

(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2007-144024
(P2007-144024A)

(43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)

(51) Int.CI.	F 1	テーマコード (参考)
A 61 B 1/00 (2006.01)	A 61 B 1/00	300 E 2 F 065
G 01 C 3/06 (2006.01)	G 01 C 3/06	110 A 2 F 112
G 01 S 17/48 (2006.01)	G 01 C 3/06	120 Q 2 H 040
G 01 S 17/08 (2006.01)	G 01 C 3/06	130 4 C 061
G 01 S 17/89 (2006.01)	G 01 S 17/48	5 J 084

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-345210 (P2005-345210)
 (22) 出願日 平成17年11月30日 (2005.11.30)

(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 効樹

最終頁に続く

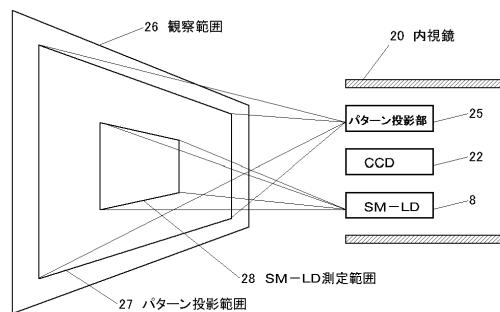
(54) 【発明の名称】自己混合レーザを用いる三次元計測内視鏡

(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】観察範囲の中央部を自己混合半導体レーザによる距離測定とし、周辺部をパターン投影法による距離測定とすることにより、自己混合半導体レーザの測定点の少なさを解消し、対象物の三次元計測の精度向上ができる。また、中央部において自己混合半導体レーザにより測定した結果を、パターン投影法による測定結果に反映させることにより、パターン投影法による測定結果の補正も行える。

【選択図】図 6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内視鏡において、パターン投影法による距離測定手段と、自己混合レーザ法による距離測定手段を設けてなる三次元計測内視鏡。

【請求項 2】

前記自己混合レーザ法による距離測定手段は、観察範囲の中央部を重点的に計測するものである請求項 1 記載の三次元計測内視鏡。

【請求項 3】

さらに前記自己混合レーザ法による距離情報により前記パターン投影法による距離情報を補正する制御装置を設けてなる請求項 1 記載の三次元計測内視鏡。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

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】**【0 0 0 2】**

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。

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 2 8 7 5 8 3 2 号**【特許文献 2】特開平 5 - 5 2 5 3 1 号公報****【特許文献 3】特開平 1 0 - 2 4 6 7 8 2 号公報****【特許文献 4】特開平 2 - 1 1 2 7 8 4 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. Instrumrntation and Measurement. Vol.41, No.1, pp.40-44(1992)

30

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0 0 0 3】**

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。また、自己混合レーザによる距離測定は、機械的手段による2次元的な走査を行っていたために計測点が少なく、利用価値の低いものとなっていた。

【課題を解決するための手段】**【0 0 0 4】**

この発明は、三角測量法と自己混合レーザ距離測定法との併用により実用上の価値を高めるものである。

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。これに対し、自己混合レーザによる距離測定法とは、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であり、三角測量法等とは一線を画する技術である。

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)による距離計を三角測量法と併用することとする。

40

【0 0 0 5】

50

S M - L D 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 S M - L D 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。

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。

【 0 0 0 6 】

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 L_1 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 L_2 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。

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、S M - L D 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 】

【 0 0 0 7 】

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。

S M - L D 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。

【 0 0 0 8 】

図 3 に、内視鏡(20)の先端部に撮像素子である C C D (22)と、S M - L D (8)とを設けた例を示している。C C D (22)には撮像用のレンズ(21)が設けられ、S M - L D (8)には投射用のレンズ(5)が設けられている。単体の S M - L D 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 S M - L D 素子を用いることが望ましい。

S M - L D 素子を複数配置すれば、そ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がある。S M - L D 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。

【 0 0 0 9 】

C C D (22)で撮像された対象物(6)の像は、制御装置(30)内の信号処理回路(32)で処理され、S M - L D (8)から得られた距離情報とともに表示装置(31)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 S M - L D 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。

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(31)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 S M - L D 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。

S M - L D (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 S M - L D (8)にフィードバックされる。

【0010】

複数の S M - L D 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、ピエゾ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、S M - L D 素子そのものを変位させる形態と、S M - L D 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 1】

【0011】

対象物の観察範囲全体にドット・パターンを投光する。この画像を撮像素子で捉え、パターン認識の処理を行った後、対応点ごとに三角測量法を用いて距離を求める。これと並行して S M - L D によるビーム光により視野となる範囲の中央部(注目点)を中心とする狭い範囲を重点的に走査し、距離を求める。

現在の技術水準では、内視鏡における基線長の短さから、S M - L D による距離測定のほうが三角測量によるものよりも精度が高い。

したがって、この発明によれば中央部付近を精度が高く測定でき、かつ走査範囲を限定することにより測定点密度も高く測定できる。なお、距離測定用のパターンはドット・パターンに限定されることなく、クロス・パターンやストライプ・パターンなど種々のパターンであってもよい。

【0012】

図 6 に観察範囲と距離測定範囲との関係を示す。

撮像素子である C C D (22)で撮影される範囲は、観察範囲(26)として示され、最も

10

20

30

40

50

広い範囲である。パターン投影部(25)によりドット・パターンが投影される範囲は、パターン投影範囲(27)で示され、観察範囲のやや内側に設定される。SM-LD(8)により距離測定がなされる範囲は、SM-LD測定範囲(28)として中央部に設定される。所望される測定点の配置密度により、適宜測定範囲は増減される。

【実施例2】

【0013】

SM-LDにより測定された距離情報により、三角測量法により測定された情報を補正すると、三角測量法による測定誤差が修正できる。この補正は両者で同一ポイントの測定値が得られればその差を誤差とし、同一ポイントの測定値がなければ補間により演算したり、ある面積内の平均値をもって誤差とする。また、既知の距離に平面板を配置し、距離及び/または画面内位置ごとに予め補正值を演算し記憶することも可能である。これらの補正は基本的に制御装置(30)内の信号処理回路(32)でなされる。

10

【産業上の利用可能性】

【0014】

この発明は、SM-LD(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SM-LD素子(または光ファイバー端面あるいはレンズ)を光軸に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。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】自己混合半導体レーザ(SM-LD)の基本構成を示す図

【図2】SM-LD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SM-LDを設けた構成を示す図

【図4】内視鏡の操作部にSM-LD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SM-LD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SM-LD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。

30

【図6】測定範囲を示す図

【符号の説明】

【0016】

1 発振部

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 SM-LD(自己混合半導体レーザ)

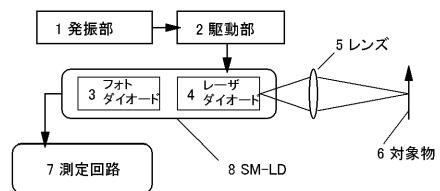
40

20 内視鏡

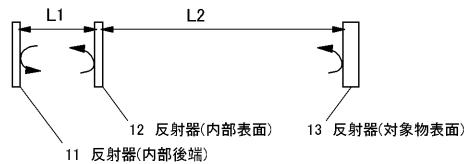
22 C C D

23 光ファイバー

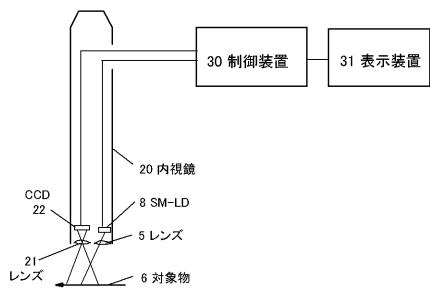
【図1】



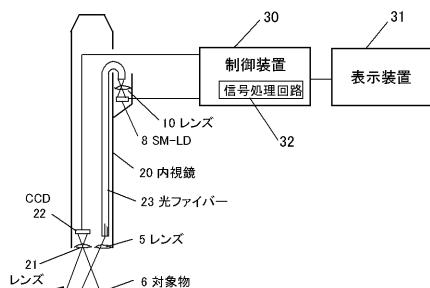
【図2】



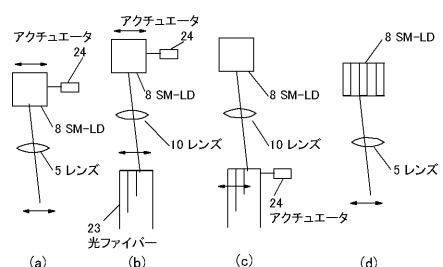
【図3】



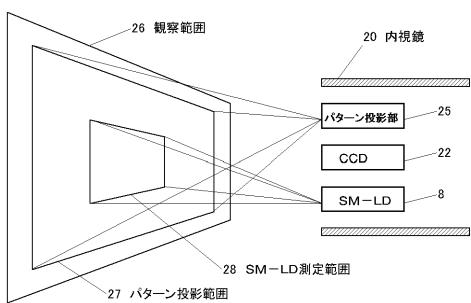
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
G 01 B 11/25 (2006.01)	G 01 S 17/08	
G 02 B 23/24 (2006.01)	G 01 C 3/06 140	
	G 01 S 17/89	
	G 01 B 11/25 H	
	G 02 B 23/24 C	

(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) 2F065 AA04 AA06 AA19 AA53 BB05 DD02 DD03 EE05 FF01 FF02
FF04 FF05 FF09 FF11 FF41 FF52 GG06 GG13 HH04 HH06
JJ03 JJ05 JJ07 JJ26 LL02 LL12 MM14 NN08 PP22 PP26
QQ23 QQ25 QQ42 RR09
2F112 AA08 AA09 AD01 BA06 BA10 CA12 DA02 DA13 DA15 DA25
DA30 DA32 EA03 FA41 GA01 GA03
2H040 BA15 CA11 CA23 GA02 GA11
4C061 CC06 HH52 HH53 JJ17 LL02
5J084 AA05 AA13 AD07 AD08 BA04 BA05 BA11 BA40 BA43 BA45
BA47 BA49 BA56 BB31 CA08 CA32 CA67 CA70 DA01 DA07
EA04 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	JP2007144024A	公开(公告)日	2007-06-14
申请号	JP2005345210	申请日	2005-11-30
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人静冈大学		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人静冈大学		
[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 G01C3/06 G01S17/48 G01S17/08 G01S17/89 G01B11/25 G02B23/24		
FI分类号	A61B1/00.300.E G01C3/06.110.A G01C3/06.120.Q G01C3/06.130 G01S17/48 G01S17/08 G01C3/06.140 G01S17/89 G01B11/25.H G02B23/24.C A61B1/00.551 A61B1/00.553		
F-TERM分类号	2F065/AA04 2F065/AA06 2F065/AA19 2F065/AA53 2F065/BB05 2F065/DD02 2F065/DD03 2F065/EE05 2F065/FF01 2F065/FF02 2F065/FF04 2F065/FF05 2F065/FF09 2F065/FF11 2F065/FF41 2F065/FF52 2F065/GG06 2F065/GG13 2F065/HH04 2F065/HH06 2F065/JJ03 2F065/JJ05 2F065/JJ07 2F065/JJ26 2F065/LL02 2F065/LL12 2F065/MM14 2F065/NN08 2F065/PP22 2F065/PP26 2F065/QQ23 2F065/QQ25 2F065/QQ42 2F065/RR09 2F112/AA08 2F112/AA09 2F112/AD01 2F112/BA06 2F112/BA10 2F112/CA12 2F112/DA02 2F112/DA13 2F112/DA15 2F112/DA25 2F112/DA30 2F112/DA32 2F112/EA03 2F112/FA41 2F112/GA01 2F112/GA03 2H040/BA15 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/GA02 2H040/GA11 4C061/CC06 4C061/HH52 4C061/HH53 4C061/JJ17 4C061/LL02 5J084/AA05 5J084/AA13 5J084/AD07 5J084/AD08 5J084/BA04 5J084/BA05 5J084/BA11 5J084/BA40 5J084/BA43 5J084/BA45 5J084/BA47 5J084/BA49 5J084/BA56 5J084/BB31 5J084/CA08 5J084/CA32 5J084/CA67 5J084/CA70 5J084/DA01 5J084/DA07 5J084/EA04 5J084/EA31 4C161/CC06 4C161/HH52 4C161/HH53 4C161/JJ17 4C161/LL02		
代理人(译)	中島敦 福田浩		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为了解决传统内窥镜通过三角测量通过用聚光灯照射物体来测量到物体的距离来获取距离的问题，由于基线长度短并且自混合而产生精确问题半导体激光器甚至可以精确测量很短的距离，但很难在很多点进行测量。 ŽSOLUTION：通过对自混合半导体激光器观察范围的中心部分进行距离测量，解决自混合半导体激光器测量点的极少数，可以提高物体三维测量的精度并且通过图案投影方法对周边部分进行距离测量。通过在中心部分中的自混合半导体激光器的测量结果反映在通过图案投影方法的测量结果上，也可以校正通过图案投影方法的测量结果。 Ž

