



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 564 477 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.08.2005 Patentblatt 2005/33**

(51) Int Cl.7: **F17C 13/00, F17C 1/12**

(21) Anmeldenummer: **05000705.3**

(22) Anmeldetag: **14.01.2005**

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

(72) Erfinder: **Schauer, Felix, Dr.**  
**17489 Greifswald (DE)**

(74) Vertreter: **Beier, Ralph, Dipl.-Ing.**  
**v. Bezold & Sozien**  
**Patent Attorneys**  
**Akademiestrasse 7**  
**80799 München (DE)**

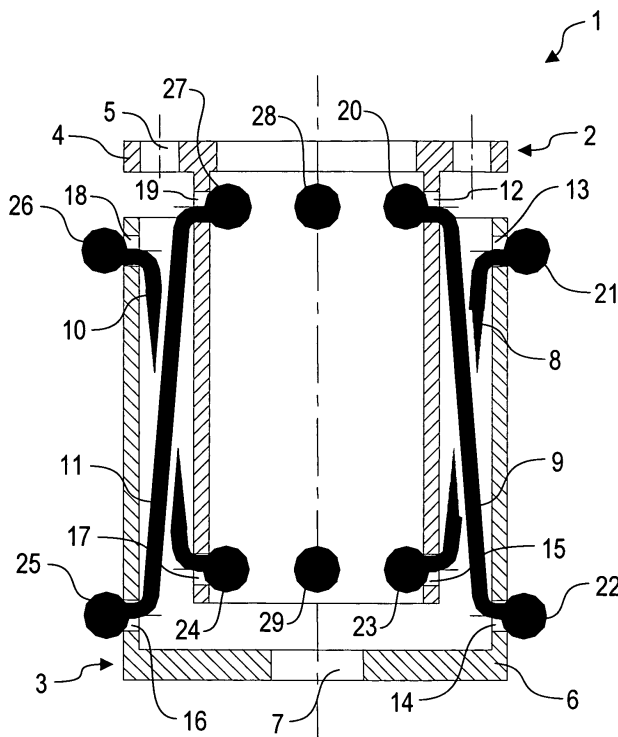
(30) Priorität: **11.02.2004 DE 102004006779**

(71) Anmelder: **Max-Planck-Gesellschaft zur  
Förderung der Wissenschaften e.V.**  
**80539 München (DE)**

(54) **Abstandshalter**

(57) Abstandshalter (1), insbesondere zur wärmeisolierenden Verbindung einer Umgebungstemperatur aufweisenden Kryostatenwand mit einem gekühlten Strahlenschild eines Kryostaten, mit mindestens einem Verbindungselement (8-11) zur mechanischen Verbin-

dung und zur thermischen Isolation von zwei Bauteilen. Es wird vorgeschlagen, dass das Verbindungselement (8-11) unabhängig von der mechanischen Belastung des Abstandshalters (1) nur einachsig mechanisch belastet ist.



**FIG 1**

EP 1 564 477 A1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Abstandshalter, insbesondere zur wärmeisolierenden Verbindung einer Umgebungstemperatur aufweisenden Kryostatenwand mit einem gekühlten Strahlenschild eines Kryostaten.

**[0002]** Ein generelles Problem in der Kryotechnik ist die mechanische Abstützung von tiefkalten Bauteilen gegenüber Bauteilen auf Umgebungstemperatur. So muss beispielsweise bei einem Kryostaten ein tiefkalter Strahlenschild mit einer Temperatur von beispielsweise 80K gegenüber einer auf Umgebungstemperatur von ungefähr 300K liegenden Kryostatenwand abgestützt werden. Hierzu werden Abstandshalter eingesetzt, die einerseits eine hinreichende mechanische Belastbarkeit und andererseits eine möglichst geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen müssen.

**[0003]** Beispielsweise ist ein rohrförmiger Abstandshalter bekannt, der an seinen gegenüberliegenden Stirnflächen durch eine Schraub- oder Nietverbindung einerseits mit der Kryostatenwand und andererseits mit dem Strahlenschild verbunden wird. Der Abstandshalter besteht hierbei aus einem Material mit niedriger Wärmeleitfähigkeit, wie beispielsweise glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), und kann zur weiteren Verringerung der Wärmeleitfähigkeit Öffnungen (z.B. Rundlöcher, Längs- oder Querschlitze) in seiner Mantelfläche aufweisen.

**[0004]** Weiterhin werden als Abstandshalter Stäbe, Schraubenfedern oder andere Formkörper eingesetzt. Schraubenfedern bieten hierbei den Vorteil einer Verlängerung des Wärmeleitungsweges, was zu einer Verringerung der Wärmeleitfähigkeit führt.

**[0005]** Problematisch an den vorstehenden beschriebenen bekannten Abstandshaltern ist der konstruktive Zielkonflikt zwischen einer ausreichenden mechanischen Belastbarkeit einerseits und einer möglichst geringen Wärmeleitfähigkeit andererseits. So ist zur Erreichung einer hohen mechanischen Belastbarkeit ein großer Materialquerschnitt des Abstandshalters wünschenswert, was jedoch die thermische Leitfähigkeit erhöht.

**[0006]** Nachteilig an den bekannten Abstandshaltern ist deshalb das unbefriedigende Verhältnis von mechanischer Belastbarkeit einerseits und Wärmeleitfähigkeit andererseits.

**[0007]** Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Abstandshalter zu schaffen, der bei möglichst hoher mechanischer Belastbarkeit eine möglichst geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist.

**[0008]** Diese Aufgabe wird, ausgehend von dem vorstehenden beschriebenen bekannten Abstandshalter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

**[0009]** Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass die bekannten Abstandshalter aufgrund der im Betrieb auftretenden mehrachsigen Belastungszustände mechanisch überdimensioniert werden müssen, um bei allen möglichen Belastungszuständen eine ausreichende mechanische Belastbarkeit zu bieten. So wird ein Abstandshalter im Betrieb sowohl einer Druck-, Zug- als auch einer Querbelastrung unterworfen, so dass der Materialquerschnitt des Abstandshalters auf Knickung und Scherung und somit größer ausgelegt werden muss, als der eigentlichen Druck- bzw. Zugfestigkeit des Materials entspricht.

**[0010]** Die Erfindung umfasst deshalb die allgemeine technische Lehre, einen Abstandshalter zu schaffen, bei dem die mechanische Belastung durch mindestens ein Verbindungselement aufgenommen wird, das unabhängig von der mechanischen Belastung des Abstandshalters nur einachsig mechanisch belastet ist. Dies bietet den Vorteil, dass der Materialquerschnitt des Verbindungselementes nur auf einen einachsigen Spannungszustand hin ausgelegt werden muss, was eine Verringerung des Materialquerschnitts gegenüber dem eingangs beschriebenen bekannten Abstandshalter ermöglicht. Vorteilhaft an dieser Verringerung des Materialquerschnitts des Verbindungselementes ist die damit verbundene Verringerung der Wärmeleitfähigkeit.

**[0011]** In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Abstandshalter mehrere Verbindungselemente zur mechanischen Verbindung der Bauteile auf, wobei die Verbindungselemente räumlich unterschiedlich ausgerichtet sind und jeweils einachsige mechanische Belastungen in unterschiedlichen Belastungsrichtungen aufnehmen. Jedes der Verbindungselemente wird hierbei also nur einachsig belastet und kann deshalb einen verringerten Materialquerschnitt und damit auch eine verringerte Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Trotzdem ermöglichen die Verbindungselemente zusammen die Aufnahme mehrachsiger Belastungen des Abstandshalters, wie bei dem eingangs beschriebenen bekannten rohrförmigen Abstandshalter.

**[0012]** Das einzelne Verbindungselement wird vorzugsweise nur auf Zug belastet, jedoch ist es theoretisch auch möglich, dass das einzelne Verbindungselement nur auf Druck belastet wird.

**[0013]** Bei einer reinen Zugbelastung des Verbindungselementes kann als Verbindungselement beispielsweise ein Faden, Seil oder ein Draht verwendet werden, wobei auch andere Verbindungselemente in Frage kommen, die nur einachsig mechanisch belastbar sind.

**[0014]** Bei einer theoretisch ebenfalls möglichen reinen Druckbelastung des Verbindungselementes kann dagegen als Verbindungselement beispielsweise ein Druckstab eingesetzt werden.

**[0015]** In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung weist der Abstandshalter ein an dem einen Bauteil (z.B. dem Strahlenschild) befestigbares Oberteil und ein an dem anderen Bauteil (z.B. der Kryostatenwand) befestigbares separates Unterteil auf, wobei das Oberteil durch das Verbindungselement bzw. die Verbindungselemente mechanisch mit dem Unterteil verbunden ist. Die Befestigung des Oberteils und des Unterteils an den miteinander zu verbindenden

Bauteilen kann beispielsweise durch Schrauben oder Nieten erfolgen, jedoch sind im Rahmen der Erfindung auch andere Befestigungsmöglichkeiten realisierbar. Weiterhin ist zu erwähnen, dass das Oberteil im fertig montierten Zustand nicht notwendigerweise oberhalb des Unterteils angeordnet sein muss. Vielmehr kann der erfindungsgemäße Abstandshalter bezüglich der miteinander zu verbindenden Bauteile beliebig orientiert sein.

**[0016]** Vorzugsweise umgreift das Unterteil des Abstandshalters in diesem Ausführungsbeispiel das Oberteil hülsenförmig, wobei das Unterteil und das Oberteil vorzugsweise im Wesentlichen zylindrisch sind und einen Ringspalt einschließen, in dem das Verbindungselement angeordnet ist. Beispielsweise können in dem Ringspalt zwischen dem Unterteil und dem Oberteil des Abstandshalters Seile gespannt sein, die räumlich unterschiedlich ausgerichtet sind und deshalb Zugkräfte in unterschiedlichen Richtungen aufnehmen.

**[0017]** In einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung weisen das Unterteil und das Oberteil dagegen jeweils über ihren Umfang verteilt mehrere parallele Streifen auf, die vorzugsweise von einer Grundplatte rechtwinklig oder in einem anderen, bezüglich Kraftrichtung und -größe der Verbindungselemente sowie der Platzverhältnisse optimierten Winkel abstehen. Zwischen den einzelnen Streifen befinden sich hierbei jeweils Lücken, wobei die Streifen des Oberteils in die Lücken des Unterteils eingreifen und umgekehrt. Hierbei werden die Streifen des Oberteils vorzugsweise mit den benachbarten Streifen des Unterteils durch das Verbindungselement verspannt, wobei vorzugsweise eine Seilverspannung eingesetzt wird.

**[0018]** Die Streifen müssen nicht eben und rechteckig sein, sondern können beliebige Formen haben, beispielsweise auch gekrümmte.

**[0019]** Bei einer Seilverspannung sind die den Wärmewiderstand bildenden Seilabschnitte vorzugsweise im Inneren des Abstandshalters angeordnet, so dass sie das Ober- bzw. Unterteil nur im Bereich von Seildurchführungen berühren. Dies bietet den Vorteil, dass nahezu die gesamte Länge zwischen den Seildurchführungen in dem Ober- bzw. Unterteil des Abstandshalters als Wärmewiderstand dient, wodurch die Wärmeleitfähigkeit des gesamten Abstandshalters verringert wird.

**[0020]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Abstandshalters bildet das Oberteil dagegen eine Nabe, wobei die Verbindungselemente die Nabe speichenförmig mit dem Unterteil verbinden. Auch hierbei wird als Verbindungselement vorzugsweise eine Seilverspannung eingesetzt, die sowohl Axial- als auch Radialkomponenten aufnehmen kann.

**[0021]** Bei den vorstehenden beschriebenen Seilverspannungen können wahlweise mehrere einzelne Seile oder ein umlaufendes Seil verwendet werden.

**[0022]** Ferner kann der Abstandshalter mindestens teilweise mit einem wärmeisolierenden und/oder strahlendämmenden Material gefüllt sein. Hierzu eignet sich insbesondere die vorstehend beschriebene Ausführungsform des erfindungsgemäßen Abstandshalters mit einem Ober- und Unterteil, wobei das wärmeisolierende bzw. strahlendämmende Material in das Oberteil und/oder das Unterteil eingefüllt oder eingelegt werden kann.

**[0023]** Bei den vorstehend beschriebenen Seil- oder Drahtverspannungen weist das Oberteil und/oder das Unterteil vorzugsweise mindestens eine Halterung für das Seil bzw. den Draht auf, um die Spannkraft der Seilverspannung aufzunehmen. Diese Halterung kann an dem Oberteil und/oder an dem Unterteil beispielsweise angenietet, angeschweißt oder angelötet sein oder auch in eine Aufnahme in dem Oberteil und/oder dem Unterteil eingehängt sein. Bei der Halterung kann es sich beispielsweise um eine Bohrung, eine Nut, eine Einkerbung, eine Vertiefung, einen Haken und/oder eine Schraube handeln, die zur Aufnahme eines Seils bzw. Drahtes dienen. Das Seil bzw. der Draht kann an mindestens einem Ende ein Endelement aufweisen, um das Seil oder den Draht in der Halterung des Oberteils und/oder des Unterteils des Abstandshalters zu befestigen, wobei das Endelement beispielsweise ein Knoten, eine Seilhülse oder eine Klemme sein kann. Weiterhin ist zu erwähnen, dass das Seil bzw. der Draht in der Halterung durch eine Niete, eine Schraube, einen Bolzen oder einen Keil gesichert sein kann.

**[0024]** Zur weiteren Verringerung der Wärmeleitfähigkeit kann der Abstandshalter in dem Oberteil und/oder in dem Unterteil mindestens ein Loch oder einen Schlitz aufweisen, wobei das Loch bzw. der Schlitz vorzugsweise in der Mantelfläche des Oberteils und/oder des Unterteils angeordnet ist.

**[0025]** Als Materialien zur Fertigung des Oberteils und/oder des Unterteils kommen beispielsweise Edelstahl oder Kunststoff in Frage. Die Erfindung ist jedoch hinsichtlich der Materialzusammensetzung des erfindungsgemäßen Abstandshalters nicht auf diese Materialien beschränkt, sondern auch mit anderen Materialien realisierbar, die vorzugsweise eine geringe spezifische Wärmeleitfähigkeit aufweisen.

**[0026]** Das Verbindungselement zur Aufnahme der mechanischen Belastung besteht vorzugsweise mindestens teilweise aus einer Kunstfaser, wie beispielsweise einer Aramidfaser, wobei sich Kevlar besonders eignet. In besonderen Fällen, insbesondere in radioaktiver Umgebung, wo der Einsatz von Kunststoffen aufgrund der die Lebensdauer begrenzenden Verhältnisse nicht möglich ist, können beispielsweise auch Seile aus Edelstahl oder anderen Materialien als Verbindungselemente vorteilhaft eingesetzt werden. Der erfindungsgemäße Abstandshalter hätte auch in diesem Fall im Vergleich zu einem konventionellen aus vergleichbarem Material erhebliche Vorteile bzgl. der Wärmeisolation.

**[0027]** Schließlich ist zu erwähnen, dass die Erfindung nicht auf den vorstehenden beschriebenen Abstandshalter als Einzelteil beschränkt ist, sondern auch ein Gerät mit mindestens einem derartigen Abstandshalter umfasst. Bei-

spielsweise kann der erfindungsgemäße Abstandshalter im Rahmen der Erfindung in einem Kryostaten eingesetzt werden. Besonders eignet sich der erfindungsgemäße Abstandshalter hierbei zur mechanischen Verbindung und thermischen Isolation der auf Raumtemperatur befindlichen Kryostatenwand mit einem tiefkalten Strahlenschild.

**[0028]** Der erfindungsgemäße Abstandshalter kann vorteilhaft auch zur wärmeisolierenden Abstützung von Bauteilen eingesetzt werden, die sich auf beliebigen Temperaturniveaus befinden, beispielsweise auch im Hochtemperaturbereich.

**[0029]** Andere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet oder werden nachstehend zusammen mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen Abstandshalters mit einem rohrförmigen Oberteil und einem rohrförmigen Unterteil,

Figuren 2a-2e verschiedene Ansichten eines alternativen Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Abstandshalters mit ineinandergreifenden Streifen an dem Oberteil und dem Unterteil und einer Seilverspannung,

Figuren 3a-3g verschiedene Ausführungsbeispiele von Seilverspannungen zwischen dem Unterteil und dem Oberteil des Abstandshalters sowie zugehörige Befestigungen,

Figuren 4a-21b verschiedene Ausführungsbeispiele für Seilhalterungen des erfindungsgemäßen Abstandshalters,

Figuren 22 und 23 verschiedene Seilverspannungen für den erfindungsgemäßen Abstandshalter,

Figuren 24a und 24b ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Abstandshalters mit einer speichenförmigen Seilverspannung,

Figuren 25a-25c ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Abstandshalters mit jeweils zwei Streifen an dem Oberteil und dem Unterteil,

Figuren 26a-26c ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel mit zwei Streifen an dem Oberteil und dem Unterteil des Abstandshalters, wobei Oberteil und Unterteil identisch ausgeführt sind und die Streifen nicht rechtwinklig zur Grundplatte stehen.

**[0030]** Die Querschnittsansicht in Figur 1 zeigt einen Abstandshalter 1, der beispielsweise in einem Kryostaten eingesetzt werden kann, um die auf Umgebungstemperatur (z.B. 300K) liegende Kryostatenwand mit einem tiefkalten (z. B. 80K) Strahlenschild zu verbinden, wobei der Abstandshalter 1 zum einen eine mechanische Verbindung und zum anderen eine thermische Isolation bildet.

**[0031]** Der Abstandshalter 1 besteht im Wesentlichen aus einem hohlzylindrischen Oberteil 2 und einem ebenfalls hohlzylindrischen Unterteil 3, wobei das Unterteil 3 einen größeren Durchmesser als das Oberteil 2 aufweist und das Oberteil 2 hülsenförmig umgreift.

**[0032]** Das Oberteil 2 weist zur Befestigung an dem Strahlenschild des Kryostaten eine Grundplatte 4 auf, in der sich mehrere Bohrungen 5 befinden, um die Grundplatte 4 durch Nieten oder Schrauben an dem Strahlenschild des Kryostaten zu befestigen.

**[0033]** Das Unterteil 3 weist ebenfalls eine Grundplatte 6 auf, in der sich mittig eine Bohrung 7 befindet, so dass die Grundplatte 6 des Unterteils 3 an der Kryostatenwand festgeschraubt werden kann.

**[0034]** Die Erfindung ist jedoch hinsichtlich der Ausrichtung des Abstandshalters 1 nicht auf die vorstehende beschriebene Anordnung beschränkt. Es ist alternativ auch möglich, dass das Oberteil 2 an der Kryostatenwand befestigt wird, wohingegen das Unterteil 3 an dem Strahlenschild angebracht wird.

**[0035]** Das Oberteil 2 und das Unterteil 3 besteht hierbei beispielsweise aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) oder Edelstahl, die eine relativ schlechte Wärmeleitfähigkeit aufweisen, was zur Isolation des tiefkalten Strahlenschildes gegenüber der auf Umgebungstemperatur liegenden Kryostatenwand vorteilhaft ist.

**[0036]** Die mechanische Verbindung zwischen dem Oberteil 2 und dem Unterteil 3 erfolgt hierbei durch mehrere Seile 8-11, beispielsweise aus Kevlar, die in einem umlaufenden Ringspalt zwischen dem Oberteil 2 und dem Unterteil 3 angeordnet sind.

**[0037]** Zur Fixierung der Seile 8-11 sind in dem Oberteil 2 und in dem Unterteil 3 Bohrungen 12-19 angebracht, durch die die Seile 8-11 hindurchgeführt sind, wobei die Seilenden durch Endelemente 20-29 in den Bohrungen 12-19 fixiert

sind. Bei den Endelementen 20-29 kann es sich beispielsweise um Knoten, Seilhülsen oder Klemmen handeln.

**[0038]** Die Seile 8-11 sind hierbei räumlich unterschiedlich ausgerichtet und nehmen Zugkräfte in unterschiedlichen Richtungen auf, so dass der Abstandshalter 1 auf Druck, Zug und in Querrichtung belastet werden kann. Die Seile 8, 10 nehmen hierbei im Wesentlichen Druckkräfte zwischen dem Oberteil 2 und dem Unterteil 3 auf, während die anderen Seile 9, 11 im Wesentlichen Zugkräfte zwischen dem Oberteil 2 und dem Unterteil 3 aufnehmen.

**[0039]** Figur 2a zeigt eine isometrische Ansicht eines alternativen Ausführungsbeispiels eines Abstandshalters 30, wobei Figur 2b eine Querschnittsansicht des Abstandshalters 30 mit ebenen Streifen entlang einer Schnittebene 31 in Figur 2a zeigt, während Figur 2c eine Querschnittsansicht des Abstandshalters 30 mit kreisbogenförmig gewölbten Streifen, wie sie beispielsweise durch das Herausfräsen aus einem Rohr entstehen, durch die Schnittebene 31 zeigt.

**[0040]** Der Abstandshalter 30 besteht ebenfalls im Wesentlichen aus einem Oberteil 32 und einem Unterteil 33, wobei Figur 2d das Oberteil 32 im halbfertigen, d.h. noch nicht gebogenen Zustand zeigt, während Figur 2e das Unterteil 33 im halbfertigen Zustand wiedergibt.

**[0041]** Das Oberteil 32 des Abstandshalters 30 weist eine Grundplatte 34 auf, die beispielsweise durch Niete oder Schrauben an dem Strahlenschild eines Kryostaten befestigt werden kann. Hierzu sind in der Grundplatte 34 des Oberteils 32 mehrere Bohrungen 35 angeordnet.

**[0042]** Von der Grundplatte 34 stehen beispielsweise rechtwinklig mehrere Streifen 36-38 ab, wobei die Streifen 36-38 über den Umfang des Oberteils 32 verteilt äquidistant angeordnet sind und jeweils Lücken einschließen.

**[0043]** Das Unterteil 33 weist ebenfalls eine Grundplatte 39 auf, die beispielsweise an der Kryostatenwand eines Kryostaten befestigt werden kann.

**[0044]** Von der Grundplatte 39 des Unterteils 33 stehen beispielsweise ebenfalls rechtwinklig drei Streifen 40-42 ab, die in die Lücken zwischen den Streifen 36-38 des Oberteils 32 eingreifen.

**[0045]** In den Streifen 36-38 und 40-42 befinden sich jeweils am Ansatz und am freien Ende Bohrungen 44 zur Aufnahme eines oder mehrerer Seile 45, welche das Oberteil 32 mit dem Unterteil 33 verspannen. Die einzelnen Seilabschnitte zwischen den Bohrungen 44 nehmen hierbei jeweils Zugkräfte in unterschiedlichen Richtungen auf, so dass der gesamte Abstandshalter 30 auf Zug, Druck sowie in Querrichtung belastet werden kann.

**[0046]** Die Figuren 3a-3c zeigen verschiedene Ausführungsbeispiele der Seilverspannung zwischen dem Oberteil 32 und dem Unterteil 30 des Abstandshalters 30.

**[0047]** Bei der Seilverspannung gemäß Figur 3a wird ein einziges Seil 45 für die gesamte Seilverspannung verwendet, wobei das Seil abwechselnd an der Innenseite und der Außenseite der Streifen 36-38 bzw. 40-42 geführt ist. Der Wechsel des Seils 45 von der Innenseite zur Außenseite des Abstandshalters 30 erfolgt hierbei jeweils bei der Durchführung durch die Bohrungen 44.

**[0048]** Bei der in Figur 3b dargestellten Seilverspannung wird ebenfalls nur ein einziges Seil für die gesamte Seilverspannung verwendet, wobei das Seil 45 ebenfalls abwechselnd an der Innenseite und an der Außenseite des Abstandshalters 30 geführt wird. Der Wechsel zwischen der Innenseite und der Außenseite des Abstandshalters 30 erfolgt hierbei jedoch jeweils sowohl bei der Durchführung durch die Bohrungen 44 als auch zwischen den Streifen 36-38 und den benachbarten Streifen 40-42.

**[0049]** Bei der in Figur 3c dargestellten Seilverspannung werden zwei Seile 46, 47 verwendet, wobei die Seilabschnitte der beiden Seile 46, 47, welche die Streifen 36-38 des Oberteils 32 mit den Streifen 40-42 des Unterteils 33 verbinden, an der Innenseite des Abstandshalters 30 angeordnet sind. An der Außenseite der Streifen 36-38 bzw. 40-42 verlaufen die beiden Seile 46, 47 dagegen parallel. Diese Seilverspannung bietet den Vorteil, dass die die beiden Temperaturniveaus verbindenden Seilstücke die Streifen 36-38 bzw. 40-42 nur im Bereich der Bohrungen 44 berühren, so dass die volle Länge zwischen den entsprechenden Bohrungen 44 als Wärmewiderstand ausgenutzt werden kann.

**[0050]** Die Figuren 3d und 3e zeigen eine Fixierung des Seils 45 an einem Streifen mittels einer Niete 48, wodurch ein Verkippen des Oberteils 32 relativ zu dem Unterteil 33 verhindert wird.

**[0051]** Bei der Anordnung gemäß Figur 3f wird darüber hinaus das Seilende des Seiles 45 in einem Loch mittels einer Niete 49 fixiert.

**[0052]** Auf das zusätzliche Loch für die Niete 49 kann bei der Anordnung gemäß Figur 3g verzichtet werden, indem das Seil 45 jeweils in den Bohrungen 44 durch eine Niete 50, 51 fixiert wird. Dies ermöglicht es, sämtliche Streifen 36-38 bzw. 40-42 baugleich auszuführen.

**[0053]** Die Figuren 4a und 4b zeigen alternative Ausführungsbeispiele der Streifen 36-38 bzw. 40-42, bei denen am freien Ende der Streifen 36-38 bzw. 40-42 anstelle der Bohrungen 44 ein u-förmiger Ausschnitt 52 bzw. ein v-förmiger Ausschnitt 53, der auf das Seil eine Klemmwirkung ausübt, angeordnet ist, durch den das Seil 45 geführt werden kann.

**[0054]** Bei dem Ausführungsbeispiel des Streifens 41 gemäß den Figuren 5a und 5b ist aus dem Streifen 41 eine Zunge 54 heraus gepresst, welche das Seil 45 aufnimmt.

**[0055]** Bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 6a und 6b sowie 7a bis 7c wird das Seil 45 durch einen Haken 55, 56 bzw. 57 geführt, wobei der Haken 55 durch eine Niete 58 an dem Streifen 41 befestigt ist, wohingegen die Haken 56, 57 durch Punktschweißen an dem Streifen 41 angebracht sind. Ein weiterer Unterschied zwischen den Haken 56 und 57 besteht darin, dass der Haken 57 zusammen gedrückt ist, wodurch das Seil 45 in dem Haken 57

eingeklemmt wird.

**[0056]** Die Figuren 8a und 8b sowie 9a und 9b zeigen Ausführungsbeispiele mit einem losen Haken 59 bzw. 60, der in eine Bohrung 61 bzw. 62 eingehängt ist. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 8a und 8b ist die Bohrung 61 kreisrund, wohingegen die Bohrung 62 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 9a und 9b aus einem Langloch besteht. Der Haken 60 muss deshalb beim Einsetzen in die Bohrung 62 um 90° gedreht werden. Vorzugsweise werden beim Einsatz der losen Haken 59, 60 schnell wirkende Kleber verwendet, um diese vor dem Einlegen des Seils 45 provisorisch zu fixieren. Die Haken 59, 60 können ebenso wie der Haken 57 in Figur 7c zusammen gedrückt werden, um das Seil 45 festzuklemmen.

**[0057]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 10a und 10b sowie Figuren 11a und 11b wird das Seil 45 über eine Schraube 63 bzw. 64 geführt, die zum Festklemmen einfach angezogen werden kann. Bei der Schraube 63 bzw. 64 kann es sich um eine Blechschraube handeln oder eine Standardschraube, für die ein Gewinde in den Streifen 41 geschnitten werden muss. Grundsätzlich ist auch die Verwendung einer Mutter auf der Rückseite des Streifens 41 möglich, wobei die Mutter durch Punktschweißen oder Kleben an dem Streifen 41 befestigt werden kann. Falls das Gewinde der Schraube 63 bzw. 64 bis zu deren Kopf reicht, kann das Seil 45 durch Unterlegen eines schmalen Ringes, einer Folie oder dergleichen geschützt werden. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 11a und 11b wird hierzu ein Zwischenring 65 verwendet, der einerseits ermöglicht, dass das Gewinde nicht bis zum Schraubenkopf reichen muss und damit das Seil 45 nicht beschädigen kann und andererseits den Haltepunkt des Seils 45 an dem Streifen 41 weiter nach außen verlegt. Dadurch kann, abgesehen vom Haltepunkt, ein thermischer Kontakt des Seils 45 mit dem Streifen 41 vermieden werden.

**[0058]** Die Figuren 12 bis 21b zeigen verschiedene Ausführungsbeispiele für die Führung bzw. Fixierung des Seils 41 am Ansatz (Fußende) der Streifen 36-38 bzw. 40-42, wobei zur Vereinfachung lediglich der Streifen 41 dargestellt ist. Diese Ausführungsbeispiele entsprechen analog den Ausführungsbeispielen in den Figuren 4a bis 11b, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehende Beschreibung verwiesen wird und für entsprechende Bauteile dieselben Bezugszeichen verwendet werden.

**[0059]** Die Figuren 22 und 23 zeigen weitere Ausführungsbeispiele für eine Seilverspannung.

**[0060]** Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 22 zeichnet sich hierbei durch eine Kombination aus einem punktgeschweißten Haken 66 am Ansatz des Streifens 41 mit einer u-förmigen Aussparung 67 am freien Ende des Streifens 41 aus.

**[0061]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 23 sind dagegen sowohl am Ansatz als auch am freien Ende des Streifens 41 punktgeschweißte Haken 68, 69 vorgesehen, die jeweils zur Fixierung des Seils 45 zusammen gedrückt sind.

**[0062]** Die Figuren 24a und 24b zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Abstandshalters 70, der ein Oberteil 71 und ein Unterteil 72 aufweist, wobei das Oberteil 71 beispielsweise an einem Strahlenschild eines Kryostaten befestigt werden kann, während das Unterteil 72 beispielsweise an der Kryostatenwand angebracht sein kann.

**[0063]** Das Oberteil 71 bildet hierbei eine Nabe, die im Mittelpunkt des hohlzylindrischen Unterteils 72 angeordnet ist, wobei ein oder mehrere Seile 73 speichenförmig zwischen dem nabenförmigen Oberteil 71 und dem Unterteil 72 gespannt sind.

**[0064]** Die Figuren 25a-25c sowie 26a- 26c zeigen jeweils ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Abstandshalters mit einem Oberteil 74, 75 und einem Unterteil 76, die jeweils zwei Streifen aufweisen. Beim Abstandshalter gem. Figur 26a und 26b sind das Oberteil 75 und das Unterteil 75 gleich ausgeführt und die Streifen stehen nicht rechtwinklig auf die Grundplatte. Die Figur 26b stellt einen Schnitt durch das fertige Bauteil in Bezug auf die Schnittebene A-A des halbfertigen Teils in Fig. 26a dar. Insgesamt verfügt der Abstandshalter bei diesen Ausführungsbeispielen also über vier Streifen, die über den Umfang verteilt angeordnet sind.

**[0065]** Die mechanische Verbindung erfolgt hierbei beispielsweise ebenfalls durch eine Verspannung mittels eines Seiles 77, wobei in diesem Beispiel an jedem Streifenende eine Seilschlinge durch zwei Löcher geführt und durch eine Schraube mit rechteckiger Beilagenscheibe festgeklemmt ist.

**[0066]** Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr ist eine Vielzahl von Varianten und Abwandlungen möglich, die ebenfalls von dem Erfindungsgedanken Gebrauch machen und deshalb in den Schutzbereich fallen.

## Patentansprüche

1. Abstandshalter (1, 30, 70) zur wärmeisolierenden Verbindung von auf unterschiedlichen Temperaturen befindlichen Bauteilen, insbesondere einer Umgebungstemperatur aufweisenden Kryostatenwand mit einem gekühlten Strahlenschild eines Kryostaten, mit mindestens einem Verbindungselement (8-11, 45, 73, 77) zur mechanischen Verbindung und zur thermischen

Isolation der Bauteile,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

das Verbindungselement (8-11, 45, 73, 77) unabhängig von der mechanischen Belastung des Abstandshalters (1, 30, 70) nur einachsrig mechanisch belastet ist.

2. Abstandshalter (1, 30, 70) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** mehrere Verbindungselemente (8-11, 45, 73, 77) zur mechanischen Verbindung der beiden Bauteile, wobei die Verbindungselemente (8-11, 45, 73, 77) räumlich unterschiedlich ausgerichtet sind und jeweils einachsige mechanische Belastungen in unterschiedlichen Belastungsrichtungen aufnehmen.
3. Abstandshalter (1, 30, 70) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (8-11, 45, 73, 77) unabhängig von der mechanischen Belastung des Abstandshalters (1, 30, 70) entweder nur auf Zug oder nur auf Druck belastet ist.
4. Abstandshalter (1, 30, 70) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (8-11, 45, 73, 77) ein Faden, Seil oder ein Draht ist.
5. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein an dem einen Bauteil befestigbares Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) und ein an dem anderen, auf anderer Temperatur befindlichen Bauteil befestigbares separates Unterteil (3, 33, 72, 76, 75), wobei das Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) **durch** das Verbindungselement (8-11, 45, 73, 77) mechanisch mit dem Unterteil (3, 33, 72, 76, 75) verbunden ist.
6. Abstandshalter (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterteil (3) das Oberteil (2) hülsenförmig umgreift, wobei das Verbindungselement (8-11) das Unterteil (3) mit dem Oberteil (2) verspannt.
7. Abstandshalter (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterteil (3) und das Oberteil (2) im Wesentlichen zylindrisch sind und einen Ringspalt einschließen, in dem das Verbindungselement (8-11) angeordnet ist.
8. Abstandshalter (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterteil (33, 75, 76) und das Oberteil (32, 74, 75) jeweils über ihren Umfang verteilt mehrere, von der Ebene der jeweiligen Grundplatte 39 bzw. 34 abstehende Streifen (36-38, 40-42) aufweisen, zwischen denen sich jeweils Lücken befinden, wobei die Streifen (36-38) des Oberteils (32, 74, 75) in die Lücken des Unterteils (33, 76, 75) eingreifen und umgekehrt.
9. Abstandshalter (30) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (8-11, 45, 77) die Streifen (36-38) des Oberteils (32, 74, 75) mit den benachbarten Streifen (40-42) des Unterteils (33, 75, 76) verspannt.
10. Abstandshalter (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oberteil (71) eine Nabe bildet, wobei die Verbindungselemente (73) die Nabe speichenförmig mit dem Unterteil (72) verbinden.
11. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) durch mindestens ein über den Umfang umlaufendes Seil (45) oder durch mindestens einen über den Umfang umlaufenden Draht oder durch mehrere Seilstücke oder Drahtstücke mit dem Unterteil (3, 33, 72, 76, 75) verspannt ist.
12. Abstandshalter (1, 30) nach einem der Ansprüche 5-9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das umlaufende Seil (45) oder der umlaufende Draht Seil- bzw. Drahtabschnitte aufweist, die das Oberteil (2, 32, 74, 75) mit dem Unterteil (3, 33, 76, 75) verspannen, wobei diese Seil- bzw. Drahtabschnitte innen angeordnet sind.
13. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der Ansprüche 5 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) und/oder das Unterteil (3, 33, 72, 76, 75) mindestens teilweise mit einem wärmeisolierenden und/oder strahlendämmenden Material bedeckt oder gefüllt ist.
14. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der Ansprüche 5 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) und/oder das Unterteil (3, 33, 72, 76, 75) mindestens eine Halterung (12-19, 44, 52-57, 59, 60, 63, 64, 66-69) für das Seil (45) oder den Draht aufweist.

15. Abstandshalter (1, 30, 70) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterung (55-57, 59, 60, 63, 64, 66, 68, 69) an dem Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) und/oder an dem Unterteil (3, 33, 72, 76, 75) angenietet (58), angeschraubt, angeschweißt oder angelötet ist oder in eine Aufnahme (61, 62) in dem Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) und/oder dem Unterteil (3, 33, 72, 76, 75) eingehängt ist.

16. Abstandshalter (1, 30, 70) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halterung eine Bohrung (12-19, 44), eine Nut (52, 53, 67), eine Einkerbung, eine Vertiefung, eine aus dem Streifen (41) herausgedrückte Zunge (54), ein Haken (55-57, 59, 60, 66, 68, 69) und/oder eine Schraube (63, 64) ist.

17. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Seil (8-11, 45) oder der Draht an mindestens einem Ende ein Endelement (20-29) aufweist, um das Seil (8-11, 45) oder den Draht in der Halterung des Oberteils (2, 32, 71, 74, 75) und/oder des Unterteils (3, 33, 72, 76, 75) zu befestigen.

18. Abstandshalter (1, 30, 70) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Endelement (20-29) des Seils (8-11, 45) oder des Drahtes ein Knoten, eine Seilhülse oder eine Klemme ist.

19. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der Ansprüche 14 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Seil (8-11, 45) oder der Draht in der Halterung durch einen Niet (48-51), eine Schraube, einen Bolzen oder einen Keil gesichert ist.

20. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der Ansprüche 5 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) und/oder in dem Unterteil (3, 33, 72, 76, 75) mindestens ein Loch oder ein Schlitz angeordnet ist.

21. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oberteil (2, 32, 71, 74, 75) und/oder das Unterteil (3, 33, 72, 76, 75) mindestens teilweise aus Edelstahl oder Kunststoff besteht.

22. Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (8-11, 45, 73, 77) mindestens teilweise aus einer Kunstfaser besteht.

23. Abstandshalter (1, 30, 70) nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (8-11, 45, 73, 77) mindestens teilweise aus einer Aramidfaser, insbesondere aus Kevlar, besteht.

24. Kryostat mit mindestens einem Abstandshalter (1, 30, 70) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

25. Kryostat nach Anspruch 24, **gekennzeichnet durch** eine Kryostatenwand und einen gekühlten Strahlenschild, wobei der Abstandshalter (1, 30, 70) die Kryostatenwand mit dem Strahlenschild verbindet.



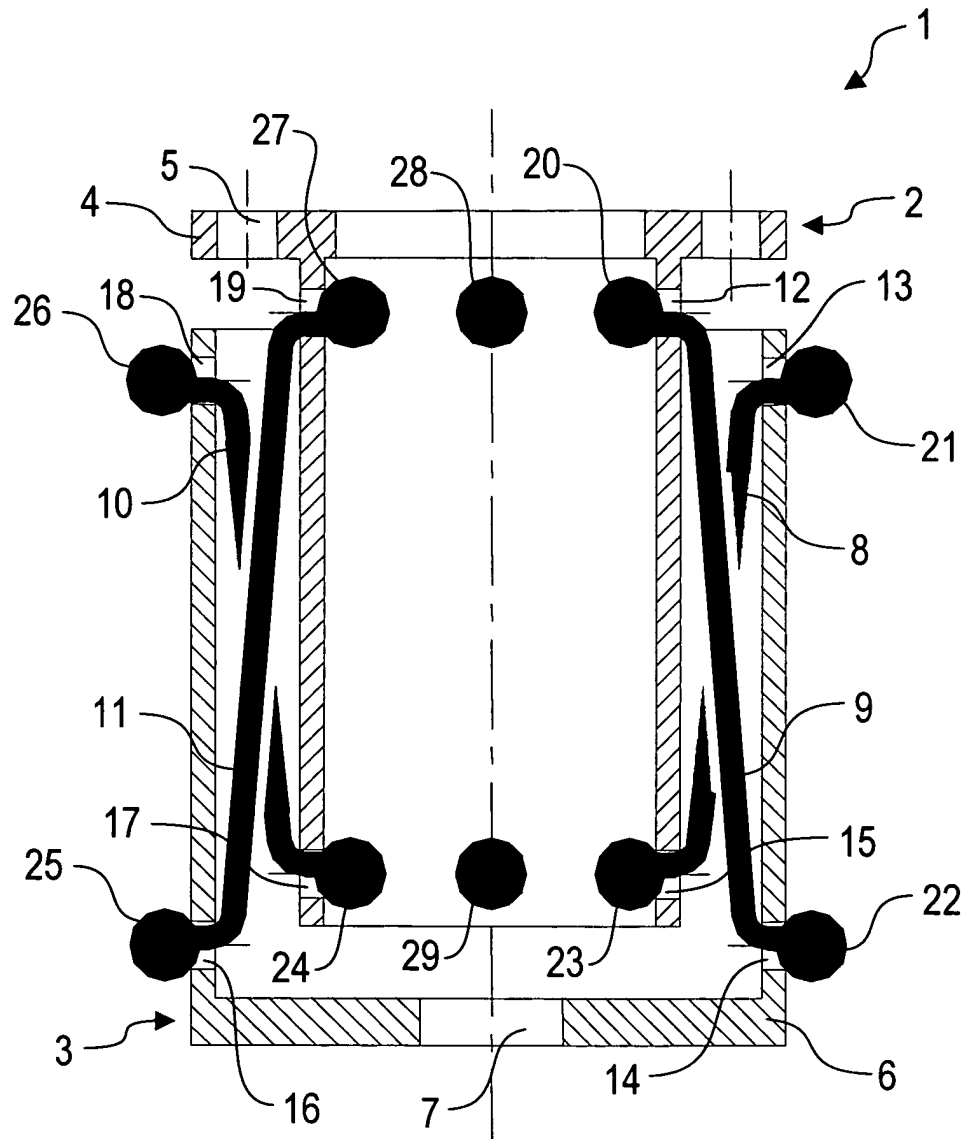
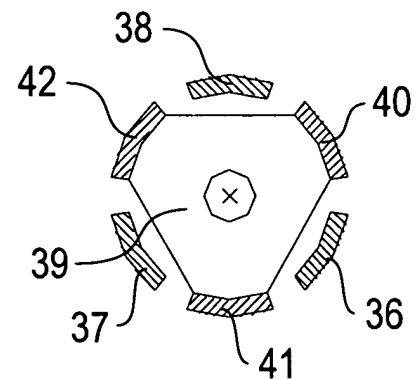
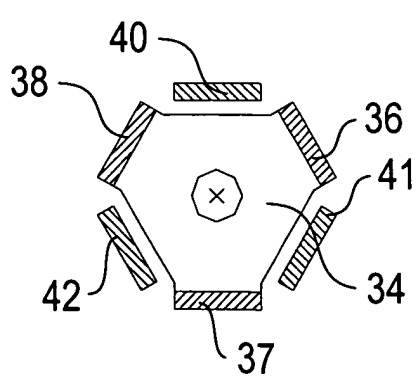
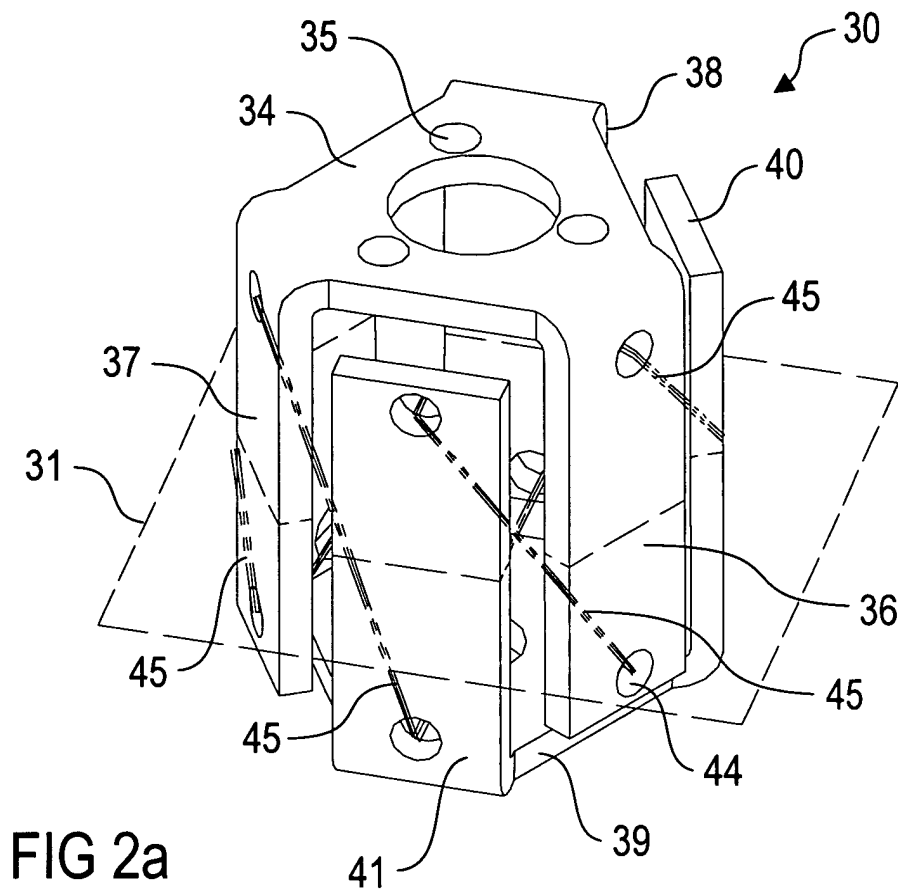


FIG 1



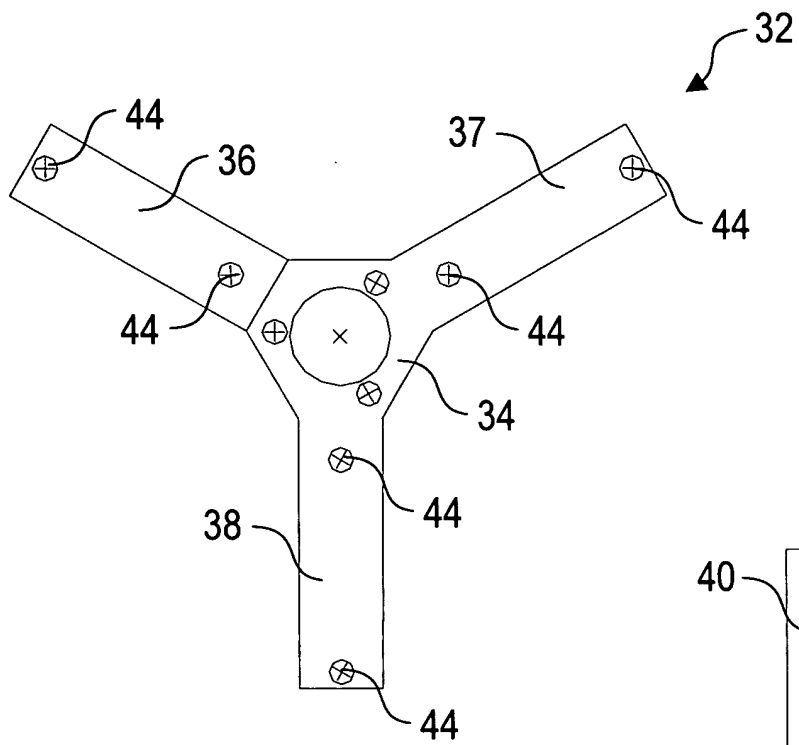


FIG 2d

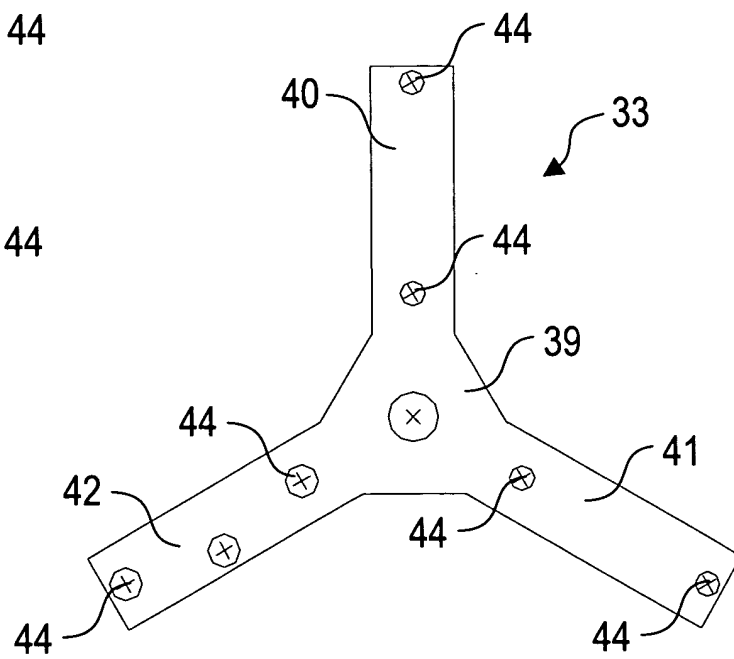


FIG 2e

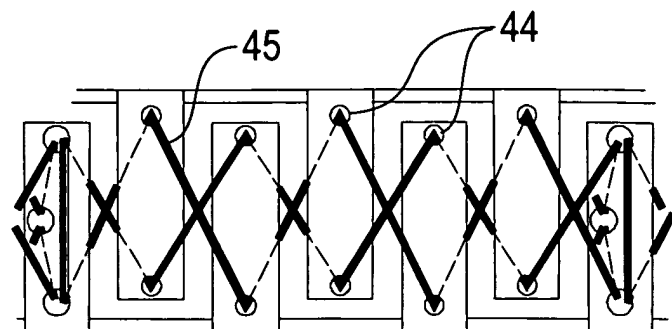


FIG 3a

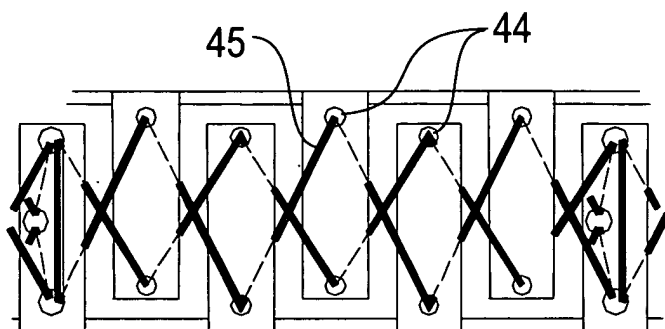


FIG 3b

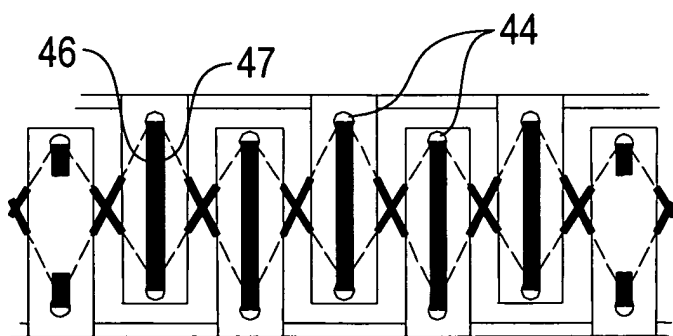


FIG 3c

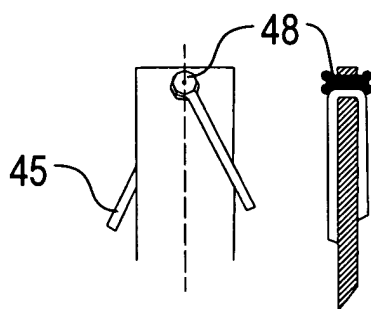


FIG 3d

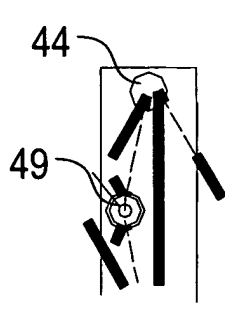


FIG 3e

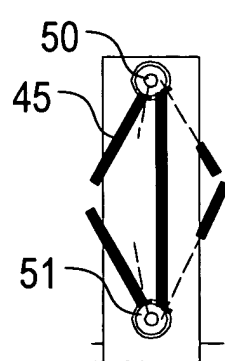


FIG 3f



FIG 3g

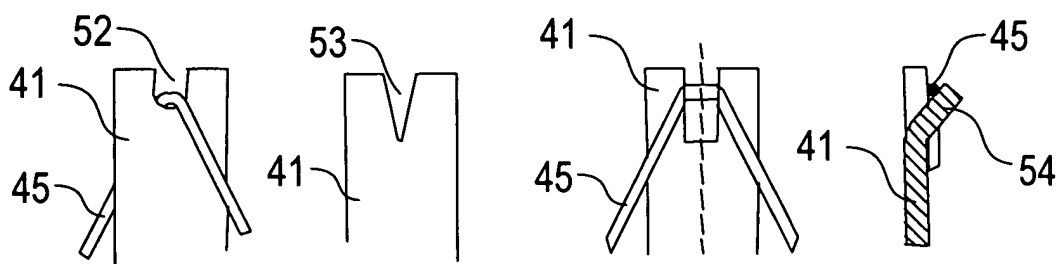


FIG 4a

FIG 4b

FIG 5a

FIG 5b

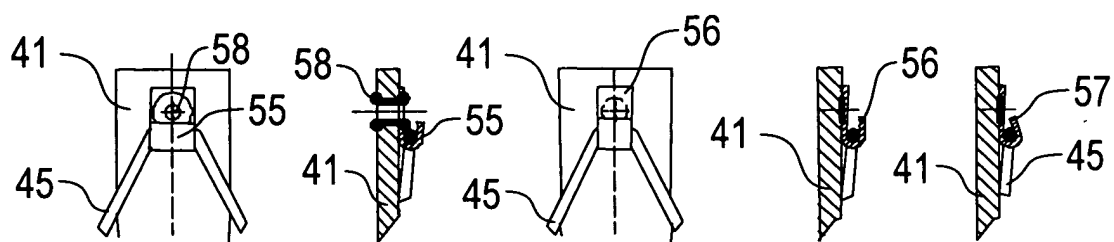


FIG 6a

FIG 6b

FIG 7a

FIG 7b

FIG 7c

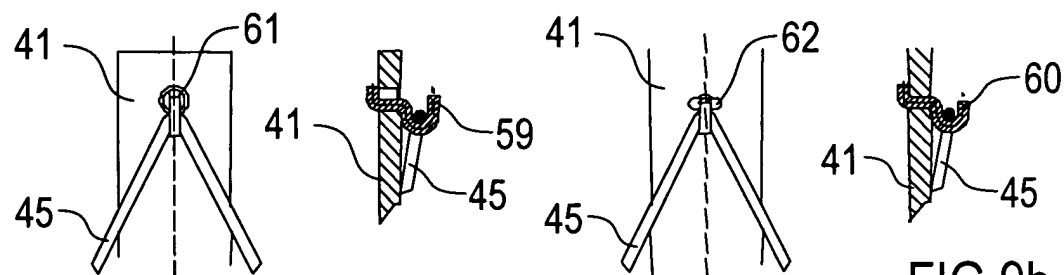


FIG 8a

FIG 8b

FIG 9a

FIG 9b

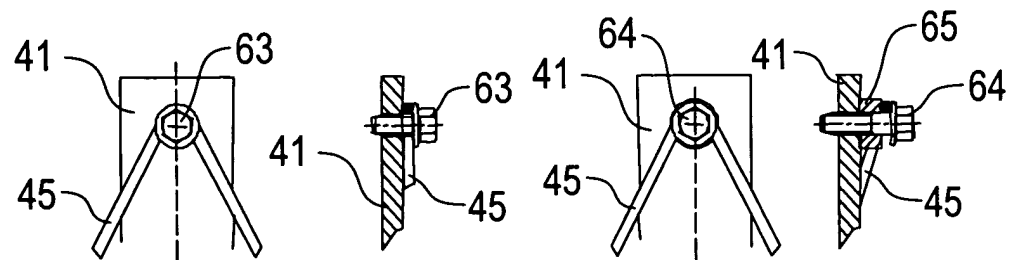


FIG 10a

FIG 10b

FIG 11a

FIG 11b

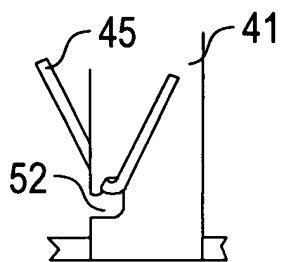


FIG 12

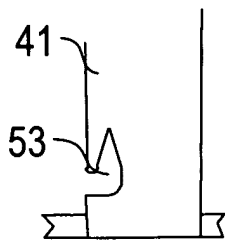


FIG 13

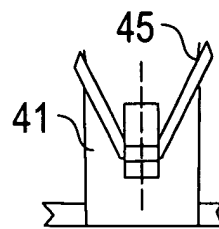


FIG 14a

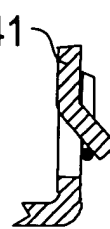


FIG 14b

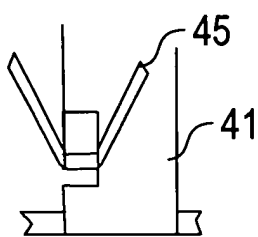


FIG 15

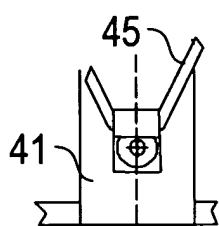


FIG 16a

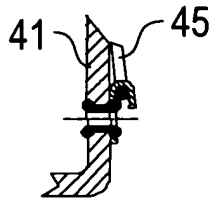


FIG 16b

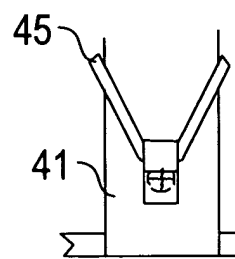


FIG 17

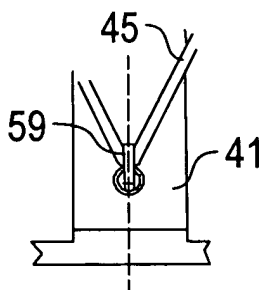


FIG 18a

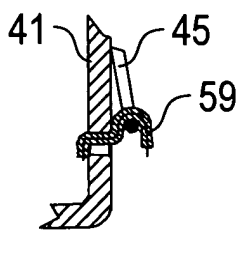


FIG 18b

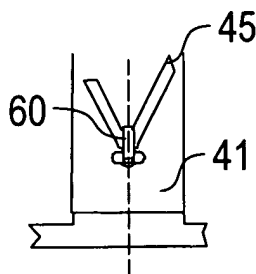


FIG 19a

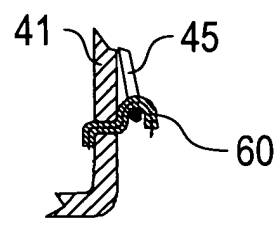


FIG 19b

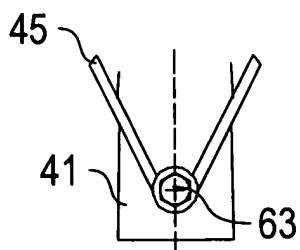


FIG 20a

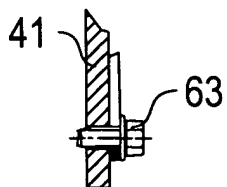


FIG 20b

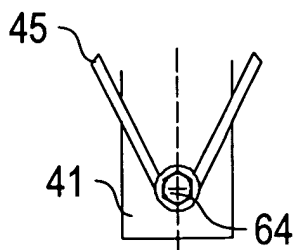


FIG 21a

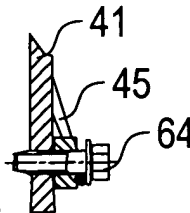


FIG 21b

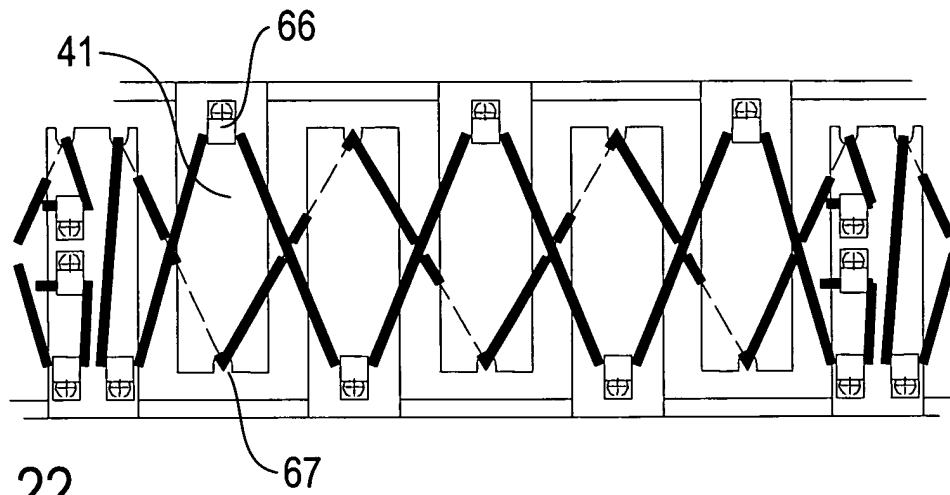


FIG 22

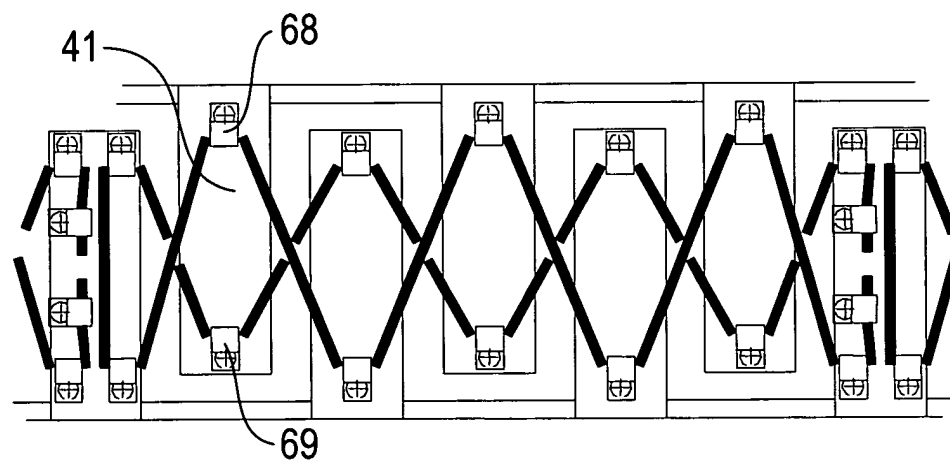


FIG 23

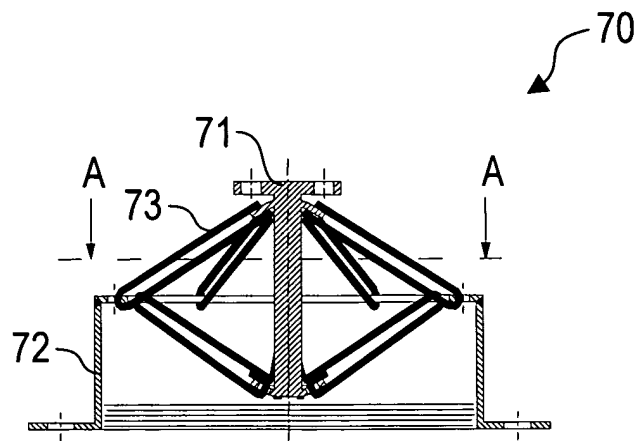


FIG 24a

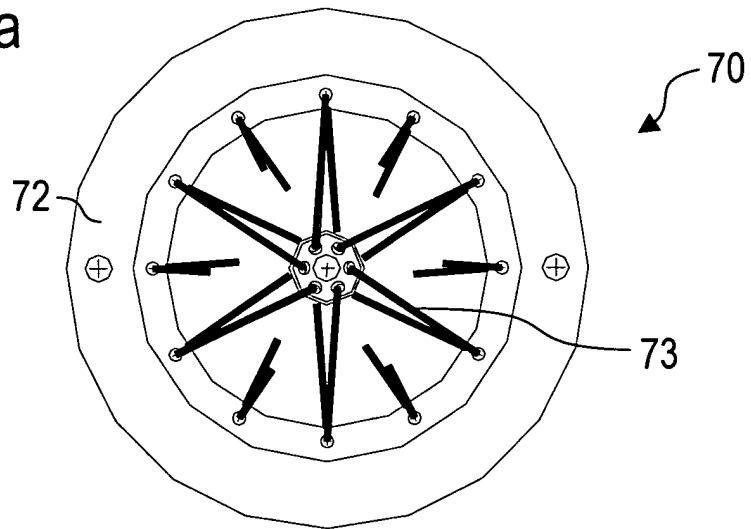
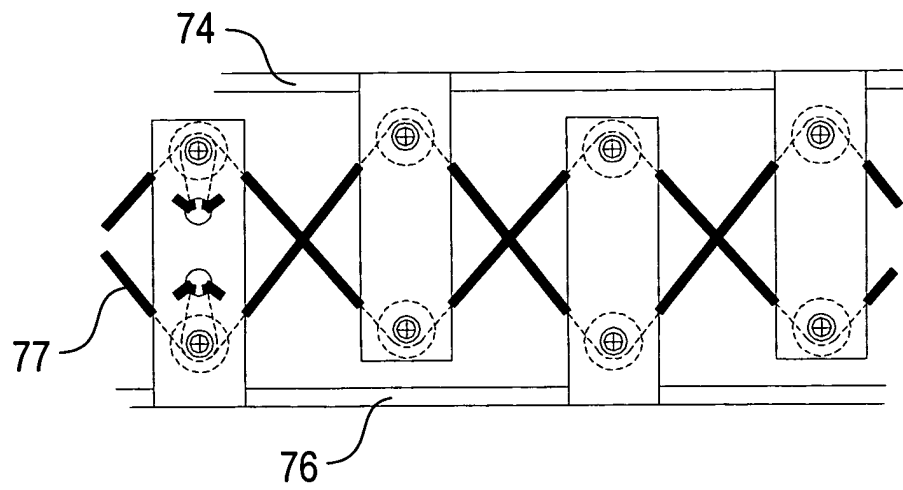
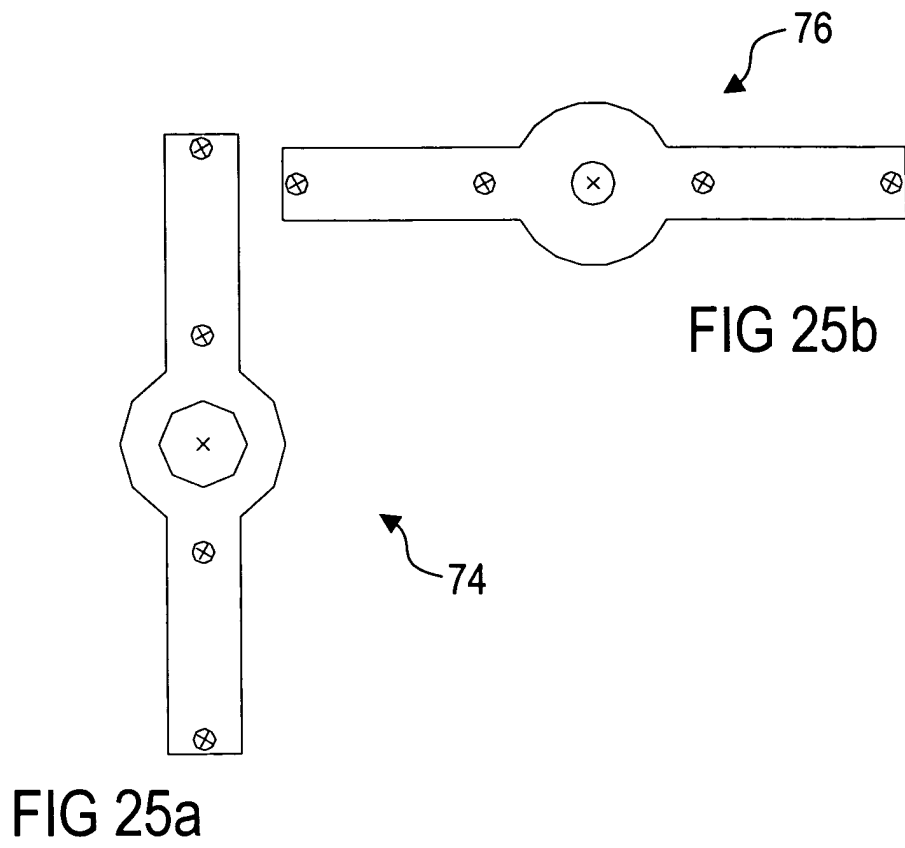


FIG 24b





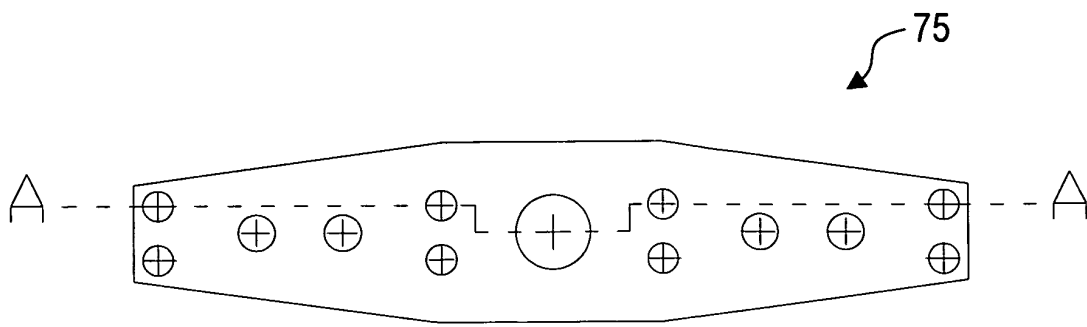


FIG 26a

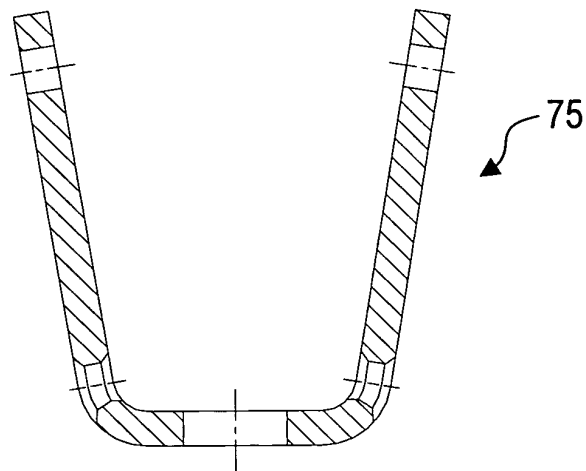


FIG 26b

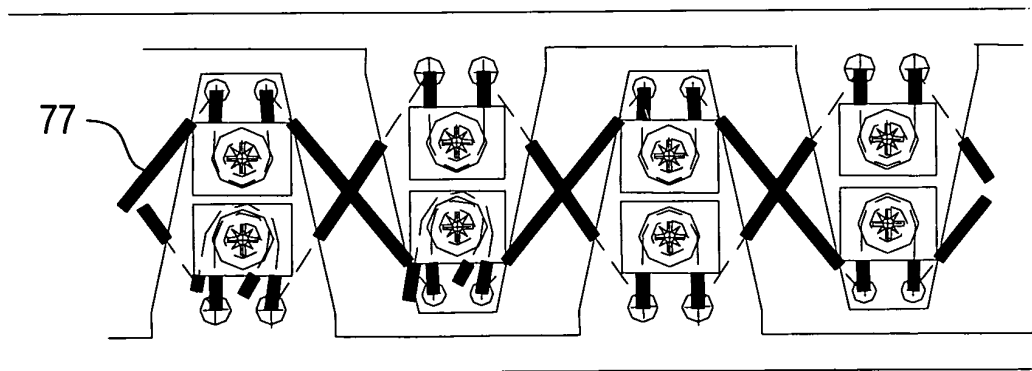


FIG 26c



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 05 00 0705

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 101 28 516 A1 (LINDE AG) 19. Dezember 2002 (2002-12-19) * das ganze Dokument *	1-4	F17C13/00 F17C1/12
X	EP 0 135 185 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 27. März 1985 (1985-03-27) * Seite 9, Zeile 33 - Seite 25, Zeile 19 *	1-4	
X	US 4 516 405 A (LASKARIS ET AL) 14. Mai 1985 (1985-05-14) * Spalte 3, Zeile 58 - Spalte 10, Zeile 49 *	1-4	
X	DE 14 55 594 A1 (SOCIETE ANONYME ATELIERS ET CHANTIERS DE LA SEINE MARITIME) 12. Dezember 1968 (1968-12-12) * Seite 2, Absatz 8 - Seite 5, Absatz 1 *	1-4	
X	US 3 155 265 A (REESE, R.) 3. November 1964 (1964-11-03) * Spalte 2, Zeile 18 - Spalte 5, Zeile 43 *	1-3	
X	DE 495 022 C (GESELLSCHAFT FUER INDUSTRIEGASVERWERTUNG M.B.H.) 1. April 1930 (1930-04-01) * Seite 1, Zeilen 10-39 *	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F17C
X	US 4 721 934 A (STACY ET AL) 26. Januar 1988 (1988-01-26) * Spalte 2, Zeile 57 - Spalte 11, Zeile 17 *	1	
A	US 6 487 866 B1 (FESMIRE JAMES E ET AL) 3. Dezember 2002 (2002-12-03) * Spalte 4, Zeile 49 - Spalte 7, Zeile 37 *	1-25	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>11. Mai 2005</b>	Prüfer <b>Staengl, G</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 05 00 0705

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-05-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10128516 A1	19-12-2002	WO 02101280 A1	19-12-2002
		EP 1395774 A1	10-03-2004
EP 0135185 A	27-03-1985	US 4492090 A	08-01-1985
		CA 1246660 A1	13-12-1988
		DE 3482207 D1	13-06-1990
		EP 0135185 A2	27-03-1985
		IL 72686 A	31-01-1989
		JP 2060043 B	14-12-1990
		JP 60132304 A	15-07-1985
US 4516405 A	14-05-1985	CA 1248006 A1	03-01-1989
		DE 3570507 D1	29-06-1989
		EP 0171532 A1	19-02-1986
		IL 74917 A	12-05-1991
		JP 1654578 C	13-04-1992
		JP 3017385 B	07-03-1991
		JP 61016582 A	24-01-1986
DE 1455594 A1	12-12-1968	FR 1350691 A	31-01-1964
		BE 637373 A	
		GB 1058206 A	08-02-1967
		NL 298065 A	
		NL 6908760 A	25-08-1969
		NO 119540 B	01-06-1970
		SE 317898 B	24-11-1969
		US 3251501 A	17-05-1966
US 3155265 A		KEINE	
DE 495022 C	01-04-1930	KEINE	
US 4721934 A	26-01-1988	DE 3866570 D1	16-01-1992
		EP 0284875 A2	05-10-1988
		JP 1098202 A	17-04-1989
		JP 1672180 C	12-06-1992
		JP 3035806 B	29-05-1991
US 6487866 B1	03-12-2002	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82