



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 198 02 036 B4 2006.11.30

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 198 02 036.8

(22) Anmeldetag: 21.01.1998

(43) Offenlegungstag: 22.07.1999

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30.11.2006

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G01B 5/02 (2006.01)

G01B 3/02 (2006.01)

G12B 1/00 (2006.01)

G01B 11/00 (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. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Dr. Johannes Heidenhain GmbH, 83301 Traunreut,  
DE

(72) Erfinder:

Jung, Werner, 83301 Traunreut, DE

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

DE 35 30 776 C2

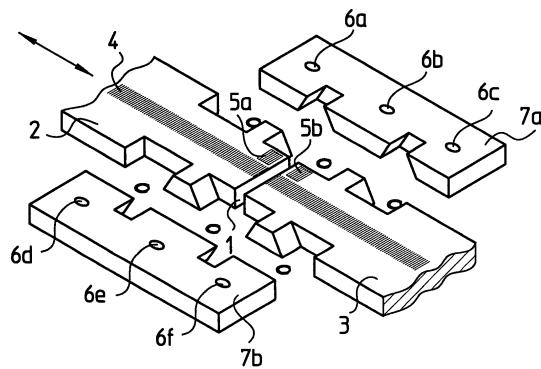
DE 40 26 990 A1

DE 27 27 769 B1

EP 01 50 354 A2

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur mechanischen Justage von Teilungsträgern**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur mechanischen Justage von Teilungsträgern und Stoßstellen (1) zwischen Teilungsträgern, die den Maßstab einer inkrementalen Längen- oder Winkelmeßeinrichtung bilden, durch Verändern der effektiven Länge der Teilungsträger oder der Spaltbreite an der Stoßstelle, wobei im Teilungsträger (2, 10, 20) Aussparungen vorgesehen sind, in die Verstelleinrichtungen eingreifen, dadurch gekennzeichnet, daß im Teilungsträger (2, 10, 20) keilförmig ausgestaltete Stege (11a, 11b, 21a, 21b, 21c) vorgesehen sind und daß Justierelemente (6a–6h, 7a, 7b, 7a1, 7a1, 7b1, 7b2, 12a, 12b, 13a, 13b, 22, 23a, 23b, 31, 32) vorgesehen sind, welche die keilförmig ausgestalteten Stege (11a, 11b, 21a, 21b, 21c) zumindest teilweise formschlüssig umschließen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur mechanischen Justage von Teilungsträgern gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie ein Verfahren zur Durchführung der Justage gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 5.

**Stand der Technik**

**[0002]** Eine gattungsgemäße Vorrichtung und ein gattungsgemäßes Verfahren ist bereits aus der DE 27 27 769 B1 der Anmelderin für eine Stoßstelle zwischen zwei aneinandergereihten Teilungsträgern bekannt. Dort wird ein Maßstab einer Längenmeßeinrichtung aus einzelnen Teilungsträgern zusammengesetzt. Auf den einzelnen Teilungsträgern sind Teile angeordnet, die bei einer vorzugsweise optischen Abtastung inkrementale Positionsdaten liefern. Ein derartiger Aufbau des Maßstabes wird insbesondere dann gewählt, wenn der erforderliche Maßstab aufgrund der großen geforderten Meßlänge des Meßsystems nicht mehr in einem Stück herstellbar ist. Eines der Probleme bei einem aus mehreren Teilungsträgern aufgebauten Maßstab besteht jedoch darin, daß im Fall einer nicht optimalen Justage der Spaltbreite an den Stoßstellen benachbarter Teilungsträger bei der Positionsbestimmung Fehler auftreten. In der genannten Patentschrift wird aus diesem Grund vorgeschlagen, für benachbarte Teilungsträger an den Stoßstellen eine Justiermöglichkeit vorzusehen. Die entsprechenden Justierelemente umfassen Andruckmittel, die eine kraftschlüssige und trotzdem im Stoßstellenbereich justierbare Montage der Teilungsträger gestatten.

**[0003]** Dabei ist von Nachteil, daß die Vorrichtung relativ aufwendig ausgestaltet ist. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß sie nur an Stoßstellen zwischen Teilungsträgern eingesetzt werden kann. Weiterhin besteht für die Justierelemente ein großer Platzbedarf.

**[0004]** Aus der EP 150 354 A2 der Anmelderin ist eine gattungsgleiche Längen- oder Winkelmeßeinrichtung und ein gattungsgleiches Verfahren zur Längenjustage bekannt. Dabei kann der Meßteilungsträger gedehnt oder gestaucht werden, um dessen Längenjustage durchzuführen. Die Vorrichtung besteht aus einem in Meßrichtung perforierten Teilungsträger. In diese Perforation greifen Zahnräder ein, auf die ein Drehmoment ausgeübt wird. Entsprechend dem einwirkenden Drehmoment werden dann die Stellen zwischen zwei Zahnrädern in ihrer Länge gedehnt oder gestaucht, bis die gewünschte Längenjustage erreicht wurde und anschließend werden die Zahnräder fixiert.

**[0005]** Dabei ist von Nachteil, daß eine Justage der Spaltbreite an Stoßstellen aneinandergrenzender

Teilungsträger mit dieser Vorrichtung nicht ausreichend genau erfolgen kann. Weiterhin ist der aufwendige Aufbau sowie der dadurch bedingte relativ große Platzbedarf nachteilig.

**[0006]** Aus der DE 35 30 776 C2 ist eine Vorrichtung zur mechanischen Justage von Teilungsträgern bekannt, die den Maßstab einer inkrementalen Längenmeßeinrichtung bilden, bei der ein keilförmig ausgestaltetes Element vorgesehen ist.

**[0007]** Aus der DE 40 26 990 A1 ist eine Vorrichtung zur mechanischen Justage einer Führungsschiene bekannt, bei der keilförmig ausgestaltete Justierelemente vorgesehen sind.

**Aufgabenstellung**

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur mechanischen Justage von Teilungsträgern anzugeben, die sowohl für die Längenjustage im Bereich eines Teilungsträgers als auch zur Justage der Spaltbreite an den Stoßstellen zwischen zwei Teilungsträgern, als auch für die Justage scheibenförmiger Teilungsträger eingesetzt werden kann. Die Vorrichtung soll dabei einen möglichst geringen Platzbedarf aufweisen und eine einfache sowie exakte Justage ermöglichen.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 1 sowie durch ein Verfahren gemäß den Merkmalen des Anspruches 5 gelöst.

**[0010]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen abhängigen Ansprüchen.

**[0011]** Erfindungsgemäß wirken Justierelemente mit keilförmig ausgestalteten Aussparungen zusammen mit keilförmig ausgestalteten Stegen an den Teilungsträgern. Die keilförmigen Aussparungen der Justierelemente werden mit einem einstellbaren Druck auf die keilförmigen Stege der Teilungsträger gepreßt. Aufgrund der keilförmigen Ausgestaltung der Justierelemente und der Stege wird eine Kraftkomponente erzeugt, die in Richtung der Längserstreckung der Teilung wirkt. Eine Justage eines Teilungsträgers oder einer Stoßstelle zwischen zwei Teilungsträgern wird somit durch Variation des Drucks, mit dem die Justierelemente auf die Teilungsträger gepreßt werden, ermöglicht.

**[0012]** Auch die Längenjustage aneinandergrenzender Teilungsträger gemäß dem erfindungsgemäß Verfahren und mit der erfindungsgemäß Vorrichtung kann auf besonders einfache Weise erfolgen. Hierfür werden an den beiden aneinandergrenzenden Enden der Teilungsträger keilförmige Stege vorgesehen, die durch ein gemeinsames Justierelement justiert werden können.

**[0013]** Weiterhin ist die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren auch dafür geeignet, eine Justage bei runden Teilungsträgern, wie sie in Winkelmeßgeräten verwendet werden, durchzuführen.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren können direkt vor Ort eingesetzt werden, das heißt Montage und exakte Justage der einzelnen Teilungsträger eines Maßstabes erfolgen in einem Arbeitsgang. Außerdem benötigt die erfindungsgemäße Vorrichtung nur wenig zusätzlichen Platz, so daß eine kompakte Realisierung möglich ist.

**[0015]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren können dabei selbstverständlich in Verbindung mit Längen- und Winkelmeßeinrichtungen eingesetzt werden, die nach unterschiedlichen physikalischen Prinzipien arbeiten, z.B. in optischen oder magnetischen Meßeinrichtungen etc..

#### Stand der Technik

**[0016]** Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen. Dabei zeigt:

**[0017]** **Fig. 1** eine perspektivische Darstellung der Stoßstelle zweier angrenzender Teilungsträger mit Justierelementen;

**[0018]** **Fig. 2** eine perspektivische Darstellung eines Teilungsträgers mit Justierelementen und Stegen für ein Längenmeßgerät,

**[0019]** **Fig. 3** eine perspektivische Darstellung eines Teilungsträgers mit Justierelementen und Stegen für ein Winkelmeßgerät und

**[0020]** **Fig. 4** eine mögliche Ausgestaltung eines Justierelements.

**[0021]** **Fig. 5** eine alternative Realisierung der Fixierelemente aus **Fig. 1**.

**[0022]** In **Fig. 1** ist eine perspektivische Ansicht der noch nicht fixierten Baugruppen für die maßgenaue Montage und die Justage der Stoßstelle **1** zweier aneinandergrenzender, separater Teilungsträger **2, 3** zu einem Maßstab dargestellt. Die beiden Teilungsträger **2, 3** bilden einen Teil des Maßstabes einer Längenmeßeinrichtung, der sich aus mehreren derartigen Teilungsträgern **2, 3** zusammensetzt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Maßstab vorgesehen, der mit Hilfe einer relativ zum Maßstab in Meßrichtung x beweglichen, nicht dargestellten Auf-

licht-Abtasteinheit im Meßbetrieb zur Erzeugung inkrementaler Positionsdaten in bekannter Art und Weise abgetastet wird. Aufgrund des modularen Aufbaus des Maßstabes, bestehend aus einzelnen Teilungsträgern **2, 3** ist eine einfache Anpassung der erforderlichen Maßstabslänge an die jeweils erforderliche Meßdistanz möglich.

**[0023]** Die im dargestellten Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** vorgesehene Längenmeßeinrichtung arbeitet nach dem Auflichtprinzip, das heißt es sind reflektierende Teilungsträger **2, 3** vorgesehen, auf denen die Teilungsstrukturen **4, 5a, 5b** angeordnet werden. Diese bestehen in bekannter Art und Weise aus einer in Meßrichtung x periodischen Abfolge reflektierender und nicht-reflektierender Bereiche. Zur Erzeugung der inkrementalen Positionsdaten ist hierbei eine Teilungsspur mit einer Inkrementalteilung **4** auf den Teilungsträgern **2, 3** angeordnet. Seitlich benachbart zur Inkrementalteilung **4** ist eine zweite Teilungsspur vorgesehen, innerhalb der mehrere Referenzmarken **5a–5b** angeordnet sind. Die Referenzmarken **5a–5b** sind in bekannter Art und Weise ausgebildet und dienen im Meßbetrieb zur Bereitstellung einer absoluten Positionsinformation.

**[0024]** Im Bereich der Stoßstelle **1** aneinandergrenzender Teilungsträger **2, 3** ist jeweils eine Möglichkeit zur Relativjustage der beiden Teilungsträger **2, 3** zueinander vorgesehen. Zu diesem Zweck dienen im dargestellten Ausführungsbeispiel als Einstellschrauben **6a–6f** und als Fixierelemente **7a, 7b** ausgebildete Justierelemente. Über die Einstellschrauben **6a–6f** werden die Fixierelemente **7a** und **7b** für die Teilungsträger **2, 3** auf einer Unterlage, beispielsweise am Bett einer Werkzeugmaschine, befestigt. Die Fixierelemente **7a** und **7b** weisen für die Einstellschrauben **6a–6f** entsprechende Gewindebohrungen auf. Dabei sind für beide Seiten der benachbarten Teilungsträger **2, 3** je ein derartiges Fixierelement **7a, 7b** vorgesehen. Jedes der Fixierelemente **7a, 7b** kann jeweils über drei Einstellschrauben **6a–6f** befestigt werden. Durch ein definiertes Drehmoment für die Einstellschrauben **6a–6f** können gleichzeitig die beiden aneinandergrenzenden Enden der Teilungsträger **2, 3** justiert werden. Insbesondere ermöglicht die gezeigte Vorrichtung mit zwei Fixierelementen **7a, 7b** die gleichzeitige Justage der beiden aneinandergrenzenden Teilungsträger **2, 3** im Stoßstellenbereich.

**[0025]** Aussparungen und Stege sind an Teilungsträgern **2, 3** und Fixierelementen **7a, 7b** derart ausgestaltet, daß die keilförmigen Aussparungen der Fixierelemente **7a, 7b** mit den keilförmigen Stegen der Teilungsträger **2, 3** ineinander greifen. Durch die spezielle keilförmige Ausgestaltung der Flächen, mit denen Stege und Aussparungen einander berühren wird eine geringfügige Verschiebung der Teilungsträger zueinander aufgrund unterschiedlichen Anpreß-

drucks, der durch die Einstellschrauben **6a–6f** ausgeübt wird, ermöglicht. Werden die Einstellschrauben **6b** und **6e** mit größerem Drehmoment als die Schrauben **6a**, **6c**, **6d** und **6f** angezogen, wird die Spaltbreite zwischen den aneinandergrenzenden Teilungsträgern **2**, **3** an der Stoßstelle **1** vergrößert, da die beiden keilförmigen Stege in der Mitte der Fixierelemente **7a**, **7b** die beiden Enden der Teilungsträger auseinander drücken und gleichzeitig aufgrund des geringeren Drehmoments der Einstellschrauben **6a**, **6c**, **6d**, und **6f** die Stege an den Enden der Fixierelemente **7a**, **7b** geringfügig durch die keilförmigen Stege der Teilungsträger **2**, **3** unterwandert werden können. Die Längenjustage erfolgt somit durch entsprechendes Lockern bzw. Anziehen der Einstellschrauben **6a–6f**.

**[0026]** Bei der Montage eines Maßstabs, bestehend aus Teilungsträgern **2**, **3**, an einer Maschine wird nach der Befestigung eines ersten Teilungsträgers **2** durch eine Klebverbindung das an den ersten Teilungsträger in Meßrichtung x angrenzende Ende eines zweiten Teilungsträgers **3** verklebt. Dann wird mittels der Fixierelemente **7a** und **7b** die Spaltbreite der Stoßstelle **1** durch entsprechendes Lockern bzw. Anziehen der Einstellschrauben **6a–6f** derart eingestellt, daß die Spaltbreite ein möglichst ganzzahliges Vielfaches der Teilungsperiode der auf den Teilungsträgern **2**, **3** aufgebrachten Teilung **4** aufweist. Die Abweichung der Spaltbreite an der Stoßstelle **1** von einem ganzzahligen Vielfachen der Teilungsperiode sollte dabei geringer als 10 % der Breite einer Teilungsperiode sein. Nach Einstellung der Spaltbreite an der Stoßstelle **1** wird das andere Ende des Teilungsträgers **3** mit dem Untergrund verklebt und jeweils der nächste Teilungsträger in gleicher Weise befestigt und justiert, bis die gewünschte Meßlänge erreicht wurde.

**[0027]** Alternativ können die Fixierelemente **7a** und **7b** zur Justage der Spaltbreite am Stoß zweier Teilungsträger auch jeweils zweiteilig als Fixierelemente **7a1**, **7a2** und **7b1**, **7b2** ausgeführt werden, wie in **Fig. 5** dargestellt. Auch hier wird, wie bereits beschrieben, aufgrund der keilförmigen Ausgestaltung der Stege der Teilungsträger **2** und **3** sowie der korrespondierenden Aussparungen an den Fixierelementen **7a1**, **7a2**, **7b1** und **7b2** eine Fixierung der Teilungsträger **2** und **3** an einem Grundkörper ebenso wie eine Justage der Spaltbreite der Stoßstelle **1** ermöglicht. Die Justage wird wieder durch unterschiedliches Anzugsdrehmoment der Befestigungsschrauben der Fixierelemente **7a1**, **7a2**, **7b1** und **7b2** erreicht.

**[0028]** Zusätzlich ist gemäß diesem Prinzip auch eine Längenjustage innerhalb des Bereichs eines einzigen Teilungsträgers **10** möglich, wie **Fig. 2** zeigt. Über die Länge eines Teilungsträgers **10** können in gleichmäßigen Abständen keilförmig ausgestaltete

Stege **11a**, **11b** an beiden Seiten des Teilungsträgers **10** angeordnet sein, die mit Fixierelementen **12a**, **12b** zusammenwirken, welche eine keilförmige Aussparung aufweisen. Die Fixierelemente **12a**, **12b** weisen je zwei Bohrungen für Einstellschrauben **13a**, **13b** auf, mittels derer die Fixierelemente **12a**, **12b** am Untergrund, z.B. einem Maschinenbett einer Werkzeugmaschine, befestigt werden. Der Teilungsträger **10** ist gegenüber dem Untergrund verschiebbar angeordnet. Da die Aussparungen der Fixierelemente **12a**, **12b** geringfügig kleiner ausgestaltet sind als die Stege **11a**, **11b** am Teilungsträger **10**, kann durch ein unterschiedliches Drehmoment beim Anziehen der beiden Einstellschrauben **13a**, **13b** ein Druck oder ein Zug auf den Teilungsträger **10** ausgeübt werden. Wird die Einstellschraube **13a** mit größerem Drehmoment angezogen als die Einstellschraube **13b**, wird ein Druck auf den rechts vom Steg **11a**, **11b** liegenden Teil des Teilungsträgers **10** ausgeübt und ein Zug auf den links liegenden Teil und umgekehrt. Durch diese Kräfte wird die Längenjustage des Teilungsträgers **10** erreicht.

**[0029]** In **Fig. 3** ist die Anwendung des in **Fig. 2** bereits beschriebenen Prinzips bei einem Teilungsträger **20** für ein Winkelmeßgerät dargestellt. Auch bei einem runden Teilungsträger **20** besteht die Möglichkeit, in gleichen Abständen Stege **21a**, **21b**, **21c** am Teilungsträger **20** vorzusehen, die keilförmig ausgestaltet sind. Diese Stege **21a**, **21b**, **21c** können sowohl am Außendurchmesser oder auch weiter innen im Teilungsträger angeordnet sein. Weiterhin sind auch hier Justierelemente **22**, **23a**, **23b** vorgesehen, deren Fixierelemente **22** eine keilförmige Aussparung aufweisen. Jedes Fixierelement **22** wird durch Einstellschrauben **23a**, **23b** am Untergrund des Teilungsträgers **20** befestigt, auf dem dieser verschiebbar angeordnet ist. Durch unterschiedliche Anzugsdrehmomente bei je einer der beiden Einstellschrauben **23a** oder **23b** eines Justierelements kann somit eine Zugkraft bzw. Druckkraft in eine gewünschte Richtung ausgeübt werden, wie das bereits aus der Beschreibung zu **Fig. 2** bekannt ist.

**[0030]** In einer alternativen Ausführungsform können die Fixierelemente **22**, **12a**, **12b**, **7a**, **7b** auch zweiteilig ausgestaltet werden, wie in **Fig. 4** gezeigt. Anstelle der keilförmigen Aussparung weisen die Fixierelemente **31** dann eine keilförmige Ausformung auf. Bei der Justierung eines Teilungsträgers **10**, **20** wird dann jeder Steg **21a**, **21b**, **21c**, **11a**, **11b** durch zwei keilförmige Fixierelemente **31** fixiert. Dafür werden rechts und links vom zu fixierenden Steg **21a**, **21b**, **21c**, **11a**, **11b** Fixierelemente **31** mittels Einstellschrauben **32** in der gewünschten Lage befestigt. Abhängig davon mit welchem Drehmoment man die einen einzelnen Steg zugeordneten beiden Fixierelemente **31** mittels der Einstellschraube **32** befestigt, kann wiederum eine Kraft in die eine oder die andere Richtung ausgeübt werden und derart eine Justage

des Teilungsträgers erfolgen.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur mechanischen Justage von Teilungsträgern und Stoßstellen (**1**) zwischen Teilungsträgern, die den Maßstab einer inkrementalen Längen- oder Winkelmeßeinrichtung bilden, durch Verändern der effektiven Länge der Teilungsträger oder der Spaltbreite an der Stoßstelle, wobei im Teilungsträger (**2, 10, 20**) Aussparungen vorgesehen sind, in die Verstelleinrichtungen eingreifen, dadurch gekennzeichnet, daß im Teilungsträger (**2, 10, 20**) keilförmig ausgestaltete Stege (**11a, 11b, 21a, 21b, 21c**) vorgesehen sind und daß Justierelemente (**6a–6h, 7a, 7b, 7a1, 7a1, 7b1, 7b2, 12a, 12b, 13a, 13b, 22, 23a, 23b, 31, 32**) vorgesehen sind, welche die keilförmig ausgestalteten Stege (**11a, 11b, 21a, 21b, 21c**) zumindest teilweise formschlüssig umschließen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Justierelemente (**6a–6h, 7a, 7b, 12a, 12b, 13a, 13b, 22, 23a, 23b, 31, 32**) Fixierelemente (**7a, 7b, 7a1, 7a2, 7b1, 7b2, 12a, 12b, 22, 31**), welche eine keilförmige Aussparung oder eine keilförmige Ausformung aufweisen, und Einstellschrauben (**6a–6h, 13a, 13b, 23a, 23b, 32**) beinhalten.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die keilförmigen Aussparungen an den Fixierelementen (**7a, 7b, 12a, 12b, 22**) geringfügig kleiner ausgestaltet sind als die keilförmigen Stege (**11a, 11b, 21a, 21b, 21c**) des Teilungsträgers (**2, 10, 20**).

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich einer Stoßstelle (**1**) zweier Teilungsträger (**2, 3**) an beiden Teilungsträgern (**2, 3**) keilförmige Stege vorgesehen sind und daß jedes Fixierelement (**7a, 7b**) zwei keilförmige Aussparungen aufweist, die jeweils mit Stegen unterschiedlicher Teilungsträger (**2, 3**) eine formschlüssige Verbindung eingehen.

5. Verfahren zur mechanischen Justage von Teilungsträgern und Stoßstellen (**1**) zwischen Teilungsträgern, die den Maßstab einer inkrementalen Längen- oder Winkelmeßeinrichtung bilden, durch Verändern der effektiven Länge der Teilungsträger oder der Spaltbreite an der Stoßstelle, wobei im Teilungsträger (**2, 10, 20**) Aussparungen vorgesehen sind, in die Verstelleinrichtungen eingreifen, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Justage auf Einstellschrauben (**6a–6f, 13a, 13b, 23a, 23b, 32**) unterschiedliche Anzugsdrehmomente ausgeübt werden, daß diese mittels der Einstellschrauben (**6a–6f, 13a, 13b, 23a, 23b, 32**) orthogonal zur Meßrichtung ausgeübte Kraft auf die Fixierelemente (**7a, 7b, 12a, 12b,**

**22, 31**) durch die keilförmigen Formschlüsse zwischen Fixierelementen (**7a, 7b, 12a, 12b, 22, 31**) und Stegen (**11a, 11b, 21a, 21b, 21c**) der Teilungsträger (**2, 3, 10, 20**) in eine Kraft auf die Teilungsträger (**2, 3, 10, 20**) umgesetzt wird, die eine zur Meßrichtung (x) parallele und senkrechte Komponente aufweist, wodurch die Teilungsträger (**2, 3**) senkrecht zur Meßrichtung (x) fixiert und parallel zur Meßrichtung (x) verschoben werden können.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

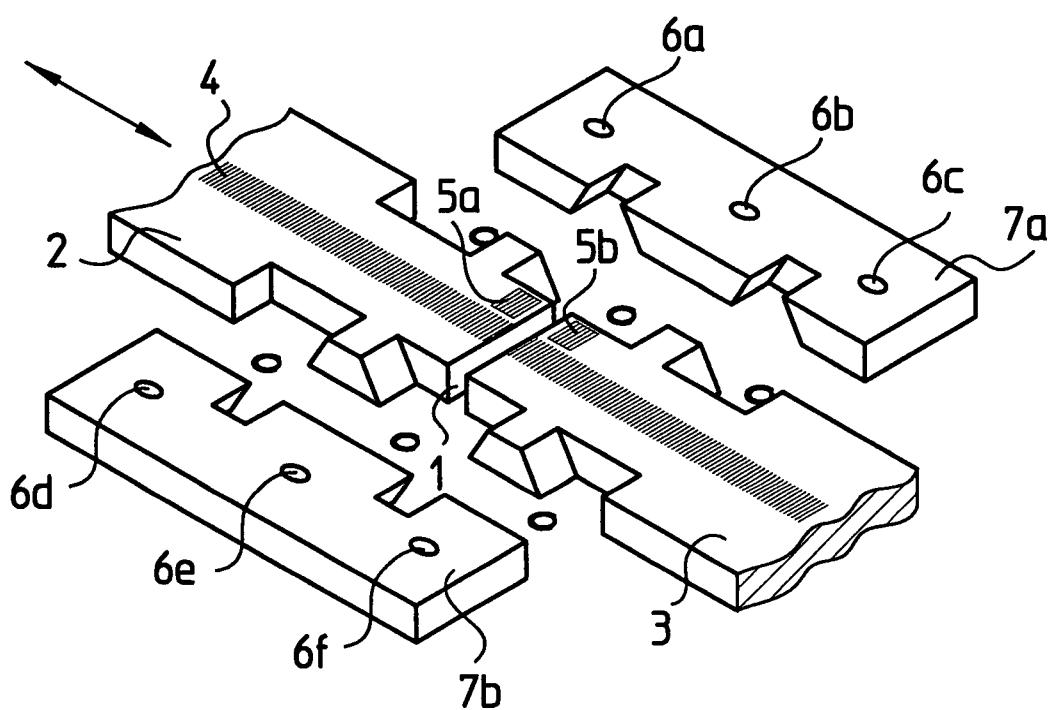


FIG. 2

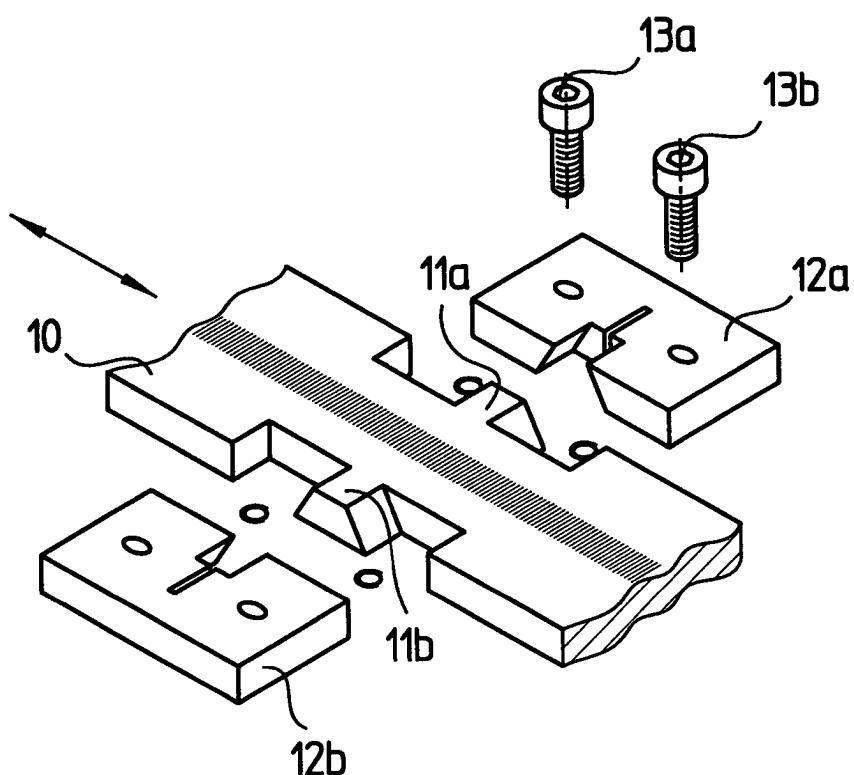


FIG. 3

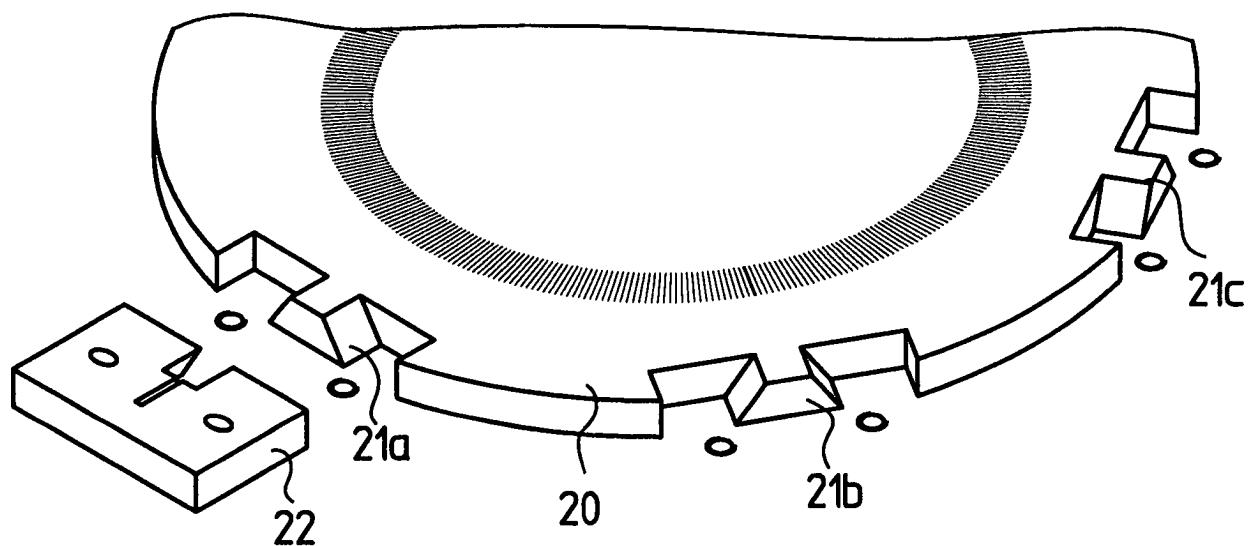


FIG. 4

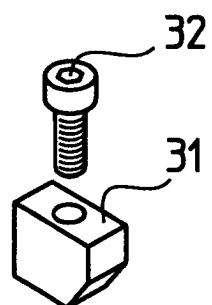


FIG. 5

