



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 15 465 T2 2005.03.24

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 086 352 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 15 465.3

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/GB00/01309

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 915 298.4

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 00/60307

(86) PCT-Anmeldetag: 06.04.2000

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 12.10.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 28.03.2001

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 03.11.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 24.03.2005

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G01B 5/012  
G01B 11/03

(30) Unionspriorität:

9907643 06.04.1999 GB

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Renishaw plc, Wotton-under-Edge,  
Gloucestershire, GB

(72) Erfinder:

BUTTER, Andrew Geoffrey, Gloucestershire GL12  
7AN, GB; MCMURTRY, David Roberts,  
Gloucestershire GL12 7EF, GB

(74) Vertreter:

Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336  
München

(54) Bezeichnung: MESSARM MIT MEMBRANEN (MODULEN)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Messtastkopf, der auch als ein Analog- oder Proportionaltastkopf bekannt ist und beispielsweise an einer Koordinatenpositionierungsmaschine, wie beispielsweise einer Koordinatenmessmaschine oder einer Werkzeugmaschine verwendet werden kann, um die Gestalt, die Form oder Abmessungen eines Objektes zu messen.

**[0002]** Ein Messtastkopf umfasst typischerweise einen relativ fixierten Aufbau, der gewöhnlich die Form eines Gehäuses aufweist, und einen relativ bewegbaren Aufbau, dessen Funktion darin besteht, einen mit einem Werkstück in Kontakt tretenden Taster zu halten und der daher häufig als ein Tasterhalter bezeichnet wird. Der Tasterhalter ist in dem Gehäuse durch einen Mechanismus aufgehängt, der eine relative Bewegung des einen relativ zu dem anderen vorsieht. Die relative Verstellung des Tasterhalters und des Gehäuses (und daher Änderungen der relativen Verstellung während der relativen Bewegung) ist durch einen oder mehrere Wandler erfassbar, die gewöhnlich an dem Gehäuse des Tastkopfs befestigt oder anderweitig darin vorgesehen sind.

**[0003]** Im Gebrauch sind der Tastkopf und ein Werkstück, das überprüft werden soll, an relativ bewegbaren Teilen der Vorrichtung befestigt (wobei der Tastkopf an der Vorrichtung durch das Gehäuse befestigt ist, wodurch sich der Taster frei bewegen kann), und die Vorrichtung wird betätigt, um den Taster in Kontakt mit einer Oberfläche des Objektes zu bringen, dessen Form-, Abmessungs- oder Konturinformation benötigt wird. Während der Taster in Kontakt mit der Oberfläche steht, geben die Wandlerausgaben von dem Tastkopf direkt die Beziehung zwischen dem Teil der Vorrichtung, an dem der Taster befestigt ist, und der zu prüfenden Oberfläche an. Die Position eines Punktes auf der Oberfläche bezüglich eines fixierten Referenzpunktes an der Vorrichtung kann somit aus Signalen, die die relative Position der beiden relativ zueinander bewegbaren Teile der Vorrichtung angeben, und den Wandlerausgängen des Tastkopfes bestimmt werden.

**[0004]** Eine bekannte Form eines Analogtastkopfes ist in dem europäischen Patent Nr. 544 854 offenbart, der ein Gehäuse aufweist, relativ zu dem ein Tasterhalter durch einen Mechanismus aufgehängt ist, der eine erste flexible Membran umfasst, die den Tasterhalter mit einem Zwischenelement verbindet, das dann seinerseits mit dem Gehäuse über zwei weitere zueinander parallele, flexible Membrane verbunden ist. Ein ähnlicher Aufbau eines Tastkopfes ist in dem europäischen Patent 426 492 offenbart. Beide Tastkopfanordnungen nach dem Stand der Technik sehen eine lösbare Befestigung eines Tasters an dem Tasterhalter über Magnete und gegenseitig in Eingriff

bringbare Elemente vor, die eine wiederholbare kinematische Anordnung bilden. Dies erlaubt, dass ein Anwender die Konfiguration des Tasters in Abhängigkeit von einer jeweiligen Überprüfungsaufgabe, die mit dem Tastkopf durchgeführt werden soll, ändern kann.

**[0005]** Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein Messtastkopf ein Gehäuse mit einer Achse, einen Tasterhalter, der sich entlang der Achse erstreckt und mit dem ein Taster verbindbar ist, und ein Aufhängungssystem für den Tasterhalter, wobei das Aufhängungssystem zumindest ein Paar von im Wesentlichen planaren elastischen Vorrichtungen umfasst, die zwischen dem Tasterhalter und dem Gehäuse verbunden sind und in einer ersten und zweiten parallelen Ebene liegen, die rechtwinklig zu und voneinander beabstandet entlang der Achse angeordnet sind, wobei die beiden elastischen Vorrichtungen eine beschränkte axiale Bewegung des Tasterhalters zulassen, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der elastischen Vorrichtungen in ihrer Ebene ausreichend flexibel ist, um eine beschränkte Querbewegung des Tasterhalters in der Ebene der zumindest einen elastischen Vorrichtung zuzulassen.

**[0006]** Um die erforderliche Flexibilität der oder jeder der flexiblen Membrane zu erreichen, sind ein oder mehrere Kanäle durch die jeweilige Membran hindurch vorgesehen.

**[0007]** Bei einer Ausführungsform sind die Membrane identisch, und die Kanäle besitzen eine im Wesentlichen spiralförmige Gestaltung, wobei jede Membran drei derartige Kanäle aufweist, die um 120° um den Umfang herum versetzt sind. Aufgrund einer derartigen Anordnung wird ein relativ einfacher und reibungsfreier Aufhängungsmechanismus zusammen mit einem relativ kompakten Aufbau erzielt.

**[0008]** Mit einem derartigen Aufhängungsmechanismus wird der Tasterhalter bezüglich des Gehäuses bei der Ausübung einer Kraft auf den Taster entweder linear in der Richtung der Tastkopfachse oder in einer schrägen bzw. gekippten Weise in Ebenen, die im Wesentlichen quer zu der Tastkopfachse liegen, verstellt. Die Erfassung der linearen Axialverstellung und der Schrägverstellung des Tasterhalters sehen für eine gegebene Länge des Tasters eine Angabe der Position der Erfassungsspitze des Tasters vor. Da der Aufhängungsmechanismus eine Schrägstellungswirkung vorsieht, erzeugen für eine gegebene lineare Ablenkung quer zu der Achse an der Tasterspitze verschiedene Längen von Tastern einen unterschiedlichen Grad an Schrägstellung des Tasterhalters bezüglich des Tastkopfgehäuses. Dies wird typischerweise bei der Kalibrierung der Vorrichtung, an der der Tastkopf verwendet werden soll, berücksichtigt.

[0009] Alternativ dazu kann das verwendete Wandlersystem derart ausgebildet sein, dass es verschiedene Längen von Tastern kompensiert, die verschiedene Schrägstellungswinkel für eine gegebene Verstellung quer zu der Achse an der Tasterspitze erzeugen.

[0010] Das verwendete Wandlersystem ist bevorzugt ein optisches System, das eine Lichtquelle umfasst, die einen Lichtstrahl aussendet, der auf ein an dem Tasterhalter befestigtes optisches Merkmal auftrifft, wobei der Lichtstrahl dann an einen photosensitiven Detektor geführt wird, der in Abhängigkeit von der Einfallposition des Lichtstrahls auf seiner photosensitiven Fläche eine Ausgabe erzeugt.

[0011] Das optische Merkmal ist bevorzugt durch ein reflektierendes oder (strahlen-) brechendes Element vorgesehen, das mit einem einfallenden Strahl in Wechselwirkung steht und den Strahl bei Wechselwirkung mit dem Merkmal um einen Winkel reflektiert oder bricht, der durch einen oder mehrere optische Parameter des Merkmals bestimmt ist. Somit können durch Ändern der optischen Parameter, die die reflektierende oder brechende Wechselwirkung bestimmen, verschiedene Schrägstellungswinkel des Tasterhalters (entsprechend der unterschiedlichen Schrägstellung, die durch eine gegebene Spitzenablenkung für unterschiedliche Tasterlängen erzeugt wird) dieselbe Einfallposition des reflektierten oder gebrochenen Strahls auf dem sensitiven Detektor zur Folge haben, wodurch eine konstante Ausgabe für eine konstante Spitzenablenkung quer zu der Achse erzeugt wird, die von der Tasterlänge unabhängig ist.

[0012] Bei einer Ausführungsform ist das optische Merkmal durch einen Spiegel vorgesehen, dessen Krümmung von der Tasterlänge abhängig ist, wobei längere Tasterlängen eine größere Krümmung des Spiegels aufweisen, um sicherzustellen, dass eine kleinere Schrägstellung aufgrund der Reflexion des einfallenden Lichtstrahls auf den gekrümmten Spiegel denselben Ablenkungswinkel erzeugt. Bei einer alternativen Ausführungsform beispielsweise wird das optische Merkmal durch eine Fresnel-Linse vorgesehen.

[0013] Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nur beispielhaft unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in welchen:

[0014] Fig. 1 ein Schnitt durch eine erste Ausführungsform eines Messtastkopfes gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

[0015] Fig. 2 ein Schnitt bei II-II in Fig. 1 ist;

[0016] Fig. 3 ein Schnitt bei III-III in Fig. 1 ist;

[0017] Fig. 4 ein Schnitt bei IV-IV in Fig. 1 ist;

[0018] Fig. 5 ein Schnitt durch eine zweite Ausführungsform eines Messtastkopfes gemäß der vorliegenden Erfindung ist; und

[0019] Fig. 6 ein teilweiser Schnitt durch eine andere Ausführungsform der Erfindung ist, die einen alternativen optischen Wandler zeigt.

[0020] Wie in Fig. 1 zu sehen ist, umfasst ein Messtastkopf ein Wandlermodul 10, an dem ein Aufhängungsmodul 12 lösbar wie auch wiederholbar befestigt werden kann. Der Wandler wie auch die Aufhängungsmodule 10, 12 besitzen jeweils einen relativ fixierten Aufbau, der durch Gehäuse 14a bzw. 14b vorgesehen wird. Die lösbare Befestigung des Aufhängungsmoduls 12 an dem Wandlermodul 12 erfolgt aufgrund von gegenseitig miteinander in Eingriff bringbaren Anordnungselementen, die in der Form von Kugeln 16 an dem Gehäuse 14a des Wandlermoduls vorgesehen sind und in V-Nuten 18 an dem Gehäuse 14b des Aufhängungsmoduls in Eingriff bringbar sind, zusammen mit Magneten 20 an den Gehäusen 14a und 14b, die die Anordnungselemente 16, 18 in Eingriff drängen. Wenn das Aufhängungsmodul 12 an dem Wandlermodul 10 angeordnet ist, wirken die Gehäuse 14a und 14b effektiv als ein einzelner, relativ fixierter Gehäuseaufbau zusammen. Das Aufhängungsmodul 12 trägt einen länglichen und relativ starren Tasterhalter 40, der bezüglich des Gehäuses 14b durch ein Paar axial beabstandeter, im Wesentlichen planarer Membrane 42, 44 aufgehängt ist. Da sich die Verbindungen zwischen den beiden Modulen an den Gehäuseteilen befinden, trägt das Aufhängungsmodul lediglich den Tasterhalter und den Taster. Durch dieses Mittel wird die Masse an dem Aufhängungsmodul aus Gründen einer erhöhten Empfindlichkeit verringert.

[0021] Der Tasterhalter 40 ist mit den Membranen im Wesentlichen an ihrem Zentrum verbunden, und das Gehäuse 14b ist mit den Membranen an ihrem Umfang verbunden. Die Schwenkbewegung des Tasterhalters erfolgt um einen Punkt, der abhängig von der relativen Steifigkeit der beiden Membrane in der Ebene von einer der Membrane oder an einer beliebigen axialen Position zwischen den beiden positioniert sein kann.

[0022] Wie nun in Fig. 4 zu sehen ist, ist jede der Membrane 42, 44 durch drei spiralförmige Kanäle 50 geschnitten, die um 120° um den Umfang herum versetzt sind. Die Kanäle haben die Wirkung, dass die Steifigkeit der Membrane 42, 44 ausreichend verringert wird, um eine begrenzte Querbewegung des Tasterhalters in ihrer Ebene zuzulassen. Es ist somit möglich, dass der Tasterhalter bezüglich des Gehäuses 14b um entweder die x- oder y-Achsen schwenken kann und sich auch bezüglich des Gehäuses 14b

entlang der z-Achse bewegen kann.

**[0023]** Die Schwenkbewegung bei dieser Ausführungsform erfolgt um einen Punkt an der Achse in dem Mittelbereich zwischen den Ebenen der beiden Membrane.

**[0024]** Die Verwendung des Paars von quer flexiblen Membranen sieht eine einfache, kostengünstige Tasterbefestigung mit hoher Empfindlichkeit vor. Dieser Befestigungstyp kann so ausgebildet sein, dass er für niedrige Abtastkräfte eine niedrige Federkonstante besitzt.

**[0025]** Bei dieser Ausführungsform, in der die beiden Membrane relativ flexibel sind, kann es vorteilhaft sein, eine dritte Membran hinzuzufügen, die im Mittelbereich zwischen den beiden Membranen **142**, **144** axial beabstandet und in ihrer eigenen Ebene steif ist, um eine Querbewegung des Tasterhalters in dieser Ebene zu verhindern, während ein Schwenken des Tasterhalters um das Zentrum der Membran herum zugelassen wird.

**[0026]** Die Vorteile des Zusatzes der dritten Membran liegen darin, dass sie zu der baulichen Steifigkeit der Federkombination beiträgt und eine hohe Resonanzfrequenz der Schwingung der Kombination beibehält. Durch geeignete Konstruktion der dritten Membran kann die Gesamtfederkonstante immer noch relativ niedrig gehalten werden, um so die Abtastkräfte nicht erheblich zu erhöhen.

**[0027]** Bei einer alternativen Ausführungsform ist eine der Membrane, bevorzugt die untere Membran **44**, so ausgebildet, dass sie in ihrer Ebene ausreichend steif ist, um jegliche Querbewegung des Tasterhalters in dieser Ebene zu verhindern, und die andere Membran **42** derart ausgebildet ist, dass sie in ihrer Ebene flexibel ist, um so eine begrenzte Querbewegung des Tasterhalters in dieser Ebene zuzulassen. Das Ergebnis daraus ist, dass der Tasterhalter um das Zentrum der Membran **44** schwenkt, wenn eine Querkraft an die Tasterspitze in der x-y-Ebene angelegt wird.

**[0028]** Durch geeignete Auswahl der axialen Beabstandung der Membrane **42**, **44** bezüglich ihrer Steifigkeit in der x-, y-Ebene ist es auch möglich, das Aufhängungsmodul derart auszubilden, so dass für eine gegebene Länge des Tasters, der mit dem Tasterhalter **40** verbunden ist, im Wesentlichen gleiche Kräfte erforderlich sind, um die Tasterspitze um denselben Betrag in der x-y-Ebene und entlang der z-Achse abzulenken.

**[0029]** Aufgrund von Herstellungstoleranzen kann es schwierig sein, die Membrane exakt planar in ihrem ungespannten Zustand zu halten, was dazu führen kann, dass diese eine bistabile Ruheposition an-

nehmen. Um dies zu vermeiden, ist es möglich sicherzustellen, dass die Membrane in ihre Ruheposition vorgespannt sind.

**[0030]** Eine Bewegung des Tasterhalters **40** bezüglich der kombinierten fixierten Struktur, die durch die Gehäuse **14a** und **14b** vorgesehen wird, wird über Wandler in dem Wandlernmodul **10** erfasst. Es sind verschiedene Anordnungen von Wandlern möglich.

**[0031]** Wie ferner in **Fig. 2** zu sehen ist, ist bei einer Wandleranordnung ein Blendenelement **60** starr mit dem Tasterhalter **40** in dem Sinne befestigt, dass, wenn das Aufhängungsmodul **12** an dem Wandlernmodul **10** befestigt ist, sich das Blendenelement **60** und der Tasterhalter **40** gemeinsam bewegen. Das Blendenelement **60** besitzt eine im Wesentlichen dreieckige Gestalt und trägt an jeder seiner Spitzen eine Lichtquelle **62** (von denen in **Fig. 2** nur eine zu sehen ist). Licht von der Quelle **62** gelangt durch einen Hohlraum **64**, der in einem Schirm **66** vorgesehen ist (dessen Zweck darin besteht, eine Kreuzkopplung zwischen den einzelnen Wandlern zu verhindern) und gelangt dann durch einen relativ schmalen, sich axial erstreckenden Schlitz **68**. Ein Abbild des Schlitzes **68**, das durch hindurchgelangendes Licht gebildet wird, fällt auf einen positionssensitiven Photodetektor **70**, dessen Ausgabe eine Größe aufweist, die von der Verstellung in der y-Richtung des einfallenden Bildes des Schlitzes **68** abhängig ist. Die Größe der Ausgabe von dem positionssensitiven Detektor **70** gibt somit die Verstellung in der y-Richtung des Tasterhalters **40** an. Es sind zwei weitere Wandler vorgesehen, von denen einer einen weiteren, sich axial erstreckenden Schlitz **72** aufweist, um eine Angabe der Verstellung des Tasterhalters in der x-Richtung zu ermöglichen, und der andere einen Schlitz **74** aufweist, der sich im Wesentlichen in der x-y-Ebene erstreckt, um eine Angabe der Verstellung des Tasterhalters **40** in der Axial- oder z-Richtung vorzusehen.

**[0032]** Der Tasterhalter **40** kann von dem Blendenelement **60** außer Eingriff bringbar sein, um den Wechsel bzw. Austausch von Modulen zuzulassen.

**[0033]** Eine Verbindung zwischen dem Tasterhalter **40** und dem Blendenelement wird durch drei Kugeln **80** an dem Tasterhalter **40** vorgesehen, von denen jede mit einer V-Nut **82** in Eingriff bringbar ist, die an der Basis des Blendenelements vorgesehen ist. Magnete **84**, **86** drängen die Kugeln **80** in Eingriff mit den V-Nuten, wodurch von einem Wechsel eines gegebenen Aufhängungsmoduls **12** zu einem anderen eine wiederholbare Anordnung des Blendenelements **60** an dem Tasterhalter **40** vorgesehen wird. Bei einer Abwandlung kann das Blendenelement **60** starr an dem Tasterhalter **40** befestigt sein, so dass ein Blendenelement einteilig mit einem Aufhängungsmodul ausgewechselt wird. Bei dieser Abwandlung sind die

Lichtquellen für die Wandler an dem Gehäuse **14a** des Wandlermoduls befestigt, und das Blendenelement **60** würde somit nur dazu dienen, die optischen Merkmale (in der Form der Schlitze) vorzusehen, die für den Betrieb des betreffenden Wandlers erforderlich sind.

**[0034]** In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform des Messtastkopfs gezeigt, der ein Wandlermodul **110** umfasst, an dem ein Aufhängungsmodul **112** an dem Gehäuse **114a** des Wandlermoduls wiederholbar und lösbar über Kugeln **116** befestigt werden kann, die mit V-Nuten **118** an dem Gehäuse **114b** des Aufhängungsmoduls über Magnete **120** in Eingriff gedrängt werden.

**[0035]** Ein Tasterhalter **140** ist bezüglich des Gehäuses **114b** des Aufhängungsmoduls durch ein Paar planarer, axial beabstandeter Membrane **142**, **144** aufgehängt, die eine Gestaltung aufweisen, die im Wesentlichen der in Fig. 4 der vorhergehenden Ausführungsform gezeigten Gestaltung entspricht. Die Membrane werden während einer Verbindung eines Tasters **150** mit dem Tasterhalter (wobei die Verbindung typischerweise durch einen Schraubgewindeeingriff erfolgt) aufgrund eines Paares von Schutzarmen **146** an einer Überdehnung gehindert, die sich im Wesentlichen radial bezüglich der Tastkopfachse A erstrecken und starr mit dem Tasterhalter **140** verbunden sind. Die distalen Enden der Arme **146** erstrecken sich in Schlitze **148**, die in dem Gehäuse **114b** des Aufhängungsmoduls mit einem kleinen Spielraum dazwischen vorgesehen sind. Während eines Normalbetriebs des Tastkopfes kommen die Arme **146** nicht in Kontakt mit den Seiten der Schlitze **148**, und die Aufhängung des Tasterhalters **140** bezüglich des Gehäuses **114b** wird ausschließlich durch die Membrane **142**, **144** ausgeführt. Wenn an den Tasterhalter **140** um die Achse A herum während der Schraubgewindeverbindung des Tasters **150** ein Moment angelegt wird, werden die Membrane **142**, **144** anfänglich geringfügig bezüglich der Achse A um den Umfang herum abgelenkt, bis der Spielraum zwischen den distalen Enden der Arme **146** in den Schlitzen **148** aufgebraucht ist, woraufhin das an den Tasterhalter **104** angelegte Moment über die Arme in das Gehäuse **114b** übertragen wird. Somit werden die Membrane **142**, **144** vor einem Schaden aufgrund eines zu großen Momentes geschützt.

**[0036]** Zur Erfassung einer Verstellung des Tasterhalters **140** bezüglich des fixierten Aufbaus, der durch die starren, jedoch lösbar verbundenen Gehäuse **114a**, **114b** vorgesehen wird, sind optische Wandler vorgesehen. Bei diesem Beispiel werden zwei Wandler verwendet, wobei jeder Wandler eine Laserdioden-Lichtquelle **200** umfasst, die einen Strahl **210** auf ein optisches Merkmal projiziert, wie beispielsweise einen Spiegel oder eine Fresnel-Linse **212**, die in einem Hohlraum **214** an dem oberen Be-

reich des Tasterhalters **140** angeordnet ist. Das von dem optischen Merkmal **212** reflektierte Licht fällt auf einen positionssensitiven Detektor **220** ein, dessen Ausgabe die Einfallsposition des reflektierten Lichtes und daher die Verstellung des Tasterhalters bezüglich des fixierten Aufbaus des Tastkopfes angibt.

**[0037]** Da eine gegebene Verstellung der Spitze des Tasters **150** in der x-y-Ebene für verschiedene Tasterlängen **150** eine unterschiedliche Winkelverstellung des Tasterhalters **140** bezüglich des Gehäuses **114a**, **114b** erzeugt, unterscheidet sich die Ausgabe von den Wandlern **220** für eine gegebene Verstellung der Tasterspitze in der x-y-Ebene abhängig von der Länge des Tasters. Um dies zu kompensieren, ist es möglich, ein optisches Merkmal **212** vorzusehen, wie beispielsweise einen geeignet gekrümmten Spiegel oder eine Fresnellinse mit einer geeigneten Brechungsleistung, so dass unterschiedliche Längen von Tastern im Wesentlichen dieselbe Ausgabe an dem Wandler **220** für die gleiche Verstellung der Tasterspitze in der xy-Ebene erzeugen.

**[0038]** Bei einer Abwandlung der gezeigten Ausführungsform von Fig. 5 kann das optische Merkmal an der oberen Fläche des Tasters **150** vorgesehen sein, der derart ausgebildet ist, dass er sich weiter in das Gehäuse **114b** hinein erstreckt. Ein weiterer unabhängiger Aspekt der vorliegenden Erfindung sieht somit einen länglichen Taster für einen Messtastkopf mit einem optischen Merkmal vor, das zur Verwendung mit einem Wandler geeignet ist, wobei das Merkmal an dem von der Spitze entfernten Ende des Tasters vorgesehen ist und eine oder mehrere optische Eigenschaften abhängig von der Länge des Tasters aufweist.

**[0039]** Nachfolgend wird eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 6 beschrieben, die einen Teil eines Tastkopfes zeigt, dessen Aufbau ähnlich zu dem ist, der in Fig. 5 zu sehen ist. Die Komponenten, die identisch zu den in Fig. 5 sind, sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet worden.

**[0040]** Der Tasterhalter **140** wird von dem Gehäuse des Tastkopfes (nicht gezeigt) durch ein Paar Membrane **142**, **144** getragen, die beide von dem Typ sind, der bereits in Fig. 4 gezeigt sind.

**[0041]** Die optischen Wandler bei dieser Ausführungsform bestehen aus zwei Seite an Seite liegenden fokussierenden Spiegeln **312**, **314**, die unter entgegengesetzten kleinen Winkeln zueinander schräg gestellt sind, und zwei Seite an Seite liegenden Lichtquellen **316**, die Lichtstrahlen liefern, die an die Spiegel (von denen nur einer gezeigt ist) geführt sind. Das von den Spiegeln reflektierte Licht wird an Seite an Seite liegende positionssensitive Detektoren **318** geführt. Somit bewirkt ein Schrägstellen des Tasterhal-

ters aufgrund der x- oder y-Ablenkungen der Taster spitze x- oder y-Bewegungen der fokussierten Punkte auf den Detektoren, und axiale Bewegungen des Tasters bewirken simultane x- und / oder y-Bewegungen der beiden fokussierten Punkte auf den Detektoren. Algorithmen, die aus einer Kalibrierung des Tastkopfwandlersystems abgeleitet sind, ermöglichen, dass aus den Detektorausgaben Ablenkungen des Tasters bestimmt werden können.

**[0042]** Obwohl die beschriebenen Ausführungsformen ein Paar elastischer Vorrichtungen in der Form von Membranen betreffen, kann eine äquivalente Wirkung offensichtlich auch dadurch erreicht werden, dass eine der Membrane durch eine andere Form einer planaren elastischen Vorrichtung ersetzt wird, beispielsweise durch ein im Wesentlichen planares Feld elastischer Elemente von unterschiedlichem Typ, wie beispielsweise Schraubenfedern. Bei einer derartigen Ausführungsform würden sich zumindest drei Federn in einem solchen Feld befinden. Wenn drei Federn verwendet würden, wären sie in Intervallen von 120° um den Umfang herum beabstandet.

### Patentansprüche

1. Messtastkopf mit einem Gehäuse (**14B, 114B**), das eine Achse aufweist, einem Tasterhalter (**40, 140**), der sich entlang der Achse erstreckt und mit dem ein Taster verbindbar ist, und einem Aufhängungssystem für den Tasterhalter, wobei das Aufhängungssystem zumindest ein Paar im Wesentlichen planarer elastischer Vorrichtungen (**42, 44, 142, 144**) umfasst, die zwischen dem Tasterhalter und dem Gehäuse verbunden sind und in einer ersten und zweiten parallelen Ebene liegen, die rechtwinklig zu und voneinander beabstandet entlang der Achse des Tasters angeordnet sind, wobei beide elastische Vorrichtungen eine beschränkte axiale Bewegung des Tasterhalters zulassen, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der elastischen Vorrichtungen in ihrer Ebene ausreichend flexibel ist, um eine beschränkte Querbewegung des Tasterhalters in der Ebene der zumindest einen elastischen Vorrichtung zuzulassen.

2. Messtastkopf nach Anspruch 1, wobei die elastischen Vorrichtungen Membrane (**42, 44, 142, 144**) sind.

3. Messtastkopf nach Anspruch 2, wobei der Tastkopf zwei Membrane (**42, 44, 142, 144**) aufweist, von denen eine erste in ihrer Ebene ausreichend flexibel ist, um die Querbewegung des Tasterhalters vorzusehen, und die zweite in ihrer Ebene relativ steif ist, um so eine Verstellung des Tasterhalters in der Ebene der zweiten Membran zu verhindern.

4. Messtastkopf nach Anspruch 2, wobei der Tastkopf zwei Membrane (**42, 44, 142, 144**) umfasst,

die beide in ihren jeweiligen Ebenen ausreichend flexibel sind, um so beschränkte Querbewegungen des Tasterhalters in den Ebenen beider Membrane zuzulassen.

5. Messtastkopf nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, wobei die Flexibilität der zumindest einen Membran dadurch erreicht wird, dass eine Vielzahl von Kanälen **50** durch jede jeweilige Membran vorgesehen wird.

6. Messtastkopf nach Anspruch 5, wobei die Kanäle (**50**) eine im Wesentlichen spiralförmige Gestaltung besitzen.

7. Messtastkopf nach Anspruch 1, wobei der Tasterhalter (**40, 140**) um eine Achse, die rechtwinklig zu der Achse des Gehäuses liegt, schwenkt und durch einen Punkt in einer dritten Ebene verläuft, die zwischen den Ebenen der elastischen Vorrichtungen liegt, und eine dritte elastische Vorrichtung zwischen dem Tasterhalter und dem Gehäuse in der dritten Ebene verbunden ist.

8. Messtastkopf nach Anspruch 1, wobei das Aufhängungssystem in einem Aufhängungsmodul (**12, 112**) untergebracht ist, wobei der Tastkopf ferner ein Wandlermodul (**10, 110**) umfasst, welches Wandler zum Messen der Ablenkung der Tasterhalters enthält, wobei das Aufhängungsmodul und das Wandlermodul beide gegenseitig miteinander in Eingriff bringbare Anordnungselemente (**16, 18, 116, 118**) und lösbare Rückhaltemittel (**20, 120**) umfassen, wobei das Aufhängungsmodul lösbar und wiederholbar mit dem Wandlermodul verbunden werden kann.

9. Messtastkopf nach Anspruch 8, wobei die Wandler in dem Wandlermodul optische Wandler sind.

10. Messtastkopf nach Anspruch 9, wobei die Wandler jeweils eine Lichtquelle (**200, 316**) umfassen, die nahe der Achse positioniert ist, um einen Lichtstrahl auf ein mit dem Taster bewegbares optisches Element (**212, 312, 314**) und einen positionsensitiven Detektor (**220, 318**) zu lenken, der so positioniert werden kann, um Licht zu empfangen, das von dem optischen Element rückgeführt wird, und ein Signal abzuleiten, das die Tasterablenkung angibt.

11. Messtastkopf nach Anspruch 8, wobei das Rückhaltemittel magnetische Elemente (**20, 120**) umfasst.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig.1.

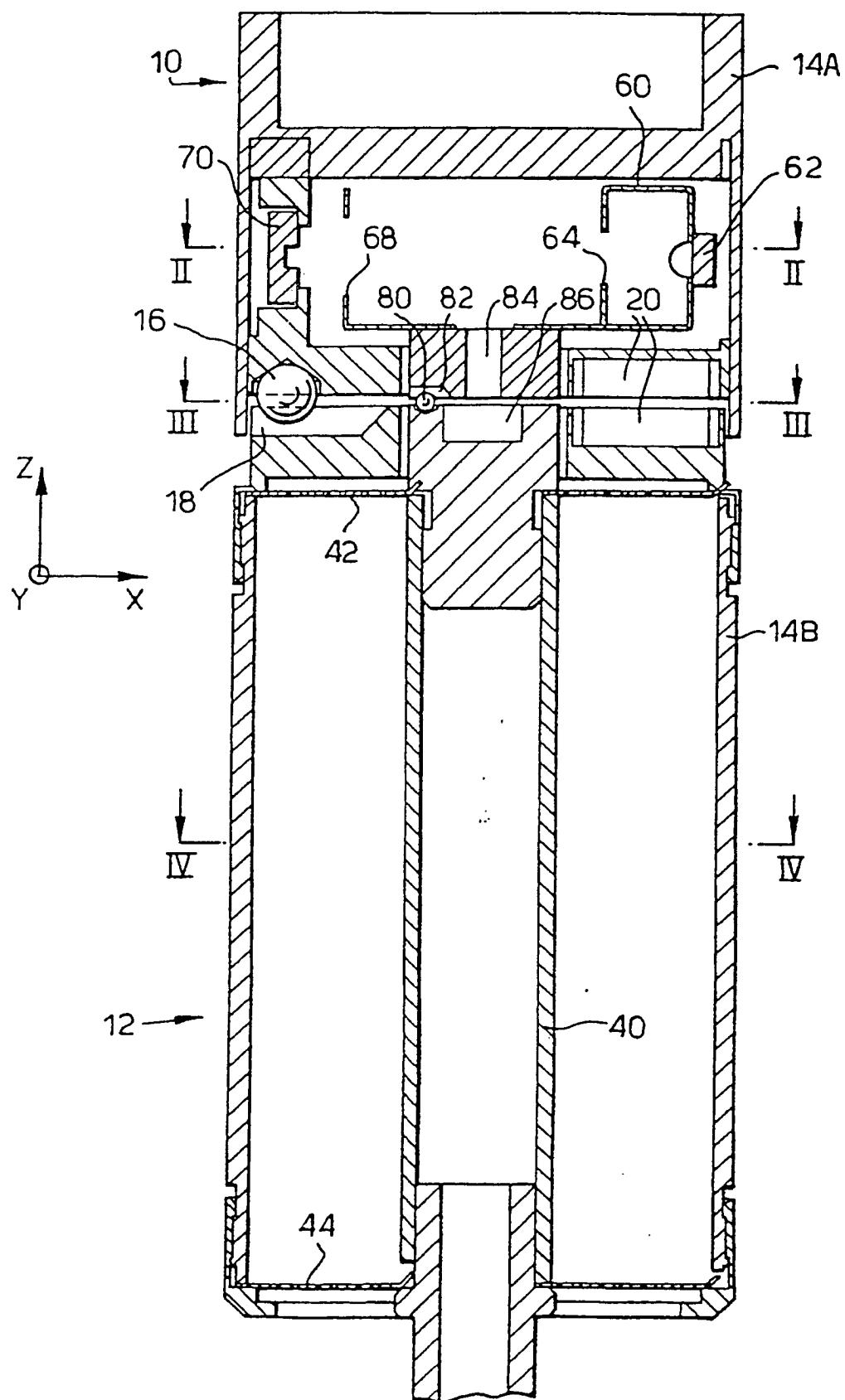


Fig.2.

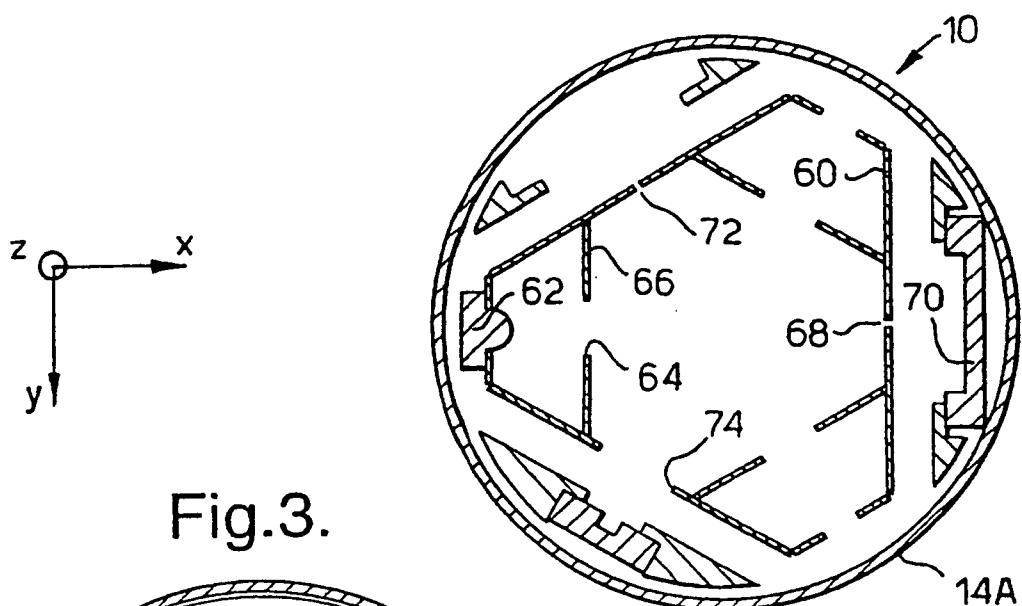


Fig.3.

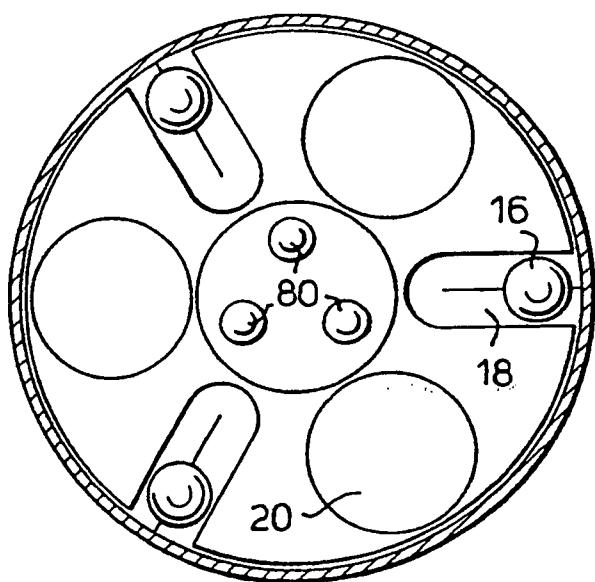
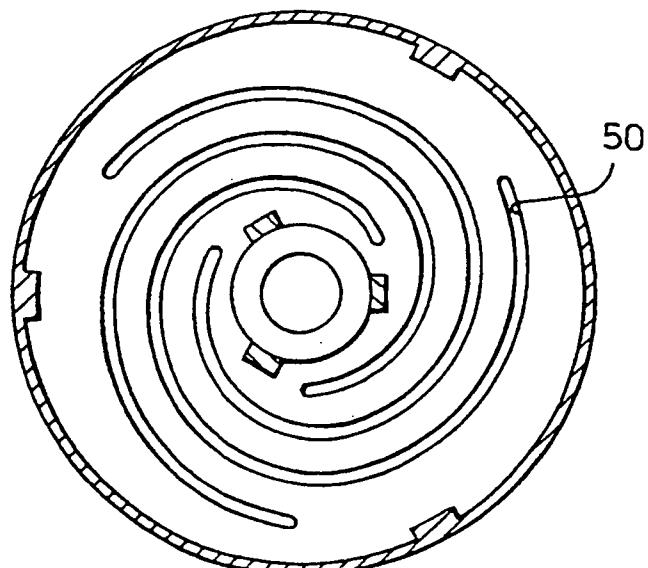


Fig.4.



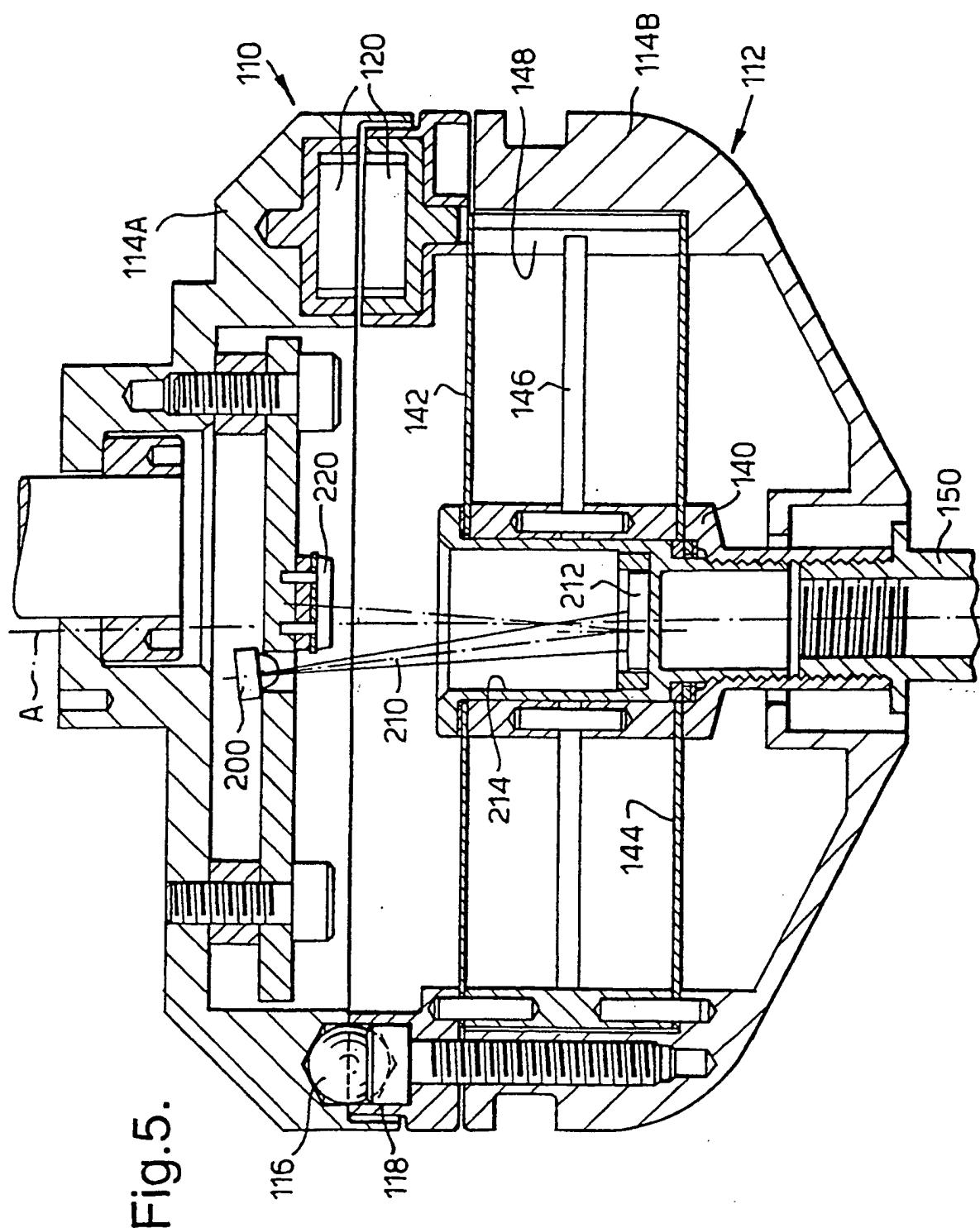


Fig.5.

Fig.6.

