



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2007 Patentblatt 2007/05

(51) Int Cl.:
F17C 3/12 (2006.01) F17C 13/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06006914.3**

(22) Anmeldetag: **31.03.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **28.07.2005 DE 102005035356**

(71) Anmelder: **Astrium GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(72) Erfinder:
• **Behruzi, Kei Philipp, Dr.**
28209 Bremen (DE)
• **Michaelis, Mark, Dr.**
28203 Bremen (DE)
• **Netter, Gaston, Dr.**
27729 Vollersode (DE)

(74) Vertreter: **Hansmann, Dierk et al**
Patentanwälte
Hansmann-Klickow-Hansmann
Jessenstrasse 4
22767 Hamburg (DE)

(54) **Treibstofftank**

(57) Bei einem Oberflächenspannungstank, der zur Lagerung von lagerfähigen Treibstoffen wie MMH, N_2O_4 und Hydrazin in Raumflugkörpern dient und der mit einem als Fördermedium dienenden Treibgas betrieben wird, erfolgt die Separation des Treibstoffes vom Treibgas in einer Treibstoffentnahmevorrichtung mittels kapillarer Steighilfen und einem am Tankauslaß befindlichen Sammelbehälter. Dabei ist der Tankauslaß derart gestaltet, daß Flüssigkeit bei horizontaler Orientierung des Tanks und niedrigem Tankfüllgrad stabil in der Treibstoff-

leitung gehalten wird, indem der Tankauslaß mit Bohrungen versehen ist, die ein Auslaßrohr mit dem Sammelbehälter verbinden. Zudem ist der Innenraum des Sammelbehälters mit einem spitzen Winkel gegenüber einer zur Symmetrieachse des Tanks senkrecht liegenden Ebene angeordnet. Während einer Reorientierung des Tanks am Boden von der Horizontalen in die vertikale und unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit im All gewährleistet diese Ausbildung des Tanks eine stets blasenfreie wiederbefüllung des Sammelbehälters.

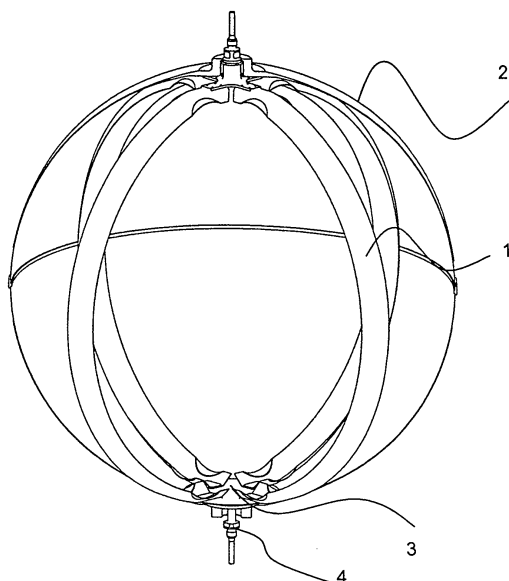


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Treibstofftank, insbesondere einen Tank zur Lagerung aggressiver Flüssigkeiten zum Betrieb von Raumflugkörpern, mit einem als Fördermedium dienenden Treibgas sowie mit wenigstens einer Treibstoffentnahmevorrichtung, bestehend aus wenigstens je einem Sammelbehälter und einem Tankauslaß, bei der unter Ausnutzung der Oberflächenspannung eine Separation des Treibstoffs vom Treibgas herbeigeführt wird, wobei die Entnahmevorrichtung in Form eines wiederbefüllbaren Reservoirs am Boden des Treibstofftanks angeordnet und über Förderleitungen mit dem Inneren des Treibstofftanks verbunden ist.

[0002] Bei Raumflugkörpern, wie Satelliten oder Orbitalstationen, werden sowohl für die Triebwerke, die der Lageregelung im All dienen, als auch für Triebwerke zur Durchführung des Apogäummanövers überwiegend flüssige Treibstoffe verwendet, die in hierfür geeigneten Behältern mitgeführt und aus diesen in der Regel unter Verwendung eines Treibgases in die Brenn- bzw. Reaktionskammern der entsprechenden Triebwerke gefördert werden. Als Treibgase werden üblicherweise Inertgase wie Helium (He) oder Stickstoff (N₂) eingesetzt, die unter Druck in den Treibstoffbehälter gepreßt werden und die dadurch den Treibstoff in das zum jeweiligen Triebwerk führende Rohrleitungssystem pressen. Wichtig ist dabei eine vollständige und sichere Trennung zwischen dem als Fördermedium dienenden Treibgas und dem in das Triebwerk gelangenden Treibstoff, da letzterer bei Zündung unbedingt frei von Fremdgaseinlagerungen sein muß. Ein auf diesem Prinzip basierender Tank der eingangs genannten Art ist aus der DE 100 40 755 C2 bekannt geworden.

[0003] Weiterhin ist aus der US 5 293 895 ein Treibstofftank bekannt, wobei beim Auslaß das Auslaßrohr mittels vieler Bohrungen mit einem Sammelbehälter verbunden ist.

[0004] Eine Standardmethode, Flüssigkeiten und Gase voneinander zu trennen, besteht in der Verwendung von Sieben, die bis zu einer bestimmten Druckdifferenz gegen den Durchsatz von Gasen sperren. Bei kleineren Satelliten mit geringem Treibstoffförderstrom kann jedoch unter bestimmten Umständen auf diese vergleichsweise kostspieligen Siebe verzichtet werden. Eine besondere und häufige Anforderung an derartige Tanks ist zudem die Möglichkeit eines horizontalen Transports des bereits befüllten Treibstofftanks, integriert in den Satelliten, zum Startplatz, insbesondere dann, wenn keine Beschränkungen hinsichtlich des Tankfüllgrades erwünscht sind. Die während des Transportes auftretenden Kräfte können aufgrund dynamischer Effekte ein Vielfaches der Kräfte durch die Erdgravitation überschreiten. Bei den bisher bekannten Tanks dieser Art ist deshalb entweder der Tankfüllgrad zu kleineren Füllgraden hin beschränkt, so daß der Tankauslaß stets mit Flüssigkeit umgeben ist, oder aber der Tankauslaß ist durch einen sehr engen Kanal eingeschränkt, der jedoch relativ hohe Druckver-

luste bei der Treibstoffentnahme erzeugt. Die dabei maximal zulässigen Druckverluste werden üblicherweise vorgegeben.

[0005] Eine weitere Anforderung an einen solchen Tank ist die Möglichkeit, daß Satelliten, die derartige Tanks enthalten, mit einer Ausrichtung quer zum Tankauslaß in den Orbit befördert werden sollen. Diese Möglichkeit ergibt sich insbesondere bei der Beförderung mehrerer kleiner Satelliten, die auf einer zentralen Trägerstruktur seitlich horizontal angebracht sind. Die beim Raketenstart auftretenden hohen dynamischen Lasten haben zur Folge, daß freiliegende Siebe und Öffnungen in der Regel kein Haltevermögen mehr haben, d.h., daß ein Eintreten von Treibgas in den Auslaß nicht unterbunden werden kann. Dies führt zu einem Versagen, wenn der Treibstofftank nicht vollständig gefüllt wird und sensible Bauteile wie Siebe und Öffnungen aus der Flüssigkeit herausragen. Treibgas kann dann bei hohen Belastungen durch die Siebe und Öffnungen zum Tankauslaß gelangen, was ebenfalls zu einem Versagen des Triebwerks führen kann. Ein Raketenstart mit horizontal ausgerichtetem Tank ist daher mit den bisher bekannten Tanks der eingangs genannten Art nicht möglich.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Tank gemäß dem Oberbegriff so auszubilden, daß der Treibstoff auch nach einer vorübergehenden horizontalen Orientierung und bei niedrigem Tankfüllgrad stabil in der Treibstoffleitung gehalten wird und daß damit stets eine blasenfreie Befüllung bzw. Wiederbefüllung des im Tank befindlichen Sammelbehälters gewährleistet ist.

[0007] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß der Tankauslaß mit Bohrungen versehen ist, die ein Auslaßrohr mit dem Sammelbehälter verbinden und der den Bohrungen gegenüberliegende Bereich mit Nuten versehen ist.

[0008] Die Herstellungskosten für den Tank nach der Erfindung sind dabei gegenüber denen herkömmlicher Tanks praktisch nicht erhöht, so daß bei gleich bleibenden Kosten eine erhebliche Steigerung der Flexibilität hinsichtlich der Handhabung am Boden und während des Raketenstarts erzielbar ist. Dabei ist der Treibstofftank gemäß der Erfindung zugleich so festgelegt, daß er ohne Siebe eine sichere und blasenfreie Förderung ermöglicht.

[0009] Zur Verbesserung der Befüllung unter der kapillaren Pumpwirkung wird vorgeschlagen, daß der Innenraum des Sammelbehälters mit einem spitzen Winkel gegenüber einer zur Symmetrieachse des Tanks senkrecht liegenden Ebene ausgebildet ist.

[0010] Nachfolgend soll der erfindungsgemäße Treibstofftank anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Treibstofftanks,

Fig. 2 eine Detaildarstellung des Treibstofftanks gemäß Fig. 1 im Bereich des Tankauslasses,

Fig. 3 einen Schnitt entlang in Fig. 2, und

Fig. 4 einen vertikalen Schnitt im Bereich der Längsachse durch den Treibstofftank gemäß Fig. 1, der in diesem Fall für einen Start in horizontaler Position angeordnet ist.

[0011] Bei dem in Fig. 1 dargestellten Treibstofftank handelt es sich um einen Oberflächenspannungstank für die Aufnahme und Lagerung von aggressiven lagerfähigen Treibstoffen, wie MMH, N_2O_4 und Hydrazin, mit einer am Tankboden angeordneten Treibstoffentnahmeverrichtung, bei der unter Ausnutzung der Oberflächenspannung eine Separation des Treibstoffs vom Treibgas herbeigeführt wird. Bei dem Tank sind vier Leitbleche 1 entlang der Tankwand 2 geführt und münden in einen Sammelbehälter 3 am Boden des Treibstofftanks. Über ein Auslaßrohr 4 läßt sich der Treibstoff aus diesem Behälter 3 durch ein Treibgas zu einer in der Zeichnung nicht dargestellten Brenn- bzw. Reaktionskammer austreiben. Als Treibgas werden dabei üblicherweise die Inertgase Helium (He) oder Stickstoff (N_2) eingesetzt, die den Treibstoff in das zum jeweiligen Triebwerk führende, in der Figur nicht dargestellte Rohrleitungssystem pressen.

[0012] Wie in den Figuren 2 und 3 dargestellt, ist der untere Teil 9 des Sammelbehälters 3 am Tankauslaß 4 als Drehteil ausgeführt, wodurch insbesondere die Herstellungskosten gering gehalten werden können. Ausgehend von einem zentral angeordneten Auslaßrohr 10 verbinden drei Kanäle 11 mit einem Durchmesser von jeweils etwa 2 mm einseitig das Innere 12 des Sammelbehälters mit dem Auslaßrohr 10. Ein Befüllen im horizontalen Zustand ist dabei auch dann möglich, wenn die Verbindungskanäle 11 entgegen der Erdbeschleunigung nach oben gerichtet sind. Die Verbindungs- oder Öffnungskanäle 11 im Tankauslaß sind dabei derart geneigt angeordnet, daß während der Erstbefüllung des Tanks mit Treibstoff keine Treibgasblasen eingeschlossen werden.

[0013] Der Innenraum des Sammelbehälters 12 ist in seiner Geometrie mit einem spitzen Winkel 15 gegenüber einer zur Symmetrie- oder Längsachse 13 des Tanks senkrecht liegenden Ebene derart ausgebildet, daß sich dieser sowohl beim Drehen des Tanks von der horizontalen in die vertikale Position, z.B. nach einem horizontalem Transport mit geringen Tankfüllgraden, als auch in schwerelosem Zustand infolge der Kapillarwirkung wieder von selbst vollständig und blasenfrei füllt. Das schnelle Befüllen wird zusätzlich durch einseitig eingeschnittene Nuten 14 unterstützt, so daß dieser sich unter Schwerelosigkeit sehr schnell aufgrund der wirkenden Kapillarkräfte füllt. Infolge der Ausgestaltung des Sammelbehälterinnenraumes 12 mit dem spitzen Winkel 15 wird der Befüllvorgang unter der kapillaren Pumpwirkung erheblich verbessert.

[0014] Eine Befüllung des Tanks mit Treibstoff erfolgt meist bei vertikal ausgerichteter Tank, d.h., die Längsachse 13 des Tanks verläuft in diesem Fall parallel zur

Richtung der Erdgravitation, wobei der gesamte Tankauslaß 4 sowie der Sammelbehälter 3 vollständig mit Treibstoff gefüllt sind. Wird der Treibstofftank anschließend so um die Tankquerachse gekippt, daß die drei Öffnungen 11 entgegen der wirkenden Beschleunigung ausgerichtet sind, so kann der Tank auch bei geringen Tankfüllgraden horizontal transportiert werden. Bei der in Fig. 4 dargestellten Anordnung ist der befüllte Treibstofftank gemäß Fig. 1 für den anschließenden Transport, integriert beispielsweise in einen Satelliten, zum Startplatz horizontal gelagert. Der Tankauslaß 4 des befüllten Tanks ist dabei senkrecht zur Richtung der in der Figur mit einem Pfeil angedeuteten Erdbeschleunigung g orientiert, so daß der Treibstoff 5, insbesondere bei geringen Füllgraden, nicht mehr den Auslaß 4 benutzt, sondern sein Niveau im Abstand h unterhalb dieses Auslasses 4 liegt.

[0015] Die Verwendung mehrerer Kanäle 11 im Auslaß führt zusätzlich zu einem im Vergleich zu den bislang bekannten Tanks dieser Art erheblich verminderten Druckverlust am Tankauslaß 4 während des Austreibens von Treibstoff. Die Modifikationen des Auslasses erlauben neben den erweiterten Anwendungsgebieten bzgl. eines horizontalen Transportes und horizontalen Starts zudem eine größere Reserve hinsichtlich der maximal tolerierbaren Druckverluste sowie ein schnelleres Befüllen und Entleeren des Tanks am Boden.

Patentansprüche

1. Treibstofftank, insbesondere Tank zur Lagerung aggressiver Flüssigkeiten zum Betrieb von Raumflugkörpern, mit einem als Fördermedium dienenden Treibgas sowie mit wenigstens einer Treibstoffentnahmeverrichtung, bestehend aus wenigstens je einem Sammelbehälter und einem Tankauslaß, bei der unter Ausnutzung der Oberflächenspannung eine Separation des Treibstoffs vom Treibgas herbeigeführt wird, wobei die Entnahmeverrichtung in Form eines wiederbefüllbaren Reservoirs am Boden des Treibstofftanks angeordnet und über Förderleitungen mit dem Inneren des Treibstofftanks verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Tankauslaß mit Bohrungen (11) versehen ist, die ein Auslaßrohr (10) mit dem Sammelbehälter (3) verbinden und der den Bohrungen (11) gegenüberliegende Bereich mit Nuten (14) versehen ist.
2. Treibstofftank gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Innenraum des Sammelbehälters (12) mit einem spitzen Winkel (15) gegenüber einer zur Symmetrieachse (13) des Tanks senkrecht liegenden Ebene ausgebildet ist.

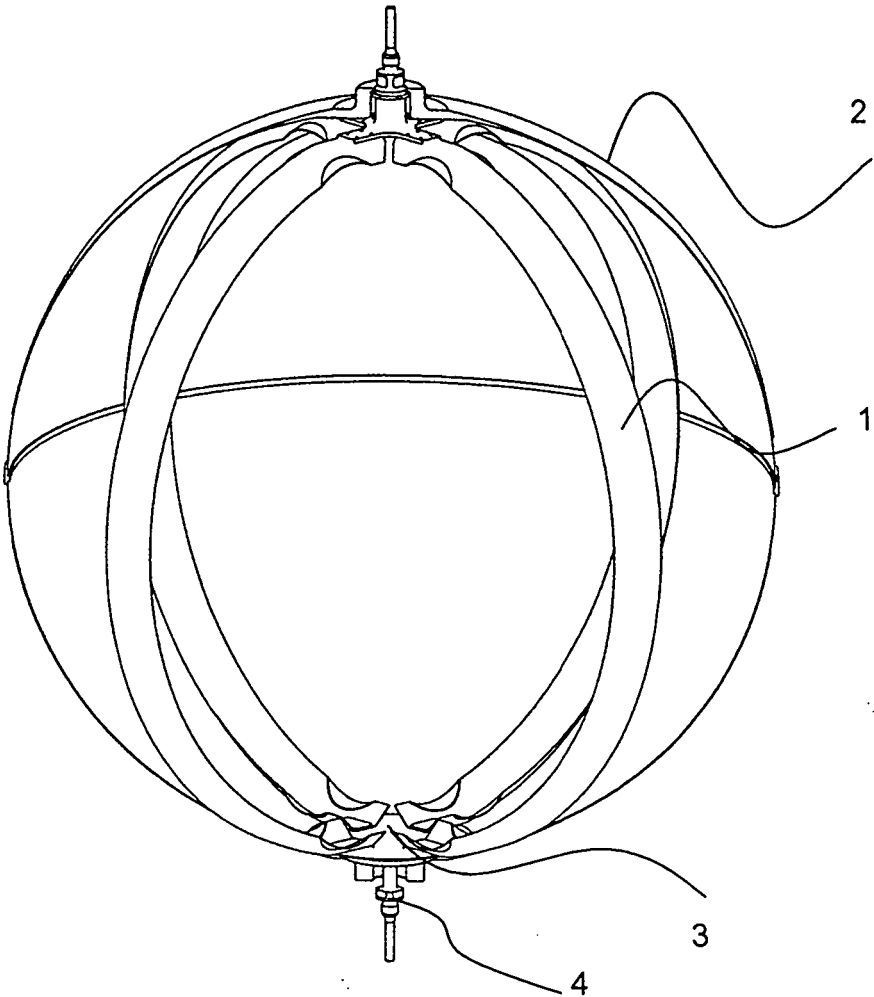


Fig. 1

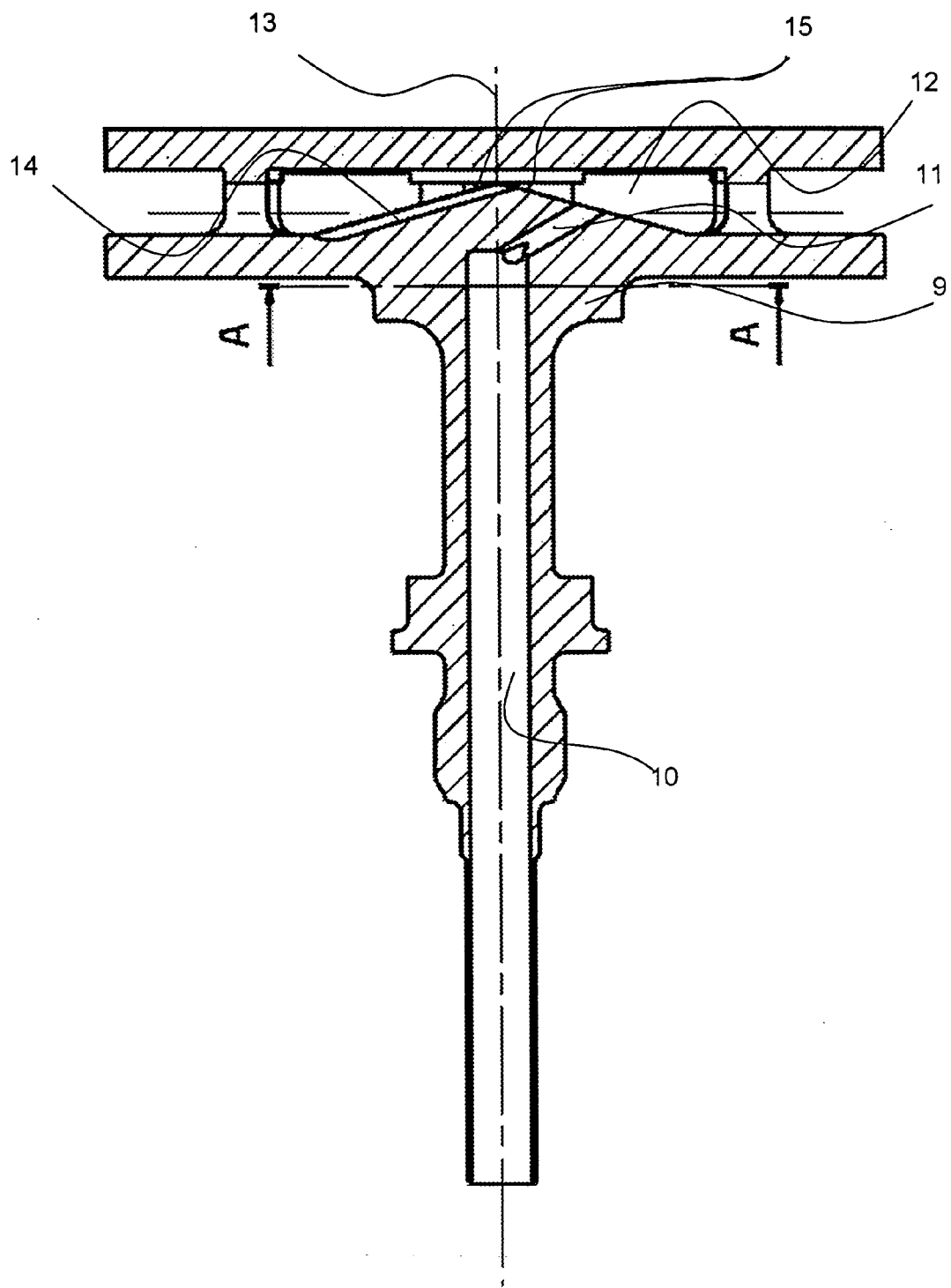


Fig. 2

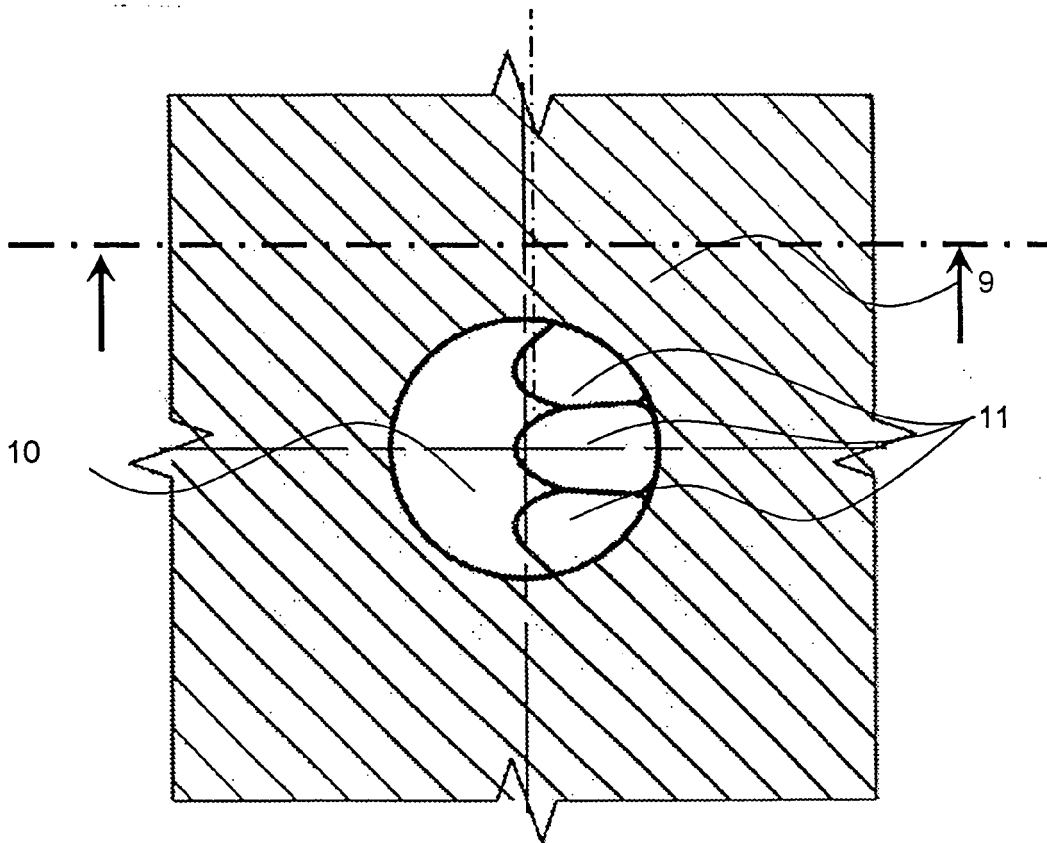


Fig. 3

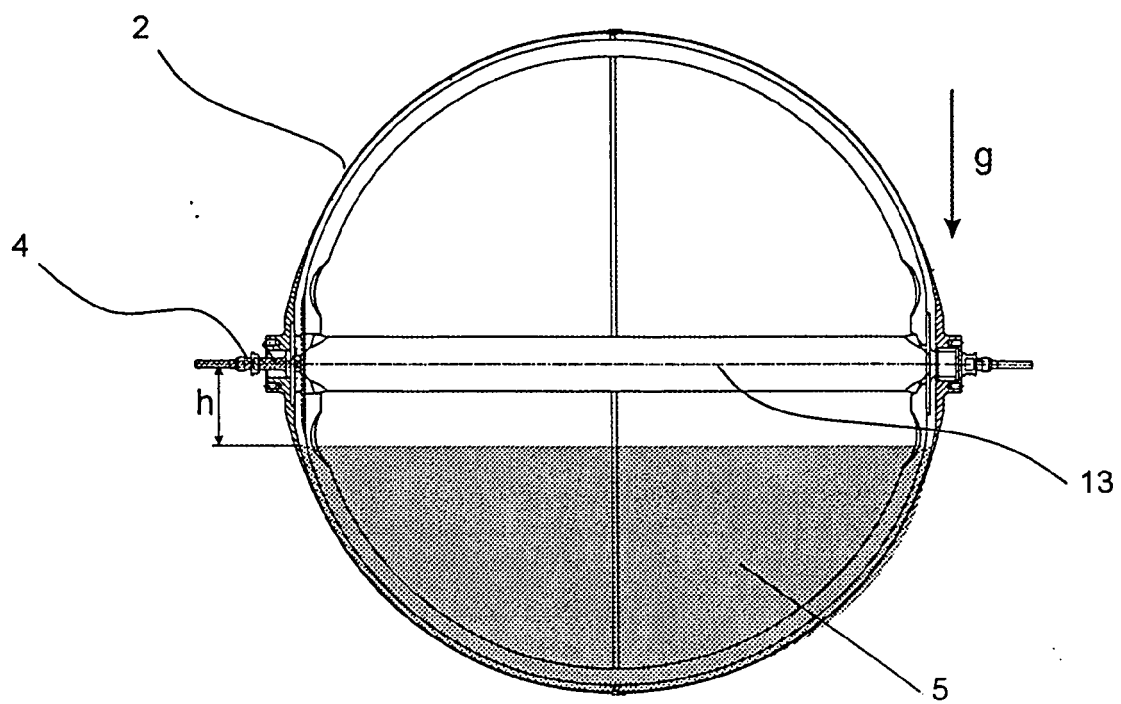


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10040755 C2 [0002]
- US 5293895 A [0003]