

(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2016-191888

(P2016-191888A)

(43) 公開日 平成28年11月10日(2016.11.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 B	2F065
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300E	2F112
A61B 1/06 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	2H040
G02B 5/04 (2006.01)	A61B 1/06 A	2H042
G01B 11/245 (2006.01)	G02B 5/04 A	4C161
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-73132 (P2015-73132)
 (22) 出願日 平成27年3月31日 (2015. 3. 31)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 110001405
 特許業務法人篠原国際特許事務所
 (74) 代理人 100065824
 弁理士 篠原 泰司
 (74) 代理人 100104983
 弁理士 藤中 雅之
 (74) 代理人 100166394
 弁理士 鈴木 和弘
 (72) 発明者 高橋 進
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパス株式会社内

最終頁に続く

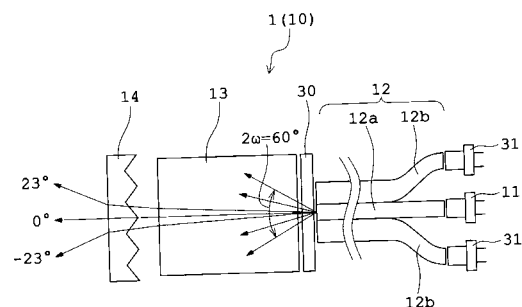
(54) 【発明の名称】 ステレオ計測用柄投影光学系及びそれを備えたステレオ計測内視鏡装置

(57) 【要約】

【課題】ステレオ計測光学系を備えた内視鏡装置において、物体面に特徴点が無くても、1ショット画像を用いて3次元計測でき、且つ、内視鏡先端部を小型・省スペース化可能なステレオ計測用柄投影光学系の提供。

【解決手段】左右視差での観察画像の位置ズレ量を用いて物体の3次元計測を行う内視鏡装置に備わるステレオ計測光学系が計測対象とする観察視野範囲に、柄を投影するステレオ計測用柄投影光学系であって、柄投影光学系1は、高コントラスト、観察系で観察可能な大きさで、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄を有し、左右方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列を投影でき、物体を照明する通常照明光学系と多重化され、柄の投影と通常照明とを切り替え可能に構成された柄投影手段10(11, 12, 13, 14)を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

左右視差での観察画像の位置ズレ量を用いて物体の 3 次元計測を行う内視鏡装置に備わるステレオ計測光学系が計測対象とする観察視野範囲に、柄を投影するステレオ計測用柄投影光学系であって、

前記柄投影光学系は、

高コントラスト、観察系で観察可能な大きさで、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄を有し、左右方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列を投影でき、物体を照明する通常照明光学系と多重化され、

柄の投影と通常照明とを切り替え可能に構成された柄投影手段を備えてなることを特徴とするステレオ計測用柄投影光学系。

10

【請求項 2】

前記柄投影手段は、

レーザ光源と、

前記レーザ光源からのレーザ光を導光するレーザ光導光用ファイバ束と、前記レーザ光導光用ファイバ束の周囲に配置され通常照明を行うための白色光源からの白色光を導光する白色光導光用ファイバ束とを束ねてなるライトガイドと、

前記ライトガイドの出射端側に配置され、内部を通る光を反射又は全反射する側面を有し、該ライトガイドから出射した光を導光する光学部材と、

前記ライトガイドから出射した光を導光する光学部材の出射端側に、前記レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光を複数の点状のレーザ光に分離・拡散するマイクロプリズムを配列してなり、前記マイクロプリズムの横方向の配列が、二次元座標上の横軸に対して傾く向きに配置されたマイクロプリズムアレイとからなることを特徴とする請求項 1 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

20

【請求項 3】

前記レーザ光導光用ファイバ束又は該レーザ光導光用ファイバ束における各光ファイバの大きさと前記マイクロプリズムアレイにおける各マイクロプリズムの大きさとが略等しいことを特徴とする請求項 2 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

【請求項 4】

前記ライトガイドから出射した光を導光する光学部材が、対称面を 2 つ以上有し且つ光軸を含む断面が対称な柱体形状に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

30

【請求項 5】

前記レーザ光導光用ファイバ束が、単一のファイバからなることを特徴とする請求項 2 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

【請求項 6】

前記レーザ光導光用ファイバ束が、低開口数のシングルモードファイバであるとともに、

前記ライトガイドから出射した光を導光する光学部材と、前記マイクロプリズムアレイとの間に、前記レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光束の角度を広角化する回折光学素子を備えたことを特徴とする請求項 2 ～ 5 のいずれかに記載のステレオ計測用柄投影光学系。

40

【請求項 7】

前記回折光学素子は、前記レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光を多点化しながら前記レーザ光導光用ファイバ束から出射した前記レーザ光束の角度を広角化することを特徴とする請求項 6 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

【請求項 8】

前記柄投影手段は、

特定波長のレーザ光を出射するレーザ光源と、

前記レーザ光源からのレーザ光の光路と通常照明を行うための白色光源からの白色光の

50

光路を共通の光路に統合するビームスプリッタと、

前記ビームスプリッタからの光を導光するライトガイドと、

前記ライトガイドの出射端側に配置され、前記特定波長を反射しその他の波長の光を透過する特性を備えた反射面に複数のピンホールが配列されてなるピンホール付き特定波長反射部材と、

前記ピンホール付き特定波長反射部材の光通過側に配置され、内部を通る光を反射又は全反射する側面を有し、該ピンホール付き特定波長反射部材を通過した光を導光する光学部材と、

前記ピンホール付き特定波長反射部材を通過した光を導光する光学部材の出射端側に、前記ライトガイドから出射し前記ピンホール付き特定波長反射部材のピンホールを通過した複数の点状の光の夫々を複数の光に分離・拡散するマイクロプリズムを配列してなり、前記ピンホールの横方向の配列に対する前記マイクロプリズムの横方向の配列が傾くように配置されたマイクロプリズムアレイとからなることを特徴とする請求項 1 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

【請求項 9】

前記ピンホール付き特定波長反射部材を通過した光を導光する光学部材が、対称面を 2 つ以上有し且つ光軸を含む断面が対称な柱体形状に形成されていることを特徴とする請求項 8 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

【請求項 10】

前記柄投影手段は、

通常照明を行うための白色光源から出射された白色光線を平行にする第 1 のレンズと、

前記第 1 のレンズによって平行となっている白色光線の光路上に挿脱可能に配置され、入射する前記白色光の一部を遮光して模様を形成する遮光部材と、

前記遮光部材の通過側に配置され、該遮光部材により形成された模様を結像する第 2 のレンズと、

前記第 2 のレンズの結像位置に配置され、前記の遮光部材を通過した光を導光するライトガイドと、

前記ライトガイドの出射端側に配置され、内部を通る光を反射又は全反射する側面を有し、該ライトガイドから出射した光を導光する光学部材と、

前記ライトガイドから出射した光を導光する光学部材の出射端側に、前記ライトガイドから出射した模様の像を複数の模様の像に分離・拡散するマイクロプリズムを配列してなり、前記マイクロプリズムの横方向の配列が二次元座標上の横軸に対して傾く向きに配置されたマイクロプリズムアレイとからなることを特徴とする請求項 1 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

【請求項 11】

前記ライトガイドから出射した光を導光する光学部材が、対称面を 2 つ以上有し且つ光軸を含む断面が対称な柱体形状に形成されていることを特徴とする請求項 10 に記載のステレオ計測用柄投影光学系。

【請求項 12】

請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載のステレオ計測用柄投影光学系を内視鏡先端部に備えたステレオ計測内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡装置に備わるステレオ計測光学系を介して物体の 3 次元計測を行う際に、特徴点のない物体面を特徴付けるためのステレオ計測用柄投影光学系及びそれを備えたステレオ計測内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、物体を 3 次元計測するステレオ計測光学系には、例えば、一对の観察光学系を

10

20

30

40

50

介して視差のある左右の物体面の像を撮像し、撮像した画像における物体面の特徴点に着目し、左右の画像における特徴点のズレ量から、物体空間での3次元座標を計算して、測定を行う、受動型ステレオ計測方法を用いたものがある（例えば、特許文献1参照）。

しかし、特許文献1記載のような受動型ステレオ計測方法を用いたステレオ計測光学系には、物体面に特徴点がないと計測ができないという問題点がある。例えば、無地の湾曲した曲面の形状等は、曲面が無地であって特徴点がないため、計測が難しい。

【0003】

しかるに、従来、特徴点のない物体を3次元計測するための手法として、カメラと光を発するプロジェクタを用いて三角測量する、能動型ステレオ計測方法がある。能動型三角測量方法としては、物体面にスポットを投影し、そのスポットを順次操作させ、その撮像面での移動軌跡から計測を行う方法（例えば、特許文献2参照）や、物体面全面に縞を投影し、その縞の変形度合いから物体面の形状を測定する方法（例えば、特許文献3参照）がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平10-248806号公報

【特許文献2】特開平5-45132号公報

【特許文献3】特開平5-87543号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献2に記載の方法は、画像の撮像回数が多く、操作に時間が掛かるため、移動する物体を3次元計測することができない。

また、特許文献3に記載の方法は、縞の明暗位相の反転が必要で、1ショット画像を用いて物体を3次元計測することができない。

【0006】

このように、従来の3次元計測では、物体面に特徴点がない場合、1ショット画像を用いて3次元計測することができなかった。

【0007】

また、ステレオ計測光学系を備えた内視鏡装置では、ステレオ計測光学系の一部を構成する一对の観察光学系が内視鏡先端部に備えられているが、内視鏡先端部は、生体への負担を鑑みて極力、小型化することが必要であり、一对の観察光学系や照明光学系の他には配置スペースをとることが難しい。

また、工業用途では、さらなる細径化が望まれているので、医療用途等と同様、配置スペースをとるのが難しい。

【0008】

本発明の幾つかの態様によれば、上記従来の課題を解決するために提案されたものであり、ステレオ計測光学系を備えた内視鏡装置において、物体面に特徴点が無くても、1ショット画像を用いて3次元計測でき、且つ、内視鏡先端部を小型・省スペース化可能なステレオ計測用柄投影光学系及びそれを備えたステレオ計測内視鏡装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するため、本発明の一態様によるステレオ計測用柄投影光学系は、左右視差での観察画像の位置ズレ量を用いて物体の3次元計測を行う内視鏡装置に備わるステレオ計測光学系が計測対象とする観察視野範囲に、柄を投影するステレオ計測用柄投影光学系であって、前記柄投影光学系は、高コントラスト、観察系で観察可能な大きさで、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄を有し、左右方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列を投影でき、物体を照明する通常照明光学系と多重化され、柄の投

10

20

30

40

50

影と通常照明とを切り替え可能に構成された柄投影手段を備えてなる。

【0010】

また、本発明の一態様によるステレオ計測内視鏡装置は、本発明の一態様によるステレオ計測用柄投影光学系を内視鏡先端部に備えている。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、ステレオ計測光学系を備えた内視鏡装置において、物体面に特徴点が無くても、1ショット画像を用いて3次元計測でき、且つ、内視鏡先端部を小型・省スペース化可能なステレオ計測用柄投影光学系及びそれを備えたステレオ計測内視鏡装置が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の第1実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。

【図2】図1のステレオ計測用柄投影光学系に備わるライトガイドの構成を示す図で、(a)はライトガイドの断面図、(b)はライトガイドに備わるレーザ光導光用ファイバ束を構成する個々の光ファイバの構成を示す部分拡大図である。

【図3】図1のステレオ計測用投影光学系に備わるマイクロプリズムアレイにおけるマイクロプリズムの一構成例の一部を示す説明図で、(a)は平面図、(b)は側面図である。

【図4】図1のステレオ計測用柄投影光学系に備わるマイクロプリズムアレイによって、一つの点状のレーザ光が複数の点状のレーザ光に分離・拡散される態様の一例を示す説明図である。

20

【図5】本発明の第2実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。

【図6】本発明の第3実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。

【図7】本発明の第4実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。

【図8】図7のステレオ計測用投影光学系に備わるピンホール付き特定波長反射部材の構成を示す説明図で、(a)はピンホール付き特定波長反射部材の平面図、(b)は特定波長反射部材に備わる反射膜の透過特性の一例を示すグラフ、(c)は特定波長反射部材に備わる反射膜の透過特性の他の例を示すグラフである。

30

【図9】図7の一変形例にかかるステレオ計測用柄投影光学系の構成を示す説明図である。

【図10】本発明の第5実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。

【図11】図10のステレオ計測用柄投影光学系に備わる遮光部材を介して形成される模様の一例を示す説明図である。

【図12】図10のステレオ計測用柄投影光学系に備わるマイクロプリズムアレイによって、一つの模様を形成する光の像が複数の模様を形成する光の像に分離・拡散される態様の一例を示す説明図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について、説明する。なお、以下に説明する実施の形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また、以下の実施形態で説明する構成の全てが、本発明における必須の構成要件であるとは限らない。

【0014】

本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系は、左右視差での観察画像の位置ズレ量を用いて物体の3次元計測を行う内視鏡装置に備わるステレオ計測光学系が計測対象とする観察視野範囲に、柄を投影するステレオ計測用柄投影光学系であって、前記柄投影光

50

学系は、高コントラスト、観察系で観察可能な大きさで、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄を有し、左右方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列を投影でき、物体を照明する通常照明光学系と多重化され、柄の投影と通常照明とを切り替え可能に構成された柄投影手段を備えてなる。

【0015】

本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、高コントラスト、観察系で観察可能な大きさで、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄を有し、ステレオ視差方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列を投影可能な柄投影手段を備えれば、物体面に特徴点がなくとも、物体面に投影される柄を特徴点とすることができる。その結果、3次元計測光学系を介して視差のある左右の観察画像における所定の柄を特徴点として用い、特徴点からの位置ずれ量を取得することによって、物体面に特徴点のない物体であっても、左右それぞれの1ショット画像を用いた3次元計測をすることができる。

10

【0016】

また、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、物体を照明する通常照明光学系と多重化され、柄の投影と通常照明とを切り替え可能に構成された柄投影手段を備えれば、スペースを共有化でき、内視鏡先端部を小型・省スペース化できる。そして、例えば、特徴点のある物体を3次元計測する場合や通常観察を行う場合には通常照明の照明光を物体に照射し、特徴点の無い物体を3次元計測する場合には物体に対し柄の投影を行う等、必要に応じて、通常照明と柄投影とを切り替えることができる。

20

【0017】

そして、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系では、柄投影手段の具体的な構成に応じて、次のような具体的な作用効果を奏する。

【0018】

本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記柄投影手段は、レーザ光源と、前記レーザ光源からのレーザ光を導光するレーザ光導光用ファイバ束と、前記レーザ光導光用ファイバ束の周囲に配置され通常照明を行うための白色光源からの白色光を導光する白色光導光用ファイバ束とを束ねてなるライトガイドと、前記ライトガイドの出射端側に配置され、内部を通る光を反射又は全反射する側面を有し、該ライトガイドから出射した光を導光する光学部材と、前記光学部材の出射端側に、前記レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光を複数の点状のレーザ光に分離・拡散するマイクロプリズムを配列してなり、前記マイクロプリズムの横方向の配列が、二次元座標上の横軸に対して傾く向きに配置されたマイクロプリズムアレイとから構成されている。

30

【0019】

本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、柄投影手段が、レーザ光導光用ファイバ束の周囲に白色光導光用ファイバ束を束ねてなるライトガイドを備えれば、柄投影光学系を通常照明光学系と多重化してスペースを共有化でき、内視鏡先端部を小型・省スペース化できる。また、レーザ光源と白色光源のON・OFFにより柄の投影と通常照明とを切り替えることができる。

また、本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、柄投影手段が、内部を通る光を反射又は全反射する側面を有し、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材を備えれば、光量のロスなく十分な明るさの柄投影、通常照明を行うことが可能となる。なお、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材としては、ロッド棒や、単ファイバが挙げられる。

40

また、本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、柄投影手段が、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材の出射端側に、レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光を複数の点状のレーザ光に分離・拡散するマイクロプリズムを配列してなるマイクロプリズムアレイを備えれば、観察系で観察可能な大きさで、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄を有する柄の配列を投影することが可能となる。

また、本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、柄投影手段が、マイクロプリズムの横方向の配列が、二次元座標上の横軸に対して傾く向きに配置されたマイクロ

50

リズムアレイを備えれば、左右方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列を投影することが可能となる。但し、柄の配列は縦横の格子状配列にはこだわらず、3方向の柄の配列でも良いし、その他の並びの配列でも良い。

また、本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、柄投影手段が柄投影に用いる光としてレーザ光を用いるようにすれば、マイクロプリズムアレイを介して分離・拡散させることで高コントラストの柄を投影することができる。

【0020】

また、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記レーザ光導光用ファイバ束又は該レーザ光導光用ファイバ束における各光ファイバの大きさと前記マイクロプリズムアレイにおける各マイクロプリズムの大きさとが略等しくなるように構成されている。

10

このようにすれば、レーザ光導光用ファイバ束又はレーザ光導光用ファイバ束における各光ファイバからのレーザ光を、マイクロプリズムアレイで、高コントラストで、且つ、柄を最大限に細かく投影できるという意味で、効率よく、分散・拡大できる。

なお、本発明におけるレーザ光導光用ファイバ束又はレーザ光導光用ファイバ束における各光ファイバの大きさとマイクロプリズムアレイにおける各マイクロプリズムの大きさが「大きさが略等しい」とは、互いの大きさの比が $1/10 \sim 1 \sim 10$ 倍程度の範囲におさまっていることを意味している。実際には、互いの大きさが数十ミクロン～数ミクロンの範囲にあることを意味している。

【0021】

20

また、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記ライトガイドから出射した光を導光する光学部材が、対称面を2つ以上有し且つ光軸を含む断面が対称な柱体形状に形成されている。

このようにすれば、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材から出射する光の方向の偏りを防ぐことができ、物体面に対しムラなく均一に模様の配列を投影することができる。

なお、本願における対称面を2つ以上有し且つ光軸を含む断面が対称な柱体形状としては、多角柱形状や円柱形状が挙げられる。

【0022】

また、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記レーザ光導光用ファイバ束が、単一のファイバからなる。

30

このようにすれば、レーザ光の伝送損失を抑えて、より十分な明るさの柄の投影光を投影できる。

【0023】

また、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記レーザ光導光用ファイバ束が、低開口数のシングルモードファイバであるとともに、前記ライトガイドから出射した光を導光する光学部材と、前記マイクロプリズムアレイとの間に、前記レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光束の角度を広角化する回折光学素子を備えている。

【0024】

40

本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、レーザ光導光用ファイバ束が低開口数であれば、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材の内部を通る光を側面に入射させずに済む。このため、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材として、光軸を中心として非回転対称な柱体形状のものをを用いても、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材から出射する光の方向の偏りを防ぐことができ、物体面に対しムラなく均一に模様の配列を投影することができる。

また、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材の内部を通る側面が全反射面となっている場合において、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材の内部を通る光を側面にライトガイドから出射する光が入射しても、光の入射角度を大きくなるため側面で確実に全反射させることができ、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材の

50

内部を通る光が側面を透過することによる光量ロスを生じさせずに済む。

ところで、レーザ光導光用ファイバ束が低開口数の特性を有する場合、出射するレーザ光束の角度は狭くなり、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材を経てマイクロプリズムアレイに入射する範囲が、光軸を中心とする一部の範囲に狭められる。その結果、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄の配列を投影することが難しくなる。

しかるに、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、ライトガイドから出射した光を導光する光学部材と、マイクロプリズムアレイとの間に、レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光束の角度を広角化する回折光学素子を備えれば、マイクロプリズムアレイに入射する範囲を広げることができる。その結果、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄の配列を投影することが可能となる。なお、マイクロプリズムアレイと回折光学素子の並び順は前後反転しても、回折光学素子の特性を最適化することで、ほぼ同じ効果を得ることができる。

【0025】

また、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記回折光学素子は、前記レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光を多点化しながら前記レーザ光導光用ファイバ束から出射した前記レーザ光束の角度を広角化する。

【0026】

レーザ光導光用ファイバ束は、複数のレーザ光用の光ファイバで構成されており、各光ファイバを出射するレーザ光は点状に分かれている。しかしながら、レーザ光導光用ファイバ束が低開口数である場合、夫々の光ファイバから出射した夫々のレーザ光の広がり狭いために互いに重なりあって一つの光束となり個々の点状のレーザ光を認識し難い。その結果、マイクロプリズムアレイを介して光束を分離、拡散しても、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄の配列を投影できないおそれがある。

しかるに、本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、レーザ光束の角度を広角化する回折光学素子を、レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光を多点化する機能を備えた構成とすれば、レーザ光導光用ファイバ束が低開口数で、夫々の光ファイバから出射した夫々のレーザ光が重なりあって一つの光束となり易い場合であっても、回折光学素子が、レーザ光導光用ファイバ束から出射したレーザ光を多点化することで、マイクロプリズムアレイを介して光束を分離、拡散したときに、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄の配列を投影できる。

【0027】

また、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記柄投影手段は、特定波長のレーザ光を出射するレーザ光源と、前記レーザ光源からのレーザ光の光路と通常照明を行うための白色光源からの白色光の光路を共通の光路に統合するビームスプリッタと、前記ビームスプリッタからの光を導光するライトガイドと、前記ライトガイドの出射端側に配置され、前記特定波長を反射しその他の波長の光を透過する特性を備えた反射面に複数のピンホールが配列されてなるピンホール付き特定波長反射部材と、前記ピンホール付き特定波長反射部材の光通過側に配置され、内部を通る光を反射又は全反射する側面を有し、該ピンホール付き特定波長反射部材を通過した光を導光する光学部材と、前記光学部材の出射端側に、前記ライトガイドから出射し前記ピンホール付き特定波長反射部材のピンホールを通過した複数の点状の光の夫々を複数の光に分離・拡散するマイクロプリズムを配列してなり、前記ピンホールの横方向の配列に対する前記マイクロプリズムの横方向の配列が傾くように配置されたマイクロプリズムアレイとからなる。

【0028】

本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、柄投影手段が、レーザ光源からのレーザ光の光路と通常照明を行うための白色光源からの白色光の光路を共通の光路に統合するビームスプリッタを備えれば、柄投影光学系を通常照明光学系と多重化でき、内視鏡先端部を小型・省スペース化できる。また、レーザ光源と白色光源のON・OFFにより

10

20

30

40

50

柄の投影と通常照明とを切り替えることができる。

また、本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、柄投影手段が、特定波長のレーザ光を出射するレーザ光源と、ライトガイドの出射端側に配置され、前記特定波長を反射しその他の波長の光を透過する特性を備えた反射面に複数のピンホールが配列されるピンホール付き特定波長反射部材を備えれば、複数の点状のレーザ光を形成して柄の配列を形成できる。なお、ピンホール付き特定波長反射部材は、反射面がレーザ光源から出射された特定波長のレーザ光以外の波長を透過させる特性を有しているため、白色光を用いた通常観察における明るさに悪影響を与えずに済む。

【0029】

また、本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記ピンホール付き特定波長反射部材を通過した光を導光する光学部材が、対称面を2つ以上有し且つ光軸を含む断面が対称な柱体形状に形成されている。

このようにすれば、ピンホール付き特定波長反射部材を通過した光を導光する光学部材から出射する光の方向の偏りを防ぐことができ、物体面に対しムラなく均一に模様の配列を投影することができる。

【0030】

また、本発明の実施形態のステレオ計測用柄投影光学系においては、好ましくは、前記柄投影手段は、通常照明を行うための白色光源から出射された白色光線を平行にする第1のレンズと、前記第1のレンズによって平行となっている白色光線の光路上に挿脱可能に配置され、入射する前記白色光の一部を遮光して模様を形成する遮光部材と、前記遮光部材の通過側に配置され、該遮光部材により形成された模様を結像する第2のレンズと、前記第2のレンズの結像位置に配置され、前記の遮光部材を通過した光を導光するライトガイドと、前記ライトガイドの出射端側に配置され、内部を通る光を反射又は全反射する側面を有し、該ライトガイドから出射した光を導光する光学部材と、前記光学部材の出射端側に、前記ライトガイドから出射した模様の像を複数の模様の像に分離・拡散するマイクロプリズムを配列してなり、前記マイクロプリズムの横方向の配列が二次元座標上の横軸に対して傾く向きに配置されたマイクロプリズムアレイとからなる。

【0031】

本実施形態のステレオ計測用柄投影光学系のように、柄投影手段が、通常照明を行うための白色光源から出射された白色光線を平行にする第1のレンズと、第1のレンズによって平行となっている白色光線の光路上に挿脱可能に配置され、入射する白色光の一部を遮光して模様を形成する遮光部材と、遮光部材の通過側に配置され、遮光部材により形成された模様を結像する第2のレンズを備えれば、1種類の光源で通常観察と柄の投影を行うことが可能となり、柄投影光学系を通常照明光学系と多重化でき、内視鏡先端部を小型・省スペース化できる。そして、非干渉光源を用いることにより、マイクロプリズムアレイで拡散したときのスペックルの発生を抑え、明瞭な柄の配列を投影することができる。

また、遮光部材の挿脱により柄の投影と通常照明とを切り替えることができる。

【0032】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0033】

第1実施形態

図1は本発明の第1実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。図2は図1のステレオ計測用柄投影光学系に備わるライトガイドの断面図で、(a)はライトガイドの断面図、(b)はライトガイドに備わるレーザ光導光用ファイバ束を構成する個々の光ファイバの構成を示す部分拡大図である。図3は図1のステレオ計測用柄投影光学系に備わるマイクロプリズムアレイにおけるマイクロプリズムの一構成例の一部を示す説明図で、(a)は平面図、(b)は側面図である。図4は図1のステレオ計測用柄投影光学系に備わるマイクロプリズムアレイによって、一つの点状のレーザ光が複数の点状のレーザ光に分離・拡散される態様の一例を示す説明図である。

【0034】

第1実施形態のステレオ計測用柄投影光学系1は、図1に示すように、柄投影手段10を備えている。なお、図1中、30はカバーガラス、31は通常照明を行うための白色光を出射する白色光源である。

柄投影手段10は、レーザ光源11と、ライトガイド12と、ロッド棒13と、マイクロプリズムアレイ14とで構成されている。

レーザ光源11は、レーザダイオードで構成されている。

【0035】

ライトガイド12は、レーザ光導光用ファイバ束12aと、白色光導光用ファイバ束12bを束ねて構成されている。

レーザ光導光用ファイバ束12aは、図2(a)に示すように、ライトガイド12の中心軸上に配置された複数の光ファイバ12a_nで構成されている。そして、レーザ光導光用ファイバ束12aは、各光ファイバ12a_nを介して、レーザ光源11から出射したレーザ光を導光し、複数の点状のレーザ光に分離・拡散する。

なお、レーザ光導光用ファイバ束12aの径は、ライトガイド12の径（例えば、1mm）の5～10分の1程度（例えば、0.1～0.2μm）、レーザ光導光用ファイバ束12aを構成する個々の光ファイバ12a_nの径は、レーザ光導光用ファイバ束12aの径の約5～6分の1程度（例えば、20～30μm）の大きさを有している。

白色光導光用ファイバ束12bは、レーザ光導光用ファイバ束12aの周囲に配置された複数の光ファイバ12b_nで構成されている。そして、白色光導光用ファイバ束12bは、各光ファイバ12b_nを介して、白色光源31からの白色光を導光する。

なお、ライトガイド12が束になっている部位の形状は、円柱形状でも角柱形状でもよい。

【0036】

ロッド棒13は、内部を通る光を全反射する側面を有し、ライトガイド12から出射した光を導光する多角柱形状（ここでは四角柱形状）に形成されたガラス製又は樹脂製の透明部材で構成され、ライトガイド12の出射端側に配置されている。なお、ロッド棒13の形状は、対称面を2つ以上有し且つ光軸を含む断面が対称な柱体形状であれば、多角形状の形状でもよく、例えば、円柱形状に形成されたものであってもよい。また、ロッド棒13は反射する側面を有する構成でもよい。

マイクロプリズムアレイ14は、例えば、図3に示すような形状のマイクロプリズム14_nを配列して構成されている。マイクロプリズム14_nは、2つの第1の傾斜部14_aと、第1の傾斜部14_aとは傾斜の異なる、2つの第2の傾斜部14_bと、谷部14_cとで構成されている。隣り合うマイクロプリズム14_nにおける第1の傾斜部14_a同士、第2の傾斜部14_b同士は、夫々傾斜の異なる山形状を形成している。

そして、夫々のマイクロプリズム14_nは、レーザ光導光用ファイバ束12aから出射したレーザ光（複数の点状のレーザ光の束又は複数の点状のレーザ光の夫々）を例えば、図4に示すように、複数の点状のレーザ光に分離・拡散する。また、マイクロプリズムアレイ14は、ロッド棒13の出射端側に、マイクロプリズム14_nの横方向の配列が二次元座標上の横軸（X軸）に対してα°傾くように、光軸を中心とする回転方向に所定角度回転させた向きに配置されている。なお、マイクロプリズム14_nの横方向の配列の二次元座標上の横軸（X軸）に対する傾きα°は、好ましくは、5°～30°程度が良い。

また、マイクロプリズムアレイ14におけるマイクロプリズム14_nの配列により形成される夫々の山形状のピッチは、ここでは、例えば0.20mmの大きさとなっており、マイクロプリズムアレイ14は、各マイクロプリズム14_nの大きさが、レーザ光導光用ファイバ束12a又はレーザ光導光用ファイバ束12aにおける各光ファイバ12a_nの大きさと略等しくなるように、各マイクロプリズム14_nを配列して備えている。なお、谷部14_cは、ここでは、一辺の長さが例えば0.070mmの正方形の形状に形成されている。

【0037】

このように構成された第1実施形態の3次元計測用柄投影光学系1では、柄の投影を行

10

20

30

40

50

う場合、白色光源 3 1 を OFF にして、レーザ光源 1 1 を ON にする。

レーザ光源 1 1 から出射したレーザ光は、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a に入射し、複数の光ファイバ 1 2 a_n を通り、出射端から複数の点状のレーザ光に分離・拡散して出射する。

レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a の出射端から出射したレーザ光は、カバーガラス 3 0 を経てロッド棒 1 3 に入射し、一部の光がロッド棒 1 3 の側面で全反射し、他の光が直進しながら、ロッド棒 1 3 の内部を導光され、マイクロプリズムアレイ 1 4 に入射する。

マイクロプリズムアレイ 1 4 の夫々のマイクロプリズム 1 4_n は、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a から出射したレーザ光（複数の点状のレーザ光の束又は複数の点状のレーザ光の夫々）を例えば、図 4 に示すように、複数の点状のレーザ光に分離・拡散する。これにより、点状の柄の配列が物体面に投影される。

10

このとき、マイクロプリズムアレイ 1 4 は、ロッド棒 1 3 の出射端側に、マイクロプリズム 1 4_n の横方向の配列が二次元座標上の横軸（X 軸）に対して α° 傾くように、光軸を中心とする回転方向に所定角度回転させた向きに配置されているため、物体面に投影される柄の配列は、横方向の配列が二次元座標上の横軸（X 軸）に対して α° 傾き、観察画面内で左右方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列となる。

なお、第 1 実施形態の 3 次元計測用柄投影光学系 1 が物体面に投影した柄の配列は、図示していない内視鏡先端部に備わる図示しない左右の対物光学系、撮像光学系を介して視差の異なる 2 つの画像として取得される。取得した左右の画像における所定の柄を特徴点として 3 次元計測手段が左右の画像におけるズレ量から、物体空間での 3 次元座標を計算して、測定を行う。

20

一方、白色光による通常観察を行う場合、白色光源 3 1 を ON にして、レーザ光源 1 1 を OFF にする。白色光源 3 1 を出射した白色光は、白色光導光用ファイバ束 1 2 b、カバーガラス 3 0、ロッド棒 1 3、マイクロプリズムアレイ 1 4 を経て、物体面を照射する。

【0038】

第 1 実施形態の 3 次元計測用柄投影光学系 1 によれば、柄投影手段 1 0 が、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a の周囲に白色光導光用ファイバ束 1 2 b を束ねてなるライトガイド 1 2 を備えたので、柄投影光学系を通常照明光学系と多重化してスペースを共有化でき、内視鏡先端部を小型・省スペース化できる。また、レーザ光源 1 1 と白色光源 3 1 の ON・OFF により柄の投影と通常照明とを切り替えることができる。

30

また、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 によれば、柄投影手段 1 0 が、内部を通る光を反射又は全反射する側面を有し、ライトガイド 1 2 から出射した光を導光する光学部材として機能するロッド棒 1 3 を備えたので、光量のロスなく十分な明るさの柄投影、通常照明を行うことが可能となる。

また、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 によれば、柄投影手段 1 0 が、ロッド棒 1 3 の出射端側に、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a から出射したレーザ光を複数の点状のレーザ光に分離・拡散するマイクロプリズム 1 4_n を配列してなるマイクロプリズムアレイ 1 4 を備えたので、観察系で観察可能な大きさで、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄を有する柄の配列を投影することが可能となる。

40

また、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 によれば、柄投影手段 1 0 が、マイクロプリズム 1 4_n の横方向の配列が、二次元座標上の横軸に対して α° 傾く向きに配置されたマイクロプリズムアレイ 1 4 を備えたので、左右方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列を投影することが可能となる。

また、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 によれば、柄投影手段 1 0 が柄投影に用いる光をレーザ光にしたので、高コントラストの柄を投影することができる。

【0039】

また、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 によれば、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a 又はレーザ光導光用ファイバ束 1 2 a における各光ファイバ 1 2 a_n の大きさとマイクロプリズムアレイ 1 4 における各マイクロプリズム 1 4_n の大きさとが略等しく

50

なるように構成したので、レーザ光導光用ファイバ束 12a 又はレーザ光導光用ファイバ束 12a における各光ファイバ 12a_n からのレーザ光を、マイクロプリズムアレイで、高コントラストで、且つ、柄を最大限に細かく投影できるという意味で、効率よく、分散・拡大できる。

【0040】

また、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 によれば、ロッド棒 13 を、対称面を 2 つ以上有し且つ光軸を含む断面が対称な柱体形状に形成したので、ロッド棒 13 の内部の側面で光を均一に反射させて、ロッド棒 13 から出射する光の方向の偏りを防ぐことができ、物体面に対しムラなく均一に模様の配列を投影することができる。

【0041】

第 2 実施形態

図 5 は本発明の第 2 実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。なお、第 1 実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0042】

第 2 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1' は、第 1 実施形態の変形例であって、図 5 に示すように、レーザ光導光用ファイバ束 12a' が、高開口数の単一のファイバで構成されている。

その他の構成は、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 と略同じである。

なお、レーザ光導光用ファイバ束は、複数本のシングルモードファイバ束で構成しても良い。

【0043】

第 2 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1' によれば、レーザ光の伝送損失を抑えて、より十分な明るさの柄の投影光を投影できる。

その他の作用効果は、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1' と略同じである。

【0044】

第 3 実施形態

図 6 は本発明の第 3 実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。なお、第 1 実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0045】

第 3 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1'' は、第 1 実施形態の変形例であって、レーザ光導光用ファイバ束 12a'' が、低開口数の特性（例えば、NA = 0.15 程度）を有するシングルモードファイバを使用している。

また、ロッド棒 13 と、マイクロプリズムアレイ 14 との間に、回折光学素子（DOE : Diffractive Optical Elements）15 を備えている。

回折光学素子 15 は、レーザ光導光用ファイバ束 12a'' から出射したレーザ光を多点化しながらレーザ光導光用ファイバ束 12a'' から出射したレーザ光束の角度を広角化するように構成されている。

その他の構成は、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 と略同じである。

【0046】

第 3 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1'' によれば、レーザ光導光用ファイバ束 12a'' が低開口数の特性を有しているので、ライトガイド 12 から出射した光を導光する光学部材として機能するロッド棒 13 の内部を通る光を側面で反射させずに済む。このため、ロッド棒 13 に、光軸を中心として非回転対称な柱体形状のものをを用いても、ロッド棒 13 から出射する光の方向の偏りを防ぐことができ、物体面に対しムラなく均一に模様の配列を投影することができる。

また、ロッド棒 13 の内部を通る側面が全反射面である場合において、ロッド棒 13 の内部を通る光を側面に対しライトガイド 12 から出射する光が入射したとしても、ロッド

10

20

30

40

50

棒 1 3 の側面で確実に全反射させることができ、ロッド棒 1 3 の内部を通る光が側面を透過することによる光量ロスを生じさせずに済む。

また、第 3 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 ” によれば、ロッド棒 1 3 と、マイクロプリズムアレイ 1 4 との間に、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a から出射したレーザ光束の角度を広角化する回折光学素子 1 5 を備えたので、マイクロプリズムアレイ 1 4 に入射する範囲を広げることができる。その結果、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄の配列を投影することが可能となる。

また、第 3 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 ” によれば、回折光学素子 1 5 が、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a から出射したレーザ光を多点化する機能を備えているので、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a が低開口数で、夫々の光ファイバ 1 2 a_n から出射した夫々のレーザ光が重なりあって一つの光束となり易い場合であっても、回折光学素子 1 5 が、レーザ光導光用ファイバ束 1 2 a から出射したレーザ光を多点化することで、マイクロプリズムアレイを介して光束を分離、拡散したときに、観察画面内で物体面の情報を得るために十分な数の柄の配列を投影できる。

【0047】

第 4 実施形態

図 7 は本発明の第 4 実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。図 8 は図 7 のステレオ計測用投影光学系に備わるピンホール付き特定波長反射部材の構成を示す説明図で、(a) はピンホール付き特定波長反射部材の平面図、(b) は特定波長反射部材に備わる反射膜の透過特性の一例を示すグラフ、(c) は特定波長反射部材に備わる反射膜の透過特性の他の例を示すグラフである。図 9 は図 7 の変形例にかかるステレオ計測用柄投影光学系の構成を示す説明図である。なお、第 1 実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0048】

第 4 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 ” ’ は、図 7 に示すように、柄投影手段 1 0 ’ を備えている。

柄投影手段 1 0 ’ は、レーザ光源 1 1 ’ と、ビームスプリッタ 1 6 と、レンズ 1 9 と、ライトガイド 1 2 ’ と、ピンホール付き特定波長反射部材 1 7 と、ロッド棒 1 3 と、マイクロプリズムアレイ 1 4 ’ とで構成されている。

レーザ光源 1 1 ’ は、特定波長のレーザ光を出射する。

ビームスプリッタ 1 6 は、レーザ光源 1 1 ’ からのレーザ光の光路と通常照明を行うための白色光源 3 1 からの白色光の光路を共通の光路に統合するように構成されている。図 7 の例では、ビームスプリッタ 1 6 は、レーザ光源 1 1 ’ からのレーザ光を反射し、白色光源 3 1 からの白色光を透過する特性を有している。

レンズ 1 9 は、ビームスプリッタ 1 6 により統合された光路上に配置され、レーザ光源 1 1 ’、白色光源 3 1 からの光（レーザ光又は白色光）を集光する。

ライトガイド 1 2 ’ は、レンズ 1 9 により集光されたビームスプリッタ 1 6 からの光（レーザ光又は白色光）を導光する複数の光ファイバで構成されている。

【0049】

ピンホール付き特定波長反射部材 1 7 は、ライトガイド 1 2 ’ の出射端側に配置されている。そして、ピンホール付き特定波長反射部材 1 7 は、レーザ光の波長と同じ特定波長を反射しその他の波長の光を透過する特性を備えた反射膜を備えた反射面 1 7 a に複数のピンホール 1 7 b_n が配列されて構成されている。

ロッド棒 1 3 は、第 1 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1 におけるものと略同じである。

【0050】

マイクロプリズムアレイ 1 4 ’ は、図 3 に示したマイクロプリズム 1 4_n と同様の形状のマイクロプリズム 1 4_n ’ を配列して構成されている。夫々のマイクロプリズム 1 4_n ’ は、ライトガイド 1 2 ’ から出射しピンホール付き特定波長反射部材 1 7 のピンホール 1 7 b_n を通過した複数の点状のレーザ光の夫々を複数のレーザ光に分離・拡散する。ま

た、マイクロプリズムアレイ 14' は、ロッド棒 13 の出射端側に、ピンホール 17b_n の横方向の配列に対するマイクロプリズム 14_n' の横方向の配列が α° 傾いた状態となるように配置されている。

例えば、マイクロプリズムアレイ 14' は、ピンホール 17b_n の横方向の配列が二次元座標上の横軸（X 軸）に平行となっているピンホール付き特定波長反射部材 17 に対しては、マイクロプリズム 14_n' の横方向の配列が二次元座標上の横軸（X 軸）に対して α° 傾くように配置される。

また、例えば、マイクロプリズムアレイ 14' は、ピンホール 17b_n の横方向の配列が二次元座標上の横軸（X 軸）に対して α° 傾いているピンホール付き特定波長反射部材 17 に対しては、マイクロプリズム 14_n' の横方向の配列が二次元座標上の横軸（X 軸）に平行となるように配置される。

10

【0051】

このように構成された第 4 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1'' では、柄の投影を行う場合、白色光源 31 を OFF にして、レーザ光源 11' を ON にする。

レーザ光源 11' から出射したレーザ光は、ビームスプリッタ 16 を反射し、レンズ 19 により集光されてライトガイド 12' に入射し、ライトガイド 12' 内の複数の光ファイバ（符号省略）を通り出射端から出射する。

ライトガイド 12' を出射したレーザ光は、カバーガラス 30 を経てピンホール付き特定波長反射部材 17 に入射し、一部のレーザ光はピンホール 17b_n を通過し、残りのレーザ光はピンホール付き特定波長反射部材 17 の反射面 17a で反射し、通過が阻止される。これにより、レーザ光は、ピンホール付き特定波長反射部材 17 のピンホール 17b_n を通過することで、複数の点状のレーザ光に分離される。

20

ピンホール付き特定波長反射部材 17 のピンホール 17b_n を通過して複数の点状に分離したレーザ光は、ロッド棒 13 の内部を導光され、マイクロプリズムアレイ 14' に入射する。

マイクロプリズムアレイ 14' の夫々のマイクロプリズム 14_n' は、ライトガイド 12' から出射しピンホール付き特定波長反射部材 17 のピンホール 17b_n を通過した複数の点状のレーザ光の夫々を複数のレーザ光に分離・拡散する。

このとき、マイクロプリズムアレイ 14' は、ロッド棒 13 の出射端側に、ピンホール 17b_n の横方向の配列に対するマイクロプリズム 14_n' の横方向の配列が傾いた状態となるように配置されているため、物体面に投影される柄の配列は、観察画面内で左右方向に隣り合う柄同士の判別が可能な柄の配列となる。

30

一方、白色光による通常観察を行う場合、白色光源 31 を ON にして、レーザ光源 11' を OFF にする。白色光源 31 を出射した白色光は、ビームスプリッタ 16 を透過し、レンズ 19 により集光されてライトガイド 12' に入射し、カバーガラス 30、ピンホール付き特定波長反射部材 17、ロッド棒 13、マイクロプリズムアレイ 14' を経て、物体面を照射する。

【0052】

第 4 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1'' によれば、柄投影手段 10' が、レーザ光源 11' からのレーザ光の光路と通常照明を行うための白色光源 31 からの白色光の光路を共通の光路に統合するビームスプリッタ 16 を備えたので、柄投影光学系を通常照明光学系と多重化でき、内視鏡先端部を小型・省スペース化できる。また、レーザ光源 11' と白色光源 31 の ON・OFF により柄の投影と通常照明とを切り替えることができる。

40

また、第 4 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1'' によれば、柄投影手段 10' が、特定波長のレーザ光を出射するレーザ光源 11' と、ライトガイド 12' の出射端側に配置され、特定波長を反射しその他の波長の光を透過する特性を備えた反射面 17a に複数のピンホール 17b_n が配列されてなるピンホール付き特定波長反射部材 17 を備えたので、複数の点状のレーザ光を形成して柄の配列を形成できる。なお、ピンホール付き特定波長反射部材 17 は、反射面 17a がレーザ光源 11' から出射された特定波長のレ

50

ーザ光以外の波長を透過させる特性を有しているので、白色光を用いた通常観察における明るさに悪影響を与えずに済む。

その他の作用効果は、第1実施形態のステレオ計測用柄投影光学系1と略同じである。

【0053】

なお、第4実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系1''における、白色光とレーザ光の光路を統合してライトガイド12'の端面に入射させる構成は、例えば、図9に示すような構成であってもよい。

図9の例では、白色光源31とライトガイド12'の間における白色光の光路上には、レンズ19aと、円筒単ファイバ22と、円筒型ビームスプリッタ16'が配置されている。

また、レーザ光源11'とライトガイド12'の間におけるレーザ光の光路上には、レンズ19bと、円筒型ビームスプリッタ16'が配置されている。

レンズ19aは、白色光源31からの光を集光する。

円筒単ファイバ22は、レンズ19aにより集光された白色光源31からの白色光を導光する。

レンズ19bは、レーザ光源11'からの光を集光する。

円筒型ビームスプリッタ16'は、レーザ光源11'からのレーザ光の光路と通常照明を行うための白色光源31からの白色光の光路を共通の光路に統合するように構成されている。図9の例では、ビームスプリッタ16'は、レーザ光源11'からのレーザ光を反射し、白色光源31からの白色光を透過する特性を有している。

その他の構成及び作用効果は図7の例のステレオ計測用柄投影光学系1''と略同じである。

【0054】

第5実施形態

図10は本発明の第5実施形態にかかるステレオ計測用柄投影光学系の概略構成を示す説明図である。図11は図10のステレオ計測用柄投影光学系に備わる遮光部材を介して形成される模様の一例を示す説明図である。図12は図10のステレオ計測用柄投影光学系に備わるマイクロプリズムアレイによって、一つの模様を形成する光の像が複数の模様を形成する光の像に分離・拡散される態様の一例を示す説明図である。なお、第1実施形態と同様の構成については、構成部材に同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0055】

第5実施形態のステレオ計測用柄投影光学系1'''は、図10に示すように、柄投影手段10''を備えている。

柄投影手段10''は、第1のレンズ20aと、遮光部材18と、第2のレンズ20bと、ライトガイド12''と、ロッド棒13と、マイクロプリズムアレイ14''とで構成されている。

第1のレンズ20aは、通常照明を行うための白色光源31から出射された白色光線を平行にする。

遮光部材18は、通常照明を行うための白色光源31からの白色光の光路上に第1のレンズ20aによって平行となっている白色光線の光路上に挿脱可能に配置され、入射する白色光の一部を遮光して、例えば図11に示すような模様を形成するように構成されている。図11の例では、遮光部材18は、光の透過領域が環状に形成されていて、同心円状の影を形成する絞りで構成されている。なお、遮光部材18が形成する模様の形状は、図11に示すものに限定されるものではなく、どのような形状であってもよい。

第2のレンズ20bは、遮光部材18の通過側に配置され、遮光部材18により形成された模様を結像する。

ライトガイド12''は、第2のレンズ20bの結像位置に配置され、遮光部材18を通過した光を導光する。

ロッド棒13は、第1実施形態におけるものと略同様に構成されている。

マイクロプリズムアレイ14''は、図3に示したマイクロプリズム14_nと同様の形状

10

20

30

40

50

のマイクロプリズム 14_n”を配列して構成されている。夫々のマイクロプリズム 14_n”は、ライトガイド 12”から出射した模様の像を例えば、図 12 に示すように、複数の模様の像に分離・拡散する。そして、マイクロプリズムアレイ 14”は、ロッド棒 13 の出射端側に、マイクロプリズム 14_n”の横方向の配列が二次元座標上の横軸（X 軸）に対して α° 傾くように、光軸を中心とする回転方向に α° 回転させた向きに配置されている。

【0056】

このように構成された第 5 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1”’では、柄の投影を行う場合、白色光源 31 を ON にしたままの状態、遮光部材 18 を第 1 のレンズ 20a によって平行となっている白色光線の光路上に挿入する。

白色光源 31 から出射した白色光は、第 1 のレンズ 20a を通り、遮光部材 18 により一部の白色光が遮光されて、例えば図 11 に示すような模様を形成され、第 2 のレンズ 20b を介してライトガイド 12”の入射端に結像し、ライトガイド 12”内の複数の光ファイバ（符号省略）を通り出射端から出射する。

ライトガイド 12”の出射端から出射したレーザ光は、カバーガラス 30 を経てロッド棒 13 に入射し、一部の光がロッド棒 13 の側面で全反射し、他の光が直進しながら、ロッド棒 13 の内部を導光され、マイクロプリズムアレイ 14 に入射する。

マイクロプリズムアレイ 14 の夫々のマイクロプリズム 14_nは、ライトガイド 12”から出射した模様の像を例えば、図 12 に示すように、複数の模様の像に分離・拡散する。これにより、環状の明部と同心円状の暗部とからなる柄の配列が物体面に投影される。

一方、白色光による通常観察を行う場合、遮光部材 18 を第 1 のレンズ 20a によって平行となっている白色光線の光路上から抜き出す。白色光源 31 を出射した白色光は、第 1 のレンズ 20a、第 2 のレンズ 20b、ライトガイド 12”、カバーガラス 30、ロッド棒 13、マイクロプリズムアレイ 14 を経て、物体面を照射する。

【0057】

第 5 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1””によれば、柄投影手段 10”が、通常照明を行うための白色光源 31 から出射された白色光線を平行にする第 1 のレンズ 20a と、第 1 のレンズ 20a によって平行となっている白色光線の光路上に挿脱可能に配置され、入射する白色光の一部を遮光して模様を形成する遮光部材 18 と、遮光部材 18 の通過側に配置され、遮光部材 18 により形成された模様を結像する第 2 のレンズ 20b を

備えれば、1 種類の光源で通常観察と柄の投影を行うことが可能となり、柄投影光学系を通常照明光学系と多重化でき、内視鏡先端部を小型・省スペース化できる。

また、第 5 実施形態のステレオ計測用柄投影光学系 1””によれば、非干渉光源を用いることにより、マイクロプリズムアレイ 14 で拡散したときのスペックルの発生を抑え、明瞭な柄の配列を投影することができる。

【0058】

上記各実施形態で説明したステレオ計測用柄投影光学系は、例えば、特開平 10-248806 号公報に記載されているようなステレオ計測内視鏡装置の内視鏡先端部に備えられる。

ステレオ計測内視鏡装置の内視鏡先端部には、左右一対の対物レンズを有して視差のある 2 つの観察画像を撮像する観察光学系を備えている。ステレオ計測内視鏡装置は、観察光学系を介して取得した視野のある 2 つの観察画像における、ステレオ計測用投影光学系により物体面に付与された柄の配列を特徴点とし、特徴点とする柄の輝度変化等に基づく、特徴点のズレ量を求め、左右の画像における特徴点のズレ量から、物体空間での 3 次元座標を計算して、測定を行う。

【0059】

以上、本発明の実施形態およびその変形例について説明したが、本発明は、各実施形態およびその変形例に記載のとおり構成に限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を変更しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、各実施

形態やその変形例に記載した複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を導出することができる。例えば、各実施形態やその変形例に記載した全ての構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよいし、異なる実施形態やその変形例に記載した構成要素を適宜組み合わせてもよい。このように、発明の要旨を変更しない範囲で、種々の変形や応用が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0060】

本発明のステレオ計測用柄投影光学系は、物体の3次元計測をすることが求められる分野に有用である。

【符号の説明】

10

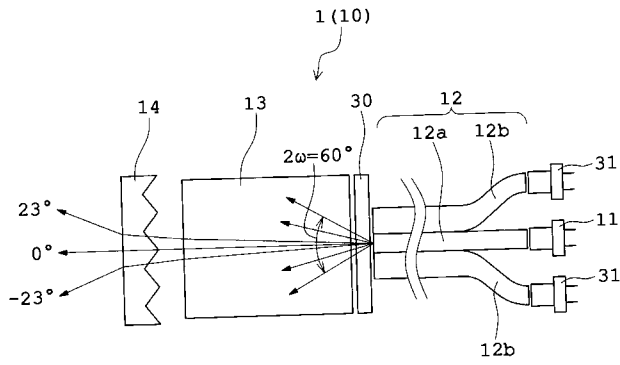
【0061】

1、1'、1"、1"'、1""	ステレオ計測用柄投影光学系
10、10'、10"	柄投影手段
11、11'	レーザ光源
12、12'、12"	ライトガイド
12a、12a'、12a"	レーザ光導光用ファイバ束
12a _n 、12b _n	光ファイバ
12b	白色光導光用ファイバ束
13	ロッド棒
14、14'、14"	マイクロプリズムアレイ
14 _n 、14 _n '、14 _n "	マイクロプリズム
14 _n a	第1の山部
14 _n b	第2の山部
14 _n c	谷部
15	回折光学素子(DOE)
16	ビームスプリッタ
17	ピンホール付き特定波長反射部材
17a	反射面
17b _n	ピンホール
18	遮光部材
19、19a、19b	レンズ
20a	第1のレンズ
20b	第2のレンズ
30	カバーガラス
31	白色光源

20

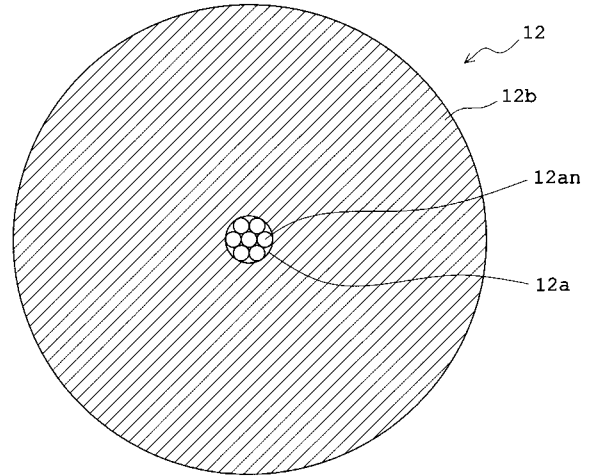
30

【図 1】

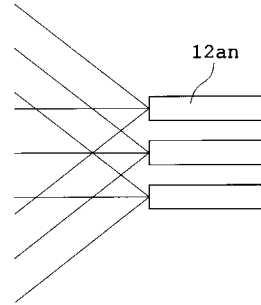


【図 2】

(a)

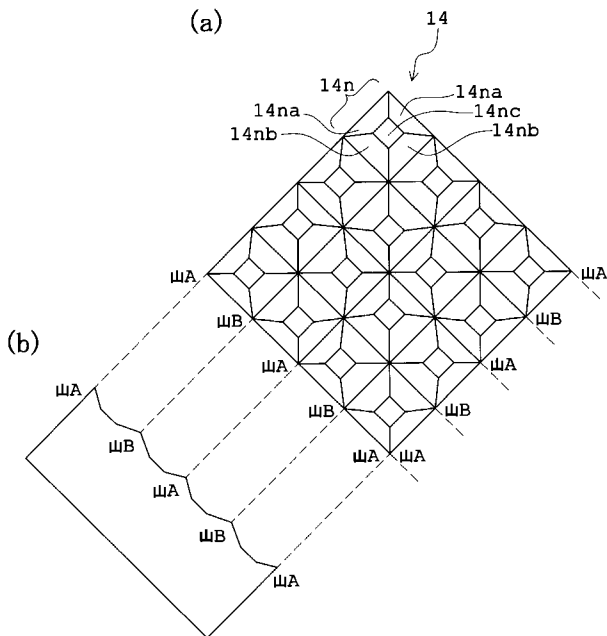


(b)



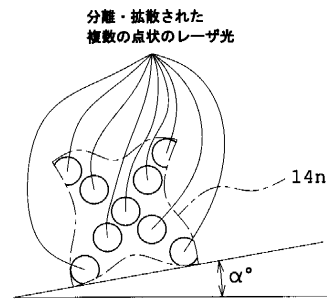
【図 3】

(a)

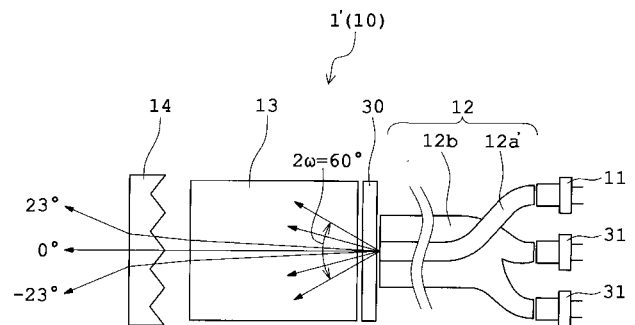


(b)

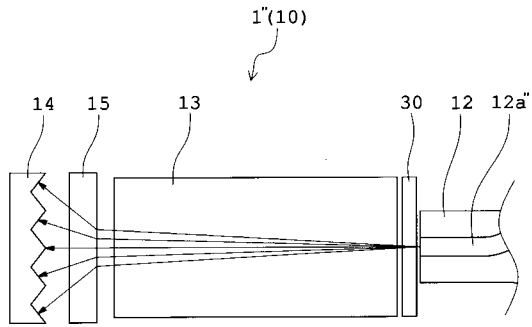
【図 4】



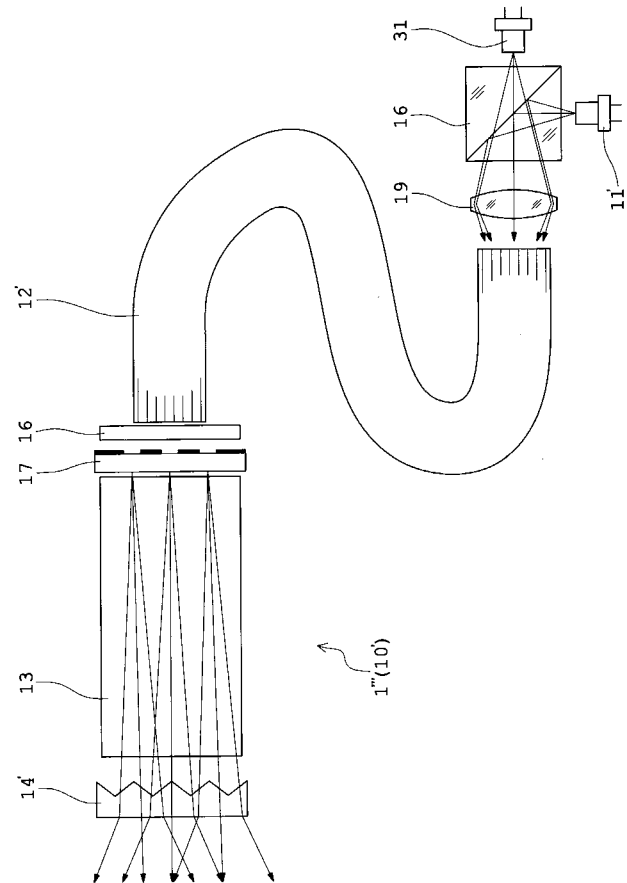
【図 5】



【図 6】

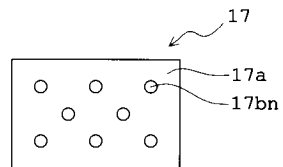


【図 7】

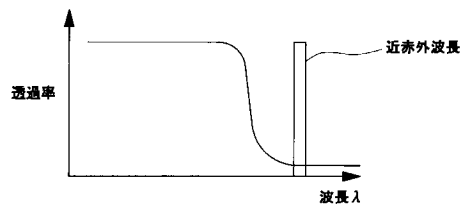


【図 8】

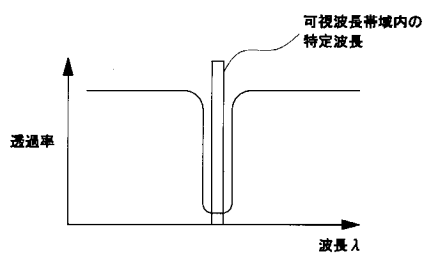
(a)



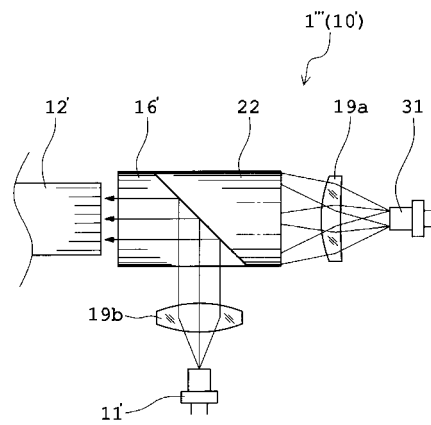
(b)



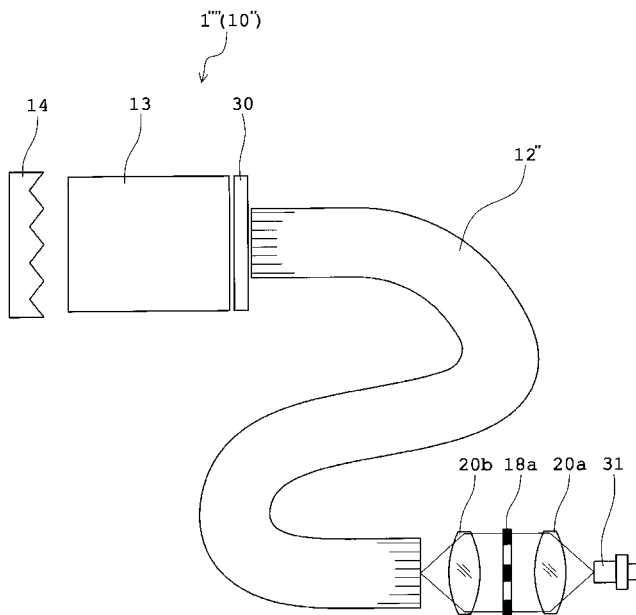
(c)



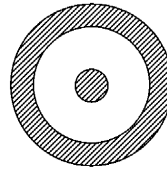
【図 9】



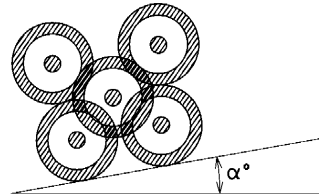
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
G 0 1 B	11/25	(2006.01)	G 0 1 B	11/245	H	
G 0 1 C	3/06	(2006.01)	G 0 1 B	11/25	H	
			G 0 1 C	3/06	1 1 0 B	

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA53 CC16 DD02 FF05 FF09 GG06 GG24 HH04 JJ03
 JJ05 JJ26 LL02 LL04 LL10 LL20 LL28 LL30 LL37 LL42
 LL46 LL47
 2F112 AA09 AC06 BA06 BA10 CA01 CA08 DA04 DA08 DA10 DA11
 DA22 DA26 DA30 DA40 EA01 FA35 GA01
 2H040 BA15 CA04 CA11 CA12 CA13
 2H042 CA12 CA17
 4C161 AA29 BB06 CC06 FF40 GG01 HH52 JJ17 LL08 NN01 QQ01
 QQ02 QQ07 QQ09 RR04 RR26

专利名称(译)	用于立体测量的图案投影光学系统和具有该系统的立体测量内窥镜设备		
公开(公告)号	JP2016191888A	公开(公告)日	2016-11-10
申请号	JP2015073132	申请日	2015-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	高橋進		
发明人	高橋 進		
IPC分类号	G02B23/26 A61B1/00 A61B1/06 G02B5/04 G01B11/245 G01B11/25 G01C3/06		
FI分类号	G02B23/26.B A61B1/00.300.E A61B1/00.300.Y A61B1/06.A G02B5/04.A G01B11/245.H G01B11/25.H G01C3/06.110.B A61B1/00.522 A61B1/00.551 A61B1/00.731 A61B1/06.610 A61B1/07.730 A61B1/07.731 A61B1/07.732 A61B1/07.733 A61B1/07.735		
F-TERM分类号	2F065/AA04 2F065/AA53 2F065/CC16 2F065/DD02 2F065/FF05 2F065/FF09 2F065/GG06 2F065/GG24 2F065/HH04 2F065/JJ03 2F065/JJ05 2F065/JJ26 2F065/LL02 2F065/LL04 2F065/LL10 2F065/LL20 2F065/LL28 2F065/LL30 2F065/LL37 2F065/LL42 2F065/LL46 2F065/LL47 2F112/AA09 2F112/AC06 2F112/BA06 2F112/BA10 2F112/CA01 2F112/CA08 2F112/DA04 2F112/DA08 2F112/DA10 2F112/DA11 2F112/DA22 2F112/DA26 2F112/DA30 2F112/DA40 2F112/EA01 2F112/FA35 2F112/GA01 2H040/BA15 2H040/CA04 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/CA13 2H042/CA12 2H042/CA17 4C161/AA29 4C161/BB06 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/GG01 4C161/HH52 4C161/JJ17 4C161/LL08 4C161/NN01 4C161/QQ01 4C161/QQ02 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR04 4C161/RR26		
代理人(译)	铃木弘		
其他公开文献	JP6548431B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种立体测量用图案投影光学系统，即使在物体表面没有特征点的情况下也能够通过使用单次图像进行三维测量，并且能够实现小型化和在包括立体测量光学系统的内窥镜装置中节省空间。解决方案：用于立体测量的图案投影光学系统将图案投影到作为包括在内窥镜中的立体测量光学系统的测量目标的观察视野区域装置，其执行a的三维测量

