

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-291839

(P2005-291839A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

G01B 11/25

G03B 21/00

G03B 21/14

H01L 33/00

F I

G01B 11/24

G03B 21/00

G03B 21/14

H01L 33/00

テーマコード (参考)

2F065

2K103

5F041

E

E

A

N

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 41 頁)

(21) 出願番号 特願2004-105427 (P2004-105427)

(22) 出願日 平成16年3月31日(2004. 3. 31)

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区苗代町15番1号

(74) 代理人 100103045

弁理士 兼子 直久

(72) 発明者 岩崎 岳雄

名古屋市長区瑞穂区苗代町15番1号

ブラザー工業株式会

社内

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA53 BB05 CC02 EE08

FF09 FF41 GG07 GG14 HH07

JJ03 JJ26 LL30 NN02 NN08

PP23 QQ03 QQ18 QQ24 QQ25

QQ29 QQ42 SS02 SS13

最終頁に続く

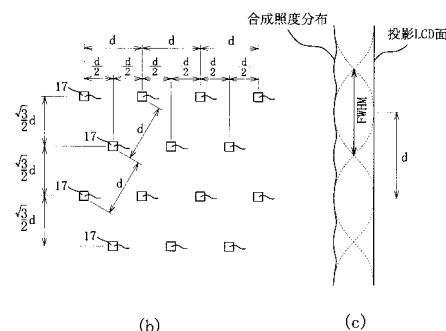
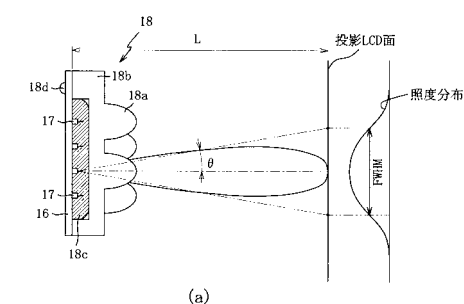
(54) 【発明の名称】 投影装置および3次元形状検出装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体発光素子から空間変調素子に照射される光の照度ムラを抑制し、投影面に高品質の画像を投影することができる投影装置および3次元形状検出装置を提供すること。

【解決手段】 複数のLED17は基板上16に千鳥状に配列され、1のLED17と、その1のLED17のまわりのLED17との間隔dは、LED17の1つから出射された光によって投影LCD19において形成される照度分布が半値全幅以下になるように設定されている。よって、投影LCD19に略均一に光を照射することができ、投影LCD19における照度ムラは抑制され、投影面に高品質の画像を投影することができる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を出射する複数の半導体発光素子と、その半導体発光素子により出射された光に対して空間変調を施して画像信号光を出力する空間変調素子と、その空間変調素子から出力される画像信号光を投影面に向けて投影する投影手段とを備えた投影装置において、

前記複数の半導体発光素子は、その複数の半導体発光素子を支持する基板上に少なくとも 2 つ以上の半導体素子を第 1 の方向において第 1 ピッチで一直線状に並べてなる半導体発光素子列を、少なくとも 1 列以上並列に並べて配置されており、

前記第 1 ピッチは、半導体発光素子の 1 つから出射された光によって空間変調素子において形成される照度分布の半値全幅以下となるように配設されていることを特徴とする投影装置。 10

【請求項 2】

前記複数の半導体発光素子は、前記半導体発光素子列と交わる第 2 の方向において第 2 ピッチで少なくとも 2 列以上並列に並べて配置されており、

前記第 2 ピッチは、前記第 1 ピッチと略同一に設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の投影装置。

【請求項 3】

前記半導体発光素子列は複数列からなり、互いに隣り合う 2 列の半導体発光素子列の各々の半導体発光素子は、千鳥状に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の投影装置。 20

【請求項 4】

前記複数の半導体発光素子は、1 の前記半導体発光素子列と、その 1 の半導体発光素子列の延びる方向に前記第 1 ピッチの略半分の距離だけずらした他の半導体発光素子列とを交互に、前記第 1 ピッチの略 $\sqrt{3}/2$ 倍のピッチで並列に並べて配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の投影装置。

【請求項 5】

光を出射する複数の半導体発光素子と、その半導体発光素子により出射された光に対して空間変調を施して画像信号光を出力する空間変調素子と、その空間変調素子から出力される画像信号光を投影面に向けて投影する投影手段とを備えた投影装置において、

前記複数の半導体発光素子は、その複数の半導体発光素子を支持する基板上に千鳥状に配置されていることを特徴とする投影装置。 30

【請求項 6】

1 の前記半導体発光素子と、その 1 の半導体発光素子の周辺の半導体発光素子との間隔は、前記半導体発光素子の 1 つから出射された光によって空間変調素子において形成される照度分布の半値全幅以下となるように配設されていることを特徴とする請求項 5 に記載の投影装置。

【請求項 7】

前記半導体発光素子と前記空間変調素子との間に配置され、前記半導体発光素子から出射される光を集光して、前記空間変調素子にその集光した光を出射する集光光学系を備えていることを特徴する請求項 1 から 6 のいずれかに記載の投影装置。 40

【請求項 8】

前記集光光学系は、前記複数の半導体発光素子の各々と対応する複数のレンズ面を一体に形成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の投影装置。

【請求項 9】

前記集光光学系は、前記複数の半導体発光素子の各々を内包する砲弾型に形成されたレンズの各々を、別体にして構成されていることを特徴とする請求項 7 に記載の投影装置。

【請求項 10】

前記集光光学系を構成するレンズの各々を密着させるために、その複数のレンズを取り囲む枠状の固定部材を備えていることを特徴とする請求項 9 に記載の投影装置。

【請求項 11】

前記集光光学系を構成するレンズの各々を所定位置に配置させるために、各レンズの所定位置と対応する位置に穿設された固定孔を有する板状の固定部材を備えていることを特徴とする請求項 9 に記載の投影装置。

【請求項 12】

前記固定孔の断面形状は、前記集光光学系を構成する各レンズの外周面の少なくとも一部に沿って形成されていることを特徴とする請求項 11 に記載の投影装置。

【請求項 13】

前記集光光学系の外周面と接触する弾性体を備えていることを特徴とする請求項 7 から 12 のいずれかに記載の投影装置。

【請求項 14】

前記複数の半導体発光素子の各々は、同一色を発光することを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれかに記載の投影装置。

【請求項 15】

前記半導体発光素子は発光ダイオードであり、その各々から発光される発光色は、アンバー色であることを特徴とする請求項 14 に記載の投影装置。

【請求項 16】

前記投影手段は、樹脂製のレンズを含んで構成されていることを特徴とする請求項 7 から 15 のいずれかに記載の投影装置。

【請求項 17】

前記投影手段は、テレセントリックレンズで構成されていることを特徴とする請求項 1 から 16 のいずれかに記載の投影装置。

【請求項 18】

投影方向に配置される被写体に対して、前記投影手段から出力される画像信号光としてのパターン光が投影されている状態を撮像する撮像手段と、

その撮像手段によって撮像された撮像画像に基づき、前記被写体の 3 次元形状を検出する 3 次元形状検出手段とを備え、

前記空間変調光素子は、板状のディスプレイによって構成され、そのディスプレイを構成する複数の画素は、千鳥状に配置されていることを特徴とする請求項 1 から 17 のいずれかに記載の投影装置。

【請求項 19】

前記撮像手段の幅広面と前記ディスプレイの幅広面とは略同一の方向に向いて配置されていることを特徴とする請求項 18 に記載の投影装置。

【請求項 20】

前記ディスプレイを構成する複数の画素は、そのディスプレイの長手方向に沿って一直線状に並べられた 1 の画素列と、その 1 の画素列とはディスプレイの長手方向に所定間隔ずれた他の画素列とを交互に並列に並べて配置されており、

前記撮像手段は、そのディスプレイとは所定間隔を開けて、その長手方向側に配置されていることを特徴とする請求項 18 又は 19 に記載の投影装置。

【請求項 21】

請求項 1 から 17 のいずれかに記載の投影装置と、その投影装置に備えられた前記投影手段から出力される画像信号光が投影される投影方向に配置される被写体に対して、前記投影手段から画像信号光としてのパターン光が投影されている状態を撮像する撮像手段と、その撮像手段によって撮像された撮像画像に基づき、前記被写体の 3 次元形状を検出する 3 次元形状検出手段とを備えた 3 次元形状検出装置において、

前記空間変調光素子は、板状のディスプレイによって構成され、そのディスプレイを構成する複数の画素は千鳥状に配置されていることを特徴とする 3 次元形状検出装置。

【請求項 22】

前記撮像手段の幅広面と前記ディスプレイの幅広面とは略同一な方向に向いて配置されていることを特徴とする請求項 21 に記載の 3 次元形状検出装置。

【請求項 23】

10

20

30

40

50

前記ディスプレイを構成する複数の画素は、そのディスプレイの長手方向に沿って一直線状に並べられた１の画素列と、その１の画素列とはディスプレイの長手方向に所定間隔ずれた他の画素列とを交互に並列に並べて配置されており、

前記撮像手段は、そのディスプレイとは所定間隔を開けて、その長手方向側に配置されていることを特徴とする請求項２１または２２に記載の３次元形状検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、半導体発光素子から空間変調素子に照射される光の照度ムラを抑制し、投影面に高品質の画像を投影することができる投影装置および３次元形状検出装置に関する。 10

【背景技術】

【０００２】

従来より、光源から出射される光を集光光学系によって集光し、その集光された光に空間変調素子によって画像信号に応じた空間変調が施して、その空間変調を施した光を画像信号光として投影手段を介して投影面に投影することで、任意の画像を投影面に投影する投影装置が知られている。

【０００３】

しかし、この投影装置の光源としては、従来、キセノンランプ、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ等が使用されていたため、光源としての寿命が短い上オンオフ変調ができないので連続点灯することを余儀なくされ、消費電力が大きいという問題点があった。 20

【０００４】

そこで、この問題を解決すべく、次の特許文献１や特許文献２には投影装置の光源として半導体発光素子、具体的には、発光ダイオード（以下「ＬＥＤ」と称す）を用いる技術が開示されている。

【０００５】

投影装置の光源としてＬＥＤを用いることにより、光源の長寿命化、低消費電力化を図ることができることに加え、ＬＥＤの出力光は、指向性が強く、発光面積も小さいため、集光効率が高まり、結果的に光利用効率を向上させることができる。

【特許文献１】特開１１－３２２７８号公報

【特許文献２】特開１１－２３１３１６号公報 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、上述した投影装置の光源としてＬＥＤを用いた場合であっても、そのＬＥＤの配列、配置の仕方によっては、空間変調素子に対して略均一に光を発光することができず、照度ムラが生じ、結果的に投影面に投影される画像の品質が低下するという問題点があった。

【０００７】

本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、半導体発光素子から空間変調素子に照射される光の照度ムラを抑制し、投影面に高品質の画像を投影することができる投影装置および３次元形状検出装置を提供することを目的としている。 40

【課題を解決するための手段】

【０００８】

この目的を達成するために請求項１記載の投影装置は、光を出射する複数の半導体発光素子と、その半導体発光素子により出射された光に対して空間変調を施して画像信号光を出力する空間変調素子と、その空間変調素子から出力される画像信号光を投影面に向けて投影する投影手段とを備え、前記複数の半導体発光素子は、その複数の半導体発光素子を支持する基板上に少なくとも２つ以上の半導体素子を第１の方向において第１ピッチで一直線状に並べてなる半導体発光素子列を、少なくとも１列以上並列に並べて配置されており、前記第１ピッチは、半導体発光素子の１つから出射された光によって空間変調素子に 50

において形成される照度分布の半値全幅以下となるように配設されている。

【0009】

請求項2記載の投影装置は、請求項1記載の投影装置において、前記複数の半導体発光素子は、前記半導体発光素子列と交わる第2の方向において第2ピッチで少なくとも2列以上並列に並べて配置されており、前記第2ピッチは、前記第1ピッチと略同一に設定されている。

【0010】

請求項3記載の投影装置は、請求項1記載の投影装置において、前記半導体発光素子列は複数列からなり、互いに隣り合う2列の半導体発光素子列の各々の半導体発光素子は、千鳥状に配置されている。

10

【0011】

請求項4記載の投影装置は、請求項1に記載の投影装置において、前記複数の半導体発光素子は、1の前記半導体発光素子列と、その1の半導体発光素子列の延びる方向に前記第1ピッチの略半分の距離だけずらした他の半導体発光素子列とを交互に、前記第1ピッチの略 $\sqrt{3}/2$ 倍のピッチで並列に並べて配置されている。

【0012】

請求項5記載の投影装置は、光を出射する複数の半導体発光素子と、その半導体発光素子により出射された光に対して空間変調を施して画像信号光を出力する空間変調素子と、その空間変調素子から出力される画像信号光を投影面に向けて投影する投影手段とを備え、前記複数の半導体発光素子は、その複数の半導体発光素子を支持する基板上に千鳥状に配置されている。

20

【0013】

請求項6記載の投影装置は、請求項5に記載の投影装置において、1の前記半導体発光素子と、その1の半導体発光素子の周辺の半導体発光素子との間隔は、前記半導体発光素子の1つから出射された光によって空間変調素子において形成される照度分布の半値全幅以下となるように配設されている。

【0014】

請求項7記載の投影装置は、請求項1から6のいずれかに記載の投影装置において、前記半導体発光素子と前記空間変調素子との間に配置され、前記半導体発光素子から出射される光を集光して、前記空間変調素子にその集光した光を出射する集光光学系を備えている。

30

【0015】

請求項8記載の投影装置は、請求項7に記載の投影装置において、前記集光光学系は、前記複数の半導体発光素子の各々に対応する複数のレンズ面を一体に形成されている。

【0016】

請求項9記載の投影装置は、請求項7に記載の投影装置において、前記集光光学系は、前記複数の半導体発光素子の各々を内包する砲弾型に形成されたレンズの各々を、別体にして構成されている。

【0017】

請求項10記載の投影装置は、請求項9に記載の投影装置において、前記集光光学系を構成するレンズの各々を密着させるために、その複数のレンズを取り囲む枠状の固定部材を備えている。

40

【0018】

請求項11記載の投影装置は、請求項9に記載の投影装置において、前記集光光学系を構成するレンズの各々を所定位置に配置させるために、各レンズの所定位置と対応する位置に穿設された固定孔を有する板状の固定部材を備えている。

【0019】

請求項12記載の投影装置は、請求項11に記載の投影装置において、前記固定孔の断面形状は、前記集光光学系を構成する各レンズの外周面の少なくとも一部に沿って形成されている。

50

【 0 0 2 0 】

請求項 1 3 記載の投影装置は、請求項 7 から 1 2 のいずれかに記載の投影装置において、前記集光光学系の外周面と接触する弾性体を備えている。

【 0 0 2 1 】

請求項 1 4 記載の投影装置は、請求項 1 から 1 3 のいずれかに記載の投影装置において、前記複数の半導体発光素子の各々は、同一色を発光する。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 5 記載の投影装置は、請求項 1 4 に記載の投影装置において、前記複数の半導体発光素子は発光ダイオードであり、その各々から発光される発光色は、アンバー色である。

10

【 0 0 2 3 】

請求項 1 6 記載の投影装置は、請求項 7 から 1 5 のいずれかに記載の投影装置において、前記投影手段は、樹脂製のレンズを含んで構成されている。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 7 記載の投影装置は、請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載の投影装置において、前記投影手段は、テレセントリックレンズで構成されている。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 8 記載の投影装置は、請求項 1 から 1 7 のいずれかに記載の投影装置において、投影方向に配置される被写体に対して、前記投影手段から出力される画像信号光としてのパターン光が投影されている状態を撮像する撮像手段と、その撮像手段によって撮像された撮像画像に基づき、前記被写体の 3 次元形状を検出する 3 次元形状検出手段とを備え、前記空間変調光素子は、板状のディスプレイによって構成され、そのディスプレイを構成する複数の画素は、千鳥状に配置されている。

20

【 0 0 2 6 】

請求項 1 9 記載の投影装置は、請求項 1 8 に記載の投影装置において、前記撮像手段の幅広面と前記ディスプレイの幅広面とは略同一の方向に向いて配置されていることを特徴とする請求項 1 6 に記載の投影装置。

【 0 0 2 7 】

請求項 2 0 記載の投影装置は、請求項 1 8 または 1 9 に記載の投影装置において、前記ディスプレイを構成する複数の画素は、そのディスプレイの長手方向に沿って一直線状に並べられた 1 の画素列と、その 1 の画素列とはディスプレイの長手方向に所定間隔ずれた他の画素列とを交互に並列に並べて配置されており、前記撮像手段は、そのディスプレイとは所定間隔を開けて、その長手方向側に配置されている。

30

【 0 0 2 8 】

請求項 2 1 記載の 3 次元形状検出装置は、請求項 1 から 1 7 のいずれかに記載の投影装置と、その投影装置に備えられた前記投影手段から出力される画像信号光が投影される投影方向に配置される被写体に対して、前記投影手段から画像信号光としてのパターン光が投影されている状態を撮像する撮像手段と、その撮像手段によって撮像された撮像画像に基づき、前記被写体の 3 次元形状を検出する 3 次元形状検出手段とを備え、前記空間変調光素子は、板状のディスプレイによって構成され、そのディスプレイを構成する複数の画素は千鳥状に配置されている。

40

【 0 0 2 9 】

請求項 2 2 記載の投影装置は、請求項 2 1 に記載の投影装置において、前記撮像手段の幅広面と前記ディスプレイの幅広面とは略同一の方向に向いて配置されている。

【 0 0 3 0 】

請求項 2 3 記載の 3 次元形状検出装置は、請求項 2 1 又は 2 2 に記載の投影装置において、前記ディスプレイを構成する複数の画素は、そのディスプレイの長手方向に沿って一直線状に並べられた 1 の画素列と、その 1 の画素列とはディスプレイの長手方向に所定間隔ずれた他の画素列とを交互に並列に並べて配置されており、前記撮像手段は、その液晶ディスプレイとは所定間隔を開けて、その長手方向側に配置されている。

50

【発明の効果】

【0031】

請求項1記載の投影装置によれば、少なくとも2つ以上の半導体素子を略同一の第1ピッチで一直線状に並べてなる半導体発光素子列において、その第1ピッチは半導体発光素子の1つから出射された光によって空間変調素子において形成される照度分布の半値全幅以下に配設されているので、隣接する半導体発光素子間における照度の低下を抑制することができる。よって、空間変調素子における照度ムラは抑制され、略均一な光を空間変調素子に照射することができる。従って、結果的に高品質な画像を投影面に投影することができるという効果がある。

【0032】

10

請求項2記載の投影装置によれば、請求項1に記載の投影装置の奏する効果に加え、半導体発光素子列は、第1ピッチと略同一の第2ピッチで少なくとも2列以上並列に並べて配置されているので、並列に並ぶ方向における半導体発光素子間における照度の低下をも抑制することができる。よって、隣接する半導体素子間における照度の低下を、交互に交わる2方向つまりこれらを含む平面内において全面的に抑制することができるという効果がある。

【0033】

請求項3に記載の投影装置によれば、請求項1に記載の投影装置の奏する効果に加え、前記半導体発光素子列は複数列からなり、互いに隣り合う2列の半導体発光素子列の各々の半導体発光素子は、千鳥状に配置されているので、1の半導体発光素子とその周りの半導体発光素子との間における照度の低下をも抑制することができるという効果がある。

20

【0034】

請求項4記載の投影装置によれば、請求項1に記載の投影装置の奏する効果に加え、複数の半導体発光素子は、1の前記半導体発光素子列と、その1の半導体発光素子列の延びる方向に前記第1ピッチの略半分の距離だけずらした他の半導体発光素子列とを交互に、前記第1ピッチの略 $\sqrt{3}/2$ 倍のピッチで並列に並べて配置されているので、1の半導体発光素子とその周りの半導体発光素子との間における照度の低下をも抑制することができるという効果がある。

【0035】

請求項5記載の投影装置によれば、複数の半導体発光素子は、その複数の半導体発光素子を支持する基板上に千鳥状に配置されているので、隣接する半導体発光素子間の照度を、その前列又は後列の半導体発光素子によって補うことができる。よって、空間変調素子における照度ムラを抑制することができる。従って、略均一な光を空間変調素子に照射することができ、高品質な投影画像を投影することができるという効果がある。

30

【0036】

請求項6記載の投影装置によれば、請求項5に記載の投影装置の奏する効果に加え、1の前記半導体発光素子と、その1の半導体発光素子の周辺の半導体発光素子との間隔は、前記半導体発光素子の1つから出射された光によって空間変調素子において形成される照度分布の半値全幅以下となるように設定されているので、1の半導体発光素子と、その周りの半導体発光素子との間の照度の低下を抑制することができるという効果がある。

40

【0037】

請求項7記載の投影装置によれば、請求項1から6のいずれかに記載の奏する効果に加え、半導体発光素子から出射される光を集光して、空間変調素子にその集光した光を出射する集光光学系を備えているので、半導体発光素子から出射される光を効率良く空間変調素子に照射することができる。よって、省電力で駆動させることができ、節電化、ランニングコストの減少化を図ることができるという効果がある。

【0038】

請求項8記載の投影装置によれば、請求項7に記載の投影装置の奏する効果に加え、集光光学系は、複数の半導体発光素子の各々に対応するレンズを一体に形成されているので、部品の点数を削減することができ、結果的に装置の製造コストを低減することができる

50

という効果がある。

【 0 0 3 9 】

請求項 9 記載の投影装置によれば、請求項 7 に記載の投影装置の奏する効果に加え、前記集光光学系は、前記複数の半導体発光素子の各々を内包する砲弾型に形成されたレンズの各々を、別体にして構成されているので、半導体発光素子から出射される光の集光性を向上させることができる。また、各半導体発光素子と対応するレンズの位置決め精度を高めることができるという効果がある。

【 0 0 4 0 】

請求項 10 記載の投影装置によれば、請求項 9 に記載の投影装置の奏する効果に加え、集光光学系を構成するレンズの各々を密着させるために、その複数のレンズを取り囲む枠状の固定部材を備えているので、各レンズの光軸が平行に揃って空間変調素子側に向くように各レンズの姿勢を規制することができる。よって、高い効率で光を空間変調素子および投影手段に導くことができるという効果がある。 10

【 0 0 4 1 】

請求項 11 記載の投影装置によれば、請求項 9 に記載の投影装置の奏する効果に加え、集光光学系を構成するレンズの各々を所定位置に配置させるために、各レンズの所定位置と対応する位置に穿設された固定孔を有する板状の固定部材を備えているので、個々のレンズ毎にレンズの向きを規制することができる。即ち、各レンズの光軸が平行に揃って空間変調素子側に向くように各レンズの姿勢を規制することができる。よって、高い効率で光を空間変調素子および投影手段に導くことができるという効果がある。 20

【 0 0 4 2 】

請求項 12 記載の投影装置によれば、請求項 11 に記載の投影装置の奏する効果に加え、固定孔の断面形状は、集光光学系を構成する各レンズの外周面の少なくとも一部に沿って形成されているので、固定孔の内面と各レンズの外周面とを密着させて、各レンズの向きを規制することができる。即ち、各レンズの光軸が平行に揃って空間変調素子側に向くように各レンズの姿勢を規制することができる。よって、高い効率で光を空間変調素子および撮像手段に導くことができるという効果がある。

【 0 0 4 3 】

請求項 13 記載の投影装置によれば、請求項 7 から 12 のいずれかに記載の投影装置の奏する効果に加え、集光光学系の外周面と接触する弾性体を備えているので、組立時や運搬時における衝撃等を弾性体によって吸収することができる。また、半導体発光素子を正しい位置に配設されるように付勢することができる。よって、組立時や運搬時の衝撃の影響で集光光学系の位置が正規の位置からズレて、空間変調手段に対して垂直な方向に光が出射されない為に、投影光学系へ高い効率でカップリングできなくなるという不具合が生ずるのを防止することができる。 30

【 0 0 4 4 】

請求項 14 記載の投影装置によれば、請求項 1 から 13 のいずれかに記載の投影装置の奏する効果に加え、複数の半導体発光素子の各々は、同一色を発光するので、投影手段において複数色の発光色を発光させる場合に生ずる色収差の補正を考慮する必要はなく、色収差を補正するために複雑な色消しレンズを採用する必要がない。よって、簡単な面構成および安価な材料の投影手段を提供することができるという効果がある。 40

【 0 0 4 5 】

請求項 15 記載の投影装置によれば、請求項 14 に記載の投影装置の奏する効果に加え、複数の発光ダイオードの各々から発光される発光色は、アンバー色であり、他の色を発光させる場合に比べて、電気を光に変換する効率（電気光変換効率）を高めることができる。よって、省電力で駆動でき、節電化、長寿命化を図ることができるという効果がある。

【 0 0 4 6 】

請求項 16 記載の投影装置によれば、請求項 7 から 15 のいずれかに記載の投影装置の奏する効果に加え、投影手段は、樹脂製のレンズを含んで構成されているので、半導体発 50

光素子からの光を、全てガラスからなる投影手段で構成した場合と比較して、軽量で、安価な光学系を構成することができるという効果がある。

【 0 0 4 7 】

請求項 17 記載の投影装置によれば、請求項 1 から 16 のいずれかに記載の投影装置の奏する効果に加え、投影手段はテレセントリックレンズで構成されているので、その瞳の位置は無限にあり、空間変調素子を略垂直に透過した光のみをカップリングして投影することができる。よって、空間変調素子を照度ムラなく投影することができるという効果がある。

【 0 0 4 8 】

請求項 18 記載の投影装置によれば、請求項 1 から 17 のいずれかに記載の投影装置の奏する効果に加え、被写体の 3 次元形状を検出する 3 次元形状検出手段とを備えているので、投影装置としての機能のみならず、被写体の 3 次元形状をも検出することができる。

【 0 0 4 9 】

また、空間変調光素子であるディスプレイを構成する複数の画素は、千鳥状に配置されているので、例えば、被写体の 3 次元形状を検出すべく、被写体に向けて明暗を交互に並べてなる縞状のパターン光を投光する場合に、その縞方向を投影 LCD 19 の短手方向に一致させることで、明暗の境界を 1 / 2 ピッチで制御することができるので、高精度に 3 次元の形状を検出することができるという効果がある。

【 0 0 5 0 】

請求項 19 記載の投影装置によれば、請求項 18 に記載の投影装置の奏する効果に加え、撮像手段の幅広面とディスプレイの幅広面とは略同一の方向に向いて配置されているので、ディスプレイから投影面に投影されている画像を撮像手段に結像させる場合に、その投影画像をの全容を効率良く、そして高解像度で撮像手段に結像させることができるという効果がある。

【 0 0 5 1 】

請求項 20 記載の投影装置によれば、請求項 18 又は 19 に記載の投影装置の奏する効果に加え、ディスプレイを構成する複数の画素は、そのディスプレイの長手方向に沿って一直線状に並べられた 1 の画素列と、その 1 の画素列とはディスプレイの長手方向に所定間隔ずれた他の画素列とを交互に並列に並べて配置されており、撮像手段は、そのディスプレイとは所定間隔を開けて、その長手方向側に配置されているので、例えば、三角測量の原理を利用して被写体の 3 次元形状を検出する場合には、投影手段から被写体へ投影するパターン光の軌跡の傾きをディスプレイの画素の 1 / 2 ピッチで制御することができる。よって、高精度に 3 次元の形状を検出することができるという効果がある。

【 0 0 5 2 】

請求項 21 記載の 3 次元形状検出装置によれば、空間変調光素子であるディスプレイを構成する複数の画素は、千鳥状に配置されているので、例えば、被写体の 3 次元形状を検出すべく、被写体に向けて明暗を交互に並べてなる縞状のパターン光を投光する場合に、その縞方向を投影 LCD 19 の短手方向に一致させることで、明暗の境界を 1 / 2 ピッチで制御することができるので、高精度に 3 次元の形状を検出することができるという効果がある。

【 0 0 5 3 】

請求項 22 記載の 3 次元形状検出装置によれば、請求項 21 に記載の 3 次元形状検出装置の奏する効果に加え、撮像手段の幅広面とディスプレイの幅広面とは略同一の方向に向いて配置されているので、ディスプレイから投影面に投影されている画像を撮像手段に結像させる場合に、その投影画像の全容を効率良く、そして高解像度で撮像手段に結像させることができるという効果がある。

【 0 0 5 4 】

請求項 23 記載の 3 次元形状検出装置によれば、請求項 21 又は 22 に記載の 3 次元形状検出装置の奏する効果に加え、ディスプレイを構成する複数の画素は、そのディスプレイの長手方向に沿って一直線状に並べられた 1 の画素列と、その 1 の画素列とはディス

10

20

30

40

50

レイの長手方向に所定間隔ずれた他の画素列とを交互に並列に並べて配置されており、撮像手段は、そのディスプレイとは所定間隔を開けて、その長手方向側に配置されているので、例えば、三角測量の原理を利用して被写体の３次元形状を検出する場合には、投影手段から被写体へ投影するパターン光の軌跡の傾きをディスプレイの画素の１／２ピッチで制御することができる。よって、高精度に３次元の形状を検出することができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００５５】

以下、本発明の好ましい実施例について、添付図面を参照して説明する。図１は、画像入出力装置１の外観斜視図である。尚、本発明の投影装置および３次元形状検出装置は、この画像入出力装置１に含まれる装置である。

10

【００５６】

画像入出力装置１は、デジタルカメラとして機能するデジカメモード、ウェブカメラとして機能するwebcamモード、３次元形状を検出して立体画像を取得するための立体画像モード、湾曲した原稿等を平面化した平面化画像を取得するための平面化画像モード等の種々のモードを備えた装置である。

【００５７】

図１では、特に、立体画像モードや平面化画像モードにおいて、被写体としての原稿Ｐの３次元形状を検出するために、後述する画像投影部１３から明暗を交互に並べてなる縞状のパターン光を投影している様子を図示している。

20

【００５８】

画像入出力装置１は、略箱状に形成された撮像ヘッド２と、その撮像ヘッド２と一端が連結されたパイプ状のアーム部材３と、そのアーム部材３の他端と連結され、平面視略Ｌ型に形成されたベース４とを備えている。

【００５９】

撮像ヘッド２は、その内部に後述する画像投影部１３や画像撮像部１４を内包するケースである。撮像ヘッド２の正面には、その中央部に筒状の鏡筒５と、鏡筒５の斜め上方にファインダ６と、そのファインダ６の反対側にフラッシュ７とが配置されている。また、ファインダ６とフラッシュ７との間に、後述する画像撮像部１４の一部である撮像光学系２１のレンズの一部が外面に露出しており、この露出部分から被写体の画像が入力される。

30

【００６０】

鏡筒５は、撮像ヘッド２の正面から突出し、その内部に画像投影部１３の一部である投影光学系２０を内包するカバーである。この鏡筒５によって、投影光学系２０が保持され、全体を焦点調節のため移動可能とされ、且つ、傷つくのが防止されている。また、鏡筒５端面からは、画像投影部１３の一部である投影光学系２０のレンズの一部が外面に露出しており、この露出部分から投影面に向かって画像信号光が投影される。

【００６１】

ファインダ６は、撮像ヘッド２の背面から正面を通して配設される光学レンズで構成されている。撮像装置１の背面から使用者がのぞき込んだ時に、撮像光学系２１がＣＣＤ２２上に結像する範囲とほぼ一致する範囲が見えるようになっている。

40

【００６２】

フラッシュ７は、例えば、デジカメモードにおいて、必要な光量を補足するための光源であり、キセノンガスが充填された放電管で構成されている。よって、撮像ヘッド２に内蔵されているコンデンサ（図示せず）からの放電により繰り返し使用することができる。

【００６３】

また、撮像ヘッド２の上面には、手前側にリリースボタン８と、そのリリースボタン８の奥方にモード切替スイッチ９と、モード切替スイッチ９の反対側にモニタＬＣＤ１０とが配置されている。

【００６４】

50

リリースボタン 8 は、「半押し状態」と「全押し状態」との 2 種類の状態に設定可能な 2 段階の押しボタン式のスイッチで構成されている。リリースボタン 8 の状態は後述するプロセッサ 15 に管理されており、「半押し状態」で周知のオートフォーカス (AF) および自動露出 (AF) 機能が起動し、ピント、絞り、シャッタースピードが調節され、「全押し状態」で撮像等が行われる。

【0065】

モード切替スイッチ 9 は、デジカメモード、webcamモード、立体画像モード、平面化画像モード、オフモード等の種々のモードに設定可能なスイッチである。モード切替スイッチ 9 の状態はプロセッサ 15 に管理されており、モード切替スイッチ 9 の状態がプロセッサ 15 によって検出されることで各モードの処理が実行される。

10

【0066】

モニタLCD10は、液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display) で構成されており、プロセッサ 15 からの画像信号を受けて画像を使用者に表示する。例えば、モニタLCD10には、デジカメモードやwebcamモードにおける撮像画像や、立体画像モードにおける 3 次元形状検出結果画像、平面化画像モードにおける平面化画像等が表示される。

【0067】

更に、撮像ヘッド 2 の側面には、その上方に RF (無線) インターフェイスとしてのアンテナ 11 と、撮像ヘッド 2 とアーム部材 3 とを連結する連結部材 12 とが配置されている。

20

【0068】

アンテナ 11 は、後述する RF ドライバ 24 を介してデジカメモードで取得した撮像画像データや立体画像モードで取得した立体画像データ等を外部インターフェイスに無線通信によって送信するものである。

【0069】

連結部材 12 は、内周面に雌ねじが形成されたリング状に形成され、撮像ヘッド 2 の側面に回動可能に固定されている。また、アーム部材 3 の一端側には雄ねじが形成されている。この雌ねじと雄ねじとを嵌合させることで、撮像ヘッド 2 とアーム部材 3 とを着脱自在に連結することができると共に、撮像ヘッド 2 を任意の角度で固定することができるようになっている。従って、撮像ヘッド 2 を取り外し、通常のデジカメ (デジタルカメラ) として使用できる。

30

【0070】

アーム部材 3 は、撮像ヘッド 2 を所定の撮像位置に変化可能に保持するためのものであり、任意の形状に屈曲可能な蛇腹状のパイプで構成されている。よって撮像ヘッド 2 を任意の位置に向けることができる。

【0071】

ベース 4 は、机上等の載置台に載置され、撮像ヘッド 2 とアーム部材 3 とを支持するものである。平面視略 L 字型に形成されているので、安定して撮像ヘッド 2 等を支持することができる。また、ベース 4 とアーム部材 3 とは着脱自在に連結されているので、持ち運びに便利であり、省スペースで収納することもできる。

40

【0072】

図 2 は、撮像ヘッド 2 の内部構成を模式的に示す図である。撮像ヘッド 2 の内部には、主に、画像投影部 13 と、画像撮像部 14 と、プロセッサ 15 とが内蔵されている。

【0073】

画像投影部 13 は、投影面に任意の投影画像を投影するためのユニットであり、投影方向に沿って、基板 16 と、複数個の LED 17 (その総称として以下「LED アレイ 17 A」という) と、光源レンズ 18 と、投影 LCD 19 と、投影光学系 20 とを備えている。尚、この画像投影部 13 については、図 3 において詳細に説明する。

【0074】

画像撮像部 14 は、被写体としての原稿 P を撮像するためのユニットであり、光の入力

50

方向に沿って、撮像光学系 21 と、CCD 22 とを備えている。

【0075】

撮像光学系 21 は、複数枚のレンズで構成され、周知のオートフォーカス機能を有し、自動で焦点距離及び絞りを調整して外部からの光を CCD 22 上に結像する。

【0076】

CCD 22 は、CCD (Charge Coupled Device) 素子などの光電変換素子をマトリクス状に配列して構成され、撮像光学系 21 を介して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 15 に出力する。

【0077】

プロセッサ 15 には、フラッシュ 7、リリースボタン 8、モード切替スイッチ 9、モニタ LCD ドライバ 23 を介してモニタ LCD 10、RF ドライバ 24 を介してアンテナ 11、電源インターフェイス 25 を介してバッテリー 26、外部メモリ 27、キャッシュメモリ 28、光源ドライバ 29 を介して LED アレイ 17A、投影 LCD ドライバ 30 を介して投影 LCD 19、CCD インターフェイス 31 を介して CCD 22 の各々が電氣的に接続され、プロセッサ 15 によって管理されている。

【0078】

外部メモリ 27 は、着脱自在なフラッシュ ROM であり、デジカメモードや webcam モード、そして立体画像モードにおいて撮像した撮像画像や 3 次元情報を記憶する。具体的には、SD カード、コンパクトフラッシュ (登録商標) カード等を使用することができる。

【0079】

キャッシュメモリ 28 は、高速な記憶装置である。例えば、デジカメモードにおいて撮像した撮像画像を高速でキャッシュメモリ 28 に転送し、プロセッサ 15 で画像処理を行ってから外部メモリ 27 に格納されるように使われる。具体的には、SDRAM、DDR RAM 等を使用することができる。

【0080】

尚、電源インターフェイス 25 はバッテリー 26 を、光源ドライバ 29 は LED アレイ 17A を、投影 LCD ドライバ 30 は投影 LED 19 を、CCD インターフェイス 31 は CCD 22 を各々制御する各種の IC (Integrated Circuit: 集積回路) によって構成されている。

【0081】

図 3 (a) は画像投影部 13 の拡大図であり、(b) は光源レンズ 18 の平面図であり、(c) は投影 LCD 19 と CCD 22 との配置関係を示す図である。上述した通り、画像投影部 13 は、投影方向に沿って、基板 16 と、LED アレイ 17A と、光源レンズ 18 と、投影 LCD 19 と、投影光学系 20 とを備えている。

【0082】

基板 16 は、LED アレイ 17A を実装すると共に、LED アレイ 17A との電氣的な配線をするためのものである。具体的には、アルミ製基板に絶縁樹脂を塗布してから無電解メッキにてパターンを形成したものやカラエポ基材をコアとする単層または多層構造の基板を使用することができる。

【0083】

LED アレイ 17A は、投影 LCD 19 に向けて放射状の光を発光する光源であり、基板 16 上に、複数個の LED 17 (発光ダイオード) が千鳥状に配列され、銀ペーストを介して接着されている。また、ボンディングワイヤを介して電氣的に結線されている。

【0084】

このように光源として複数個の LED 17 を使用することで、光源として白熱電球、ハロゲンランプ等を使用する場合に比べて、電気を光に変換する効率 (電気光変換効率) を高め、同時に赤外線や紫外線の発生を抑えることができる。よって、省電力で駆動でき、節電化、長寿命化を図ることができる。また、装置の温度上昇を低減させることができる

10

20

30

40

50

。

【0085】

この様に、LED17はハロゲンランプ等比べて熱線の発生が極めて低いので、後述する光源レンズ18や投影光学系20として、樹脂製のレンズを採用することができる。よって、ガラス製のレンズを採用する場合に比べて、各レンズ18, 20を安価で軽量に構成することができる。

【0086】

また、LEDアレイ17Aを構成する各LED17は、各々同じ発光色を発光するもので、材料にAl、In、Ga、Pの4元素を用いたアンバー色を発光するもので構成されている。よって、複数色の発光色を発光させる場合に生ずる色収差の補正を考慮する必要はなく、色収差を補正するために投影光学系20として色消しレンズを採用する必要はないので、投影光学系20の設計の自由度を向上させることができる。

10

【0087】

また、他の発光色に比べて電気光変換率が約80 lumen/Wと高い4元素材料のアンバー色LEDを採用することで、一層、高輝度、節電、長寿命化を図ることができる。尚、各LED17を千鳥状に配置する事に関する効果については、図4を参照して説明する。

【0088】

具体的には、LEDアレイ17Aは59個のLED17からなり、各LED17は50 mW (20 mA, 2.5 V) で駆動され、結局、全59個のLED17は略3 Wの消費電力で駆動される。また、各LED17から発光される光が、光源レンズ18、投影LCD19を通過して投影光学系20から照射される場合の光束値としての明るさは、全面照射の場合であっても25 ANSILルーメン程度に設定されている。

20

【0089】

この明るさを採用することで、例えば、立体画像モードにおいて、人や動物の顔面等の被写体の3次元形状を検出する場合に、人や動物に眩しさを与えず、人や動物が目をつぶっていない状態の3次元形状を検出することができる。

【0090】

光源レンズ18は、LEDアレイ17Aから放射状に発光される光を集光するレンズであり、その材質はアクリルに代表される光学樹脂で構成されている。

30

【0091】

具体的には、光源レンズ18は、LEDアレイ17Aの各LED17に対向する位置に投影LED19側に向けて凸設された凸状のレンズ部18aと、そのレンズ部18aを支持するベース部18bと、そのベース部18bの内部空間であってLEDアレイ17Aを内包する開口に充填されるLED17の封止および基板16と光源レンズ18との接着を目的としたエポキシ封止材18cと、ベース部18bから基板16側に突設され、光源レンズ18と基板16とを接続する位置決めピン18dとを備えている。

【0092】

光源レンズ18は、開口の内部にLEDアレイ17Aを内包させつつ、基板16に穿設されている長孔16に位置決めピン18dを差込み、基板16上に固定される。

40

【0093】

よって、省スペースで光源レンズ18を配置することができる。また、基板16にLEDアレイ17Aを実装するという機能の他に、光源レンズ18を支持するという機能を兼任させることで、光源レンズ18を支持する部品を別途必要とせず、部品の点数を削減することができる。

【0094】

また、各レンズ部18aは、LEDアレイ17Aの各LED17と1対1の関係で対向する位置に配置されている。

【0095】

よって、各LED17から発光される放射状の光は、各LED17に対向する各レンズ

50

部 18 によって効率良く集光され、図に示すような指向性の高い放射光として投影 LED 19 に照射される。この様に指向性を高めたのは、投影 LCD 19 に略垂直に光を入射することによって、面内の透過率ムラが抑制され得るためである。また同時に、投影光学系 20 は、テレセントリック特性を持ち、その入射 NA が 0.1 程度であるため、垂直 $\pm 5^\circ$ 以内の光のみが内部の絞りを通過できるように規制されているためである。従って、LED 17 からの光を出射角度を垂直に揃え、且つ、 $\pm 5^\circ$ にほとんどの光束を入れることが画質向上の要点となる。

【0096】

投影 LCD 19 は、光源レンズ 18 を通過して集光された光に空間変調を施して、投影光学系 20 に向けて画像信号光を出力する空間変調素子であって、具体的には、縦横の比率の異なる板状の液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display) で構成されている。

10

【0097】

また、(C) に示すように、この投影 LCD 19 を構成する各画素は、その液晶ディスプレイの長手方向に沿って一直線状に並べられた 1 の画素列と、その 1 の画素列とは液晶ディスプレイの長手方向に所定間隔ずれた他の画素列とを交互に並列に並べて配置されている。

【0098】

尚、(C) は紙面手前側に撮像ヘッド 2 の正面を向け、紙面裏側から光が投影 LCD 19 に向けて照射され、紙面手間側から CCD 22 に被写体像が結像される状態であるとする。

20

【0099】

このように、投影 LCD 19 を構成する画素を長手方向に千鳥状に配置することで、長手方向と直交する方向 (短手方向) において、投影 LCD 19 によって空間変調が施される光を 1/2 ピッチで制御することができる。従って、細かいピッチで投影パターンを制御でき、分解能を上げて高精度に 3 次元の形状を検出することができる。

【0100】

特に、後述する立体画像モードや平面化画像モードにおいて、被写体の 3 次元形状を検出すべく、被写体に向けて明暗を交互に並べてなる縞状のパターン光を投光する場合に、その縞方向を投影 LCD 19 の短手方向に一致させることで、明暗の境界を 1/2 ピッチで制御することができるので、同様に高精度に 3 次元の形状を検出することができる。

30

【0101】

また、撮像ヘッド 2 の内部において、投影 LCD 19 と CCD 22 とは、(C) に示すような関係で配置される。具体的には、投影 LCD 19 の幅広面と CCD 22 の幅広面とは略同一の方向に向いて配置されているので、投影 LCD 19 から投影面に投影されている画像を CCD 22 に結像させる場合に、投影画像をハーフミラー等で屈曲させることなく、そのままの状態で投影画像を結像させることができる。

【0102】

また、CCD 22 は、投影 LCD 19 の長手方向側 (画素列が延びる方向側) に配置されている。よって、特に、立体画像モードや平面化画像モードにおいて、三角測量の原理を利用して被写体の 3 次元形状を検出する場合には、CCD 22 と被写体とのなす傾きを 1/2 ピッチで制御することができるので、同様に高精度に 3 次元の形状を検出することができる。

40

【0103】

投影光学系 20 は、投影 LED 19 を通過した画像信号光を投影面に向けて投影する複数のレンズであり、ガラス及び樹脂の組み合わせからなるテレセントリックレンズで構成されている。テレセントリックとは、投影光学系 20 を通過する主光線は、入射側の空間では光軸に平行になり、射出瞳の位置は無限になる構成をいう。このようにテレセントリックにすることで、前述のように投影 LCD 19 を垂直 $\pm 5^\circ$ で通過する光のみを投影し得るので、画質を向上させることができる。

50

【 0 1 0 4 】

図 4 は、LED アレイ 17 A の配列に関する説明をするための図である。(a) は光源レンズ 18 を通過した光の照度分布を示す図であり、(b) は LED アレイ 17 A の配列状態を示す平面図であり、(c) は投影 LCD 19 面における合成照度分布を示す図である。

【 0 1 0 5 】

(a) に示すように、光源レンズ 18 を通過した光は、半値拡がり半角 θ (= 略 5°) で、(a) 左側に図示するような照度分布を有する光として投影 LCD 19 の表面に到達するように設計されている。

【 0 1 0 6 】

また、(b) に示すように、複数の LED 17 は基板上 16 に千鳥状に配列されている。具体的には、複数の LED 17 を d ピッチで直列に並べた LED 列を、 $\sqrt{3}/2 d$ ピッチで並列に並べ、更に、その LED 列を 1 列おきに同じ方向に $1/2 d$ 移動させた状態になるように配置されている。

【 0 1 0 7 】

換言すれば、1 の LED 17 と、その 1 の LED 17 の周辺の LCD 17 との間隔は d になるように設定されている (三角格子配列) 。

【 0 1 0 8 】

そして、この d の長さは、LED 17 の 1 つから出射された光によって投影 LCD 19 において形成される照度分布の半値全幅 (FWHM (Full Width Half Maximun)) 以下となる様に決定されている。

【 0 1 0 9 】

よって、光源レンズ 18 を通過して投影 LCD 19 の表面に到達する光の合成照度分布は、(c) に示すように小さなリップルを含んだ略直線状になり、投影 LCD 19 の面に略均一に光を照射することができる。従って、投影 LCD 19 における照度ムラを抑制することができる、結果的に、高品質な画像を投影することができる。

【 0 1 1 0 】

図 5 は、画像入出力装置 1 の電氣的なブロック図である。尚、既に上述した構成については、その説明を省略する。プロセッサ 15 は、CPU 35 と、ROM 36 と、RAM 37 とを備えている。

【 0 1 1 1 】

CPU 35 は、ROM 36 に記憶されたプログラムによる処理に応じて、RAM 37 を利用して、リリースボタン 8 の押下げ操作の検知、CCD 22 から画像データの取り込み、その画像データの転送、格納、モード切替スイッチ 9 の状態の検出等の各種処理を行う。

【 0 1 1 2 】

ROM 36 には、カメラ制御プログラム 36 a と、パターン光撮影プログラム 36 b と、輝度画像生成プログラム 36 c と、コード画像生成プログラム 36 d と、コード境界抽出プログラム 36 e と、レンズ収差補正プログラム 36 f と、三角測量演算プログラム 36 g と、原稿姿勢演算プログラム 36 h と、平面変換プログラム 36 i とが格納されている。

【 0 1 1 3 】

カメラ制御プログラム 36 a は、図 6 に示すメイン処理を含む撮像装置 1 全体の制御に関するプログラムである。

【 0 1 1 4 】

パターン光撮影プログラム 36 b は、原稿 P の 3 次元形状を検出するために被写体にパターン光を投影した状態と、投影していない状態とを撮像するプログラムである。

【 0 1 1 5 】

輝度画像生成プログラム 36 c は、パターン光撮影プログラム 36 b によってパターン光を投影した状態を撮像したパターン光有画像と、パターン光を投影していない状態を撮

10

20

30

40

50

像したパターン光無画像との差分をとり、投影されたパターン光の輝度画像を生成するプログラムである。

【0116】

また、パターン光は複数種類のものが時系列に投影され各パターン光毎に撮像され、撮像された複数枚のパターン光有画像の各々とパターン光無画像との差分がとられ、複数種類の輝度画像が生成される。

【0117】

コード画像生成プログラム36dは、輝度画像生成プログラム36cによって生成される複数枚の輝度画像を重ね合わせ、各画素毎に所定のコードを割り当てたコード画像を生成するプログラムである。

10

【0118】

コード境界抽出プログラム36eは、コード画像生成プログラム36dによって生成されるコード画像と、輝度画像生成プログラム36cによって生成される輝度画像とを利用して、コードの境界座標をサブピクセル精度で求めるプログラムである。

【0119】

レンズ収差補正プログラム36fは、コード境界抽出プログラム36eによってサブピクセル精度で求められているコードの境界座標に対して、撮像光学系20の収差補正を行うプログラムである。

【0120】

三角測量演算プログラム36gは、レンズ収差補正プログラム36fによって収差補正がなされたコードの境界座標から、その境界座標に関する実空間の3次元座標を演算するプログラムである。

20

【0121】

原稿姿勢演算プログラム36hは、三角測量演算プログラム36gで演算された3次元座標から原稿Pの3次元形状を推定して求めるプログラムである。

【0122】

平面変換プログラム36iは、原稿姿勢演算プログラム36hで演算される原稿Pの3次元形状に基づき、原稿Pの正面から撮像したような平面化画像を生成するプログラムである。

【0123】

RAM37には、パターン光有画像格納部37aと、パターン光無画像格納部37bと、輝度画像格納部37cと、コード画像格納部37dと、コード境界座標格納部37eと、ID格納部37fと、収差補正座標格納部37gと、3次元座標格納部37hと、原稿姿勢演算結果格納部37iと、平面変換結果格納部37jと、投影画像格納部37kと、ワーキングエリア37lとが記憶領域として割り当てられている。

30

【0124】

パターン光有画像格納部37aは、パターン光撮影プログラム36bによって原稿Pにパターン光を投影した状態を撮像したパターン光有画像を格納する。パターン光無画像格納部37bは、パターン光撮影プログラム36bによって原稿Pにパターン光を投影していない状態を撮像したパターン光無画像を格納する。

40

【0125】

輝度画像格納部37cは、輝度画像生成プログラム36cによって生成される輝度画像を格納する。コード画像格納部37dは、コード画像生成プログラム36dによって生成されるコード画像を格納する。コード境界座標格納部37eは、コード境界抽出プログラム36eによって、抽出されるサブピクセル精度で求められた各コードの境界座標を格納する。ID格納部37fは、境界を有する画素位置において明暗の変化を有する輝度画像に割り当てられるID等を格納する。収差補正座標格納部37gは、レンズ収差補正プログラム36fによって収差補正がなされたコードの境界座標を格納する。3次元形状座標格納部37hは、三角測量演算プログラム36gによって演算される実空間の3次元座標を格納する。

50

【0126】

原稿姿勢演算結果格納部37iは、原稿姿勢演算プログラム36hによって演算される原稿Pの3次元形状に関するパラメータを格納する。平面変換結果格納部37jは、平面変換プログラム36iによって生成される平面変換結果を格納する。投影画像格納部37kは、画像投影部13から投影する画像情報を格納する。ワーキングエリア37lは、CPU15での演算のために一時的に使用するデータを格納する。

【0127】

図6は、メイン処理のフローチャートである。尚、このメイン処理におけるデジカメ処理(S605)、webcam処理(S607)、立体画像処理(S607)、平面化画像処理(S611)の各処理についての詳細は後述する。

10

【0128】

メイン処理では、まず、電源が起動されると(S601)、プロセッサ15やその他のインターフェイス等が初期化される(S602)。

【0129】

そして、モード切替スイッチ9の状態を判別するキースキャンが行われ(S603)、モード切替スイッチ9の設定がデジカメモードか否かが判断され(S604)、デジカメモードであれば(S604:Yes)、後述するデジカメ処理に移行する(S605)。

【0130】

一方、デジカメモードでなければ(S604:No)、モード切替スイッチ9の設定がwebcamモードか否かが判断され(S606)、webcamモードであれば(S606:Yes)、後述するwebcam処理に移行する(S607)。

20

【0131】

一方、webcamモードでなければ(S605:No)、モード切替スイッチ9の設定が立体画像モードか否かが判断され(S608)、立体画像モードであれば(S608:Yes)、後述する立体画像処理に移行する(S609)。

【0132】

一方、立体画像モードでなければ(S608:No)、モード切替スイッチ9の設定が平面化画像モードか否かが判断され(S610)、平面化画像モードであれば(S610:Yes)、後述する平面化画像処理に移行する(S611)。

【0133】

一方、平面化画像モードでなければ(S610:No)、モード切替スイッチ9がオフモードか否かが判断され(S612)、オフモードでなければ(S612:No)、S603からの処理を繰り返し、オフモードであれば(S612:Yes)、当該処理を終了する。

30

【0134】

図7は、デジカメ処理(図6のS605)のフローチャートである。デジカメ処理は、画像撮像部14によって撮像した画像を取得する処理である。

【0135】

この処理では、まず、CCD22に高解像度設定信号を送信する(S701)。これにより高品質の撮像画像を使用者に提供することができる。

40

【0136】

次に、モニタLCD10にファインダ画像(ファインダ6を介して見える範囲の画像)を表示する(S702)。よって、使用者は、ファインダ6を覗き込むことなく、モニタLCD10に表示された画像によって実際の撮像の前に、撮像画像(撮像範囲)を確認することができる。

【0137】

次に、リリースボタン8をスキャンし(S703a)、リリースボタン8が半押しされたか否かを判断する(S703b)。半押しされていれば(S703b:Yes)、オートフォーカス(AF)および自動露出(AE)機能を起動し、ピント、絞り、シャッタースピードを調節する(S703c)。尚、半押しされていなければ(S703b:No)、

50

S 7 0 3 a からの処理を繰り返す。

【 0 1 3 8 】

次に、再び、リリースボタン 8 をスキャンし (S 7 0 3 d)、リリースボタン 8 が全押しされたか否かを判断する (S 7 0 3 e)。全押しされていれば (S 7 0 3 e : Y e s)、フラッシュモードか否かを判断する (S 7 0 4)。

【 0 1 3 9 】

その結果、フラッシュモードであれば (S 7 0 4 : Y e s)、フラッシュ 7 を投光して (S 7 0 5)、撮影し (S 7 0 6)、フラッシュモードでなければ (S 7 0 4 : N o)、フラッシュ 7 を投光することなく撮影する (S 7 0 6)。尚、S 7 0 3 e の判断において、全押しされていなければ (S 7 0 3 e : N o)、S 7 0 3 a からの処理を繰り返す。

10

【 0 1 4 0 】

次に、撮影した撮像画像を C C D 2 2 からキャッシュメモリ 2 8 に転送し (S 7 0 7)、キャッシュメモリ 2 8 に記憶された撮像画像をモニタ L C D 1 0 に表示する (S 7 0 8)。このように、撮像画像をキャッシュメモリ 2 8 に転送することでメインメモリに転送する場合に比較して、撮像画像を高速にモニタ L C D 1 0 に表示させることができる。そして、その撮像画像を外部メモリ 2 7 に格納する (S 7 0 9)。

【 0 1 4 1 】

最後に、モード切替スイッチ 9 に変化が無いかなかを判断し (S 7 1 0)、そ変化が無ければ (S 7 1 0 : Y e s)、S 7 0 2 からの処理を繰り返し、変化があれば (S 7 1 0 : N o)、当該処理を終了する。

20

【 0 1 4 2 】

図 8 は、w e b c a m 処理 (図 6 の S 6 0 7) のフローチャートである。w e b c a m 処理は、画像撮像部 1 4 で撮像した撮像画像 (静止画および動画を含む) を外部ネットワークに送信する処理である。尚、本実施例では、撮像画像として動画を外部ネットワークに送信する場合を想定している。

【 0 1 4 3 】

この処理では、まず、C C D 2 2 に低解像度設定信号を送信し (S 8 0 1)、周知のオートフォーカス及び自動露出機能を起動して、ピント、絞り、シャッター速度を調節した後 (S 8 0 2)、撮影を開始する (S 8 0 3)。

【 0 1 4 4 】

そして、撮影された撮像画像をモニタ L C D 1 0 に表示し (S 8 0 4)、ファインダ画像を投影画像格納部 3 7 k に格納し (S 8 0 5)、後述する投影処理を行い (S 8 0 6)、投影画像格納部 3 7 k に格納されている画像を投影面に投影する。

30

【 0 1 4 5 】

また、撮像画像を C C D 2 2 からキャッシュメモリ 2 8 に転送し (S 8 0 7)、キャッシュメモリ 2 8 に転送された撮像画像を R F インターフェイスを介して外部ネットワークに送信する (S 8 0 8)。

【 0 1 4 6 】

そして、最後に、モード切替スイッチ 9 に変化が無いかなかを判断し (S 8 0 9)、変化が無ければ (S 8 0 9 : Y e s)、S 8 0 2 からの処理を繰り返し、変化があれば (S 8 0 9 : N o)、当該処理を終了する。

40

【 0 1 4 7 】

図 9 は投影処理 (図 8 の S 8 0 6) のフローチャートである。この処理は、投画像投影部 1 3 から影画像格納部 3 7 k に格納されている画像を投影面に投影する処理である。この処理では、まず、投影画像格納部 3 7 k に画像が格納されているか否かを確認する (S 9 0 1)。格納されていれば (S 9 0 1 : Y e s)、投影画像格納部 3 7 k に格納されている画像を投影 L C D ドライバ 3 0 に転送し (S 9 0 2)、投影 L C D ドライバ 3 0 から、その画像に応じた画像信号を投影 L C D 1 9 に送り、投影 L C D に画像を表示する (S 9 0 3)。

【 0 1 4 8 】

50

次に、光源ドライバ 29 を駆動し (S 904)、その光源ドライバ 29 からの電気信号によって LED アレイ 17 A を点灯し (S 905)、当該処理を終了する。

【0149】

こうして、LED アレイ 17 A が点灯すると、LED アレイ 17 A から発光する光は、光源レンズ 18 を介して投影 LCD 19 に到達し、投影 LCD 19 において、投影 LCD ドライバ 30 から送信される画像信号に応じた空間変調が施され、画像信号光として出力される。そして、その投影 LCD 19 から出力される画像信号光は、投影光学系 20 を介して投影面に投影画像として投影される。

【0150】

図 10 は立体画像処理 (図 6 の S 609) のフローチャートである。立体画像処理は、被写体の 3 次元形状を検出し、その立体画像としての 3 次元形状検出結果画像を取得、表示、投影する処理である。 10

【0151】

この処理では、まず、CCD 22 に高解像度設定信号を送信し (S 1001)、モニタ LCD 10 にファインダ画像を表示する (S 1002)。

【0152】

次に、リリースボタン 8 をスキャンし (S 1003a)、リリースボタン 8 が半押しされたか否かを判断する (S 1003b)。半押しされていれば (S 1003b: Yes)、オートフォーカス (AF) および自動露出 (AE) 機能を起動し、ピント、絞り、シャッタースピードを調節する (S 1003c)。尚、半押しされていなければ (S 1003b: No)、S 1003a からの処理を繰り返す。 20

【0153】

次に、再び、リリースボタン 8 をスキャンし (S 1003d)、リリースボタン 8 が全押しされたか否かを判断する (S 1003e)。全押しされていれば (S 1003e: Yes)、フラッシュモードか否かを判断する (S 1003f)。

【0154】

その結果、フラッシュモードであれば (S 1003f: Yes)、フラッシュ 7 を投光して (S 1003g)、撮影し (S 1003h)、フラッシュモードでなければ (S 1003f: No)、フラッシュ 7 を投光することなく撮影する (S 1003h)。尚、S 1003e の判断において、全押しされていなければ (S 1003e: No)、S 1003a からの処理を繰り返す。 30

【0155】

次に、後述する 3 次元形状検出処理を行い、被写体の 3 次元形状を検出する (S 1006)。

【0156】

次に、3 次元形状検出処理 (S 1006) における 3 次元形状検出結果を外部メモリ 27 に格納し (S 1007)、3 次元形状検出結果をモニタ LCD 10 に表示する (S 1008)。尚、この 3 次元形状検出結果とは、各計測頂点の実空間における 3 次元座標 (XYZ) の集合体として表示する。

【0157】

次に、3 次元形状検出結果としての計測頂点をポリゴンで結んでそのサーフェスを表示した立体画像 (3D の CG 画像) としての 3 次元形状検出結果画像を投影画像格納部 37k に格納し (S 1009)、図 8 の S 806 の投影処理と同様な投影処理を行う (S 1010)。尚、この場合には、図 18 において説明する投影 LCD 19 上の座標を 3 次元空間座標に変換する式の逆関数を利用して、求められた 3 次元座標に対する投影 LCD 19 上の座標を求めることで、3 次元形状結果座標を投影面に投影させることができる。 40

【0158】

そして、モード切替スイッチ 9 に変化が無いかが否かを判断し (S 1011)、変化が無ければ (S 1011: Yes)、S 702 からの処理を繰り返し、変化があれば (S 1011: No)、当該処理を終了する。 50

【0159】

図11(a)は、上述した3次元形状検出処理(図10のS1006)において、3次元形状を検出するために利用する空間コード法の原理を説明するための図であり、(b)は(a)とは異なるパターン光を示す図である。パターン光にはこれら(a)または(b)のいずれを用いても良く、更には、多階調コードであるグレイレベルコードを用いても良い。

【0160】

尚、この空間コード法についての詳細は、佐藤宏介、他1名、「空間コード化による距離画像入力」、電子通信学会論文誌、85/3 Vol. J 68-D No3 p369~375に詳細に開示されている。

10

【0161】

空間コード法は、投影光と観測画像間の三角測量に基づいて被写体の3次元形状を検出する方法の1種であり、(a)に示すように、投影光源Lと観測器Oとを距離Dだけ離して設置し、空間を細長い扇状領域に分割しコード化することの特徴とする。

【0162】

図中の3枚のマスクパターンA, B, CをMSBから順番に投影すると、各扇状領域はマスクによって明「1」と暗「0」とにコード化される。例えば、点Pを含む領域は、マスクA, Bでは光が当たらず、マスクCでは明になるので、001(A=0、B=0、C=1)とコード化される。

【0163】

20

各扇状の領域には、その方向φに相当するコードが割り当てられ、それぞれを1本のスリット光線とみなすことができる。そこで各マスクごとに情景を観測機器としてのカメラで撮影し、明暗パターンを2値化してメモリの各ビットプレーンを構成していく。

【0164】

こうして、得られた多重ビットプレーン画像の横方向の位置(アドレス)は、観測方向θに相当し、このアドレスのメモリの内容は投影光コード、即ち、φを与える。このθとφとから注目点の座標を決定する。

【0165】

また、この方法で使用するマスクパターンとしては、(a)ではマスクパターンA, B, Cのような純2進コードを用いる場合を図示しているが、マスクの位置ズレが起こると領域の境界で大きな誤差が生ずる危険性がある。

30

【0166】

例えば、(a)の点Qは領域3(011)と領域4(100)の境界を示しているが、もしマスクAの1がずれ込むと領域7(111)のコードが生ずる可能性がある。換言すれば、隣接する領域間でハミング距離が2以上のところで、大きな誤差が発生する可能性がある。

【0167】

そこで、この方法で使用するマスクパターンとしては、(b)に示すように、隣接する領域間でハミング距離が常に1であるコードを使うことで、上述したようなコード化誤差を避けることができるとされている。

40

【0168】

図12(a)は、3次元形状検出処理(図10のS1006)のフローチャートである。この処理では、まず、撮像処理を行う(S1210)。この撮像処理は、図11(a)に示す複数枚の純2進コードのマスクパターンを利用して画像投影部13から、明暗を交互に並べてなる縞状のパターン光(図1参照)を時系列的に被写体に投影し、各パターン光が投影されている状態を撮像したパターン光有画像と、パターン光が投影されていない状態を撮像したパターン光無画像とを取得する処理である。

【0169】

撮像処理を終了すると(S1210)、3次元計測処理を行う(S1220)。3次元計測処理は、撮像処理によって取得したパターン光有画像とパターン光無画像とを利用し

50

て、実際に被写体の３次元形状を計測する処理である。こうして、３次元計測処理を終了すると（Ｓ１２２０）、当該処理を終了する。

【０１７０】

図１２（ｂ）は、撮像処理（図１２（ａ）のＳ１２１０）のフローチャートである。この処理は、パターン光撮影プログラム３６ａに基づき実行され、まず、画像投影部１３からパターン光を投影することなく、画像撮像部１４によって被写体を撮像することで、パターン光無画像を取得する（Ｓ１２１１）。尚、取得したパターン光無画像はパターン光無画像格納部３７ｂに格納される。

【０１７１】

次に、カウンタ*i*を初期化し（Ｓ１２１２）、そのカウンタ*i*の値が最大値*i*maxか否かを判断する（Ｓ１２１３）。尚、最大値*i*maxは使用するマスクパターンの数によって決定される。例えば、８種類のマスクパターンを使用する場合には、最大*i*max（＝８）となる。

【０１７２】

そして、判断の結果、カウンタ*i*の値が最大値*i*maxより小さい場合には（Ｓ１２１３：Ｙｅｓ）、使用するマスクパターンの内、*i*番のマスクパターンを投影ＬＣＤ１９に表示し、その*i*番のマスクパターンによって投影される*i*番のパターン光を投影面に投影し（Ｓ１２１４）、そのパターン光が投影されている状態を画像撮像部１４によって撮影する（Ｓ１２１５）。

【０１７３】

こうして、被写体に*i*番のパターン光が投影された状態を撮像したパターン光有画像を取得する。尚、取得したパターン光有画像は、パターン光有画像格納部３７ａに格納される。

【０１７４】

撮影を終了すると、*i*番のパターン光の投影を終了し（Ｓ１２１６）、次のパターン光を投影すべく、カウンタ*i*に「１」を加算して（Ｓ１２１７）、Ｓ１２１３からの処理を繰り返す。

【０１７５】

そして、カウンタ*i*の値が最大値*i*maxより大きいと判断すると（Ｓ１２１３：Ｎｏ）、当該処理を終了する。即ち、この撮像処理においては、１枚のパターン光無画像と、最大値*i*max枚のパターン光有画像とを取得することになる。

【０１７６】

図１２（ｃ）は、３次元計測処理（図１２（ａ）のＳ１２２０）のフローチャートである。この処理は、輝度画像生成プログラム３６ｃに基づき実行され、まず、輝度画像を生成する（Ｓ１２２１）。ここで、輝度は、ＹＣｂＣｒ空間におけるＹ値であり、各画素のＲＧＢ値より $Y = 0.2989 \cdot R + 0.5866 \cdot G + 0.1145 \cdot B$ から計算される値である。各画素についてＹ値を求めることにより、各パターン光有及び無し画像に関する輝度画像を生成する。生成した輝度画像は、輝度画像格納部３７ｃに格納される。また、パターン光の番号に対応した番号を各輝度画像に割り付けておく。

【０１７７】

次に、コード画像生成プログラム３６ｄにより、上述した空間コード法を利用して、生成した輝度画像を組み合わせることで、各画素毎にコード化されたコード画像を生成する（Ｓ１２２２）。

【０１７８】

このコード画像は、輝度画像格納部３７ｃに格納したパターン光有画像に関する輝度画像の各画素について、あらかじめ設定した輝度閾値と比較し、その結果を結合させることで生成することができる。生成されたコード画像はコード画像格納部３７ｄに格納される。

【０１７９】

次に、コード境界抽出プログラム３６ｅにより、後述するコード境界座標検出処理を行

10

20

30

40

50

い (S 1 2 2 3)、各画素毎に割り当てられたコードの境界座標をサブピクセル精度で検出する。

【 0 1 8 0 】

次に、レンズ収差補正プログラム 3 6 f により、レンズ収差補正処理を行う (S 1 2 2 4)。この処理によって、撮像光学系 2 1 の歪みなどの影響で誤差を含んでいる S 1 2 2 3 で検出されるコード境界座標の誤差を補正することができる。

【 0 1 8 1 】

次に、三角測量演算プログラム 3 6 g により、三角測量原理による実空間変換処理を行う (S 1 2 2 5)。この処理によって収差補正が施された後の C C D 空間上のコード境界座標は、実空間における 3 次元座標に変換され、3 次元形状検出結果としての 3 次元座標が求められる。 10

【 0 1 8 2 】

図 1 3 は、コード境界座標検出処理 (図 1 2 の S 1 2 2 3) の概略を説明するための図である。上側の図は、C C D 空間において実際のパターン光の明暗の境界を境界線 K で示し、そのパターン光を上述した空間コード法でコード化し、1 のコードと他のコードとの境界を図中太線で示した図である。

【 0 1 8 3 】

即ち、上述した空間コード法におけるコード化は、各画素単位で行われるため、実際のパターン光の境界線 K と、コード化された境界 (図中太線) とではサブピクセル精度の誤差が生ずる。そこで、このコード境界座標検出処理は、コードの境界座標をサブピクセル精度で検出することを目的とする。 20

【 0 1 8 4 】

この処理では、まず、ある検出位置 (以下「 $curCCDX$ 」と称す) において、ある着目コード (以下「 $curCode$ 」という) から他のコードに変化する第 1 画素 G を検出する (第 1 画素検出工程)。

【 0 1 8 5 】

例えば、 $curCCDX$ において、上から順番に各画素を検出すると、境界 (太線) までは $curCode$ を有する画素であるが、境界の次の画素、即ち、第 1 画素 G において、 $curCode$ は変化しているので、これを第 1 画素 G として検出する。

【 0 1 8 6 】

次に、その第 1 画素 G の画素位置において、図 1 2 の S 1 2 2 1 において輝度画像格納部 3 7 c に格納された輝度画像の内から、明暗の変化を持つ輝度画像の全部を抽出する (輝度画像抽出工程)。 30

【 0 1 8 7 】

次に、近似に利用するための画素領域を特定するために検出位置を「2」左側に移動させ、検出位置 $curCCDX - 2$ の位置において、コード画像を参照して、着目コード ($curCode$) から他のコードに変化する画素 (境界画素 ($curCCDX - 2$ の検出位置では画素 H)) を探し、その画素を中心に予め定めた範囲 (本実施例の場合 Y 軸方向に - 3 画素と + 2 画素の範囲) の画素範囲を特定する (画素領域特定手段の一部)。

【 0 1 8 8 】

次に、その予め定めた範囲内において、図中の下側の左側のグラフに示すように、Y 方向の画素位置と輝度とに関する近似式 (図中実線で示す) を求め、その近似式における輝度閾値 bTh との交点における Y 座標 $Y1$ を求める (境界座標検出工程の一部)。 40

【 0 1 8 9 】

尚、輝度閾値 bTh は、予め定められた範囲内から算出 (例えば、各画素の輝度の平均の 2 分の 1) しても良く、予め与えられた固定値であっても良い。これにより、明と暗との境界をサブピクセル精度で検出することができる。

【 0 1 9 0 】

次に、検出位置を $curCCDX - 2$ から「1」右側に移動させ、 $curCCDX - 1$ において上述したのと同様な処理を行い、 $curCCDX - 1$ における代表値を求める (50

境界座標検出工程の一部)。

【0191】

このように、境界画素を中心にY軸方向に予め定めた範囲と、X軸方向における $curCCDX - 2$ から $curCCDX + 2$ の範囲とで構成される画素領域(図中右下がり斜線部参照)において、各検出位置における代表値を求める。

【0192】

これまでの処理を $curCode$ から他のコードへ変化する画素を持つ輝度画像の全てに行い、各輝度画像についての代表値の加重平均値を最終的に $curCode$ における境界座標として採用する(境界座標検出工程の一部)。

【0193】

これにより、コードの境界座標を高精度にサブピクセル精度で検出することができ、この境界座標を利用して上述した三角測量原理による実空間変換処理(図12のS1225)を行うことで、高精度に被写体の3次元形状を検出することができる。

【0194】

また、このように輝度画像に基づき算出される近似式を利用して境界座標をサブピクセル精度で検出することができるため、従来のように撮像枚数を増加させることもなく、また、純2進コードで明暗付けられたパターン光であっても良く、特殊なパターン光であるグレイコードを用いる必要はない。

【0195】

尚、本実施例では、各検出位置において境界画素を中心にY軸方向に「-3」から「+2」の範囲と、X軸方向における検出位置としての $curCCDX - 2$ から $curCCDX + 2$ の範囲とで構成される領域を、近似を求めるための画素領域として説明したが、この画素領域のY軸、X軸の範囲はこれらに限定されるものではない。例えば、 $curCCDX$ の検出位置における境界画素を中心としたY軸方向への所定範囲だけを画素領域としても良い。

【0196】

図14は、コード境界座標検出処理(図12のS1223)のフローチャートである。この処理は、コード境界抽出プログラム36eに基づき実行され、まず、CCD空間におけるコード境界座標列の各要素を初期化し(S1401)、 $curCCDX$ を開始座標に設定する(S1402)。

【0197】

次に、 $curCCDX$ が終了座標以下か否かを判断し(S1403)、終了座標以下であれば(S1403:Yes)、 $curCode$ を「0」に設定する(S1404)。即ち、 $curCode$ は当初、最小値に設定される。

【0198】

次に、 $curCode$ が最大コードより小さいか否かを判断する(S1405)。 $curCode$ が最大コードより小さければ(S1405:Yes)、 $curCCDX$ においてコード画像を参照して、 $curCode$ の画素を探し(S1406)、 $curCode$ の画素が存在するか否かを判断する(S1407)。

【0199】

その結果、 $curCode$ の画素が存在していれば(S1407:Yes)、 $curCCDX$ において、その $curCode$ よりも大きなCodeの画素をコード画像を参照して探し(S1408)、その $curCode$ よりも大きな $curCode$ の画素が存在するか否かを判断する(S1409)。

【0200】

その結果、 $curCode$ よりも大きなCodeの画素が存在していれば(S1409:Yes)、後述する境界をサブピクセル精度で求める処理を行う(S1410)。そして、次の $curCode$ について境界座標を求めるべく、 $curCode$ に「1」を加算して(S1411)、S1405からの処理を繰り返す。

【0201】

10

20

30

40

50

即ち、境界は、`curCode`を有する画素の画素位置または`curCode`よりも大きな`Code`の画素の画素位置に存在しているため、本実施例では、暫定的に境界は、`curCode`より大きな`curCode`の画素の画素位置にあると仮定して処理を進めるものである。

【0202】

また、`curCode`が存在していない場合や(S1407:No)、`curCode`よりも大きな`Code`の画素が存在していない場合には(S1409:No)、次の`curCode`について境界座標を求めるべく、`curCode`に「1」を加算して(S1411)、S1405からの処理を繰り返す。

【0203】

こうして、0から最大コードまでの`curCode`について、S1405からS1411までの処理を繰り返し、`curCode`が最大コードより大きくなると(S1405:No)、検出位置を変更すべく、`curCCDX`に「dCCDX」を加算し(S1412)、新たな検出位置において、上述したのと同様にS1403からの処理を繰り返す。

【0204】

そして、`curCCDX`を変更してゆき、最終的に`curCCDX`が終了座標より大きくなると(S1403)、即ち、開始座標から終了座標までの検出が終了すると、当該処理を終了する。

【0205】

図15は、コード境界座標をサブピクセル精度で求める処理(図14のS1410)のフローチャートである。

【0206】

この処理では、まず、図12のS1221において輝度画像格納部37cに格納された輝度画像の内から、図14のS1409において検出された`curCode`よりも大きな`Code`を有する画素の画素位置において、明暗の変化を持つ輝度画像の全部を抽出する(S1501)。

【0207】

そして、その抽出した輝度画像のマスクパターン番号を配列`PatID[]`へ格納し、その抽出した輝度画像の画像数を`noPatID`へ格納する(S1502)。尚、配列`PatID[]`と`noPatID`とはID格納部37fに格納される。

【0208】

次に、カウンタ`i`を初期化し(S1503)、カウンタ`i`の値が`noPatID`より小さいか否かを判断する(S1504)。その結果、小さいと判断されれば(S1504:Yes)、カウンタ`i`に対応する`PatID[i]`のマスクパターン番号を持つ輝度画像について、境界の`CCDY`値を求め、その値を`fCCDY[i]`へ格納する(S1505)。

【0209】

このS1505の処理を終了すると、カウンタ`i`に「1」を加算し(S1506)、S1504からの処理を繰り返す。そして、S1504において、カウンタ`i`の値が`noPatID`より大きいと判断されると(S1504:No)、即ち、S1501で抽出された全部の輝度画像についてS1505の処理が終了すると、S1505の処理で求めた`fCCDY[i]`の加重平均値を計算し、その結果を境界値とする(S1507)。

【0210】

尚、加重平均値に代えて、S1505の処理で求めた`fCCDY[i]`の中央値を計算し、その結果を境界値としたり、統計的な計算により境界値を計算したりすることもできる。

【0211】

即ち、境界座標は、`curCCDX`の座標と、S1507で求められる加重平均値とで表現され、この境界座標をコード境界座標格納部37eに格納して、当該処理を終了する。

10

20

30

40

50

【0212】

図16は、 $PatID[i]$ のマスクパターン番号を持つ輝度画像について、境界のCCDY値を求める処理(図15のS1505)のフローチャートである。

【0213】

この処理では、まず、「 $curCCDX - dx$ 」と「0」との内、大きい値を ccd_x として設定する「 $ccd_x = MAX(curCCDX - dx, 0)$ 」で表される処理を行うと共に、カウンタ j を初期化する(S1601)。

【0214】

具体的には、S1601でいう「0」はCCDX値の最小値を意味し、例えば、今、検出位置としての $curCCDX$ 値が「1」で、予め設定されている dx 値が「2」であったとすると、「 $curCCDX - dx$ 」は「-1」となり、CCDX値の最小値である「0」よりも小さくなるため、「-1」における以降の処理は、「 $ccd_x = 0$ 」として設定する処理を行う。

【0215】

即ち、CCDX値の最小値よりも小さい位置については、以降の処理を除外する処理を行う。

【0216】

尚、この「 dx 」の値は、予め「0」を含む適当な整数に設定することができ、図13で説明した例では、この「 dx 」は「2」に設定されており、図13の例に従えば、この ccd_x は「 $curCCDX - 2$ 」に設定されることになる。

【0217】

次に、 $ccd_x \leq MIN(curCCDX + dx, ccdW - 1)$ であるか否かを判断する(S1602)。つまり、左辺の「 $MIN(curCCDX + dx, ccdW - 1)$ 」は、「 $curCCDX + dx$ 」と、CCDX値の最大値「 $ccdW$ 」から「1」を減算した「 $ccdW - 1$ 」との内、小さい値であることを意味しているため、その値と「 ccd_x 」値との大小を比較する。

【0218】

即ち、CCDX値の最大値よりも大きい位置については、以降の処理を除外する処理を行う。

【0219】

そして、判断の結果、 ccd_x が $MIN(curCCDX + dx, ccdW - 1)$ よりも小さければ(S1602:Yes)、コード画像と $PatID[i]$ が割り当てられた輝度画像とを参照して、境界の存在する画素の画素位置の $eCCDY$ 値を求める(S1603)。

【0220】

例えば、検出位置を図13に示す $curCCDX - 1$ であるとする、画素Iを境界が存在する画素候補として検出し、画素Iの位置において $eCCDY$ 値を求める。

【0221】

次に、 $PatID[i]$ のマスクパターン番号を持つ輝度画像から、 $MAX(eCCDY - dy, 0) \leq ccd_y \leq MIN(eCCDY + dy - 1, ccdH - 1)$ の範囲で、 ccd_y 方向における輝度に関する近似多項式 $Bt = fb(ccd_y)$ を求める(S1604)。

【0222】

次に、その近似多項式 Bt と輝度閾値 bTh との交差する ccd_y 値を求め、その値を $efCCDY[j]$ へ格納する(S1605)。このS1604とS1605とによって、サブピクセル精度の境界座標の検出をすることができる。

【0223】

次に、 ccd_x とカウンタ j とに各々「1」を加算し(S1605)、S1602からの処理を繰り返す。即ち、 $curCCDX$ を中心とした左右の所定範囲内における各検出位置において、サブピクセル精度の境界を検出するのである。

10

20

30

40

50

【0224】

そして、S1602において、「 $c c d x$ 」が「 $MIN(c u r C C D X + d x, c c d W - 1)$ 」より大きいと判断されると(S1602:No)、 $c u r C C D X - d x$ から $c u r C C D X + d x$ の範囲で計算された $e f C C D Y[j]$ について、 $c c d y = f y(c c d x)$ の近似多項式を求める(S1606)。この処理によってS1605において検出された各値を用いるので、1つの検出位置において境界座標を検出しようとする場合に比べて、境界座標の検出精度を向上させることができる。

【0225】

こうして得られた近似多項式と $c u r C C D X$ との交点を、 $P a t I D[i]$ のマスクパターン番号を持つ輝度画像についての境界の $C C D Y$ 値として(S1607)、当該処理を終了する。ここまでの処理を図15のフローチャートに示すように、抽出した全部の輝度画像の1枚、1枚に実行し、求められた境界座標について加重平均値を計算して、その結果を最終的な境界座標としているので(S1507)、更に、境界座標の検出精度を向上させることができる。

【0226】

図17は、レンズ収差補正処理(図12のS1224)を説明するための図である。レンズ収差補正処理は、図17(a)に示すように、撮像光学系21の収差により、入射した光束が理想レンズにより結像すべき位置からずれてしまうことに対して、撮像された画素の位置を本来結像すべき位置へ補正する処理である。

【0227】

この収差補正は、例えば、図17(b)に示すように、撮像光学系21の撮像範囲において、入射光の角度である半画角 $h f a$ をパラメータとして光学系の収差を計算して求めたデータを基に補正する。

【0228】

この収差補正処理では、レンズ収差補正プログラム36fに基づき実行され、コード境界座標格納部37eに格納されているコード境界座標について行なわれ、収差補正処理がなされたデータは、収差補正座標格納部37gに格納される。

【0229】

具体的には、実画像における任意点座標($c c d x$ 、 $c c d y$)を理想カメラ画像での座標($c c d c x$ 、 $c c d c y$)に変換する次の(1)から(3)のカメラキャリブレーション(近似式)を用いて補正する。

【0230】

本実施例では、収差量 $d i s t(\%)$ は、半画角 $h f a(deg)$ を用いて $d i s t = f(h f a)$ と記述する。また、撮像光学系21の焦点距離を $f o c a l l e n g t h(mm)$ 、 $c c d$ 画素長 $p i x e l l e n g t h(mm)$ 、 $C C D 22$ におけるレンズの中心座標を($C e n t x$ 、 $C e n t y$)とする。

【0231】

(1) $c c d c x = (c c d x - C e n t x) / (1 + d i s t / 100) + C e n t x$

(2) $c c d c y = (c c d y - C e n t y) / (1 + d i s t / 100) + C e n t y$

(3) $h f a = \arctan[(((c c d x - C e n t x)^2 + (c c d y - C e n t y)^2)^{0.5}) \times p i x e l l e n g t h / f o c a l l e n g t h]$

図18は、三角測量原理による実空間変換処理(図12のS1225)において、 $C C D$ 空間における座標から、3次元空間における3次元座標を算出する方法を説明するための図である。

【0232】

三角測量原理による実空間変換処理では、三角測量演算プログラム36gによって、収差補正座標格納部37gに格納されている収差補正がなされたコード境界座標についての3次元空間における3次元座標が算出される。こうして算出される3次元座標は、3次元

10

20

30

40

50

座標格納部 37h に格納される。

【0233】

本実施例では、撮像される横方向に湾曲した原稿 P に対する画像入力出力装置 1 の座標系として、撮像光学系 21 の光軸方向を Z 軸、その Z 軸に沿って撮像レ光学系 21 の主点位置から VPZ 離れた地点を原点、画像入出力装置 1 に対して水平方向を X 軸、垂直方向を Y 軸とする。

【0234】

また、3次元空間 (X, Y, Z) への画像投影部 13 からの投影角度 θ_p 、撮像レンズ光学系 20 の光軸と画像投影部 13 の光軸との距離を D、撮像光学系 21 の Y 方向の視野を Yftop から Yfbottom、X 方向の視野を Xfstart から Xfend、CCD 22 の Y 軸方向の長さ (高さ) を Hc、X 軸方向の長さ (幅) を Wc とする。尚、投影角度 θ_p は、各画素毎に割り当てられたコードに基づき与えられる。

【0235】

この場合、CCD 22 の任意座標 (ccd x, ccd y) に対応する 3次元空間位置 (X, Y, Z) は、CCD 22 の結像面上の点と、パターン光の投影点と、X-Y 平面に交差する点とで形成される三角形について 5つの式を解くことで得ることができる。

$$(1) Y = -(\tan \theta_p) Z + PPZ + \tan \theta_p \cdot D + \text{cmp}(X \text{target})$$

$$(2) Y = -(Y \text{target} / VPZ) Z + Y \text{target}$$

$$(3) X = -(X \text{target} / VP) Z + X \text{target}$$

$$(4) Y \text{target} = Y \text{ftop} - (ccd y / Hc) \times (Y \text{ftop} - Y \text{fbottom})$$

$$(5) X \text{target} = X \text{fstart} + (ccd x / Wc) \times (X \text{fend} - X \text{fstart})$$

尚、(1)における $\text{cmp}(X \text{target})$ は、撮像光学系 20 と画像投影部 13 とのズレを補正する関数であり、ズレが無い理想的な場合には $\text{cmp}(X \text{target}) = 0$ とみなすことができる。

【0236】

一方、上述したのと同様に、画像投影部 13 に含まれる投影 LCD 19 上の任意座標 (lcd x, lcd y) と 3次元空間中の 3次元座標 (X, Y, Z) との関係は次の (1) から (4) の式で表せる。

【0237】

尚、本実施例では、画像投影部 13 の主点位置 (0, 0, PPZ)、画像投影部 13 の Y 方向の視野を Ypftop から Ypfbottom、X 方向の視野を Xpfstart から Xpfend、投影 LED 19 の Y 軸方向の長さ (高さ) を Hp、X 軸方向の長さ (幅) Wp とする。

$$(1) Y = -(Y \text{ptarget} / PPZ) Z + Y \text{ptarget}$$

$$(2) X = -(X \text{ptarget} / PPZ) Z + X \text{ptarget}$$

$$(3) Y \text{ptarget} = Y \text{pftop} - (lcd y / Hp) \times (X \text{pftop} - X \text{pfbottom})$$

$$(4) X \text{ptarget} = X \text{pfstart} + (lcd x / Wp) \times (X \text{pfend} - X \text{pfstart})$$

この関係式を利用することで、3次元空間座標 (X, Y, Z) を上記 (1) から (4) の式に与えることで、LCD 空間座標を (lcd x, lcd y) を算出することができる。よって、例えば、3次元空間に任意の形状、文字を投影するための LCD 素子パターンを算出することができる。

【0238】

図 19 は、平面化画像処理 (図 6 の S611) のフローチャートである。平面化画像処理は、例えば、図 1 に示すような湾曲した状態の原稿 P を撮像した場合や矩形状の原稿を斜め方向から撮像した場合 (撮像された画像は台形状になる) であっても、その原稿が湾曲していない状態や鉛直方向から撮像したような状態に平面化された平面化画像を取得、

10

20

30

40

50

表示する処理である。

【0239】

この処理では、まず、CCD22に高解像度設定信号を送信し(S1901)、モニタLCD10にファインダ画像を表示する(S1902)。

【0240】

次に、リリースボタン8をスキャンし(S1903a)、リリースボタン8が半押しされたか否かを判断する(S1903b)。半押しされていれば(S1903b:Yes)、オートフォーカス(AF)および自動露出(AE)機能を起動し、ピント、絞り、シャッタースピードを調節する(S1903c)。尚、半押しされていなければ(S1903b:No)、S1903aからの処理を繰り返す。

10

【0241】

次に、再び、リリースボタン8をスキャンし(S1903d)、リリースボタン8が全押しされたか否かを判断する(S1903e)。全押しされていれば(S1903e:Yes)、フラッシュモードか否かを判断する(S1903f)。

【0242】

その結果、フラッシュモードであれば(S1903f:Yes)、フラッシュ7を投光して(S1903g)、撮影し(S1903h)、フラッシュモードでなければ(S1903f:No)、フラッシュ7を投光することなく撮影する(S1903h)。尚、S1903eの判断において、全押しされていなければ(S1903e:No)、S1903aからの処理を繰り返す。

20

【0243】

次に、上述した3次元形状検出処理(図10のS1006)と同一の処理である3次元形状検出処理を行い、被写体の3次元形状を検出する(S1906)。

【0244】

次に、3次元形状検出処理(S1906)によって得られた3次元形状検出結果に基づき、原稿Pの姿勢を演算する原稿姿勢演算処理を行う(S1907)。この処理によって原稿Pの姿勢パラメータとして、原稿Pの画像入力装置1に対する位置Lや角度 θ 、湾曲 $\phi(x)$ が演算される。

【0245】

次に、その演算結果に基づき、後述する平面変換処理を行い(S1908)、たとえば、原稿Pが湾曲していたとしても湾曲していない状態に平面化された平面化画像を生成する。

30

【0246】

次に、平面変化処理(S1908)によって得られた平面化画像を外部メモリ27に格納し(S1909)、平面化画像をモニタLCD10に表示する(S1910)。

【0247】

そして、モード切替スイッチ9に変化が無いか否かを判断し(S1911)、その結果、変化が無ければ(S1911:Yes)、再び、S702からの処理を繰り返し、変化があれば(S1911:No)、当該処理を終了する。

【0248】

図20は、原稿姿勢演算処理(図19のS1907)を説明するための図である。尚、本等の原稿の仮定条件として、原稿Pの湾曲はy方向に一樣であるとする。この原稿姿勢演算処理では、まず、図20(a)に示すように、3次元座標格納部37hに格納されているコード境界に関する座標データから3次元空間位置において2列に並ぶ点を回帰曲線近似した2本の曲線を求める。

40

【0249】

例えば、パターン光を投影した範囲の上下それぞれ4分の1の位置情報(コード63とコード64の境界と、コード191とコード192との境界とに関する境界)から求めることができる。

【0250】

50

その2本の曲線のX軸方向の位置が「0」における点を結ぶ直線を想定し、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)とし、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 θ とする。

【0251】

次に、図20(b)に示すように、原稿Pを、先に求めたX軸まわりの傾き θ 分だけ逆方向に回転変換し、つまり、原稿PをX-Y平面に対して平行にした状態を想定する。

【0252】

そして、図20(c)に示すように、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Xの関数として湾曲 $\varphi(X)$ で表すことができる。こうして、原稿姿勢パラメータとして、原稿Pの位置Lや角度 θ 、湾曲 $\varphi(x)$ が演算され、当該処理を終了する。

10

【0253】

図21は、平面変換処理(図19のS1908)のフローチャートである。この処理は、まず、RAM37のワーキングエリア371に当該処理の処理領域を割り当て、当該処理に用いるカウンタbの変数を初期値($b=0$)に設定する(S2101)。

【0254】

次に、原稿姿勢演算プログラム36hでの演算結果による原稿Pの位置Lと、傾き θ と、湾曲 $\varphi(x)$ とに基づき、パターン光無画像格納部37bに格納されたパターン光無画像の4隅の点を、それぞれ、Z方向に-L移動し、X軸方向に- θ 回転し、更に $\varphi(x)$ にする湾曲の逆変換(後述する「湾曲処理」と同等な処理)により求められる点で取成される矩形領域(つまり、原稿Pの文字等が書かれた面が略直交方向から観察されたような画像となる矩形領域)を設定すると共に、この矩形領域内に含まれる画素数aを求める(S2102)。

20

【0255】

次に、設定された矩形領域を構成する各画素に対応するパターン光無画像上の座標を求めて、この座標周辺の画素情報から、平面化画像の各画素の画素情報を設定する。

【0256】

つまり、まず、カウンタbが画素数aに到達したか否かを判断する(S2103)。カウンタbが画素数aに到達していなければ(S2103:No)、矩形領域を構成する1つの画素について、Y軸を中心に湾曲 $\varphi(x)$ 回転移動させる湾曲計算処理を行い(S2104)、X軸を中心に傾き θ 回転移動させ(S2105)、Z軸方向に距離Lだけシフトさせる(S2106)。

30

【0257】

次に、求められた3次元空間位置を、先の3角測定の逆関数により理想カメラで写されたCCD画像上の座標(ccdcx, ccdcy)を求め(S2107)、使用している撮像光学系20の収差特性に従って、先のカメラキャリブレーションの逆関数により、実際のカメラで写されたCCD画像上の座標(ccdcx, ccdcy)を求め(S2108)、この位置に対応するパターン光無画像の画素の状態を求めて、RAM37のワーキングエリア371に格納する(S2109)。

【0258】

そして、次の画素について上述したS2103からS2109までの処理を実行すべく、カウンタbに「1」を加算する(S2110)。

40

【0259】

こうして、S2104からS2110までの処理をカウンタbが画素数aになるまで繰り返すと(S2103:Yes)、S2101において、当該処理を実行するためにワーキングエリア371に割り当てた処理領域を開放して(S2111)、当該処理を終了する。

【0260】

図22(a)は、湾曲処理(図21のS2104)についての概略を説明するための図であり、(b)は平面変換処理(図19のS1908)によって平面化された原稿Pを示

50

している。尚、この湾曲処理についての詳細については、電子情報通信学会論文誌 D I I V o l . J 8 6 - D 2 N o . 3 p 4 0 9 「アイスキャナによる湾曲ドキュメント撮影」に詳細に開示されている。

【0261】

湾曲 $Z = \varphi(x)$ は、求められたコード境界座標列（実空間）で構成される 3 次元形状を、任意の Y 値における X Z 平面に平行な平面切断された断面形状を、最小 2 乗法により多項式で近似した式で表現される。

【0262】

湾曲する曲面を平面化する場合、(a) に示すように、 $Z = \varphi(x)$ 上の点に対応する平面化された点は、 $Z = \varphi(0)$ から $Z = \varphi(x)$ までの曲線の長さによって対応付けら

10

【0263】

こうした湾曲処理を含む平面変換処理によって、例えば、図 1 のように湾曲している状態の原稿 P を撮像した場合であっても、図 2 2 (b) に示すように、平面化された平面画像を取得することができ、このように平面化された画像を用いれば O C R 処理の精度を高めることができるため、その画像によって、原稿に記載された文字や図形等を明確に認識することができる。

【0264】

図 2 3 は、上述した第 1 実施例の光源レンズ 1 8 に関する第 2 実施例の光源レンズ 6 0 を説明するための図であり、(a) は第 2 実施例の光源レンズ 6 0 を示す側面図であり、(b) は第 2 実施例の光源レンズ 6 0 を示す平面図である。尚、上述したのと同様な部材

20

【0265】

第 1 実施例における光源レンズ 1 8 は、各 L E D 1 7 に対応する凸状の非球面形状からレンズ部 1 8 a をベース 1 8 b 上に一体的に並べて配置して構成されているのに対し、この第 2 実施例の光源レンズ 5 0 は、L E D 1 7 の各々を内包する砲弾型に形成された樹脂製レンズを各々別体に構成したものである。

【0266】

このように、各 L E D 1 7 を内包する光源レンズ 5 0 を各々別体に構成することで、各々の L E D 1 7 とそれに対応する各々の光学レンズ 5 0 との位置が 1 対 1 で決められるの

30

【0267】

これに対し、基板 1 6 上にレンズアレイをまとめて位置合わせをすると、各々の L E D 1 7 がダイボンディングされる際の位置決め誤差やレンズアレイと基板の線膨張係数の違いから、光の出射方向がバラバラになってしまう恐れがある。

【0268】

従って、投影 L C D 1 9 の面には、L E D 1 7 からの光の入射方向が投影 L C D 1 9 の面に垂直にそろった光が照射され、投影光学系 2 0 の絞りを均一に通過できるようになるため、投影画像の照度ムラを抑えることができ、結果的に高品質な画像を投影することができる。尚、光源レンズ 5 0 に内包されている L E D 1 7 はリードおよびリフレクタからなる電極 5 1 を介して基板 1 6 に実装されている。

40

【0269】

また、この第 2 実施例における 1 群の光源レンズ 5 0 の外周面には、各光源レンズ 5 0 を束ねて所定の方向に規制する枠状の弾性を有する固定部材 5 2 が配置されている。この固定部材 5 2 は、ゴム、プラスチック等の樹脂製材料で構成されている。

【0270】

第 2 実施例の光源レンズ 5 0 は各 L E D 1 7 に対して各々別体に構成されているので、各光源レンズ 5 0 の凸状の先端部が形成する光軸の角度を正しく揃えて投影 L C D 1 9 と対向するように設置することが困難である。

【0271】

50

そこで、この固定部材 5 2 によって 1 群の光源レンズ 5 0 を取り囲み、各光源レンズ 5 0 の外周面同士を接触させ、各光源レンズ 5 0 の光軸が投影 L C D 1 9 と正しい角度で対向するように各光源レンズ 5 0 の位置を規制することで、各光源レンズ 5 0 から投影 L C D 1 9 に向けて光を略垂直に照射させることができる。よって、投影 L C D 1 9 の面に垂直にそった光が照射され、投影レンズの絞りを均一に通過できるようになるため、投影画像の照度ムラを抑えることができる。従って、一層、高品質な画像を投影することができる。

【 0 2 7 2 】

尚、この固定部材 5 2 は、予め所定の大きさに規定された剛性を有するものであっても良く、弾性力を有する材料で構成してその弾性力によって各光源レンズ 5 0 の位置を所定の位置に規制するようにしても良い。 10

【 0 2 7 3 】

図 2 4 は、図 2 3 で説明した光源レンズ 5 0 を所定位置に規制する固定部材 5 2 に関する第 2 実施例を説明するための図であり、(a) は光源レンズ 5 0 を固定した状態を示す斜視図であり、(b) はその部分的な断面図である。尚、上述したのと同じの部材には、同一の符号を付し、その説明は省略する。

【 0 2 7 4 】

この第 2 実施例の固定部材 6 0 は、各光源レンズ 5 0 の外周面に沿った断面を有する断面視円錐形状の貫通孔 6 0 a が穿設された板状に形成されている。各光源レンズ 5 0 は、この各貫通孔 6 0 a に差し込まれて固定される。 20

【 0 2 7 5 】

また、この固定部材 6 0 と基板 1 6 との間には弾性を有する付勢プレート 6 1 が介装されており、更に、この付勢プレート 6 1 と各光源レンズ 5 0 の下面の間には、電極 5 1 を囲むように弾性を有する環状の O リング 6 2 が配置されている。

【 0 2 7 6 】

尚、光源レンズ 5 0 に内包される L E D 1 7 は、付勢プレート 6 1、基板 1 6 に穿設されたスルーホールを貫通する電極 5 1 を介して基板 1 6 に実装されている。

【 0 2 7 7 】

上述した固定部材 6 0 によれば、各光源レンズ 5 0 を、その光源レンズの外周面に沿った断面を有する各貫通孔 6 0 a に各々貫通させて固定するので、上述した固定部材 5 0 よりも、一層確実に光源レンズ 5 0 の光軸を正しい角度で投影 L C D 1 9 に向くように固定することができる。 30

【 0 2 7 8 】

また、組立時に、O リング 6 2 の付勢力によって L E D 1 7 を正しい位置に付勢して固定することができる。

【 0 2 7 9 】

また、本装置 1 を運搬する場合等に生ずる可能性のある衝撃力を、O リング 6 2 の弾性力によって吸収することができ、その衝撃の影響で光源レンズ 5 0 の位置がずれてしまい、光源レンズ 5 0 から垂直に投影 L C D 1 9 に向けて光を照射できないという不都合を防止することができる。 40

【 0 2 8 0 】

上記実施例において、請求項 1 6 記載や請求項 1 9 記載の撮像手段としては、図 1 2 (b) の S 1 2 1 1、S 1 2 1 5 の処理が該当し、3 次元形状検出手段としては、図 1 0 の S 1 0 0 6 の処理が該当する。

【 0 2 8 1 】

以上実施例に基づき本発明を説明したが、本発明は上記実施例に何ら限定されるものでなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々の改良変形が可能であることは容易に推察できるものである。

【 0 2 8 2 】

例えば、上記実施例では、平面化画像モードとして、平面化された画像を取得、表示す 50

る処理を説明したが、周知のOCR機能を搭載させ、平面化された平面画像をこのOCR機能によって読み取らせるように構成しても良い。かかる場合には、OCR機能によって湾曲した状態の原稿を読み取る場合に比べて高精度に原稿に記載された文章を読み取ることができる。

【0283】

また、上記実施例における図15のS1501においては、明暗の変化を持つ輝度画像の全部を抽出し、その全部について暫定的なCCDY値を求める場合について説明したが、抽出する輝度画像としては、全部である必要はなく、1枚以上であれば、その枚数に限定されることはない。抽出する枚数を減らすことで境界座標を高速に求めることができる。

10

【0284】

また、上記実施例における図15のS1507では、fCCDY[i]を加重平均し、図16のS1607ではefCCDY[j]を近似多項式として、各値を平均化する場合について説明したが、各値を平均化する方法としては、これらに限定されるものではなく、例えば、各値の単純平均値を採る方法、各値の中央値を採用する方法、各値の近似式を算出し、その近似式における検出位置を境界座標とする方法、統計的な演算により求める方法等であっても良い。

【0285】

また、例えば、上記実施例における平面化画像モードにおける3次元形状検出処理においては、原稿Pの3次元形状を検出するために、複数種類の明暗を交互に並べてなる縞状のパターン光を投影する場合について説明したが、3次元形状を検出するための光は、かかるパターン光に限定されるものではない。

20

【0286】

例えば、図25に示すように、湾曲原稿の3次元形状の検出を簡便に行う場合には、画像投影部13から2本の帯状のスリット光70, 71を投影するようにしても良い。この場合には、8枚のパターン光を投影する場合に比べ、僅か2枚の撮像画像から高速に3次元形状の検出をすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0287】

【図1】画像入出力装置の外観斜視図である。

30

【図2】撮像ヘッドの内部構成を示す図である。

【図3】(a)は画像投影部の拡大図であり、(b)は光源レンズの平面図であり、(c)は投影LCD19の正面図である。

【図4】LEDアレイの配列に関する説明をするための図である。

【図5】画像入出力装置の電氣的なブロック図である。

【図6】メイン処理のフローチャートである。

【図7】デジカメ処理のフローチャートである。

【図8】webcam処理のフローチャートである。

【図9】投影処理のフローチャートである。

【図10】立体画像処理のフローチャートである。

40

【図11】(a)は、空間コード法の原理を説明するための図であり、(b)は(a)とは異なるマスクパターン(グレイコード)を示す図である。

【図12】(a)は3次元形状検出処理のフローチャートである。(b)は撮像処理のフローチャートである。(c)は3次元計測処理のフローチャートである。

【図13】コード境界座標検出処理の概略を説明するための図である。

【図14】コード境界座標検出処理のフローチャートである。

【図15】コード境界座標をサブピクセル精度で求める処理のフローチャートである。

【図16】PatID[i]のマスクパターン番号を持つ輝度画像について、境界のCCDY値を求める処理のフローチャートである。

【図17】レンズ収差補正処理を説明するための図である。

50

【図 18】CCD空間における座標から3次元空間における3次元座標を算出する方法を説明するための図である。

【図 19】平面化画像処理のフローチャートである。

【図 20】原稿姿勢演算処理を説明するための図である。

【図 21】平面変換処理のフローチャートである。

【図 22】(a)は、湾曲計算処理についての大略を説明するための図であり、(b)は平面変換処理によって平面化された平面化画像を示す図である。

【図 23】(a)は第2実施例の光源レンズ60を示す側面図であり、(b)は第2実施例の光源レンズ60を示す平面図である。

【図 24】(a)は、光源レンズ50を固定した状態を示す斜視図であり、(b)はその部分的な断面図である。 10

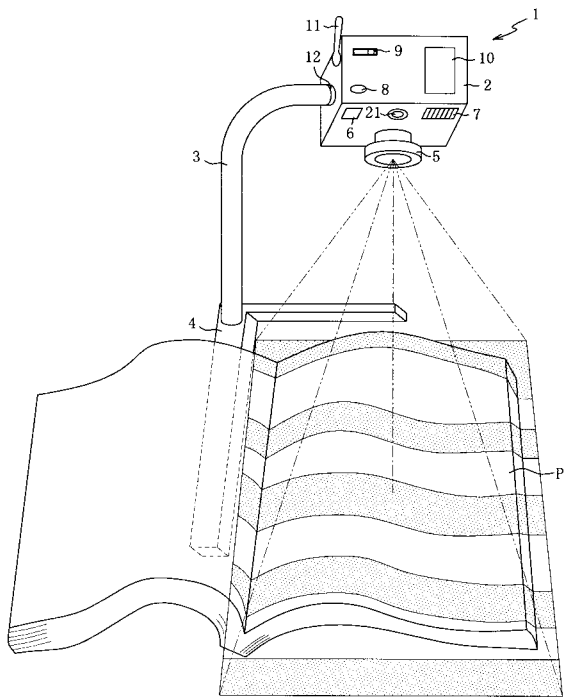
【図 25】被写体に投影するパターン光としての他の例を示す図である。

【符号の説明】

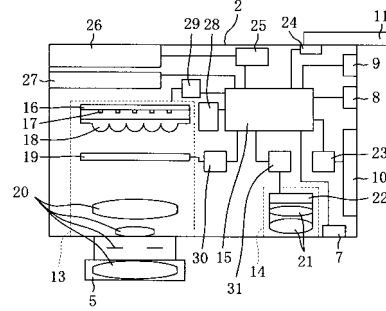
【0288】

- 1 画像入出力装置（投影装置、3次元形状検出装置を含む）
- 13 画像投影部（投影手段）
- 14 撮像光学系（撮像手段の一部）
- 17 LED（半導体発光素子）
- 18, 50 光源レンズ（集光光学系）
- 19 投影LCD（空間変調素子）
- 20 投影光学系（投影手段）
- 21 画像撮像部撮像手段と、（撮像手段の一部）
- 22 CCD（撮像手段の一部）
- 52, 60 固定部材
- 60a 固定孔
- 61 付勢プレート（弾性体）
- 62 Oリング（弾性体）

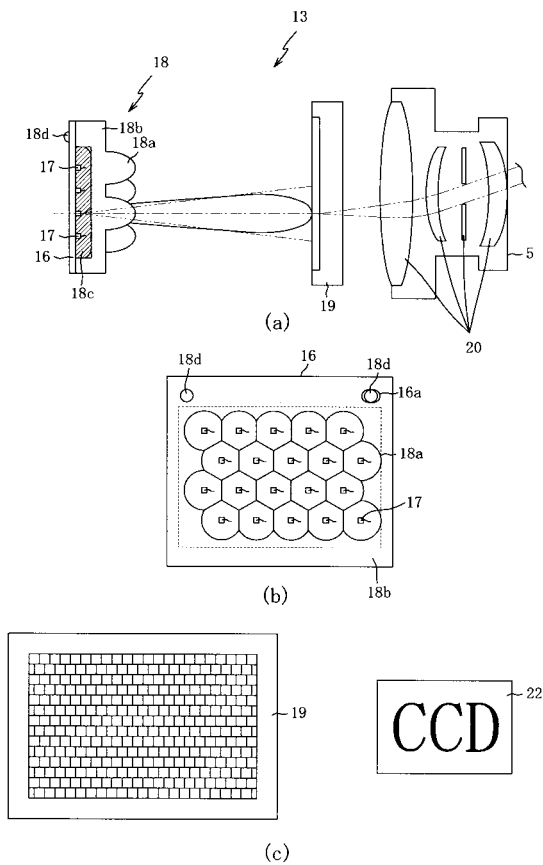
【 図 1 】



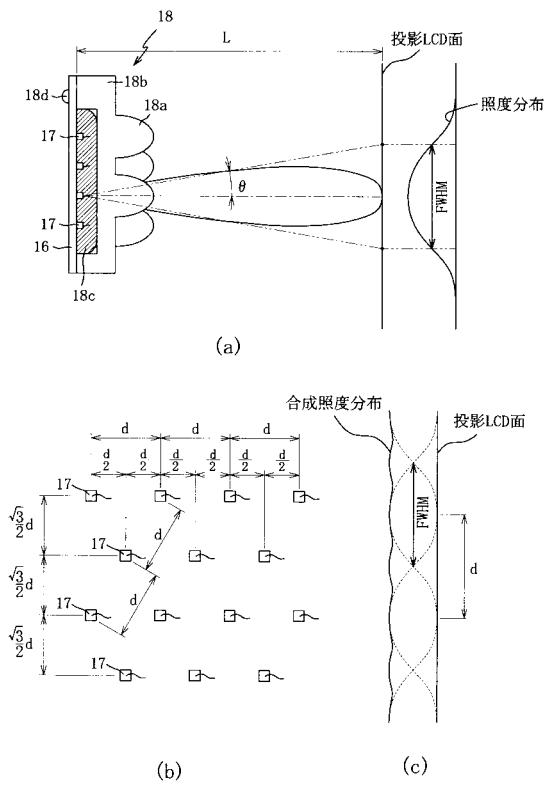
【 図 2 】



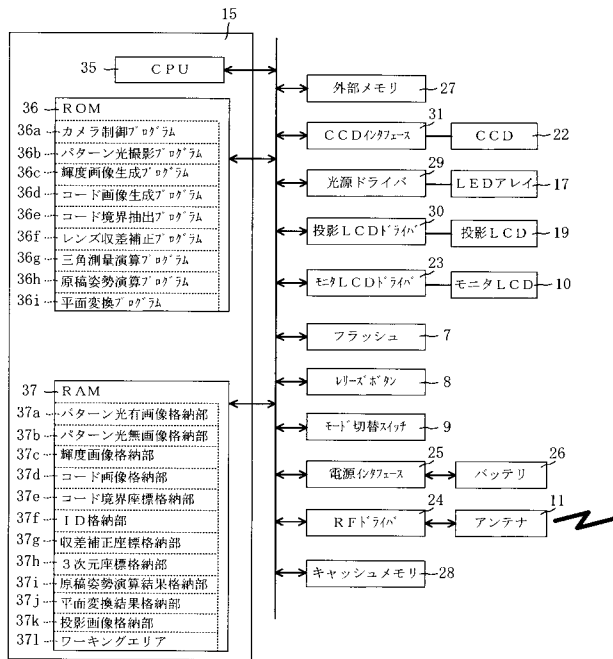
【 図 3 】



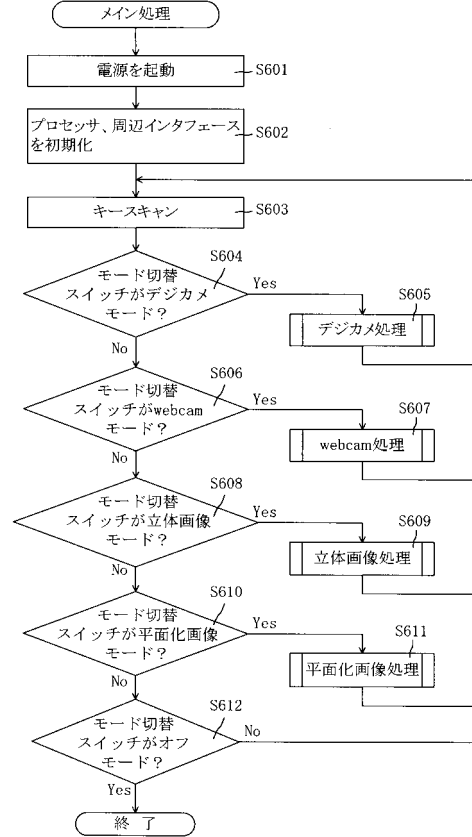
【 図 4 】



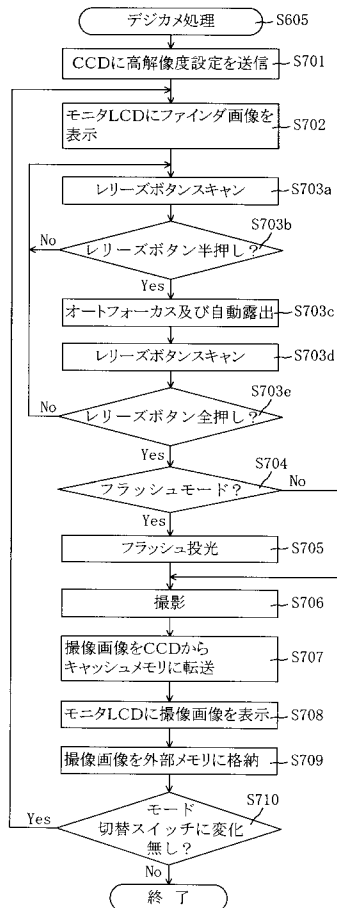
【図5】



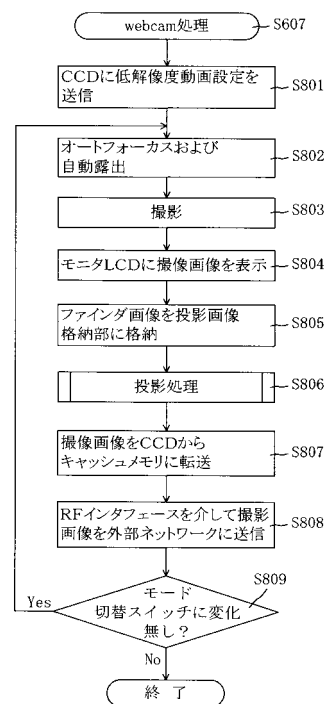
【図6】



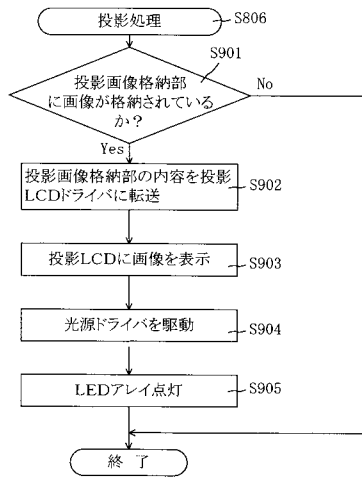
【図7】



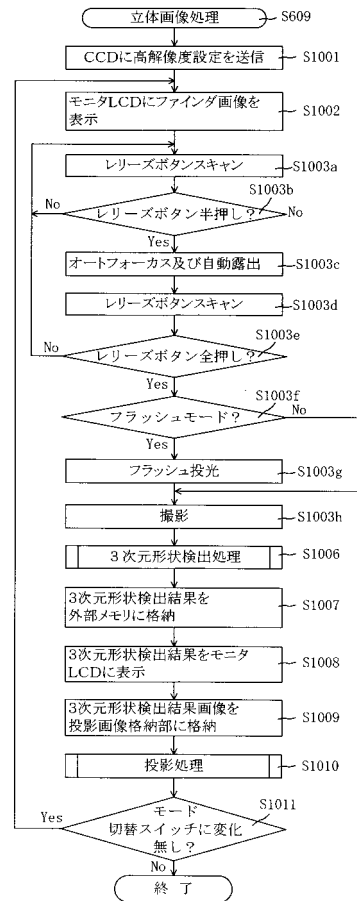
【図8】



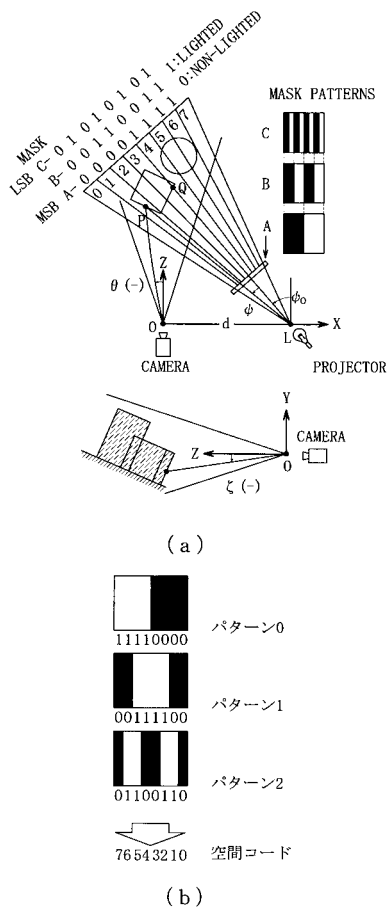
【図 9】



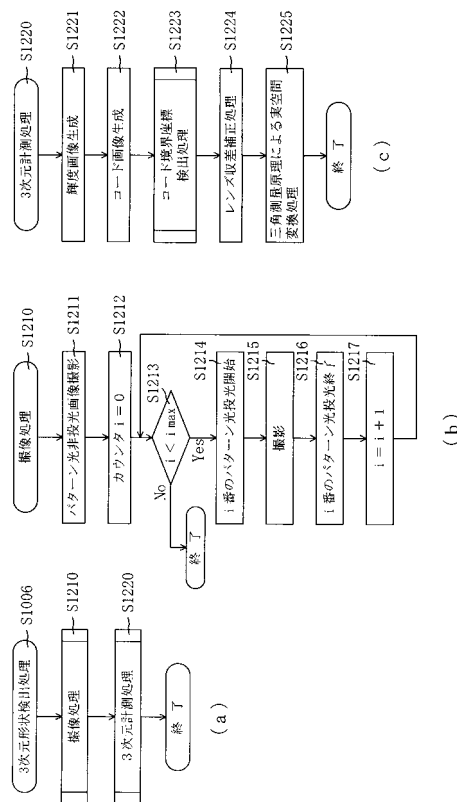
【図 10】



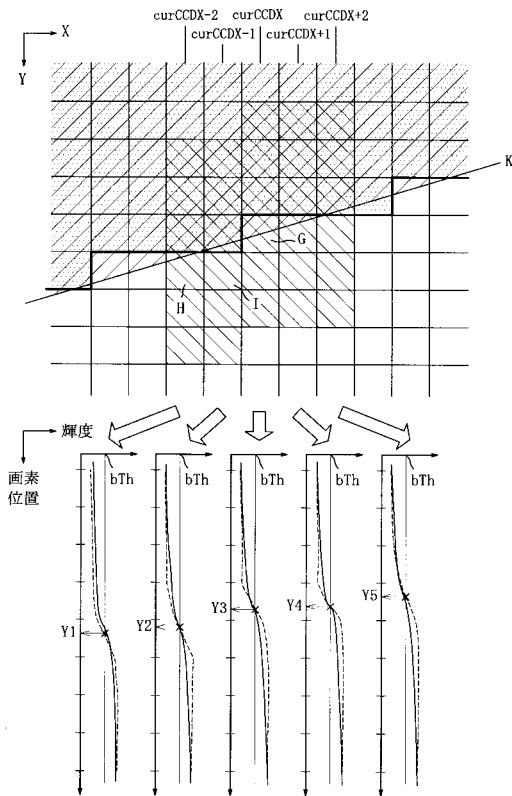
【図 11】



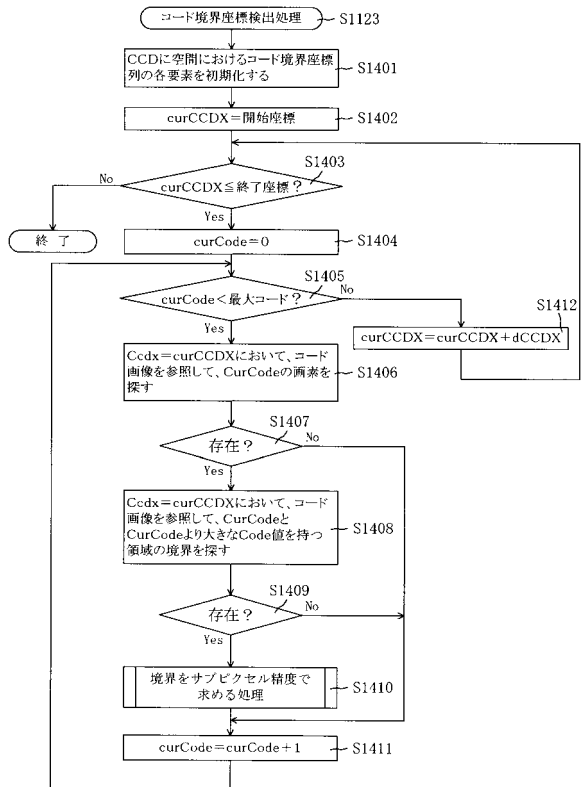
【図 12】



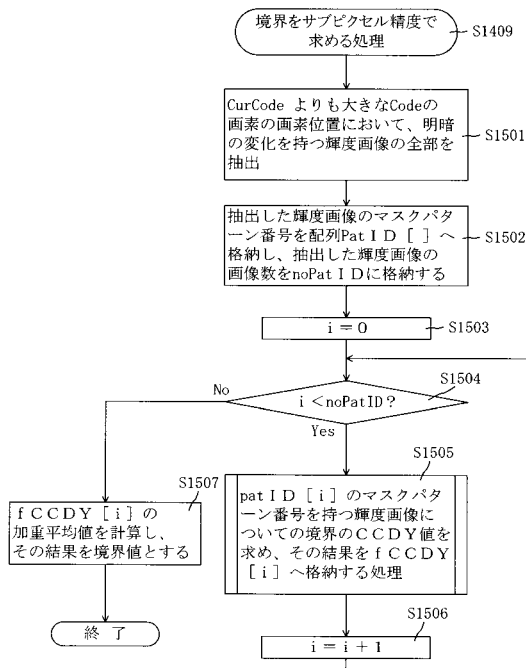
【図 13】



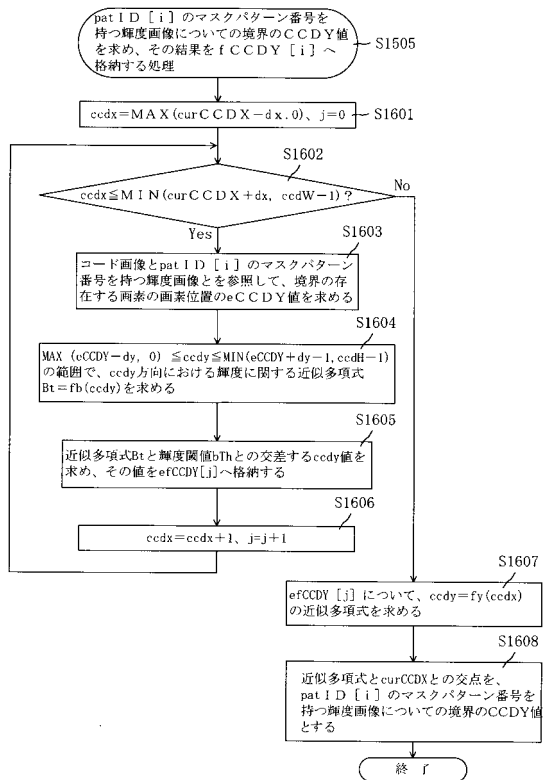
【図 14】



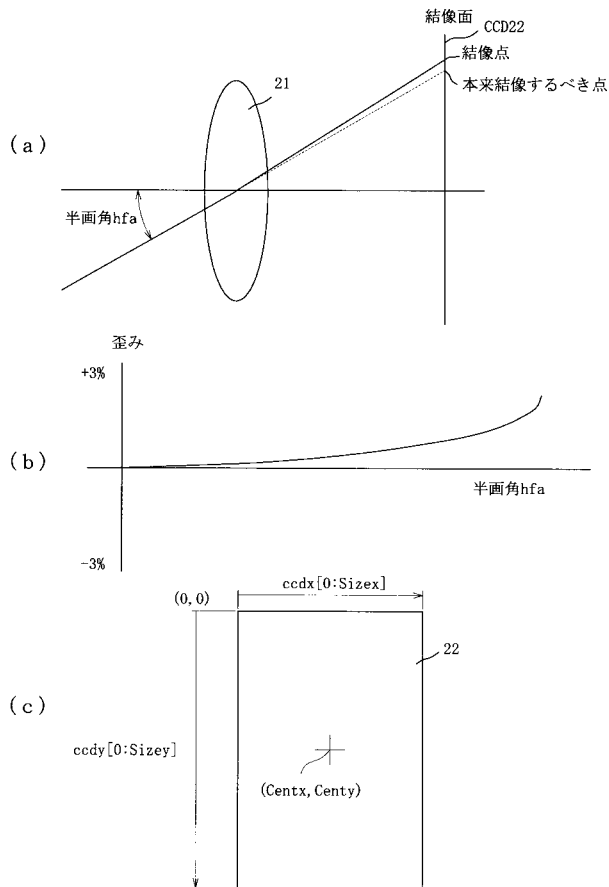
【図 15】



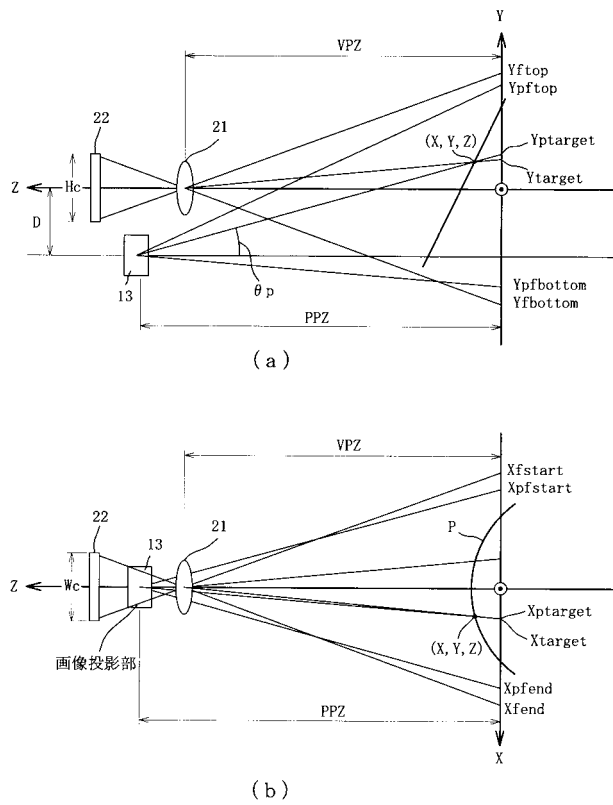
【図 16】



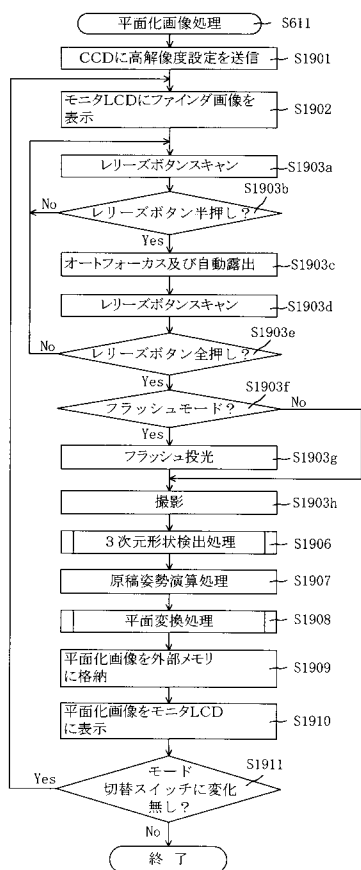
【図 17】



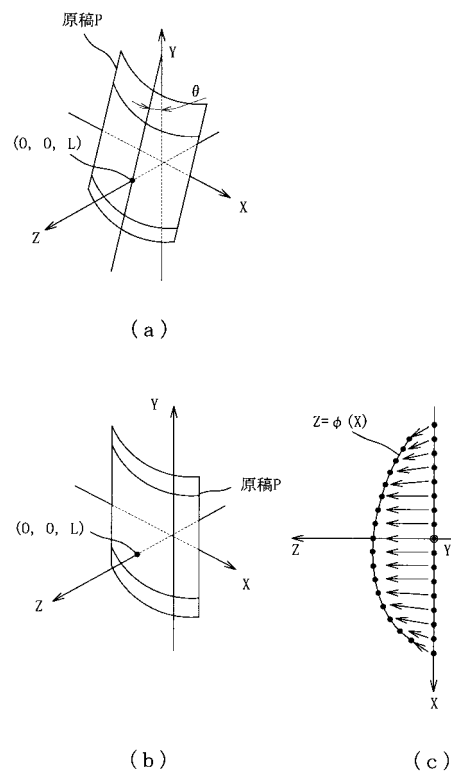
【図 18】



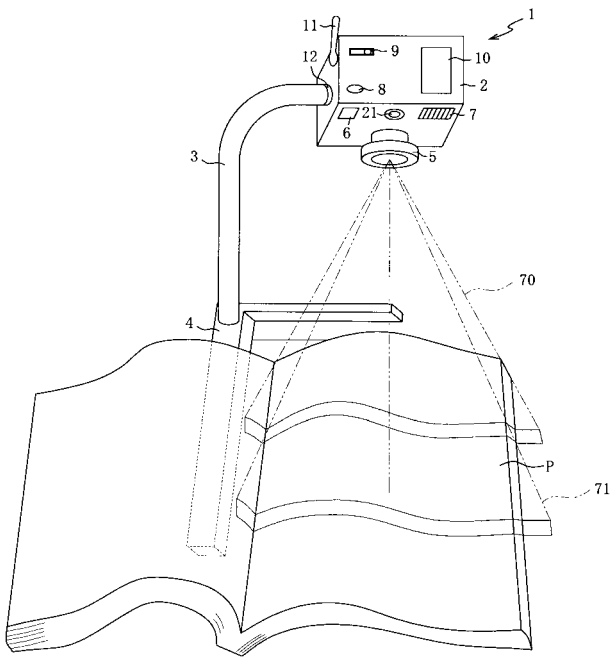
【図 19】



【図 20】



【図 25】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2K103 AA05 AA22 AA26 AB04 AB05 BA02 BA11 BB01 BC22 BC23
BC48 CA14 CA26 CA54 CA64 CA75 CA76
5F041 AA05 DB08 FF16