

(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
2018年6月7日(07.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/100648 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 17/89 (2006.01) G02B 26/10 (2006.01)
G01S 17/93 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085427

(22) 国際出願日: 2016年11月29日(29.11.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: マクセル株式会社 (MAXELL, LTD.)
[JP/JP]; 〒6188525 京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉1番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 山田 健一郎 (YAMADA Kenichiro);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

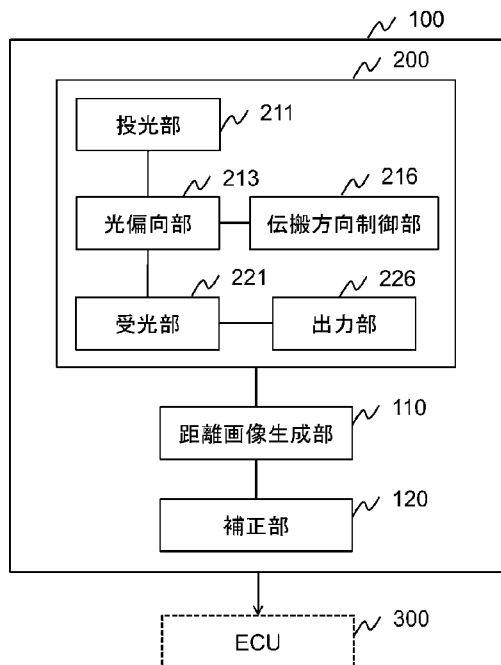
尾上 慎介(ONOE Shinsuke); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 保坂 誠(HOSAKA Makoto); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 瀬尾 欣穂(SEO Yoshiho); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 武和国際特許事務所 (THE PATENT BODY CORPORATE TAKEWA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1050003 東京都港区西新橋3丁目13番3号 ユニゾ西新橋三丁目ビル Tokyo (JP).

(54) Title: OPTICAL SCANNING DEVICE AND OPTICAL RANGEFINDER

(54) 発明の名称: 光走査装置および光測距装置

図1



110 Distance image generation unit
120 Correction unit
211 Light projector
213 Light deflector
216 Propagation direction controller
221 Light receiver
226 Output unit

(57) Abstract: In the present invention, when external vibration is applied to a scanning device, the influence of the external vibration is efficiently reduced. Provided is an optical scanning device 200 provided with a light deflector 213 for deflecting measurement light that has been projected in a projection direction determined by a pivoting direction and a translation direction intersecting the pivoting direction, a light projector 211 for projecting the measurement light toward the light deflector, a light receiver 221 for receiving the measurement light reflected by an object, a propagation direction



(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

controller 216 for controlling the driving of the light deflector 213 so that the pivoting direction becomes the primary vibration direction that is the primary direction of the vibration of the optical scanning device 200, and an output unit 266 for outputting information obtained from the reflected light as output information.

(57) 要約: 走査型の装置において外的な振動が加わった場合、外的振動の影響を効率的に低減する。揺動方向と、前記揺動方向と交差する並進方向と、で定まる投光方向に、投光する光である測定光を偏向する光偏向部213と、測定光を光偏向部に向けて投光する投光部211と、測定光の、対象物による反射光を受光する受光部221と、揺動方向が、自身の主たる振動方向である主振動方向になるよう光偏向部213を駆動制御する伝搬方向制御部216と、反射光から得た情報を出力情報として出力する出力部226と、を備える光走査装置200を提供する。

明 細 書

発明の名称：光走査装置および光測距装置

技術分野

[0001] 本発明は、光走査技術および光測距技術に関する。

背景技術

[0002] 自動車等の移動体に搭載されて、駆動するスキャナを用いて光スポットを走査する技術がある。例えば、その反射光を処理して時分割的に周囲の情報を取得する車載カメラ等の車載センサ、対向車や前方車の運転者への眩惑を防止するために自動車のヘッドライトの配光を制御するADB（Adaptive Driving Beam）、等に用いられる。これらは、移動体に搭載されるため、外的振動を受ける。これにより、車載センサは、得られる画像に、視野の誤差が発生する。また、ADBでは、配光領域が意図した領域からずれる。

[0003] 車載センサにおける振動による影響を解決する先行技術として、例えば、特許文献1に開示の技術がある。本技術では、「カメラで撮像された撮像画像内で車両の振動に伴って画像内で上下に移動する移動成分を特定し、特定した移動成分の移動履歴に基づいて移動成分の振動周波数の強度を算出し、振動周波数の強度が最も高い振動周波数範囲を抽出し、抽出した所定の周波数範囲内における振動の平衡点で撮像された平衡画像を抽出し、抽出した平衡画像に基づいて、車両の振動によって変位する画像内の変位の中心位置である消失点を検出し、検出した消失点を監視して、各撮像画像における車両の振動に起因する画像の変位量を算出する（要約抜粋）」。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-170961号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に開示の技術では、カメラのような、CCDやCMOSといった二次元の撮像素子を用いて一括して周囲の情報を検出する、非走査型センサを用いることを想定している。非走査型センサでは、外的振動の影響は、各フレーム間のずれとして現れる。

[0006] しかし、上述のような走査型センサでは車両の振動による影響は単一フレームの検出結果の中に歪みとなって観測される。このため、走査型センサでは、得られる画像において外的振動の影響を補正し、歪みの無い検出結果を得るためには、異なる解決手段が必要となる。また、このとき、取得したデータを効率的に利用したい。ADBにおいても、車両の振動による影響は、ヘッドライトの照射領域の歪みとなって現れる。このため、光走査型のヘッドライトでは外的振動の影響を補正し、歪みの無い検出結果を得る解決手段が必要となる。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、走査型の装置において外的な振動が加わった場合、外的振動の影響を効率的に低減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、揺動方向と、前記揺動方向と交差する並進方向と、で定まる投光方向に、投光する光である測定光を偏向する光偏向部と、前記測定光を前記光偏向部に向けて投光する投光部と、前記測定光の、対象物による反射光を受光する受光部と、前記揺動方向が、自身の主たる振動方向である主振動方向になるよう前記光偏向部を駆動制御する伝搬方向制御部と、前記反射光から得た情報を出力情報として出力する出力部と、を備えることを特徴とする光走査装置を提供する。

[0009] また、上記光走査装置と、前記出力情報から距離画像を生成する距離画像生成部と、前記光走査装置の変位量を用いて、前記主たる振動による前記距離画像の歪みを補正し、補正後の距離画像を出力する補正部と、を備えることを特徴とする光測距装置を提供する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、走査型のセンサにおいて外的な振動がセンサに加わった場合においてもフレーム内に歪みの無い検出を実現することができる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第一の実施形態の光測距装置の概略構成図である。

[図2]第一の実施形態の光測距装置の構成図である。

[図3]第一の実施形態の光走査装置の走査手法を説明するための説明図である。

[図4] (a) は、第一の実施形態の揺動方向制御処理のフローチャート、(b) は、第一の実施形態の測距処理のフローチャートである。

[図5] (a) および (b) は、第一の実施形態の外的振動時の振動検出装置により観測される変位の時刻歴を説明するための説明図であり、(c) は、光測距装置の振動の様子を説明するための説明図である。

[図6] (a) は、外的振動がない場合の、(b) は、外的な振動がある場合の、それぞれ、発光領域と非発光領域と視野との関係を説明するための説明図である。

[図7] (a) ～ (c) は、光測距装置に外的な振動が加わった際の検出結果への影響を説明するための説明図である。

[図8] (a) および (b) は、揺動方向がX軸方向であり、外的振動が無い場合の、伝搬方向が描く軌跡のシミュレーション結果である。

[図9] (a) および (b) は、スキャナの揺動方向がX軸方向であり、Y軸方向に外的振動がある場合の、伝搬方向が描く軌跡のシミュレーション結果である。

[図10] (a) ～ (e) は、スキャナの揺動方向と外的振動方向とを略平行に設定した場合の振動の影響および補正の効果を説明するための説明図である。

[図11]第二の実施形態の光測距装置の構成図である。

[図12] (a) および (b) は、第二の実施形態の距離画像を説明するための説明図である。

[図13] (a) ～ (c) は、第二の実施形態の検出結果と実際の情報との関係を説明するための説明図である。

[図14] (a) は、第二の実施形態における検出領域を、(b) は、外的振動が原因の場合の波形歪み例を、(c) は、対象物の形状が歪みを有する場合の波形歪み例を、それぞれ説明するための説明図である。

[図15] 第二の実施形態の変位量算出処理のフローチャートである。

[図16] (a) ～ (d) は、第二の実施形態の変位量算出手法を説明するための説明図である。

[図17] (a) および (b) は、第二の実施形態の変位量算出手法を説明するための説明図である。

[図18] 第三の実施形態の光測距装置の構成図である。

[図19] (a) は、走査型センサに外的な振動が加わった場合の視野の変化を、(b) は、非走査型センサに外的な振動が加わった場合の視野の変化を、それぞれ説明するための説明図である。

[図20] 第三の実施形態の変位量算出処理のフローチャートである。

[図21] (a) ～ (c) は、振動方向がY軸方向である場合の、ピクセルずれ量算出する過程を説明するための説明図である。

[図22] (a) ～ (c) は、振動方向が、X軸に対して θ F 方向である場合の、ピクセルずれ量算出する過程を説明するための説明図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。以下、本明細書において、同一機能を有するものは、特に断らない限り同一の符号を付し、繰り返しの説明は省略する。

[0013] <<第一の実施形態>>

本発明の第一の実施形態を説明する。本実施形態では、振動検出センサを備え、その出力を用い、走査型の光測距装置の揺動方向を決定する。また、

光測距装置が搭載された車両等の移動体の振動による距離画像の歪みを、振動検出センサによる検出結果を用いて補正する。以下、本実施形態では、移動体を自動車、車両とする場合を例にあげて説明する。

[0014] 図1および図2は、本実施形態の光測距装置100の構成図である。本実施形態の光測距装置100は、光走査装置200と、光走査装置200の出力情報から距離画像を生成する距離画像生成部110と、距離画像生成部110が生成した距離画像を補正する補正部120と、を備える。光測距装置100は、例えば、ECU300と接続され、補正部120により補正された距離画像は、ECU300に出力される。なお、ECU300は、自動車のエンジンを制御するエンジンコントロールユニットである。

[0015] [光走査装置]

光走査装置200は、駆動するスキャナを用いて光スポットを走査することで時分割的に周囲の情報を取得する走査型のセンサである。例えば、図3に示すように、スキャナを、予め定めた揺動方向402に、予め定めた揺動振幅で揺動させながら、揺動方向とは交差する並進方向403に並進させ、光スポットを投光し、予め定めた測距領域（視野範囲）401内を走査する。図中、黒色の矢印は、スキャナの伝搬方向が描く軌跡404を示す。

[0016] 本実施形態の光走査装置200（光測距装置100）では、視野における直交する二次元の軸を、後述する振動検出装置240の二次元の軸であるX軸、Y軸と略平行となるように設置する。以降、説明を簡単にする為、光走査装置200（光測距装置100）の視野における横軸（水平軸）および縦軸（垂直軸）についてもX軸およびY軸と表記する。

[0017] これを実現するため、光走査装置200は、投光部211と、スキャナ212と、走査角度検出部215と、伝搬方向制御部216と、受光部221と、I/V変換部222と、増幅回路223と、ADC224と、信号処理部225と、制御部230と、を備える。

[0018] 投光部211は、レーザ光（光スポット）をスキャナ212に向けて投光する。投光は、予め定めた投光タイミングにてなされる。また、レーザ光は

、パルス形状あるいは正弦波形状等に変調され、変調光として投光される。

投光部 211 は、例えば、レーザダイオード、レーザ径を所望のレーザ径に成形するコリメートレンズ等で構成される。

[0019] スキャナ 212 は、光偏向部 213 と、駆動部 214 とを備える。

[0020] 光偏向部 213 は、光を偏向するミラー面を有する。また、光偏向部 213 は、少なくとも 1 軸以上の駆動軸を有する。光偏向部 213 は、例えば、長軸かつ高速な揺動軸と短軸かつ低速な揺動軸の二次元の揺動軸を有してもよい。

[0021] 駆動部 214 は、光偏向部 213 を支持するとともに、駆動信号に従って、駆動軸を駆動させる。本実施形態では、駆動部 214 は、後述する伝搬方向制御部 216 からの駆動信号に従って、各駆動軸を駆動させることにより、光偏向部 213 を、所望の方向に、所望の振幅で、揺動駆動させるとともに、所望の方向に、並進駆動させる。

[0022] なお、投光部 211 の投光先は、例えば、光偏向部 213 の略揺動中心とする。投光部 211 が投光した変調光は、光偏向部 213 で偏向され、測定光として測距範囲に照射される。測定光は、光測距装置 100 が搭載される車両の周囲の物体で反射される。

[0023] 走査角度検出部 215 は、光偏向部 213 の角度を検出する。そして、検出結果を伝搬方向制御部 216 に出力する。なお、走査角度検出部 215 は、光偏向部 213 の角度を検出可能な装置であればよい。例えば、静電容量式のロータリーエンコーダ、あるいは、光学式エンコーダ等を用いる。ロータリーエンコーダは、アクチュエータ部に取り付けられる。なお、光学式エンコーダは、光偏向部 213 を挟んで、投光部 211 の側とは逆の裏面反射等を利用する。このため、光学式エンコーダは、裏面反射を受光可能な位置に設けられる。

[0024] 伝搬方向制御部 216 は、制御部 230 の指示に従って、スキャナ 212（光偏向部 213）の揺動を制御する。制御は、制御部 230 から受信する制御タイミング信号に従って、同じく制御部 230 から受信する駆動信号と

、走査角度検出部 215 の出力とを用いて行う。なお、駆動信号は、スキャナ 212（光偏向部 213）の駆動軸毎に出力される。なお、伝搬方向制御部 216 は、スキャナ 212（光偏向部 213）の揺動方向を、主振動方向と略平行に制御するとともに、その振幅と並進方向への並進量が視野範囲 401 をカバーするように制御する。

[0025] 受光部 221 は、測定光の反射光を受光し、光電変換を行う。受光部 221 は、例えば、光電変換を行うフォトダイオードと、反射光をフォトダイオードへ導く集光ミラーを含む光学系等とを備える。

[0026] なお、受光部 221 で光電変換された反射光の情報（電流値）は、出力部 226 にて変換、信号処理され、距離画像生成部 110 に出力される。出力部 226 は、例えば、 I/V 変換部（電流電圧変換部）222 と、増幅回路 223 と、ADC（アナログデジタルコンバータ）224 と、信号処理部 225 とを備える。

[0027] 反射光の情報は、 I/V 変換部（電流電圧変換部）222 にて、電圧の情報に変換される。そして、変換後の情報は、増幅回路 223 にてアナログ的なノイズ除去および適切な電圧値へと増幅あるいは低減された後、ADC 224 にてアナログな電圧量からデジタル値へと変換される。

[0028] 信号処理部 225 は、投光部 211 に変調光を投光するタイミングを指示するとともに、受光部 221 で受光した反射光を処理し、投光から受光までの遅延量を算出する。投光の指示は、投光タイミング信号を投光部 211 に出力することにより行う。投光タイミング信号は、後述するパルス信号生成部 235 が出力する制御タイミング信号に応じて生成する。制御タイミング信号に応じて、光偏向部 213 の伝搬方向を判別し、変調光を投光するために投光部 211 を発光させるタイミングを制御する。すなわち、信号処理部は、光偏向部 213 による投光範囲が、予め定めた視野範囲となるよう、投光するタイミングを制御する。

[0029] また、反射光の処理として、ADC 224 にてデジタル値へと変換された情報に対し、デジタルフィルタ処理および二値化処理を行う。二値化処理は

、例えば、デジタルコンパレータで行う。算出した遅延量は、後述の距離画像生成部 110 に出力される。

[0030] 制御部 230 は、スキャナ 212（光偏向部 213）の揺動方向が、光測距装置 100 が搭載される車両（装置）の主な振動による光測距装置 100 の振動方向（主振動方向）と略平行になるように制御するとともに、光測距装置 100 全体の動作を制御する。

[0031] これを実現するため、本実施形態の制御部 230 は、距離演算部 231 と、強度演算部 232 と、振動解析部 233 と、出力処理部 234 と、パルス信号生成部 235 とを備える。

[0032] なお、本実施形態では、光測距装置 100 が搭載される車両には、光測距装置 100 とは別に、振動検出装置 240 が踏査される。この振動検出装置 240 は、光測距装置 100 が搭載される車両の外的振動による変位量を得る振動検出センサである。外的振動は、たとえば、路面振動による光測距装置 100 の振動量である。本実施形態では、振動量として、外的な振動のない定常状態からの変位を検出する。以下、定常状態からの変位を、変位量と呼ぶ。変位量は、例えば、予め定めた直交二軸（X 軸および Y 軸）の、各軸方向の値（ A_x 、 A_y ）とする。

[0033] 振動検出装置 240 は、例えば、複数の検出軸を有した変位センサで実現される。なお、振動検出装置 240 は、複数の検出軸を有した変位センサに限らず、例えば、複数の検出軸を有した加速度センサ等のように光測距装置 100 の外的振動に伴う変位量を推定出来るものであればよい。得られた変位量は、制御部 230 および補正部 120 に出力される。

[0034] 振動解析部 233 は、振動検出装置 240 が検出した光測距装置 100 の変位量から、振動方向（主振動方向）の、予め定めた方向からの角度（主振動角） θ_M を取得する。取得した主振動角 θ_M は、パルス信号生成部 235 を介して、駆動軸毎の駆動信号として、伝搬方向制御部 216 に出力される。

[0035] なお、主振動角 θ_M は、以下のように算出される。例えば、振動検出装置

240が、同時刻に検出した、X軸およびY軸方向の変位を、それぞれ A_x および A_y とする。この場合、X軸およびY軸の、合成変位（振幅；外的振動による振幅） A_{com} は、以下の式（1）で表される。

[数1]

$$A_{com} = \sqrt{A_x^2 + A_y^2} \cdots (1)$$

また、主振動方向 θ_M は、X軸を基準とした合成変位の振動方向として、以下の式（2）で算出される。

[数2]

$$\theta_M = \arctan\left(\frac{A_y}{A_x}\right) \cdots (2)$$

[0036] パルス信号生成部235は、各種の制御信号を生成し、各部に出力する。本実施形態では、例えば、各種の処理を同期させるための制御タイミング信号、上述の駆動信号等を生成し、出力する。制御タイミング信号は、例えば、伝搬方向制御部216、距離演算部231、補正部120等に出力される。駆動信号は、伝搬方向制御部216に出力される。なお、制御タイミング信号は、さらに、強度情報メモリ132、信号処理部225等にも出力されてもよい。

[0037] 制御タイミング信号は、距離演算部231から送信される周期信号に基づいて生成される。また、駆動信号は、振動解析部233が算出した主振動方向 θ_M に基づいて生成される。本実施形態では、駆動信号は、スキャナ212（光偏向部213）の揺動方向402が、主振動方向 θ_M に対して略平行となり、かつ、視野範囲401がカバーされるように揺動および並進移動するように生成される。

[0038] [距離画像生成部]

次に、距離画像生成部110を説明する。距離画像生成部110は、距離演算部231と、強度演算部232と、それぞれの演算結果を保存する、距離情報メモリ131と、強度情報メモリ132と、を備える。

[0039] 距離演算部231は、信号処理部225から受信した遅延量を用い、対象

物（物体）までの距離を演算する。得られた距離の値（距離値）は、メモリ格納時を考慮した値およびサイズに変換された後に、例えば、フレーム単位で距離情報メモリ 131 に格納される。各距離値は、制御タイミング信号に従って、遅延量取得時のスキャナ 212 の駆動量に応じて予め対応づけられたアドレスを有するメモリに格納される。なお、以下、フレーム単位で距離情報メモリ 131 に格納された複数の距離値を、まとめて、距離画像とも呼ぶ。

[0040] 強度演算部 232 は、同じく信号処理部 225 から受信した遅延量を用い、強度値を算出する。得られた強度値は、メモリ格納時を考慮した値およびサイズに変換された後に、例えば、フレーム単位で、強度情報メモリ 132 に格納される。各強度値も、遅延量取得時のスキャナ 212 の駆動量に応じて予め対応づけられたアドレスを有するメモリに格納される。なお、以下、フレーム単位で強度情報メモリ 132 に格納された複数の強度値を、まとめて、強度画像とも呼ぶ。

[0041] [補正部]

補正部 120 は、距離情報メモリ 131 に保存された距離値および強度情報メモリ 132 に保存された強度値の、外的な振動による影響を補正する。補正は、振動検出装置 240 から取得した変位量 A_x 、 A_y を用いて行う。なお、変位量は、距離値および強度値を算出する遅延量を取得したタイミングに得た値を用いる。

[0042] 補正部 120 は、ピクセルのアドレスを変換することにより、補正を行う。そして、変換後の結果を、それぞれ、距離情報メモリ 131 および強度情報メモリ 132 に再格納する。本実施形態の補正部 120 が行う補正は、後述するように、1 フレーム内の歪みを補正するものである。このため、本補正を歪み補正処理と呼ぶ。

[0043] 例えば、距離情報メモリ 131 あるいは強度情報メモリ 132 の、X 軸および Y 軸のピクセルのアドレスがそれぞれ P_x および P_y 、そのピクセル座標に対応した X 軸および Y 軸の、その時点での変位量がそれぞれ A_x 、 A_y

とする。このとき、補正部 120 は、そのピクセルのアドレスを、以下の式 (3) に従って P_{cx} および P_{cy} に変換する。

[数3]

$$(P_{cx}, P_{cy}) = (\text{ROUND}(P_x - A_x B_x), \text{ROUND}(P_y - A_y B_y)) \cdots (3)$$

ここで式 (3) における B_x および B_y は、それぞれ、X 軸および Y 軸の振動検出装置 240 が検出した変位量に対するピクセル移動量の変換係数を表す。また、ROUND は、整数化の為に括弧内の値を四捨五入する関数である。なお、式 (3) における整数化の為に用いる関数は、必ずしも四捨五入処理に限定されない。繰り上げあるいは切り捨てする関数であってもよい。

[0044] 出力処理部 234 は、例えば、強度情報メモリ 132 に格納される強度情報に対して各種の処理を行い、処理後の強度情報を出力する。各種の処理として、例えば、画像処理、デジタル放送信号への変換処理等が行われる。ここで言う画像処理は、例えば、ガンマ補正等である。また、デジタル放送への変換処理は、例えば、ATSC、DVB-T あるいは ISDB-T 等である。出力先は、ECU300 等である。

[0045] 制御部 230 に含まれる各機能、すなわち、振動解析部 233、パルス信号生成部 235、距離演算部 231、強度演算部 232、および出力処理部 234 と、補正部 120 とは、例えば、CPU とメモリと記憶装置とを備える情報処理装置により実現される。ここでは、CPU が、予め記憶装置に格納したプログラムをメモリにロードして実行することにより実現される。なお、全部または一部の機能は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (field-programmable gate array) などのハードウェアによって実現されてもよい。

[0046] また、処理に必要な各種のデータおよび処理により得られた各種のデータは、記憶装置に格納される。本実施形態では、距離情報メモリ 131 および強度情報メモリ 132 は、記憶装置に構築される。

[0047] 上記の各部による、スキャナ 212 (光偏向部 213) の揺動方向制御処

理の流れを図4（a）に従って説明する。本処理は、光測距装置100が起動されたことを契機に開始される。

[0048] 光測距装置100が起動されると、振動解析部233は、振動検出装置240から受信した変位量を用い、主振動方向 θM を算出する（ステップS1101）。このとき、走査角度検出部215は、光偏向部213の現在の角度 θc を検出する。パルス信号生成部235は、主振動方向 θM から駆動信号を生成し（ステップS1103）、伝搬方向制御部216に送信する。

[0049] 伝搬方向制御部216は、駆動信号と、現在の角度 θc とに従って、光偏向部213の揺動方向 θF が主振動方向 θM となり、かつ、視野範囲401が走査されるよう、駆動部214を制御する（ステップS1104）。光走査装置200は、以上の処理を、終了の指示を受け付けるまで、制御タイミング信号に従って、継続する（ステップS1101）。これにより、本実施形態では、リアルタイムで揺動方向が変化する。すなわち、常に、揺動方向を、主振動方向と略平行に保つことができる。

[0050] 次に、本実施形態の光測距装置100による測距処理の流れを説明する。図4（b）は、本実施形態の測距処理の処理フローである。本実施形態処理は、光測距装置100が起動されたことを契機に開始される。

[0051] 信号処理部225は、投光部211に、投光タイミング信号を送信する。投光タイミング信号を受信した投光部211は、変調光を光偏向部213の略揺動中心へと投光する（ステップS1202）。変調されたレーザ光は、測定光として光偏向部213により所定方向に照射され、車両の周囲の物体で拡散反射される。

[0052] 受光部221は、拡散反射による反射光を検出する（ステップS1203）。そして、得られた反射光の情報は、出力部226で処理され、信号処理部225に入力される。

[0053] 信号処理部225は、変換後の反射光の情報から、測定光の発光から反射光の受光までの遅延量を算出するとともに、反射光の強度情報を算出する信号処理を行う（ステップS1204）。そして、算出された遅延量および強

度情報は、それぞれ、距離演算部 231 および強度演算部 232 に出力される。

[0054] 距離演算部 231 は、受信した遅延量を用い、物体までの距離を演算し、距離情報メモリ 131 に格納する。また、強度演算部 232 は、強度情報を、強度情報メモリ 132 に格納する（ステップ S1206）。

[0055] 距離情報メモリ 131 および強度情報メモリ 132 それぞれに、1 フレーム分のデータが格納されると、すなわち、距離画像および強度画像が生成されると、補正部 120 は、歪み補正処理を行う（ステップ S1206）。ここでは、補正部 120 は、制御タイミング信号に従って、振動検出装置 240 から受信した変位量を用いて、距離画像および強度画像に対し、上記手法で歪み補正処理を行う。そして、補正後の距離画像を、ECU300 へ出力する。また、補正後の強度画像は、出力処理部 234 を介して ECU300 へ出力する。

[0056] 光測距装置 100 は、以上の処理を、終了の指示を受け付けるまで、制御タイミング信号に従って、継続する（ステップ S1201）。

[0057] 次に、補正部 120 による歪み補正処理の必要性について説明する。本実施形態の光測距装置 100 は、搭載される車両の走行環境によっては、路面からの振動が外的振動として加わる。

[0058] 図 5（a）および図 5（b）は、それぞれ、Y 軸方向および X 軸方向の、振動検出装置 240 によって観測される変位の時刻歴（時間軸方向の変化の様子）を例示したものである。ここで、図 5（a）および図 5（b）における黒点 411、412 は、実際のサンプリングされた測定点を表す。

[0059] 通常、路面の状態により光測距装置 100 に加わる外的な振動による変位の変化波形は、その要因が同一であれば、図 5（a）および図 5（b）に示すように、X 軸および Y 軸に関し、周波数と位相は略同一で振幅のみが異なる。あるいは、周波数は略同一、位相が 180 度異なり、振幅は異なる。このとき、搭載された車両は、図 5（c）に示すように、角度 θM の方向に対して振動し続けるため、光測距装置 100 の主振動角 θM は、時間の経過に

よらず、略一定である。

[0060] このような外的振動が光測距装置 100 の検出結果に及ぼす影響について説明する。

[0061] 図 6 (a) に、外的振動が無い場合の、発光領域 424 と、非発光領域 425 と、視野範囲 422 との関係を示す。ここでは、光偏向部 213 を、角度 θM に対して略平行な方向に揺動させ、視野範囲をカバーするように並進移動させる。

[0062] 本図において、白色の矢印はスキャナ 212 の伝搬方向が描く軌跡 421 を、破線で描かれた長方形の領域は視野範囲 422 を、実線で描かれた複数の長方形の帯領域はスキャン時の列単位 423 を、さらに、長方形の帯の内で濃い色の領域は、発光領域 424 を、同薄い色の領域は、非発光領域 425 をそれぞれ表す。なお、発光領域 424 は、投光部 211 を実際に発光させて距離測定を行う領域である。また、非発光領域 425 は、投光部 211 を発光させず距離測定を行わない領域である。

[0063] 外的振動がない場合、発光領域 424 は、破線で描かれた長方形の領域（視野範囲 422）と略等しく長方形となる。このため、駆動制御のみで全視野の距離情報を得ることができる。

[0064] しかし、実際には、角度 θM 方向には外的な振動が生じているため、視野範囲 422 は、長方形を保つことが出来ない。図 6 (b) に、 θM 方向に外的振動が生じている場合の発光領域 424 と、非発光領域 425 と、視野範囲 422 との関係を示す。ここでは、光偏向部 213 の駆動制御は上記図 6 (a) と同様とする。

[0065] 本図において、破線で描かれた長方形の領域が、外的振動がない場合の視野範囲 422 を、実線で描かれた複数の長方形の帯領域が、スキャン時の列単位 433 を、列単位 433 のうち、濃い色の領域が発光領域 434 を、同薄い色の領域が非発光領域 435 を、それぞれ表す。

[0066] 外的振動がある場合、発光領域 434 が、この振動により、角度 θM 方向に振動する。このため、発光領域 434 が、元の長方形（元の視野範囲 42

2) から、変位する。外的な振動の有無にかかわらず、距離情報の検出結果は、元の視野範囲 4 2 2 を前提として配列アドレスが付与される。この結果、光測距装置 1 0 0 の検出結果に影響が生じる。

[0067] 図 7 (a) ~ 図 7 (c) の模式図を用いて光測距装置 1 0 0 に外的振動が加わった際の検出結果への影響を説明する。ここでは、図 7 (a) に示す視野範囲 4 2 2 内の X 軸上の白色の太線 4 4 1 を検出対象 4 4 1 とする。

[0068] ここでは、図 7 (b) に示すように、外的振動が、X 軸から角度 θ (本図では、 $\theta = 45$ 度とする) 傾いた方向に発生したものとする。なお、この場合の、外的振動の、時間方向の変化の様子を、太曲線 4 4 4 で示す。

[0069] 本実施形態のような走査型の光走査装置 2 0 0 を用いる場合、このような外的振動が加わると、検出対象 4 4 1 である太線 4 4 1 は、白曲線 4 4 3 のように歪んだ形状で検出される。すなわち、外的振動により、元の視野範囲 4 2 2 と異なる視野が検出され、これにより、実際の検出対象 4 4 1 の形状とは異なる検出結果 4 4 2 が誤検出される。

[0070] 補正部 1 2 0 が、この検出結果 4 4 2 に対して、上記式 (3) に従って、歪み補正処理を行うことにより、図 7 (c) に白太線 4 4 1 a で示すように、本来の検出対象 4 4 1 の形状どおりの検出結果 4 4 1 a を得ることができる。ただし、歪み補正処理を行うことにより、得られる視野範囲 4 2 2 a は、補正前の視野範囲 4 2 2 より小さくなる。

[0071] なお、補正後の視野範囲 4 2 2 a が判明した後、補正後の視野範囲 4 2 2 a 内でのみ発光するように信号処理部 2 2 5 において投光タイミング信号を制御してもよい。補正後の視野範囲 4 2 2 a は、補正部 1 2 0 が補正処理を行うことにより得られる。また、補正後の視野範囲 4 2 2 a は、振動検出装置 2 4 0 が検出した変位量からも算出できる。この場合、振動検出装置 2 4 0 が検出した変位量を信号処理部 2 2 5 にも出力し、信号処理部 2 2 5 は、それに従って、投光を制御する。

[0072] 次に、外的振動の方向 (主振動方向) に対して、略平行に揺動駆動する効果を、図 8 (a) ~ 図 11 (e) を用いて説明する。

[0073] 図8(a)および図9(a)に、スキャナ212の揺動方向がX軸方向である場合の、伝搬方向が描く軌跡のシミュレーション結果を示す。図8(a)は、外的な振動がない理想状態を、図9(a)は、Y軸方向に外的振動が生じている場合のシミュレーション結果である。図9(a)では、上記本実施形態の制御とは異なり、外的振動方向に対して揺動方向が垂直に設定された状態である。このときの、他のシミュレーション条件を表1に示す。

[表1]

表1

項目	値	単位
振動周波数	60	Hz
振動振幅	5	pixel
フレームレート	10	fps
行数	100	本
列数	1000	本

[0074] 図8(b)および図9(b)に、それぞれ、図8(a)および図9(a)の一部拡大図を示す。なお、これらの各図の横軸および縦軸は、それぞれ、検出時の視野におけるX軸方向のピクセル(列)番号およびY軸方向のピクセル(行)番号を表す。

[0075] 外的振動が無い場合、図8(a)に示すように、X軸方向に対して正弦波の軌跡が歪むことなく描かれる。また、図8(b)に示すように、行番号0から99の各行において、偏り無く均一な軌跡が得られる。

[0076] 一方、Y軸方向に外的振動がある場合、図9(a)に示すように、伝搬方向の軌跡は、Y軸方向に関し、正弦波の密度が疎となる領域と密となる領域とが、繰り返し表れるよう描かれる。図9(b)の拡大図からも分かるように、密度が疎となる領域ではほとんど軌跡が通過せず、検出が出来ない。

[0077] このように、検出密度に疎密が生じると、歪み補正処理によって正しい検出対象の形状に補正しても、密度が疎となる領域では、検出自体がほとんど行われない為、部分的に検出情報が欠落する。逆に、密度が密となる領域では、検出情報が過多となり、歪み補正後の1つのピクセルに対して検出情報が重複する。従って、データ利用効率の観点からも望ましくない。

[0078] 次に、本実施形態のように、スキャナ 2 1 2 を、外的振動と同方向に揺動させる場合の、振動の影響および補正処理の効果を、図 1 0 (a) ~ 図 1 0 (e) に示す。ここでは、主振動方向および揺動方向が Y 軸方向である場合を例にあげて説明する。図 1 0 (a) に、振動が無い場合の視野範囲 4 2 2 および検出対象 4 4 1 を示す。

[0079] 図 1 0 (b) は、Y 軸方向に外的振動が加わった場合の、検出結果を示す。本図に示すように、外的振動に伴い、検出視野 4 2 2 b は振動する。このため、検出結果をそのまま距離情報メモリ 1 3 1 に格納すると、図 1 0 (c) に示すように、検出結果 4 4 1 c は、歪む。しかしながら、図 9 (a) および図 9 (b) のように検出密度に疎密が生じることなく均一に検出できる。また、部分的に検出領域が欠落することもない。その結果、歪み補正処理を行うと、図 1 0 (d) に示すように、検出した視野範囲 4 2 2 a は、元の視野範囲 4 2 2 より小さくなるものの、図 1 0 (e) に検出結果 4 4 1 a として示すように、検出対象 4 4 1 の形状は、正しく検出できる。

[0080] このように、本実施形態のように、外的振動の角度 θ に対して揺動方向が略平行になるよう制御することで、検出領域の欠落がなく、かつ、高いデータ利用効率を保持しつつ歪み補正処理を行うことができる。

[0081] 以上説明したように、本実施形態の光走査装置 2 0 0 によれば、揺動方向と、揺動方向と交差する並進方向と、で定まる投光方向に、投光する光である測定光を偏向する光偏向部 2 1 3 と、測定光を光偏向部 2 1 3 に向けて投光する投光部 2 1 1 と、測定光の、対象物による反射光を受光する受光部 2 2 1 と、揺動方向が、自身の主たる振動方向である主振動方向になるよう光偏向部 2 1 3 を駆動制御する伝搬方向制御部 2 1 6 とを備える。そして、主振動方向を取得する、振動解析部 2 3 3 をさらに備える。この振動解析部 2 3 3 は、外的振動に伴い変位を検出する変位センサである振動検出装置 2 4 0 による出力を用い、主振動方向を取得する。

[0082] 従って、本実施形態によれば、光走査装置 2 0 0 の揺動方向が、常に振動方向に略平行となるよう制御される。このため、上述のように、走査領域内

の検出密度に疎密が生じない。このため、効率的にデータを利用できる。すなわち、外的な振動が加わった場合であっても、検出密度に疎密が生じることの無い均一な検出を実現できる。

[0083] さらに、本実施形態の光測距装置 100 によれば、光走査装置 200 の出力情報から距離画像を生成する距離画像生成部 110 と、振動検出装置 240 の出力を用い、距離画像の、振動による歪みを補正する補正部 120 とを備える。

[0084] 従って、本実施形態によれば、走査型センサにおいて、取得したデータを効率的に利用しつつ、フレーム内の歪みを補正した検出結果を得ることができる。すなわち、走査型の装置において、外的振動による検出対象の歪みを効率的に低減できる。

[0085] なお、上記実施形態では、外的な振動による主振動方向 θ_M を検出し、それに対して揺動方向が略平行になるよう制御するよう構成している。しかしながら、この手法に限定されない。例えば、予め主振動方向が特定されている場合等は、常に、当該方向に揺動させるよう制御するよう構成してもよい。この場合、光偏向部 213 は、当該方向のみの駆動軸を有する構成、すなわち、1 軸駆動であってもよい。また、この場合、振動検出装置 240 および振動解析部 233 は、備えなくてもよい。

[0086] 例えば、光測距装置 100 の搭載先が、自動車である場合、走行中に光測距装置 100 が受ける外的振動は、路面による振動である。そして、この振動は、重力方向が支配的である。従って、このような場合、揺動方向を重力方向と略平行に設定すればよい。

[0087] さらに、外的な振動方向が重力方向（Y 軸方向）のみである場合、距離情報メモリ 131 および強度情報メモリ 132 において、X 軸方向に同一のアドレス値 P_{cx} をもつピクセルにおいては、ずれ量 $A_x B_x$ および $A_y B_y$ は略同一値となる。このような場合は、各ピクセルについて、ずれ量を算出しなくてもよい。1 のピクセルで算出したずれ量 $A_x B_x$ 、 $A_y B_y$ を用い、オフセット的に前述の歪み補正処理を行ってもよい。

[0088] また、アドレスが、外的な振動方向に対して略平行な幾何関係をもつピクセルにおいては、ずれ量 $A \times B_x$ および $A_y B_y$ は略同一値となる。これは、例えば、式(2)により求まる θM の値、あるいは θM に基づく $\tan$ 等の三角関数の値が略同一である場合である。この場合も、1のピクセルで算出したずれ量 $A \times B_x$ 、 $A_y B_y$ を用い、オフセット的に前述の歪み補正処理を行ってもよい。すなわち、距離画像の各画素値が格納されるメモリのうち、主振動方向と略平行なアドレス列については、同一の値を用いてもよい。

[0089] なお、本実施形態の特徴である、揺動方向を外的振動の主振動方向 θM に略平行とする制御は、光測距装置100以外にも、光スポットの走査が必要となる様々な光走査装置に適用が可能である。そのような光走査装置としては、例えば、自動車用ヘッドライトあるいは映像投射用プロジェクター等が挙げられる。

[0090] 本実施形態によれば、このような光走査装置においても、外的な振動が加わった場合でも、光スポットの投影密度に疎密が生じることの無い均一な視野あるいは投影画像を実現できる。すなわち、取得したデータを効率的に利用して所望の領域内を歪み無く照射できる。

[0091] また、本実施形態では、距離情報を、距離情報メモリ131に一旦格納し、距離画像を得、距離画像に対し、光測距装置100に加わる外的な振動に伴う歪みの補正を行う。しかしながら、本手法に限定されない。

[0092] 例えば、振動検出装置240として、高速なサンプリング周波数をもつ変位センサを用いてもよい。この場合、光測距装置100に加わる外的な振動を、高速に検出できる。このため、補正部120では、リアルタイムで歪み補正を行うことができる。

[0093] 伝搬方向制御部216は、スキャナ212が、振動方向 θM に対して略平行な方向に揺動しつつ視野範囲をカバーするように並進移動する際の、揺動時の制御振幅 AMP_{cx} 、 AMP_{cy} を、以下の式(4)に従って、リアルタイムで導出する。

[数4]

$$(AMP_{cx}, AMP_{cy}) = (AMP_x - A_x F_x, AMP_y - A_y F_y) \cdots (4)$$

ここで、式（６）における AMP_x 、 AMP_y は、振動方向 θ_M に対して揺動させる際の制御振幅の X 軸および Y 軸成分である。また、 A_x 、 A_y は、振動検出装置 240 の検出した X 軸および Y 軸の変位量である。 F_x 、 F_y は、X 軸および Y 軸の振動検出装置 240 による検出値に対する制御振幅の変換係数である。

[0094] すなわち、このような変位センサを用いる場合、リアルタイムで検出した外的振動の振動振幅を、揺動制御の振幅にフィードバックすることで歪みを補正する。しかし、本手法に限定されない。例えば、車道の舗装が周期的な石畳である場合、路面から光測距装置 100 が受ける外的な振動は周期的なものであると考えられる。このような場合、振動検出装置 240 の検出した外的振動の変位量の時刻歴から、外的振動の周波数を推定してフィードフォワード補正を行ってもよい。

[0095] このような変位センサを用い、上述のような補正を行うことにより、図 6（c）に示す例とは異なり、補正後の視野範囲が小さくならない。従って、元の広い視野範囲を維持しつつ、フレーム内の歪みを補正できる。

[0096] <<第二の実施形態>>

本発明の第二の実施形態を説明する。本実施形態では、光測距装置で取得した距離画像および強度画像の時間的な変化を用い、これらの距離画像および強度画像の外的な振動の影響を補正する。

[0097] なお、本実施形態では、外部の振動検出センサの出力を用いない。例えば、搭載される装置が車両等の場合、走行時の主振動方向は、略垂直方向となる。本実施形態では、予め主振動方向を定め、スキャナ（光偏向部）の揺動方向を、この主振動方向に設定する。以下、本実施形態では、搭載先が車両であり、かつ、主振動方向が Y 軸方向である場合を例にあげて説明する。

[0098] 図 11 は、本実施形態の光測距装置 100 a の構成図である。本実施形態の光測距装置 100 a は、基本的に第一の実施形態と同様の構成を有する。

しかし、本実施形態では、第一の実施形態のように、外部の振動検出センサ（振動検出装置 240）の出力を用いない。従って、振動検出装置 240 の出力を処理する振動解析部 233 を備えない。

[0099] また、補正部 120a も、補正時に振動検出装置 240 の出力を用いない。以下、本実施形態について、第一の実施形態と異なる補正部 120a による歪み補正処理に主眼をおいて説明する。

[0100] 本実施形態においても、距離演算部 231 および強度演算部 232 は、演算した距離値および反射光の強度値を、それぞれ、距離情報メモリ 131 および強度情報メモリ 132 に一旦格納する。そして、1 フレーム単位で補正部 120a が、補正值を用い、これらのアドレスを変換することにより、外的振動の影響を補正する。このとき、本実施形態では、補正值を、複数フレームの距離画像を用いて算出する。

[0101] これを実現するため、本実施形態の光測距装置 100 は、さらに、振動による距離画像および強度画像の歪を検出し、補正量を算出する情報照合部 140 を備える。

[0102] 光測距装置 100 は、第一の実施形態同様、外的な振動を受けると、図 12 (a) に示すように、元の視野範囲 422（図中の点線の長方形）と異なる視野 451 が検出される。外的な振動の有無にかかわらず、距離情報の検出結果は、元の視野範囲 422 を前提として、図 12 (b) のような長方形の配列アドレスが付与される。この、距離情報メモリ 131 に格納された距離情報 452 は、歪みをもつ。

[0103] 本実施形態では、外部の振動検出装置 240 を備えない。このため、図 13 (a) のように、Y 軸方向に対して歪みを持った検出結果が得られた場合、図 13 (b) に示すように実際の検出対象の形状自体が歪んでいるのか、図 13 (c) に示すように、実際の検出対象の形状は歪んでおらず、外的な振動によって視野が歪んでいるのかが判別できない。

[0104] 本実施形態の情報照合部 140 は、歪みを持った検出結果が、検出対象の形状の歪によるものか、外的な振動によるものかを判別する。そして、外的

な振動によるものと判別した場合、X軸方向およびY軸方向の振動の変位量を A_x および A_y を算出し、出力する。なお、上述のように、本実施形態では、主振動方向をY軸方向としているため、変位量として A_y が算出される。

[0105] これを実現するため、本実施形態の情報照合部140は、歪み検出部141と、歪み振幅検出部142とを備える。

[0106] 歪み検出部141は、同一対象物の、第一の領域における歪みと、第一の領域よりも自車両に近い、第二の領域における歪みと、を計算し、歪みの原因を判別する。歪み検出部141は、第一の領域における距離情報（第一の距離情報）と、第二の領域における距離情報（第二の距離情報）とを算出する。第二の距離情報算出時は、自車両の速度を考慮する。なお、自車両の速度情報は、ECU300より取得する。

[0107] 第一の領域および第二の領域は、図14（a）に示すように、光測距装置100aの視野範囲における光学的な消失点521を基準に設定される。例えば、第一の領域522は、図14（a）に示すように、光学的な消失点に近い位置（遠距離）に設定される。また、第二の領域523は、第一の領域を消失点から拡大投影した領域（中距離）に設定される。ここでは、それぞれ、長方形領域に設定される場合を例にあげて説明する。

[0108] このとき、同一対象物が、それぞれの位置で取得されるタイミングで取得した距離情報を用いる。従って、第一の位置および第二の位置の距離情報の計算を行うフレームは、それぞれ異なる。このため、本実施形態の距離情報メモリ131は、少なくとも2フレーム数分の距離情報メモリを確保可能とする。

[0109] 歪み振幅検出部142は、歪みの原因が外的振動によるものと判別された場合、その歪み幅、すなわち、変位量 A_y を算出する。変位量は、歪み検出部141が判別時に算出した結果を利用する。

[0110] 以下、本実施形態の情報照合部140による変位量算出処理を、図15の処理フローに従って、説明する。

[0111] まず、第一の領域 5 2 2 の、距離情報を算出する（ステップ S 2 1 0 1）。

[0112] ここで、第一の領域 5 2 2 内の距離領域の計算について図 1 6（a）～図 1 7（b）を用いて説明する。

[0113] 図 1 6（a）は、外的な振動のない場合の、図 1 6（c）は、外的な振動のある場合の、それぞれ、第一の領域 5 2 2 の距離検出結果を、色の濃さの違いで表現した距離画像である。

[0114] 外的な振動がない場合、自車両の走行する道路の路面は、一般に平らである。すなわち、光測距装置 1 0 0 a から、同一距離の距離値は、略一定となる。距離画像で説明すると、図 1 6（a）に示すように、Y 軸方向の座標が同一な画素行の距離値は、略同一である。また、Y 軸方向の値が大きくなるほど、距離値が大きくなる。距離画像で言うと、X 軸方向の座標が同一な画素列では、奥側ほど距離値が大きくなる。

[0115] このような状況で、距離情報を計算する領域の画素列（X 軸座標が同一の画素群）毎に、距離情報の平均値 D を計算すると、図 1 6（b）に示すように、領域内の全列において、略同一の値となる。

[0116] 一方、外的な振動がある場合は、視野も Y 軸方向に対して振動するため、図 1 6（c）に示すように、距離情報も、振動に同期した歪み（波形歪みと呼ぶ。）を持つ。従って、このような状況で、距離情報を計算する領域の画素列毎に、距離情報の平均値 D を計算すると、図 1 6（d）に示すように、その値は振動する。

[0117] 本実施形態の歪み検出部 1 4 1 は、まず、第一の領域 5 2 2 について、上述のような、画素列毎の平均値 D を算出し、波形歪みの有無を判別する。例えば、算出した各平均値 D が、予め定めた閾値内に収まっているか否かを判定する。

[0118] ここでは、図 1 6（b）および図 1 6（d）に示すように、画素列毎の平均値 D を算出し、さらにその平均値（全データの平均値）D a v e を算出する。

- [0119] そして、歪み検出部 141 は、各画素列の平均値 D が、 $D_{ave} \pm D_{th}$ の範囲内に収まっているか否かにより、歪みの有無を判別する（ステップ S2102）。なお、 D_{th} は、予め定めておく。
- [0120] 歪み検出部 141 は、収まっていない場合、歪み有り と判別する。歪み有と判別した場合、さらに、波形歪みの振幅 A_d を算出する。
- [0121] 歪み有り と判別された場合、さらに、歪み検出部 141 は、所定の時間後、第二の領域 523 の波形歪みを算出する（ステップ S2103）。ここでは、まず、歪み検出部 141 は、第一の領域 522 と同様の手法で、第二の領域 523 の画素列毎の平均値を算出して波形歪みの振幅 A_{d2} を算出する。
- [0122] さらに、エンジンコントロールユニット 300 から受信した自車両の速度情報の時刻歴と、第一の領域 522 の距離情報計算を行ったフレーム取得から第二の領域 523 の計算を行ったフレーム取得までの経過時間と、を用いて、フレーム間の移動距離を推定する。そして、その移動距離の情報を基に、波形歪みの、投影時の倍率を算出する。
- [0123] そして、歪み検出部 141 は、歪みの原因を判別する（ステップ S2104）。歪みの原因は、第一の領域 522 で算出した波形歪みの振幅と、第二の領域 523 で算出した波形歪みの振幅とが一定であるか否かにより、判別する。一定の場合、外的振動によるものと判別する。
- [0124] 外的な振動が原因の場合の波形歪みと、検出対象自身が歪んでいる場合の波形歪みとの発生の違いを、図 14（b）および図 14（c）に示す。
- [0125] これらの図に示すように、外的な振動が原因として検出される波形歪みの振幅および周波数は、図 14（b）に示すように、どの距離領域においても略同一である。一方、検出対象自身が歪んでいる場合は、図 14（c）に示すように、波形歪みの振幅は光学的な消失点 521 からの距離に対して略線形に増加する。
- [0126] 例えば、第一の領域 522 における距離情報計算結果の振幅を A_d とする。外的な振動により検出される場合は、図 14（b）に示すように、全ての

距離において、波形歪みの振幅は A_d となる。一方、検出対象の形状が歪んでいる場合は、第一の領域 522 までの距離と、第二の領域 523 までの距離と、第三の領域 524 までの距離（近距離）とが等間隔と仮定すると、図 14（c）に示すように、第二の領域、第三の領域では、 $2A_d$ 、 $3A_d$ となる。

[0127] 歪み振幅検出部 142 は、歪み検出部 141 が、歪みの要因が外的振動によるものと判別した場合（ステップ S2105）、補正部 120 が補正に用いる変位量を算出する（ステップ S2106）。

[0128] ここでは、歪み振幅検出部 142 は、例えば、図 17（a）に示すように、第一の領域 522 と同様の手法で、第二の領域 523 の全データの平均値 D_{ave} を計算する。そして、図 17（b）に示すように、各列方向の平均値 D と、全データの平均値 D_{ave} との差分 D_y を算出する。

[0129] 補正部 120 は、上記差分 D_y を変位量 A_y として、距離画像および強度画像の各画素値のアドレスを補正し（ステップ S2107）、処理を終了する。

[0130] 補正は、以下の式（5）に従って行う。

[数5]

$$(P_{cx}, P_{cy}) = (P_x, \text{ROUND}(P_y - A_y)) \cdots (5)$$

ここで、 P_x および P_y は、距離情報メモリ 131 または強度情報メモリ 132 の、X 軸および Y 軸のピクセルのアドレスである。 P_{cx} および P_{cy} は、その変換後のアドレスである。

[0131] なお、上記ステップ S2102 で歪み無し、と判別された場合、および、上記ステップ S2105 で、歪みの要因が形状によるものと判別された場合、ステップ S2101 へ戻り、処理を繰り返す。

[0132] なお、ステップ S2104 における要因の判定は、必ずしも振幅により行わなくてもよい。検出された歪みが実際の検出対象の形状なのか外的な振動が原因であるかを判別可能な基準であればよく、例えば、画像解析の結果得られた周波数を用いてもよい。

[0133] なお、上記例では、補正量 A_y を、第二の領域 523 の距離情報（波形歪み）から算出したが、これに限定されない。例えば、図 14（a）に示すように、より消失点 521 に近い遠距離位置、遠距離位置より消失点から遠い中距離位置、さらに消失点から遠い近距離位置の 3 位置以上であってもよい。この場合、例えば、3 位置を、光学的な消失点 521 から等間隔に設定してもよい。この場合、距離情報メモリ 131 は、少なくとも、距離情報を計算する位置の数と同じだけのフレーム数分の距離情報メモリを確保可能とする。また、第三の領域 524 は、視野の全列のデータをカバーする領域とすることが望ましい。

[0134] また、距離情報計算の領域の形は図 14（a）のように必ずしも長方形に限定するものではなく、消失点 521 からの投影が可能な形であればどのような形状でも構わない。

[0135] 以上説明したように、本実施形態によれば、光測距装置 100a が取得した距離画像そのものを用いて、外的振動による歪みを補正できる。第一の実施形態のように、光測距装置 100 とは別体の振動検出センサを用いない。従って、光測距装置 100a のみで、走査型センサにおいて、外的な振動が加わった場合においても、フレーム内の歪みを補正した検出結果を得ることができる。すなわち、より簡単な構成で、振動による歪みの影響のない、高品質な画像を得ることができる。

[0136] また、外的振動の方向が予めわかっている場合、当該振動方向に揺動方向を設定することにより、第一の実施形態同様、取得したデータを効率的に利用することができる。

[0137] <<第三の実施形態>>

本発明の第三の実施形態を説明する。本実施形態では、光測距装置とは別体の画像取得装置が取得した画像を用い、外的な振動の主振動方向を特定する。また、当該画像を用い、距離画像および強度画像の外的振動による歪みを補正する。

[0138] 図 18 は、本実施形態の光測距装置 100b の構成図である。本図に示す

ように、本実施形態の光測距装置 100b は、基本的に第一の実施形態の光測距装置 100 と同様の構成を有する。以下、本実施形態について、第一の実施形態と異なる構成に主眼をおいて説明する。

[0139] 本実施形態では、光測距装置 100b 外部の画像取得装置 600 からの情報を用い、変位量 A_x , A_y 、光測距装置 100b の主振動方向 θ_M を算出する。そして、それを用いて、伝搬方向制御部 216 は、スキャナ 212（光偏向部 213）の揺動方向を制御し、補正部 120 は、外的振動の影響を補正する。

[0140] これを実現するため、本実施形態の光測距装置 100b は、画像取得装置 600 で取得したデータ（以下、カメラ画像と呼ぶ）を格納するカメラ画像情報メモリ 133 を備える。また、補正量（変位量） A_x , A_y を算出する情報照合部 140b、を備える。情報照合部 140b は、歪み振幅検出部 142b と、視点変換部 143 と、画像処理部 144 と、を備える。

[0141] また、本実施形態の振動解析部 233 は、歪み振幅検出部 142 から変位量 A_x , A_y を得、主振動方向の、主振動角 θ_M を特定する。

[0142] なお、伝搬方向制御部 216 は、第一の実施形態と同様に、スキャナ 212 の揺動方向が、主振動方向 θ_M と略平行になるよう制御する。

[0143] なお、画像取得装置 600 は、1 フレーム分の画素値を一度に取得可能な、非走査型のセンサとする。画像取得装置 600 は、例えば、CCD や CMOS といった非走査型の撮像素子を有するカメラである。画像取得装置 600 は、光測距装置 100b と同じ、あるいは、より高速なフレームレートをもち、同期制御を行うことで光測距装置 100b と同じタイミングで、フレームを撮像することが可能であるものとする。

[0144] 各部の詳細な説明に先立ち、非走査型センサで取得したカメラ画像と、本実施形態の光測距装置 100b のような走査型センサで取得した強度画像とを用い、距離画像および強度画像の振動による歪み（変位量）を算出可能な理由を説明する。

[0145] 図 19（a）は、走査型のセンサにおいて外的な振動が加わった場合の視

野 4 6 1 の様子を示す模式図である。走査型のセンサの場合、本図に示すように視野 4 6 1 が振動に同期して歪むため、検出結果も歪む。

[0146] 図 1 9 (b) は、非走査型のセンサにおいて外的な振動が加わった場合の視野 4 7 1 の様子を示す模式図である。非走査型のセンサの場合、露光時間が短い理想的なセンサであれば、視野の歪みは十分に無視することができる。検出結果として、露光時のタイミングにおける振動振幅分だけ視野全体がずれた結果が得られる。

[0147] 従って、非走査型センサの取得結果と走査型センサの取得結果の情報を照合することにより、走査型のセンサにより得られる検出対象の形状の歪みの原因を特定できる。すなわち、検出対象自体が歪んだ形状を有するか、外的な振動によるフレーム内歪みにより視野が歪んで見えているかの区別が可能となる。

[0148] これを利用し、本実施形態の情報照合部 1 4 0 b による、変位量を算出処理の詳細を、図 2 0 に沿って説明する。

[0149] 視点変換部 1 4 3 は、強度情報メモリ 1 3 2 に格納された強度情報（強度画像）を、画像取得装置 6 0 0 が取得するカメラ画像の視点方向へと変換する視点変換を行う（ステップ S 2 1 0 1）。視点変換には、距離情報メモリ 1 3 1 に格納された距離情報（距離画像）を用いる。視点変換は、光測距装置 1 0 0 b の設置位置、視野、画像取得装置 6 0 0 の設置位置および視野等の情報を用い、周知の手法で行う。

[0150] 光測距装置 1 0 0 b と画像取得装置 6 0 0 とは、別体であるため、その視野は異なる。従って、情報照合前に、距離画像をカメラ画像の視点へと視点変換を行う。ただし、光測距装置 1 0 0 b と画像取得装置 6 0 0 とが、両者の視野ずれが無視できる程度に至近距離に設置されている場合は、視点変換は必ずしも行わなくてもよい。この場合、視点変換部 1 4 3 は備えなくてもよい。

[0151] 画像処理部 1 4 4 は、視点変換後の強度画像とカメラ画像とに対し、各種の画像処理を行う（ステップ S 3 1 0 2）。ここでは、例えば、レンズ歪み

補正、光量補正、ガンマ補正、ビット数変換によるレンジ変換および画像サイズ変換等を行う。このような画像処理を行うことで、強度画像とカメラ画像間の比較が可能となる。

- [0152] 歪み振幅検出部 142 b は、処理後の強度画像とカメラ画像とを比較し、ピクセルずれ量を計算し、変位量として算出する（ステップ S 3103）。算出結果は、振動解析部 233 と、補正部 120 とへ出力する。
- [0153] ずれ量は、画像内のテンプレートによりマッチング処理により算出する。ずれ量計算の詳細を、図 21（a）～図 22（c）を用いて説明する。
- [0154] まず、図 21（a）～図 21（c）を用いて、揺動方向が Y 軸方向の場合の、処理後の強度画像 620 とカメラ画像 610 とのピクセルずれ量算出する過程を説明する。ピクセルずれ量は、カメラ画像 610 内のテンプレート 611 によるマッチング処理により算出する。ピクセルずれ量の算出は、強度画像 620 の、揺動方向の列ごとに実施する。
- [0155] 例えば、図 21（a）に示すテンプレート 611 を用いるものとする。テンプレート 611 として用いる領域は、カメラ画像 610 における、所定列の、例えば、中央寄りの画素数 M だけを用いる。揺動方向の全画素を用いないのは、振動によりカメラ画像 610 の端部の画素値が、比較対象である強度画像 620 において欠ける可能性を考慮したものである。
- [0156] なお、テンプレート 611 に用いる領域は、列中央寄りのピクセルに限定されない。端部の画素を利用してもよい。
- [0157] 歪み振幅検出部 142 b は、抽出されたテンプレート 611 を用い、強度画像 620 内でマッチングする部分を探索する。ここでは、例えば、図 21（b）に示すように、揺動方向にラスタスキャン探索を行う。すなわち、強度画像 620 の、テンプレート 611 と同じ画素数 M の領域について、ラスタスキャンでマッチング処理を行う。
- [0158] マッチングは、SSD（Sum of Squared Difference）法によって評価することにより行う。すなわち、歪み振幅検出部 142 b は、以下の式（6）で表される相違度 R_SSD が最も小さくなる領

域をマッチング領域 5 1 2 とする。

[数6]

$$R_SSD = \sum_{i=0}^{M-1} (I(i) - T(i))^2 \cdots (6)$$

なお、テンプレート 6 1 1 内の各画素の番号を i ($i = 0 \sim M-1$)、テンプレート 6 1 1 の番号 i の画素の輝度値を $T(i)$ 、および、比較する強度画像 6 2 0 内の領域における対応する番号 i の画素の輝度値を $I(i)$ とする。

[0159] 図 2 1 (c) に、マッチングの結果、カメラ画像 6 1 0 に対して、X 軸方向に A_x 、Y 軸方向に A_y だけずれた位置がマッチング領域 6 1 2 と判定された場合の例を示す。この場合、歪み振幅検出部 1 4 2 b は、このずれ量 A_y を変位とする。なお、図 2 0 (c) の例では、揺動方向が Y 軸方向であるため、 $A_x = 0$ である。

[0160] 次に、図 2 2 (a) ~ 図 2 2 (c) を用いて、揺動方向が、X 軸に対して θ_F 方向である場合の、ずれ量算出処理例を説明する。この場合、テンプレート 6 1 1 は、その時点の揺動方向 θ_F に沿って抽出する。ただし、テンプレート 6 1 1 に用いる領域は、図 2 1 (a) と同様に、カメラ画像 6 1 0 における揺動方向 θ_F の列の全画素でなく、例えば、カメラ画像 6 1 0 の同方向の列の中央付近の画素数 M だけを用いる。

[0161] この場合も、歪み振幅検出部 1 4 2 b は、抽出されたテンプレート 6 1 1 を用い、強度画像 6 2 0 内でマッチングする部分をラスタスキャンにより探索する。そして、上記式 (6) で表される相違度 R_SSD が最も小さくなる領域をマッチング領域 6 1 2 とする。

[0162] 図 2 2 (c) はマッチングの結果、カメラ画像 6 1 0 に対して水平方向に A_x だけ、垂直方向に A_y だけずれた位置で最も相違度 R_SSD の値が小さくなった様子を示す。

[0163] 歪み振幅検出部 1 4 2 b は、マッチングの結果得られたピクセルずれ量 A_x 、 A_y を、変位量として算出する。

- [0164] 歪み振幅検出部 142b から変位量 A_x 、 A_y を受信した補正部 120 は、第一の実施形態と同様の手法で、補正を行う（ステップ S3104）。
- [0165] なお、振動解析部 233 も、第一の実施形態と同様の手法で、主振動方向 θ_M および合成変位（振幅） A_{com} を算出する。
- [0166] なお、本実施例におけるテンプレートとのマッチング処理は SSD 法に限定するものでなく、SAD (Sum of Absolute Difference) 法、NCC (Normalized Cross-Correlation) 法、あるいはZNCC (Zero-mean Normalized Cross-Correlation) 法を用いてもよい。
- [0167] 以上説明したように、本実施形態によれば、光走査装置 200 の揺動方向が、常に振動方向と略平行になるよう制御される。このため、第一の実施形態同様、走査領域内の検出密度に疎密が生じず、効率的にデータを利用できる。すなわち、外的な振動が加わった場合であっても、検出密度に疎密が生じることの無い均一な検出を実現できる。
- [0168] また、画像取得装置 600 の出力を用い、距離画像の振動による歪みを補正する。従って、第一の実施形態同様、走査型センサにおいて、取得したデータを効率的に利用しつつ、外的振動により検出対象の歪みを補正できる。
- [0169] なお、上記各実施形態における光測距装置 100 は、説明の為に自動車等に搭載する場合を例にあげて説明したが、搭載対象は自動車に限定されない。例えば、無人搬送車のような自律走行型の搬送車やロボット等の周囲の情報を取得する必要があるものであればよい。

符号の説明

- [0170] 100 : 光測距装置、100a : 光測距装置、100b : 光測距装置、110 : 距離画像生成部、120 : 補正部、120a : 補正部、131 : 距離情報メモリ、132 : 強度情報メモリ、133 : カメラ画像情報メモリ、140 : 情報照合部、140b : 情報照合部、141 : 歪み検出部、142 : 歪み振幅検出部、142b : 歪み振幅検出部、143 : 視点変換部、144 : 画像処理部、

200 : 光走査装置、211 : 投光部、212 : スキャナ、213 : 光偏向部、214 : 駆動部、215 : 走査角度検出部、216 : 伝搬方向制御部、221 : 受光部、222 : I/V変換部、223 : 増幅回路、225 : 信号処理部、226 : 出力部、230 : 制御部、231 : 距離演算部、232 : 強度演算部、233 : 振動解析部、234 : 出力処理部、235 : パルス信号生成部、240 : 振動検出装置、

300 : ECU、

401 : 視野範囲、402 : 揺動方向、403 : 並進方向、404 : 軌跡、411 : 黒点、412 : 黒点、421 : 軌跡、422 : 視野範囲、422a : 視野範囲、422b : 検出視野、423 : 列単位、424 : 発光領域、425 : 非発光領域、433 : 列単位、434 : 発光領域、435 : 非発光領域、441 : 検出対象、441a : 検出結果、441c : 検出結果、442 : 検出結果、443 : 検出結果、444 : 振動、451 : 視野、452 : 距離情報、461 : 視野、471 : 視野、

512 : マッチング領域、521 : 消失点、522 : 第一の領域、523 : 第二の領域、524 : 第三の領域、

600 : 画像取得装置、610 : カメラ画像、611 : テンプレート、612 : マッチング領域、620 : 強度画像

請求の範囲

- [請求項1] 揺動方向と、前記揺動方向と交差する並進方向と、で定まる投光方向に、投光する光である測定光を偏向する光偏向部と、
前記測定光を前記光偏向部に向けて投光する投光部と、
前記測定光の、対象物による反射光を受光する受光部と、
前記揺動方向が、自身の主たる振動方向である主振動方向になるよう前記光偏向部を駆動制御する伝搬方向制御部と、
前記反射光から得た情報を出力情報として出力する出力部と、を備えること
を特徴とする光走査装置。
- [請求項2] 請求項1記載の光走査装置であって、
前記主振動方向を算出する振動解析部をさらに備え、
前記振動解析部は、前記主たる振動による当該光走査装置の変位量を取得し、取得した、前記変位量から前記主振動方向を算出すること
を特徴とする光走査装置。
- [請求項3] 請求項2記載の光走査装置であって、
前記振動解析部は、外的振動に伴う変位を検出する変位センサから前記変位量を取得すること
を特徴とする光走査装置。
- [請求項4] 請求項2記載の光走査装置であって、
前記振動解析部は、非走査型の画像取得装置が取得した画像を用い、前記変位量を取得すること
を特徴とする光走査装置。
- [請求項5] 請求項2記載の光走査装置であって、
前記振動解析部は、前記変位量から前記主たる振動の振幅をさらに算出し、
前記伝搬方向制御部は、算出した前記振幅を用い、前記揺動方向の振幅が予め定めた視野範囲となるよう制御すること

を特徴とする光走査装置。

[請求項6]

請求項5記載の光走査装置であって、

前記測定光を投光するタイミングを指示する信号処理部をさらに備え、

前記信号処理部は、前記光偏向部による投光範囲が、予め定めた視野範囲となるよう前記投光するタイミングを制御すること

を特徴とする光走査装置。

[請求項7]

請求項1記載の光走査装置と、

前記出力情報から距離画像を生成する距離画像生成部と、

前記光走査装置の前記主たる振動による変位量を用いて、前記主たる振動による前記距離画像の歪みを補正し、補正後の距離画像を出力する補正部と、を備えること

を特徴とする光測距装置。

[請求項8]

請求項7記載の光測距装置であって、

前記変位量は、外的振動に伴う変位を検出する変位センサから取得すること

を特徴とする光測距装置。

[請求項9]

請求項7記載の光測距装置であって、

前記変位量は、異なる時間に取得した前記距離画像を用いて算出すること

を特徴とする光測距装置。

[請求項10]

請求項7記載の光測距装置であって、

前記変位量は、非走査型の画像取得装置が取得した画像を用いて取得すること

を特徴とする光測距装置。

[請求項11]

請求項7記載の光測距装置であって、

前記変位量は、前記距離画像の各画素値が格納されるメモリ毎に取得され、

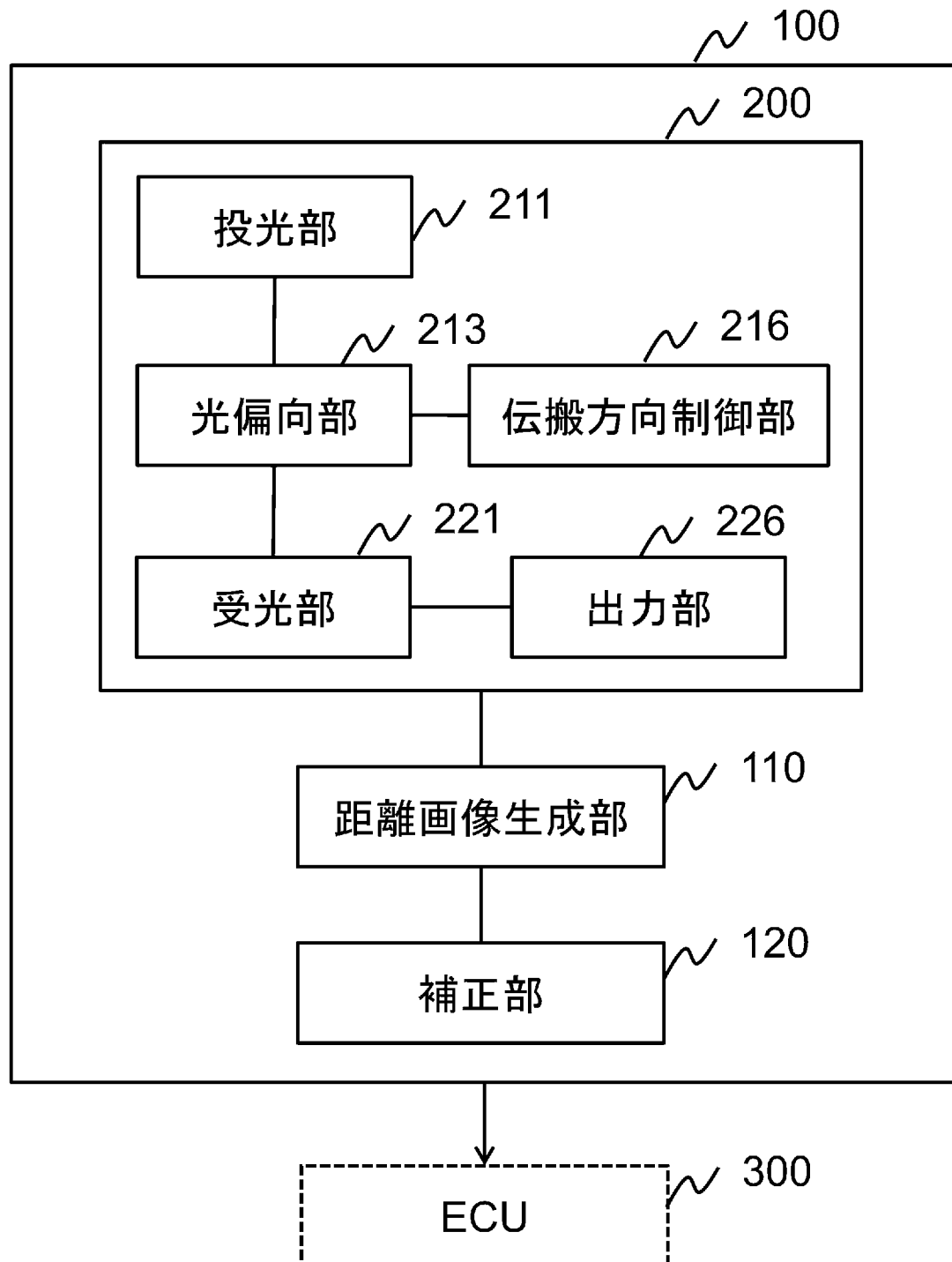
前記補正部は、前記メモリのアドレスを、前記変位量だけ変位させることにより、前記歪みを補正すること
を特徴とする光測距装置。

[請求項12]

請求項11記載の光測距装置であって、
前記変位量は、前記距離画像の各画素値が格納されるメモリのうち、前記主振動方向と略平行なアドレス列については、同一の値を用いること
を特徴とする光測距装置。

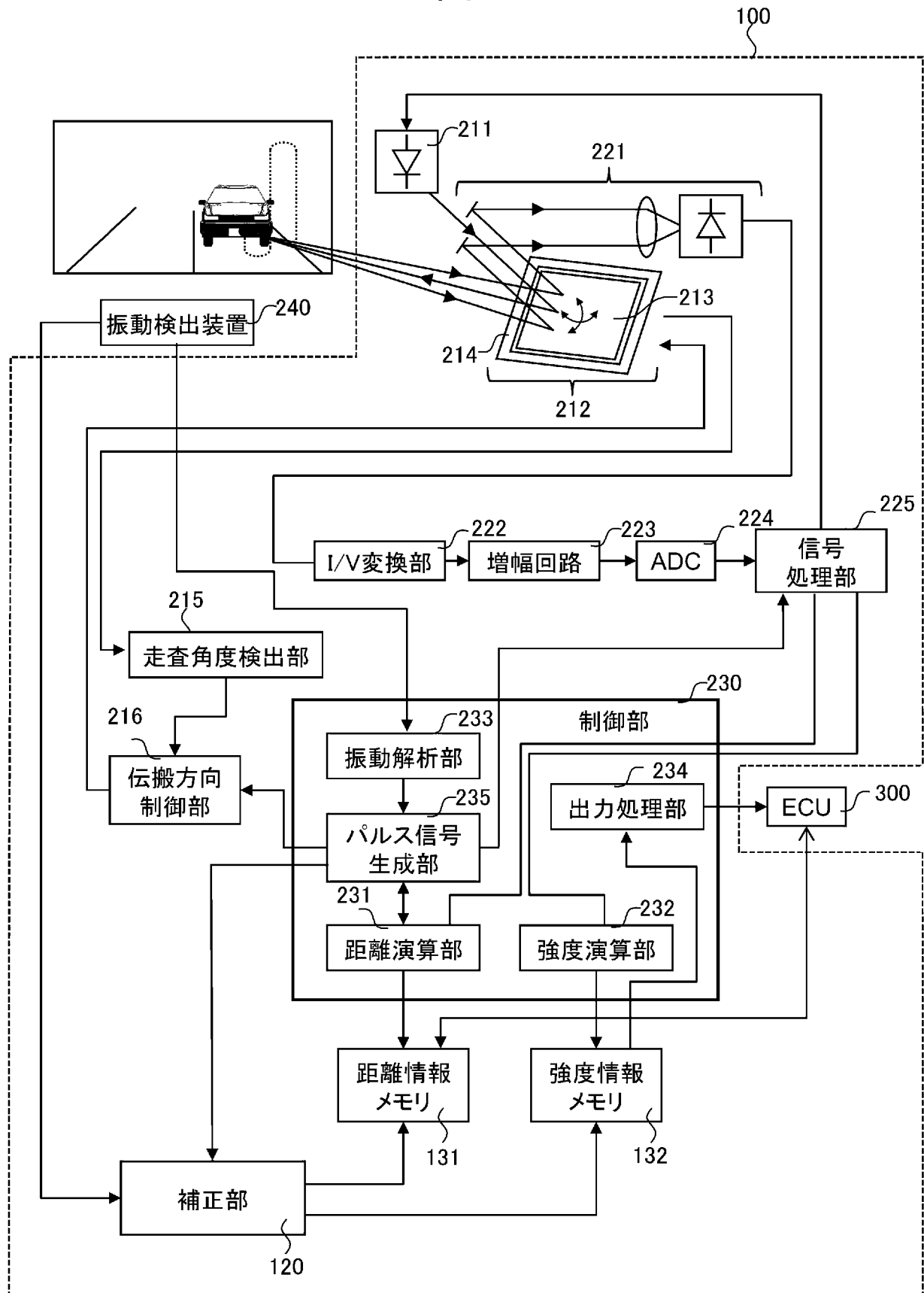
[図1]

図 1



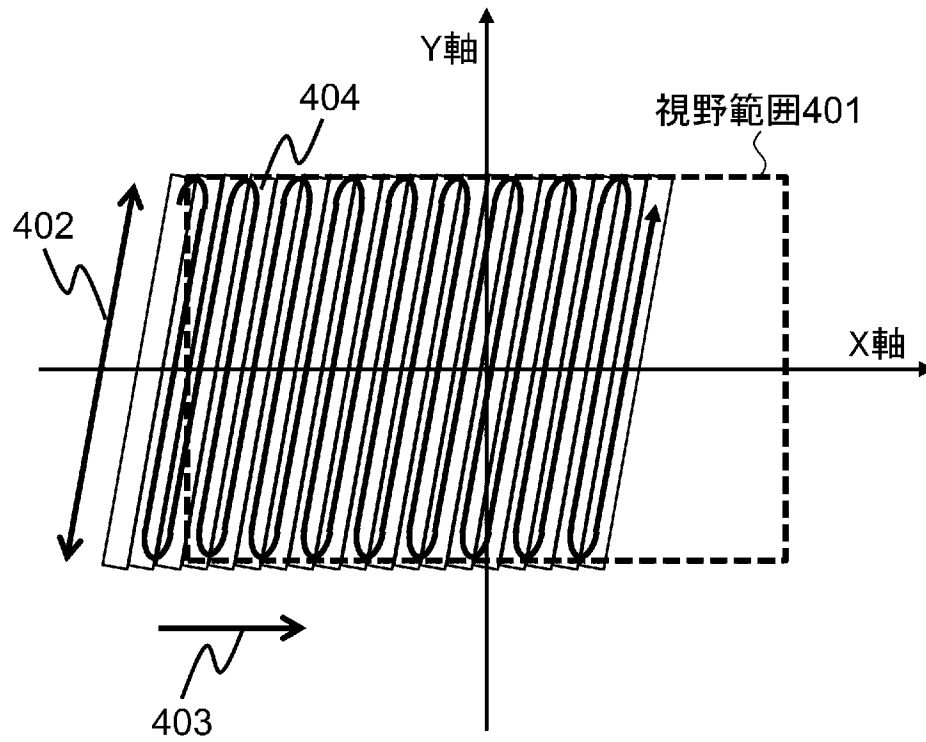
[図2]

図2



[図3]

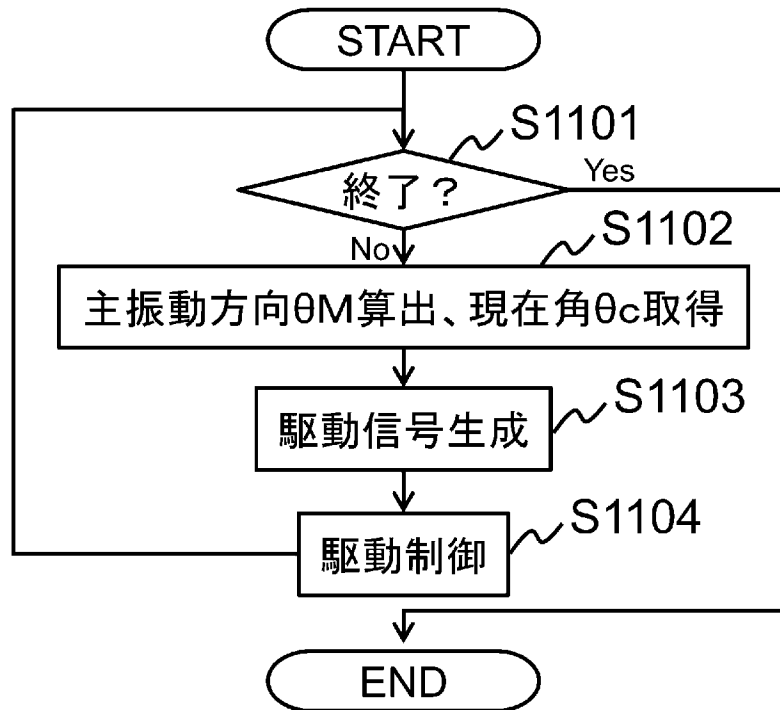
図3



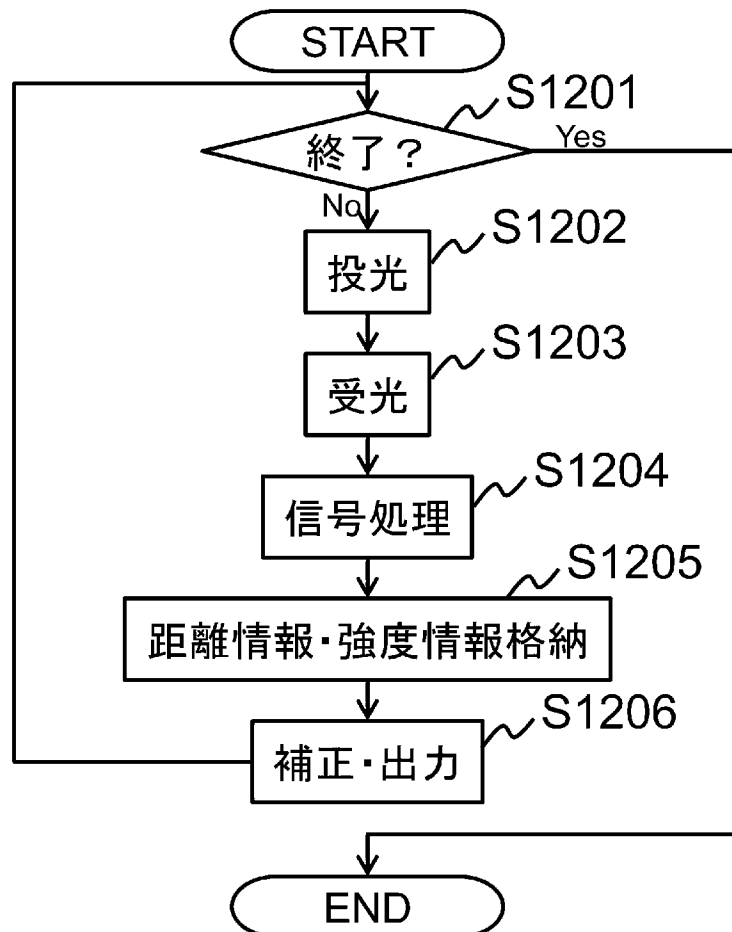
[図4]

図4

(a)

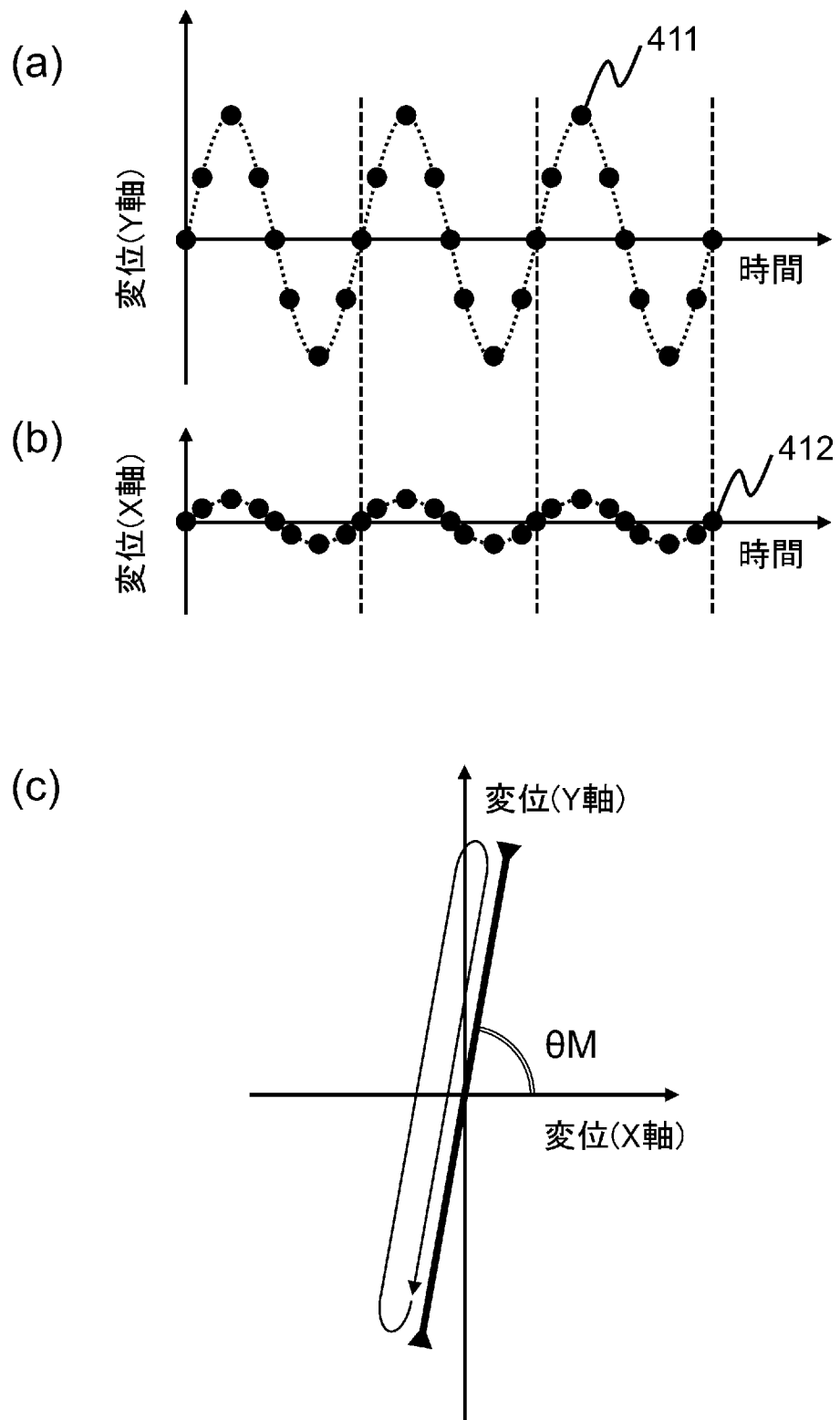


(b)



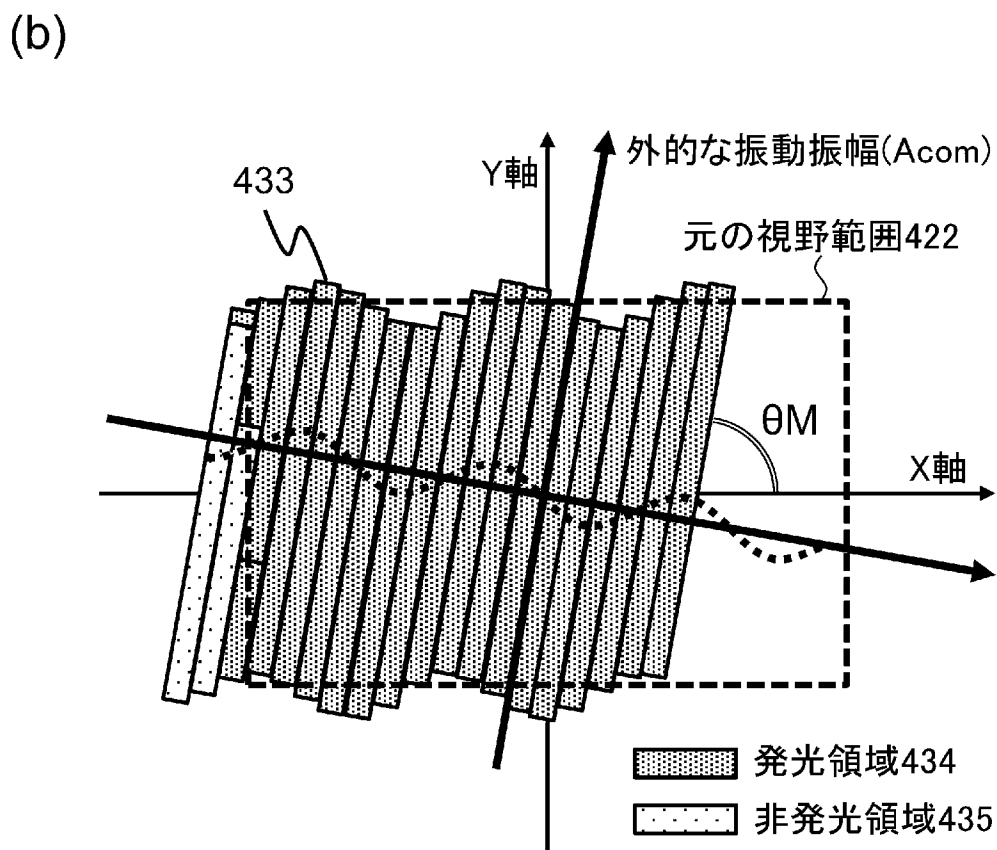
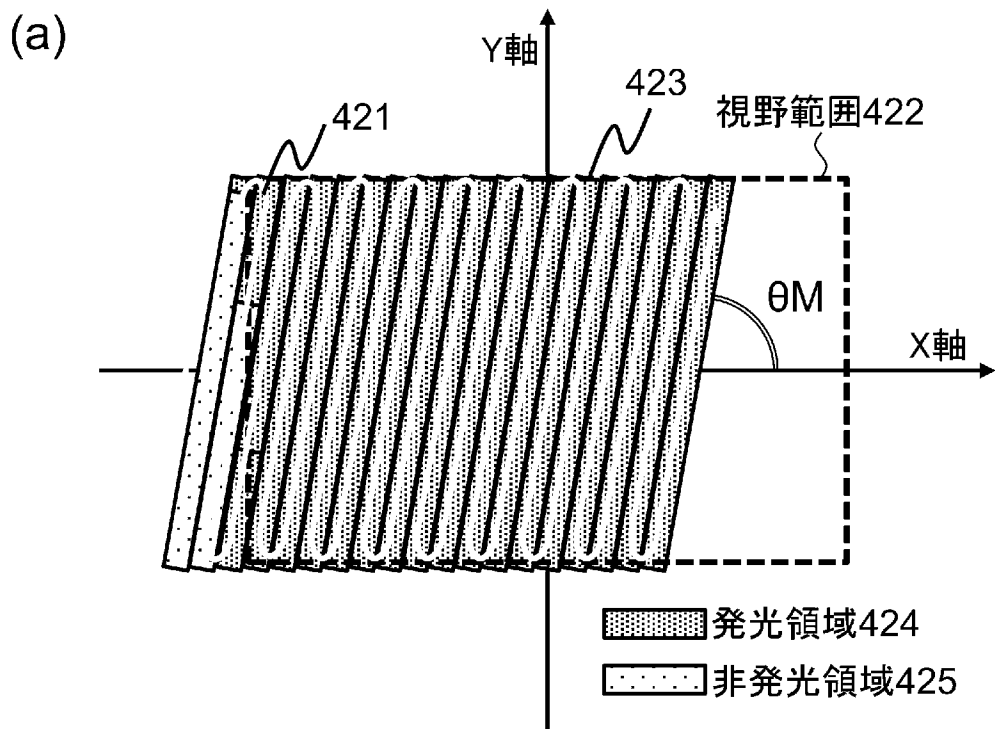
[図5]

図5



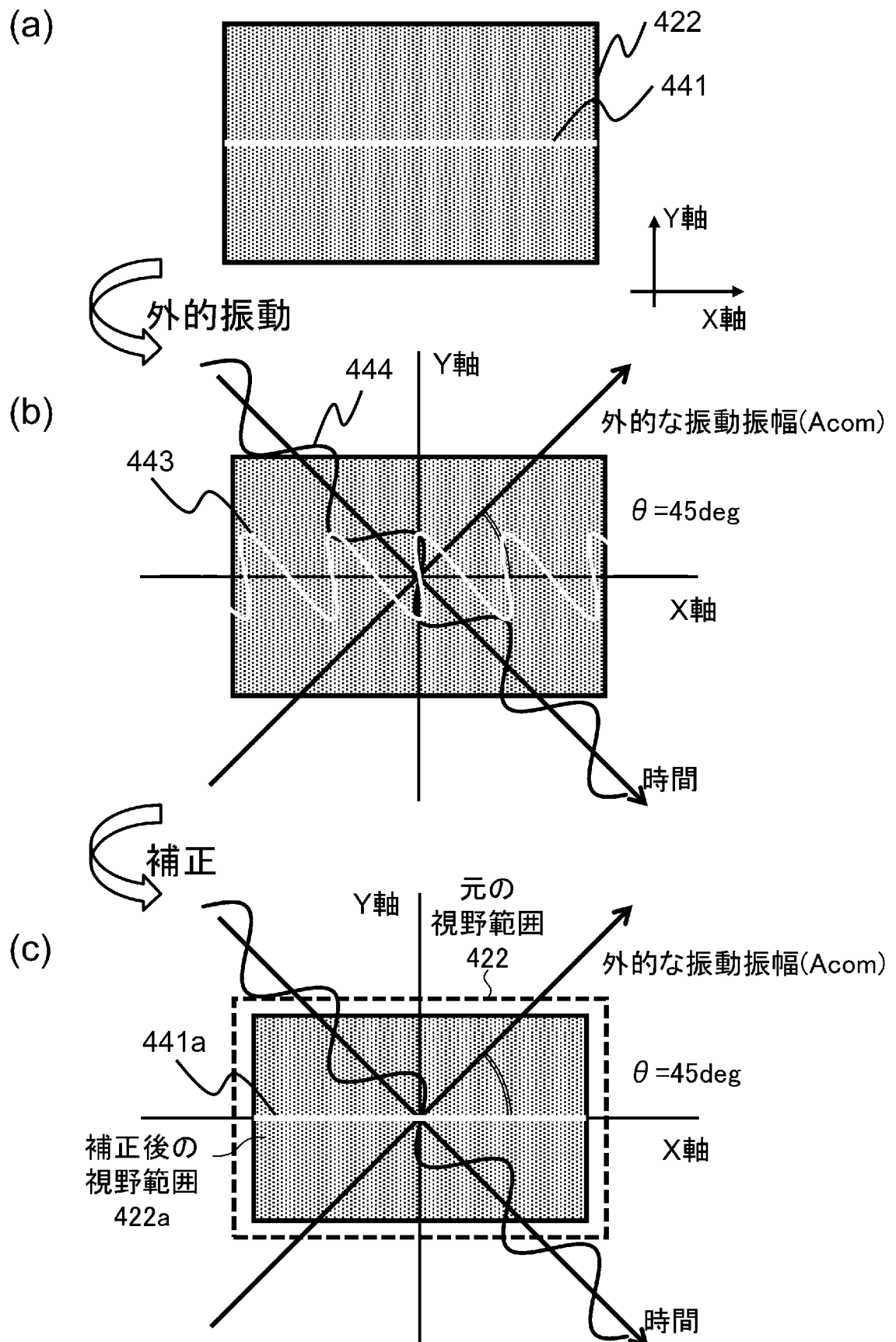
[図6]

図6



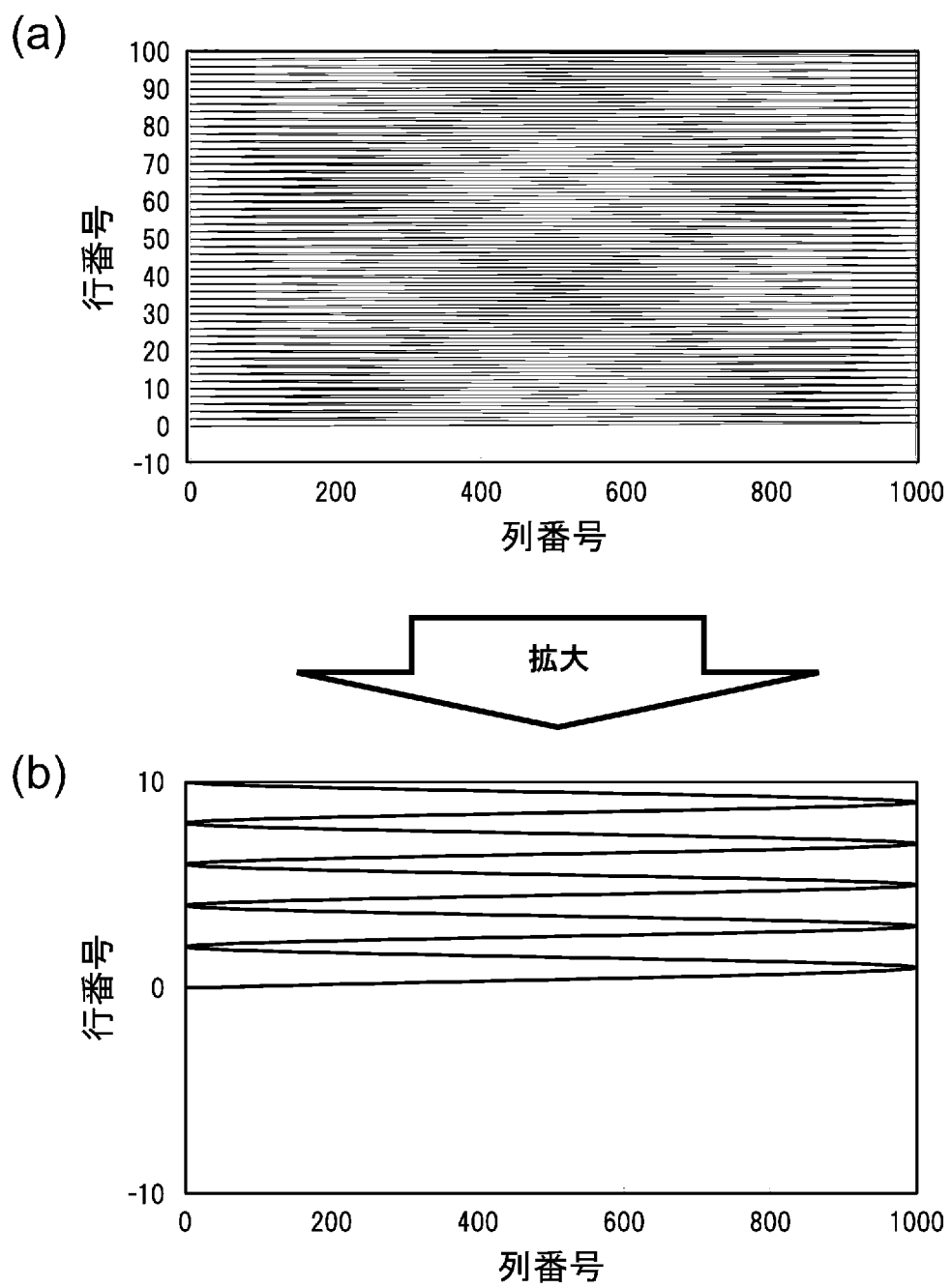
[図7]

図7



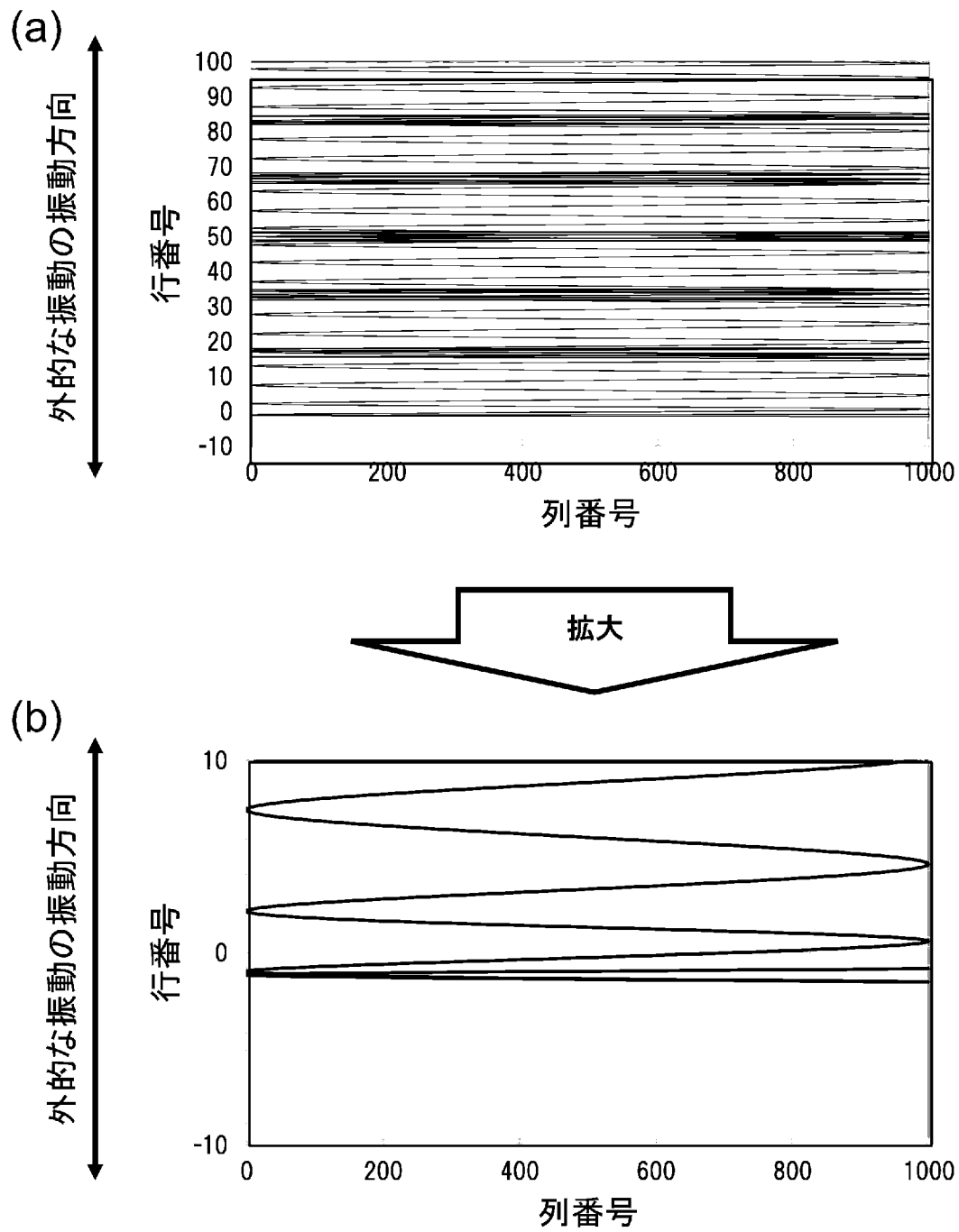
[図8]

図8



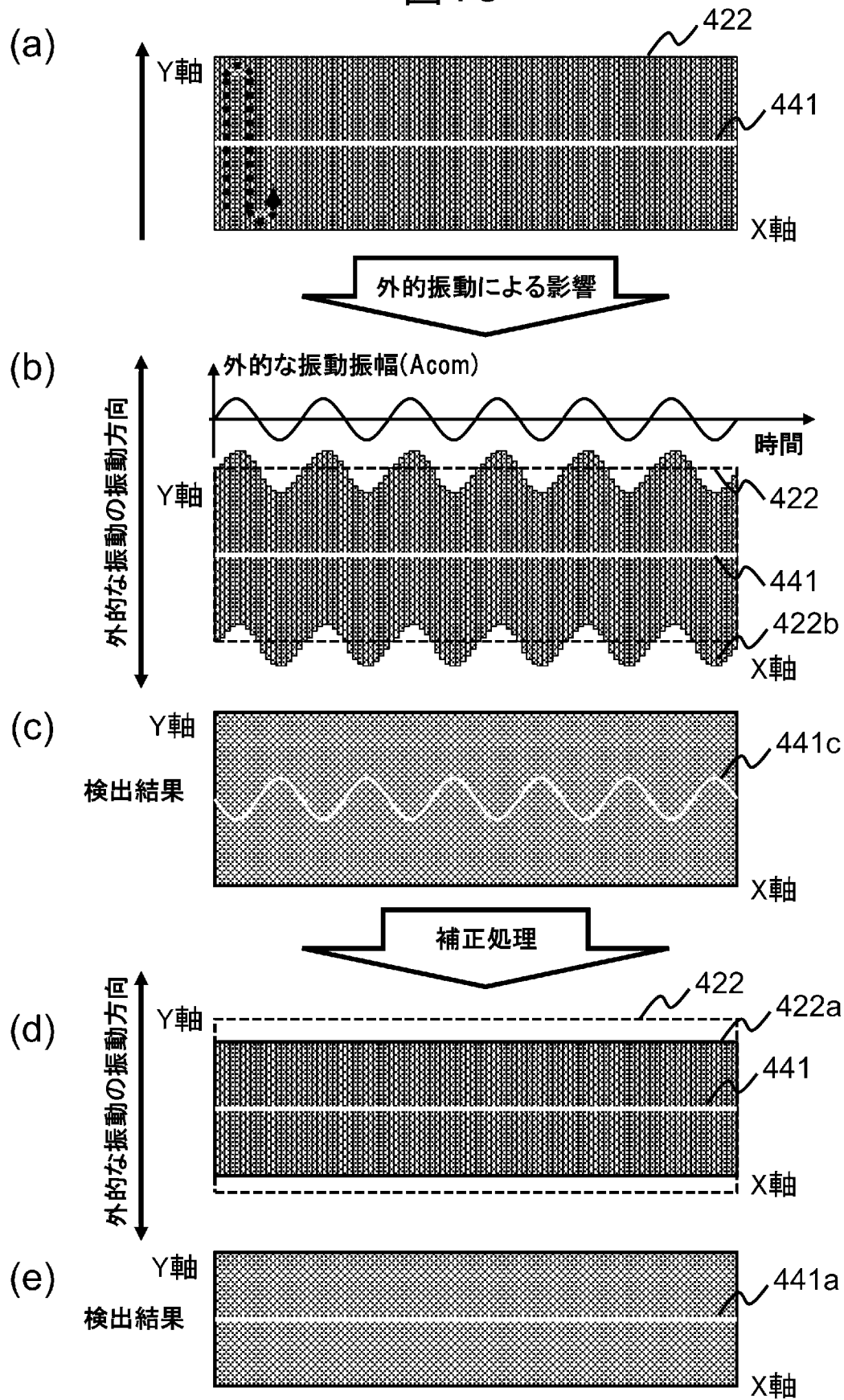
[図9]

図9



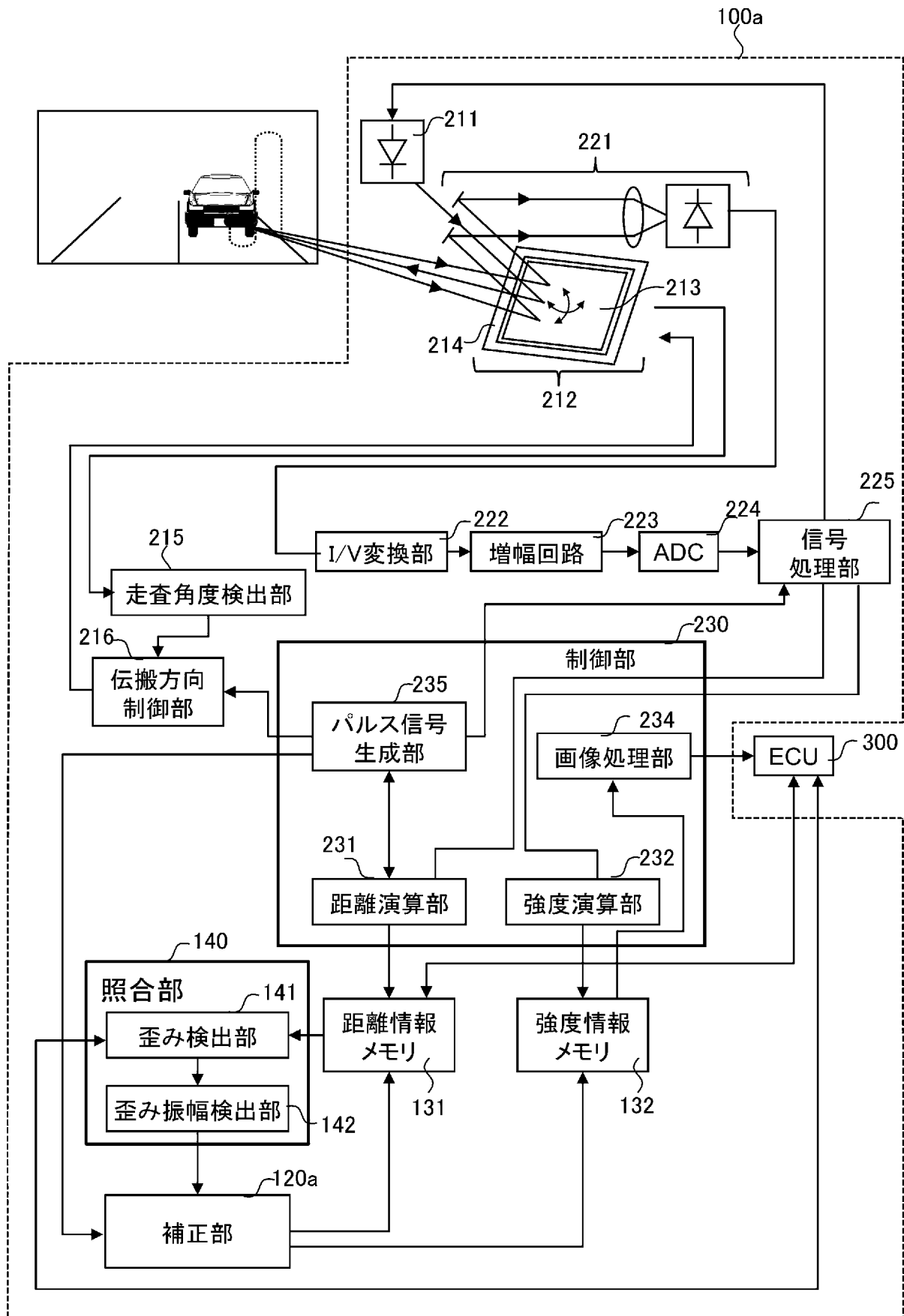
[図10]

図10



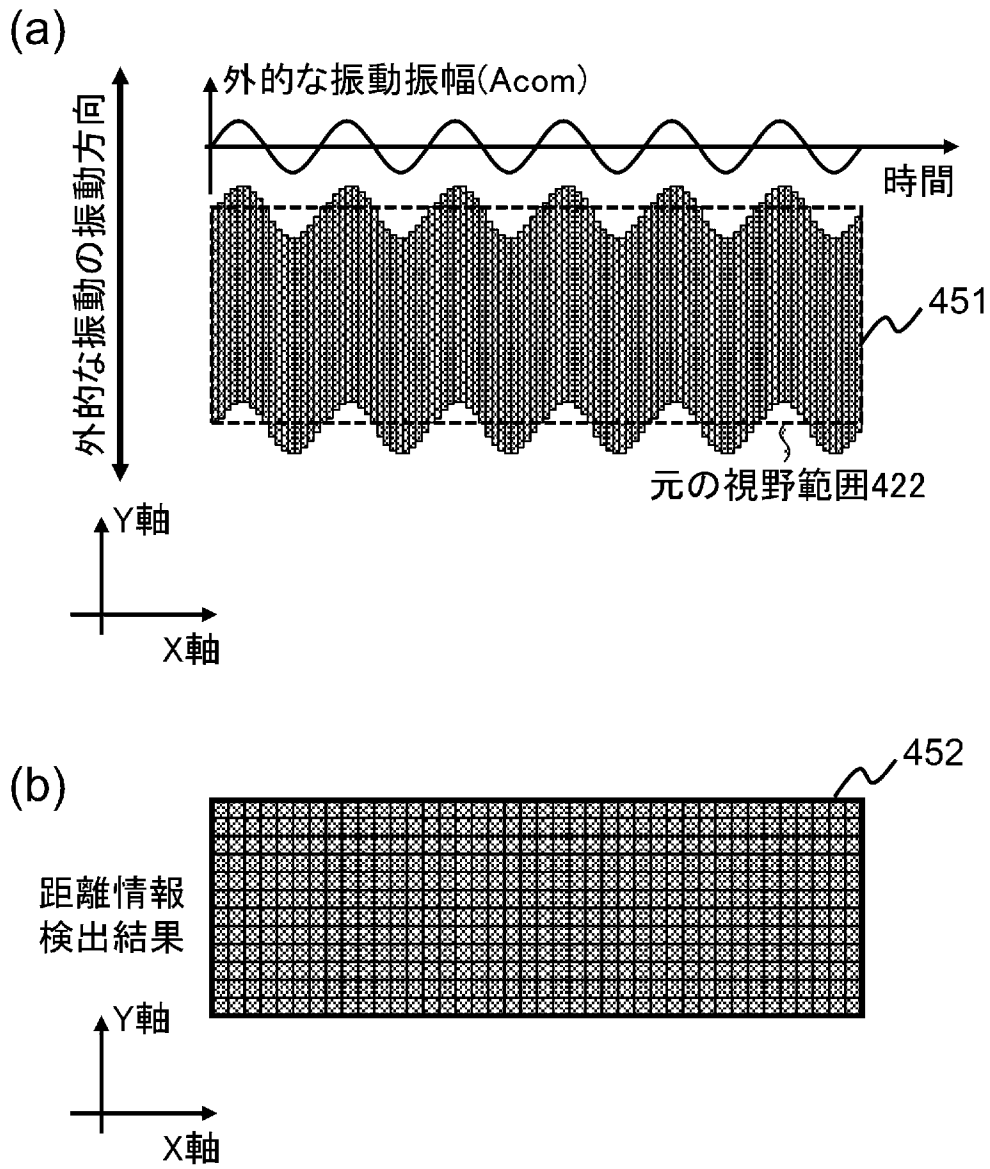
[図11]

図11



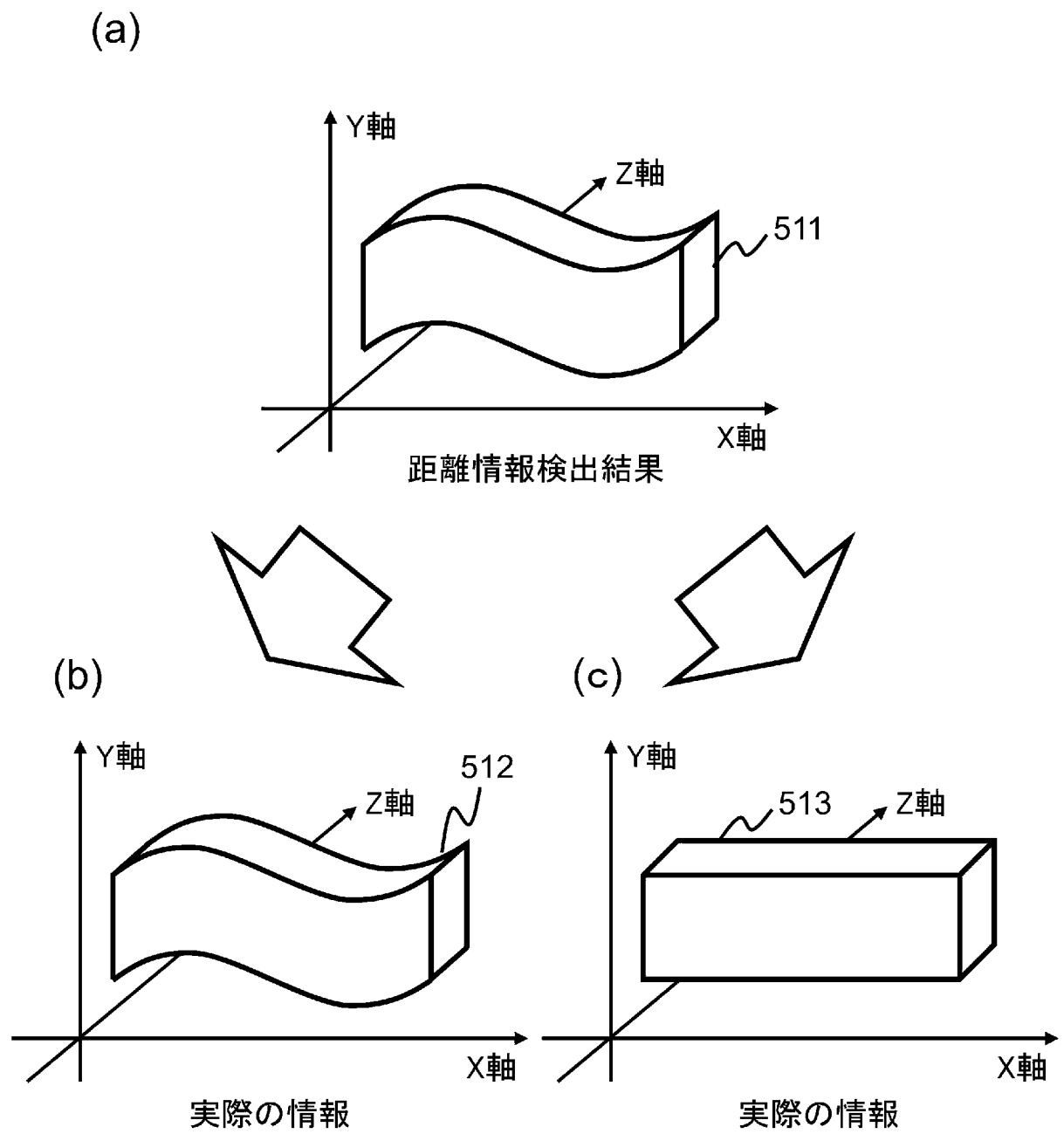
[図12]

図12



[図13]

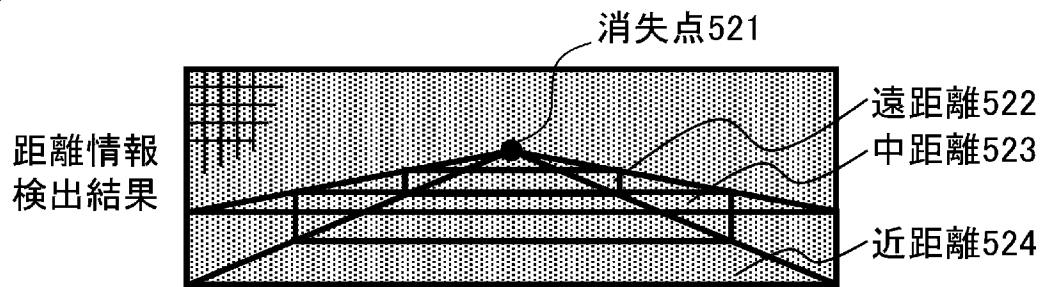
図13



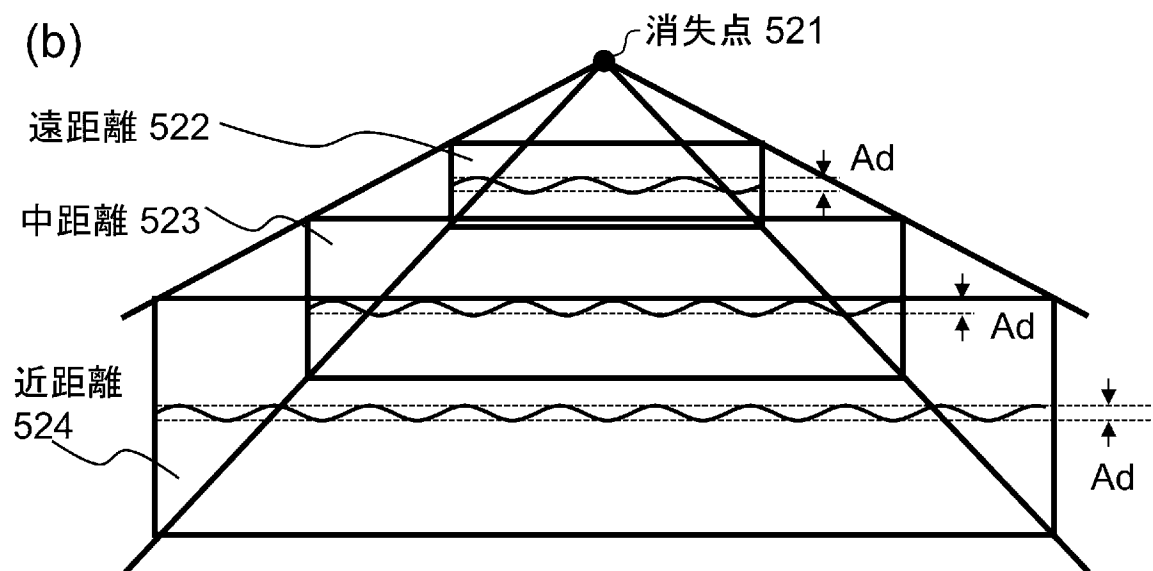
[図14]

図14

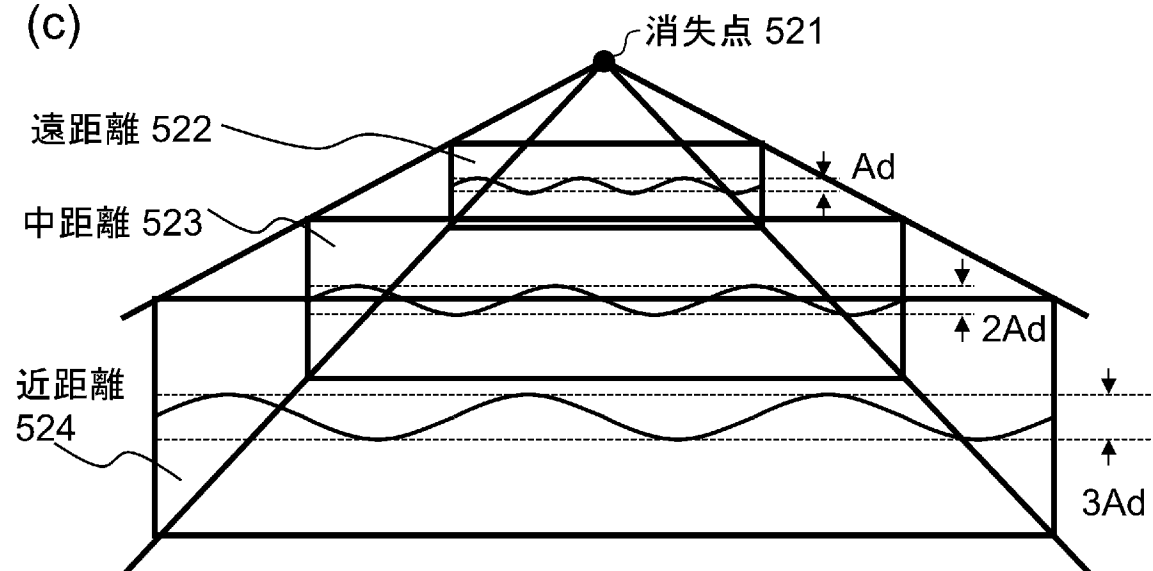
(a)



(b)

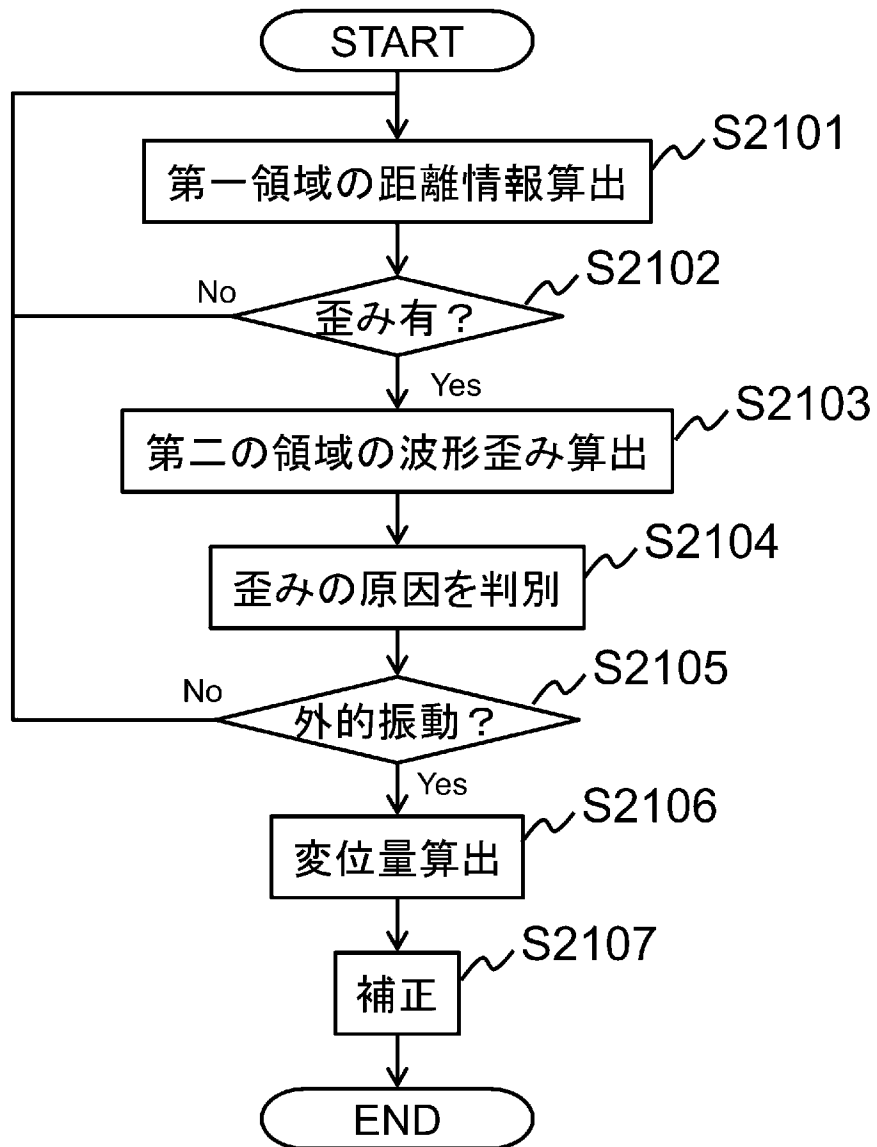


(c)



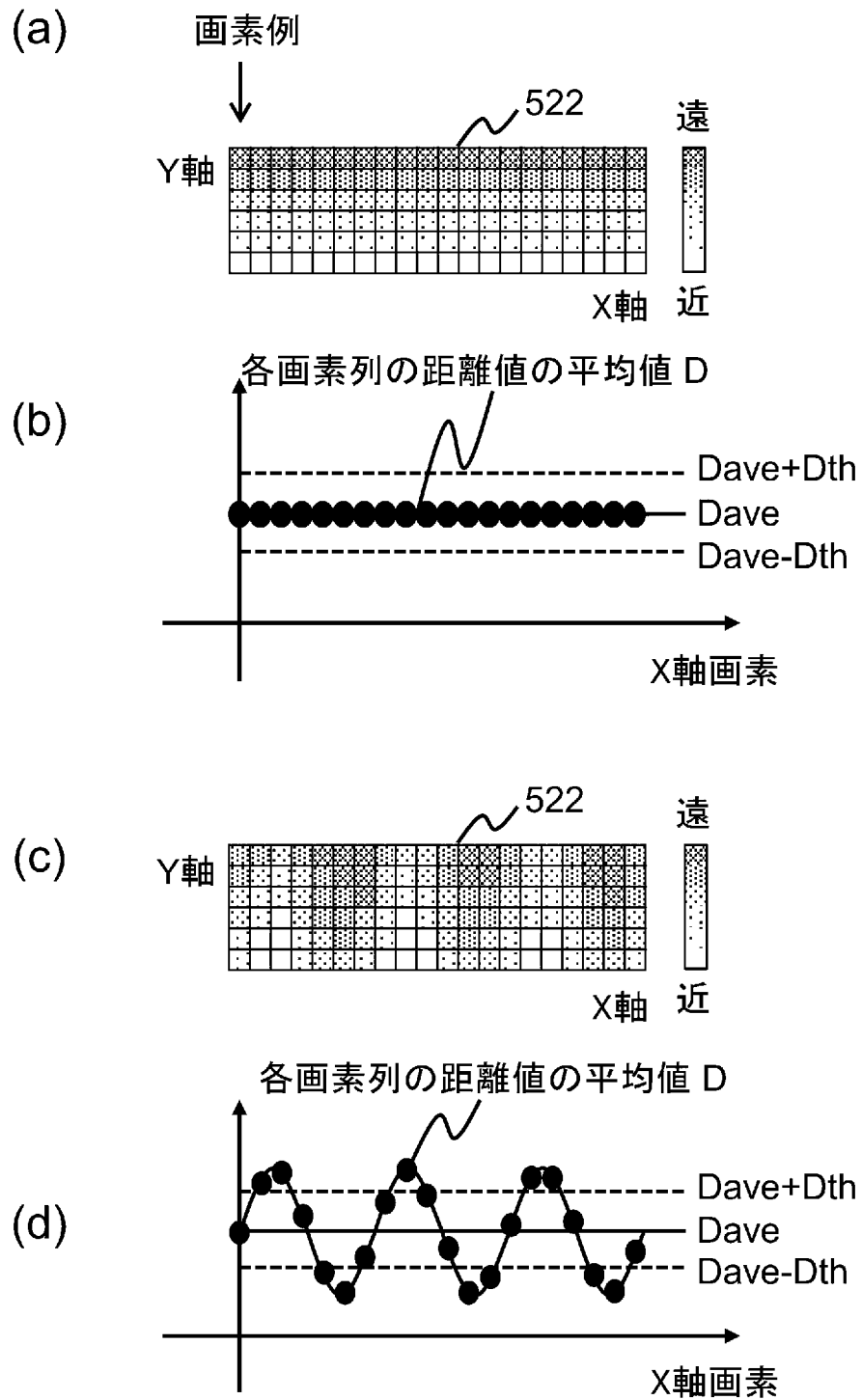
[図15]

図15



[図16]

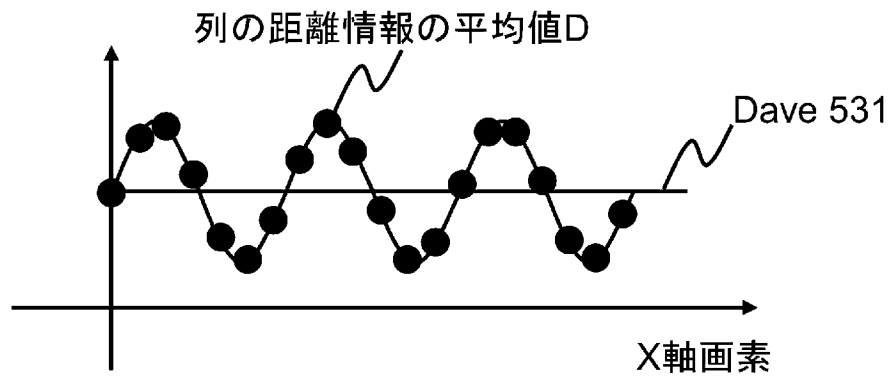
図16



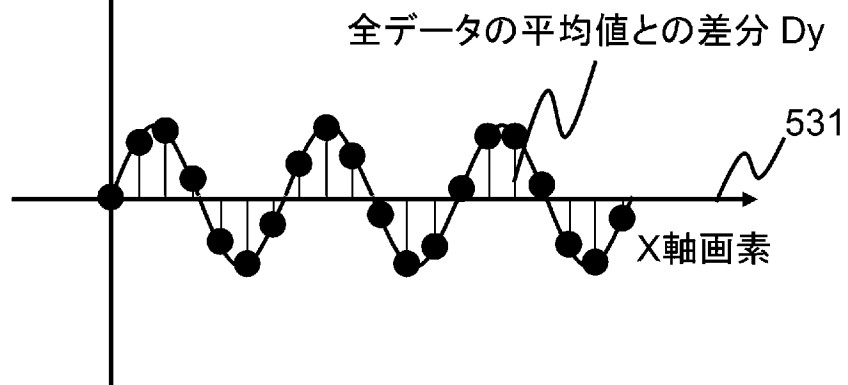
[図17]

図 17

(a)

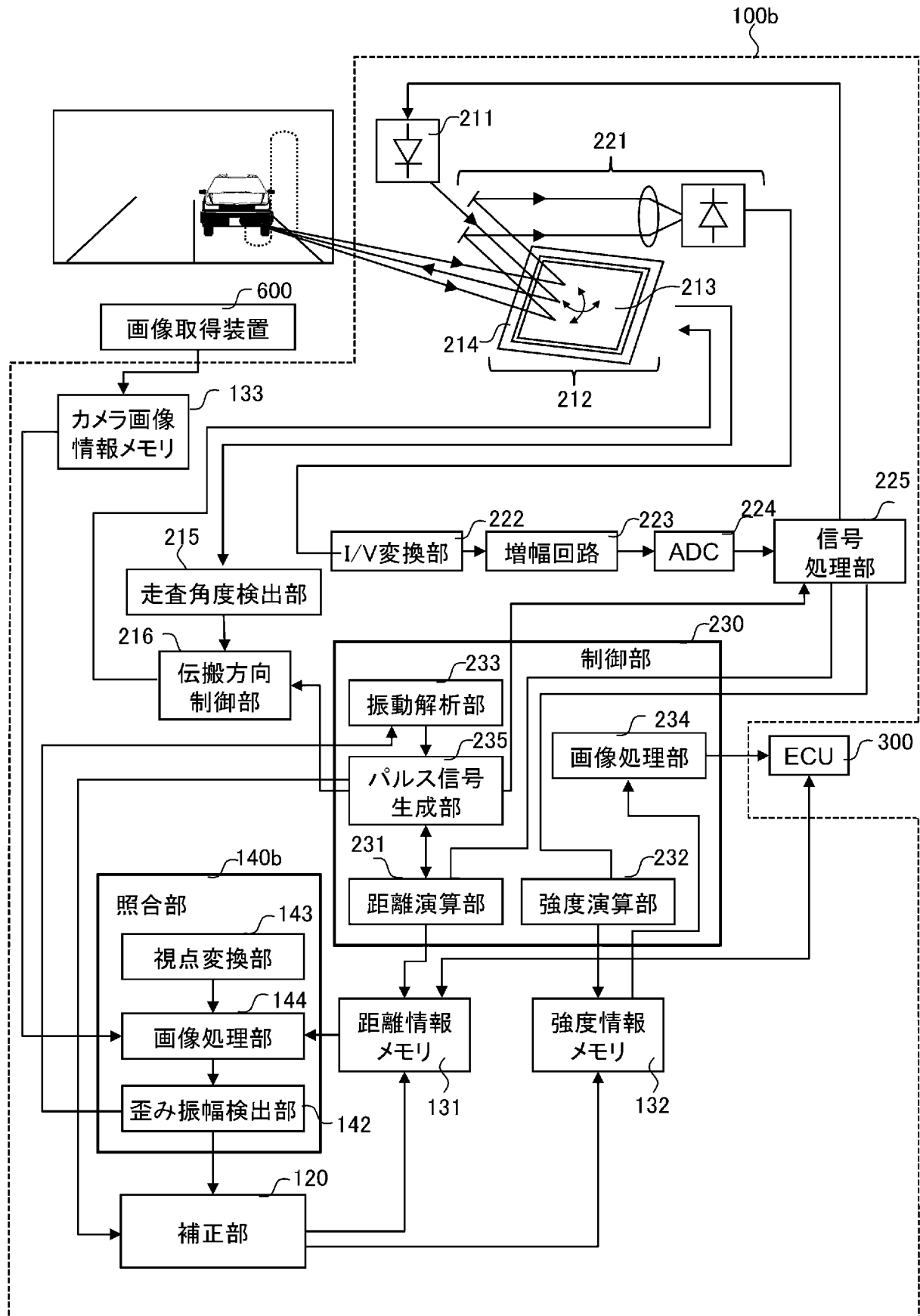


(b)



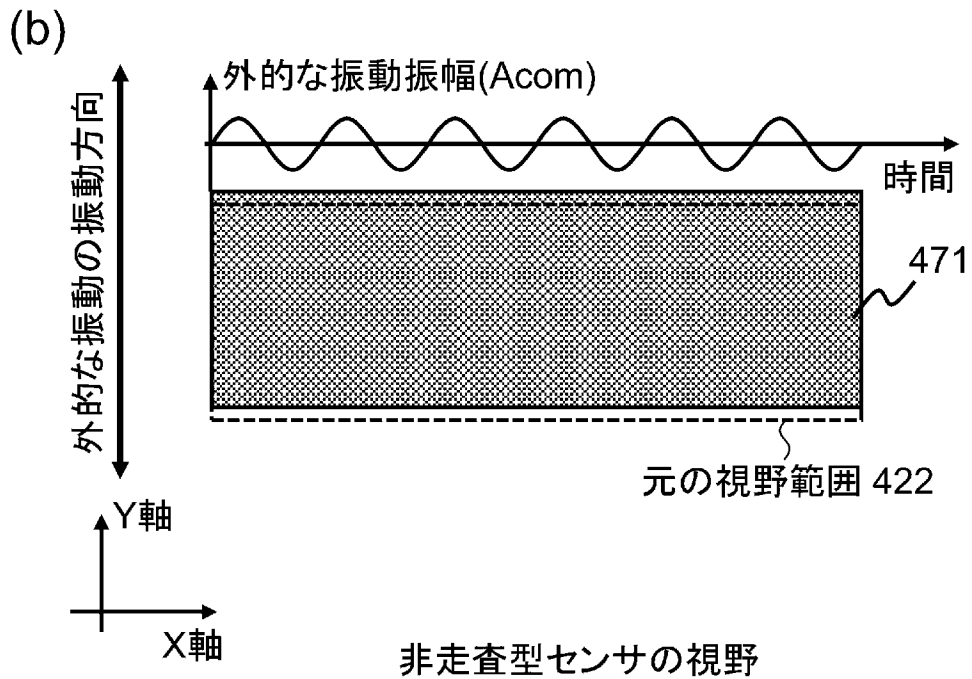
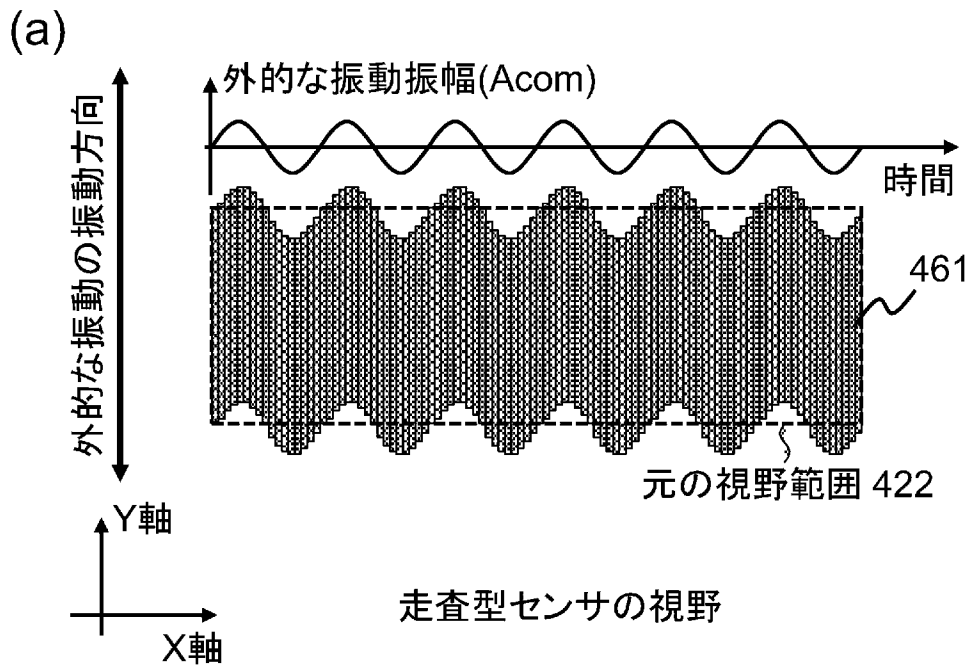
[図18]

図18



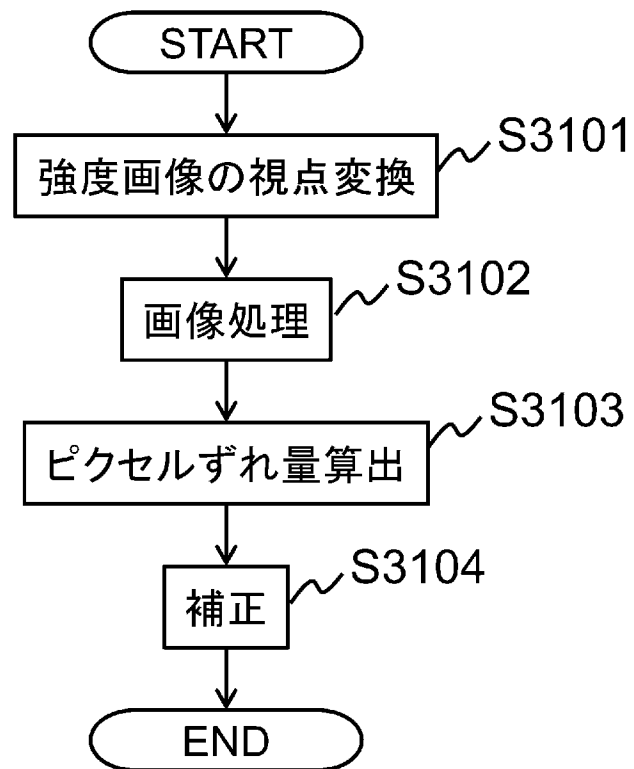
[図19]

図19



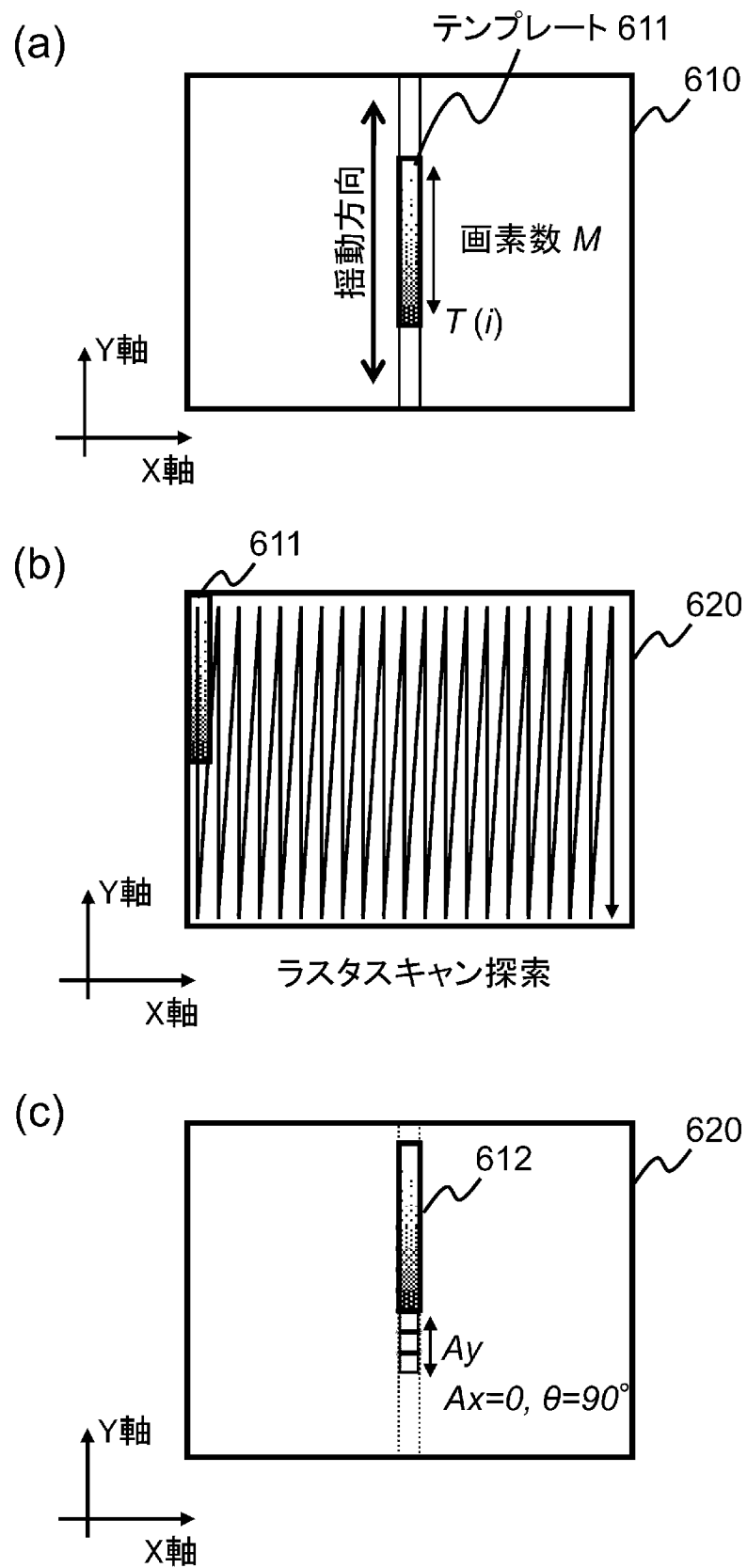
[図20]

図20



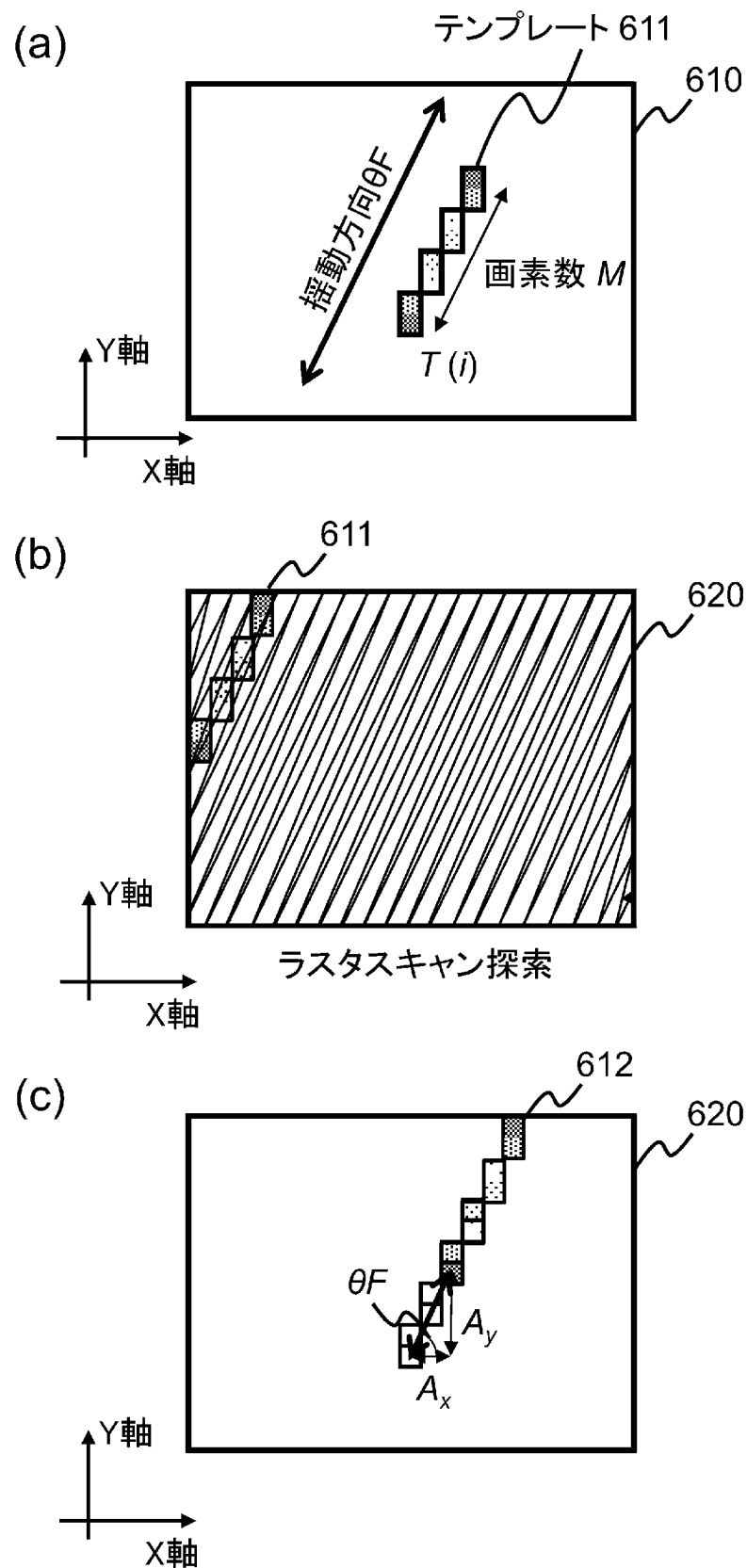
[図21]

図21



[図22]

図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S17/89(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i, G02B26/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, G01C3/00-3/32, G02B26/10-26/12, G08G1/16, B60R21/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-89874 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 06 May 2011 (06.05.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 7-332966 A (Hitachi, Ltd.), 22 December 1995 (22.12.1995), entire text; all drawings & US 5699149 A & EP 686857 A2	1-12
A	JP 5-100025 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 23 April 1993 (23.04.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 February 2017 (22.02.17)

Date of mailing of the international search report

07 March 2017 (07.03.17)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085427

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-170630 A (Robert Bosch GmbH), 26 June 1998 (26.06.1998), entire text; all drawings & US 6026353 A & GB 2320153 A & GB 9725857 A0 & DE 19650863 C & FR 2757649 A	1-12
A	US 2016/0327635 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC), 10 November 2016 (10.11.2016), entire text; all drawings & DE 102016108435 A & CN 106125064 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S17/89(2006.01)i, G01S17/93(2006.01)i, G02B26/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, G01C3/00-3/32, G02B26/10-26/12, G08G1/16, B60R21/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 7 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-89874 A（株式会社豊田中央研究所）2011.05.06, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 7-332966 A（株式会社日立製作所）1995.12.22, 全文、全図 & US 5699149 A & EP 686857 A2	1-12
A	JP 5-100025 A（浜松ホトニクス株式会社）1993.04.23, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12

☒ 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、国際出願日後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

2 2 . 0 2 . 2 0 1 7

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 3 . 2 0 1 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

三田村 陽平

2 S

4 0 0 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 10-170630 A (ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ミト・ベ シュレンクテル・ハフツング) 1998.06.26, 全文、全図 & US 6026353 A & GB 2320153 A & GB 9725857 A0 & DE 19650863 C & FR 2757649 A	1-12
A	US 2016/0327635 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) 2016.11.10, 全文、全図 & DE 102016108435 A & CN 106125064 A	1-12