



(10) **DE 11 2018 000 511 T5** 2019.10.02

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/139512**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 000 511.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/002212**
(86) PCT-Anmeldetag: **25.01.2018**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.08.2018**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **02.10.2019**

(51) Int Cl.: **G01B 11/25** (2006.01)

G01B 11/24 (2006.01)
G02B 6/12 (2006.01)
G02B 6/32 (2006.01)
G02F 1/01 (2006.01)
G02F 1/025 (2006.01)
G02F 1/035 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2017-011686 **25.01.2017** **JP**

(71) Anmelder:
**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE
CORPORATION, Tokyo, JP; OLYMPUS
CORPORATION, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:
**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser,
Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354
Freising, DE**

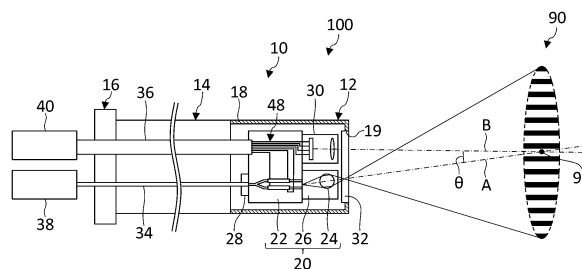
(72) Erfinder:
**Watanabe, Daichi, Hachioji-shi, Tokyo, JP;
Miyazaki, Kanto, Hachioji-shi, Tokyo, JP;
Katayose, Satomi, Musashino-shi, Tokyo, JP;
Watanabe, Kei, Musashino-shi, Tokyo, JP; Kurata,
Yu, Musashino-shi, Tokyo, JP; Kasahara, Ryoichi,
Musashino-shi, Tokyo, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **OPTISCHE MESSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine optische Messeinheit 100 umfasst eine Lichtprojektions-Einheit 20, die ein gemustertes Licht aussendet, und eine Bildaufnahme-Einheit 30, die ein Bild eines Ziels aufnimmt, auf das das gemusterte Licht projiziert wird. Die Lichtprojektions-Einheit 20 und die Bildaufnahme-Einheit 30 sind über eine Befestigungsfläche miteinander verbunden, die sowohl die Projektions-Achsenrichtung der Lichtprojektions-Einheit 20 als auch die Bildaufnahme-Achsenrichtung der Bildaufnahme-Einheit 30 schneidet. Die Lichtprojektions-Einheit 20 kann eine Befestigungsfläche umfassen. Die Bildaufnahme-Einheit 30 kann an der Befestigungsfläche befestigt sein. Ein Gehäuse 18 mit einem inneren Abschnitt, in dem die Lichtprojektions-Einheit 20 und die Bildaufnahme-Einheit 30 aufgenommen sind, kann ferner vorgesehen sein. Die Lichtprojektions-Einheit 20 kann an dem Gehäuse 18 befestigt sein. Die Bildaufnahme-Einheit 30 kann über die Lichtprojektions-Einheit 20 an dem Gehäuse 18 befestigt sein.



Beschreibung**[TECHNISCHES GEBIET]**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Messeinrichtung, die ein gemustertes Licht projiziert und ein Bild aufnimmt.

[STAND DER TECHNIK]

[0002] Als ein Verfahren zum Messen der dreidimensionalen Form eines Messziels ist ein so genanntes „Streifenabtastverfahren“ oder „Streifenscanverfahren“ bekannt. In dieser Technik wird ein Laserinterferenzstreifen auf das Messziel projiziert, und ein Bild des projizierten Interferenzstreifens wird aufgenommen und analysiert, um die Maxima- und Minimuminformation der Oberfläche des Messziels zu berechnen. Mit dem Streifenabtastverfahren werden die Tiefe des Minimums und die Höhe des Maximums für jeden Punkt auf der Grundlage des Abtastbetrags des Interferenzstreifens und der Änderung der Lichtintensität für jeden Punkt des projizierten Bildes berechnet. Der Abtastbetrag des Interferenzstreifens wird durch Ändern der Phasendifferenz zwischen zwei oder mehreren Lichtstrahlen, die man miteinander zur Interferenz bringt, gesteuert. Zum Beispiel kann durch Ändern der Phase von einem der Lichtstrahlen, die sich durch zwei verzweigte Lichtwellenleiter ausbreiten, unter Ausnutzung des elektro-optischen Effekts oder dergleichen, der Scanbetrag des Interferenzstreifens, der projiziert werden soll, gesteuert werden (siehe zum Beispiel die Patentschrift 1).

[Bekannte Druckschriften]**[Patentschriften]**

[0003] [Patentschrift 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. H05-87543

[OFFENBARUNG DER ERFINDUNG]**[DURCH DIE ERFINDUNG
ZU LÖSENDES PROBLEM]**

[0004] Wenn die Phase des Lichtwellenleiters unter Ausnutzung des elektro-optischen Effekts geändert wird, erfordert eine solche Anordnung ein spezielles Material wie etwa Lithiumniobat. Demgegenüber kann ein solcher Phasenmodulator, wenn der thermo-optische Effekt ausgenutzt wird, nur mit typischen Siliziumdioxidmaterialien konzipiert sein, die auf einem Siliziumsubstrat gebildet sind. Jedoch kann diese Anordnung, wenn ein Lichtwellenleiter auf einem Siliziumsubstrat gebildet ist, so dass seine Temperatur verändert wird, aufgrund der Differenz der Wärmeausdehnungskoeffizienten oder dergleichen zwischen dem Substrat und dem Lichtwellenleiter eine Verwölbung des Substrats oder derglei-

chen zur Folge haben. In einigen Fällen führt dies zu einer Änderung der Interferenzstreifen-Projektionsposition. Wenn eine solche Änderung der Position der Projektion des Interferenzstreifens aufgrund anderer Ursachen als der Phasenverschiebung durch den Lichtwellenleiter auftritt, führt dies zu einer Verschlechterung der Messgenauigkeit.

[0005] Die vorliegende Erfindung ist vor diesem Hintergrund gemacht worden. Demzufolge ist es eine beispielhafte Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, eine optische Messeinrichtung bereitzustellen, die dazu geeignet ist, eine Verschlechterung der Messgenauigkeit durch thermische Verformung zu verringern.

[MITTEL ZUM LÖSEN DES PROBLEMS]

[0006] Eine optische Messeinrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst: eine Lichtprojektions-Einheit, die ein gemustertes Licht aussendet; und eine Bildaufnahme-Einheit, die ein Bild eines Ziels aufnimmt, auf das das gemusterte Licht projiziert wird. Die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit sind über eine Befestigungsfläche miteinander verbunden, die sowohl eine Projektions-Achsenrichtung, die durch die Lichtprojektions-Einheit definiert ist, als auch eine Bildaufnahmeachse, die durch die Bildaufnahme-Einheit definiert ist, schneidet.

[0007] Es ist zu beachten, dass die vorliegende Erfindung nicht auf das Verfahren, das System, die Einrichtung usw., die hierin beschrieben sind, beschränkt ist, sondern alle jeweils genannten Merkmale im Rahmen der vorliegenden Erfindung miteinander kombiniert werden können.

[VORTEIL DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG]

[0008] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist diese Anordnung dazu geeignet, eine Verschlechterung der Messgenauigkeit durch thermische Verformung zu verringern.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Diagramm, das eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung gemäß einem ersten Beispiel zeigt;

Fig. 2 ist eine Draufsicht, die eine detailliertere Ansicht eines in **Fig. 1** gezeigten Endabschnitts zeigt;

Fig. 3 ist eine Seitenansicht, die eine schematische Konfiguration einer Lichtprojektions-Einheit zeigt;

Fig. 4 ist eine schematische Seitenansicht gemäß einem Vergleichsbeispiel, die eine Änderung der Projektionsachse für den Fall zeigt,

dass eine Verwölbung in einer optischen Schaltungseinheit aufgetreten ist;

Fig. 5 ist eine schematische Seitenansicht gemäß einem Beispiel, die eine Änderung der Projektionsachse für den Fall zeigt, dass eine Verwölbung in einer optischen Schaltungseinheit aufgetreten ist;

Fig. 6 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung gemäß einem zweiten Beispiel zeigt;

Fig. 7 ist eine Seitenansicht, die eine schematische Konfiguration der optischen Messeinrichtung gemäß dem zweiten Beispiel zeigt;

Fig. 8 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung gemäß einem dritten Beispiel zeigt;

Fig. 9 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung gemäß einer Modifikation zeigt;

Fig. 10 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung gemäß einer Modifikation zeigt;

Fig. 11 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung gemäß einer Modifikation zeigt; und

Fig. 12 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung gemäß einer Modifikation zeigt.

[BESTER MODUS ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG]

[0009] Zuerst sind zusammenfassend einige Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0010] Eine optische Messeinrichtung gemäß einer Ausführungsform umfasst: eine Lichtprojektions-Einheit, die ein gemustertes Licht aussendet; und eine Bildaufnahme-Einheit, die ein Bild eines Ziels aufnimmt, auf das das gemusterte Licht projiziert wird. Die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit sind über eine Befestigungsfläche miteinander verbunden, die sowohl eine Projektions-Achsrichtung, die durch die Lichtprojektions-Einheit definiert ist, als auch eine Bildaufnahmeachse, die durch die Bildaufnahme-Einheit definiert ist, schneidet.

[0011] Bei dieser Ausführungsform sind die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit an der Befestigungsfläche befestigt, die sowohl die Projektions-Achsrichtung als auch die Bildaufnahme-Achsrichtung schneidet und als Referenz dient. Demzufolge führt diese Anordnung nur zu einer kleinen Änderung der relativen Positionen der Projektionseinheit und der Bildaufnahme-Einheit, selbst wenn sich

die Position der Befestigungsfläche durch thermische Verformung aufgrund der Differenz der Wärmeausdehnungskoeffizienten ändert. Ferner führt diese Anordnung, verglichen mit der Änderung der Richtung, die die Befestigungsfläche schneidet, nur zu einer kleinen Änderung der Richtung entlang der Befestigungsfläche, selbst wenn sich die Befestigungsfläche durch Wärme wölbt. Dies erlaubt eine Verringerung der Änderung der relativen Positionen in eine Richtung, in der die Projektionsachse und die Bildaufnahmeachse auseinanderlaufen. Diese Anordnung ist dazu geeignet, die Änderung der Position in Bildaufnahme-Richtung bezüglich der Position, auf die das gemusterte Licht projiziert wird, zu verringern. Demzufolge ist diese Anordnung dazu geeignet, eine Verschlechterung der Messgenauigkeit zu verringern.

[0012] Ferner kann die Lichtprojektions-Einheit die Befestigungsfläche umfassen. Ferner kann die Bildaufnahme-Einheit an der Befestigungsfläche befestigt sein.

[0013] Ferner kann die optische Messeinrichtung ein Gehäuse mit einem inneren Abschnitt, in dem die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit aufgenommen sind, umfassen. Ferner kann die Lichtprojektions-Einheit an dem Gehäuse befestigt sein. Ferner kann die Bildaufnahme-Einheit über die Lichtprojektions-Einheit an dem Gehäuse befestigt sein.

[0014] Ferner kann die Lichtprojektions-Einheit umfassen: ein Substrat; und eine optische Schaltungseinheit, die auf dem Substrat angeordnet ist und mehrere Wellenleiter umfasst, die jeweils dazu geeignet sind, eine Phasenmodulation zu unterstützen. Ferner kann die Bildaufnahme-Einheit an der optischen Schaltungseinheit befestigt sein.

[0015] Ferner kann die Lichtprojektions-Einheit umfassen: eine Projektionslinse, die das gemusterte Licht durch Interferenz mehrerer von den mehreren Wellenleitern ausgesendeter Lichtstrahlen auf das Ziel projiziert; und eine Linsenhalte-Einheit, die die Projektionslinse hält. Ferner kann die Linsenhalte-Einheit an der optischen Schaltungseinheit befestigt sein.

[0016] Ferner kann die optische Schaltungseinheit eine Seitenfläche umfassen, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist. Ferner kann die Bildaufnahme-Einheit an der Seitenfläche befestigt sein.

[0017] Ferner kann die optische Schaltungseinheit eine Seitenfläche umfassen, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist. Ferner können die Bildaufnahme-Einheit und die Linsenhalte-Einheit an der Seitenfläche befestigt sein.

[0018] Ferner kann die optische Schaltungseinheit eine erste Seitenfläche, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist, und eine zweite Seitenfläche, die an einer Position angeordnet ist, die gegenüber der ersten Seitenfläche in Projektions-Achsrichtung versetzt ist, umfassen. Ferner kann die Bildaufnahme-Einheit an der ersten Seitenfläche befestigt sein.

[0019] Ferner kann die optische Schaltungseinheit eine erste Seitenfläche, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist, und eine zweite Seitenfläche, die gegenüber der ersten Seitenfläche in Projektions-Achsrichtung versetzt ist, umfassen. Ferner kann die Linsenhalte-Einheit an der ersten Seitenfläche befestigt sein. Ferner kann die Bildaufnahme-Einheit an der zweiten Seitenfläche befestigt sein.

[0020] Ferner kann die optische Messeinrichtung ein Befestigungselement mit einer Befestigungsfläche umfassen. Ferner können die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit jeweils an der Befestigungsfläche befestigt sein.

[0021] Ferner kann das Befestigungselement lichtdurchlässig sein. Ferner kann die Lichtprojektions-Einheit das gemusterte Licht durch das Befestigungselement hindurch auf das Ziel projizieren. Ferner kann die Bildaufnahme-Einheit ein Bild des Ziels durch das Befestigungselement hindurch aufnehmen.

[0022] Ferner kann die optische Messeinrichtung ein Gehäuse mit einem inneren Abschnitt, in dem die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit aufgenommen sind, umfassen. Ferner kann das Befestigungselement an dem Gehäuse befestigt sein. Ferner können die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit über das Befestigungselement an dem Gehäuse befestigt sein.

[0023] Ferner kann die Lichtprojektions-Einheit umfassen: ein Substrat; und eine optische Schaltungseinheit, die auf dem Substrat angeordnet ist und mehrere Wellenleiter umfasst, die jeweils dazu geeignet sind, eine Phasenmodulation zu unterstützen. Ferner kann die optische Schaltungseinheit an der Befestigungsfläche des Befestigungselements befestigt sein.

[0024] Ferner kann die Lichtprojektions-Einheit umfassen: eine optische Schaltungseinheit, die ein Substrat und mehrere Wellenleiter umfasst, die auf dem Substrat angeordnet und jeweils dazu geeignet sind, eine Phasenmodulation zu unterstützen; eine Projektionslinse, die durch Interferenz mehrerer von den mehreren Wellenleitern ausgesendeter Lichtstrahlen das gemusterte Licht auf das Ziel projiziert; und eine Linsenhalte-Einheit, die die Projektionslinse hält. Ferner kann die optische Schaltungseinheit über die Lin-

senhalte-Einheit an der Befestigungsfläche des Befestigungselements befestigt sein.

[0025] Ferner kann die optische Schaltungseinheit eine Seitenfläche haben, die die Projektions-Achsrichtung schneidet. Ferner kann die Linsenhalte-Einheit an der Seitenfläche befestigt sein.

[0026] Ferner kann die optische Schaltungseinheit so ausgebildet sein, dass ihre Seitenfläche Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist.

[0027] Nachfolgend ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben. Es ist zu beachten, dass in der Beschreibung mit Bezug auf die Zeichnungen die gleichen Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind und auf eine redundante Beschreibung von ihnen gegebenenfalls verzichtet ist. Jede Anordnung ist lediglich beispielhaft beschrieben und schränkt den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung in keiner Weise ein.

ERSTES BEISPIEL

[0028] Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm, das eine Konfiguration einer optischen Messeinrichtung **100** gemäß einem ersten Beispiel zeigt. Die optische Messeinrichtung **100** umfasst eine Lichtprojektions-Einheit **20**, eine Bildaufnahme-Einheit **30**, eine Lichtquelle **38** und eine Steuerungseinheit **40**. Die optische Messeinheit **100** ist in einem Endoskop **10** eingebaut, das einen Endabschnitt **12**, einen Einführungsabschnitt **14** und einen Kopplungsabschnitt **16** umfasst. Die optische Messeinheit **100** wird verwendet, um eine dreidimensionale Form eines Zielabschnitts innerhalb eines Lumens in einem Zustand zu messen, in dem der Endabschnitt **12** dem Ziel gegenüberliegt. Die optische Messeinrichtung **100** wird verwendet, um ein Ziel unter Verwendung eines so genannten „Streifenabtastverfahrens“, das ein dreidimensionales Messverfahren ist, zu messen.

[0029] Der Endabschnitt **12** ist ein Abschnitt, in dem die Lichtprojektions-Einheit **20** und die Bildaufnahme-Einheit **30** aufgenommen sind, und umfasst eine Außenfläche, die ein Gehäuse **18** bildet und aus einem harten Material wie etwa einem Metall oder dergleichen gebildet ist. Das Ende des Gehäuses **18** umfasst ein Abdeckglas **32**. Der Einführungsabschnitt **14** ist als ein flexibles Element ausgelegt. Durch Biegen eines Abschnitts in der Nähe des Endabschnitts **12** erlaubt diese Anordnung eine Einstellung der Richtung des Endabschnitts **12**. Demzufolge ist das Endoskop **10** als ein flexibles Endoskop ausgelegt. Der Endabschnitt **12** besitzt verglichen mit der des Einführungsabschnitts **14** eine geringe Flexibilität. Eine Lichtleitfaser **34**, ein Verdrahtungskabel **36** und dergleichen sind in den Einführungsabschnitt **14** eingeführt. Der Kopplungsabschnitt **16** ist ein Stecker oder

dergleichen, der eine Kopplung des Endoskops **10** mit der Lichtquelle **38** und der Steuerungseinheit **40** erlaubt.

[0030] Die Lichtprojektions-Einheit **20** sendet ein gemustertes Licht wie etwa ein Interferenzstreifenmuster **90** in Richtung eines Ziels aus. Der Endabschnitt **12** umfasst das Abdeckglas **32**. Die Lichtprojektions-Einheit **20** projiziert ein gemustertes Licht durch das Abdeckglas **32**. Die Lichtprojektions-Einheit **20** umfasst eine optische Schaltungseinheit **22**, eine Projektionslinse **24** und eine Linsenhalte-Einheit **26**.

[0031] Die optische Schaltungseinheit **22** ist ein so genannter planarer optischer integrierter Schaltkreis (PLC; Planar Lightwave Circuit). Zum Beispiel ist auf einem Siliziumsubstrat unter Verwendung von Siliziummaterialien eine Wellenleiterstruktur gebildet. Die optische Schaltungseinheit **22** ist über einen Faserblock **28** mit der Lichtleitfaser **34** gekoppelt. Die optische Schaltungseinheit **22** umfasst mehrere Wellenleiter, die jeweils dazu geeignet sind, eine Phasenmodulation zu unterstützen. Mehrere von den mehreren Wellenleitern ausgesendete Lichtstrahlen werden miteinander zur Interferenz gebracht, um so ein gemustertes Licht zu erzeugen. Durch Ändern der Phasendifferenz zwischen den mehreren Wellenleitern mit Hilfe der optischen Schaltungseinheit **22** ist diese Anordnung dazu geeignet, verschiedene gemusterte Lichter, d. h. verschiedene Interferenzstreifenmuster **90** mit unterschiedlichen hellen und dunklen Positionen zu erzeugen.

[0032] Die Projektionslinse **24** formt die mehreren, von der optischen Schaltungseinheit **22** ausgehenden Strahlen, um das Interferenzstreifenmuster **90** in einem gewünschten Bereich zu erzeugen. Die Linsenhalte-Einheit **26** hält die Projektionslinse **24** an einer gewünschten Position bezüglich der optischen Schaltungseinheit **22**. Die Linsenhalte-Einheit **26** hält die Projektionslinse **24** so, dass ein so genanntes „Off-Axis-System“ bereitgestellt wird, in dem die optische Achse der Projektionslinse **24** gegenüber der optischen Schaltungseinheit **22** versetzt ist. Bei dieser Anordnung schneiden sich die Projektionsachse **A** der Lichtprojektions-Einheit **20** und die Bildaufnahmeachse **B** der Bildaufnahme-Einheit **30**. Es ist zu beachten, dass der Winkel θ zwischen der Projektionsachse **A** und der Bildaufnahmeachse **B** in Abhängigkeit vom Abstand zwischen dem Endabschnitt **12** und dem Messziel in der Größenordnung von 1° bis 30° liegt. Bei dieser Anordnung entspricht dieser Winkelbereich, wenn der Mitte-Mitte-Abstand zwischen der Projektionslinse **24** und der Bildaufnahmelinse **52** 1 mm ist, einem Abstand in der Größenordnung von 2 mm bis 50 mm, bis zu einem Schnittpunkt **92** zwischen der Projektionsachse **A** und der Bildaufnahmeachse **B**, d. h. bis zu dem Ziel.

[0033] Die Bildaufnahme-Einheit **30** nimmt ein Bild eines Ziels auf, auf das das Interferenzstreifenmuster **90** projiziert wird, und erzeugt ein Interferenzstreifenbild auf der Grundlage des gemusterten Lichts. Die Bildaufnahme-Einheit **30** empfängt, durch das Abdeckglas **32** hindurch, das von dem Ziel, auf das das Interferenzstreifenmuster **90** projiziert wird, reflektierte Licht. Die Bildaufnahme-Einheit **30** nimmt Bilder des Ziels, auf das das Interferenzstreifenmuster **90** projiziert wird, mit verschiedenen gemusterten Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Positionsbeziehungen zwischen hell und dunkel auf. Ferner erzeugt die Bildaufnahme-Einheit **30** verschiedene Interferenzstreifenbilder, die den jeweiligen der verschiedenen gemusterten Lichtstrahlen entsprechen. Die Bildaufnahme-Einheit **30** ist an der optischen Schaltungseinheit **22** befestigt und elektrisch mit einer Verdrahtungseinheit **48** der optischen Schaltungseinheit **22** verbunden. Die Verdrahtungseinheit **48** ist mit dem Verdrahtungskabel **36** gekoppelt. Das durch die Bildaufnahme-Einheit **30** aufgenommene Interferenzstreifenbild wird über das Verdrahtungskabel **36** zu der Steuerungseinheit **40** übertragen.

[0034] Die Lichtquelle **38** gibt zur Erzeugung des Interferenzstreifenmusters **90** einen kohärenten Lichtstrahl aus. Zum Beispiel gibt die Lichtquelle **38** einen Laserstrahl mit einer einzigen Wellenlänge aus. Der Ausgangslichtstrahl der Lichtquelle **38** wird über der Lichtleitfaser **34** in die optische Schaltungseinheit **22** eingespeist. Die Lichtquelle **38** umfasst eine Festkörperlaserquelle wie etwa ein Halbleiterlaserelement oder dergleichen. Die von der Lichtquelle **38** ausgegebene Ausgangswellenlänge ist nicht besonders beschränkt. Zum Beispiel kann ein roter Lichtstrahl mit einer Wellenlänge von $\lambda = 635$ nm verwendet werden. Die Lichtquelle **38** kann einen Steuerungsmechanismus zum Steuern des Betriebsstroms und der Betriebstemperatur des Lichtemissionselements derart, dass die Ausgangsintensität und die Ausgangswellenlänge der Lichtquelle **38** auf einem konstanten Niveau gehalten werden, umfassen. Der Steuerungsmechanismus kann ein Lichtempfangselement und ein Betriebselement zur Unterstützung einer Regelungsbetriebsoption entsprechend der Ausgangsintensität der Lichtquelle **38**, ein Peltier-Element zum Steuern der Temperatur der Lichtquelle **38**, etc. umfassen. Durch Bereitstellen eines solchen Steuerungsmechanismus ist diese Anordnung dazu geeignet, die Ausgangswellenlänge der Lichtquelle **38** zu stabilisieren und dadurch eine Fluktuation der Hell-dunkel-Periode des erzeugten Interferenzstreifenmusters zu verringern.

[0035] Die Steuerungseinheit **40** steuert den Betrieb bzw. die Operation der Lichtprojektions-Einheit **20** und nimmt ein durch die Bildaufnahme-Einheit **30** aufgenommenes Interferenzstreifenbild auf. Die Steuerungseinheit **40** steuert die Phasendifferenz zwischen den mehreren Wellenleitern der opti-

schen Schaltungseinheit **22**, um so das Interferenzstreifenmuster **90** abzutasten. Die Steuerungseinheit **40** gewinnt, von der Bildaufnahme-Einheit **30**, verschiedene Interferenzstreifenbildern, die jeweils den verschiedenen gemusterten Lichtstrahlen entsprechen. Ferner erzeugt die Steuerungseinheit **40** ein Abstandsbild oder ein dreidimensionales Anzeigebild auf der Grundlage der verschiedenen Interferenzstreifenbilder. Vor der Erzeugung eines solchen Abstandsbildes oder dreidimensionalen Anzeigebildes wird zunächst ein Phasenverteilungsbild erzeugt. Das Phasenverteilungsbild ist ein Bild eines Anfangsphasenwerts jeder Pixelposition des Interferenzstreifenbilds. Das Phasenverteilungsbild kann auf der Grundlage eines bekannten Algorithmus unter Verwendung des Phasenwerts von jedem der mehreren gemusterten Lichtstrahlen und jedem Pixelwert der mehreren Interferenzstreifenbilder berechnet werden. Danach wird eine dreidimensionale Form des Ziels auf der Grundlage des Phasenverteilungsbilds und des Layouts der Lichtprojektions-Einheit **20** und der Bildaufnahme-Einheit **30** geometrisch abgeleitet, wodurch das Abstandsbild oder das dreidimensionale Anzeigebild gewonnen werden.

[0036] Fig. 2 ist eine Draufsicht, die eine detaillierte Ansicht des in Fig. 1 gezeigten Endabschnitts **12** zeigt und einer vergrößerten Teilansicht von Fig. 1 entspricht. In Fig. 2 ist die Richtung, in der sich die Bildaufnahmeachse B erstreckt (nachfolgend als „Bildaufnahme-Achsrichtung“ bezeichnet) als die z-Richtung definiert. Ferner ist die Richtung, in die der Abstand zwischen der Projektionsachse A und der Bildaufnahmeachse B größer wird, als die x-Richtung definiert. Ferner ist die Richtung, die senkrecht sowohl zu der x-Richtung als auch zu der z-Richtung ist, als die y-Richtung definiert.

[0037] Die optische Schaltungseinheit **22** enthält ein Substrat **60** und einen Eingangs-Wellenleiter **41**, eine Teilereinheit **42**, einen ersten Wellenleiter **43**, einen zweiten Wellenleiter **44**, einen ersten Phasenmodulator **45**, einen zweiten Phasenmodulator **46** und eine Verdrahtungseinheit **48**, die auf dem Substrat **60** angeordnet sind. Der Eingangs-Wellenleiter **41**, die Teilereinheit **42**, der erste Wellenleiter **43** und der zweite Wellenleiter **44** sind als eine Wellenleiterstruktur ausgelegt, die auf dem Substrat **60** gebildet ist. Der Eingangs-Wellenleiter **41** ist über den Faserblock **28** mit der Lichtleitfaser **34** gekoppelt. Der in den Eingangs-Wellenleiter **41** eingespeiste Lichtstrahl wird durch die Teilereinheit **42** in den ersten Wellenleiter **43** und den zweiten Wellenleiter **44** geteilt. Der erste Wellenleiter **43** erstreckt sich geradlinig von der Teilereinheit **42** in Richtung einer ersten Ausgangsöffnung **43a**. Der zweite Wellenleiter **44** erstreckt sich geradlinig von der Teilereinheit **42** in Richtung einer zweiten Ausgangsöffnung **44a**.

[0038] In dem in den Zeichnungen gezeigten Beispiel erstrecken sich der erste Wellenleiter **43** und der zweite Wellenleiter **44** in x-Richtung gegeneinander versetzt geradlinig in z-Richtung. Das heißt, der erste Wellenleiter **43** und der zweite Wellenleiter **44** erstrecken sich parallel zueinander in z-Richtung. Ferner sind der Eingangs-Wellenleiter **41**, der Teiler **42** und das Paar aus dem ersten Wellenleiter **43** und dem zweiten Wellenleiter **44** in z-Richtung hintereinander angeordnet. Der Eingangs-Wellenleiter **41** besitzt eine z-Richtungslänge in der Größenordnung von 0,5 mm. Die Teilereinheit **42** besitzt eine z-Richtungslänge in der Größenordnung von 1 mm. Der erste Wellenleiter **43** und der zweite Wellenleiter **44** besitzen jeweils eine z-Richtungslänge in der Größenordnung von 2,5 mm. Das Substrat **60** besitzt eine z-Richtungslänge in der Größenordnung von 4 mm. Der Abstand zwischen der ersten Ausgangsöffnung **43a** und der zweiten Ausgangsöffnung **44a** liegt in der Größenordnung von 50 µm bis 100 µm.

[0039] Es ist zu beachten, dass die Strukturen des Eingangs-Wellenleiters **41**, der Teilereinheit **42**, des ersten Wellenleiters **43** und des zweiten Wellenleiters **44** nicht auf jene in den Zeichnungen gezeigten beschränkt sind. Ferner können solche Komponenten auch andere Strukturen haben. Ferner kann die Teilereinheit **42**, zusätzlich zu dem in den Zeichnungen gezeigten Y-Wellenleiter, als ein Richtungskoppler, ein Multimode-Interferenzkoppler oder ein Sternkoppler ausgelegt sein. Die Gesamtstruktur des Eingangs-Wellenleiters **41**, des ersten Wellenleiters **43** und des zweiten Wellenleiters **44** ist nicht auf eine solch geradlinige Struktur beschränkt. Ferner kann eine solche Gesamtstruktur des Eingangs-Wellenleiters **41**, des ersten Wellenleiters **43** und der zweiten Wellenleiters **44** einen gekrümmten Abschnitt umfassen.

[0040] Der erste Phasenmodulator **45** ist entlang des ersten Wellenleiters **43** angeordnet und ändert die optische Länge des ersten Wellenleiters **43**, um die Phase des Lichtstrahls zu steuern, der sich durch den ersten Wellenleiter **43** ausbreitet. Der zweite Phasenmodulator **46** ist entlang des zweiten Wellenleiters **44** angeordnet und ändert die optische Länge des zweiten Wellenleiters **44**, um die Phase des Lichtstrahls zu steuern, der sich durch den zweiten Wellenleiter **44** ausbreitet. Der erste Phasenmodulator **45** und der zweite Phasenmodulator **46** steuern die durch die Wellenleiter **43** bzw. **44** bereitgestellten Phasen unter Ausnutzung des elektro-optischen Effekts oder des thermo-optischen Effekts. Der erste Phasenmodulator **45** und der zweite Wellenleiter **44** sind jeweils ein Heizgerät, das die Wellenleiter **43** bzw. **44** erwärmt, um so die durch die entsprechenden Wellenleiter **43** und **44** bereitgestellten Phasen zu ändern. Der erste Phasenmodulator **45** und der zweite Phasenmodulator **46** sind elektrisch mit der Verdrahtungseinheit **48**

gekoppelt und arbeiten entsprechend einem von der Steuerungseinheit **40** empfangenen Steuersignal.

[0041] Der durch den ersten Wellenleiter **43** phasenmodulierte Lichtstrahl wird von der ersten Ausgangsöffnung **43a** ausgesendet. Der durch den zweiten Wellenleiter **44** phasenmodulierte Lichtstrahl wird von der zweiten Ausgangsöffnung **44a** ausgesendet. Die erste Ausgangsöffnung **43a** und die zweite Ausgangsöffnung **44a** befinden sich an einer Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22**. Die Seitenfläche **22c** ist als eine Ebene (**xy**-Ebene) definiert, die senkrecht zu der **z**-Richtung ist, die sowohl die Richtung, in der sich die Projektionsachse **A** erstreckt (nachfolgend als die „Projektions-Achsrichtung“ bezeichnet), als auch die Bildaufnahme-Achsrichtung schneidet.

[0042] Die Projektionslinse **24** ist in eine Haltenut **27** der Linsenhalte-Einheit **26** eingepasst und darin befestigt. Die Haltenut **27** ist eine Nut, die derart kreuzförmig eingeschnitten oder eingeritzt ist, dass sie sich in **x**-Richtung und **z**-Richtung erstreckt. Die Haltenut **27** unterstützt die Ausrichtung der Projektionslinse **24** in den drei Richtungen, die die **x**-, **y**- und die **z**-Richtung umfassen. Durch die Haltenut **27** ist die Projektionslinse **24** an einer vorbestimmten Position bezüglich der ersten Ausgangsöffnung **43a** und der zweiten Ausgangsöffnung **44a** positioniert. Zum Beispiel ist die Projektionslinse **24** durch die Haltenut **27** an einer gegenüber einer virtuellen Wellenquelle **47**, die an einem Punkt zwischen der ersten Ausgangsöffnung **43a** und der zweiten Ausgangsöffnung **44a** definiert ist, versetzten Position positioniert. Hier repräsentiert die virtuelle Wellenquelle **47** eine virtuelle Lichtquelle für ein gemustertes Licht wie etwa das Interferenzstreifenmuster **90** oder dergleichen, die optisch als ein Punkt betrachtet werden kann, von dem aus ein gemustertes Licht ausgesendet wird.

[0043] Die Linsenhalte-Einheit **26** ist an der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** so befestigt, dass sie in **z**-Richtung benachbart zu der optischen Schaltungseinheit **22** angeordnet ist. Demzufolge ist die Linsenhalte-Einheit **26** an der optischen Schaltungseinheit **22** befestigt und an einer Befestigungsfläche befestigt, die sowohl die Projektions-Achsrichtung als auch die Bildaufnahme-Achsrichtung schneidet. Die Linsenhalte-Einheit **26** ist vorzugsweise aus einem Material mit einem hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten gebildet und ist aus einem Glasmaterial wie etwa Quarzglas oder dergleichen gebildet. Die Linsenhalte-Einheit **26** ist an der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** durch Klebung unter Verwendung eines Klebemittels, Schmelzverbinden oder dergleichen befestigt.

[0044] Die Bildaufnahme-Einheit **30** umfasst ein Bildaufnahme-Element **50** und eine Bildaufnahmelinse **52**. Die Bildaufnahmelinse **52** bildet auf dem Bild-

aufnahme-Element **50** ein Bild des Ziels ab, auf das das Interferenzstreifenmuster **90** projiziert wird. Das Bildaufnahme-Element **50** ist ein Bild-Sensor wie etwa ein CCD, ein CMOS-Sensor oder dergleichen, das ein Bildsignal auf der Grundlage des so aufgenommenen Interferenzstreifenbilds ausgibt. Das Bildaufnahme-Element **50** ist elektrisch mit der Verdrahtungseinheit **48** der optischen Schaltungseinheit **22** gekoppelt. Das Bildaufnahme-Element **50** überträgt über das Verdrahtungskabel **36** ein Bildsignal auf der Grundlage des Interferenzstreifenbilds zu der Steuerungseinheit **40**.

[0045] Die Bildaufnahme-Einheit **30** ist an der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** befestigt und in **z**-Richtung benachbart zu der Schaltungseinheit **22** angeordnet. Die Bildaufnahme-Einheit **30** ist an der optischen Schaltungseinheit **22** befestigt und an einer Befestigungsfläche befestigt, die sowohl die Projektions-Achsrichtung als auch die Bildaufnahme-Achsrichtung schneidet. In dem vorliegenden Beispiel ist die Bildaufnahme-Einheit **30** an der Befestigungsfläche befestigt, die senkrecht zur Bildaufnahme-Achsrichtung ist. Die Bildaufnahme-Einheit **30** ist an der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** durch Klebung unter Verwendung eines Klebemittels, Schmelzverbinden oder dergleichen befestigt. Der Kopplungsabschnitt der Bildaufnahme-Einheit **30**, der mit der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** gekoppelt werden soll, kann aus einem Glasmaterial wie etwa Quarzglas gebildet sein.

[0046] Die Bildaufnahme-Einheit **30**, die Projektionslinse **24** und die Linsenhalte-Einheit **26** sind in **x**-Richtung nebeneinander angeordnet. Es ist zu beachten, dass sich kein Befestigungselement zwischen der Linsenhalte-Einheit **26** und der Bildaufnahme-Einheit **30** befindet. Die relativen Positionen der Linsenhalte-Einheit **26** und der Bildaufnahme-Einheit **30** sind mit der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** als Referenz definiert.

[0047] Der Faserblock **28** und die Lichtleitfaser **34** sind an einer weiteren Seitenfläche **22d** der optischen Schaltungseinheit **22** befestigt, die der Seitenfläche **22c** gegenüberliegt, an der die Linsenhalte-Einheit **26** und die Bildaufnahme-Einheit **30** befestigt sind. Der Faserblock **28** und die Lichtleitfaser **34** sind an der Seitenfläche **22d** der Schaltungseinheit **22** durch Klebung unter Verwendung eines Klebemittels, Schmelzverbinden oder dergleichen befestigt.

[0048] Fig. 3 ist eine Seitenansicht, die eine schematische Konfiguration der Lichtprojektions-Einheit **20** aus der **x**-Richtung betrachtet zeigt. Die optische Schaltungseinheit **22** umfasst das Substrat **60** und eine Abdeckschicht **62**, die auf einer oberen Oberfläche **60a** des Substrats **60** angeordnet ist. Das Substrat **60** ist zum Beispiel ein Siliziumwafer. Die Ab-

deckschicht **62** ist aus einem Material gebildet, das Siliziumoxid (SiO_2) als Hauptkomponente enthält. Eine Wellenleiterstruktur der optischen Schaltungseinheit **22** ist in der Abdeckschicht **62** angeordnet. Zum Beispiel sind der Eingangs-Wellenleiter **41**, die Teileinheit **42**, der erste Wellenleiter **43** und der zweite Wellenleiter **44** als ein Kernabschnitt innerhalb der Abdeckschicht **62** ausgebildet. Der erste Phasenmodulator **45** und der zweite Phasenmodulator **46** sind auf der Abdeckschicht **62** angeordnet. Ferner ist der Verdrahtungsabschnitt **48** (in **Fig. 3** nicht gezeigt) auf der Abdeckschicht **62** angeordnet.

[0049] Das Substrat **60** ist über eine erste Klebeschicht **64** auf einer Trägerbasis **66** befestigt. Die Trägerbasis **66** ist auf der Seite einer unteren Oberfläche **60b** des Substrats **60** angeordnet, die der oberen Oberfläche **60a** gegenüberliegt. Die Trägerbasis **66** ist über eine zweite Klebeschicht **68** an einem Gehäuse **18** befestigt. Demzufolge ist die optische Schaltungseinheit **22** über der Trägerbasis **66** an dem Gehäuse **18** befestigt. In dem in der Zeichnung gezeigten Beispiel befindet sich die zweite Klebeschicht **68** an der unteren Oberfläche **66b**, die dem Substrat **60** über die Trägerbasis **66** gegenüberliegt. Demzufolge ist die Trägerbasis **66** über die untere Oberfläche **66b** der Trägerbasis **66** an dem Gehäuse **18** befestigt. Es ist zu beachten, dass das Befestigungsverfahren für die Trägerbasis **66** nicht besonders beschränkt ist. Ferner kann die Trägerbasis **66** über ihre Seitenfläche an dem Gehäuse **18** befestigt sein. Ferner kann, statt die Trägerbasis **66** zu verwenden, das Substrat **60** über die erste Klebeschicht **64** an dem Gehäuse **18** befestigt sein.

[0050] Das Material der Trägerbasis **66** ist nicht besonders beschränkt. Wenigstens eines von Metallmaterialien, Harzmaterialien und Keramikmaterialien kann verwendet werden. Als die Trägerbasis **66** kann ein Glas-Epoxid-Substrat oder ein Aluminium (Al) - Substrat verwendet werden. Ferner sind die Materialien der ersten Klebeschicht **64** und der zweiten Klebeschicht **68** nicht besonders beschränkt. Wenigstens eines von Harzmaterialien und Metallmaterialien kann verwendet werden. Als die erste Klebeschicht **64** und die zweite Klebeschicht **68** kann zum Beispiel ein Klebeband, ein Harzklebemittel, Silber (Ag) - Paste, Lot oder dergleichen verwendet werden.

[0051] Die Linsenhalte-Einheit **26** ist an der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** befestigt. Die Linsenhalte-Einheit **26** ist zum Beispiel an einer Seitenfläche des Substrats **60** befestigt. Die Linsenhalte-Einheit **26** kann an nur einer Seitenfläche des Substrats **60** oder an Seitenflächen von sowohl dem Substrat **60** als auch der Abdeckschicht **62** befestigt sein. Jedoch ist die Linsenhalte-Einheit **26** weder an der Trägerbasis **66** noch an dem Gehäuse **18** direkt befestigt. Wenn aufgrund der Verwölbung oder dergleichen in dem Substrat **60** oder der Ab-

deckschicht **62** eine Verformung oder Verlagerung auftritt, wird die Linsenhalte-Einheit **26** entsprechend der Verformung oder Verlagerung verlagert. Es ist zu beachten, dass das Gleiche für die Bildaufnahme-Einheit **30** gilt, die in **Fig. 3** nicht gezeigt ist.

[0052] Nachfolgend ist der Betrieb bzw. die Funktionsweise der optischen Messeinrichtung **100** beschrieben. Die optische Schaltungseinheit **22** teilt den von der Lichtquelle **38** empfangenen Lichtstrahl in den ersten Wellenleiter **43** und den zweiten Wellenleiter **44**. Die Steuerungseinheit **40** steuert zur Steuerung der Phasendifferenz zwischen dem ersten Wellenleiter **43** und dem zweiten Wellenleiter **44** den ersten Phasenmodulator **45** und den zweiten Phasenmodulator **46**. Die Projektionslinse **24** erzeugt eine Interferenz zwischen zwei von der ersten Ausgangsöffnung **43a** und der zweiten Ausgangsöffnung **44a** ausgesendeten phasenmodulierten Lichtstrahlen und projiziert ein gemustertes Licht auf das Ziel. Die Bildaufnahme-Einheit **30** nimmt ein Interferenzstreifenbild des Ziels auf, auf das das gemusterte Licht projiziert wird. Die Steuerungseinheit **40** ändert die Phasendifferenz zwischen dem ersten Wellenleiter **43** und dem zweiten Wellenleiter **44**, um die hellen und dunklen Positionen des Interferenzstreifenmusters **90** zu ändern. Die Bildaufnahme-Einheit **30** erzeugt verschiedene Interferenzstreifenbilder, die den mehreren verschiedenen Interferenzstreifenmustern **90** mit unterschiedlichen hellen und dunklen Positionsbeziehungen entsprechen. Die Steuerungseinheit **40** analysiert die mehreren so aufgenommenen Interferenzstreifenbildern, um eine dreidimensionale Form des Ziels abzuleiten.

[0053] Im Betrieb der optischen Messeinrichtung **100** wird der innere Abschnitt des Gehäuses **18** hauptsächlich aufgrund von Wärme erwärmt, die beim Betrieb der optischen Schaltungseinheit **22** und der Bildaufnahme-Einheit **30** entsteht. Ferner wird in der optischen Schaltungseinheit **22** Wärme hauptsächlich aufgrund des Antriebs des ersten Phasenmodulators **45** und des zweiten Phasenmodulators **46** erzeugt. Ferner wird in der Bildaufnahme-Einheit **30** aufgrund des Betriebs von Halbleiterbauelementen wie etwa Transistoren oder dergleichen, die in dem Bildaufnahme-Element **50** enthalten sind, Wärme erzeugt. Die innerhalb des Gehäuses **18** angeordneten Komponenten sind miteinander verbunden. Eine solche Anordnung kann eine Verformung wie etwa eine Verwölbung oder dergleichen aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten der Komponenten verursachen. Insbesondere hat die optische Schaltungseinheit **22** eine lange Länge in **z**-Richtung, in der sich die Wellenleiter erstrecken, und eine kleine Dicke in **y**-Richtung. Demzufolge tritt aufgrund der Differenz der Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen dem Substrat **60** und der Abdeckschicht **62** leicht eine Verwölbung auf. Wenn sich die räumliche Beziehung zwischen der Projektionsachse

A und der Bildaufnahmeachse **B** aufgrund einer Verformung oder Verlagerung der einzelnen Komponenten ändert, führt dies zu einer Verschlechterung der Messgenauigkeit des Streifenabtastverfahrens, da in dem Streifenabtastverfahren die Tiefe und die Höhe der Zieloberfläche auf der Grundlage der Winkel θ zwischen der Projektionsachse **A** und der Bildaufnahmeachse **B** abgeleitet wird.

[0054] Fig. 4 ist ein schematisches Diagramm, das, gemäß einem Vergleichsbeispiel, eine Änderung der Projektionsachse **A** zeigt, wenn eine Verwölbung der optischen Schaltungseinheit **82** auftritt. In dem in der Zeichnung gezeigten Vergleichsbeispiel sind die optische Schaltungseinheit **82** und die Linsenhalte-Einheit **86** auf einer oberen Oberfläche **88a** einer Trägerbasis **88** befestigt. Das heißt, die obere Oberfläche **88a**, die als eine Ebene definiert ist, die sich in eine Richtung entlang der Projektionsachse **A** erstreckt, wird als die Befestigungsfläche verwendet. Dies ist der Unterschied gegenüber dem oben beschriebenen Beispiel. In dem vorliegenden Vergleichsbeispiel ist eine nicht gezeigte Bildaufnahme-Einheit auf der oberen Oberfläche **88a** der Trägerbasis **88** befestigt. In der optischen Schaltungseinheit **82** hat die Abdeckschicht einen Wärmeausdehnungskoeffizienten, der kleiner als der des Substrats ist. Demzufolge dehnt sich, wenn die optische Schaltungseinheit **82** durch den Betrieb erwärmt wird, das Substrat mit einem relativ großen Wärmeausdehnungskoeffizienten aus, was zu einer Verwölbung führt, so dass es nach unten vorragt. Dadurch ist die Seitenfläche **82c** der optischen Schaltungseinheit **82**, auf der eine virtuelle Wellenquelle **87** definiert ist, nach oben geneigt. Hingegen ist die Linsenhalte-Einheit **86** in einem Abstand von der optischen Schaltungseinheit **82** angeordnet. Demzufolge ist der Betrag der thermischen Verformung der Linsenhalte-Einheit **86** verglichen mit der der optischen Schaltungseinheit **82** kleiner. Dadurch weicht die Richtung der Projektionsachse **A1**, die durch die virtuelle Wellenquelle **87** und die Mitte der Projektionslinse **84** verläuft, von der Projektionsachse **A**, wie sie vor der thermischen Verformung definiert ist, ab. Mit der Position der Seitenfläche **82c** der optischen Schaltungseinheit **82** als Referenz ist die Seitenfläche **82c** nach der thermischen Verformung nach oben und die Projektionsachse **A1** nach unten verlagert. Demzufolge gibt es, betrachtet von der Seitenfläche **82c**, eine große Abweichung der Projektionsachse zwischen **A** und **A1** zwischen vor und nach der thermischen Verformung.

[0055] Wenn sich in dieser Situation die Projektionsachse **B** der Bildaufnahme-Einheit **30** auf die gleiche Weise wie die Projektionsachse **A1** ändert, kann diese Anordnung die räumliche Beziehung zwischen der Projektionsachse **A1** und der Bildaufnahmeachse **B** selbst nach der thermischen Verformung bewahren. Jedoch ist es denkbar, wenn die Bildaufnahme-Einheit unabhängig von der optischen Schaltungseinheit

82 auf der Trägerbasis **88** befestigt ist, dass in vielen Fällen, der Verformungszustand der optischen Schaltungseinheit **82** nicht mit dem Verformungszustand der Bildaufnahme-Einheit übereinstimmt. Als Folge davon ändert sich die räumliche Beziehung zwischen der Projektionsachse **A1** und der Bildaufnahmeachse **B** durch thermische Verformung, was einen Einfluss auf die Messgenauigkeit des Streifenabtastverfahrens hat. Als Ergebnis einer von dem vorliegenden Erfinder berechneten Schätzung führt eine Abweichung der Position der virtuellen Wellenquelle **87** von nur 1 μm zu einem Messfehler von etwa 1 mm bei der dreidimensionalen Messung des Ziels. Wenn die Verformung der optischen Schaltungseinheit **82** noch größer wird, kann diese Anordnung zu einem noch größeren Messfehler führen.

[0056] Fig. 5 ist ein schematisches Diagramm, das, gemäß dem Beispiel, die Änderung der Projektionsachse **A** zeigt, wenn eine Verwölbung der optischen Schaltungseinheit **22** aufgetreten ist. In dem in der Zeichnung gezeigten Beispiel, ebenso wie in dem oben beschriebenen Vergleichsbeispiel, ist die Seitenfläche **22c** aufgrund der Verwölbung der optischen Schaltungseinheit **22** geneigt, wodurch die optische Schaltungseinheit **22** nach oben (**y**-Richtung) verlagert wird. In dem vorliegenden Beispiel ist auch die Linsenhalte-Einheit **26** entsprechend der Verformung der Seitenfläche **22c** in **y**-Richtung verlagert. Demzufolge ist die Änderung der relativen Position der Projektionslinse **24** klein, mit der Position der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** als Referenz. Dadurch ist die relative Änderung der Richtung der Projektionsachse **A2** von der vor der thermischen Verformung definierten Projektionsachse **A** klein, mit der Position der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** als Referenz.

[0057] Entsprechend ist in dem vorliegenden Beispiel auch die Bildaufnahme-Einheit **30** entsprechend der Verwölbung der optischen Schaltungseinheit **22** verlagert. Demzufolge ist auch die Änderung der relativen Position der Bildaufnahme-Einheit **30** klein, mit der Position der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** als Referenz. Dadurch ist diese Anordnung dazu geeignet, die Richtungsbeziehung zwischen der Projektionsachse **A** und der Bildaufnahmeachse **B**, betrachtet von der Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22**, aufrechtzuerhalten. Dies verringert die Änderung der räumlichen Beziehung zwischen der Projektionsachse **A** und der Bildaufnahmeachse **B** definierten Winkels θ verringert ist. Dadurch kann eine Verringerung der Messgenauigkeit durch thermische Verformung verringert werden.

ZWEITES BEISPIEL

[0058] Fig. 6 und Fig. 7 sind Diagramme, die jeweils eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung 200 gemäß einem zweiten Beispiel zeigen. Fig. 6 ist eine Draufsicht, die der oben beschriebenen Fig. 2 entspricht. Fig. 7 ist eine Seitenansicht, die der oben beschriebenen Fig. 3 entspricht. In dem vorliegenden Beispiel sind eine Lichtprojektions-Einheit 120 und eine Bildaufnahme-Einheit 130 an einer Hauptfläche 132c eines Abdeckglases 132 befestigt. Das heißt, die Hauptfläche 132c des Abdeckglases 132 soll als eine Befestigungsfläche verwendet werden, die als Referenz der Befestigungsposition dient. Dies ist der Unterschied gegenüber dem oben beschriebenen ersten Beispiel. Nachfolgend ist das vorliegende Beispiel mit dem Fokus auf dem Unterschied gegenüber dem oben beschriebenen Beispiel beschrieben.

[0059] Die optische Messeinrichtung 200 umfasst die Lichtprojektions-Einheit 120 und die Bildaufnahme-Einheit 130. Die Lichtprojektions-Einheit 120 und die Bildaufnahme-Einheit 130 sind in einem inneren Abschnitt eines Gehäuses 118 des Endabschnitts 12 des Endoskops angeordnet. Das Abdeckglas 132 ist an dem Gehäuse 118 so befestigt, dass es sowohl die Projektionsachse A als auch die Bildaufnahmeachse B schneidet. Die Lichtprojektions-Einheit 120 und die Bildaufnahme-Einheit 130 sind an der Hauptfläche 132c des Abdeckglases 132 befestigt. Die Hauptfläche 132c des Abdeckglases 132 ist als eine Befestigungsfläche ausgebildet, die so definiert ist, dass sie sowohl die Projektionsachse A als auch die Bildaufnahmeachse B schneidet. Anders gesagt, das Abdeckglas 132 dient als ein Befestigungselement, das zur Ausrichtung der Lichtprojektions-Einheit 120 und der Bildaufnahme-Einheit 130 verwendet wird.

[0060] Die Lichtprojektions-Einheit 120 umfasst eine optische Schaltungseinheit 122, eine Projektionslinse 24 und eine Linsenhalte-Einheit 26. Die optische Schaltungseinheit 122 umfasst ein Substrat 160 und eine Abdeckschicht 162, die auf einer oberen Oberfläche 160a des Substrats 160 angeordnet ist. Die Abdeckschicht 162 umfasst eine Wellenleiterstruktur, die auf die gleiche Weise wie in dem oben beschriebenen ersten Beispiel gebildet ist. Ein erster Phasenmodulator 45, ein zweiter Phasenmodulator 46 und eine Verdrahtungseinheit 148 sind auf der Abdeckschicht 162 angeordnet. Die Verdrahtungseinheit 148 ist elektrisch mit dem ersten Phasenmodulator 45 und dem zweiten Phasenmodulator 46 gekoppelt und über ein erstes Verdrahtungskabel 136 mit einer Steuerungseinheit 40 gekoppelt.

[0061] Die Linsenhalte-Einheit 26 ist an der Hauptfläche 132c des Abdeckglases 132 befestigt. Die Linsenhalte-Einheit 26 ist durch Klebung unter Verwendung eines Klebemittels, Schmelzverbinden oder

dergleichen an der Hauptfläche 132c befestigt. Die Linsenhalte-Einheit 26 ist auf die gleiche Weise wie in dem oben beschriebenen ersten Beispiel an einer Seitenfläche 122c der optischen Schaltungseinheit 122 befestigt. Hingegen ist die optische Schaltungseinheit 122 nur an der Linsenhalte-Einheit 26 befestigt. Das heißt, in dem vorliegenden Beispiel ist die Trägerbasis 66 nicht vorgesehen, anders als in dem ersten Beispiel. Das heißt, es gibt kein Element, das zur festen Kopplung zwischen einer unteren Oberfläche 160b des Substrats 160 und dem Gehäuse 118 verwendet wird. Dadurch ist die optische Schaltungseinheit 122 über die Linsenhalte-Einheit 26 an dem Abdeckglas 132 befestigt.

[0062] Die Bildaufnahme-Einheit 130 umfasst ebenso wie in dem ersten Beispiel ein Bildaufnahme-Element 50 und eine Bildaufnahmelinse 52. Die Bildaufnahme-Einheit 50 ist elektrisch mit einem zweiten Verdrahtungskabel 137 gekoppelt. Ein Bildsignal wird über das zweite Verdrahtungskabel 137 zu der Steuerungseinheit 40 übertragen. Die Bildaufnahme-Einheit 130 ist an der Hauptfläche 132c des Abdeckglases 132 so befestigt, dass ihre Bildaufnahmeachse B senkrecht zur Hauptfläche 132c des Abdeckglases 132 ist.

[0063] In dem vorliegenden Beispiel ist diese Anordnung durch Befestigen der optischen Projektionseinheit 120 und der Bildaufnahme-Einheit 130 an der Befestigungsfläche, die so definiert ist, dass sie sowohl die Projektions-Achsrichtung als auch die Bildaufnahme-Achsrichtung schneidet, auch dazu geeignet, eine Änderung der relativen räumlichen Beziehung zwischen der Projektionsachse A und der Bildaufnahmeachse B durch thermische Verformung zu verringern. In dem vorliegenden Beispiel sind die Linsenhalte-Einheit 26 und die Bildaufnahme-Einheit 130 an einem Befestigungselement (Abdeckglas 132) befestigt, das aus einem Glasmaterial mit kleinem Wärmeausdehnungskoeffizienten gebildet ist. Diese Anordnung ist dazu geeignet, eine Änderung der relativen Positionen der Projektionslinse 24 und der Bildaufnahmelinse 52 zu verringern. Ferner ist die Linsenhalte-Einheit 26 an der Seitenfläche 122c der optischen Schaltungseinheit 122 befestigt. Demzufolge ist diese Anordnung dazu geeignet, die räumliche Beziehung zwischen der Seitenfläche 122c und der Linsenhalte-Einheit 26 stabil zu halten, selbst wenn sich die optische Schaltungseinheit 122 wölbt. Dadurch ist diese Anordnung dazu geeignet, eine Änderung der relativen Positionen der Projektionslinse 24 und der virtuellen Wellenquelle 47, die an der Seitenfläche 122c der optischen Schaltungseinheit 122 definiert ist, zu verringern. Demzufolge beinhaltet diese Anordnung in dem vorliegenden Beispiel nur eine kleine Änderung der relativen Positionen der Projektionsachse A und der Bildaufnahmeachse B durch thermische Verformung. Dies verringert eine Verschlechterung

rung der Messgenauigkeit durch thermische Verformung.

DRITTES BEISPIEL

[0064] Fig. 8 ist ein Diagramm, das eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung **300** gemäß einem dritten Beispiel zeigt. In dem vorliegenden Beispiel sind eine Lichtprojektions-Einheit **220** und eine Bildaufnahme-Einheit **130** an einer Hauptfläche **132c** eines Abdeckglases **132** befestigt, was eine Gemeinsamkeit mit dem oben beschriebenen zweiten Beispiel ist. Jedoch sind eine optische Schaltungseinheit **222**, die in der Lichtprojektions-Einheit **220** enthalten ist, und eine Projektionslinse **224** unter Verwendung eines Verfahrens, das sich von dem unterscheidet, das in dem oben beschriebenen Beispiel verwendet wird, befestigt. Die Beschreibung des vorliegenden Beispiels ist primär auf den Unterschied gegenüber dem oben beschriebenen Beispiel gerichtet.

[0065] Die optische Messeinrichtung **300** umfasst die Lichtprojektions-Einheit **220** und die Bildaufnahme-Einheit **130**. Die Lichtprojektions-Einheit **220** und die Bildaufnahme-Einheit **130** sind in einem inneren Abschnitt eines Gehäuses **118** eines Endabschnitts **12** eines Endoskops angeordnet. Die Lichtprojektions-Einheit **220** und die Bildaufnahme-Einheit **130** sind an der Hauptfläche **132c** des Abdeckglases **132** befestigt.

[0066] Die Lichtprojektions-Einheit **220** umfasst die optische Schaltungseinheit **222**, die Projektionslinse **224**, ein erstes Halteelement **264**, ein zweites Halteelement **266**, ein drittes Halteelement **268** und ein viertes Halteelement **270**. Das optische Schaltungseinheit **222** ist an dem dritten Halteelement **268** befestigt. Ferner ist die optische Schaltungseinheit **222** über das dritte Halteelement **268** in dem inneren Abschnitt des zweiten Halteelements **266** befestigt. Die optische Schaltungseinheit **222** ist über ihre Seitenfläche **222c**, an der sich Ausgängen von Wellenleitern befinden, mit dem dritten Halteelement **268** gekoppelt. Die Projektionslinse **224** ist zwischen dem ersten Halteelement **264** und dem zweiten Halteelement **266** befestigt.

[0067] Das erste Halteelement **264** umfasst eine Bodenfläche **234a** zum Befestigen an der Hauptfläche **132c** des Abdeckglases **132**. Eine Öffnung **234b** ist in einem mittleren Abschnitt der Bodenfläche **234a** gebildet, so dass ein gemustertes Licht hindurchtreten kann. Eine Eingriffsabschnitt **234c** ist auf einer Seite angeordnet, die der Bodenfläche **234a** gegenüberliegt, um das zweite Halteelement **266** zu befestigen. Der Eingriffsabschnitt **234c** ragt in z-Richtung vor. Eine Gewindestruktur ist an der inneren Fläche des Eingriffsabschnitts **234c** angeordnet, so dass der Eingriffsabschnitt **234c** auf einen ersten End-

abschnitt **266a** des zweiten Halteelements **266** geschraubt werden kann.

[0068] Das zweite Halteelement **266** ist ein zylindrisches Element zur Aufnahme der optischen Schaltungseinheit **222** in seinem inneren Abschnitt. Der erste Endabschnitt **266a** des zweiten Halteelements **266** umfasst einen ersten Aussparungsabschnitt **266c** zur Aufnahme der Projektionslinse **224**. Ein zweiter Endabschnitt **266b**, der dem ersten Endabschnitt **266a** gegenüberliegt, umfasst einen zweiten Aussparungsabschnitt **266d** zur Aufnahme der optischen Schaltungseinheit **222**. Der erste Aussparungsabschnitt **266c** und der zweite Aussparungsabschnitt **266d** sind über einen inneren Raum, der sich in axialer Richtung (z-Richtung) erstreckt, verbunden.

[0069] Das dritte Halteelement **268** ist ein flachplattiges Element, das lichtdurchlässig ist. Die optische Schaltungseinheit **222** ist so an dem dritten Halteelement **268** befestigt, dass die Seitenfläche **222c** der optischen Schaltungseinheit **222** mit dem dritten Halteelement **268** gekoppelt ist. Das dritte Halteelement **268** ist an den Boden des zweiten Aussparungsabschnitts **266d** angepasst und zwischen dem zweiten Halteelement **266** und dem vierten Halteelement **270** angeordnet. Das vierte Halteelement **270** ist ein ringförmiges Element. Durch Einschrauben des vierten Halteelements **270** in eine Gewindestruktur, die in dem Boden des zweiten Aussparungsabschnitts **266d** gebildet ist, ist die dritte Halteelement **268** befestigt.

[0070] In dem vorliegenden Beispiel sind die optische Schaltungseinheit **222** und die Projektionslinse **224** mit Hilfe des zweiten Halteelements **266**, das eine zylindrische Struktur besitzt, befestigt. Diese Anordnung beinhaltet nur eine kleine Änderung der relativen Positionen der optischen Schaltungseinheit **222** und der Projektionslinse **224** durch thermische Verformung. Ferner ist die optische Schaltungseinheit **222** an dem zweiten Halteelement **266** befestigt, mit der Seitenfläche **222c** der optischen Schaltungseinheit **222**, die ein gemustertes Licht aussendet, als Referenz. Demzufolge ist diese Anordnung dazu geeignet, eine Verlagerung der Seitenfläche **222c** zu verringern, um so eine Änderung der räumlichen Beziehung zwischen der Seitenfläche **222c** und der Projektionslinse **224** zu verringern, selbst wenn sich die optische Schaltungseinheit **222** aufgrund einer thermischen Verformung wölbt. Ferner ist in dem vorliegenden Beispiel die Lichtprojektions-Einheit **220** an einer Befestigungsfläche (Hauptfläche **132c** des Abdeckglases **132**) befestigt, die so definiert ist, dass sie sowohl die Projektions-Achsrichtung als auch die Bildaufnahme-Achsrichtung schneidet. Demzufolge ist diese Anordnung dazu geeignet, eine Änderung der relativen räumlichen Beziehung zwischen der Projektionsachse **A** und der Bildaufnahmeachse **B** zu verringern und dadurch eine

Verschlechterung der Messgenauigkeit durch thermische Verformung zu verringern.

MODIFIKATION 1

[0071] Fig. 9 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung 400 gemäß einer Modifikation 1 zeigt. In der vorliegenden Modifikation ist keine Projektionslinse an der Lichtprojektions-Einheit 320 angeordnet. Statt dessen ist die vorliegende Modifikation so ausgelegt, dass die von mehreren Wellenleitern einer optischen Schaltungseinheit 322 ausgesendeten gemusterten Lichter auf ein Ziel projiziert werden, ohne dabei eine Linse zu verwenden. Die optische Schaltungseinheit 322 ist so angeordnet, dass ihre Seitenfläche 322c, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweisen, an einer Hauptfläche 332c des Abdeckglases 332 befestigt ist, das an einem Gehäuse 318 befestigt ist. Die optische Schaltungseinheit 322 ist an einer Befestigungsfläche befestigt, die senkrecht zu der Projektionsachse A ist. Eine Bildaufnahme-Einheit 330 ist an einer Hauptfläche 332c des Abdeckglases 332 auf die gleiche Weise befestigt wie in dem oben beschriebenen Beispiel. Das heißt, die Bildaufnahme-Einheit 330 ist an der Befestigungsfläche befestigt, die senkrecht zu der Bildaufnahmeachse B ist. Die vorliegende Modifikation ist dazu geeignet, die gleichen Effekte wie in dem oben beschriebenen Beispiel zu erzielen.

MODIFIKATION 2

[0072] Fig. 10 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung 500 gemäß einer Modifikation 2 zeigt. In der vorliegenden Modifikation ist die Lichtprojektions-Einheit 320 mit einer Neigung bezüglich des Abdeckglases 332 versehen, so dass sich die Projektionsachse A und die Bildaufnahmeachse B schneiden. Die Lichtprojektions-Einheit 320 ist über ein Zwischenelement 470 an der Hauptfläche 332c des Abdeckglases 332 befestigt. Das Zwischenelement 470 hat eine erste Fläche 470a zum Befestigen an der Hauptfläche 322c der optischen Schaltungseinheit 322 und eine zweite Fläche 470b zum Befestigen an der Hauptfläche 332c des Abdeckglases 332. Das Zwischenelement 470 ist so ausgelegt, dass seine erste Fläche 470a eine Neigung bezüglich seiner zweiten Fläche 470b hat, und zwar mit einem Neigungswinkel, der dem Schnittwinkel entspricht, in dem die Projektionsachse A die Bildaufnahmeachse B schneidet. Die vorliegende Modifikation erzielt die gleichen Effekte wie jene durch das oben beschriebene Beispiel.

MODIFIKATION 3

[0073] Fig. 11 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung 600 gemäß einer Modifikation 3 zeigt. Die vorliegen-

de Modifikation ist so ausgelegt, dass eine optische Schaltungseinheit 522 auf die gleiche Weise wie in dem oben beschriebenen ersten Beispiel als Befestigungspositionsreferenz dient. Das heißt, eine optische Projektionseinheit 520 und eine Bildaufnahme-Einheit 530 sind nicht an dem Abdeckglas 332 befestigt. Ferner ist kein Befestigungselement oder Zwischenelement zwischen der optischen Projektionseinheit 520 und der Bildaufnahme-Einheit 530 und dem Abdeckglas 332 angeordnet. Die optische Schaltungseinheit 522 hat eine erste Seitenfläche 522c, die Ausgänge mehrerer Wellenleiter aufweist, eine zweite Seitenfläche 522d, auf der die Bildaufnahme-Einheit 530 befestigt ist, und eine dritte Seitenfläche 522e, mit der die Lichtleitfaser 34 und das Verdrahtungskabel 36 gekoppelt sind. Die erste Seitenfläche 522c und die zweite Seitenfläche 522d sind auf einer Seite angeordnet, die der dritten Seitenfläche 522e gegenüberliegt, und in z-Richtung gegeneinander versetzt. Die erste Seitenfläche 522c und die zweite Seitenfläche 522d sind parallel zueinander angeordnet, so dass sie die Projektions-Achsrichtung und die Bildaufnahme-Achsrichtung schneiden oder senkrecht zu diesen sind. In der vorliegenden Modifikation ist die Bildaufnahme-Einheit 530 befestigt, mit den Seitenflächen der optischen Schaltungseinheit 522, die sowohl die Projektions-Achsrichtung als auch die Bildaufnahme-Achsrichtung schneiden, als Referenz, wodurch die gleichen Effekte wie jene in dem oben beschriebenen Beispiel erzielt werden.

MODIFIKATION 4

[0074] Fig. 12 ist eine Draufsicht, die eine schematische Konfiguration einer optischen Messeinrichtung 700 gemäß einer Modifikation 4 zeigt. In der vorliegenden Modifikation ist die Bildaufnahme-Einheit 530 mit einer Neigung bezüglich der optischen Schaltungseinheit 522 befestigt, so dass die Projektionsachse A die Bildaufnahmeachse B schneidet. Die Bildaufnahme-Einheit 530 ist über ein Zwischenelement 670 an der zweiten Seitenfläche 522d der optischen Schaltungseinheit 522 befestigt. Das Zwischenelement 670 umfasst eine erste Fläche zum Befestigen an der zweiten Seitenfläche 522d der optischen Schaltungseinheit 522 und eine zweite Fläche zum Befestigen an der Bildaufnahme-Einheit 530. Die zweite Fläche ist gegenüber der ersten Fläche geneigt. In der vorliegenden Modifikation ist die Bildaufnahme-Einheit 530 befestigt, mit der Seitenfläche der optischen Schaltungseinheit 522, die sowohl die Projektions-Achsrichtung als auch die Bildaufnahme-Achsrichtung schneidet, als Referenz, wodurch die gleichen Effekte wie jene in dem oben beschriebenen Beispiel erzielt werden.

[0075] In noch einer weiteren Modifikation kann, statt das Zwischenelement 670 vorzusehen, die optische Schaltungseinheit 522 so ausgelegt sein, dass ihre zweite Seitenfläche 522d bezüglich ihrer ersten Sei-

tenfläche **522c** geneigt ist. Die Bildaufnahme-Einheit **530** kann an der zweiten Seitenfläche **522d**, die eine solche Neigung besitzt, befestigt sein.

[0076] Oben sind Beispiele der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die oben beschriebenen Beispiele sind lediglich beispielhaft und sollen nicht einschränkend verstanden werden. Vielmehr ist dem Fachmann auf dem Gebiet ohne Weiteres klar, dass verschiedene Modifikationen möglich sind, indem die oben erwähnten Komponenten oder Prozesse innerhalb des Schutzbereichs der vorliegenden Erfindung verschiedentlich kombiniert werden.

[0077] In dem oben beschriebenen Beispiel ist eine Anordnung beschrieben, in der die optische Messeinrichtung als ein flexibles Endoskop ausgelegt ist. In noch einer weiteren Modifikation kann die optische Messeinrichtung als ein starres Endoskop mit einem starren Einführungsabschnitt ausgelegt sein. Ferner ist ein Endoskop für medizinische oder industrielle Zwecke möglich. Ferner ist die optische Messeinrichtung gemäß dem vorliegenden Beispiel nicht notwendigerweise in ein solches Endoskop eingebaut. Ferner können die oben beschriebenen Beispiele und Modifikationen, zusätzlich zu dem Streifenabtastverfahren, auf andere Messtechniken angewendet werden, die ein strukturiertes Beleuchtungsverfahren verwenden.

[0078] In dem oben beschriebene Beispiel ist die optische Schaltungseinheit, die eine Y-Wellenleiterstruktur umfasst, beschrieben, in der dem ersten Wellenleiter und dem zweiten Wellenleiter jeweils ein Phasenmodulator zugeordnet ist. In noch einer weiteren Modifikation kann nur ein einziger Phasenmodulator einem von dem ersten Wellenleiter und dem zweiten Wellenleiter zugeordnet sein.

[0079] In dem oben beschriebenen Beispiel ist eine Anordnung beschrieben, in der eine Kugellinse als die Projektionslinse verwendet wird. In noch einem weiteren Beispiel kann eine plankonvexe Linse als die Projektionslinse verwendet werden. Ferner kann eine konkave Linse als die Projektionslinse verwendet werden. Ferner kann die Projektionslinse eine Kombination aus mehreren Linsen sein, die eine konkave Linse oder eine konvexe Linse umfassen.

[0080] In dem oben beschriebenen ersten Beispiel ist eine Anordnung beschrieben, in der die Linsenhalte-Einheit **26** und die Bildaufnahme-Einheit **30** an der gleichen Seitenfläche **22c** der optischen Schaltungseinheit **22** befestigt sind. In noch einer weiteren Modifikation, wie es in **Fig. 11** gezeigt ist, kann die optische Schaltungseinheit die erste Seitenfläche und die zweite Seitenfläche umfassen, die in z-Richtung gegeneinander versetzt sind. In dieser Anordnung kann die Linsenhalte-Einheit an der ersten Seitenfläche befestigt sein, und die Bildaufnahme-Einheit kann an

der zweiten Seitenfläche befestigt sein. Das heißt, die Linsenhalte-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit können an unterschiedlichen Seitenflächen der optischen Schaltungseinheit befestigt sein.

Bezugszeichenliste

18 Gehäuse, 20 Lichtprojektions-Einheit, 22 optische Schaltungseinheit, 22c Seitenfläche, 24 Projektionslinse, 26 Linsenhalte-Einheit, 30 Bildaufnahme-Einheit, 60 Substrat, 100 optische Messeinrichtung.

[INDUSTRIELLE ANWENDBARKEIT]

[0082] Mit einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist diese Anordnung dazu geeignet, eine Verschlechterung der Messgenauigkeit durch thermische Verformung zu verringern.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP H0587543 [0003]

Patentansprüche

1. Optische Messeinrichtung, die umfasst:
eine Lichtprojektions-Einheit, die ein gemustertes Licht aussendet; und
eine Bildaufnahme-Einheit, die ein Bild eines Ziels aufnimmt, auf das das gemusterte Licht projiziert wird,
wobei die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit über eine Befestigungsfläche miteinander verbunden sind, die sowohl eine Projektions-Achsrichtung, die durch die Lichtprojektions-Einheit definiert ist, als auch eine Bildaufnahmeachse, die durch die Bildaufnahme-Einheit definiert ist, schneidet.

2. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lichtprojektions-Einheit die Befestigungsfläche umfasst, und wobei die Bildaufnahme-Einheit an der Befestigungsfläche befestigt ist.

3. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 2, die ferner ein Gehäuse umfasst, in dem die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit aufgenommen sind,
wobei die Lichtprojektions-Einheit an dem Gehäuse befestigt ist,
und wobei die Bildaufnahme-Einheit über die Lichtprojektions-Einheit an dem Gehäuse befestigt ist.

4. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Lichtprojektions-Einheit umfasst:
ein Substrat; und
eine optische Schaltungseinheit, die auf dem Substrat angeordnet ist und mehrere Wellenleiter umfasst, die jeweils dazu geeignet sind, eine Phasenmodulation zu unterstützen,
und wobei die Bildaufnahme-Einheit an der optischen Schaltungseinheit befestigt ist.

5. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 4, wobei die Lichtprojektions-Einheit ferner umfasst:
eine Projektionslinse, die das gemusterte Licht durch Interferenz mehrerer von den mehreren Wellenleitern ausgesendeter Lichtstrahlen auf das Ziel projiziert; und
eine Linsenhalte-Einheit, die die Projektionslinse hält, und wobei die Linsenhalte-Einheit an der optischen Schaltungseinheit befestigt ist.

6. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei die optische Schaltungseinheit eine Seitenfläche umfasst, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist, und wobei die Bildaufnahme-Einheit an der Seitenfläche befestigt ist.

7. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 5, wobei die optische Schaltungseinheit eine Seitenfläche umfasst, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist, und wobei die Bildaufnahme-Einheit und

die Linsenhalte-Einheit an der Seitenfläche befestigt sind.

8. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei die optische Schaltungseinheit eine erste Seitenfläche, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist, und eine zweite Seitenfläche, die an einer Position angeordnet ist, die gegenüber der ersten Seitenfläche in Projektions-Achsrichtung versetzt ist, umfasst, und wobei die Bildaufnahme-Einheit an der zweiten Seitenfläche befestigt ist.

9. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 5, wobei die optische Schaltungseinheit eine erste Seitenfläche, die Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist, und eine zweite Seitenfläche, die gegenüber der ersten Seitenfläche in Projektions-Achsrichtung versetzt angeordnet ist, umfasst,
wobei die Linsenhalte-Einheit an der ersten Seitenfläche befestigt ist,
und wobei die Bildaufnahme-Einheit an der zweiten Seitenfläche befestigt ist.

10. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 1, die ferner ein Befestigungselement mit einer Befestigungsfläche umfasst, wobei die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit jeweils an der Befestigungsfläche befestigt sind.

11. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 10, wobei das Befestigungselement lichtdurchlässig ist, wobei die Lichtprojektions-Einheit das gemusterte Licht durch das Befestigungselement auf das Ziel projiziert, und wobei die Bildaufnahme-Einheit ein Bild des Ziels durch das Befestigungselement hindurch aufnimmt.

12. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 10 oder 11, die ferner ein Gehäuse umfasst, in dem die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit aufgenommen sind,
wobei das Befestigungselement an dem Gehäuse befestigt ist,
und wobei die Lichtprojektions-Einheit und die Bildaufnahme-Einheit über das Befestigungselement an dem Gehäuse befestigt sind.

13. Optische Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Lichtprojektions-Einheit umfasst:
ein Substrat; und
eine optische Schaltungseinheit, die auf dem Substrat angeordnet ist und mehrere Wellenleiter umfasst, die jeweils dazu geeignet sind, eine Phasenmodulation zu unterstützen,
und wobei die optische Schaltungseinheit an der Befestigungsfläche des Befestigungselements befestigt ist.

14. Optische Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Lichtprojektions-Einheit umfasst:

eine optische Schaltungseinheit, die ein Substrat und mehrere Wellenleiter umfasst, die auf dem Substrat angeordnet und jeweils dazu geeignet sind, eine Phasenmodulation zu unterstützen;

eine Projektionslinse, die durch Interferenz mehrerer von den mehreren Wellenleitern ausgesendeter Lichtstrahlen das gemusterte Licht auf das Ziel projiziert; und

eine Linsenhalte-Einheit, die die Projektionslinse hält, und wobei die optische Schaltungseinheit über die Linsenhalte-Einheit an der Befestigungsfläche des Befestigungselements befestigt ist.

15. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 14, wobei die optische Schaltungseinheit eine Seitenfläche hat, die die Projektions-Achsrichtung schneidet, und wobei die Linsenhalte-Einheit an der Seitenfläche befestigt ist.

16. Optische Messeinrichtung nach Anspruch 15, wobei die optische Schaltungseinheit so ausgebildet ist, dass ihre Seitenfläche Ausgänge der mehreren Wellenleiter aufweist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

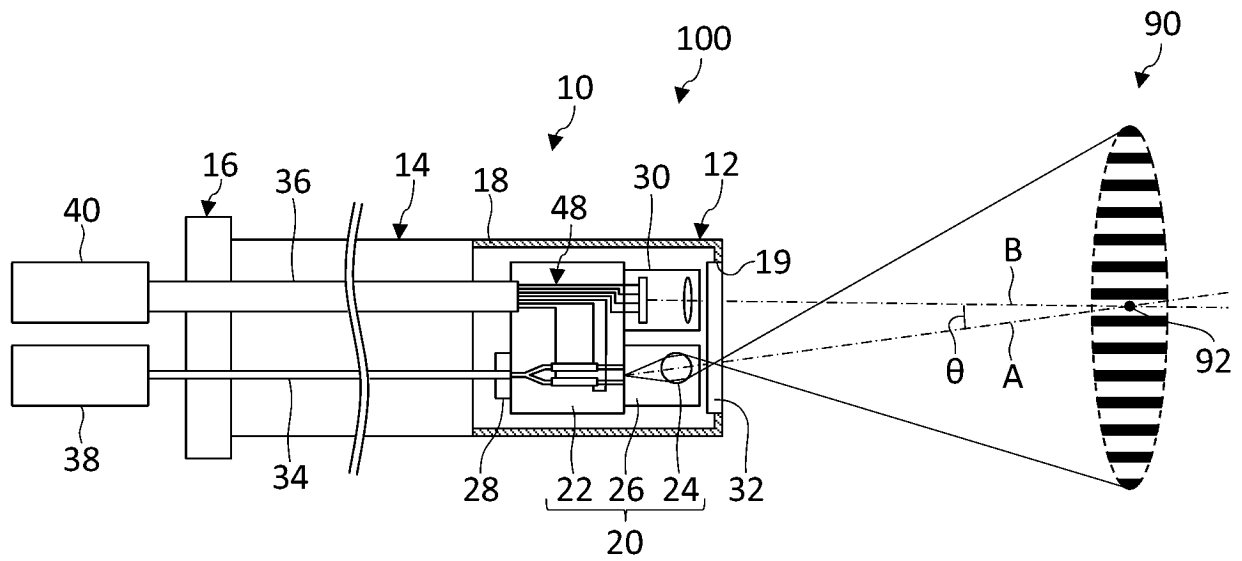


FIG.2

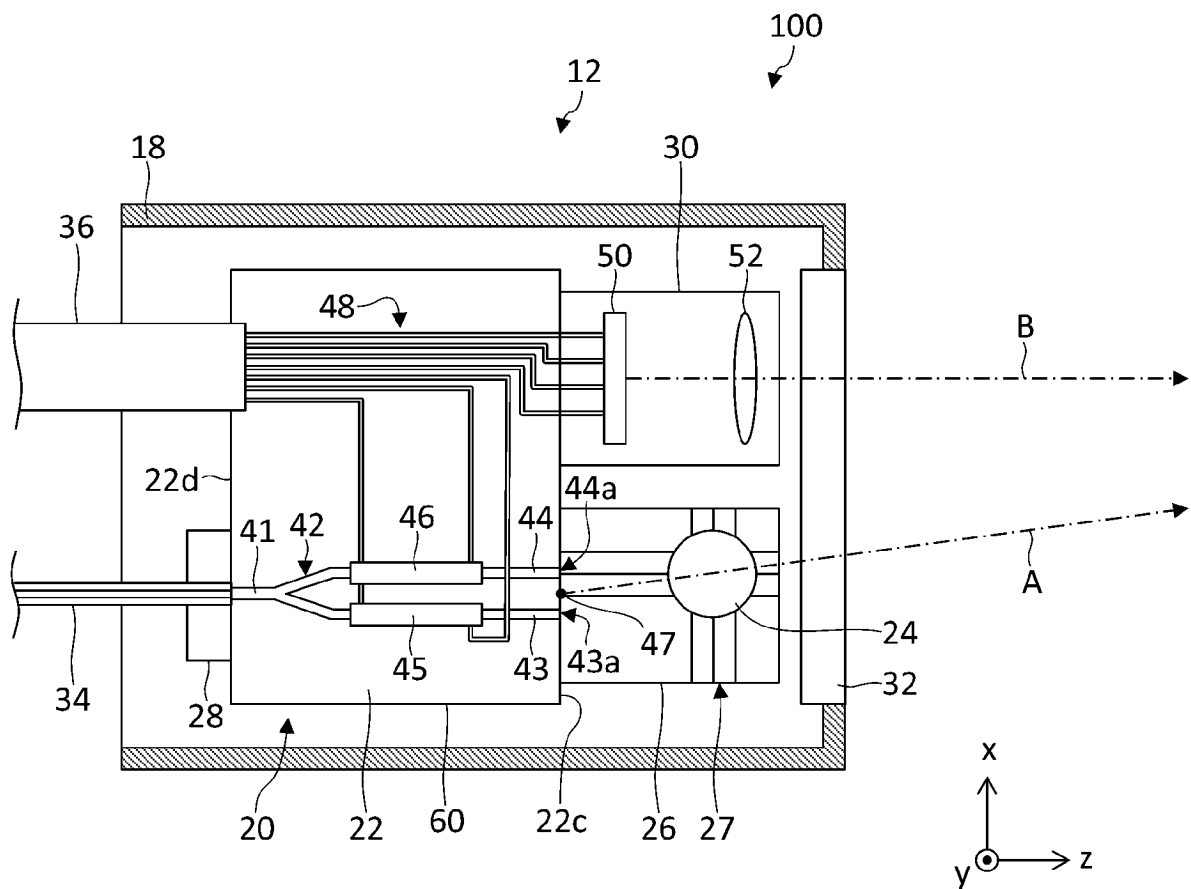


FIG.3

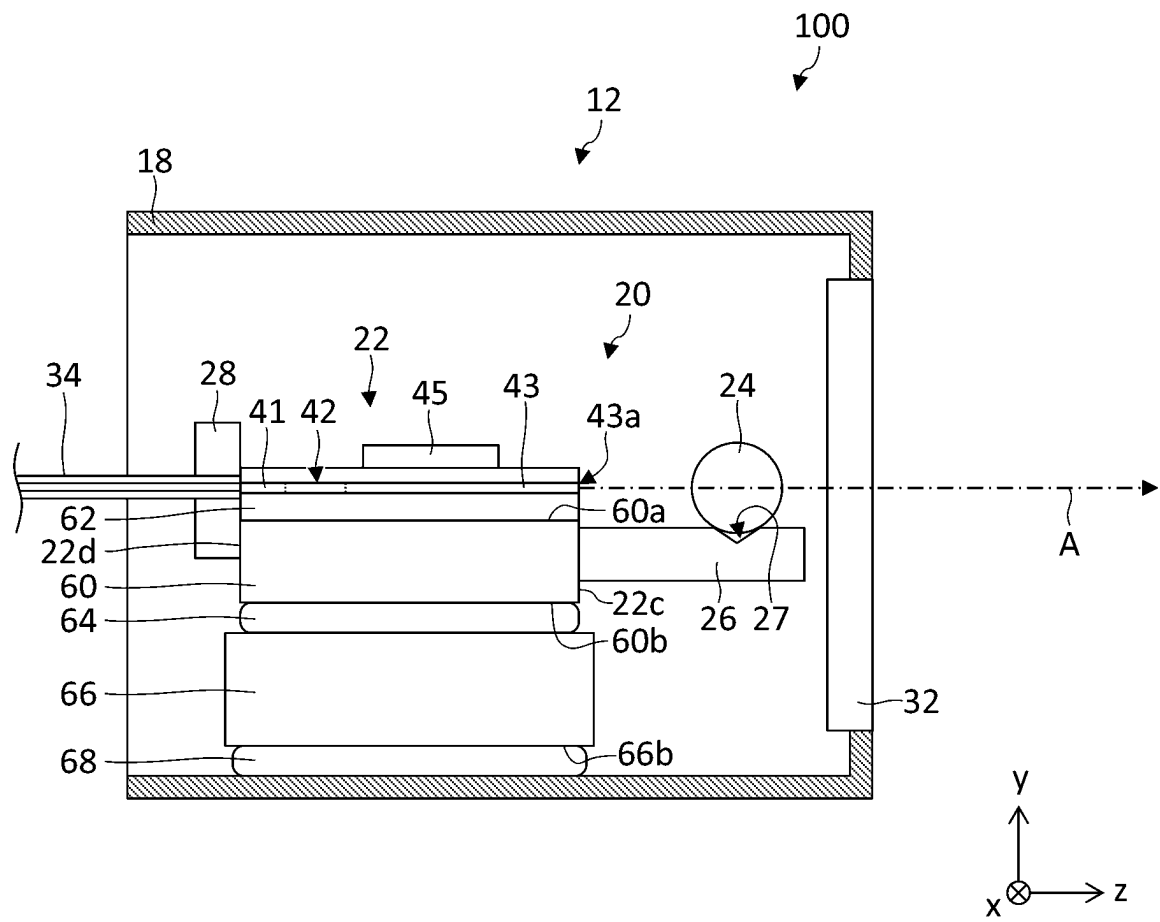


FIG.4

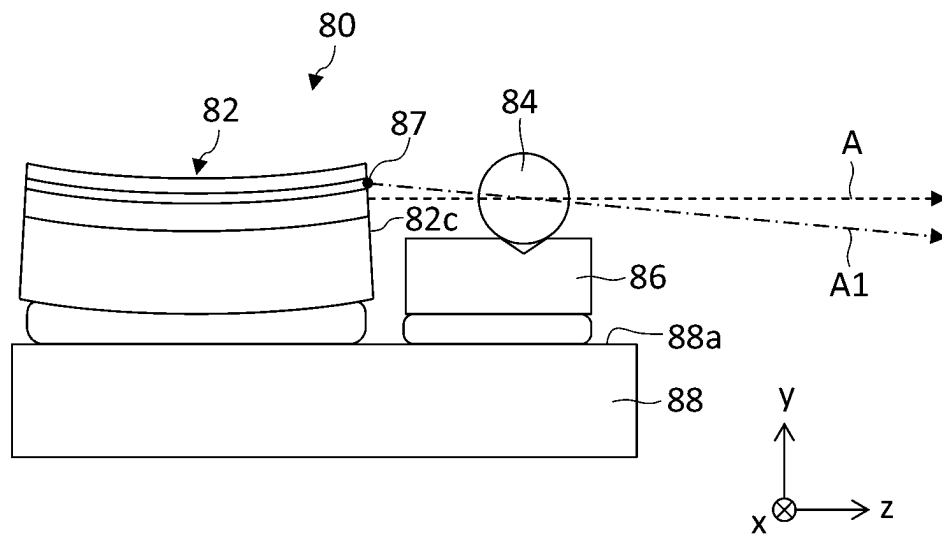


FIG.5

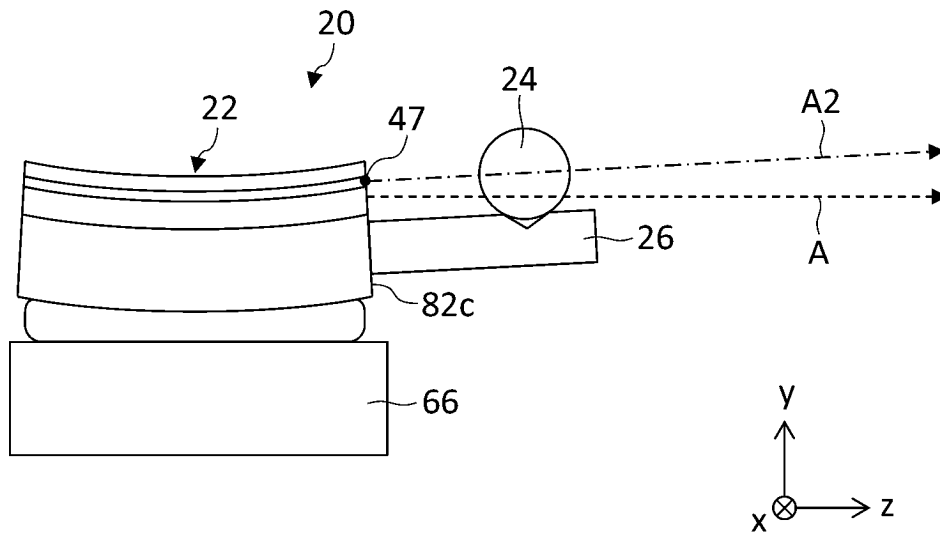


FIG.6

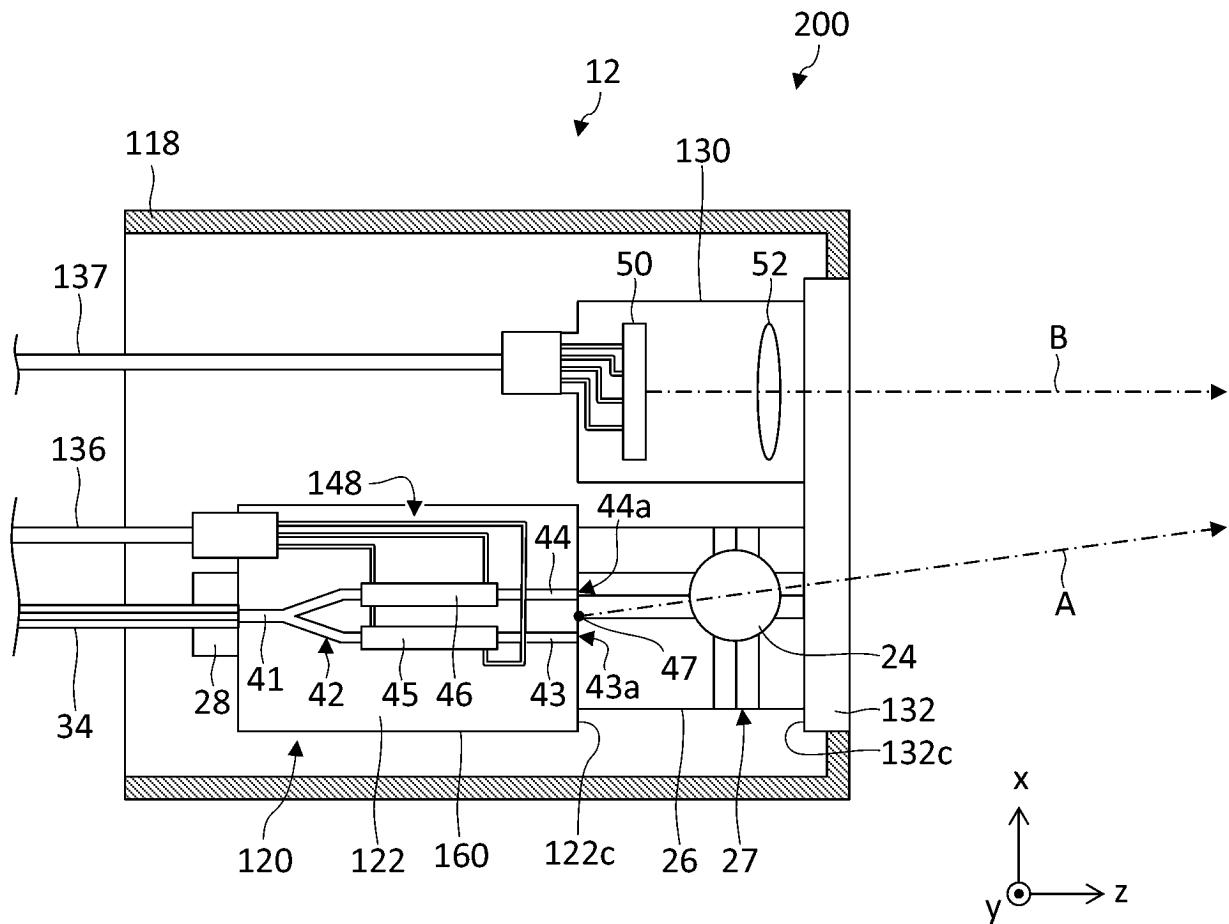


FIG.7

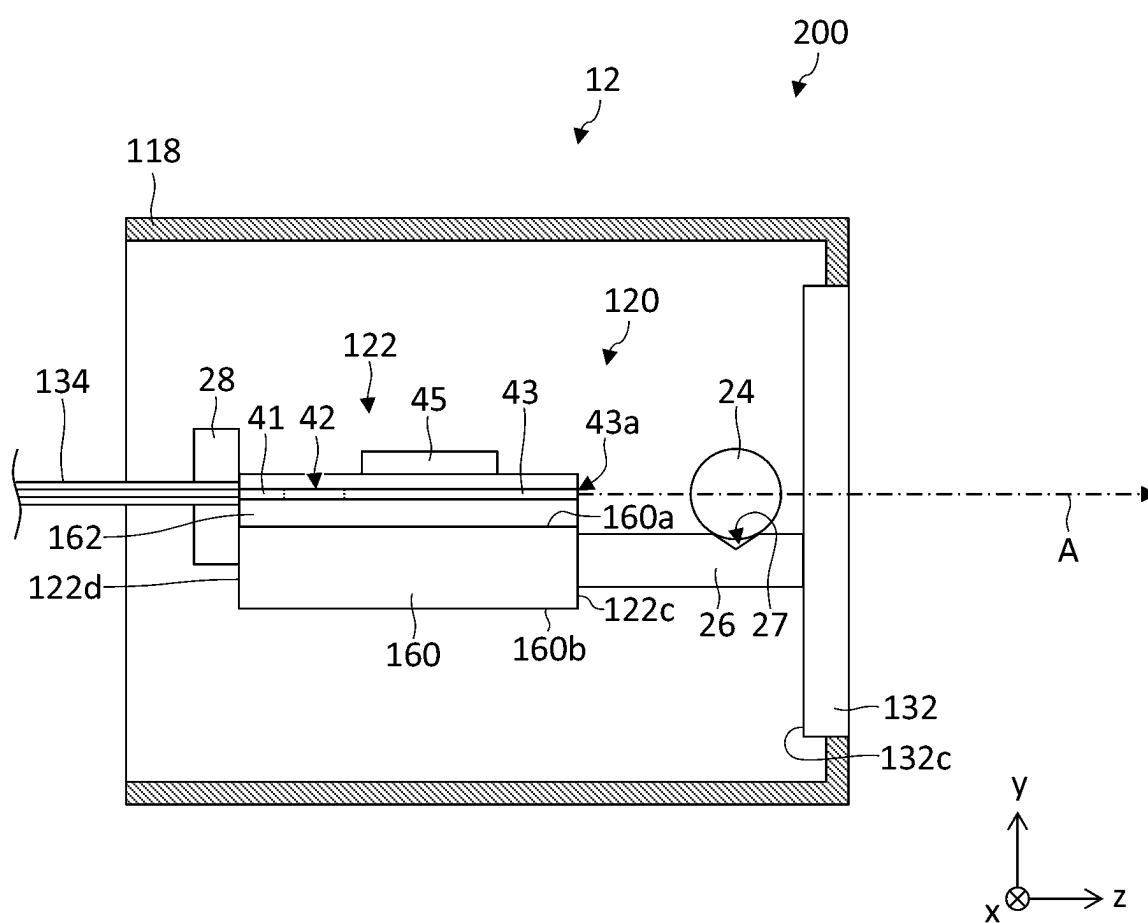


FIG.8

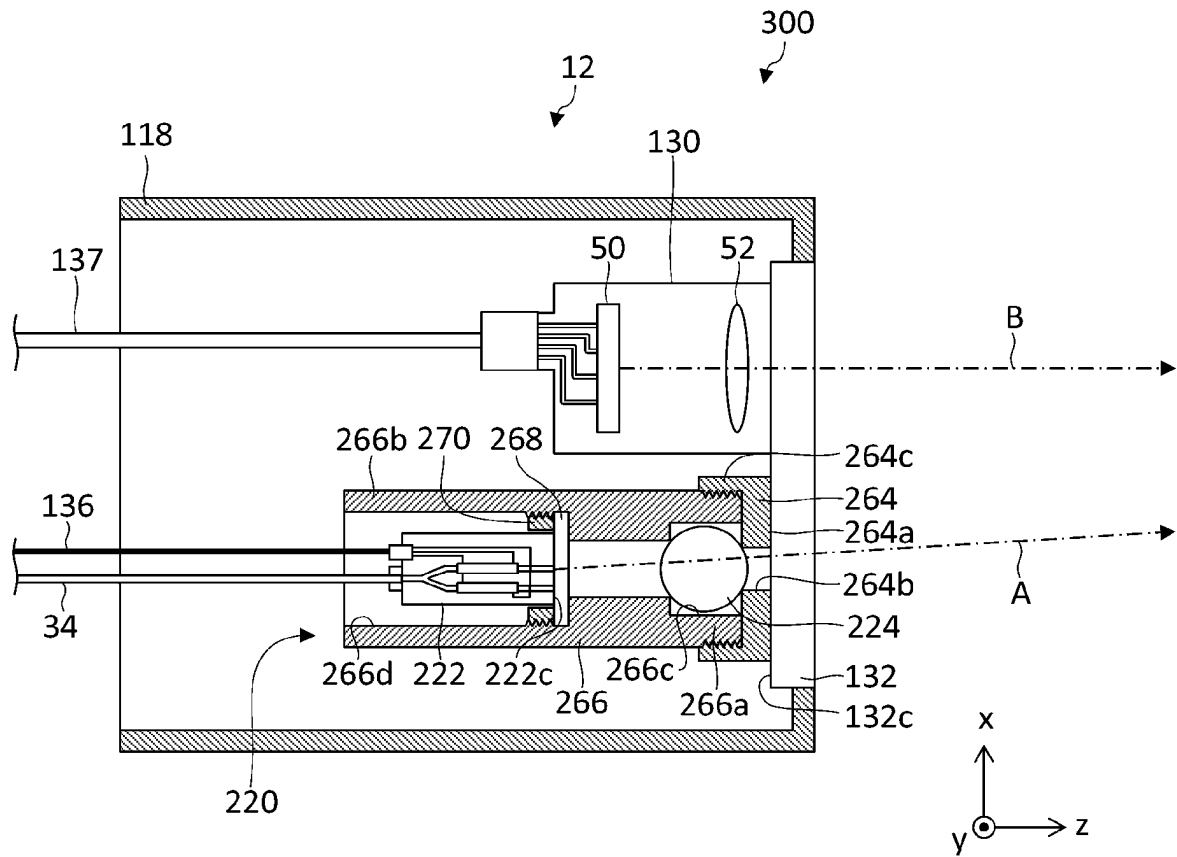


FIG.9

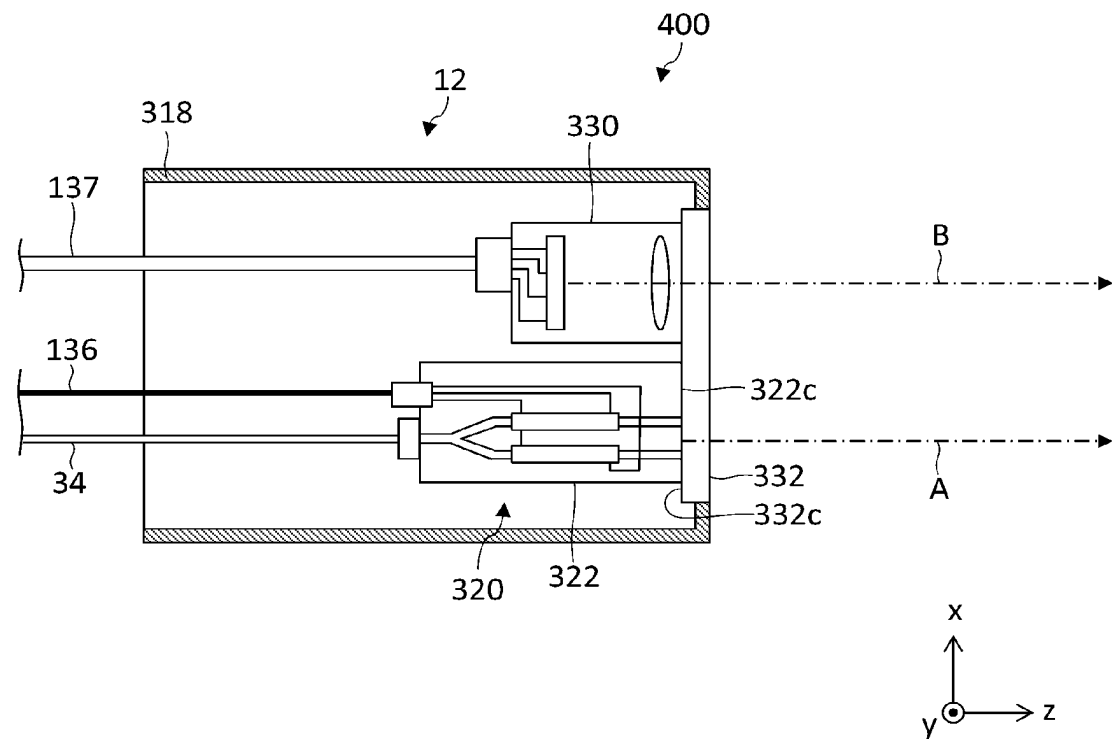


FIG.10

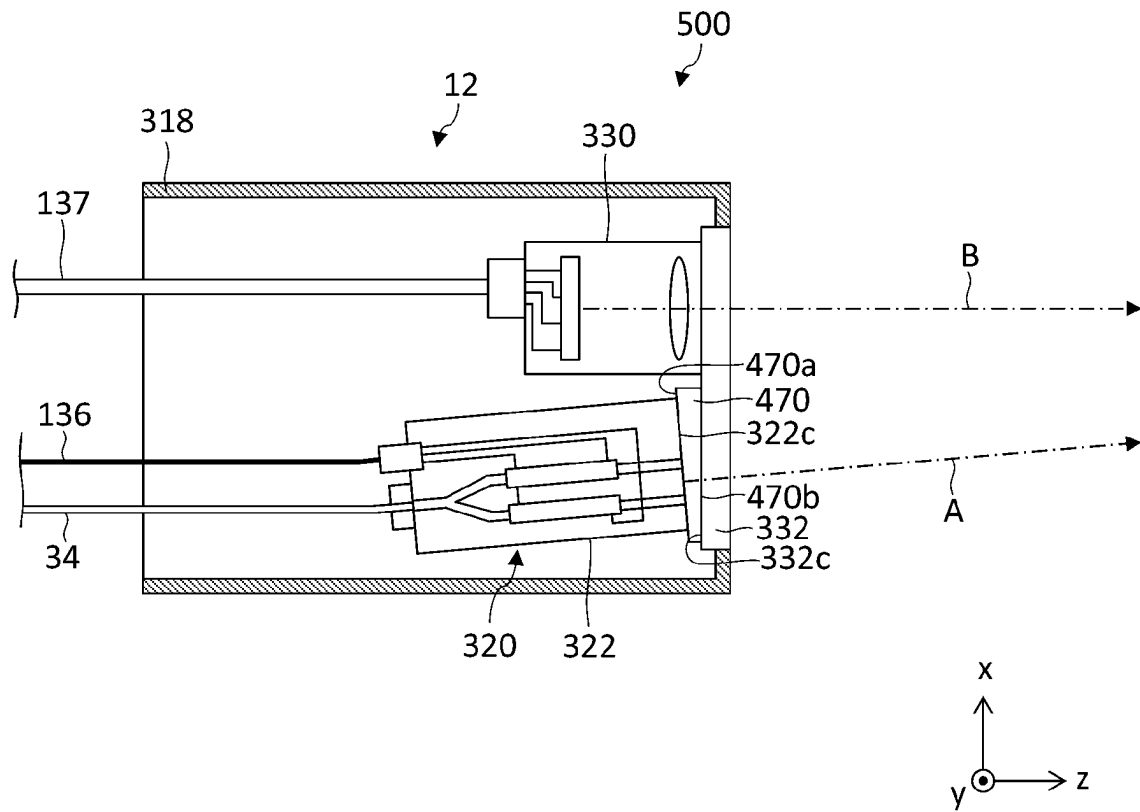


FIG.11

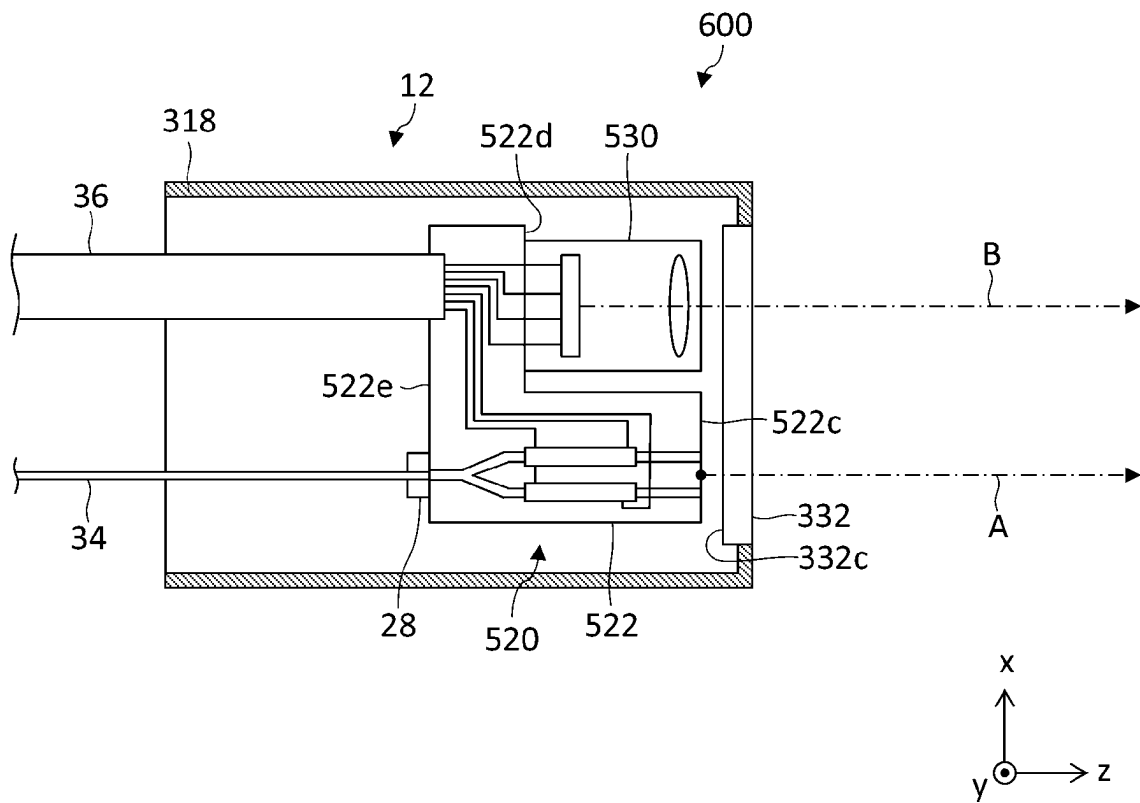


FIG.12

