

①



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

⑪

Veröffentlichungsnummer: **0 014 250**
B1

⑫

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
29.09.82

⑤

Int. Cl.³: **F 17 C 13/08, B 65 D 90/12 //**
F17C3/02

⑥

Anmeldenummer: **79105087.5**

⑦

Anmeldetag: **11.12.79**

⑤

Aufhängevorrichtung für einen Tieftemperaturtank.

⑩

Priorität: **01.02.79 DE 2903787**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.08.80 Patentblatt 80/17

④

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
29.09.82 Patentblatt 82/39

⑧

Benannte Vertragsstaaten:
FR GB IT

⑥

Entgegenhaltungen:
FR-A-2 410 211
GB-A-1 326 231
US-A-2 396 459
US-A-2 926 810

⑦

Patentinhaber: **Messerschmitt-Bölkow-Blohm**
Gesellschaft mit beschränkter Haftung,
Postfach 801109, D-8000 München 80 (DE)

⑦

Erfinder: **Buchs, Wolfgang, Graf-Arco-Strasse 4,**
D-8151 Valley (DE)
Erfinder: **Müller, Martin, Haringstrasse 18,**
D-8011 Siegersbrunn (DE)
Erfinder: **Malburg, Werner, Walkürenstrasse 6b,**
D-8014 Neubiberg (DE)
Erfinder: **Seldel, Albert, Buchenstrasse 36,**
D-8011 Siegersbrunn (DE)

EP 0 014 250 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Aufhängevorrichtung für einen Tieftemperaturtank

Die Erfindung bezieht sich auf eine Aufhängevorrichtung für einen Tieftemperaturtank nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei bekannten Aufhängevorrichtungen dieser Art werden als Werkstoff für die einstückigen Befestigungselemente wegen der überlegenen Materialeigenschaften und vor allem der hohen Festigkeit und Steifigkeit bei geringem Gewicht sowie der kleinen Kriechraten unter Last bevorzugt Faserverbundwerkstoffe mit in Längsrichtung durchgehend unidirektionaler Faserorientierung verwendet. Eine ähnliche Vorrichtung ist in der FR-A-2 410 211 beschrieben. Bei der Verwendung von Befestigungsbändern sind diese neben den grossen mechanischen auch enormen thermischen Anforderungen ausgesetzt: sie müssen einerseits einen hohen Wärmeleitwiderstand haben, damit sie im kalten Zustand des Tieftemperaturtanks keine Wärmebrücke zwischen dem Aussenbehälter und dem Tank bilden, und andererseits trotz der starken Temperaturschwankungen des Innentanks – zwischen Raumtemperatur im ungefüllten Zustand und extrem niedrigem Temperaturniveau bei gefülltem Tank – unter allen Betriebsbedingungen möglichst gleichförmig gespannt bleiben und eine genaue Fixierung des Tieftemperaturtanks garantieren, und diesen thermischen Belastungen sind die bekannten Aufhängevorrichtungen bei ausreichender Festigkeit und Steifigkeit der einteiligen Befestigungsbänder nicht gewachsen. So lässt sich etwa bei Verwendung von Glasfasern als Fasermaterial für die Befestigungsbänder zwar ein genügend hoher Wärmeleitwiderstand erzielen, jedoch sind die thermischen Längenänderungen zwischen dem Tieftemperaturzustand und dem ungefüllten Zustand des Innentanks bei Raumtemperatur so gross, dass entweder im kalten Zustand des Tanks unzulässige Ueberspannungen in den Bändern auftreten oder bei Erwärmung auf Raumtemperatur die sichere Fixierung des Innentanks infolge einer übermässigen Längenzunahme der Befestigungsbänder verlorengeht. Werden andererseits die einstückigen Befestigungsbänder aus Carbonfasern gefertigt, so können die thermisch bedingten Zugspannungsänderungen der Befestigungsbänder zwischen dem Raum- und dem Tieftemperaturzustand des Innentanks zwar gering gehalten werden, auf Grund der vergleichsweise hohen Wärmeleitzahl dieses Fasermaterials ergibt sich aber im Tieftemperaturzustand des Innentanks ein übermässiger Wärmestrom längs der Befestigungsbänder. Auch bei Verwendung anderer Faserarten für die Befestigungsbänder müssen je nach der gewählten Faserart entweder unzulässig hohe Zugspannungsänderungen zwischen dem Raum- und dem Tieftemperaturniveau des Innentanks oder ein übermässiger Wärmestrom längs der Befestigungsbänder im kalten Zustand des Innentanks in Kauf genommen werden.

Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, eine Aufhängevorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so auszubilden, dass eine sowohl

hinsichtlich der mechanischen als auch der thermischen Beanspruchungen hochgradig sichere Aufhängung des Tieftemperaturtanks im Aussenbehälter garantiert und insbesondere unter allen Betriebsbedingungen des Tieftemperaturtanks eine weitgehend gleichförmige Bandspannung bei zugleich grossem Wärmeleitwiderstand der Befestigungsbänder erreicht werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäss durch die im Anspruch 1 gekennzeichnete Aufhängevorrichtung.

Auf Grund der Unterteilung der Befestigungsbänder in mehrere, aneinandergereihte Einzelelemente, der Verwendung unterschiedlicher Fasermaterialien für die einzelnen Bandlelemente und der Anordnung des Einzelelements mit dem niedrigsten thermischen Ausdehnungskoeffizienten am tankseitigen Ende des Befestigungsbandes wird erfindungsgemäss eine Abstufung der thermischen Materialeigenschaften in Bandlängsrichtung in der Weise bewirkt, dass der thermische Ausdehnungskoeffizient der Einzelelemente schrittweise abnimmt und am tankseitigen Bandende, also an derjenigen Stelle des Befestigungsbandes, wo der grösste Temperaturunterschied zwischen dem gefüllten, kalten und dem ungefüllten, auf Raumtemperatur erwärmten Zustand des Innentanks auftritt, am kleinsten ist, während die näher am Aussenbehälter liegenden Einzelelemente, in denen die für die Wärmeausdehnung massgeblichen Temperaturschwankungen zunehmend geringer werden, aus Fasermaterial mit einem vergleichsweise höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten, dafür aber auch einer geringeren Wärmeleitzahl gefertigt sind. Infolge dessen lässt sich das Wärmeleit- und -ausdehnungsverhalten der erfindungsgemässen Aufhängevorrichtung gegenüber einer solchen mit durchgehend einstückigen Befestigungsbändern wesentlich verbessern.

Im Hinblick auf eine feinstufige Anpassung an die örtlichen Temperaturverhältnisse besteht jedes Befestigungsband gemäss Anspruch 2 vorzugsweise aus mindestens drei Einzelelementen aus jeweils unterschiedlichen Fasermaterialien mit vom Aussenbehälter zum Tieftemperaturtank stufenweise abnehmendem Wärmeausdehnungskoeffizienten und demgemäss zunehmender Wärmeleitzahl, und gemäss Anspruch 3 werden in besonders zweckmässiger Weise als Fasermaterial für das tanknächste Einzelelement Carbonfasern und für das am Aussenbehälter angreifende Einzelelement Glasfasern verwendet.

Eine weitere erfindungsgemässe Lösung der oben angegebenen Aufgabe ist im Anspruch 4 gekennzeichnet.

Auch diese Lösung, von der wahlweise oder zusätzlich zu den Merkmalen der Ansprüche 1 bzw. 2 oder 3 Gebrauch gemacht werden kann, beruht auf einer Unterteilung der Befestigungsbänder in mehrere, hintereinandergereihte Einzelelemente und einer speziellen Werkstoffpaarung, nämlich in diesem Fall einerseits Faserverbund-

werkstoff für die Einzelelemente und andererseits Zwischenstücke aus einem Isolationsmaterial zwischen aufeinanderfolgenden Einzelelementen. Durch die Isolationsstücke wird eine starke örtliche Drosselung des Wärmestroms bewirkt, während durch entsprechende Wahl des Fasermaterials für die Einzelelemente eine unter den auftretenden Temperaturschwankungen zwischen dem Raumtemperatur- und dem Tieftemperaturniveau des Innentanks möglichst gleichbleibende Bandspannung erzielt wird, so dass es trotz hoher Festigkeit und Steifigkeit der Befestigungsbänder möglich ist, den Wärmeleitwiderstand im Verhältnis zu den zwischen der minimalen und der maximalen Betriebstemperatur des Innentanks durch Wärmeausdehnung verursachten Spannungsänderungen der Befestigungsbänder erheblich zu steigern.

Im Hinblick auf eine noch weitere Verringerung des Wärmestroms zum Innenbehälter längs der Befestigungsbänder ist gemäss Anspruch 5 in besonders bevorzugter Weise zumindest ein Einzelelement jedes Befestigungsbandes in Wärmestromrichtung vor dem Isolationsstück gekühlt, wobei die Kühlung vor dem Isolationsstück den zusätzlichen Vorteil einer einfachen Wärmeabfuhr mit einem verhältnismässig hohen Kühletemperaturniveau hat. In diesem Fall sind aufeinanderfolgende Einzelelemente in baulich einfacher, thermisch und mechanisch besonders günstiger Ausgestaltung der Erfindung vorzugsweise jeweils durch eine mehrteilige Endverbindung gemäss Anspruch 6 miteinander zugfest verbunden, wobei das zweite Verbindungsteil der Endverbindung gemäss Anspruch 7 zweckmässigerweise mit einer thermischen Sperrschicht zur weiteren Erhöhung der Isolationswirkung belegt ist.

Werden im Zwischenraum zwischen Aussenbehälter und Tieftemperaturtank in üblicher Weise Strahlungsschilde angeordnet, so sind diese gemäss Anspruch 8 in baulich einfacher Weise an den Verbindungsstellen aufeinanderfolgender Einzelelemente befestigt, und da derartige Strahlungsschilde im allgemeinen durch den im Innenbehälter entstehenden Kältemitteldampf gekühlt werden, wird die Wärmeabfuhr vor den Isolationsstücken der Befestigungsbänder gemäss Anspruch 9 vorzugsweise über die ohnehin gekühlten Strahlungsschilde bewirkt, so dass es zur Kühlung der Einzelelemente keiner zusätzlichen, konstruktiv aufwendigen Kühleinrichtung bedarf.

Durch die gemäss Anspruch 10 bevorzugte Schräganordnung der Befestigungsbänder wird zum einen erreicht, dass die für die Befestigungsbänder freigehaltenen Aussparungen in aufeinanderfolgenden Strahlungsschilden versetzt zueinander angeordnet sind, so dass keine in Hauptstrahlungsrichtung zwischen Aussenbehälter und Innentank fluchtend ausgerichteten Strahlungslöcher entstehen, und gleichzeitig lassen sich durch diese geometrische Anordnung der Befestigungsbänder deren thermische Längenänderungen zumindest teilweise durch eine entsprechende, thermische Verschiebung der Bandbefestigungspunk-

te am Aussenbehälter und am Innentank kompensieren.

Im Hinblick auf eine werkstoff- und lastgerechte Ausbildung der Einzelelemente sind diese gemäss Anspruch 11 zweckmässigerweise jeweils als Doppelschlaufe mit unidirektionaler Faserrichtung ausgebildet, und um die auf den Innenbehälter treffende Wärmestrahlung weiter zu verringern, ist gemäss Anspruch 12 in den Zwischenraum zwischen den Längsschenkeln jeder Doppelschlaufe vorzugsweise ein als Strahlungsschild wirkendes Füllstück eingesetzt.

Um das Wärmeleit- und Ausdehnungsverhalten nicht nur jedes Befestigungsbandes insgesamt sondern auch jedes einzelnen Faserverbundwerkstoffelements individuell variieren zu können, empfiehlt es sich zusätzlich gemäss Anspruch 13, neben der Gesamtlänge der Befestigungsbänder auch die Länge der Einzelelemente entsprechend dem gewünschten thermischen Verhalten zu bemessen.

Die Erfindung wird nunmehr an Hand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1a die geometrische Anordnung der Befestigungsbänder einer zwischen einem Aussenbehälter und einem Tieftemperaturtank wirksamen Aufhängevorrichtung in schematischer Darstellung;

Fig. 1b die Aufsicht der Anordnung gemäss Fig. 1a;

Fig. 2 eine schematische, teilweise geschnittene Darstellung einer Tankaufhängung;

Fig. 3 die teilweise geschnittene Aufsicht eines Abschnitts des Befestigungsbandes gemäss Fig. 2 in vergrössertem Massstab; und

Fig. 4 einen Längsschnitt eines Einzelelements des Befestigungsbandes längs der Linie IV-IV der Fig. 3.

Gemäss den Fig. 1a, b enthält die Aufhängevorrichtung 2, über die der Tieftemperaturtank 4 koaxial im Aussenbehälter 6 aufgehängt ist, eine obere und eine untere Reihe 8, 10 von jeweils sechs Befestigungsbändern 12. Jedes dieser Befestigungsbänder verläuft unter Vorspannung zwischen einem aussenbehälterseitigen Verankerungspunkt in Form eines Sicherungsbolzens 14 einerseits (Fig. 2) und einem tankseitigen Verankerungspunkt in Form einer Zugschraube 16 andererseits. Die Befestigungsbänder 12 sind derart schräg geneigt, dass der Abstand zwischen der oberen und der unteren Bandreihe 8, 10 vom Aussenbehälter 6 zum Tieftemperaturtank 4 hin zunimmt. Wenn sich der Tieftemperaturtank 4 abkühlt, kommt es infolge der thermischen Längenkontraktion des Tieftemperaturtanks 4 zu einer Verringerung des Axialabstandes zwischen den oberen und unteren, tankseitigen Verankerungspunkten 16, wodurch die thermische Radialkontraktion des Tanks 4 und die thermische Längenänderung der Befestigungsbänder 12 teilweise kompensiert wird. Aus dem gleichen Grund sind auch die tankseitigen Verankerungsstellen 16 paarweise derart angeordnet, dass ihr gegenseitig-

ger Umfangsabstand kleiner als der Umfangsabstand zu den unmittelbar benachbarten, tankseitigen Verankerungsstellen ist (Fig. 1b), während die aussenbehälterseitigen Verankerungsstellen 14 gleichförmig in Umfangsrichtung verteilt sind, so dass die Befestigungsbänder 12 jeder Reihe 8 bzw. 10 vom Aussenbehälter 6 paarweise konvergent zum Innentank 4 verlaufen. Auch durch diese geometrische Anordnung der Befestigungsbänder 12 verringert sich bei einer thermischen Kontraktion des Innentanks 4 der Neigungswinkel der Befestigungsbänder 12 bezüglich einem Radialstrahl, so dass die thermischen Längenänderungen zumindest teilweise kompensiert werden. Gleichzeitig wird durch die jeweils paarweise gegenseitige Schräganstellung der Befestigungsbänder 12 eine in Axial-, Radial- und Drehrichtung äusserst stabile Fixierung des Innentanks 4 im Aussenbehälter 6 erreicht.

Im Hinblick auf die hohen thermischen und mechanischen Beanspruchungen der Aufhängevorrichtung 2 kommt es neben der geometrischen Anordnung vor allem auf den Aufbau der Befestigungsbänder 12 an. Diese sind jeweils aus mehreren, etwa vier hintereinandergeschalteten Einzelementen 18.1, 18.2, 18.3 und 18.4 aus Faserverbundwerkstoff zusammengesetzt, wobei jedes Einzelement 18 aus einer oder mehreren parallelen, endlos gewickelten Doppelschlaufen 20 mit in Schlaufenlängsrichtung unidirektionaler Faserichtung besteht, wie dies in Fig. 4 durch die Doppelpfeile angedeutet ist. Im Zwischenraum zwischen den Längsschenkeln 22.1 und 22.2 der Doppelschlaufen 20 ist ein als Strahlungsschild wirkendes Füllstück 24 z.B. aus aluminiumbeschichteten Polyphthalatfolien angeordnet. Die Einzelemente 18 sind aus unterschiedlichen Faserarten mit vom Aussenbehälter 6 zum Innentank 4 abnehmendem Wärmeausdehnungskoeffizienten und demzufolge materialbedingt zunehmender Wärmeleitfähigkeit hergestellt. So werden z.B. für das aussenbehälterseitige Einzelement 18.1 Glasfasern (Wärmeleitfähigkeit λ ca. $2,5 \cdot 10^{-3}$ W/cmK; Thermalausdehnungskoeffizient α ca. $7 \cdot 10^{-6}$ 1/K) und für die mittleren Einzelemente 18.2 und 18.3 Polyaramidfaser (Wärmeleitfähigkeit λ ca. $1 \cdot 10^{-2}$ W/cmK; α ca. $-5 \cdot 10^{-6}$ 1/K) verwendet, während das innere, längere Einzelement 18.4 aus Carbonfasern (λ ca. $6 \cdot 10^{-2}$ W/cmK; α ca. $-0,2 \cdot 10^{-6}$ 1/K) gestellt ist.

Der Zwischenraum zwischen dem Aussenbehälter 6 und dem z.B. mit Helium befüllbaren Innentank 4 ist zur besseren Wärmeisolation in üblicher Weise evakuiert und mit dem Innentank 4 schalenförmig umschliessenden Strahlungsschilden 26, 28 bestückt, die ebenfalls aus aluminiumbeschichteten Polyphthalatfolien bestehen und mit Hilfe von Kühlschlangen 30 gekühlt werden, über die der etwa während des Experiments entstehende Heliumdampf vom Innentank 4 nach aussen geleitet wird. Aufgehängt sind die Strahlungsschilde 26, 28 nahe den Rohrschlangen 30 über gut wärmeleitende Zwischenbleche 32 an den die Enden benachbarter Einzelemente zugfest miteinander verbindenden Endverbindungen 34, deren Bau-

weise an Hand der zwischen den Einzelementen 18.2 und 18.3 wirkenden, rechten Endverbindung 34 gemäss Fig. 3 erläutert wird.

Die Endverbindung 34 besteht aus mehreren, buchsenförmigen Verbindungsteilen 36.1 und 36.2, die durch einen zentralen Schraubbolzen 38 aus einem gut wärmeleitenden Material zusammengespannt sind, an dem auch die Zwischenbleche 32 befestigt sind. Das Verbindungsteil 36.1, an dem das innere («kältere»), schlaufenförmige Ende des dem Aussenbehälter 6 näheren Einzelements 18.2 angeschlossen ist, besteht ebenfalls aus einem thermisch gut leitfähigen Material, z.B. Kupfer-Beryllium, so dass ein grosser Teil der über das Einzelement zufließenden Wärme über das Verbindungsteil 36.1, den Schraubbolzen 38, die Zwischenbleche 32 und die Kühlschlangen 30 abgeführt wird. Die Verbindungsteile 36.2 hingegen, an denen die schlaufenförmigen Endabschnitte des tanknäheren Einzelements 18.3 angeschlossen sind, bilden thermische Isolationsstücke und sind aus einem thermisch schlecht leitfähigen Material, z.B. Titan, hergestellt und zusätzlich noch an ihrem an das Verbindungsteil 36.1 bzw. das tankfernere Einzelement 18.2 angrenzenden Flächen mit einer thermischen Sperrschicht 40 z.B. wiederum in Form von aluminiumbedampfter Polyphthalatfolie belegt. Auf diese Weise sind benachbarte Einzelemente 18 unter Zwischenschaltung von thermischen Isolationsstücken 36.2, 40 zugfest miteinander verbunden und das jeweils tankfernere Einzelement wird an seinem inneren, dem Tank 4 zugekehrten Ende in Wärmestromrichtung vor den Isolationsstücken über thermisch gut leitfähige Zwischenstücke 36.1, 38, 32 gekühlt. In entsprechender Weise enthält die im Sinne der Fig. 3 linke Endverbindung 34 ein zentrales Verbindungsteil 36.2 aus Titan für den aussenbehälterseitigen Schlaufenbereich des Einzelements 18.2 und zwei äussere Verbindungsteile 36.1 aus Kupfer-Beryllium für die tanknäheren Schlaufenbereiche des am Aussenbehälter 6 verankerten Bandelements 18.1.

Infolge der Schräglage der Befestigungsbänder 12 sind die im Bereich der Endverbindungen 34 in den Strahlungsschilden 26, 28 freigehaltenen Durchbrüche 42 in Hauptstrahlungsrichtung versetzt angeordnet, so dass die Entstehung von Strahlungslöchern im Zwischenraum zwischen Aussenbehälter 6 und Tieftemperaturtank 4 verhindert wird.

Durch entsprechende Wahl des Fasermaterials und Längenbemessung der Einzelemente 18 lässt sich das Wärmeleit- und -ausdehnungsverhalten der Befestigungsbänder 12 variieren und an die jeweils geforderten mechanischen und thermischen Beanspruchungen anpassen.

Patentansprüche

1. Aufhängevorrichtung für einen in einem Aussenbehälter thermisch isoliert angeordneten Tieftemperaturtank, mit mehreren, einerseits am Aussenbehälter und andererseits am Tieftemperaturtank angreifenden Befestigungsbändern aus Faserverbundwerkstoff, dadurch gekennzeichnet,

dass die Befestigungsbänder (12) jeweils aus mehreren hintereinandergeschalteten miteinander verbundenen Einzelelementen (18) unterschiedlichen Fasermaterials verschiedener Wärmeleitfähigkeit und verschiedenen Wärmeausdehnungskoeffizienten zusammengesetzt sind und das tanknächste Einzelelement (18.4) jedes Befestigungsbandes (12) aus dem Fasermaterial mit dem vergleichsweise niedrigsten Wärmeausdehnungskoeffizienten und der vergleichsweise höchsten Wärmeleitfähigkeit besteht.

2. Aufhängevorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Befestigungsband (12) mindestens drei Einzelelemente (18) unterschiedlichen Fasermaterials mit vom äusseren zum inneren tanknächsten Element stufenweise abnehmendem Wärmeausdehnungskoeffizienten und gleichzeitig zunehmender Wärmeleitfähigkeit enthält.

3. Aufhängevorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das innere, tanknächste Einzelelement (18.4) aus Carbonfasern und das aussenbehälterseitige (18.1) aus Glasfasern aufgebaut ist.

4. Aufhängevorrichtung, insbesondere nach Anspruch 1, für einen in einem Aussenbehälter thermisch isoliert angeordneten Tieftemperaturtank, mit mehreren, einerseits am Aussenbehälter und andererseits am Tieftemperaturtank angreifenden Befestigungsbändern aus Faserverbundwerkstoff, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungsbänder (12) jeweils aus mehreren hintereinandergeschalteten Einzelelementen (18) aus Faserverbundwerkstoff zusammengesetzt sind und diese unter Zwischenschaltung von Isolationsstücken (36.2, 40) gegeneinander thermisch abgeschirmt sind.

5. Aufhängevorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Einzelelement (18) jedes Befestigungsbandes (12) in Wärmestromrichtung vor dem Isolationsstück (36.2, 40) an seinem tanknäheren Endabschnitt gekühlt ist.

6. Aufhängevorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass aufeinanderfolgende Einzelelemente (18) durch eine mehrteilige Endverbindung (34) miteinander zugfest verbunden sind, die ein gekühltes, erstes, am inneren Ende des tankferneren Einzelelements (18) angreifendes Verbindungsteil (36.1) aus einem thermisch gut leitfähigen Werkstoff und ein an das erste Verbindungsteil angeschlossenes, zweites, als Isolationsstück (36.2, 40) wirkendes Verbindungsteil (36.2) geringer Wärmeleitfähigkeit enthält, an dem das äussere Ende des tanknäheren Einzelelements befestigt ist.

7. Aufhängevorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Verbindungsteil (36.2) mit einer an das erste angrenzenden, thermischen Sperrschicht (40) versehen ist.

8. Aufhängevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit mindestens einem den Tieftemperaturtank innerhalb des Aussenbehälters schalenförmig umschliessenden Strahlungsschild, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlungsschild (26, 28) an den Verbindungsstellen

(34) aufeinanderfolgender Einzelelemente (18) befestigt ist.

9. Aufhängevorrichtung nach Anspruch 8 in Verbindung mit Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlungsschild (26, 28) gekühlt und mit dem ersten Verbindungsteil (36.1) gut wärmeleitend verbunden ist.

10. Aufhängevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweils ein Befestigungsband (12) bildenden Einzelelemente (18) zwischen Behälter (6) und Tank (4) schräg geneigt verlaufend angeordnet sind.

11. Aufhängevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelelemente (18) jeweils als Doppelschlaufe (20) mit unidirektionaler Faserrichtung ausgebildet sind.

12. Aufhängevorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den beiden Schlaufen jeder Doppelschlaufe (20) ein als Strahlungsschild wirkendes Füllstück (24) angeordnet ist.

13. Aufhängevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Einzelelemente (18) entsprechend einer für jedes Element individuell vorgegebenen Wärmeleit- und -ausdehnungscharakteristik unterschiedlich bemessen ist.

Revendications

1. Dispositif de suspension pour une cuve à basse température montée de façon thermique isolée dans un réservoir extérieur, comportant plusieurs bandes de fixation en matériau composite fibreux agissant d'une part sur le réservoir extérieur et d'autre part sur la cuve à basse température, caractérisé par le fait que les bandes de fixation (12) sont respectivement constituées par plusieurs éléments individuels (18) montés les uns derrière les autres, mutuellement raccordés et réalisés en divers matériaux fibreux de différent coefficient de conductibilité calorifique et de différent coefficient de dilatation thermique et que l'élément individuel (18.4) le plus proche de la cuve de chaque bande de fixation (12) est réalisé avec le matériau fibreux ayant le coefficient de dilatation thermique comparativement le plus bas et le coefficient de conductibilité calorifique comparativement le plus élevé.

2. Dispositif de suspension selon la revendication 1, caractérisé par le fait que chaque bande de fixation (12) comporte au moins trois éléments individuels (18) de matériau fibreux différent ayant un coefficient de dilatation thermique diminuant graduellement et un coefficient de conductibilité calorifique augmentant simultanément de l'élément extérieur à l'élément intérieur le plus proche de la cuve.

3. Dispositif de suspension selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que l'élément individuel intérieur (18.4) le plus proche de la cuve est réalisé en fibres de carbone et que l'élément individuel (18.1) du côté du réservoir extérieur est réalisé en fibres de verre.

4. Dispositif de suspension, en particulier selon la revendication 1, pour une cuve à basse température montée de façon thermiquement isolée dans un réservoir extérieur, comportant plusieurs bandes de fixation en matériau composite fibreux agissant d'une part sur le réservoir extérieur et d'autre part sur la cuve à basse température, caractérisé par le fait que les bandes de fixation (12) sont respectivement constituées par plusieurs éléments individuels (18) montés les uns derrière les autres et réalisés en matériau composite fibreux, et que ceux-ci sont mutuellement protégés thermiquement par l'intercalation de pièces isolantes (36.2, 40).

5. Dispositif de suspension selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'au moins un élément individuel (18) de chaque bande de fixation (12) est refroidi en amont de la pièce isolante (36.2, 40) dans le sens du flux de chaleur au niveau de sa section d'extrémité proche de la cuve.

6. Dispositif de suspension selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les éléments individuels successifs (18) sont mutuellement reliés de façon résistante à la traction par un raccordement d'extrémité (34) en plusieurs pièces qui comporte une première pièce de raccordement refroidie (36.1) réalisée en un matériau thermiquement bon conducteur et agissant sur l'extrémité interne de l'élément individuel (18) éloigné de la cuve et une seconde pièce de raccordement (36.2) de plus faible coefficient de conductibilité calorifique, reliée à la première pièce de raccordement, agissant en tant que pièce isolante (36.2, 40) et sur laquelle est fixé l'extrémité extérieure de l'élément individuel proche de la cuve.

7. Dispositif de suspension selon la revendication 6, caractérisé par le fait que la seconde pièce de raccordement (36.2) est munie d'une couche d'arrêt thermique (40) contiguë à la première.

8. Dispositif de suspension selon l'une des revendications précédentes avec au moins un bouclier antiradiations entourant en forme de coque la cuve à basse température à l'intérieur du réservoir extérieur, caractérisé par le fait que le bouclier antiradiations (26, 28) est fixé aux points de raccordement (34) des éléments individuels successifs (18).

9. Dispositif de suspension selon la revendication 8 en liaison avec la revendication 6 ou 7, caractérisé par le fait que le bouclier antiradiations (26, 28) est refroidi et raccordé avec bonne conduction thermique à la première pièce de raccordement (36.1).

10. Dispositif de suspension selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les éléments individuels (18) formant respectivement une bande de fixation (12) sont disposés obliquement entre le réservoir (6) et la cuve (4).

11. Dispositif de suspension selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les éléments individuels (18) sont respectivement réalisés sous forme de double boucle (20) avec sens unidirectionnel des fibres.

12. Dispositif de suspension selon la revendication 11, caractérisé par le fait qu'une pièce de

remplissage (24) agissant en tant que bouclier antiradiations est disposée entre les deux boucles de chaque double boucle (20).

13. Dispositif de suspension selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la longueur des éléments individuels (18) est établie différemment en fonction d'une caractéristique de conductibilité calorifique et de dilatation thermique prédéterminée individuellement pour chaque élément.

Claims

1. A suspension device for a low temperature tank arranged in a thermally insulated manner in an external container, comprising several fastening bands made of composite fibre material acting on the one hand on the external container and on the other hand on the low temperature tank, characterised in that the fastening bands (12) are composed in each case of several serially-arranged and mutually-connected individual elements (18) of different fibre materials of different coefficients of thermal conductivity and different coefficients of thermal expansion, and the individual element (18.4), nearest to the tank, of each fastening band (12) consists of the fibre material having the relatively lowest coefficient of thermal expansion and the relatively highest coefficient of thermal conductivity.

2. A suspension device according to claim 1, characterised in that each fastening band (12) contains at least three individual elements (18) of different fibre materials with coefficients of thermal expansion decreasing in stepwise manner from the outer to the inner element nearest to the tank, and at the same time increasing coefficients of thermal conductivity.

3. A suspension device according to claim 1 or 2, characterised in that the inner individual element (18.4) nearest to the tank is made of carbon fibres and the one (18.1) at the external container is made of glass fibres.

4. A suspension device, more especially according to claim 1, for a low temperature tank arranged in a thermally insulated manner in an external container, comprising several fastening bands made of composite fibre material acting on the one hand on the external container and on the other hand on the low temperature tank, characterised in that the fastening bands (12) are composed in each case of several serially-arranged individual elements (18) made of composite fibre material and these are mutually thermally-protected by the interpolation of insulation pieces (36.2, 40).

5. A suspension device according to claim 4, characterised in that at least one individual element (18) of each fastening band (12) is cooled in the heat flow direction in front of the insulation piece (36.2, 40) at its end portion nearer to the tank.

6. A suspension device according to claim 5, characterised in that consecutive individual elements (18) are connected together in a tensionally-strong manner by a multi-part end connection (34) which contains a cooled first connecting part

(36.1) acting on the inner end of the individual element (18) more remote from the tank and made from a good thermally conductive material and a second connecting part (36.2) of low coefficient of thermal conductivity which is connected to the first connecting part and which acts as insulating piece (36.2, 40) and to which the outer end of the individual element nearer to the tank is fastened.

7. A suspension device according to claim 6, characterised in that the second connecting part (36.2) is provided with a thermal barrier layer (40) adjoining the first one.

8. A suspension device according to one of the preceding claims, having at least one radiation shield enclosing the low temperature tank in dish-like manner inside the external container, characterised in that the radiation shield (26, 28) is fastened to the connection points (34) of consecutive individual elements (18).

9. A suspension device according to claim 8 in conjunction with claim 6 or 7, characterised in that the radiation shield (26,28) is cooled and is con-

nected in a good heat-conducting manner to the first connecting part (36.1).

5 10. A suspension device according to one of the preceding claims, characterised in that the individual elements (18) forming a fastening band (12) are arranged to extend in obliquely-inclined manner between the container (6) and the tank (4).

10 11. A suspension device according to one of the preceding claims, characterised in that the individual elements (18) are designed, in each case, as a double loop (20) having a unidirectional fibre direction.

15 12. A suspension device according to claim 11, characterised in that a filling piece (24), acting as the radiation shield, is arranged between the two loops of each double loop (20).

20 13. A suspension device according to one of the preceding claims, characterised in that the lengths of the individual elements (18) are differently dimensioned in accordance with a thermal conductivity and expansion characteristic individually predetermined for each element.

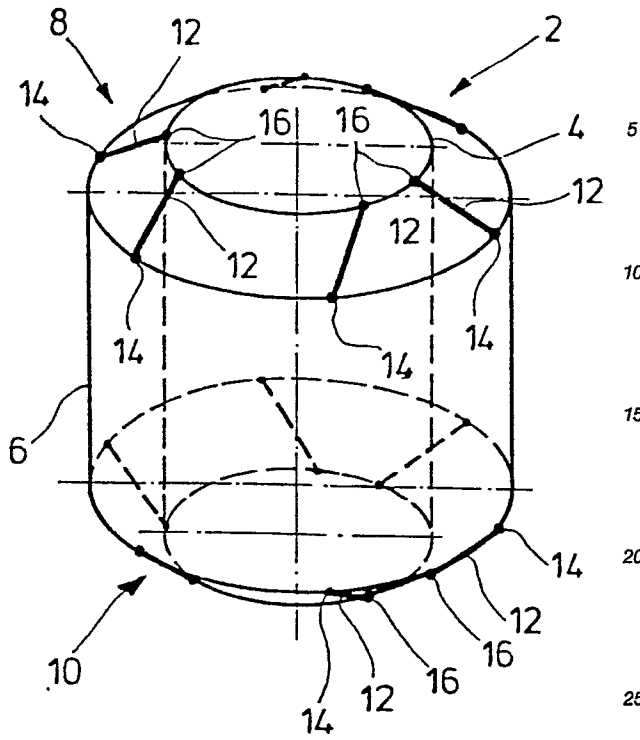


Fig. 1a

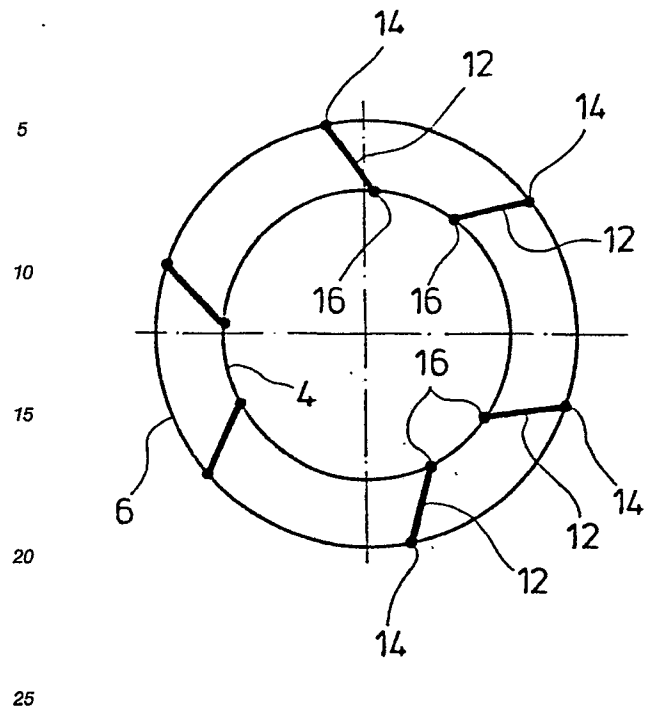


Fig. 1b

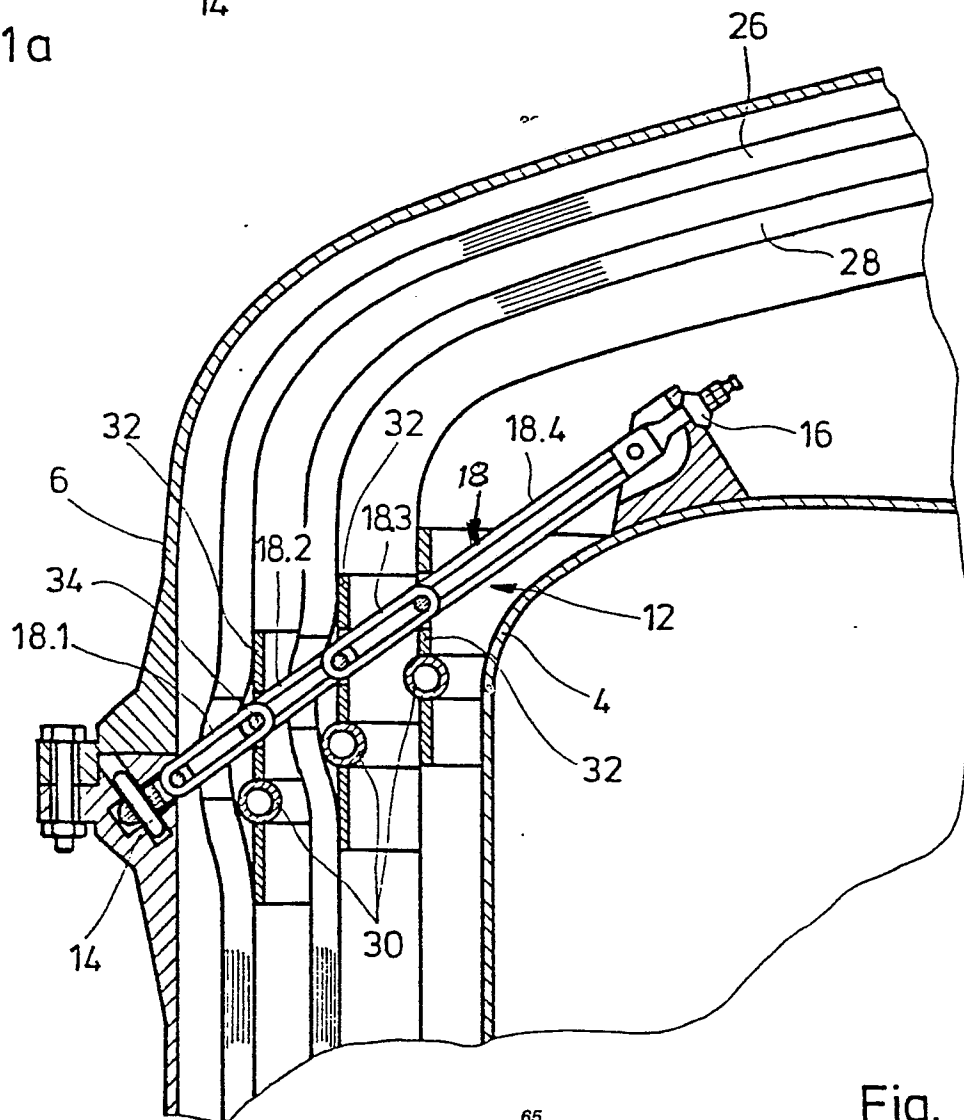


Fig. 2

