



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 018 951 B3 2009.01.02

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 018 951.8

(22) Anmelddatum: 21.04.2007

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 02.01.2009

(51) Int Cl.⁸: G01B 11/00 (2006.01)

G01B 11/03 (2006.01)

G01B 21/04 (2006.01)

G01B 5/008 (2006.01)

G03B 17/02 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Carl Mahr Holding GmbH, 37073 Göttingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE10 2005 018168 A1

DE 197 47 027 A1

DE 38 06 686 A1

(74) Vertreter:

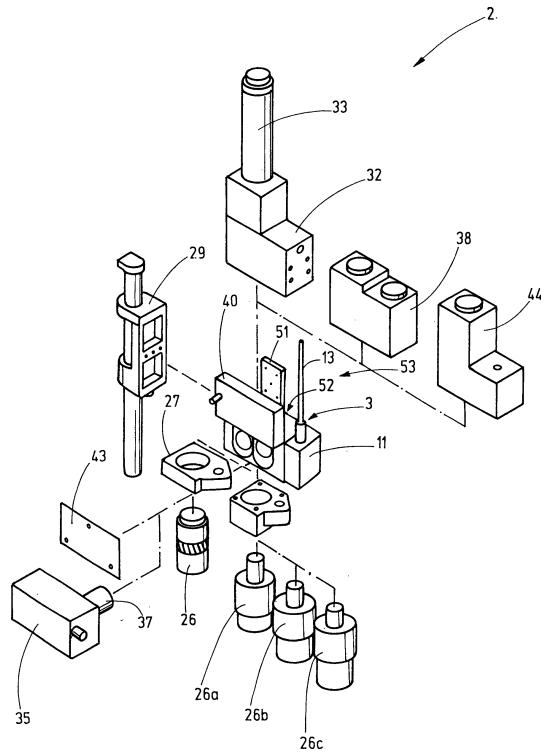
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(72) Erfinder:

Brossette, Frank, 66839 Schmelz, DE; Steffens,
Norbert, 66802 Überherrn, DE

(54) Bezeichnung: Modulares Messkopfsystem

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Messkopfmodulsystem (2) vorgeschlagen, das wenigstens ein quaderförmiges Zentralmodul (3) mit sechs Seiten (4, 5, 6, 7, 8, 9) aufweist. Es umschließt einen Innenraum und weist an mindestens fünf Seiten (4, 5, 6, 7, 8) Anschlussstellen (10, 15, 21, 24, 25) auf, die jeweils mindestens eine Öffnung umgeben, die in den Innenraum führt. Das Zentralmodul (3) bildet mit weiteren Modulen einen Bausatz zur Ausbildung der verschiedensten optischen Messköpfe. Solche Module können ein Beleuchtungsmodul (11) und/oder ein Objektivmodul (26) und/oder ein Spiegelmodul (16) und/oder ein Kamera- modul (34) sein. Jedes dieser optionalen Module ist zumindest mittelbar, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung eines weiteren Moduls, an wenigstens eine der Anschlussstellen (10, 15, 21, 24, 25) anschließbar.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optisches modulares Messkopfsystem, insbesondere für Messmaschinen.

[0002] Es sind Messmaschinen bekannt, die einen optischen Messkopf aufweisen, der mehrere Messaufgaben lösen kann. Dazu wird beispielsweise auf die DE 38 06 686 A1 verwiesen. Diese Messmaschine enthält einen Messkopf, der sowohl als Videotascher abbildend arbeitet als auch einen Lasertaster aufnimmt, um punktuelle Messungen in Z-Richtungen durchführen zu können.

[0003] Des Weiteren enthält diese Messmaschine einen an einer gesonderten Z-Pinole gelagerten mechanischen Taster, der ebenfalls Messaufgaben erfüllen kann.

[0004] Der optische Messkopf ist in der Regel zur Durchführung einer bestimmten Art der Messung oder Bildaufnahme eingerichtet. Die Umrüstung beispielsweise von interferometrischer Messung auf abbildende Betriebsarten und nicht interferometrische Messungen ist in der Regel mit einer Umrüstung des Messkopfs verbunden, wenn überhaupt möglich.

[0005] Aus der DE 10 2005 018 168 A1 ist eine weißlichtinterferometrische Mikroskopmesseinrichtung bekannt, die dort schematisch dargestellt ist. Sie enthält eine Beleuchtungseinrichtung, einen Strahlteiler und ein Objektiv sowie zur Bildaufnahme eine Kamera. In dem Objektiv ist ein Spiegel untergebracht, um einen Referenzstrahlengang zu erzeugen. Der Strahlteiler bildet ein zentrales Element des Strahlengangs. Das Objektiv wird relativ zu dem Strahlteiler bewegt, um eine Messung durchzuführen. Dazu ist das Objektiv mit einer Antriebseinrichtung verbunden.

[0006] Davon ausgehend ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit zu schaffen, auf rasche und effiziente Weise Messköpfe zur Durchführung einer gewünschten Messung bereitzustellen.

[0007] Diese Aufgabe wird mit dem Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1 gelöst:

Zu dem erfindungsgemäßen Messkopfmodulsystem gehören wenigstens ein quaderförmiges Zentralmodul, das als zentraler Trägerbaustein dient und an dem verschiedene Funktionsgruppen in Form beispielsweise eines Beleuchtungsmoduls, eines Objektivmoduls, eines Spiegelmoduls und/oder eines Kameramoduls angebracht werden können. Es können weitere Module und Hilfselemente, wie beispielsweise Abdeckkappen, Abdeckplatten, Zwischenringe, Zwischenstücke, Tuben und dergleichen vorgesehen werden, die ebenfalls zu dem Messkopfmodulsystem gehören. Das Zentralmodul weist definierte An-

schlussstellen auf, an denen die anderen Module angebracht werden können. Durch Wahl und Anbringung der jeweils für eine bestimmte Messaufgabe erforderlichen Module lässt sich mit dem Messkopfmodulsystem z. B. ein abbildender Messkopf mit Ringlichtbeleuchtung, ein abbildender Messkopf mit Objektivbeleuchtung, ein Lasermesskopf, ein Messkopf mit festem Abbildungsmaßstab, ein Messkopf mit kontinuierlich oder in Stufen variablem Abbildungsmaßstab und dergleichen mehr realisieren. Dies gelingt nach dem Baukastenprinzip, in dem an das quaderförmige Zentralmodul die jeweils erforderlichen oder gewünschten anderen Module angebaut werden.

[0008] Die Anschlussstellen des Zentralmoduls sind vorzugsweise so gestaltet, dass an die betreffende Anschlussstelle verschiedene andere Module angeschlossen werden können. Im Idealfall sind die Anschlussstellen einheitlich ausgebildet, so dass eine große Variabilität hinsichtlich der Zusammenstellung der einzelnen Module und deren räumlichen Anordnungen erreicht wird.

[0009] Das Zentralmodul umschließt einen Innenraum, der sich kreuzende optische Wege für die anzuschließenden optischen Komponenten, d. h. die anzuschließenden Module darstellt. Vorzugsweise sind die Öffnungen dabei so ausgebildet, dass ihre Mittelachsen sich in einem Zentralpunkt unter rechten Winkeln schneiden. Gegebenenfalls können an dem Zentralmodul weitere Öffnungen und Anschlussstellen sein, deren Mittelachsen sich in einem weiteren Zentralpunkt schneiden. Durch diese Bedingungen wird sicher gestellt, dass die verschiedenen optischen Komponenten, wie sie auch immer an das Zentralmodul angeschlossen werden, miteinander richtig zusammen arbeiten.

[0010] Der modulare Messkopf ist für ein optisches Koordinatenmessgerät vorgesehen. Er weist mindestens einen optischen Sensor in Form beispielsweise eines Kameramoduls auf. Außerdem gehören ein oder mehrere optisch abbildende Module zu dem Messkopfmodulsystem, um zweidimensionale Bilder erfassen zu können. Das Zentralmodul ist zum Anbau einer koaxialen Beleuchtungseinheit geeignet, die durch ein Beleuchtungsmodul gebildet wird. Dieses ist vorzugsweise ein Modul in das das erforderliche Licht faseroptisch eingekoppelt wird. Dies hält den Wärmeeintrag gering. Alternativ kann das Beleuchtungsmodul mit einer LED zur Lichterzeugung versehen sein. Ohne bauliche Veränderung des Zentralmoduls können durch Hinzufügen, Wegnehmen oder Austauschen von anderen Modulen auf einfache Art und Weise verschiedene Anpassungen vorgenommen werden. Beispielsweise kann eine koaxiale Beleuchtungseinheit angebaut werden, indem mittels eines Spiegelmoduls und des Beleuchtungsmoduls Licht in den Messweg des Objektivs einge-

spiegelt wird. Andere Beleuchtungsmodule, wie beispielsweise ein das Objektiv umgebendes Ringlichtmodul, können angebaut oder abgebaut werden. Es können weitere Sensoren oder Sensorelemente, wie beispielsweise ein laserbasierter Abstandssensor oder andere optische Punktsensoren zur Erfassung der Höhenlage eines Objektivpunkts vorgesehen werden. Ebenso können weitere Detektormodule, beispielsweise weitere Kameramodule, vorgesehen werden, die sich beispielsweise im Abbildungsmaßstab von dem ersten Detektormodul (Kameramodul) unterscheiden.

[0011] An dem modularen Messkopf kann ein Aktuator, beispielsweise ein Piezoaktuator vorgesehen sein, um mit dem beispielsweise als Interferenzobjektiv ausgebildeten Objektiv einen Tiefenscan durchzuführen.

[0012] An dem modularen Messkopf kann zusätzlich ein taktiler Taster angebaut sein.

[0013] Der modulare Messkopf kann zusätzlich einen optischen Punktsensor aufweisen. Dieser kann beispielsweise als chromatisch konfokaler Sensor oder als ein auf einem interferometrischen Messprinzip basierender Sensor aufgebaut sein.

[0014] Weitere Einzelheiten vorteilhafter Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Zeichnung oder der Beschreibung oder von Ansprüchen. Die Beschreibung ist auf wesentliche Aspekte der Erfindung und sonstiger Gegebenheiten beschränkt. Die Zeichnung zeigt weitere Einzelheiten und ergänzt die Beschreibung. Es zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) einen Messkopf aufgebaut auf Basis des erfindungsgemäßen Messkopfmodulsystems in einer Frontansicht,

[0016] [Fig. 2](#) das Zentralmodul des Messkopfs nach [Fig. 1](#) mit Beleuchtungsmodul und Spiegelmodul in perspektivischer Darstellung,

[0017] [Fig. 3](#) bis [Fig. 9](#) verschiedene auf Basis des erfindungsgemäßen Messkopfmodulsystems zusammen gestellte Messköpfe, jeweils in perspektivischer Darstellung und

[0018] [Fig. 10](#) das Messkopfmodulsystem in perspektivischer Zuordnungsdarstellung.

[0019] In [Fig. 1](#) ist ein optischer Messkopf **1** veranschaulicht, der modular auf Basis eines Messkopfmodulsystems **2** aufgebaut ist. Letzteres ist in [Fig. 10](#) in Übersichtsdarstellung veranschaulicht. Zu dem Messkopfmodulsystem **2** gehören verschiedene Module, die sich in vielfältiger Kombination zusammenstellen lassen. Basis jeder Zusammenstellung ist ein Zentralmodul **3**, wie es in [Fig. 2](#) veranschaulicht ist.

Es wird durch einen sechsseitigen Quader gebildet, der kleine Seiten **4**, **5** und große Seiten **6**, **7**, **8**, **9** aufweist. Die einander gegenüber liegenden kleineren Seiten **4**, **5** weisen jeweils Anschlussstellen mit einer zentralen großen Öffnung auf, deren Mittelachsen miteinander fluchten. An der Fläche **5** ist eine Anschlussstelle **10** für ein Beleuchtungsmodul **11** vorgesehen. Dieser weist ein vorzugsweise rechteckiges Gehäuse **12** auf, dem über eine Lichtleitfaser oder ein Lichtleitkabel **13** Licht zugeführt wird. Zur Ausrichtung des Gehäuses **12** an dem Zentralmodul **3** können geeignete Ausrichtmittel, beispielsweise in Form eines Rohrfortsatzes **14** vorgesehen sein, der in die Öffnung der Anschlussstelle **10** passt.

[0020] An der gegenüber liegenden kleinen Seite **4** ist ebenfalls eine Anschlussstelle **15** vorgesehen, die zur Aufnahme verschiedener optischer Komponenten dienen kann. Im vorliegenden Beispiel ist sie zur Aufnahme eines Spiegelmoduls **16** mit einem halbdurchlässigen Spiegel **17** eingerichtet. Dieser ist in einem 45°-Winkel zu der Mittelachse, der die Anschlussstelle **15** bildenden Öffnung angeordnet. Dem Spiegelmodul **16** sind Zwischenringe **18** und eine Abschlusscheibe **19** zugeordnet, die an ihrer nach innen weisenden Seite eine lichtabsorbierende Fläche **20** aufweist, die z. B. als Lichtfalle dient.

[0021] Des Weiteren weist das Zentralmodul **3** an seiner oberen großen Seite **6** eine Anschlussstelle **21** auf, die durch eine Öffnung gebildet ist, deren Mittelachse sich mit den Mittelachsen der Anschlussstellen **10** und **15** unter einem rechten Winkel schneidet. Neben der Anschlussstelle **21** kann eine weitere Öffnung **22** vorgesehen sein, die parallel zu der Öffnung **21** orientiert ist und deren Mittelachse vorzugsweise ebenfalls die Mittelachse der Anschlussstellen **10**, **15** schneidet. Die Öffnung **22** kann als Anschlussstelle für eine optische Komponente oder z. B. lediglich zur Aufnahme von Vorsprüngen einer anderen Komponente dienen. Solche Vorsprünge können beispielsweise Stellmotoren eines Zoom-Antriebs sein.

[0022] Die vertikale vordere große Seite **7** weist ein oder mehrere zueinander vorzugsweise parallele Anschlussstellen **23**, **24** auf, die durch Öffnungen gebildet sind, deren Mittelachse die Mittelachse der Anschlussstellen **10**, **15** schneiden. Die Mittelachse der Anschlussstelle **23** schneidet außerdem vorzugsweise zugleich die Mittelachse der Anschlussstelle **21**.

[0023] Fluchtend zu der Anschlussstelle **21** ist an der unteren großen Seite **8** des Zentralmoduls **3** eine weitere Anschlussstelle **25** vorgesehen, deren Mittelachse mit der Mittelachse der Anschlussstelle **21** übereinstimmt. Sie dient zum Anbau beispielsweise eines Objektivs.

[0024] Es wird nun auf [Fig. 1](#) zurückgegriffen. Diese veranschaulicht einen besonders einfach aufgebau-

ten Messkopf auf Basis des Zentralmoduls **3**. An die untere große Seite **8** ist ein Objektivmodul **26** angeschlossen, dessen vorzugsweise zylindrischer Hals ein Anschlussstück **27** tragen kann. Das Objektivmodul **26** erhält Licht über das in [Fig. 1](#) nicht sichtbare Spiegelmodul **16** und das Beleuchtungsmodul **11**. Außerdem kann das Anschlussstück **27** ein Ringbeleuchtungsmodul **28** tragen, das z. B. zur Dunkelfeldbeleuchtung dienen kann. Die Anschlussstelle **15** trägt zusätzlich zu dem Spiegelmodul ein Haltemodul **29** mit einem Halterohr **30** das dazu eingerichtet ist, einen mechanischen Taster **31**, beispielsweise einen schaltenden Taster aufzunehmen.

[0025] Auf die ebene obere große Seite **6** des Zentralmoduls **3** ist ein Zoom-Modul **32** aufgesetzt, das an seiner Oberseite gegebenenfalls über einen Tubus **33** ein Kameramodul **34** trägt.

[0026] Der Messkopf **1** kann dazu dienen, ein Werkstück taktil und optisch zu vermessen. Zur optischen Vermessen dient das abbildende optische System, gebildet aus dem Objektivmodul **26**, dem Zoom-Modul **32** und dem Kameramodul **34**. Zur Beleuchtung dienen entweder das Ringbeleuchtungsmodul **28** und/oder das Beleuchtungsmodul **11**, sofern in dem Lichtweg das Spiegelmodul **16** vorgesehen ist.

[0027] [Fig. 3](#) veranschaulicht einen abgewandelten Messkopf **1a**, auf Basis des Zentralmoduls **3**, der in [Fig. 3](#) von weiteren Komponenten vollständig verdeckt ist. Sofern bereits erläuterte Komponenten vorhanden sind, wird unter Zugrundelegung gleicher Bezugszeichen auf die vorige Beschreibung verwiesen. Das Objektivmodul **26** ist in [Fig. 3](#) von einem Laserautofokusmodul **35** verdeckt, das an die große Seite **7** angeschlossen ist. Sein Laser **36** ragt parallel zu dem Objektiv nach unten. Wie [Fig. 10](#) veranschaulicht, spiegelt der Laser **36** mit einem halb durchlässigen Spiegel **37** und gegebenenfalls über das Spiegelmodul **16** Licht in den optischen Pfad des Objektivmoduls **26** ein.

[0028] An Stelle des Zoom-Moduls **32** ist an der oberen Seite **6** des Zentralmoduls **3** ein Stufen-Zoom-Modul **38** vorgesehen, das mittels eines halbdurchlässigen und eines vollständig reflektierenden Spiegels den optischen Pfad ausgehend von der Anschlussstelle **21** auf zwei zueinander parallele optische Pfade aufspaltet. Von diesen führt einer zu dem Kameramodul **34** und der andere zu einem weiteren Kameramodul **39**, die beide parallel zueinander an der Oberseite des Stufen-Zoom-Moduls **38** angeordnet sind. Die beiden Kameramodule **34, 39** sind vorzugsweise elektronisch Pixelkameras mit unterschiedlichen Chip-Größen und/oder unterschiedlichen Pixelzahlen. Sie arbeiten gleichzeitig und liefern somit gleichzeitig Bildsignale, so dass elektronisch sehr schnell zwischen den beiden Kameramodulen **34, 39** gewählt und somit die Vergrößerung umge-

schaltet oder auch Bildsignale parallel aufgezeichnet werden können. Zur ergänzenden Offenbarung wird auf die DE 19524498 A1 verwiesen.

[0029] Das Stufen-Zoom-Modul **38** kann außerdem ein elektrisches Anschlussmodul **40** mit einem Steckverbinder **41** tragen. Dieser ist vorzugsweise ein vielpoliger Steckverbinder, über den dem Messkopf **1a** elektrische Leistung beispielsweise zur Ansteuerung von LED-Gruppen des Ringbeleuchtungsmoduls **28** zugeführt werden können. Außerdem kann, wenn an Stelle des Stufen-Zoom-Moduls **38** das Zoom-Modul **32** vorgesehen ist, dessen Antriebe über den Steckverbinder **41** gesteuert werden. Zur Weiterleitung elektrischer Signale von dem Anschlussmodul **40** zu anderen Baugruppen weist das Zentralmodul **3**, wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich, an seiner Rückseite **9** einen z. B. als flache Nut ausgebildeten Kabelkanal **42** auf.

[0030] [Fig. 4](#) veranschaulicht eine weitere Zusammenstellung der Module zu einem Messkopf **1b**. So weit bereits beschriebene Module und Elemente verwendet sind, wird unter Zugrundelegung der eingeführten Bezugszeichen auf die vorige Beschreibung verwiesen. Es wird ein Objektiv **26a** mit fester Brennweite verwandt. Das Zentralmodul **3** ist frontseitig mit einem Abschlussdeckel **43** versehen. Dieser schließt die Anschlussstelle **24** und die Anschlussstelle bzw. Inspektionsöffnung oder Reinigungsöffnung **23** ab.

[0031] [Fig. 5](#) veranschaulicht nochmals perspektivisch den Messkopf **1** nach [Fig. 1](#).

[0032] [Fig. 6](#) veranschaulicht eine auf der Ausführungsform nach [Fig. 4](#) beruhende Variante eines optischen Tastkopfs **1c** ohne Zoom. Das Kameramodul **34** ist unmittelbar an das Festobjektiv **26b** angeschlossen. Zwischen dem Kameramodul **34** und dem Zentralmodul **3** ist ein Zwischenmodul **44** angeordnet, der keine verstellbaren optischen Komponenten oder überhaupt keine optischen Elemente enthält. Ansonsten gilt die vorige Beschreibung entsprechend.

[0033] Eine weitere Abwandlung veranschaulicht [Fig. 7](#). An das frontseitig mit dem Abschlussdeckel **43** versehene Zentralmodul **3**, das an seiner Anschlussstelle **25** ein interferenzoptisches Objektiv **26c**, beispielsweise ein Mirau-Objektiv trägt, ist ein Piezostellmodul **45** angeschlossen. Dieses dient dazu, das Objektiv **26** beispielsweise mit einer Schrittweite von 50 Nanometer und einer Geschwindigkeit von z. B. 50 Schritten pro Sekunde zu verstehen. Mit dem Piezostellmodul **45** lässt sich eine aktive Bewegung der Objektivlinse erreichen. Dieser Messkopf **1d** gestattet die Erzielung besonders hoher Messgenauigkeiten.

[0034] [Fig. 8](#) veranschaulicht einen Messkopf **1e**, der zur gleichzeitigen Aufnahme interferenzoptischer

Abbildungen, wie auch bildlicher Abbildungen dienen kann. Soweit bereits beschriebene Komponenten genutzt werden, wird auf die vorige Beschreibung verwiesen. Es kann mit dem modularen Messsystem eine Messanordnung gemäß DE 10 2004 022 341 A1 realisiert werden.

[0035] An seiner unteren Anschlussstelle **25** ist über einen Tubus **46** ein Strahlteilergehäuse **47** angeschlossen, von dem ein Referenzlichtweg mit einem Referenzspiegel **48** abzweigt. Gegenüber liegend ist eine Weißlichtbeleuchtungseinheit **49** angeordnet, die über einen Lichtwellenleiter **50** mit Licht versorgbar ist. Diese kann außerdem ein Polarisierungsfilter enthalten. In dem Referenzlichtweg kann eine $\lambda/4$ -Platte angeordnet sein. In dem Zwischenmodul **44** können ebenfalls Polarisationsfilter vorgesehen sein, um Licht mit einer Polarisation zu dem Kameramodul **34** und Licht mit der anderen Polarisation zu dem Kameramodul **39** zu leiten. Auf diese Weise kann mit einem Kameramodul ein Interferenzbild und mit dem anderen Kameramodul ein Live-Bild des untersuchten Gegenstands aufgenommen werden. Es können mit beiden Kameramodulen **34, 39** Interferenzbilder aufgenommen werden, aus deren Differenz sich einmal das Live-Bild und zum anderen das Differenzbild ergibt.

[0036] [Fig. 9](#) veranschaulicht eine weitere Zusammenstellung der beschriebenen Module in Form eines Messkopfs **1d**. Bei diesem ist das Objektiv **26** mit dem Anschlussstück **27** und dem Ringlichtmodul **28** an die seitliche Anschlussstelle **15** angeschlossen. Die untere Anschlussstelle **25** ist durch einen Abschlussdeckel geschlossen.

[0037] [Fig. 10](#) veranschaulicht eine Anzahl der beschriebenen Module und Elemente zur Verdeutlichung alternativer Zusammenbaumöglichkeiten. An der Rückseite (Seite **9**) des Zentralmoduls **3** sind vorzugsweise keine größeren Öffnungen und auch keine Anschlüsse für andere Module vorgesehen. Die Rückseite dient der Befestigung des Zentralmoduls **3** an einem Führungselement, wie es beispielsweise an einer Messmaschine vorgesehen ist. Zur Verbindung kann ein Schwalbenschwanzblech **51** dienen, das zusammen mit einer Schwalbenschwanznut **52** eine Anschlussseinrichtung **53** zur mechanischen Befestigung des Zentralmoduls an einem mechanischen Träger bildet. Die Schwalbenschwanznut ist an der rechteckigen großen Seite **9** vorzugsweise mittig parallel zu den kurzen Kanten angeordnet.

[0038] Es wird ein Messkopfmodulsystem **2** vorgeschlagen, das wenigstens ein quaderförmiges Zentralmodul **3** mit sechs Seiten **4, 5, 6, 7, 8, 9** aufweist. Es umschließt einen Innenraum und weist an mindestens fünf Seiten **4, 5, 6, 7, 8** Anschlussstellen **10, 15, 21, 24, 25** auf, die jeweils mindestens eine Öffnung umgeben, die in den Innenraum führt. Das Zen-

tralmodul **3** bildet mit weiteren Modulen einen Bau- satz zur Ausbildung der verschiedensten optischen Messköpfe. Solche Module können ein Beleuchtungsmodul **11** und/oder ein Objektivmodul **26** und/oder ein Spiegelmodul **16** und/oder ein Kameramodul **34** sein. Jedes dieser optionalen Module ist zumindest mittelbar, gegebenenfalls unter Zwischen- schaltung eines weiteren Moduls, an wenigstens einer der Anschlussstellen **10, 15, 21, 24, 25** anschließbar.

Bezugszeichenliste

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1 | Messkopf |
| 2 | Messkopfmodulsystem |
| 3 | Zentralmodul |
| 4, 5 | kleine Seiten |
| 6, 7, 8, 9 | große Seiten |
| 10 | Anschlussstelle |
| 11 | Beleuchtungsmodul |
| 12 | Gehäuse |
| 13 | Lichtleitkabel |
| 14 | Rohrfortsatz |
| 15 | Anschlussstelle |
| 16 | Spiegelmodul |
| 17 | Spiegel |
| 18 | Zwischenringe |
| 19 | Abschluss scheibe |
| 20 | Fläche |
| 21 | Anschlussstelle |
| 22 | Öffnung |
| 23 | Anschlussstelle/Reinigungsöffnung |
| 24, 25 | Anschlussstellen |
| 26 | Objektivmodul |
| 27 | Anschlussstück |
| 28 | Ringbeleuchtungsmodul |
| 29 | Haltemodul |
| 30 | Halterohr |
| 31 | Taster |
| 32 | Zoommodul |
| 33 | Tubus |
| 34 | Kameramodul |
| 35 | Laser-Autofokusmodul |
| 36 | Laser |
| 37 | Spiegel |
| 38 | Stufenzoommodul |
| 39 | Kameramodul |
| 40 | Anschlussmodul |
| 41 | Steckverbinder |
| 42 | Kabelkanal |
| 43 | Abschlussdeckel |
| 44 | Zwischenmodul |
| 45 | Piezostellmodul |
| 46 | Tubus |

| | |
|----|---|
| 47 | Strahlteilergehäuse |
| 48 | Referenzspiegel |
| 49 | Beleuchtungseinheit |
| 50 | Lichtwellenleiter |
| 51 | Schwalbenschwanzblech |
| 52 | Schwalbenschwanznut |
| 53 | Befestigungseinrichtung, mechanische Anschlusseinrichtung |

Patentansprüche

1. Messkopfmodulsystem (2) wenigstens umfassend:
ein quaderförmiges Zentralmodul (3), das sechs Seiten (4, 5, 6, 7, 8, 9) aufweist und einen Innenraum umschließt und das an mindestens fünf Seiten (4, 5, 6, 7, 8) Anschlussstellen (10, 15, 21, 24, 25) aufweist, die jeweils mindestens eine Öffnung umgeben, die in den Innenraum führt,
ein Beleuchtungsmodul (11), das an wenigstens einer der Anschlussstellen (10, 15, 21, 24, 25) anschließbar ist,
ein Objektivmodul (26), das an wenigstens einer der Anschlussstellen (10, 15, 21, 24, 25) anschließbar ist,
ein Spiegelmodul (16), das an wenigstens einer der Anschlussstellen (10, 15, 21, 24, 25) anschließbar ist,
ein Kameramodul (34), das zumindest mittelbar an wenigstens einer der Anschlussstellen (10, 15, 21, 24, 25) anschließbar ist, wobei
das Zentralmodul (3) eine mechanische Anschluss-einrichtung (53) aufweist, mittels derer ein Messkopf (1), der wenigstens aus dem Zentralmodul (3), dem Objektivmodul (26) und dem Kameramodul (34) aufgebaut ist, an einem mechanischen Träger zu befestigen ist.
2. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen Mittelachsen aufweisen, wobei sich die Mittelachsen zweier an unterschiedlichen Seiten (4, 5, 6, 7, 8) vorgesehener Öffnungen jeweils in einem Punkt schneiden.
3. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich alle Mittelachsen in höchstens zwei Punkten schneiden.
4. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es vier große und zwei kleine Seiten (4, 5, 6, 7, 8, 9) aufweist.
5. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der vier großen Seiten (6, 7, 8) zwei Öffnungen (21, 22) aufweist.
6. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die großen Seiten (6, 7, 8, 9) doppelt so groß sind wie die kleinen Seiten (4, 5).

7. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es außerdem ein Motorzoommodul (32) umfasst.

8. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Motorzoommodul (32) eine Anschlussstelle für das Kameramodul (34) aufweist, die mit der an dem Zentralmodul (3) vorgesehenen entsprechenden Anschlussstelle (21) übereinstimmt.

9. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu dem Motorzoommodul (32) ein Zwischenmodul (44) vorgesehen ist, dessen mechanische Anschlüsse mit denen des Motorzoommoduls (32) übereinstimmen, so dass es gegen diese auswechselbar ist.

10. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es außerdem ein Elektroanschlussmodul (40) aufweist.

11. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 8 und 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Elektroanschlussmodul (40) an dem Motorzoommodul (32) befestigbar ist.

12. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentralmodul (3) einen Kabelkanal (42) enthält.

13. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kabelkanal (42) an der Seite des Zentralmoduls (3) angeordnet ist, an der auch die mechanische Anschluss-einrichtung (53) vorgesehen ist.

14. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentralmodul (3) mit einer Halteeinrichtung für einen mechanischen Taster (31) versehen ist.

15. Messkopfmodulsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zentralmodul (3) in Form der mechanischen Anschluss-einrichtung (53) die einzige mechanische Systemschnittstelle, mittels des Elektroanschlussmoduls (40) eine elektrische Systemschnittstelle und durch die Anschlussstellen (10, 15, 21, 24, 25) und gegebenenfalls das Beleuchtungsmodul (11) eine optische Systemschnittstelle festlegt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

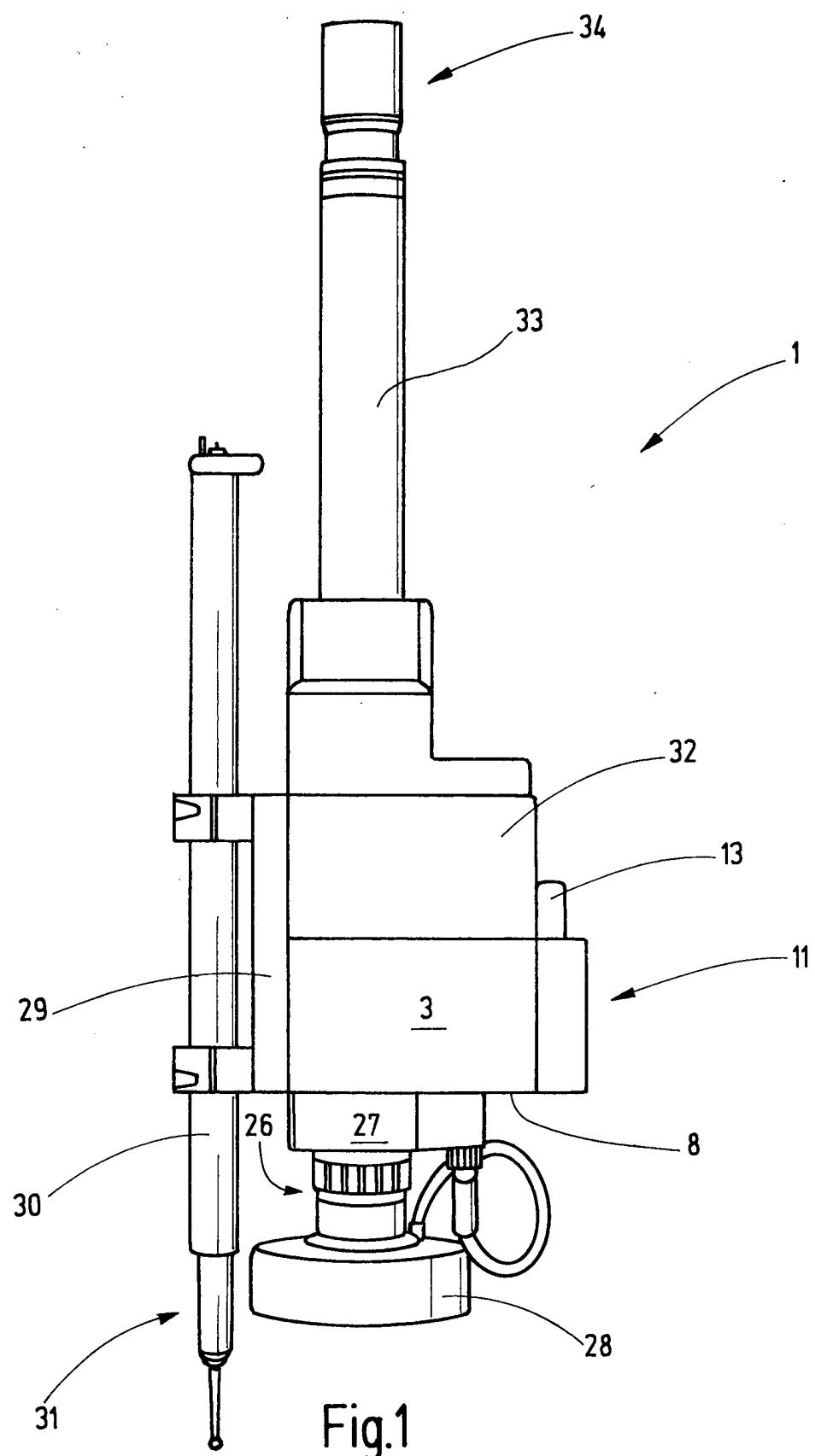


Fig.1

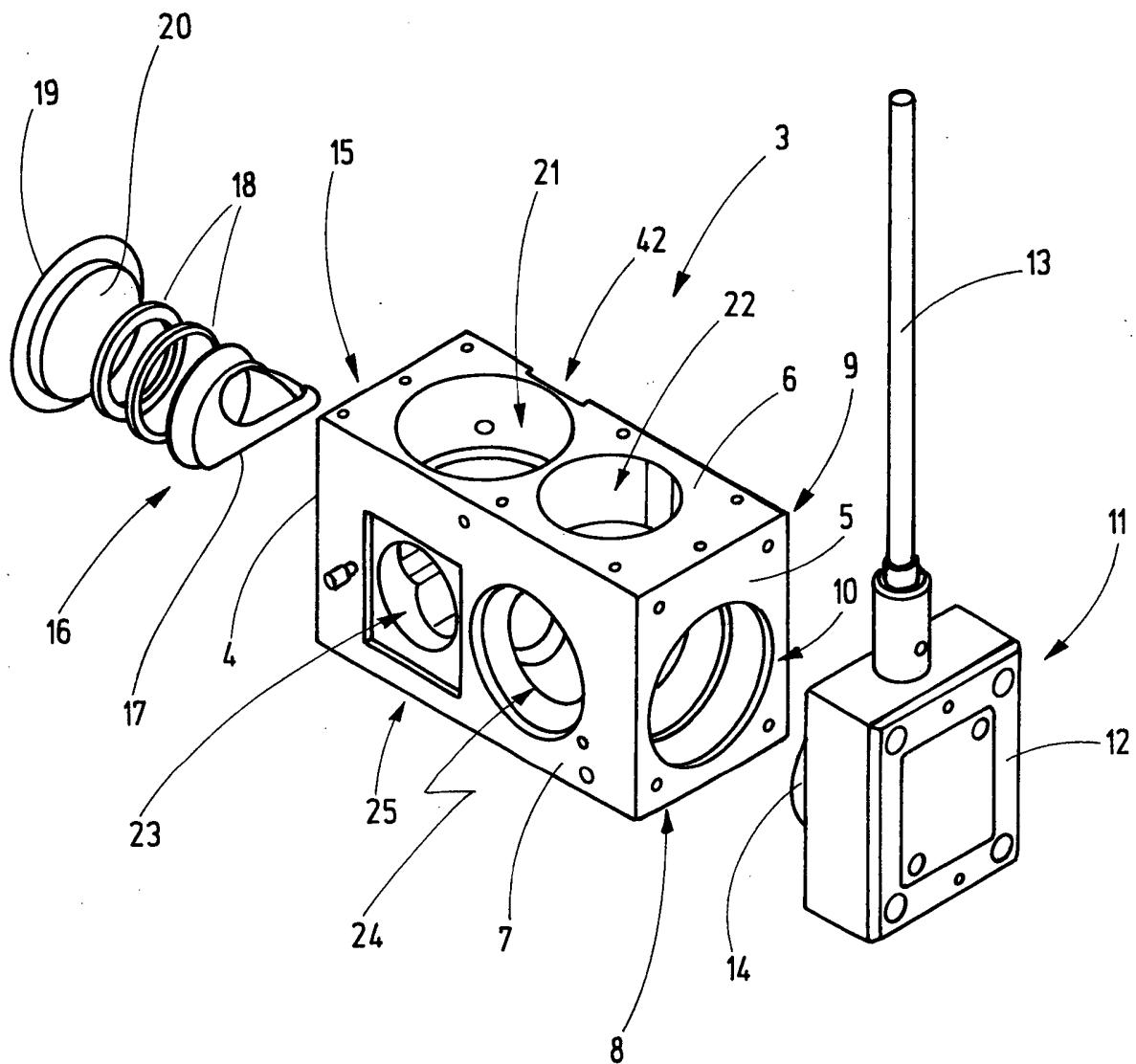
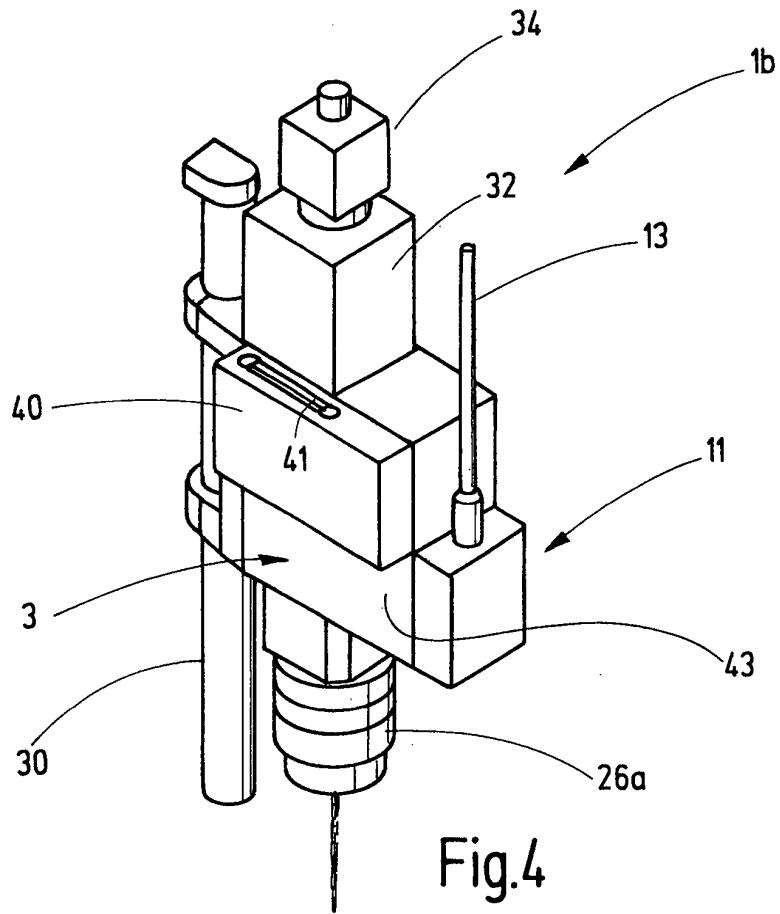
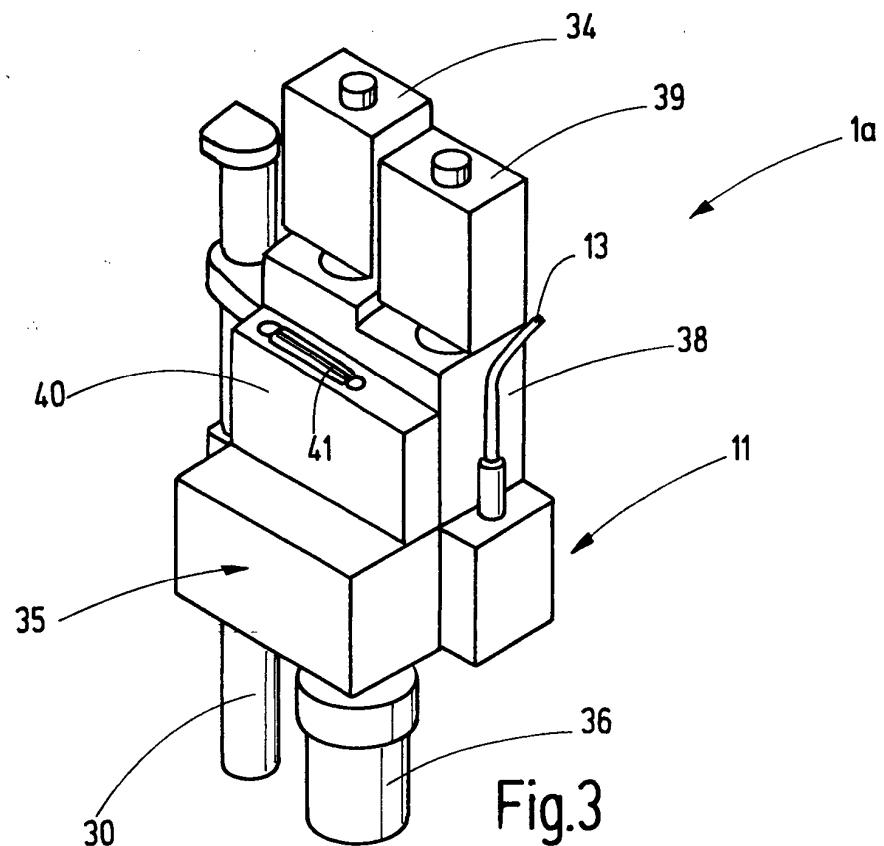
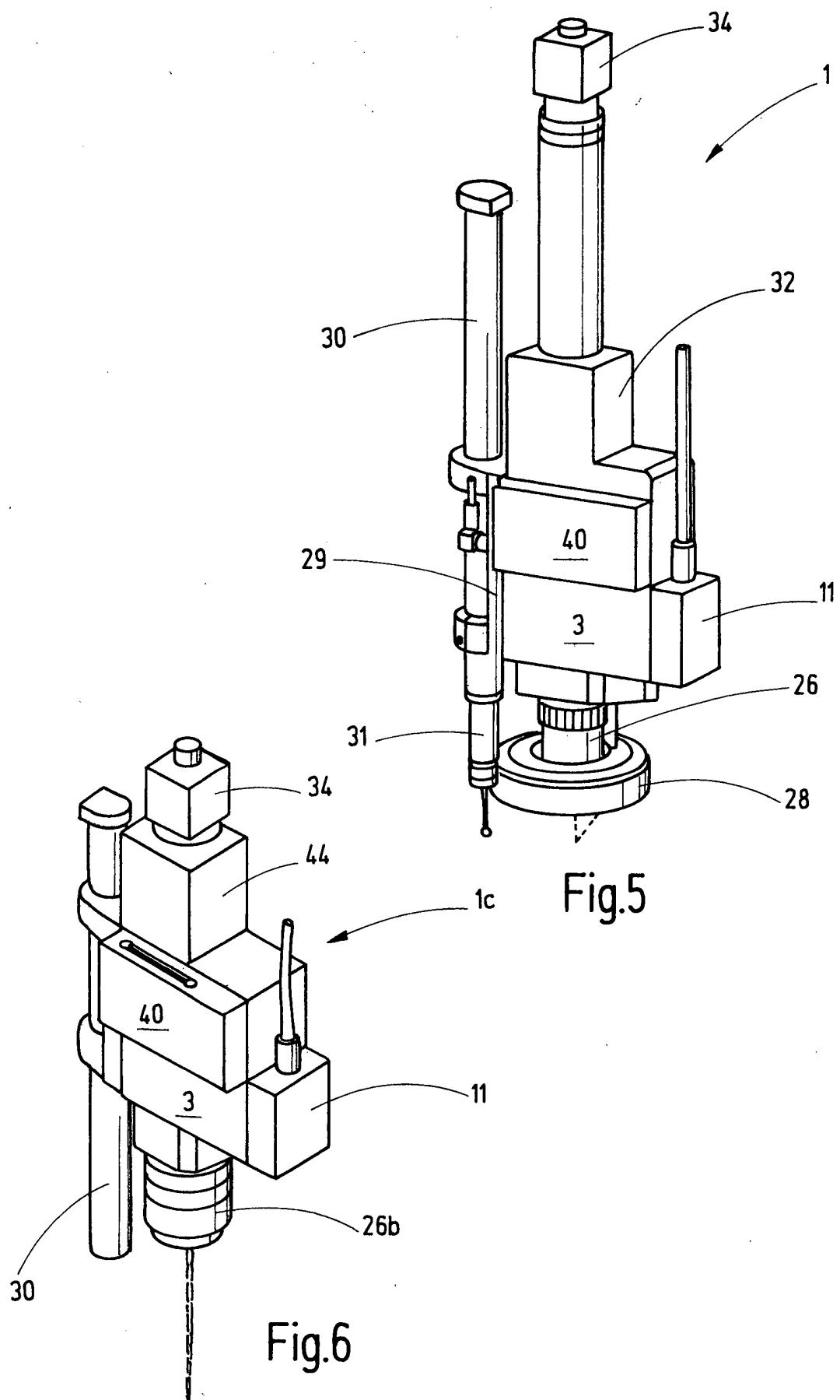
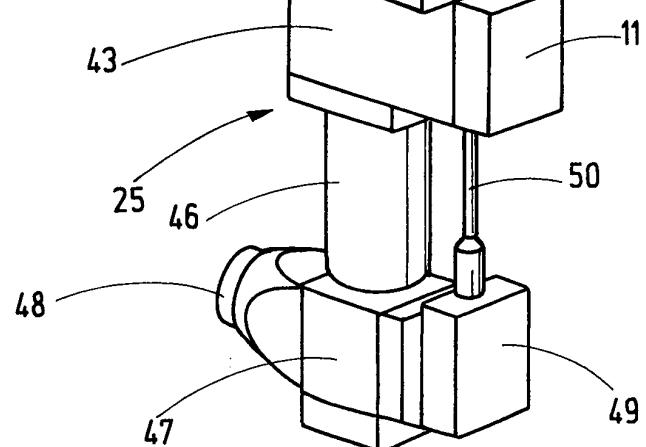
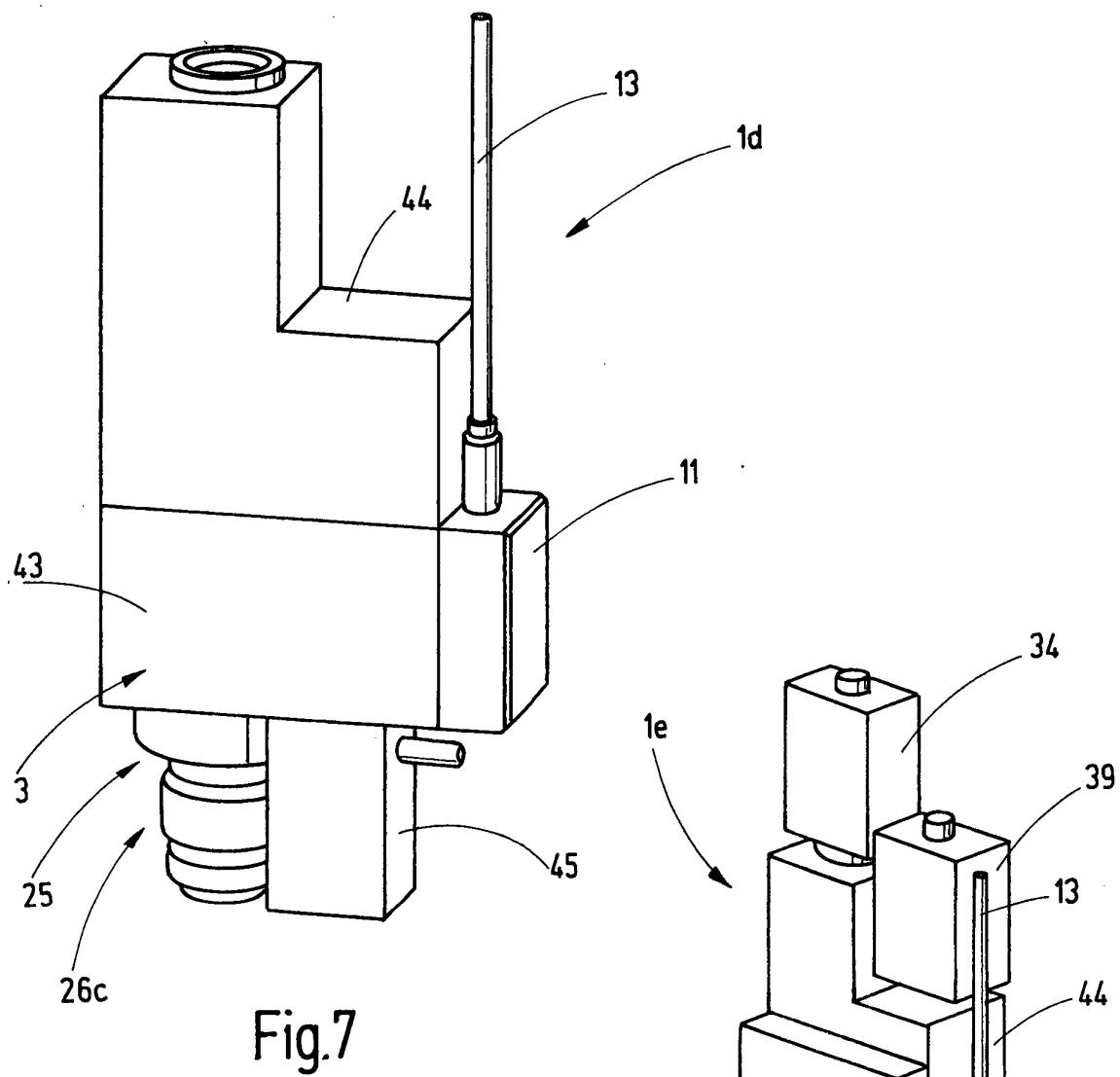
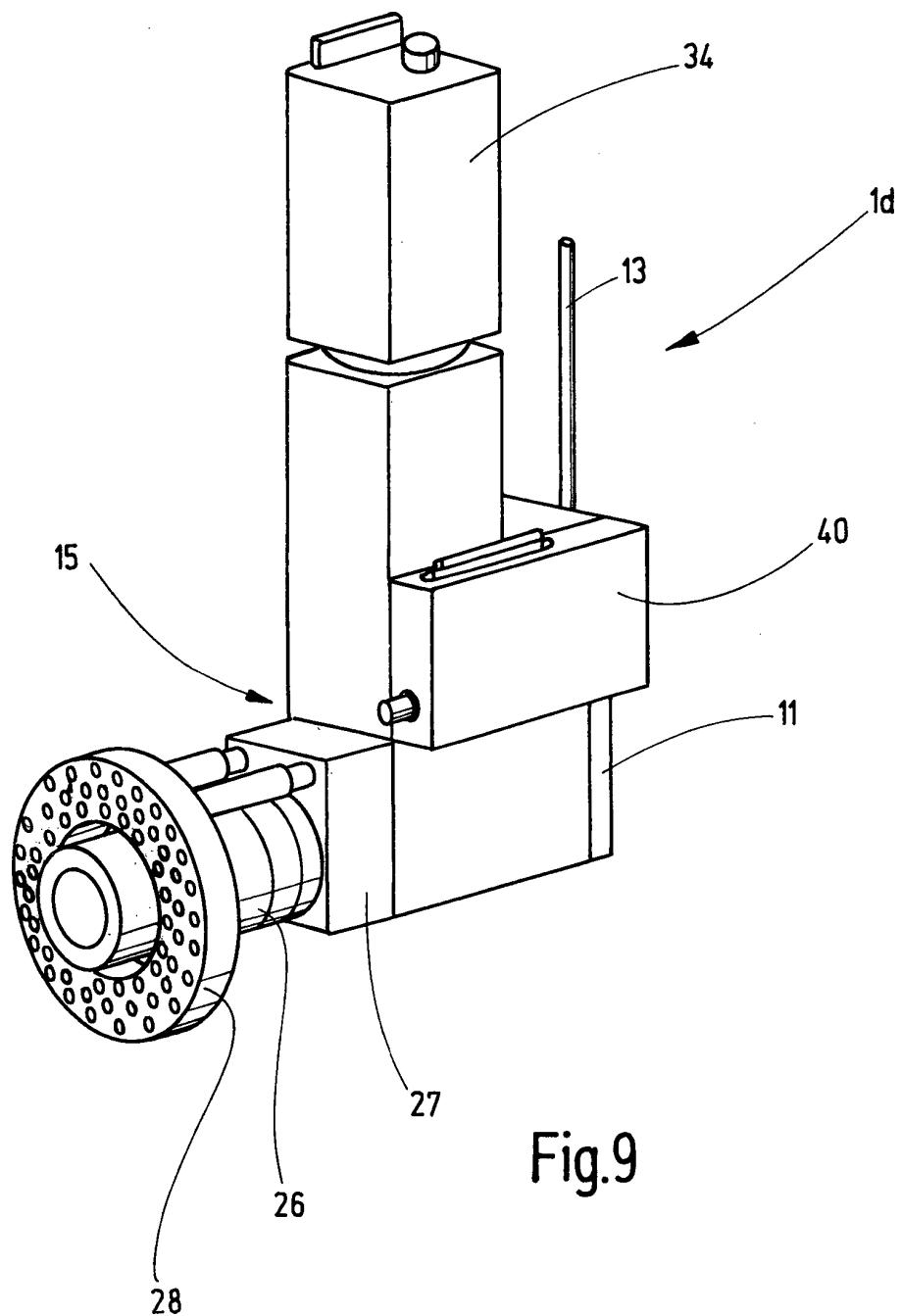


Fig.2









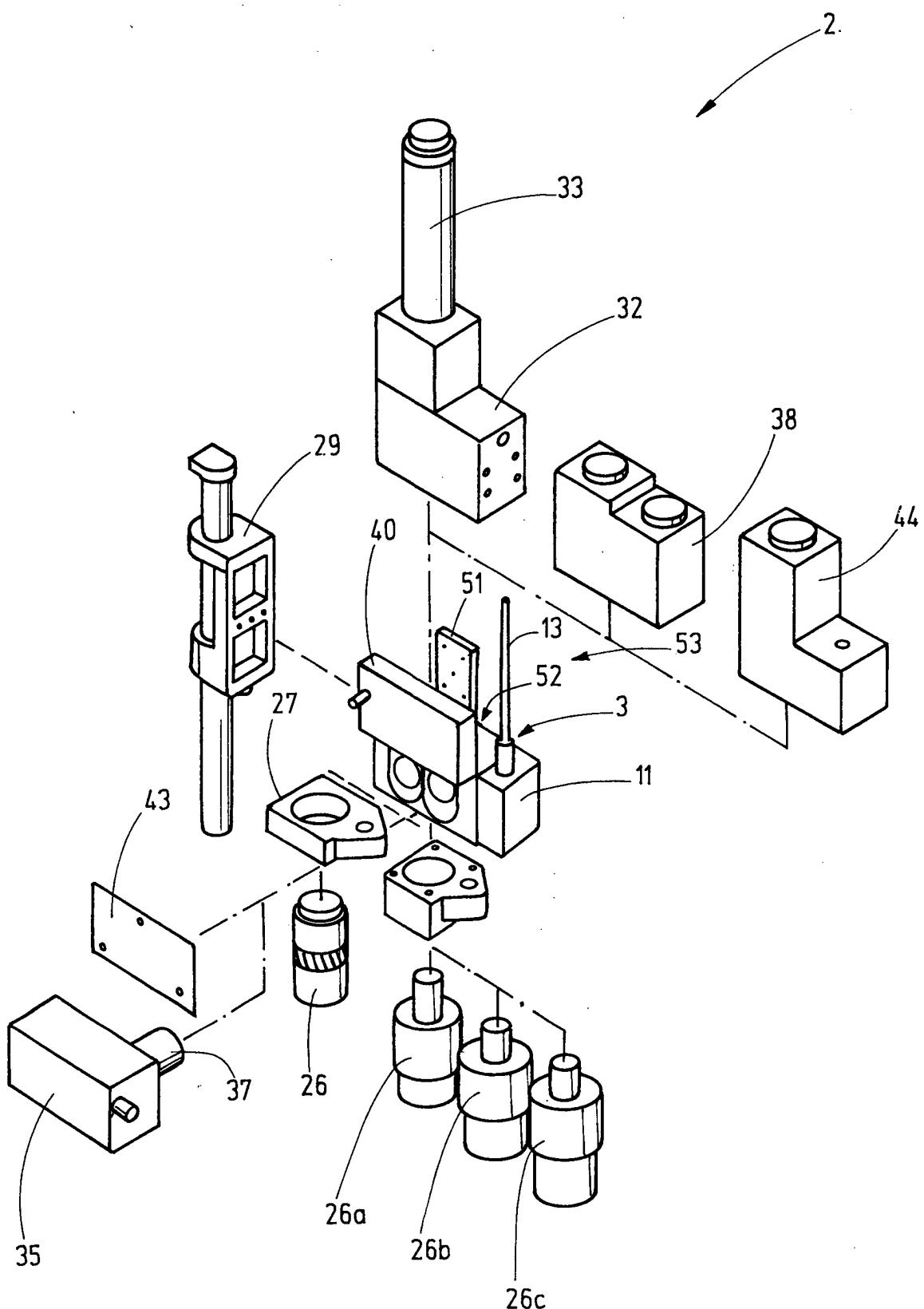


Fig.10