

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. April 2010 (01.04.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/034556 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01C 19/56 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/060131
- (22) Internationales Anmeldedatum:
5. August 2009 (05.08.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102008042369.6
25. September 2008 (25.09.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SATTLER, Robert** [DE/DE]; Friedenstr. 55, 71229 Leonberg (DE). **MEISEL, Daniel Christoph** [DE/DE]; Goethestr. 9, 71665 Vaihingen An Der Enz (DE). **HAUER, Joerg** [DE/DE]; Unterer Muehlweg 7/3, 72762 Reutlingen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COUPLING STRUCTURE FOR A YAW RATE SENSOR DEVICE, YAW RATE SENSOR DEVICE, AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung : KOPPELSTRUKTUR FÜR EINE DREHRATENSSENSORVORRICHTUNG, DREHRATENSSENSORVORRICHTUNG UND HERSTELLUNGSVERFAHREN

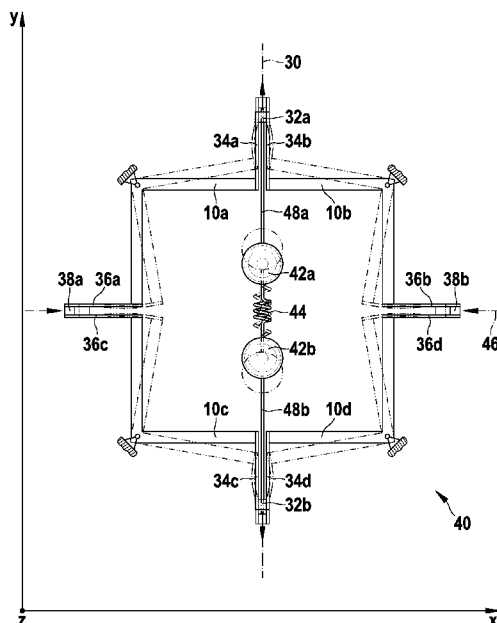


Fig. 1C

(57) Abstract: The present invention relates to a coupling structure (40) for a yaw rate sensor device, having at least one first oscillating mass (42a), and a first frame which surrounds the first oscillating mass (42a) and to which the first oscillating mass (42a) is coupled; wherein the first frame comprises four angle elements (10a,10b,10c,10d), each of the angle elements (10a,10b,10c,10d) having at least one first limb and a second limb, and a further adjacent angle element (10a,10b,10c,10d) of the four angle elements (10a,10b,10c,10d) being coupled to the first limb and the second limb. The present invention further relates to a further coupling structure (40) for a yaw rate sensor device, to a yaw rate sensor device, to a method for producing a coupling structure (40) for a yaw rate sensor device, and to a method for producing a yaw rate sensor device.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Koppelstruktur (40) für eine Drehratensensorvorrichtung mit mindestens einer ersten Schwingmasse (42a); und einem die erste Schwingmasse (42a) umgebenden ersten Rahmen, an welchen die erste Schwingmasse (42a) gekoppelt ist; wobei der erste Rahmen vier Winkelemente (10a,10b,10c,10d) umfasst, von denen jedes der Winkelemente (10a,10b,10c,10d) mindestens einen ersten Schenkel und einen zweiten Schenkel aufweist und mit dem ersten Schenkel und mit dem zweiten Schenkel jeweils an ein anderes benachbartes Winkelement (10a,10b,10c,10d) der vier Winkelemente (10a,10b,10c,10d) gekoppelt ist. Des

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/034556 A2

5 Beschreibung

Titel

Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung, Drehratensensorvorrichtung und Herstellungsverfahren

10

Die Erfindung betrifft Koppelstrukturen für eine Drehratensensorvorrichtung und Herstellungsverfahren für solche Koppelstrukturen. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Drehratensensorvorrichtung und ein Herstellungsverfahren für eine entsprechende Drehratensensorvorrichtung.

15 STAND DER TECHNIK

An einem rotierbaren Körper wird häufig ein Drehratensensor angebracht, um eine Drehrate einer Rotationsbewegung des Körpers zu messen. Ein herkömmlicher Drehratensensor weist in der Regel mindestens eine erste Schwingmasse und eine zweite Schwingmasse (seismische Masse) auf, welche
20 mittels eines Antriebs in lineare Schwingbewegungen versetzbar sind. Dabei ist der Antrieb so ausgelegt, dass die erste Schwingmasse und die zweite Schwingmasse um 180° phasenversetzt (anti-parallel) zueinander schwingen. Man bezeichnet die Schwingbewegungen der ersten Schwingmasse und der zweiten Schwingmasse deshalb häufig auch als gegenphasige Schwingbewegungen.

Führt der Körper mit dem daran angeordneten Drehratensensor bei gleichzeitiger Anregung der beiden Schwingmassen zu ihren anti-parallelen Schwingbewegungen eine Rotationsbewegung um eine zu der Schwingrichtung der Schwingmassen nicht-parallele Rotationsachse aus, so wirken Corioliskräfte auf die beiden schwingenden Schwingmassen. Durch die Corioliskräfte werden die beiden Schwingmassen jeweils senkrecht zu ihrer Schwingrichtung ausgelenkt. Aufgrund der Anti-Parallelität der
30 Schwingbewegungen der beiden Schwingmassen werden die beiden Schwingmassen in entgegengesetzte Richtungen ausgelenkt.

Die Auslenkung einer Schwingmasse ist proportional zu der auf die Schwingmasse wirkenden Corioliskraft. Somit entspricht die Auslenkung der Schwingmasse der Drehrate der Rotationsbewegung des
35 Körpers. Über ein Auswerten der Auslenkung der Schwingmasse kann deshalb die Drehrate der Rotationsbewegung ermittelt werden.

Um zu verhindern, dass eine auf den rotierenden Körper wirkende Beschleunigung zu einer falsch bestimmten Drehrate führt, ist ein herkömmlicher Drehratensensor in der Regel dazu ausgelegt, die jeweilige Auslenkung beider Schwingmassen zu detektieren und miteinander zu vergleichen. Nur wenn die Auslenkung der ersten Schwingmasse der negativen Auslenkung der zweiten Schwingmasse entspricht, ist davon auszugehen, dass die Auslenkungen der beiden Schwingmassen auf Corioliskräften und nicht auf einer Beschleunigung des rotierbaren Körpers beruhen.

Allerdings setzt eine derartige Auswertung der Auslenkungen der beiden Schwingmassen voraus, dass die Schwingmassen mittels des Antriebs verlässlich in anti-parallele Schwingbewegungen versetzbar sind. Das Herstellen eines Antriebs, welcher diese Voraussetzung annähernd erfüllt, ist jedoch relativ arbeitsaufwendig und vergleichsweise teuer. Zusätzlich treten bei einem herkömmlichen Drehratensensor häufig Abweichungen bei den Schwingbewegungen der beiden Schwingmassen von der gewünschten Anti-Parallelität auf.

15 Offenbarung der Erfindung

Die Erfindung schafft Koppelstrukturen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 oder 6, eine Drehratensensorvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8, Herstellungsverfahren für eine Koppelstruktur mit den Merkmalen des Anspruchs 9 oder 10 und ein Herstellungsverfahren für eine Drehratensensorvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11.

Mittels der Koppelstrukturen ist ein gutes Einhalten einer gewünschten Anti-Parallelität von zwei schwingenden Schwingmassen auch bei einem einfach ausgeführten und kostengünstigen Antrieb gewährleistet.

25

Vorteilhafte Weiterbildungen der Koppelstruktur sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

30 Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A bis C schematische Darstellungen einer ersten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung; wobei Fig. 1A ein Winkelement, Fig. 1B zwei aneinander gekoppelte Winkelemente und Fig. 1C die Koppelstruktur mit vier Winkelementen darstellen; und

35

Fig. 2 bis 15 jeweils eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Ausführungsformen der Erfindung

5

Fig. 1A bis C zeigen schematische Darstellungen einer ersten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung; wobei Fig. 1A ein Winkelement, Fig. 1B zwei aneinander gekoppelte Winkelemente und Fig. 1C die Koppelstruktur mit vier Winkelementen darstellen.

10 Das in Fig. 1A dargestellte Winkelement 10 umfasst einen Verbindungsabschnitt 12, an welchem ein erster Schenkel 14a und ein zweiter Schenkel 14b fest angeordnet sind. Vorzugsweise ist das Winkelement 10 einstückig ausgebildet. Der erste Schenkel 14a ist gegenüber dem zweiten Schenkel 14b in einen Winkel α zwischen 60° und 120° ausgerichtet. Insbesondere kann der Winkel α zwischen 80° und 100° liegen. Beispielsweise ist der Winkel α gleich 90° . Auf die Vorteile eines Winkels α gleich
15 90° wird unten noch eingegangen.

Es wird darauf hingewiesen, dass das Winkelement 10 starr oder nahezu starr ausgebildet ist. Eine auf einen der beiden Schenkel 14a oder 14b einwirkende Kraft unter einem Schwellwert zum Brechen des Winkelements 10 führt somit nahezu nicht zu einer Änderung der Winkels α .

20

Das Winkelement 10 ist an seinem Verbindungsabschnitt 12 drehbar gelagert. Das Winkelement 10 wird dabei aus seiner Ausgangsstellung in mindestens eine dargestellte Endstellung verstellt.

Beispielsweise weist das Winkelement 10 an seinem Verbindungsabschnitt 12 eine durchgehende
25 Öffnung 16 auf, in welche ein Scharnier 18 eingreift. Das Scharnier 18 ist fest an ein (nicht skizziertes) Gehäuse der Koppelstruktur mit dem Winkelement 10 angekoppelt. Dieses Gehäuse wird häufig auch als Substrat bezeichnet. Vorzugsweise ist das Winkelement 10 somit um eine senkrecht zu den beiden Schenkeln 14a und 14b verlaufende Drehachse drehbar. Da Ausführungsformen für ein geeignetes Scharnier 18 oder eine Befestigungseinrichtung zum drehbaren Lagern des Winkelements 10
30 aus dem Stand der Technik bekannt sind, wird hier nicht weiter darauf eingegangen.

Statt der Verwendung eines Scharniers 18 wäre auch denkbar, dass das Element 18 ein federelastisches Element bezeichnet, welches einerseits an der Drehachse 16 angekoppelt ist und dort eingreift und welches andererseits am Substrat angebunden ist.

35

Aufgrund seiner drehbaren Lagerung ist das Winkelement 10 dazu ausgebildet, eine auf den ersten Schenkel 14a einwirkende Kraft, welche eine Drehbewegung 20a des von dem Verbindungsabschnitt

12 abgewandten Endes 22a des ersten Schenkels 14a um die Drehachse bewirkt, in eine Drehbewegung 20b des dem Verbindungsabschnitt 12 gegenüber liegenden Endes 22b des zweiten Schenkels 14b zu übersetzen. Eine entsprechende Übersetzung ist auch möglich bei einer auf den zweiten Schenkel 14b einwirkenden Kraft.

5

In dem in Fig. 1A bis C gezeigten Beispiel ist der Winkel α gleich 90° , der erste Schenkel 14a verläuft in seiner Ausgangslage parallel zu einer y-Achse und der zweite Schenkel 14b ist in seiner Ausgangslage parallel zu der x-Achse ausgerichtet. Somit ist das Winkelement 10 dazu ausgelegt, eine Bewegung des ersten Schenkels in die x-Richtung in eine Bewegung des zweiten Schenkels in die y-Richtung zu übersetzen. Auf die Vorteile einer derartigen Übersetzung wird in den folgenden Abschnitten genauer eingegangen.

10

Die in Fig. 1B dargestellten Winkelemente 10a und 10b entsprechen dem anhand der Fig. 1A beschriebenen Winkelement. Auf Ihre Form und ihre drehbare Lagerung wird deshalb hier nicht noch einmal eingegangen.

15

Das erste Winkelement 10a und das zweite Winkelement 10b sind spiegelsymmetrisch zu einer Symmetrieachse 30 ausgerichtet. Die Symmetrieachse 30 verläuft parallel zur y-Achse durch einen Kontaktpunkt 32a, an welchem ein zu dem zweiten Winkelement 10b benachbartes Ende des ersten Winkelements 10a mittels einer Biegefeder 34a angekoppelt ist. Entsprechend ist auch ein zu dem ersten Winkelement 10a benachbartes Ende des zweiten Winkelements 10b mittels einer Biegefeder 34b an den Kontaktpunkt 32a angekoppelt.

20

Auch die anderen Enden der beiden Winkelemente 10a und 10b sind mittels je einer Biegefeder 36a und 36b an jeweils einen Kontaktpunkt 38a oder 38b angekoppelt. Die Anordnung der Biegefedern 34a, 34b, 36a und 36b, welche auch als Querfedern bezeichnenbar sind, ist spiegelsymmetrisch zur Symmetrieachse 30.

25

Es sei darauf hingewiesen, dass an den Kontaktpunkten 32a, 32b; 38a, 38b die Enden der Querfedern angetrieben werden oder diese frei bewegbar sind. Es ist vielmehr völlig offen, an welchen Punkten die Gesamtstruktur angetrieben wird.

30

Jeder der beiden Antriebspunkte 38a und 38b ist so an einen Antrieb gekoppelt, dass die Antriebspunkte 38a und 38b in lineare Schwingbewegungen versetzbar sind. Beispiele für einen derartigen Antrieb werden unten noch beschrieben. Die Schwingbewegungen der beiden Antriebspunkte 38a und 38b sind vorzugsweise parallel zur x-Achse ausgerichtet. Insbesondere kann der Kontaktpunkt 38a anti-parallel zu den Antriebspunkt 38b in Schwingungen versetzt werden. Zwischen den Schwingbe-

35

wegungen der beiden Antriebspunkte 38a und 38b liegt in diesem Fall eine Phasendifferenz von 180° . Man bezeichnet derartige Schwingbewegungen deshalb häufig auch als gegenphasige Schwingbewegungen.

5 Über die Biegefedern 36a und 36b werden die anti-parallelen Schwingbewegungen der Antriebspunkte 38a und 38b in zueinander bezüglich der Symmetrieachse 30 symmetrische Drehbewegungen der Winkelemente 10a und 10b übersetzt. Die beiden Winkelemente verstellen sich dabei aus ihren zueinander spiegelsymmetrischen Ausgangslagen in Endlagen, welche ebenfalls bezüglich der Symmetrieachse 30 spiegelsymmetrisch ausgerichtet sind.

10

Aufgrund der spiegelsymmetrischen Anordnung der beiden Querfedern 34a und 34b heben sich deren Querkräfte heraus und die Drehbewegungen der beiden Winkelemente 10a und 10b werden in eine geradlinige Bewegung des Kontaktpunkts 32a entlang der Symmetrieachse 30 übersetzt. Die beiden Winkelemente 10a und 10b bieten somit eine Möglichkeit, die linearen, anti-parallelen Bewegungen
15 der beiden Antriebspunkte 38a und 38b entlang einer ersten Richtung in eine geradlinige Bewegung des Kontaktpunkts 32a entlang einer zu der ersten Richtung nicht-parallel zweiten Richtung zu übersetzen. Insbesondere können auf diese Weise, wie in Fig. 1B gezeigt, die anti-parallelen Bewegungen der beiden Antriebspunkte 38a und 38b entlang der x-Achse in die geradlinige Bewegung des Kontaktpunkts 32a entlang der y-Achse übersetzt werden. Selbstverständlich ist es auf entsprechende Weise
20 auch möglich, eine Bewegung des Kontaktpunkts 32a in anti-parallele Bewegungen der beiden Antriebspunkte 38a und 38b zu übersetzen.

Die in Fig. 1C schematisch dargestellte Koppelstruktur 40 umfasst einen Linearschwinger aus zwei Schwingmassen 42a und 42b (seismische Massen), welche mittels einer Feder 44 aneinander gekoppelt sind. Der Linearschwinger mit den Komponenten 42a, 42b und 44 ist von einem Rahmen der Koppelstruktur 40 umgeben, welcher aus vier Winkelementen 10a bis 10d zusammengesetzt ist.
25

Die Winkelemente 10a und 10b und die mit ihnen zusammenwirkenden Komponenten 32a, 34a, 34b, 36a, 36b, 38a und 38b sind oben bereits beschrieben. Die weiteren Winkelemente 10c und 10d sind
30 bezüglich einer Symmetrieachse 46, welche in einem Winkel von 90° zu der Symmetrieachse 30 ausgerichtet ist, spiegelsymmetrisch zu den Winkelementen 10a und 10b angeordnet. Das zu dem Winkelement 10a benachbarte Ende des Winkelements 10c ist ebenfalls mittels einer Biegefeder 36c mit dem Kontaktpunkt 38a verbunden. Entsprechend ist auch der Antriebspunkt 38b mittels einer Biegefeder 36d mit einem Ende des Winkelements 10d verbunden. Zusätzlich sind die Winkelemente
35 10c und 10d, entsprechend den Winkelementen 10a und 10b, mittels zweier Biegefedern 34c und 34d mit einem weiteren Kontaktpunkt 32b verbunden. Die Biegefedern 34a bis 34d und 36a bis 36d sind vorzugsweise als weiche Biegefedern ausgebildet.

Der auf diese Weise zusammengesetzte Rahmen der Koppelstruktur 40, welcher den Linearschwinger mit den Komponenten 42a, 42b und 44 umgibt, ist bezüglich der parallel zu der y-Achse verlaufenden Symmetrieachse 30 und bezüglich der parallel zur x-Achse verlaufenden Symmetrieachse 46 spiegel-symmetrisch. Somit heben sich die Querkräfte aller zusammenwirkenden Querfedern 34a bis 34d und 36a bis 36d gegeneinander auf.

Wie oben bereits beschrieben, können die beiden Antriebspunkte 36a und 36b mittels eines (nicht dargestellten) Antriebs in anti-parallele Schwingbewegungen, welche parallel zur x-Achse ausgerichtet sind, versetzt werden. Diese Schwingbewegungen der beiden Antriebspunkte 38a und 38b werden in eine entlang der y-Achse gerichtete gegenphasige Schwingbewegung der beiden Kontaktpunkte 32a und 32b übersetzt. Somit ist die Koppelstruktur 40 besonders gut dazu ausgelegt, gegenphasige Schwingbewegungen entlang einer ersten Richtung in gegenphasige Schwingbewegungen entlang einer zweiten Richtung zu übersetzen.

Die erste Schwingmasse 42a ist mittels einer ersten Verbindungskomponente 48a an den Kontaktpunkt 32a gekoppelt. Entsprechend ist auch die zweite Schwingmassen 42d mittels einer zweiten Verbindungskomponente 48b mit dem Kontaktpunkt 32b verbunden. Somit bewirken die durch den Antrieb angeregten Schwingbewegungen der Kontaktpunkte 32a und 32b gegenphasige Schwingbewegungen der Schwingmassen 42a und 42b, welche parallel zur y-Achse ausgerichtet sind.

Es wird hier darauf hingewiesen, dass die Koppelstruktur 40 so ausgelegt ist, dass sie die Schwingbewegungen der Antriebspunkte 36a und 36b in gegenphasige Schwingbewegungen der Schwingmassen 42a und 42b übersetzt. Somit bietet die Koppelstruktur eine verlässliche und kostengünstige Möglichkeit, um die Schwingmassen 42a und 42b verlässlich mittels eines Antriebs in die gewünschten Schwingbewegungen zu versetzen.

Die Koppelstruktur 40 kann an einen (nicht dargestellten) rotierbaren Körper fest angeordnet werden. Dreht sich der Körper bei einer gegenphasigen Schwingbewegung der Schwingmassen 42a und 42b um eine zu der y-Achse nicht-parallele Rotationsachse, so werden die Schwingmassen 42a und 42b durch Corioliskräfte in entgegen gesetzte Richtungen senkrecht zu der y-Achse ausgelenkt. Rotiert der rotierbare Körper beispielsweise um die z-Achse, so erfahren die beiden Schwingmassen 42a und 42b Auslenkungen entlang der x-Achse. Entsprechend bewirkt eine Rotation um die x-Achse Auslenkungen der Schwingmassen 42a und 42b entlang der z-Achse.

Die Auslenkungen der Schwingmassen 42a und 42b in eine zur y-Achse senkrecht ausgerichtete Richtungen können mittels herkömmlicher Verfahren gemessen und anschließend in mindestens eine die

Rotationsbewegung des Körpers beschreibende Größe, wie beispielsweise eine Ausrichtung der Rotationsachse und/oder eine Drehrate, umgerechnet werden. Da die Auswertung der Auslenkungen der Schwingmassen 42a und 42b zum Festlegen der festzustellenden Größe der Rotationsbewegung des Körpers aus dem Stand der Technik bekannt ist, wird hier nicht darauf eingegangen.

5

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die dargestellte Koppelstruktur 60 für eine Drehratensensorvorrichtung unterscheidet sich von der Koppelstruktur der Fig. 1A bis C darin, dass zum Zusammensetzen des Rahmens der Koppelstruktur 60 anstelle der Biegefedern U-Federn 62 verwendet werden. Ansonsten sind die Winkelelemente 10a bis 10d auf die schon beschriebene Weise mit den Antriebspunkten 38a und 38b und den Kontaktpunkten 32a und 32b verbunden. Die Koppelstruktur 60 gewährleistet damit die oben schon beschriebenen Vorteile.

15

Vorzugsweise können die U-Federn 62 so angeordnet werden, dass mindestens eine der U-Federn 62 in einen von dem Rahmen aufgespannten Rahmeninnenraum hineinragt. Die Koppelstruktur 60 benötigt in diesem Fall weniger Anbringfläche.

Die anhand der Fig. 1A bis C und 2 beschriebenen Koppelstrukturen werden vorzugsweise für einkanalige Drehratensensorvorrichtungen mit einer sensitiven Achse verwendet. In der Regel kann mit einer derartigen Drehratensensorvorrichtung eine Rotation eines rotierbaren Körpers um nur eine vorgegebene Raumachse, welche als sensitive Achse bezeichnenbar ist, erfasst und bezüglich mindestens einer ihrer Größen ausgewertet werden.

25

Die im Folgenden beschriebenen Koppelstrukturen eignen sich besonders für mehrkanalige Drehratensensorvorrichtungen, welche dazu ausgelegt sind, eine Rotation eines rotierbaren Körpers um mindestens zwei sensitive Achsen zu erfassen und bezüglich mindestens einer ihrer Größen auszuwerten.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die dargestellte Koppelstruktur 80 für eine Drehratensensorvorrichtung ist eine Kombination aus zwei der anhand der Fig. 1A bis C beschriebenen Koppelstrukturen 40 und 40'. Dabei ist die Koppelstruktur 40' gegenüber der Koppelstruktur 40 um einen Winkel von 90° gedreht angeordnet. Während die Schwingmassen 42a und 42b der Koppelstruktur 40 parallel zu der y-Achse schwingen, sind die

35

Schwingbewegungen der Schwingmassen 42a' und 42b' der Koppelstruktur 40' parallel zu der x-Achse ausgerichtet.

Die Koppelstrukturen 40 und 40' weisen einen gemeinsamen Antriebs- und Kontaktpunkt 82 auf, über
5 welchen die Koppelstrukturen 40 und 40' aneinander gekoppelt sind. Der gemeinsame Antriebs- und
Kontaktpunkt 82 fungiert bei der Koppelstruktur 40' als Kontaktpunkt. Demgegenüber wirkt der An-
trieb- und Kontaktpunkt 82 bei der Koppelstruktur 40 als Antriebspunkt. Durch diesen gemeinsamen
Antrieb- und Kontaktpunkt 82 ist ein Zusammenwirken der beiden Drehratensensorvorrichtungen 40
10 und 40' so gewährleistet, dass die Schwingungen der Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' einander
entsprechen. Insbesondere gewährleistet der gemeinsame Antrieb- und Kontaktpunkt 82, dass die
Amplituden der Schwingbewegungen der Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' gleich sind.

Eine verlässliche Kopplung zwischen den beiden Koppelstrukturen 40 und 40' ist auch durch eine
zusätzliche, einzelne Verbindungsfeder gewährleistet. Zusätzlich ist auf diese Weise auch eine Über-
15 tragung von Störbewegungen zwischen den beiden Koppelstrukturen 40 und 40' gut verhinderbar.

Die Drehratensensorvorrichtung mit der Koppelstruktur 80 ist dazu ausgelegt, bei einem Befestigen
der Drehratensensorvorrichtung an einen drehbaren Körper, mindestens eine Größe einer Rotations-
bewegung des Körper um zwei sensitive Achsen zu ermitteln. Somit kann die Drehratensensorvorrich-
20 tung mit der Koppelstruktur 80 so ausgelegt werden, dass sowohl eine Rotation des Körpers um eine
erste Rotationsachse als auch um eine senkrecht zu der ersten Rotationsachse ausgerichtete zweite
Rotationsachse feststellbar und bezüglich ihrer Größen erkennbar ist. Dabei kann die Rotationsbewe-
gung des Körpers eine Auslenkung der Schwingmassen 42a und 42b in die xz-Ebene und/oder eine
Auslenkung der Schwingmassen 42a' und 42b' in die yz-Ebene bewirken. Beispielsweise wird mittels
25 der Schwingmassen 42a und 42b eine Rotation um die z-Achse und mittels der Schwingmassen 42a'
und 42b' eine Rotation um die y-Achse festgestellt. Als Alternative dazu kann mittels der Schwing-
massen 42a und 42b auch eine Rotation um die x-Achse und mittels der Schwingmassen 42a' und 42b'
eine Rotation um die z-Achse vermessen werden. Natürlich ist auch die Kombination aus der Messung
der Rotation um die x- bzw. y-Achse denkbar.

30 Die Sensoreinrichtungen zum Ermitteln der Auslenkungen der schwingenden Schwingachsen 42a, 42b,
42a' und 42b' können entsprechend der vorgegebenen Richtung der zu ermittelnden Auslenkungen in-
plain Detektionsstrukturen und/oder out-of-plane Detektionsstrukturen sein. Da derartige Sensor- und
Auswerteeinrichtungen zum Erkennen der Auslenkungen der Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b'
35 und zum Festlegen der mindestens einen Größe der Rotationsbewegung unter Berücksichtigung der
erkannten Auslenkungen aus dem Stand der Technik bekannt sind, werden sie hier nicht beschrieben.

Als Alternative zu der anhand der Fig. 3 beschriebenen Koppelstruktur 80 können die Koppelstrukturen 40 und 40' auch so aneinander angekoppelt werden, dass ihre Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' parallel zueinander schwingen. Beispielsweise ist mit einer derartigen Koppelstruktur, bei welcher die Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' entlang der y-Achse schwingen, sowohl eine Rotation um die x-Achse als auch eine Rotation um die z-Achse ermittelbar.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die in Fig. 4 dargestellte Koppelstruktur 90 für eine Drehratensensorvorrichtung kann als kompaktere Ausbildungsform der anhand der Fig. 3 beschriebenen Koppelstruktur bezeichnet werden. Die Koppelstruktur 90 kann aus der Koppelstruktur der Fig. 3 gebildet werden, indem die Winkelemente 10b, 10d, 10b' und 10a' durch zwei T-förmige Winkelemente 92a und 92b ersetzt werden.

Dabei weisen die T-förmigen Winkelemente 92a und 92b einen zusätzlichen dritten Schenkel aus, welcher in einem Neigungswinkel zwischen 60° und 120° zu dem benachbarten Schenkel am Verbindungsabschnitt befestigt ist. Vorzugsweise sind die T-förmigen Winkelemente 92a und 92b so ausgebildet, dass zwischen dem ersten Schenkel und dem zweiten Schenkel und zwischen dem zweiten Schenkel und dem dritten Schenkel jeweils ein Winkel von 90° vorliegt.

Auch die T-förmigen Winkelemente 92a und 92b sind so angeordnet, dass sie um eine durch den Verbindungsabschnitt verlaufende Drehachse drehbar sind. Die T-förmigen Winkelemente 92a und 92b gewährleisten somit die schon beschriebenen Einsatzmöglichkeiten und Vorteile.

Zum Ersetzen der Winkelemente 10b, 10d, 10b' und 10a' der Koppelstruktur der Fig. 3 werden die T-förmigen Winkelemente 92a und 92b auf die oben schon beschriebene Weise mit den übrigen Komponenten zusammengekoppelt. Die auf diese Weise gewonnene Koppelstruktur 90 weist den Vorteil auf, dass sie weniger Anbringfläche zum Ausführen ihrer Funktion benötigt.

Die Koppelstruktur 90 gewährleistet ein ausgeglichenes gegenphasiges Zusammenschwingen der Schwingmassen 42a und 42b entlang der y-Achse bei einem gleichzeitigen gegenphasigen Zusammenschwingen der Schwingmassen 42a' und 42b' entlang der x-Achse. Auf diese Weise ist eine Drehratensensorvorrichtung mit der Koppelstruktur 90 dazu ausgelegt, nach einem Anbringen an einem rotierbaren Körper eine Rotierbewegung des Körpers um zwei zueinander senkrecht ausgerichtete Rotationsachsen festzustellen. Zusätzlich ist die Koppelstruktur 90 kompakter ausgebildet und weist deshalb ein geringeres Beschädigungsrisiko auf.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die in Fig. 5 dargestellte Koppelstruktur 100 eignet sich gut für dreikanalige Drehratensensorvorrichtung. Sie kann als eine Kombination der anhand der Fig. 1A bis C und 3 beschriebenen Koppelstrukturen 40 und 80 bezeichnet werden. Dabei sind die insgesamt drei Koppelstrukturen 40 und 40' über zwei Antrieb- und Kontaktpunkte 82 miteinander verbunden. Somit ist gewährleistet, dass die sechs verschiedenen Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' der Koppelstruktur 100 sich in ihrem Schwingverhalten aneinander anpassen. Insbesondere ist damit sichergestellt, dass die Amplituden der Schwingbewegungen der Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' gleich sind.

Rotiert ein Körper mit der Koppelstruktur 100 um eine Rotationsachse, so werden mindestens zwei Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' ausgelenkt. Mittels einer geeigneten Sensoreinrichtung können die Auslenkungen aller Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' erfasst und bezüglich einer wahrscheinlichen Rotationsbewegung des rotierbaren Körpers ausgewertet werden. Da dazu geeignete Sensor- und Auswerteeinrichtungen aus dem Stand der Technik bekannt sind, wird hier nicht darauf eingegangen.

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer sechsten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die Koppelstruktur 110 für eine Drehratensensorvorrichtung weist gegenüber der vorhergehenden, anhand der Fig. 5 beschriebenen Koppelstruktur eine kompaktere Bauweise auf. Dabei kann die Koppelstruktur 110 als Kombination der Koppelstrukturen 40 und 90 der Fig. 1A bis C und 4 bezeichnet werden. Die verbesserte Kompaktheit der Koppelstruktur 110 wird vor allem durch die Verwendung eines kreuzförmigen Winkelements 112 und zweier T-förmiger Winkelemente 92a und 92b erreicht.

Das kreuzförmige Winkelement 112 weist vier Schenkel auf, welche fest an einem Verbindungsabschnitt angeordnet sind. Vorzugsweise liegt zwischen zwei benachbarten Schenkeln jeweils ein Winkel von 90° . Mittels eines kreuzförmigen Winkelements 112 können mindestens drei Winkelemente mit nur zwei Schenkeln ersetzt werden. Dabei gewährleisten das kreuzförmige Winkelement 112 und die beiden T-förmigen Winkelemente 92a und 92b ein angepasstes Schwingen der insgesamt sechs Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' in zwei verschiedenen Raumrichtungen (x- und y-Richtung). Dabei schwingen jeweils zwei Schwingmassen 42a und 42b oder 42a' und 42b' eines Linearschwingers gegenphasig zueinander. Insbesondere ist gewährleistet, dass die Amplituden der Schwingbewegungen der Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' gleich sind.

Somit kann auch mittels der Koppelstruktur 110 eine Rotation eines rotierbaren Körpers in eine beliebige Raumrichtung erfasst und mittels ihrer Größen ausgewertet werden.

- 5 Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer siebten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die wiedergegebene Koppelstruktur 120 für eine Drehratensensorvorrichtung weist insgesamt acht Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' auf, wobei jeweils zwei Schwingmassen 42a und 42b (bzw. 10 42a' und 42b') mittels einer Feder 44 (bzw. 44') direkt aneinander gekoppelt sind. Dabei sind zwei aneinander gekoppelte Schwingmassen 42a und 42b so angeordnet, dass sie gegenphasige Schwingbewegungen parallel zur y-Achse ausführen können. Gleichzeitig gewährleistet die Koppelstruktur 120, dass zwei aneinander gekoppelte Schwingmassen 42a' und 42b' jeweils gegenphasig parallel zur x-Achse schwingen.

15

Die Koppelstruktur 120 kann als Kombination von je zwei Koppelstrukturen 40 und 40' bezeichnet werden. Dabei sind die insgesamt vier Koppelstrukturen 40 und 40' so angeordnet, dass sie die Balken einer Kreuzstruktur bilden, wobei jede der Koppelstrukturen 40 und 40' an zwei benachbarte Koppelstrukturen 40 und 40' anstößt. Um die Kompaktheit der Koppelstruktur 120 zu verbessern, können 20 dabei zwei gegenüberliegende Winkelemente mit nur zwei Schenkeln durch ein kreuzförmiges Winkelement 112 ersetzt werden.

Die Koppelstruktur 120 ist bezüglich einer ersten Symmetrieachse 122 und einer zweiten Symmetrieachse 124 spiegelsymmetrisch ausgebildet. Dabei liegt zwischen den beiden Symmetrieachsen 122 25 und 124 ein Winkel von 90° . Des Weiteren weist die Drehratensensorvorrichtung 120 eine dritte und eine vierte Symmetrieachse 126 und 128 auf, welche gegenüber der ersten Symmetrieachse 122 einen Neigungswinkel von 45° und einen Neigungswinkel von 135° aufweisen.

Aufgrund dieser spiegelsymmetrischen Ausbildung der Koppelstruktur 120 bezüglich der vier Symmetrieachsen 122 bis 128 ist gewährleistet, dass ein zwischen der ersten und der dritten Symmetrieachse 122 und 126 liegender Teilbereich 129 der Drehratensensorvorrichtung 120 achtmal projizierbar 30 ist. Die in dem Teilbereich 129 liegende Schwingmasse 42b' weist somit eine räumliche Umgebung auf, welche identische mit der räumlichen Umgebung der anderen Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' ist. Dies gewährleistet, dass sich die Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' in ihren Schwingbewegungen vollständig aneinander anpassen. 35

Die Drehratensensorvorrichtung 120 ist somit besonders gut dazu ausgelegt, nach einem Anbringen an einen rotierbaren Körper eine Rotation des Körpers um eine bezüglich ihrer Richtung im Raum nicht festgelegten Rotationsachse festzustellen. Außerdem können mit einer solchen Struktur auch Redundanzen genutzt werden

5

Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer achten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die Koppelstruktur 130 für eine Drehratensensorvorrichtung umfasst zwei der anhand der Fig. 1A bis C beschriebenen Koppelstrukturen 40 und 40'. Dabei ist die Koppelstruktur 40' gegenüber der Koppelstruktur 40 um einen Winkel von 90° gedreht angeordnet.

Die Antriebspunkte 38a und 38a' der Koppelstrukturen 40 und 40' sind jeweils an einen ersten Balken 132 der Koppelstruktur 130 gekoppelt. Dabei ist die Kopplung der Antriebspunkte 38a und 38a' an den ersten Balken 132 vorzugsweise so ausgebildet, dass die Antriebspunkte 38a und 38a' einen konstanten Abstand zu dem ersten Balken 132 einhalten. Entsprechend sind die Antriebspunkte 38b und 38b' der Koppelstrukturen 40 und 40' an einen dem ersten Balken 132 gegenüber liegenden zweiten Balken 134 angekoppelt.

Jeder der beiden Balken 132 und 134 kann entlang einer senkrecht zu seiner Längsrichtung verlaufende Richtung in Schwingbewegungen versetzt werden. Dabei werden die beiden Balken 132 und 134 vorzugsweise so in Schwingungen versetzt, dass sie anti-parallel mit einer Phasendifferenz von 180° (gegenphasig) zueinander schwingen. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass die Antriebspunkte 38a und 38b der Drehratensensorvorrichtung 40 gegenphasig zueinander schwingen und gleichzeitig die Antriebspunkte 38a' und 38b' der Drehratensensorvorrichtung 40' ebenfalls gegenphasig zueinander bewegt werden.

Bei der Koppelstruktur 40 sind die Schwingmassen 42a und 42b jeweils über ein Koppellement 48a und 48b direkt an einem benachbarten Kontaktpunkt 38a und 38b befestigt. Die Schwingbewegungen der Schwingmassen 42a und 42b verlaufen somit parallel zu den Schwingbewegungen der Antriebspunkte 38a und 38b. Insbesondere werden die Schwingmassen 42a und 42b auf diese Weise zu gegenphasigen Schwingungen angeregt.

Demgegenüber sind die Schwingmassen 42a' und 42b' der Koppelstruktur 40' über ein Koppellement 48a' und 48b' jeweils mit einem benachbarten Kontaktpunkt 32a' oder 32b' verbunden. Die Schwingbewegungen der Antriebspunkte 38a' und 38b' entlang der y-Achse werden in eine Schwingbewegung

35

der Schwingmassen 42a' und 42b' entlang der x-Achse übersetzt. Auch die Schwingmassen 42a' und 42b' schwingen somit gegenphasig entlang der x-Achse.

Die einfach herstellbare Koppelstruktur 130 eignet sich somit für eine zweikanalige Drehratensensor-
5 vorrichtung mit einem einfach ausführbaren Antrieb, welcher zwei Balken 132 und 134 in die ge-
wünschten Schwingungen versetzt. Insbesondere ist dabei gewährleistet, dass die schwingenden Mas-
sen 42a, 42b, 42a' und 42b' gleiche Amplituden aufweisen.

Fig. 9 zeigt eine schematische Darstellung einer neunten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine
10 Drehratensensorvorrichtung.

Die schematische wiedergegebene Koppelstruktur 140 für eine Drehratensensorvorrichtung ist eine
Vereinfachung der anhand der Fig. 8 beschriebenen Koppelstruktur. Die Schwingmassen 42a und 42b,
welche über eine Feder 44 direkt miteinander verbunden sind, sind mittels eines Koppellements 142a
15 oder 142b jeweils direkt an einem benachbarten Balken 132 oder 134 angekoppelt. Auf die übrigen
Komponenten der Koppelstruktur 40 wird verzichtet.

Die Schwingmassen 42a und 42b werden somit über die gegenphasigen Schwingungen der beiden
Balken 132 und 134 direkt in gegenphasige Schwingungen entlang der y-Achse versetzt. Die Ampli-
tuden der Schwingbewegungen der Schwingmassen 42a und 42b weisen dabei die gleichen Werte auf
20 wie die Amplituden der Schwingmassen 42a' und 42b'. Somit gewährleistet auch die kostengünstiger
herstellbare Koppelstruktur 140 die oben schon beschriebenen Vorteile.

Fig. 10 zeigt eine schematische Darstellung einer zehnten Ausführungsform der Koppelstruktur für
25 eine Drehratensensorvorrichtung.

Die dargestellte Koppelstruktur 150 für eine Drehratensensorvorrichtung ist eine Erweiterung der an-
hand der Fig. 8 beschriebenen Koppelstruktur. Die Koppelstruktur 150 umfasst zwei Koppelstrukturen
40 und eine Koppelstruktur 40'. Die Koppelstrukturen 40 und 40' sind dabei jeweils auf die oben schon
30 beschriebene Weise mit ihren Antriebspunkten 38a, 38b, 38a' und 38b' an die Balken 132 und 134
gekoppelt.

Die Koppelstruktur 150 ermöglicht eine gute Übersetzung der gegenphasigen Schwingungen der Bal-
ken 132 und 134 in die gewünschten Schwingungen der Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' ent-
lang der x-Achse oder der y-Achse. Die Schwingungen der einzelnen Schwingmassen 42a, 42b, 42a'
35 und 42b' sind dabei aneinander angepasst. Insbesondere weisen die schwingenden Schwingmassen 42a,
42b, 42a' und 42b' die gleiche Amplitude auf.

Die Schwingmassen 42a, 42b und 42a', 42b' können dabei direkt oder etwa auch über federelastische Elemente (hier nicht gezeigt) an den jeweiligen Balken 132, 134 und/oder dem Substrat angebunden sein.

- 5 Wie einen Fachmann beim Betrachten der Fig. 10 deutlich wird, ist es nicht notwendig, die Koppelstruktur 40' zwischen den beiden Koppelstrukturen 40 anzuordnen. Stattdessen können die beiden Koppelstrukturen 40 auch benachbart zueinander angeordnet werden.

Die Koppelstruktur 150 eignet sich für eine kostengünstige dreikanalige Drehratensensorvorrichtung.
10 In einer Vereinfachung der Koppelstruktur 150 können die aus den Winkelementen 10a bis 10d gebildeten Rahmen der Koppelstrukturen 40 weggelassen und die Schwingmassen 42a und 42b jeweils direkt an den benachbarten Balken 132 oder 134 gekoppelt werden, wie dies bereit in der Beschreibung der Fig. 9 erläutert ist. Somit sind die bereits beschriebenen Vorteile auch bei einer noch kostengünstigeren Ausführung der Koppelstruktur 150 gewährleistet.

15

Fig. 11 zeigt eine schematische Darstellung einer elften Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die Koppelstruktur 160 für eine Drehratensensorvorrichtung unterscheidet sich von der anhand der
20 Fig. 8 beschriebenen Koppelstruktur durch zwei Wippen 162 und 164, an welchen die Antriebspunkte 38a, 38b, 38a' und 38b' gekoppelt sind.

Dabei umfasst die erste Wippe 162 drei Balken 162a, 162b und 162c, welche über zwei Gelenke 162d
25 und 162e miteinander verbunden sind. Jeder der drei Balken 162a bis 162c ist so an einem nicht dargestellten Gehäuse befestigt, dass jeder Balken 162a bis 162c eine Drehbewegung um eine durch den jeweiligen Balken 162a bis 162c verlaufende Drehachse ausführen kann. Die Balken 162a bis 162c sind mittels der Gelenke 162d und 162e so aneinander gekoppelt, dass sich die Drehbewegungen der Balken 162a bis 162c aneinander anpassen. Man kann deshalb die Drehbewegungen der Balken 162a bis 162c auch als eine Wippbewegung bezeichnen.

30

Die erste Wippe 162 ist so ausgelegt, dass sie aus einer Ausgangsposition, in welcher die Balken 162a
bis 162c entlang einer gemeinsamen Längsachse ausgerichtet sind und die Gelenke 162d und 162e auf
der Längsachse liegen, in eine erste Extremstellung verstellbar ist, in welcher das Gelenk 162d eine
maximale Auslenkung gegenüber seinen Ausgangsstellung in einer ersten Richtung und das Gelenk
35 162e eine maximale Auslenkung gegenüber seiner Ausgangsstellung in einer der ersten Richtung entgegen gesetzten zweiten Richtung aufweist. Ebenso ist die Wippe 162 so aus der Ausgangsstellung in

eine zweite Extremstellung verstellbar, dass das Gelenk 162d eine maximale Auslenkung in der zweiten Richtung und das Gelenk 162e eine maximale Auslenkung in der ersten Richtung aufweisen.

Die zweite Wippe 164 ist ebenfalls aus Balken 164a bis 164c und Gelenken 164d und 164e aufgebaut.

5 Bezüglich des Zusammenwirkens der Komponenten 164a bis 164e wird auf den oberen Absatz verwiesen.

Die Koppelstruktur 160 umfasst die bereits beschriebenen Koppelstrukturen 40 und 40'. Bei der Koppelstruktur 40 ist der Kontaktpunkt 38a an das Gelenk 162d und der Antriebspunkt 38b an das Gelenk
10 164d gekoppelt. Entsprechend sind bei der Koppelstruktur 40' die Antriebspunkte 38a' und 38b' mit den Gelenken 162e und 164e verbunden.

Die Wippbewegungen der Wippen 162 und 164 bewirken somit ein angepasstes gegenphasiges Schwingen der Schwingmassen 42a und 42b bei einem gleichzeitigen angepassten gegenphasigen
15 Schwingen der Schwingmassen 42a' und 42b' entlang der x-Achse. Somit weist die kostengünstig herstellbare Koppelstruktur 160 die bereits beschriebenen Vorteile auf. Das Antreiben der Wippen 162 und 164 zum Ausführen der gewünschten Wippbewegungen ist zusätzlich vergleichsweise einfach.

Fig. 12 zeigt eine schematische Darstellung einer zwölften Ausführungsform der Koppelstruktur für
20 eine Drehratensensorvorrichtung.

Die dargestellte Koppelstruktur 170 für eine Drehratensensorvorrichtung unterscheidet sich von der in der Fig. 11 wiedergegebenen Koppelstruktur dadurch, dass die Schwingmassen 42a und 42b direkt
25 mittels der Koppellemente 142a und 142b an die Gelenke 162d und 164d angekoppelt sind. Zur Ankopplung der Antriebspunkte 38a' und 38b' der Koppelstruktur 40' an die Gelenke 162e und 164e wird auf das vorhergehende Ausführungsbeispiel verwiesen. Damit bietet auch die Koppelstruktur 170 eine kostengünstige und einfach herstellbare Möglichkeit zum Gewährleisten der beschriebenen Vorteile.

Fig. 13 zeigt eine schematische Darstellung einer dreizehnten Ausführungsform der Koppelstruktur für
30 eine Drehratensensorvorrichtung.

Die Koppelstruktur 180 für eine Drehratensensorvorrichtung umfasst zwei Koppelstrukturen 40, eine Koppelstruktur 40', eine erste Wippe 182 und eine zweite Wippe 184. Die erste Wippe 182 besteht aus vier Balken 182a bis 182d welche mittels dreier Gelenke 182e bis 182g miteinander verbunden sind.
35 Somit können die Balken 182a bis 182d aus einer Ausgangsstellung der ersten Wippe 182, in welcher die Balken 182a bis 182d entlang einer gemeinsamen Längsachse ausgerichtet sind und die Gelenke 182e bis 182g auf der Längsachse liegen, in zwei Extremstellungen verstellt werden. In der ersten

Extremstellung der Wippe 182 sind die Gelenke 182e und 182g in einer ersten Richtung aus ihren Ausgangsstellungen maximal ausgelenkt. Demgegenüber ist das Gelenk 182f in der ersten Extremstellung in eine der ersten Richtung entgegengerichtete zweite Richtung maximal ausgelenkt. Auch in der zweiten Extremstellung der Wippe 182 sind die Gelenke 182e und 182g entgegen dem Gelenk 182f
5 ausgelenkt, wobei das Gelenk 182f in die erste Richtung und die Gelenke 182e und 182g in die zweite Richtung ausgelenkt sind.

Die zweite Wippe 184 ist entsprechend aus den Komponenten 184a bis 184g zusammengesetzt. Sie weist ebenfalls eine Ausgangsstellung auf, aus welcher die Gelenke 184e bis 184g in zwei Extremstellungen
10 verstellbar sind.

Durch das Ankoppeln der Antriebspunkte 38a, 38b, 38a' und 38b' an die Gelenke 182e bis 182g und 184e bis 184g können die Schwingmassen 42a, 42b, 42a' und 42b' zu dem oben schon beschriebenen vorteilhaften Schwingverhalten angeregt werden. Dabei werden die Wippen 182 und 184 gleichzeitig
15 und gegenphasig zu Wippbewegungen angeregt. Somit ist auch die kostengünstig herstellbare Koppelstruktur 180 dazu ausgelegt, die oben beschriebenen Vorteile zu gewährleisten.

Die Koppelstruktur 180 kann kostengünstiger ausgeführt werden, indem die Massen 42a und 42b direkt an die Gelenke 182e, 184e, 182g und 184g angekoppelt werden. Somit können die Rahmen der
20 Koppelstrukturen 40 eingespart werden.

Fig. 14 zeigt eine schematische Darstellung einer vierzehnten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

Die Koppelstruktur 190 für eine Drehratensensorvorrichtung umfasst zwei entlang der x-Achse ausgerichtete Balken 132 und 134, an welche zwei Linearschwinger mit jeweils zwei Schwingmassen 42a und 42b gekoppelt sind. Dabei sind die Schwingmassen 42a direkt mittels der Koppellemente 142a an dem ersten Balken 132 befestigt. Entsprechend sind die Schwingmassen 42b mittels der Koppellemente 142b mit dem zweiten Balken 134 verbunden.
30

Durch ein einfach ausführbares Versetzen der beiden Balken 132 und 134 in gegenphasige Schwingungen ist gewährleistet, dass die Schwingmassen 42a und 42b eines jeden Linearschwingers gegenphasig und mit gleicher Amplitude parallel zur y-Achse schwingen. Die Koppelstruktur 190 bietet somit eine kostengünstige Möglichkeit für eine einfach betreibbare zweikanalige Rotationssensorvorrichtung.
35

Fig. 15 zeigt eine schematische Darstellung einer fünfzehnten Ausführungsform der Koppelstruktur für eine Drehratensensorvorrichtung.

5 Gegenüber der Koppelstruktur der Fig. 14 weist die Koppelstruktur 200 der Fig. 15 anstelle von zwei Balken eine erste Wippe 162 und eine zweite Wippe 164 auf. Zur Beschreibung des Zusammenwirkens der einzelnen Komponenten 162a bis 162e und 164a bis 164e der beiden Wippen 160 und 164 wird auf die Beschreibung der Fig. 11 verwiesen.

10 Die Schwingmassen 42a der beiden Linearschwinger der Koppelstruktur 200 sind direkt mittels der Koppellemente 142a an die Gelenke 162d und 162e der ersten Wippe gekoppelt. Ebenso sind die Schwingmassen 42b der beiden Linearschwinger mittels der Koppellemente 142b mit jeweils einem Gelenk 164d oder 164e der zweiten Wippe 164 verbunden.

Auch die Koppelstruktur 200 lässt sich auf einfache Weise kostengünstig herstellen. Somit bietet die Koppelstruktur 200 eine vorteilhafte Möglichkeit für eine zweikanalige Drehratensensorvorrichtung,
15 bei welcher die vier Schwingmassen 42a und 42b gegenphasig und mit gleichen Amplituden in Schwingbewegungen entlang der y-Achse versetzt werden.

Alle in den oberen Absätzen beschriebenen Koppelstrukturen können in einen luftdichten Gehäuse mit einem einfüllten Gas oder Vakuum angeordnet werden, wobei über den Gasdruck eine Frequenz der
20 Schwingungen und/oder Dämpfung der Schwingmassen variierbar ist.

Eine Drehratensensorvorrichtung mit einer der in den oberen Absätzen beschriebenen Koppelstrukturen kann beispielsweise in Consumer- und Automotive-Produkten eingesetzt werden.

25 Die Erfindung ist nicht auf Anwendungen beschränkt, bei denen die Schenkel der Winkelemente gleich lang ausgebildet sind. Vielmehr können die Schenkel eines jeweiligen Winkelements oder unterschiedlicher Winkelemente auch unterschiedlich lang sein.

5 Ansprüche:

1. Koppelstruktur (40,60,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180) für eine Drehratensensorvorrichtung,

10 mit mindestens einer ersten Schwingmasse (42a),

mit einem die erste Schwingmasse (42a) umgebenden ersten Rahmen, mit welchem die erste Schwingmasse (42a) gekoppelt ist,

15 wobei der erste Rahmen vier Winkelelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) umfasst, von denen jedes der Winkelelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) mindestens einen ersten Schenkel (14a) und einen zweiten Schenkel (14b) aufweist und mit dem ersten Schenkel (14a) und mit dem zweiten Schenkel (14b) jeweils an ein anderes benachbartes Winkelelement (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) der vier Winkelelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) gekoppelt ist.

20

2. Koppelstruktur nach Anspruch 1, wobei jedes der Winkelelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) des ersten Rahmens um eine vorzugsweise durch das jeweilige Winkelelement (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) verlaufende Drehachse (16) drehbar angeordnet ist.

25 3. Koppelstruktur nach Anspruch 1 oder 2,

mit mindestens einer zweiten Schwingmasse (42a') und

30 mit einem die zweite Schwingmasse (42a') umgebenden zweiten Rahmen, mit welchem die zweite Schwingmasse (42a') gekoppelt ist und welcher aus vier aneinander gekoppelte Winkelelementen (10a',10b',10c',10d',92a,92b,112) gebildet wird.

35 4. Koppelstruktur nach Anspruch 3, wobei mindestens zwei Winkelelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) des ersten Rahmens und mindestens zwei Winkelelemente (10a',10b',10c',10d',92a,92b,112) des zweiten Rahmens mit jeweils einem Schenkel an einen gemeinsamen Punkt (82), einen Balken (132,134) oder eine Wippe (162,164,182,184) so gekoppelt sind, dass die Bewegungen der an den gemeinsamen Punkt (82), den Balken (132,134) oder die

Wippe (162,164; 182,184) gekoppelten zwei Winkelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) des ersten Rahmens den Bewegungen der an den gemeinsamen Punkt (82), den Balken (132,34) oder die Wippe (162, 164; 182,84) gekoppelten zwei Winkelemente (10a',10b',10c',10d',92a,92b,112) des zweiten Rahmens entsprechen.

5

5. Koppelstruktur nach Anspruch 3 oder 4, wobei mindestens ein Winkelement (92a,92b,112) ein Bestandteil des ersten Rahmens und des zweiten Rahmens ist, und wobei das Winkelement (92a,92b,112), welches Bestandteil des ersten Rahmens und des zweiten Rahmens ist, als T-förmiges Winkelement (92a,92b) oder als kreuzförmiges Winkelement (112) ausgebildet ist.

10

6. Koppelstruktur (190,200) für eine Drehratensensorvorrichtung,

mit einer ersten Schwingmasse (42a) und einer zweiten Schwingmasse (42b), welche über eine erste Feder (44) miteinander verbunden sind,

15

mit einer dritten Schwingmasse (42a') und einer vierten Schwingmasse (42b'), welche über eine zweite Feder (44') miteinander verbunden sind,

20

wobei die erste Schwingmasse (42a) und die dritte Schwingmasse (42a') so an eine erste Balken- oder Wippeneinrichtung (132,182) gekoppelt sind und die zweite Schwingmasse (42b) und die vierte Schwingmasse (42b') so an eine zweite Balken- oder Wippeneinrichtung (134,184) gekoppelt sind, dass bei einer ersten Bewegung der ersten Balken- oder Wippeneinrichtung (132,182), welche gegenüber einer zweiten Bewegung der zweiten Balken- oder Wippeneinrichtung (134,184) gegenphasig ist, die erste Schwingmasse (42a) in eine ersten Schwingbewegung versetzbar ist, welche gegenüber einer zweiten Schwingbewegung, in welche die zweite Schwingmasse (42b) versetzbar ist, gegenphasig ist.

25

7. Koppelstruktur (190, 200) nach Anspruch 6, bei der mindestens eine der Schwingmassen (42a, 42a', 42b, 42b') über ein federelastisches Element an ein Substrat angebunden ist.

30

8. Drehratensensorvorrichtung,

mit einer Koppelstruktur (40,60,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180,190,200) nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

35

mit einer Sensor- und Auswerteeinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, bei einer ersten Schwingbewegung der ersten Schwingmasse (42a) entlang einer ersten Schwingrichtung eine von einer Corioliskraft bewirkte Abweichbewegung der ersten Schwingmasse (42a) in eine zu der ersten Schwingrichtung

nicht parallele Abweichrichtung festzustellen und eine Information bezüglich einer Rotation der Drehratensensorvorrichtung unter Berücksichtigung der festgestellten Abweichbewegung der ersten Schwingmasse (42a) in die Abweichrichtung festzulegen.

5 9. Herstellungsverfahren für eine Koppelstruktur (40,60,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180) für eine Drehratensensorvorrichtung, insbesondere eine Koppelstruktur (40,60,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180) nach einem der Ansprüche 1 - 5, mit den Schritten:

10 Aneinanderkoppeln von vier Winkelementen (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112), von denen jedes der Winkelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) mindestens einen ersten Schenkel (14a) und einen zweiten Schenkel (14b) aufweist, zu einem Rahmen, wobei jedes der Winkelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) mit dem ersten Schenkel (14a) und mit dem zweiten Schenkel (14b) jeweils an ein anderes benachbartes Winkelement (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) der vier Winkelemente (10a,10b,10c,10d,92a,92b,112) gekoppelt wird; und

15

Ankoppeln mindestens einer Schwingmasse (42a) an den die Schwingmasse (42a) umgebenden Rahmen.

20 10. Herstellungsverfahren für eine Koppelstruktur (190,200) für eine Drehratensensorvorrichtung, insbesondere eine Koppelstruktur (40,60,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180) nach einem der Ansprüche 6 oder 7 mit den Schritten:

Verbinden einer ersten Schwingmasse (42a) mit einer zweiten Schwingmasse (42b) über eine erste Feder (44) und Verbinden einer dritten Schwingmasse (42a') mit einer vierten Schwingmasse (42b') über eine zweite Feder (44'); und

25

Ankoppeln der ersten Schwingmasse (42a) und der dritten Schwingmasse (42a') an eine erste Balken- oder Wippeneinrichtung (132,182) und Ankoppeln der zweiten Schwingmasse (42b) und der vierten Schwingmasse (42b') an eine zweite Balken- oder Wippeneinrichtung (134,184); wobei die Schwingmassen (42a,42b,42a',42b') so an die jeweilige Balken- oder Wippeneinrichtung (132,134,182,184) gekoppelt werden, dass bei einer ersten Bewegung der ersten Balken- oder Wippeneinrichtung (132,182), welche gegenüber einer zweiten Bewegung der zweiten Balken- oder Wippeneinrichtung (134,184) gegenphasig ist, die erste Schwingmasse (42a) in eine ersten Schwingbewegung versetzt wird, welche gegenüber der zweiten Schwingbewegung, in welche die zweite Schwingmasse (42b) versetzt wird, gegenphasig ist.

30

35

11. Verfahren zur Herstellung einer Drehratensensorvorrichtung nach Anspruch 8, welche eine Koppelstruktur (40,60,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180,190,200) aufweist, die nach einem Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10 hergestellt wird.

5

10

Fig. 1A

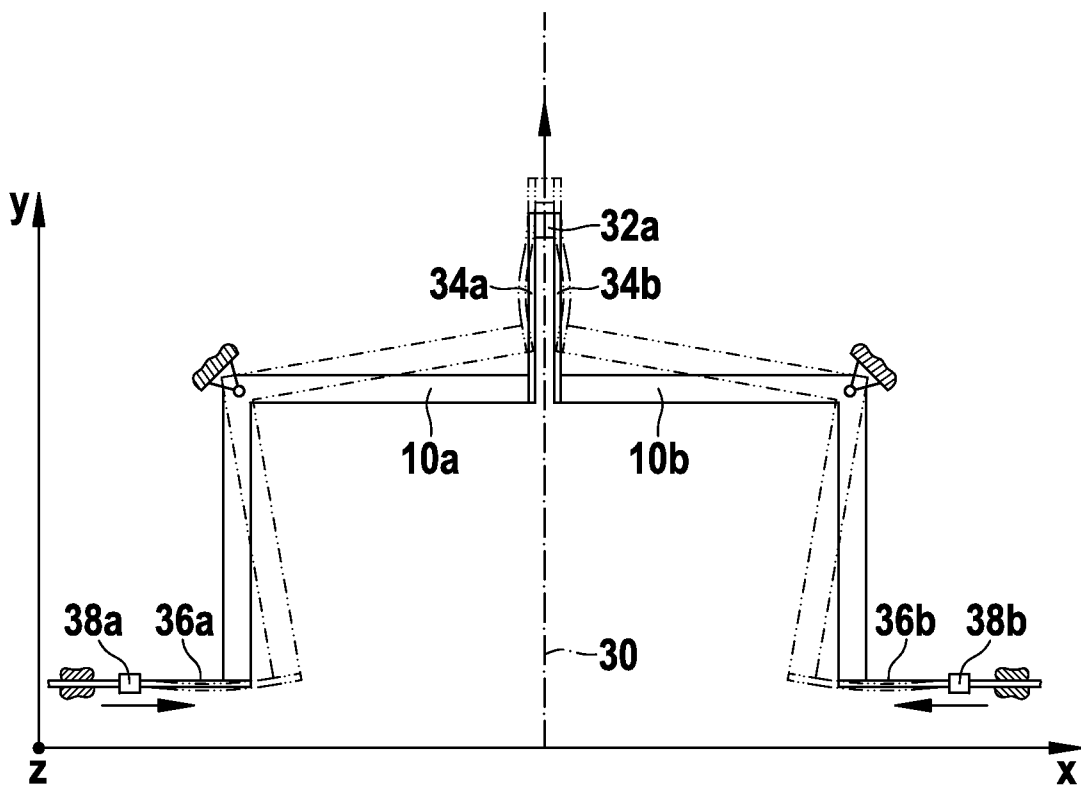
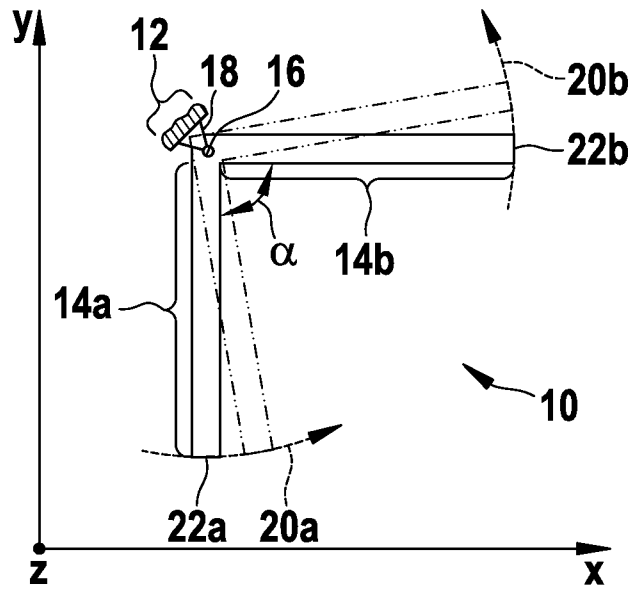


Fig. 1B

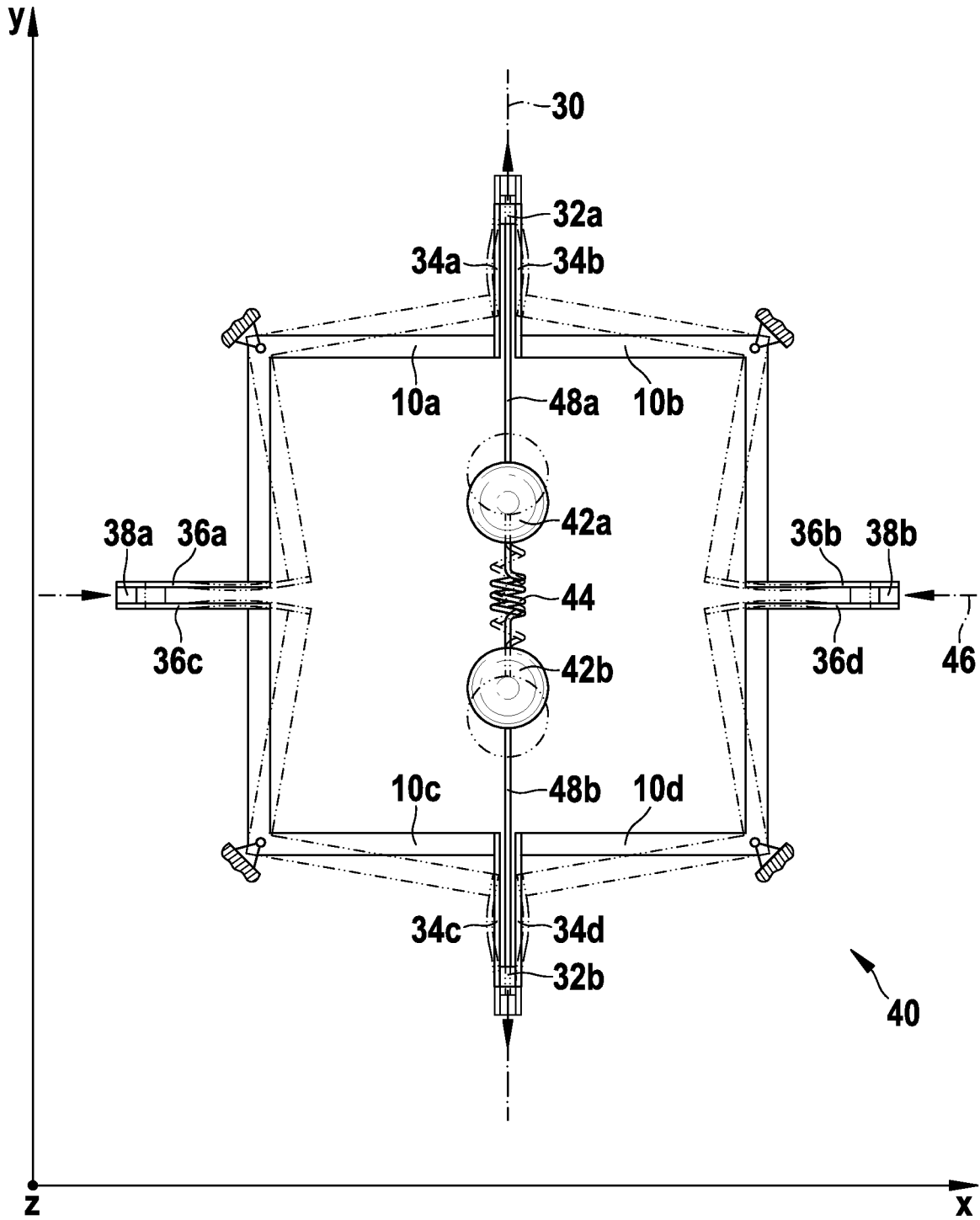


Fig. 1C

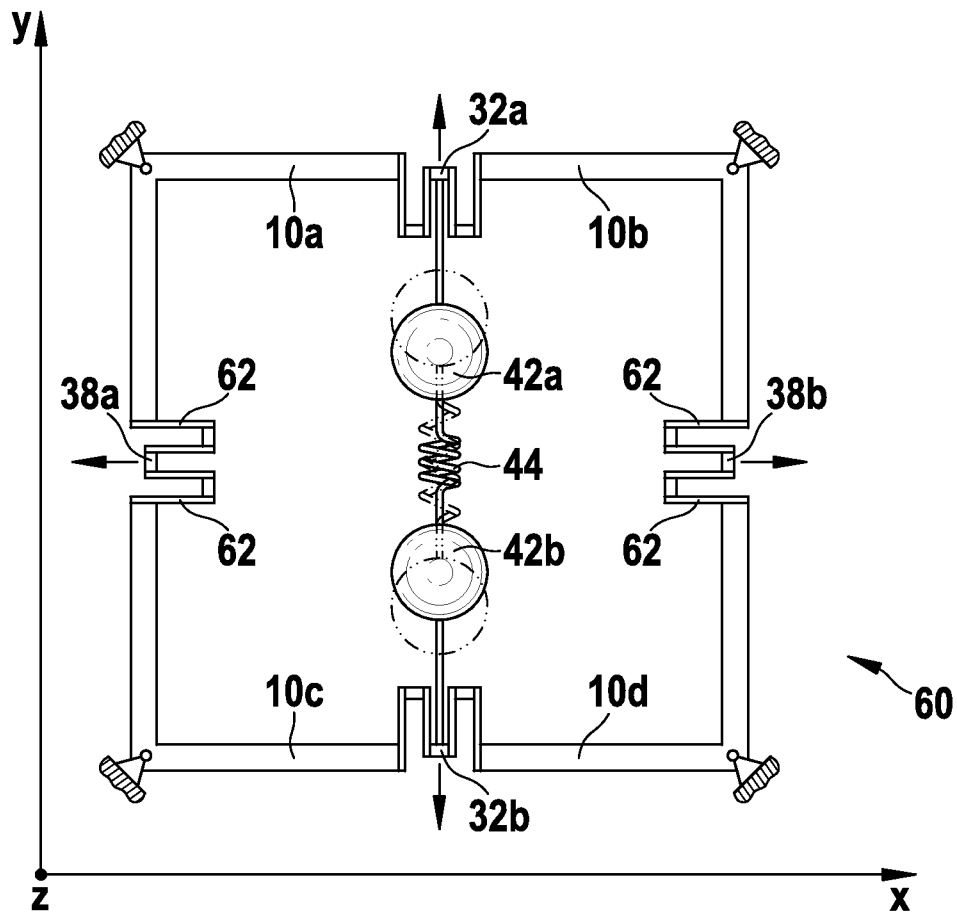


Fig. 2

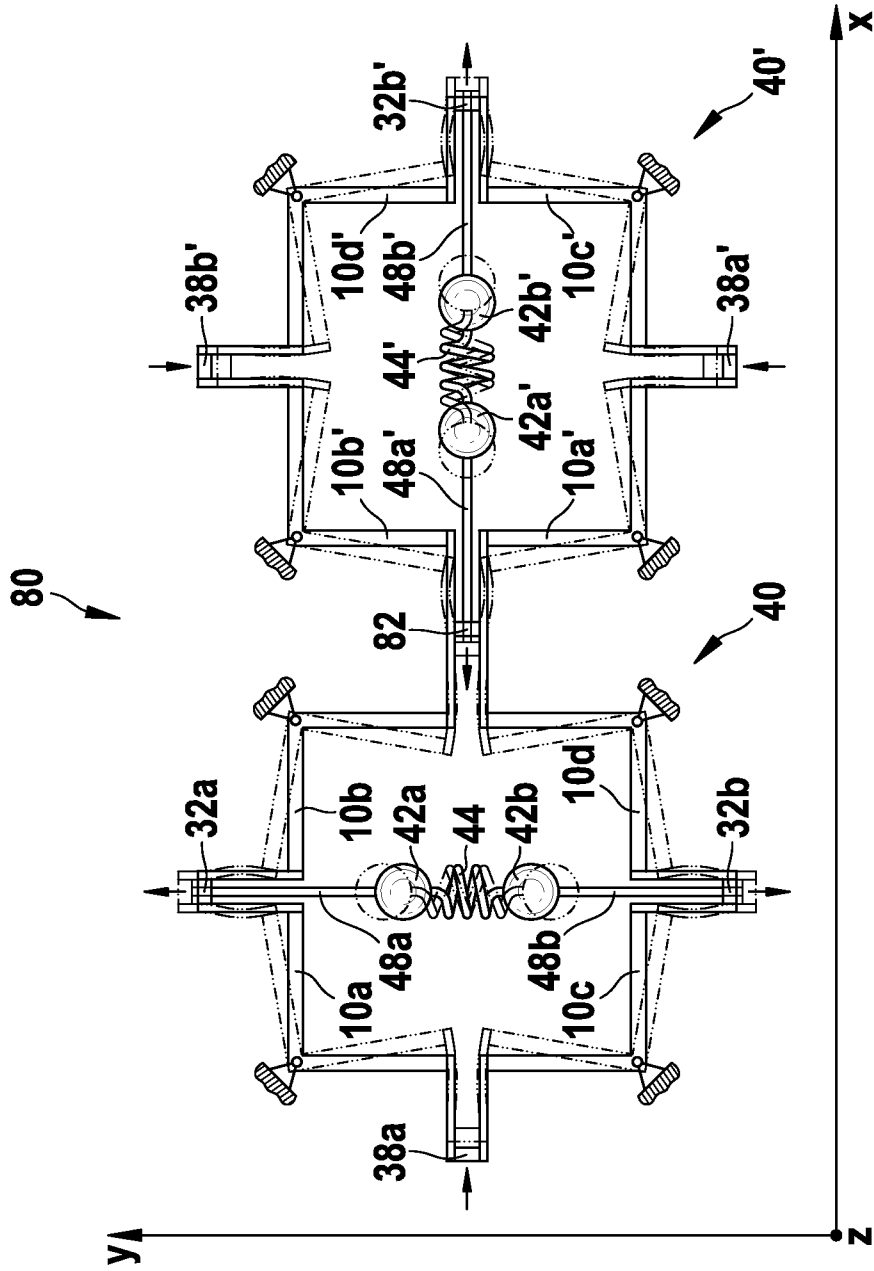


Fig. 3

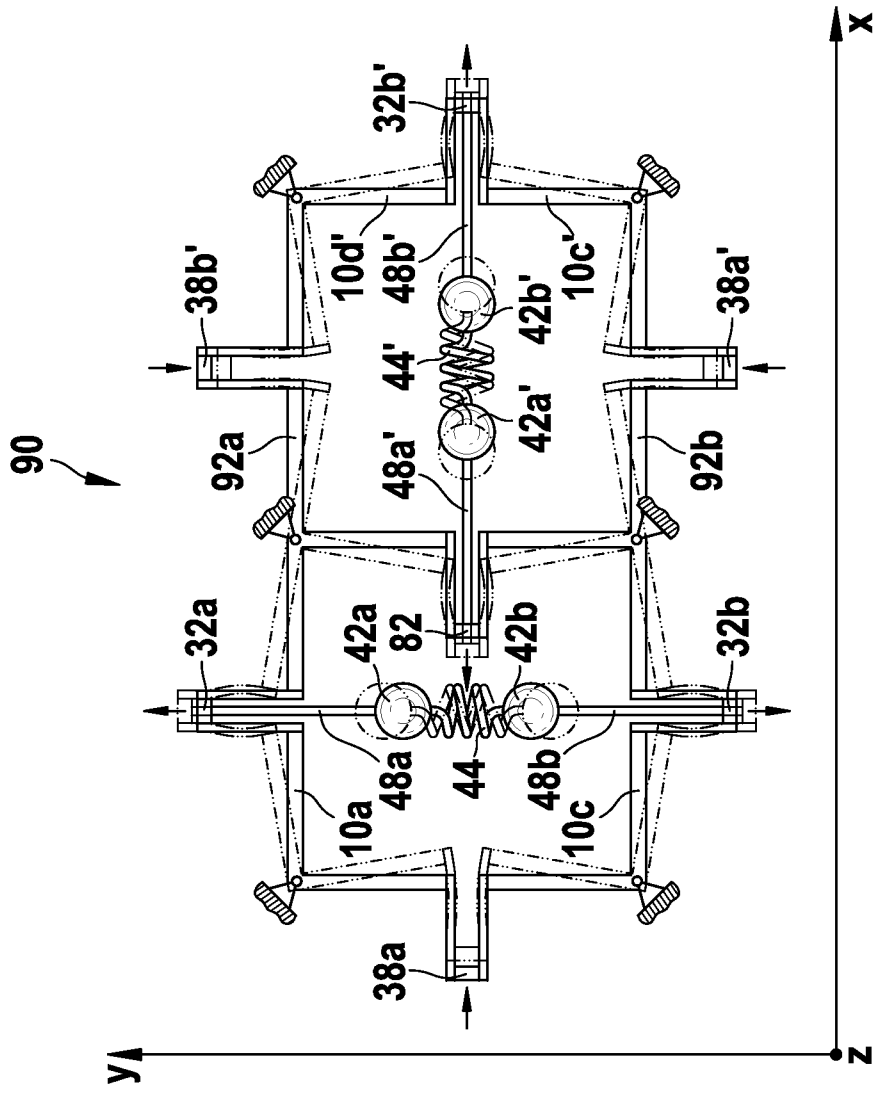


Fig. 4

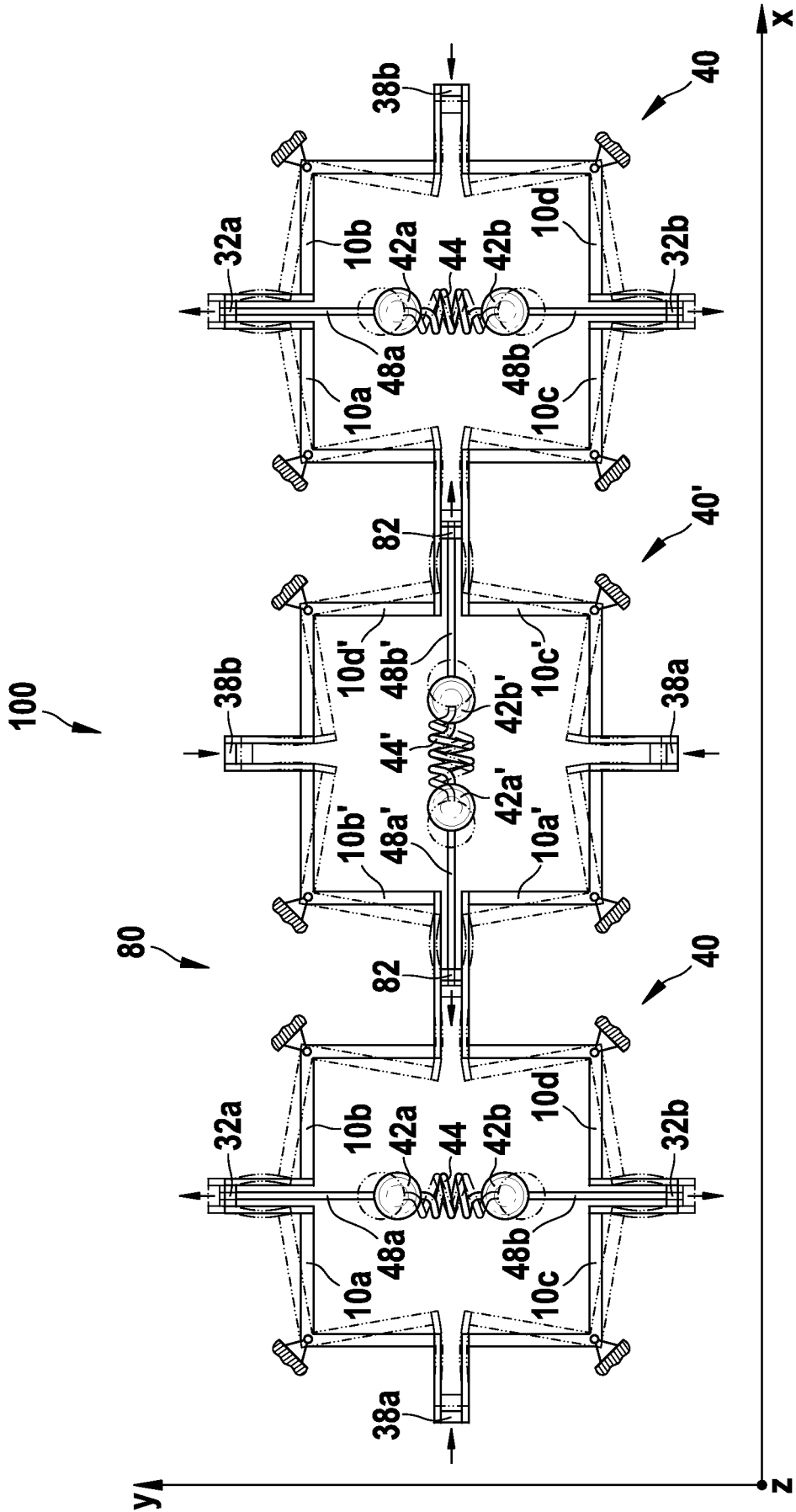


Fig. 5

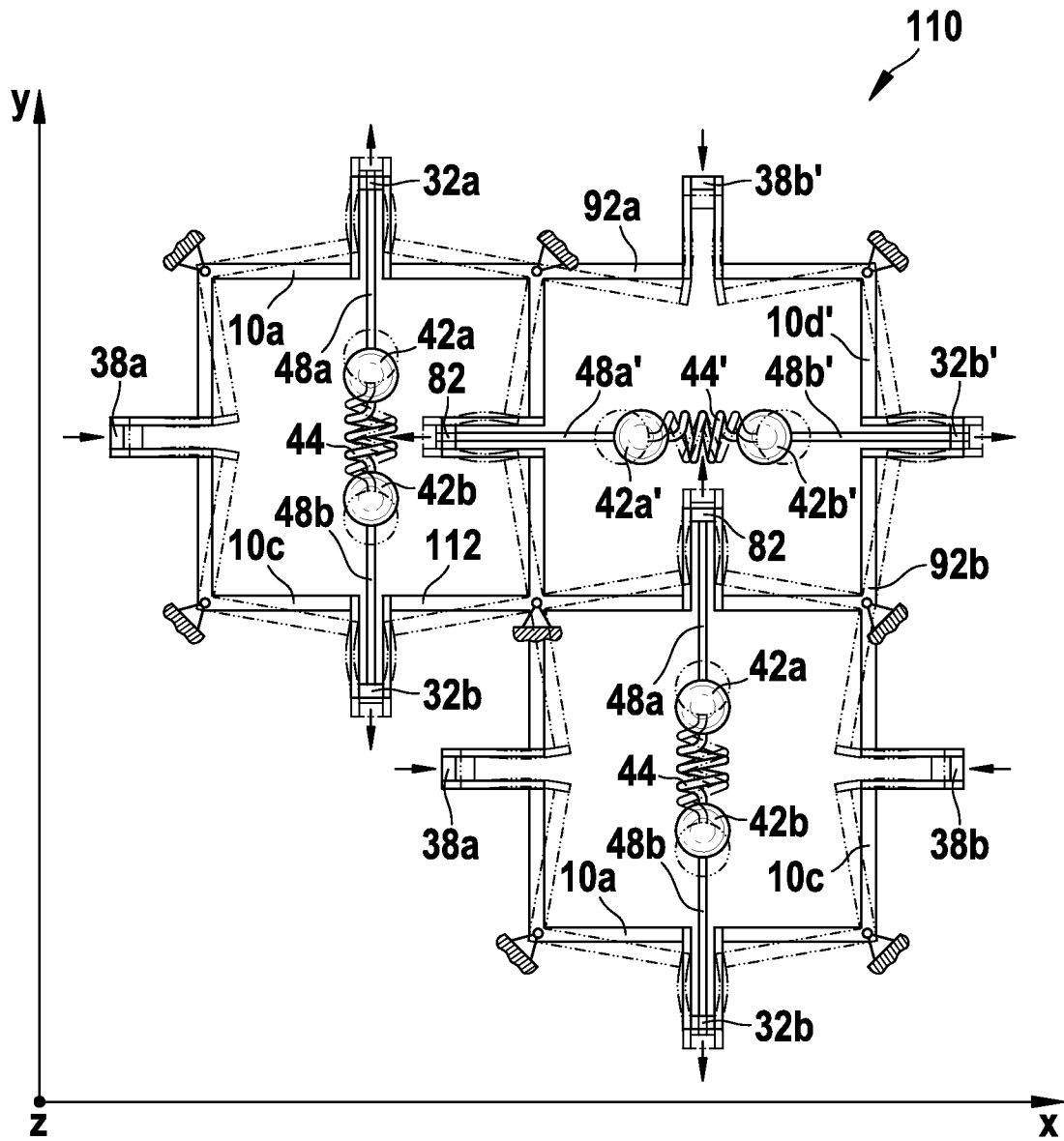


Fig. 6

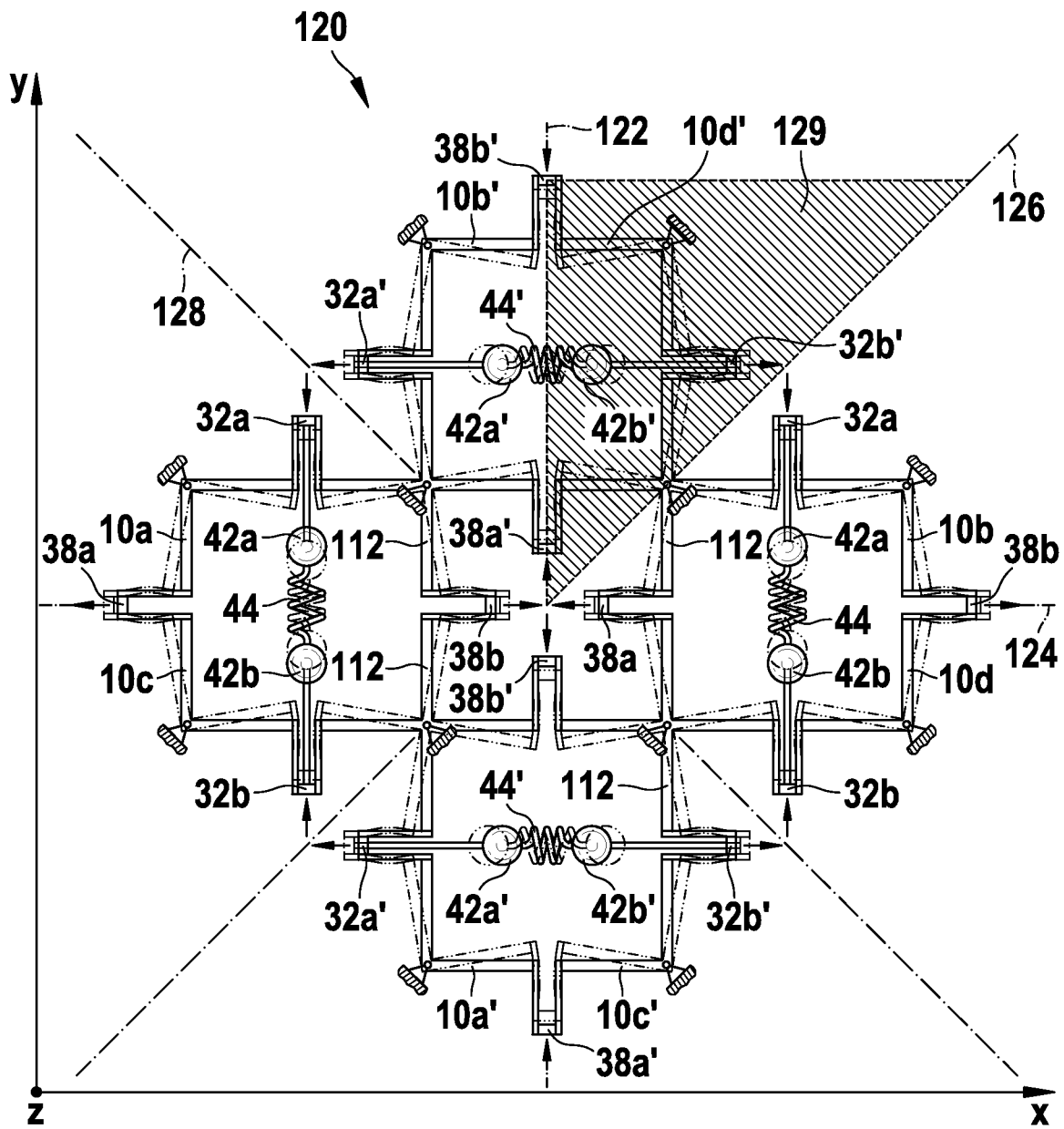


Fig. 7

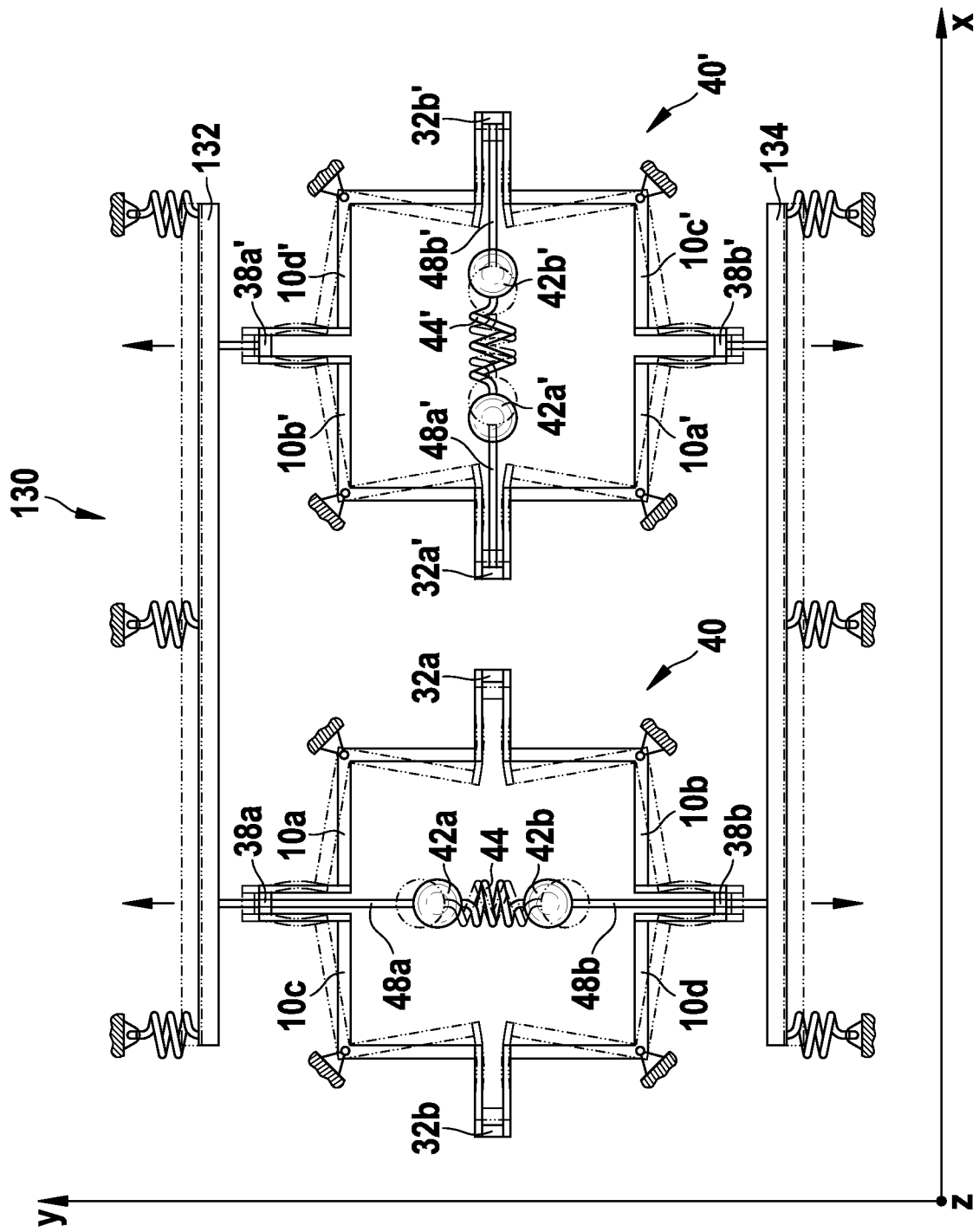


Fig. 8

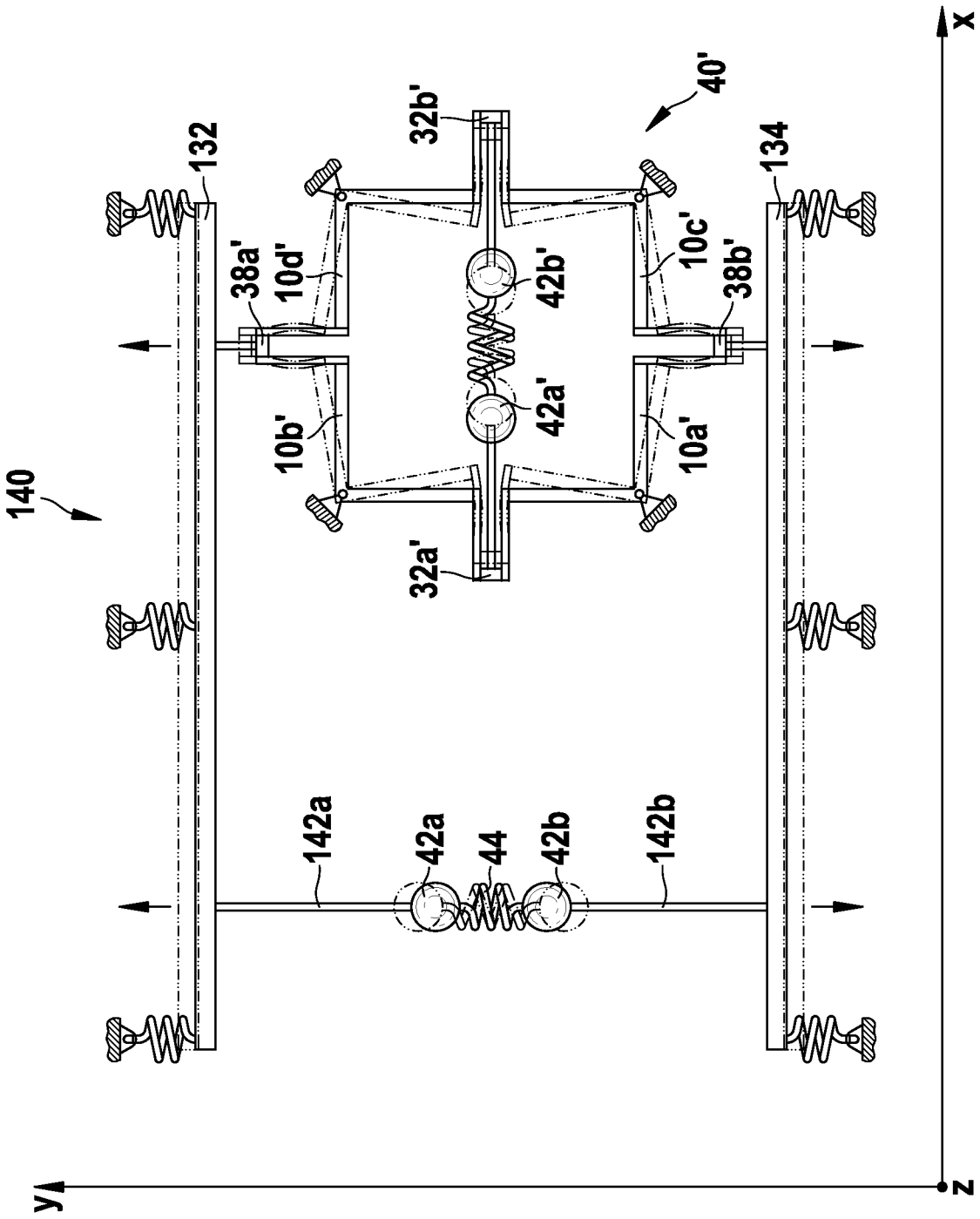


Fig. 9

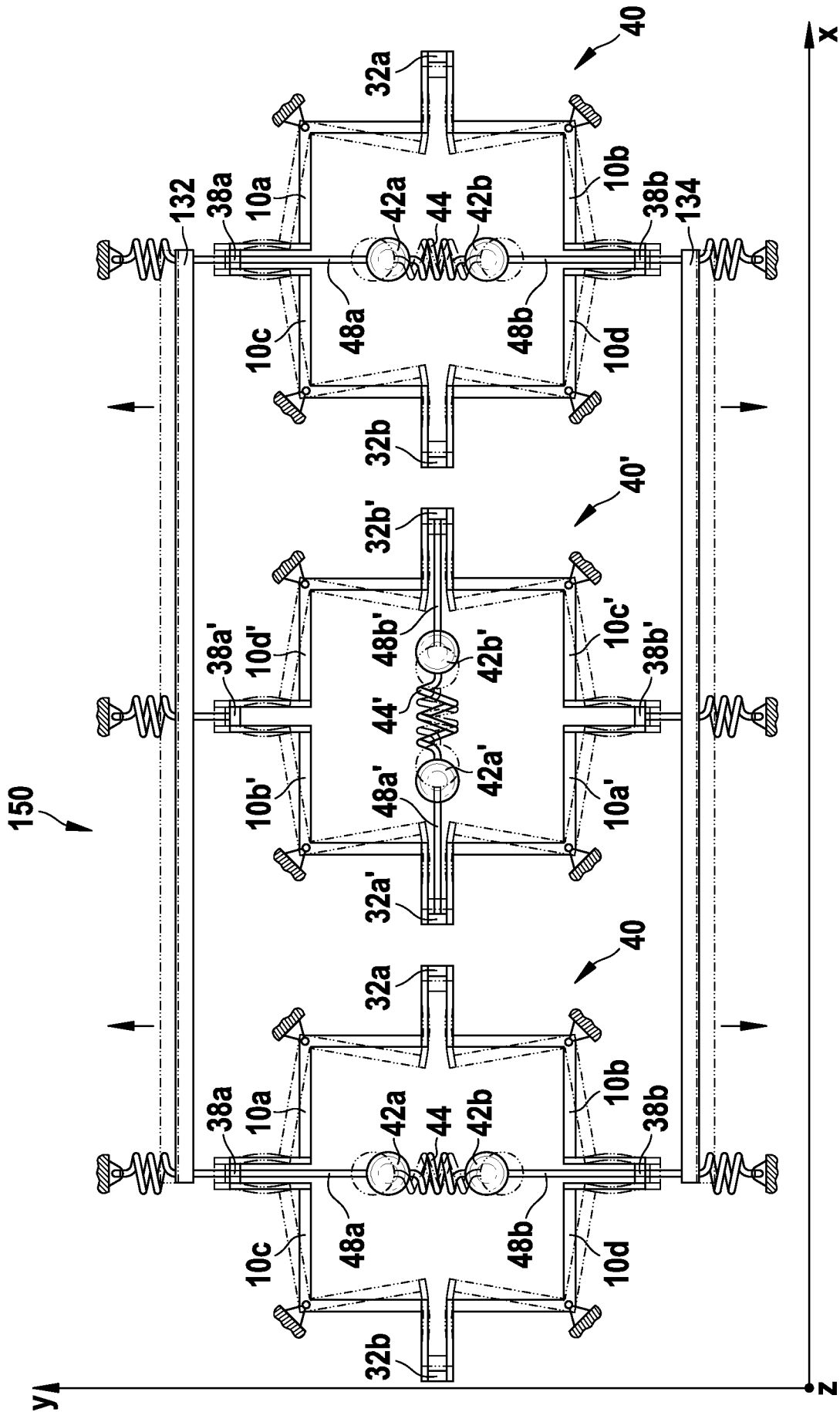


Fig. 10

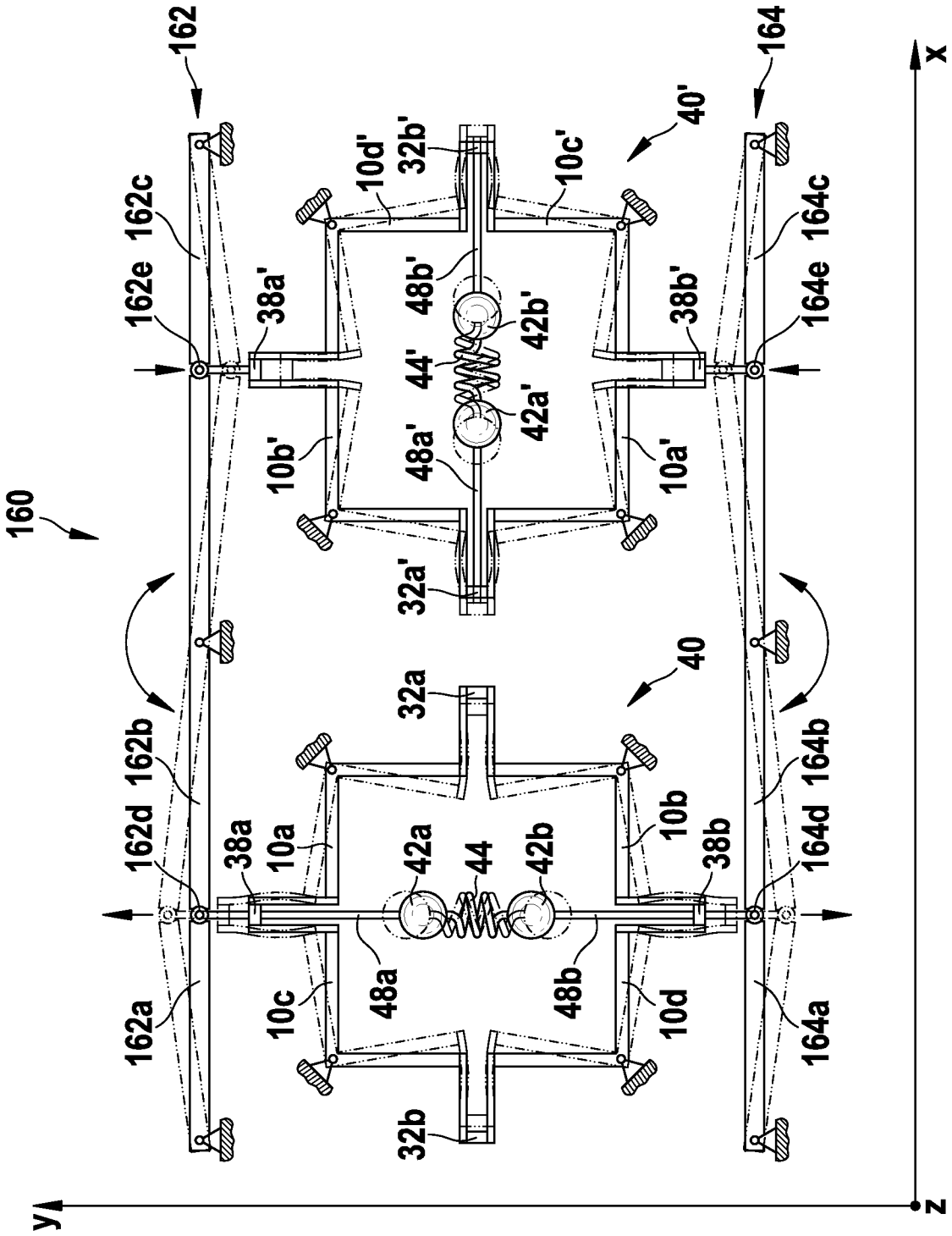


Fig. 11

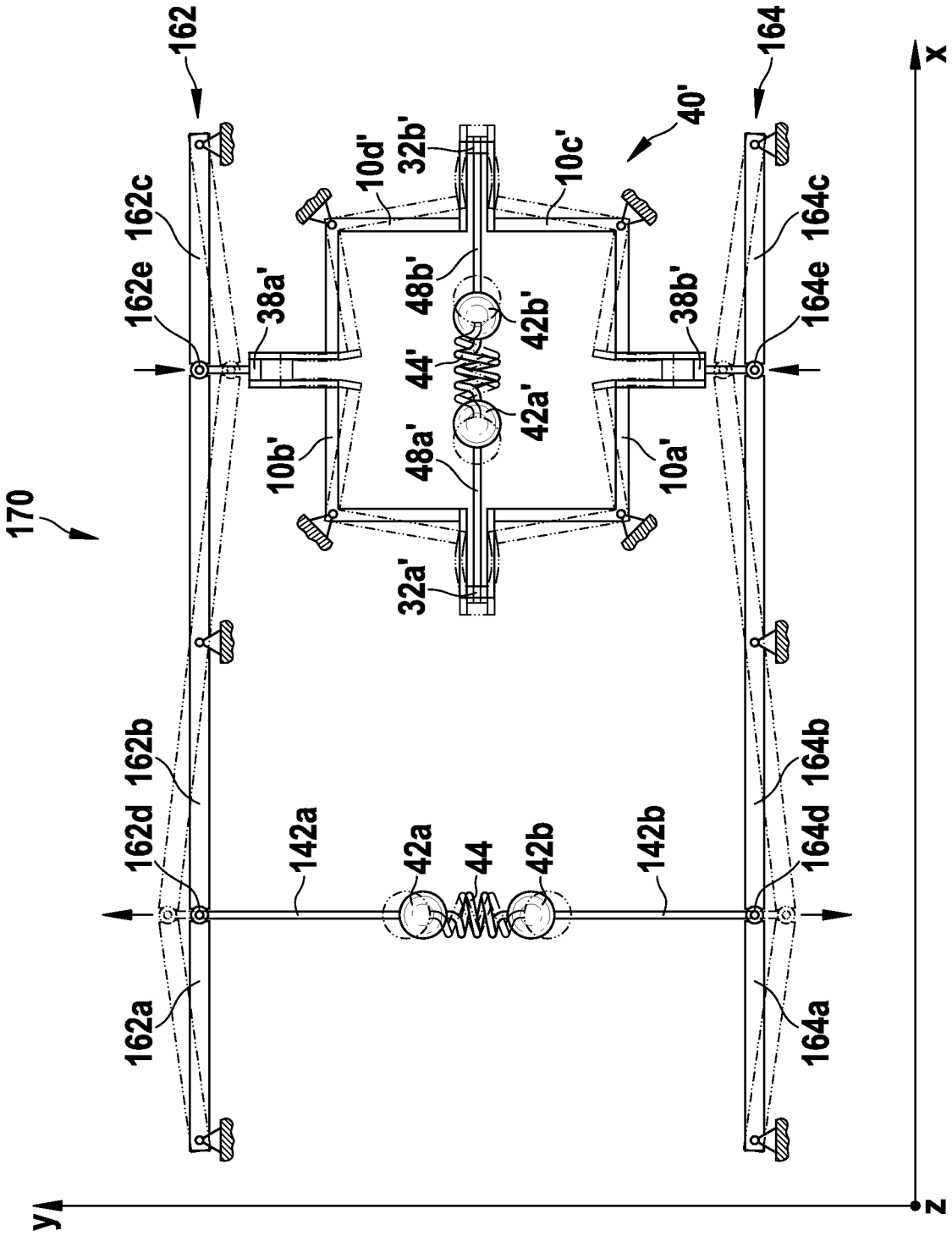


Fig. 12

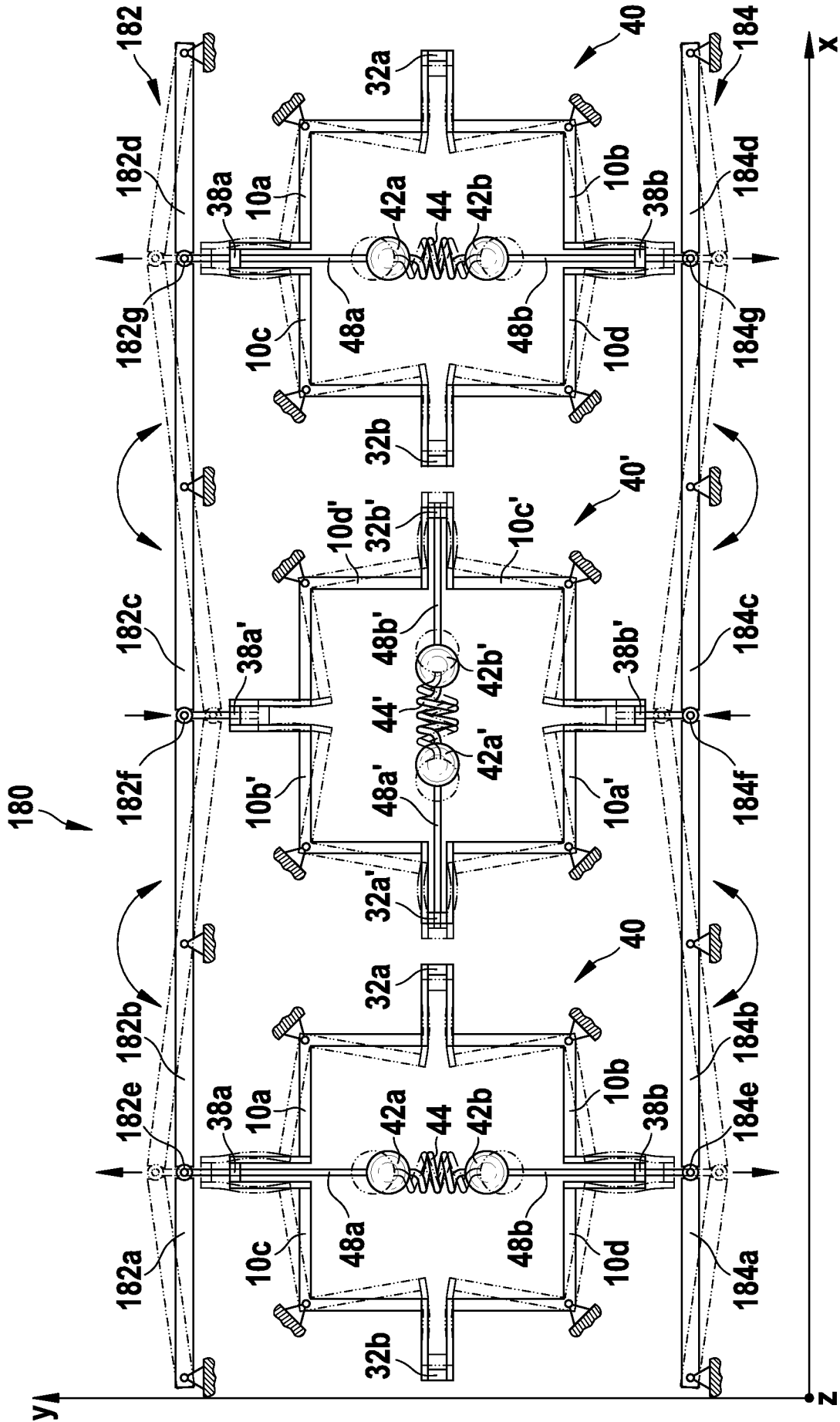


Fig. 13

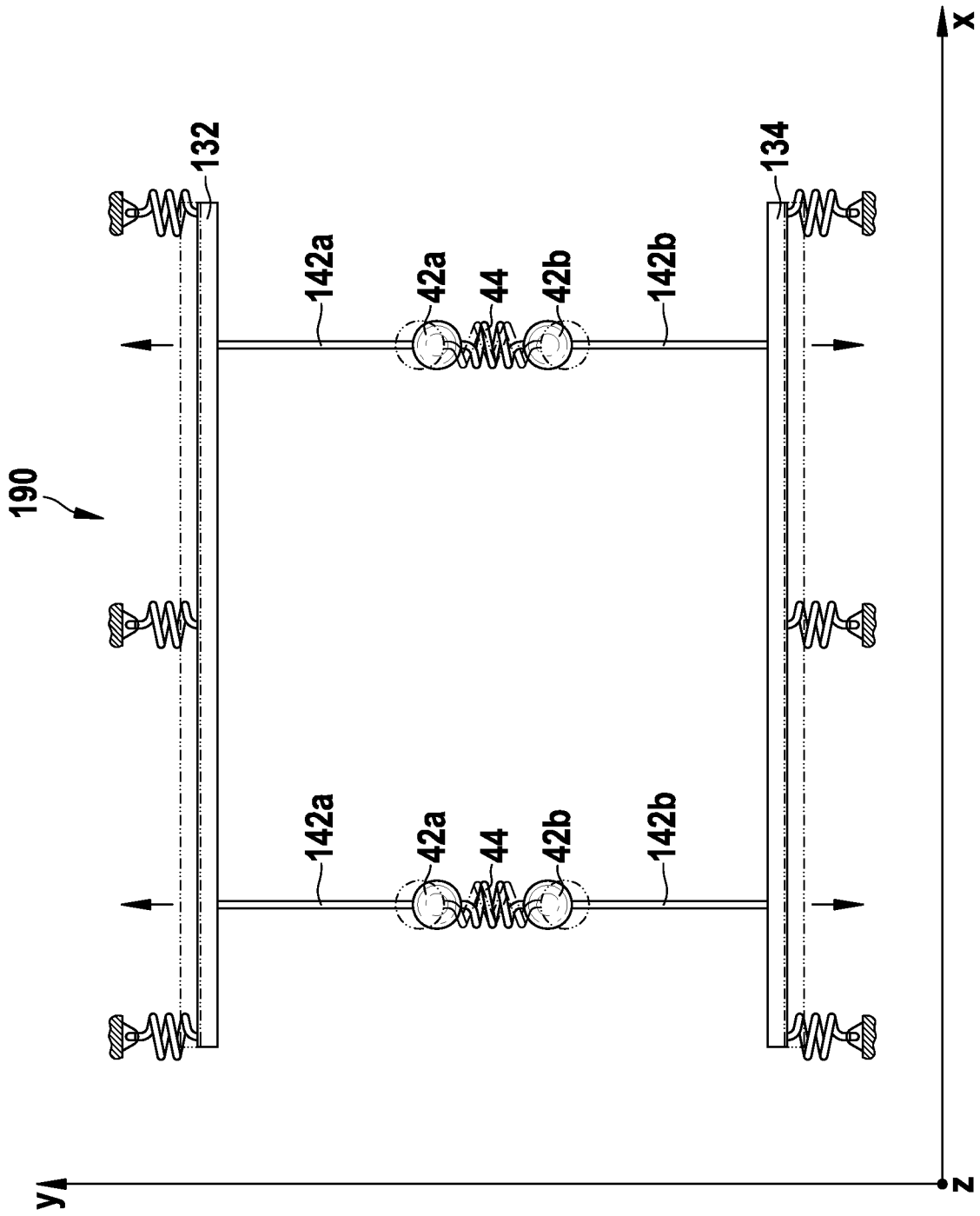


Fig. 14

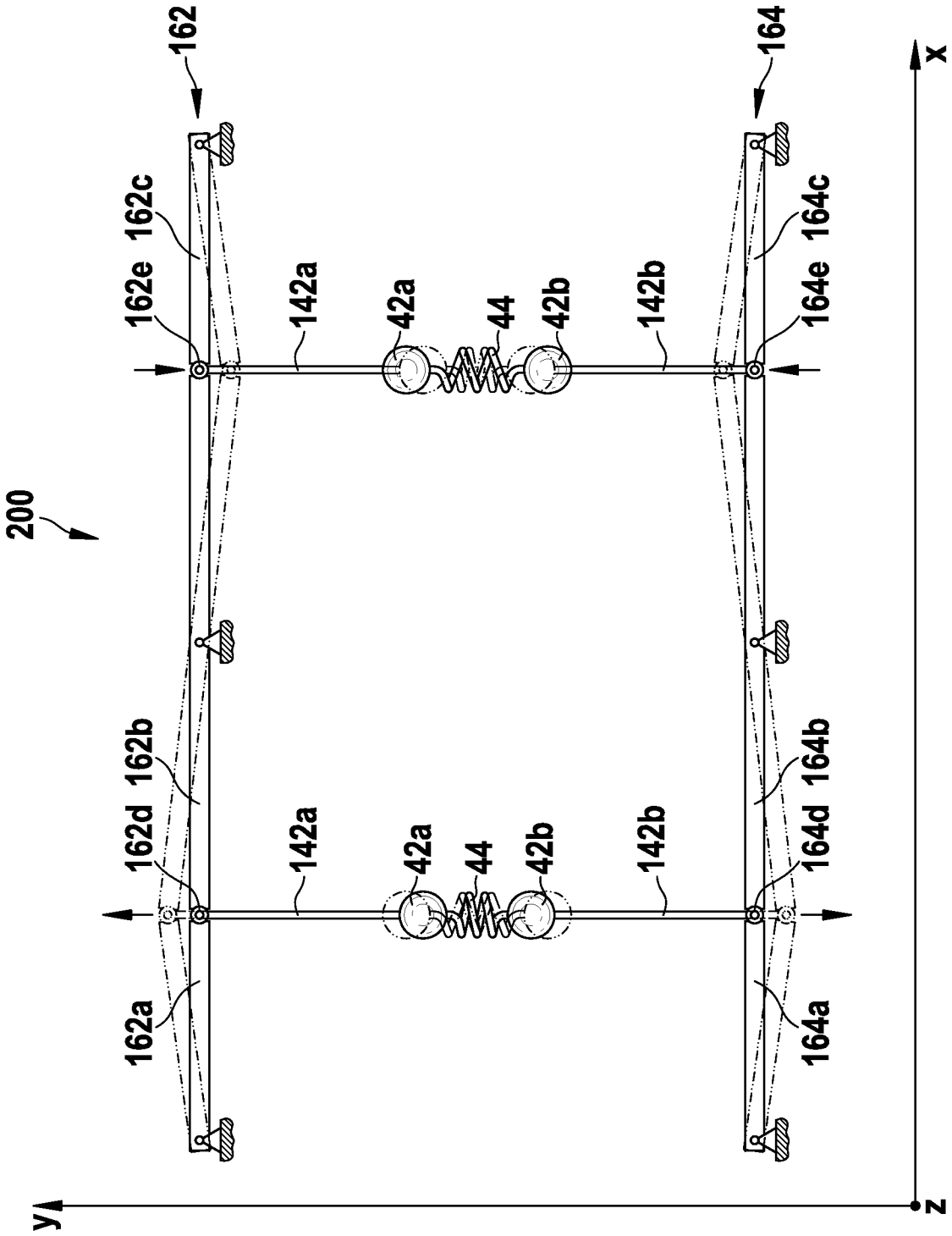


Fig. 15