

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Oktober 2001 (11.10.2001)

PCT

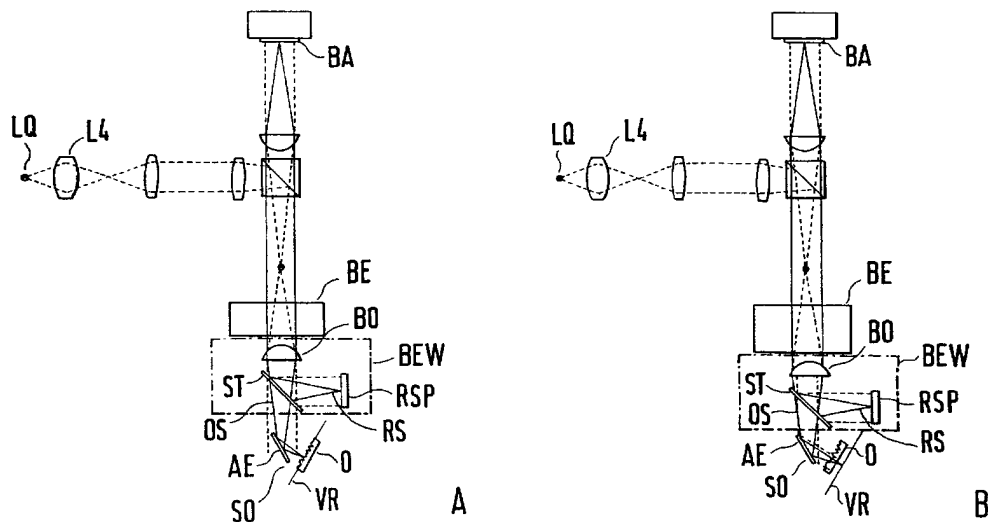
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/75395 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01B 11/30, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von G01N 21/47, A61B 5/00) US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01191 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PRINZHAUSEN, Friedrich [DE/DE]; Ruffweg 1b, 70619 Stuttgart (DE). LINDNER, Michael [DE/DE]; Talstrasse 47, 71397 Leutenbach (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 29. März 2001 (29.03.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität:
100 15 878.1 30. März 2000 (30.03.2000) DE
100 65 179.8 23. Dezember 2000 (23.12.2000) DE
101 15 524.7 28. März 2001 (28.03.2001) DE
- Veröffentlicht: — mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERFEROMETRIC MEASURING DEVICE

(54) Bezeichnung: INTERFEROMETRISCHE MESSVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an interferometric measuring device (1) for measuring the form of the surface of an object (O), comprising a radiation source (LQ) emitting a short-coherent radiation, a beam splitter (ST) for forming an object ray (OS) directed towards the object (O) via an object light path and a reference ray (RS) directed towards a reference plane (RSP) via a reference light path, in addition to an image recorder (BA) that records the radiation that bounces back from the object (O) and the reference plane (RSP) and that is made to interfere and then fed to an evaluation unit for determining the form of the surface. Good adaptability and ease of handling even in poorly accessible measuring areas is achieved in that a lens (SO) is arranged in the object light path, which is rigidly mounted relative to the object (O) and in that the rigid lens (SO) is followed by a lens (BO) that moves in the direction of its optical axis.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/75395 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Messvorrichtung (1) zur Formvermessung einer Oberfläche eines Objekts (O) mit einer eine kurzkohärente Strahlung abgebenden Strahlungsquelle (LQ), einem Strahlteiler (ST) zum Bilden eines über einen Objektlichtweg zu dem Objekt (O) geleiteten Objektstrahls (OS) und eines über einen Referenzlichtweg zu einer reflektierenden Referenzebene (RSP) geleiteten Referenzstrahls (RS) und mit einem Bildaufnehmer (BA), der die von dem Objekt (O) und der Referenzebene (RSP) zurückgeworfene und zur Interferenz gebrachte Strahlung aufnimmt und einer Auswerteeinrichtung zum Bestimmen der Oberflächenform zuführt. Eine gute Anpassbarkeit und Handhabbarkeit auch an schwer zugänglichen Messstellen wird dadurch ermöglicht, dass im Objektlichtweg eine bezüglich des Objektes (O) starre Optik (SO) angeordnet ist, und dass der starren Optik (SO) eine in Richtung ihrer optischen Achse bewegliche Optik (BO) folgt.

5 **Interferometrische Messvorrichtung**

Stand der Technik

5
10
15
Die Erfindung bezieht sich auf eine interferometrische Messvorrichtung zur Formvermessung einer Oberfläche eines Objekts mit einer eine kurzkohärente Strahlung abgebenden Strahlungsquelle, einem Strahlteiler zum Bilden eines über einen Objektlichtweg zu dem Objekt geleiteten Objektstrahls und eines über einen Referenzlichtweg zu einer reflektierenden Referenzebene geleiteten Referenzstrahls und mit einem Bildaufnehmer, der die von dem Objekt und der Referenzebene zurückgeworfene und zur Interferenz gebrachte Strahlung aufnimmt und einer Auswerteeinrichtung zum Bestimmen der Oberflächenform zu-

5

10

15

20

Eine interferometrische Messvorrichtung dieser Art ist in der DE 41 08 944 A1 angegeben. Bei dieser bekannten Interferometrischen Messvorrichtung, die auf dem Messprinzip der sogenannten Weisslichtinterferometrie oder Kurzkohärenzinterferometrie beruht, gibt eine Strahlungsquelle kurzkohärente Strahlung ab, die über einen Strahlteiler in einen ein Messobjekt beleuchtenden Objektstrahl und einen eine reflektierende Referenzebene in Form eines Referenzspiegels beleuchtenden Referenzstrahl aufgeteilt wird. Um die Objektoberfläche in Tiefenrichtung abzutasten, wird der Referenzspiegel mittels eines Piezo-Stellelements in Richtung der optischen Achse des Referenzlichtwegs verfahren. Wenn der Objektlichtweg und der Referenzlichtweg übereinstimmen, ergibt sich im Bereich der Kohärenzlänge ein Maximum des Interferenzkontrasts, der mittels eines fotoelektrischen Bildaufnehmers und einer nachgeschalteten Auswerteinrichtung erkannt und zur Bestimmung der Kontur der Objektoberfläche auf der Grundlage der bekannten Auslenkposition des Referenzspiegels ausgewertet wird.

25

30

Weitere derartige Interferometrische Messvorrichtungen bzw. Interferometrische Messverfahren auf der Basis der Weisslichtinterferometrie sind in P. de Groot, L. Deck, "Surface profiling by analysis of white-light interferograms in the spatial frequency domain" J. Mod. Opt., Vol. 42, No. 2, 389-401, 1995 und T. Maack, G. Notni, W. Schreiber, W.-D. Prenzel, "Endoskopisches 3-D-Formmesssystem", in Jahrbuch für Optik und Feinmechanik, Ed. W.-D. Prenzel, Verlag Schiele und Schoen, Berlin, 231-240, 1998 angegeben.

Bei den genannten Interferometrischen Messvorrichtungen bzw. Messverfahren besteht eine Schwierigkeit darin, Messungen an unterschiedlichen, insbesondere

5

10

15

schwer zugänglichen Stellen, wie z.B. in tiefen Hohlräumen bzw. engen Kanälen mit ausreichender lateraler Auflösung vorzunehmen. In der (nicht vorveröffentlichten) deutschen Patentanmeldung Nr. 199 48 818 ist zum Beheben dieses Problems vorgeschlagen, in dem Arm des Objektlichtwegs mindestens eine Zwischenabbildung zu erzeugen, womit eine größere laterale Auflösung auch bei einem engen Hohlraum oder engen Kanal erreicht wird. Andererseits ergibt sich aus einer Vergrößerung der numerischen Appertur eine geringere Schärfentiefe und auch eine Abtastung eines Oberflächenbereichs, dessen Normale (Blickrichtung) schräg zur Achse der Abbildungsvorrichtung des Objektlichtwegs orientiert ist, führt zu Problemen bei der Abtastung in Tiefenrichtung.

20

25

30

Das Problem, bei der Tiefenabtastung den Bereich der Schärfentiefe einzuhalten, lässt sich dadurch umgehen, dass nicht die Referenzebene bzw. der diese bildende Referenzspiegel bewegt wird, sondern der Referenzlichtweg festgehalten und statt dessen der Objektlichtweg geändert wird. Dies kann wiederum auf zweierlei Art erfolgen, nämlich zum einen dadurch, dass das Objekt selbst in Tiefenrichtung bewegt wird, oder zum andern dadurch, dass der interferometrische Teil des Messgerätes relativ zum Objekt bewegt wird. Zwar sind derartige Änderungen des Objektlichtwegs als Maßnahme zur Tiefenabtastung in der Weisslichtinterferometrie beispielsweise aus den vorstehend genannten Zeitschriftenartikeln an sich bekannt, jedoch sind sie technisch insbesondere bei der Fertigung von Teilen schwer zu verwirklichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine interferometrische Messvorrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, die eine einfache Anpassbarkeit an verschiedene Messprobleme gestattet, wobei das Erreichen

5

10 eines möglichst guten Messergebnisses bei möglichst einfachem Aufbau und
möglichst einfacher Messdurchführung begünstigt wird.

15 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Hiernach ist
vorgesehen, dass im Objektlichtweg eine bezüglich des Objektes (während der
Messung) starre Optik angeordnet ist und dass der starren Optik eine in
Richtung ihrer optischen Achse (während der Messung) bewegliche Optik folgt.

20 Mit der starren Optik und der ihr nachgeschalteten beweglichen Optik ergeben
sich vielfältige Möglichkeiten, auf einfache Weise verschiedene Oberflächen
auch an schwer zugänglichen Stellen zu vermessen. Beispielsweise ergibt sich
mit einem Ablenkelement die Möglichkeit, eine schräg zur Bewegungsrichtung
der Tiefenabtastung (Tiefenscan) gerichtete Oberfläche positionsgetreu in
Tiefenrichtung abzutasten. Mit anderen, die Wellenfront verformenden Abbil-
25 dungselementen, wie refraktiven, diffraktiven oder reflektiven Elementen (z.B.
Linsen, Konkavspiegel, Gitter etc.) oder einer Kombination derartiger optischer
Elemente ergeben sich weitere Anpassmöglichkeiten an ein jeweiliges Messprob-
lem, ohne den Gesamtaufbau der Messvorrichtung aufwendig modifizieren zu
müssen.

30 Ist vorgesehen, dass die starre Optik ganz oder teilweise als Endoskop aus-
gebildet ist, so ergibt sich die Möglichkeit, auch bei einer Messung in engen
Hohlräumen eine relativ große laterale Auflösung zu erzielen.

Mit der Maßnahme, dass die starre Optik Teil einer ein Zwischenbild erzeu-
genden Optik ist, wird der Aufwand, die Messvorrichtung an verschiedene

5

10

Messaufgaben anzupassen, weiterhin wesentlich begünstigt. Hierbei ist es besonders günstig, wenn sich das Zwischenbild der im Zwischenbild erzeugenden Optik im Objektlichtweg befindet.

15

Zum Erreichen einer gegen laterale Relativbewegung des Objektes robusten Messung ist vorteilhaft vorgesehen, dass die starre Optik das Objekt nach Unendlich abbildet.

20

Verschiedene Aufbauten bestehen darin, dass die bewegliche Optik ganz außerhalb, teilweise innerhalb und außerhalb, oder ganz innerhalb des Objektlichtweges liegt.

25

Mit den Maßnahmen, dass die bewegliche Optik ganz oder teilweise aus optischen Elementen besteht, die in der optischen Achse beweglich sind, lässt sich z.B. einfach ein Zoom-Objektiv aufbauen.

30

Zur Genauigkeit der Messung tragen die Maßnahmen bei, dass ein Bild der Referenzebene im Schärfentiefebereich der das Objekt auf dem Bildaufnehmer abbildenden Optik (abbildende Optik) liegt. Hierbei ist es vorteilhaft, dass das Bild der Referenzebene in der Bildebene der abbildenden Optik liegt, und weiterhin, dass sich das Bild der Referenzebene bei Bewegung der beweglichen Optik synchron mit der Bildebene der abbildenden Optik bewegt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht desweiteren darin, dass die starre Optik als starre Zwischenabbildungsvorrichtung ausgebildet ist, mit

5

der mindestens ein zum Objekt starres Zwischenbild der Objektoberfläche - vor-
10 zugsweise im Objektlichtweg - erzeugt wird, und dass als bewegliche Optik eine
im Strahlengang hinter dem starren Zwischenbild folgende Objektiv-Optik in
Richtung ihrer optischen Achse beweglich zur Abtastung des normal zu dieser
Achse ausgerichteten starren Zwischenbilds in Tiefenrichtung und Abbilden
desselben direkt oder über eine oder mehrere Zwischenabbildungen auf dem
15 Bildaufnehmer ausgebildet ist. Durch die Erzeugung des z.B. im Objektlichtweg
liegenden starren Zwischenbilds der Objektoberfläche mit der starren Zwischen-
bildabbildungsvorrichtung in dem Objektlichtweg wird zum einen auch in engen
Kanälen oder Bohrungen die zu messende Objektoberfläche mit relativ großer
lateraler Auflösung erfassbar und mit dem Bildaufnehmer und der nachgeschal-
20 teten Auswerteeinrichtung hinsichtlich der Tiefenstruktur auswertbar. Die
Abtastung des starren Zwischenbildes ist mit relativ einfachen Maßnahmen mög-
lich, da zu seiner Tiefenabtastung nur wenige optische Komponenten des Ob-
jektlichtwegs bewegt werden müssen, wobei die jeweils abgetastete Tiefe des
starren Zwischenbilds stets im Schärfentiefenbereich der beweglichen Objektiv-
25 Optik bleibt, da durch die Tiefenabtastung (Tiefenscan) die Objektebene der
bewegten Objektiv-Optik gleichsam durch das starre Zwischenbild hindurch be-
wegt wird und auf diese Weise die Interferenzmaxima im Bereich größter Schär-
fe ausgewertet werden. Darüber hinaus ist das starre Zwischenbild stets normal
zur Bewegungsrichtung der Objektiv-Optik gerichtet bzw. ausrichtbar, da auch
30 eine bezüglich der Achse des Objektlichtwegs schräge Anordnung der betrach-
teten Objektoberfläche leicht normal zur Achse der bewegten Objektiv-Optik
abbildbar ist. Dadurch lassen sich ohne Weiteres Oberflächenbereiche vermes-

5

sen, deren Normale schräg zur Bewegungsrichtung der Objektiv-Optik gerichtet
10 ist.

10

Die Abbildungsqualität und Genauigkeit der Auswertung wird dadurch begünstigt, dass die Zwischenabbildungsvorrichtung einen für alle im Zwischenbild
15 abgebildeten Objektpunkte gleichen Abbildungsmaßstab besitzt. Beispielsweise kann dabei der Aufbau derart sein, dass die Zwischenabbildungsvorrichtung als telezentrische Abbildungsvorrichtung in 4f-Anordnung ausgebildet ist.

15

Zum Erzielen genauer Messergebnisse ist weiterhin vorteilhaft, dass in dem Referenzlichtweg zur Kompensation eine der Optik im Objektlichtweg zumindest
20 teilweise entsprechende (bzw. identische) Optik vorhanden ist.

20

Eine für die flächige Auswertung des betrachteten Oberflächenbereichs vorteilhafte Ausbildung der Messvorrichtung besteht darin, dass der Bildaufnehmer flächig angeordnete Bildaufnahmeelemente (Pixels) aufweist und dass für jedes
25 Pixel die Position der Objektiv-Optik detektiert wird, bei welcher der höchste Interferenzkontrast auftritt.

25

Die Tiefenabtastung einer schräg angeordneten Objektoberfläche wird auf einfache Weise dadurch ermöglicht, dass bei einer von der Normalen der Objektoberfläche abweichenden Blickrichtung der Zwischenabbildungsvorrichtung eine
30 Abbildungseinheit zum Erzeugen des Zwischenbilds vorgesehen ist.

30

Ein einfacher, gut handhabbarer Aufbau der Messvorrichtung wird dadurch begünstigt, dass eine bewegliche Einheit außer der beweglichen Objektiv-Optik,

5

10

eine Beleuchtungseinheit mit der Lichtquelle und den Strahlteiler oder außer der beweglichen Objekt-Optik nur den Strahlteiler umfasst.

15

Eine für die Handhabung und den Aufbau günstige Gestaltung der Messvorrichtung besteht weiterhin darin, dass die starre Zwischenabbildungsvorrichtung als Endoskop ausgebildet ist.

20

Mit den Maßnahmen, dass zur Beleuchtung des Objekts und der Referenzebene eine Faseroptik vorgesehen ist, ergibt sich der Vorteil, dass Reflexionen an den Linsen der Abbildungsvorrichtung reduziert werden.

25

Verschiedene Ausbildungsmöglichkeiten der Lichtwege ergeben sich dadurch, dass der Objektlichtweg und der Referenzlichtweg sowie weitere Lichtwege als Linsen Achromate, Grin-(Gradient-Index-)Linsen oder Stablinsen aufweisen.

Die Formvermessung wird dadurch begünstigt, dass in der abbildenden Optik innerhalb oder außerhalb des Objektlichtweges sich ein optisches Element befindet, durch welches das Bild in eine für die Auswertung günstige Lage drehbar ist.

30

Die Zugänglichkeit einer Messstelle innerhalb eines Objekts kann dadurch erleichtert werden, dass in dem Objektlichtweg als starre Optik oder Teil der starren Optik ein Klapp-Endoskop angeordnet ist, das in mindestens zwei Klappstellungen mit einem Winkel zwischen einem eingeklappten und einem ausgeklappten Zustand einstellbar ist.

5

10

Dabei ist vorteilhaft vorgesehen, dass das Klapp-Endoskop zwei mit einem Gelenk miteinander verbundene Tuben aufweist, in denen optische Komponenten des Klapp-Endoskops einschließlich eines Ablenkelements untergebracht sind.

15

Die Klappstellungen lassen sich leicht dadurch einstellen, dass im Bereich des Gelenks ein mit beiden Tuben zusammenwirkender Federmechanismus angeordnet ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

20

Fig. 1A und 1B

eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer interferometrischen Messvorrichtung mit einer bezüglich eines Objektes starren Ablenkeinheit in zwei verschiedenen Tiefenabstastpositionen,

25

Fig. 2A und 2B

eine Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels der interferometrischen Messvorrichtung, wobei das Ablenkelement durch abbildende, die Wellenfront verformende Elemente ersetzt ist, in zwei verschiedenen Abstastpositionen,

30

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der interferometrischen Messvorrichtung, mit einer anderen Anordnung der optisch starren Elemente im Objektlichtweg,

35

5

Fig. 4A und 4B

10

ein weiteres Ausführungsbeispiel der interferometrischen Messvorrichtung, bei dem die Größe einer bewegten Einheit des Referenzlichtweges verkleinert ist,

Fig. 5A und 5B

15

ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem sowohl bewegliche Optik als auch der Referenzspiegel bewegt werden,

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels einer interferometrischen Messvorrichtung,

20

Fig. 7 eine Darstellung der interferometrischen Messvorrichtung nach Fig. 6 mit einer Anordnung zur Vermessung einer schrägen Objektoberfläche,

25

Fig. 8 ein weiteres Beispiel der interferometrischen Messvorrichtung, bei der die Anzahl bewegter Elemente gegenüber den Fig. 6 und 7 verringert ist,

30

Fig. 9 ein weiteres Ausführungsbeispiel der interferometrischen Messvorrichtung, bei der die Anzahl bewegter Elemente weiterhin verringert ist,

5

Fig. 10

10

eine weitere Ausführungsform der interferometrischen Messvorrichtung, bei der zur Beleuchtung eine Lichtleitphaseranordnung vorgesehen ist,

Fig. 11

15

eine weitere Ausführungsform der interferometrischen Messvorrichtung mit einer Einrichtung zum Drehen des Bildes,

Fig. 12

20

eine Ausgestaltung der interferometrischen Messvorrichtung mit einem Klapp-Endoskop während eines Einführvorganges,

Fig. 13

die Messvorrichtung nach Fig. 12 in Messposition und

25

Fig. 14a) bis c)

verschiedene Darstellungen des Klapp-Endoskops.

30

Bei einer in Fig. 1A und 1B gezeigten interferometrischen Messvorrichtung 1 wird kurzkohärente Strahlung einer Strahlungsquelle bzw. Lichtquelle LQ (z.B. einer Leuchtdiode oder Superlumineszenzdiode), deren Kohärenzlänge typischerweise in der Größenordnung von ca. $10 \mu\text{m}$ (z.B. 3 bis $100 \mu\text{m}$) liegt, über eine Linse L4 und weitere optische Elemente auf einen Strahlteiler ST geführt und in

5

10

diesem in einen zu einer Oberfläche eines Objekts O geleiteten Objektstrahl OS und einen zu einem Referenzspiegel RSP geleiteten Referenzstrahl RS aufgeteilt.

15

20

In dem Objektlichtweg bzw. Objektarm ist eine starre Optik SO in Form einer reflektierenden Ablenkeinheit AE vor dem Objekt O in der Weise angeordnet, dass das schräg gestellte Objekt O stets senkrecht zu seiner Oberfläche in Tiefenrichtung abgetastet wird, wie die Fig. 1A und 1B erkennen lassen, in denen zwei verschiedene Abtasttiefen dargestellt sind, die durch die Auslenkung einer bewegten Einheit BEW mittels eines daran angebrachten Bewegungserzeugers BE, beispielsweise eines Piezoelementes bewirkt werden. Eine virtuelle Referenzebene VR liegt dadurch in der Normalenrichtung in verschiedenen Tiefen bezüglich des Objektes O. Die starre Optik SO, die vorliegend durch die Ablenkeinheit AE gebildet wird, ist starr bezüglich des Objektes O. Ihr folgt im Strahlengang eine bewegliche Optik BO, die in der bewegten Einheit BEW in dem Strahlengang zwischen dem Strahlteiler ST und dem Bildaufnehmer A angeordnet ist.

25

30

Wenn bei der Tiefenabtastung durch die Bewegung der bewegten Einheit BEW der Objektlichtweg und der Referenzlichtweg übereinstimmen, ergibt sich im Bereich der Kohärenzlänge ein Maximum des Interferenzkontrasts, der mittels des photoelektrischen Bildaufnehmers BA und einer nachgeschalteten Auswerteinrichtung erkannt und zur Bestimmung der Kontur der Objekt Oberfläche auf der Grundlage der bekannten Auslenkposition ausgewertet wird.

Bei dem in den Fig. 2A und 2B gezeigten weiteren Ausführungsbeispiel, in denen wiederum zwei unterschiedliche Auslenkpositionen der bewegten Einheit BEW mittels des Bewegungserzeugers BE dargestellt sind, ist gegenüber dem vorher-

5

10

15

20

gehenden Ausführungsbeispiel die starre Optik SO anders ausgebildet, nämlich durch abbildende, die Wellenfront verformende Elemente in Form von Linsen L2, L3. Mit der starren Optik SO wird ein starres Zwischenbild in einer Zwischenbildebene ZE erzeugt, das mittels der in der bewegten Einheit BEW befindlichen bewegten Optik in Tiefenrichtung abgetastet wird. Mit dieser Maßnahme ergibt sich eine einfache Anpassungsmöglichkeit einer an sich gleichbleibenden Abtasteinheit an unterschiedliche Messsituationen, wobei z.B. eine Messung in engen Hohlräumen bei relativ großer lateraler Auflösung erreicht wird. Auch ergibt sich kein Problem hinsichtlich der Schärfentiefe, da die Objektoberfläche stets optimal bezüglich der abbildenden beweglichen Optik BO ausgerichtet ist. Das Objekt O wird über die abbildende Optik, die die starre Optik SO und die bewegliche Optik BO enthält, auf dem Bildaufnehmer BA abgebildet. Durch geeignete Anordnung der Komponenten in der bewegten Einheit BEW kann erreicht werden, dass das Bild der Referenzebene VR mit der Bildebene der abbildenden Optik bewegt wird.

25

30

Bei einem in Fig. 3 gezeigten weiteren Ausführungsbeispiel umfasst die starre Optik SO ein abbildendes, der Wellenfront veränderndes Element in Form der Linse L3 und eine Ablenkeinheit in Form eines brechenden Elementes, so dass wiederum eine bezüglich der Tiefenabtastrichtung schräg liegende Objektoberfläche stets positionsgetreu vermessen wird. Ein weiteres, die Wellenfront veränderndes Element in Form der Linse L2 liegt hierbei jedoch innerhalb der bewegten Einheit BEW, so dass sich hierbei zwar ebenfalls eine einfache Anpassungsmöglichkeit an eine Abtastvorrichtung ergibt, andererseits aber der Tiefenmessbereich auf die Schärfentiefe eingeschränkt ist, da die Gesamtbild-

5

ebene nicht mit der Tiefenabtastung mit wandert. Die starre Optik SO bildet das
10 Objekt nach unendlich ab.

Bei dem in den Fig. 4A und 4B ebenfalls in zwei verschiedenen Abtaststellungen
gezeigten Ausführungsbeispiel ist die bewegte Einheit BEW sehr klein ausgebil-
det, wobei ein größerer Durchmesser von Abbildungslinsen im Referenzlichtweg
15 in Verbindung mit der Strahlverteilung auf dem Strahlteiler ST genutzt wird.

Bei einem in den Fig. 5A und 5B gezeigten weiteren Ausführungsbeispiel sind
jeweils eine bewegte Einheit BEW im Referenzlichtweg und im Objektlichtweg
vorgesehen, die synchron mittels eines jeweils zugeordneten Bewegungserzeu-
20 gers BE ausgelenkt werden.

Weitere bevorzugte Ausführungsbeispiele sind in den Fig. 6 bis 10 gezeigt.
Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist in dem Objektlichtweg bzw.
Objektarm als starre Optik SO eine bezüglich des Objektes O starre Zwischenab-
25 bildungsvorrichtung SO (im Folgenden auch als Bajonett-Optik bezeichnet) mit
Zwischenabbildungs-Linsen L2, L3 angeordnet, mit der ein starres Zwischenbild
SZB der Objektoberfläche erzeugt wird. Der Referenzlichtweg entspricht in seiner
Länge dem Objektlichtweg, so dass eine virtuelle Referenz VR im Bereich der
Objektoberfläche liegt. Ein Bild der virtuellen Referenz VR wird als Bild der
30 Referenzebene BR im Bereich des starren Zwischenbilds SZB mit der Bajonett-
Optik SO erzeugt. Die Bajonett-Optik SO ist für einen günstigen Aufbau und eine
günstige Handhabung endoskopartig ausgebildet und beispielsweise an einem
das übrige optische System enthaltenden Gehäuse angesetzt. Eine andere Mög-

5

10

lichkeit besteht darin, dass die Bajonett-Optik SO von dem Gehäuse mechanisch getrennt und an dem Objekt O ortsfest angekoppelt ist.

15

Der Referenzlichtweg bzw. Referenzarm enthält den optischen Elementen des Objektarms im Wesentlichen entsprechende optische Elemente als kompensierte Optik KSO, so dass störende optische Eigenschaften der Optik im Objektlichtweg kompensiert werden.

20

25

Das von der Bajonett-Optik SO erzeugte starre Zwischenbild SZB wird in Tiefenrichtung, d.h. parallel zu seiner Normalen mittels der parallel zur Normalenrichtung, d.h. entlang ihrer optischen Achse beweglichen Optik BO in Tiefenrichtung abgetastet (Tiefenscan). Das Bild der Referenzebene BR liegt im Schärfentiefebereich des beweglichen Objektivs, vorzugsweise in der Objektebene des beweglichen Objektivs bzw. der beweglichen Objektiv-Optik. Die Tiefenabtastung erfolgt, indem das bewegliche Objektiv BO relativ zu dem starren Zwischenbild SZB bewegt wird, wobei gewährleistet ist, dass sich das Bild der Referenzebene BR synchron mit der beweglichen Objektiv-Optik BO bewegt.

30

Dadurch wird mit der Abtastung des beweglichen Objektivs BO das Bild der Referenzebene BR durch das starre Zwischenbild SZB bewegt.

Das starre Zwischenbild SZB wird von der beweglichen Objektiv-Optik BO direkt oder über mindestens eine Zwischenabbildung auf einen eine Vielzahl von nebeneinander liegenden Bildaufnahmeelementen aufweisenden Bildaufnehmer BA, z.B. eine CCD-Kamera abgebildet und in einer nachfolgenden Auswerteeinrichtung zum Bestimmen der Oberflächenform z.B. durch Detektieren der Maxima

5

10

des Interferenzkontrastes ausgewertet, wobei die jeweilige Position des beweglichen Objektivs BO zugrunde gelegt wird.

15

Im Bild des Objektes auf dem Bildaufnehmer BA tritt hoher Interferenzkontrast dann auf, wenn ein Gangunterschied in dem Objektarm und dem Referenzarm kleiner als die Kohärenzlänge ist. Zur Gewinnung eines 3D-Höhenprofils können verschiedene, an sich bekannte Verfahren (vgl. die eingangs genannten Druckschriften) angewendet werden.

20

Der in Fig. 6 und auch den nachfolgenden Fig. gezeigte Aufbau beinhaltet beispielhaft ein Michelson-Interferometer. Mit der starren Bajonett-Optik SO können auch mehrere Zwischenabbildungen erzeugt werden. Für die Abtastung wird der strichliert dargestellte Bereich bewegt, der z.B. innerhalb eines Gehäuses liegen kann, auf das in Bajonett-Optik SO aufgesetzt ist. Alternativ kann die Bajonett-Optik SO auch von dem Gehäuse getrennt und mit dem Objekt ortsfest verbunden sein.

25

30

Bei dem in Fig. 7 gezeigten Aufbau ist die zu vermessende Oberfläche des Objekts O bezüglich der optischen Achse der Bajonett-Optik SO schräg angeordnet und vor dem Objekt ein Ablenkelement AE oder eine andere Abbildungseinheit positioniert, über das ein bezüglich der optischen Achse des beweglichen Objektivs BO normal ausgerichtetes starres Zwischenbild SZB erzeugt wird. Über die Abtastung des starren Zwischenbilds SZB ist die Abtastung der schrägen Objekt-oberfläche mit einfachen Maßnahmen durchführbar, da die Blickrichtung der optischen Achse des beweglichen Objektivs BO auf das Zwischenbild 0° besitzt. Die Abtast-Achse muss nun nur parallel zur Achse des beweglichen Objektivs

5

10

BO gerichtet sein. Damit ist die Blickrichtung der Bajonett-Optik SO unabhängig von der Abtast-Achse der Tiefenabtastung.

15

Bei dem in Fig. 8 gezeigten Aufbau der interferometrischen Messvorrichtung 1 ist die Anzahl der bewegten Komponenten, die die Tiefenabtastung ausführen, wesentlich reduziert, wie die Anzahl der in dem strichlierten Bereich dargestellten Elemente zeigt, die im Wesentlichen den Referenzarm, den Strahlteiler ST sowie das bewegliche Objektiv BO umfasst.

20

Ein weiteres Ausführungsbeispiel für die interferometrische Messvorrichtung 1 mit Abtastung des starren Zwischenbilds SZB ist in Fig. 9 wiedergegeben. Hierbei wird außer dem beweglichen Objektiv BO der Strahlteiler ST und die Beleuchtungseinheit mit der Lichtquelle LQ bewegt. Eine geringe Verschiebung des Referenzstrahls quer zur optischen Achse des Referenzarms wirkt sich wegen der relativ geringen Abtast-Bewegungsstrecke auf das Messergebnis praktisch nicht aus.

25

30

Bei dem in Fig. 10 gezeigten Ausführungsbeispiel wird das Objekt O alternativ über eine Faseroptik mit Lichtleitern LL beleuchtet, die zumindest zum Teil innerhalb der Bajonett-Optik SO verläuft. Diese faseroptische Beleuchtung hat den Vorteil, dass Reflexionen an den Linsen der Bajonett-Optik SO reduziert werden. Zum Abgleich der optischen Weglängen und der Dispersion in dem Objektarm und dem Referenzarm sollten die Faserlängen und Geometrien in den beiden Interferometerarmen möglichst übereinstimmend gewählt werden.

5

10

Für die in der interferometrischen Messvorrichtung enthaltenen Linsen können verschiedene Ausbildungsformen gewählt werden, z.B. Achromate, Grin-(Gradient-Index-)Linsen oder Stablinsen.

15

20

In dem in Fig. 11 gezeigten Ausführungsbeispiel ist in der abbildenden Optik ein optisches Element DE zum Drehen des Bildes enthalten. Wird die starre Optik SO bezüglich des Objektes gedreht, z.B. zur Messung verschiedener Segmente eines radialsymmetrischen Objektes (etwa ein Ventilsitz), so dreht sich auf dem Bildaufnehmer BA ebenfalls das Bild des Objektes O. Es ist jedoch vorteilhaft, auf dem Bildaufnehmer BA ein festes Bild des Objektes zu haben. Dies kann erreicht werden, indem in der abbildenden Optik, vorzugsweise außerhalb des Objektlichtweges, ein optisches Element (z.B. Reversions-, Dove-Prisma, etc.) vorgesehen ist, durch welches die Drehung des Bildes wieder ausgeglichen werden kann.

25

In den Fig. 12 bis 14 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der interferometrischen Messvorrichtung dargestellt, wobei die starre Optik SO als ein Klapp-Endoskop KL ausgeführt ist.

30

Das Klapp-Endoskop KL besteht beispielsweise aus zwei Tuben T1, T2, die jeweilige Tubusachsen TA1, TA2 aufweisen und mit einem Gelenk G miteinander verbunden sind, um eine Schwenkachse KA des einen Tubus T1 relativ zu dem anderen Tubus T2 zu bilden. Die beiden Tuben T1, T2 können beispielsweise zwei verschiedene Klappstellungen einnehmen, die sich um einen Klappwinkel α unterscheiden, wie aus den Fig. 14b) und c) ersichtlich. Vorliegend sind die beiden Tuben T1, T2 mechanisch so gefertigt, dass die beiden Tubusachsen

5

10

15

20

25

30

TA1, TA2 im eingeklappten Zustand einen Winkel von 0° bilden, während sie im ausgeklappten Zustand um den vorgegebenen Klappwinkel α zueinander orientiert sind. Zwischen den Tuben T1, T2, die die optischen Komponenten OKL des Klapp-Endoskops in sich aufnehmen, befindet sich im Bereich des Gelenkes G ein Federmechanismus mit einer Feder F. Ist das Klapp-Endoskop KL im eingeklappten Zustand, so ist die Feder F gespannt, während sie im ausgeklappten Zustand entspannt ist. Die Endoskop-Optik ist vorliegend für den ausgeklappten Zustand ausgelegt. Die Endoskop-Optik enthält mindestens ein optisches Ablenkelement, z.B. einen Spiegel KSP, der im Bereich des Gelenkes G angeordnet ist. Als Ablenkelemente sind auch Prismen oder Gitter denkbar, durch welche die optische Achse entsprechend den Tubusachsen TA1, TA2 umgelenkt wird. Wie Fig. 12 zeigt, ist bei der Einführung in das Objekt O das Klapp-Endoskop KL im eingeklappten Zustand. Dies kann bei gespannter Feder durch eine eigene Führung des Endoskops erreicht werden. Als Führung kann aber auch das Objekt selbst dienen, z.B. eine Führungsbohrung bei einer Ventilsitzmessung, wie die Fig. 12 und 13 zeigen. Ist das Klapp-Endoskop KL vollständig in das Objekt O bzw. das Bauteil eingeführt, soll das Gelenk G frei liegen, so dass das Klapp-Endoskop KL den ausgeklappten Zustand einnehmen kann. Das Klapp-Endoskop KL ist so gefertigt, dass im ausgeklappten Zustand genau die Messstelle MST beobachtet wird.

Die zu beobachtende Objektoberfläche wird durch das Klapp-Endoskop KL im ausgeklappten Zustand mit einer ebenen Welle beleuchtet und direkt oder über ein Zwischenbild auf den Bildaufnehmer BA (z.B. CCD-Kamera) abgebildet. Im Referenzlichtweg wird der Referenzstrahl RS von dem Referenzspiegel RSP reflektiert. Zur Kompensation der Endoskopoptik kann auch hier in dem Refe-

5

10

renzlichtweg bzw. Referenzarm eine der Endoskop-Optik ähnliche oder entsprechende Optik eingesetzt werden. Die Datenauswertung erfolgt wie im Zusammenhang mit den vorangehenden Ausführungsbeispielen beschrieben.

15

Das Interferometer kann auch hierbei anders als ein Michelson-Interferometer realisiert werden (z.B. als Common-Path, Mach-Zehnder, etc.).

5

10

Ansprüche

1. Interferometrische Messvorrichtung (1) zur Formvermessung einer Oberfläche eines Objekts (0) mit einer eine kurzkohärente Strahlung abgebenden Strahlungsquelle (LQ), einem Strahlteiler (ST) zum Bilden eines über einen Objektlichtweg zu dem Objekt (0) geleiteten Objektstrahls (OS) und eines über einen Referenzlichtweg zu einer reflektierenden Referenzebene (RSP) geleiteten Referenzstrahls (RS) und mit einem Bildaufnehmer (BA), der die von dem Objekt (0) und der Referenzebene (RSP) zurück geworfene und zur Interferenz gebrachte Strahlung aufnimmt und einer Auswerteeinrichtung zum Bestimmen der Oberflächenform zuführt, dadurch gekennzeichnet, dass im Objektlichtweg eine bezüglich des Objektes (0) starre Optik (SO) angeordnet ist und dass der starren Optik (SO) eine in Richtung ihrer optischen Achse bewegliche Optik (BO) folgt.
2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die starre Optik (SO) die Wellenfront verformende Elemente aufweist.

15

20

25

30

5

3. Messvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die starre Optik (SO) ganz oder teilweise als Endoskop ausgebildet ist.
4. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass die starre Optik Teil einer ein Zwischenbild erzeugenden Optik ist.
5. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die starre Optik (SO) das Objekt nach Unendlich abbildet.
6. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die bewegliche Optik (BO) ganz außerhalb, teilweise innerhalb und
außerhalb, oder ganz innerhalb des Objektlichtweges liegt.
7. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass die bewegliche Optik (BO) ganz oder teilweise aus optischen Ele-
menten besteht, die in der optischen Achse beweglich gelagert sind.
8. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

5

dass ein Bild der Referenzebene (VR) im Schärfentiefebereich der abbildenden Optik liegt.

10

9. Messvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Bild der Referenzebene (VR) in der Bildebene der abbildenden Optik liegt.

15

10. Messvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Bild der Referenzebene (VR) bei Bewegung der beweglichen Optik (BO) synchron mit der Bildebene der abbildenden Optik bewegt.

20

11. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die starre Optik (SO) als starre Zwischenabbindevorrichtung (L2, L3) ausgebildet ist, mit der mindestens ein zum Objekt (O) starres Zwischenbild (SZB) der Objektoberfläche erzeugt wird, und dass als bewegliche Optik (BO) eine im Strahlengang hinter dem starren Zwischenbild (SZB) folgende Objektiv-Optik in Richtung ihrer optischen Achse (ROA) beweglich zur Abtastung des normal zu dieser Achse ausgerichteten starren Zwischenbilds (SZB) in Tiefenrichtung (Z) und Abbilden desselben direkt oder über eine oder mehrere Zwischenabbildungen auf dem Bildaufnehmer (BA) ausgebildet ist.

25

30

5

12. Messvorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zwischenabbildungsvorrichtung (L2, L3) einen für alle im Zwischenbild (SZB) abgebildeten Objektpunkte gleichen Abbildungsmaßstab besitzt.

10

15

13. Messvorrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zwischenabbildungsvorrichtung (L2, L3) als telezentrische Abbildungsvorrichtung in 4f-Anordnung ausgebildet ist.

20

14. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Referenzlichtweg zur Kompensation eine der Optik im Objektlichtweg zumindest teilweise entsprechende Optik (KSO) vorhanden ist.

25

15. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Bildaufnehmer (BA) flächig angeordnete Bildaufnahmeelemente (Pixels) aufweist und
dass für jedes Pixel die Position der Objektiv-Optik (BO) detektiert wird,
bei welcher der höchste Interferenzkontrast auftritt.

30

16. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

5

10 dass bei einer von der Normalen der Objektoberfläche abweichenden
Blickrichtung der Zwischenabbildungsvorrichtung (L2, L3) eine Ablenk-
einheit (AE) zum Erzeugen des Zwischenbilds (SZB) vorgesehen ist.

17. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

15

dass eine bewegliche Einheit außer der beweglichen Objektiv-Optik (BO),
eine Beleuchtungseinheit mit der Lichtquelle (L2) und den Strahlteiler (ST)
oder außer der beweglichen Objektiv-Optik (Bo) nur den Strahlteiler (ST)
umfasst.

20

18. Messvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,

dass die starre Zwischenabbildungsvorrichtung (L2, L3) als Endoskop
ausgebildet ist.

25

19. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass zur Beleuchtung des Objekts (O) und der Referenzebene (RSP) eine
Faseroptik (LL) vorgesehen ist.

30

20. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

5

10

dass der Objektlichtweg und der Referenzlichtweg sowie weitere Lichtwege als Linsen (L1, L2, L3, L4, KSO) Einzellinsen, Grin-(Gradient-Index-)Linsen, Stablinsen, diffraktive Elemente, Prismen oder deren Kombinationen aufweisen.

15

21. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der abbildenden Optik innerhalb oder außerhalb des Objektlichtweges sich ein optisches Element (DE) befindet, durch welches das Bild in eine für die Auswertung günstige Lage drehbar ist.

20

22. Messvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Objektlichtweg als starre Optik (SO) oder Teil der starren Optik (SO) ein Klapp-Endoskop (KL) angeordnet ist, das in mindestens zwei Klappstellungen mit einem Winkel (α) zwischen einem eingeklappten und einem ausgeklappten Zustand einstellbar ist.

25

30

23. Messvorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Klapp-Endoskop (KL) zwei mit einem Gelenk (G) miteinander verbundene Tuben (T1, T2) aufweist, in denen optische Komponenten (OKL) des Klapp-Endoskops (KL) einschließlich eines Ablenkelements (KSP) untergebracht sind.

5

10

24. Messvorrichtung nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass im Bereich des Gelenks (G) ein mit beiden Tuben (T1, T2) zusammenwirkender Federmechanismus (F) angeordnet ist.

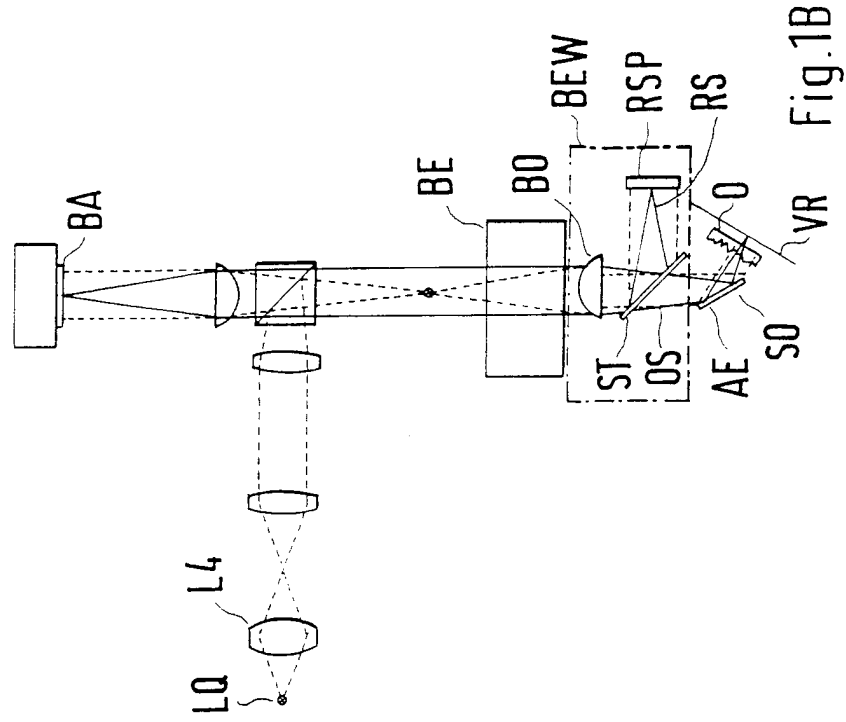


Fig.1B

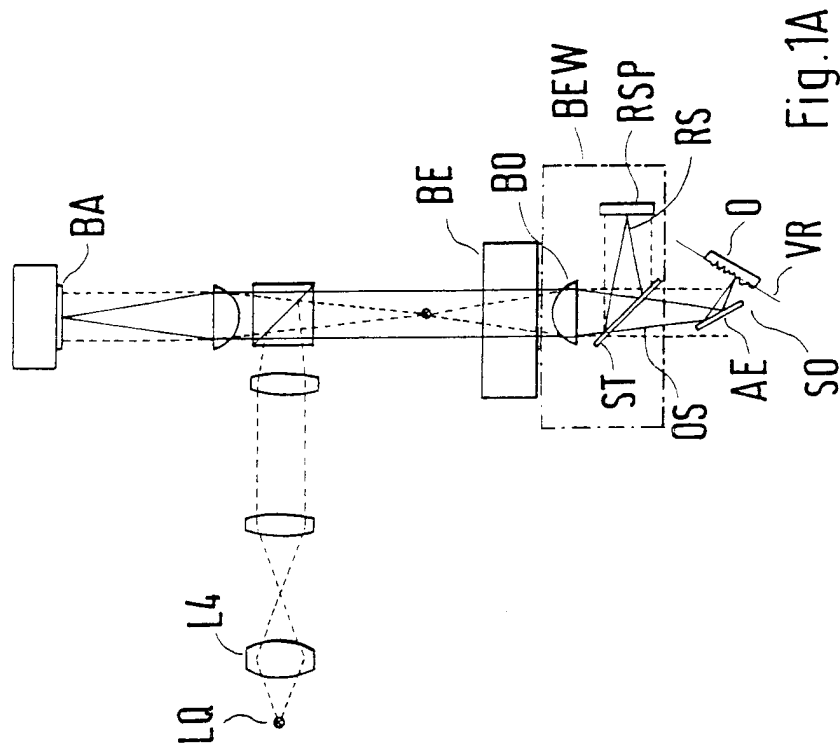


Fig.1A

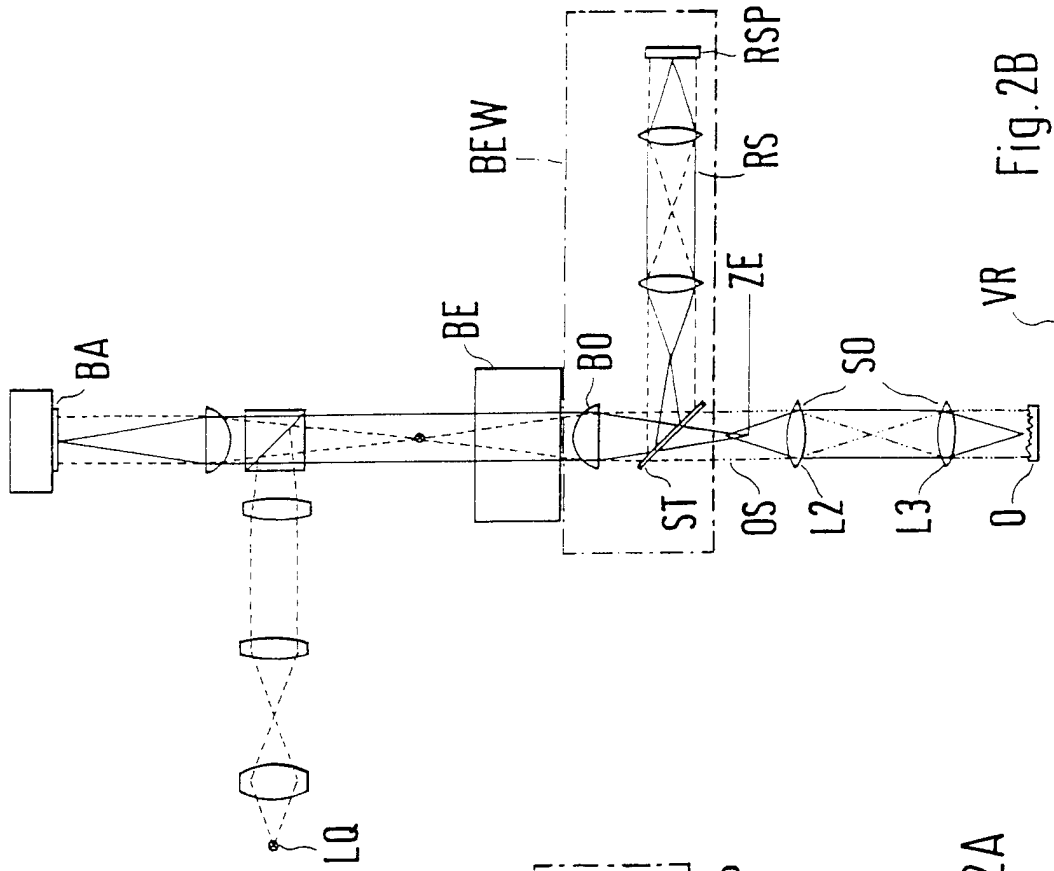


Fig. 2B

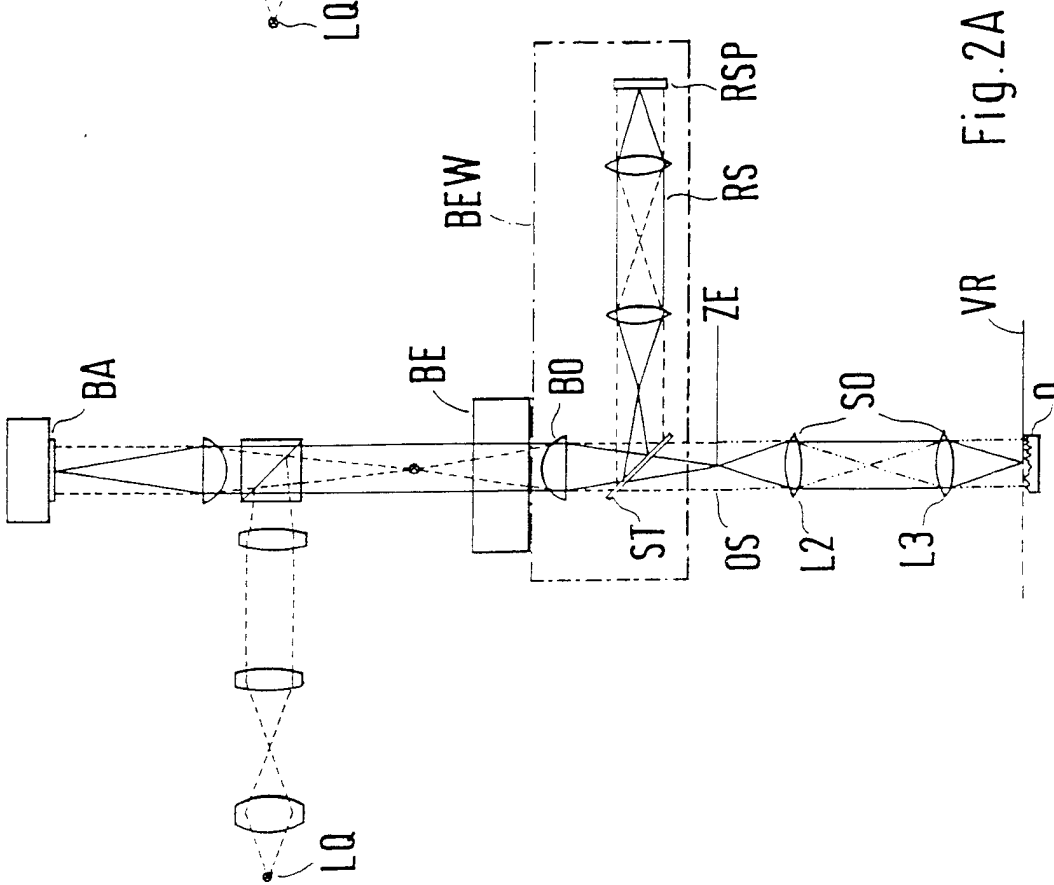


Fig. 2A

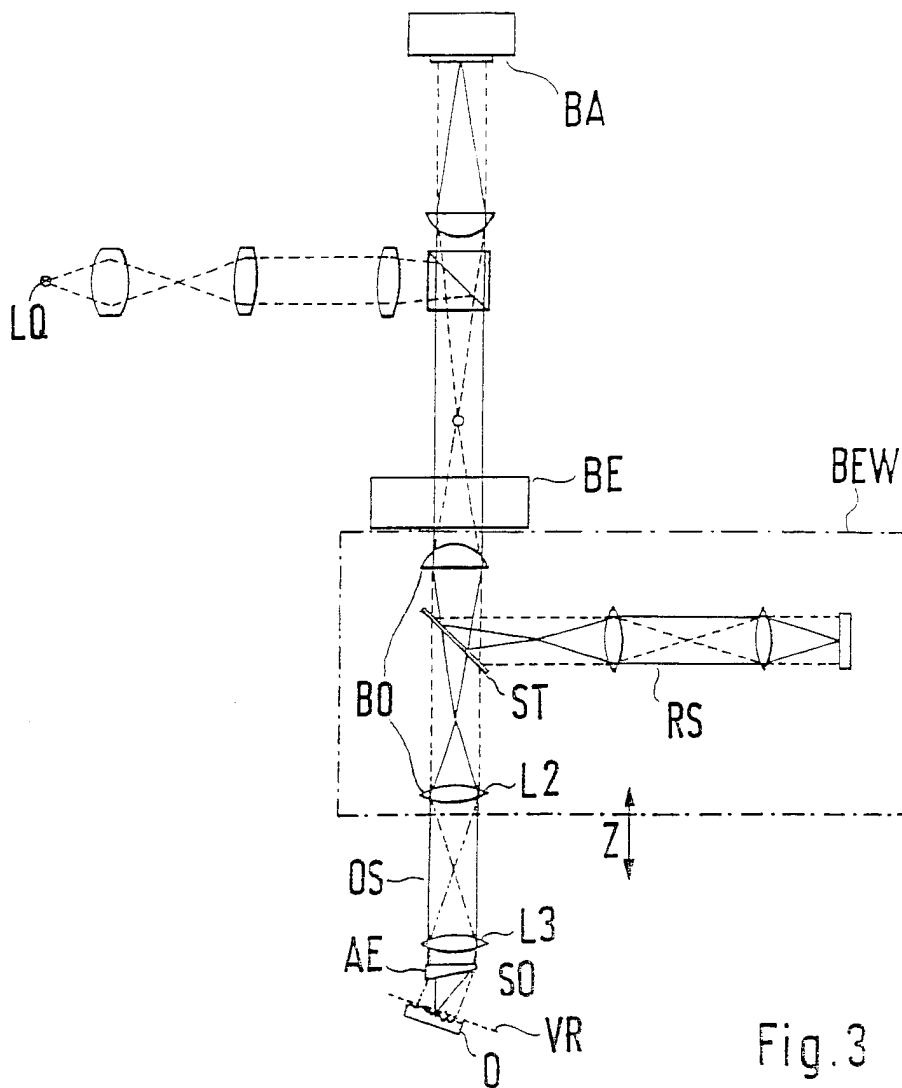


Fig. 3

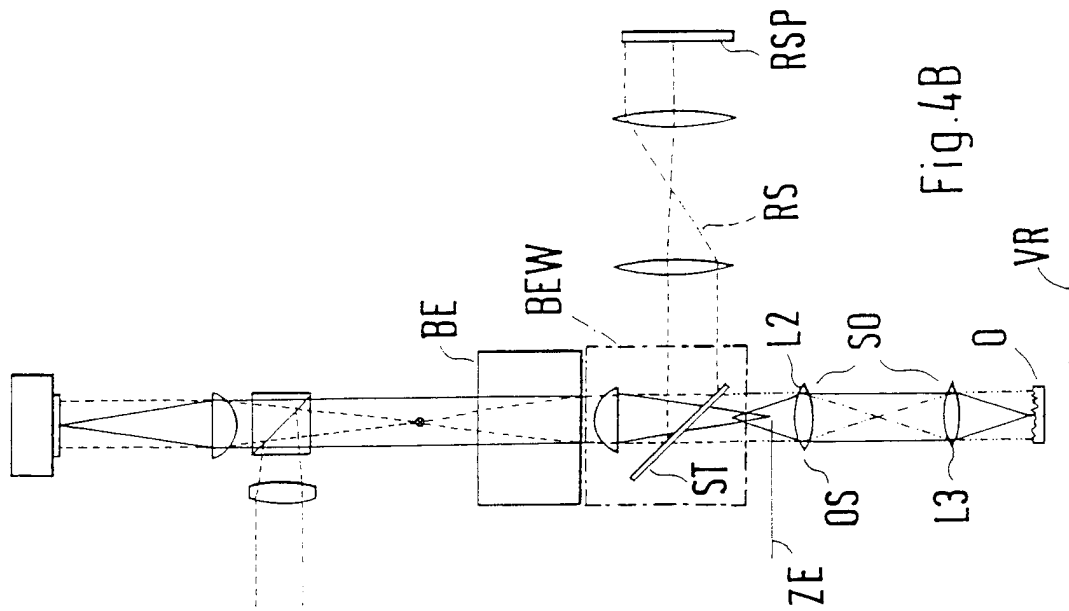


Fig. 4B

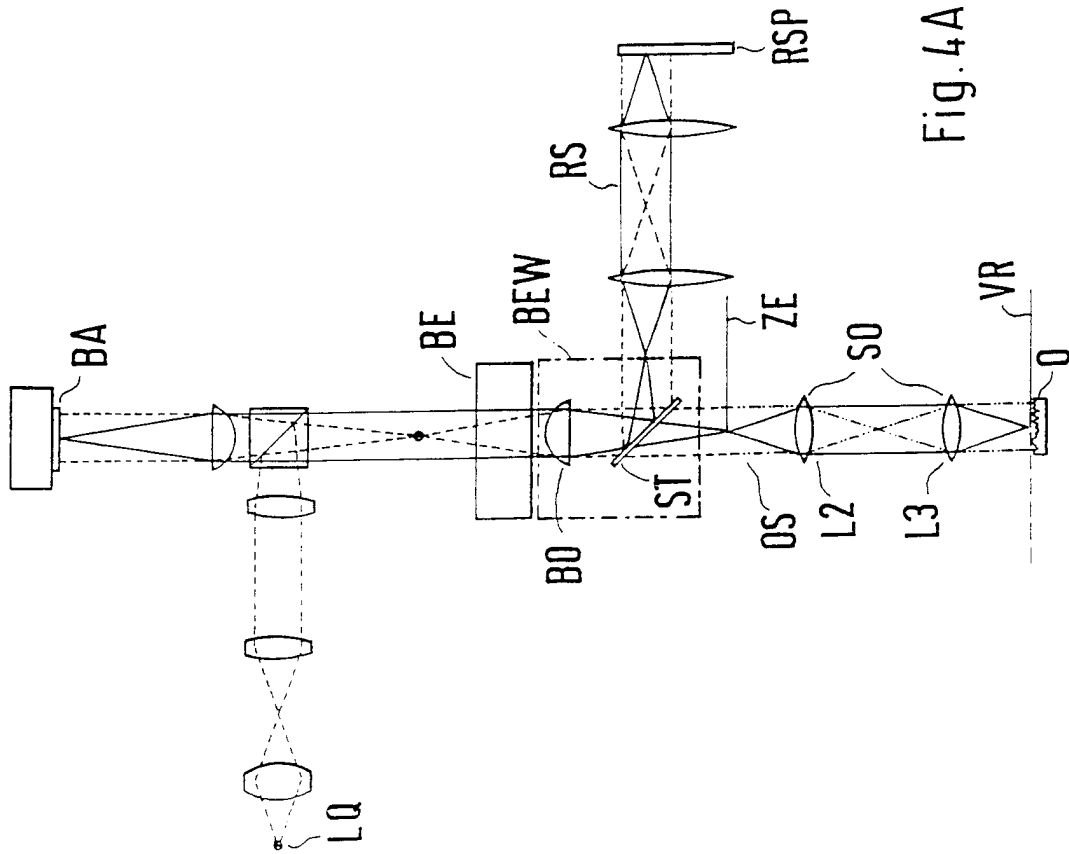


Fig. 4A

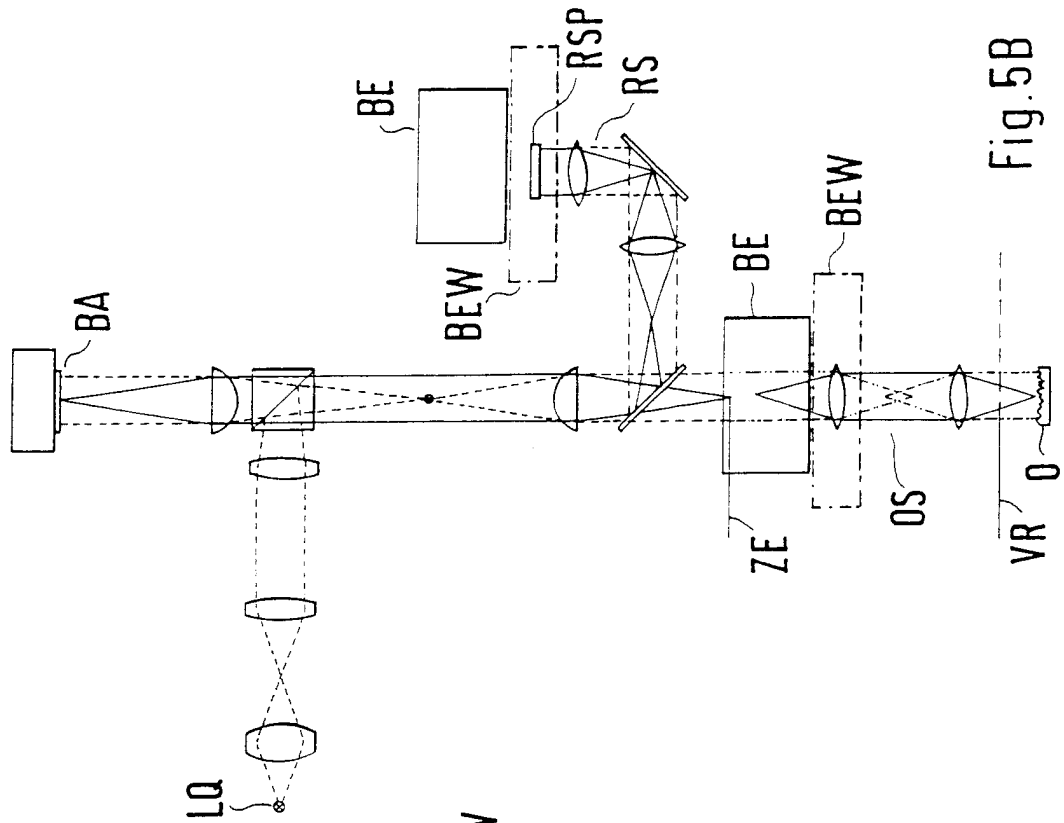


Fig.5B

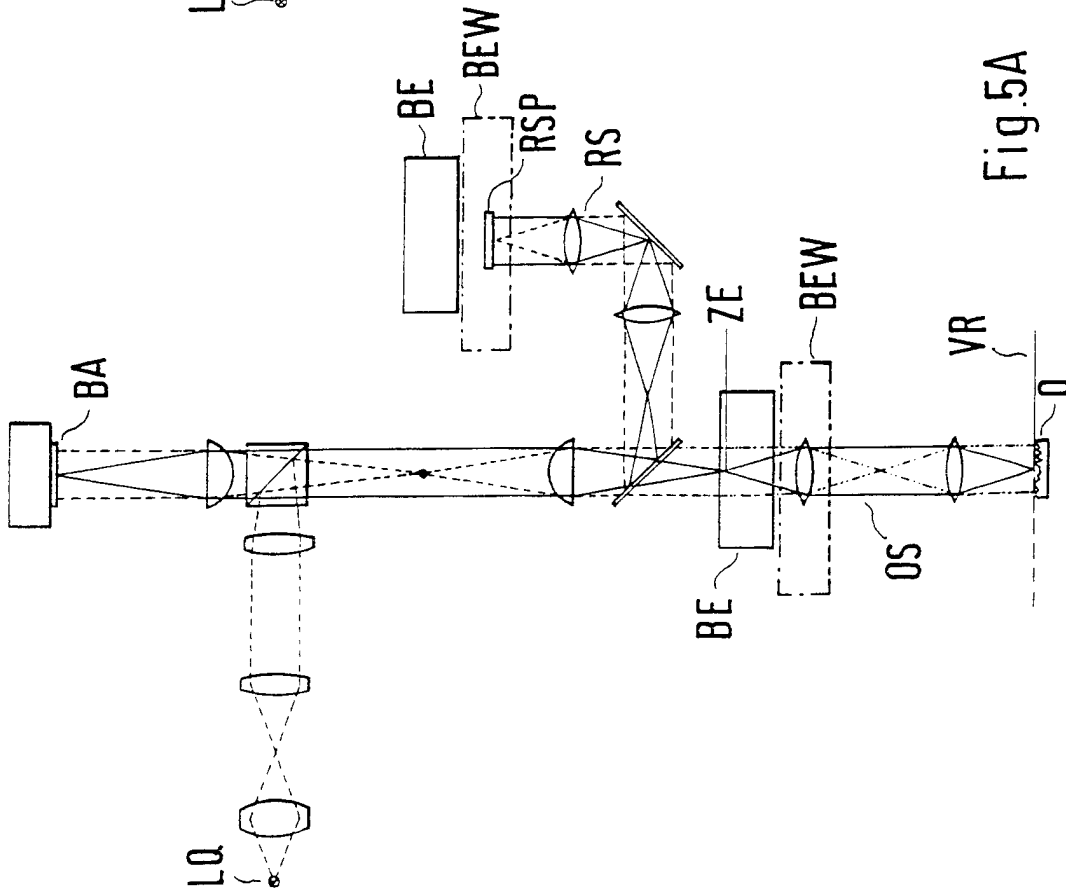


Fig.5A

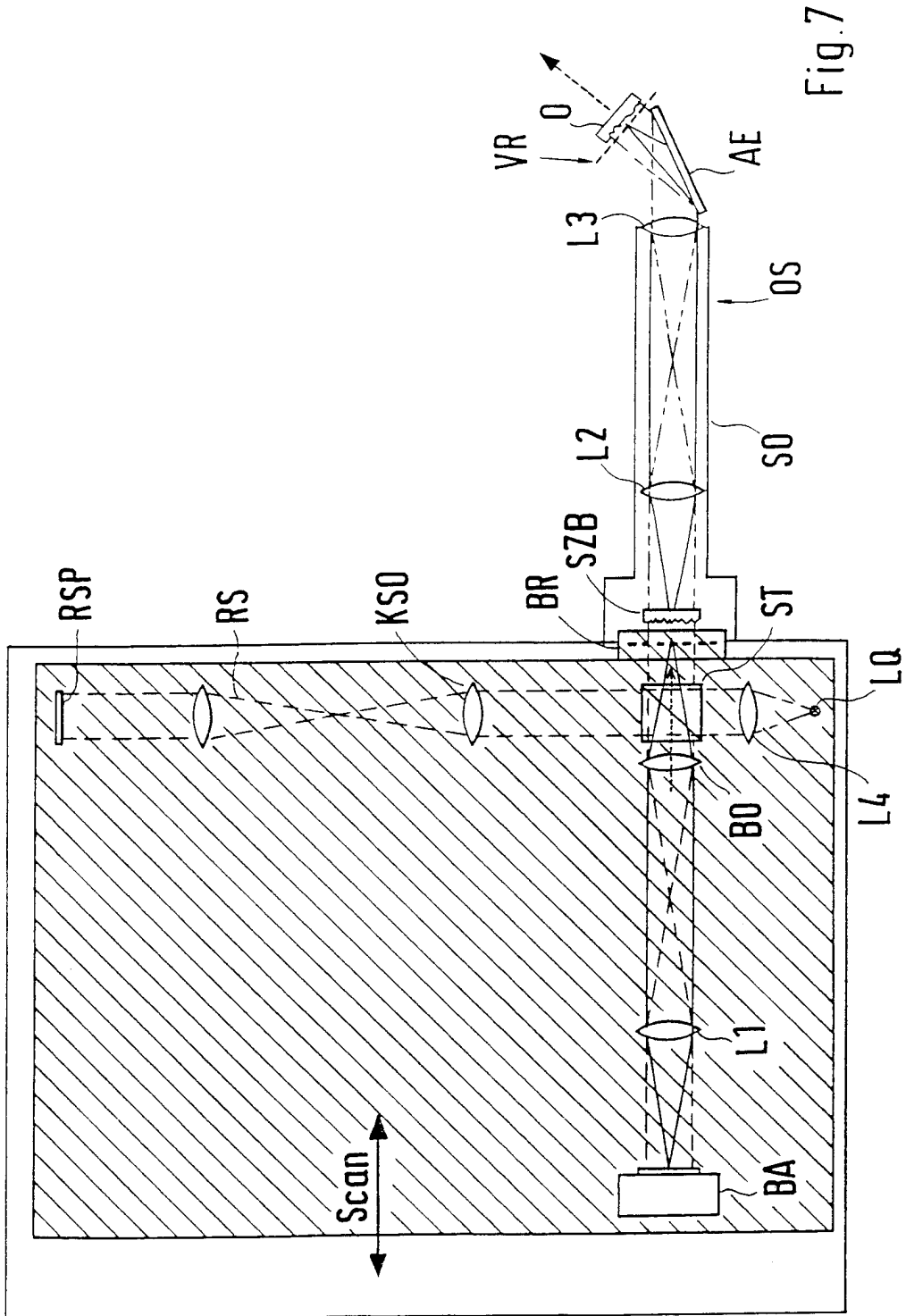


Fig.7

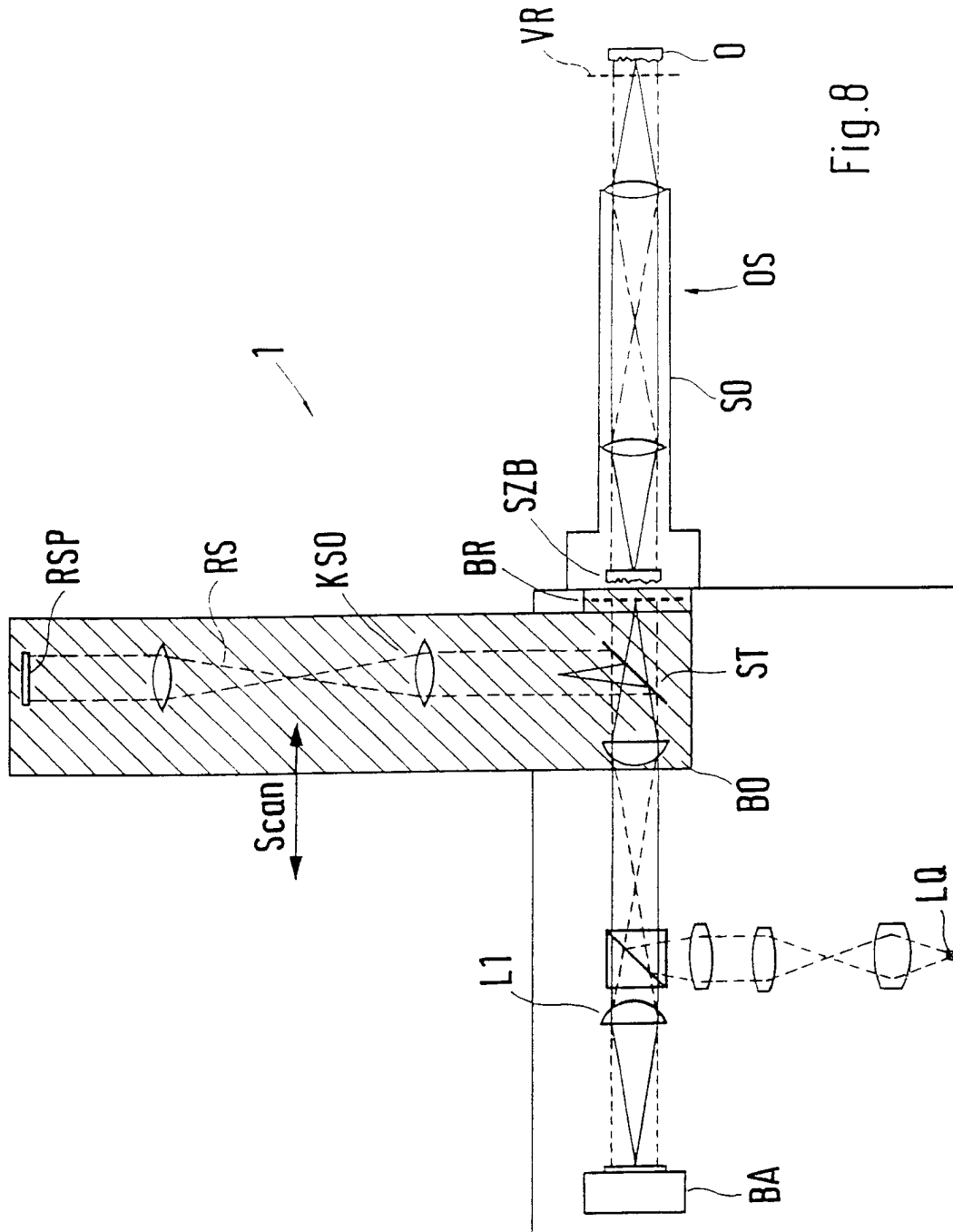


Fig. 8

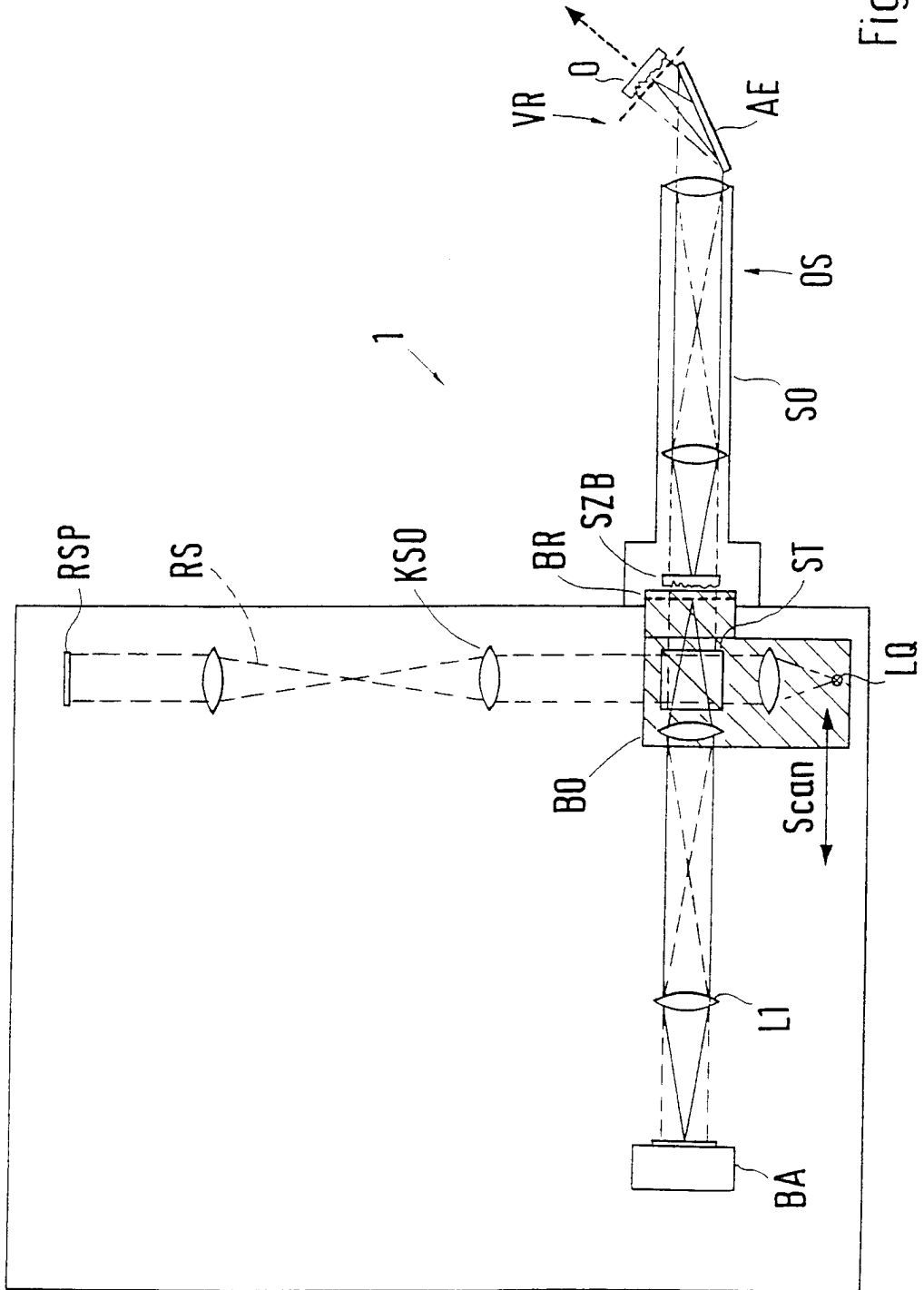


Fig. 9

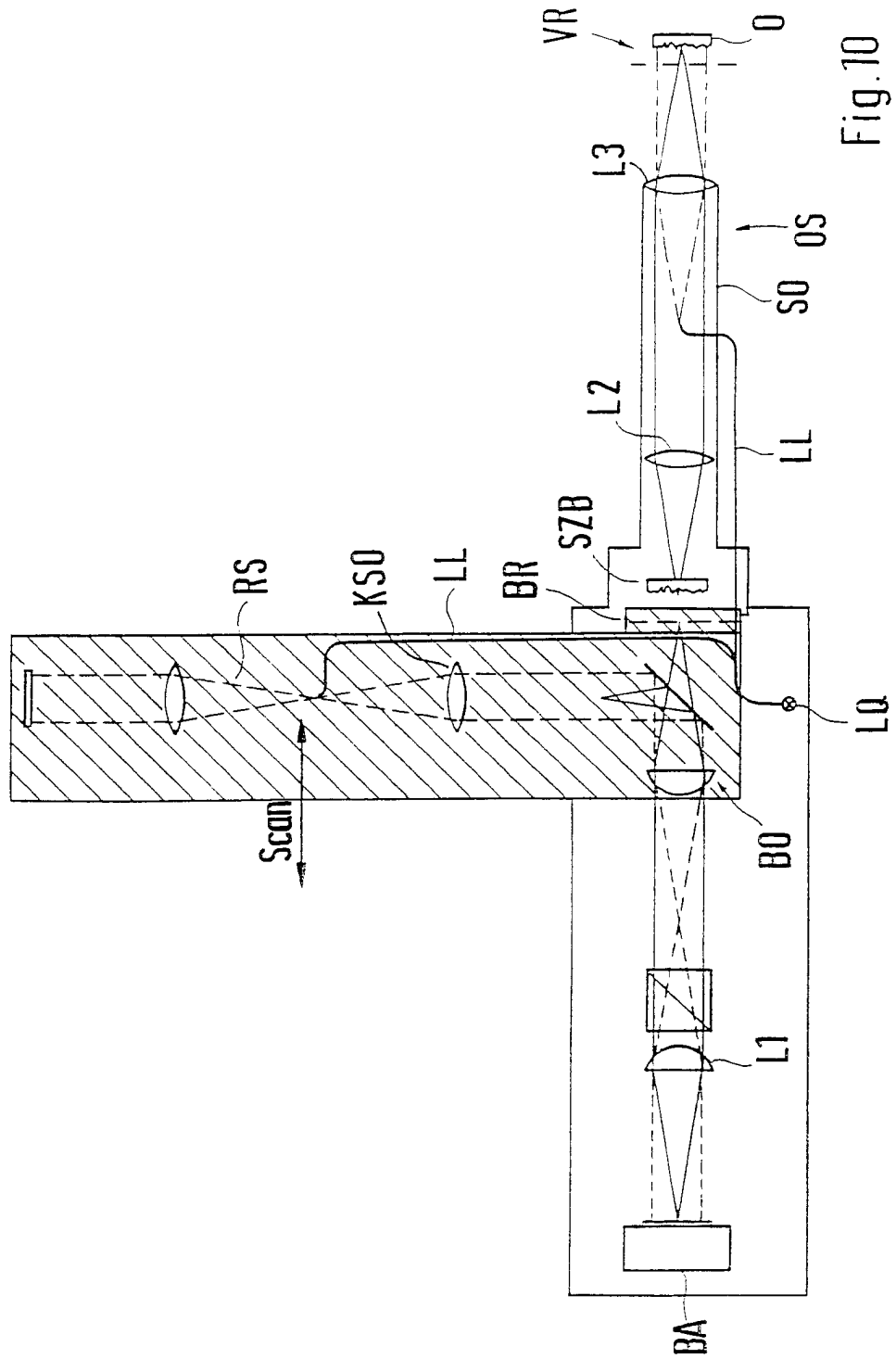


Fig.10

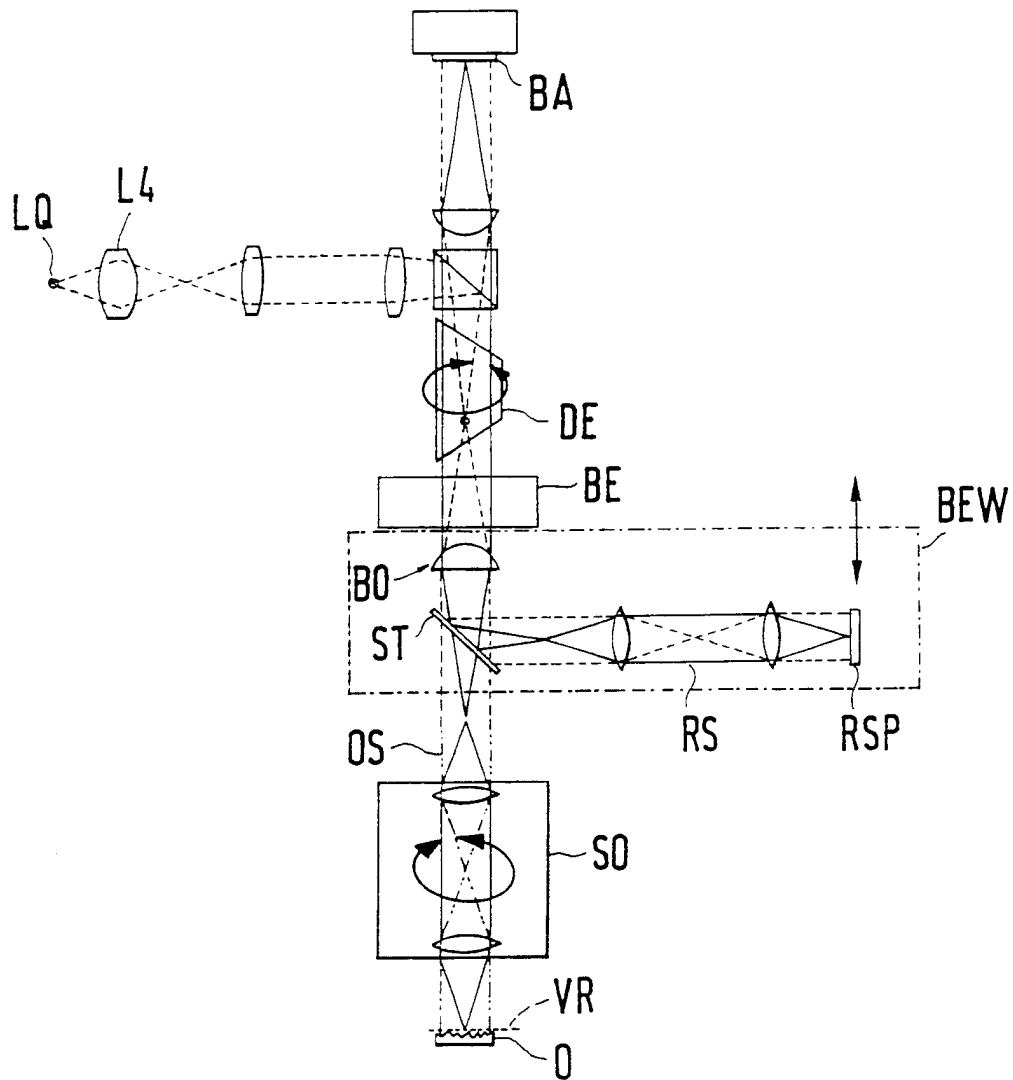


Fig.11

12/14

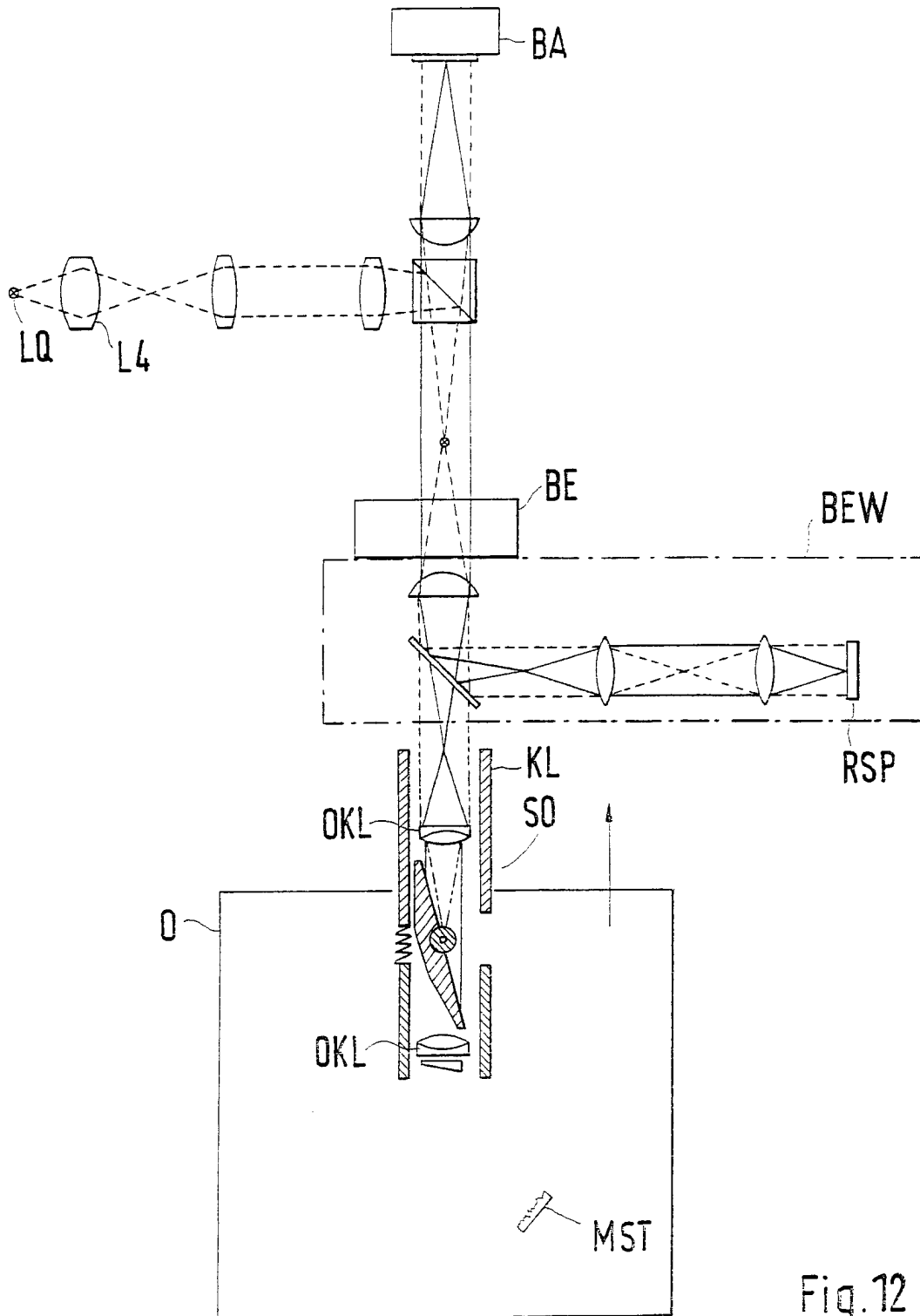


Fig.12

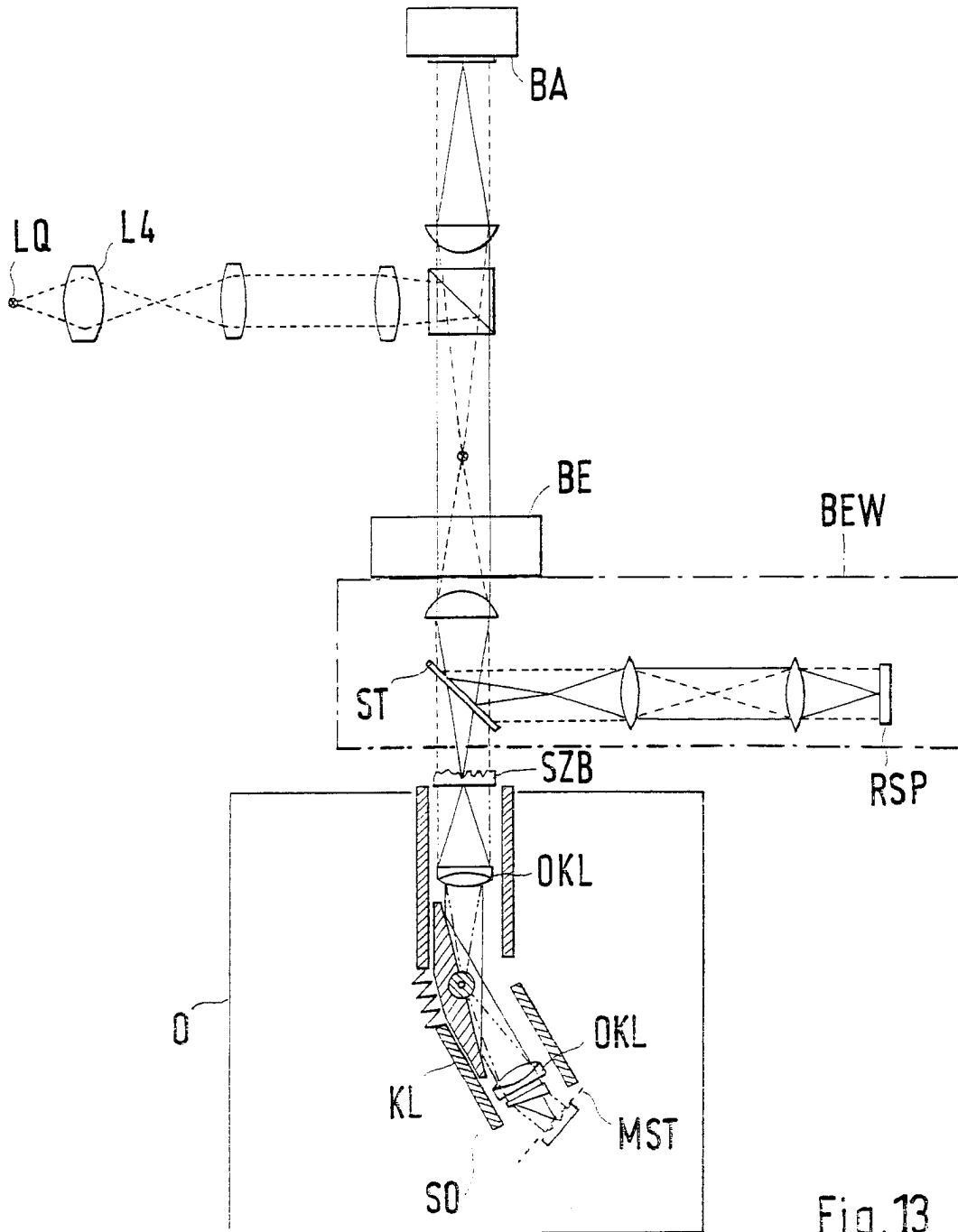


Fig.13

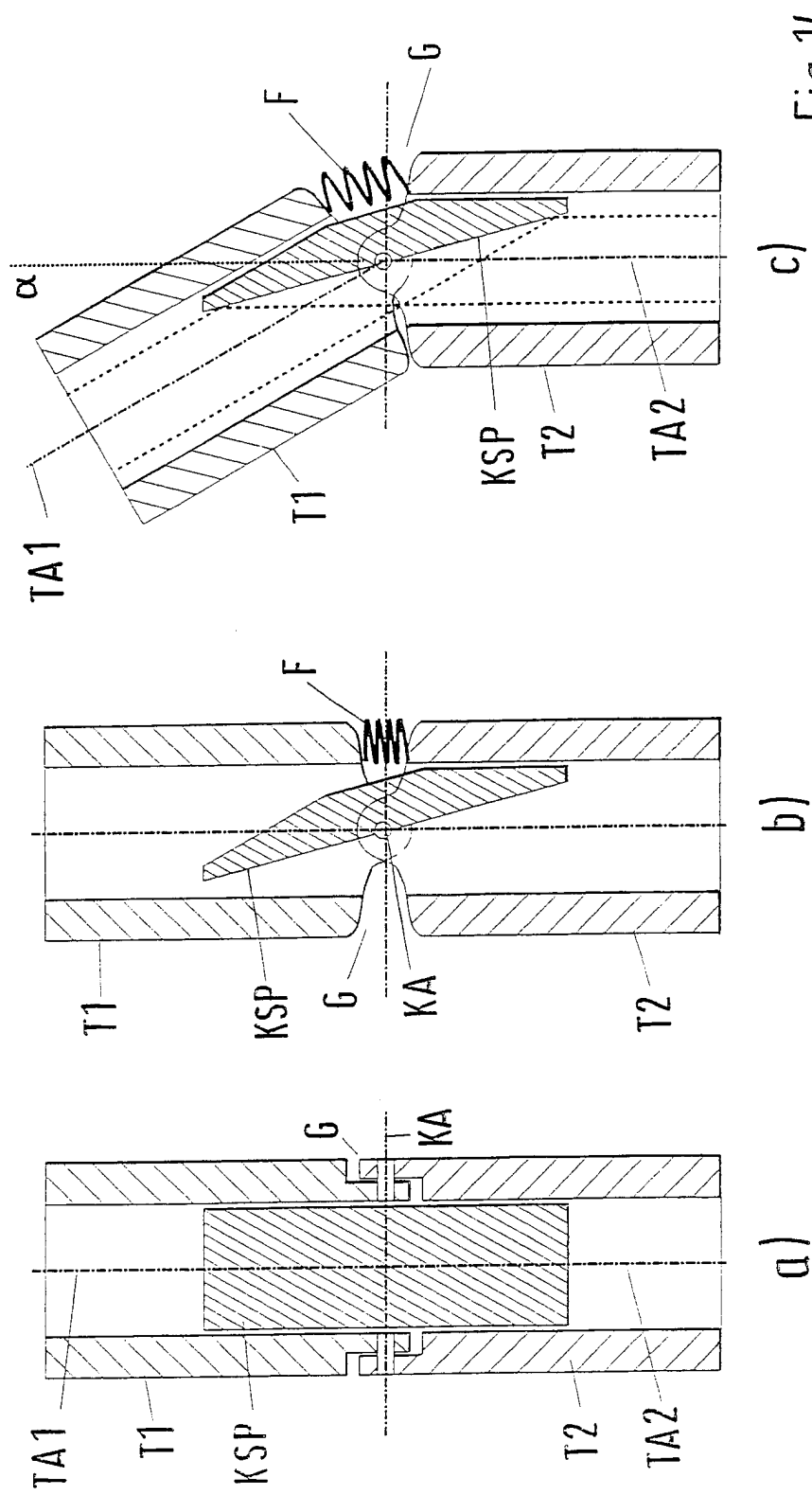


Fig.14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/01191

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01B11/30 G01N21/47 A61B5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01B G01N A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97 27468 A (BOEHRINGER MANNHEIM GMBH ;KNUETTEL ALEXANDER (DE); BOECKER DIRK (D) 31 July 1997 (1997-07-31) column 11, line 22 - line 28; figure 11 ---	1
X	WO 99 46557 A (OPTICAL BIOPSY TECHNOLOGIES IN) 16 September 1999 (1999-09-16) column 11, line 38 -column 12, line 51; figures 8A-8C ---	1-3
A	WO 97 32182 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 4 September 1997 (1997-09-04) abstract -----	1-24

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 July 2001

Date of mailing of the international search report

31/07/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Arca, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP 01/01191

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9727468 A	31-07-1997	AU 2150297 A	20-08-1997
		EP 0876595 A	11-11-1998
		US 6144449 A	07-11-2000

WO 9946557 A	16-09-1999	US 6201608 B	13-03-2001
		US 6233055 B	15-05-2001
		US 6252666 B	26-06-2001

WO 9732182 A	04-09-1997	US 6134003 A	17-10-2000
		AU 1977597 A	16-09-1997
		EP 0883793 A	16-12-1998
		JP 2000503237 T	21-03-2000
		US 6111645 A	29-08-2000
		US 6160826 A	12-12-2000
		US 5956355 A	21-09-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01191

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G01B11/30 G01N21/47 A61B5/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01B G01N A61B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97 27468 A (BOEHRINGER MANNHEIM GMBH ;KNUETTEL ALEXANDER (DE); BOECKER DIRK (D) 31. Juli 1997 (1997-07-31) Spalte 11, Zeile 22 - Zeile 28; Abbildung 11 ---	1
X	WO 99 46557 A (OPTICAL BIOPSY TECHNOLOGIES IN) 16. September 1999 (1999-09-16) Spalte 11, Zeile 38 -Spalte 12, Zeile 51; Abbildungen 8A-8C ---	1-3
A	WO 97 32182 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 4. September 1997 (1997-09-04) Zusammenfassung -----	1-24

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Juli 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

31/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Arca, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01191

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9727468 A	31-07-1997	AU 2150297 A	20-08-1997
		EP 0876595 A	11-11-1998
		US 6144449 A	07-11-2000

WO 9946557 A	16-09-1999	US 6201608 B	13-03-2001
		US 6233055 B	15-05-2001
		US 6252666 B	26-06-2001

WO 9732182 A	04-09-1997	US 6134003 A	17-10-2000
		AU 1977597 A	16-09-1997
		EP 0883793 A	16-12-1998
		JP 2000503237 T	21-03-2000
		US 6111645 A	29-08-2000
		US 6160826 A	12-12-2000
		US 5956355 A	21-09-1999

专利名称(译)	干涉测量装置		
公开(公告)号	EP1272812A1	公开(公告)日	2003-01-08
申请号	EP2001931382	申请日	2001-03-29
[标]申请(专利权)人(译)	罗伯特·博世有限公司		
申请(专利权)人(译)	罗伯特·博世有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	罗伯特·博世有限公司		
[标]发明人	PRINZHAUSEN FRIEDRICH LINDNER MICHAEL		
发明人	PRINZHAUSEN, FRIEDRICH LINDNER, MICHAEL		
IPC分类号	G01B9/02 A61B5/00 G01B11/24 G01B11/30 G01N21/47		
CPC分类号	G01B11/30 A61B5/0062 A61B5/0066 A61B5/0084		
优先权	10065179 2000-12-23 DE 10015878 2000-03-30 DE 10115524 2001-03-28 DE		
其他公开文献	EP1272812B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种用于测量物体 (O) 表面形状的干涉测量装置 (1) , 包括发射短相干辐射的辐射源 (LQ) , 用于形成物体射线的分束器 (ST) (OS) 除了记录辐射的图像记录器 (BA) 之外, 经由物体光路和经由参考光路指向参考平面 (RSP) 的参考光线 (RS) 指向物体 (O) 。从物体 (O) 和参考平面 (RSP) 反弹并使其干涉然后馈送到评估单元以确定表面的形状。即使在难以接近的测量区域中也实现了良好的适应性和易处理性, 因为透镜 (SO) 布置在物体光路中, 其相对于物体 (O) 刚性地安装并且刚性透镜 (SO) 是接着是沿其光轴方向移动的透镜 (BO) 。