

(19)



(10)

AT 515951 B1 2016-05-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50438/2014
 (22) Anmeldetag: 24.06.2014
 (45) Veröffentlicht am: 15.05.2016

(51) Int. Cl.: **B23Q 15/18** (2006.01)
B23Q 11/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
 EP 1170647 A2
 JP H05208342 A
 EP 0202630 A2

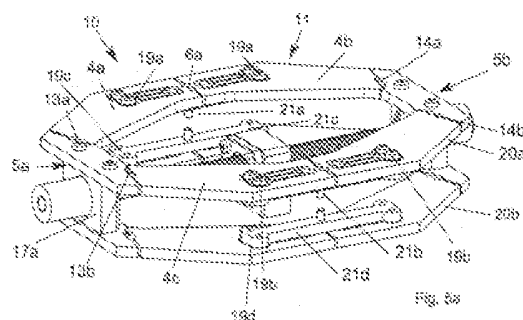
(73) Patentinhaber:
 ANTON PAAR GMBH
 8054 GRAZ-STRASSGANG (AT)

(72) Erfinder:
 Rath Norbert Dipl.Ing.
 8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:
 WILDHACK & JELLINEK PATENTANWÄLTE
 1030 Wien (AT)

(54) Positioniereinheit

(57) Die Erfindung betrifft eine Positioniereinheit für einen mit einem Linearantrieb (1) verstellbaren Schlitten (3) und einer Basis (16), wobei der Linearantrieb (1), insbesondere Spindelantrieb oder Linearmotor, einen länglichen Teil und einen kurzen Teil aufweist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Positioniereinheit (10) zumindest zwei Kompensationsstäbe (4a, 4b) aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte Kompensationsstäbe (4a, 4b) an einem Ende über ein Gelenk (6) miteinander verbunden sind und an dem jeweils anderen Ende mit dem länglichen Teil des Linearantriebs (1) über eine von zwei jeweils am Ende des länglichen Teils des Linearantriebs (1) angeordneten Gelenksanordnungen (5a, 5b) verbunden sind, wobei die Kompensationsstäbe (4a, 4b) und der längliche Teil des Linearantriebs (1) in Form eines Dreiecks angeordnet sind und der Winkel zwischen den Kompensationsstäben (4a, 4b) an dem Gelenk (6) durch eine thermische Längenänderung des länglichen Teils des Linearantriebs (1) veränderbar ist und wobei der Schlitten (3) mit dem Gelenk (6) und der kurze Teil des Linearantriebs (1) mit der Basis (16) verbunden ist oder der Schlitten (3) mit dem kurzen Teil des Linearantriebs (1) und die Basis (16) mit dem Gelenk (6) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Positioniereinheit für einen mit einem Linearantrieb verstellbaren Schlitten gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Linearantriebe umfassen im Allgemeinen einen länglichen Teil und einen kurzen Teil, beispielsweise bei Spindeltrieben eine Spindel und eine Mutter, die zueinander bewegbar sind und eines dieser Teile mit einem Schlitten verbunden ist oder wird. Weiters sind aus dem Stand der Technik Linearantriebe mit hydraulischen oder pneumatischen Verstellvorrichtungen mit einem Zylinder und einem Kolben mit oder ohne Kolbenstange oder Linearmotoren bekannt. Die Positioniereinheiten mit einem Linearantrieb werden beispielsweise zur Positionierung von Schlitten verwendet, auf denen Werkstücke oder Proben zur Untersuchung aufgebracht oder befestigt sind. Derartige Positioniereinheiten werden im Stand der Technik auch in zwei oder drei orthogonal zueinander stehenden Bewegungsrichtungen angeordnet und kombiniert, um eine 2- oder 3-dimensionale Positionierung zu ermöglichen.

[0003] Beim Betrieb von Linearantrieben, beispielsweise von Spindeltrieben, durch Elektromotoren oder andere Antriebe kommt es durch die Reibung der Komponenten, die Erwärmung des Antriebes oder durch externe Einflüsse zu einer Erwärmung des Linearantriebs. Die Komponenten unterliegen folglich ebenso einer Erwärmung und unterliegen entsprechend der Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten Werkstoffe einer Ausdehnung bzw. Längenänderung. Um diese Längenänderung aufnehmen oder zulassen zu können wird im Stand der Technik beispielsweise bei Spindelantrieben diesem Umstand in der Lagerung der Spindel Rechnung getragen. So wird die Spindel an einem Ende mit einem Loslager, am anderen Ende mit einem Festlager versehen. Das Festlager bestimmt die Position der Spindel entlang der Drehachse, das Loslager erlaubt die Ausdehnung der Spindel. Das vorrangig damit verbundene Problem ist, dass auf diesem Weg bei einer Erwärmung der Spindel der mit der Spindel verbundene Schlitten um einen Fehlerweg aus seiner Soll-Lage bewegt wird. Die Größe des Fehlerwegs und die damit verbundene abweichende Positionierung ist von der Lage der Mutter des Spindeltriebes in Bezug zu dem Festlager abhängig (mit steigendem Abstand zum Festlager steigt auch der Betrag des Fehlerwegs). Beispielsweise beträgt der Positionsfehler einer Spindelmutter auf einer Spindel mit der Länge von 150 mm bis zu $2,4 \mu\text{m}/^\circ\text{C}$. Eine derartige Fehlpositionierung führt beispielsweise bei der hochpräzisen Untersuchung in einem Rastersondenmikroskop oder bei der Fertigung von Elektro-Platinen zu einem inakzeptablen Fehler.

Aus dem Stand der Technik sind Vorrichtungen und Verfahren zur Kompensation von temperaturbedingten Positionsfehlern in Linearantrieben bekannt. In aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen und Verfahren wird dabei meist die Erwärmung des Linearantriebs gemessen und mittels eines zuvor bestimmten Modells der Linearantrieb nachpositioniert. Alternativ kann, wie in NC-gesteuerten Bearbeitungsmaschinen üblich, ein temperaturunempfindliches Längenmesssystem, beispielsweise ein Glasmaßstab eingesetzt werden, um die tatsächliche Lage des Schlittens zu ermitteln. In dem Fall kann über einen geschlossenen Regelkreis der Linearantrieb so positioniert werden, dass eine thermische Drift kompensiert wird.

[0004] Aus der EP1170647 ist bekannt, einen Korrekturbetrag für die thermische Verschiebung aufgrund der Wärmeerzeugung und der Wärmeleitung in einem Spindelantrieb einer Werkzeugmaschine zu ermitteln und die Werkzeugposition auf der Grundlage des Korrekturbetrags zu korrigieren.

[0005] Weiters ist beispielsweise aus der JPH05208342 ein Vorschubmotor mit einem Positionsdetektor für eine Förderschnecke bekannt. Mit Hilfe eines Spaltsensors wird eine Spalt-Menge erfasst und mit einer Detektionsvorrichtung gemessen. Die thermische Verschiebung der Längsrichtung der Förderschnecke wird basierend auf der gemessenen Verschiebungsgröße, einer mechanischen Konstante und dergleichen berechnet und der Korrekturwert für den Positionsfehler ermittelt und die Position der Förderschnecke mit einer NC-Steuereinrichtung korrigiert.

[0006] Durch die aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren oder Vorrichtungen benötigte "Nachpositionierung" wird jedoch die Positioniereinheit oder Teile davon erneut erwärmt, was eine weitere "Nachpositionierung" erfordert und die Positioniereinheit erneut erwärmt usw.. Ebenso wird bei einer anschließenden Abkühlung des Systems der Positionsfehler durch die Verkürzung der Komponenten wieder hergestellt, wodurch eine erneute "Nachpositionierung" des Schlittens mit einer daraus folgenden neuerlichen Erwärmung benötigt wird. Dieser Umstand bewirkt eine ständige Regulierung und "Nachpositionierung" des Schlittens der Positioniereinheit, wodurch eine vor allem exakte Positionierung der Komponenten erschwert, wenn nicht sogar unmöglich, wird.

[0007] Weitere aus dem Stand der Technik bekannte Methoden sind die Verschiebung der Probe aufgrund thermischer Ausdehnung/Kontraktion des Linearantriebs - etwa durch einen modellbasierten Ansatz, der die Temperaturverteilung in der Struktur auf die Längenänderung zurückrechnet oder durch den Einsatz eines geeigneten Längenmesssystems beispielsweise teure Glasmaßstäbe - zu bestimmen und den Schlitten mit Hilfe des Linearantriebs wieder annähernd korrekt zu positionieren.

[0008] Abgesehen vom hohen Aufwand an Sensorik, der notwendig ist, um Lagefehler oder Temperaturprofile zu erfassen, bedeutet die Aktivierung des Antriebs einen dynamischen Eingriff in das System mit vielfältigen negativen Folgen, wie Erschütterungen, Vibrationsanregung oder Positionierfehler durch Stick-slip-Effekte. Solch ein Eingriff kann sich im Falle eines Messsystems als Artefakt im Messergebnis, im Fall einer Bearbeitungsmaschine als ungewollte Oberflächenstruktur, niederschlagen. Außerdem ist eine thermische Drift auf diesem Weg erst zu beheben, wenn die Abweichung in der Größenordnung der Auflösung des Linearantriebs liegt.

[0009] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die Positionsfehler aufgrund der thermischen Ausdehnung einer Linearantriebs minimiert oder ganz vermeidet.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Positioniereinheit zumindest zwei Kompensationsstäbe aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte Kompensationsstäbe an ihrem einem Ende über ein Gelenk miteinander verbunden sind und an ihrem jeweils anderen Ende an dem länglichen Teil des Linearantriebs über eine von zwei jeweils am Ende des länglichen Teils des Linearantriebs angeordneten Gelenksanordnungen verbunden sind, wobei die Kompensationsstäbe und der längliche Teil des Linearantriebs in Form eines Dreiecks angeordnet sind und der Winkel zwischen den Kompensationsstäben an dem Gelenk durch eine thermische Längenänderung des länglichen Teils des Linearantriebs veränderbar ist und wobei der Schlitten mit dem Gelenk und der kurze Teil des Linearantriebs mit der Basis verbunden ist oder der Schlitten mit dem kurzen Teil des Linearantriebs und die Basis mit dem Gelenk verbunden ist.

[0010] Durch den Aufbau der Vorrichtung mit Kompensationsstäben und den Gelenken sowie den Gelenksanordnungen führt eine Längenänderung des Linearantriebs zur Veränderung des Winkels zwischen den benachbarten über das Gelenk verbundenen Kompensationsstäben. Der Winkel wird kleiner bei einer Abkühlung und einer damit verbundenen Verkürzung des länglichen Teils des Linearantriebs und der Winkel wird größer bei einer Erwärmung bzw. Temperaturerhöhung und einer damit verbundenen Verlängerung des länglichen Teils des Linearantriebs. So werden die durch die thermische Ausdehnung bedingten Spannungen in dem Linearantrieb verhindert und gleichzeitig der Positionsfehler eines an dem Linearantrieb befestigten Schlittens ausgeglichen. Die Kompensation wird im Optimalfall, bei Positionierung in der Mitte der Spindel, vollständig und unmittelbar bei Auftreten ausgeglichen, ohne dass der Schlitten nachpositioniert werden muss. So ist eine Messung von auf dem Schlitten angeordneten Proben störungsfrei möglich oder eine Fertigung unterbrechungsfrei durchführbar und ohne einen Einschwingvorgang - Positionierung, Erwärmung Nachpositionierung Abkühlung, erneute Nachpositionierung - nach einer Positionierung abwarten zu müssen.

[0011] Weiters wird eine neue, kompakte und temperaturstabile, motorisierte Positioniereinheit erstellt, die eine thermische Längenänderung der Komponenten in einer Positioniereinheit kompensiert und eine schnelle und zuverlässige Positionierung ermöglicht. Damit sind Einsatzmöglichkeiten der motorisierten Positioniereinheit in Umgebungen mit großen Temperatursprüngen möglich, ohne dass sich durch die Temperaturänderungen inakzeptable Driftbewegungen ergeben. Es wird eine erfindungsgemäße Positioniereinheit zur genauen Positionierung von Werkstücken oder zur Probenpositionierung für Mikroskope, Rastersondenmikroskope, Rasterkraftmikroskope, Elektronenmikroskope und dergleichen bereitgestellt.

[0012] Besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Vorrichtung werden durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche näher definiert:

[0013] Um zu verhindern, dass der Linearantrieb selbst andere als längs der Spindelachse gerichtete Lasten, beispielsweise Drehmomente um Achsen quer zur Spindelachse, aufnehmen muss, ist ein symmetrischer Aufbau vorteilhaft. Dabei ist vorgesehen, dass vier Kompensationsstäbe verwendet werden, wobei jeweils zwei benachbarte Kompensationsstäbe an einem Ende jeweils über ein Gelenk verbunden sind und an dem jeweils anderen Ende an dem länglichen Teil des Linearantriebs über eine der zwei jeweils am Ende des länglichen Teils des Linearantriebs angeordneten Gelenksanordnungen verbunden sind, wobei jeweils die zwei über die Gelenke verbundenen Kompensationsstäbe und der längliche Teil des Linearantriebs in Form eines Dreiecks angeordnet sind und jeweils der Winkel zwischen den zwei an den Gelenken verbundenen Kompensationsstäben an den Gelenken durch eine thermische Längenänderung des länglichen Teils des Linearantriebs veränderbar ist, wobei die vier Kompensationsstäbe in Form eines Parallelogramms angeordnet sind und wobei der Schlitten mit den Gelenken und der kurze Teil des Linearantriebs mit der Basis verbunden ist oder der Schlitten mit dem kurzen Teil des Linearantriebs und die Basis mit den Gelenken verbunden ist.

So wird der längliche Teil des Linearantriebs nicht auf Biegung beansprucht und der Leichtlauf des Linearantriebs wird garantiert sowie ein Verkippen des Schlittens verhindert.

[0014] Eine besonders günstige Anordnung und Kraftverteilung in den Kompensationsstäben wird erreicht, indem die zwei, insbesondere vier, Kompensationsstäbe die gleiche Länge aufweisen und jeweils die zwei über das Gelenk verbundenen Kompensationsstäbe mit dem länglichen Teil des Linearantriebs in Form eines gleichschenkligen Dreiecks angeordnet sind und insbesondere die vier Kompensationsstäbe in Form eines Parallelogramms angeordnet sind.

[0015] Eine alternative Ausführungsform wird bereitgestellt, indem die zwei, insbesondere vier, Kompensationsstäbe, vorzugsweise paarweise, unterschiedliche Längen aufweisen und jeweils die zwei über das Gelenk verbundenen Kompensationsstäbe mit dem länglichen Teil des Linearantriebs in Form eines allgemeinen Dreiecks angeordnet sind und/oder insbesondere die vier Kompensationsstäbe in Form eines allgemeinen Vierecks angeordnet sind.

[0016] Der Aufbau der Gelenksanordnung wird vereinfacht und so die Kosten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung reduziert, wenn die Gelenksanordnungen jeweils zumindest zwei Teilgelenke aufweisen, wobei jeweils jedes Teilgelenk die Gelenksanordnungen mit jeweils einem Kompensationsstab verbindet.

[0017] Die Größe der Vorrichtung wird reduziert, indem die Gelenke, die Gelenksanordnungen und/oder die Teilgelenke als Festkörpergelenke ausgebildet sind.

Die Verwendung von Festkörpergelenken bietet deutliche Vorteile gegenüber diskreten Gelenken. So sind sie spielfrei, reibungsfrei also weitestgehend linear in ihrem Verhalten, preiswert und in geringerem Bauraum zu realisieren.

[0018] Die Vorrichtung kann besonders flach ausgeführt werden und die Spannungen werden besonders effektiv in der Vorrichtung verteilt, wenn die Gelenke, die Gelenksanordnungen und der Linearantrieb in einer Ebene angeordnet sind, wobei die Gelenke in dieser Ebene verschiebbar sind.

[0019] Die Steifigkeit der Positioniereinheit wird erhöht, wenn die Kompensationsstäbe, die Gelenke und/oder die Gelenksanordnungen zur steiferen Ausführung doppelt ausgeführt sind

und jeweils in je zwei insbesondere parallel zueinander angeordneten Ebenen in einem Abstand zur Bewegungsebene des Linearantriebes, insbesondere in gespiegelter Anordnung um den Linearantrieb, angeordnet sind.

[0020] Der Schlitten wird gegen Verdrehung und Verklemmung geschützt, wenn der Schlitten in zumindest einer Führung, insbesondere einer Kreuzrollenführung, geführt ist. Des Weiteren sind alternativ Linearkugelführungen, aerostatische oder hydrostatische Linearführungen verwendbar.

[0021] Eine bevorzugte Ausführung der Vorrichtung wird erreicht, wenn der Linearantrieb als Spindelantrieb ausgebildet ist, wobei das längliche Teil als Spindel und das kurze Teil als eine auf der Spindel laufende Mutter ausgebildet ist, wobei die Kompensationsstäbe jeweils mit einem der Enden der Spindel über die Gelenkanordnung, insbesondere mit Teilgelenken, verbunden sind und wobei der Schlitten mit der Mutter und die Basis mit dem Gelenk, insbesondere den zwei Gelenken, verbunden ist oder der Schlitten mit dem Gelenk, insbesondere den zwei Gelenken, und die Basis mit der Mutter verbunden ist.

[0022] Die Längenänderung der Spindel wird besonders gut in der Vorrichtung aufgenommen, wenn die Spindel jeweils in einem Lager, insbesondere einem festen Lager, an den Gelenksanordnungen gelagert ist.

Im Falle der Verwendung eines einseitigen eingespannten Lagers muss eine Vorspannung im System verwirklicht werden, die dafür sorgt, dass ein konstruktiv einseitiges Lager dennoch als Festlager wirkt.

[0023] Die Anbindung an den Schlitten oder die Basis kann verbessert werden, wenn die Vorrichtung Federn aufweist, wobei jeweils eine Feder jeweils ein Gelenk mit dem Schlitten oder der Basis verbindet und/oder die Gelenke jeweils durch Federn vorspannbar sind.

Die Vorspannung erlaubt weiters eine Einstellung des Initialzuges bzw. Initialdrucks an dem länglichen Teil des Linearantriebes und den Winkel zwischen den über das Gelenk verbundenen Kompensationsstäben zu verändern.

[0024] Eine einfache Ausführung der Positioniereinheit wird erreicht, indem die Kompensationsstäbe und/oder die Gelenksanordnungen in einer, vorzugsweise ebenen, Platte, insbesondere einem Blech, integriert und als diese Platte ausgebildet sind, wobei die Gelenke und/oder die Teilgelenke, vorzugsweise in der Platte, als Festkörpergelenke, insbesondere als die Kompensationsstäbe und/oder die Gelenksanordnungen verbindende Stege, ausgebildet sind.

Die Herstellung der Platte wird beispielsweise durch Stanzen, Erodieren oder Herausschneiden der Platte aus beispielsweise einem Blech mittels Laser oder anderer geeigneter Fertigungsverfahren erreicht.

[0025] Die Steifigkeit der Positioniereinheit kann weiter erhöht werden, wenn zumindest zwei, insbesondere vier, Platten vorgesehen sind, wobei die Positioniereinheit durch zwei parallel zueinander angeordnete Ebenen von Gelenkstrukturen mit jeweils zwei Lagen von Platten gebildet wird.

[0026] Eine einfache und schmal-bauende Ausführung der Positioniereinheit kann erreicht werden, indem die Federn als Parallelogramm-Struktur ausgebildet sind, wobei die Parallelogramm-Strukturen in den Kompensationsstäben, insbesondere in die Platten, integriert sind.

[0027] Die Verbindung der Gelenke bzw. der Kompensationsstäbe mit dem Schlitten oder der Basis kann erreicht werden, wenn die Kompensationsstäbe, insbesondere an der Parallelogramm-Struktur angeordnete, vorzugsweise im Bereich der Gelenke, Anschlusspunkte aufweisen, wobei die Anschlusspunkte eines Kompensationsstabes mit den Anschlusspunkten des über das jeweilige Gelenk verbundenen Kompensationsstabes jeweils über ein Verbindungselement mit dem Schlitten oder der Basis verbunden sind.

[0028] Um den Wärmeeintrag in die Kompensationsstruktur gering zu halten und lokale Temperaturgradienten zu vermeiden, ist vorgesehen, dass der Linearantrieb, die Gelenksanordnungen und die Kompensationsstäbe zueinander eine gute thermische Kopplung aufweisen, beispiels-

weise über geeignete Materialwahl, wie zum Beispiel gleiche Materialien oder Materialien mit geeigneten Wärmeleitkoeffizienten, und/oder große Kontaktflächen zum Rest der Positioniereinheit, wie etwa dem Schlitten, der Basis und dem Motor, beispielsweise durch kleine Kontaktflächen und den gezielten Einsatz von Isolierschichten, beispielsweise Kunststoffschichten oder Luftspalte, aber thermisch weitestgehend entkoppelt sind. Außerdem wird die Kompensationsstruktur in ihrer thermischen Masse bewusst gering gehalten, während die thermische Masse der nicht lagebestimmenden Komponenten vergleichsweise groß ist. Durch das Zusammenspiel dieser Charakteristika verteilt sich Wärme, die in die Positioniereinheit eingebracht wird vorzugsweise in den nicht lagebestimmenden Teilen. Die geringe Wärmemenge, die dennoch über die thermische Entkopplung in die Kompensationsstruktur fließt, verteilt sich in der Kompensationsstruktur aufgrund der guten thermischen Kopplung und der geringen thermischen Masse schnell und lässt kaum Temperaturgradienten entstehen.

[0029] Eine Positioniereinheit mit einem 2-dimensional positionierbaren Schlitten wird bereitgestellt, indem zwei Positioniereinheiten und jeweils ein den Positioniereinheiten zugeordneter Linearantrieb vorgesehen sind, wobei vorzugsweise die Bewegungsrichtungen der Schlitten der Linearantriebe orthogonal zueinander verlaufen, und wobei einer der Schlitten mit der Basis oder dem Schlitten der jeweils anderen Positioniereinheit verbindbar ist.

[0030] Eine Positioniereinheit mit einem 3-dimensional positionierbaren Schlitten wird bereitgestellt, indem eine weitere Positioniereinheit zur 3-dimensionalen Positionierung vorgesehen ist, wobei vorzugsweise die weitere Positioniereinheit orthogonal zu den zwei Positioniereinheiten angeordnet ist, und mit der Basis oder dem Schlitten einer der zwei Positioniereinheiten verbindbar ist.

[0031] Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

[0032] Die Erfindung ist im Folgenden anhand von besonders vorteilhaften, aber nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielhaft beschrieben:

- [0033]** Fig. 1a zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Positioniereinheit,
- [0034]** Fig. 1b zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Positioniereinheit mit vier Kompensationsstäben,
- [0035]** Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Positioniereinheit mit am Bezugssystem bzw. einer an der Basis befestigten Mutter,
- [0036]** Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Positioniereinheit mit Schlitten in perspektivischer Ansicht,
- [0037]** Fig. 4 zeigt eine perspektivische Schnittansicht gemäß Fig. 3,
- [0038]** Fig. 5a zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der Kompensationsstruktur der erfindungsgemäßen Positioniereinheit,
- [0039]** Fig. 5b zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der Kompensationsstruktur der erfindungsgemäßen Positioniereinheit mit vier Platten,
- [0040]** Fig. 6 und 7 zeigen eine Detailansicht einer Ausführungsform von Gelenken im unverformten und verformten Zustand,
- [0041]** Fig. 8 zeigt eine perspektivische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Positioniereinheit,
- [0042]** Fig. 9 zeigt einen Grundriss einer Ausführungsform der Vorrichtung und

[0043] Fig. 10 eine Ausführungsform der Erfindung mit zwei orthogonal zueinander positionierten Positioniereinheiten.

[0044] Fig. 1a zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Positioniereinheit 10 mit zwei Kompensationsstäben 4a und 4b die über ein Gelenk 6 verbunden sind und in einem gleichschenkligen Dreieck mit einem langen Teil eines Linearantriebs 1 angeordnet sind. Diese Ausführungsform wird in der Figurenbeschreibung der Ausführungsform der Fig. 1b analog erläutert.

[0045] In Fig. 1b ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Positioniereinheit 10 in schematischer Ansicht dargestellt. Die Positioniereinheit 10 weist einen Linearantrieb 1 umfassend einen länglichen Teil und einen kurzen Teil auf. Der Linearantrieb 1 ist bei dieser Ausführungsform als Spindelantrieb ausgebildet, wobei der längliche Teil eine Spindel 2 und der kurze Teil eine Mutter 7 ist. Die Mutter 7 sitzt auf der Spindel 2 und ist an einem Schlitten 3 befestigt. Bei Rotation der Spindel 2 wird der Schlitten 3 durch die Mutter 7 entlang der Spindelachse translatorisch bewegt. Die Spindel 2 ist an ihren Enden mittels zweier Lager 15a und 15b, bei dieser Ausführungsform mittels als Festlager ausgeführter Wälzlager, drehbar gelagert und an den Lagern 15a und 15b jeweils mit einer Gelenksanordnung 5a und 5b verbunden. Die Positioniereinheit 10 weist eine Kompensationsstruktur 11 mit vier Kompensationsstäben 4a, 4b, 4c und 4d auf. Zwei der benachbarten Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c und 4d, nämlich die Kompensationsstäbe 4a und 4b, sind an einem ihrer Enden jeweils über ein Gelenk 6a, bei dieser Ausführungsform beispielsweise ein Scharniergelenk, miteinander verbunden und an ihrem anderen Ende jeweils über die Gelenksanordnung 5a und 5b mit der Spindel 2 des Linearantriebs 1 verbunden. Die beiden weiteren Kompensationsstäbe 4c und 4d sind analog zu den Kompensationsstäben 4a, 4b ebenfalls über ein Gelenk 6b an einem ihrer Enden, dem benachbarten, miteinander verbunden und mit dem jeweils anderen Ende ebenfalls an der Gelenksanordnung 5a und 5b befestigt. Jeweils die Kompensationsstäbe 4a und 4b und die Kompensationsstäbe 4c und 4d bilden zusammen ein Parallelogramm. Die Kompensationsstäbe 4a und 4b sowie die Kompensationsstäbe 4c und 4d bilden über das Gelenk 6a bzw. 6b mit der Spindel 2 des Linearantriebs 1 jeweils ein gleichschenkliges Dreieck. Die Gelenke 6a und 6b sind jeweils über eine Feder 9a, 9b mit der Basis 16, also dem Rahmen der Positioniereinheit 10, verbunden. Die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d sind an den Gelenken 6a und 6b mittels schwenkbarer Scharniergelenke drehbar miteinander verbunden und an der Gelenksanordnung 5a, 5b jeweils an einem Teilgelenk 13a, 13b und 14a, 14b, bei dieser Ausführungsform ebenfalls über ein Scharniergelenk, schwenkbar gelagert. Neben Scharniergelenken sind ebenso Kugelgelenke oder andere drehbare Gelenke für die Gelenke 6a, 6b und die Teilgelenke 13a, 13b und 14a, 14b geeignet und können analog verwendet werden.

[0046] Bei einer thermisch bedingten Längenänderung der Spindel 2 wird der Abstand zwischen den beiden Gelenksanordnungen 5a und 5b vergrößert. Die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c 4d werden über die Gelenksanordnungen 5a und 5b und die Teilgelenke 13a, 13b und 14a, 14b geneigt und die Gelenke 6a, 6b werden orthogonal zur Spindelachse in Richtung der Spindel 2 verschoben. Dies bewirkt weiters eine Vergrößerung, des Winkels zwischen den Kompensationsstäben 4a und 4b bzw. 4c und 4d. Durch die Befestigung der Gelenke 6a und 6b an der Basis 16, wird die Längenänderung der Spindel 2, durch die Veränderung des Winkels zwischen den Kompensationsstäben 4a und 4b bzw. 4c und 4d und der Verschiebung der Gelenke 6a, 6b in Richtung der Spindel 2, nicht auf den Schlitten 3 übertragen und der Schlitten 3 verharrt an seinem Ort. Die Federn 9a und 9b, die die Gelenke 6a, 6b mit der Basis 16 verbinden, können zur besseren Einstellung des Abstands zwischen den Gelenken 6a, 6b oder zur Vermeidung eines Lagerspiels in den Gelenksanordnungen 5a und 5b, eine Vorspannung aufweisen oder aufbringen. Die Federn 9a, 9b können äquivalent auch durch pneumatische oder geregelte hydraulische Zylinder oder durch andere Federarten ersetzt werden.

[0047] Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform weist einen analogen Aufbau der Positioniereinheit 10 zu der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform auf. Jedoch ist die Mutter 7 fest mit der Basis 16, also dem Rahmen der Positioniereinheit 10 und dem Bezugssystem, verbunden. Der Schlitten 3 ist bei dieser Ausführungsform mit den Gelenken 6a, 6b über die Federn 9a und

9b verbunden. Bei dieser Anordnung werden bei Rotation der Spindel 2, die Spindel 2, durch die feststehende Mutter 7, die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c 4d, die Gelenksanordnungen 5a, 5b, die Gelenke 6a, 6b und der an den Gelenken 6a, 6b verbundene Schlitten 3 translatorisch bewegt. Der Schlitten 3 ist zur besseren Führung auf den beiden Längsseiten jeweils über eine Führung 8a, 8b, z.B. Kreuzrollenführungen, geführt und gelagert.

[0048] In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform der Positioniereinheit 10 mit dem Schlitten 3 und dem Linearantrieb 1 in einer perspektivischen Ansicht dargestellt. Fig. 4 zeigt dazu die Schnittansicht dieser Ausführungsform. Die Spindel 2 wird durch einen Motor 23 (Fig. 8) rotiert und bewegt die Spindel 2 relativ zu der an der Basis 16 bzw. dem Rahmen befestigten Mutter 7. Die Lagerung der Spindel 2 erfolgt über Wälzlager 18a, 18b, die an beiden Enden der Spindel 2 angebracht sind. Der Innenring der Wälzlager 18a, 18b wird an einer Wellenschulter der Spindel 2 und der Außenring jeweils in einer Lagerschale 17a, 17b geklemmt. An der Ober- und Unterseite der Lagerschalen 17a, 17b greifen die Gelenksanordnungen 5a, 5b an.

[0049] In Fig. 5a ist die Kompensationsstruktur 11 der Positioniereinheit 10 der in Fig. 3 und 4 beschriebenen Anordnung dargestellt. Die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d sind in zwei Platten 20a und 20b, z.B. dünne Metall-Bleche, gemeinsam mit den Gelenksanordnungen 5a, 5b ausgebildet bzw. integriert. Die Lagerschalen 17a, 17b sind mit den Gelenksanordnungen 5a, 5b verbunden. Die gesamte Kompensationsstruktur 11 wird durch zwei parallel zueinander angeordnete Ebenen von Gelenkstrukturen mit einer der Platten 20a und 20b gebildet, wobei die beiden Ebenen der Gelenkstrukturen gespiegelt um die Achse der Spindel 2 bzw. gespiegelt zu dem Linearantrieb 1 angeordnet sind. Dies erhöht die Steifigkeit zwischen Schlitten 3 und Basis 16. Außerdem bleibt die Konstruktion so symmetrisch, ohne dass die Kompensationsstruktur 11 auf der Höhe der Spindel liegen muss.

[0050] Fig. 5b zeigt eine weitere Ausführungsform der Kompensationsstruktur 11 der Positioniereinheit 10 mit vier Platten 20a, 20b, 20c, 20d. Die gesamte Kompensationsstruktur 11 wird durch zwei parallel zueinander angeordnete Ebenen von Gelenkstrukturen mit jeweils zwei Lagen von aneinander anliegenden Platten 20a, 20b, 20c, 20d gebildet, wobei die beiden Ebenen der Gelenkstrukturen gespiegelt um die Achse der Spindel 2 bzw. gespiegelt zu dem Linearantrieb 1 angeordnet sind. Die Platten 20a, 20b, 20c, 20d sind ident ausgebildet und liegen deckend übereinander. Die Gelenke 6a, 6b und die Teilgelenke 13a, 13b, 14a, 14b sind in den Platten 20a, 20b, 20c, 20d, als Festkörpergelenke ausgebildet (Fig. 9). Die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d und die Gelenksanordnungen 5a, 5b werden durch die als Festkörpergelenke ausgebildeten Gelenke 6a, 6b und Teilgelenke 13a, 13b, 14a, 14b, bei dieser Ausführungsform in den Platten 20a, 20b, 20c, 20d ausgebildete Stege, gelenkig verbunden.

[0051] Die Platten 20a, 20b, 20c, 20d sind in sich geschlossen und mit der Basis 16 über die Mutter 7 verbunden. Die Platten 20a, 20b, 20c, 20d sind mit dem Schlitten 3 über vier Paare von Anschlusspunkten 19a, 19b, 19c, 19d verbunden. Wie in Fig. 5a und 5b dargestellt, können die Anschlusspunkte 19a, 19b, 19c, 19d mittels Verbindungselementen 21a, 21b, 21c, 21d paarweise über Schrauben verbunden werden und erst diese Verbindungselemente 21a, 21b, 21c, 21d werden dann mit dem Schlitten 3 verbunden. Alternativ können die Anschlusspunkte 19a, 19b, 19c, 19d direkt mit dem Schlitten 3 verbunden sein.

[0052] Bei einer Ausdehnung der Spindel 2 bewegen sich die Lagerungen der Spindel 2 mit der Spindel 2 mit, der Schlitten 3 bleibt jedoch ortsfest. Die Gelenke 6a, 6b und die Teilgelenke 13a, 13b und 14a, 14b kompensieren analog zu der in Fig. 2 beschriebenen Ausführungsform die Ausdehnung der Spindel 2 und somit bleibt der Schlitten 3 und eine etwaige auf dem Schlitten 3 die zu untersuchende Probe auf der Positioniereinheit 10 ebenfalls ortsfest. Alternativ ist der Aufbau auch in umgekehrte Funktionsrichtung mit einer bewegten Mutter 7 und fester Spindel 2 möglich.

[0053] Die Anschlusspunkte 19a, 19b, 19c, 19d und die Federn 9a, 9b, 9c, 9d werden ebenfalls als Festkörpergelenke ausgeführt bzw. an die Festkörpergelenke angepasst. Eine Detailansicht der Anschlusspunkte 19a, 19b wird in Fig. 6 im unverformten und in Fig. 7 im verformten Zustand dargestellt. Das als Festkörpergelenk ausgebildete Gelenk 6a ermöglicht die relative

Verkipfung der beiden Kompensationsstäbe 4a, 4b zueinander und legt den Drehpunkt der Verkipfung weitestgehend fest. Die Lage des Drehpunkts in orthogonaler Richtung zur Spindelachse wird an jedem der beiden Kompensationsstäbe 4a, 4b über jeweils eine Parallelogramm-Struktur 22a definiert, die in der Einbaulage eine weitestgehend reine Bewegung quer zur Spindelachse erlauben, eine Translation der Gelenke 6a, 6b längs der Spindelachse aber verhindern. Die Parallelogramm-Strukturen 22a selbst sind über die Anschlusspunkte 19a mit dem Schlitten 3 verbunden. Ist eine Vorspannung der Spindel 2 über die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d der Positioniereinheit 10 gewünscht, können die Anschlusspunkte 19a, 19b, 19c, 19d im Laufe der Montage in Richtung der Spindel 2 oder von der Spindel 2 weg gespannt werden und so einen Initial-Zug oder -Druck auf die Spindel 2 bewirken.

[0054] Bestehen der Schlitten 3 und Kompensationsstruktur 11 der Positioniereinheit 10 aus Materialien mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten, ist es möglich, jeweils die Anschlusspunkte 19a, 19b, 19c, 19d zweier Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d zuerst über Verbindungselemente 21a, 21b, 21c, 21d zu verbinden, die den gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen wie die Kompensationsstruktur 11 der Positioniereinheit 10 und diese Verbindungselemente 21a, 21b, 21c, 21d mit dem Schlitten 3 zu verbinden. Auf diese Weise können temperaturinduzierte Spannungen zwischen den Anschlusspunkten 19a, 19b, 19c, 19d in den Parallelogramm-Strukturen 22a, 22b, 22c, 22d verhindert werden. Fig. 7 zeigt eine Detailansicht der Kompensationsstäbe 4a, 4b in verformten Zustand und die dadurch bewirkte Verformung der Parallelogramm-Strukturen 22a. Die Anschlusspunkte 19a bzw. das Gelenk 6a werden dabei in orthogonaler Richtung zur Achse der Spindel 2 verschoben, eine Bewegung längs der Spindelachse wird unterbunden.

[0055] In Fig. 8 ist eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Positioniereinheit 10 mit Linearantrieb 1 und Schlitten 3 dargestellt. An einem Ende der Spindel 2 ist ein Antrieb, hier ein Schrittmotor 23, befestigt, der die Rotation der Spindel 2 erzeugt. Die Mutter 7 ist fest mit der Basis 16 verbunden. Eine Rotation der Spindel 2 bewirkt die Verschiebung der Spindel 2 entlang der Spindelachse und somit die Translation des Schlittens 3 in Richtung der Spindelachse.

[0056] Fig. 9 zeigt eine Draufsicht einer in Fig. 5 beschriebenen Platte 20 mit den in der Platte 20 bzw. dem Blech integrierten Kompensationsstäben 4a, 4b, 4c, 4d, Anschlusspunkten 19a, 19b, Gelenken 6a, 6b, Gelenksanordnungen 5a, 5b mit Teilgelenken 13a, 13b und 14a, 14b und Parallelogramm-Strukturen 22a, 22b.

[0057] Eine weitere Ausführungsform der Vorrichtung beinhaltet vier Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d welche paarweise unterschiedliche Längenmaße aufweisen, beispielsweise können die Kompensationsstäbe 4a und 4c bzw. 4b und 4d jeweils unterschiedliche Längen aufweisen und in Form eines allgemeinen Vierecks angeordnet sein.

[0058] Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Es wird die Kombination zweier Positioniereinheiten 10a, 10b mit je einem Schlitten 3a, 3b und jeweils einem Linearantrieb 1a, 1b zur Kompensation von temperaturbedingten Positionsfehlern dargestellt. Diese Kombination erlaubt es, nicht nur lineare Verstellvorgänge zu bewerkstelligen, sondern auch 2-dimensionale Bewegungen und gleichzeitige temperaturbedingte Positionsfehler zu vermeiden. Eine zusätzliche Positioniereinheit orthogonal zu den beiden Positioniereinheiten 10a und 10b und somit eine 3-dimensionale Bewegung und gleichzeitige temperaturbedingte Positionsfehlerkompensation ist ebenso realisierbar.

[0059] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist es, ein geeignetes Temperaturmanagement für erfindungsgemäße Positioniereinheit 10 bereitzustellen. Die zuvor beschriebenen Aspekte der Erfindung gehen bisher alle von einem quasi-stationären Zustand aus, unterstellen also, dass alle Komponenten die gleiche Temperatur besitzen. Bildet sich aber beispielsweise in der Spindel 2 ein Temperaturgradient aus, der beispielsweise durch die Anbringung des Antriebes an einem Ende wahrscheinlicher ist, dann kommt es zu einer ungleichförmigen Ausdehnung der Spindel 2.

[0060] Bei den in Fig. 3 bis 10 dargestellten Ausführungsformen wird neben der Bereitstellung einer Kompensationsstruktur 11 dem Effekt der inhomogenen Temperaturverteilung in den Komponenten der gezielte Aspekt von thermischer Isolation und thermische Kopplung entgegengesetzt. Die Komponenten die für die Lage des Schlittens 3 entlang seiner Verfahrriichtung verantwortlich sind, also die Spindel 2, die Mutter 7, die Lager 18a, 18b, die Gelenksanordnungen 5a, 5b und die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d und/oder die Platten 20a, 20b, 20c, 20d, werden zueinander thermisch gut gekoppelt und in ihrer thermischen Masse bewusst gering gehalten. Dies bewirkt, dass Wärme, die bis zu diesen Komponenten vordringt sich schnell und gleichmäßig verteilt und die Temperaturgradienten werden auf diesem Weg klein gehalten. Zu den umliegenden Komponenten wie etwa dem Schlitten 3 und dem Motor 23 wird eine hohe thermische Isolation angestrebt. Außerdem wird eine hohe thermische Masse dieser Teile angestrebt. Dadurch findet Wärme aus diversen Quellen wie etwa dem Motor 23 ihren Weg eher in die nicht lagebestimmenden Komponenten, also den Schlitten 3, die Basis 16 und andere Strukturelemente. Außerdem ist der Wärmestrom über die Grenzen in den lagebestimmenden Bereich, Linearantrieb 1, Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d Gelenke 6a, 6b usw., hinein klein im Vergleich zum Wärmestrom der im Inneren dieses Bereichs für eine gleichmäßige Verteilung sorgt. Bei einer realistischen Temperaturerhöhung (z.B. durch den Motorantrieb) von 1-2°C dehnt sich die Spindel 2 um etwa 5µm aus.

[0061] Der Rahmen des Schrittmotors 23 ist in der Ausführungsform der Fig.8 und 10 mit dem Schlitten 3 verbunden. Ebenso ist es auch denkbar, den Motor 23 an einer der Lagerschalen 17a oder 17b anzuordnen. Diese Herangehensweise hat den Vorteil, dass sich der Motor 23 direkt im Antriebsstrang abstützt und das Torsionsmoment nicht über die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d abgestützt wird.

[0062] Die Gelenke 6a, 6b und die Gelenksanordnungen 5a, 5b in der dargestellten Ausführungsform werden als Festkörpergelenken realisiert. Die Verwendung von Festkörpergelenken bietet deutliche Vorteile gegenüber diskreten Gelenken. So sind sie spielfrei, reibungsfrei also weitestgehend linear in ihrem Verhalten und in geringerem Bauraum zu realisieren. Alternativ dazu können auch diskrete Gelenke mit Gleit- und Wälzlager (z.B. Kugel- Zylinder- oder Nadelager) verwendet werden.

[0063] Wie bereits in der Figurenbeschreibung erwähnt, ist eine Anordnung, in der die temperaturkompensierenden Komponenten der Positioniereinheit 10 zur Temperaturkompensation nicht Teil des Schlittens 3, sondern Teil der Basis 16 ist, ebenfalls denkbar.

[0064] Die oben beschriebene Erfindung kann analog auch an andern Linearantrieben eingesetzt werden. Beispiele dafür sind:

Spindeltriebe, Kugelgewindetriebe, zum Beispiel Kugelumlaufspindel, Rollengewindetriebe mit Rollenrückführung, Planetenrollengewindetriebe, Trapezgewindetriebe, Steilgewindetriebe, Hydrostatische Gewindetriebe; Linearmotoren; Elektromechanische Zylinder, zum Beispiel Elektromotor mit Spindeltrieb; Pneumatikzylinder; Hydraulikzylinder; Gasdruckfedern; Zahnstangenantriebe; Scotch-Yoke-Kurbeltriebe, zum Beispiel Kurbelschlaufe; oder Zahnriemenantriebe.

[0065] Eine weitere Äquivalent-Ausführung der Positioniereinheit 10 zur Kompensation von temperaturbedingten Längenänderungen in Linearantrieben ist auch mittels Biegestäben möglich. Die Biegestäbe können dabei die Kompensationsstäbe 4a, 4b, 4c, 4d und/oder die Gelenke 6a, 6b sowie die Gelenksanordnungen 5a, 5b ersetzen. Die Biegestäbe könnten in gekrümmter Form oder in dreieckiger Anordnung ausgeführt sein. Die Längenänderung des Linearantriebs 1 würde sodann die Biegestäbe verformen und die Krümmung der Biegestäbe oder den Winkel der Biegestäbe zueinander verändern und auf diese Weise das erfindungsgemäße Prinzip der Längenänderungs-Kompensation verwirklichen.

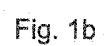
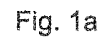
Patentansprüche

1. Positioniereinheit für einen mit einem Linearantrieb (1) verstellbaren Schlitten (3) und einer Basis (16), wobei der Linearantrieb (1), insbesondere Spindelantrieb oder Linearmotor, einen länglichen Teil und einen kurzen Teil aufweist **dadurch gekennzeichnet**, dass die Positioniereinheit (10) zumindest zwei Kompensationsstäbe (4a, 4b) aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte Kompensationsstäbe (4a, 4b) an einem Ende über ein Gelenk (6) miteinander verbunden sind und an dem jeweils anderen Ende mit dem länglichen Teil des Linearantriebs (1) über eine von zwei jeweils am Ende des länglichen Teils des Linearantriebs (1) angeordneten Gelenksanordnungen (5a, 5b) verbunden sind, wobei die Kompensationsstäbe (4a, 4b) und der längliche Teil des Linearantriebs (1) in Form eines Dreiecks angeordnet sind und der Winkel zwischen den Kompensationsstäben (4a, 4b) an dem Gelenk (6) durch eine thermische Längenänderung des länglichen Teils des Linearantriebs (1) veränderbar ist und wobei der Schlitten (3) mit dem Gelenk (6) und der kurze Teil des Linearantriebs (1) mit der Basis (16) verbunden ist oder der Schlitten (3) mit dem kurzen Teil des Linearantriebs (1) und die Basis (16) mit dem Gelenk (6) verbunden ist.
2. Positioniereinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass vier Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) vorgesehen sind, wobei jeweils zwei benachbarte Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) an einem Ende jeweils über ein Gelenk (6a, 6b) verbunden sind und an dem jeweils anderen Ende an dem länglichen Teil des Linearantriebs (1) über eine der zwei jeweils am Ende des länglichen Teils des Linearantriebs (1) angeordneten Gelenksanordnungen (5a, 5b) verbunden sind, wobei jeweils die zwei über die Gelenke (6a, 6b) verbundenen Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) und der längliche Teil des Linearantriebs (1) in Form eines Dreiecks angeordnet sind und jeweils der Winkel zwischen den zwei an den Gelenken (6a, 6b) verbundenen Kompensationsstäben (4a, 4b) an den Gelenken (6a, 6b) durch eine thermische Längenänderung des länglichen Teils des Linearantriebs (1) veränderbar ist, wobei die vier Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) in Form eines Parallelogramms angeordnet sind und wobei der Schlitten (3) mit den Gelenken (6a, 6b) und der kurze Teil des Linearantriebs (1) mit der Basis (16) verbunden ist oder der Schlitten (3) mit dem kurzen Teil des Linearantriebs (1) und die Basis (16) mit den Gelenken (6a, 6b) verbunden ist.
3. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei, insbesondere vier, Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) die gleiche Länge aufweisen und jeweils die zwei über das Gelenk (6) verbundenen Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) mit dem länglichen Teil des Linearantriebs (1) in Form eines gleichschenkligen Dreiecks angeordnet sind und insbesondere die vier Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) in Form eines Parallelogramms angeordnet sind.
4. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei, insbesondere vier, Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d), vorzugsweise paarweise, unterschiedliche Längen aufweisen und jeweils die zwei über das Gelenk (6) verbundenen Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) mit dem länglichen Teil des Linearantriebs (1) in Form eines allgemeinen Dreiecks angeordnet sind und/oder insbesondere die vier Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) in Form eines allgemeinen Vierecks angeordnet sind.
5. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gelenksanordnungen (5a, 5b) jeweils zumindest zwei Teilgelenke (13a, 13b, 14a, 14b) aufweisen, wobei jeweils jedes Teilgelenk (13a, 13b, 14a, 14b) die Gelenksanordnungen (5a, 5b) mit jeweils einem Kompensationsstab (4a, 4b, 4c, 4d) verbindet.
6. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gelenke (6a, 6b), die Gelenksanordnungen (5a, 5b) und/oder die Teilgelenke (13a, 13b, 14a, 14b) als Festkörpergelenke ausgebildet sind.

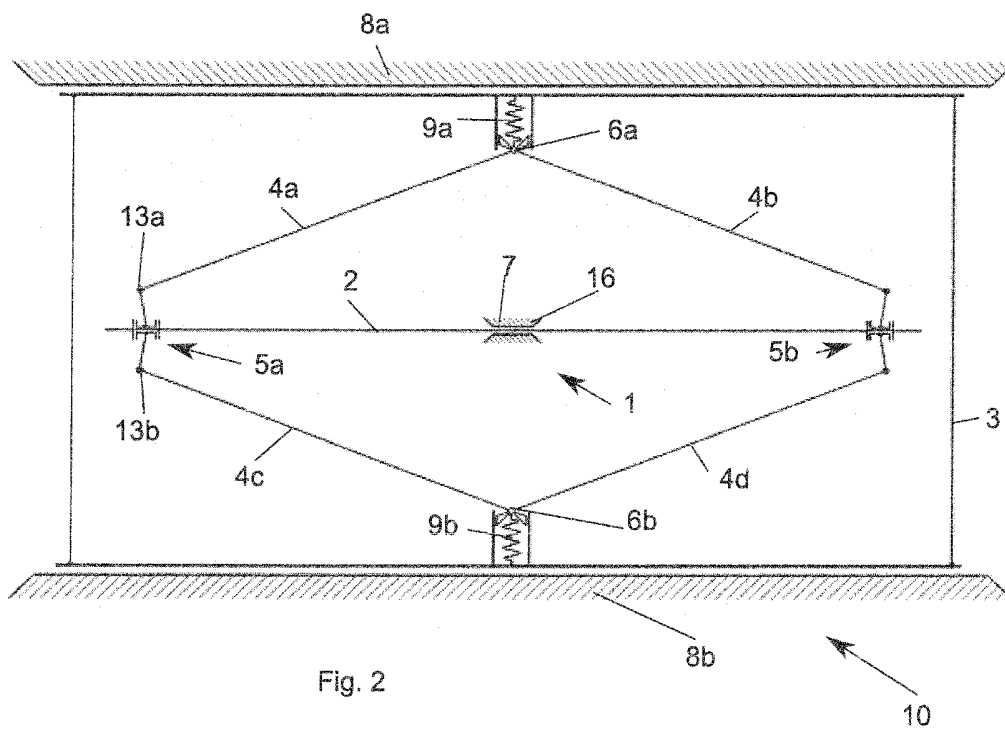
7. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gelenke (6a, 6b), die Gelenksanordnungen (5a, 5b) und der Linearantrieb (1) in einer Ebene angeordnet sind und die Gelenke (6a, 6b) in dieser Ebene verschiebbar sind.
8. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kompensationsstäbe, die Gelenke und/oder die Gelenksanordnungen zur steiferen Ausführung doppelt ausgeführt sind und jeweils in je zwei insbesondere parallel zueinander angeordneten Ebenen in einem Abstand zur Bewegungsebene des Linearantriebes (1), insbesondere in gespiegelter Anordnung um den Linearantrieb (1), angeordnet sind.
9. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schlitten (3) in zumindest einer Führung (8), insbesondere einer Kreuzrollenführung, geführt ist.
10. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Linearantrieb (1) als Spindelantrieb ausgebildet ist, wobei das längliche Teil als Spindel (2) und das kurze Teil als eine auf der Spindel (2) laufende Mutter (7) ausgebildet ist, wobei die Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) jeweils mit einem der Enden der Spindel (2) über die Gelenkanordnung (5a, 5b), insbesondere mit Teilgelenken (13a, 13b, 14a, 14b), verbunden sind und wobei der Schlitten (3) mit der Mutter (7) und die Basis (16) mit dem Gelenk (6), insbesondere den zwei Gelenken (6a, 6b), verbunden ist oder der Schlitten (3) mit dem Gelenk (6), insbesondere den zwei Gelenken (6a, 6b), und die Basis (16) mit der Mutter (7) verbunden ist.
11. Positioniereinheit nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spindel (2) jeweils in einem Lager (18a, 18b), insbesondere einem Festlager, an den Gelenksanordnungen (5a, 5b) gelagert ist.
12. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung Federn (9a, 9b) aufweist, wobei jeweils eine Feder (9a, 9b) jeweils ein Gelenk (6a, 6b) mit dem Schlitten (3) oder der Basis (16) verbindet und/oder die Gelenke (6a, 6b) jeweils durch Federn (9a, 9b) vorspannbar sind.
13. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) und/oder die Gelenksanordnungen (5a, 5b) in einer, vorzugsweise ebenen, Platte (20), insbesondere einem Blech, integriert und als diese Platte (20) ausgebildet sind, wobei die Gelenke (6a, 6b) und/oder die Teilgelenke (13a, 13b, 14a, 14b), vorzugsweise in der Platte (20), als Festkörpergelenke, insbesondere als die Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) und/oder die Gelenksanordnungen (5a, 5b) verbindene Stege, ausgebildet sind.
14. Positioniereinheit nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei, insbesondere vier, Platten (20a, 20b, 20c, 20d) vorgesehen sind, wobei die Positioniereinheit (10) durch zwei parallel zueinander angeordnete Ebenen von Gelenkstrukturen mit jeweils zwei Lagen von Platten (20a, 20b, 20c, 20d) gebildet ist.
15. Positioniereinheit nach Anspruch 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Federn (9a, 9b) als Parallelogramm-Struktur (22a, 22b) ausgebildet sind, wobei die Parallelogramm-Strukturen (22a, 22b) in den Kompensationsstäben (4a, 4b, 4c, 4d), insbesondere in die Platten (20a, 20b, 20c, 20d), integriert sind.
16. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d), insbesondere an der Parallelogramm-Struktur (22a, 22b) angeordnete, vorzugsweise im Bereich der Gelenke (6a, 6b), Anschlusspunkte (19a, 19b) aufweisen, wobei die Anschlusspunkte (19a, 19b) eines Kompensationsstabes (4a, 4b, 4c, 4d) mit den Anschlusspunkten (19a, 19b) des über das jeweilige Gelenk (6a, 6b) verbundenen Kompensationsstabes (4a, 4b, 4c, 4d) jeweils über ein Verbindungselement (21a, 21b) mit dem Schlitten (3) oder der Basis (16) verbunden sind.

17. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Linearantrieb (1), die Gelenksanordnungen (5a, 5b) und die Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c, 4d) eine gute thermische Kopplung zueinander und geringe thermische Massen aufweisen und/oder der Schlitten (3), die Basis (16) und der Motor (23) zu dem Linearantrieb (1), den Gelenksanordnungen (5a, 5b) und den Kompensationsstäben (4a, 4b, 4c, 4d) thermisch entkoppelt sind und eine große thermische Masse in Verhältnis zu den Massen des Linearantriebs (1), der Gelenksanordnungen (5a, 5b) und der Kompensationsstäbe (4a, 4b, 4c 4d) aufweisen.
18. Positioniereinheit nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Positioniereinheiten (10a, 10b) und jeweils eine den Positioniereinheiten (10a, 10b) zugeordneten Lineareinheit (1a, 1b) vorgesehen sind, wobei vorzugsweise die Bewegungsrichtungen der Schlitten (3a, 3b) der Linearantriebe (1a, 1b) orthogonal zueinander verläuft, und wobei einer der Schlitten (3a, 3b) mit der Basis (16) oder dem Schlitten (3a, 3b) der jeweils anderen Positioniereinheit (10a, 10b) verbindbar ist.
19. Positioniereinheit nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine weitere Positioniereinheit, zur 3-dimensionalen Positionierung, vorgesehen ist, wobei vorzugsweise die weitere Positioniereinheit orthogonal zu den zwei Positioniereinheiten (10a und 10b) angeordnet ist, und mit der Basis (16a, 16b) oder dem Schlitten (3a, 3b) einer der zwei Positioniereinheiten (10a, 10b) verbindbar ist.

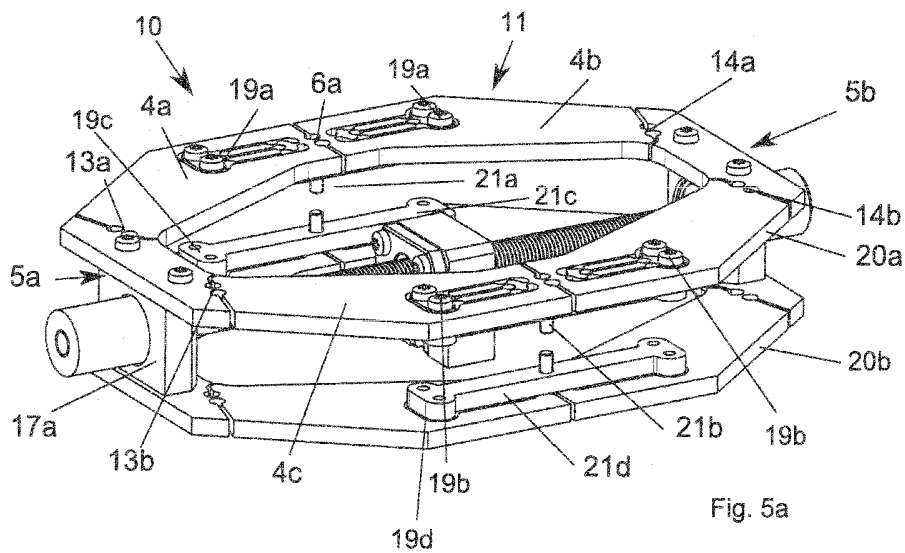
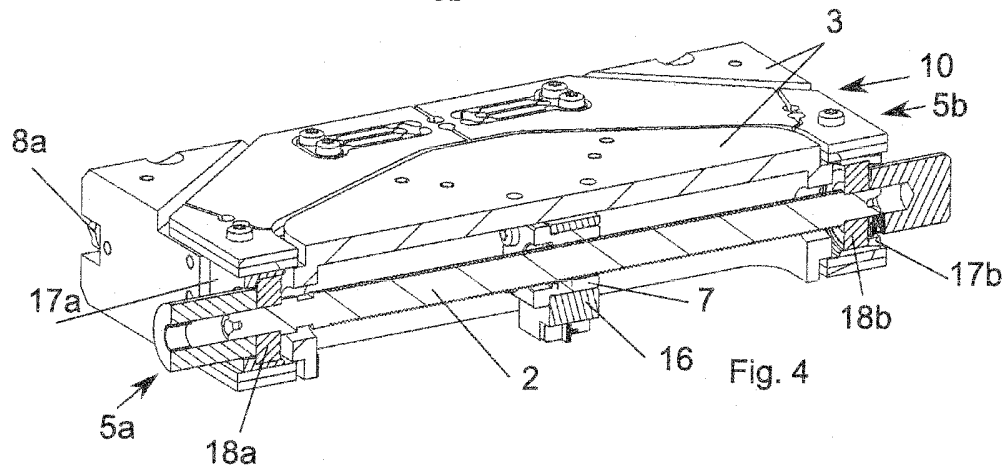
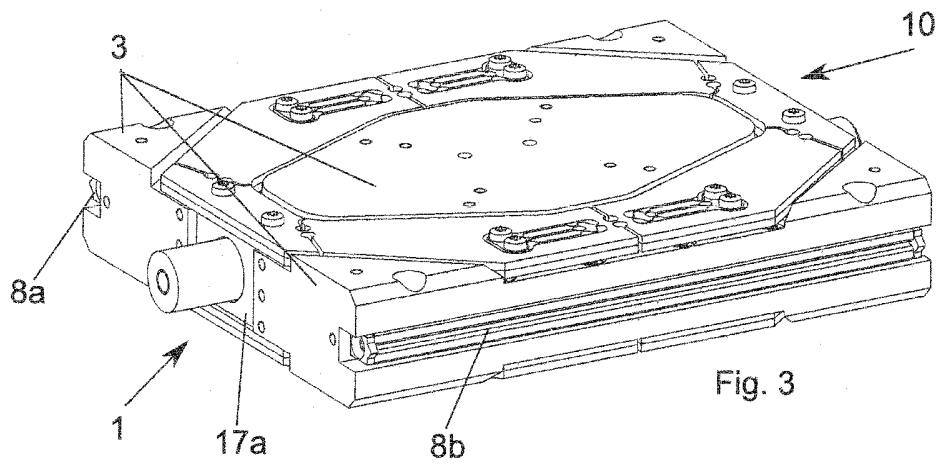
Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

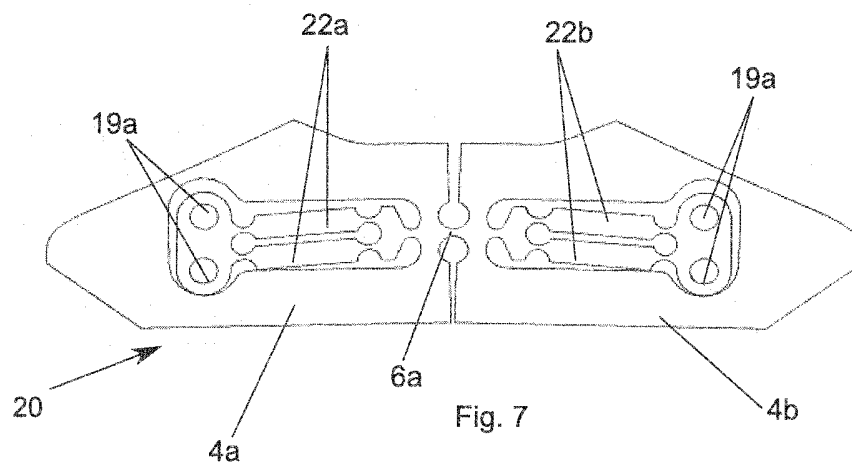
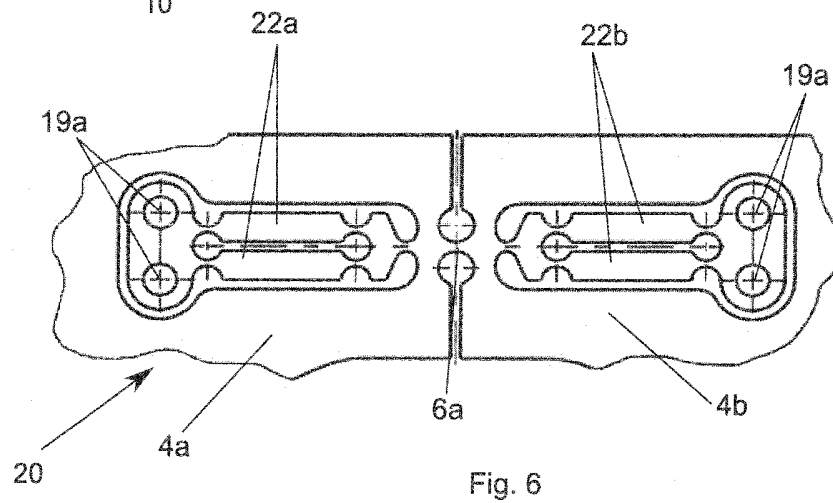
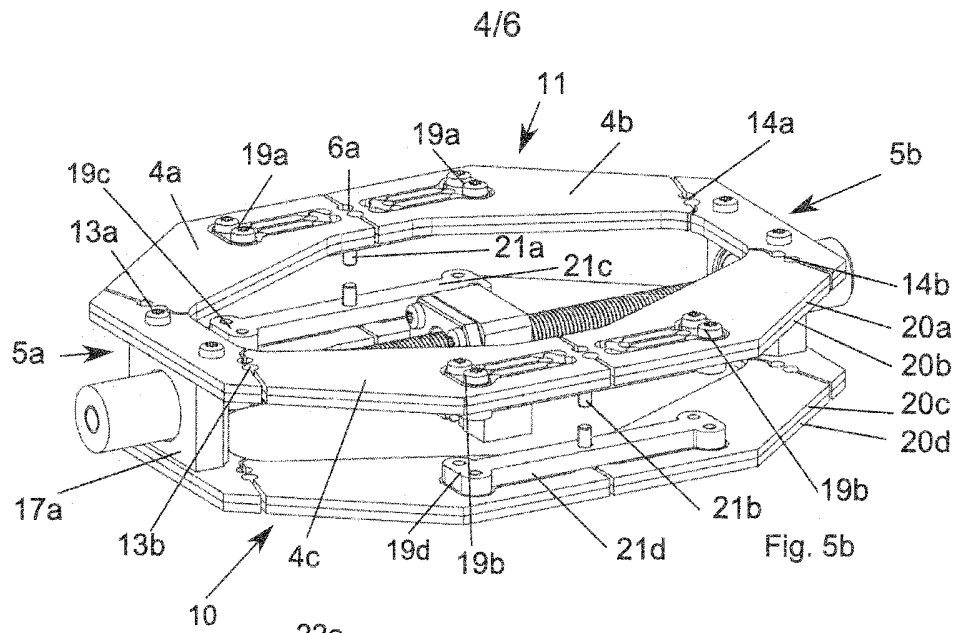


2/6

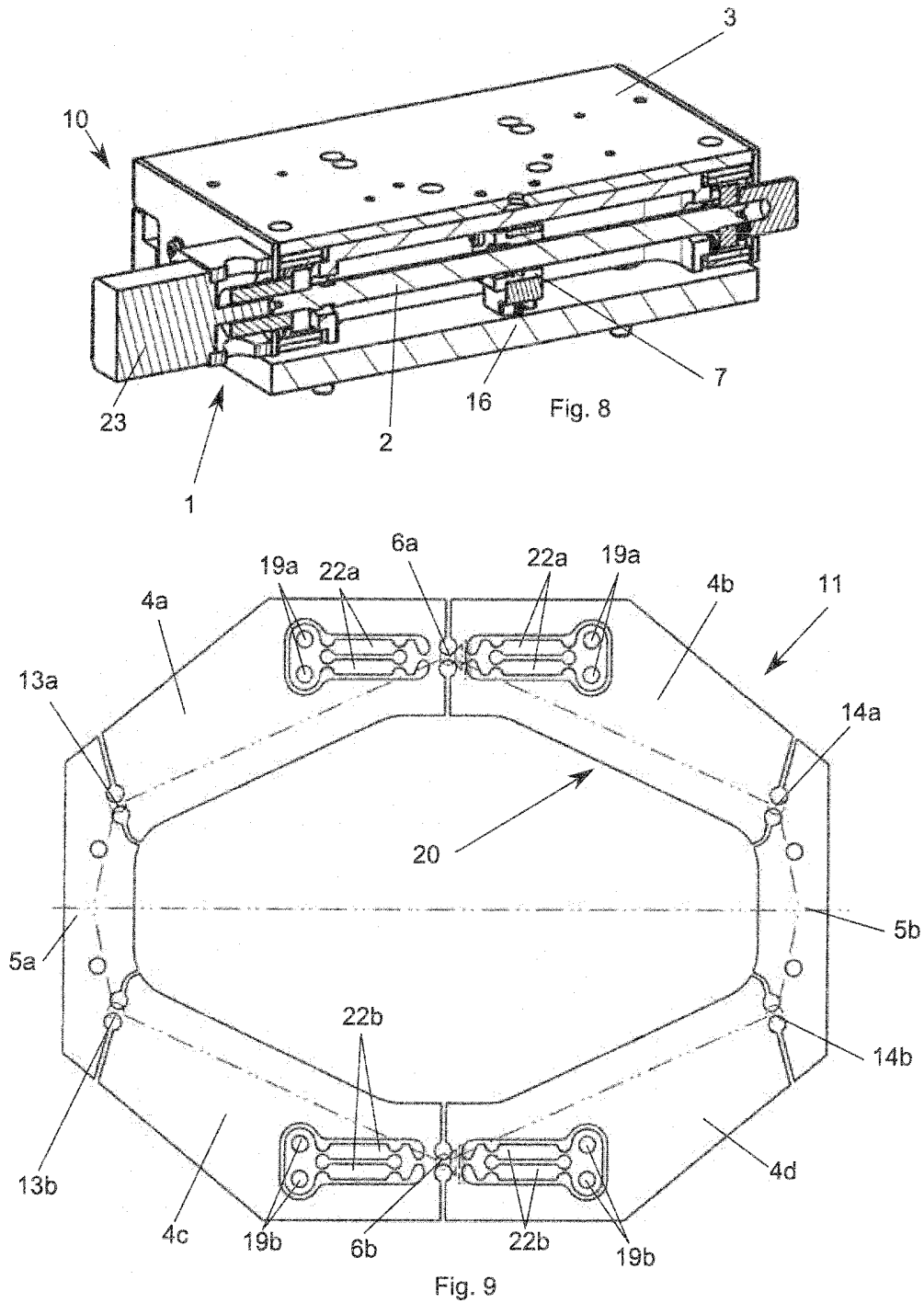


3/6





5/6



6/6

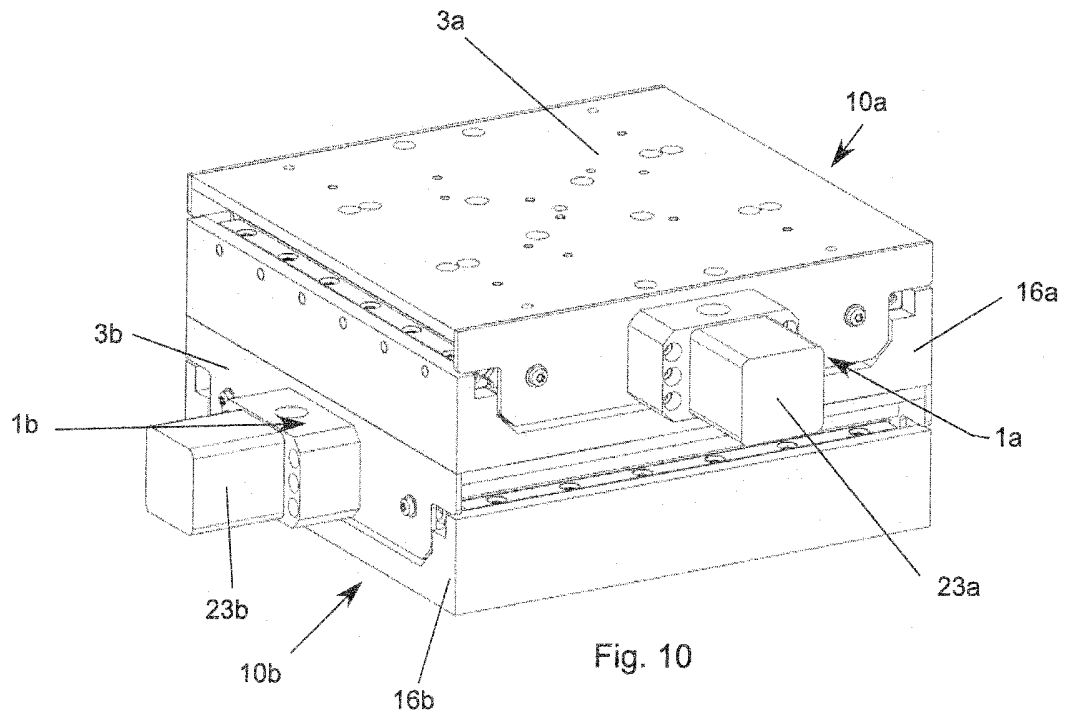


Fig. 10