長の１／２（つまり、１８０°）であってもよい。これにより、効果的にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変えて、干渉による明暗むらを抑制できる。なお、位相差板５１は、第１領域５１ａ及び第２領域５１ｂとはサブテラヘルツ波が透過した際のサブテラヘルツ波の位相の変化量が異なるさらに別の領域を含んでいてもよい。

[0136] 図１１に示されるように、位相差板５１は、例えば、駆動部５２によって、光学系３２の中心３２ｃを通り、光学系３２への反射波の入射方向Ｄ１に平行な方向に対して傾斜角度が－１０°以上１０°以下の回転軸Ｒ１を回転中心として回転される。ここで、回転軸Ｒ１は、仮想的な軸線であり、必ずしも実体的な軸体が存在することを意味するものでは無い。以降で説明する回転軸についても同様である。また、光学系３２への反射波の入射方向Ｄ１は、例えば、光学系３２の焦点と光学系３２の中心３２ｃとを結ぶ方向（言い換えると光学系３２の光軸方向）である。例えば、プーリーを付けたモータを駆動部５２に用いて、プーリーと位相差板５１とをベルトで繋ぐことで、位相差板５１は動かされる。位相差板５１は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間に１周以上回転する。位相差板５１の回転速度は、駆動部５２によって回転可能な速度であれば、特に制限されない。また、図９及び図１１に示されるように、回転軸Ｒ１は、例えば、位相差板５１の厚み方向に平行であり、平面視における位相差板５１の中心５１ｃを通る。このように、光学系３２の中心３２ｃを通る回転軸Ｒ１を回転中心として回転するように

位相差板５１が配置されることで、駆動する位相差板５１をコンパクトに配置することができる。なお、回転軸Ｒ１は、位相差板５１の中心５１ｃを通っていなくてもよい。また、回転軸Ｒ１は、光学系３２の中心３２ｃ以外の位置を通っていてもよい。また、回転軸Ｒ１は、位相差板５１の厚み方向に平行でなくてもよく、厚み方向に対して傾斜（例えば、－１０°以上１０°以下の傾斜角度で傾斜）していてもよい。

[0137] 図９に示されるように、位相差板５１は、例えば、平面視において、円状であるが、位相差板５１の平面視形状は特に限定されない。本明細書において平面視とは、位相差板５１を位相差板５１の厚み方向に沿って見た場合を意味する。第１領域５１ａと第２領域５１ｂとは、平面視において、位相差板５１の回転方向に沿って並ぶように配置される。本例において、第１領域５１ａ及び第２領域５１ｂはそれぞれ、例えば、位相差板５１の中心５１ｃを頂点とする扇形であり、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとが円弧方向に沿って並んでいる。なお、図９で示される例では、位相差板５１は、１つの第１領域５１ａ及び１つの第２領域５１ｂを含んでいるが、複数の第１領域５１ａ及び複数の第２領域５１ｂを含んでいてもよい。この場合、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとは、例えば、位相差板５１の回転方向に沿って交互に並ぶ。

[0138] また、平面視において、第１領域５１ａの面積は、第２領域５１ｂの面積よりも大きい。第１領域５１ａ及び第２領域５１ｂが複数である場合には、第１領域５１ａ及び第２領域５１ｂの面積はそれぞれ、複数の領域の合計面積である。

[0139] 第１領域５１ａは、平面視において、回転軸Ｒ１を挟んで点対称な位置に第１領域５１ａが存在する対称領域５１ａ１と、回転軸Ｒ１を挟んで点対称な位置に第２領域５１ｂが存在する非対称領域５１ａ２と、を含む。これにより、回転軸Ｒ１を挟んで点対称な位置関係にある２点を通る反射波の成分は、ある時点ではどちらも対称領域５１ａ１を通り、ある２点を通る反射波の成分の位相は同じように変化する。それに対して、ある２点を通る反射波

の成分は、ある時点とは別の時点では、位相差板５１が回転することで非対称領域５１ａ２と第２領域５１ｂとを通ることになるため、ある２点を通る反射波の成分の位相の変化量が異なることになる。そのため、位相差板５１が回転することで、イメージセンサ３１の露光期間中に、効果的にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布が変化し、画像の明暗むらを抑制しやすくなる。

[0140] 平面視において、非対称領域５１ａ２の面積は、例えば、位相差板５１の面積の１／８以上３／８以下であり、１／４であってもよい。また、平面視において、対称領域５１ａ１の面積は、例えば、位相差板５１の面積の３／８以上５／８以下であり、１／２であってもよい。これにより、上記２点を通る反射波の成分の位相の変化量が同じである時間と異なる時間との差が小さくなり、より効果的にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0141] なお、位相差板５１は、透過するサブテラヘルツ波の位相を変化させることができる部材であれば特に制限されない。ここで、位相差板５１の別の一例について説明する。図１２は、本実施の形態に係る位相差板５１の別の一例を示す平面図である。図１３は、本実施の形態に係る位相差板５１の別の一例の動きの例を説明するための模式図である。

[0142] 図１２に示されるように、別の一例では、位相差板５１は、複数の第１領域５１ａ及び複数の第２領域５１ｂを含む。なお、本例において、位相差板５１は、１つの第１領域５１ａ及び１つの第２領域５１ｂのみを含んでいてもよい。

[0143] 図１３に示されるように、位相差板５１は、例えば、駆動部５２によって、光学系３２を通らず、光学系３２への反射波の入射方向Ｄ１に平行な方向に対して傾斜角度が－１０°以上１０°以下の回転軸Ｒ２を回転中心として回転される。位相差板５１は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間に１周以上回転する。位相差板５１の回転速度は、駆動部５２によって回転可能な速度であれば、特に制限されない。また、図１２及び図１３に示されるよ

うに、回転軸Ｒ２は、例えば、位相差板５１の厚み方向に平行であり、平面視における位相差板５１の中心５１ｃを通る。このように、光学系３２を通らない回転軸Ｒ２を回転中心として回転するように位相差板５１が配置されることで、軸体を位相差板５１に取り付けるだけで位相差板５１を回転させることができるため、構造を簡素化できる。なお、回転軸Ｒ２は、位相差板５１の中心５１ｃを通っていなくてもよい。また、回転軸Ｒ２は、位相差板５１の厚み方向に平行でなくてもよく、厚み方向に対して傾斜（例えば、－１０°以上１０°以下の傾斜角度で傾斜）していてもよい。

[0144] 図１２に示されるように、本例では、位相差板５１は、例えば、平面視において、円状であるが、位相差板５１の平面視形状は特に限定されない。図１２に示されるように、平面視において、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとは、位相差板５１の回転方向に沿って交互に並んでいる。本例において、複数の第１領域５１ａ及び複数の第２領域５１ｂはそれぞれ、例えば、位相差板５１の中心５１ｃを頂点とする扇形であり、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとが円弧方向に沿って交互に並んでいる。平面視において、複数の第１領域５１ａ及び複数の第２領域５１ｂのそれぞれの面積は、例えば、互いに等しい。なお、平面視において、複数の第１領域５１ａ及び複数の第２領域５１ｂのそれぞれの面積は、少なくとも１つが異なっていてもよい。

[0145] 次に、位相差板５１のさらに別の一例について説明する。図１４は、本実施の形態に係る位相差板５１のさらに別の一例を示す平面図である。図１５は、本実施の形態に係る位相差板５１のさらに別の一例の動きの例を説明するための模式図である。

[0146] 図１４に示されるように、さらに別の一例では、位相差板５１は、複数の第１領域５１ａ及び複数の第２領域５１ｂを含む。第１領域５１ａと第２領域５１ｂとは所定の方向に沿って並ぶように配置される。なお、本例において、位相差板５１が含む第１領域５１ａ及び第２領域５１ｂの少なくとも一方の数は、１つであってもよい。

[0147] 図１５に示されるように、位相差板５１は、例えば、駆動部５２によって

、光学系３２への反射波の入射方向Ｄ１に直交する方向、かつ、位相差板５１の厚み方向に直交する方向に移動される。位相差板５１は、例えば、位相差板５１の移動方向に沿って、所定の周波数で往復移動される。所定の周波数は、例えば、周期がイメージセンサ３１の露光期間以下になる周波数である。また、駆動部５２によって往復移動可能な周波数であれば、所定の周波数の上限は特に制限されない。

[0148] 図１４に示されるように、本例では、位相差板５１は、例えば、平面視において、長軸と短軸とを有するオーバル状であるが、位相差板５１の平面視形状は特に限定されない。位相差板５１の平面視形状は、長軸と短軸とを有する楕円状又は長方形状等の形状であってもよい。また、位相差板５１の平面視形状は、円状、正方形状又は多角形状等であってもよい。図１４に示されるように、平面視において、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとは、位相差板５１の移動方向に沿って交互に並んでいる。そのため、本例において、複数の第１領域５１ａ及び複数の第２領域５１ｂはそれぞれ、ストライプ状である。また、移動方向は、例えば、位相差板５１の長軸方向と平行である。位相差板５１は、少なくとも所定の位置で第１領域５１ａと第２領域５１ｂとが入れ替わるように移動方向に沿って動かされる。

[0149] このように、本実施の形態では、図９から図１５を用いて説明した位相差板５１を回転又は往復移動させるだけで、位相差板５１を透過する反射波の位相の変化量を変化させることができる。

[0150] ［検知部］

再び、図３及び図４を参照し、検知部６０は、撮影空間１０２における人１００の移動状態等を検知するためのセンサである。検知部６０は、例えば、人１００の移動状態として、人１００が撮影空間を通過する際の移動速度等を検知する。検知部６０は、撮影空間１０２における人１００の存在、位置及び姿勢のうち少なくとも１つを検知してもよい。検知部６０は、例えば、検知結果を制御部４０に出力する。図４で示される例では、検知部６０は、撮影空間１０２の第１方向側に配置されているが、撮影空間１０２におけ

る人１００の移動状態が検知できれば、どこに配置されていてもよい。

[0151] 検知部６０は、例えば、動画像を撮影する可視光カメラである。また、検知部６０は、測距機能を有していてもよい。検知部６０は、例えば、動画像を撮影することで、撮影空間１０２における人１００の移動速度、存在、位置及び姿勢のうち少なくとも１つを検知する。検知部６０は、移動状態に関する情報を検知結果として出力する。検知部６０は、検知結果として動画像を制御部４０に出力してもよく、動画像から人１００の移動速度、存在、位置及び姿勢のうち少なくとも１つを決定して、決定した結果を検知結果として制御部４０に出力してもよい。また、検知部６０は、人感センサ又は速度センサ等の他のセンサであってもよい。また、撮影装置１０が備える検知部６０の数は、図４に示されている例では１つであるが、撮影装置１０は複数の検知部６０を備えていてもよい。

[0152] なお、撮影装置１０は、検知部６０を備えていなくてもよい。制御部４０は、監視カメラ等の外部機器から人１００の移動状態に関する検知結果を取得してもよい。

[0153] ここで、検知部６０による移動状態の検知の詳細について説明する。撮影装置１０において、制御部４０は、例えば、検知部６０によって検知された人１００の移動状態に基づいて、人１００の移動状態が停留中であるか否か決定する。なお、本明細書において、停留中とは、人１００が完全に静止している状態だけでなく、人１００の移動速度が所定未満（例えば、一般的な人の移動速度未満）であるような単位時間当たりの人１００の移動量が少ない状態も含む状態を意味する表現である。つまり、本明細書において、停留中とは、所定の時間における人１００の移動量が所定量未満であることを示す表現である。

[0154] まず、検知部６０が図４で示される位置に配置された可視光カメラである場合について説明する。図１６は、検知部６０が出力する画像の例を示す図である。図１６には、可視光カメラである検知部６０が撮影したＮフレーム目の画像及びＮ＋Ｍフレーム目の画像の例が示されている。数値Ｍは、例え

ば１であるが、２以上の自然数であってもよい。なお、図１６では、Ｎ＋Ｍフレーム目の画像において、Ｎフレーム目の画像における人１００が破線で示されているが、実際の画像においては実線の人１００のみが撮影されている。これらは、後述する図１９及び図２０でも同様である。

[0155] 図１６に示されるように、検知部６０は、検知した移動状態を示す情報として、画像を出力する。制御部４０は、例えば、検知部６０が検知した移動状態に基づいて、移動状態が停留中であるか否かを決定する。図１６で示される例では、制御部４０は、画像における人１００の大きさの変化に基づいて、人１００の移動状態が停留中であるか否かを決定する。制御部４０は、Ｎフレーム目の画像における人１００の大きさとＮ＋Ｍフレーム目の画像における人１００の大きさとを比較する。制御部４０は、人１００の大きさの変化が、所定の値未満である場合に移動状態が停留中であると決定し、所定の値以上の場合に移動状態が停留中では無く移動中であると決定する。人１００の大きさは、例えば、人１００の光学系３２の光軸からの高さであるが、人１００全体の高さ又は幅等の他の指標であってもよい。具体的な移動状態の決定の基準の例としては、検知部６０のフレームレートが２０ｆｐｓ、撮影位置（検知部６０から人１００までの距離）が４０００ｍｍ、人１００の光軸からの高さが４００ｍｍ、数値Ｍ＝１である場合、制御部４０は、Ｎフレーム目の画像とＮ＋Ｍフレーム目の画像とで、人１００の大きさの変化が１．１％未満であれば、移動状態が停留中であると決定する。

[0156] 次に、可視光カメラである検知部６０が、第１方向と直交する方向から人１００を撮影する場合について説明する。図１７は、検知部６０の配置の別の例を説明するための側面図である。図１８は、検知部６０の配置のさらに別の例を説明するための上面図である。なお、図１７及び図１８では、反射板２２及び検知部６０以外の撮影装置１０の構成の図示は省略されている。

[0157] 図１７で示される例では、検知部６０は、反射板２２の上方に配置されている。また、図１８に示される例では、検知部６０は、反射板２２の側方に配置されている。図１８に示される例の場合、反射板２２は、可視光を透過

させつつ、サブテラヘルツ波を反射させる透明性導電性酸化物等の材料を用いて形成される。図１７又は図１８で示されるような位置に検知部６０が配置されることで、検知部６０は、人１００を第１方向と直交する方向から撮影できる。

[0158] 図１９は、図１７で示される検知部６０が出力する画像の例を示す図である。図２０は、図１８で示される検知部６０が出力する画像の例を示す図である。図１９及び図２０には、可視光カメラである検知部６０が撮影したＮフレーム目の画像及びＮ＋Ｍフレーム目の画像の例が示されている。図１９では、図１７で示される位置で検知部６０が撮影した人１００の画像が示されている。また、図２０では、図１８で示される位置で検知部６０が撮影した人１００の画像が示されている。

[0159] 図１９及び図２０で示される例では、制御部４０は、画像における人１００の位置の変化に基づいて、人１００の移動状態が停留中であるか否かを決定する。制御部４０は、Ｎフレーム目の画像における人１００の位置とＮ＋Ｍフレーム目の画像における人１００の位置とを比較する。制御部４０は、人１００の位置の変化が、所定の値未満である場合に移動状態が停留中であると決定し、所定の値以上の場合に移動状態が停留中では無く移動中であると決定する。具体的な移動状態の決定の基準の例としては、検知部６０のフレームレートが２０ｆｐｓ、数値Ｍ＝１である場合、制御部４０は、Ｎフレーム目の画像とＮ＋Ｍフレーム目の画像とで、人１００の位置の変化が４４ｍｍ未満であれば、移動状態が停留中であると決定する。

[0160] なお、上記では、制御部４０は、検知部６０が出力する２フレーム分の画像から人の移動状態を決定したが、３フレーム分以上の画像から移動状態を決定してもよい。

[0161] 次に、検知部６０が可視光カメラでは無く、他のセンサで構成される場合について説明する。

[0162] まず、検知部が圧力センサで構成される場合について説明する。図２１は、本実施の形態に係る検知部６０ａが圧力センサで構成される場合の例を示

す側面図である。なお、図２１では、反射板２２及び検知部６０ａ以外の撮影装置１０の構成の図示は省略されている。

[0163] 撮影装置１０は、検知部６０の代わりに検知部６０ａを備えていてもよい。図２１に示されるように、検知部６０ａは、圧電素子等を用いた複数の圧力センサで構成される。複数の圧力センサは、例えば、通路１０１の床に設けられ、第１方向に沿って並んでいる。検知部６０ａは、複数の圧力センサの各々の検知結果を所定の測定間隔で出力する。また、検知部６０ａでは、人１００の重心が位置する圧力センサでは高い圧力が検知されるため、高い圧力が検知された圧力センサの位置により人１００の位置が決定される。そのため、検知部６０ａでは、複数の圧力センサの各々が所定の測定間隔で圧力を検知することで、人１００の移動状態を検知できる。なお、検知部６０ａは、運搬部８０に設けられていてもよい。

[0164] 制御部４０は、例えば、検知部６０ａの検知結果における人１００の位置の変化に基づいて、人１００の移動状態が停留中であるか否かを決定する。制御部４０は、検知部６０ａのＮ回目の測定における検知結果と検知部６０ａのＮ＋Ｍ回目の測定における検知結果とを比較する。数値Ｍは、例えば１であるが、２以上の自然数であってもよい。制御部４０は、人１００の位置の変化が、所定の値未満である場合に移動状態が停留中であると決定し、所定の値以上の場合に移動状態が停留中では無く移動中であると決定する。具体的な移動状態の決定の基準の例としては、検知部６０ａの測定間隔が０．１秒、数値Ｍ＝１である場合、制御部４０は、Ｎ回目の測定における検知結果とＮ＋Ｍ回目の測定における検知結果とで、人１００の位置の変化が８．９ｍｍ未満であれば、移動状態が停留中であると決定する。

[0165] 次に、検知部が距離センサ（測距装置）で構成される場合について説明する。図２２は、本実施の形態に係る検知部６０ｂが距離センサで構成される場合の例を示す上面図である。なお、図２２では、反射板２２及び検知部６０ｂ以外の撮影装置１０の構成の図示は省略されている。

[0166] 撮影装置１０は、検知部６０の代わりに検知部６０ｂを備えていてもよい

。図２２に示されるように、検知部６０ｂは、検知部６０ｂと人１００との間の距離を測定する距離センサで構成される。検知部６０ｂは、例えば、反射板２２の第１方向側（つまり撮影空間１０２の第１方向側）に設けられる。検知部６０ｂは、距離センサの検知結果を所定の測定間隔で出力する。また、検知部６０ｂでは、検知部６０ｂと人１００との間の距離により人１００の位置が決定される。そのため、検知部６０ｂでは、距離センサが所定の測定間隔で検知部６０ｂと人１００との間の距離を検知することで、人１００の移動状態を検知できる。

[0167] 制御部４０は、検知部６０ｂの検知結果における人１００の位置の変化に基づいて、人１００の移動状態が停留中であるか否かを決定する。制御部４０は、検知部６０ｂのＮ回目の測定における検知結果と検知部６０ｂのＮ＋Ｍ回目の測定における検知結果とを比較する。数値Ｍは、例えば１であるが、２以上の自然数であってもよい。制御部４０は、人１００の位置の変化が、所定の値未満である場合に移動状態が停留中であると決定し、所定の値以上の場合に移動状態が停留中では無く移動中であると決定する。具体的な移動状態の決定の基準の例としては、検知部６０ｂの測定間隔が０．１秒、数値Ｍ＝１である場合、制御部４０は、Ｎ回目の測定における検知結果とＮ＋Ｍ回目の測定における検知結果とで、人１００の位置の変化が８．９ｍｍ未満であれば、移動状態が停留中であると決定する。

[0168] 次に、検知部が人感センサで構成される場合について説明する。図２３は、本実施の形態に係る検知部６０ｃが人感センサで構成される場合の例を示す側面図である。なお、図２３では、反射板２２及び検知部６０ｃ以外の撮影装置１０の構成の図示は省略されている。

[0169] 撮影装置１０は、検知部６０の代わりに検知部６０ｃを備えていてもよい。図２３に示されるように、検知部６０ｃは、赤外線等を利用し、人１００が存在するか否かを検知する複数の人感センサで構成される。複数の人感センサは、例えば、反射板２２の上方（つまり撮影空間１０２の上方）で第１方向に沿って並んでいる。複数の人感センサの各々は、自身の下方の所定の

範囲に人１００が存在するか否かを検知する。検知部６０ｃは、複数の人感センサの各々の検知結果を所定の測定間隔で出力する。また、検知部６０ｃでは、人１００の存在が検知された人感センサの位置により人１００の位置が決定される。そのため、検知部６０ｃでは、複数の人感センサの各々が所定の測定間隔で人１００が存在するか否かを検知することで、人１００の移動状態を検知できる。

[0170] 制御部４０は、検知部６０ｃの検知結果における人１００の位置の変化に基づいて、人１００の移動状態が停留中であるか否かを決定する。制御部４０は、検知部６０ｃのＮ回目の測定における検知結果と検知部６０ｃのＮ＋Ｍ回目の測定における検知結果とを比較する。数値Ｍは、例えば１であるが、２以上の自然数であってもよい。制御部４０は、人１００の位置の変化が、所定の値未満である場合に移動状態が停留中であると決定し、所定の値以上の場合に移動状態が停留中では無く移動中であると決定する。具体的な移動状態の決定の基準の例としては、検知部６０ｃの測定間隔が０．１秒、数値Ｍ＝１である場合、制御部４０は、Ｎ回目の測定における検知結果とＮ＋Ｍ回目の測定における検知結果とで、人１００の位置の変化が８．９ｍｍ未満であれば、移動状態が停留中であると決定する。

[0171] なお、上記では、制御部４０は、検知部６０ａから６０ｃのいずれかが出力する２回の検知結果から人の移動状態を決定したが、３回以上の検知結果から移動状態を決定してもよい。

[0172] 次に、検知部が速度センサ（速度測定装置）で構成される場合について説明する。図２４は、本実施の形態に係る検知部６０ｄが速度センサで構成される場合の例を示す上面図である。なお、図２４では、反射板２２及び検知部６０ｄ以外の撮影装置１０の構成の図示は省略されている。

[0173] 撮影装置１０は、検知部６０の代わりに検知部６０ｄを備えていてもよい。図２４に示されるように、検知部６０ｄは、人１００の移動速度を測定する速度センサで構成される。検知部６０ｄは、例えば、反射板２２の第１方向側（つまり撮影空間１０２の第１方向側）に設けられる。検知部６０ｄは

、撮影空間１０２を移動している人１００の移動速度の検知結果を出力する。検知部６０ｄでは、速度センサが撮影空間１０２を移動している人１００の移動速度を検知することで、人１００の移動状態を検知できる。

[0174] 制御部４０は、検知部６０ｄが検知した人１００の移動速度に基づいて、人１００の移動状態が停留中であるか否かを決定する。制御部４０は、人１００の移動速度が、所定の値未満である場合に移動状態が停留中であると決定し、所定の値以上の場合に移動状態が停留中では無く移動中であると決定する。具体的な移動状態の決定の基準の例としては、制御部４０は、人１００の移動速度が秒速８８９ｍｍ未満であれば、移動状態が停留中であると決定する。また、検知部６０から６０ｃのいずれかが用いられる場合であっても、制御部４０は、検知部６０から６０ｃの検知結果から人１００の移動速度を算出し、算出した人１００の移動速度に基づいて、人１００の移動状態が停留中であるか否かを決定してもよい。

[0175] なお、上記の具体的な移動状態の決定の基準の例は、一般的な人の移動速度である時速３．２ｋｍ（＝秒速８８９ｍｍ）未満で人１００が移動している場合の検知結果に基づく基準である。なお、この決定の基準の例は一例であり、これに限らない。判定の基準となる人１００の移動速度は、例えば、放射部２０が放射するサブテラヘルツ波の波長をλ　ｍｍとし、イメージセンサ３１の露光期間の長さをＴ秒とした場合に、秒速（Ｂ×λ／２）／Ｔｍｍである。定数Ｂは例えば、１以上１５以下又は７以上１５以下の数値であり、放射部２０及び検出器３０の仕様等に応じて設定される。

[0176] また、制御部４０は、検知部６０から６０ｄのいずれかが検知した移動状態に基づいて、移動状態が移動中であると決定した場合、さらに移動の程度を決定してもよい。例えば、停留中か否かの決定の基準とは別の所定の閾値を設定し、制御部４０は、移動状態に基づく値が、所定の閾値以下であるか否かによって、移動中の移動量が小さいか大きいかを決定する。なお、移動中の移動の程度の分類は、２段階に限定されず、３段階以上の移動の程度に分類してもよい。

[0177] ［その他の構成］

再び、図３及び図４を参照し、撮影装置１０が備える他の構成要素について説明する。

[0178] 報知器７０は、人１００に対して警告を発出する。警告は、例えば、人１００に対して移動速度が遅い又は静止している等の停留中であることを報知するために発出される。報知器７０は、例えば、光源、スピーカ及びディスプレイの少なくとも１つを有し、光、音及び画像の少なくとも１つを用いて警告を発出する。報知器７０は、単に光又は音を発出することによって警告を発出してもよく、人１００が停留中であることを示す情報、又は、人１００に移動速度を速める等の移動状態の変化を促す情報を表示することで警告を発出してもよい。なお、撮影装置１０は、報知器７０を備えていなくてもよい。

[0179] 運搬部８０は、撮影空間１０２内において、人１００を所定の条件で移動させる運搬装置である。運搬部８０は、常時動作していてもよく、必要に応じて動作するか否かを制御されてもよい。位相変調部５０は、位相差板５１及び駆動部５２に加えて、又は、代えて、運搬部８０を有していてもよい。なお、撮影装置１０は、運搬部８０を備えていなくてもよい。

[0180] 運搬部８０は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間中に光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長の半分以上移動させて、イメージセンサ３１が受波するサブテラヘルツ波の位相の角度分布を変化させる。運搬部８０が人１００を動かす速度は、例えば、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長をλ　ｍｍとし、イメージセンサ３１の露光期間をＴ秒とした場合、例えば、秒速（λ／２）／Ｔ　ｍｍ以上であり、秒速（７×λ／２）／Ｔ　ｍｍ以上であってもよい。また、安全性の観点から、運搬部８０が人１００を動かす速度は、秒速（３０×λ／２）／Ｔ　ｍｍ以下であってもよい。

[0181] 画像処理部９０は、検出器３０より画像を受け取ると、例えば、受け取った画像を外部に出力すると共に、受け取った画像に対して画像処理を行い、その画像処理の結果を外部に出力する。

[0182] 画像処理部９０が行う画像処理は、例えば、検出器３０から出力された画像に、所定の特徴を有する物体（例えば、刃物の特徴を有する物体）が含まれているか否かを判定し、所定の特徴を有する物体が含まれていると判定する場合には、所定の検知信号（例えば、刃物の特徴を有する物体が撮影されている旨を示す警報）を出力する処理であってもよい。画像処理部９０は、例えば、プロセッサとメモリとを備え、プロセッサが、メモリに記憶されるプログラムを実行することにより実現される。制御部４０と画像処理部９０とは、プロセッサ及びメモリを共有していてもよい。

[0183] なお、撮影装置１０は、画像処理部９０を備えていなくてもよく、検出器３０が外部の画像処理装置に画像を出力してもよい。また、画像処理部９０の機能が、検出器３０に備えられていてもよい。

[0184] 表示部９５は、制御部４０の制御に基づいて、画像を表示する。例えば、検出器３０が生成した画像を表示する。これにより、ユーザが画像を確認できる。表示部９５は、画像処理部９０による画像処理結果を示す画像等の検出器３０が生成した画像以外の画像を表示してもよい。表示部９５は、例えば、液晶パネル又は有機ＥＬパネルなどの表示パネルによって実現される。

[0185] ［変形例１］

続いて、実施の形態の変形例１について説明する。以下の説明では、実施の形態との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0186] 図２５は、本変形例に係る撮影装置１１０を上方から見た場合の模式図である。図２５に示されるように、撮影装置１１０は、実施の形態に係る撮影装置１０と比較して、位相差板５１が、光学系３２に入射する反射波の光路上に配置される代わりに、光源２１と反射板２２との間に配置されている点で相違する。本変形例においては、位相差板５１は、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波が透過し、透過するサブテラヘルツ波の位相を変化させる。つまり、本変形例においては、位相変調部５０は、人１００に放射されるサブテラヘルツ波の少なくとも一部の成分の位相を変化させることで、イ

メージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。

[0187] 位相差板５１は、例えば、上述の図９、図１２及び図１４等を用いて説明した各種の形状でありうる。ここで、位相差板５１の動きについて説明する。図２６は、本変形例に係る位相差板５１の一例の動きの例を説明するための模式図である。図２７は、本変形例に係る位相差板５１の別の一例の動きの例を説明するための模式図である。図２８は、本変形例に係る位相差板５１のさらに別の一例の動きの例を説明するための模式図である。

[0188] 例えば、上述の図９及び図１０で示される位相差板５１の一例が用いられる場合には、図２６で示されるように位相差板５１は動かされる。具体的には、位相差板５１は、例えば、駆動部５２によって、光源２１の発光中心２１ｃを通り、光源２１のサブテラヘルツ波の射出方向Ｄ２に平行な方向に対して傾斜角度が－１０°以上１０°以下の回転軸Ｒ３を回転中心として回転される。位相差板５１は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間に１周以上回転する。位相差板５１の回転速度は、駆動部５２によって回転可能な速度であれば、特に制限されない。光源２１のサブテラヘルツ波の射出方向Ｄ２は、例えば、光源２１の光軸の方向、つまり、光源２１がサブテラヘルツ波を射出する範囲の中心となる方向である。また、回転軸Ｒ３は、例えば、位相差板５１の厚み方向に平行であり、平面視における位相差板５１の中心５１ｃを通る。なお、回転軸Ｒ３は、位相差板５１の中心５１ｃを通っていなくてもよい。また、回転軸Ｒ３は、光源２１の発光中心２１ｃ以外の位置を通っていてもよい。また、回転軸Ｒ３は、位相差板５１の厚み方向に平行でなくてもよく、厚み方向に対して傾斜（例えば、－１０°以上１０°以下の傾斜角度で傾斜）していてもよい。

[0189] また、例えば、上述の図１２で示される位相差板５１の別の一例が用いられる場合には、図２７で示されるように位相差板５１は動かされる。具体的には、位相差板５１は、例えば、駆動部５２によって、光源２１を通らず、光源２１のサブテラヘルツ波の射出方向Ｄ２に平行な方向に対して傾斜角度が－１０°以上１０°以下の回転軸Ｒ４を回転中心として回転される。位相

差板５１は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間に１周以上回転する。位相差板５１の回転速度は、駆動部５２によって回転可能な速度であれば、特に制限されない。また、回転軸Ｒ４は、例えば、位相差板５１の厚み方向に平行であり、平面視における位相差板５１の中心５１ｃを通る。なお、回転軸Ｒ４は、位相差板５１の中心５１ｃを通っていなくてもよい。また、回転軸Ｒ４は、位相差板５１の厚み方向に平行でなくてもよく、厚み方向に対して傾斜（例えば、－１０°以上１０°以下の傾斜角度で傾斜）していてもよい。

[0190] また、例えば、上述の図１４で示される位相差板５１のさらに別の一例が用いられる場合には、図２８で示されるように位相差板５１は動かされる。具体的には、位相差板５１は、例えば、駆動部５２によって、光源２１のサブテラヘルツ波の射出方向Ｄ２に直交する方向、かつ、位相差板５１の厚み方向に直交する方向に移動される。位相差板５１は、例えば、移動方向に沿って所定の周波数で往復移動される。所定の周波数は、例えば、周期がイメージセンサ３１の露光期間以下になる周波数である。また、駆動部５２によって往復移動可能な周波数であれば、所定の周波数の上限は特に制限されない。

[0191] このように、図２６から図２８に示されるように位相差板５１が動かされることで、光源２１から射出されるサブテラヘルツ波が通る位置で、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとが入れ替わる。そのため、人１００に放射されるサブテラヘルツ波の位相を変化させることができ、イメージセンサ３１の露光期間において、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布が変化する。

[0192] ［変形例２］

続いて、実施の形態の変形例２について説明する。以下の説明では、実施の形態との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0193] 図２９は、本変形例に係る撮影装置２１０を上方から見た場合の模式図で

ある。図２９に示されるように、撮影装置２１０は、実施の形態に係る撮影装置１０と比較して、検出器３０及び位相変調部５０の代わりに、検出器２３０及び位相変調部２５０を備える点で相違する。

[0194] 検出器２３０は、光学系３２の代わりに、位相変調部２５０を構成するミラーシステム２５１が光学系として機能する点で、検出器３０と異なる。つまり、位相変調部２５０は、検出器２３０の光学系の少なくとも一部であり、検出器２３０の光学系は、位相変調部２５０としてミラーシステム２５１を有する。

[0195] 本変形例においては、位相変調部２５０は、放射部２０から放射されたサブテラヘルツ波が人１００によって反射された後の反射波の一部の成分の位相を変化させることで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。

[0196] ミラーシステム２５１は、放射部２０から放射されたサブテラヘルツ波の、人１００による反射波をイメージセンサ３１に結像する。ミラーシステム２５１は、例えば、曲面状に配置された複数のミラーを含む。ミラーシステム２５１の複数のミラーの各々は、イメージセンサ３１の露光期間中に、複数のミラーの各々に入射した人１００からの反射波の位相を反射させる際に変化させる。例えば、ミラーシステム２５１では、複数のミラーの各々は、イメージセンサ３１の露光期間中に、各ミラーで反射した際の位相の変化特性が変化する。また、ミラーシステム２５１において、ミラー毎に反射する人１００からの反射波の位相の変化量が異なりうる。例えば、ミラーシステム２５１の複数のミラーは、ある時点において、人１００からの反射波の位相を変化させずに反射させるミラーと、人１００からの反射波の位相を変化させて反射させるミラーとを有し、これらのミラーの特性が時間によって変化する。このようなミラーシステム２５１を用いることにより、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させることができる。位相を変化させるミラーは、例えば、位相を１８０°変化させて反射させる。ミラーシステム２５１は、例えば、位相の変化を制御する回路等を備える反

射型の空間光位相変調素子で構成される。

[0197] このように、検出器３０と位相変調部２５０とが一体化されることで、撮影装置２１０の構造を簡素化できる。

[0198] ［変形例３］

続いて、実施の形態の変形例３について説明する。以下の説明では、実施の形態との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0199] 図３０は、本変形例に係る撮影装置３１０を上方から見た場合の模式図である。図３０に示されるように、撮影装置３１０は、実施の形態に係る撮影装置１０と比較して、位相変調部５０の代わりに、位相変調部３５０を備える点で相違する。

[0200] 位相変調部３５０は、人１００に放射されるサブテラヘルツ波の位相を変化させることで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。

[0201] 位相変調部３５０は、駆動部３５２を有する。駆動部３５２は光源駆動部の一例である。駆動部３５２は、光源２１を所定の条件で動かすことで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる駆動装置である。そのため、撮影装置３１０においては、光源２１は固定されておらず、移動可能に設置されている。

[0202] 駆動部３５２は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間において、人１００に照射されるサブテラヘルツ波の位相が変化するように光源２１を動かすことにより、イメージセンサ３１が受波する人１００による反射波の位相の角度分布を変化させる。具体的には、光源２１が動くことで、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波の人１００に入射するまでの光路長が変化するため、人１００のサブテラヘルツ波が入射する各位置で、サブテラヘルツ波の位相が変化する。その結果、イメージセンサ３１が受波する人１００による反射波の位相の角度分布が変化する。

[0203] 駆動部３５２は、例えば、モータ及びアクチュエータ等の駆動機、並びに

、光源２１に動力を伝達するためのベルト、ギア、プーリー及び接続軸等の動力伝達部材等で構成される。

[0204] ここで、本変形例における光源２１の動きについて説明する。図３１は、本変形例に係る光源２１の動きの例を説明するための模式図である。図３２は、本変形例に係る光源２１の動きの別の例を説明するための模式図である。

[0205] 図３１に示されるように、光源２１は、例えば、駆動部３５２によって、光源２１のサブテラヘルツ波の射出方向Ｄ２に垂直な移動方向１、又は、射出方向Ｄ２に平行な移動方向２に沿って、所定の周波数で往復移動される。所定の周波数は、例えば、周期がイメージセンサ３１の露光期間以下になる周波数である。また、駆動部３５２によって往復移動可能な周波数であれば、所定の周波数の上限は特に制限されない。また、この際の振動範囲は、例えば、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長以上である。そのため、光源２１は、イメージセンサ３１の露光期間において、移動範囲が、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長以上になるように動かされる。これにより、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波の人１００に入射するまでの光路長がサブテラヘルツ波の波長以上変化する。そのため、効果的にイメージセンサ３１が受波する人１００による反射波の位相の角度分布を変化させることができる。また、この際の振動範囲は、例えば、光源２１が射出するサブテラヘルツ波が、往復移動のどの位置においても反射板２２に照射される範囲で設定される。なお、光源２１は、移動方向１と移動方向２との間の方向（つまり合成されたベクトルの方向）に往復移動されてもよい。

[0206] また、図３２に示されるように、光源２１は、例えば、駆動部３５２によって、光源２１の発光中心２１ｃを通らず、光源２１のサブテラヘルツ波の射出方向Ｄ２に平行な方向の回転軸Ｒ５を回転中心として回転される。つまり、光源２１は、発光中心２１ｃが環状の軌道を描くように動かされる。図３２に示される例では、回転軸Ｒ５は、光源２１のいずれの位置も通らない。このように、光源２１が環状の軌道を描くことで、光源２１が止まること

なく動き続けることができるため、効果的に光源２１が射出するサブテラヘルツ波のイメージセンサ３１に入射するまでの光路長を変化させることができる。この際の軌道の長さは、例えば、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長以上である。また、この際の軌道の径が、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長以上であってもよい。また、この際の軌道の長さは、例えば、光源２１が射出するサブテラヘルツ波が、軌道のどの位置においても反射板２２に照射される範囲で設定される。なお、回転軸Ｒ５は、発光中心２１ｃを通らなければ、射出方向Ｄ２と交差していてもよく、射出方向Ｄ２と直交していてもよい。

[0207] ［変形例４］

続いて、実施の形態の変形例４について説明する。以下の説明では、実施の形態との相違点を中心に説明を行い、共通点の説明を省略又は簡略化する。

[0208] 図３３は、本変形例に係る撮影装置４１０を上方から見た場合の模式図である。図３３に示されるように、撮影装置４１０は、実施の形態に係る撮影装置１０と比較して、位相変調部５０の代わりに、位相変調部４５０を備える点で相違する。

[0209] 位相変調部４５０は、人１００に放射されるサブテラヘルツ波の位相を変化させることで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。

[0210] 位相変調部４５０は、駆動部４５２を有する。駆動部４５２は反射板駆動部の一例である。駆動部４５２は、反射板２２を所定の条件で動かすことで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる駆動装置である。そのため、撮影装置４１０においては、反射板２２は固定されておらず、移動可能に設置されている。

[0211] 駆動部４５２は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間において、人１００に照射されるサブテラヘルツ波の位相が変化するように反射板２２を動かすことにより、イメージセンサ３１が受波する人１００による反射波の位

相の角度分布を変化させる。具体的には、反射板２２が動くことで、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波の人１００に入射するまでの光路長が変化するため、人１００のサブテラヘルツ波が入射する各位置で、サブテラヘルツ波の位相が変化する。その結果、イメージセンサ３１が受波する人１００による反射波の位相の角度分布が変化する。

[0212] 駆動部４５２は、例えば、モータ及びアクチュエータ等の駆動機、並びに、反射板２２に動力を伝達するためのベルト、ギア、プーリー及び接続軸等の動力伝達部材等で構成される。

[0213] ここで、本変形例に係る反射板２２の動きについて説明する。図３３に示されるように、反射板２２は、例えば、駆動部４５２によって、反射板２２の厚み方向に平行な移動方向３に沿って、所定の周波数で往復移動される。所定の周波数は、例えば、周期がイメージセンサ３１の露光期間以下になる周波数である。また、駆動部４５２によって往復移動可能な周波数であれば、所定の周波数の上限は特に制限されない。また、この際の振動範囲は、例えば、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長の半分以上である。そのため、反射板２２は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間において、反射板２２の厚み方向における移動範囲が、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長の半分以上になるように動かされる。反射板２２の位置が、反射板２２の厚み方向にサブテラヘルツ波の波長の半分以上動くことで、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波が反射板２２で反射して人１００に入射するまでの光路長がサブテラヘルツ波の波長以上変化する。そのため、効果的にイメージセンサ３１が受波する人１００による反射波の位相の角度分布を変化させることができる。また、この際の振動範囲は、人１００が通る撮影空間１０２が確保でき、表面２２ａから放射されるサブテラヘルツ波が撮影空間１０２を通る人１００に照射される範囲で設定される。

[0214] また、反射板２２は、駆動部４５２によって、反射板２２の厚み方向に垂直な移動方向４に沿って、所定の周波数で往復移動されてもよい。所定の周波数は、例えば、周期がイメージセンサ３１の露光期間以下になる周波数で

ある。また、駆動部４５２によって往復移動可能な周波数であれば、所定の周波数の上限は特に制限されない。また、この際の振動範囲は、例えば、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長以上である。そのため、反射板２２は、例えば、イメージセンサ３１の露光期間において、反射板２２の厚み方向に垂直な方向における移動範囲が、光源２１が射出するサブテラヘルツ波の波長以上になるように動かされる。反射板２２の位置が、反射板２２の厚み方向に垂直な方向にサブテラヘルツ波の波長以上動くことで、サブテラヘルツ波を拡散反射させるためにサブテラヘルツ波の波長に応じて設定されている表面２２ａの凹凸形状の位置がずれて反射板２２による拡散反射の方向が効果的に変化する。そのため、効果的にイメージセンサ３１が受波する人１００による反射波の位相の角度分布を変化させることができる。

[0215] なお、反射板２２は、上述の反射板２２の移動範囲になるように、移動方向３と移動方向４との間の方向（つまり合成されたベクトルの方向）に往復移動されてもよい。

[0216] ［サブテラヘルツ波の光路長の変化の効果］

次に、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置を用いて撮影する場合の、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波の人１００で反射してイメージセンサ３１に入射するまでの光路長が変化することによる効果について説明する。

[0217] 図３４は、人１００の移動によるサブテラヘルツ波の光路長の変化を説明するための図である。図３４では、人１００が第１方向に沿って撮影空間１０２内を速度ｖで移動している状態が示されている。図３４では、移動前の、（ｉ）人１００、（ｉｉ）人１００に入射するサブテラヘルツ波の一例、及び、（ｉｉｉ）人１００による反射波の一例が実線で示されている。また、図３４では、移動前の状態からイメージセンサ３１の１フレームの露光期間の長さ経過後の、（ｉ）人１００、（ｉｉ）人１００に入射するサブテラヘルツ波の一例、及び、（ｉｉｉ）人１００による反射波の一例が破線で示されている。なお、図３４では、見やすさのため、人１００の移動量を誇張

して示している。

[0218] 図３４に示されるように、人１００に対して放射されるサブテラヘルツ波は、人１００で反射してイメージセンサ３１に向かう。そのため、人１００が第１方向に沿って移動する場合、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波が人１００で反射してイメージセンサ３１に入射するまでの光路長は、およそ人１００の移動量の倍の長さ分変化する。

[0219] 画像の明暗むらの抑制のために、イメージセンサ３１上における反射波の位相の角度分布パターンを効果的に変化させることを考えた場合、例えば、上記光路長をサブテラヘルツ波の波長以上変化させる。これにより、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布パターンがサブテラヘルツ波の波長分ずれることになる。上記光路長をサブテラヘルツ波の波長以上変化させるための人１００の移動量は、サブテラヘルツ波の波長の半分である。そのため、イメージセンサ３１の露光期間が、人１００がサブテラヘルツ波の波長の半分を移動するだけの時間に設定されれば、イメージセンサ３１は、露光期間中にサブテラヘルツ波の波長分ずれた２つの位相の角度分布パターンの間の強度を累積できる。その結果、位相の角度分布が異なる反射波の強度が累積し、干渉による明暗が平準化される。例えば、図１を用いて説明したような、図１の（ａ）で示される位置Ｐ１での反射波の位相の角度分布と、図１の（ｂ）で示される位置Ｐ２での反射波の位相の角度分布とが、異なる反射位置ではなく、人１００の同じ反射位置での反射波において露光期間中に生じることで、露光期間中に累積された反射波の強度に応じた信号による明暗は平準化される。

[0220] 具体的には、人１００の移動速度を秒速ｖ　ｍｍとし、放射部２０が放射するサブテラヘルツ波の波長をλ　ｍｍとした場合、露光期間の長さが（λ／２）／ｖ秒以上であれば、露光期間中に人１００はサブテラヘルツ波の波長の半分以上移動する。そのため、人１００の移動速度を、一般的な人の移動速度として、時速３．２ｋｍ（＝秒速８８９ｍｍ）とすると、露光期間の長さをλ／１７７８秒以上に設定することで、人１００におけるサブテラヘ

ルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを効果的に抑制できる。イメージセンサ３１の露光期間の長さがこのような時間であれば、例えば、撮影装置１０は、位相変調部５０を備えていなくても、画像の明暗むらを抑制することが可能である。

[0221] また、イメージセンサ３１の露光期間における人１００の移動量が大きくなると、明暗が平準化される効果が高まる。図１で示して説明したような均一な反射率の撮影対象物にサブテラヘルツ波を照射した場合、本発明者らは、シミュレーションにより検討した結果、サブテラヘルツ波の波長分ずれた８つの位相の角度分布パターンの強度を積算することで、最明部に対する最暗部の画素値の比率が０．２５以下になる結果を得た。そのため、露光期間中に上記光路長がサブテラヘルツ波の７波長分以上変化するように、つまり、（７×λ／２）／ｖ秒以上の露光期間の長さを設定することで、さらに明暗むらを効果的に抑制できる。例えば、上記と同様に、人１００の移動速度を秒速８８９ｍｍとすると、露光期間の長さをλ／２５４秒以上に設定することで、さらに明暗むらを効果的に抑制できる。

[0222] また、同様の原理で、上記の変形例３及び変形例４のように、位相変調部３５０又は位相変調部４５０によって、光源２１から射出されるサブテラヘルツ波の人１００までの光路長を変化させる場合でも、露光期間中に光路長がサブテラヘルツ波の波長以上変化することで、人１００におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを効果的に抑制できる。

[0223] なお、上記説明では、イメージセンサ３１の１フレームの露光期間で反射波の強度を累積する例を説明したが、複数のフレームの露光期間で反射波の強度を累積する場合でも同様の効果が得られる。

[0224] また、露光期間の長さがλ／１７７８秒未満であっても、位相変調部５０、２５０、３５０、４５０によって、イメージセンサ３１の露光期間中に、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させることでも、イメージセンサ３１は位相の角度分布が異なる反射波の強度を累積し、

干渉による明暗を平準化できる。よって、人１００におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを効果的に抑制できる。また、例えば、位相変調部５０、２５０、３５０、４５０によって、イメージセンサ３１の露光期間中に、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる場合、露光期間の長さがλ／２０００秒以下であってもよい。

[0225] また、露光期間において、人１００における同一箇所からの反射波を主に同一の画素９１１で受波してブレを抑制する観点から、露光期間の長さは、検出器３０の撮影距離及びイメージセンサ３１の画素アレイ９１０における画素９１１の配列に基づいて、所定の時間以下に設定されてもよい。ここで、ブレを抑制するための露光期間について、図３５Ａ及び図３５Ｂを用いて説明する。

[0226] 図３５Ａは、イメージセンサ３１の画素アレイ９１０における画素９１１の配列の例を示す模式図である。図３５Ｂは、検出器３０の撮影距離Ｌの例を示す模式図である。なお、図３５Ｂでは、検出器３０のうちの画素アレイ９１０及び光学系３２のみが模式的に示されている。また、図３５Ｂでは、撮影される人１００が実線の矢印で示されており、実線の矢印で示される人１００よりも１画素分ずれて撮影される場合の人１００が破線の矢印で示されている。

[0227] 図３５Ａに示されるように、画素アレイ９１０の一辺の長さがＴ　ｍｍであり、当該一辺の画素９１１の個数がＮ個とする。また、画素アレイ９１０の中央から画素アレイ９１０における端部の行の画素９１１までの距離をＴ１とし、画素アレイ９１０の中央から画素アレイ９１０における端部から２番目の行の画素９１１までの距離をＴ２とする。この場合の距離Ｔ１、Ｔ２は、図３５Ａに示される通りである。

[0228] 図３５Ｂに示されるように、検出器３０の光学系３２から撮影対象物である人１００までの撮影距離がＬ　ｍｍであり、画素アレイ９１０と光学系３２との距離がｂ　ｍｍであり、光学系３２の焦点距離がｆ　ｍｍであり、１

画素分ずれて撮影される場合の人１００の移動距離がＤ　ｍｍであるとする。また、１画素分ずれて人１００が撮影された場合に、人１００からの反射光が画素アレイ９１０における端部の行の画素９１１にも入射するとする。この場合、図３５Ｂに示されるように、Ｄ＝Ｌ（１－Ｔ２／Ｔ１）となる。そのため、人１００が秒速８８９ｍｍで移動する場合、露光期間の長さがＬ（１－Ｔ２／Ｔ１）／８８９秒であると、人１００からの反射光が１画素分ずれて画素アレイ９１０に入射することになる。ブレを抑制する観点からは、露光期間の長さは、例えば、画素アレイ９１０に入射する人１００からの反射光のずれを半画素分以下にできるＬ（１－Ｔ２／Ｔ１）／１７７８秒以下である。また、画素アレイ９１０の一辺の画素９１１の個数Ｎ＝３２、画素アレイ９１０の一辺の長さＴ＝１００として、図３５Ａで示される条件から距離Ｔ１、Ｔ２を算出すると、Ｌ（１－Ｔ２／Ｔ１）／１７７８＝Ｌ／２７８００となる。つまり、露光期間の長さは、Ｌ／２７８００以下であってもよい。この場合の撮影距離Ｌは、例えば、人１００が撮影される場合の検出器３０における最短の撮影距離である。具体的には、検出器３０における最短の撮影距離Ｌは、例えば、撮影空間１０２と光学系３２との間の最短距離である。

[0229]　［動作例］

次に、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例について説明する。以下では主に実施の形態に係る撮影装置１０の動作を中心に説明するが、各変形例に係る撮影装置についても同様の動作を行うことが可能である。また、以下で説明する動作例は、人１００が撮影空間１０２を通過する際の移動状態に基づいて、制御部４０が撮影装置１０における動作を制御する場合の例である。

[0230]　なお、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置は、下記の動作例のうち１つを実施してもよく、複数を組み合わせて実施してもよい。また、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置は、下記の動作を行わない撮影装置であってもよい。また、以下の動作例では、検知部６０が人１００の移動状態を検知

する場合について説明するが、検知部６０の代わりに検知部６０ａから６０ｄのいずれかが人１００の移動状態を検知してもよい。

[0231] （１）動作例１

まず、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例１について説明する。図３６は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例１のフローチャートである。

[0232] 動作例１では、図３６に示されるように、撮影装置１０において、人１００が撮影空間１０２内に侵入してくると、検知部６０は、人１００の移動状態を検知する（ステップＳ１１）。検知部６０は、例えば、人１００が移動する動画像を取得することで、人１００の移動状態を検知する。

[0233] 次に、制御部４０は、ステップＳ１１で検知部６０が検知した人１００の移動状態に基づいて、イメージセンサ３１が受波する反射波の強度を累積する所定の時間を決定する（ステップＳ１２）。例えば、制御部４０は、上記の［検知部］で説明した方法により人１００の移動状態が停留中であるか否か決定し、人１００の移動状態が停留中である場合に、人１００の移動状態が停留中ではない場合よりも長い時間に所定の時間を決定する。また、人１００の移動状態が停留中ではない場合、制御部４０は、さらに人１００の移動の程度を決定し、移動の程度に基づいて、所定の時間を決定してもよい。また、例えば、制御部４０は、検知部６０の検知結果から人１００の移動速度を算出し、人１００の移動速度を秒速ｖ　ｍｍとし、放射部２０が放射するサブテラヘルツ波の波長をλ　ｍｍとした場合に、所定の時間を（Ａ×λ／２）／ｖ秒に決定する。定数Ａは例えば、１以上１５以下又は７以上１５以下の数値であり、放射部２０及び検出器３０の仕様等に応じて設定される。

[0234] 次に、制御部４０は、イメージセンサ３１に、ステップＳ１２で決定した所定の時間分累積した累積強度に応じた信号に基づいて画像を生成させる（ステップＳ１３）。これにより、人１００が映る画像が撮影される。

[0235] 上記のように、光源２１から射出されたサブテラヘルツ波のイメージセン

サ３１に入射するまでの光路長は、人１００の移動によって変化する。また、イメージセンサ３１が受波する反射波の強度を累積する所定の時間内での上記光路長の変化量は、人１００の移動状態（例えば、人１００の移動速度）によって決まる。さらに、上記光路長の変化によってイメージセンサ３１が受波する反射波の反射角度に対する位相の分布も変化するため、人１００の移動状態によって、所定の時間におけるイメージセンサ３１が受波する反射波の反射角度に対する位相の分布が影響を受けることになる。所定の時間にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布が変化しやすいほど、イメージセンサ３１が異なる位相の角度分布の反射波の強度を累積して画像の明暗むらが抑制できるため、イメージセンサ３１によって生成される画像の明暗むらの生じやすさは、人１００の移動状態に影響される。本動作例では、ステップＳ１２で、制御部４０が人１００の移動状態に基づいて所定の時間を決定することで、所定の時間での上記光路長の変化量を適切に制御可能である。例えば、制御部４０は、上述のようにサブテラヘルツ波の波長以上、上記光路長を変化させることができるように、所定の時間を決定できる。よって、イメージセンサ３１は、適切な所定の時間で、位相の角度分布が異なる反射波の強度を累積し、明暗むらの抑制された画像を生成できる。

[0236] （２）動作例２

次に、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例２について説明する。図３７は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例２のフローチャートである。

[0237] 動作例２では、図３７に示されるように、まず、撮影装置１０において、人１００が撮影空間１０２内に侵入してくると、検知部６０は、人１００の移動状態を検知する（ステップＳ２１）。ステップＳ２１は、上述のステップＳ１１と同じである。

[0238] 次に、制御部４０は、ステップＳ２１で検知部６０が検知した人１００の移動状態が停留中であるか否かを判定する（ステップＳ２２）。制御部４０

は、例えば、検知部６０から出力される検知結果に基づいて、上記の［検知部］で説明した方法により人１００の移動状態が停留中であるか否か決定する。

[0239] 次に、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中であると判定した場合（ステップＳ２２でＹｅｓ）、位相変調部５０にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる（ステップＳ２３）。制御部４０は、ステップＳ２３において、人１００の移動速度等の移動状態に基づいて、反射波の位相の角度分布を変化させるための駆動部５２よる駆動の速度等の条件を決定し、決定した条件に基づいて、位相変調部５０にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させてもよい。なお、各変形例に係る撮影装置の動作においては、制御部４０は、位相変調部５０の代わりに、各変形例に係る撮影装置が備える位相変調部にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。

[0240] そして、制御部４０は、位相変調部５０を動作させている間に、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる（ステップＳ２４）。この際、イメージセンサ３１は、λ／１７７８秒以上の時間分累積した累積強度に応じた信号に基づいて画像を生成してもよい。

[0241] 一方、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中でないと判定した場合（ステップＳ２２でＮｏ）、位相変調部５０を動作させることなく、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる（ステップＳ２４）。

[0242] 動作例２においては、人１００の移動状態が停留中である場合に、制御部４０が、位相変調部５０にイメージセンサ３１が受波するサブテラヘルツ波の位相の角度分布を変化させる。そのため、人１００の移動速度が遅い、又は、静止している等によって人１００が停留しているために、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布の変化が小さくなるような場合でも、位相変調部５０によってイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させるため、得られる画像の明暗むらを抑制することができ

る。

[0243] なお、動作例２において、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中であるか否かを判定する代わりに、検知部６０の検知結果に基づいて、人１００が所定の空間内に存在するか否かを判定してもよい。例えば、制御部４０は、人１００が所定の空間内に存在すると判定した場合には、人１００の移動状態に関わらず、位相変調部５０にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させて、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる。これにより、得られる画像の明暗むらをより確実に抑制できる。

[0244] （３）動作例３

次に、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例３について説明する。図３８は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例３のフローチャートである。

[0245] 動作例３では、図３８に示されるように、まず、撮影装置１０において、人１００が撮影空間１０２内に侵入してくると、検知部６０は、人１００の移動状態を検知する（ステップＳ３１）。ステップＳ３１は、上述のステップＳ１１と同じである。

[0246] 次に、制御部４０は、ステップＳ３１で検知部６０が検知した人１００の移動状態が停留中であるか否かを判定する（ステップＳ３２）。ステップＳ３２は、上述のステップＳ２２と同じである。

[0247] 次に、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中であると判定した場合（ステップＳ３２でＹｅｓ）、報知器７０に警告を発出させる（ステップＳ３３）。そして、制御部４０は、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる（ステップＳ３４）。例えば、制御部４０は、ステップＳ３３で報知器７０に警告を発出させてから一定時間経過後に、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる。上記一定時間は、例えば、０．５秒から５．０秒以下である。

[0248] 一方、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中でないと判定した場合

（ステップＳ３２でＮｏ）、報知器７０を動作させることなく、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる（ステップＳ３４）。

[0249] 動作例３においては、人１００の移動状態が停留中の場合に、制御部４０が、報知器７０に警告を発出させる。そのため、人１００に移動速度を速める等の移動状態の変化を促すことができ、人１００が移動速度を速めることで、イメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布の変化が大きくなり、得られる画像の明暗むらを抑制することができる。

[0250] （４）動作例４

次に、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例４について説明する。図３９は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例４のフローチャートである。

[0251] 動作例４では、図３９に示されるように、まず、撮影装置１０において、人１００が撮影空間１０２内に侵入してくると、検知部６０は、人１００の移動状態を検知する（ステップＳ４１）。ステップＳ４１は、上述のステップＳ１１と同じである。

[0252] 次に、制御部４０は、ステップＳ４１で検知部６０が検知した人１００の移動状態に基づいて、イメージセンサ３１が受波する反射波の強度を累積する所定の時間を決定する（ステップＳ４２）。ステップＳ４２は、上述のステップＳ１２と同じである。

[0253] 次に、制御部４０は、ステップＳ４１で検知部６０が検知した人１００の移動状態が停留中であるか否かを判定する（ステップＳ４３）。ステップＳ４３は、上述のステップＳ２２と同じである。

[0254] 次に、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中であると判定した場合（ステップＳ４３でＹｅｓ）、位相変調部５０にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる（ステップＳ４４）。ステップＳ４４は、上述のステップＳ２３と同じである。

[0255] そして、制御部４０は、イメージセンサ３１に、ステップＳ４２で決定した所定の時間分累積した累積強度に応じた信号に基づいて画像を生成させる

（ステップＳ４５）。これにより、人１００が映る画像が撮影される。

[0256] 一方、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中でないと判定した場合（ステップＳ４３でＮｏ）、位相変調部５０を動作させることなく、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる（ステップＳ４５）。

[0257] 動作例４においては、人１００の移動状態が停留中である場合に、制御部４０が、位相変調部５０にイメージセンサ３１が受波する反射波の位相の角度分布を変化させる。さらに、ステップＳ４２で、制御部４０が人１００の移動状態に基づいて所定の時間を決定する。よって、人１００の移動状態が停留中であっても、上記の動作例１及び動作例２で説明した得られる画像の明暗むらを抑制する効果の両方が発現される。

[0258] 以上のように、動作例１から４では、画像の明暗むらに影響する人１００の移動状態に基づいて、制御部４０が撮影装置１０の動作を制御するため、撮影条件を適切に変更できる。例えば、動作例２から４では、制御部４０は、検知部６０によって検知された人１００の移動状態が停留中である場合に、撮影装置１０の動作が通常とは異なる動作となるように撮影装置１０の動作を制御している。よって、人１００におけるサブテラヘルツ波の反射特性とは関係なく生じる画像の明暗むらを抑制できる。

[0259] （５）動作例５

次に、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例５について説明する。図４０は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例５のフローチャートである。

[0260] 動作例５では、図４０に示されるように、まず、撮影装置１０において、人１００が撮影空間１０２内に侵入してくると、検知部６０は、人１００の移動状態を検知する（ステップＳ５１）。ステップＳ５１は、上述のステップＳ１１と同じである。

[0261] 次に、制御部４０は、ステップＳ５１で検知部６０が検知した人１００の移動状態が停留中であるか否かを判定する（ステップＳ５２）。ステップＳ

５２は、上述のステップＳ２２と同じである。

[0262] 次に、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中であると判定した場合（ステップＳ５２でＹｅｓ）、検出器３０に画像の生成を停止させる（ステップＳ５３）。これにより、撮影装置１０から人１００が撮影された画像が出力されなくなる。

[0263] 一方、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中でないと判定した場合（ステップＳ５２でＮｏ）、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる（ステップＳ５４）。イメージセンサ３１は、例えば、λ／１７７８秒以上の時間分累積した累積強度に応じた信号に基づいて画像を生成する。また、イメージセンサ３１は、人１００の移動状態に基づいて決定された所定の時間分累積した累積強度に応じた信号に基づいて画像を生成してもよい。

[0264] 動作例５においては、人１００の移動状態が停留中の場合に、制御部４０が、検出器３０に画像を生成させない。そのため、人１００の移動状態が停留中であるために、得られる画像の明暗むらが大きくなる場合に、撮影装置１０から画像が出力されない。よって、例えば、画像を用いて危険物を検知する場合に、危険物の検知精度が低下するような画像が出力されず、誤検知を抑制できる。

[0265] （６）動作例６

次に、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例６について説明する。図４１は、実施の形態及び各変形例に係る撮影装置の動作例６のフローチャートである。

[0266] 動作例６では、図４１に示されるように、まず、撮影装置１０において、人１００が撮影空間１０２内に侵入してくると、検知部６０は、人１００の移動状態を検知する（ステップＳ６１）。ステップＳ６１は、上述のステップＳ１１と同じである。

[0267] 次に、制御部４０は、イメージセンサ３１に受波した反射波に基づく画像を生成させる（ステップＳ６２）。イメージセンサ３１は、例えば、λ／１

７７８秒以上の時間分累積した累積強度に応じた信号に基づいて画像を生成する。また、イメージセンサ３１は、人１００の移動状態に基づいて決定された所定の時間分累積した累積強度に応じた信号に基づいて画像を生成してもよい。

[0268] 次に、制御部４０は、ステップＳ６１で検知部６０が検知した人１００の移動状態が停留中であるか否かを判定する（ステップＳ６３）。ステップＳ６３は、上述のステップＳ２２と同じである。

[0269] 次に、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中であると判定した場合（ステップＳ６３でＹｅｓ）、表示部９５に表示させる画像の表示態様を変更させる（ステップＳ６４）。制御部４０は、例えば、表示部９５に、ステップＳ６２で生成した画像の表示を停止させる、又は、ステップＳ６２で生成した画像に他の画像を重畳させる。他の画像は、例えば、ステップＳ６２で生成した画像の明暗むらが大きいことを示す画像である。

[0270] 一方、制御部４０は、人１００の移動状態が停留中でないと判定した場合（ステップＳ６３でＮｏ）、通常の表示態様で、表示部９５にステップＳ６２で生成した画像を表示させる（ステップＳ６５）。

[0271] 動作例６においては、人１００の移動状態が停留中の場合に、制御部４０が、表示部９５に表示させる画像の表示態様を変更させる。そのため、人１００の移動状態が停留中であるために、得られる画像の明暗むらが大きくなる場合に、検出器３０が生成した画像がそのままの状態では表示されることがない。よって、例えば、ユーザが検出器３０によって生成された画像を確認する場合に誤認識することが抑制される。

[0272] （他の実施の形態）

以上、本開示に係る撮影装置について、実施の形態及び各変形例に基づいて説明したが、本開示は、これら実施の形態及び各変形例に限定されるものではない。本開示の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形をこれら実施の形態に施したものや、異なる実施の形態及び各変形例における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本開示の１つ又は複数の態様の範

囲内に含まれる。

[0273] 上記実施の形態及び各変形例では、光源２１及び検出器３０は、反射板２２の第１方向側のみに配置されていたが、これに限らない。光源２１及び検出器３０は、反射板２２の第１方向側とは反対側にも配置されていてもよい。これにより、人１００の前側と後ろ側とを両方撮影できる。

[0274] また、上記実施の形態及び各変形例では、撮影対象物は人１００であったが、これに限らない。撮影対象物は、荷物等であってもよい。例えば、撮影装置１０は、スーツケースなどの荷物、又は、製品中の異物を撮影してもよい。

[0275] また、上記実施の形態及び各変形例では、位相差板５１は、第１領域５１ａと第２領域５１ｂとの両方を含んでいたが、これに限らない。例えば、位相差板５１は、第１領域５１ａ又は第２領域５１ｂのみで構成されていてもよい。この場合、位相差板５１は、例えば、駆動部５２によって、光源２１から射出されるサブテラヘルツ波の少なくとも一部又は光学系３２に入射する反射波の少なくとも一部が通る位置と通らない位置とを交互に移動するように動かされる。

[0276] また、上記実施の形態及び各変形例では、放射部２０は、光源２１と、反射板２２とを有していたが、これに限らない。例えば、放射部２０は、人１００に対して様々な角度からサブテラヘルツ波を放射できるように配置された、複数の光源で構成されてもよい。また、例えば、放射部２０は、複数のサブテラヘルツ波発生素子がある面に沿って並べられた面光源であってもよい。

[0277] また、上記実施の形態及び各変形例において、制御部４０及び画像処理部９０等の各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、ＣＰＵ又はプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードディスク又は半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。

[0278] また、各構成要素は、回路（又は集積回路）でもよい。これらの回路は、全体として１つの回路を構成してもよいし、それぞれ別々の回路でもよい。また、これらの回路は、それぞれ、汎用的な回路でもよいし、専用の回路でもよい。

[0279] また、本開示の包括的又は具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム又はコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭなどの非一時的な記録媒体で実現されてもよい。また、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び非一時的な記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。例えば、本開示は、撮影装置の各構成要素が備える制御部等が行う制御をコンピュータに実行させるためのプログラムとして実現されてもよい。

[0280] また、上記実施の形態及び各変形例において説明された撮影装置の動作における複数の処理の順序は一例である。複数の処理の順序は、変更されてもよいし、複数の処理は、並行して実行されてもよい。

[0281] また、上記実施の形態及び各変形例は、請求の範囲又はその均等の範囲において種々の変更、置き換え、付加、省略などを行うことができる。

産業上の利用可能性

[0282] 本開示は、物体を撮影する撮影装置に広く利用可能である。

符号の説明

[0283] １０、１１０、２１０、３１０、４１０　撮影装置

２０　放射部

２１　光源

２１ｃ　発光中心

２２　反射板

２２ａ　表面

３０、２３０　検出器

３１　イメージセンサ

３１ａ　制御回路

３２　光学系

３２ｃ、５１ｃ　中心

４０　制御部

５０、２５０、３５０、４５０　位相変調部

５１　位相差板

５１ａ　第１領域

５１ａ１　対称領域

５１ａ２　非対称領域

５１ｂ　第２領域

５２、３５２、４５２　駆動部

６０、６０ａ、６０ｂ、６０ｃ、６０ｄ　検知部

７０　報知器

８０　運搬部

９０　画像処理部

９５　表示部

１００　人

１０１　通路

１０２　撮影空間

２５１　ミラーシステム

９１０　画素アレイ

９１１　画素

９２０　積分回路

９２０Ａ　積分回路群

９２１　オペアンプ

９２２　容量素子

９２３　スイッチ

９３０、９６０、９７０　マルチプレクサ

９４０　アナログデジタルコンバータ

９５０　合成回路

Ｄ１　入射方向

Ｄ２　射出方向

Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３、Ｒ４、Ｒ５　回転軸

請求の範囲

[請求項1] 撮影対象物に対してサブテラヘルツ波を放射する放射部と、

（ｉ）前記放射部より放射された前記サブテラヘルツ波の、前記撮影対象物による反射波を結像する光学系と、（ｉｉ）平面状に配置され、前記光学系により結像された前記反射波を受波する複数の画素を含み、前記複数の画素の各々で受波した前記反射波に基づいて画像を生成するイメージセンサと、を有する検出器と、

前記イメージセンサが画像を生成する際の露光期間中に、前記イメージセンサが受波する前記反射波の位相の角度分布を変化させる位相変調部と、を備える、

撮影装置。

[請求項2] 前記放射部は、

前記サブテラヘルツ波を射出する光源と、

前記光源から射出された前記サブテラヘルツ波を拡散反射することにより前記撮影対象物に対して前記サブテラヘルツ波を放射する反射板と、を有し、

前記位相変調部は、

前記光源と前記反射板との間に配置され、透過する前記サブテラヘルツ波の位相を変化させる位相差板と、

前記位相差板を所定の条件で動かす位相差板駆動部と、を有する、

請求項１に記載の撮影装置。

[請求項3] 前記撮影装置は、所定の領域に存在する前記撮影対象物を撮影し、

前記位相変調部は、

前記所定の領域と前記イメージセンサとの間で前記反射波の光路上に配置され、透過する前記反射波の位相を変化させる位相差板と、

前記位相差板を所定の条件で動かす位相差板駆動部と、を有する、

請求項１に記載の撮影装置。

[請求項4] 前記位相差板は、前記サブテラヘルツ波の透過性を有する第１領域と、前記サブテラヘルツ波の透過性を有し、かつ、前記サブテラヘルツ波が透過した際の前記サブテラヘルツ波の位相の変化量が前記第１領域とは異なる第２領域と、を含み、

前記位相差板駆動部は、前記光学系への前記反射波の入射方向に平行な方向に対して傾斜角度が－１０°以上１０°以下の回転軸を回転中心として、前記位相差板を回転させ、

前記第１領域と前記第２領域とは、平面視において前記位相差板の回転方向に沿って並ぶように配置される、

請求項３に記載の撮影装置。

[請求項5] 前記回転軸は、前記光学系の中心を通り、

平面視において、前記第１領域の面積は、前記第２領域の面積より大きく、

前記第１領域は、平面視において、前記回転軸を挟んで点対称な位置に、前記第１領域が存在する対称領域と、前記回転軸を挟んで点対称な位置に前記第２領域が存在する非対称領域とを含む、

請求項４に記載の撮影装置。

[請求項6] 平面視において、

前記非対称領域の面積は、前記位相差板の面積の１／８以上３／８以下である、

請求項５に記載の撮影装置。

[請求項7] 前記回転軸は前記光学系を通らない、

請求項４に記載の撮影装置。

[請求項8] 前記位相差板は、前記サブテラヘルツ波の透過性を有する第１領域と、前記サブテラヘルツ波の透過性を有し、かつ、前記サブテラヘルツ波が透過した際の前記サブテラヘルツ波の位相の変化量が前記第１領域とは異なる第２領域と、を含み、

前記第１領域と前記第２領域とは、平面視において所定の方向に沿って並ぶように配置され、

前記位相差板駆動部は、前記所定の方向に沿って前記位相差板を往復移動させる、

請求項２又は３に記載の撮影装置。

[請求項9] 前記位相差板は、前記サブテラヘルツ波の透過性を有する第１領域と、前記サブテラヘルツ波の透過性を有し、かつ、前記サブテラヘルツ波が透過した際の前記サブテラヘルツ波の位相の変化量が前記第１領域とは異なる第２領域と、を含み、

前記位相差板駆動部は、所定の回転軸を回転中心として、前記位相差板を回転させ、

前記第１領域と前記第２領域とは、平面視において前記位相差板の回転方向に沿って並ぶように配置される、

請求項２又は３に記載の撮影装置。

[請求項10] 前記第１領域と前記第２領域との前記位相の変化量の差は、前記サブテラヘルツ波の波長の１／４以上３／４以下である、

請求項４から７のいずれか１項に記載の撮影装置。

[請求項11] 前記位相変調部は前記光学系の少なくとも一部であり、

前記光学系は、前記位相変調部として、前記反射波を反射することで前記イメージセンサに結像するミラーシステムを有し、

前記ミラーシステムは、複数のミラーを含み、

前記複数のミラーの各々は、前記イメージセンサの前記露光期間中に反射する前記反射波の位相を変化させる、

請求項１に記載の撮影装置。

[請求項12] 前記放射部は、

前記サブテラヘルツ波を射出する光源と、

前記光源から射出された前記サブテラヘルツ波を拡散反射することにより前記撮影対象物に対して前記サブテラヘルツ波を放射する反

射板と、を有し、

前記位相変調部は、前記光源を所定の条件で動かして、前記位相の角度分布を変化させる光源駆動部を含む、

請求項１に記載の撮影装置。

[請求項13] 前記光源駆動部は、前記イメージセンサの前記露光期間において、移動範囲が前記サブテラヘルツ波の波長以上になるように前記光源を動かす、

請求項１２に記載の撮影装置。

[請求項14] 前記光源駆動部は、環状の軌道を描くように前記光源を動かす、

請求項１２又は１３に記載の撮影装置。

[請求項15] 前記光源駆動部は、前記光源を所定の周波数で往復移動させる、

請求項１２又は１３に記載の撮影装置。

[請求項16] 前記放射部は、

前記サブテラヘルツ波を射出する光源と、

前記光源から射出された前記サブテラヘルツ波を拡散反射することにより前記撮影対象物に対して前記サブテラヘルツ波を放射する反射板と、を有し、

前記位相変調部は、前記反射板を所定の条件で動かして、前記位相の角度分布を変化させる反射板駆動部を含む、

請求項１に記載の撮影装置。

[請求項17] 前記反射板駆動部は、前記イメージセンサの前記露光期間において、前記反射板の厚み方向における移動範囲が前記サブテラヘルツ波の波長の半分以上になるように前記反射板を動かす、

請求項１６に記載の撮影装置。

[請求項18] 前記反射板駆動部は、前記イメージセンサの露光期間において、前記反射板の厚み方向に垂直な方向における移動範囲が前記サブテラヘルツ波の波長以上になるように前記反射板を動かす、

請求項１６に記載の撮影装置。

[請求項19] 前記反射板駆動部は、前記反射板を所定の周波数で往復移動させる、

請求項１６から１８のいずれか１項に記載の撮影装置。

[請求項20] 前記撮影装置は、所定の領域を通過する前記撮影対象物を撮影し、

前記位相変調部は、前記所定の領域内において、前記撮影対象物を前記イメージセンサの前記露光期間中に前記サブテラヘルツ波の波長の半分以上移動させて、前記位相の角度分布を変化させる運搬部を有する、

請求項１に記載の撮影装置。

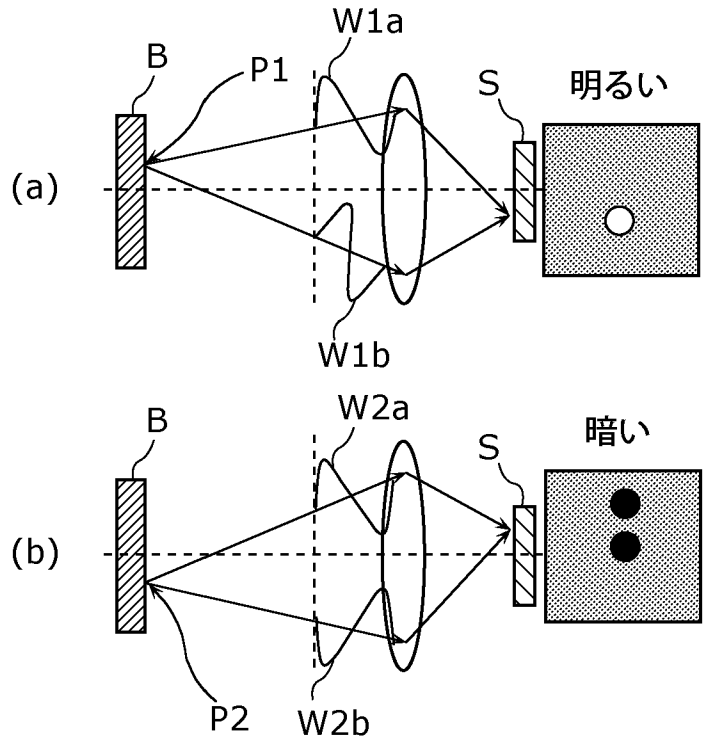
[請求項21] 前記露光期間は、前記サブテラヘルツ波の波長をλ　ｍｍとした場合に、λ／１７７８秒以上である、

請求項１から７、１１から１３、１６から１８及び２０のいずれか１項に記載の撮影装置。

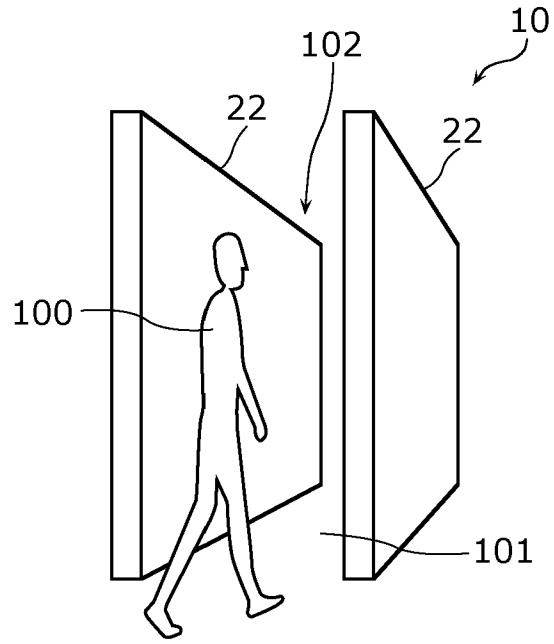
[請求項22] 前記サブテラヘルツ波の周波数は、０．０５ＴＨｚ以上２ＴＨｚ以下であり、前記サブテラヘルツ波の波長は、０．１５ｍｍ以上６ｍｍ以下である、

請求項２１に記載の撮影装置。

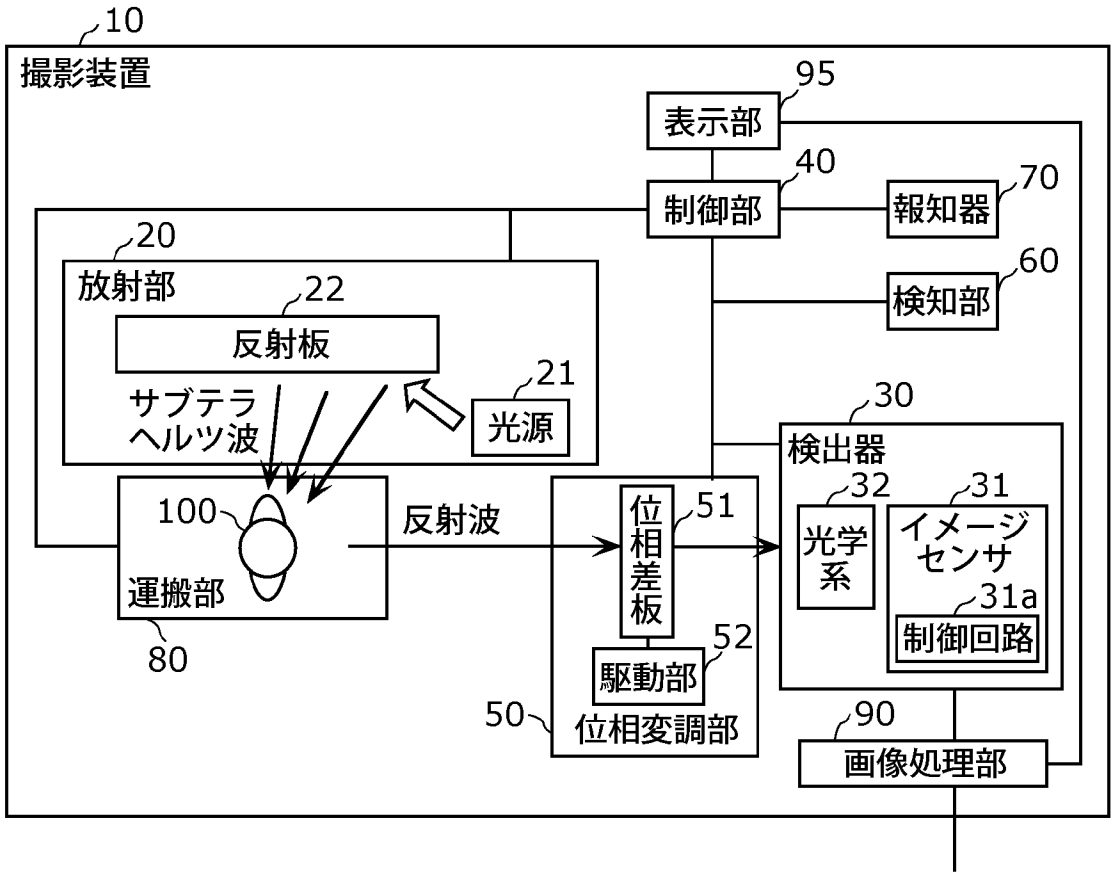
[図1]



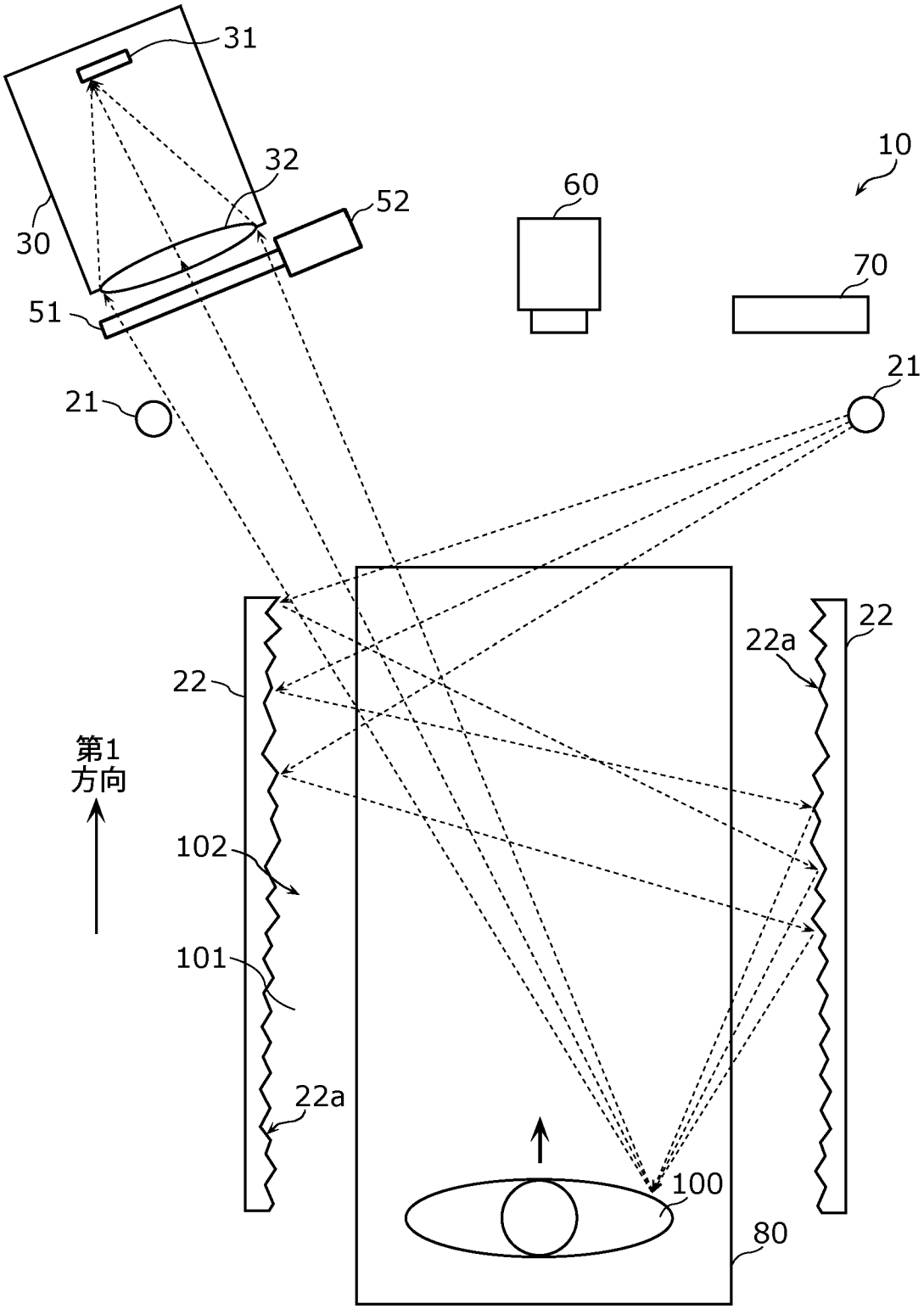
[図2]



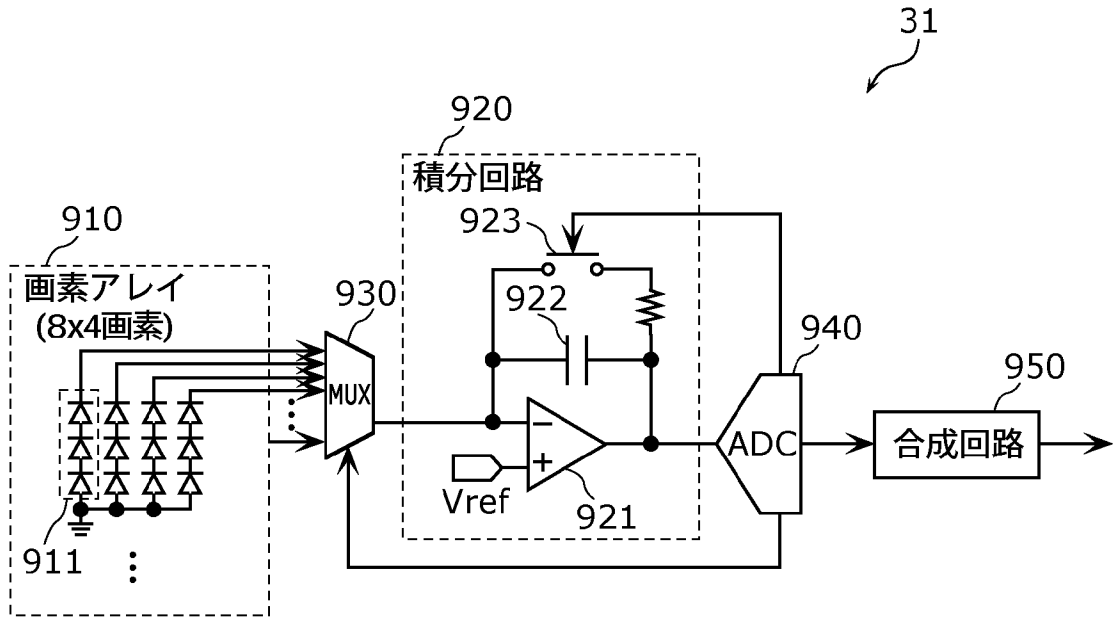
[図3]


10
撮影装置
95
表示部
40
制御部
70
報知器
60
検知部
20
放射部
22
反射板
21
光源
サブテラヘルツ波
30
検出器
32
光学系
31
イメージセンサ
31a
制御回路
100
運搬部
80
反射波
位相差板
51
52
駆動部
50
位相変調部
90
画像処理部

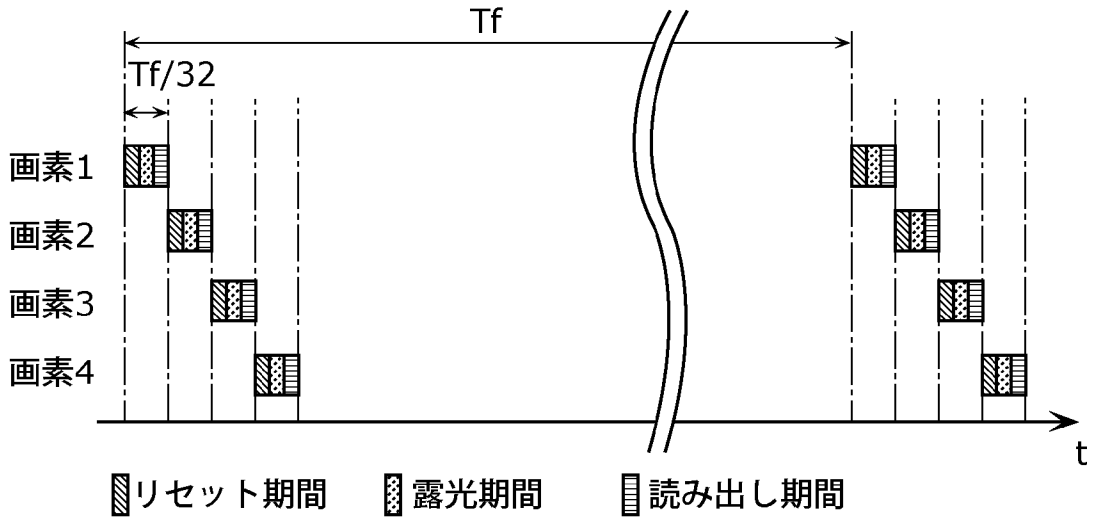
[図4]



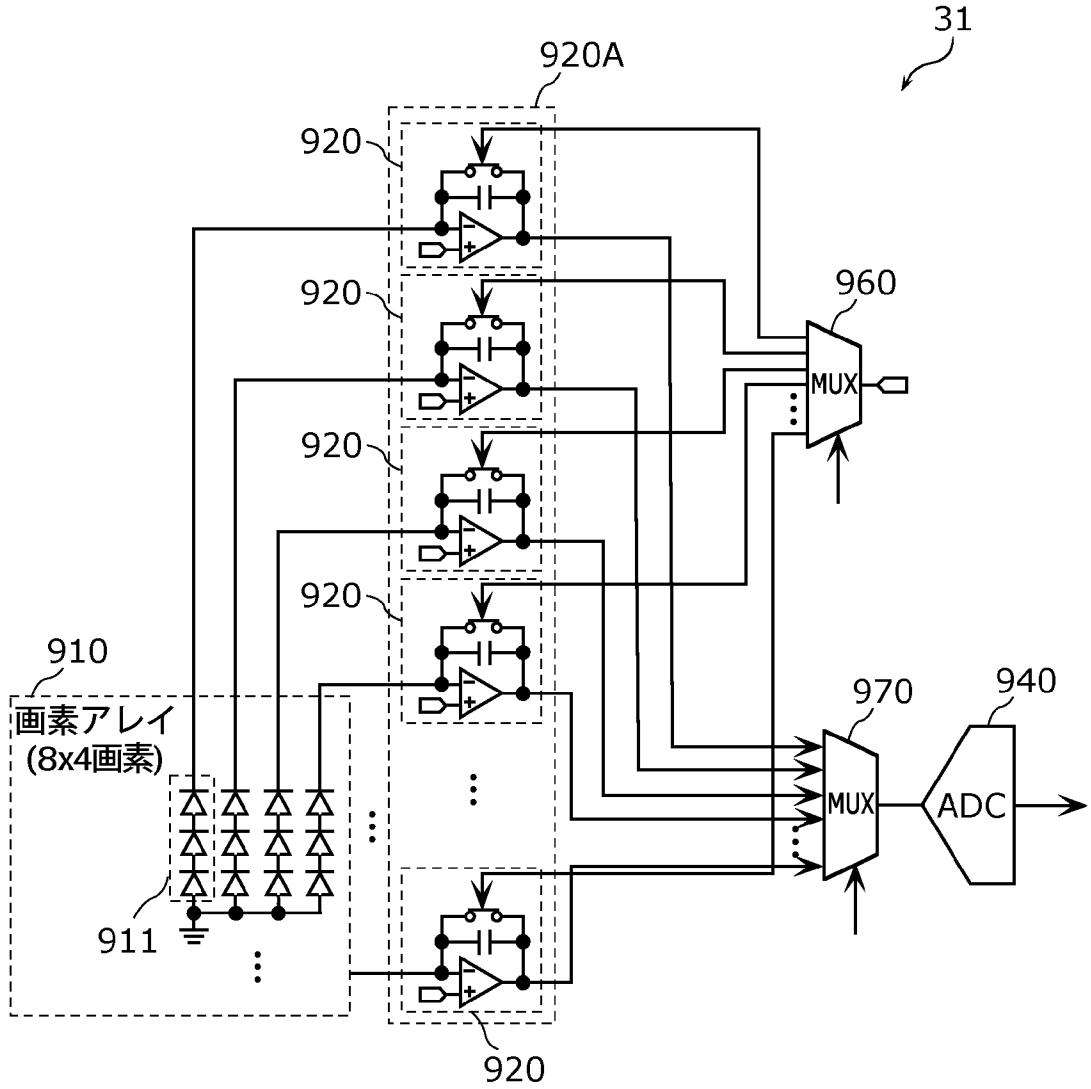
[図5]


31
920
積分回路
910
923
画素アレイ
(8x4画素)
930
922
940
950
MUX
ADC
合成回路
Vref
921
911

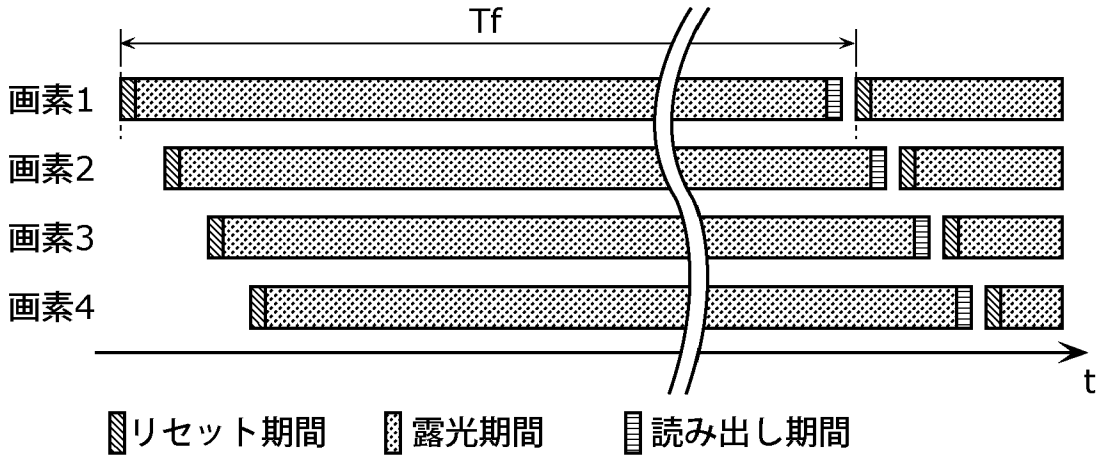
[図6]


Tf
Tf/32
画素1
画素2
画素3
画素4
t
リセット期間
露光期間
読み出し期間

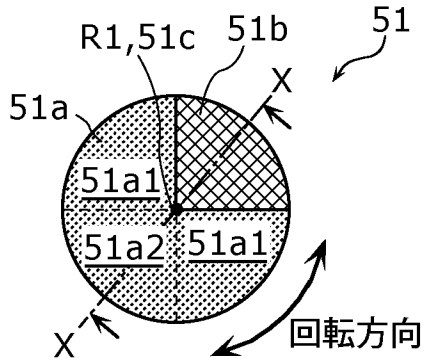
[図7]


31
920A
920
920
920
920
920
960
MUX
910
画素アレイ
(8x4画素)
911
970
MUX
940
ADC

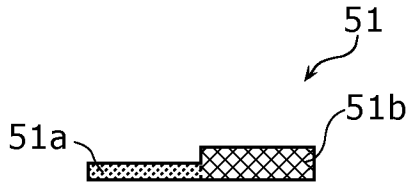
[図8]


Tf
画素1
画素2
画素3
画素4
t
リセット期間
露光期間
読み出し期間

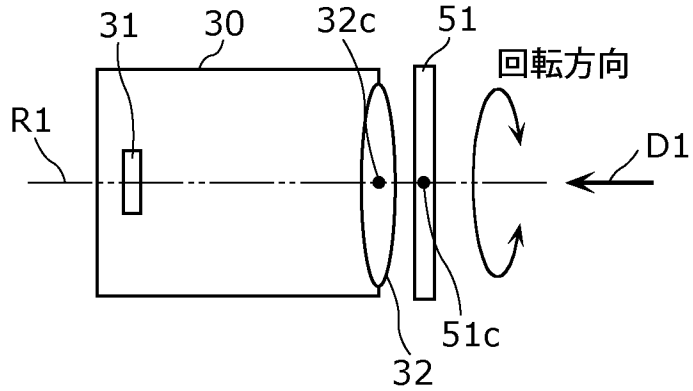
[図9]



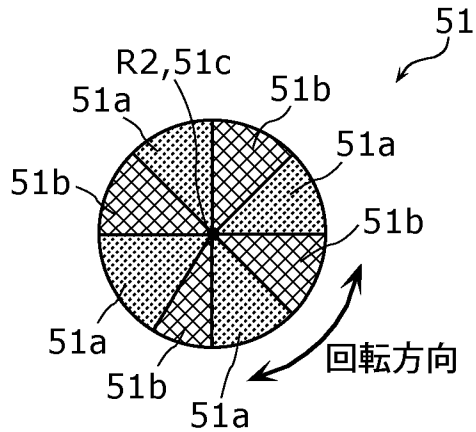
[図10]



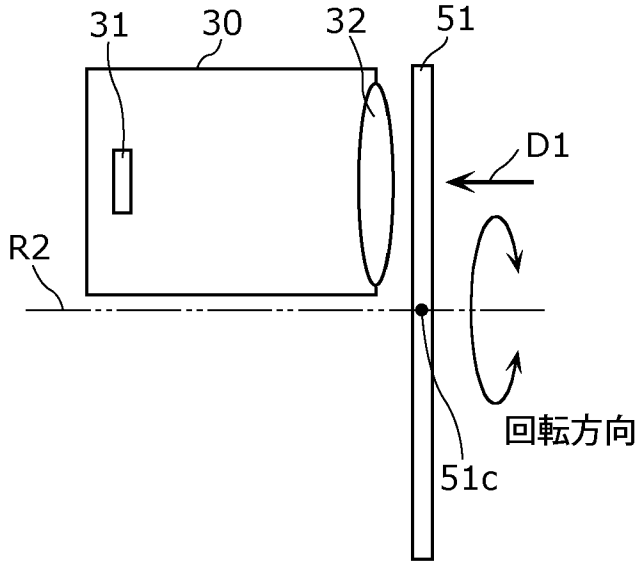
[図11]



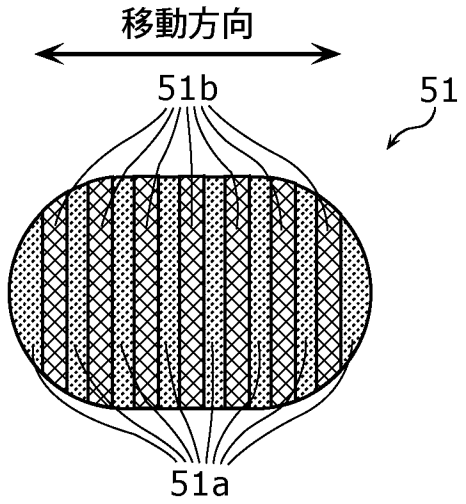
[図12]



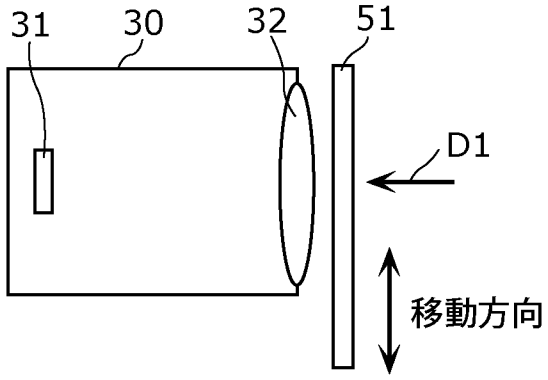
[図13]



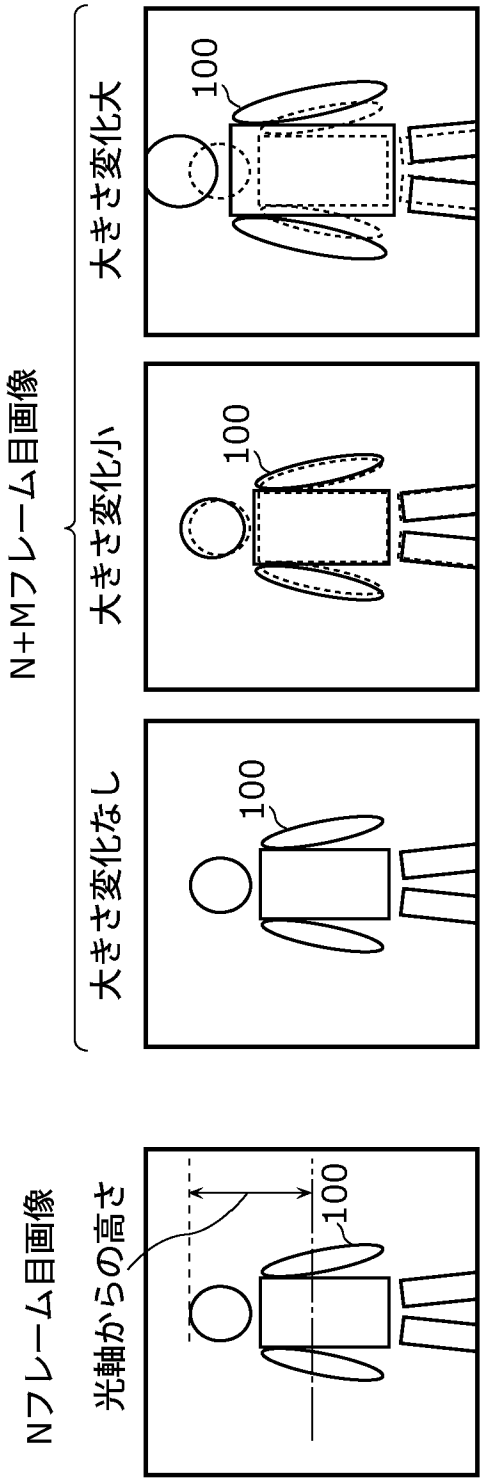
[図14]



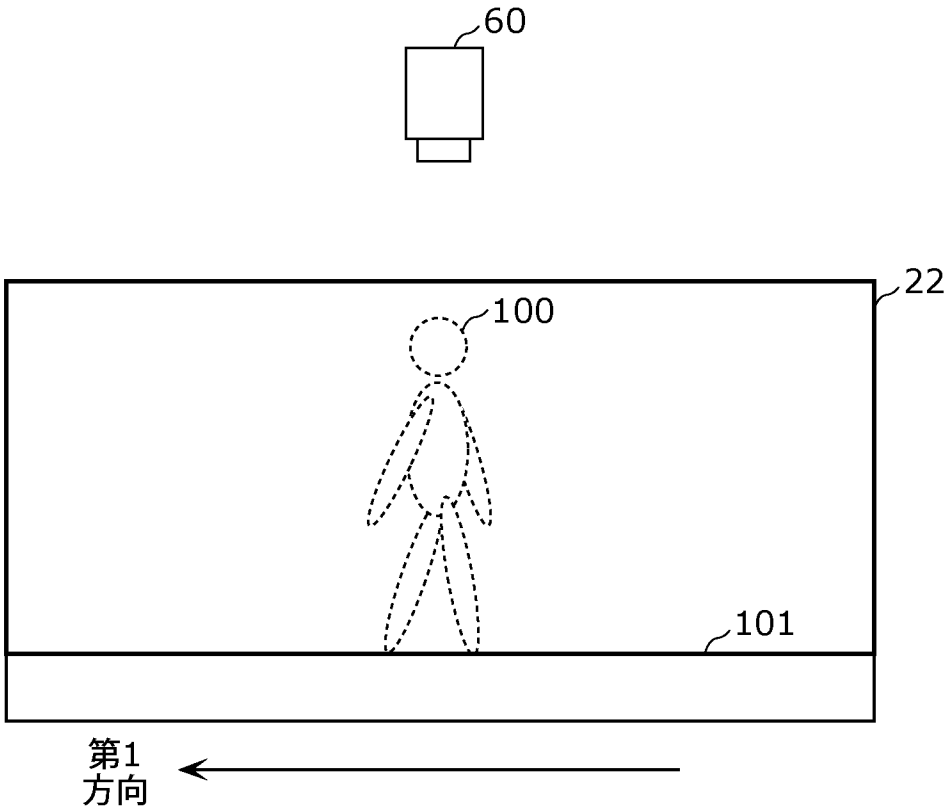
[図15]



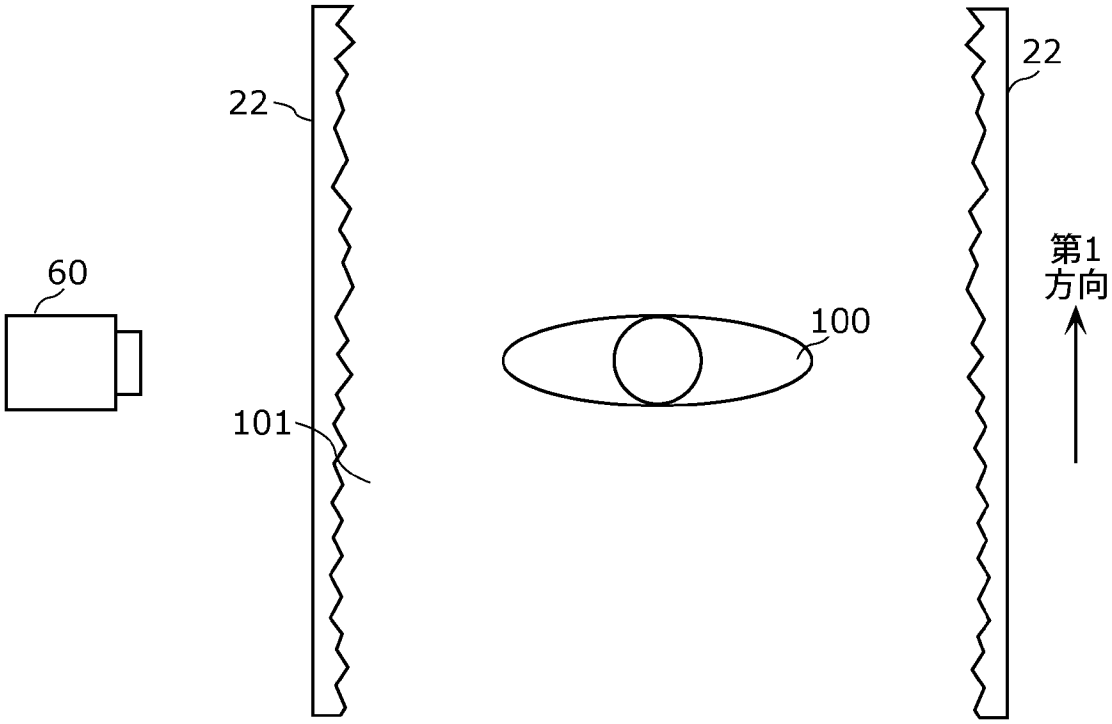
[図16]


N+Mフレーム目画像
大きさ変化なし
大きさ変化小
大きさ変化大
100
100
100
Nフレーム目画像
光軸からの高さ
100

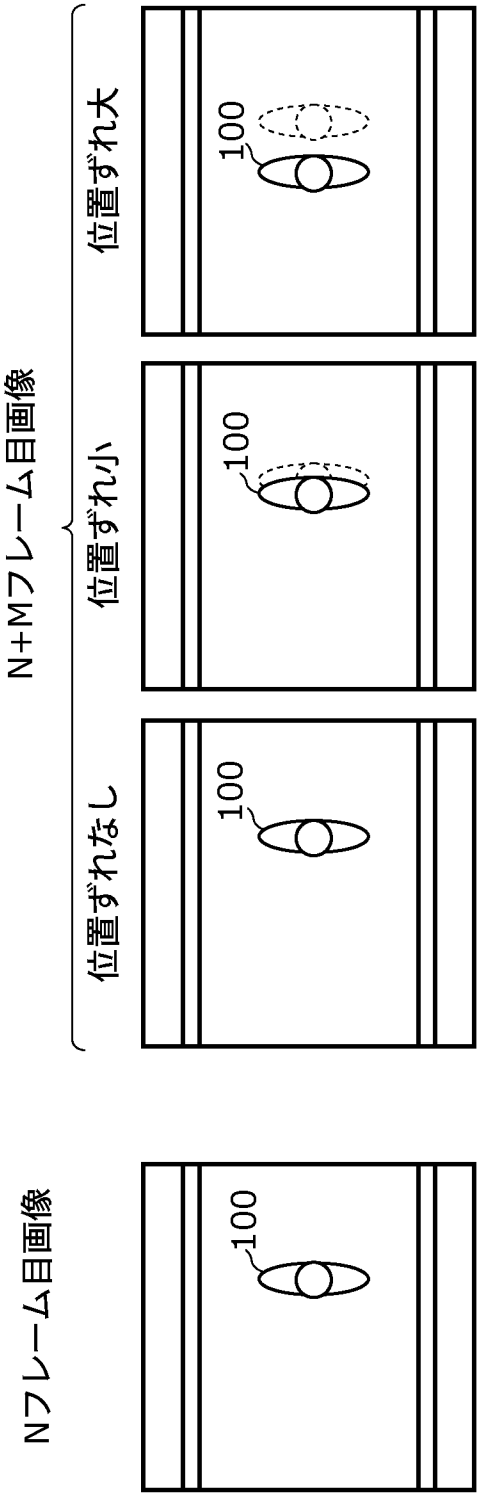
[図17]



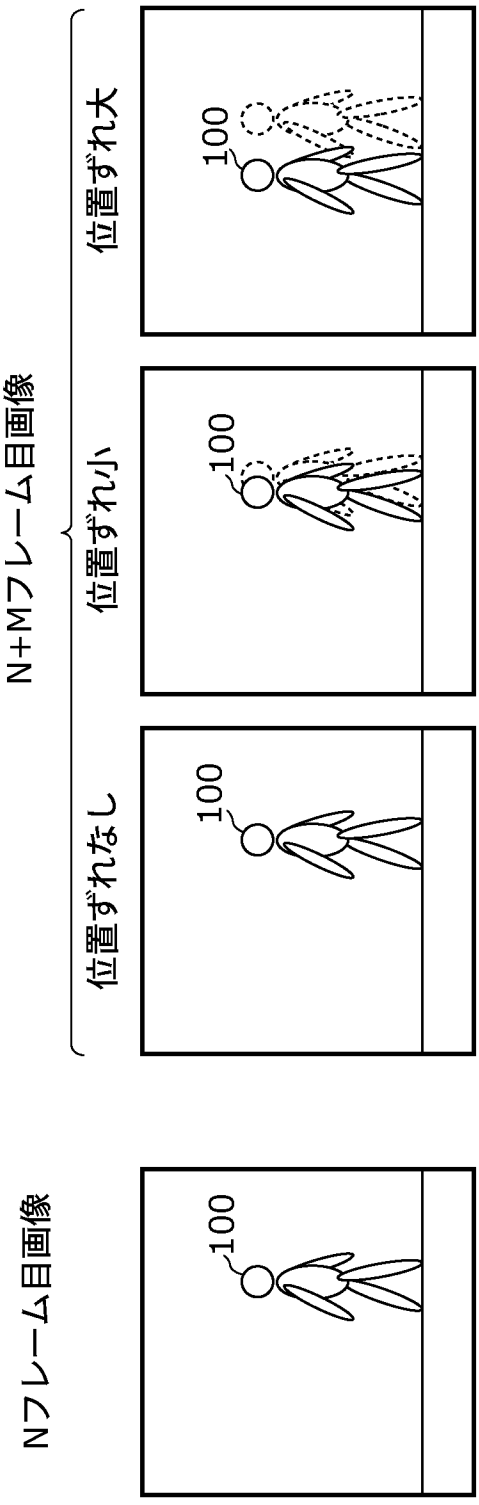
[図18]



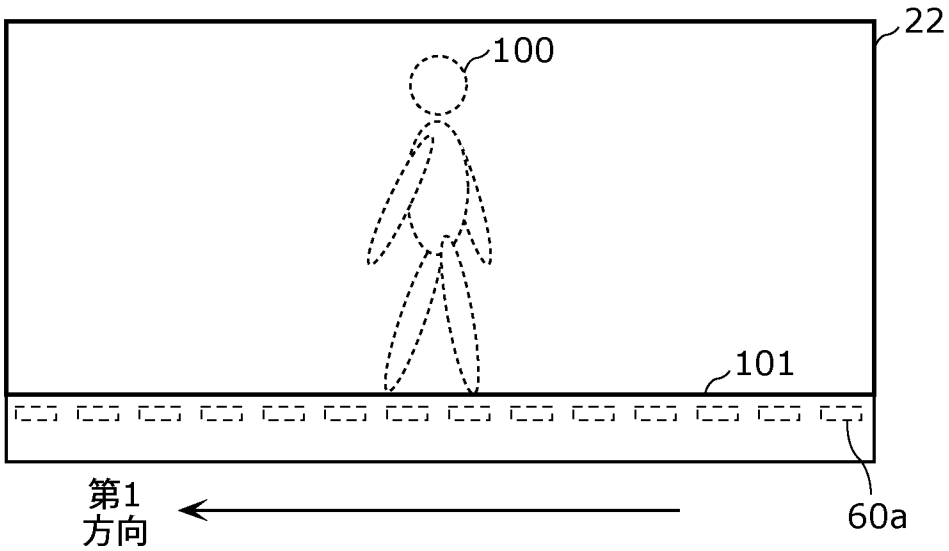
[図19]



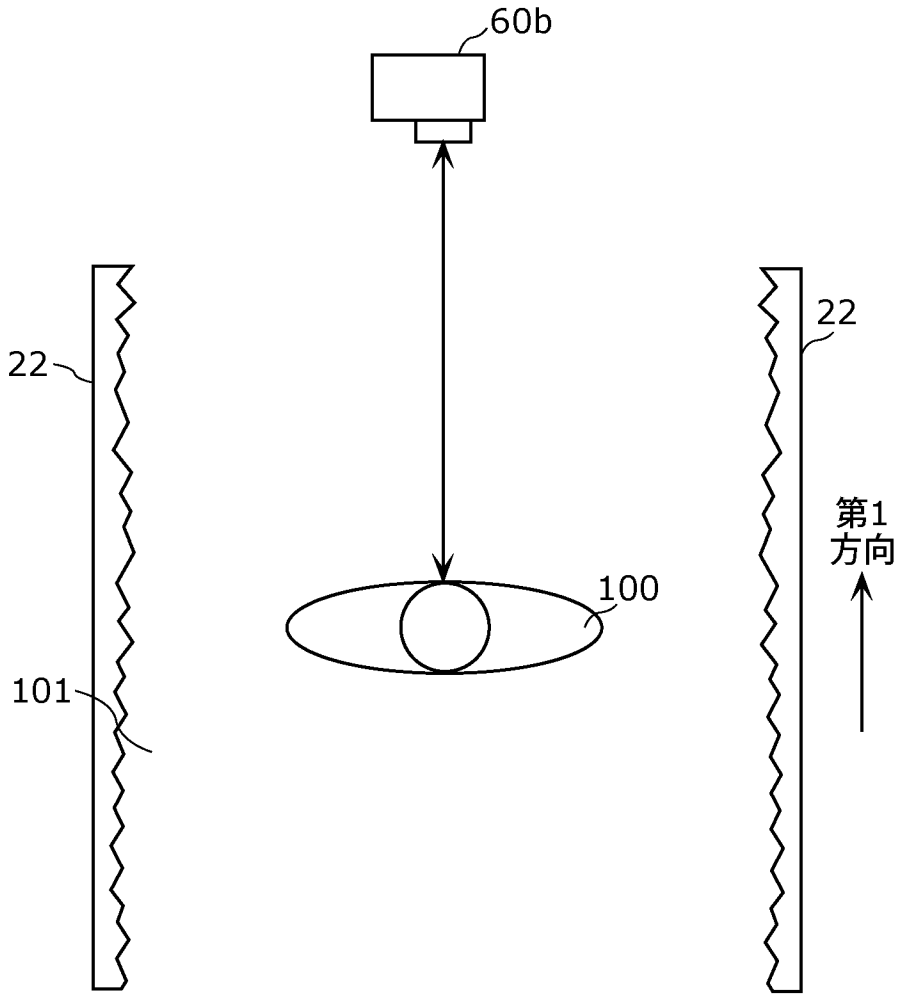
[図20]



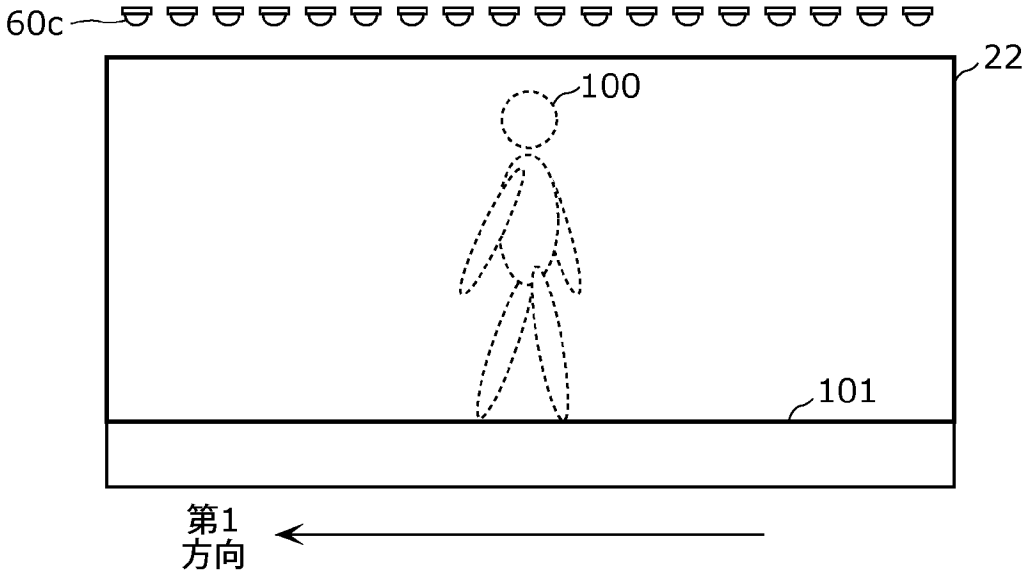
[図21]



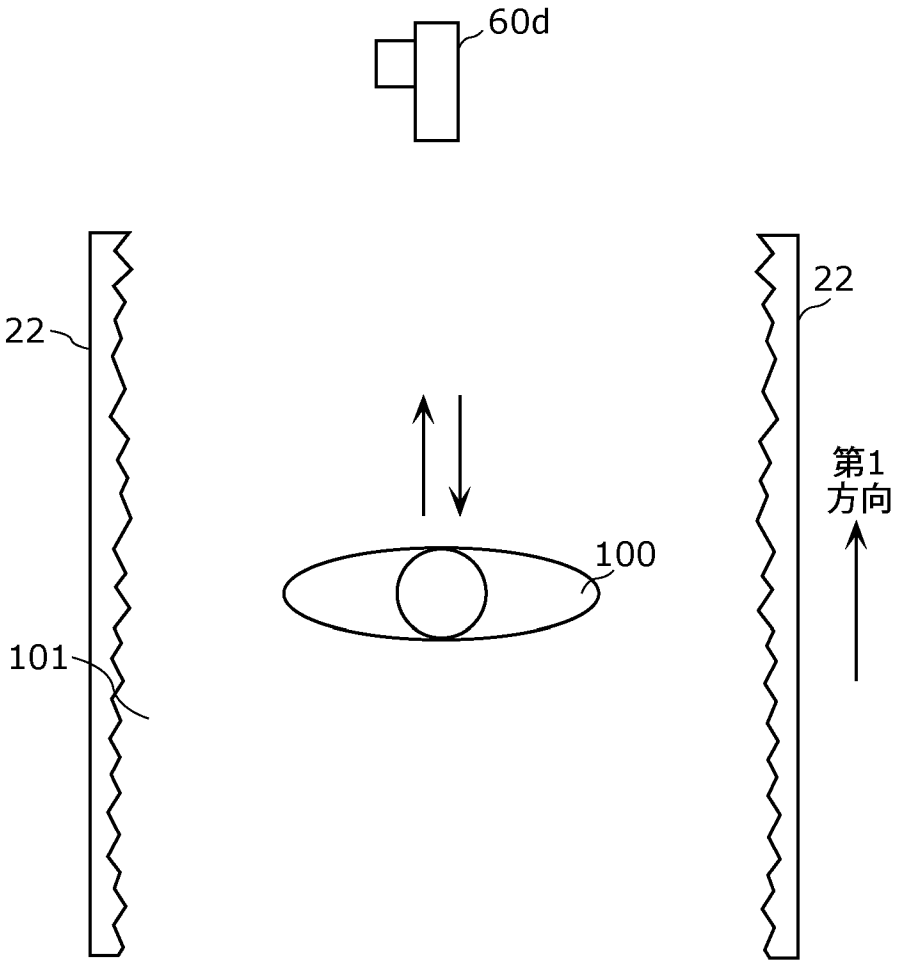
[図22]



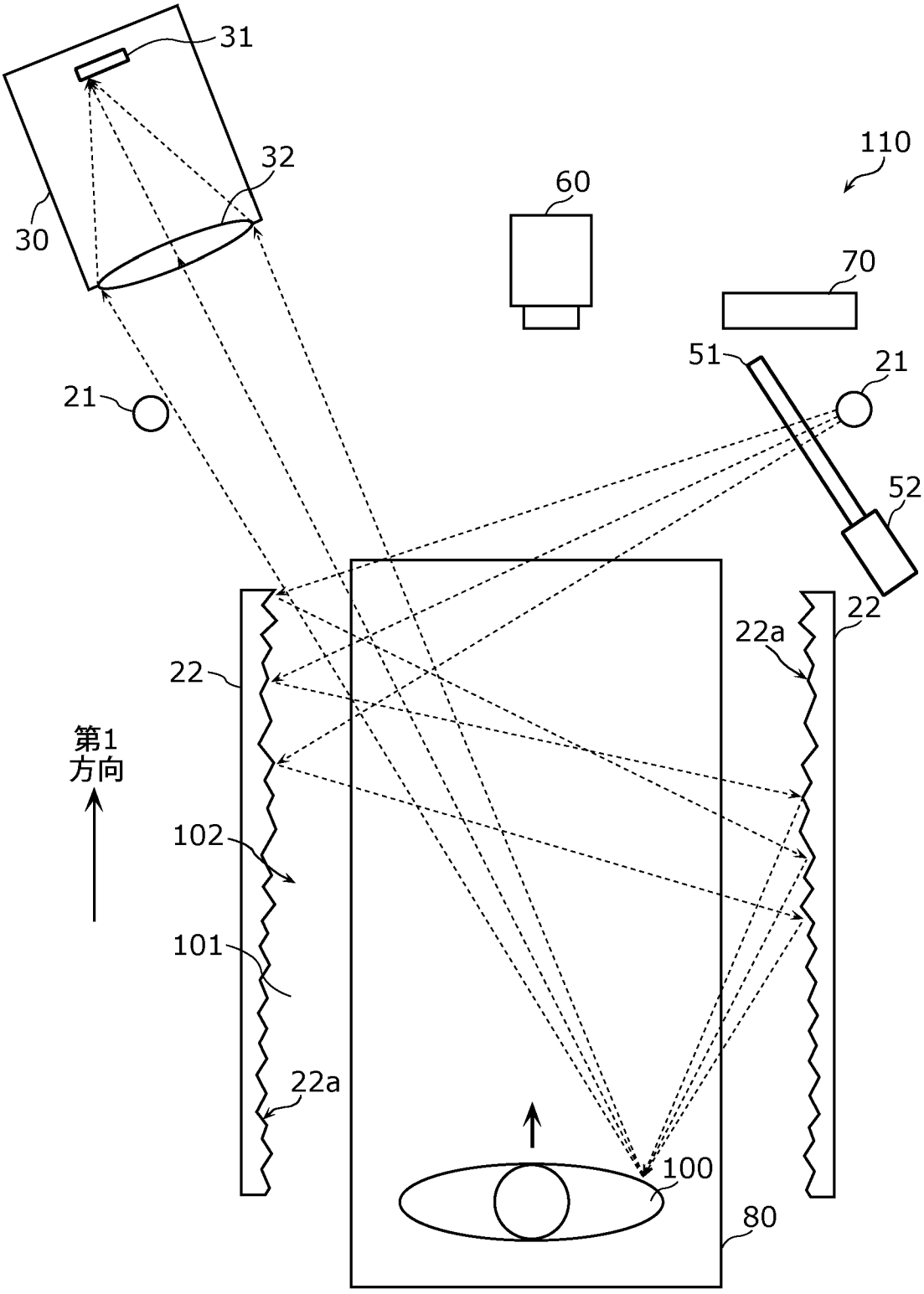
[図23]



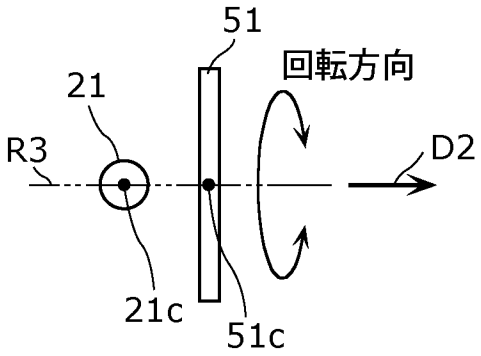
[図24]



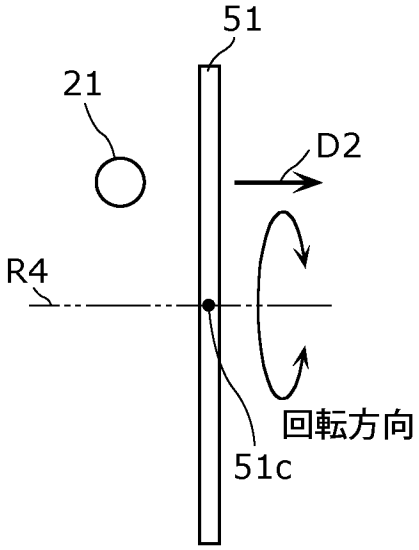
[図25]



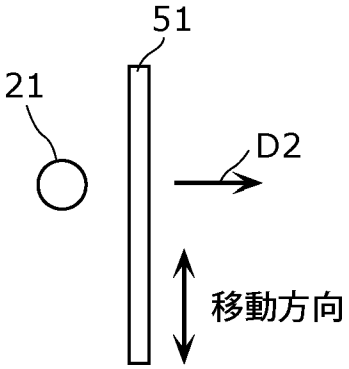
[図26]



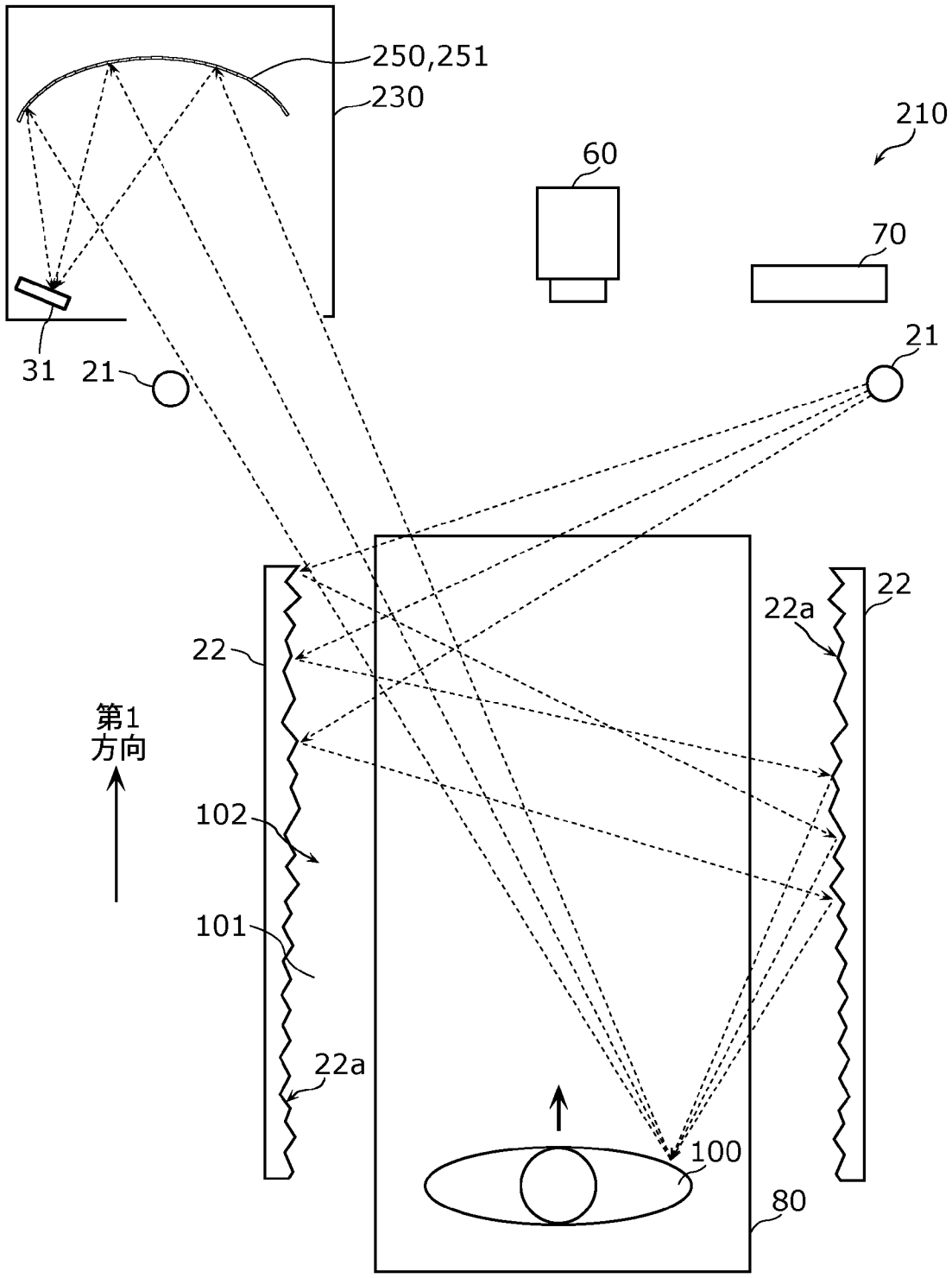
[図27]



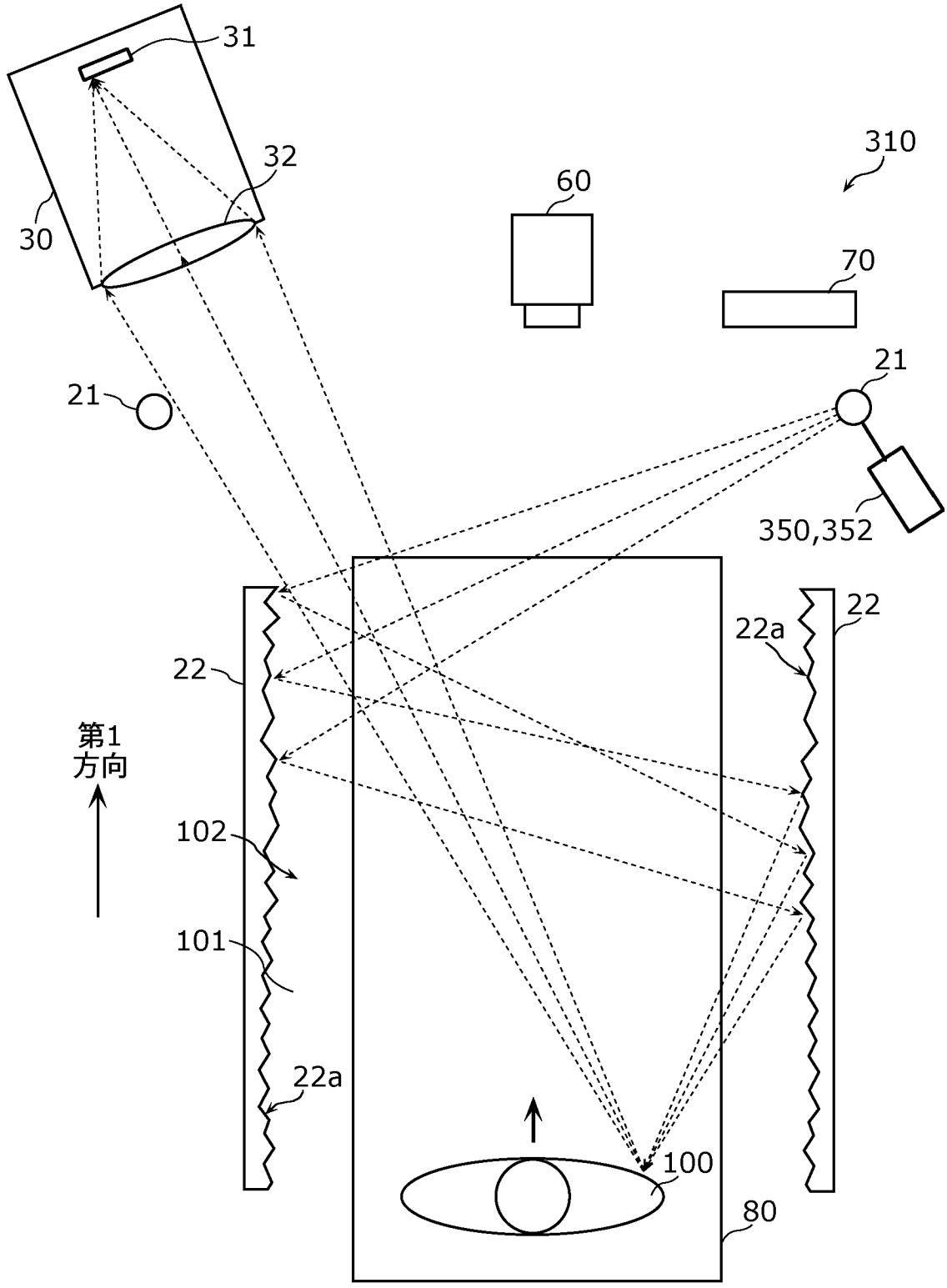
[図28]



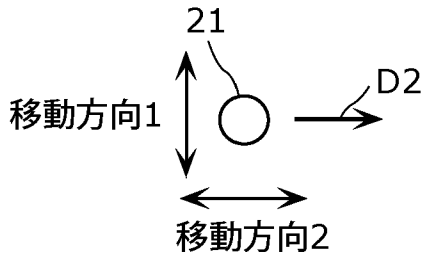
[図29]



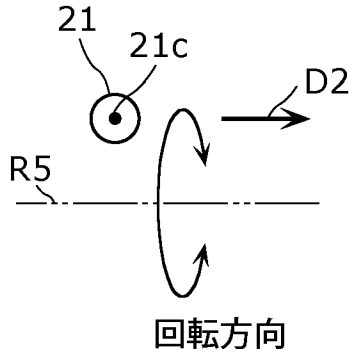
[図30]


31
32
30
60
310
70
21
21
350,352
22
22a
22
第1
方向
102
101
22a
100
80

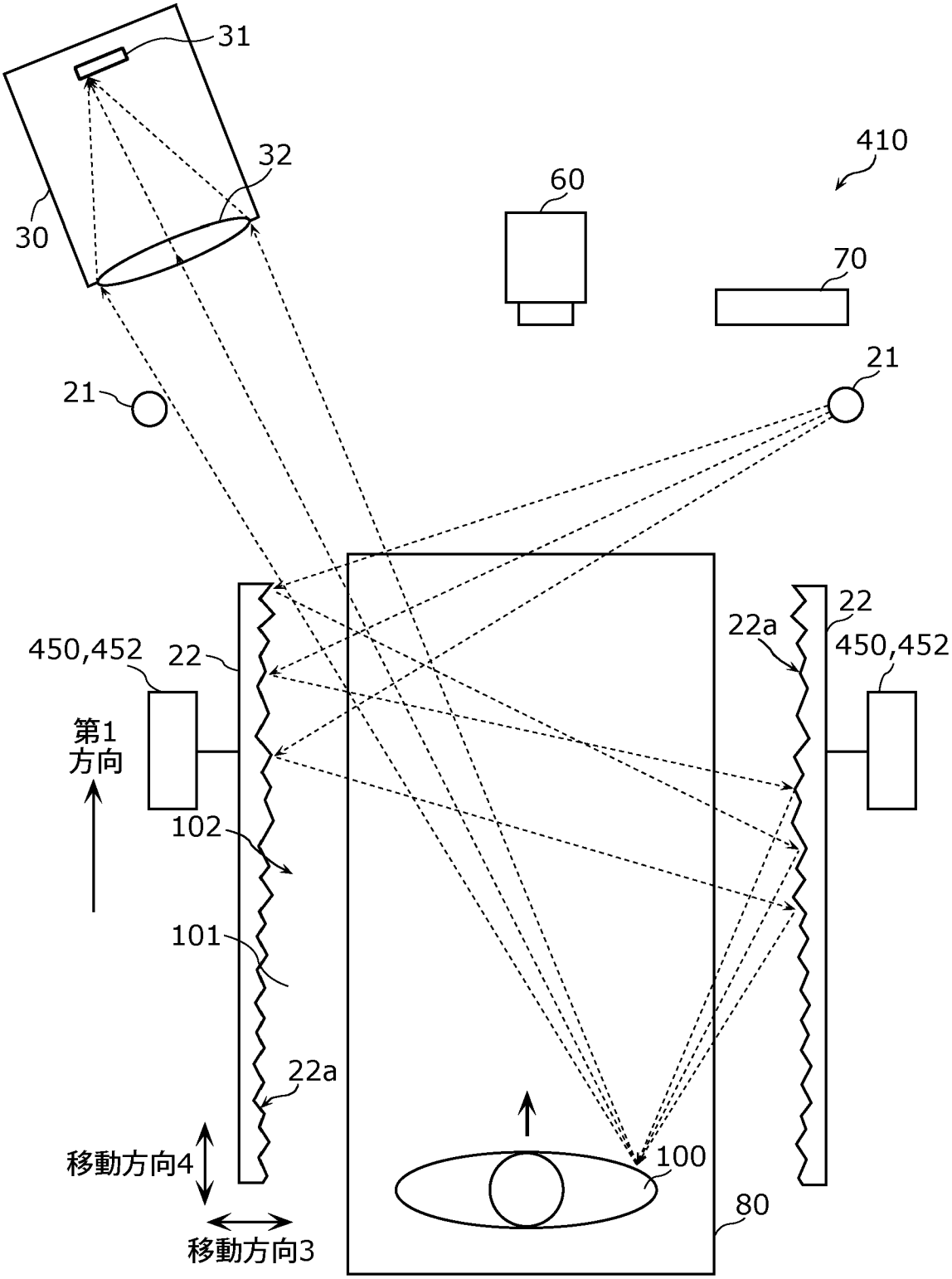
[図31]


21
D2
移動方向1
移動方向2

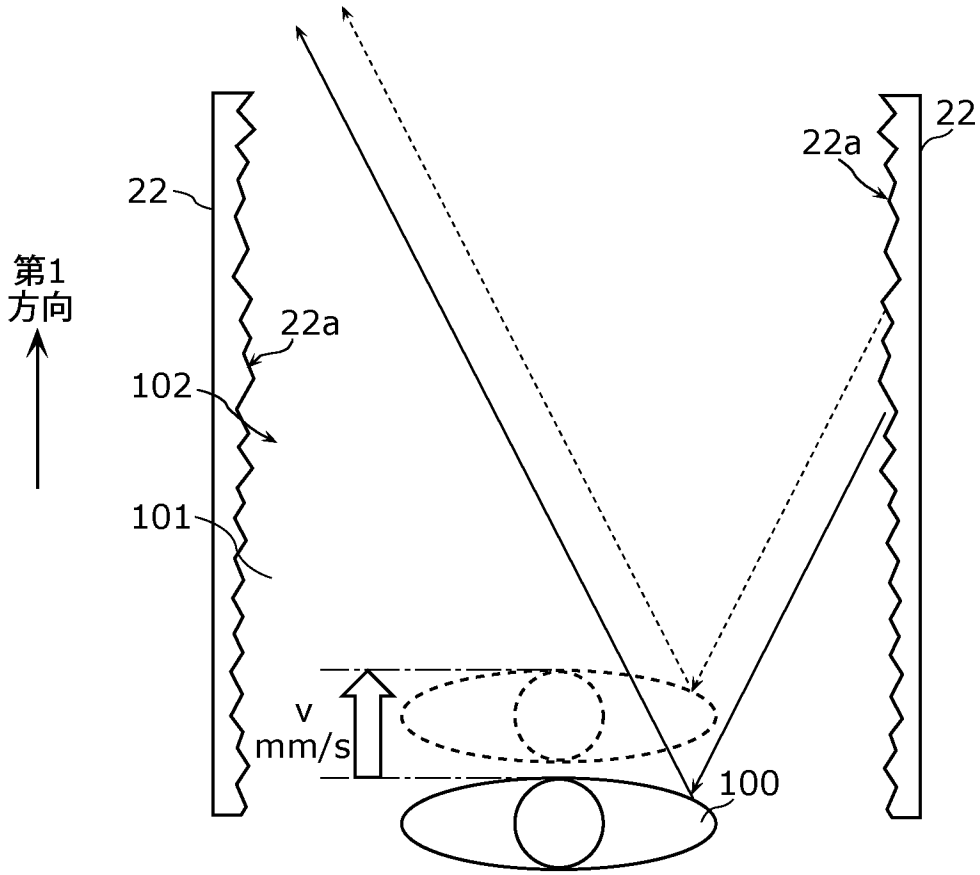
[図32]



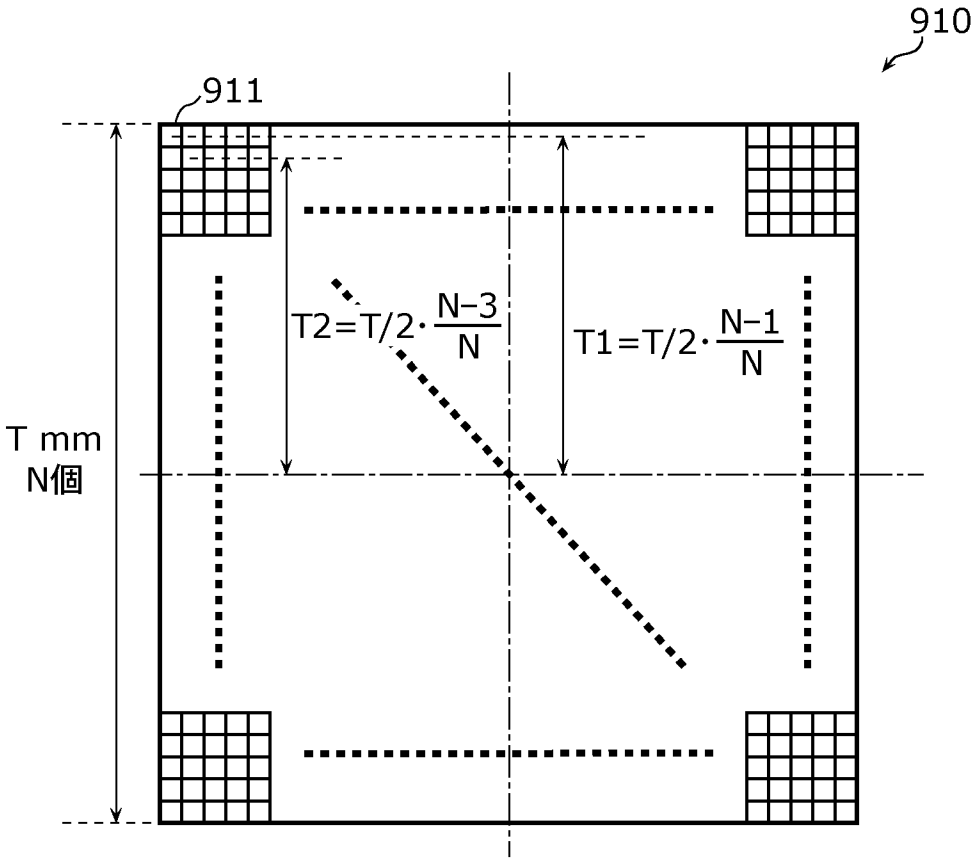
[図33]


31
32
30
60
410
70
21
21
450,452
22
22a
22
450,452
第1
方向
102
101
22a
移動方向4
移動方向3
100
80

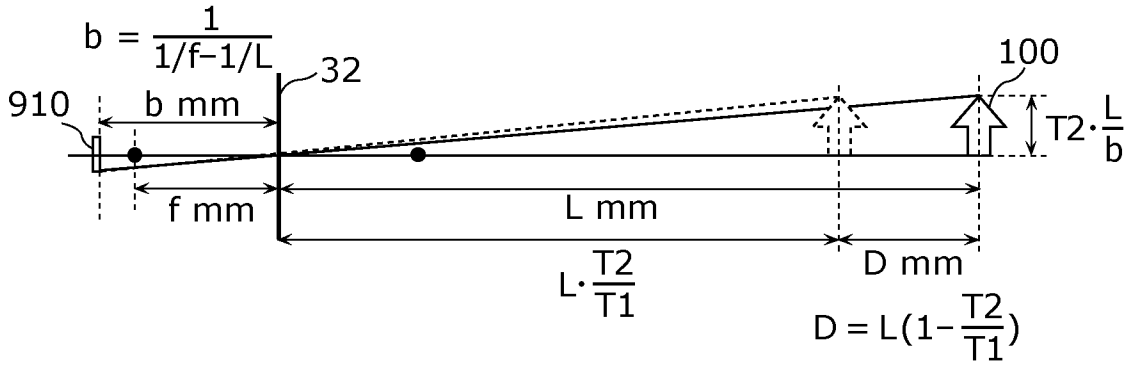
[図34]


22
22a
22
22a
第1
方向
102
101
v
mm/s
100

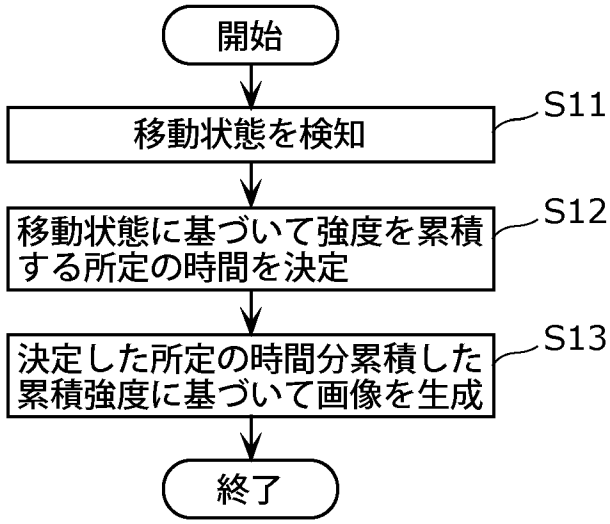
[図35A]


910
911
T2=T/2・(N−3)/N
T1=T/2・(N−1)/N
T mm
N個

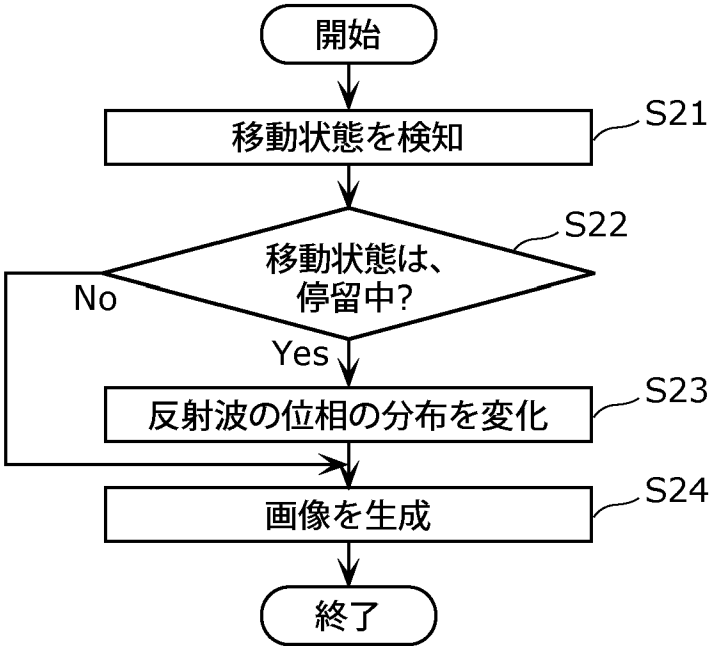
[図35B]


b = 1/(1/f−1/L)
910
b mm
32
100
T2·L/b
f mm
L mm
L·T2/T1
D mm
D = L(1−T2/T1)

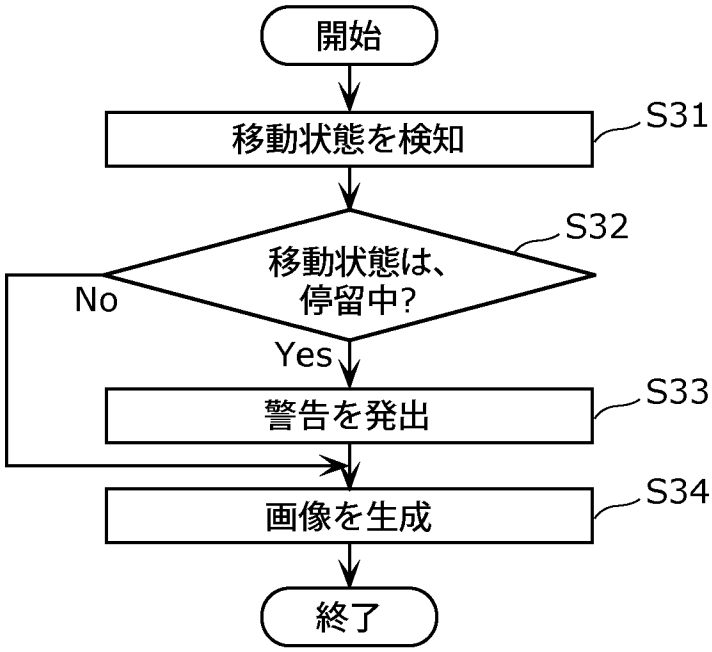
[図36]


開始
移動状態を検知
S11
移動状態に基づいて強度を累積する所定の時間を決定
S12
決定した所定の時間分累積した累積強度に基づいて画像を生成
S13
終了

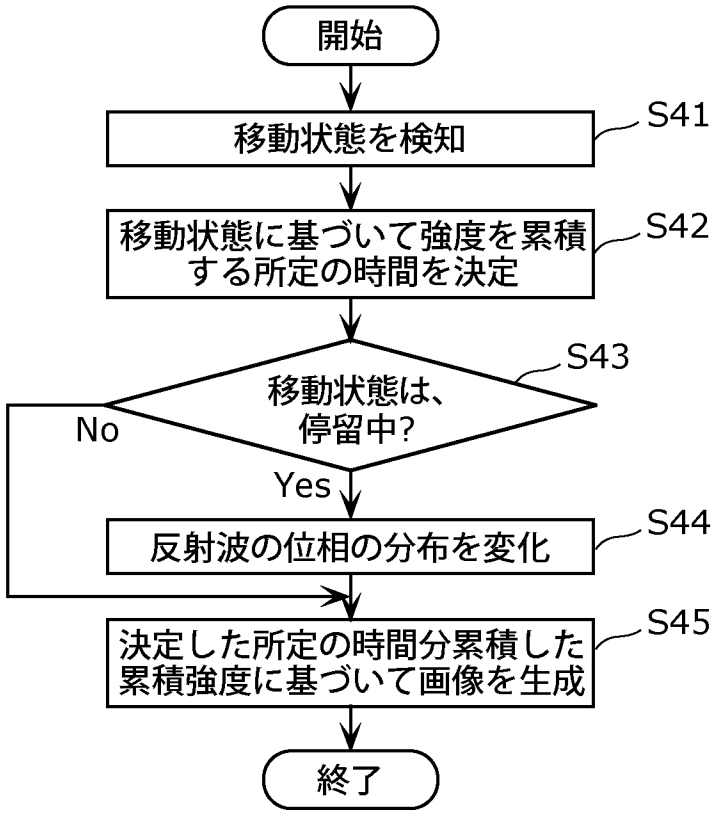
[図37]


開始
移動状態を検知
S21
移動状態は、停留中?
S22
No
Yes
反射波の位相の分布を変化
S23
画像を生成
S24
終了

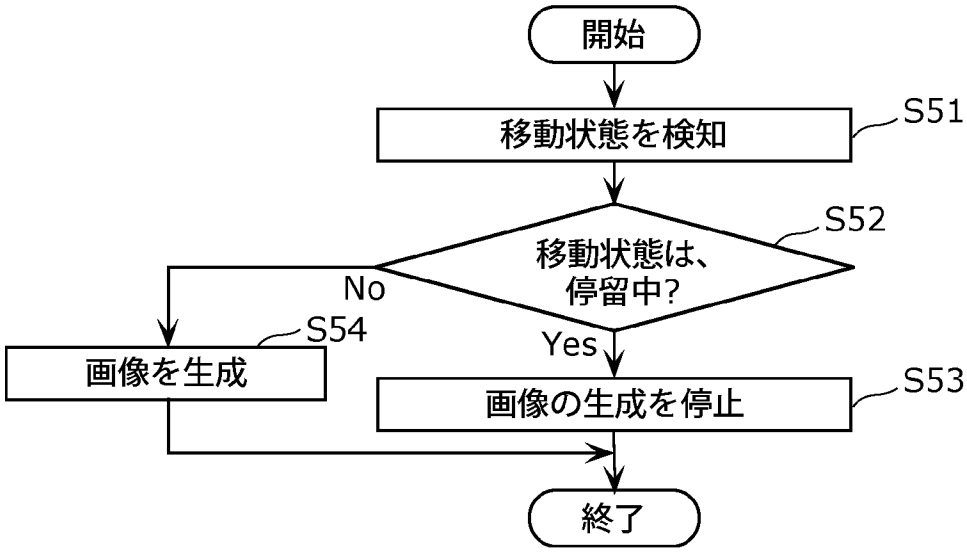
[図38]


開始
移動状態を検知
S31
移動状態は、
停留中?
S32
No
Yes
警告を発出
S33
画像を生成
S34
終了

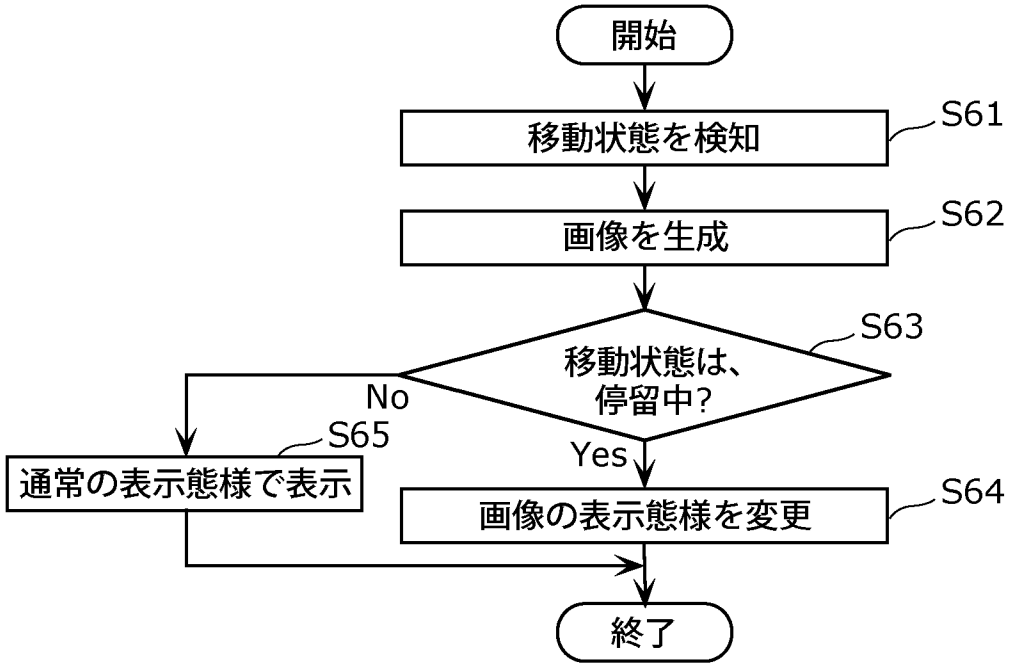
[図39]


開始
移動状態を検知
S41
移動状態に基づいて強度を累積
する所定の時間を決定
S42
移動状態は、
停留中?
S43
No
Yes
反射波の位相の分布を変化
S44
決定した所定の時間分累積した
累積強度に基づいて画像を生成
S45
終了

[図40]


開始
移動状態を検知
S51
移動状態は、
停留中?
S52
No
Yes
画像を生成
S54
画像の生成を停止
S53
終了

[図41]


開始
移動状態を検知
S61
画像を生成
S62
移動状態は、
停留中?
S63
No
Yes
通常の表示態様で表示
S65
画像の表示態様を変更
S64
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/011073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 21/3581(2014.01)i; ***G01N 21/17***(2006.01)i
FI: G01N21/3581; G01N21/17 A

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)

G01N21/00-21/01; G01N21/17-21/61; G01N22/00-22/04; G01V8/00-8/26; G01S13/89; H04N23/56

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)

JSTPlus/JST7580/JSTChina (JDreamIII); Science Direct; IEEE Xplore; SPIE Digital Library

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021/255964 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 23 December 2021 (2021-12-23) paragraphs [0001]-[0196], fig. 1-13	1-22
A	US 2009/0294704 A1 (ZAILER, Eitan) 03 December 2009 (2009-12-03) entire text, all drawings	1-22
A	EP 3287816 A1 (NUCTECH CO., LTD.) 28 February 2018 (2018-02-28) entire text, all drawings	1-22
A	JP 2020-153973 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 24 September 2020 (2020-09-24) entire text, all drawings	1-22
A	OTANI, Chiko et al. Development of 300 GHz walkthrough body scanner for the security gate applications. Terahertz Emitters, Receivers, and Applications XII, 01 August 2021, Proc. of SPIE Vol. 11827, 118270N-1 to 6, <DOI: 10.1117/12.2594528> entire text, all drawings	1-22

☐ 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	Date of mailing of the international search report
19 April 2023	**09 May 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/JP2023/011073

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/255964 A1	23 December 2021	US 2023/0112817 A1 paragraphs [0001]-[0227], fig. 1-13 CN 115836208 A	
US 2009/0294704 A1	03 December 2009	WO 2006/131910 A2	
EP 3287816 A1	28 February 2018	CN 106443811 A	
JP 2020-153973 A	24 September 2020	US 2020/0296266 A1 DE 102020106655 A1 CN 111694065 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/011073

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 21/3581(2014.01)i; G01N 21/17(2006.01)i
FI: G01N21/3581; G01N21/17 A

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））

G01N21/00-21/01; G01N21/17-21/61; G01N22/00-22/04; G01V8/00-8/26; G01S13/89; H04N23/56

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）

JSTPlus/JST7580/JSTChina (JDreamIII); Science Direct; IEEE Xplore; SPIE Digital Library

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2021/255964 A1 (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 23.12.2021 (2021-12-23) 段落[0001]-[0196], 図1-13	1-22
A	US 2009/0294704 A1 (ZAILER, Eitan) 03.12.2009 (2009-12-03) 全文, 全図	1-22
A	EP 3287816 A1 (NUCTECH COMPANY LIMITED) 28.02.2018 (2018-02-28) 全文, 全図	1-22
A	JP 2020-153973 A (キヤノン株式会社) 24.09.2020 (2020-09-24) 全文, 全図	1-22
A	OTANI, Chiko et al., Development of 300 GHz walkthrough body scanner for the security gate applications, Terahertz Emitters, Receivers, and Applications XII, 2021.08.01, Proc. of SPIE Vol. 11827, 118270N-1～6, <DOI: 10.1117/12.2594528> 全文, 全図	1-22

☐ 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	国際調査報告の発送日
19.04.2023	09.05.2023

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）
古川　直樹 2W 3612

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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/JP2023/011073

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/255964 A1	23.12.2021	US 2023/0112817 A1 段落[0001]-[0227], FIGS. 1-13 CN 115836208 A	
US 2009/0294704 A1	03.12.2009	WO 2006/131910 A2	
EP 3287816 A1	28.02.2018	CN 106443811 A	
JP 2020-153973 A	24.09.2020	US 2020/0296266 A1 DE 102020106655 A1 CN 111694065 A	