

(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2007-105140

(P2007-105140A)

(43) 公開日 平成19年4月26日(2007.4.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B</b> 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 3 O O D	2 F 1 1 2
<b>A 6 1 B</b> 5/107 (2006.01)	A 6 1 B 5/10 3 O O Z	2 H 0 4 0
<b>G O 1 C</b> 3/06 (2006.01)	G O 1 C 3/06 1 2 O Q	4 C 0 3 8
<b>G O 2 B</b> 23/24 (2006.01)	G O 2 B 23/24 A	4 C 0 6 1
<b>G O 1 S</b> 17/32 (2006.01)	G O 1 C 3/06 1 4 O	5 J 0 8 4
審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 8 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2005-297282 (P2005-297282)

(22) 出願日 平成17年10月12日 (2005.10.12)

(71) 出願人 304023318

国立大学法人静岡大学

静岡県静岡市駿河区大谷836

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳

(74) 代理人 100084995

弁理士 加藤 和詳

(74) 代理人 100085279

弁理士 西元 勝一

(74) 代理人 100099025

弁理士 福田 浩志

(74) 代理人 100122219

弁理士 梅村 勁樹

最終頁に続く

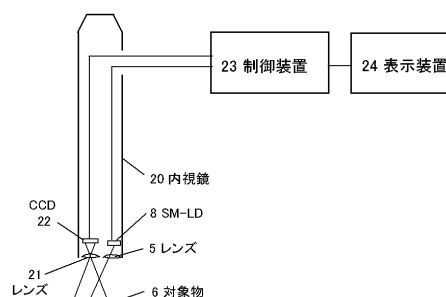
(54) 【発明の名称】 自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡

## (57) 【要約】

【課題】これまでの内視鏡において対象物までの距離を測るには対象物にスポット光を照射し、三角法に基づいて距離を求めていたが、基線長が短く精度に問題があった。また自己混合半導体レーザによれば近距離でも精度よく距離が測れるが、多点における計測が困難であった。

【解決手段】自己混合半導体レーザの発光部を光軸と直交する方向に変位させて、レーザ光の方向を変えることにより対象物表面を走査する。または中間部に光ファイバーを介在させ、光ファイバーの端部を光軸と直交する方向に変位させて、レーザ光の方向を変える。さらにはレーザの発光部を2次元に配列し、時分割駆動することにより対象物表面を走査する。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

自己混合レーザを備えた内視鏡において、対象物の複数箇所にレーザ光を照射する手段を有することにより、対象物の複数点において距離を計測してなる自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

**【請求項 2】**

自己混合レーザを備えた内視鏡において、自己混合レーザの発光部の位置を光軸と直交する方向に移動させるアクチュエータを備え、対象物の複数箇所にレーザ光を照射することにより、対象物の複数点において距離を計測してなる自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

10

**【請求項 3】**

自己混合レーザを備えた内視鏡において、レーザの発光部を内視鏡中間部または操作部に設け、該発光部から光ファイバーによりレーザ光を内視鏡先端部まで導くとともに、内視鏡先端部において光ファイバー端を光軸と直交する方向に移動させるアクチュエータを備え、対象物の複数箇所にレーザ光を照射することにより、対象物の複数点において距離を計測してなる自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

**【請求項 4】**

自己混合レーザを備えた内視鏡において、レーザ発光部を複数個備え、これらレーザ発光部を時分割駆動することにより、対象物の複数箇所にレーザ光を照射し、対象物の複数箇所において距離を計測してなる自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

20

**【請求項 5】**

自己混合レーザを備えた内視鏡において、偏光の異なる 2 種類以上のレーザ発光部を備え、対象物の複数箇所にレーザ光を同時に照射することにより、対象物の複数箇所において距離を計測してなる自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

**【請求項 6】**

自己混合レーザを備えた内視鏡において、発振周波数の異なる 2 種類以上のレーザ発光部を備え、対象物の複数箇所にレーザ光を同時に照射することにより、対象物の複数箇所において距離を計測してなる自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

**【請求項 7】**

前記内視鏡において、レーザ発光部を内視鏡の先端部に設けてなる請求項 4 乃至 6 記載の自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

30

**【請求項 8】**

前記内視鏡において、レーザ発光部を内視鏡の中間部に設け、該発光部から光ファイバーによりレーザ光を内視鏡先端部まで導いてなる請求項 4 乃至 6 記載の自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

**【請求項 9】**

前記内視鏡において、レーザ発光部を内視鏡の操作部に設け、該発光部から光ファイバーによりレーザ光を内視鏡先端部まで導いてなる請求項 4 乃至 6 記載の自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡。

**【発明の詳細な説明】**

40

**【技術分野】****【0001】**

この発明は、内視鏡における対象物までの距離を計測する技術に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来、内視鏡において対象物までの距離を計測するためには、対象物にスポット光を照射し、その画像をカメラで捉えてカメラ、照射器及びスポットの位置から三角測量の原理に基づいて、距離を求めていた(特許文献 1, 2 参照)。

しかしながら、この手法においてはカメラ - 照射器間の基軸長が内視鏡の先端部のサイズを超えることができず、その精度に問題があった。

50

また、三角測量によらない距離計測技術も考えられている(特許文献3, 4及び非特許文献1参照)。これは対象物に照射したレーザ光と、対象物からの反射光とを自己干渉(自己混合)させ、発振周波数の変化から距離を求める技術であるが、2次元的な走査手段が必要であり装置が大きいものとなっていた。

【特許文献1】特許2875832号

【特許文献2】特開平5-52531号公報

【特許文献3】特開平10-246782号公報

【特許文献4】特開平2-112784号公報

【非特許文献1】S.Shinohara et al. "Compact and High-precision range finder with wide dynamic range and its application" IEEE Trans.Instrumntation and Measure 10  
ment. Vol.41, No.1, pp.40-44(1992)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

三角測量法による限り、内視鏡における基軸長の短さを克服することは困難である。

【課題を解決するための手段】

【0004】

この発明は、三角測量法に代わる新しい計測手法において、小型化に係る提案を行うものである。これまでレーザ光を用いる距離計は、三角測量法の一つとして存在していた。ここではレーザ光を連続三角波で周波数変調することにより距離を測定する技術を採用するとともに、かかる技術を内視鏡へ適用する際の構造を提案する。 20

非接触型の距離計測法として、これまで三角測量法、光切断法、モアレトポグラフィ法が使われてきている。この発明では、レーザ光を連続三角波で周波数変調する自己混合半導体レーザ(Self-Mixing Laser Diode: 以下「SM-LD」という)による距離計を用いることとする。

【0005】

SM-LDを用いる距離計の原理自体は既に知られているが、以下に概略を説明する。

図1にSM-LD距離速度計の基本構成を示す。発振器(1)により発生された三角波電圧はレーザダイオード電流源(2)に与えられるため、レーザダイオード(3)に与えられる電流は三角波で変調されることとなる。ダイオードへの注入電流増加時には共振器内の屈折率の減少と温度上昇を引き起こし、レーザ光の周波数が低くなる。またレーザ光強度も変調される。周波数変調されたレーザダイオードからの出射光は、レンズを通り、ターゲット表面に照射される。ターゲット表面で散乱した光の一部は出射光と同一の経路を逆に辿りレーザダイオード共振器に戻る。 30

すると、その戻り光は共振器内の光と自己干渉(自己混合)を起こし、レーザダイオードパッケージに内蔵されているフォトダイオード(4)の出力波形に、変調三角波及び外部共振器共振状態の変化に起因する階段状の変化(モードホップ)が重なって現れる。

【0006】

すなわち、図2に示すように、レーザダイオード(3)の内部の反射面(11, 12)で構成される長さL1の内部共振器と、外部の対象物(6)の表面の反射面(13)とレーザ表面の反射面(12)で構成される長さL2の外部共振器とが結合された複合共振器が構成されており、変調周波数と複合共振器の共振周波数との間で干渉が生じ、発振強度に影響を与える。 40

この階段状の変化(モードホップ)は、変調三角波の上昇部と下降部とにおいて周期的である。モードホップ信号の周波数(周期)は、レーザダイオードとターゲット間の距離Lと、レーザダイオードの光軸方向のターゲット速度vに依存する。したがって、モードホップ周波数(周期)を計測すれば、レーザダイオードからターゲットまでの距離及びターゲットの速度が決定される。このように、SM-LD距離速度計測の光学系は、フォトダイオードを内蔵したレーザダイオードパッケージと集光レンズだけで、非常にコンパクトに構成することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0007】

自己混合半導体レーザは、周期的に発振周波数を変化させる半導体レーザと、該半導体レーザから放射された光を対象物に照射するとともに該対象物からの反射光の一部を前記半導体レーザに帰還し結合させる光学系と、前記半導体レーザの出力を計測する光電変換素子と、該光電変換素子の出力変化から対象物までの距離を求める演算回路とを具備してなり、小型化が図れる。

SM-LD距離速度計測の光学系は小型であるが、基本構造のままでは照射点の1点までの距離しか測れない。そこで回転ミラーや振動ミラーにより走査を行うことにより、これまで複数点の距離を計測していた。しかしながら、かかる構成では内視鏡のような小型機器に用いることは困難である。 10

## 【実施例1】

## 【0008】

図3に、内視鏡(20)の先端部に撮像素子であるCCD(22)と、SM-LD(8)とを設けた例を示している。CCD(22)には撮像用のレンズ(21)が設けられ、SM-LD(8)には投射用のレンズ(5)が設けられている。単体のSM-LDでは一箇所にのみ光を照射するので、一点でのみの距離計測となるから、ここでは2次元配列した複数のSM-LD素子を用いることが望ましい。

SM-LD素子を複数配置すれば、それぞれからの信号を処理して複数点までの距離情報を得る。これには内視鏡の先端部に設ける形態と、中間部または操作側に設けて光ファイバーで伝送する形態とがある。SM-LD素子の配置も好ましくは2次元の面状配置であるが、格納空間の制約により1次元のアレイ状配置となることもある。 20

## 【0009】

CCD(22)で撮像された対象物(6)の像は、制御装置(23)内の信号処理回路で処理され、SM-LD(8)から得られた距離情報とともに表示装置(24)に表示される。一点のみの距離情報であれば、表示エリアの一部に数値情報として表示するが、多点で距離情報が得られれば三次元表示することが可能となる。

一点のみの距離情報を得るにあたっては、複数配置されたSM-LD素子のうち一つを利用して距離表示を希望する対象点にレーザ光を照射することとなる。あとで説明するアクチュエータによるスキャンを行うときには、アクチュエータによる変位を制御し、任意の対象点にレーザ光を照射する。これらはスキャン動作の一時停止と考えることができる。 30

一方で、三次元表示するには右目用画像と左目用画像とを作成し、表示装置(24)として立体視可能な表示器を用いる必要がある。簡易化するならば等高線表示とし、基準位置の等高線を白あるいは黄色で表示し、基準位置より遠い等高線を徐々に青く、基準位置より近い等高線を徐々に赤く表示することとすれば、通常のカラー表示器が採用できる。

また、単体のSM-LD素子が小型であっても三次元表示するために2次元配列を行うと大型化するため、内視鏡(20)の先端部に収納することは困難となる。この場合には図4に示すように、光ファイバー(23)を用いて、光伝送することにより解決できる。

SM-LD(8)からのレーザ光は結像用のレンズ(10)により光ファイバー(23)の端面に照射される。この光は、光ファイバー(23)内を通過し、他の端面より放射されるが、投射用のレンズ(5)により、対象物(6)の表面に焦点を結ぶように調節される。対象物からの反射光も同様に逆の経路を辿りSM-LD(8)にフィードバックされる。 40

## 【実施例2】

## 【0010】

複数のSM-LD素子を用いて2次元に配列すると大型化し、コスト的にも割高である。

解決策として、 piezo素子のような小型のアクチュエータにより照射点を変位させて、複数点までの距離情報を得る。このためには、SM-LD素子そのものを変位させる形態と、SM-LD素子からの光を伝送してきた光ファイバーの端面を変位させる形態とがあ 50

る。この例を図 5 に示す。

図 5 (a) は、S M - L D (8) にアクチュエータ (24) を結合させ、光軸と直交する方向に変位させる。これにより照射点の変位が期待できる。図 5 (b) は光ファイバー (23) を光中継に用いた際の例である。図 5 (a) と同様に S M - L D (8) を変位させている。図 5 (c) は図 5 (b) と同じく光ファイバー (23) を用いる例であるが、ここでは S M - L D (8) ではなく、光ファイバー (23) の端面をアクチュエータ (24) により光軸と直交する方向に移動させている。図 5 (c) の変形として対象物 (6) 側の光ファイバー (23) の端面を変位させてもよいことは、当業者にとって自明であろう。

また、S M - L D (8) や光ファイバー (23) 端面の変位に代えて、レンズ (5, 10) を光軸と直交する方向に変位させても同様の効果が得られるものである。なお、図 5 (d) は、先に述べた S M - L D 素子を複数配列し、時分割で順次発光させることにより対象物 (6) の異なる位置を照射する例を示している。時分割の駆動に代えて、液晶シャッタなどの電子的シャッタを用いて等価的に順次発光する構成も可能である。

#### 【実施例 3】

##### 【0011】

これまで述べた 2 次元配列の S M - L D 素子を用いる構成と、単一の S M - L D 素子を用いてアクチュエータでレーザ光の照射位置を変位させる構成との、中間に位置する構成をここで提案する。

S M - L D 素子を 1 次元のアレイ状に配置し、この素子群をアクチュエータにより変位させることにより、実質的に 2 次元の面状配置と等価な信号を得る構成とする。

この実施例においても、S M - L D を変位させる構成、光ファイバーの端面を変位させる構成、レンズを変位させる構成など、上記実施例 2 における各種の変形が考えられる。

#### 【実施例 4】

##### 【0012】

S M - L D 素子を複数設けたとしても、干渉が生じるので同時に動作させることはできない。通常の実操作ではそれほどの悪影響はないが、高速性が要求される場合には欠点となる。その解決のためには、レーザの周波数を異ならせて干渉を防ぐようにすればよい。また、駆動用の三角波の位相を 90 度程度ずらして影響が打ち消されるような駆動法を採用することも可能である。さらには、偏光フィルタを採用し、ビーム光間の干渉を防ぐことも可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

##### 【0013】

この発明は、S M - L D (自己混合半導体レーザ) を用いることにより、これまでの三角測量に基づく計測に比べて、基線長の影響を受けることなく対象物までの距離測定が可能となった。また、単体の S M - L D 素子 (または光ファイバー端面あるいはレンズ) を光軸と直交する方向に変位させることにより、面走査が可能となり、これにより三次元画像表示 (立体視) が可能となった。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0014】

【図 1】自己混合半導体レーザ (S M - L D) の基本構成を示す図

【図 2】S M - L D における内部共振回路と外部共振回路を示す図

【図 3】内視鏡の先端部に S M - L D を設けた構成を示す図

【図 4】内視鏡の操作部に S M - L D を設けた構成を示す図

【図 5】照射点を変位させる各種構成例を示す図。(a) は S M - L D をアクチュエータにより変位させる例、(b) は光ファイバーを中間に設けた例、(c) は光ファイバーの端面をアクチュエータにより変位させる例、(d) は S M - L D 素子をアレイ状に配置し順次照射を行う例をそれぞれ示している。

#### 【符号の説明】

##### 【0015】

1 発振部

10

20

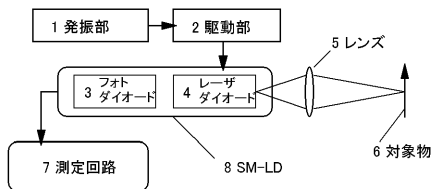
30

40

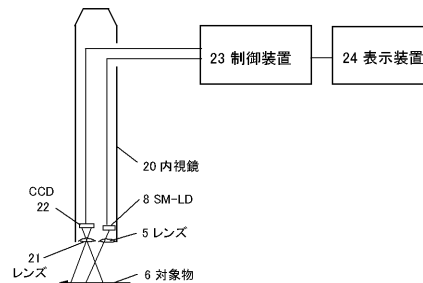
50

- 2 駆動部
- 3 フォトダイオード
- 4 レーザダイオード
- 5 , 10 , 21 レンズ
- 6 対象物
- 7 測定回路
- 8 S M - L D ( 自己混合半導体レーザ )
- 20 内視鏡
- 22 C C D
- 23 光ファイバー

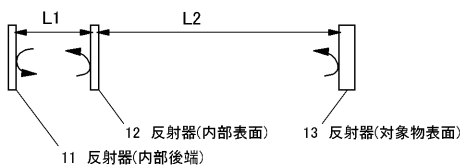
【 図 1 】



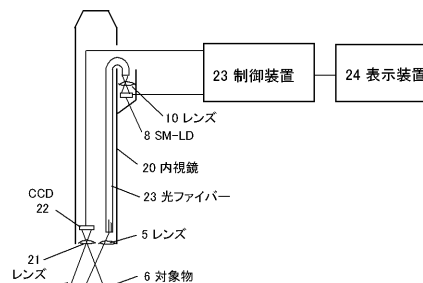
【 図 3 】



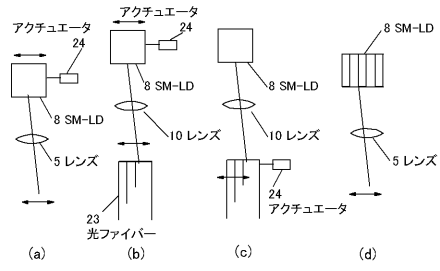
【 図 2 】



【 図 4 】



【図 5】



## 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 S 17/32

(72)発明者 橋本 岳

静岡県浜松市城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大学工学部内

(72)発明者 篠原 茂信

静岡県浜松市城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大学工学部内

(72)発明者 庭山 雅嗣

静岡県浜松市城北3丁目5-1 国立大学法人静岡大学工学部内

Fターム(参考) 2F112 AD10 BA10 CA08 DA02 DA15 DA17 DA25 DA30 DA32 EA03

GA01

2H040 BA15 BA22 CA11 CA12 GA02 GA11

4C038 VA04 VB25 VC02 VC05 VC17

4C061 AA00 BB02 CC06 FF35 FF47 HH52 HH53 JJ17

5J084 AA05 AB07 AC07 AD20 BA04 BA05 BA11 BA48 BB05 BB31

EA31



专利名称(译)	使用自混合激光的三维测量内窥镜		
公开(公告)号	<a href="#">JP2007105140A</a>	公开(公告)日	2007-04-26
申请号	JP2005297282	申请日	2005-10-12
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人静岡大学		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人静岡大学		
[标]发明人	橋本岳 篠原茂信 庭山雅嗣		
发明人	橋本 岳 篠原 茂信 庭山 雅嗣		
IPC分类号	A61B1/00 A61B5/107 G01C3/06 G02B23/24 G01S17/32		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B5/10.300.Z G01C3/06.120.Q G02B23/24.A G01C3/06.140 G01S17/32 A61B1/00.550 A61B1/00.551 A61B1/00.553 A61B1/06.530 A61B1/06.531 A61B1/07.732 A61B5/107		
F-TERM分类号	2F112/AD10 2F112/BA10 2F112/CA08 2F112/DA02 2F112/DA15 2F112/DA17 2F112/DA25 2F112/DA30 2F112/DA32 2F112/EA03 2F112/GA01 2H040/BA15 2H040/BA22 2H040/CA11 2H040/CA12 2H040/GA02 2H040/GA11 4C038/VA04 4C038/VB25 4C038/VC02 4C038/VC05 4C038/VC17 4C061/AA00 4C061/BB02 4C061/CC06 4C061/FF35 4C061/FF47 4C061/HH52 4C061/HH53 4C061/JJ17 5J084/AA05 5J084/AB07 5J084/AC07 5J084/AD20 5J084/BA04 5J084/BA05 5J084/BA11 5J084/BA48 5J084/BB05 5J084/BB31 5J084/EA31 4C161/AA00 4C161/BB02 4C161/CC06 4C161/FF35 4C161/FF47 4C161/HH52 4C161/HH53 4C161/JJ17		
代理人(译)	中岛敦 福田浩		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

要解决的问题：为了解决这样的问题：在用常规内窥镜测量到物体的距离的同时用聚光照射物体并且在三角法的基础上获得距离时，基线长度短虽然通过自混合半导体激光器即使在短距离内也能精确地测量距离，但是精度存在问题，并且难以在多个点处进行测量。ΣSOLUTION：通过在垂直于光轴的方向上移动自混合半导体激光器的发光部分并改变激光束的方向，扫描物体表面。或者，光纤插入中间部分，光纤的端部在垂直于光轴的方向上移位，并且激光束的方向改变。此外，通过二维排列激光器的发光部分并以时分方式驱动它们，扫描物体表面。Σ

