



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 016 593 A1** 2005.10.20

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 016 593.9**

(22) Anmeldetag: **03.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **20.10.2005**

(51) Int Cl.7: **B64G 1/64**

B64C 1/20, B64D 9/00

(71) Anmelder:

**EADS Space Transportation GmbH, 28199
Bremen, DE**

(72) Erfinder:

**Retat, Ingo, Dr., 28832 Achim, DE; Börchers,
Günter, 28865 Lilienthal, DE; Groth, Volker, 28359
Bremen, DE; Tritsch, Wolfgang, 28201 Bremen, DE**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte
HANSMANN-KLICKOW-HANSMANN, 22767
Hamburg**

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

US 43 03 214 A

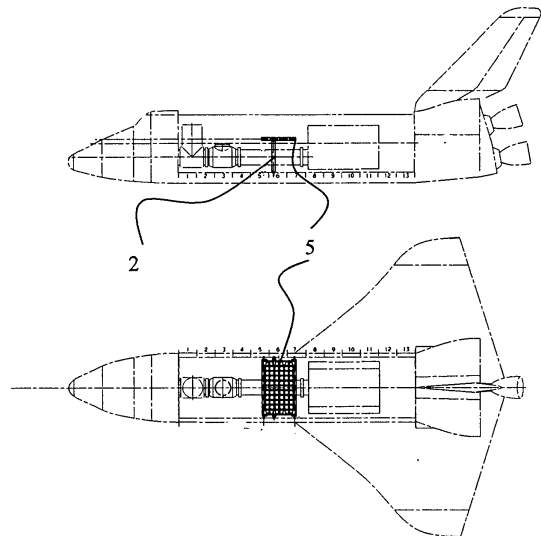
EP 02 56 001 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Übertragung von Lasten**

(57) Zusammenfassung: Bei einer Vorrichtung zur lösbaren Halterung von Lasten an einer festen Struktur, insbesondere zur Halterung von Nutzlastpaletten in der Ladebucht eines Raumtransporters, ist eine Welle an einem zur festen Struktur gehörenden Halteelement gehalten und wenigstens ein an der lösbar zu halternden Last angeordneter Haken vorgesehen, in dem eine lastübertragende Gabel drehbar gelagert ist, wobei die Welle in der Gabel in X- und Z-Richtung des Raumtransporters bewegbar und um dessen X- und Y-Achse drehbar ist und wobei die Gabel um die Z-Achse des Raumtransporters drehbar gehalten ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur lösbaren Halterung von Lasten an einer festen Struktur, insbesondere zur Halterung von Nutzlastpaletten in der Ladebucht eines Raumtransporters.

Stand der Technik

[0002] Orbitalstationen, wie die sich in einer erdnahen Umlaufbahn befindliche Internationale Raumstation ISS, müssen mit Versorgungsgütern beschickt werden, die im Fall der ISS zu einem großen Teil auf einer im Space Shuttle montierten Palette zur Orbitalstation gebracht werden. Bisher verbleibt diese Palette, auch als Unpressurized Cargo Pallet, UCP, bezeichnet, zusammen mit einer Haltestruktur, der sogenannten Keel Yoke Assembly, KYA, während der gesamten Mission im Shuttle. Die Palette ist dabei über die Haltestruktur, die Kräfte in Y-Richtung, d.h. quer zur Ladebucht des Shuttle, aufzunehmen vermag, fest mit dem Shuttle verbunden und eine Trennung im Orbit ist nicht möglich. Für zukünftige Missionen ist jedoch geplant, derartige Paletten ohne die zugehörige Haltestruktur aus dem Shuttle zu entnehmen und sie an der Raumstation anzudocken.

Aufgabenstellung

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung bereitzustellen, die es ermöglicht, eine derartige Palette oder UCP mit einem Bruttogewicht von über drei Tonnen während der Mission aus dem Shuttle zu entnehmen, sie aber zugleich während des Starts und der Landung zuverlässig zu fixieren, und die ohne zusätzliche elektrische Antriebe oder Sensoren, aber auch ohne den Einsatz von Astronauten außerhalb des druckbeaufschlagten Bereiches betreibbar ist.

[0004] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch eine Vorrichtung, bei der eine Welle an einem zur festen Struktur gehörenden Halteelement gehalten ist und wenigstens ein an der lösbar zu halternden Last angeordneter Haken vorgesehen ist, in dem eine lastübertragende Gabel drehbar gelagert ist, wobei die Welle in der Gabel in X- und Z-Richtung des Raumtransporters bewegbar und um dessen X- und Y-Achse drehbar ist und, wobei die Gabel um die Z-Achse des Raumtransporters drehbar gehalten ist.

[0005] Die erfindungsgemäße Vorrichtung löst insbesondere auch das Problem, daß an der Raumstation und im Space Shuttle extreme Temperaturen auftreten können, die ein Funktionieren im Temperaturbereich zwischen -100 °C bis $+100\text{ °C}$ erforderlich machen. Zwischen den im Shuttle verbleibenden Elementen der Haltestruktur und der an der Raumstation befestigten Palette können sich dabei Temperaturunterschiede einstellen, die bis zu 100 K betragen kön-

nen und aufgrund derer die physikalischen Dimensionen der beiden Bauteile um bis zu 10 mm variieren können. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist jedoch in der Lage, eine Palette trotz dieser temperaturbedingten Schwankungen ihrer Abmessungen ohne zusätzliche motorische oder manuelle Antriebe für eine mögliche Rückführung auch wieder im Shuttle zu halten.

Ausführungsbeispiel

[0006] Nachfolgend soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

[0007] [Fig. 1](#) ein im Shuttle angeordnetes Element einer Haltestruktur und einer Lastpalette,

[0008] [Fig. 2](#) ein Element einer Haltestruktur und einer Lastpalette

[0009] [Fig. 3](#) ein Halteelement

[0010] [Fig. 4](#) einen an einer Lastpalette angeordneten Haken,

[0011] [Fig. 5](#) ein Halteelement verbunden mit einem Haken

[0012] [Fig. 6](#) eine Welle und

[0013] [Fig. 7](#) eine Gabel

[0014] [Fig. 8](#) ein Payload Retention and Latching Assembly, PRLA, des Space Shuttle

[0015] Die Haltevorrichtung besteht im Prinzip aus jeweils zwei zusammenwirkenden Komponenten, einer Welle **1**, die an einem zur im Shuttle verbleibenden Haltestruktur **2** gehörenden Halteelement **3** gehalten ist, und jeweils einem Haken **4**, der an der lösbar im Shuttle zu halternden Lastpalette **5** angeordnet ist. Im Haken **4** ist eine lastübertragende Gabel **6** drehbar gelagert. Die Welle **1** kann sich in der Gabel **6** in X- und Z-Richtung bewegen, sie läßt Drehungen um die X- und Y-Achse in der Gabel **6** zu, wobei die Gabel **6** selbst um die Z-Achse drehbar ist. Damit werden über die Haltevorrichtung selbst nur Kräfte in Y-Richtung übertragen. Die Rotationsfreiheitsgrade stellen sicher, daß die Vorrichtung unempfindlich gegenüber einem etwaigen Verkannten ist.

[0016] An jeder zu halternden Palette **5** sind, jeweils zu beiden Seiten, identische Haken **4** angebracht, die jeweils mit einem fest mit der Haltestruktur **2** verbundenen Halteelement **3** zusammenwirken. Im Fall des hier beschriebenen Ausführungsbeispiels können mit der aus diesen Komponenten bestehenden Haltevorrichtung Kräfte bis zu ca. 45000 N übertragen werden.

[0017] Die Palette **5** wird durch motorisch betriebene Klammern **7, 8, 9, 10** des Space Shuttle die sogenannten Payload-Retention and Latching Assemblies, PRLAs, in X- und Z-Richtung fixiert, außerdem wird sie durch die Halteelemente **3** in Y-Richtung fixiert. Zum Aussetzen werden die Klammern **7, 8, 9, 10** gelöst und die Palette **5** kann das Space Shuttle aus der Öffnung der Ladebucht nach oben, d.h. in Z-Richtung, verlassen. Dabei gleitet die Welle **1** praktisch kraftfrei aus der Gabel **6**. Ausdrückfedern **11 12** stellen sicher, daß die verbleibende Reibungskraft zwischen beiden Komponenten, der Welle **1** und der Gabel **6**, kompensiert wird, so daß keine externen Kräfte notwendig sind.

[0018] Bei diesem Entladevorgang können die absoluten Umgebungstemperaturen zwar zwischen $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$ variieren, die Temperaturdifferenz zwischen der Palette und der Haltestruktur ist aber gering und beträgt im Mittel weniger als 10 K. Bei der Rückführung der Palette **5** in die Ladebucht des Space Shuttle kann es jedoch vorkommen, daß die Palette **5** im Schatten der Raumstation lag, während das Space Shuttle selbst der Sonne ausgesetzt war. Dann können zwischen der Palette **5** und der Haltestruktur im Space Shuttle Temperaturdifferenzen bis zu 100 K auftreten. In diesem Fall kann der Abstand zwischen den Halteelementen **3** in Querrichtung um ca. 10 mm größer sein als die Ausdehnung der Palette **5**. Um dennoch beide Teile zusammenfügen zu können, ist die Haltestruktur **2** elastisch verformbar ausgebildet. Die zur Verformung notwendigen Kräfte in Y-Richtung werden durch die Klammern **7, 8, 9, 10** des Space Shuttle erzeugt. Durch das Schließen der Klammern **7, 8, 9, 10** wird die Palette **5** in die negative Z-Richtung gezogen, wodurch die Haltestruktur **2** über Rampen **13 14** in Y-Richtung aufgeweitet wird. Dieser Vorgang wird durch die besondere Formgebung der Haltestruktur **2** ermöglicht.

[0019] Ohne die Palette **5** ist die Haltestruktur nachgiebig ausgebildet und kann leicht aufgeweitet werden, wobei jeweils ein Arm der Haltestruktur **2** in die positive Y-, der andere in die negative Y-Richtung verschoben wird. Die aus der Haltestruktur **2** und der Palette **5** bestehende gekoppelte Struktur ist jedoch in Y-Richtung sehr steif und fixiert damit die Palette **5** sicher im Space Shuttle gegenüber den bei Start und Landung auftretenden Vibrationen. Im Fall des hier beschriebenen Ausführungsbeispiels beträgt der Unterschied der Steifigkeit etwa 230 N/mm ohne die Palette **5** gegenüber etwa 10050 N/mm mit dieser Palette.

[0020] Nach der Rückführung der Palette **5** werden die Klammern **7, 8, 9, 10** erst geschlossen, wenn mittels Sensoren sichergestellt worden ist, daß die Palette **5** sich weit genug im Inneren der Ladebucht des Space Shuttle befindet, um von den Klammern **7, 8, 9, 10** eingezogen zu werden. Dabei sind keine elek-

trischen Sensoren vorgesehen, um elektrische Schnittstellen zu vermeiden. Statt dessen sind an den Haken **4** und an den Halteelementen **3** optische Marken **15, 16** angebracht, die mit im Shuttle installierten Kameras beobachtet werden können, wenn diese Marken **15, 16** gegeneinander ausgerichtet sind, befindet sich die Palette **5** in der richtigen Position für das Schließen der Klammern **7, 8, 9, 10**. Die optischen Marken **15, 16** sind justierbar und können damit eine durch die Position der Kameras bedingte Parallaxe ausgleichen.

[0021] Die Zuverlässigkeit einer solchen Vorrichtung ist in der bemannten Raumfahrt besonders wichtig, insbesondere, wenn ein Versagen zu einer lebensgefährlichen Situation für die Astronauten führen kann. Daher sind zusätzliche Redundanzen eingebaut, die im Fehlerfall eine manuelle Entriegelung oder Verriegelung der Vorrichtung ermöglichen.

[0022] Die Weile **1** ist, wie in [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) erkennbar, nicht rund, sondern abgeflacht ausgebildet und kann im Falle eines gegenseitigen Verklümmens von Welle **1** und Lastgabel **6** verdreht werden. Dadurch vergrößert sich das Spiel zwischen diesen beiden Komponenten von 0,05 mm auf etwa 15 mm. Sofern eine Drehung nicht möglich ist, etwa weil die beiden Teile "gefressen" haben, kann die Lastgabel **6**, wie in [Fig. 6](#) dargestellt, als Ganzes ausgebaut werden. Die Gabel **6** kann dabei durch Lösen einer Schraube **17** entfernt werden und damit können beide Bauteile trotz Verklümmung gelöst werden. Die Schraube **17** bildet dabei zugleich die Drehachse der Gabel **6**. In beiden Fällen kann die Palette **5** somit noch immer aus dem Shuttle entnommen werden.

[0023] Im Detail sind die Formgebungen der Welle **1** und der Gabel **6** vergleichsweise komplex, um mehreren Randbedingungen zu genügen. Dabei ist der große Radius der Welle im lastübertragenden Bereich möglich groß gewählt, um die Flächenpressung unter Belastung klein zu halten. Er darf aber nur maximal gleich dem halben Durchmesser der Welle **1** sein, damit sich diese im Fehlerfall frei drehen läßt. Der kleine Durchmesser der Welle bestimmt das Spiel im gedrehten Zustand. Der Übergang zwischen großem und kleinem Durchmesser bestimmt das maximale Drehmoment, das der Astronaut zum Öffnen oder Schließen der Verbindung aufwenden muß.

[0024] Zusammen mit den Rampen **13, 14** der Gabel **6** bestimmt der große Radius zugleich auch die Form der resultierenden Rampe, auf der die Welle **1** in die Gabel **6** gleitet. Über diese Rampe wird auch die Kraft festgelegt, die von den Klammern **7, 8, 9, 10** im Space Shuttle aufgebracht werden muß, um die Palette **5** auch bei einer großen Temperaturdifferenz zur Haltevorrichtung in das Shuttle zu ziehen und die Haltestruktur **2** dabei zu verformen. Beide Komponenten der Haltevorrichtung, d.h. die Welle **1** und die

Gabel **6**, sind derart optimiert, daß die Kräfte unter allen Bedingungen die maximal zulässigen Kräfte der Klammern **7, 8, 9, 10** nicht überschreiten.

[0025] Die Vorrichtung ist weiterhin mit Ausdrückfedern **11, 12** versehen, da der Roboterarm im Space Shuttle zu schwach ist, um die Reibungskräfte zwischen der Welle **1** und der Gabel **6** zu überwinden und die Palette **5** aus dem Space Shuttle zu entnehmen. Da bei derartigen Federn stets die Gefahr besteht, daß nach einem versagen bzw. Bruch lose Teile frei in der Ladebucht umherfliegen, sind bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel die Federn **11, 12** beidseitig um Kern **18, 19** gewunden, so daß auch nach einem Federbruch keine Fragmente frei werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur lösbaren Halterung von Lasten an einer festen Struktur, insbesondere zur Halterung von Nutzlastpaletten in der Ladebucht eines Raumtransporters, gekennzeichnet durch eine Welle (**1**), die an einem zur festen Struktur (**2**) gehörenden Halteelement (**3**) gehalten ist und wenigstens einen an der lösbar zu halternden Last (**5**) angeordneten Haken (**4**), in dem eine lastübertragende Gabel (**6**) drehbar gelagert ist, wobei die Welle (**1**) in der Gabel (**6**) in X- und Z-Richtung des Raumtransporters bewegbar und um dessen X- und Y-Achse drehbar ist und, wobei die Gabel (**6**) um die Z-Achse des Raumtransporters drehbar gehalten ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an wenigstens zwei einander gegenüberliegenden Seiten der zu halternden Palette (**5**) jeweils, identische Haken (**4**) angebracht sind, die jeweils mit einem fest mit der Haltestruktur (**2**) verbundenen Halteelement (**3**) zusammenwirken.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zu halternde Palette (**5**) über motorisch betreibbare lösbare Klammern (**7, 8, 9, 10**) in X- und Z-Richtung des Raumtransporters auch bei unterschiedlichen Temperaturen und Dimensionen fixierbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Klammern (**7, 8, 9, 10**) zum Aussetzen der Palette (**5**) lösbar sind und die Welle (**1**) über Ausdrückfedern (**11, 12**) aus der Gabel (**6**) bewegbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltestruktur (**2**) elastisch verformbar ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Haltestruktur (**2**) über Rampen (**13, 14**) in Y-Richtung aufweitbar ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Formgebung der Rampen (**13, 14**) an die Kraft-Weg-Kurve der Klammern (**7, 8, 9, 10**) angepaßt ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (**1**) derart abgeplattet ausgebildet ist, daß sie mittels eines Werkzeuges drehbar ist und eine Verklemmung gelöst werden kann.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Formgebung der Gabel (**6**) und der Welle (**1**) derart gewählt ist, daß das zum Drehen notwendige Drehmoment begrenzt ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gabel (**6**) über eine Schraube (**17**) lösbar im Haken (**3**) gehalten ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schraube (**17**) zugleich die Drehachse der Gabel (**6**) bildet.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der korrekten Position der Palette (**5**) in der Ladebucht des Raumtransporters optische Sensoren vorgesehen sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß an der Palette (**5**) und an der Haltestruktur optische Marken (**15, 16**) angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Marken (**15, 16**) justierbar gehalten sind.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß Ausdrückfedern (**11, 12**) zum Trennen der Welle (**1**) von der Gabel (**6**) vorgesehen sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Federn beidseitig um Kerne (**18, 19**) gewickelt sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

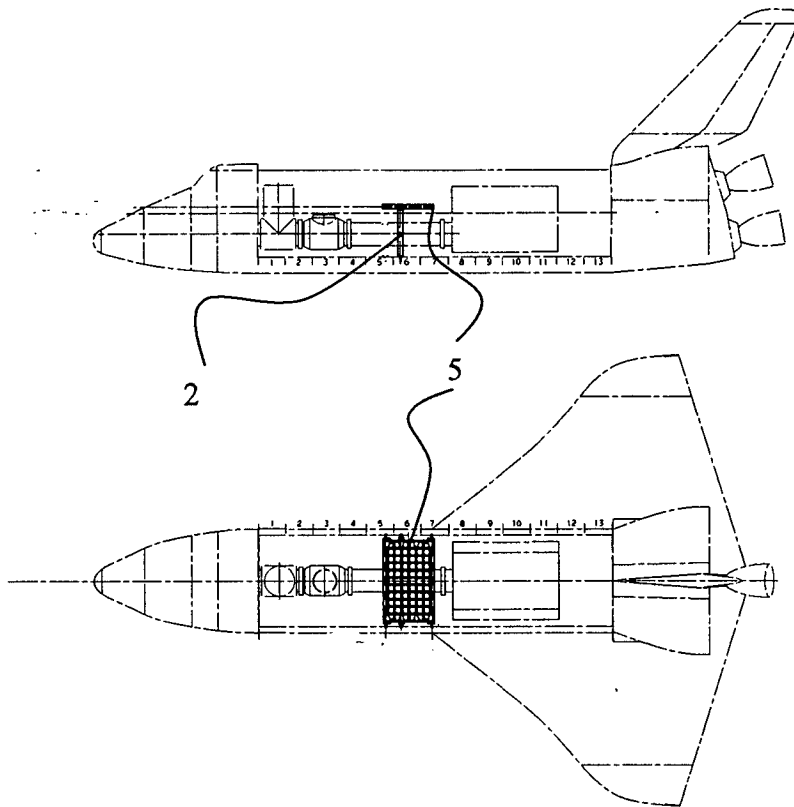


Fig. 1

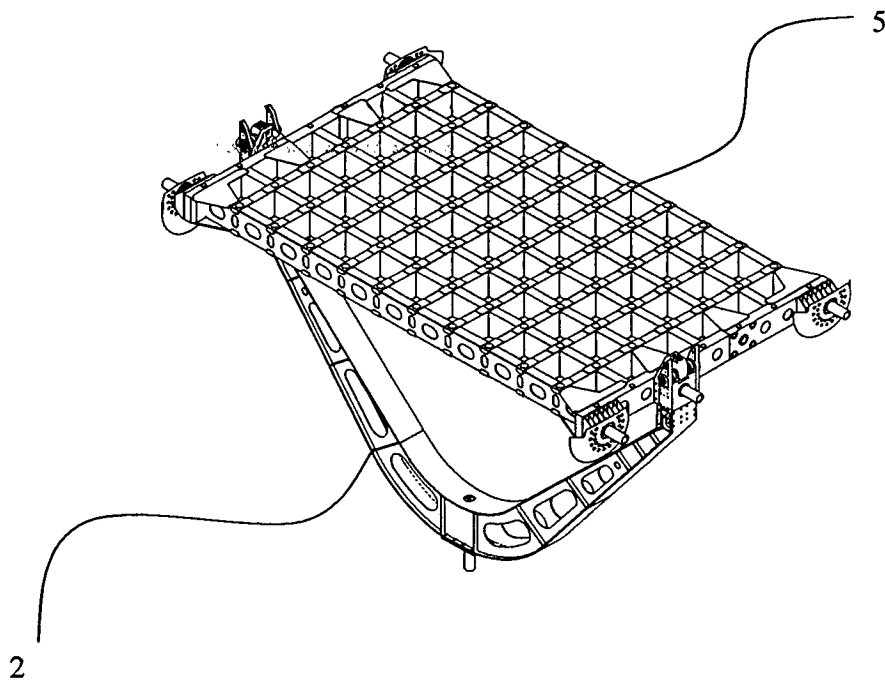


Fig. 2

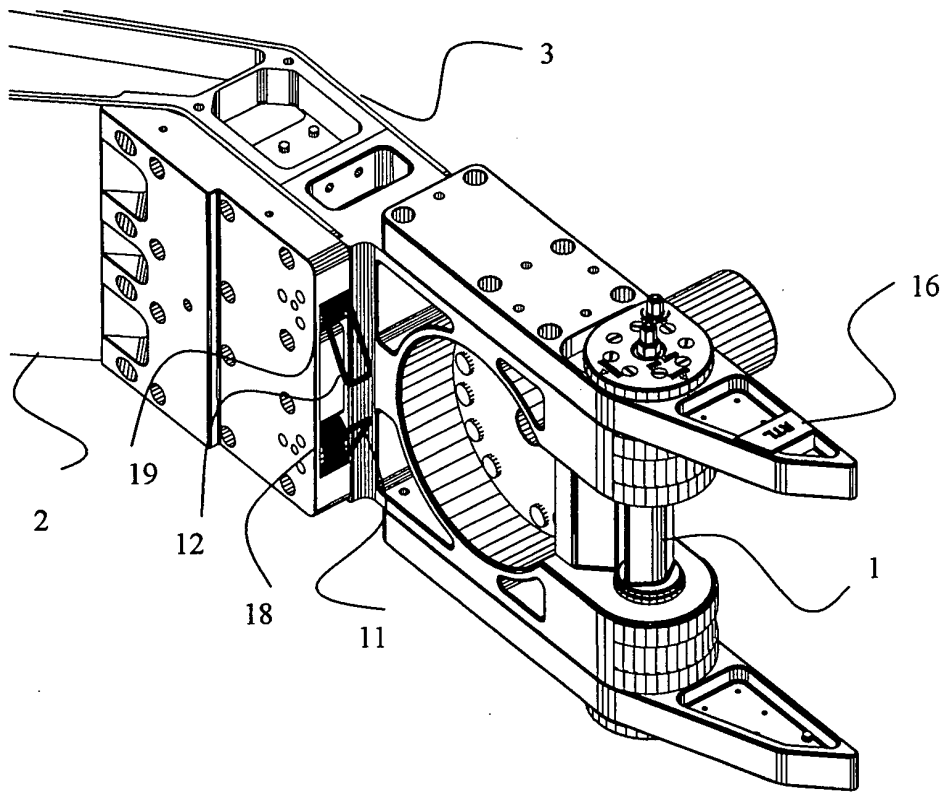


Fig. 3

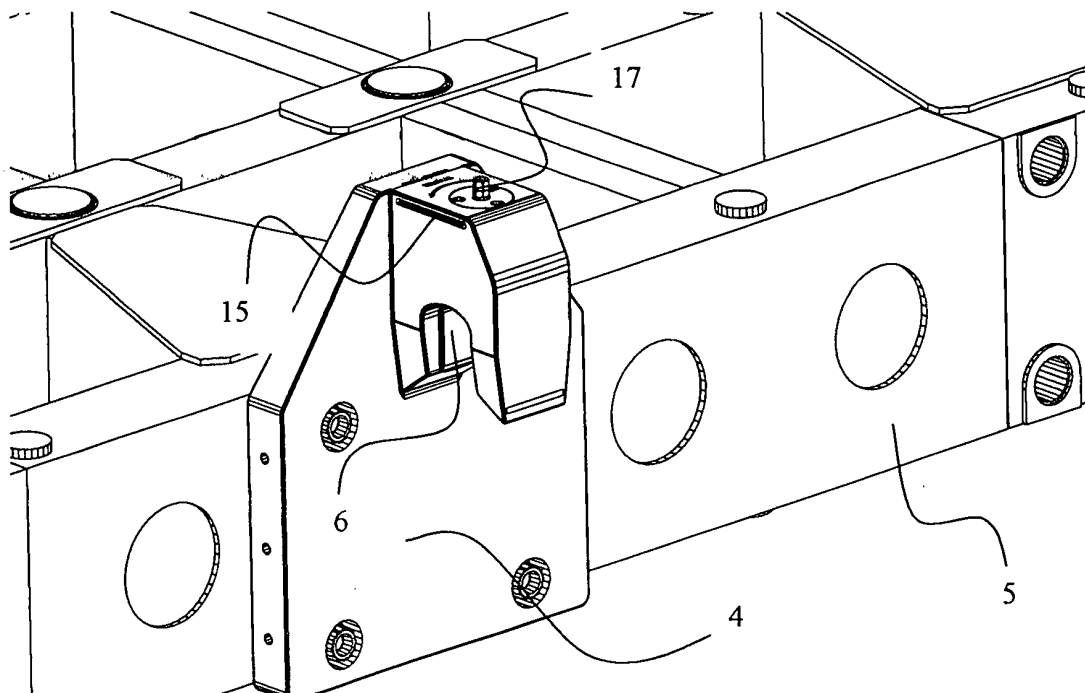


Fig. 4

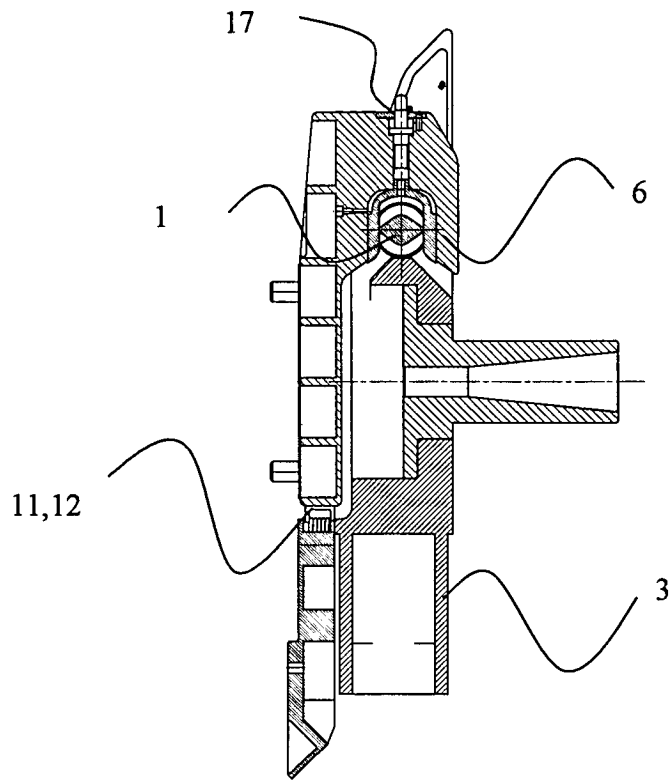


Fig. 5

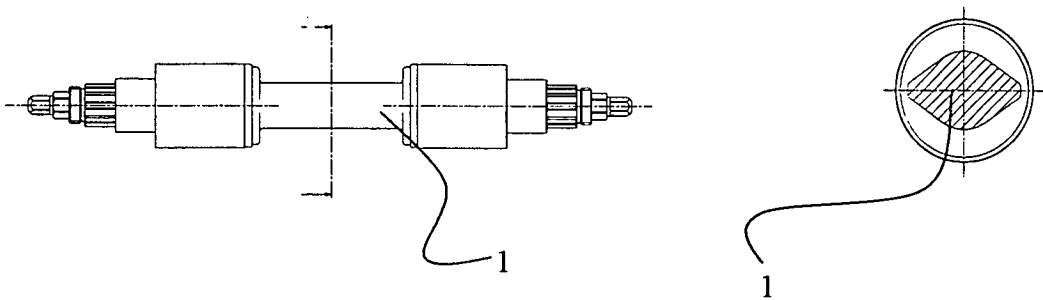


Fig. 6

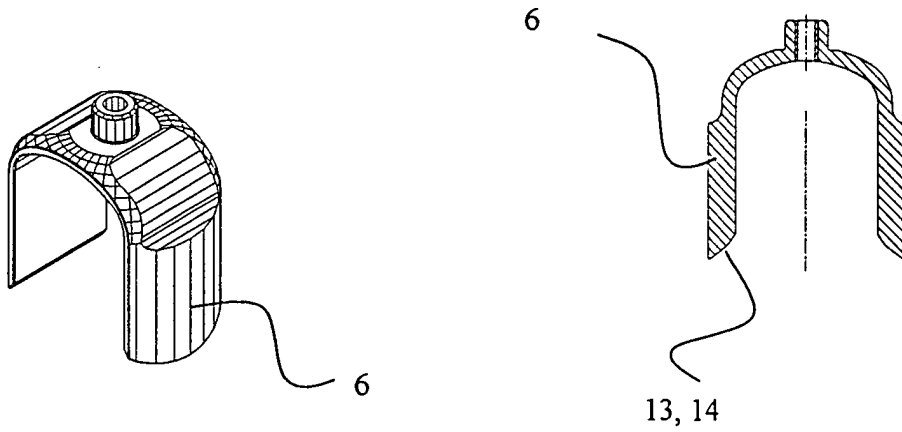


Fig. 7

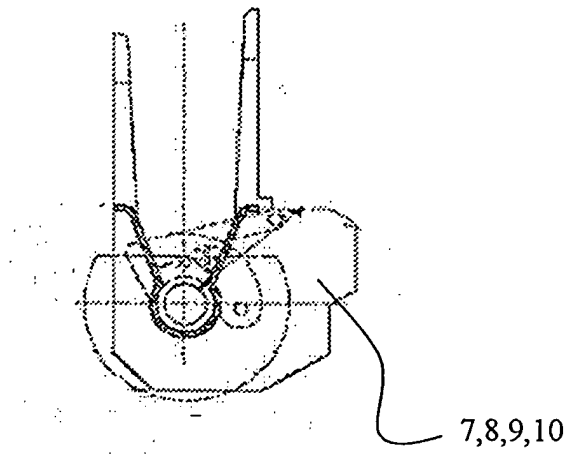


Fig. 8