

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5028475号  
(P5028475)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int. Cl.			F I		
HO4N	5/225	(2006.01)	HO4N	5/225	C
GO1B	11/25	(2006.01)	GO1B	11/25	H
GO3B	15/00	(2006.01)	GO3B	15/00	T
GO3B	15/02	(2006.01)	GO3B	15/02	F
GO6T	1/00	(2006.01)	GO6T	1/00	400M

請求項の数 26 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2009-507081 (P2009-507081)  
 (86) (22) 出願日 平成19年4月26日(2007.4.26)  
 (65) 公表番号 特表2009-534969 (P2009-534969A)  
 (43) 公表日 平成21年9月24日(2009.9.24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/054116  
 (87) 国際公開番号 W02007/125081  
 (87) 国際公開日 平成19年11月8日(2007.11.8)  
 審査請求日 平成22年2月5日(2010.2.5)  
 (31) 優先権主張番号 06252270.1  
 (32) 優先日 平成18年4月27日(2006.4.27)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)  
 (31) 優先権主張番号 60/795,459  
 (32) 優先日 平成18年4月27日(2006.4.27)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 508344626  
 スリーディー スキャナーズ リミテッド  
 イギリス国, ディーイー74 2エスエー  
 ダービー, キャッスル ドニントン, イ  
 ースト ミッドランズ エアポート  
 (74) 代理人 100088904  
 弁理士 庄司 隆  
 (74) 代理人 100124453  
 弁理士 資延 由利子  
 (74) 代理人 100135208  
 弁理士 大杉 卓也  
 (74) 代理人 100152319  
 弁理士 曾我 亜紀  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学走査プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象物を光ストライプで照射し、かつ前記対象物表面から反射した光を検出することで、  
 前記対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブであって、  
 (a) 光ストライプを生成および発するストライプ生成手段；  
 (b) 前記対象物表面から反射した光ストライプを検出するための画素が2次元配列を有  
 する画像センサを備えるカメラと；  
 (c) 単一のフレームの取得中に異なる時間において、前記光ストライプを検出する前記  
 画像センサーの画素が異なるように、前記単一のフレームの取得中の異なる時間において  
 前記光ストライプから反射した光を検出するための前記画像センサの画素の一部を決定す  
 るための手段と、  
 (d) 前記画素を決定するための手段によって決定される前記画素の一部から検出された  
 強度に応じて、前記単一フレームの取得中に前記光ストライプの強度を調節するための手  
 段とを有し、  
 - 前記光ストライプの強度を調節するための手段は、前記一部の画素によって検出された  
 強度に応じて、前記フレームの前記取得中に少なくとも一回の調節をするように構成され  
 る、走査プローブ。

【請求項2】

請求項1に記載の走査プローブであって、それによって前記画像センサがロールシャッター  
 を備えたCMOSであって：

- 異なる時間において異なる一部の前記センサ画素が、前記単一フレームの取得中に前記光ストライプから反射した光を検出するように、前記ロールシャッターが構成されており、前記異なる時間において異なる一部の前記センサ画素が、前記検出された光ストライプ上の異なる位置に対応し、かつ

- 前記異なる時間のときに選択された前記画素によって検出された強度に基づき、前記光ストライプの強度を調整するための手段は、前記ストライプ生成手段により、前記ストライプの長手方向に亘って一定強度のストライプの強度を前記単一フレームの取得中に調節可能とする、走査プローブ。

【請求項 3】

前記ストライプ生成手段が、静止光学系 (static optics) を備える、請求項 1 または 2 のいずれかに記載の走査プローブ。

10

【請求項 4】

前記ストライプ生成手段が、レーザーおよび中実円筒光学系 (solid cylindrical optics) を備える、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の走査プローブ。

【請求項 5】

前記ストライプ生成手段が、レーザーおよびマイクロミラーアレイを備える、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の走査プローブ。

【請求項 6】

前記光ストライプの強度を調節するための手段が、前記画像センサーの各一部の画素で検出された前記強度を基に、以下に応じて設定する、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の走査プローブであって：

20

- 少なくとも 1 つ前の時間で前記光ストライプの一部を受光した前記画素 (単数または複数) の強度に応じて、前記光ストライプの強度を設定する走査プローブ。

【請求項 7】

- 前記ストライプ生成手段が、前記単一のフレームの取得中にその個別の強度が調節可能である複数のスポットを備えることでストライプを生成するように、構成されており、および

- 異なる時間において、前記異なる一部のセンサ画素が前記フレームの取得中に前記ストライプから反射した光を検出するように、前記スポットが別々に投影され、前記異なる一部が、前記検出された光ストライプ上の異なる位置に対応し、

30

- 前記個別のスポット強度が、前記一部の画素によって検出された強度に応じて調節される、請求項 1 に記載の走査プローブ。

【請求項 8】

前記ストライプ生成手段が、レーザーおよびマイクロミラーアレイを備える、請求項 7 に記載の走査プローブ。

【請求項 9】

前記ストライプ生成手段が、可動光学系 (moving optics) を備える、請求項 7 に記載の走査プローブ。

【請求項 10】

前記ストライプ生成手段が、レーザーおよび可動ミラーを備える、請求項 9 に記載の走査プローブ。

40

【請求項 11】

前記画像センサが、ロールシャッターを備えた CMOS または CCD である、請求項 7 ~ 10 のいずれかに記載の走査プローブ。

【請求項 12】

前記光の強度を調節するための手段が、各一部の画素について投影されたストライプ内でスポットの強度を、以下に応じて設定する、請求項 7 ~ 11 のいずれかに記載の走査プローブであって：

- 前記ストライプにおける少なくとも 1 つ前の時間で投影されたスポットについて、前記一部における前記画素 (単数または複数) によって検出された光、および

50

- 前記ストライプにおける少なくとも1つ前に投影されたスポットにおいて、前記一部について発した光の強度。

【請求項13】

前記画像センサがロールシャッターを備えたCMOSの場合において、前記画像センサの画素を決定する手段によって設定された画素から検出された光強度に応じて、前記画像センサの一部の画素についての露光時間を調節するための手段をさらに備える、請求項1～12のいずれかに記載の走査プローブ。

【請求項14】

光ストライプで対象物を照射し、前記対象物表面から反射した光を検出することで、前記対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉する方法が、以下の工程を含む方法であって

：  
(a) 光ストライプを生成および発する工程；

(b) 画素が2次元配列されている画像センサを使用して、前記対象物表面から反射した前記光ストライプを検出する工程、

(c) 前記画素によって検出された光の強度に応じて、単一フレームの取得中に前記光の強度を調節する工程、

それによって：

- 異なる一部の画像センサ画素が、前記単一のフレームの取得中に異なる時間において前記ストライプから反射した光を検出し、前記異なる一部の各々が前記検出された光ストライプ上の異なる位置に対応し、各一部における前記画素（単数または複数）によって検出された前記光を決定し；および

- 前記光ストライプの強度が、前記一部の画素による検出の後でおよび検出に応じて調節され、少なくとも一つの調節は前記単一フレームの取得中に起こる、データを捕捉する方法。

【請求項15】

異なる時間において異なる一部のセンサ画素が、前記単一フレームの取得中に前記光ストライプから反射した光を検出可能とするロールシャッターを備えたCMOS画像センサを使用し、かつ前記ストライプが検出されることにより、前記異なる一部のセンサ画素が前記検出された光ストライプ上の異なる位置に対応し、

- 前記光ストライプを生成及び発する工程では、前記光ストライプの長手方向に亘って一定強度のストライプを生成し、かつ前記光ストライプの全体の強度が単一のフレームの取得中に調節される、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記光ストライプを生成する工程では、静止光学系を用いて前記光ストライプを生成する、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記ストライプ生成手段が、レーザーおよび中実円筒光学系を備える、請求項15または16に記載の方法。

【請求項18】

前記光ストライプを生成及び発する工程では、レーザーおよびマイクロミラーアレイにより前記光ストライプを生成する、請求項15または16に記載の方法。

【請求項19】

各一部の画素について前記強度を、以下に応じて設定することにより、前記光の強度がさらに調節される、請求項15～18のいずれかに記載の方法：

- 少なくとも1つ前に投影された光ストライプについて前記一部における画素（単数または複数）によって検出された光、および

- 少なくとも1つ前に投影された光ストライプにおいて前記一部について発した前記光の強度。

【請求項20】

- 単一のフレームの取得中にその個別の強度が調節可能である複数のスポットを備えるス

10

20

30

40

50

トライブを、前記ストライブ生成手段が生成し、および

- 異なる時間において異なる一部のセンサ画素が、前記フレームの取得中に前記ストライブから反射した光を検出するように、前記スポットが別々に投影され、前記異なる一部が、前記検出された光ストライブ上の異なる位置に対応し、
- 前記個別のスポット強度が、前記一部の画素によって検出された強度に応じて調節される、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記ストライブ生成手段が、レーザーおよびマイクロミラーアレイを備える、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記ストライブ生成手段が、可動光学系を備える、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記ストライブ生成手段が、レーザーおよび可動ミラーを備える、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記画像センサが、ロールシャッターを備えた CMOS カメラまたは CCD である、請求項 2 0 ~ 2 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 5】

各一部の画素について投影されたストライブ内で前記光の強度を、以下に応じて設定することにより、前記光の強度がさらに調節される、請求項 2 0 ~ 2 4 に記載の方法：

- 前記ストライブにおいて少なくとも 1 つ前に投影されたスポットについて前記一部において前記画素（単数または複数）によって検出された光、および
- 前記ストライブにおいて少なくとも 1 つ前に投影されたスポットにおいて前記一部について発した光の出力。

【請求項 2 6】

前記画像センサがロールシャッターを備えた CMOS の場合において、前記一部の画素で検出された前記光ストライブの強度を基に、前記一部の画素について前記露光時間を調節することをさらに備える、請求項 1 4 ~ 2 5 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、非接触光学走査に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

走査プローブ

走査プローブは、3 D 面形状の対象物上で 1 秒に何千点も計測する非接触光学プローブである。大まかに 3 つのタイプの走査プローブ（点、ストライブ、および領域）が存在する。本発明はストライブ走査プローブに関する。大部分のストライブ走査プローブは、光学三角測量の原理を使用する。ストライブ走査プローブは、Metris（ベルギー）、3D Scanners（英国）、Romer（フランス）、Faro Technologies（米国）、Perceptron（米国）、Steinbichler（ドイツ）、Pulstec（日本）、Micro Epsilon（ドイツ）、SICK IVP（ドイツ）、Vitana（カナダ）、Laser Design（米国）、Datapixel（スペイン）、Optimet（イスラエル）、およびKreon（フランス）他によって提供または開発されている。

【0 0 0 3】

ストライブ走査プローブの動き

対象物の表面を走査するため、ストライブ走査プローブは、表面塗装用ペンキ刷毛の使用のされ方に似た方法で対象物の表面の上で動く必要がある。ストライブ走査プローブの動きは、手動または自動装置で達成され得る。

【0 0 0 4】

ストライブ走査プローブ用ローライザー（位置決め器）

対象物の表面の正確なデータを得るためには、表面データがストライプ走査プローブによって捕捉されるとき、ストライプ走査プローブの位置と方向を登録するためのローカライザーが必要である。ローカライザーは、一般的には機械的またはリモートである。ローカライザーは、プローブを支持し/動かし、ならびにその位置および方向を提供する二機能を有することもできる。機械的ローカライザーには、3軸直交座標測定機械 (coordinate measurement machines: CMMs)、手動CMMアーム (Manual CMM arms)、ロボットCMMアーム (Robot CMM arms)、およびベース端に対するプローブ端の位置と方向を正確に登録できる実質的に全タイプの組み合わせの連続する機械的リンケージが含まれ、ストライプ走査プローブは、プローブ端にしっかりと取り付けられる。リモートローカライザーには、光学追跡装置、光学CMM、磁気追跡装置、およびGPSシステムが含まれる。リモートローカライザーは、ストライプ走査プローブとリモートローカライザー装置との間でしばしば1以上の視線を必要とする。

10

#### 【0005】

1970年代から、企業は、手動で操作可能なCMMアームを構築してきており、最近では、主に手動CMMアームのリーチに依存して、 $0.025\text{ mm} (+/- 2\text{ シグマ})$  および  $0.005\text{ mm} (+/- 2\text{ シグマ})$  の間の接触プローブを使用した計測精度を達成した。手動CMMアームは、さらなる開発により一層正確になるものと期待されている。このような手動CMMアームは、多くの測定要求に対して現在十分に正確であり、計測市場で成長しているセクターである。それらは、アクセスが困難な領域に入り込むことができる融通性を有している。手動CMMアームは、数多くの適用で精度が期待に添っているが、自動化されておらず、特に、ある程度熟練したオペレーターが必要であるため操作に費用がかかり、人間のオペレーターは、人的ミスをすることもある。手動CMMアームは、Hexagon Cimcore (米国)、Faro Technologies (米国)、Hexagon Romer (フランス)、Zett Mess Technik (ドイツ) および Tokyo Boeki (日本) 等の企業によって提供されている。例として、Eatonの米国特許第3,994,798号 (特許文献1)、Faro Technologiesに譲渡されたRaabの米国特許第5,402,582号 (特許文献2)、Eatonの米国特許第5,829,148号 (特許文献3) および Faro Technologiesに譲渡されたRaabの米国特許第6,366,831号 (特許文献4) が、手動CMMアームの背景情報を開示している。

20

#### 【0006】

##### 手動CMMアームのストライプ走査プローブ

30

手動CMMアームのストライプ走査プローブは、PCT/GB96/01868 (特許文献5) 等のいくつかの特許出願で本発明の発明者であるCramptonによって開示された。手動CMMアーム用ストライプ走査プローブは、例えば、Metris, 3D Scanners, Romer, Faro Technologies, Perceptron, Steinbichler, Pulstec および Kreon他によって提供され、または開発されている。これまでのところ、ストライプ走査プローブについて、精度が計測されるべき方法を規定する計測精度基準が存在していない。実際的な方法で精度を確認し、走査プローブタイプ間の比較ができる標準テストをすることができない状況に市場はある。ストライプ走査プローブは、主にはその計測範囲が短いことにより正確になってきている。概ね、ストライプ走査プローブは、ほぼ $20 - 400\text{ mm}$ 程度の計測範囲にわたって計測データを集める。これは、しばしば手動CMMアームの端部から離れてなされる。最良のストライプ走査プローブと組み合わせられた最良の手動CMMアームの精度は、短い計測範囲については、既に $0.050\text{ mm} (+/- 2\text{ シグマ})$  より良く、 $0.010\text{ mm} (+/- 2\text{ シグマ})$  より良いこともある。ストライプ走査プローブは、通常、手動CMMアームの側部にずらせて取り付けられるか、またはそのプローブ端に取り付けられる。ストライプ走査プローブは、好ましい程度の精度に機械的に再現可能な取り付けシステムを使用して、通常、迅速に手動CMMアームから取り外しできる。

40

#### 【0007】

ロボットCMMアームとストライプ走査プローブを伴うその使用については、PCT/GB2004/001827 (特許文献6) 等のいくつかの特許出願において本発明の発明者であるCramptonによって開示された。ロボットCMMアームは、ストライプ走査プローブを自動的に支

50

持して動かすという、手動CMMアームに勝る利点を有する。手動CMMアームとロボットCMMの両方は、直交CMMの関節に勝る利点を有する。

【0008】

マーケットニーズ

精度：ユーザーは、ストライプ走査プローブからかつて無い程高い精度とデータ品質を要求している。

スピード：表面が走査されるときサンプリングされる。表面再構築または計測の品質と自動化は、走査される生の点の数と密度に関係する。市場における最新センサの走査速度は、典型的には毎秒3,000点から20,000点である。毎秒200,000点を超える速度は、データ捕捉時間および処理作業後における人手の介入の両方を減らすことにより、ストライプ走査プローブの生産性を高めるであろう。

10

配線：少ない配線のストライプ走査プローブは、配線が多いストライプ走査プローブより有用性が高い。配線は、CMMのコストのうち益々増加する部分である。

小型化：組み込み加工され、別ボックスの電子部品および関連配線が無いストライプ走査プローブを提供することが望ましい。

コスト：市場はさらに競合的となりつつあり、ストライプ走査プローブの製造コストを下げるため、配線、部品の削減が望ましい。

【特許文献1】米国特許第3,994,798号明細書

【特許文献2】米国特許第5,402,582号明細書

【特許文献3】米国特許第5,829,148号明細書

【特許文献4】米国特許第6,366,831号明細書

20

【特許文献5】PCT/GB96/01868

【特許文献6】PCT/GB2004/001827

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

現況

市場の大部分のストライプ走査プローブは、アナログであり、ビデオCCD画像センサを使用している。この最新技術の映像技術では、精度、データ品質、速度、コスト、小型化という問題解決を制限していた。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の実施形態の要旨

本発明の一実施形態は、対象物を光ストライプで照射および対象物表面から反射した光を検出することにより、対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブ(2)に関し、以下を備える：

(a) 光ストライプ(55)を生成および発するストライプ生成手段(14)；

(b) 対象物表面から反射した光ストライプを検出するための画素の配列を有する画像センサを備えるカメラ(16)；

(c) カメラ(16)により検出された強度に応じて、単一のフレームの取得中に光ストライプ(55)の強度を調節するための手段。

40

【0011】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し：

- 異なる時間において異なる一部の画像センサ画素が、フレームの取得中にストライプから反射した光を検出するようにカメラ(16)および/またはストライプ生成手段(14)が構成されており、異なる一部が、検出された光ストライプの異なる位置に対応し、

- 光の強度を調節するための手段が、一部の画素によって検出された強度に応じて、フレームの取得中に強度を調節するように構成されている。

【0012】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、画像センサがロールシャ

50

ッターを備えたCMOSであることにより：

- 異なる時間において異なる一部のセンサ画素が、フレームの取得中にストライプから反射した光を検出するように、ロールシャッターが構成されており、異なる一部が、検出されたストライプ上の異なる位置に対応し、および

- 一部の画素によって検出された強度に応じて、ストライプ生成手段(14)が、ストライプの長手方向に亘って一定強度のストライプを生成するように構成されており、その全体の強度がフレームの取得中に調節可能である。

【0013】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、ストライプ生成手段(14)が、静止光学系(static optics)を備える。

10

【0014】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、ストライプ生成手段(14)が、レーザーおよび中実円筒光学系(solid cylindrical optics)を備える。

【0015】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、ストライプ生成手段(14)が、レーザーおよびマイクロミラーアレイを備える。

【0016】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、光の強度を調節するための手段が、各一部の画素についての強度を、以下に応じて設定するように配列されている：

20

- 少なくとも1つ前に投影された光ストライプについて、一部における画素(単数または複数)によって検出された光、および

- 少なくとも1つ前に投影された光ストライプにおいて、一部について発した光の強度。

【0017】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し：

- 単一のフレームの取得中にその個別の強度が調節可能である複数のスポットを備えるストライプ(55)を生成するように、ストライプ生成手段(14)が構成されており、

- 異なる時間において、異なる一部のセンサ画像がフレームの取得中にストライプから反射した光を検出するように、スポットが別々に投影され、異なる一部が光ストライプ上の異なる位置に対応しており、

30

- 個別のスポット強度が、一部の画素によって検出された強度に応じて調節される。

【0018】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、ストライプ生成手段(14)が、レーザーおよびマイクロミラーアレイを備える。

【0019】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、ストライプ生成手段(14)が、可動光学系(moving optics)を備える。

【0020】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、ストライプ生成手段(14)が、レーザーおよび可動ミラーを備える。

40

【0021】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、画像センサが、ロールシャッターを備えたCMOSまたはCCDである。

【0022】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、光の強度を調節するための手段が、各一部の画素について投影されたストライプ内でスポットの強度を、以下に応じて設定するように配列されている：

- ストライプにおける少なくとも1つ前に投影されたスポットについて、一部における画素(単数または複数)によって検出された光、および

50

- ストライプにおける少なくとも1つ前に投影されたスポットにおいて、一部について発した光の強度。

【0023】

本発明の別の実施形態は、上述の走査プローブ(2)に関し、一部について設定された光強度に応じて、一部の画素についての露光時間を調節するための手段をさらに備える。

【0024】

本発明の別の実施形態は、光ストライプで対象物を照射し、対象物表面から反射した光を検出することで、対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉する方法に関し、以下を含む方法：

- (a) 光ストライプを生成および発する；
- (b) 画素の配列を備える画像センサを使用して、対象物表面から反射した光ストライプを検出する、
- (c) 画素によって検出された光の強度に応じて、単一のフレームの取得中に光の強度を調節する。

【0025】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し：

- 異なる時間において異なる一部の画像センサ画素が、該フレームの取得中に該ストライプから反射した光を検出し、該異なる一部が該検出された光ストライプ上の異なる位置に対応し、各一部における該画素(単数または複数)によって検出された該光を決定し；および
- フレームの取得中に光の強度が、一部の画素によって検出された光の強度に応じて調節される。

【0026】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、異なる時間において異なる一部のセンサ画素が該フレームの取得中に該ストライプから反射した光を検出可能とする、ロールシャッターを備えたCMOS画像センサを使用して該ストライプが検出され、該異なる一部が該検出された光ストライプ上の異なる位置に対応し、および

- ストライプ生成手段が、ストライプの長手方向に亘って一定強度のストライプを生成し、その全体の強度が単一のフレームの取得中に調節される。

【0027】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、ストライプ生成手段が静止光学系を備える。

【0028】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、ストライプ生成手段が、レーザーおよび中実円筒光学系を備える。

【0029】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、ストライプ生成手段が、レーザーおよびマイクロミラーアレイを備える。

【0030】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、以下に応じて設定することにより、光の強度がさらに調節される：

- 各一部の画素について強度を、少なくとも1つ前に投影された光ストライプについて一部における画素(単数または複数)によって検出された光、および
- 少なくとも1つ前に投影された光ストライプにおいて一部について発した光の強度。

【0031】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し：

- 単一のフレームの取得中にその個別の強度が調節可能である複数のスポットを備えるストライプを、ストライプ生成手段が生成し、および
- 異なる時間において異なる一部のセンサ画素が、フレームの取得中にストライプから反射した光を検出するように、スポットが別々に投影され、異なる一部が、検出された光ス

10

20

30

40

50



トライブ上の異なる位置に対応し、

- 個別のスポット強度が、一部の画素によって検出された強度に応じて調節される。

【0032】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、ストライブ生成手段が、レーザーおよびマイクロミラーアレイを備える。

【0033】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、ストライブ生成手段(14)が、可動光学系を備える。

【0034】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、ストライブ生成手段が、レーザーおよび可動ミラーを備える。

10

【0035】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、画像センサが、ロールシャッターを備えたCMOSカメラまたはCCDである。

【0036】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、各一部の画素について投影されたストライブ内で光の強度を、以下に応じて設定することにより、光の強度がさらに調節される：

- ストライブにおいて少なくとも1つ前に投影されたスポットについて一部において画素(単数または複数)によって検出された光、および

- ストライブにおいて少なくとも1つ前に投影されたスポットについて一部において発した光の出力。

20

【0037】

本発明の別の実施形態は、上述の方法に関し、一部について設定された光出力に応じて、一部の画素について露光時間を調節する工程をさらに備える。

【0038】

本発明の別の実施形態は、光ストライブで対象物を照射および対象物表面から反射した光を検出することにより、対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブに関し、走査プローブは以下を備える：

(a) 光ストライブを生成するためのストライブ生成手段；

(b) 対象物表面から反射した光ストライブを検出するための画像センサ；および

30

(c) ストライブ生成手段によって生成された光ストライブが発せられる開口であって、該開口がその異なる幅に設定されるとき、異なる長さの該光ストライブが生成されるように、該光ストライブが通過しなければならない第1の幅の開口および第2の幅の開口を提供するように変更できる開口。

【0039】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、開口が、非円形状であり、第1および第2の幅の開口を提供するために光ストライブに対する回転により変更できる。

【0040】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、開口が手動で変更できる。

【0041】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、以下をさらに備える：開口が第1の幅かまたは第2の幅に設定されているかを検出するための手段；および決定された幅に応じて、画像センサの検出フレームレートを設定するための手段。

40

【0042】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、ユーザー入力指示にตอบสนองして、開口を変更するための手段をさらに備える。

【0043】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、ユーザー入力指示に応じて、画像センサの検出フレームレートを設定するための手段をさらに備える。

【0044】

50

本発明の別の実施形態は、対象物を光で照射および対象物表面から反射した光を検出することで、対象物の表面の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブに関し、該走査プローブは以下を備える：

- (a) 光を生成および発するための光生成手段；
- (b) 対象物表面から反射した光を検出するための画像センサ；および
- (c) 画像センサからの信号を処理するように作動可能であるデータ処理手段であって、光生成手段および画像センサから隔離された区分室に設置されているデータ処理手段。

【0045】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、画像センサおよびデータ処理手段が第1の筐体に設置され、光生成手段が隔離された第2の筐体に設置され、第1および第2の筐体が、共に堅固に接続されている。

10

【0046】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、データ処理手段を画像センサから熱的に絶縁する高い熱耐性を有する障壁によって、データ処理手段の区分室が画像センサから隔離されている。

【0047】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、光生成手段、画像センサ、およびデータ処理手段が、単一の筐体に設置されており、光生成手段および画像センサから、データ処理手段を熱的に絶縁するため、高い熱耐性を有する障壁によって、データ処理手段の区分室が、光生成手段および画像センサから隔離されている。

20

【0048】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、空気入口、空気出口、ならびに空気入口を介して区分室に空気を引きおよび空気出口を介して区分室から空気を出すために配置されたファンを有するデータ処理手段を区分室が含む。

【0049】

本発明の別の実施形態は、対象物を光で照射し、対象物表面から反射した光を検出することで、対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブに関し、走査プローブは以下を備える：

- (a) 光を生成および発するための光生成手段；
- (b) 撮像ウィンドウを介して、対象物表面から反射した光を検出するための複数の画素を有する画像センサ；および
- (c) 撮像ウィンドウをカバーする閉位置および撮像ウィンドウをカバーしない開位置の間で移動可能であるバイザー。

30

【0050】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、バイザーが閉位置にあるときに検出するための手段、バイザーが閉位置にあることが検出されるときプローブの動作を抑制するための手段をさらに備える。

【0051】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、バイザーが閉位置にあるときに検出するための手段、バイザーが閉位置にあることが検出されるときユーザーに警告するための手段をさらに備える。

40

【0052】

上述の走査プローブに関する本発明の別の実施形態は、それぞれ開位置および閉位置においてバイザーをロックするための手段をさらに備える。

【0053】

本発明の別の実施形態は、対象物の表面上の毎秒何千もの3D点を正確に記録するためローカライザーを使用して作動するデジタルストライプ走査プローブを提供する。

【0054】

本発明の第1の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブは以下を備える：  
- 任意でデジタル的にアドレス指定可能であり得る画像センサ；

50

- 共に堅固に接続された、ストライプ投影およびストライプ撮像用の2つの隔離した筐体；
- スペシャリストの処理のための仲介ボックスを必要としないコンピュータへの接続。

【0055】

本発明の代替の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブは、単一の筐体を備える。

【0056】

本発明の別の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブにおける画像センサは、CMOSセンサである。

【0057】

本発明の別の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブ中の画像センサは、CCDセンサである。

【0058】

一実施形態において、デジタルケーブルがデータ転送に使用される。デジタルケーブルは、アナログビデオケーブルよりも安価で小型である。また、デジタルケーブルを使用すると、データ送信中の背景ノイズを減らすことになる。

【0059】

本発明の別の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブおよびコンピュータの間のデータ接続は、イーサネット（登録商標）等の標準バスであり、デジタルストライプ走査プローブはIPアドレスを有する。

【0060】

本発明の別の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブのストライプ撮像筐体は、高熱耐性を有する障壁で隔離された熱区分室および冷区分室を備える。

【0061】

本発明の別の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブの熱区分室にファンが設置され、熱区分室が密封されている。

【0062】

本発明の別の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブの熱区分室にファンが設置され、熱区分室が入力上のダストフィルタで貫流されている。

【0063】

本発明の別の実施形態において、ストライプはレーザーストライプである。ストライプは、静止光学系または可動光学系で作製され得る。

【0064】

別の実施形態において、ストライプの出力（power）は経時的に制御される。これは、その強度がストライプ中で一定であるストライプを生み出すが、その強度は増減され得る。また、その強度がストライプ中で変更できる（中央または縁で大きい等）ストライプも生み出す。

【0065】

本発明の別の実施形態において、センサはロールシャッターを有するCMOSセンサであり、ロールシャッターのタイミングは、光ストライプの出力で制御され、およびこれと同期し、各撮像されたストライプまたはストライプに沿った点の強度について、大きな程度の制御を提供する。

【0066】

本発明の別の実施形態において、センサは、スナップショットバッファとして動作する通常のCCDであり、光ストライプの出力と同期し、各撮像されたストライプまたはストライプに沿った点の強度について、大きな程度の制御を提供する。

【0067】

本発明の別の実施形態において、前のストライプからの撮像された強度が、現在ストライプに沿った各点における光出力を調節した結果適応するように使用され、準最適信号対ノイズが得られ、データ品質が最大化される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 8 】

本発明の別の実施形態において、ストライプは、可動光学系で作製される。可動光学系は、飛点を生成するレーザーおよび可動ミラーを備えることができる。飛点の強度は、その強度がストライプ中で変更できるストライプを生じさせるようにスイープ内で調節されてもよい。あるいは、飛点の強度は、その強度がストライプ中で一定（すなわちほぼ均一）であるが、その強度が増減され得るストライプを生じさせるようにスイープ間で調節されてもよい。飛点は、ロールシャッターと同期してもよい。前者および後者の装置は、その強度がストライプ中で一定であるがその強度が増減され得るストライプを生じさせる。

## 【 0 0 6 9 】

本発明の別の実施形態において、ストライプは、静止光学系で作製される。静止光学系は、例えば可動ミラーを伴う機械部品が無い。静止光学系は、レーザーおよび固体マイクロミラーアレイ、またはレーザーおよび中実円筒光学系を備えてもよい。静止光学系は、その強度がストライプ中で一定であるが、その強度が増減され得るストライプを生成することができる。マイクロミラーは、その強度がストライプ中で変更できるストライプを投影することができる。これはアレイが、その個別の強度が調節され得る複数の点としてストライプを投影するからである。

## 【 0 0 7 0 】

本発明の特定の実施形態において、センサは、ロールシャッターを有するCMOSセンサであり、ストライプは、静止光学系を使用して作製され、ロールシャッターのタイミングは、光ストライプの出力で制御され、かつこれと同期しており、ストライプ中の光出力は、レーザーによって制御される。

## 【 0 0 7 1 】

本発明の特定の実施形態において、センサはスナップショットバッファとして作動する通常のCCDが使用され、ストライプは静止光学系を使用して作製され、ストライプ中の光出力はマイクロミラーアレイによってストライプ中で制御される。

## 【 0 0 7 2 】

本発明の特定の実施形態において、センサは、スナップショットバッファとして作動する通常のCCDが使用され、ストライプは、可動光学系を使用して作製され、ストライプ中の光強度は、可動ミラーと組み合わせてレーザーによって制御される。

## 【 0 0 7 3 】

本発明の別の実施形態において、走査のスピードを増加するため、ストライプに従うトラッキングウィンドウが使用される。

## 【 0 0 7 4 】

本発明の別の実施形態において、異なるストライプ長を投影するため、複数位置を有する手動回転可能なストライプトリマーが設置される。

## 【 0 0 7 5 】

本発明の別の実施形態において、撮像ウィンドウを保護するため手動で位置決め可能なバイザーが設置される。バイザーの開閉状態を検出するためのセンサも設置される。

## 【 0 0 7 6 】

本発明の他の1つの実施形態は、対象物を光ストライプで照射して対象物表面から反射した光を検出することで、対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブであって、該走査プローブは以下を備える：

- ( a ) 光ストライプを生成および発するストライプ生成手段；
- ( b ) 対象物の表面から反射した光ストライプを検出するための複数の画素を有するアドレス指定可能な画像センサ；
- ( c ) 異なる時間において異なる一部の画像センサ画素を読み取るためのセンサ読み取り手段であって、異なる一部が検出された光ストライプの異なる位置に対応している、各一部における該画素（単数または複数）によって検出された該光を決定する、センサ読み取り手段；および
- ( d ) センサ読み取り手段により読み取られた一部の画素に応じて、光の出力を調節する

10

20

30

40

50

ための手段。

【0077】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、光の出力を調節するための手段が、各一部の画素についての出力を、少なくとも1つ前に投影された光ストライプについて、その一部における画素（単数または複数）によって検出された光と、少なくとも1つ前に投影された光ストライプにおいて、その一部について発した光の出力と、に応じて設定するように配列されている。

【0078】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、一部について設定された光出力に応じて、一部の画素についての露光時間を調節するための手段をさらに備える。

10

【0079】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、画像センサが、2次元配列の画素を備え、かつセンサ読み取り手段が一部の画素を読み取るように設置されていることで、各一部が2次元配列で全ラインの画素を備える。

【0080】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、光ストライプ生成手段が、光ストライプを生成および発するために静止光学系を備える。

【0081】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、光ストライプ生成手段が、光スポットを反射することで光ストライプを生成するための可動ミラーを備える。

20

【0082】

本発明の別の実施形態は、対象物を光ストライプで照射して対象物表面から反射した光を検出することで対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉する方法であって、該方法は下記を含む：

(a) 光ストライプを生成および発する；

(b) 複数の画素を有するアドレス可能な画像センサを使用して、対象物表面から反射した光ストライプを検出する；

(c) 異なる時間で異なる一部の画像センサ画素を読み取って、各一部において画素（単数または複数）によって検出された光を決定し、異なる一部が検出された光ストライプ上の異なる位置に対応する、

30

(d) 読み取られた一部の画素に応じて、光の出力を調節する。

【0083】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した方法であって、光の出力が、少なくとも1つ前に投影された光ストライプについてその一部における画素（単数または複数）によって検出された光、および少なくとも1つ前に投影された光ストライプにおいてその一部について発した光の出力に応じて各一部の画素について出力を設定することにより調節される。

【0084】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した方法であって、一部の画素について設定された光出力に応じて、上記一部について露光時間を調節することをさらに備える。

40

【0085】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した方法であって、対象物表面から反射した光ストライプが、2次元配列の画素を備える画像センサを使用して検出され、各一部が2次元配列における全ラインの画素を備えるように一部の画素が読み取られる。

【0086】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した方法であって、光ストライプが静止光学系を使用して生成される。

【0087】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した方法であって、光ストライプが可動ミラーを

50

使用して光スポットを反射することで生成される。

【0088】

本発明の別の実施形態は、光ストライプで対象物を照射および対象物表面から反射した光を検出することにより、対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブであって、該走査プローブは以下を備える：

- (a) 光ストライプを生成するためのストライプ生成手段；
- (b) 対象物表面から反射した光ストライプを検出するための画像センサ；および
- (c) ストライプ生成手段によって生成された光ストライプが発せられる開口であって、該開口がその異なる幅に設定されるとき、異なる長さの該光ストライプが生成されるように、該光ストライプが通過しなければならない第1の幅の開口および第2の幅の開口を提供するように変更できる開口。

10

【0089】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、開口が非円形状であり、第1および第2の幅の開口を提供するため、光ストライプに対して回転変化する。

【0090】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査装置であって、開口が手動で変更できる走査装置である。

【0091】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査装置であって、以下をさらに備える：開口が第1の幅または第2の幅に設定されていることを検出するための手段；および決定された幅に応じて、画像センサの検出フレームレートを設定するための手段。

20

【0092】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査装置であって、ユーザー入力指示に応じて開口を変更するための手段をさらに備える。

【0093】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査装置であって、ユーザー入力指示に応じて、画像センサの検出フレームレートを設定するための手段をさらに備える。

【0094】

本発明の別の実施形態は、対象物を光で照射および対象物表面から反射した光を検出することで、対象物の表面の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブであって、該走査プローブは以下を備える：

30

- (a) 光を生成および発するための光生成手段；
- (b) 対象物表面から反射した光を検出するための画像センサ；および
- (c) 画像センサからの信号を処理するように作動可能であるデータ処理手段であって、光生成手段および画像センサから隔離された区分室に設置されているデータ処理手段。

【0095】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、画像センサおよびデータ処理手段が第1の筐体に設置され、光生成手段が隔離された第2の筐体に設置され、第1および第2の筐体が、共に堅固に接続されている。

【0096】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、データ処理手段を画像センサから熱的に絶縁する高い熱耐性を有する障壁によって、データ処理手段の区分室が画像センサから隔離されている。

40

【0097】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、光生成手段、画像センサ、およびデータ処理手段が、単一の筐体に設置されており、光生成手段および画像センサから、データ処理手段を熱的に絶縁するため、高い熱耐性を有する障壁によって、データ処理手段の区分室が、光生成手段および画像センサから隔離されている。

【0098】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、データ処理手段を含

50

む区分室が、空気入口、空気出口、ならびに空気入口を介して区分室に空気を引きおよび空気出口を介して区分室から空気を出すために配置されたファンを有する。

【0099】

本発明の別の実施形態は、対象物を光で照射および対象物表面から反射した光を検出することで、対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブであって、該走査プローブは以下を備える：

(a) 光を生成および発するのための光生成手段；

(b) 撮像ウィンドウを介して、対象物表面から反射した光を検出するための複数の画素を有する画像センサ；および

(c) 撮像ウィンドウをカバーする閉位置および撮像ウィンドウをカバーしない開位置の間で移動可能であるバイザー。

10

【0100】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、バイザーが閉位置にあるときに検出するための手段と、該バイザーが閉位置にあることが検出されるときプローブの動作を抑制するための手段とをさらに備える。

【0101】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、バイザーが閉位置にあるときに検出するための手段と、該バイザーが閉位置にあることが検出されるときユーザーに警告するための手段とをさらに備える。

【0102】

本発明の別の実施形態は、上記に規定した走査プローブであって、それぞれ開位置および閉位置においてバイザーをロックするための手段をさらに備える。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0103】

発明の詳細な説明

別に規定が無ければ、本明細書で使用したすべての技術および科学用語は、当業者により通常理解されるものと同じ意味を有する。本明細書で参照した全刊行物は、参照により本明細書に引用したものとする。本明細書で参照する全ての米国の特許および特許出願は、図面を含みその全体が参照により本明細書に引用したものとする。

【0104】

本出願を通して、用語「約」は、値を決定するために採用されている機器または方法についての誤差の標準偏差を、値が含むことを示すために使用される。

30

【0105】

端点による数値範囲の引用は、全ての整数を含み、適切な場合は、その範囲の分数が含まれる（例えば1から5は、例えばレーザーストライプの数に言及するときには1、2、3、4を含むことができ、例えば計測結果に言及するときには、1.5、2、2.75、および3.80も含むことができる。）。端点の引用は、端点値自体も含むことができる（例えば、1.0から5.0までは、1.0および5.0の両方を含む。）。

【0106】

走査システム

第1の実施形態のデジタルストライプ走査プローブを次に開示する。プローブが例えば、1つのフレームから次のものへと（例えば、DSPプロセッサまたはFPGAプロセッサを使用して）強度を算出するための、および/またはセンサによって記録されたデータをデジタルデータに変換するための処理機構を備えるという意味で、プローブは「デジタル」である。図1は、本発明の第1の実施形態に従った走査システム1のレイアウトである。走査システム1は、ローカライザー4に取り付けられたデジタルストライプ走査プローブ2および接触プローブ3を備える。ローカライザー4は、ケーブル6によりまたは無線通信によりコンピュータ5と連絡する。ローカライザー4および対象物7は、走査中に相対的な動きが無いように固体表面8に取り付けられている。これは、デジタルストライプ走査プローブ2を使用して構築され得るこのような走査システム1の一例であるが、ス

40

50

トライブ走査プローブを有する他のタイプの走査システムが代わりに採用されてもよいことが当業者に理解されよう。

【0107】

デジタルストライブ走査プローブ

図2は、デジタルストライブ走査プローブ2の図である。デジタルストライブ走査プローブ2は、撮像筐体11およびストライブプロジェクタ筐体12を備える。筐体11、12は、硬質ベースプレート13のいずれか一端に取り付けられている。ストライブプロジェクタ14は、硬質ベースプレート13の一端に取り付けられている。ストライブプロジェクタ筐体12には、投影されたストライブの光経路22が、ストライブプロジェクタ筐体12を出るためのウィンドウ15が設置されている。カメラ16およびレンズ17が硬質ベースプレート13のストライブプロジェクタ14から他方端に取り付けられている。対象物(図示せず)のストライブを見るためにウィンドウ18が撮像筐体11に設置されている。処理ユニット19が、撮像筐体11の内部に取り付けられている。デジタルストライブ走査プローブ2をローカライザー4(図示せず)に取り付けるため、マウントプレート21がベースプレート13に設置されている。デジタルストライブ走査プローブ2にケーブルを接続するためのコネクタ20が設置されている。あるいは、デジタルストライブ走査プローブ2がマウントプレート21によってローカライザー4に取り付けられるとき、コネクタ20において自動的に電氣的接続がなされてもよい。

10

【0108】

熱制御

光学部品を、互いとマウント21に対して再位置決めおよび/または再方向づけする過剰な熱的成長のために、過剰な熱および温度変化が、デジタルストライブ走査プローブ2を不正確にさせて、計測結果が不正確となることがある。最新型のストライブ走査プローブは、別のボックスにプローブから充分離れて配置された熱いコンピュータ処理装置を有する。このような「冷たい」最新型のプローブにおける温度上昇は小さく、かつ注意深く熱設計することで、起動時の熱的ドリフトを減らし、プローブがウォームアップ期間無しで直ちに使用されることを可能とした。デジタルストライブ走査プローブ2は、搭載処理ユニット19を有し、最新型ストライブ走査プローブよりも毎秒当り多くの点を生成することができる。この理由の1つは、搭載処理ユニット19がカメラ16に近接していることで、高帯域幅のケーブルを使用してカメラ16から搭載処理ユニットに、データが高速に伝達されることが可能となっていることである。他の理由を以下に記載する。搭載処理ユニット19が一体化され、かつこれが高い処理電力を有する必要があることは、デジタルストライブ走査プローブ2内で多くの熱が生成されることを意味する。デジタルストライブ走査プローブ2の精度を維持し、かつウォームアップ期間無しでこれを直ちに使用することを可能にするため、新規な熱制御システムが提供されている。そこでは、冷たいままである光学部品およびベースプレートから断熱されている熱区分室に、熱い処理ユニット19が置かれる。

20

30

【0109】

図3は、デジタルストライブ走査プローブ2の別の実施形態の冷却システムの図である。撮像筐体11は、熱障壁32によって熱区分室34および冷区分室33に分割されている。熱区分室34において、撮像筐体11の出口孔部36に対してファン31が取り付けられて、出口孔部36から熱い空気がファン31によって排出されるようにしている。入口孔部37は、ダストフィルタ30とともに撮像筐体11に設けられている。入口孔部37から吸入され処理ユニット19を通過した冷たい空気は、暖められて出口孔部36から出る。デジタルストライブ走査プローブ2の冷区分室、熱区分室、および投射筐体で生じた熱は、それぞれ $H_C$ 、 $H_L$ 、 $H_H$ である。典型的な値は、 $H_C = 0.5 W$ 、 $H_L = 0.5 W$ 、 $H_H = 3 W$ である。この場合、デジタルストライブ走査プローブ2で生じた熱の概ね75%は $H_H$ であり、熱区分室34の処理ユニット19によって生じる。熱障壁32は、熱区分室から冷区分室への熱 $Q_B$ の流れを減らす。冷区分室33において、熱 $H_C + Q_B$ は、通常の伝導、対流、および放射によって除去される。ストライブプロジェクタ筐体

40

50



12において、熱 $H_L$ は、通常の伝導、対流、および放射によって除去される。熱区分室34において、正味の熱 $H_H - Q_B$ は、伝導、放射、対流、および熱伝達 $Q_A$ によって除去され、通過する冷たい空気が暖められる。ファン冷却が無ければ、熱区分室34は、冷区分室33より摂氏10度高い温度で通常は動作する。熱障壁32は、熱区分室34から冷区分室33に移動する熱のほとんどを阻止するが、熱区分室および冷区分室34、33間の高い温度差によって、広域に及んで重量のある充分な熱障壁32が要求される。冷却されていない熱区分室34に伴う主な問題は、デジタルストライプ走査プローブ2が砂漠のような暑い周囲環境で使用されるとき、処理ユニット19がオーバーヒートして作動が停止することである。熱区分室34を冷却し熱 $Q_A$ を除去するには、貫流ファン駆動対流冷却システムが最も効率的である。熱区分室および冷区分室34、33間の温度差は、強制対流で摂氏2度前後である。熱障壁33は、当業者に周知の材料と方法を使用して構築される。極端な場合は、熱区分室34は、2室の筐体間で自由に循環する周囲空気を伴って冷区分室33から隔離された筐体であってもよい。隔離した熱区分室および冷区分室34、33を有する別の利点は、ファン31によって生じた速く移動する空気が冷区分室の光学部品を通過せず、測定安定性を下げる熱変動が生じないということである。温度感知デバイス35は、ベースプレート13に取り付けられ、通常0 から40 までにおいて変化する周囲温度の環境で使用するデジタルストライプ走査プローブ2の熱較正用入力として使用される。ファンは、過酷、不清浄な環境において長期に渡る酷使で故障することがある。隔離した熱区分室および冷区分室34、33を有する本実施形態のデジタルストライプ走査プローブ2は、非常に暑い周囲環境を除けば、その精度を維持でき、作動するファン無しで使用され得る。

10

20

## 【0110】

代替の実施形態において、熱区分室34は、密封されて効率的な冷却フィンを備えた熱区分室34内で空気を循環するファン31を含む。

## 【0111】

代替の実施形態において、デジタルストライプ走査プローブ2は、処理ユニット19を含む熱区分室34が内部に存在する単一の筐体を備える。この実施形態は、2筐体の実施形態よりも小型である。この実施形態は、空気を循環するための貫流強制冷却もしくは内部ファンを有することもファンを有しないこともある。

## 【0112】

隔離した熱区分室および冷区分室を有する全ての実施形態を含むが他の実施形態が可能であるということが当業者によって理解されるであろう。例えば、ファン31およびフィルタ30は、共に入口に配置されてファンがフィルタから空気を吸引してもよい。別の実施形態において、フィルタは設置されない。別の実施形態においては、フィルタもファンも設置されず、孔36、37を通じて空気が自然に循環して熱区分室を出入りする。

30

## 【0113】

## バイザー

我々の最新型走査プローブを使用する何百もの顧客での経験では、性能が劣る主な原因は、トレーニングを除けば、撮像ウィンドウ18が汚くなり、ユーザーによって十分にきれいにされないことであることが示された。撮像ウィンドウ18の主な汚れの元は、汚れた指紋からである。撮像ウィンドウ18は、光学的理由により大型である必要があり、触ることができないように十分に凹ませることが物理的に不可能である。

40

## 【0114】

本発明の代替の実施形態において、触れられることから撮像ウィンドウ18を保護するためにバイザーが設置される。図4は、デジタルストライプ走査プローブ2上のバイザー41の概略である。軸44上の2つの回転軸位置の周囲にバイザー41は回転し、そこでバイザーの突起が撮像筐体11上の窪みに嵌り込む。バイザー45上の突起によって、バイザー41は上または下位置にロックされて、撮像筐体11上の2つの窪み43のうちの1つに定置され得る。手動ではない適用のため、バイザー41は、引き抜くことで撮像筐体11から全体的に除去されてもよい。バイザー検出器42は、下位置においてバイザー

50

41の存在を検出し、この情報がソフトウェアに中継されて、バイザー41がデジタルストライプ走査プローブ2の動作を止めていることをユーザーに知らせることができてよい。

【0115】

バイザーは不透明であっても透明であってもよい。

【0116】

ストライプトリマー

デジタルストライプ走査プローブ2が、詳細な領域を走査するために使用されているとき、過剰データを得ることが無いようにストライプ長を減らすことができると便利である。最新型の走査システムは、ストライプの各端部における点のうち最後の1/4ずつ破棄するソフトウェアを使用してストライプ長の50%減を達成している。オペレータは長いストライプを見るが短いストライプデータを捕捉するのみであるため、これはオペレータにとって紛らわしく、従って使用が難しい。また、コンピュータが、このソフトウェア機能をセットアップするために使用されなければならない。

【0117】

本発明の別の実施形態においては、異なるストライプ長を投影するために多位置が設定されている手動で回転可能なストライプトリマーが提供され、これによると走査しながらオペレータが見るものがオペレータが捕捉するデータである。図5は、デジタルストライプ走査プローブ2上のストライプトリマー53の4つの図である。ストライプトリマー53は2つの位置、すなわち100%ストライプ長(上の2図)、および50%ストライプ長(下の2図)を有している。ストライプトリマー53は、回転ベアリング54および2つの位置決め窪み56によってストライププロジェクタ筐体12の正面に取り付けられている。ユーザーは、1つの位置から別の位置へ手動でこれを回転する。ストライプトリマー53上のピンがストライププロジェクタ筐体12上の2つのブロックのうちの1つに突き当たる簡単な機構的阻止システムによって、ストライプトリマー53をいずれかの回転方向にオペレータが回転させ過ぎないようにする。ストライプトリマー53のいずれかの側のインジケータマーク51が、ストライププロジェクタ筐体12の側方の50%赤文字(rubric)または100%赤文字に合うことで、オペレータは、一目でいずれの位置にストライプトリマー53があるかがわかる。ストライプ55は、矩形開口57を通して現れる。100%方向において、ストライプ55は矩形開口57の長手方向を通過し全長である。50%方向において、ストライプ55は矩形開口57の幅を通過して半分の長さである。

【0118】

ストライプトリマーの他の形態が可能であることは当業者に理解されるであろう。例えば、ピンとブロックを取り除けば、4つの窪み位置は90度間隔にあるが、ストライプトリマー53は連続的に回転することができる。これによりブロックを有さずに、いずれかの方向に各四分の一回転することで、ストライプ長を50%から100%へ、またはその逆に変えることができるという利点を有する。開口57は、矩形ではなく丸みのある溝等其他の形状であってもよい。

【0119】

本発明の別の実施形態においては、成形された開口が設置され、最小と最大の間でストライプ長を自由にユーザーが切り込むことができる。開口の形状に対する良好な使い勝手に必要なのは、トリマー回転角度の変化の速度とストライプ長の変化の速度が一定の比率を提供することである。当業者によって作製できる、得られる最適化した開口形状は、ピーナッツと記載され得る。開口の形状に対するさらに良好な使い勝手に必要なことは、角度の変化の速度とパーセントストライプ長の変化の速度との間で一定の比率であることである。当業者によって作製できる、得られる最適化した開口形状は、リップ(唇)と記載され得る。改善した形状は、短いストライプ長の調整をさらに容易にする。図6Aは、トリマー回転角度の変化の速度とストライプ長の変化の速度との間で一定の比率が存在する、50%と100%との間のストライプトリマー53に対するピーナッツ形状の開口の概

10

20

30

40

50

略である。図6Bは、角度の変化の速度とパーセントストライプ長の変化の速度との間で一定の比率が存在する、50%と100%との間のストライプトリマー53に対する一対のリップ形状の開口の概略である。開口の形状は、異なる最大/最小ストライプ長比率に対して異なる。例えば、25%の最小ストライプ長を有すると、ピーナッツのウェストはさらにずっと小さい。オペレータをガイドするため、25%、50%、75%、および100%のストライプ長に対して使用され得る主要位置を明確に位置決めできるように窪みが配置されて、ストライプトリマー53の突起が適切な窪みに位置決めされるようにしてもよい。回転によりストライプ長を変化させる他の開口形状が可能である。また、実施形態は、開口を制御する回転的手段に限定されず、投影されたレーザーストライプに台形状の開口をスライドする等の直線的手段が可能である。さらに別の実施形態は、手動作動に

10

#### 【0120】

さらに別の実施形態においては、ユーザーにより設定されたストライプトリマーの位置を検出するためのセンサが設けられ、ストライプトリマーの検出された位置に応じて、カメラ16のフレームレートを設定するようにコントローラが設けられている。さらに詳細には、コントローラは、レーザーストライプの長さが減少するときフレームレートを増加させる。比較的短いレーザーストライプでは、読み取られてカメラ16の画像センサから処理される比較的少ない画素データとなるため、このように増加したフレームレートが可能である。その結果、フレームレートは、異なるレーザーストライプ長に対して自動的に最適化される。

20

#### 【0121】

必要なレーザーストライプ長を規定するユーザーの入力指示に従って、ストライプトリマーが(手動ではなく)自動的に調節される実施形態において、ユーザー指示に応じてフレームレートを設定するためコントローラが配置されてもよく、それにより上述のものと同様の利点を得られる。

#### 【0122】

##### デジタルストライプ走査プローブの電子回路

図7は、デジタルストライプ走査プローブ2における電子回路の実施形態の図である。処理ユニット19は、4つのモジュールPCB、すなわちFPGAモジュール75、通信DSPモジュール74、周辺機器接続モジュール73、および電源モジュール72を備える。4つのモジュールは、電源/データバス80に相互接続されている。カメラ16は、FPGAモジュール75に接続されている。周辺機器接続モジュール73は、温度センサ35、ファン31、距離計レーザースポット71、状態LED77、バイザー検出器42、およびストライププロジェクタ14に接続している。通信DSPモジュール74は、WiFiモジュール76にリンクしている。バッテリー78が設置されている。プローブコネクタ20が、電源/データバス80にリンクしている。PSUモジュール72における回路がバッテリー78の再充電用に設けられている。FPGAモジュール75およびDSPモジュール74にメモリ79が設置されている。メモリ79は、静的および動的の両方である。スタティックメモリ79は、識別、較正、設定、およびメンテナンスを助ける使用履歴等の他の情報を格納するために使用される。スタティックメモリ79における設定は、通信バスを介してデジタルストライプ走査プローブ2への送信信号により変更され得る。少なくとも1つの正確なクロックがタイムスタンプ同期のために提供される。デジタルストライプ走査プローブ2の電子回路の他の実施形態が可能であることが当業者によって理解されるであろう。例えば、処理ユニット19のモジュールの全部または任意の一部が、単一のモジュールに物理的に組み合わされて実装要件に適合してもよい。符号31、35、14、77、42、71、76のいずれかが、処理ユニット19の任意のモジュールに接続または組み込まれてもよい。1以上のチップが、1つのチップに組み合わされてもよい。電源/データバス80は、設計要件を満たすように異なる装置で構成されていてもよい。バッテリー78は、永続的、再充電可能、取り替え可能であってよい。

30

40

50

## 【 0 1 2 3 】

## 配線と無線

図 1 の走査システムは、4 つの主要な接続 / 通信要件を有している。

- ローカライザーまたはコンピュータからプローブへの電源 / グラウンド
- ローカライザーおよびコンピュータ間のデータ通信
- プローブおよびローカライザー間の同期
- プローブおよびコンピュータ間のデータ通信

## 【 0 1 2 4 】

当業者は、ケーブルと無線の効果的な組み合わせを使用して、このような接続 / 通信要件を解決することができる。ユーザーは少ないケーブルを好む。

10

## 【 0 1 2 5 】

本実施形態において、プローブ、コンピュータ、およびローカライザーは、イーサネット（登録商標）または W i F i 等の共通データバスを共用することができる。こうすることで配線する必要が減る。イーサネット（登録商標）、W i F i、U S B または F i r e w i r e 等のコンピュータで概ね利用可能なバスの使用により、専用バス用の特別の P C カードを購入するコストが排除もされる。あるいはまたは加えて、データは、シリアルデジタルインターフェース（S D I）を使用してプローブおよびコンピュータ間で伝達されてもよい。このデジタルインターフェースは周知である。

## 【 0 1 2 6 】

また、本実施形態において、デジタルストライプ走査プローブ 2 は、ローカライザー 4 にケーブルを取り付けることなく使用されてもよい。電源およびグラウンド用のケーブルは、組み込まれたバッテリー 7 8 のために、デジタルストライプ走査プローブ 2 の使用中は必要ではない。しかし、バッテリーは、取り替えまたはケーブルによる再充電が必要となる。データ通信は、W i F i 等の標準広帯域無線通信で実行され得る。ローカライザー 4 およびデジタルストライプ走査プローブ 2 の両方に正確なクロックが存在する場合は、無線同期が周期的に使用されて 2 つのクロックをチェック / 調整してもよい。これらのクロック調整の間において、ローカライザー 4 およびデジタルストライプ走査プローブ 2 の両方は、それらの各データパケットにタイムスタンプすることができ、データストリームがダウンストリームソフトウェアにおいて融合され得る。

20

## 【 0 1 2 7 】

## 同期化

デジタルストライプ走査プローブ 2 は、デジタルストライプ走査プローブ 2 のハードウェアまたはファームウェアに必要な何らかの変更をすることなく複数の方法で同期化され得る。ローカライザー 4 は、さまざまな方法で作動する。異なるローカライザー 4 には異なるタイプの同期化が必要とされる。ローカライザー 4 とデジタルストライプ走査プローブ 2 との同期は精度のために重要である。デジタルストライプ走査プローブ 2 は、異なるタイプの同期信号の生成および受容を提供し、その中でデジタルストライプ走査プローブ 2 が、ローカライザー 4 に対してまたはマスタークロックに対して、マスターまたはスレーブのいずれかになることができる。同期信号には、単純なトリガ信号および符号化信号が含まれる。同期信号は、リアルタイム、事前同期または事後同期したものであってもよい。事前および事後同期は、タイムスタンプを利用することができる。同期信号と共に送られたコードは、準独自の識別コードおよび / またはタイムスタンプ情報であってもよい。少数のタイプの同期は、ほぼ全てのローカライザープローブ同期要件を充分カバーする。異なるタイプの同期化は、デジタルストライプ走査プローブ 2 に提供されている。オペレータは、ローカライザーと使用される同期のタイプを、デジタルストライプ走査プローブ 2 の設定を変更することで設定する。実施形態は、本明細書に開示の同期のタイプに限定されず、デジタルストライプ走査プローブ 2 およびローカライザー 4 の任意の形態の同期化が可能である。

30

40

## 【 0 1 2 8 】

本実施形態において、同期はプラグアンドプレイである。一式のタイプの同期をカバー

50

するプラグアンドプレイプロトコル/フォーマットが規定されている。ローカライザー 4 に接続されると、デジタルストライプ走査プローブ 2 およびローカライザー 4 は、自動的に同期タイプを取り決める。プラグアンドプレイは、各ユニット（ローカライザーおよびデジタルストライプ走査プローブ）を特定の同期設定で手動でオペレータがセットアップする必要が無いという利点を有する。当業者は、使用される一式のタイプの同期およびプロトコル/フォーマットを規定することができる。

#### 【0129】

##### 光レベル

カメラ 16 への最適入力光レベルのための投影されたレーザーストライプ 55 の強度は、表面色、表面反射率、デジタルストライプ走査プローブ 2 から対象物 7 の表面へのスタン  
10  
ドオフ距離、レーザーストライププロジェクタ 14 に対する表面法線、カメラ 16 に対する表面法線、ストライプに沿った点の位置および正反射等の要因によって数桁異なる。表面色が濃く反射的で（ストライプの端で）あり、カメラ 16 およびレーザーストライププロジェクタ 14 の両方からかなり離れて表面法線が向いており、かつ大きなスタン  
20  
ドオフがある場合は、高い投影強度が必要である。このような条件下では、投影されたレーザー出力は、カメラ 16 に散乱して戻ることがほとんどない。反射角における鏡面のストライプの中央および低いスタン  
ドオフでは、低い投影強度が必要である。このような条件下では、実質的に全てのレーザー出力が、カメラ 16 に真っ直ぐに反射されて戻る。最適な投影レーザー強度における典型的なばらつきは、100, 000 : 1 の範囲に亘る。固定  
20  
した設定の平均的 CCD カメラでは、ストライプに沿った光レベルで 1, 000 : 1 の範囲の品質の走査データをほとんど作り出すことができない。走査するとき、最良のデータ品質を達成するためには、ストライプに沿った各点について投影レーザー強度を最適化することが理想的である。静止レーザーストライプを有する最新型ストライプ走査プローブにおいては、全体のストライプが CCD カメラによって同時に撮像される。

#### 【0130】

US5193120 (Gamacheら) および JP2000-097629 (Mishitoshiら) は、CCD および円筒型レンズで生成されたレーザーストライプを備えるスキャナを開示する。前のフレームで  
30  
受けた光によって受けた光の量を制御するための計算エンジンが使用される。制御は、CCD の露光時間、レーザー出力等を調整する点にある。CCD の特性により、全フレームが同時に捕捉される。さらに、円筒型レンズを使用するときは、レーザービームはスト  
30  
ライプに分割され、ストライプの全ての点は同じ強度を有する。従って、Gamache および Mishitoshi によって提案された構成では、フレーム内で撮像強度を変更または制御することはできない。

#### 【0131】

ストライプに沿った入射光レベルにおけるばらつきが 1000 : 1 を十分に下回って変化するため、最新型のストライプ走査プローブは、艶消し白の表面上でうまく動作する。最新型のストライプ走査プローブは、反射性の球等の対象物を走査するときには機能せず、  
40  
両極端において不具合がある。すなわち、正反射の領域において入射光が多すぎ、かつストライプの端で入射光が少なすぎるのである。

#### 【0132】

本発明の一実施形態は、光ストライプで対象物を照射して、対象物表面から反射した光を検出することで、対象物の表面上の複数の点からデータを捕捉するための走査プローブ 2 に関し、その走査プローブは以下を備える：

(a) 光ストライプ 55 を生成し発するのためのストライプ生成手段 14 ;

(b) 対象物表面から反射した光ストライプを検出するための画素の配列を有する画像センサを備えるカメラ 16 ;

(c) カメラ 16 によって検出された強度に応じて、フレームの取得中に光ストライプ 55 の強度を調節するための手段。

#### 【0133】

光ストライプの強度への調節は、フレームがなお取得されている間に、カメラによって  
50

検出された強度に基づいて単一フレームの取得中に実施される。本発明は、例えば、2Dセンサの表面を順次走査するロールシャッターを使用することによってこれを達成し、前の部分のロールシャッター走査の間に登録された1以上の強度を使用して調節が達成される。あるいはまたは加えて、対象物に迅速に別々に投影される個別のスポットを備えるストライプを使用して、これは達成される。スポットは、効果的に対象物の一部を同時に照明し、対象物を順次走査し、前の部分の走査の間に登録された強度を使用して調節が達成される。

#### 【0134】

両方の代替案において、フレームの取得中に、異なる時間において異なる一部の画像センサ画素がストライプから反射された光を検出する。異なる一部は、検出された光ストライプ上の異なる位置に対応する。好ましくは異なる位置は隣接している。一部の画素によって検出された強度に応じて、光の強度はフレームの取得中に調節される。CMOSカメラ、CCDカメラ、以下に記載の静止および可動光学系を使用する本発明の特定の実施形態を以下に記載する。

10

#### 【0135】

CMOSカメラおよびロールシャッターを使用してストライプ撮像

本発明の一実施形態に従って、カメラ16は、ロールシャッターを備えたものであり、レーザー強度が制御されて、ストライプまたはストライプ中の各点についてのレーザー強度および走査データが、任意の所与の捕捉されたフレームに対して最適の品質であるようにしている。レーザーストライププロジェクタ14は、レーザーダイオードおよびレンズからストライプを生成するためには、静止光学系（中実円筒型光学系または半導体マイクロミラーアレイ等）を使用することができる。あるいは、レーザーストライププロジェクタ14は、機械的に駆動される可動光学系（可動ミラー等）を使用することができる。

20

#### 【0136】

中実円筒光学系を使用すると、一定または可変強度のレーザーが光学系から投影されて、ストライプの長手方向に亘って本質的に一定の強度を有するレーザーストライプ55が生じるが、その強度はストライプの長手方向に亘って増減され得る。

#### 【0137】

マイクロミラーアレイを使用すると、一定または可変強度のレーザーがマイクロミラーアレイに投影される。ストライプは本質的には複数のスポットである。1以上のスポットが、対象物を非常に高速に（例えば500、600、700、800、900、1000Hz以上）走査して連続ストライプの外観を与える。得られるレーザーストライプ55は、その強度が個別に制御されることができる複数の点から形成されている。レーザーストライプ55は、マイクロミラーの方向を制御することで生成される。中実円筒光学系を使用して達成されるような、ストライプの長手方向に亘って一定強度を有するストライプ55を得ることができる。あるいは、ストライプの長手方向に亘って可変強度を有するストライプを得ることができる。例えば、ストライプの最初の半分を生成するマイクロミラーは、3分の2の時間を使用してレーザー光をストライプの方に反射することができ、他方で、ストライプの次の半分を生成するマイクロミラーは、3分の1の時間を使用してレーザー光をストライプの方に反射することができる。この例において、最初の半分のセンサは、次の半分よりも2倍の強度を受けるのである。マイクロミラーアレイは、当業界に公知であり、例えば、Texas Instruments ([www.dlp.com](http://www.dlp.com)) によって製造されたDLPシステムがある。

30

40

#### 【0138】

可動ミラーアレイがあれば、得られるレーザーストライプ55は、その強度が個別に制御され得る複数のスポットから形成される。1以上のスポットは、対象物を非常に高速に（500、600、700、800、900、1000Hz以上で）走査し、連続ストライプの外観を与えることができる。中実円筒光学系を使用して達成されるような、ストライプの長手方向に亘って一定強度を有するストライプ55を得ることができる。あるいは、マイクロミラーアレイを使用して達成されるような、ストライプの長手方向に亘って可変

50

強度を有するストライプを得ることができる。ミラーは、典型的には、回転多面鏡または振動性ガルバノメータ (oscillating galvanometer) ミラーであり、投影されたストライプに沿って各点毎にレーザー出力と同期する飛点を生成する。近距離 (near standoff) および遠距離 (far standoff) における同期した動作を可能とするためテレセントリックレンズが必要である場合もある。回転ミラーの角速度は、当業者によって提供され得る精密な制御および同期を必要とする。

#### 【0139】

レーザーストライプ55は、静的でありベースプレート13に対して動かない。レーザーストライプ55の投影強度は、(中実円筒光学系または可動光学系については)レーザーストライププロジェクタ14中のレーザーダイオードへの出力を制御することで、おおよび/または、多いかまたは少ない強度の光を投影するように、存在する場合はマイクロミラーアレイを制御することで制御され得る。レーザーダイオードへの調節は、デジタルストライプ走査プローブ2について容認できる寿命に見合った最大出力までであろう。また、レーザーダイオード出力は、オンおよびオフが切り替えられて高周波でストロブ(strobe)されてもよい。レーザー出力ストロボ(strobing)の高周波は、カメラ16における画像センサ上の画素の露光時間よりもさらに大きくなければならず、それによりタイミングの問題を生じること無く非常に低いレーザー出力を投影することができる。カメラ16の画像センサは、特定の設定のカメラおよび画像処理操作パラメータ(露出、絞り、感度、閾値)についてカメラに入るレーザー光について最適入射光レベルを有する。図8は、反射性の球である対象物7を撮像するデジタルストライプ走査プローブ2の2つの図である。ストライプ55がストライププロジェクタ14によって投影され、カメラ16によって撮像される。左側の図は側面図である。右側の図は正面図である。ストライプ55の中央'S'は、カメラ16へ鏡面的に反射している。

#### 【0140】

図9Aは、画像センサ81上の、ストライプ55のストライプ画像82の図である。球状対象物7上のストライプ55の曲線が、ストライプ画像82の曲線として撮像されている。画像センサ81は、ロールシャッターを有するCMOSセンサである。画像センサチップ81は、IBIS 5A-1300 CMOS画像センサを製造しているCypress Semiconductor Corporation (米国) を含むさまざまなメーカーから購入できる。画像センサ81は、2D配列の画素であり、典型的には1000以上の行である多数の行 $R_1 \dots R_N$ を有する。画像センサ81は、フレームの取得中に画素の行を順次露出する、センサ上を通過(sweep)するロールシャッターを有するように構成されている。単一フレームの取得中に、任意の所与の時間において、多数の(一部の)画素が光を集め、他方でその他の画素は光を集めない。ロールシャッターが完全に通過すると、取得期間中に本質的に全画像センサ配列の露出にさらに繋がる。

#### 【0141】

CMOSは、画像を捕捉できる2D配列の光感応性画素を備える。各画素は、それ自体のA/D変換をCMOS内で行うことで、CMOSの出力はデジタルであり、フレーム取り込み器を使用してフレームをデジタル化する必要が無い。また各画素は、当る光の強度を決定するため個別にアクセスされ得る。この理由のため、CMOSは、「アドレス可能カメラ」とも呼ばれる。CMOSは、ロールシャッターモードで使用され得る。アドレス指定能力により、各画素についての積分時間における柔軟性を可能にしているので、各画素は全画素について同一である必要が無い。例えば、最初の半分のストライプは、 $t = 0$  および  $t = 5$  s の間で、次の半分は、 $t = 5$  および  $t = 10$  s の間で積分され得る。

#### 【0142】

シャッターは、実質的に行 $R_1$ から行 $R_n$ に進む。時間Tにおいて $R_3$ が光を集め、他方で他の全ての列は光を集めていないことを示すために行 $R_3$ に斜線が付けられている。最新型のストライプ走査プローブにおいては、通常、行よりも列を多く有する画像センサが横長形式で通常位置決めされているため、最大数の列についてストライプが撮像され、所与のセンサに対するストライプに沿って、より多くの点を提供するようにしている。デ

10

20

30

40

50

デジタルストライプ走査プローブ2において、ロールシャッターを利用するため画像センサ81を90度回転する。本図においては、このため行および列が置き換わっている。

【0143】

図9Bは、画像センサ81について、最適撮像強度 $I_{I0}$ と比較した、各行により撮像された時間 $t$ についての強度 $I_I$ の図である。ストライプは、数行に亘って撮像し、撮像強度 $I_I$ は、行の中心軌跡(column centroid)を計算するときの曲線下の面積である。最適撮像強度 $I_{I0}$ は、レーザー出力制御パラメータを調節して、多すぎる光で溢れる画素が無いように、かつ画像処理中に閾値設定により除去される背景ノイズを、各画素における平均信号が遙かに上回るように当業者によって設定された強度である。撮像強度 $I_I$ は、撮像されたストライプ82に沿った最適撮像強度 $I_{I0}$ に近い。図9Cは、ストライププロジェクタ14によって投影された強度 $I_p$ 出力の時間 $t$ についての( $\log_{10}$ スケールでの)図である。ストライプ55上の各点における投影強度 $I_p$ は、その点について撮像強度 $I_I$ となる投影強度 $I_p$ であり、これは、最適撮像強度 $I_{I0}$ に可能な限り近い。点Sにおいてはカメラ16に戻る投影強度の正反射が存在するため、点Sにおける投影強度 $I_p$ は小さい。行 $R_1$ 等、ストライプ55のいずれかの端においては、投影された光の大部分がカメラ16から散乱され、光のわずかな部分のみが画像センサ81に進むので、投影強度 $I_p$ は大きい。

10

【0144】

投影されたストライプ55は、ストライプに亘るレーザー強度への調節が明らかな場合は、その長手方向に亘って一定の強度を有することができる。投影されたストライプ55が、マイクロミラーアレイまたは可動光学系を使用して生成される場合は、ストライプは実質的に一連の個別的に投影されたスポットであるため、ストライプ内の強度が調節されることもある。スポットの投影は、ロールシャッターを使用して同期化されて、フレームの取得中にストライプ55の一部に強度の調節が適用され、CMOSで捕捉された各フレームが最適化されるようにすることができる。

20

【0145】

CCDカメラを使用するストライプ撮像

別の実施形態によると、カメラ16は2D配列のセンサを有するCCDカメラであり、レーザーストライププロジェクタ14は、レーザーダイオードおよびレンズと組み合わせて、可動ミラーまたはマイクロミラーアレイを使用するものである。可動ミラーおよびマイクロミラーアレイは上述している。

30

【0146】

得られるレーザーストライプ55は、ベースプレート13に対して静的であるが、複数の点から形成され、その強度が個別に制御され得て、ストライプ中の各点についてのレーザー強度および走査データが任意の所与のフレームについて最適な品質のものであるようにしている。

【0147】

レーザーストライプ55内の投影強度が、レーザーダイオードへの出力を制御することでおよび/またはマイクロミラーアレイがある場合はこれを制御することで制御され、より大きいかまたはより小さい強度の光が投影される。レーザーダイオードへの調節は、デジタルストライプ走査プローブ2について容認できる寿命に見合った最大出力までである。また、レーザーダイオード出力は、オンおよびオフが切り替えられて高周波でストロークされてもよい。高周波のレーザー出力ストロブは、ミラーがストライプを通過(sweep)する時間よりもさらに大きくなければならず、また、カメラ16におけるCCDセンサ上の画素の露光時間よりもさらに大きくなければならず、それによりタイミングの問題を生じること無く非常に低いレーザー出力を投影することができる。カメラ16のCCD画像センサは、特定の設定のカメラおよび画像処理操作パラメータ(露出、絞り、感度、閾値)に対してカメラ16に入るレーザー光について最適入射光レベルを有する。

40

【0148】

上記の図8は、この実施形態および次の説明に当てはまる。図10Fは、画像センサ1

50



3 2 上のストライプ 5 5 ( 図 8 ) のストライプ画像 1 3 1 の図である。ストライプ画像 1 3 1 は、捕捉したフレームを表す。球状対象物 7 のストライプ 5 5 の曲線は、画像センサ 1 3 1 上の曲線として撮像されている。画像センサ 1 3 2 は、対象物から反射した光の強度と位置を捕捉できる CCD であってもよい。画像センサ 1 3 2 は、典型的には 2 D 配列の画素であり、概ね 1 0 0 0 以上の行である多数の行  $R_1 \dots R_N$  を有する。配列中の過飽和または不足飽和のセンサを検出することは、レーザー強度における補正的調整となる。投影されたストライプ 5 5 は、可動ミラーの動き ( sweep ) によりレーザーによって投影された実質的に一連のスポットである。強度の調節は、CCD によって捕捉された各フレームが最適化されるという効果を有しつつ、フレームの取得中にストライプ 5 5 の一部に適用され得る。

10

## 【 0 1 4 9 】

図 1 0 A から E は、 $T = 1$  から  $T = 5$  までの時間間隔における完全なフレームの取得中の、CCD 1 3 2 によって検出されたストライプ画像 1 3 1 の不完全なパターン ( 1 3 3 a から 1 3 3 e ) を示す。最初の時間間隔  $T = 1$  ( 図 1 0 A ) において、不完全パターン 1 3 3 a の撮像強度が積分され、結果が使用されて、次の時間間隔  $T = 2$  ( 図 1 0 B ) 中のパターン 1 3 3 b の検出においてレーザーの出力を調節する。このサイクルが以下に続くパターン ( 1 1 3 c から 1 1 3 e ) について、レーザーストライプ 5 5 の長さが CCD センサ 1 3 2 によって検出されるまで繰り返される。検出期間 (  $T = 1$  から  $T = 5$  ) の終わりにおいて、取得されたフレームの画像が最適化された。

## 【 0 1 5 0 】

図 1 1 A は、各時間間隔 (  $T = 1$  から  $T = 5$  ) の間の強度の積分により得られた各不完全パターンの撮像強度  $I_I$ 、および画像センサ 1 3 2 について最適な撮像強度  $I_{I0}$  の図である。最適撮像強度  $I_{I0}$  は、レーザー出力制御パラメータを調節して、多すぎる光で溢れる CCD 中の画素が無いように、かつ画像処理中に閾値設定により除去される背景ノイズを各画素における平均信号が遙かに上回るように当業者によって設定された強度である。

20

## 【 0 1 5 1 】

撮像強度  $I_I$  は、撮像ストライプ 1 3 2 に沿った最適撮像強度  $I_{I0}$  に近い。図 1 1 B は、ストライププロジェクタ 1 4 によって投影された強度  $I_p$  出力の時間についての (  $\log 10$  スケールでの ) 図である。ストライプ 5 5 上の各点における投影強度  $I_p$  は、その点について撮像された最適撮像強度  $I_{I0}$  に可能な限り近い強度  $I_I$  となる投影強度  $I_p$  である。点 S においてはカメラ 1 6 に戻る投影強度の正反射が存在するため、点 S における投影強度  $I_p$  は小さい。行  $R_1$  等、ストライプ 5 5 のいずれかの端においては、投影された光の大部分がカメラ 1 6 から散乱され、光のわずかな部分のみが画像センサ 1 3 2 に進むので、投影強度  $I_p$  は大きい。

30

## 【 0 1 5 2 】

## 投影強度の制御

モジュール 7 4 の DSP プロセッサは、前に生成した一式の投影した強度を、ストライプに沿った各点に対して 1 つの投影強度と共に取り込み、対応するレーザー出力値を周辺モジュール 7 3 のレーザー出力回路に出力するためのストライプ強度投射ファームウェア手順を実行する。レーザー出力値は、画像センサ 8 1 上のロールシャッターのタイミングまたはミラー / マイクロミラーの動きに同期して出力されることで、ストライプ上の各点について必要な、投影強度に対応するレーザー出力が提供されるようにしている。ロールシャッターシステムの場合は、画像センサ 8 1 上の対応する行がシャッターを開きながら、投影強度が提供される。可動ミラーシステムの場合は、投影強度は、ミラーの位置および投影されたスポットに同期して提供される。マイクロミラーシステムの場合は、投影強度は、ミラー振動周波数および投影されたスポットに同期して提供される。電子工学およびプロセッサソフトウェアの当業者にとって、このような機能を達成するための回路およびファームウェア手順を実行することは簡単なことである。

40

## 【 0 1 5 3 】

50

### 適応的ストライプ強度制御法

本発明の一実施形態に従って、1以上の前のストライプにおける各点について撮像された強度および1以上の前のストライプにおける各点についての既知の投影されたレーザーの強度を使用し、次のストライプに沿った各点について理想的な投影強度のレーザーが推定され、新たな推定へと繰り返される。

#### 【0154】

本発明の別の実施形態に従って、ストライプに沿った次の点についてのストライプ内での理想的な投影強度は、ストライプ内で1以上の前の点について撮像された強度およびストライプ内での1以上の前の点について既知の投影強度を使用して推定され、新たな推定へと繰り返される。

#### 【0155】

図12は、ストライプ上の点について新たに投影された強度を算出する方法である。工程91において、1以上の撮像強度が、1以上の前のストライプ上の同じ点について、または同じストライプ内の1以上の前の点について受容されている。工程92において、1以上の投影強度が、1以上の前のストライプ上の同じ点について、または同じストライプ内の1以上の前の点について投影された強度について受容されている。受容され投影された強度は、前のストライプまたは点において、レーザー出力を制御するためのモジュール74のDSPプロセッサで使用された値である。工程93において、次のストライプにおける同じ点について、または同じストライプにおける次の点について、新たに投影された強度が計算される。

#### 【0156】

##### 強度アルゴリズム

新たに投影された強度を計算するための簡単なアルゴリズムは、点についての前の撮像強度、および同じ点についての前の投影強度に依拠している。前の撮像強度および前の投影強度の関係は、デジタルストライプ走査プローブ2の各設計について異なり、通常は非線形的である。楕円関係が良好な開始近似であることが見出されたが、方程式に基づく放物または他の関係がさらに良好であり得る。単一の関係は、全行における全点について概ね使用され得る。各点は、未知で、かつ通例変化する光反射率を有する。その光反射率についての前の座標は既知である。すなわち、前の撮像強度、前の投影強度である。関係は、2つの座標、すなわち(前の撮像強度、前の投影強度)および画像および投影強度の両方がゼロである(0, 0)点を使用してスケールされる。この関係は、等式として表現されるかまたは参照表として埋め込まれることができる。図14は、撮像強度 $I_I$ および投影強度 $I_P$ の間関係94についての図である。ゼロ点97ならびに前の撮像強度および前の投影強度の座標95の間で当てはまるように、関係94はスケールされている。スケールされた関係は、前の点から測定された光反射率に依拠している。次の投影強度は、最適撮像強度 $I_{I_0}$ および座標96を介する関係94から算出される。最適撮像強度 $I_{I_0}$ は、前の撮像強度よりも実質的に大きい小さいことがある。

#### 【0157】

点について新たに投影された強度を生成するための多くの異なる方法が使用され得るということが当業者に理解されよう。多くの修正が当業者に明らかであるということも理解されよう。次の投影された強度の開示した計算は、一定の光反射率を仮定しているが、レーザーストライプ55が対象物7の表面に対して動くとき、少量だけ光反射率が変更されやすいので、これは最良の推定である。いくつかの前に投影されおよび撮像された強度が処理される場合に補間法が使用されてもよい。隣接する次の投射された強度を考慮し、後の処理として平滑法が使用されてもよい。

#### 【0158】

##### ロールシャッター多行露光

ロールシャッターについての多くの異なるタイプおよび構成がある。露光時間は各フレームについて固定される。概ね、ロールシャッターは、行1上の最初の画素で開始し、最後の行上の最後の画素で終了し、その後、おそらく異なる露出時間で行1上の最初の画素

10

20

30

40

50

で再び継続する。各画素は、特定の量の時間、すなわち露光時間で光を受容するため開放している。ロールシャッターの露光時間の長さは、画像センサ、その設定およびレーザー出力に依存する。毎秒100フレームおよび1000行で0.1ミリ秒の露光は10行をカバーする。これは、任意の時間で10行が撮像する光になるであろうことを意味する。理想的な状況は、その後、露光を0.01ミリ秒減らすことであるが、そのように短い時間では、十分な光が撮像されないであろう。レーザー強度は増加され得るが、レーザーストライプのオペレータ使用についての安全規制は、このような強度を制限する。実際には、異なる状況下で、1000行のうち1行から100行が任意の時間において画像光になるであろう。開示した適応的ストライプ強度制御法は改変される。点について投影された強度は、今度は、その点に対応する行上で、開口が開放していた間に投影された全ての投影強度の平均として計算される。複数行が同時に露光される場合の点について、新たに投影された強度を生成するための、多くの異なる方法および最適化が使用されてもよいことが当業者によって理解されるであろう。

10

#### 【0159】

本実施形態において、露光時間を増減することでデータ品質において得られる利益がある場合は、露光時間は1のフレームから次へと修正される。最大許容の出力のレーザー出力でストライプの部分の最適撮像強度に到達することが困難な場合は、露光時間は増加される。全フレームについてレーザー出力が低い場合は、同時に露光される行を減らすため露光時間は減らされる。同時に露光される行の数を減らすことは、表面の光反射における何らかの急速な変化に対する応答の鋭さを増加させ、データ品質を最適化する。

20

#### 【0160】

##### データ品質のラベル付け

本実施形態は、デジタルストライプ走査プローブ2が対象物7の表面の上を動くときの、表面組織および形状の急速な変化に適応する。急速な変化への応答時間は、通常は1ストライプであり、これは毎秒200ストライプで動作するシステム上では5ミリ秒に等しい。急速な変化がある場合は、データ品質は変化中に劣化することがある。各点についての撮像強度を算出する際、データ品質の指標を与えることが可能である。最も簡単な形態では、品質の閾値を超えないデータは、アプリケーションソフトウェアへのデータ出力の前に単に破壊されてもよい。適用によっては、各亜標準データ点に品質の程度を与えるラベルが貼られてもよい。1バイトのサイズのラベルを、0(劣)から255(優)までの品質にラベル付けすることができる。

30

#### 【0161】

##### 走査されたストライプ

別の実施形態において、レーザーストライプは、回転多面鏡または振動ガルバノメータミラー(oscillating galvanometer mirror)を使用して、レーザースポットを走査することで作製される。ロールシャッターと飛点が同期し、投影されたストライプに沿った各点についてレーザー出力が設定される。近距離または遠距離で同期した動作を可能にするためには、テレセントリックレンズが必要である。回転鏡の角速度は、精密な制御および同期を必要とするが当業者によって提供され得る。

#### 【0162】

##### トラッキングウィンドウ

本実施形態は、ストライプが全体のフレームではなく、その中に存在するトラッキング矩形ウィンドウを使用することで、デジタルストライプ走査プローブ2の毎秒当りのストライプの速度を増加させる。図13は、トラッキングウィンドウ84内に画像センサ81を下げるストライプ画像82の概略である。トラッキングウィンドウ84は、常に画像センサ81の全幅である。トラッキングウィンドウ84は、ストライプを追跡して上下に動く。トラッキングウィンドウ84の深さは、ストライプ画像82の形状が変化するとき増減し得る。トラッキングウィンドウ84は、ストライプ画像82によって占める矩形面積よりも大きく、この別のウィンドウ領域は、フレーム間でストライプが大幅に動いてもなお捕捉されていることを可能とする。この別のウィンドウ領域は、典型的には、頂部およ

40

50

び底部において画像センサ 8 1 の高さの 1 0 % である。典型的には、画像センサ 8 1 配列の高さの 2 5 % である最小の高さのトラッキングウィンドウ 8 4 が存在する。走査の最初のフレームに対して、ウィンドウは全フレームのサイズである。次のフレームにおいて、ウィンドウはストライプ画像 8 2 の周囲に小さくなる。フレームが処理されるとき、ストライプ画像 8 2 上の最も低い点である L およびストライプ画像 8 2 の最も高い点である H が算出される。次のフレームに対するウィンドウサイズが、 $H + 0.1 F$  から  $L - 0.1 F$  として与えられる。ここで F は画像センサ 8 1 内の列の数である。トラッキングの待ち時間は、画像センサ 8 1 およびカメラ 1 6 の設計によって制限され得る。

#### 【 0 1 6 3 】

トラッキングウィンドウを使用する利点は、トラッキングウィンドウの外部のセンサの部分からのデータを読み取る（または処理する）必要が無いことであり、これはかなりの時間の節約となる。さらに、このように時間を節約するため、毎秒より多くの点がスキャナによって取得され得る。これは、より多くの毎秒当りのフレームが捕捉され処理されることを、1 つのフレームからのより速いデータの処理が可能にしているからである。このようにより高いサンプリングは、点の位置選定（例えば、同じ点は、数回取得されて平均され得る。）においてさらに良好な精度となる。少ないデータが読み取られてセンサから格納されるので記憶の必要も減る。C M O S を使用すると、フレームの一部のみが効果的に読まれるため、トラッキングは電子的に設定され得る。C C D を使用すると、全体のフレームが読まれると処理すべきデータが少ないため、トラッキングは計算中に便益を提供する。

#### 【 0 1 6 4 】

トラッキングウィンドウの外部の画素がセンサの積分時間中に電荷を蓄積しないように、スキャナが配列されてもよい。あるいは、全画素が電荷を蓄積するようにスキャナが配列されてもよい。後者の場合は、トラッキングウィンドウの外部の画素についての電荷は読み取られないが次のセンサ積分期間前にリセットされる。

#### 【 0 1 6 5 】

上記のロールシャッターは、トラッキングウィンドウ内で動作する。

#### 【 0 1 6 6 】

センサ

上記の実施形態において、走査プローブは、C M O S センサおよびロールシャッターを備えるか、または C C D を備える画像センサを有する。

#### 【 0 1 6 7 】

C M O S は、各画素が個別にアドレス指定され得るので、ロールシャッターの適用に適している。C M O S は、「アドレス指定可能カメラ」とも呼ばれている。また C M O S において、各画素は、それ独自の A / D 変換を実行する。さらに、ロールシャッターを使用すると、積分時間は全画素に対して同じである必要が無く、例えば、最初の半分は、 $t = 0 s$  および  $t = 5 s$  の間で、次の半分は、 $t = 5 s$  および  $t = 1 0 s$  の間で積分される。しかし、ロールシャッター適用については、任意のタイプのアドレス指定可能な画像センサが使用されてよい。すなわち、センサの所定の領域からのデータの選択的読み取りを、センサの他の領域からのデータを読み取る必要が無く、可能とする任意のタイプのセンサが使用されてよい。例えば、特定のタイプの C C D は、画素の選択された行または列からデータが読み取られることを可能とするため、アドレス指定可能であり、このような C C D が実施形態において使用されてもよい。

#### 【 0 1 6 8 】

C C D の個別の画素は、アドレス指定可能ではないため、本発明は、可変強度のストライプを有する組み合わせを採用するか、または最適化されたフレームを達成する。C C D においては、通常的时间（露光時間）、例えば  $0 s$  から  $1 0 s$  の時間中に光は各画素において積分される。積分の終了時点で、全アナログ信号がフレーム取り込み器に伝達されてデジタル化される。

#### 【 0 1 6 9 】

### レーザー修正

上記の実施形態において、走査プローブのストライププロジェクタ14は、対象物表面を照射するためのレーザーを採用している。レーザーは、可視、赤外等、任意の部分の電磁スペクトルで光を発することができる。また、白色光源等の代替がレーザーの代わりに使用されてもよい。

【0170】

### 他の修正

上記の実施形態において、単一のストライププロジェクタ14および単一のカメラ16が使用されている。しかし、複数のカメラが単一のストライププロジェクタと組み合わせで使用されてもよい。あるいは、複数のカメラが複数のストライププロジェクタと使用されてもよく、例えば、各ストライププロジェクタがストライプを異なる方向に投影し、各カメラが各ストライプを検出してよい。

【0171】

上記の実施形態において、対象物を走査するため、走査プローブは対象物に対して動かされ、ローカライザーは、走査プローブの位置を決定するように使用されている。しかし、代わりに、走査プローブが静止位置に維持され、対象物が静止プローブに対して既知の位置に動かされてもよい。例えば、対象物の位置は、上記のローカライザーのうちの1つを使用して決定されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0172】

本発明の実施形態を添付の図面を参照しつつ例示によってのみ記載する。

【図1】本発明の第1の実施形態に従った走査システムの概略レイアウト

【図2】デジタルストライプ走査プローブ

【図3】デジタルストライプ走査プローブのための冷却システム

【図4】デジタルストライプ走査プローブ上のバイザーの概略

【図5】デジタルストライプ走査プローブ上のストライプトリマー

【図6】図6A：ストライプトリマー用のピーナツ形状の開口の概略、図6B：ストライプトリマー用の1対のリップ形状の開口

【図7】デジタルストライプ走査プローブにおける電子回路

【図8】反射性の球を撮像するデジタルストライプ走査プローブ

【図9】図9A：ロールシャッターが採用されているときの画像センサ上のストライプ画像、図9B：ロールシャッターが採用されているときの各列により撮像された経時の強度  $I_I$ 、図9C：ロールシャッターが採用されているときの経時のストライププロジェクタにより投影強度  $I_p$  出力 (log10スケール)

【図10】図10A：可動ミラーまたはマイクロミラーアレイが採用されたときの画像センサ上の不完全なストライプ画像パターン、図10B：可動ミラーまたはマイクロミラーアレイが採用されたときの画像センサ上の不完全なストライプ画像パターン、図10C：可動ミラーまたはマイクロミラーアレイが採用されたときの画像センサ上の不完全なストライプ画像パターン、図10D：可動ミラーまたはマイクロミラーアレイが採用されたときの画像センサ上の不完全なストライプ画像パターン、図10E：可動ミラーまたはマイクロミラーアレイが採用されたときの画像センサ上の不完全なストライプ画像パターン、図10F：画像センサ上での取得したストライプ画像

【図11】図11A：経時の各列による撮像強度  $I_I$ 、図11B：経時のストライププロジェクタによる投影強度  $I_p$  出力 (log10スケール)

【図12】ストライプ上の点に対する新たな投影強度の計算方法

【図13】トラッキングウィンドウ内のストライプ画像の概略

【図14】撮像強度  $I_I$  および投影強度  $I_p$  の関係

【符号の説明】

【0173】

1 走査システム

10

20

30

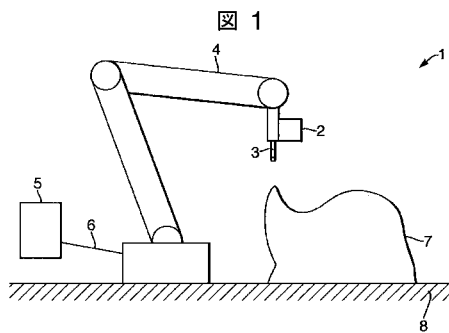
40

50

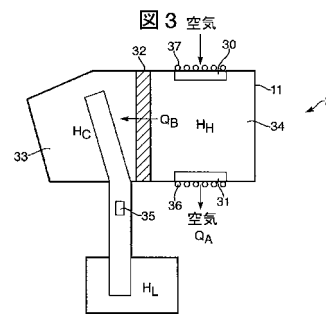
2	デジタルストライプ走査プローブ	
3	接触プローブ	
4	ローカライザー	
5	コンピュータ	
6	ケーブル	
7	対象物	
8	固体表面	
1 1	撮像筐体	
1 2	ストライププロジェクタ筐体	
1 3	硬質ベースプレート	10
1 4	ストライププロジェクタ	
1 5	ウィンドウ	
1 6	カメラ	
1 7	レンズ	
1 8	撮像ウィンドウ	
1 9	処理ユニット	
2 0	プローブコネクタ	
2 1	マウントプレート	
2 2	光径路	
3 0	ダストフィルタ	20
3 1	ファン	
3 2	熱障壁	
3 3	冷区分室	
3 4	熱区分室	
3 5	温度センサ	
3 6	出口孔部	
3 7	入口孔部	
4 1	バイザー	
4 2	バイザー検出器	
4 3	窪み	30
4 4	軸	
4 5	バイザー	
5 1	インジケータマーク	
5 3	ストライプトリマー	
5 4	回転ベアリング	
5 5	ストライプ	
5 6	位置決め窪み	
5 7	矩形開口	
7 1	距離計レーザースポット	
7 2	P S U (電源モジュール)	40
7 3	周辺機器接続モジュール	
7 4	D P S モジュール	
7 5	F P G A モジュール	
7 6	W i F i モジュール	
7 7	状態 L E D	
7 8	バッテリー	
7 9	メモリ	
8 0	電源 / データバス	
8 1	画像センサ	
8 2	ストライプ画像	50

- 8 4     D P S   C O M M S
- 9 1     撮像強度受容
- 9 2     投影強度受容
- 9 3     新たに投影された強度を算出
- 9 4     関係
- 9 5     投影された強度の座標
- 9 6     座標
- 9 7     ゼロ点
- 1 3 1    ストライプ画像
- 1 3 2    画像センサ
- 1 3 3 a   不完全なパターン
- 1 3 3 b   不完全なパターン
- 1 3 3 c   不完全なパターン
- 1 3 3 d   不完全なパターン
- 1 3 3 e   不完全なパターン

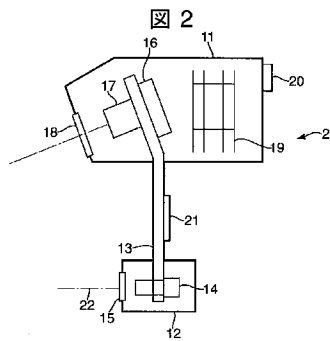
【図1】



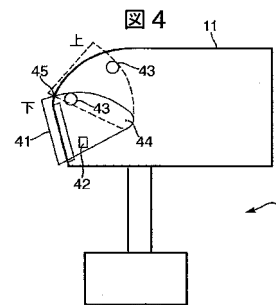
【図3】



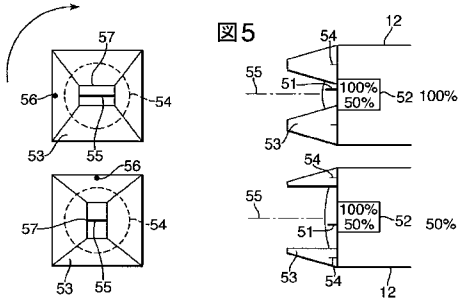
【図2】



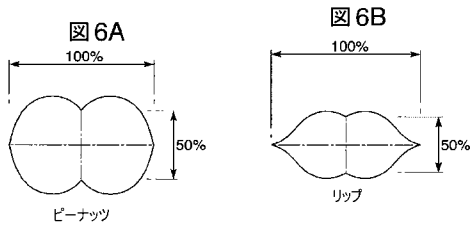
【図4】



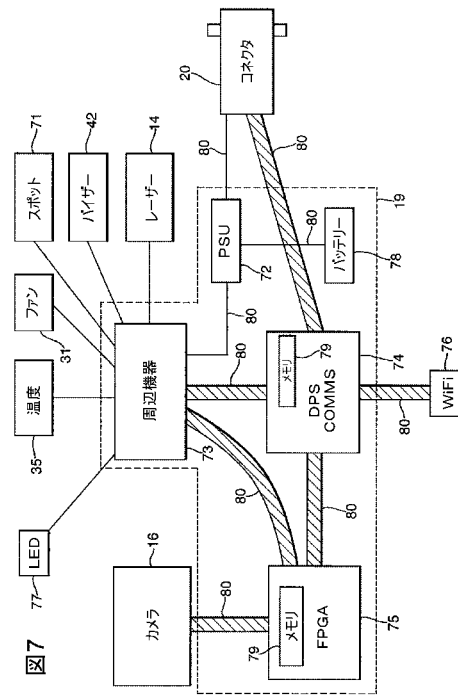
【図5】



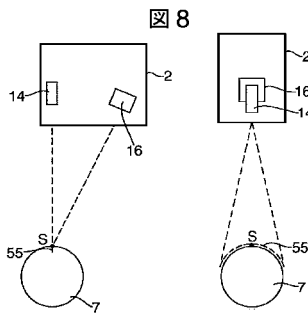
【図6】



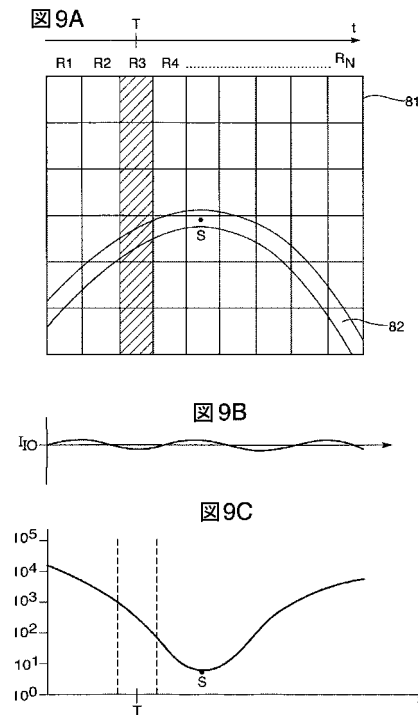
【図7】



【図8】

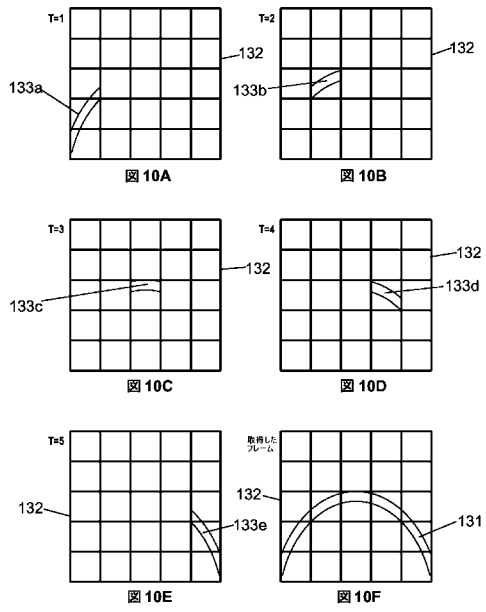


【図9】

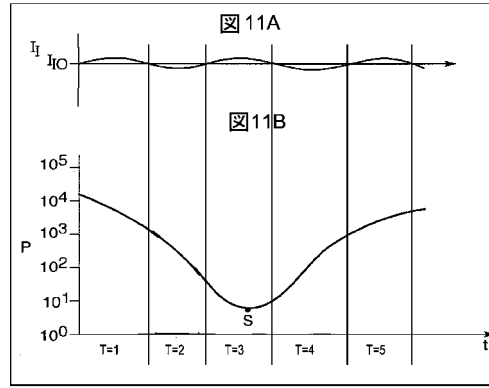




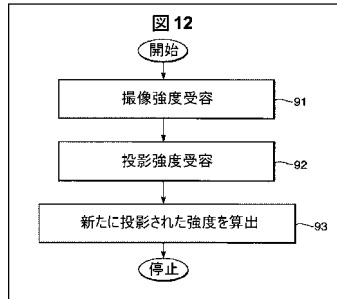
【図10】



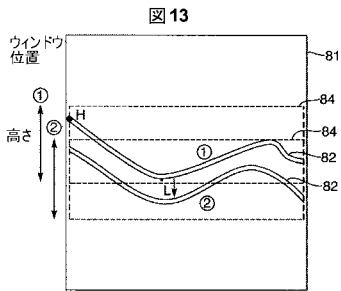
【図11】



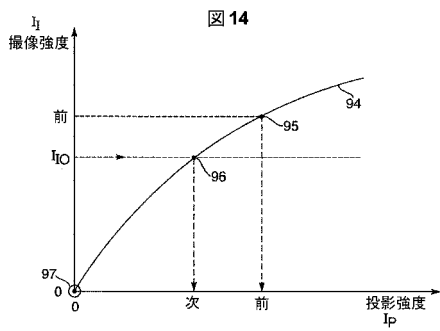
【図12】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100109346

弁理士 大貫 敏史

(72)発明者 クランプトン, ステファン ジェイムズ

英国, ロンドン グレーター ロンドン ダブリュー-2 4エーエー, 20 ヘレフォード ロード

(72)発明者 チャンプ, ピーター

英国, ピナー ミドルセックス エイチエー5 3エイチジー, 58 パロウ ポイント アベニュー

審査官 高野 美帆子

(56)参考文献 特開平06-300539(JP, A)

特開昭62-088906(JP, A)

特開2003-194526(JP, A)

特開2002-296017(JP, A)

特開2003-107389(JP, A)

特開2005-351851(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/225

G01B 11/25

G03B 15/00

G03B 15/02

G06T 1/00