

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005年1月27日 (27.01.2005)

PCT

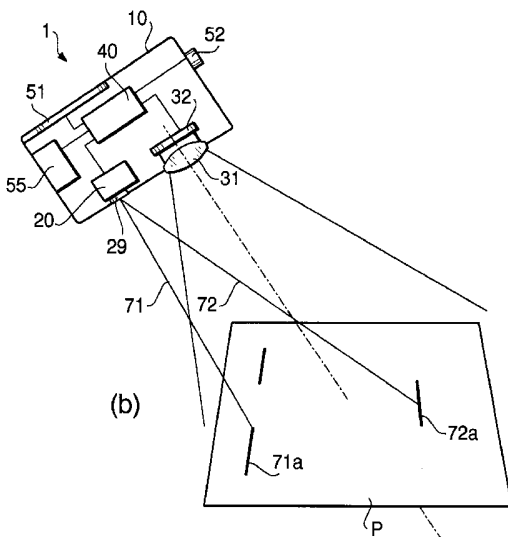
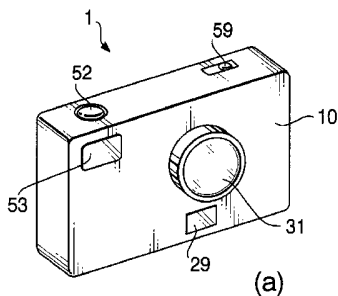
(10) 国際公開番号  
WO 2005/008174 A1

- (51) 国際特許分類7: **G01B 11/24** KAISHA) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/010298
- (22) 国際出願日: 2004年7月20日 (20.07.2004) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岩崎 岳雄 (IWASAKI, Takeo) [JP/JP]; 〒4678561 愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー工業株式会社内 Aichi (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (74) 代理人: 松岡 修平 (MATSUOKA, Shuhei); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24番1号 新都市センタービル5F Tokyo (JP).
- (30) 優先権データ:  
特願2003-278410 2003年7月23日 (23.07.2003) JP  
特願2003-278411 2003年7月23日 (23.07.2003) 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ブラザー工業株式会社 (BROTHER KOGYO KABUSHIKI

[続葉有]

(54) Title: THREE-DIMENSIONAL SHAPE DETERMINING APPARATUS, IMAGE PICKUP APPARATUS, AND THREE-DIMENSIONAL SHAPE DETERMINING METHOD

(54) 発明の名称: 3次元形状検出装置、撮像装置、及び、3次元形状検出方法



(57) Abstract: A three-dimensional shape determining apparatus comprising pattern light projecting means for projecting a plurality of pattern lights including two pattern lights having different angular widths; image pickup means for picking up, at a position having a given distance from the pattern light projecting means, an image of a subject to which the plurality of pattern lights have been projected; and three-dimensional shape computing means for calculating the positions of the plurality of pattern lights projected to the subject to determine the three-dimensional shape of the subject.

(57) 要約: 角度幅の異なる2つのパターン光を含む複数のパターン光を投光するパターン光投光手段と、前記複数のパターン光が投光された対象物体の画像を、前記パターン光投光手段から一定距離離れた位置から撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像に基づき、前記対象物体に投光された前記複数のパターン光の位置を算出して前記対象物体の3次元形状を求める3次元形状演算手段と、を備えることを特徴とする3次元形状検出装置が提供される。

WO 2005/008174 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 3次元形状検出装置、撮像装置、及び、3次元形状検出方法

## 技術分野

[0001] 本発明は、光ビームを用いて対象物体の3次元形状を検出する3次元形状検出装置、この3次元形状検出装置を用いた撮像装置、及び、3次元形状検出方法に関する。

## 背景技術

[0002] 対象物体にスリット光を投光して、そのスリット光が投光された対象物体の画像を撮像装置によって撮像し、その撮像装置によって撮像された画像データに基づいて、対象物体の3次元形状を検出するようにした3次元形状検出装置として、特開平7-318315号公報に記載された次のような装置が知られている。

[0003] この3次元形状検出装置は、1つの光源からの光ビームをスリット光に変換し、このスリット光をハーフミラーで2列に分割して対象物体へ投光するように構成されている。また、この3次元形状検出装置は、対象物体で反射した2列のスリット光の反射位置（以下、スリット光の軌跡と呼ぶ。）を撮像し、撮像された画像におけるスリット光の軌跡に対応する画素毎の点について3次元形状検出装置を基準とする位置を求める。さらに、この3次元形状検出装置において、対象物体がシート状である場合、その対象物体全体の3次元形状が類推される。結果として対象物体の3次元形状が検出される。

## 発明の開示

[0004] 上記の3次元形状検出装置は、光源部で生成された1本のスリット光が、ハーフミラーによって2分割される構成となっている。この場合、広がり角度が同一の2つのスリット光が対象物体に向けて放たれ、対象物体上には実質的に同一の長さの2本のスリット光が投光されることになる。

[0005] このような構成は次のような不利な面を持つ。一例として、光源部に全出射パワーの限られた1つの点光源が用いられる場合を想定する。この場合、各スリット光のパワーはハーフミラーによる2分割の際に半分ずつに配分される。パワーが半分に配分さ

れたスリット光では、正確な読取に必要なスリット光の軌跡の輝度が得られない場合がある。

- [0006] 上記例について、さらに具体的に説明する。前述の3次元形状検出装置に用いられる光ビームの小型の光源が、全出射パワーの定格出力が1mWのレーザーダイオードであるとする。このレーザーダイオードによるレーザー光線が広がり角48度の1列のスリット光に変換されると、このスリット光の単位角度幅あたりのパワーは約 $21 \mu\text{W}/\text{度}$ となる。上記3次元形状検出装置においては1つの光源からのスリット光がハーフミラーにより2分割されるので、各スリット光のパワーはその半分の約 $10 \mu\text{W}/\text{度}$ となる。
- [0007] スリット光が、距離が330mm離れた白色の用紙に対して投光される場合に、スリット光が1列だけであればその照度は約1320ルクスとなる。それに対し、スリット光が2列に分割される場合、各スリット光についての照度は約660ルクスとなる。なお、ここでは、スリット光は波長650nmの赤色レーザー光線で、 $1\text{W}=73.1$ ルーメン、スリット光の幅0.2mmであるとしている。一般的な室内の明るさである500～1000ルクスの場所では、2分割されたスリット光の軌跡と用紙との輝度差が小さく、対象物体を撮像した画像上で、これらの弁別が難しくなる。
- [0008] 上記弁別を確実にを行うためには、全出射パワーが高く光源を用いなければならない。光源のパワーを高くすると、消費電力が多くなり、光源に付随する部品の変更も必要となって、価格の上昇及び装置の大型化が生じる。
- [0009] 本発明は、こうした問題点に鑑みなされたものである。本発明は、対象物体上でのパターン光の軌跡の弁別を確実に行うことをパターン光に変換される光ビームの全出射パワーの点で優位性を保ちつつ実現することのできる3次元形状検出装置、撮像装置、および3次元形状検出方法を提供することを目的とする。
- [0010] 上記課題を解決する為、本発明の一つの側面によれば、角度幅の異なる2つのパターン光を含む複数のパターン光を投光するパターン光投光手段と、前記複数のパターン光が投光された対象物体の画像を、前記パターン光投光手段から一定距離離れた位置から撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像に基づき、前記対象物体に投光された前記複数のパターン光の位置を算出して前記対象物体の

3次元形状を求める3次元形状演算手段と、を備えることを特徴とする3次元形状検出装置が提供される。

- [0011] この構成によれば、角度幅の異なる2つのパターンの角度幅あたりのパワーを、スリット光が1列のときと同じにすることができる。したがって、2列のパターン光が用いられる場合でも、従来の3次元形状検出装置のように全出力パワーを上昇することなく、パターン光の軌跡の弁別を確実に行うことができる。
- [0012] 上記課題を解決するため本発明の別の側面によれば、次のような構成の撮像装置が提供される。この撮像装置は、対象物体の所定の面を任意の方向から撮像するための撮像手段と、該撮像手段で撮像された画像を画像データとして記憶する記憶手段と、対象物体の3次元形状を取得する3次元形状取得手段と、該3次元形状取得手段で取得された対象物体の3次元形状を基に、前記記憶手段に記憶された画像データに対して、対象物体の所定の面の略鉛直方向から観察される平面画像データとなるように補正する画像補正手段とを備える。この構成において、前記3次元形状取得手段は、角度幅の異なる2つのパターン光を含む複数のパターン光を投光するパターン光投光手段を備える。前記撮像手段は、前記複数のパターン光が投光された対象物体の画像を、前記パターン光投光手段から一定距離離れた位置から撮像する。さらに、前記3次元形状取得手段は、前記撮像手段で撮像された画像に基づき、前記対象物体に投光された前記複数のパターン光の位置を算出して前記対象物体の3次元形状を求める3次元形状演算手段を備える。
- [0013] この構成によれば、角度幅の異なる2つのパターンの角度幅あたりのパワーを、スリット光が1列のときと同じにすることができる。したがって、2列のパターン光が用いられる場合でも、従来の3次元形状検出装置のように全出力パワーを上昇することなく、パターン光の軌跡の弁別を確実に行うことができる。
- [0014] 上記課題を解決する為本発明の別の側面によって提供されるのは、対象物体の3次元形状を検出する3次元形状検出方法であって、光ビームを出力し、該光ビームを所定の角度幅で平面状に放射される光束であるパターン光に変換して、対象物体へ投光するために該パターン光を出射し、出射される前記パターン光に対して一定距離離れた位置から、前記パターン光が投光された対象物体の画像を撮像し、撮像

された画像に基づき、対象物体に投光された前記パターン光の位置を算出して、対象物体の3次元形状を求める演算を行うことからなる。出射される前記パターン光は、角度幅の異なる第1と第2のパターン光を含む。

- [0015] この構成によれば、角度幅の異なる2つのパターンの角度幅あたりのパワーを、スリット光が1列のときと同じにすることができる。したがって、2列のパターン光が用いられる場合でも、従来の3次元形状検出装置のように全出力パワーを上昇することなく、パターン光の軌跡の弁別を確実に行うことができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0016] [図1]図1(a)は本発明の第1の実施形態による撮像装置の全体の斜視図を示し、図1(b)は撮像装置の概略断面図を示している。
- [図2]図2は、図1の撮像装置の全体構成を表すブロック図である。
- [図3]図3は、図1の撮像装置におけるスリット光投光ユニットの構成を表す図である。
- [図4]図4(a)はロッドレンズおよび反射ミラーの断面形状を示し、図4(b)は反射ミラーの斜視図を示している。
- [図5]図5は、図1の撮像装置のプロセッサにおける処理を表すフローチャートである。
- [図6]図6(a)は図1の撮像装置によるスリット光有り画像を説明するための図であり、図6(b)は原稿上に3つのスリット光が投光される例を示す図であり、図6(c)は、原稿に点線状のスリット光が投光される場合の例を示す図である。
- [図7]図7(a)は3次元空間位置算出方法を説明するための図であると共にYZ平面を示しており、図7(b)は3次元空間位置算出方法を説明するための図であると共にXZ平面を示している。
- [図8]図8(a)は、原稿姿勢演算の際の座標系を表すと共に傾いた状態の原稿を示しており、図8(b)は原稿姿勢演算の際の座標系を表すと共に原稿がXY平面に対して平行にされた状態を示しており、図8(c)は、原稿姿勢演算の際の座標系を表すと共に原稿の湾曲の状態を示している。
- [図9]図9は、第1の実施形態による平面変換プログラムによる処理を表すフローチャート図である。

[図10]図10は、スリット光投光ユニットの変形例を表す図である。

[図11]図11(a)は1次元微小変位ミラーアレイを用いてスリット光を発生させる場合の構成を示す図であり、図11(b)は1次元微小変位ミラーアレイによって原稿上に投光されたスリット光を示す図である。

[図12]図12(a)はスミアが発生する場合の撮像の状態を説明する為の図であり、図12(b)は原稿上に発生したスミアの状態を示す図である。

[図13]図13(a)は本発明の第2の実施形態による撮像装置の全体の斜視図を示し、図13(b)は撮像装置の概略断面図を示している。

[図14]図14は図13の撮像装置の全体構成を表すブロック図である。

[図15]図15は、図13の撮像装置のスリット光投光ユニットの構成を表す図である。

[図16]図16(a)は、ロッドレンズにより生成されるスリット光の角度幅を説明するための図であり、図16(b)はシリンダリカルレンズを用いて生成されるスリット光の角度幅を説明するための図である。

[図17]図17は、図1の撮像装置のプロセッサにおける処理を表すフローチャートである。

[図18]図18(a)は図13の撮像装置によるスリット光有り画像を説明するための図であり、図18(b)は原稿上に3つのスリット光が投光される例を示す図である。

[図19]図19(a)は3次元空間位置算出方法を説明するための図であると共にYZ平面を示しており、図19(b)は3次元空間位置算出方法を説明するための図であると共にXZ平面を示している。

[図20]図20(a)は、原稿姿勢演算の際の座標系を表すと共に傾いた状態の原稿を示しており、図20(b)は原稿姿勢演算の際の座標系を表すと共に原稿がXY平面に対して平行にされた状態を示しており、図20(c)は、原稿姿勢演算の際の座標系を表すと共に原稿の湾曲の状態を示している。

[図21]図21は、第2の実施形態による平面変換プログラムによる処理を表すフローチャートである。

[図22]図22(a)は第2の実施形態によるスリット光の軌跡のピークの識別方法について説明するための図であり、図22(b)は図22(a)に対する比較例としてスリット光のピ

ークが異なる場合を表す図である。

[図23]図23は、第2の実施形態のスリット光投光ユニットの変形例を表す図である。

#### 符号の説明

- [0017] 1 撮像装置
- 10 本体ケース
  - 20 スリット光投光ユニット
  - 21 レーザーダイオード
  - 22 コリメートレンズ
  - 23 アパーチャ
  - 24 ロッドレンズ
  - 25 反射ミラー
  - 31 結像レンズ
  - 32 CCD画像センサ
  - 40 プロセッサ
  - 51 LCD
  - 52 レリーズボタン
  - 55 カードメモリ
  - 59 モード切替スイッチ

#### 発明を実施するための最良の形態

[0018] 以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

[0019] 第1の実施形態

本実施形態による撮像装置1は、上述の特開平7-318315号公報に記載されたような従来の3次元形状検出装置と比較してみたとき、スリット光に変換される光ビームの全出射パワーを上昇することなく、スリット光の軌跡の弁別が確実にできるようにするという課題を達成することができる。

[0020] 図1(a)は、本発明の第1の実施形態による撮像装置1全体の斜視図である。図1(b)は、撮像装置1の概略断面図を示している。図1(b)には、原稿Pに投光される第1スリット光71及び第2スリット光72の状態も示されている。図2は、撮像装置1のブロッ



ク図である。

- [0021] 図1(a)および図1(b)に示す様に、撮像装置1は、方形箱形の本体ケース10と、本体ケース10の正面に設けられた結像レンズ31と、結像レンズ31の後方(撮像装置1の内部側)に設けられたCCD画像センサ32と、結像レンズ31の下方に設けられたスリット光投光ユニット20とを有する。撮像装置1は、更に、本体ケース10に内蔵されたプロセッサ40と、本体ケース10の上部に設けられたリリースボタン52及びモード切替スイッチ59と、本体ケース10に内蔵されるカードメモリ55とを有する。図2に示されるように、これらの構成品はそれぞれ信号線により接続されている。
- [0022] さらに撮像装置1には、本体ケース10の背面に設けられたLCD(Liquid Crystal Display)51と、本体ケース10の背面から前面を通して配設されるファインダ53とが装備されている。これらは、撮像装置1による撮像範囲を使用者が決定する際に利用される。
- [0023] 尚、LCD51は、画像を表示する液晶ディスプレイなどで構成され、プロセッサ40からの画像信号を受けて画像を表示する。プロセッサ40からLCD51に対しては、状況に応じてCCD画像センサ32で受光したリアルタイムの画像や、カードメモリ55に記憶された画像や、装置の設定内容の文字等を表示するための画像信号が送られる。
- [0024] 撮像装置1は、いわゆるデジタルカメラとして機能に対応する「ノーマルモード」の機能と、「補正撮像モード」の機能とを有する。「ノーマルモード」では、使用者によりリリースボタン52が押されると、結像レンズ31によってCCD画像センサ32上に結像された画像が、画像データとして取り込まれカードメモリ55に書き込まれる。「補正撮像モード」とは、被写体が用紙などの原稿Pである場合に、原稿Pを斜め方向から撮像しても、正面から撮像したように補正した画像データを作ることのできる機能である。
- [0025] 図3に示すように、撮像装置1のスリット光投光ユニット20は、レーザーダイオード21と、コリメートレンズ22と、アパーチャ23と、ロッドレンズ24と、反射ミラー25とを有する。
- [0026] 尚、レーザーダイオード21は、赤色レーザー光線を放射する。レーザーダイオード21は、プロセッサ40からの指令に応じて、レーザー光線の放射及び停止を切り換え制御される。レーザーダイオード21の出力は、最大出力定格(例えば5mW)に対し

て、レーザービームの広がり角の個体ばらつきを考慮して、アパーチャ23を通った箇所ですら一定の出力(例えば1mW)を得られるように定格出力が調整されている。

- [0027] コリメートレンズ22は、レーザーダイオード21からのレーザービームを、スリット光投射光ユニット20からの基準距離VP(例えば330mm)に焦点を結ぶように集光する。
- [0028] アパーチャ23は、矩形の開口を有する板で構成される。コリメートレンズ22からのレーザービームはアパーチャ23の開口部を通過することによって矩形に整形される。ロッドレンズ24は、正の焦点距離が短い円筒形状のレンズで構成される。ロッドレンズ24はアパーチャ23から出射されるレーザービームの下流に配設されている。
- [0029] 図4(a)は、ロッドレンズ24および反射ミラーの断面形状を示すと共に、レーザービームの集光の状態を表している。また、図4(b)は、反射ミラー25の斜視図である。図4(a)に示されるように、ロッドレンズ24の焦点距離は短いため、ロッドレンズ24を通過したレーザービームは、ロッドレンズ24のすぐ近くの焦点で集光してその後広がり、所定の広がり角度 $\epsilon$ (例えば48度)のスリット光として出射する。
- [0030] 反射ミラー25は、成形可能なポリメチルメタクリレート(PMMA)等の光学プラスチックで構成される。図4(b)に示すように、反射ミラー25は、結像レンズ31の光軸に平行な面に対して所定角度 $\lambda$ (例えば45度)傾いた第1ミラー面25aと、第1ミラー面25a上に形成されたくさび形状の突起部分に形成された第2ミラー面25bとを有する。この第2ミラー面25bは、第1ミラー面25a上の傾斜方向に直交する方向の中央部に、第1ミラー面25aに対して所定角度 $\kappa$ (例えば12度)傾斜した状態になっている。反射ミラー25の表面には、レーザー光線をほぼ全反射するようアルミ膜及び酸化シリコン保護膜が蒸着される。
- [0031] 反射ミラー25は、ロッドレンズ24から出射されたスリット光の下流に配置される。第1ミラー面25aに入射されたスリット光は、所定角度 $\lambda$ の2倍(90度)向きを変えて反射され、第1スリット光71として出射される。第2ミラー面25bに入射されたスリット光は、所定角度 $\kappa$ の2倍(24度)だけ第1スリット光71に対して離間して反射され、第2スリット光72として出射される。尚、第1スリット光71が出射される方向を第1の方向、第2スリット光72が出射される方向を第2の方向と呼ぶ。
- [0032] このように、スリット光投射光ユニット20は、プロセッサ40からの指令に応じて、レーザ

ーダイオード21からレーザービームを放射させ、第1の方向へ第1スリット光71を、及び、第2の方向へ第2スリット光72を出射する。第1スリット光71および第2スリット光72は、本体ケース10の結像レンズ31の下方に設けられた窓29から出射する。

[0033] 結像レンズ31は、複数枚のレンズで構成される。撮像装置1は、オートフォーカス機能を有する。外部からの光がCCD画像センサ32上に結像するように、オートフォーカス機能により結像レンズ31が駆動され焦点距離及び絞りが調整される。CCD画像センサ32は、CCD(Charge Coupled Device)素子などの光電変換素子のマトリクス状の配列を有する。CCD画像センサ32は、その表面に結像される画像の光の色及び強さに応じた信号を生成し、これをデジタルデータに変換してプロセッサ40へ出力する。尚、CCD素子一つ分のデータが画像を形成する画素の画素データであり、画像データはCCD素子の数の画素データで構成される。

[0034] レリーズボタン52は、押しボタン式のスイッチで構成される。レリーズボタン52はプロセッサ40に接続されており、プロセッサ40において使用者による押し下げ操作が検知される。カードメモリ55は、不揮発性で書き換え可能なメモリで構成され、本体ケース10に着脱可能である。

[0035] モード切替スイッチ59は、2つの位置に切換え可能なスライドスイッチなどで構成される。プロセッサ40によりモード切替スイッチ59のボタンがいずれの位置にあるかが検知される。プロセッサ40において、モード切替スイッチ59のスイッチの位置の一方は「ノーマルモード」として、もう一方は「補正撮像モード」として検知される。

[0036] プロセッサ40は、CPU(Central Processing Unit)41、ROM42、RAM43で構成される。CPU41は、ROM42に記憶されたプログラムによる処理をRAM43を利用しつつ実行する。CPU41は、レリーズボタン52の押し下げ操作の検知、CCD画像センサ32からの画像データの取り込み、画像データのカードメモリ55への書き込み、モード切替スイッチ59の状態検出、スリット光投光ユニット20によるスリット光の出射切り換え等の各種処理を行う。

[0037] ROM42には、カメラ制御プログラム421と、差分抽出プログラム422と、三角測量演算プログラム423と、原稿姿勢演算プログラム424と、平面変換プログラム425とが含まれる(図2参照)。

カメラ制御プログラム421は、図5に示すフローチャートの処理(詳細は後述する。)を含む撮像装置1全体の制御に関するプログラムである。

差分抽出プログラム422は、スリット光を投光した原稿Pの画像から、スリット光の軌跡を抽出した画像データを生成するためのプログラムである。

三角測量演算プログラム423は、差分抽出プログラムで生成された画像データによるスリット光の軌跡の各画素に対する3次元空間位置を演算するためのプログラムである。

原稿姿勢演算プログラム424は、第1スリット光の軌跡71a及び第2スリット光の軌跡72aの3次元空間位置から、原稿Pの位置及び3次元形状を推定して求めるプログラムである。

平面変換プログラム425は、与えられた原稿Pの位置及び姿勢に基づいて、スリット光無し画像格納部432に格納された画像データを、原稿Pの正面から撮像したような画像に変換する。

- [0038] RAM43には、記憶領域として、CCD画像センサ32からの画像データの形式のデータを保存する大きさのスリット光有り画像格納部431、スリット光無し画像格納部432、及び、差分画像格納部433が割り当てられている。さらに、RAM43には、スリット光画像の各ポイントの位置を演算した結果を保存する大きさの三角測量演算結果格納部434と、原稿Pの位置及び姿勢の演算結果を保存する大きさの原稿姿勢演算格納部435と、CPU41での演算のために一時的にデータを記憶させるのに使用する大きさのワーキングエリア436とが割り当てられている。
- [0039] ファインダ53は、光学レンズを有する。ファインダ53は、撮像装置1の後ろ側から使用者がのぞき込んだ時に、結像レンズ31がCCD画像センサ32上に結像する範囲とほぼ一致する範囲が見えるように構成されている。
- [0040] 次に、使用者によりリリースボタン52が押されてからの撮像装置1の動作を図5のフローチャートを用いて説明する。なお、図5の動作は撮像装置1のプロセッサ40の制御の下で実行される。
- [0041] はじめに、S110にて、モード切替スイッチ59のスイッチの位置が検知される。S110における検知の結果、モード切替スイッチ59が「補正撮像モード」の位置にある場

合は処理はS120へ移行する。モード切替スイッチ59が「補正撮像モード」ではなく「ノーマルモード」の位置にある場合には処理はS200へ移行する。

- [0042] S120では、スリット光投光ユニット20に対しレーザーダイオード21の発光の指令が行われ、第1スリット光71及び第2スリット光72が出射される。さらにS120では、スリット光有り画像として、CCD画像センサ32から画像データが取得される。取得された画像データは、RAM43のスリット光有り画像格納部431に記憶される。
- [0043] S130では、スリット光投光ユニット20に対しレーザーダイオード21の発光停止が指令され、第1スリット光71及び第2スリット光72が出射されなくなった状態で、スリット光無し画像としてCCD画像センサ32から画像データが取得される。取得された画像は、RAM43のスリット光無し画像格納部432に記憶される。
- [0044] 次にS140では、差分抽出プログラム422によりスリット光有り画像格納部431の画像データに対する、スリット光無し画像格納部432の画像データの差分を抽出した画像データが生成され差分画像格納部433に記憶される。すなわち、原稿Pに投光された第1スリット光の軌跡71a及び第2スリット光の軌跡72aの画像が抽出される。
- [0045] 次にS150では、差分画像格納部433の画像データとして抽出された、第1スリット光の軌跡71a及び第2スリット光の軌跡72aの画素毎の3次元空間位置が、三角測量演算プログラム423により演算される。ここでの演算結果は、それぞれ三角測量演算結果格納部434に記憶される。
- [0046] 次に、S160では、三角測量演算結果格納部434に記憶された第1スリット光の軌跡71a及び第2スリット光の軌跡72aの3次元空間位置を用いて、原稿姿勢演算プログラム424により、原稿Pの位置及び姿勢が演算される。
- [0047] 次に、S170では、S160で算出した原稿Pの位置及び姿勢に基づいて、平面変換プログラム425により、スリット光無し画像格納部432に記憶された画像データが、正面から観察されたような画像の画像データに変換される。
- [0048] 次に、S180では、S170で変換された画像データがカードメモリ55に記憶される。S180における処理の後、本処理は終了する。

S200では、スリット光投光ユニット20のレーザーダイオード21が発光せず、第1スリット光71及び第2スリット光72が出射されていない状態で、CCD画像センサ32から

画像データが取得される。次にS210では、取得された画像データがカードメモリ55に記憶される。S210での処理の後、本処理は終了する。

- [0049] S140での差分抽出プログラム422による処理については、スリット光有り画像格納部431の画像データからスリット光無し画像格納部432の画像データが差し引かれる。すなわち、両画像データの画素毎にRGB値の引き算が行われる。これにより、スリット光の軌跡のみが抽出された多値画像が得られる。
- [0050] S150での三角測量演算プログラム423による処理は、具体的には次のようなものである。例えば、差分画像格納部433の画像データにおける、第1スリット光の軌跡71a及び第2スリット光の軌跡72aの縦方向のピークが、重心計算によって画像データの横方向座標毎に求められ、このピーク抽出座標に対する3次元空間位置が以下で説明するように求められる。
- [0051] 図6(a)に示すように撮像される横方向に湾曲した原稿Pに対する撮像装置1の座標系は、図7(a)および図7(b)に示すように定義される。すなわち、結像レンズ31の光軸方向はZ軸として、撮像装置1から基準距離VP離れた位置はX, Y, Z軸の原点位置として、撮像装置1に対して水平方向はX軸、垂直方向はY軸と定義される。
- [0052] さらに、CCD画像センサ32のX軸方向の画素数をResX、Y軸方向の画素数をResYと呼ぶ。X-Y平面に、結像レンズ31を通してCCD画像センサ32を投影した位置の上端をYftop、下端をYfbottom、左端をXfstart、右端をXfendと呼ぶ。また、結像レンズ31の光軸から、スリット光投光ユニット20から出射される第1スリット光71の光軸までの距離をD、第1スリット光71がX-Y平面に交差するY軸方向の位置をlas1、第2スリット光72がX-Y平面に交差するY軸方向の位置をlas2とする。
- [0053] このとき、第1スリット光の軌跡71aの画像の画素の1つに注目した注目点1のCCD画像センサ32上の座標(ccdx1, ccdy1)に対応する3次元空間位置(X1, Y1, Z1)を、CCD画像センサ32の結像面上の点と、第1スリット光71及び第2スリット光72の出射点と、X-Y平面に交差する点とで形成される三角形について立てた次の5つの連立方程式の解から導き出す。
- (1)  $Y1 = -((las1 + D) / VP) Z1 + las1$
- (2)  $Y1 = -(Ytarget / VP) Z1 + Ytarget$

$$(3) X1 = -(X_{target}/VP)Z1 + X_{target}$$

$$(4) X_{target} = X_{fstart} + (ccd_{x1}/ResX) \times (X_{fend} - X_{fstart})$$

$$(5) Y_{target} = Y_{ftop} - (ccd_{y1}/ResY) \times (Y_{ftop} - Y_{fbottom})$$

尚、本実施例では、第1スリット光71がZ軸に対して平行のため $las1 = -D$ であり、 $Y1 = -D$ である。

[0054] 同様に、CCD画像センサ32上の第2スリット光の軌跡72aの画像の画素の一つに注目した注目点2の座標( $ccd_{x2}$ ,  $ccd_{y2}$ )に対応する3次元空間位置( $X2$ ,  $Y2$ ,  $Z2$ )を、次に5つの連立方程式の解から導き出す。(1)  $Y2 = -((las2 + D)/VP)Z2 + las2$

$$(2) Y2 = -(Y_{target}/VP)Z2 + Y_{target}$$

$$(3) X2 = -(X_{target}/VP)Z2 + X_{target}$$

$$(4) X_{target} = X_{fstart} + (ccd_{x2}/ResX) \times (X_{fend} - X_{fstart})$$

$$(5) Y_{target} = Y_{ftop} - (ccd_{y2}/ResY) \times (Y_{ftop} - Y_{fbottom})$$

[0055] S160での原稿姿勢演算プログラム424による処理については具体的には次のようなものである。例えば、三角測量演算結果格納部434のデータから、第1スリット光の軌跡71aに対応する3次元空間位置の各点を回帰曲線近似した線を求め、この曲線のX軸方向の位置が「0」における点と、第2スリット光の軌跡72aのX軸方向の位置が「0」における3次元位置とを結ぶ直線を想定する。次にこの直線がZ軸と交わる点、つまり、光軸が原稿Pと交差する点を、原稿Pの3次元空間位置(0, 0, L)とする(図8(a)参照)。そして、この直線がX-Y平面となす角を原稿PのX軸まわりの傾き $\theta$ とする。

[0056] さらに、図8(b)に示すように、第1スリット光の軌跡71aを回帰曲線近似した線を、先に求めたX軸まわりの傾き $\theta$ 分だけ逆方向に回転変換した状態、つまり、原稿PをX-Y平面に対して平行にした状態を考える。さらに、図8(c)に示すように、原稿PのX軸方向の断面形状を、X-Z平面における原稿Pの断面について、Z軸方向の変位を複数のX軸方向の点で求めてその変位度から、X軸方向の位置を変数としたX軸方向の傾きの関数である湾曲 $\phi(X)$ を求める。

[0057] S170での平面変換プログラム425による処理は具体的には、例えば、図9に示す

フローチャートで表される次に説明するような処理である。

- [0058] はじめに、RAM43のワーキングエリア436に当該処理の処理領域が割り当てられ、カウンタのための変数など当該処理に用いる変数の初期値が設定される(S1002)。次に、原稿Pの文字等が書かれた面が略鉛直方向から観察された場合の画像である正立画像の領域が、原稿姿勢演算プログラム424での演算結果による原稿Pの3次元空間位置(0, 0, L)と、X軸まわりの傾き $\theta$ と、湾曲 $\phi(X)$ とに基づき、スリット光無し画像の4隅の点を変換することにより設定され、この領域内に含まれる画素数 $a$ が求められる(S1003)。
- [0059] 設定された正立画像の領域を、まずX-Y平面に配置して(S1005)、その中に含まれる画素毎に、各々の3次元空間位置を、湾曲 $\phi(X)$ に基づいてZ軸方向に変位させ(S1006)、傾き $\theta$ でX軸まわりに回転移動し(S1007)、Z軸方向に距離Lだけシフトして(S1008)、求められた3次元空間位置を、先の3角測定の関係式により理想カメラで写されたCCD画像上の座標(ccdcx, ccdcy)に変換する(S1009)。次に、使用している結像レンズ31の収差特性に従って、公知のキャリブレーション手法により、実際のカメラで写されたCCD画像上の座標(ccdx, ccdy)に変換し(S1010)、この位置にあるスリット光無し画像の画素の状態を求めて、RAM43のワーキングエリア436に格納する(S1011)。これを画素数 $a$ だけ繰り返し、正立画像の画像データを生成する。
- [0060] 以上のように、撮像装置1は、図6(a)に示すような、中央部が欠落した線分の第1スリット光の軌跡71aと、その上方に第1スリット光72の軌跡の欠落部に同じ長さの第2スリット光の軌跡72aとを原稿P上に形成する。その原稿Pを結像レンズ31によってCCD画像センサ32に結像させて撮像し、続けて、スリット光の軌跡が形成されていない原稿Pの画像を撮像する。さらに、これら2つの画像データの差分をとることによって、画像データから第1、第2スリット光の軌跡71a, 72aの画像を抽出して、三角測量原理により第1、第2スリット光の軌跡71a, 72a各部の3次元空間位置を演算する。さらに、その演算結果から原稿Pの位置L、傾き $\theta$ 、及び湾曲 $\phi(x)$ を求め、第1スリット光の軌跡71aの形状を原稿P全体の横断面形状として原稿Pの3次元形状を類推した結果を基に、平らな原稿Pが正面から撮像されたかのように補正した画像デー



タを、カードメモリ55に記録する。

- [0061] よって、撮像装置1によれば、使用者は、モード切替スイッチ59を「補正撮像モード」側に切り換え、ファインダ53、又は、LCD51で原稿Pの所望の範囲が撮像範囲に入っているか確認し、リリースボタン52を押して画像を撮影することによって、湾曲などの形状変形した原稿Pを斜めから撮像した場合でも、平らな原稿Pを正面から撮像したかのような画像データをカードメモリ55に記憶させることができる。
- [0062] 尚、カードメモリ55に記憶された画像データは、LCD51で表示して撮像内容を確認したり、カードメモリ55を撮像装置1から取り外して、外部のパーソナルコンピュータなどにより表示したり、印刷したりして用いることができる。
- [0063] また、第1スリット光71及び第2スリット光72の単位角度幅あたりのパワーは、偏向される前のスリット光と同じであり、1列のスリット光を出射する場合と変わらない。したがって本実施形態によれば、スリット光の軌跡と原稿Pとの輝度差が十分であり、差分抽出プログラム422にてスリット光の軌跡画像を確実に抽出することができる。
- [0064] このように、撮像装置1は、光源であるレーザーダイオード21の出力を上げることなく、対象物体の3次元形状を確実に検出することができる。したがって撮像装置1の構成を簡易で小型のものにできる。
- [0065] 本実施形態の撮像装置1は、第1スリット光71の中央部分が偏向されているため、第1スリット光71による正反射光が、結像レンズ31に入射される可能性は低い。第2スリット光72は、原稿Pに対する角度が大きくなる。このため、第2スリット光72による原稿Pでの正反射光が、結像レンズ31に入射するようになるには、原稿Pに対して90度を超えた位置から撮像する必要がある、このような状態は現実的な使用上考えにくい。このように、撮像装置1は、原稿Pに照射したスリット光の正反射光が結像レンズ31から入射されることはなく、正反射光により撮像する画像に輝点やスミアが発生して正確な3次元形状の検出ができないという問題が発生しないようにできる。なお、もし第1スリット光71の中央部分が本実施形態のように偏向されておらず中央部分によりスミアが発生すると仮定すると、その場合の様子は、図12(a)、および図12(b)に示される。
- [0066] 反射ミラー25を製造する際、ミラー面の反射膜を形成する蒸着膜は、通常特定の

一方向から膜形成を行うため、第1ミラー面25aや、第2ミラー面25bに直交する側面には、正しい反射膜が形成されず、途切れてしまったり、反射率が不十分な半透過膜になってしまう。しかし、本実施形態の反射ミラー25のように断面凸形状であれば、図4(b)に示すように、第2ミラー面25bにて反射されないロッドレンズ24からのスリット光が、放射状に入射されて、図中点線経路の様に通過するため、第1ミラー面25aと第2ミラー面25bとの間にある側面やコーナー部には、スリット光が全く入射しない。したがって、反射膜が不十分な箇所にスリット光が入射されてスリット光を乱すことは無く、正確な3次元形状の検出を行うことができる。

- [0067] 本発明の実施形態としての3次元形状検出装置に関して、スリット光投光ユニット20はパターン光投光手段に相当し、結像レンズ31、CCD画像センサ32が投光像撮像手段に相当し、プロセッサ40によるS140からS160の処理が3次元形状演算手段に相当する。
- [0068] 本発明における撮像装置に対して、結像レンズ31、CCD画像センサ32が撮像手段に相当し、プロセッサ40によるS170の処理が画像補正手段に相当し、RAM42が記憶手段に相当する。
- [0069] 以上、本発明の第1の実施形態について説明したが、本発明は上記の具体的な実施形態に限定されず、このほかにも様々な形態で実施することができる。以下に第1の実施形態に関する変形例について説明する。
- [0070] 例えば、撮像装置1で撮像する対象物体は、シート状の原稿Pの他にも、固体ブロックの滑らかな表面であったり、場合によっては稜線をもつ物体の表面であっても良く、およそ2列のスリット光の軌跡から、その3次元空間における3次元形状を希求したい用途にはすべて同様に、対象物体の3次元形状を検出する効果を発揮することができる。
- [0071] 但し、本実施形態のように、対象物体がシート状の原稿Pであれば、第1スリット光の軌跡71aを原稿Pの断面形状であるとして、原稿Pの全体の形状を推定し、原稿Pの湾曲などの形状変形に対する画像補正をすることができる。また、対象物体がスリット光の長手方向に対する直交方向に略均一な3次元形状であれば、スリット光を投光する位置に含まれる対象物体の突起部など特異な形状により生じる検出姿勢のずれ

などを考慮しなくて良く、スリット光が投光される箇所を気をつかわないでも良いようにできる。

[0072] 撮像装置1から出射される第1スリット光71及び第2スリット光72は、ロッドレンズ24から出射されたスリット光を、反射ミラー25の第1ミラー面25aと、第2ミラー面25bとで偏向して形成されているが、スリット光を偏向する方法は種々あり、いずれの方法によるものであっても良い。例えば、図10に示す様に、反射ミラー25の代わりに、単なる1枚の鏡とした反射ミラー26と、所定の区間(中央部付近)を回折格子27aとした透明平板27とで構成しても良い。この構成において、ロッドレンズ24からのスリット光は反射ミラー26でそのまま反射して向きを変えられ、透明平板27にて、回折格子27aにより、その格子幅に応じた方向へスリット光が偏向され第2スリット光72が形成される。回折格子27a以外の箇所を透過したスリット光で第1スリット光71が形成され出射される。このような回折格子27aは、その格子幅により、0次光と高次光のパワー配分比率を変えることができるため、第2スリット光72の角度幅あたりのパワーを変えることができる。

[0073] 図11(a)に示す様に、反射ミラー25の代わりに、水平面に対する倒れ角を電気信号により変位可能な鏡である1次元微小変位ミラーアレイ28aを横方向に複数並べたミラーデバイス28が用いられても良い。このような構成によれば、プロセッサ40からの指令により、ミラーデバイス28の中央部付近の1次元微小変位ミラーアレイ28aの倒れ角を変えて、ロッドレンズ24から出射されるスリット光を偏向する角度を2種類にして第1スリット光71と第2スリット光72とを形成することができる。

[0074] この場合、使用状況に応じて第2スリット光の長さ及び位置を変えることができ、例えば、図11(b)に示すように、対象物体の形状により第1スリット光71が中央部付近で正反射光となる場合に、当該箇所の1次元微小変位ミラーアレイ28aの倒れ角を変え、スミアを発生する箇所が第2スリット光72となるようにして、CCD画像センサ32に正反射光が入射されないようにできる。

[0075] 但し、本実施例のように、第1ミラー面25a及び第2ミラー面25bで構成される反射ミラー25によりスリット光を偏向して第1スリット光71及び第2スリット光72を形成する構成によれば、構成が簡易であり、装置全体を小型で低価格にすることができる。

- [0076] 第1スリット光の一部を偏向して欠落させる箇所は、ただ一箇所にとどまるのみならず、複数箇所を偏向させるように構成されるものであってもよい。例えば、反射ミラー25における第2ミラー面25bを複数設ける構成とし、図6(c)に示す原稿Pに投光されたスリット光の軌跡画像のように複数箇所偏向された略点線状の第1スリット光及び第2スリット光が形成されるようにしたものであってもよい。これにより、原稿Pの上部及び下部における湾曲形状の変化を計測することができるため、より正確な原稿の3次元形状モデルを得ることができる。
- [0077] 本実施形態の撮像装置1では、スリット光投光ユニット20が、第1スリット光71及び第2スリット光72の2列のスリット光を出射するように構成されているが、出射するスリット光は、2列に限らず、3列以上を出射するように構成されるものであってもよい。例えば、反射ミラー25を、第2ミラー面25bの上に所定角度傾いた第3ミラー面を設けた構成とし、図6(b)に示す原稿Pに投光されたスリット光の軌跡画像のように、原稿Pにて第2スリット光の軌跡72aの上方に第3スリット光の軌跡が形成されるようにしたものであってもよい。このように構成すれば、第1～第3スリット光の軌跡の各点の位置から、原稿Pの縦方向の湾曲形状に対しても推定することができ、これにより縦方向の湾曲形状に対しても画像を補正して、更に見やすい正立画像とすることができる。
- [0078] 本実施形態では、第1スリット光71の上方になるように第2スリット光72を偏向しているが、これらの位置関係は、特に限定されず、例えば、反射ミラー25の第1ミラー面25a及び第2ミラー面25bの角度を変更するなどして、スリット有り画像を撮像した際に、第1スリット光の軌跡71aが、第2スリット光の軌跡72bに対して下側に形成されるように、スリット光投光ユニット20を構成したものであってもよい。或いは、第2スリット光の形成による第1スリット光の欠損箇所が、中央部付近となるのではなく、端部付近に形成されるものであってもよい。
- [0079] 第2スリット光72の角度幅も特に限定されず、第2ミラー面25bを幅の広いものとして、第1スリット光に対して、その角度幅のほとんどを偏向して第2スリット光72を形成するものであってもよい。
- [0080] 本実施形態では光源に、赤色レーザー光線を放射するレーザーダイオード21を用いているが、その他、面発光レーザー、LED、EL素子など、光ビームを出力できるも

のであれば、いずれを用いたものであっても良い。

- [0081] スリット光投光ユニット20から出射されるスリット光は、長手方向に直交する方向に、急峻に絞り込まれた細線の他に、一定の幅を備えたストライプ状の光パターンでも良い。
- [0082] 撮像装置1は、スリット光有り画像及びスリット光無し画像を、結像レンズ31及びCCD画像センサ32を用いて撮像するよう構成されている。これに対して、結像レンズ31及びCCD画像センサ32の他に、スリット有り画像を撮像するための結像レンズ及びCCD画像センサを別途追加して設けたもので合っても良い。このように構成することにより、スリット光有り画像とスリット光無し画像とを撮像する間の時間経過（CCD画像センサ32の画像データを転送する時間など）を無くすることができ、スリット光有り画像に対してスリット光無し画像の撮像範囲のずれが無く、検出する対象物体の3次元形状の精度が高いものとすることができる。
- [0083] 但し、本実施例の撮像装置1の方が、構成部品が少なく、小型で安価なものとすることができる。
- [0084] 上述のように本実施形態において、パターン光というときには、第1スリット光71のように一部が欠落したような形状のものも含まれる。一つのパターン光において欠落した部分の大きさは様々な場合があり得る。例えば、一つのパターン光において全長に対する欠落部分の長さが $1/2$ であったり、或いは $1/2$ を超えるような場合も有りうる。
- [0085] 第2の実施形態
- 次に本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態による撮像装置1は、上述の特開平7-318315号公報に記載されたような従来の3次元形状検出装置と比較してみたとき、スリット光に変換される光ビームの全出射パワーを低く抑えて、3次元形状検出装置を安価で消費電力が小さく簡易な構成とするという課題を達成することができる。
- [0086] なお、以下で説明する図において、第1の実施形態と同等の機能を有する要素には同一の符号を用いている。図13(a)は、本発明の第2の実施形態による撮像装置1全体の斜視図である。図13(b)は、撮像装置201の概略断面図を示している。図1

3(b)には、原稿Pに投光される第1スリット光171及び第2スリット光172の状態も示されている。図14は、撮像装置201のブロック図である。

- [0087] 撮像装置201は、図13(a)および図13(b)に示す様に、方形箱形の本体ケース10と、本体ケース10の正面に設けられた結像レンズ31と、結像レンズ31の後方(撮像装置1の内部側)に設けられたCCD画像センサ32とを有する。さらに撮像装置201は、結像レンズ31の下方に設けられたスリット光投光ユニット120と、本体ケース10に内蔵されたプロセッサ40と、本体ケース10の上部に設けられたリリースボタン52及びモード切替スイッチ59と、本体ケース10に内蔵されるカードメモリ55とを有する。これらの構成部品は図14に示すように、それぞれ信号線により接続されている。
- [0088] さらに、撮像装置201は、本体ケース10の背面に設けられたLCD(Liquid Crystal Display)51と、本体ケース10の背面から前面を通して配設されるファインダ53とを備えている。これらは、撮像装置201による撮像範囲を使用者が決定する際に利用される。
- [0089] LCD51は、画像を表示する液晶ディスプレイなどで構成され、プロセッサ40からの画像信号を受けて画像を表示する。LCD51に対してプロセッサ40からは、状況に応じてCCD画像センサ32で受光したリアルタイムの画像や、カードメモリ55に記憶された画像や、装置の設定内容の文字等を表示するための画像信号が送られて来る。
- [0090] 撮像装置201は、いわゆるデジタルカメラとして機能に対応する「ノーマルモード」の機能と、「補正撮像モード」の機能とを有する。「ノーマルモード」では、使用者によりリリースボタン52が押されると、結像レンズ31によってCCD画像センサ32上に結像された画像が、画像データとして取り込まれカードメモリ55に書き込まれる。「補正撮像モード」とは、被写体が用紙などの原稿Pである場合に、原稿Pを斜め方向から撮像しても、正面から撮像したように補正した画像データを作ることのできる機能である。
- [0091] 図15に示すように、撮像装置201のスリット光投光ユニット120は、レーザーダイオード21と、コリメートレンズ22と、アパーチャ23と、透明平板124と、シリンダリカルレンズ125と、反射ミラー126と、ロッドレンズ127とを有する。

- [0092] レーザーダイオード21は、赤色レーザービームを放射する。プロセッサ40の制御の下で、レーザーダイオード21におけるレーザービームの放射及び停止が切り換えられる。レーザーダイオード21の出力は、最大出力定格(例えば5mW)に対して、レーザービームの広がり角の個体ばらつきを考慮して、アパーチャ23を通った箇所ですべて一定の出力(例えば1mW)を得られるように定格出力が調整されている。
- [0093] コリメートレンズ22は、レーザーダイオード21からのレーザービームを、スリット光投影ユニット120からの基準距離VP(例えば330mm)に焦点を結ぶように集光する。
- [0094] アパーチャ23は、矩形の開口部を有する板で構成されている。コリメートレンズ22からのレーザービームはアパーチャ23の開口部を通過することにより矩形に整形される。
- 透明平板124は、無垢のガラス材料などの透明な平板で構成され、また裏面にはARコート(無反射コーティング)が施されている。透明平板124は、アパーチャ23からのレーザービームの光軸に直交する面に対して、透明平板124からの反射光(第2スリット光172)が、本体ケース10の正面側に所定角度 $\beta$ (例えば33度)傾斜するように配設されている。アパーチャ23から透明平板124に入射するレーザービームのパワーの約5%(約50 $\mu$ W)がその表面で反射され、約95%(約950 $\mu$ W)が透明平板124を透過する。透明平板124でレーザービームが反射されて進行する方向(撮像装置1の前方へ水平面に対して33度上向き)を第2の方向と呼ぶ。
- [0095] 反射ミラー126は、鏡などのレーザー光線を全反射する部材で構成される。反射ミラー126は、透明平板124を透過したレーザービームの下流において、水平面に対して本体ケース10の正面側に45度傾斜して配設される。反射ミラー126においてレーザービームは全反射し光路の向きを90度変える。反射ミラー126において反射されたレーザービームが進行する方向(撮像装置1の前方へ水平面に対して0度の向き)を第1の方向と呼ぶ。
- [0096] ロッドレンズ127は、正の焦点距離が短い円筒形状のレンズで構成される。ロッドレンズ127は、反射ミラー126で反射されるレーザービームの下流において、円筒形状の軸方向が垂直方向になるように配設されている。ロッドレンズ127の焦点距離は短い。その為、図16(a)に示すように、ロッドレンズ127に入射したレーザービームは、

ロッドレンズ127近傍の焦点を越えて広がり、所定の広がり角度  $\varepsilon$  (例えば48度) のスリット光として第1の方向へ出射される。ロッドレンズ127から出射されるスリット光を第1スリット光171と呼ぶ。

- [0097] シリンドリカルレンズ125は、負の焦点距離となるように一方向が凹形状となったレンズである。シリンドリカルレンズ125は、透明平板124で反射されたレーザービームの下流において、第2の方向に対してレンズ面が直交するように配設されている。シリンドリカルレンズ125は、図16(b)に示すように透明平板124から入射されるレーザービームを広がり角度  $\kappa$  で、第2の方向に広がるスリット光として出射する。シリンドリカルレンズ125から出射されるスリット光を第2スリット光172と呼ぶ。より詳細には、シリンドリカルレンズ125通過後の第2スリット光172の広がり角度  $\kappa$  と第1スリット光171の広がり角度  $\varepsilon$  との比は、透明平板124でレーザービームが分割されるパワーの比に等しい。すなわち、第2スリット光172の広がり角度  $\kappa$  は、第1スリット光171の広がり角度  $\varepsilon$  の5% (2.4度) である。
- [0098] 以上の構成により、スリット光投光ユニット120は、プロセッサ40からの指令に応じて、レーザーダイオード21からレーザービームを放射させ、第1の方向へ第1スリット光171を、及び、第2の方向へ第2スリット光172を、本体ケース10の結像レンズ31の下方に設けられた窓29から出射する。
- [0099] 結像レンズ31は、複数枚のレンズで構成される。撮像装置201は、オートフォーカス機能を有する。外部からの光がCCD画像センサ32上に結像するように、オートフォーカス機能により結像レンズ31が駆動され焦点距離及び絞りが調整される。CCD画像センサ32は、CCD (Charge Coupled Device) 素子などの光電変換素子のマトリクス状の配列を有する。CCD画像センサ32は、その表面に結像される画像の光の色及び強さに応じた信号を生成し、これをデジタルデータに変換してプロセッサ40へ出力する。尚、CCD素子一つ分のデータが画像を形成する画素の画素データであり、画像データはCCD素子の数の画素データで構成される。
- [0100] レリーズボタン52は、押しボタン式のスイッチで構成される。レリーズボタン52はプロセッサ40に接続されており、プロセッサ40において使用者による押し下げ操作が検知される。カードメモリ55は、不揮発性で書き換え可能なメモリで構成され、本体ケ



ース10に着脱可能である。

- [0101] モード切替スイッチ59は、2つの位置に切換え可能なスライドスイッチなどで構成される。プロセッサ40によりモード切替スイッチ59のボタンがいずれの位置にあるかが検知される。プロセッサ40において、モード切替スイッチ59のスイッチの位置の一方は「ノーマルモード」として、もう一方は「補正撮像モード」として検知される。
- [0102] プロセッサ40は、CPU (Central Processing Unit) 41、ROM42、RAM43で構成される。CPU41は、ROM42に記憶されたプログラムによる処理をRAM43を利用しつつ実行する。CPU41は、リリースボタン52の押し下げ操作の検知、CCD画像センサ32からの画像データの取り込み、画像データのカードメモリ55への書き込み、モード切替スイッチ59の状態検出、スリット光投光ユニット120によるスリット光の出射切り換え等の各種処理を行う。
- [0103] ROM42には、カメラ制御プログラム421と、差分抽出プログラム422と、三角測量演算プログラム423と、原稿姿勢演算プログラム424と、平面変換プログラム425とが含まれる(図2参照)。
- カメラ制御プログラム421は、図17に示すフローチャートの処理(詳細は後述する。)を含む撮像装置1全体の制御に関するプログラムである。
- 差分抽出プログラム422は、スリット光を投光した原稿Pの画像から、スリット光の軌跡を抽出した画像データを生成するためのプログラムである。
- 三角測量演算プログラム423は、差分抽出プログラムで生成された画像データによるスリット光の軌跡の各画素に対する3次元空間位置を演算するためのプログラムである。
- 原稿姿勢演算プログラム424は、第1スリット光の軌跡171a及び第2スリット光の軌跡172aの3次元空間位置から、原稿Pの位置及び3次元形状を推定して求めるプログラムである。
- 平面変換プログラム425は、与えられた原稿Pの位置及び姿勢に基づいて、スリット光無し画像格納部432に格納された画像データを、原稿Pの正面から撮像したような画像に変換する。
- [0104] RAM43には、記憶領域として、CCD画像センサ32からの画像データの形式のデ

ータを保存する大きさのスリット光有り画像格納部431、スリット光無し画像格納部432、及び、差分画像格納部433が割り当てられている。さらに、RAM43には、スリット光画像の各ポイントの位置を演算した結果を保存する大きさの三角測量演算結果格納部434と、原稿Pの位置及び姿勢の演算結果を保存する大きさの原稿姿勢演算格納部435と、CPU41での演算のために一時的にデータを記憶させるのに使用する大きさのワーキングエリア436とが割り当てられている。

- [0105] ファインダ53は、光学レンズで構成される。ファインダ53は、撮像装置201の後ろ側から使用者がのぞき込んだ時に、結像レンズ31がCCD画像センサ32上に結像する範囲とほぼ一致する範囲が見えるように構成されている。
- [0106] 続いて、撮像装置201のプロセッサ40での処理手順を表す図17のフローチャートを用いて、使用者によりリリースボタン52が押されてからの撮像装置201の動作を説明する。
- [0107] S2110では、モード切替スイッチ59のスイッチの位置が検知される。S2110で検知の結果、モード切替スイッチ59が「補正撮像モード」の位置である場合は(S2110: YES)、処理はS2120へ移行する。「ノーマルモード」の位置の場合は(S2110: NO)、処理はS2200へ移行する。
- [0108] 次に、S2120では、スリット光投光ユニット120に対しレーザーダイオード21の発光を指令が行われ、第1スリット光171及び第2スリット光172が出射される。この状態で、CCD画像センサ32から画像データが取得され、取得された画像データが、スリット光有り画像として、RAM43のスリット光有り画像格納部431に記憶される。
- [0109] 次に、S2130では、スリット光投光ユニット120に対しレーザーダイオード21の発光停止が指令され、第1スリット光171及び第2スリット光172が出射されなくなった状態でCCD画像センサ32から画像データが取得される。取得された画像は、スリット光無し画像としてスリット光無し画像格納部432に記憶される。
- [0110] 次に、S2140では、差分抽出プログラム422によりスリット光有り画像格納部431の画像データに対する、スリット光無し画像格納部432の画像データの差分が抽出される。つまり、原稿Pに投光された第1スリット光の軌跡171a及び第2スリット光の軌跡172aが抽出された画像データを生成され、差分画像格納部433に記憶される。

- [0111] 次に、S2150では、差分画像格納部433の画像データに抽出された、第1スリット光の軌跡171a及び第2スリット光の軌跡172aの画素毎の3次元空間位置が三角測量演算プログラム423により演算される。演算結果はそれぞれ三角測量演算結果格納部434に記憶される。
- [0112] 次に、S2160では、三角測量演算結果格納部434に記憶された第1スリット光171及び第2スリット光172のスリット光の軌跡の3次元空間位置を用いて、原稿姿勢演算プログラム424により、原稿Pの位置及び姿勢が演算される。
- [0113] 次に、S2170では、平面変換プログラム425により、S2160で算出された原稿Pの位置及び姿勢に基づいて、スリット光無し画像格納部432に記憶された画像データが、正面から観察されたような画像の画像データに変換される。
- [0114] 次に、S2180では、S2170で変換された画像データがカードメモリ55に記憶される。S2170の処理の後、図17の処理は終了する。
- [0115] S2200では、スリット光投光ユニット120のレーザーダイオード21が発光しない状態、すなわち第1スリット光171及び第2スリット光172が出射されていない状態で、CCD画像センサ32から画像データを取得される。次にS2210では、取得された画像データがカードメモリ55に記憶される。S2210での処理の後図17の処理は終了する。
- [0116] S2140での差分抽出プログラム422による処理は具体的には次のようなものである。スリット光有り画像格納部431の画像データからスリット光無し画像格納部432の画像データを画素毎に差し引く。つまり両画像データのRGB値を画素ごとに差し引く。これにより、スリット光の軌跡のみが抽出された多値画像が得られる。
- [0117] S2150での三角測量演算プログラム423による処理は、具体的には次のようなものである。例えば、差分画像格納部433の画像データに関して、第1スリット光の軌跡171a及び第2スリット光の軌跡172aの縦方向のピークを重心計算によって画像データの横方向座標毎に求める。さらに、このピーク抽出座標に対する3次元空間位置が次のようにして求められる。
- [0118] ここで、図18(a)に示すように撮像される横方向に湾曲した原稿Pに対する撮像装置201の座標系を次のように定義する。すなわち、図19(a)および図19(b)に示すよ

うに、結像レンズ31の光軸方向をZ軸として、撮像装置201から基準距離VP離れた位置をX, Y, Z軸の原点位置として、撮像装置201に対して水平方向をX軸、垂直方向をY軸とする。

[0119] CCD画像センサ32のX軸方向の画素数をResX、Y軸方向の画素数をResYと呼ぶ。X-Y平面に、結像レンズ31を通してCCD画像センサ32を投影した位置の上端をYftop、下端をYfbottom、左端をXfstart、右端をXfendと呼ぶ。また、結像レンズ31の光軸から、スリット光投光ユニット120から出射される第1スリット光171の光軸までの距離をD、第1スリット光171がX-Y平面に交差するY軸方向の位置をlas1、第2スリット光172がX-Y平面に交差するY軸方向の位置をlas2とする。

[0120] このとき、第1スリット光の軌跡171aの画像の画素の1つに注目した注目点1のCCD画像センサ32上の座標(ccdx1, ccdy1)に対応する3次元空間位置(X1, Y1, Z1)は、CCD画像センサ32の結像面上の点と、第1スリット光171及び第2スリット光172の出射点と、X-Y平面に交差する点とで形成される三角形について立てた次の5つの連立方程式の解から導き出される。

$$(1) Y1 = -((las1 + D) / VP) Z1 + las1$$

$$(2) Y1 = -(Ytarget / VP) Z1 + Ytarget$$

$$(3) X1 = -(Xtarget / VP) Z1 + Xtarget$$

$$(4) Xtarget = Xfstart + (ccdx1 / ResX) \times (Xfend - Xfstart)$$

$$(5) Ytarget = Yftop - (ccdy1 / ResY) \times (Yftop - Yfbottom)$$

尚、本実施例では、第1スリット光171がZ軸に対して平行のためlas1 = -Dであり、Y1 = -Dである。

[0121] 同様に、CCD画像センサ32上の第2スリット光の軌跡172aの画像の画素の一つに注目した注目点2の座標(ccdx2, ccdy2)に対応する3次元空間位置(X2, Y2, Z2)は、次の5つの連立方程式の解から導き出される。

$$(1) Y2 = -((las2 + D) / VP) Z2 + las2$$

$$(2) Y2 = -(Ytarget / VP) Z2 + Ytarget$$

$$(3) X2 = -(Xtarget / VP) Z2 + Xtarget$$

$$(4) Xtarget = Xfstart + (ccdx2 / ResX) \times (Xfend - Xfstart)$$

$$(5) Y_{target} = Y_{ftop} - (ccdy2 / ResY) \times (Y_{ftop} - Y_{fbottom})$$

- [0122] S2160での原稿姿勢演算プログラム424による処理は具体的には次のようなものである。例えば、三角測量演算結果格納部434のデータから、第1スリット光の軌跡171aに対応する3次元空間位置の各点を回帰曲線近似した線を求め、この曲線のX軸方向の位置が「0」における点と、第2スリット光の軌跡172aのX軸方向の位置が「0」における3次元位置とを結ぶ直線を想定する。次に想定されたこの直線がZ軸と交わる点、つまり、光軸が原稿Pと交差する点を、原稿Pの3次元空間位置(0, 0, L)とする(図20(a)参照。)。この直線がX-Y平面となす角を原稿PのX軸まわりの傾き $\theta$ とする。
- [0123] 次に、図20(b)に示すように、第1スリット光の軌跡171aを回帰曲線近似した線を、先に求めたX軸まわりの傾き $\theta$ 分だけ逆方向に回転変換した状態、つまり、原稿PをX-Y平面に対して平行にした状態を考える。図20(c)に示すように、原稿PのX軸方向の断面形状を、X-Z平面における原稿Pの断面について、Z軸方向の変位を複数のX軸方向の点で求める。次に、その変位度から、X軸方向の位置を変数としたX軸方向の傾きの関数である湾曲 $\phi(X)$ を求める。
- [0124] S2170での平面変換プログラム425による処理は具体的には、例えば、図21に示すフローチャートで表されるような処理である。図21の処理について以下説明する。
- [0125] 初めに、RAM43のワーキングエリア436に当該処理の処理領域が割り当てられ、カウンタのための変数など当該処理に用いる変数の初期値が設定される(S3002)。
- [0126] 次に、原稿Pの文字等が書かれた面が略鉛直方向から観察された場合の画像である正立画像の領域が、原稿姿勢演算プログラム425での演算結果による原稿Pの3次元空間位置(0, 0, L)と、X軸まわりの傾き $\theta$ と、湾曲 $\phi(X)$ とに基づき、スリット光無し画像の4隅の点を変換して設定される。次にこの領域内に含まれる画素数aが求められる(S3003)。
- [0127] 次に、設定された正立画像の領域は、まずX-Y平面に配置され(S3005)、その中に含まれる画素毎に、各々の3次元空間位置が、湾曲 $\phi(X)$ に基づいてZ軸方向に変位され(S3006)、傾き $\theta$ でX軸まわりに回転移動され(S3007)、Z軸方向に距離Lだけシフトされる(S3008)。求められた3次元空間位置は、先の三角測量の関係式

により理想カメラで写されたCCD画像上の座標(ccdcx, ccdey)に変換される(S3009)。さらに、使用している結像レンズ31の収差特性に従って、公知のキャリブレーション手法により、実際のカメラで写されたCCD画像上の座標(ccdx, ccdy)に変換される(S3010)。次に、変換された座標の位置にあるスリット光無し画像の画素の状態が求められ、RAM43のワーキングエリア436に格納される(S3011)。以上の処理は画素数aだけ繰り返し実行され(S3012、S3004)、正立画像の画像データが生成される。

- [0128] 以上のように、撮像装置201において、第1スリット光171及び第2スリット光172の2列のスリット光が原稿Pに投光され、その原稿Pは、結像レンズ31によってCCD画像センサ32に結像され撮像が行われる。続けて、スリット光が投光されていない原稿Pの画像が撮像される。これら2つの画像データの差分をとることによって、画像データからスリット光の軌跡画像が抽出され、三角測量原理によりスリット光の軌跡各部の3次元空間位置が演算される。これらから原稿Pの位置、傾き、及び湾曲状態が求められ、第1スリット光の軌跡171aの形状を原稿P全体の横断面形状として類推した結果を基に、平らな原稿Pが正面から撮像されたかのように補正した画像データが生成される。生成された画像データはカードメモリ55に記録される。
- [0129] よって、撮像装置201によれば、使用者は、湾曲などの形状変形した原稿Pを斜めから撮像した場合でも、平らな原稿Pを正面から撮像したかのような画像データをカードメモリ55に記憶させることができる。すなわち、使用者は、通常の撮影の動作(つまり、モード切替スイッチ59を「補正撮像モード」側に切り換え、ファインダ53、又は、LCD51で原稿Pの所望の範囲が撮像範囲に入っているか確認し、リリースボタン52を押して画像を撮影すること)を行えば、平らな原稿Pを正面から撮像したかのような画像を得ることができる。
- [0130] カードメモリ55に記憶された画像データは、LCD51で表示して撮像内容を確認することも可能であるし、また、カードメモリ55を撮像装置201から取り外して外部のパーソナルコンピュータなどに装着することにより、その画像データをPC上で表示させたり、印刷させたりすることも可能である。
- [0131] スリット光投光ユニット120の諸元が説明中例示した数値によるものの場合、レーザ

ーダイオード21から出力されるパワーのうち、透明平板124で分割される第1スリット光171のパワーは95%に対し、第2スリット光172のパワーは約5%と少ない。しかしながら、角度幅あたりのパワーで見ると、広がり角が48度の第1スリット光171の単位角度あたりのパワーが約 $20 \mu\text{W}/\text{度}$ で、広がり角が2.4度の第2スリット光172の単位角度あたりのパワーも約 $21 \mu\text{W}/\text{度}$ であり、ほぼ同じである。原稿Pが基準距離VPである330mmの位置にある白色の用紙の場合、第1スリット光171及び第2スリット光172による照度は約1260ルクスとなり、一般的な室内の明るさである500〜1000ルクスの場所でも、スリット光の軌跡と原稿Pとの輝度差が十分ある。したがって差分抽出プログラム422にてスリット光の軌跡画像を抽出することができる。

[0132] このように、撮像装置201は、光源であるレーザーダイオード21の出力を上げることなく、1列のスリット光を投光する場合と同等の角度幅あたりのパワーで2列のスリット光を出射する。このような構成によれば、対象物体の3次元形状を検出することができる共に、撮像装置201の構成を簡易で小型のものにすることができる。

[0133] 本実施例では、第1スリット光171と、第2スリット光172との単位角度当たりのパワーがほぼ等しいため、第1スリット光の軌跡171aと第2スリット光の軌跡172aに対応するCCD画像センサ32の信号は、ほぼ同じ輝度を表す信号レベルとなる。例えば、CCD画像センサ32の所定の位置で縦方向に見た画素信号は、図22(a)に示すように、第1スリット光の軌跡171aと第2スリット光の軌跡172aが写った部分が背景レベルに対し、同じ程度の高くなった信号になる。これにより、差分抽出プログラム422では、スリット光の軌跡を抽出する為のしきい値の設定を共通化できる。尚、第1スリット光171と、第2スリット光172との単位角度当たりのパワーに差があると、図22(b)に示すように、第1スリット光171と、第2スリット光172とで別々のしきい値を用いないと、背景レベルの変動にピーク値が埋もれてしまい、スリット光の軌跡を正確に検出できない場合がある。このように、スリット光の軌跡の検出のために、背景ノイズに応じたしきい値設定を検出点個別に行うようになると、演算が多くなり非効率となるが、本実施形態によればそのようなことは無い。

[0134] また、透明平板24は、裏面にARコートが施されていることにより、透明平板24内に入射したレーザー光線の透明平板24から出射する際の反射が少なくなり、透明平板

24内でのレーザー光線の損失が少なくなるようになっている。

- [0135] 透明平板124は、透明平板124で反射するレーザー光線の割合を、透明平板124の材質の屈折率より決まる表面反射率5%として設定することにより、通常のーフミラーで実現する場合に必要な、反射面に金属蒸着膜を形成する製造プロセスを行わないでも良いようにできる。
- [0136] 本発明の実施形態としての3次元形状検出装置に関し、レーザーダイオード21が光出力手段のうちの光源に相当し、透明平板24が光出力手段のうちの分割手段に相当する。スリット光投光ユニット120は、パターン光投光手段に相当し、結像レンズ31、CCD画像センサ32が投光像撮像手段に相当し、プロセッサ40におけるS140からS160の処理が3次元形状演算手段に相当する。
- [0137] 本発明の撮像装置に対して、結像レンズ31、CCD画像センサ32が撮像手段に相当し、プロセッサ40におけるS170の処理が画像補正手段に相当し、RAM43が記憶手段に相当する。
- [0138] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記の具体的な実施形態に限定されず、このほかにも様々な形態で実施することができる。以下、第2の実施形態の変形例について説明する。
- [0139] 例えば、撮像装置201で撮像する対象物体は、シート状の原稿Pの他にも、個体ブロックの滑らかな表面であったり、場合によっては稜線をもつ物体の表面であっても良い。すなわち、撮像装置201は、2列のスリット光の軌跡から、その3次元空間における3次元形状を希求したい用途に関してはほぼすべて同様に、対象物体の3次元形状を検出する効果を発揮することができる。
- [0140] 但し、本実施例のように、対象物体がシート状の原稿Pであれば、第1スリット光の軌跡171aを原稿Pの断面形状であるとして、原稿Pの全体の形状を推定し、原稿Pの湾曲などの形状変形に対する画像補正をすることができる。また、対象物体がスリット光の長手方向に対する直交方向に略均一な3次元形状であれば、スリット光を投光する位置に含まれる対象物体の突起部など特異な形状により生じる検出姿勢のずれなどを考慮しなくて良く、スリット光が投光される箇所に気をつかわないでも良いようにできる。



- [0141] 本実施形態の撮像装置201では、スリット光投光ユニット120が、第1スリット光171と、第2スリット光172の2列のスリット光を出射するように構成されているが、出射するスリット光は、2列に限らず、3列以上を出射するように構成されていても良い。例えば、スリット光投光ユニット120は、図18(b)に示す原稿Pのスリット光の軌跡画像のように、第1スリット光171及び第2スリット光172に加えて、第2スリット光172と同様の第3スリット光が、原稿Pにて第2スリット光172の上方に投光されるように構成されていても良い。このように構成することによって、第1〜第3スリット光のスリット光の軌跡の各点の位置から、原稿Pの縦方向の湾曲形状に対しても推定することができる。したがってこの場合、スリット無し画像を補正して、更に見やすい画像を生成することができる。
- [0142] 本実施形態では光源として、赤色レーザー光線を放射するレーザーダイオード21が用いられているが、光源は、面発光レーザー、LED、EL素子など、光ビームを放射することのできる様々なものを用いることができる。
- [0143] 本実施形態では、分割手段として、所定割合を反射する透明平板124を用いているが、透明平板124と同等の機能を、入射するレーザービームのパワーの所定の割合を所定方向に回折する回折格子を1面に形成した透明平板によって実現することができる。この場合、回折格子で回折された1次光のレーザー光線を第2スリット光172とし、そのまま透過する0次光のレーザー光線を第1スリット光171とすることができる。
- [0144] 図23に示すように、反射型の回折格子128を用いて第1および第2のスリット光171および172を生成することもできる。この場合、反射型回折格子128は上述の実施形態における反射ミラー26の変わりとしての役割も担うことができる。この場合、反射型回折格子128の回折格子で回折された1次光のレーザー光線を第2スリット光172とし、そのまま反射する0次光のレーザー光線を第1スリット光171とすることができる。このような回折格子は、その断面形状により、0次光と高次光のパワー配分比率を変えられることができるため、分割手段としては好適である。
- [0145] スリット光投光ユニット120から出射されるスリット光は、長手方向に直交する方向に、急峻に絞り込まれた細線の他に、一定の幅を備えたストライプ状の光パターンでも

良い。

- [0146] 第1スリット光171と、第2スリット光172の位置関係は逆転しても良い。すなわち、第1の方向つまり撮像装置201から見て下側に第2スリット光172が配置され、第2の方向に第1スリット光171が配置されるように、各光学素子が配設されても良い。
- [0147] 撮像装置201は、スリット光有り画像及びスリット光無し画像を、結像レンズ31及びCCD画像センサ32を用いて撮像するよう構成されている。これに対して、撮像装置201に内に、結像レンズ31及びCCD画像センサ32の他に、スリット有り画像を撮像するための結像レンズ及びCCD画像センサを別途追加しても良い。このように構成することにより、スリット光有り画像とスリット光無し画像とを撮像する間の時間経過（CCD画像センサ32の画像データを転送する時間など）を無くすることができる。この場合、スリット光有り画像に対してスリット光無し画像の撮像範囲のずれが無く、検出する対象物体の3次元形状の精度が高いものとする事ができる。但し、本実施形態の撮像装置201の方が、構成部品が少なく、小型で安価なものとする事ができる。
- [0148] 本発明の一つの実施形態において、前記パターン光投光手段は、光を出力する光出力手段を有すると共に、前記光出力手段による光を所定の角度幅で平面状に放射される光束に変換し、前記光束の前記所定の角度幅方向における一部を偏向し、該偏向により前記光束の前記所定の角度幅方向の一部が欠落する第1のパターン光と、前記第1のパターン光に対して偏向される第2のパターン光とを形成して出射するよう構成されていても良い。
- [0149] この3次元形状検出装置では、パターン光投光手段の位置と、投光像撮像手段の位置との間が一定距離で、パターン光投光手段から出射するスリット光の角度は一定（物理的構成上既知）である。故に、3次元形状演算手段にて、投光像撮像手段で撮像された対象物体の画像により、対象物体上のパターン光の反射位置（スリット光の軌跡）の所定の点と投光像撮像手段とを結ぶ線の、投光像撮像手段の光軸方向に対する角度を求め、この角度を用いてパターン光の軌跡の所定の点と、パターン光投光手段と、投光像撮像手段とを結ぶ三角形の形状を定める、いわゆる三角測量により、スリット光の軌跡の所定の点の3次元空間位置を求めて、スリット光の軌跡の各点について3次元空間位置を求めることにより、対象物体に投光されたスリット光

の位置を求めることができる。尚、第1パターン光の軌跡の欠落箇所の3次元形状は、欠落箇所以外の近似曲線などにより類推できる。

- [0150] 第1パターン光の軌跡と、第2パターン光の軌跡とが対象物体の同一平面上に形成されることから、対象物体をパターン光の長さ方向に対する直交方向に略均一な3次元形状のものと仮定すれば、3次元形状演算手段にて、第1パターン光の軌跡について求めた3次元空間位置による形状を、第2パターン光の軌跡の方向へ伸ばしたものを対象物体の3次元形状として類推し、対象物体の3次元形状を求めることができる。
- [0151] 上記構成の3次元形状検出装置によれば、対象物体に接触することなく、対象物体の3次元形状を検出することができる。光ビームを変換した1列のパターン光の一部を偏向して第1パターン光と第2パターン光とを形成しているため、第1パターン光及び第2パターン光の角度幅あたりのパワーを、パターン光(スリット光)が1列の時と同じにすることができ、従来のように全出射パワーを上昇することなく、2列のスリット光でもスリット光の軌跡の弁別を確実にできる。
- [0152] 本発明の一つの実施形態において、前記パターン光投光手段は、光を所定角度で反射する第1反射面により、前記光束を反射して前記第1のパターン光を出射し、前記第1反射面に対して前記第1のパターン光の光路方向に対して所定角度傾斜して光を反射する第2反射面により、前記光束を反射して前記第2のパターン光を出射するように構成されていても良い。
- [0153] このような構成の3次元形状検出装置によれば、光ビームを変換したパターン光の第1パターン光及び第2パターン光への形成を、2つの鏡などによる構成で行うことができ、プリズムや回折格子などの光ビームを分割するデバイスを用いる場合に対して、簡易で安価な構成にできる。
- [0154] ところで、3次元形状演算手段にて3次元形状を一部が欠落されたパターン光によって欠落部を補間することで求める場合には、第1パターン光が対象物体上へ、その両端部が投光されている画像からそのパターン光の軌跡に基づいて欠落部のデータを補間して演算した方が、3次元形状の補間精度は高くなる。そのため、本発明の一つの実施形態において、前記パターン光投光手段が出射する第1のパターン光は

- 、前記偏向により欠落する箇所が、前記光束の端部を含まない構成であっても良い。
- [0155] つまり、このようにすると、第1パターン光は、第2パターン光形成のために、パターン光の端部が欠落して角度幅が狭くなることなく、光ビームから変換したパターン光の角度幅となる。このため、対象物体に照射される段階で、極力広い角度幅の第1パターン光を投光することができる。
- [0156] また、投光像撮像手段で撮像されるパターン光の軌跡(つまり反射光)には、図11(a)に示すように対象物体にて正反射された正反射光によるものと、対象物体で拡散された拡散光によるものがある。拡散光によるパターン光の軌跡に対して正反射光によるスリット光の軌跡の方が、撮像される画像の輝度は格段に高くなる。特に、投光像撮像手段が、パターン光投光手段に対しパターン光の平面の上下方向に並ぶ場合などに、パターン光投光手段から出射されるパターン光は、その略中央部分が正反射として投光像撮像手段に入射されやすい。
- [0157] 投光像撮像手段にて、画像を撮像するためにCCD素子などの光電変換素子を用いている場合、著しく高輝度の箇所を撮像すると、ある素子に一定以上の過剰な信号が入力され、その周囲の素子に対して光の漏れ込みが発生して、画像信号の処理過程での縦あるいは横方向の画素信号が全体的に変化し、図11(b)に示す様に画像に光の筋が入るスマアという現象を生じる。このスマアが発生すると、スリット光の軌跡を正しく弁別できず、3次元形状を正しく検出できないという場合がある。
- [0158] このため、投光像撮像手段にて、スリット光の軌跡によるスマアが発生しにくいようにするには、3次元形状検出装置は、次のように構成されていても良い。すなわち、前記パターン光投光手段にて出射される前記第1のパターン光は、前記所定の角度幅方向における略中央部の光束が欠落して形成されていても良い。
- [0159] このようにすることにより、第1パターン光の正反射光となりやすい略中央部が欠落箇所となるため、投光像撮像手段に対して正反射光が入射されにくく、スマアの発生を抑えることができる。
- [0160] 本発明の一つの実施形態において、3次元形状検出装置は、前記複数のパターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状を持った対象物体の3次元形状を検出するために用いられても良い。

- [0161] このような構成によれば、パターン光が投光される部分の形状を、パターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状であるとして、パターン光の軌跡の上下も、このパターン光の軌跡と同様の形状となっているとするなど、対象物体全体又は一部の形状を推定して3次元形状を検出することができる。
- [0162] また、対象物体が、パターン光の方向に対する直交方向に略均一な3次元形状であれば、パターン光を投光する位置に含まれる対象物体の突起部など特異な形状により検出される3次元形状に生じるずれなどを考慮しなくて良く、3次元形状を検出する際のパターン光が投光される箇所に気をつかわずとも良いようにできる。
- [0163] 本発明の一つの実施形態において、前記複数のパターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状を持った対象物体は、略シート状であっても良い。
- [0164] 本発明の一つの実施形態において、前記パターン光投光手段は、複数の光ビームを出力する光出力手段を有すると共に、前記複数の光ビームを前記複数のパターン光に変換する構成であっても良い。この場合、前記複数のパターン光は少なくとも所定の角度幅を有する長パターン光と該長パターン光より相対的に角度幅の狭い短パターン光とを含んでいても良い。
- [0165] このように構成された3次元形状検出装置では、パターン光投光手段の位置と、投光像撮像手段の位置との間が一定距離で、パターン光投光手段から出射するパターン光の角度は一定(物理的構成上既知)である。3次元形状演算手段にて、投光像撮像手段で撮像された対象物体の画像により、対象物体上のパターン光の反射位置(パターン光の軌跡)の所定の点と投光像撮像手段とを結ぶ線の、投光像撮像手段の光軸方向に対する角度を求める。次に、この角度を用いてパターン光の軌跡の所定の点と、パターン光投光手段と、投光像撮像手段とを結ぶ三角形の形状を定める、いわゆる三角測量により、パターン光の軌跡の所定の点の3次元空間位置を求めて、パターン光の軌跡の各点について3次元空間位置を求めることにより、対象物体に投光されたパターン光の位置を求めることができる。
- [0166] 対象物体の3次元形状は、長パターン光の長手方向に対する直交方向に略均一な3次元形状を持った対象物体と仮定すれば、長パターン光によるパターン光の軌

跡の形状が、短パターン光の軌跡の方向へ伸びているとして類推して求めることができ、対象物体の3次元形状を検出できる。

[0167] この結果、上記構成の3次元形状検出装置によれば、対象物体に接触することなく、対象物体の3次元形状を検出することができる。さらに、対象物体に照射するパターン光を長パターン光と、短パターン光とにすることによって、パターン光の全長を短くできるため、2列の長いパターン光を投光する場合に比べて、3次元形状検出装置としての全出射パワーを少ないものにできる。

[0168] 本発明の一つの実施形態において、前記光出力手段は、前記短パターン光となる光ビームを、前記長パターン光となる光ビームと比べて少ないパワーで出力するよう構成されていても良い。

[0169] このような構成によれば、短パターン光のパワーを少なくした分、光ビームの全出射パワーを効率的に各パターン光に分配した3次元姿勢検出装置とすることができる。

[0170] 本発明の一つの実施形態において、前記光出力手段が出力する各光ビームのパワー比は、該光ビーム各々が前記パターン光投光手段にて変換される前記パターン光毎の角度幅の比と略同等であっても良い。

[0171] このような構成によれば、長パターン光及び短パターン光の単位角度幅あたりのパワーが等しくなるので、対象物体上のパターン光の軌跡の輝度もほぼ同じになる。これにより、3次元形状演算手段にて、パターン光の軌跡を識別する際の基準値を、長パターン光と短パターン光とに対し同様にして行えるため、パターン光の軌跡を正確で効率的に識別することができる。

[0172] また、パターン光投光手段にて、光ビームをパターン光に変換する方法は種々ある。例えば、光ビームを所定の面に均一に拡散させて、所定の大きさの長穴を空けたスリットを通してスリット光とする方法や、回転するポリゴンミラーに光ビームを照射し、走査してスリット光にする方法などがある。

[0173] 本発明の一つの実施形態において、前記パターン光投光手段は、前記複数の光ビームがそれぞれ変換される前記複数のパターン光の角度幅に応じた焦点距離のシリンダカルレンズを用いて、前記複数の光ビームを前記複数のパターン光に変換するように構成されていても良い。

- [0174] このような構成によれば、パターン光投光手段を、光源のパワー損失が小さく、小型で簡便にできる。つまり、前述のスリットを通してスリット光とする方法では、スリットに遮られる光が多く、光ビームのパワー損失が大きい。また、ポリゴンミラーの回転により走査する方法の場合、ポリゴンミラーの駆動機構を設ける必要があり、装置が複雑となり小型化しにくい。これらに対して、シリンダカルレンズを用いた場合は、光ビームのパワー損失が少なく、駆動機構なども無く構成が簡易で、小型化しやすい。
- [0175] また、光出力手段は、変換されるパターン光の角度幅に応じてパワーが違う光ビームを出力するように、それぞれに光源を設けても良いが、そうすると光源の数及び種類が多くなり装置が大きく、高価になってしまう。
- [0176] そのため、本発明の一つの実施形態において、前記光出力手段は、1つの光ビームを生成する光源と、該光源からの光ビームを、複数に分割して出力する分割手段とから構成されていても良い。
- [0177] このような構成によれば、光源が最小個数で済み、3次元形状検出装置を小型化及び低価格化することができる。また、この構成においては、短パターン光となる光ビームのパワーを少なくし、光出力手段からの光ビームの全出射パワーが抑えられるため光源の出力が大きくなりやすく、一つの光源とするのに適している。
- [0178] 本発明の一つの実施形態において、前記分割手段は、少なくとも片面に無反射処理を施した略透明平板で光ビームを分割するよう構成されていても良い。
- [0179] このような構成によれば、略透明平板により光ビームを、略透明平板に入射する際に反射する光ビームと、略透明平板を透過する光ビームとに分割でき、略透明平板の反射率を変えることによって光ビームのパワー配分を設定することができる。また、無反射処理が施されているため略透明平板を透過する際の反射による損失が少なく、プリズムなどに比べて軽量であり、この略透明平板を用いることにより、小型軽量で安価な分割手段を実現できる。
- [0180] 本発明の一つの実施形態において、3次元形状検出装置は、前記長パターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状を持った対象物体の3次元形状を検出するために用いられても良い。
- [0181] このような構成によれば、パターン光が投光された部分を投光方向に対して交差す

る方向に略均一な3次元形状であると前提することができ、パターン光の軌跡の上下も、このパターン光の軌跡に対応する3次元形状と同様の形状となっているとするなど、対象物体全体又は一部の形状を推定することができる。

[0182] また、対象物体が、パターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状であれば、パターン光を投光する位置に含まれる対象物体の突起部など特異な形状により検出される3次元形状に生じるずれなどを考慮しなくて良く、3次元形状を検出する際のパターン光が投光される箇所に気をつかわずとも良いようにできる。

[0183] 本発明の一つの実施形態において、前記長パターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状を持った対象物体は、略シート状であっても良い。

[0184] 本発明の一つの実施形態としての撮像装置において、前記パターン光投光手段は、光を出力する光出力手段を有すると共に、前記光出力手段による光を所定の角度幅で平面状に放射される光束に変換し、前記光束の前記所定の角度幅方向における一部を偏向し、該偏向により前記光束の前記所定の角度幅方向の一部が欠落する第1のパターン光と、前記第1のパターン光に対して偏向されたる第2のパターン光とを形成して出射するよう構成されていても良い。

[0185] 本発明の一つの実施形態としての撮像装置において、前記パターン光投光手段は、複数の光ビームを出力する光出力手段を有すると共に、前記複数の光ビームを前記複数のパターン光に変換するよう構成されていても良い。この場合、前記複数のパターン光は少なくとも所定の角度幅を有する長パターン光と該長パターン光より相対的に角度幅の狭い短パターン光とを含んでいても良い。

[0186] 本発明の一つの実施形態において、前記撮像手段、前記記憶手段、前記3次元形状取得手段、及び、前記画像補正手段を、当該撮像装置の本体ケース内に内蔵するよう構成されていても良い。

[0187] なお、以上説明した実施形態は、例示的なものであり、本発明は、上記実施形態の内容により限定されるものではなく、請求の範囲に記載された内容に基づいて理解されるべきものである。



## 請求の範囲

- [1] 角度幅の異なる2つのパターン光を含む複数のパターン光を投光するパターン光投光手段と、  
前記複数のパターン光が投光された対象物体の画像を、前記パターン光投光手段から一定距離離れた位置から撮像する撮像手段と、  
前記撮像手段で撮像された画像に基づき、前記対象物体に投光された前記複数のパターン光の位置を算出して前記対象物体の3次元形状を求める3次元形状演算手段と、を備えることを特徴とする3次元形状検出装置。
- [2] 前記パターン光投光手段は、光を出力する光出力手段を有すると共に、  
前記光出力手段による光を所定の角度幅で平面状に放射される光束に変換し、前記光束の前記所定の角度幅方向における一部を偏向し、該偏向により前記光束の前記所定の角度幅方向の一部が欠落する第1のパターン光と、前記第1のパターン光に対して偏向される第2のパターン光とを形成して出射すること、  
を特徴とする請求項1に記載の3次元形状検出装置。
- [3] 前記パターン光投光手段は、  
光を所定角度で反射する第1反射面により、前記光束を反射して前記第1のパターン光を出射し、  
前記第1反射面に対して前記第1のパターン光の光路方向に対して所定角度傾斜して光を反射する第2反射面により、前記光束を反射して前記第2のパターン光を出射すること、  
を特徴とする請求項2に記載の3次元形状検出装置。
- [4] 前記パターン光投光手段が出射する第1のパターン光は、  
前記偏向により欠落する箇所が、前記光束の端部を含まないこと、を特徴とする請求項2に記載の3次元形状検出装置。
- [5] 前記パターン光投光手段にて出射される前記第1のパターン光は、  
前記所定の角度幅方向における略中央部の光束が欠落して形成される、  
ことを特徴とする請求項2に記載の3次元形状検出装置。
- [6] 前記複数のパターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状を

持った対象物体の3次元形状を検出するために用いられることを特徴とする請求項1に記載の3次元形状検出装置。

- [7] 前記複数のパターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状を持った対象物体が、略シート状であることを特徴とする請求項6に記載の3次元形状検出装置。
- [8] 前記パターン光投光手段は、複数の光ビームを出力する光出力手段を有すると共に、前記複数の光ビームを前記複数のパターン光に変換し、  
前記複数のパターン光は少なくとも所定の角度幅を有する長パターン光と該長パターン光より相対的に角度幅の狭い短パターン光とを含むこと、を特徴とする請求項1に記載の3次元形状検出装置。
- [9] 前記光出力手段は、  
前記短パターン光となる光ビームを、前記長パターン光となる光ビームと比べて少ないパワーで出力することを特徴とする請求項8に記載の3次元形状検出装置。
- [10] 前記光出力手段が出力する各光ビームのパワー比は、  
該光ビーム各々が前記パターン光投光手段にて変換される前記パターン光毎の角度幅の比と略同等であることを特徴とする請求項8に記載の3次元形状検出装置。
- [11] 前記パターン光投光手段は、  
前記複数の光ビームがそれぞれ変換される前記複数のパターン光の角度幅に応じた焦点距離のシリンドリカルレンズを用いて、前記複数の光ビームを前記複数のパターン光に変換すること、を特徴とする請求項8に記載の3次元形状検出装置。
- [12] 前記光出力手段は、  
1つの光ビームを生成する光源と、  
該光源からの光ビームを、複数の分割して出力する分割手段と、  
からなることを特徴とする請求項8に記載の3次元形状検出装置。
- [13] 前記分割手段は、  
少なくとも片面に無反射処理を施した略透明平板で光ビームを分割するよう構成されることを特徴とする請求項12に記載の3次元形状検出装置。
- [14] 前記長パターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状を持つ

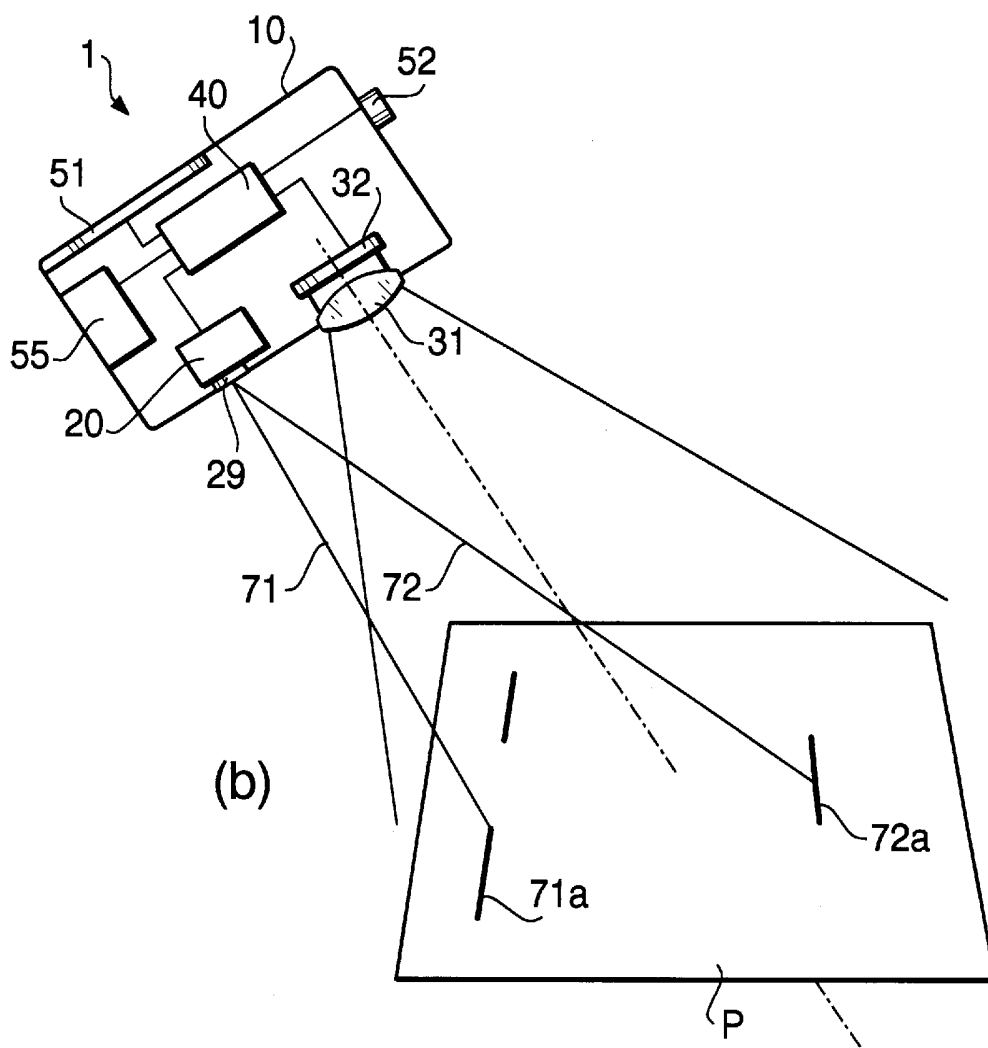
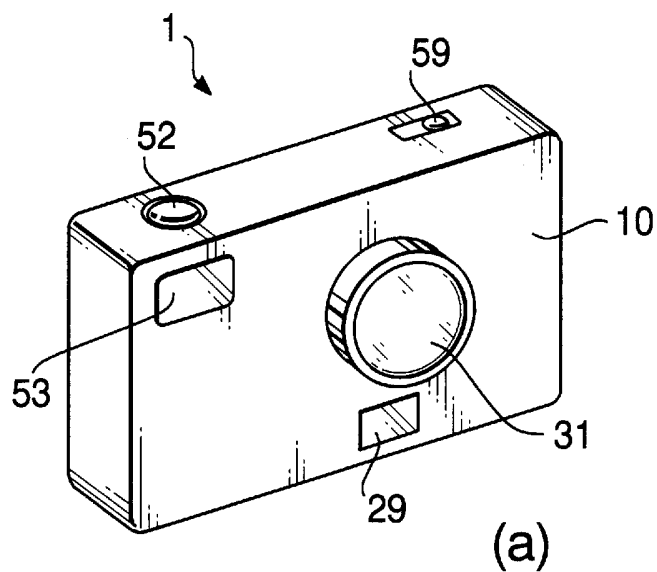
た対象物体の3次元形状を検出するために用いられることを特徴とする請求項8に記載の3次元形状検出装置。

- [15] 前記長パターン光の投光方向に対して交差する方向に略均一な3次元形状を持った対象物体が、略シート状であることを特徴とする請求項14に記載の3次元形状検出装置。
- [16] 対象物体の所定の面を任意の方向から撮像するための撮像手段と、  
該撮像手段で撮像された画像を画像データとして記憶する記憶手段と、  
対象物体の3次元形状を取得する3次元形状取得手段と、  
該3次元形状取得手段で取得された対象物体の3次元形状を基に、前記記憶手段に記憶された画像データに対して、対象物体の所定の面の略鉛直方向から観察される平面画像データとなるように補正する画像補正手段とを備え、  
前記3次元形状取得手段は、角度幅の異なる2つのパターン光を含む複数のパターン光を投光するパターン光投光手段を備え、  
前記撮像手段は、前記複数のパターン光が投光された対象物体の画像を、前記パターン光投光手段から一定距離離れた位置から撮像し、  
さらに、前記3次元形状取得手段は、前記撮像手段で撮像された画像に基づき、前記対象物体に投光された前記複数のパターン光の位置を算出して前記対象物体の3次元形状を求める3次元形状演算手段を備えること、  
を特徴とする撮像装置。
- [17] 前記パターン光投光手段は、光を出力する光出力手段を有すると共に、  
前記光出力手段による光を所定の角度幅で平面状に放射される光束に変換し、前記光束の前記所定の角度幅方向における一部を偏向し、該偏向により前記光束の前記所定の角度幅方向の一部が欠落する第1のパターン光と、前記第1のパターン光に対して偏向されたる第2のパターン光とを形成して出射すること、  
を特徴とする請求項16に記載の撮像装置。
- [18] 前記パターン光投光手段は、複数の光ビームを出力する光出力手段を有すると共に、前記複数の光ビームを前記複数のパターン光に変換し、  
前記複数のパターン光は少なくとも所定の角度幅を有する長パターン光と該長パタ

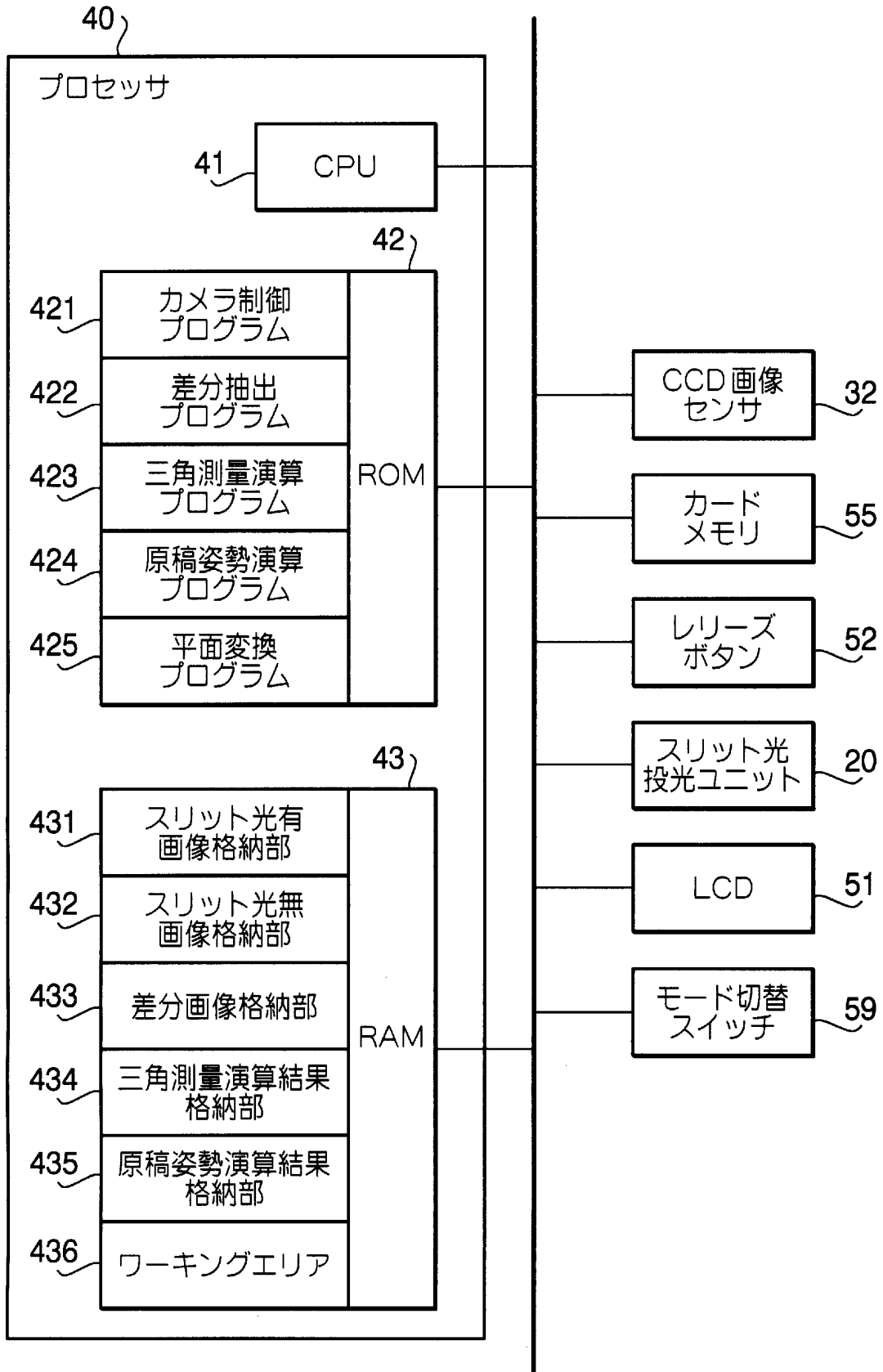
ーン光より相対的に角度幅の狭い短パターン光とを含むこと、を特徴とする請求項16に記載の撮像装置。

- [19] 前記撮像手段、前記記憶手段、前記3次元形状取得手段、及び、前記画像補正手段を、当該撮像装置の本体ケース内に内蔵させたことを特徴とする請求項16に記載の撮像装置。
- [20] 対象物体の3次元形状を検出する3次元形状検出方法であって、  
光ビームを出力し、  
該光ビームを所定の角度幅で平面状に放射される光束であるパターン光に変換して、対象物体へ投光するために該パターン光を出射し、  
出射される前記パターン光に対して一定距離離れた位置から、前記パターン光が投光された対象物体の画像を撮像し、  
撮像された画像に基づき、対象物体に投光された前記パターン光の位置を算出して、対象物体の3次元形状を求める演算を行うことからなり、  
出射される前記パターン光は、角度幅の異なる第1と第2のパターン光を含むこと、  
を特徴とする3次元形状検出方法。
- [21] 前記第1のパターン光は、所定の角度幅で平面状に放射される光束の前記所定の角度幅方向における一部を偏向することにより前記光束の前記所定の角度幅方向の一部が欠落した状態で形成され、前記第2のパターン光は前記第1のパターン光に対して偏向されること、を特徴とする請求項20に記載の3次元形状検出方法。
- [22] 前記第1のパターン光は所定の角度幅を有し、前記第2のパターン光は前記第1のパターン光より相対的に角度幅の狭いこと、を特徴とする請求項20に記載の3次元形状検出方法。

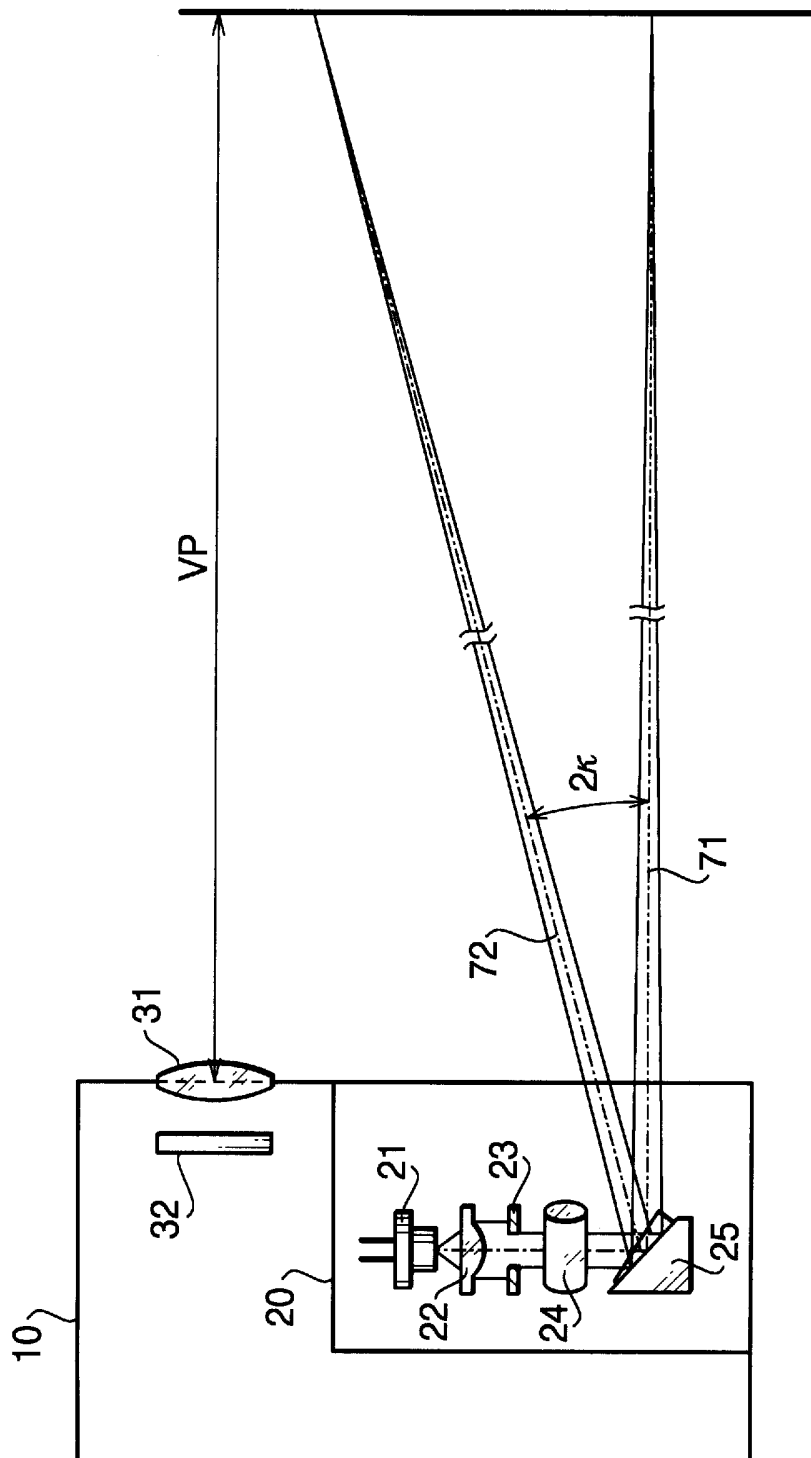
[図1]



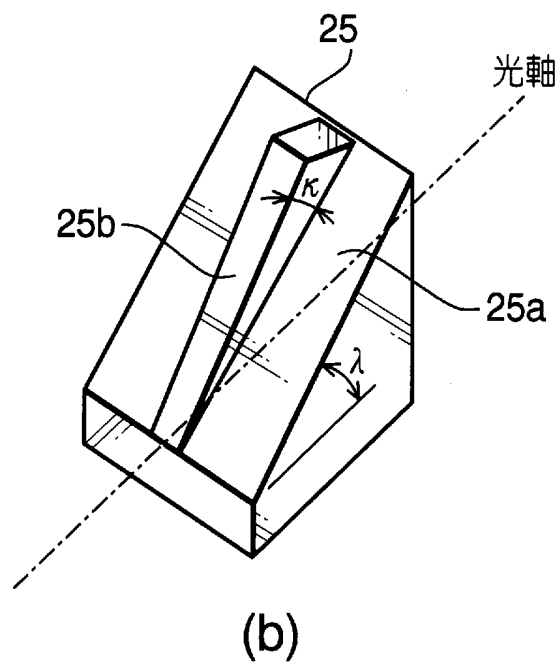
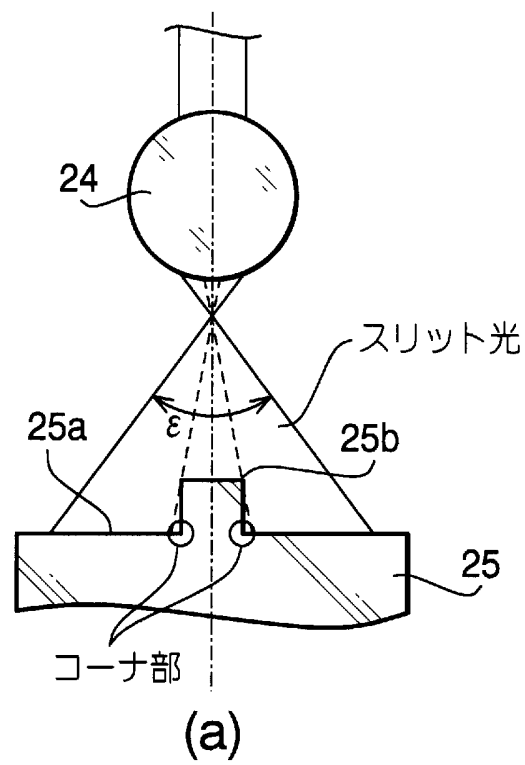
[図2]



[図3]

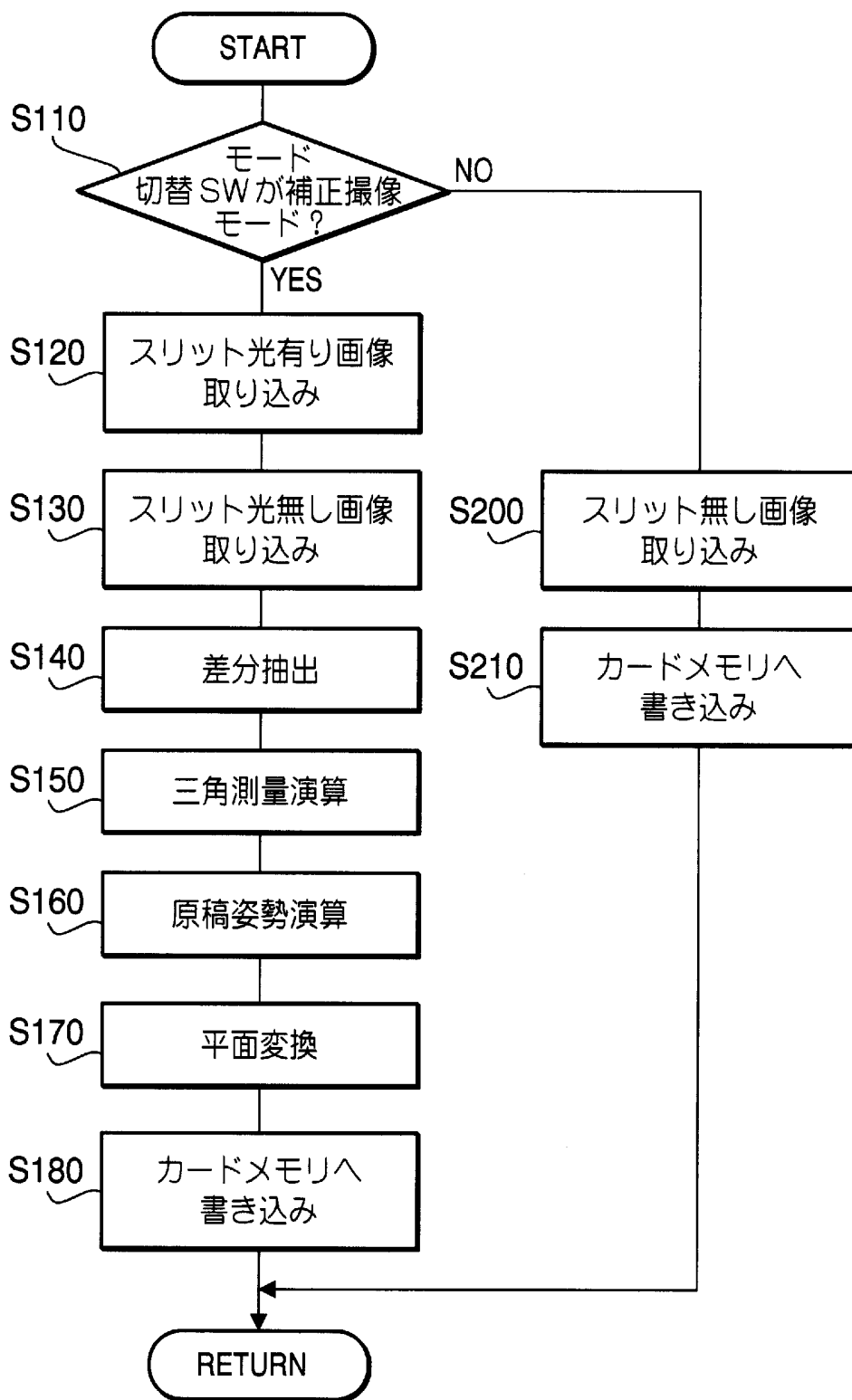


[図4]

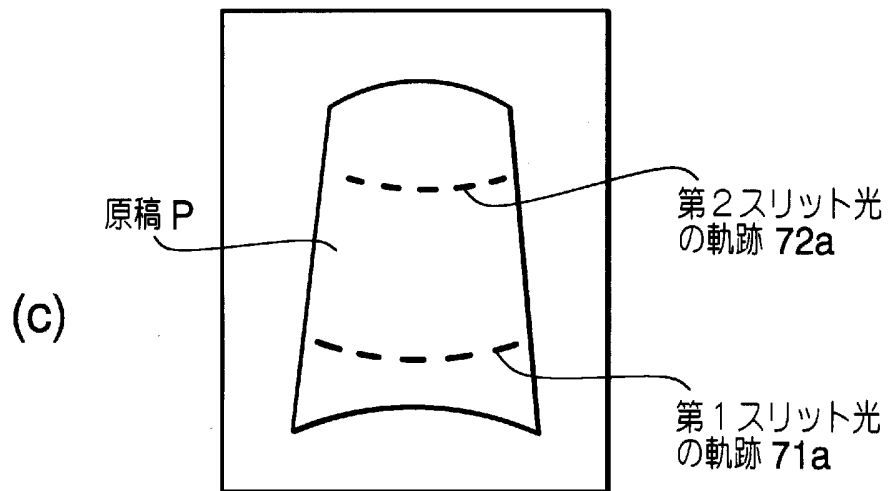
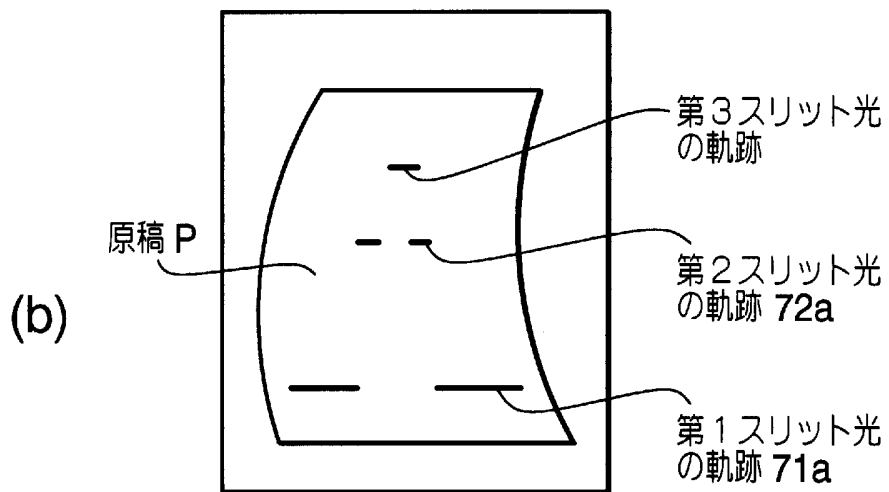
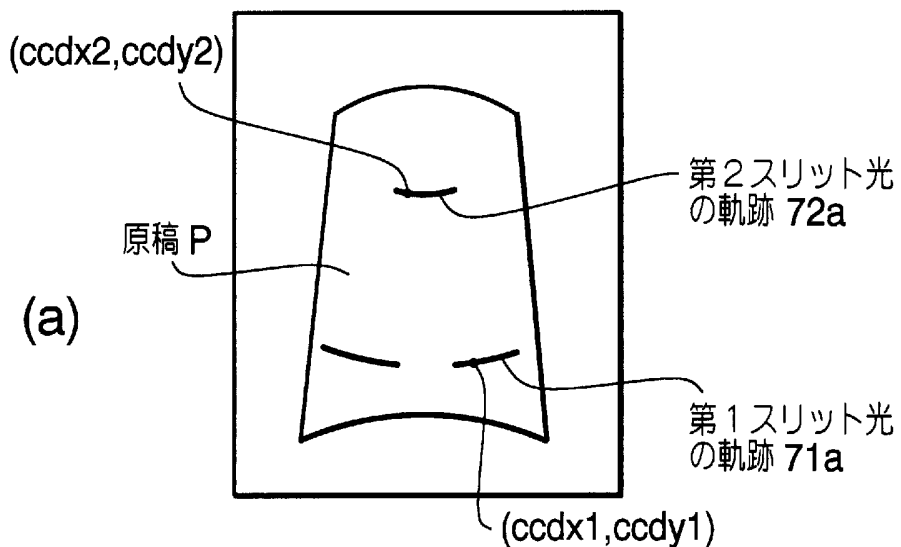




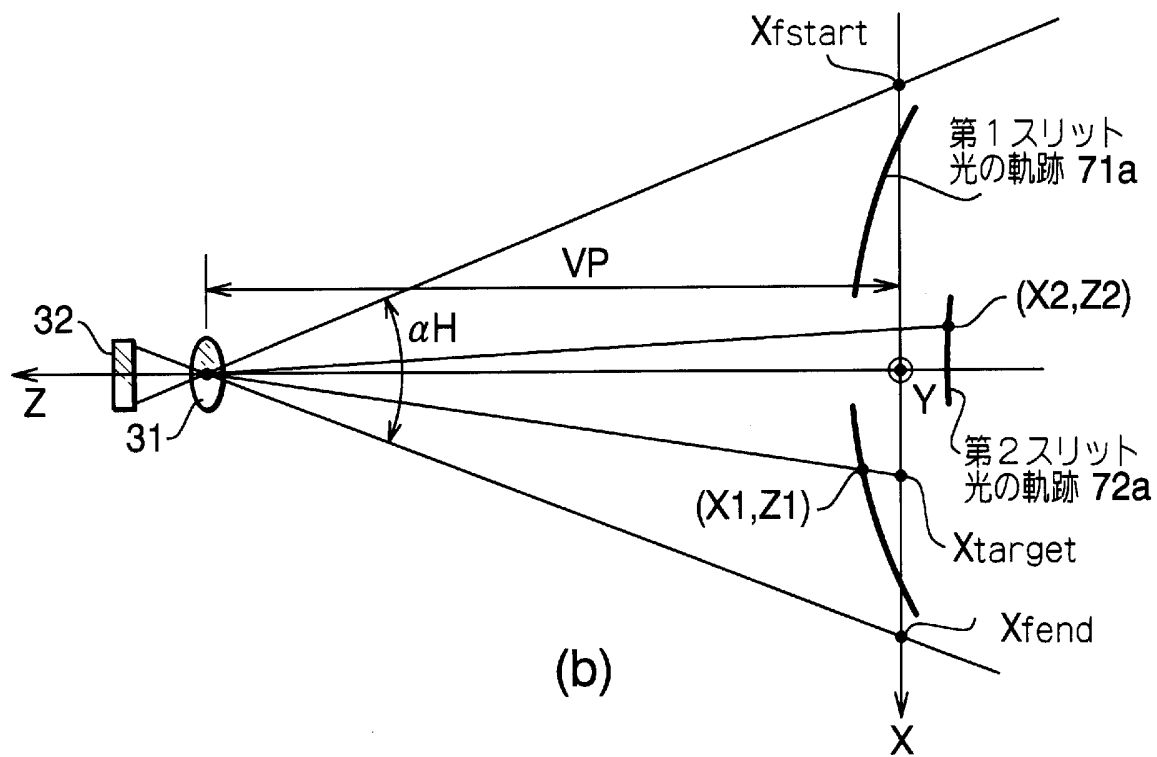
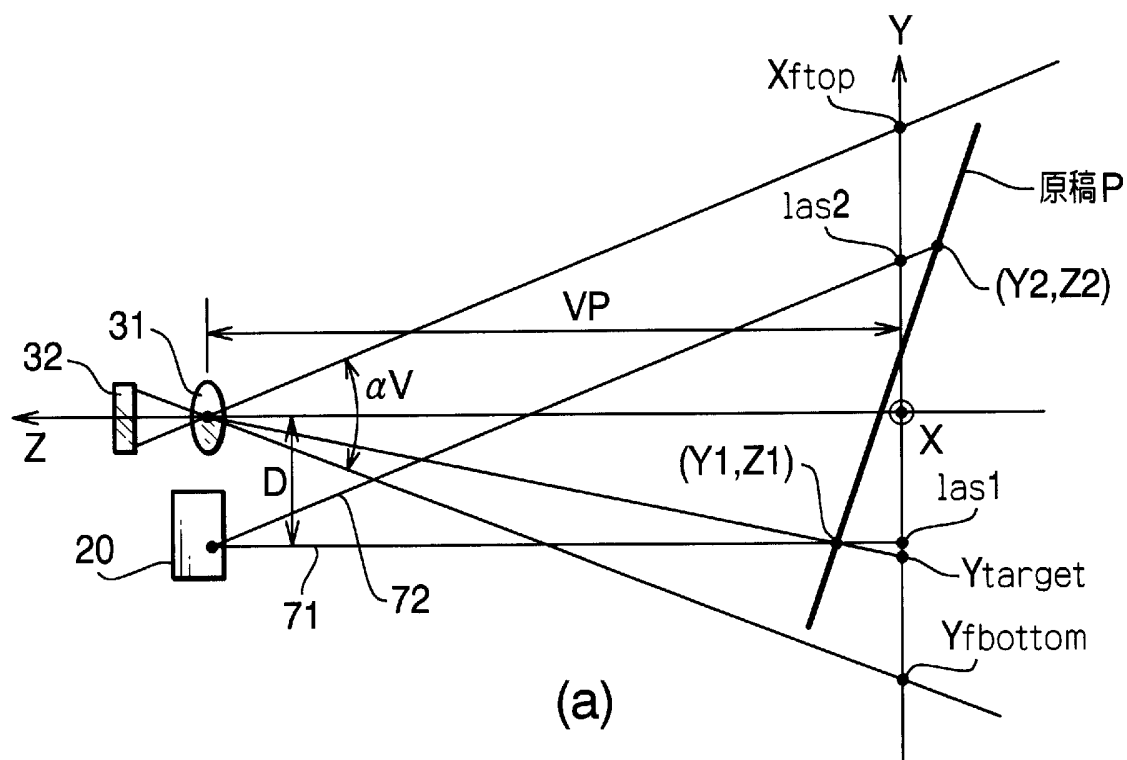
[図5]



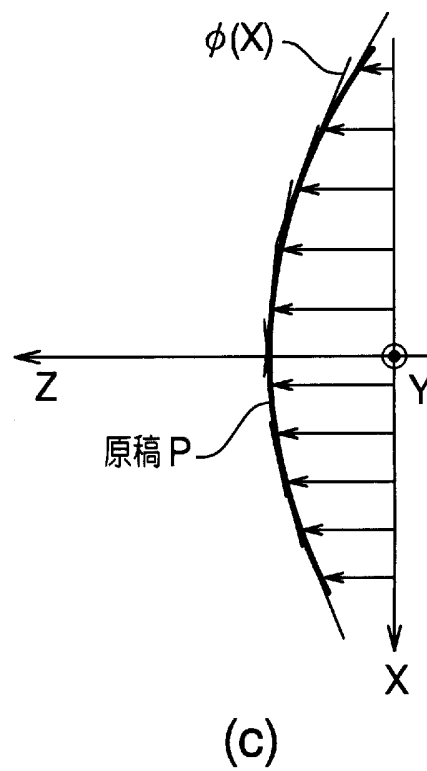
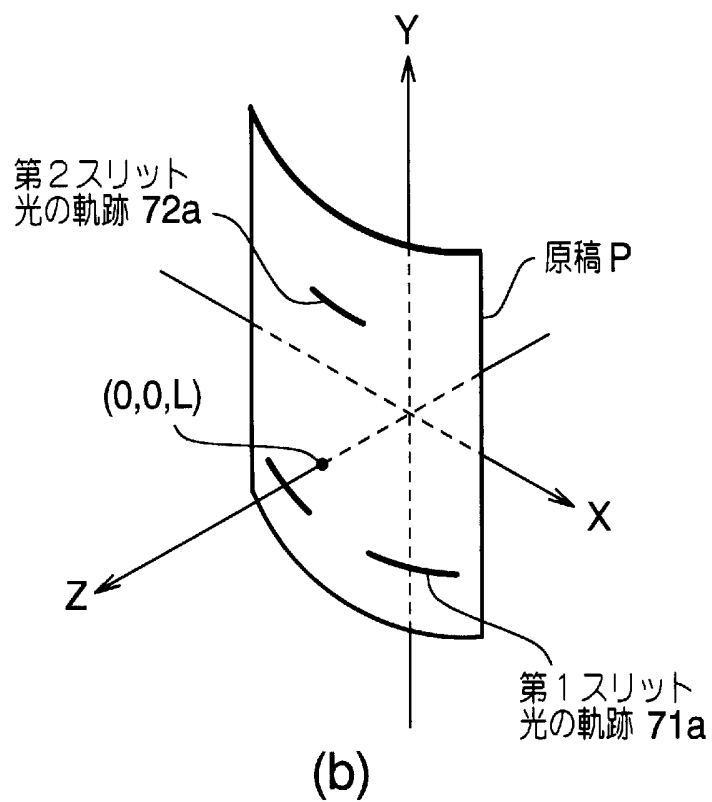
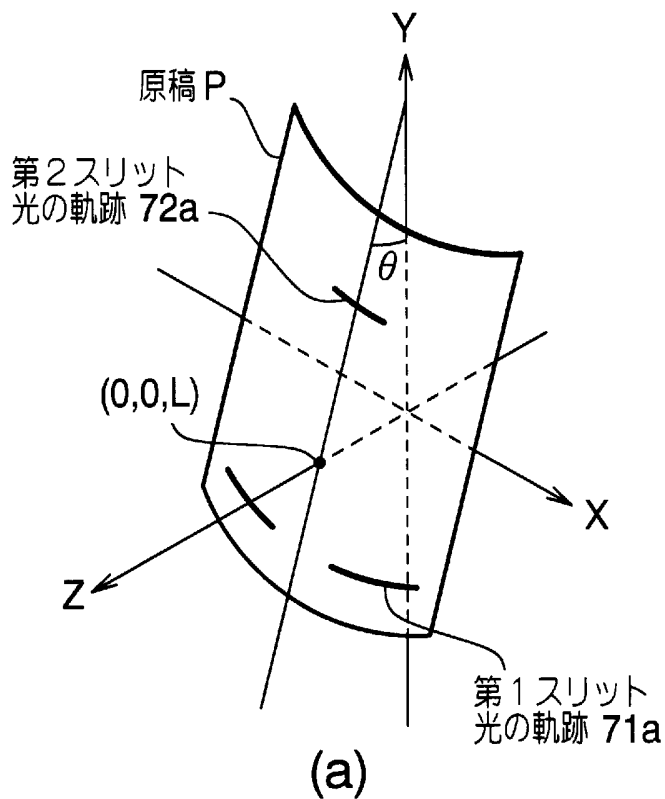
[図6]



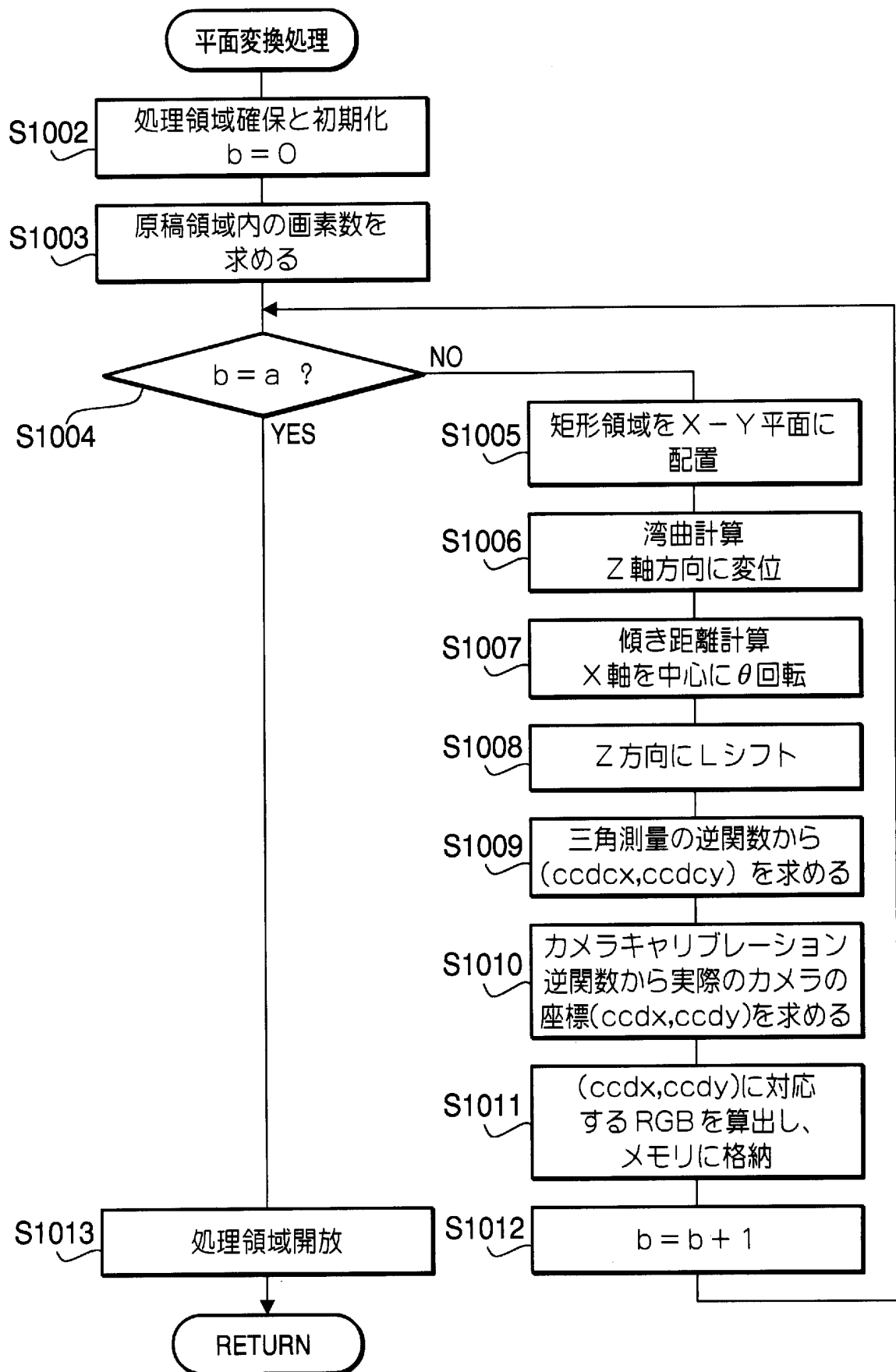
[図7]



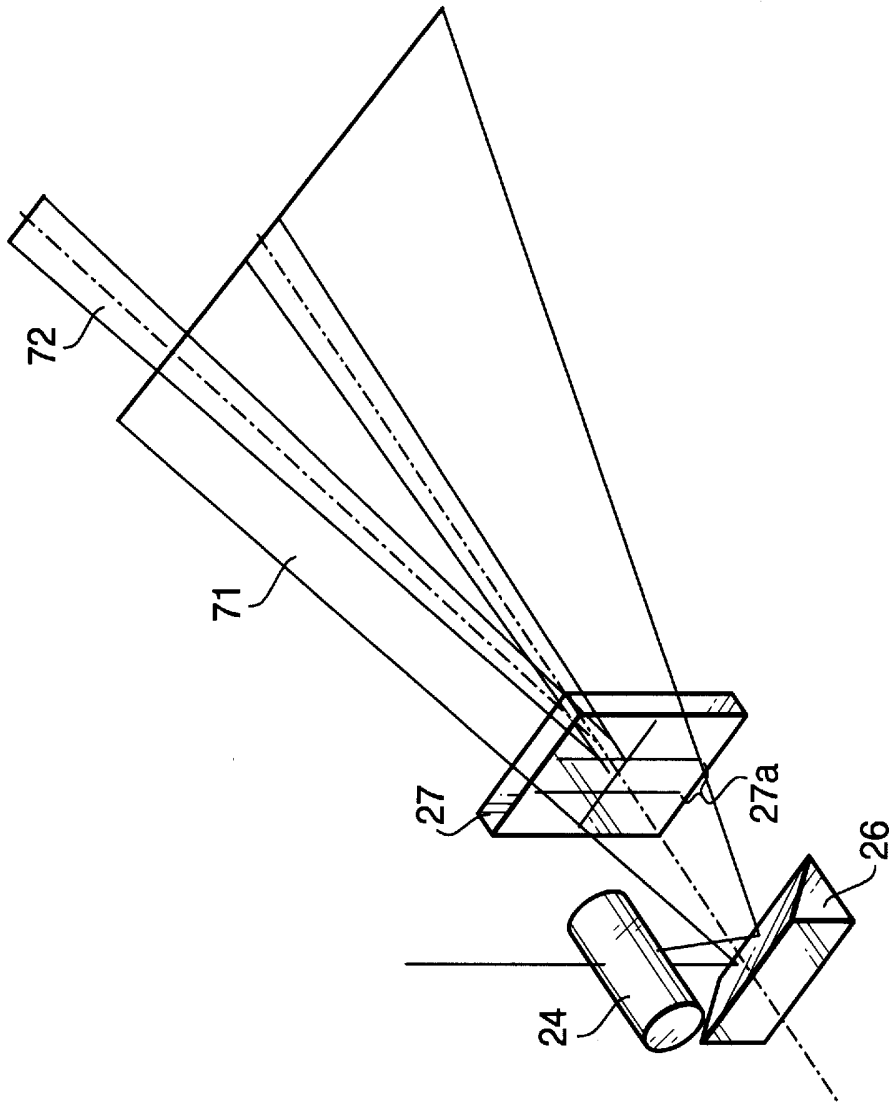
[図8]



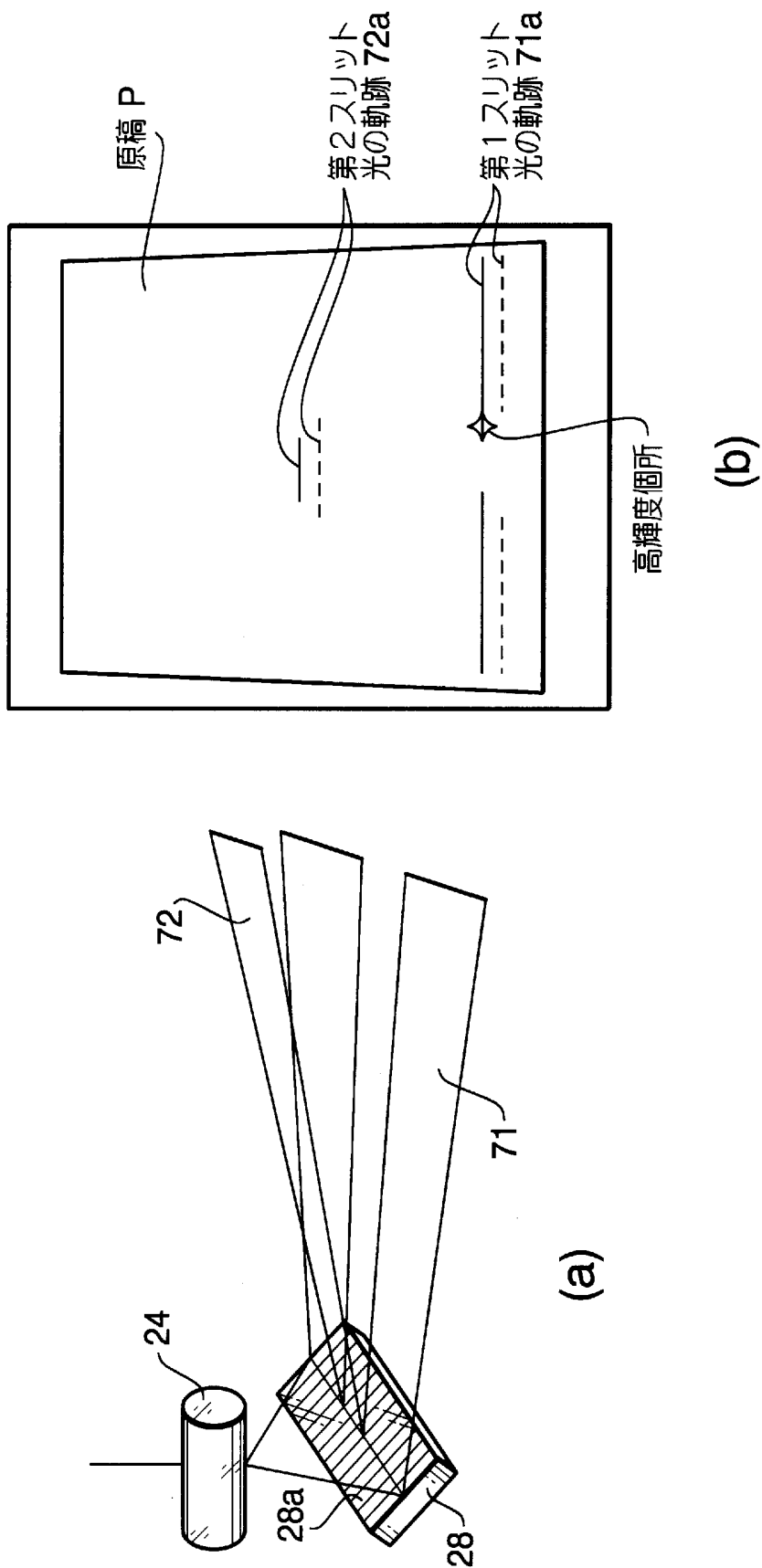
[図9]



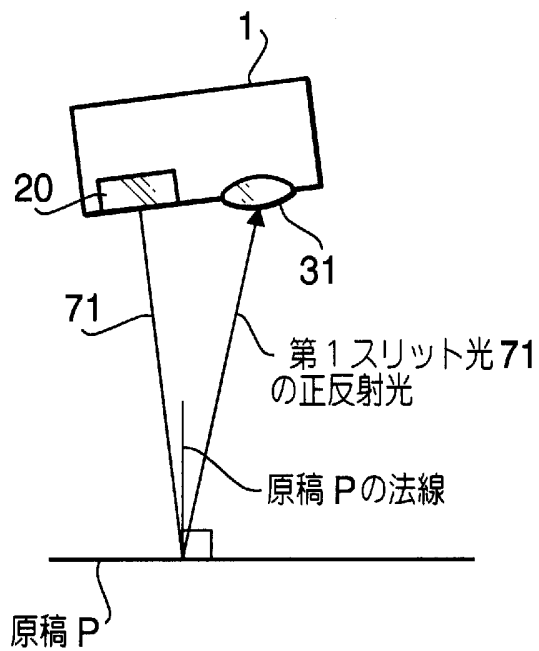
[図10]



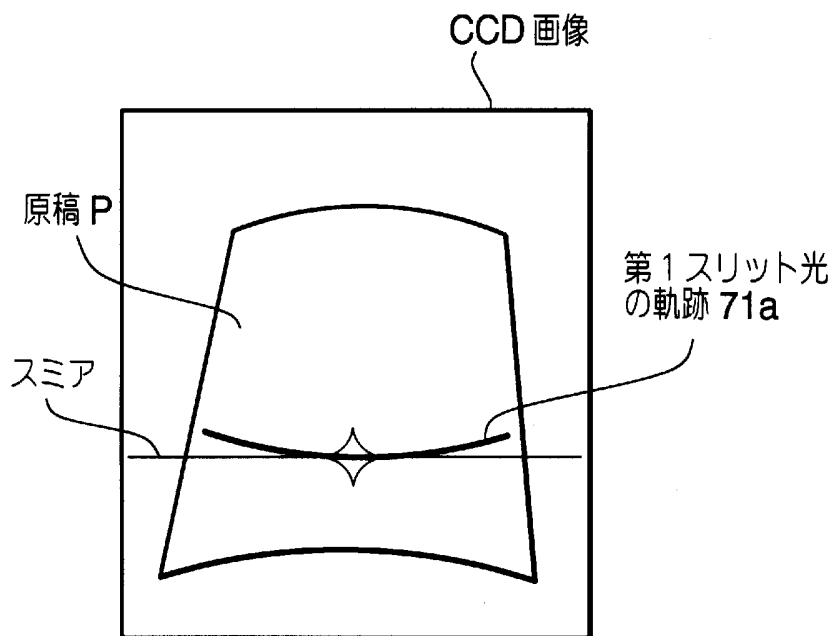
[図11]



[図12]



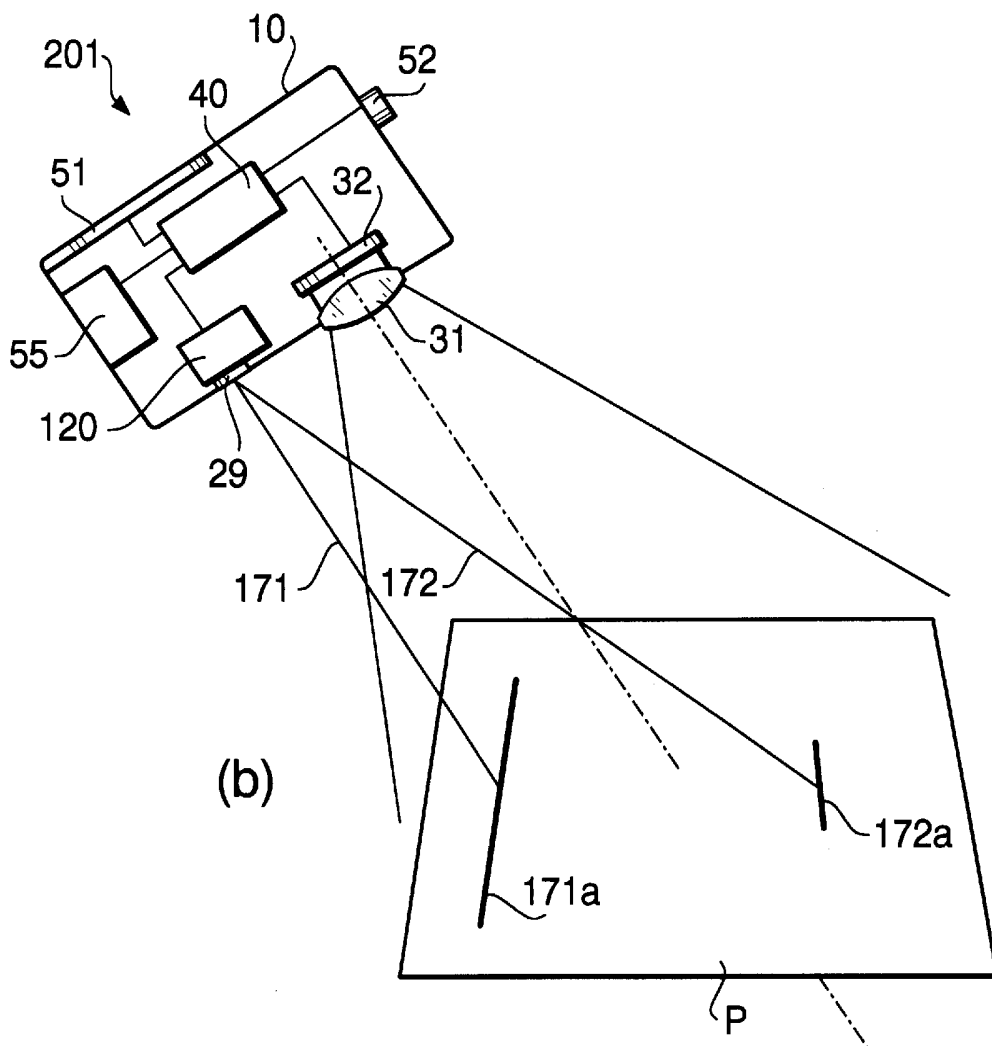
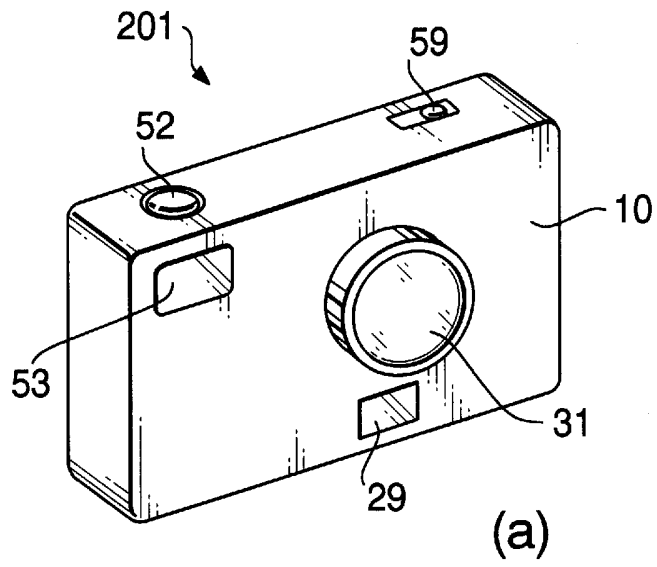
(a)



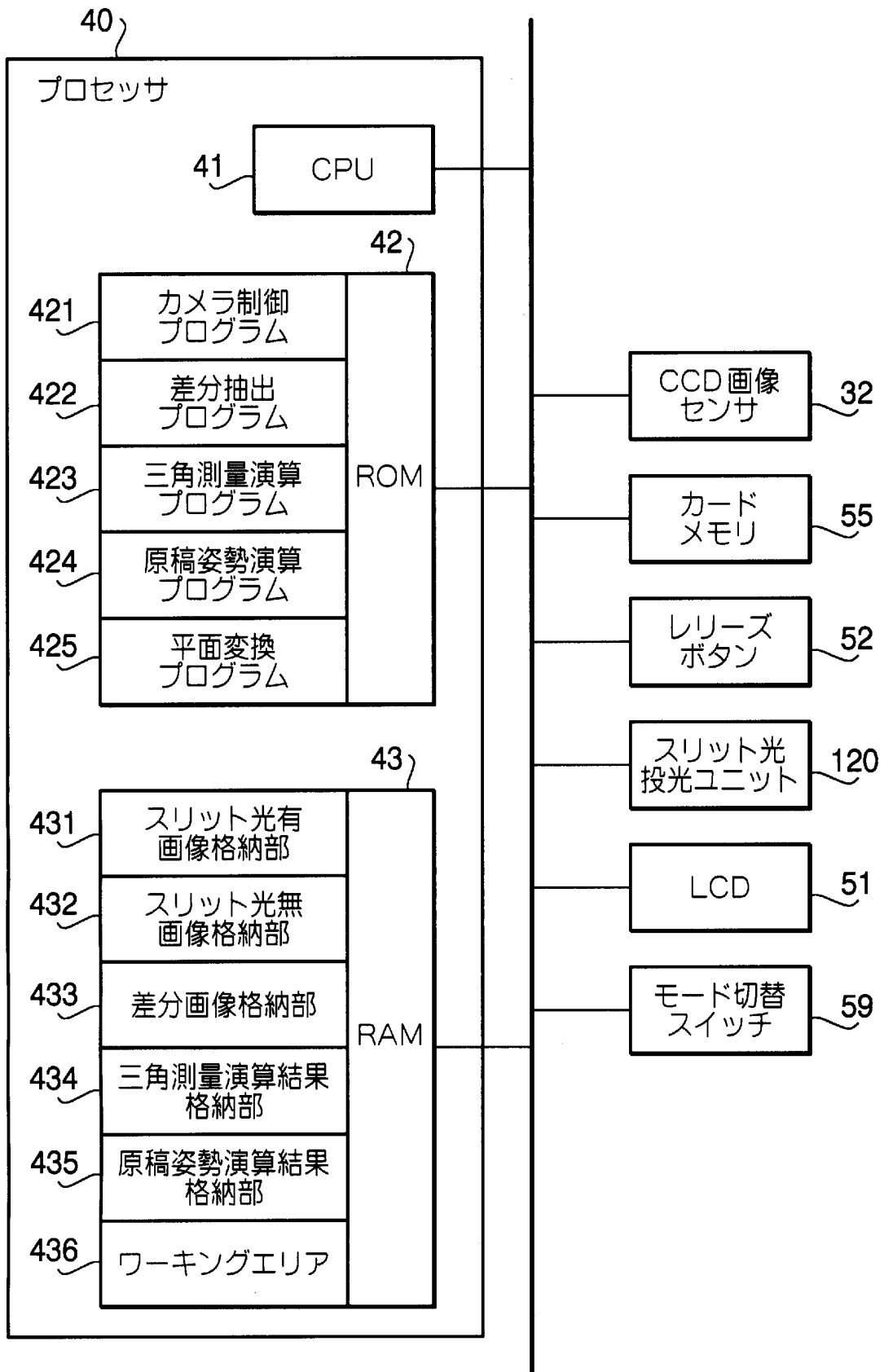
(b)



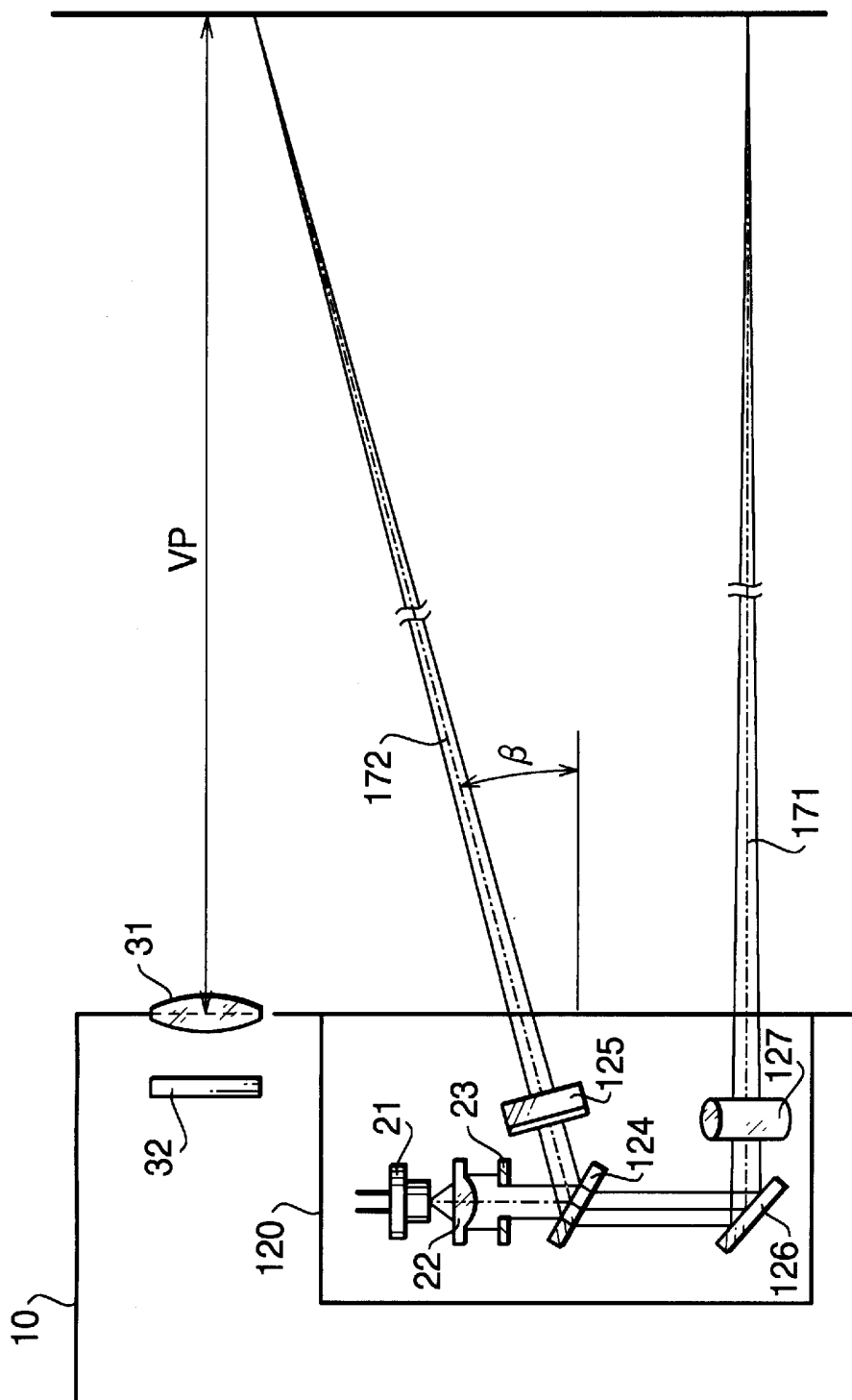
[図13]



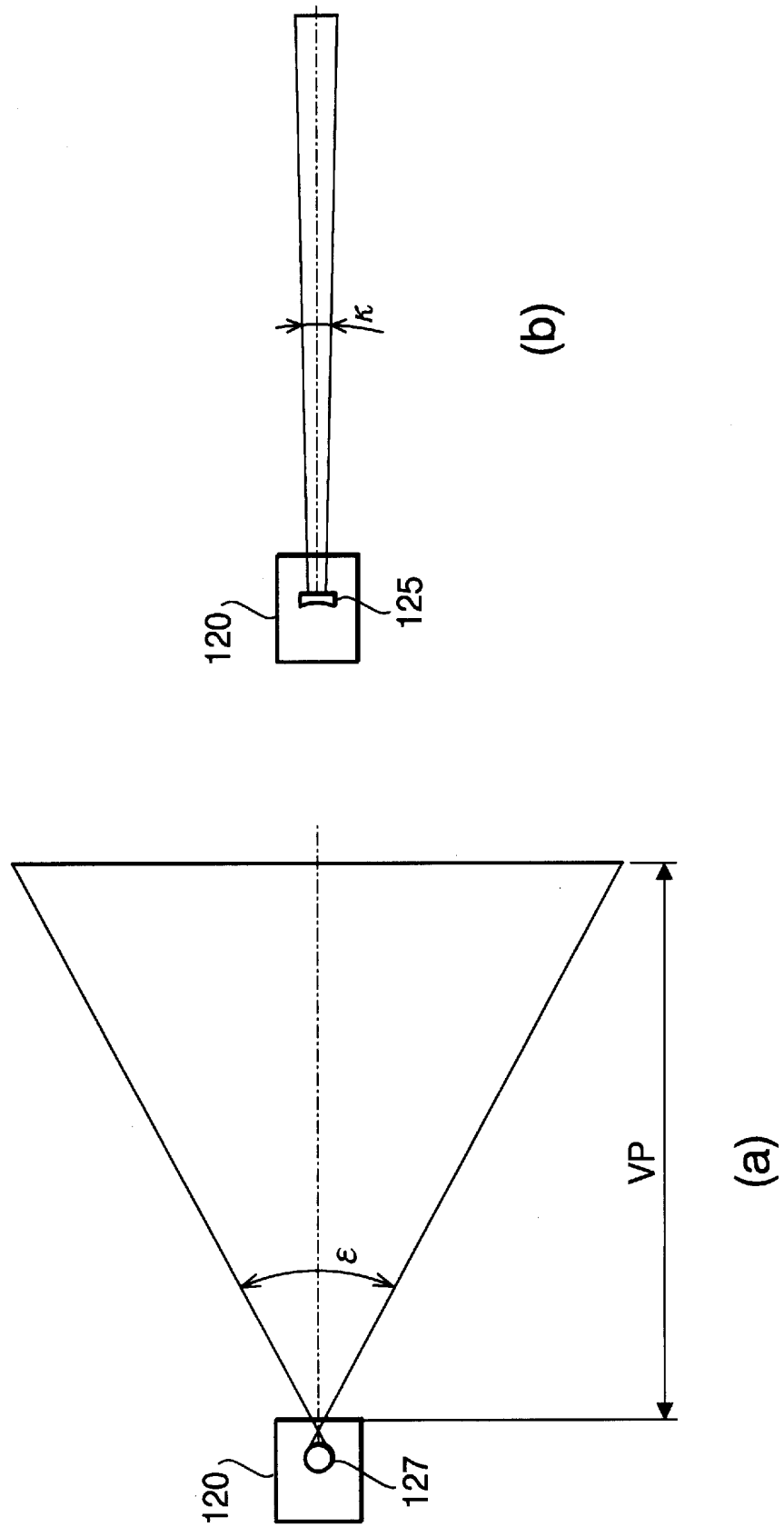
[図14]



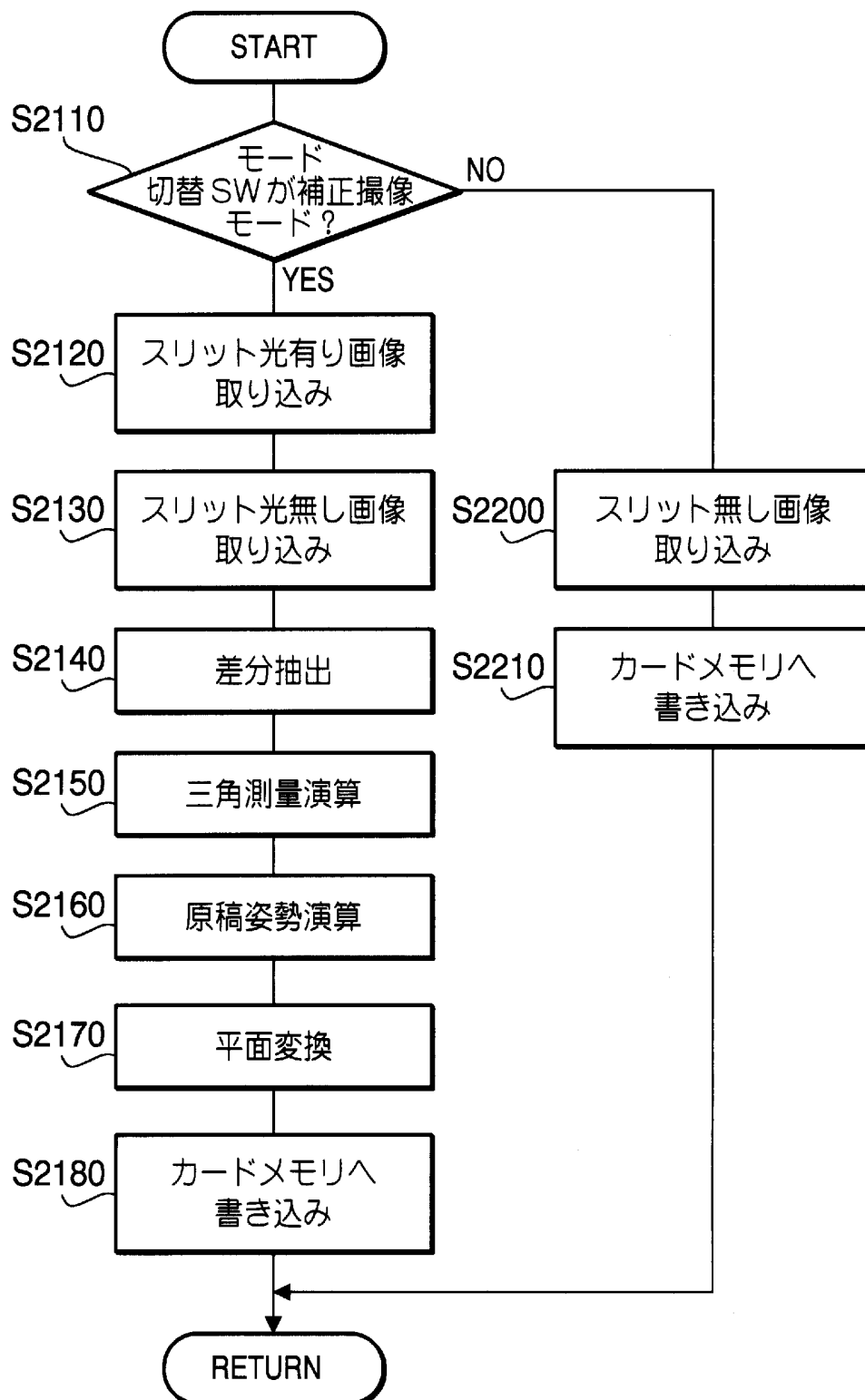
[図15]



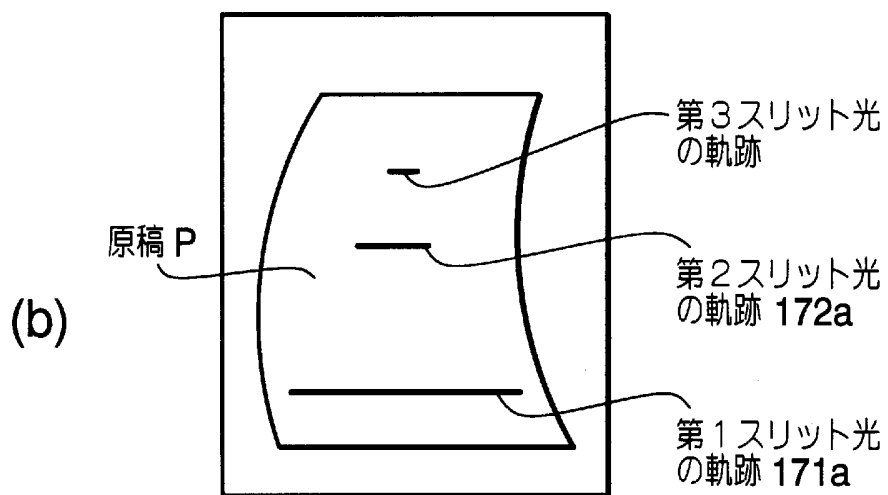
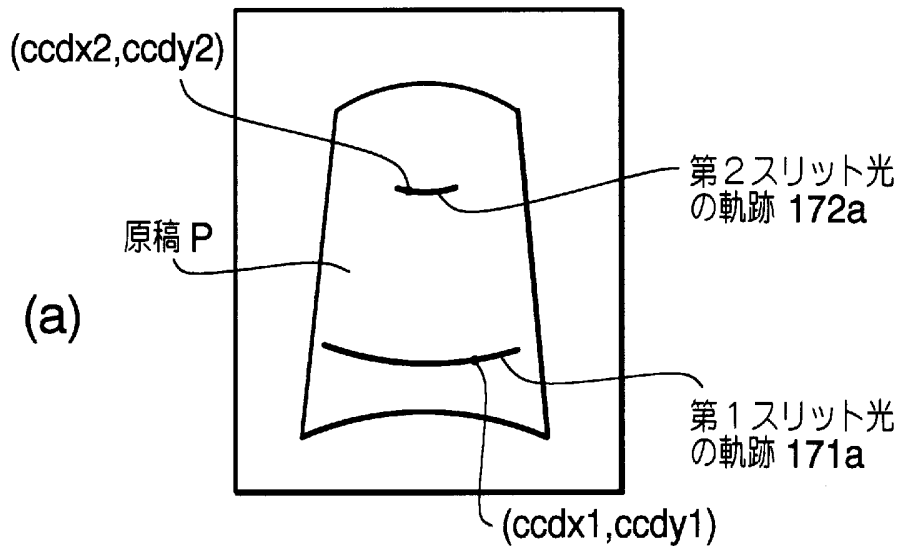
[図16]



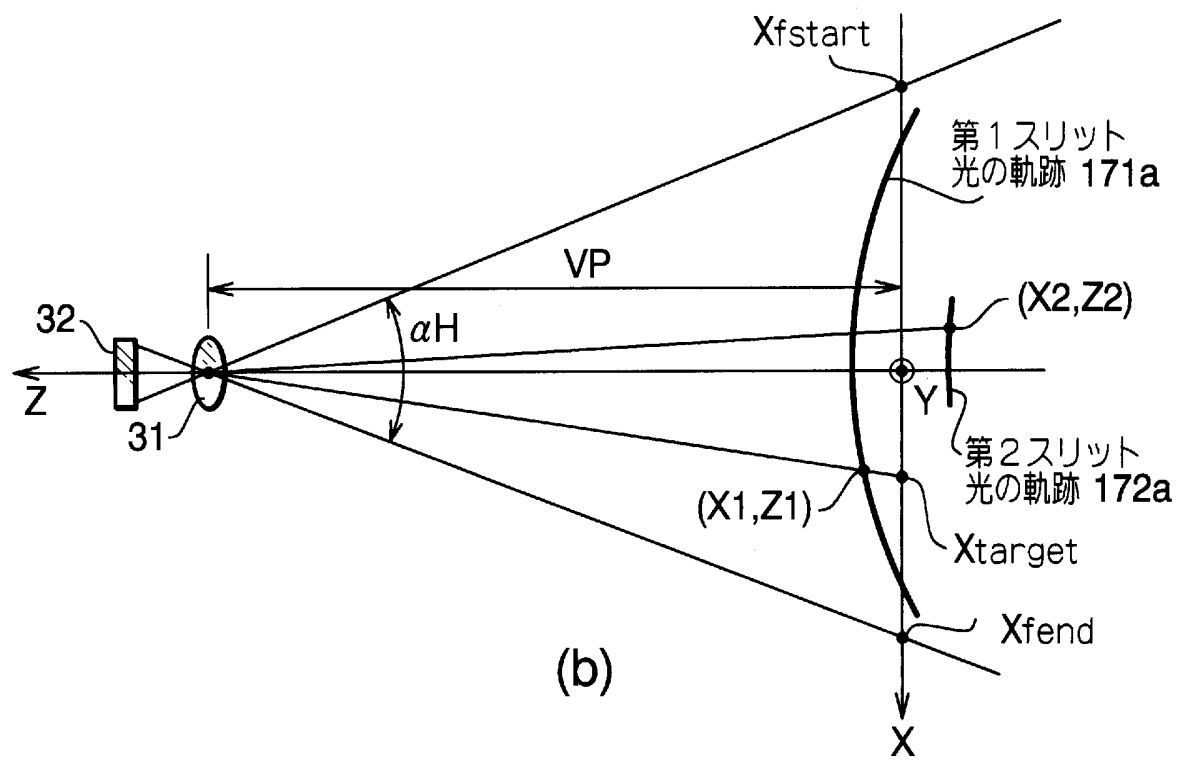
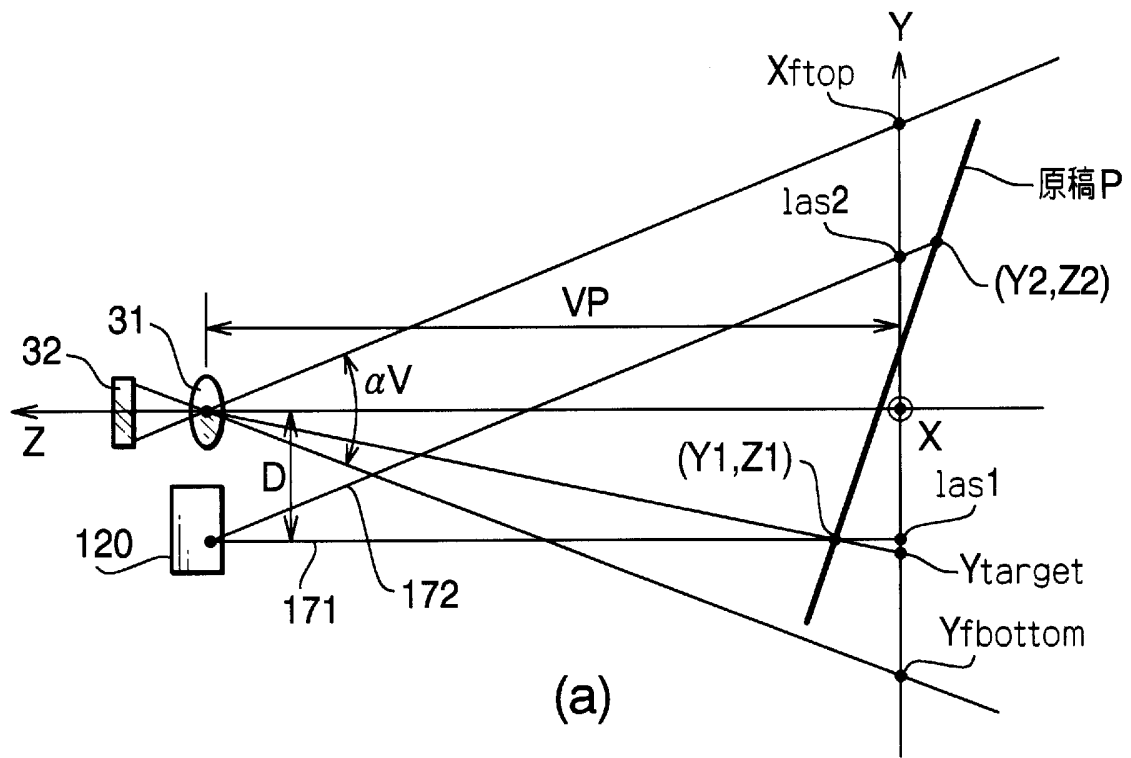
[図17]



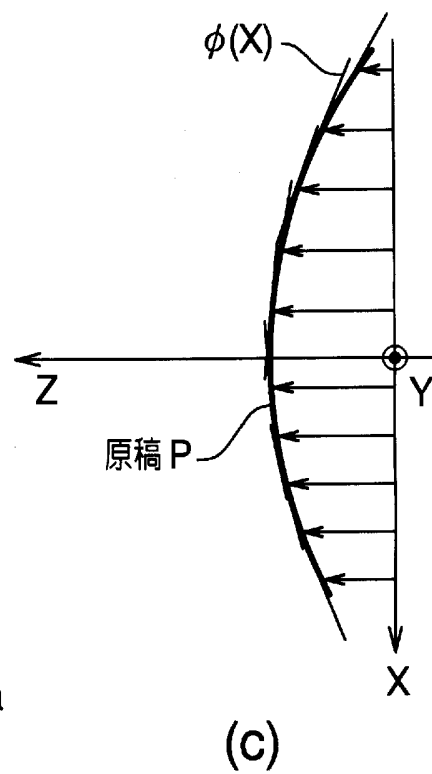
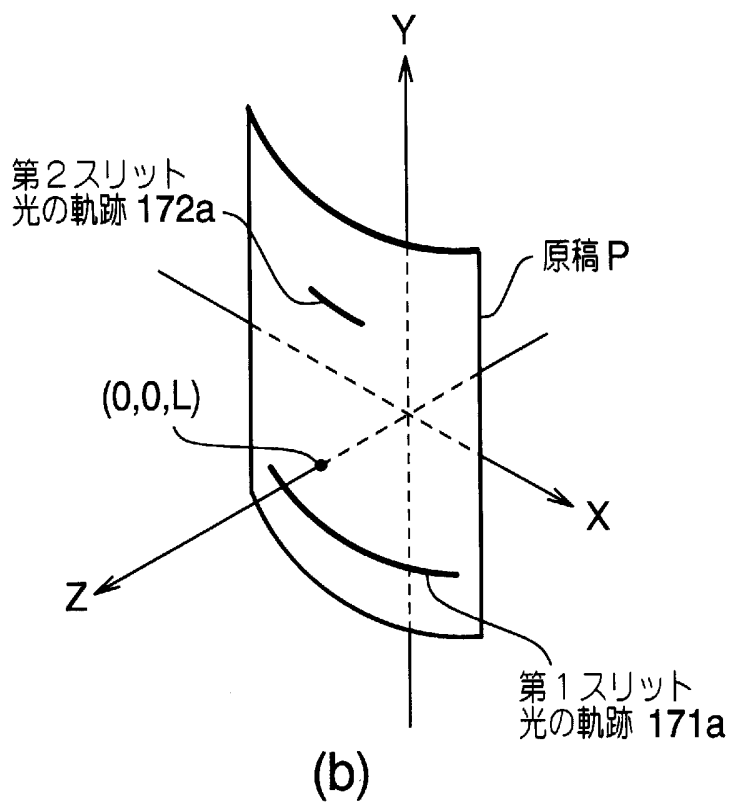
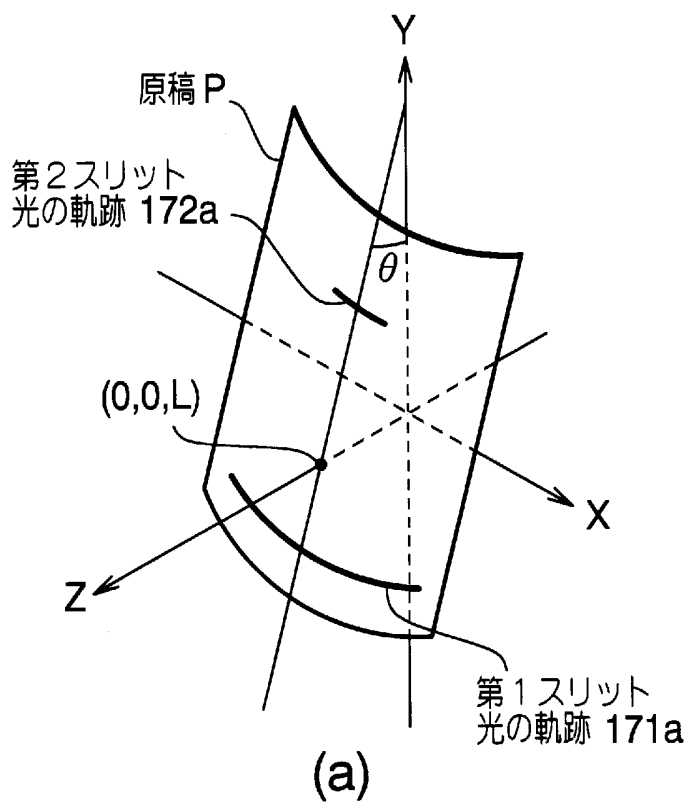
[図18]



[図19]

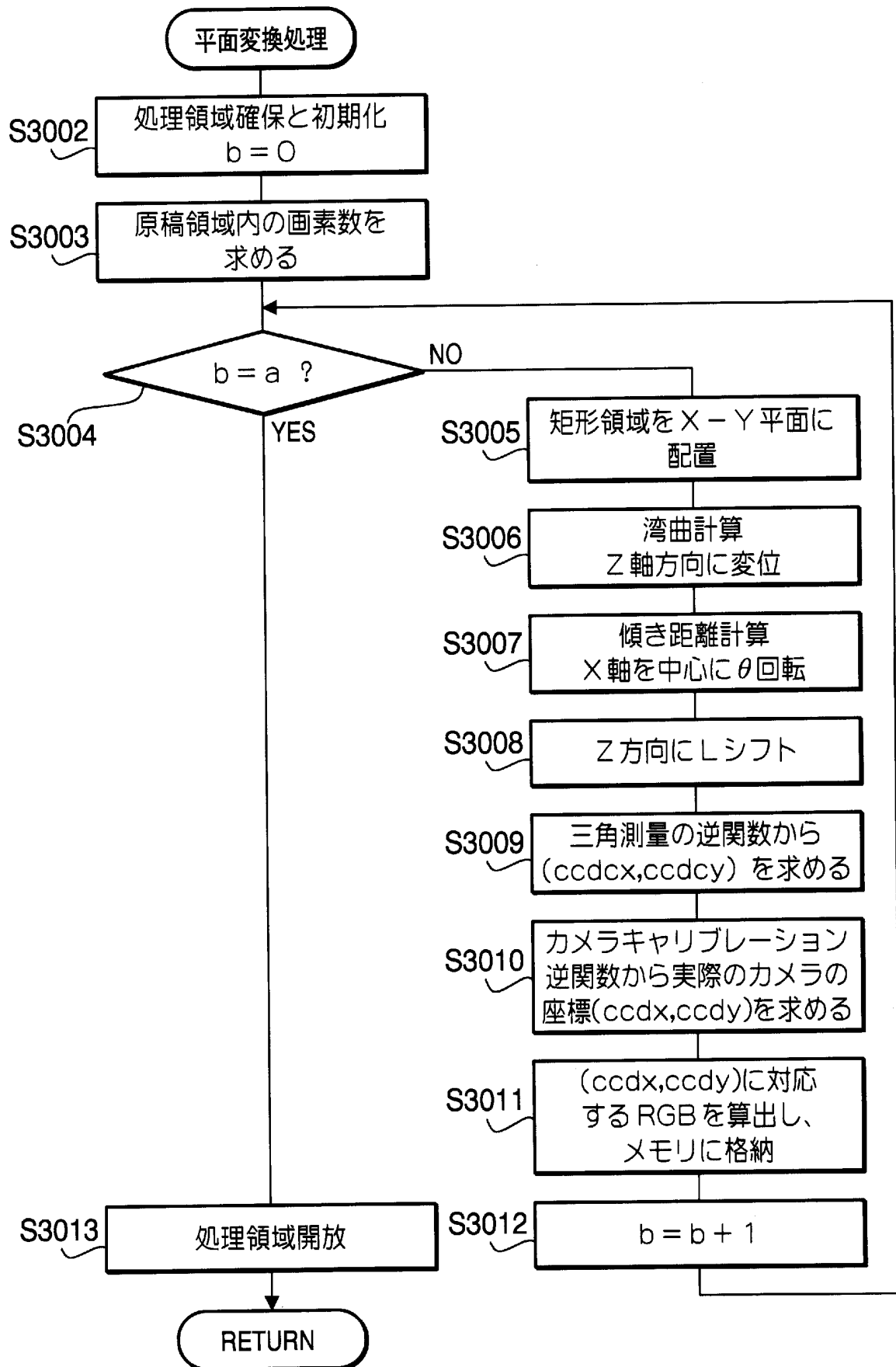


[図20]

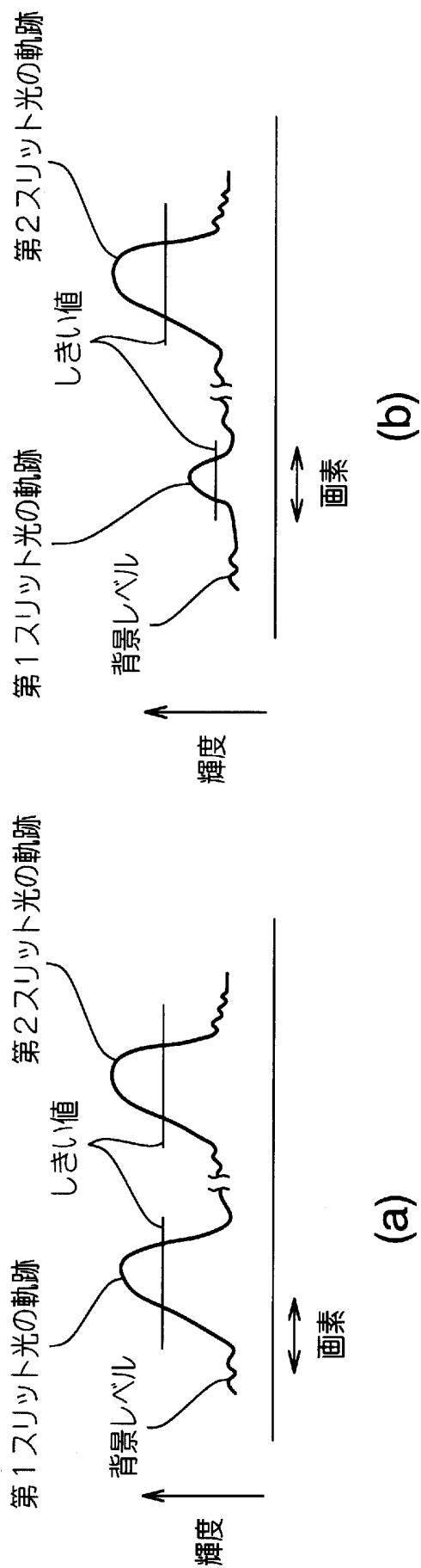




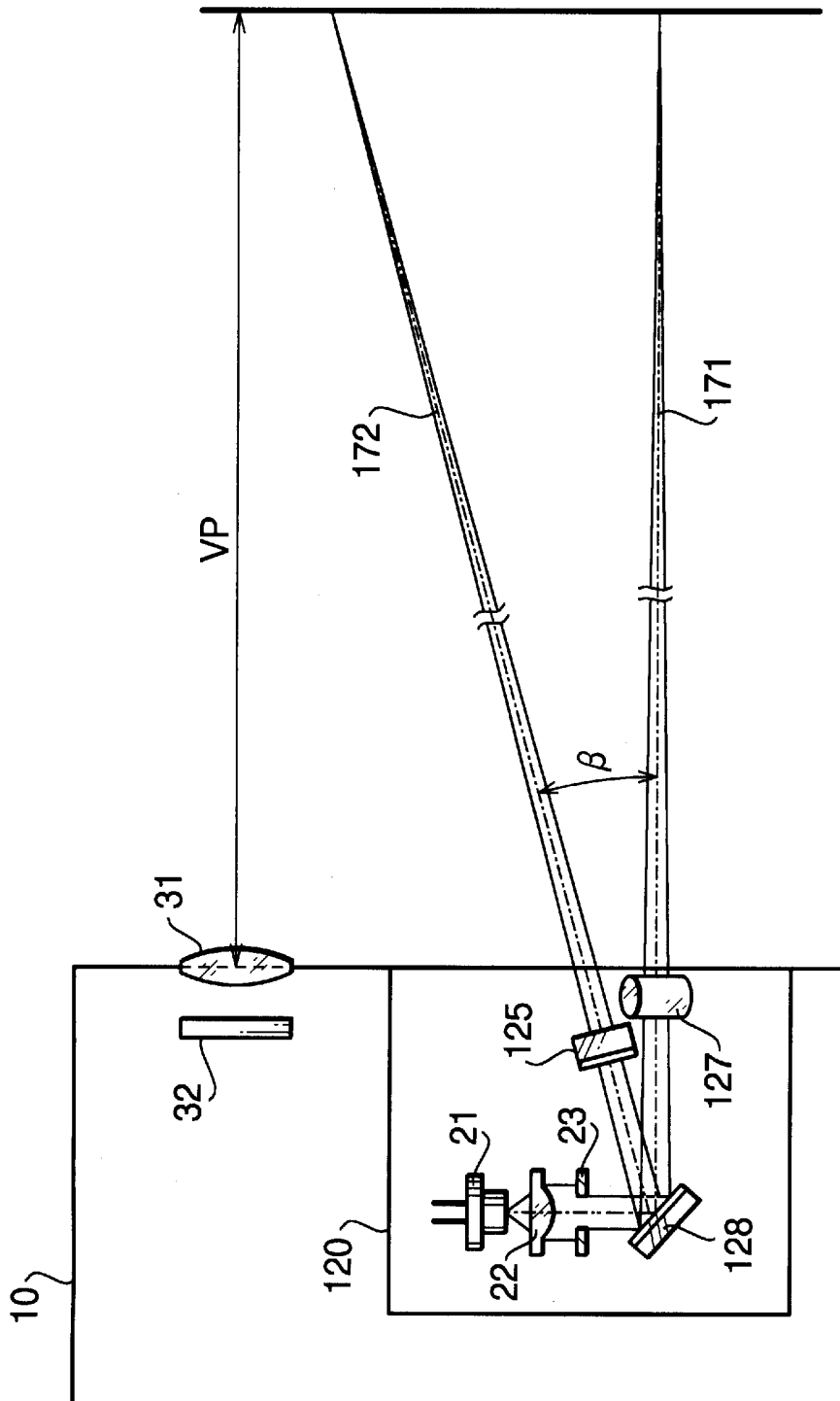
[図21]



[図22]



[図23]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/010298

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 Int.Cl<sup>7</sup> G01B11/24

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)  
 Int.Cl<sup>7</sup> G01B11/00-11/30

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

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.
Y A	JP 2001-309132 A (Minolta Co., Ltd.), 02 November, 2001 (02.11.01), Claim 3; Fig. 3 (Family: none)	1, 8-10, 12-16, 18-20, 22 2-7, 11, 17, 21
Y	JP 8-27176 B2 (Taiyo Elecs Kabushiki Kaisha), 21 March, 1996 (21.03.96), Full text; all drawings (Family: none)	1, 8-10, 12-16, 18-20, 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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 19 October, 2004 (19.10.04)	Date of mailing of the international search report 02 November, 2004 (02.11.04)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</p> <p style="text-align: center;">Int.Cl.<sup>7</sup> G 0 1 B 1 1 / 2 4</p>		
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))</p> <p style="text-align: center;">Int.Cl.<sup>7</sup> G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0</p>		
<p>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</p> <p>日本国実用新案公報 1922-1996年</p> <p>日本国公開実用新案公報 1971-2004年</p> <p>日本国登録実用新案公報 1994-2004年</p> <p>日本国実用新案登録公報 1996-2004年</p>		
<p>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)</p>		
<p>C. 関連すると認められる文献</p>		
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 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-309132 A (ミノルタ株式会社) 02.11.2001, 【請求項3】、【図3】 (ファミリーなし)	1,8-10,12-16, 18-20,22
A		2-7,11,17,21
Y	JP 8-27176 B2 (大洋エレクトクス株式会社) 21.03.1996, 全文、全図, (ファミリーなし)	1,8-10,12-16, 18-20,22
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p> <p style="margin-left: 350px;">の日の後に公表された文献</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「&amp;」 同一パテントファミリー文献</p>		
国際調査を完了した日	19.10.2004	国際調査報告の発送日
		02.11.2004
国際調査機関の名称及びあて先	日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 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) 山下雅人
		2S 9303
		電話番号 03-3581-1101 内線 3216