

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 1370/2010
(22) Anmeldetag: 16.08.2010
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2012

(51) Int. Cl. : **B64G 1/22** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2009/0317174 A1
US 2010/0089189 A1
US 2010/0005913 A1

(73) Patentinhaber:
RUAG SPACE GMBH
A-1120 WIEN (AT)

(72) Erfinder:
NEUGEBAUER CHRISTIAN DR.
WIEN (AT)
GÜNTHER FLORIAN DIPL.ING.
WIEN (AT)

(54) **VORRICHTUNG ZUM FREIGEBEN VON VORGESpanNTEN RÜCKHALTEELEMENTEN IN RAUMFAHRZEUGEN**

(57) Bei einer Vorrichtung (16) zum Freigeben von vorgespannten Rückhalteelementen (5) in Raumfahrzeugen, umfasst die Freigabevorrichtung (16) einen Hebel (18), an dessen einem Ende das Rückhalteelement (5) angreift und das an einer ersten, von dem einen Ende beabstandeten Stelle von einem ersten, kommandiert freigebbaren Halteelement (20) und an einer zweiten, sowohl von dem einen Ende als auch von der ersten Stelle beabstandeten Stelle von einem zweiten, kommandiert freigebbaren Halteelement (21) derart gehalten ist, dass die Freigabe durch das erste Halteelement (20) in eine erste Richtung (39) und die Freigabe durch das zweite Halteelement (21) in eine zweite, zur ersten Richtung entgegengesetzten Richtung (40) erfolgt.

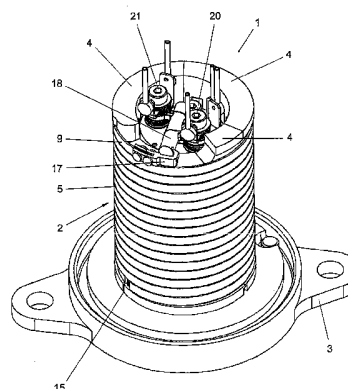


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Freigeben von vorgespannten Rückhalteelementen in Raumfahrzeugen.

[0002] Die Erfindung betrifft weiters eine Vorrichtung zum Festhalten und kommandierten Freigeben eines freizugebenden Elements eines Raumfahrzeuges, umfassend einen wenigstens zwei Spulensegmente aufweisenden geteilten Spulenkörper, bei dem wenigstens ein Spulensegment von einer ersten Position in eine zweite Position verlagerbar ist, wobei die Spulensegmente in der ersten Position ein Ende des freizugebenden Elements in einer Halteposition halten und in der zweiten Position das Ende des freizugebenden Elements aus seiner Halteposition freigeben, ein Rückhalteelement zum Halten der Spulensegmente in der ersten Position und eine Freigabevorrichtung zum Freigeben des Rückhalteelements.

[0003] Um in und an Raumfahrzeugen angebrachte freizugebende Elemente kommandiert freizugeben, sind häufig redundant arbeitende Konstruktionen erforderlich. Dabei ist zum Beispiel die Umwandlung eines elektrischen Signals in eine mechanische Komponente notwendig. Für diese Aufgabe wird unter anderem ein Abreißdraht verwendet. Die mechanische Festigkeit des Abreißdrahtes wird durch Erwärmen desselben mittels eines Stromsignals, welches durch den Abreißdraht fließt, kommandiert reduziert, bis dieser reißt. Um dabei die erforderliche Redundanz sicherzustellen, sollte das den Abreißdraht umfassende Freigabeelement sowohl eine mechanische als auch eine elektrische Redundanz aufweisen.

[0004] Die freizugebenden Elemente müssen während des Startvorganges platzsparend untergebracht sein, um im begrenzten Raum einer Trägerrakete Platz zu finden und sie müssen erhebliche mechanische Lasten während dieses Startvorgangs ertragen. Aus diesem Grund werden solche Elemente im zusammengefalteten Zustand ans Raumfahrzeug angebracht und es wird ein steifer Lastpfad vorgesehen, der die erheblichen Inertialkräfte während des Raketenstarts überträgt. Die Öffnung dieser zusammengefalteten Elemente oder das Auftrennen des steifen Lastpfades wird durch eine Freigabevorrichtung bewirkt, die kommandiert ein Rückhalteelement freigibt, mit dem das im Raumfahrzeug angebrachte Element vorgespannt ist. Für diese Aufgabe haben sich unter anderem Elemente etabliert, welche das Prinzip des geteilten Spulenkörpers ("Split Spool" - Prinzip) ausnützen. Dabei halten die Spulensegmente des geteilten Spulenkörpers das freizugebende Element zurück. Die Spulenkörper werden wiederum von einem um sie herumgewickelten Rückhalteelement radial zurückgehalten, welches mit Hilfe der Freigabevorrichtung im vorgespannten Zustand gehalten und kommandiert freigegeben werden kann.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Konstruktionen bekannt geworden, mit denen die erforderliche Redundanz der Freigabevorrichtung sichergestellt werden kann. Beispielsweise ist eine Konstruktion vorgeschlagen worden mit einer Platte mit mittig angreifender Last. Das Rückhalteelement drückt dabei mittig gegen eine Platte, welche an ihrem Rand mit zwei Stiften, welche beide eine entgegen der Lastrichtung des freizugebenden Elementes orientierte Kraft aufbringen, gehalten wird. Wird einer oder beide äußeren Stifte freigegeben, so dreht sich die Platte und gibt das freizugebende Element frei.

[0006] Gegenstand der US 6,525,920 ist ein Hebel mit mittig angreifender Last. Das vorgespannte Rückhalteelement zieht mittig über ein Gelenk an einem Hebel, welcher an seinen äußeren Enden mit je einer in Umfangsrichtung umlaufenden Nut versehen ist. In diesen Nuten liegen Drähte, welche beide eine entgegen der Lastrichtung des vorgespannten Rückhalteelements orientierte Kraft aufbringen. Wird einer der beiden äußeren Drähte oder beide Drähte freigegeben, so dreht sich der Hebel und gibt das Rückhalteelement frei. Der Hebel verbleibt dabei am Rückhalteelement.

[0007] Die US 6,433,990 B1 beschreibt einen elektrisch redundanten Abreißdraht. Der Abreißdraht ist über einen Spulenkörper mit einem Rückhalteelement verbunden. Der Abreißdraht ist mithilfe einer einfachen elektrischen Schaltung, welche im Wesentlichen aus zwei Dioden besteht, an zwei unabhängige Stromkreise angeschlossen. Dadurch wird eine teilweise elektri-

sche Redundanz erreicht. Es ist keine mechanische Redundanz gegeben.

[0008] Eine andere Möglichkeit ist das beidseitiges Durchschmelzen von Fasern ("Thermal Knife"). Das Rückhalteelement liegt dabei auf einem ortsfesten Element. Um beide Elemente werden Kunststoff-Fasern gewickelt, welche mit zwei entgegengesetzt angeordneten beheizbaren Klingen durchgeschmolzen werden können. Ein Durchschmelzen der Fasern an einer oder beiden Seiten gibt das Rückhalteelement frei.

[0009] Ein anderes Prinzip ist das Verdrehen einer Kulissee mit Drähten aus einer Formgedächtnislegierung (SMA - Shape Memory Alloy) (SENER NEHRA, ESA SP-480 Sep 2001). Hierbei sind zwei SMA Drähte an je einem ihrer Enden mit einer drehbar gelagerten, mit einer Torsionsfeder vorgespannten, drehzylindrischen Kulissee fest verbunden. Das jeweilige andere Ende der SMA Drähte ist mit einem ortsfesten Gehäuse verbunden. Bei Erwärmen eines oder beider SMA Drähte verändern diese ihre Länge,, wodurch die Kulissee verdreht wird, welche ein Rückhalteelement freigibt.

[0010] Ausgehend von diesem Stand der Technik zielt die vorliegende Erfindung nun darauf ab, die Freigabevorrichtung sowohl mechanisch als auch elektrisch redundant auszubilden. Die mechanische Redundanz soll sicherstellen, dass das Versagen eines der beiden mechanischen Systeme die Gesamtfunktion nicht beeinträchtigt. Die elektrische Redundanz soll sicherstellen, dass das Versagen eines der beiden elektrischen Systeme die Gesamtfunktion nicht beeinträchtigt. Weiters zielt die Erfindung darauf ab, die Anzahl der bewegten Teile möglichst klein zu halten. Weiters soll keine gleitende Relativbewegung zwischen Teilen stattfinden, um Reibung, das Generieren von Partikeln und das Beschädigen von Oberflächen zu verhindern. Es sollen ausschließlich für die Raumfahrt zugelassene Materialien zum Einsatz gelangen. Außerdem ist eine geringe Masse erstrebenswert. Schließlich soll die Funktion sowohl in Luft als auch in Hoch-Vakuum sichergestellt sein.

[0011] Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß im Wesentlichen derart weitergebildet, dass die Freigabevorrichtung einen Hebel umfasst, an dessen einem Ende das Rückhalteelement angreift und das an einer ersten, von dem einen Ende beabstandeten Stelle von einem ersten, kommandiert freigebbaren Halteelement und an einer zweiten, sowohl von dem einen Ende als auch von der ersten Stelle beabstandeten Stelle von einem zweiten, kommandiert freigebbaren Halteelement derart gehalten ist, dass die Freigabe durch die erste Haltevorrichtung in eine erste Richtung und die Freigabe durch die zweite Haltevorrichtung in eine zweite, zur ersten Richtung entgegengesetzten Richtung erfolgt. Wird ein beliebiges der beiden Halteelemente oder beide Halteelemente freigegeben, so kann sich der Hebel frei drehen und das Rückhalteelement wird freigegeben, wobei bevorzugt die Haltevorrichtungen derart angeordnet sind, dass die Haltekraft des ersten Halteelements und die Haltekraft des zweiten Halteelements entgegengesetzt gerichtet sind. Wenn die Halteelemente elektrisch kommandiert freigegeben werden können, ist dabei sowohl eine elektrische als auch eine mechanische Redundanz gegeben. Da das Rückhalteelement an einem Ende des Hebels angreift und sich die freigebbaren Halteelemente davon beabstandet und bevorzugt am anderen Ende des Hebels befinden, wird die Flexibilität bei der konstruktiven Gestaltung des übergeordneten Mechanismus erhöht, und es wird die Einschränkung vermieden, dass das Rückhalteelement nach Freigabe noch mit dem Hebel verbunden sein muss. Um das Lösen des Rückhalteelements vom Hebel zu erleichtern ist bevorzugt vorgesehen, dass der Hebel eine Einkerbung aufweist, in welche ein hakenartiges Endstück des Rückhalteelements eingreift. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Ausbildung ist, dass die Anzahl der bewegten Teile minimal ist.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist die Haltekraft des ersten, dem einen Ende des Hebels näher angeordneten Halteelements der vom Rückhalteelement ausgehenden Last entgegengerichtet und die Haltekraft des zweiten, von dem einen Ende des Hebels weiter angeordneten Halteelements mit der Last gleichgerichtet.

[0013] Um das Drehen des Hebels bei einer Freigabe eines der beiden Halteelemente zu begünstigen ist die Erfindung derart weitergebildet, dass dem ersten Halteelement ein erstes

Widerlager und dem zweiten Halteelement ein zweites Widerlager zugeordnet ist, gegen welche der Hebel mit Hilfe des jeweiligen Haltelements gehalten ist, wobei das erste Widerlager und das zweite Widerlager an gegenüberliegenden Seiten des Hebels angeordnet sind. Dasjenige Widerlager, dessen zugeordnetes Halteelement nicht freigegeben hat, bildet dabei das Schwenklager für den Hebel, sodass eine definierte Hebelverschwenkung erfolgen kann.

[0014] Um ein elektrisches Signal in einfacher und bewährter Weise in eine mechanische Komponente umzuwandeln, ist bevorzugt vorgesehen, dass das erste und das zweite Halteelement je-weils einen Abreißdraht umfassen, der den Hebel umfasst und dessen Enden mit einer Spannungsquelle verbindbar sind. Der Umfassungswinkel beträgt mit Vorteil ungefähr 180° .

[0015] Wenn beim Freigabeversuch der Halteelemente lediglich eines der beiden Halteelemente freigegeben wird, muss darauf geachtet werden, dass keine gleitenden Relativbewegungen auftreten und das verbleibende Halteelement der Drehbewegung des Hebels keinen Widerstand entgegensetzt. Zu diesem Zweck sieht die Erfindung bevorzugt eine besondere Gestaltung der Kontaktgeometrie vor, bei der die Kontaktstelle des Widerlagers am Hebel, der Befestigungspunkt der Enden des Abreißdrahtes und der Kontaktstelle des Abreißdrahtes am Hebel in der nicht freigegebenen Lage der Halteelemente im Wesentlichen in einer Ebene liegen. Diese Konfiguration stellt sicher, dass der intakt gebliebene Abreißdraht bei einer Verschwenkung des Hebels ausgehend von der nicht freigegebenen Lage nur entspannt werden kann, sodass der Abreißdraht keine gleitende Relativbewegung zwischen bewegten Teilen auftreten, wodurch Reibung, welche die Drehbewegung des Hebels verhindern könnte, verhindert wird. Zusätzlich besteht keine Gefahr der Generierung von Partikeln und der Beschädigung von Oberflächen.

[0016] Insbesondere bei der Ausbildung der Halteelemente als Abreißdrähte muss auf eine ausreichende elektrische Isolierung geachtet werden. Eine bevorzugte Weiterbildung der Erfindung sieht hierbei vor, dass der Hebel aus einem elektrisch isolierenden keramischen Material, bevorzugt ZrO_2 besteht.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In dieser zeigen

- [0018]** Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Vorrichtung zum Festhalten und kommandierten Freigeben eines freizugebenden Elements eines Raumfahrzeuges,
- [0019]** Fig. 2 eine Querschnittsansicht des Spulenkörpers,
- [0020]** Fig. 3 eine perspektivische Darstellung des Endes des freizugebenden Elements,
- [0021]** Fig. 4 eine perspektivische Darstellung eines Spulensegments,
- [0022]** Fig. 5 einen Querschnitt entlang der Linie V-V der Fig. 2,
- [0023]** Fig. 6 einen Querschnitt entlang der Linie VI-VI der Fig. 2,
- [0024]** Fig. 7 eine Darstellung des Rückhaltebandes auf dem Spulenkörper in vorgespanntem Zustand,
- [0025]** Fig. 8 eine Darstellung des Rückhaltebandes in entspanntem Zustand,
- [0026]** Fig. 9a/9b einen Vergleich zwischen einem Rückhalteband mit rechteckigem und mit rundem Querschnitt,
- [0027]** Fig. 10 eine perspektivische Darstellung der Freigabevorrichtung,
- [0028]** Fig. 11 eine Ansicht der Freigabevorrichtung von der Seite,
- [0029]** Fig. 12 einen Querschnitt der Freigabevorrichtung nach der Linie XII-XII der Fig. 11,

- [0030]** Fig. 13a-13c eine Darstellung der zurückgehaltenen und zweier freigegebener Zustände der Freigabevorrichtung,
- [0031]** Fig. 14 eine perspektivische Darstellung der Klemmvorrichtung für den Abreißdraht,
- [0032]** Fig. 15 eine Draufsicht der Klemmvorrichtung und
- [0033]** Fig. 16 einen Querschnitt der Klemmvorrichtung nach der Linie XVI-XVI der Fig. 15.

[0034] In Fig. 1 ist eine Vorrichtung 1 zum Festhalten und kommandierten Freigeben eines freizugebenden Elements eines Raumfahrzeuges dargestellt. Es ist ein geteilter Spulenkörper 2 vorgesehen, der auf einem Befestigungsflansch 3 angebracht ist und aus drei Spulensegmenten 4 besteht, die von einem vorgespannten Rückhalteband 5 in der in Fig. 1 dargestellten zusammengerückten Position gehalten werden. Wie dies aus der Querschnittsansicht gemäß Fig. 2 erkennbar ist, ist der geteilte Spulenkörper 2 hohl ausgebildet und hält in seinem Inneren das Ende 6 eines freizugebenden Elements 7 fest. Das Ende 6 des freizugebenden Elements 7 ist zu diesem Zweck als Halbkugel ausgebildet und weist dementsprechend eine sphärische Oberfläche auf (Fig. 3). Das Ende 6 liegt mit seiner sphärischen Oberfläche in Ausnehmungen 8 auf, wobei in jedem Spulensegment 4 eine Ausnehmung 8 ausgebildet ist, wobei die Ausnehmungen 8 jeweils eine konkave, sphärische Gegenfläche aufweisen (Fig. 4). Das freizugebende Element 7 wird mit Hilfe einer nicht dargestellten Schraubenmutter in axialer Richtung gegen die Gegenflächen der Ausnehmungen 8 gespannt, sodass das freizugebende Element 7 durch den Spulenkörper 2 festgehalten wird, solange das vorgespannte Rückhalteband 5 die Spulensegmente 4 in der in Fig. 2 dargestellten Position zusammenhält. Wenn das gespannte Ende 9 des Rückhaltebandes 5 freigegeben wird und das elastische Rückhalteband 5 dadurch auf einen größeren Durchmesser zurückfedert, werden die Spulensegmente 4 auf Grund der vom freizugebenden Element 7 am Kontakt der sphärischen Fläche des Endes 6 mit den sphärischen Gegenflächen der Ausnehmungen 8 auf die Spulensegmente 4 übertragenen Kräfte in radialer Richtung auseinandergedrückt, wodurch das freizugebende Element in Richtung des Pfeils 10 freigegeben wird.

[0035] Wie dies insbesondere in der Schnittansicht gemäß Fig. 5 ersichtlich ist, liegt das sphärisch ausgebildete Ende 6 auf den Gegenflächen der Ausnehmungen 8 der drei Spulensegmente 4 unter Ausbildung einer Punktberührung auf, wobei der jeweilige Kontaktpunkt 12 in einer Ebene liegt, welche durch die Winkelhalbierenden der jeweiligen Spulensegmente 4 gegeben ist. Die sphärischen Gegenflächen der Ausnehmungen 8 sind dabei in Bezug auf die Achse 13 des Spulenkörpers 2 exzentrisch angeordnet, wobei der jeweilige Kugelmittelpunkt in einer Ebene liegt, welche durch die Winkelhalbierenden der Spulensegmente gegeben ist, und die Mittelpunkte im nicht freigegebenen Zustand des Spulenkörpers 2 nicht kongruent sind. Auch die zylindrischen Ausnehmungen 14 sind in Bezug auf die Achse 13 des Spulenkörpers exzentrisch angeordnet (Fig. 6). Der Durchmesser der kugelförmigen Ausnehmung 8 und der zylindrischen Ausnehmungen 14 ist größer als jener der Kugel auf dem freizugebenden Element 7. Aufgrund der Exzentrizität und der verschiedenen Durchmesser ergibt sich eine Kontaktgeometrie, welche eine hohe Konformität - analog zu einem Kugellager - aufweist.

[0036] In den Fig. 7, 8 und 9a/9b ist der Spulenkörper mit dem schraubenlinienförmig verlaufenden Rückhalteband 5 dargestellt. Das Rückhalteband 5 weist einen rechteckigen Querschnitt (Fig. 9a) auf und hat im spannungsfreien Zustand (Fig. 8) einen größeren Durchmesser als der Außendurchmesser der Spulensegmente 4. Das Rückhalteband 5 wird schraubenförmig und nicht-überlappend um die Spulensegmente 4 gewickelt und ist am unteren Ende 15 mit den Spulensegmenten 4 trennbar verbunden und am oberen Ende 9 von einer Freigabevorrichtung 16 gehalten, welche es ermöglicht, das obere Ende 9 des Rückhaltebandes 5 kommandiert freizugeben. Aus einem Vergleich der Fig. 9a und 9b ergibt sich, dass bei einem Rechteckquerschnitt des Rückhaltebandes 5 im Vergleich zu einem kreisrunden Querschnitt ein wesentlich größerer Querschnitt zur Aufnahme der Zugkräfte zur Verfügung steht, während die von der Dicke des Bandes 5 bzw. dem Durchmesser des Runddrahtes abhängigen durch die aufge-

zwungene Verformung hervorgerufenen Biegespannungen im Wesentlichen gleich sind.

[0037] In Fig. 9a ist ersichtlich, dass die einzelnen Windungen des Rückhaltebandes 5 einen geringen axialen Abstand voneinander haben, damit sichergestellt ist, dass sich die einzelnen Windungen beim Entspannungsvorgang des Rückhaltebandes 5 nicht gegenseitig behindern. Aber auch bei einer Ausführung, bei welcher sich die Windungen berühren, ist ein zufrieden stellendes Ergebnis zu erwarten.

[0038] Die Fig. 10 bis 13 zeigen die Freigabevorrichtung 16 zum kommandierten Freigeben des Endes 9 des Rückhaltebandes 5. Das Ende 9 des Rückhaltebandes 5 ist mit einem Haken 17 verbunden, welcher an einem Ende des Hebels 18 angreift und dort in eine Kerbe 19 eingreift. Der Hebel 18 wird an seinem anderen Ende mit Hilfe eines ersten Halteelements 20 und eines zweiten Halteelements 21 zurückgehalten. Die Halteelemente 20 und 21 weisen jeweils einen Abreißdraht 22 auf, der den Hebel 18 umfasst, ohne dabei in Nuten oder ähnlichem zu liegen. Zum mechanischen Halten und elektrischen Kontaktieren der Enden der Abreißdrähte 22 weist das Halteelement 20 bzw. 21 jeweils einen Scheibenstoß 11 auf, der weiter unten näher beschreiben ist. Die Abreißdrähte 22 können kommandiert geöffnet werden, indem ein elektrischer Strom durch sie geleitet wird, wodurch sich der Abreißdraht 22 erwärmt und seine mechanische Festigkeit sinkt bis er reißt. Dem Abreißdraht 22 ist beim ersten Halteelement 20 ein erstes Widerlager 23 bzw. eine Nase und beim zweiten Halteelement 21 ein zweites Widerlager 24 bzw. eine Nase zugeordnet, die eine exzessive Bewegung des Hebels 18 während des Angriffs von Inertialkräften, wie sie beispielsweise beim Start einer Trägerrakete auftreten, verhindern. Die Nuten im Hebel 18, in welchen die Nasen 23 und 24 angreifen, sind derart gestaltet, dass eine Drehbewegung des Hebels 18 ohne gleitende Relativbewegung möglich ist (Wälzkontakt) und der noch intakte Abreißdraht 22 die Drehbewegung nicht behindert, da er bei einer Verdrehung des Hebels 18 nicht gespannt, sondern entspannt wird.

[0039] Der Haken 17 zieht den Hebel in der Zeichnung (Fig. 10) nach links, während das erste Halteelement 20 auf den Hebel 18 eine nach rechts gerichtete und das zweite Halteelement 21 eine nach links gerichtete Kraft ausübt. Die Kraftverhältnisse sind ausgeprägt nicht-symmetrisch, sowohl dem Betrage der Einzelkräfte als auch deren Richtung nach. Bei einem Abreißen des Abreißdrahtes 22 des ersten Halteelements 20 erfolgt eine Freigabe des Hebels 18 in Richtung des Pfeils 39 und der Hebel 18 dreht um die Nase 24 (Fig. 13b). Bei einem Abreißen des Abreißdrahtes 22 des zweiten Halteelements 21 erfolgt eine Freigabe des Hebels 18 in Richtung des Pfeils 40 und der Hebel 18 dreht um die Nase 23 (Fig. 13c). Ausnehmungen 25 in den Halteelementen 20 und 21 ermöglichen einen größeren Drehwinkel des Hebels 18. Werden die Abreißdrähte 22 beider Halteelemente 20 und 21 geöffnet, so kann der Hebel 18 ebenfalls drehen. Ein nicht dargestelltes dünnes Band, welches den Hebel 18 lose, d.h. mit signifikantem Spiel und ohne jegliche Vorspannung, mit einem ortsfesten Teil verbindet, verhindert im Falle des Öffnens beider Abreißdrähte 22, dass der Hebel 18 exzessive Bewegungen im Raum ausführt.

[0040] In der Detailansicht gemäß Fig. 15 ist am Beispiel des zweiten-Halteelements 21 ersichtlich, dass die Kontaktstelle 41 des Widerlagers 24 am Hebel 18, der Befestigungspunkt 42 der Enden des Abreißdrahtes 22 und die Kontaktstelle 43 des Abreißdrahtes 22 am Hebel 18 in der nicht freigegebenen Lage des Halteelements 21 im Wesentlichen in einer Ebene liegen. Dies führt dazu, dass der Abreißdraht bei einer Verschwenkung des Hebels 18 entspannt wird und somit keine Kräfte auf den Hebel 18 ausübt, die zu undefinierten Gleitbewegungen führen würden.

[0041] In den Fig. 14 bis 16 ist das Halteelement 21 im Detail dargestellt. Das Halteelement dient dem mechanischen Klemmen und elektrischen Kontaktieren des Abreißdrahtes 22 und ist als Scheibenstoß 11 ausgebildet, der von der Schraube 26 zusammengespannt wird. Mit der Schraube 26 wird über eine Scheibe 27 jedes Ende des Abreißdrahtes 22 zwischen leitenden Scheiben 28 und 29 bzw. 30 und 31 geklemmt, wobei mehrere mitgeklebte Scheiben 32, 33 und 34 und eine mitgeklebte Hülse 38 aus nichtleitendem Material die elektrische Isolierung sicherstellen und eine zwischen den isolierenden Scheiben 33 und 34 geklemmte Scheibe 35

die Nase 24 für die Abstützung des Hebels 18 aufweist.

[0042] Der Abreißdraht 22 besitzt eine deutlich höhere mechanische Festigkeit als die leitenden Scheiben 28 und 29 bzw. 30 und 31, deren Kanten abgerundet sind. Das eine Ende des Abreißdrahtes 22 ist zwischen den leitenden Scheiben 28 und 29 geklemmt, wobei die leitende Scheibe 28 so ausgeführt ist, dass sie gleichzeitig ein Interface 36 für eine elektrische Leitung aufweist. Da die leitenden Scheiben eine deutlich geringere mechanische Festigkeit aufweisen als der Abreißdraht 22, verformen sich diese unter der axialen Klemmkraft, die durch das Anziehen der Schraube 26 hervorgerufen wird. Das andere Ende des Abreißdrahtes 22 ist zwischen den leitenden Scheiben 30 und 31 geklemmt, wobei die leitende Scheibe 30 so ausgeführt ist, dass sie gleichzeitig ein Interface 37 für eine elektrische Leitung aufweist. Die Scheiben 32, 33 und 34 aus nichtleitendem Material isolieren die elektrisch leitenden Scheiben voneinander, während die Hülse 38 aus nicht leitendem Material die Schraube 26 elektrisch isoliert. Die Hülse 38 weist einen den Scheibenstoß abschließenden Rand 44 auf. Die Scheibe 36 weist eine Nase 24 auf, welches das Widerlager für den mit dem Abreißdraht 22 gehaltenen Hebel (Fig. 10) bildet.

[0043] Wird ein elektrischer Strom über die leitenden Scheiben 28 und 31 durch den Abreißdraht 22 geleitet, so beginnt sich dieser zu erwärmen. Dadurch sinkt seine mechanische Festigkeit bis er versagt. Nach einer Auslösung muss der Abreißdraht 22 ausgetauscht werden, um den Scheibenstoß wiederverwenden zu können. Durch ein Anpassen der Dicke aller geklemmten Scheiben unter Berücksichtigung ihres jeweiligen linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten wird ein mittlerer linearer Ausdehnungskoeffizient der geklemmten Teile erreicht, welcher jenem der Schraube 26 entspricht. Dadurch werden relative Dehnungen bei Temperaturänderung vermieden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (16) zum Feigeben von vorgespannten Rückhalteelementen (5) in Raumfahrzeugen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Freigabevorrichtung (16) einen Hebel (18) umfasst, an dessen einem Ende das Rückhalteelement (5) angreift und das an einer ersten, von dem einen Ende beabstandeten Stelle von einem ersten, kommandiert freigebbaren Halteelement (20) und an einer zweiten, sowohl von dem einen Ende als auch von der ersten Stelle beabstandeten Stelle von einem zweiten, kommandiert freigebbaren Halteelement (21) derart gehalten ist, dass die Freigabe durch das erste Halteelement (20) in eine erste Richtung (39) und die Freigabe durch das zweite Halteelement (21) in eine zweite, zur ersten Richtung entgegengesetzten Richtung (40) erfolgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halteelemente (20,21) derart angeordnet sind, dass die Haltekraft des ersten Halteelements (20) und die Haltekraft des zweiten Halteelements (21) entgegengesetzt gerichtet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Haltekraft des ersten, dem einen Ende näher angeordneten Halteelements (20) der vom Rückhalteelement (5) ausgehenden Last entgegengerichtet und die Haltekraft des zweiten, von dem einen Ende weiter angeordneten Halteelements (21) mit der Last gleichgerichtet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem ersten Halteelement (20) ein erstes Widerlager (23) und dem zweiten Halteelement (21) ein zweites Widerlager (24) zugeordnet ist, gegen welche der Hebel (18) mit Hilfe des jeweiligen Halteelements (20,21) gehalten ist, wobei das erste Widerlager (23) und das zweite Widerlager (24) an gegenüberliegenden Seiten des Hebels (18) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste und das zweite Halteelement (20,21) jeweils einen Abreißdraht (22) umfassen, der den Hebel (18) umfasst und dessen Enden mit einer Spannungsquelle verbindbar sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Umfassungswinkel ungefähr 180° beträgt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kontaktstelle (41) des Widerlagers (23) am Hebel (18), der Befestigungspunkt (42) der Enden des Abreißdrahtes (22) und die Kontaktstelle (43) des Abreißdrahtes (22) am Hebel (18) in der nicht freigegebenen Lage der Halteelemente (20,21) im Wesentlichen in einer Ebene liegen.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hebel (18) eine Einkerbung (19) aufweist, in welche ein hakenartiges Endstück (17) des Rückhalteelements (5) eingreift.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hebel (18) aus einem elektrisch isolierenden keramischen Material, bevorzugt ZrO_2 besteht.
10. Vorrichtung (1) zum Festhalten und kommandierten Freigeben eines freizugebenden Elements (7) eines Raumfahrzeuges, umfassend einen wenigstens zwei Spulensegmente (4) aufweisenden geteilten Spulenkörper (2), bei dem wenigstens ein Spulensegment (4) von einer ersten Position in eine zweite Position verlagerbar ist, wobei die Spulensegmente (4) in der ersten Position ein Ende (6) des freizugebenden Elements (7) in einer Halteposition halten und in der zweiten Position das Ende (6) des freizugebenden Elements (7) aus seiner Halteposition freigeben, ein Rückhalteelement (5) zum Halten der Spulensegmente (4) in der ersten Position und eine Freigabevorrichtung (16) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zum Freigeben des Rückhalteelements (5).

Hierzu 10 Blatt Zeichnungen

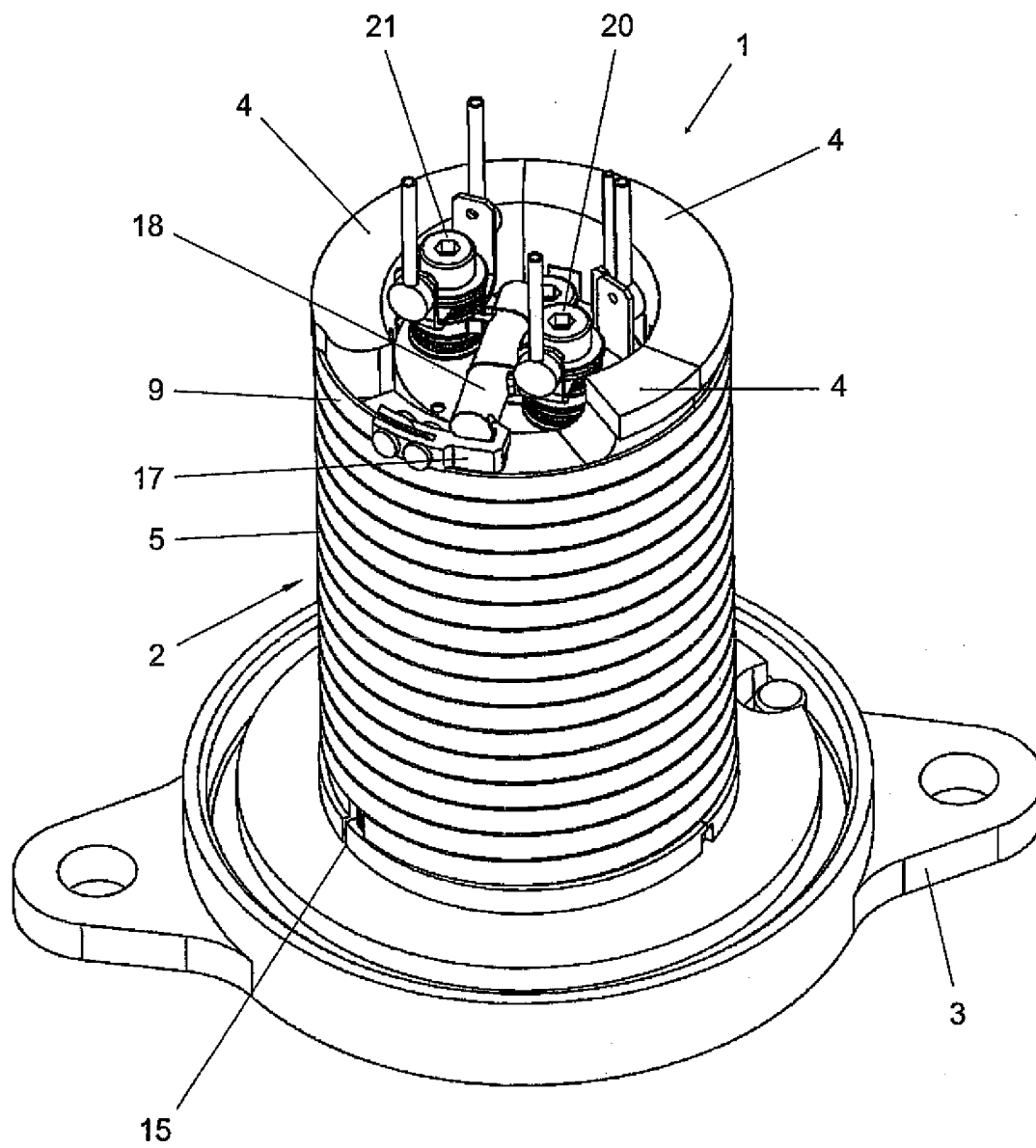


Fig. 1

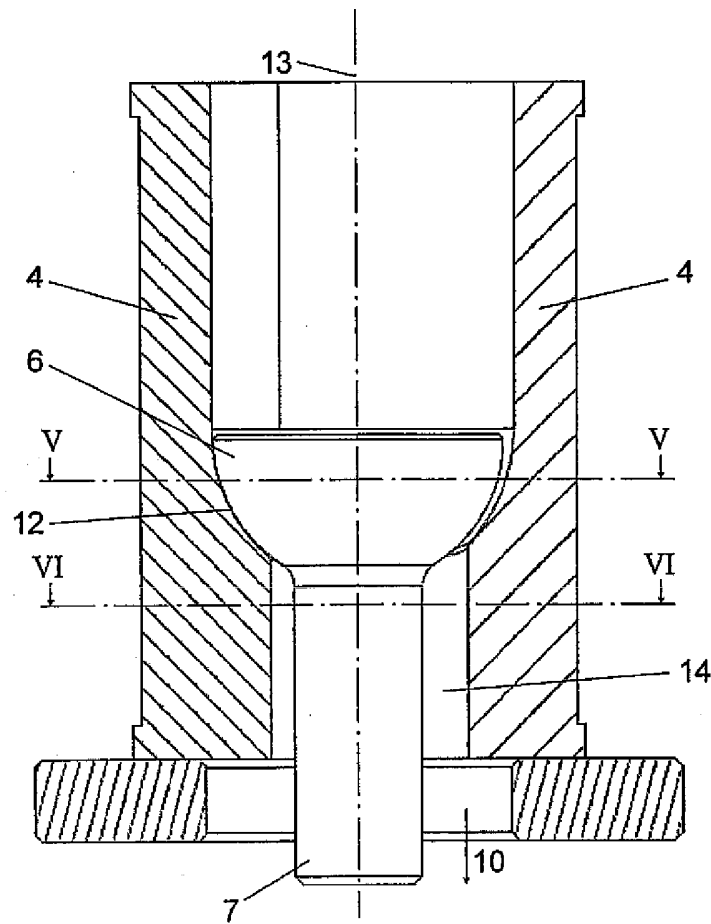


Fig. 2

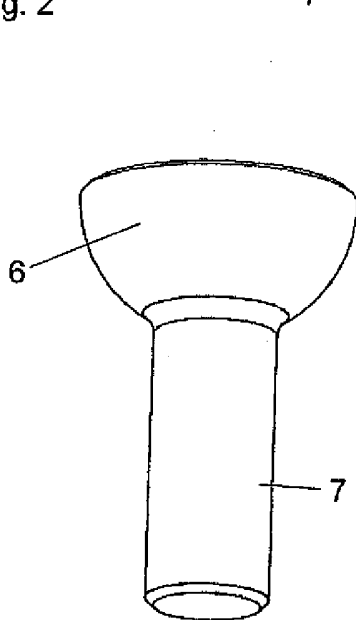


Fig. 3

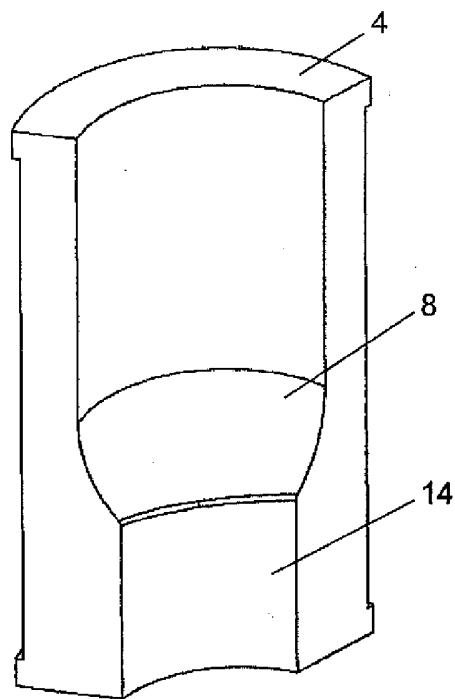


Fig. 4

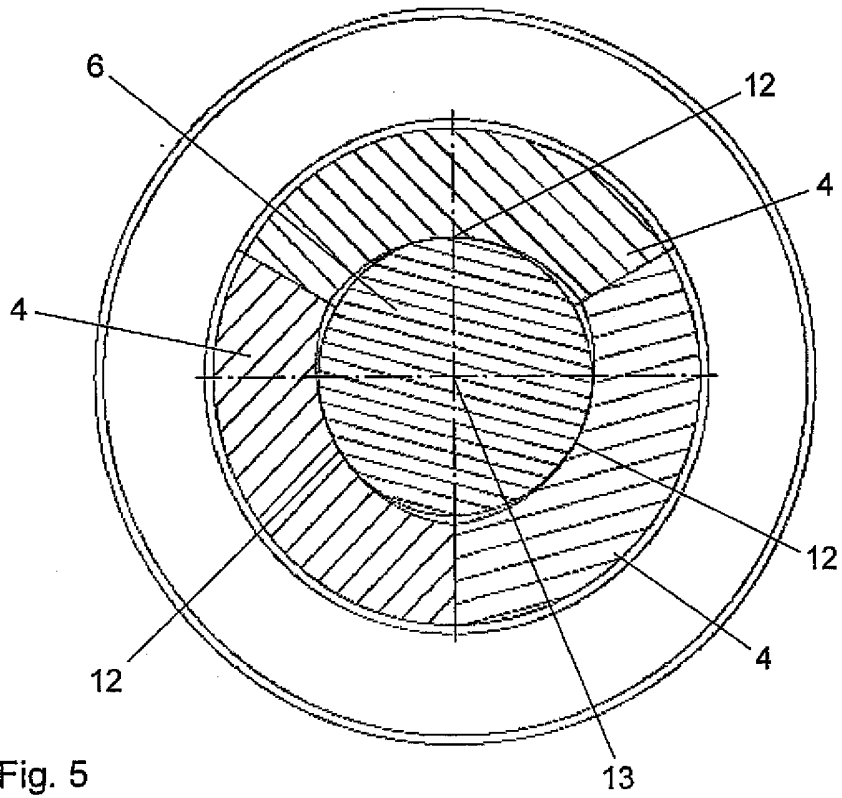


Fig. 5

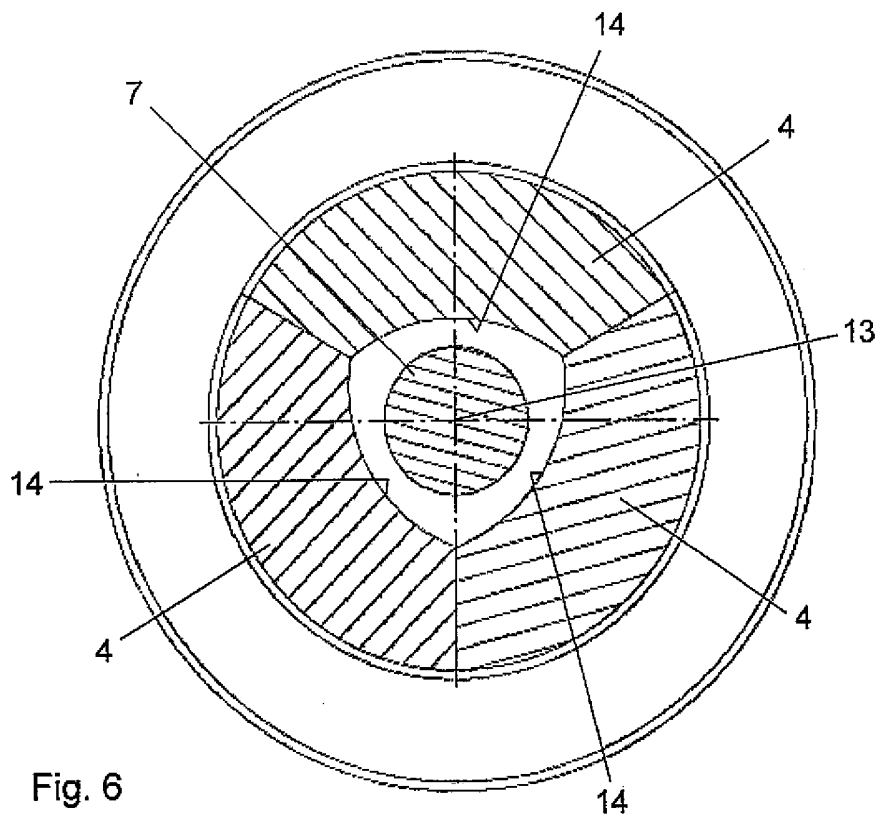


Fig. 6

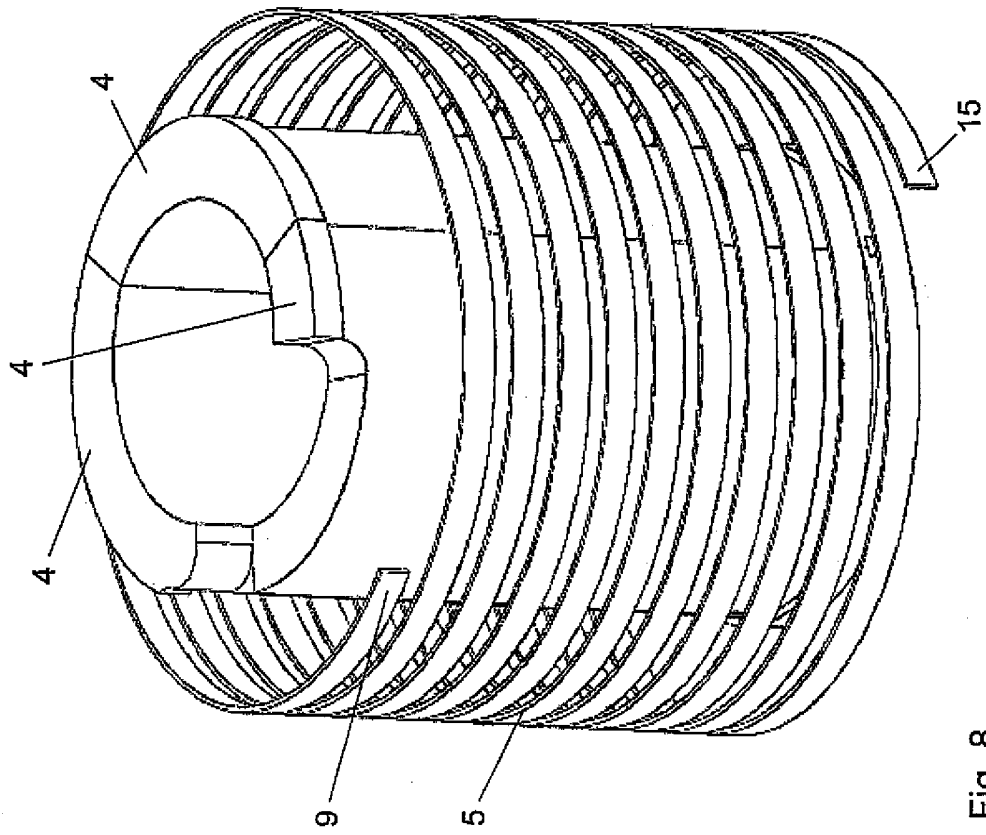


Fig. 8

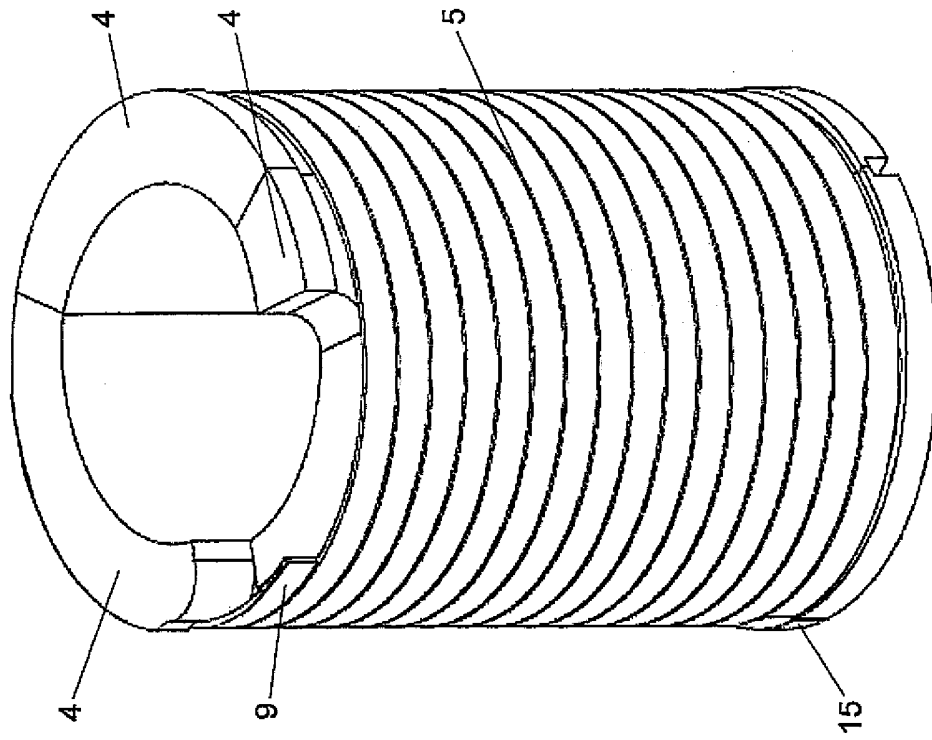


Fig. 7

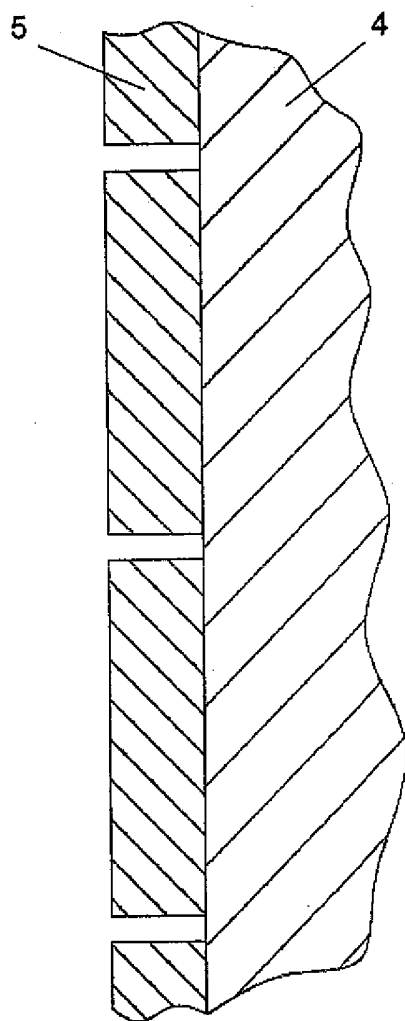


Fig. 9a

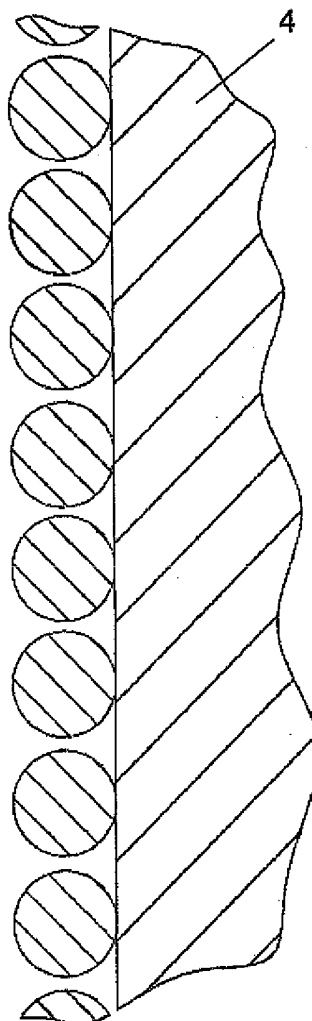


Fig. 9b

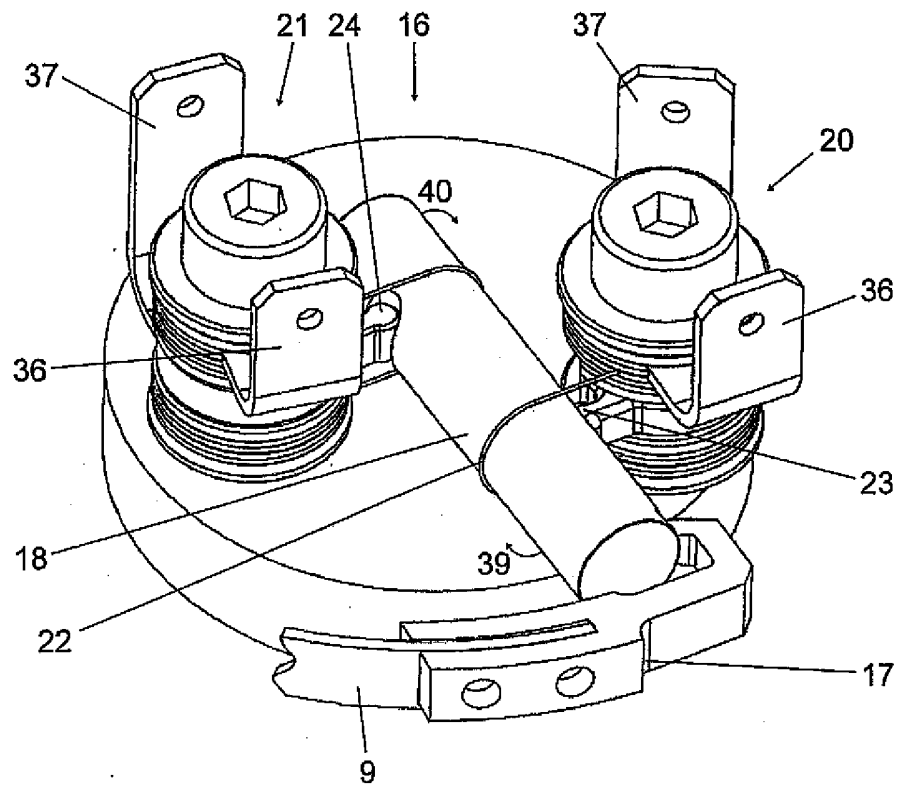


Fig. 10

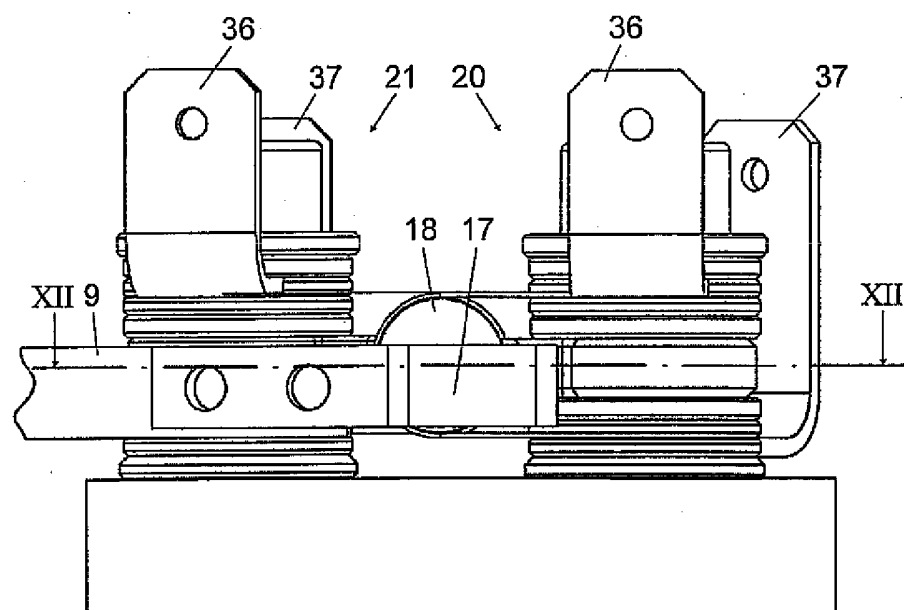


Fig. 11

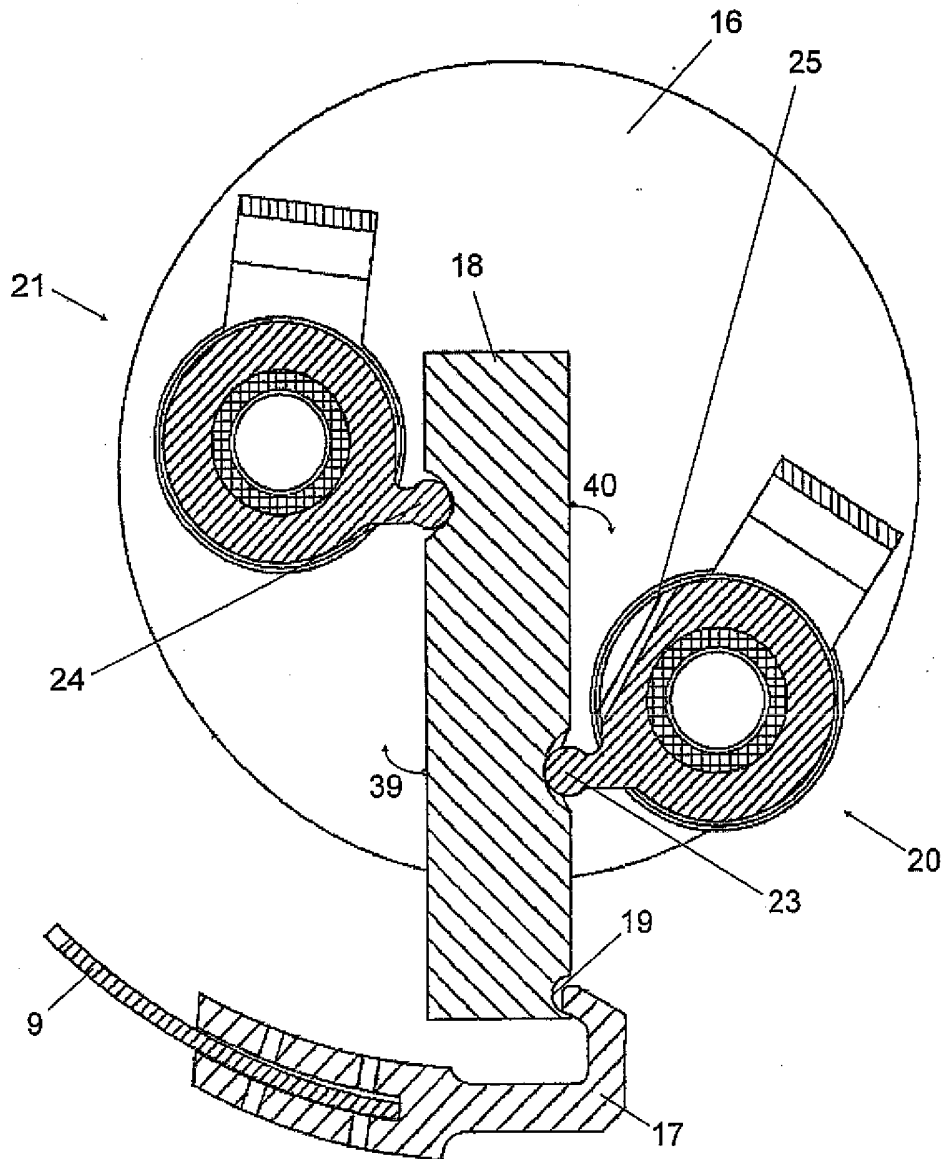


Fig. 12

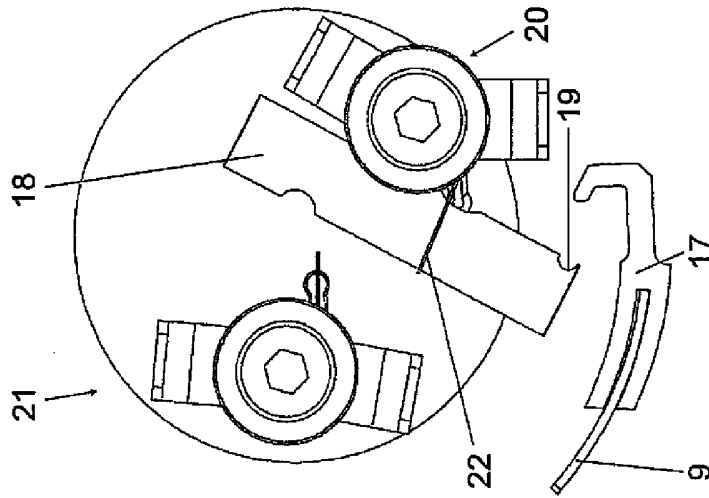


Fig. 13c

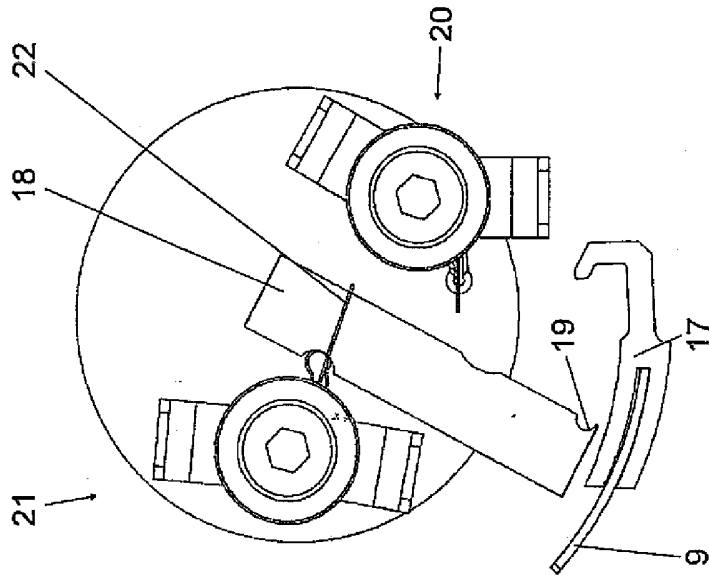


Fig. 13b

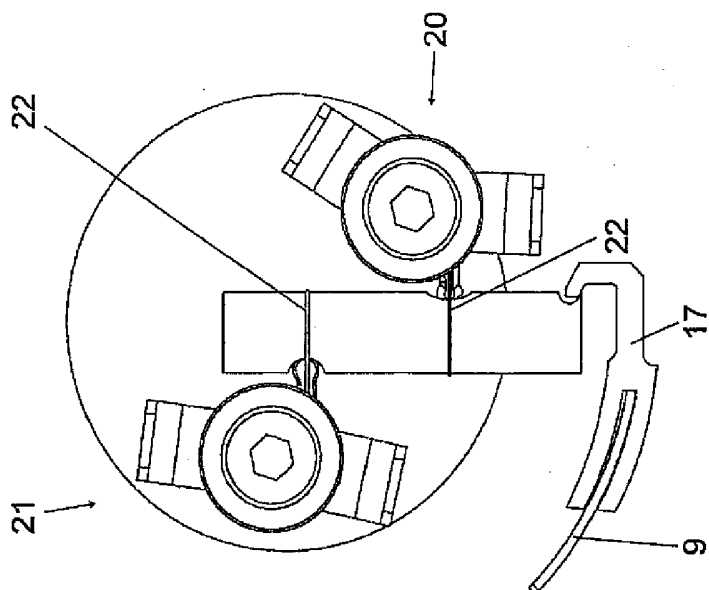


Fig. 13a

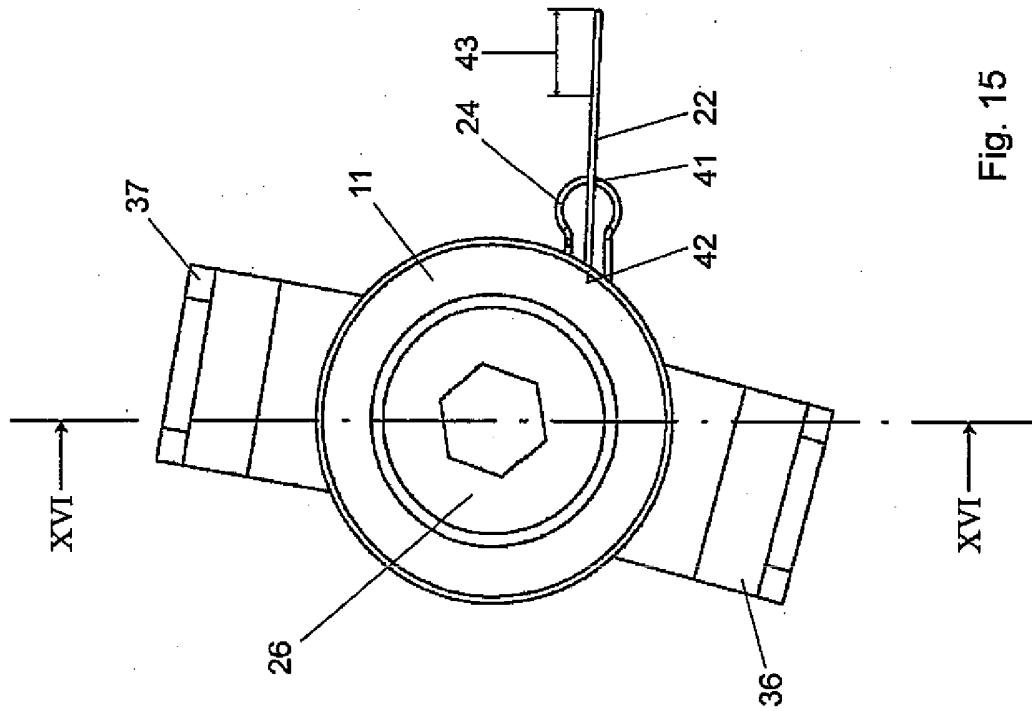


Fig. 15

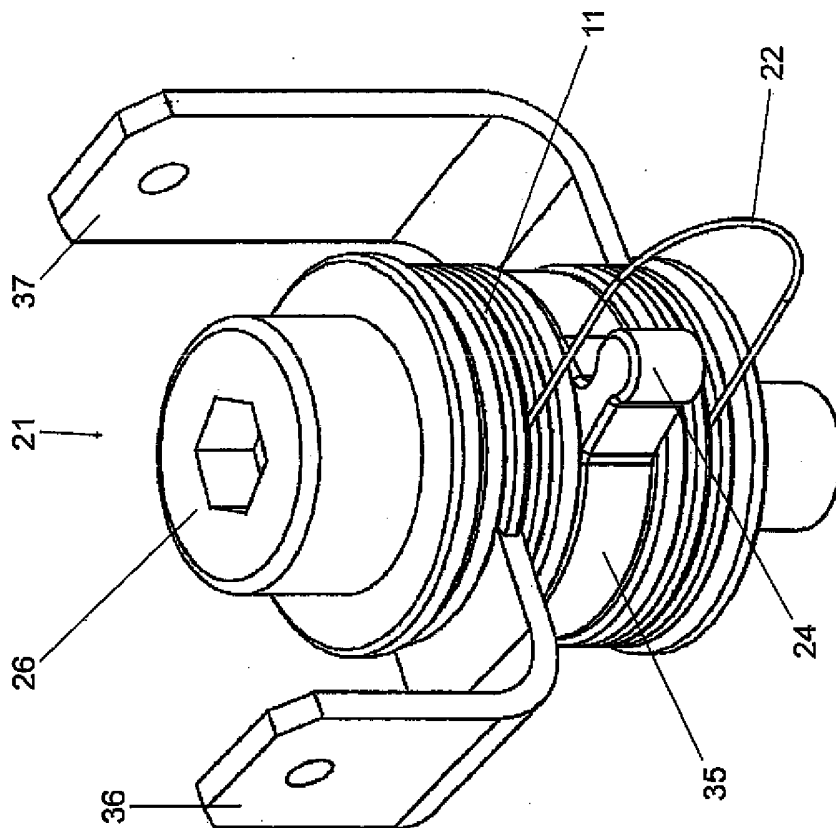


Fig. 14

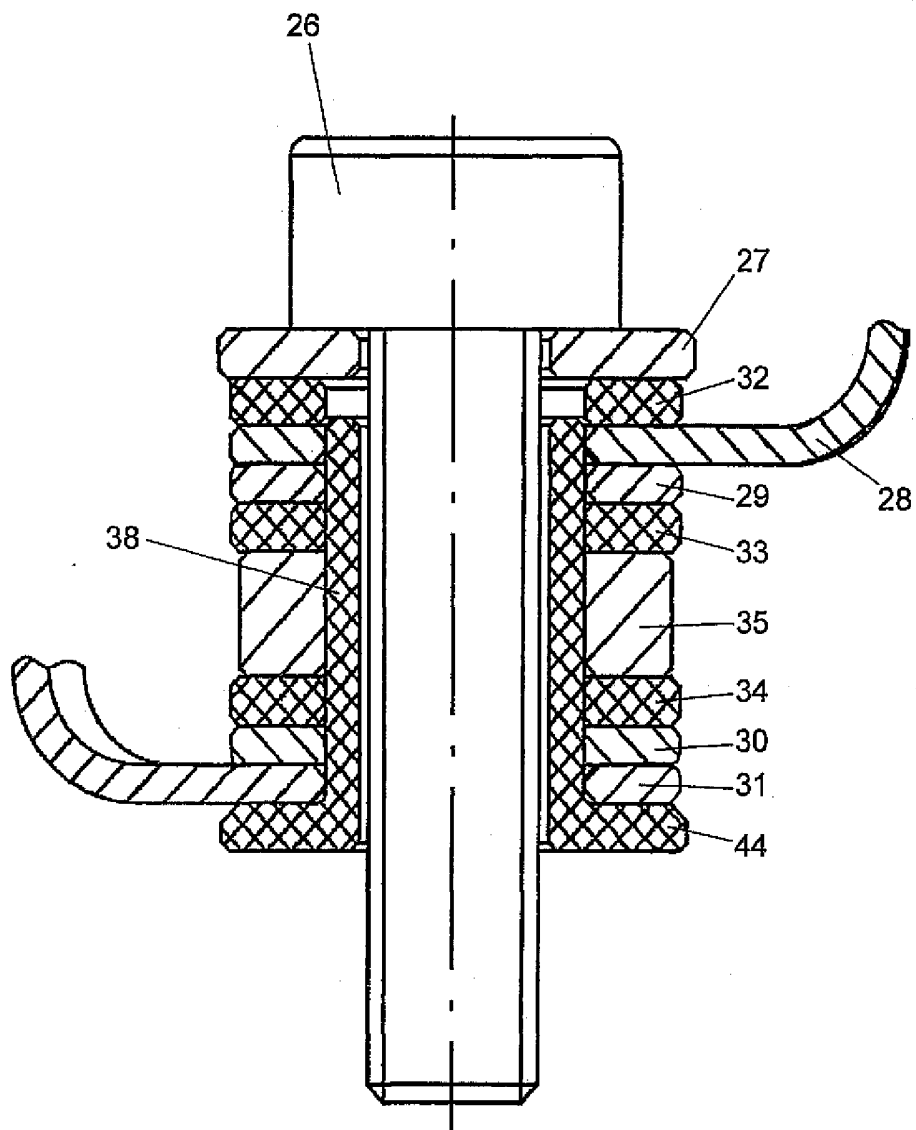


Fig. 16