

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. November 2007 (15.11.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/128837 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B32B 15/14 (2006.01) **F16J 12/00** (2006.01)
B32B 15/18 (2006.01)

(74) **Anwalt: STOFFREGEN, Hans-Herbert;** Friedrich-
Ebert-Anlage 11b, 63450 Hanau (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/054537

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Mai 2007 (10.05.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) **Angaben zur Priorität:**
10 2006 022 005.6 10. Mai 2006 (10.05.2006) DE
10 2006 038 713.9 18. August 2006 (18.08.2006) DE

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) **Anmelder** (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **SCHUNK KOHLENSTOFFTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Rodheimer Str. 59, 35452 Heuchelheim (DE).

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder** (*nur für US*): **MAILE, Karl** [DE/DE]; Pfaffenwaldring 32, 70569 Stuttgart (DE). **BERRETH, Karl** [DE/DE]; Pfaffenwaldring 32, 70569 Stuttgart (DE). **LYUTOVICH, Abram** [DE/DE]; Neptunweg 5, 70565 Stuttgart (DE). **WEISS, Roland** [DE/DE]; Talstr. 59, 35625 Hüttenberg (DE). **SCHEIBEL, Thorsten** [DE/DE]; Torgauerstr. 38, 61231 Bad Nauheim (DE). **EBERT, Marco** [DE/DE]; Marburgerter Str. 24, 35083 Wetter (DE). **HENRICH, Martin** [DE/DE]; Zielhausweg 4, 35582 Wetzlar (DE). **LAUER, Andreas** [DE/DE]; Marburger Str. 1, 35274 Kirchhain (DE).

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** PRESSURE-RESISTANT BODY THAT IS SUPPLIED WITH FLUID

(54) **Bezeichnung:** DRUCKFESTER FLUIDBEAUFSCHLAGTER KÖRPER

(57) **Abstract:** The invention relates to a pressure-resistant body (10), such as a pressure pipe or pressure container, consisting of a steel base body (12), a first layer (14) of a ceramic fibre composite that surrounds the exterior of the base body and at least one second layer (16) of a fibre-reinforced plastic and/or a fibre-reinforced ceramic that is situated on the first layer.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung bezieht sich auf einen druckfesten fluidbeaufschlagbaren Körper (10) wie Druckrohr oder Druckbehälter bestehend aus einem Grundkörper (12) aus Stahl, einer den Grundkörper außenseitig umschließenden ersten Schicht (14) aus keramischem Faserverbundwerkstoff und zumindest einer auf der ersten Schicht angeordneten zweiten Schicht (16) aus faserverstärktem Kunststoff und/oder faserverstärkter Keramik.

WO 2007/128837 A1

Druckfester fluidbeaufschlagter Körper

Die Erfindung bezieht sich auf einen druckfesten fluidbeaufschlagbaren bzw. -ten Körper wie Druckrohr oder Druckbehälter.

Bei Dampfturbinenprozessen hängt der Wirkungsgrad von der Prozesstemperatur ab. Daher ist man bestrebt, die Prozesstemperatur so hoch wie möglich einzustellen. Nach dem Stand der Technik werden für für Dampfturbinenprozesse benötigte druckfeste Körper wie Druckrohre oder Druckbehälter aus martensitischen Stählen oder hochlegierten Nickel-Basislegierungen hergestellt. Mit diesen Materialien lassen sich Prozesstemperaturen bis 650 °C bzw. 700 °C erzielen. Allerdings wird bei martensitischen Stählen aus Sicherheitsgründen üblicherweise eine Temperatur von mehr als 620 °C nicht überschritten.

Die zum Einsatz gelangenden Körper aus zuvor genannten Stählen halten Drücke bis 300 bar aus. Höhere Temperaturen und Drücke sind nicht realisierbar, wegen der erforderlichen Beständigkeit gegen das Werkstoffkriechverhalten, wegen der Sicherheit und wegen der Wirtschaftlichkeit nicht realisierbar.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen druckfesten fluidbeaufschlagbaren bzw. -ten Körper wie Druckrohr oder Druckbehälter derart weiterzubilden, dass eine Erhöhung der Prozesstemperaturen im Vergleich zu Körpern, die aus Stählen bestehen, erreicht wird. Auch sollen die Körper mit Drücken beaufschlagbar sein, die größer als die bisher üblicherweise zum Einsatz gelangenden sind

Zur Lösung der Aufgabe schlägt die Erfindung im Wesentlichen vor einen druckfesten fluidbeaufschlagbaren bzw. -ten Körper wie Druckrohr oder Druckbehälter bestehend aus einem Grundkörper aus Stahl, einer den Grundkörper außenseitig umschließenden ersten Schicht aus keramischem Faserverbundwerkstoff und einer oder mehreren auf der ersten Schicht angeordneten zweiten Schichten aus faserverstärkter Keramik und/oder faserverstärktem Kunststoff.

Erfindungsgemäße fluidbeaufschlagbare bzw. -te Körper wie Druckrohre oder Druckbehälter ermöglichen eine Erhöhung der Prozesstemperaturen im Vergleich zu Körpern, die allein aus Stählen bestehen. Auch ist die Möglichkeit einer Druckbeaufschlagung gegeben, die größer als bisher üblich ist. Dies erfolgt erfindungsgemäß durch die Funktionstrennung Dichtheit und Notfalleigenschaft des Stahlrohres einerseits und der Hochtemperatur-Kriechbeständigkeit des Faserverbundwerkstoffs andererseits.

Erfindungsgemäß wird ein Mehrschichtkörper zur Verfügung gestellt, der insbesondere bei Dampfturbinenprozessen die Möglichkeit bietet, die Prozesstemperatur im Vergleich zu den bisher zum Einsatz gelangenden Materialien um zumindest 200 °C zu erhöhen, wodurch der thermische Wirkungsgrad bei Kraftwerken um ca. 7 % gesteigert werden kann. Ein entsprechendes Verbundrohr zeigt gute Druck- und Zugbeanspruchung in axialer und radialer Richtung und eine Temperaturbeständigkeit bis in den Bereich zwischen 900 °C und 1000 °C. Die aus Faserverbundwerkstoff bestehende erste Schicht wirkt insoweit thermoisolierend, d.h. erzeugt einen Temperaturgradient von dem Stahlrohr in die äußere Schicht, so dass diese nicht oxidiert. Auch ist eine wirtschaftliche Herstellung möglich.

Zwar ist es bekannt, keramische Faserverbundwerkstoffe (Ceramic Matrix Composites (CMC)) bei hohen Temperaturen einzusetzen. So werden CMC-Werkstoffe für Gasturbinen im Bereich der heißen Gase, also der Turbinenbrennkammer, den statischen, den Gasstrom lenkenden Leitschaufeln und den eigentlichen Turbinenschaufeln, die den Verdichter der Gasturbine antreiben, eingesetzt. Allerdings bestehen die entsprechenden Komponenten ausschließlich aus CMC-Werkstoffen und weisen nicht den erfindungsgemäßen Schichtaufbau auf. Dieser stellt jedoch sicher, dass ein Einsatz bei hohen Temperaturen bis

1000 °C und Drücken von 300 bar und mehr problemlos erfolgen kann, wobei gleichzeitig eine Kriechbeständigkeit des Körpers von zumindest 30 Jahren gewährleistet ist.

Die thermischen Faserverbundwerkstoffe sind charakterisiert durch eine zwischen keramischen Fasern, insbesondere Langfasern, eingebettete Matrix aus Keramik, die durch die keramischen Fasern verstärkt wird. Daher spricht man von faserverstärkter Keramik, Verbundkeramik oder auch einfach Faserkeramik. Matrix und Faser können dabei im Prinzip aus allen bekannten keramischen Werkstoffen bestehen, wobei in diesem Zusammenhang auch Kohlenstoff als keramischer Werkstoff behandelt wird.

Insbesondere ist vorgesehen, dass die Fasern des keramischen Verbundwerkstoffes Aluminiumoxid-, Mullit-, Siliziumcarbid-, Zirkonoxid- und/oder Kohlenstoff-Fasern sind. Mullit besteht dabei aus Mischkristallen aus Aluminiumoxid und Siliziumoxid.

Bevorzugterweise wird als keramischer Faserverbundwerkstoff SiC/SiC, C/C, C/SiC, Al₂O₃/Al₂O₃ und/oder Mullit/Mullit eingesetzt. Dabei bezeichnet das Material vor dem Schrägstrich den Fasertyp und das Material nach dem Schrägstrich den Matrixtyp. Als Matrixsystem für die keramische Faserverbundstruktur können auch Siloxane, Si-Precursoren und unterschiedlichste Oxide, wie zum Beispiel auch Zirkonoxid, eingesetzt werden.

Bevorzugterweise weisen die erste Schicht eine Dicke D_1 mit $1 \text{ mm} \leq D_1 \leq 20 \text{ mm}$ und/oder die zweite Schicht bzw. Schichten insgesamt eine Dicke D_2 mit $0 \text{ mm} < D_2 \leq 50 \text{ mm}$ auf.

Um eine gewünschte Armierung durch die zumindest eine zweite Schicht zu erzielen, können die Fasern des faserverstärkten Kohlenstoffs radial umlaufend und/oder sich kreuzend auf der ersten Schicht angeordnet sein. Die Fasern der ersten Schicht können gleichfalls radial umlaufend und/oder sich kreuzend auf dem Grundkörper abgelegt sein.

Der Grundkörper besteht bevorzugterweise aus martensitischem Stahl oder hochlegiertem Nickel-Basislegierungsmaterial. Dabei sind Wandstärken D_3 mit $2 \text{ mm} \leq D_3 \leq 50 \text{ mm}$ als bevorzugte Werte anzugeben, ohne dass hierdurch eine Einschränkung der erfindungsgemäßen Lehre erfolgt.

Das Faservolumen F_v der ersten Schicht sollte betragen $30 \% \leq F_v \leq 70 \%$. Bevorzugterweise beträgt die Porosität P der ersten Schicht $5 \% \leq P \leq 50 \%$.

Der keramische Faserverbundwerkstoff kann durch CVI (Chemical Vapour Infiltration)-Verfahren, Pyrolyse, insbesondere LPI (Liquid Polymer Infiltration)-Verfahren oder durch chemische Reaktion wie LSI (Liquid Silicon Infiltration)-Verfahren hergestellt werden.

Bevorzugterweise wird als Matrixmaterial ein Precursor auf Si-Basis benutzt, um sodann mittels Pyrolyse in SiC umgewandelt zu werden. Precursor auf Si-Basis zeigen den Vorteil, dass diese leicht härt- und pyrolysierbar sind, so dass eine problemlose Herstellung gegeben ist.

Die Erfindung zeichnet sich ganz allgemein auch durch einen druckfesten fluid-beaufschlagbaren bzw. -ten Körper wie Druckrohr oder Druckbehälter bestehend aus Stahl und einer den Grundkörper umgebenden Schicht bestehend aus oder enthaltend Fasern, die bei einer Temperatur T mit $T \geq 500 \text{ °C}$ keine oder minimale Kriechdehnung zeigen.

Es gelangen kriechbeständige Fasern zum Einsatz, d. h. Fasern, die im Kriechbereich – im Temperaturbereich oberhalb 550 °C – keine oder minimale zeitliche Zunahme der bleibenden Verformung, also der Kriechdehnung zeigen, wodurch das Kriechen des innenliegenden Stahlrohres aufgehalten wird. Chemisch sind die Fasern durch eine hohe Zeitstandfestigkeit dahingehend zu charakterisieren, dass die Festigkeit insbesondere unter atmosphärischer Luft bei hohen Betriebstemperaturen gewährleistet ist.

Als Fasern kommen Verstärkungsfasern in Frage, die in die Klassen oxidische, carbidische, nitridische Fasern bzw. C-Fasern und SiBCN-Fasern fallen. Kunststofffasern wie PAN-Fasern oder Polyacrylnitril-Fasern sind auch als Verstärkungsfasern zu bezeichnen.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen –für sich und/oder in Kombination–, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines Druckrohres und

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines Behälters.

In Fig. 1 ist ein Druckrohr 10 in Schnittdarstellung wiedergegeben, das insbesondere im Kraftwerksbereich für Dampfturbinenprozesse zum Einsatz gelangt. Um das Druckrohr 10 von Fluiden unter Drücken bis 300 bar oder mehr bei Temperaturen von 800°, insbesondere 850° oder mehr durchströmen zu lassen, ist das Rohr 10 als Verbundrohr ausgebildet. Das Rohr 10 besteht aus einem Grundkörper 12 aus Stahl, auf dem zumindest zwei Schichten 14, 16 aufgebracht sind. Dabei besteht die auf dem Grundkörper 12 angeordnete Schicht 14, die als erste Schicht bezeichnet wird, aus einem keramischen Faserverbundwerkstoff und die zumindest eine die erste Schicht 14 abdeckende zweite Schicht 16 aus faserverstärktem Kunststoff und/oder faserverstärkter Keramik. Der Kunststoffanteil dient zur Steigerung der Dehnungsverträglichkeit.

Der keramische Faserverbundwerkstoff aus der ersten Schicht 14 kann aus bekannten keramischen Werkstoffen bestehen, wobei bevorzugterweise SiC/SiC, Al₂O₃/Al₂O₃ oder Mullit/Mullit zu nennen sind. Die erste Schicht 14 aus dem keramischen Faserverbundwerkstoff stellt sicher, dass eine thermische Isolierung zwischen dem Grundkörper 12 und der zumindest einen zweiten Schicht 16 aus dem faserverstärkten Kunststoff, sei es kohlen-

stofffaserverstärkter Kunststoff, sei es glasfaserverstärkter Kunststoff, in einem Umfang aufgebaut wird, dass eine Oxidation der zumindest einen zweiten Schicht 16 unterbleibt. Hierdurch ist sichergestellt, dass die zumindest eine zweite Schicht 16 die gewünschte Armierung bietet, so dass das Verbundrohr 10 mit den gewünschten hohen Drücken beaufschlagbar ist. Die zweite Schicht ist auch für die Erzeugung der Vorspannung auf dem Druckrohr bzw. Druckbehälter verantwortlich, wobei diese mit zunehmenden Anwendungstemperaturen steigt.

Zur Vorspannung ist anzumerken, dass diese beim Anfahren mit steigendem Druck und Temperatur in der Faserummantelung entsteht und mit der Zeit teilweise durch das Kriechverhalten des innenliegenden Strahlrohres zeitabhängig abgebaut wird.

Die erste Schicht 14 ermöglicht, dass das Verbundrohr 10 zur Steigerung des Wirkungsgrades mit den erforderlichen hohen Temperaturen von zumindest 800 °C – 850 °C, gegebenenfalls bis 1000 °C beaufschlagt werden kann.

Die Fasern der ersten Schicht 14 können den Anforderungen entsprechend abgelegt sein. So können die Fasern sich kreuzend und/oder radial umlaufend den Grundkörper 12 umgeben. Gleiches gilt bezüglich der Fasern der zumindest einen zweiten Schicht 16.

In Fig. 2 ist rein prinzipiell ein Druckbehälter 18 dargestellt, der ebenfalls aus einem Grundkörper 20 aus Stahl und auf dem Grundkörper 20 angeordneten ersten und zweiten Schichten 24, 26 aufgebaut ist, wobei die erste Schicht 24 aus einem keramischen Faserverbundwerkstoff und die zumindest eine zweite Schicht 26 aus faserverstärktem Kunststoff und/oder faserverstärkter Keramik besteht. Dabei können Herstellungsverfahren und Materialien zum Einsatz gelangen, wie diese zuvor erläutert worden sind. Rein beispielhaft sind der Fig. 2 Fasern 28, 30 der ersten Schicht 24 zu entnehmen, die radial umlaufend (Langfasern 28) oder sich kreuzend (Langfasern 30) auf dem Grundkörper 22 abgelegt sind. Andere aus dem Stand der Technik bekannte Faserverläufe sind gleichfalls möglich.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 weist der Grundkörper 12 zum Beispiel einen lichten Durchmesser von 500 mm und eine Wandstärke von 40 mm auf. Die aus dem keramischen Faserverbundwerkstoff bestehende erste Schicht 14 weist eine Dicke $D_1 \approx 10$ mm und die zweite aus faserverstärktem Kohlenstoff bestehende Schicht 16 eine Dicke $D_2 \approx 10$ mm auf.

Bei dem Druckbehälter 20 nach der Fig. 2 kann der Grundkörper 22 einen Durchmesser von 300 mm und eine Länge von 500 mm sowie eine Wandstärke von 30 mm aufweisen. Die Dicke D_1 der ersten Schicht 24 kann betragen $D_1 \approx 15$ mm und die Dicke D_2 der zweiten Schicht 26 kann betragen $D_2 \approx 10$ mm, um rein beispielhaft Zahlen zu nennen.

Erfindungsgemäß soll die Dicke D der Faserummantelung sich zu der Wanddicke d des Druckbehälters 20 verhalten wie $0,4 d \leq D \leq 0,6$, insbesondere $d/2 = D$.

Entsprechende Verbundrohre 10 bzw. Verbundbehälter 20 können mit Fluiden einer Temperatur von in etwa 850° beaufschlagt werden, so dass ein Hochtemperatureinsatz, insbesondere bei Dampfturbinenprozessen erfolgen kann, wodurch im Vergleich zu Druckrohren bzw. Druckkörpern üblichen Aufbaus der thermische Wirkungsgrad erheblich erhöht werden kann. Gleichzeitig zeigen entsprechende Verbundkörper ein schadenstolerantes gutmütiges Bruchversagen und eine Kriechbeständigkeit. Druck- und Zugbeanspruchung in sowohl axialer als auch radialer Richtung sind möglich, ohne dass der Körper beschädigt wird. Auch ist eine wirtschaftliche Herstellung möglich.

Sind die Ausführungsbeispiele anhand eines Grundkörpers mit auf diesen aufgebrachtener ersten und zweiten Schicht erläutert worden, so wird die Erfindung auch dann nicht verlassen, wenn auf den Grundkörper nur eine Schicht aus Verstärkungsfasern aufgebracht wird, die im Temperaturbereich oberhalb 550°C keine oder minimale zeitliche Zunahme der bleibenden Verformung, also der Kriechdehnung zeigen, wodurch das Kriechen des innenliegenden Grundkörpers aufgehalten wird. Die entsprechenden Fasern weisen auch eine hohe Zeitstandfestigkeit auf, wobei die Festigkeit insbesondere unter atmosphärischer Luft

bei hohen Betriebstemperaturen gewährleistet wird. Entsprechende Fasern können in die Klassen oxidische, carbidische, nitridische Fasern oder C-Fasern oder SiBCN-Fasern klassifiziert werden. Auch Kunststofffasern wie PAN- oder Polyacrylnitril-Fasern kommen in Frage.

Insbesondere sind nachstehende Fasern zu nennen: C-Fasern, Nextel-Fasern, 3M-Fasern, Hi-Nicalon-Fasern, oxidische Fasern, SiO₂-, Al₂O₃-, SiC-, SiBCN-, PAN- und Si₃N₄-Fasern.

Anwendungsbeispiel eines entsprechenden Körpers ist z. B. ein Kesselrohr, das aus Austenit oder martensitischem Stahl (9 % Chromstahl) bestehen kann, das beispielhaft einen Außendurchmesser von in etwa 42 mm und eine Wanddicke von in etwa 6 mm aufweist. Dieses kann mit einer Schicht zuvor angegebener Verstärkungsfasern einer Dicke im Bereich von 3 mm bis 4 mm umwickelt sein, um die gewünschten Eigenschaften zu erzielen.

Patentansprüche

Druckfester fluidbeaufschlagter Körper

1. Druckfester fluidbeaufschlagbarer bzw. -ter Körper (10, 20) wie Druckrohr oder Druckbehälter bestehend aus einem Grundkörper (12, 22) aus Stahl, einer den Grundkörper außenseitig umschließenden ersten Schicht (14, 24) aus keramischem Faserverbundwerkstoff und zumindest einer auf der ersten Schicht angeordneten zweiten Schicht (16, 26) aus faserverstärktem Kunststoff und/oder faserverstärkter Keramik.
2. Körper nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass Fasern des keramischen Verbundwerkstoffs Aluminiumoxid-, Mullit-, Siliziumcarbid-, Zirkonoxid- und/oder Kohlenstoff-Fasern sind.
3. Körper nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der keramische Faserverbundwerkstoff aus SiC/SiC, C/C, C/SiC, Al₂O₃/Al₂O₃, C/Siloxan, SiC/Siloxan und/oder Mullit/Mullit besteht.
4. Körper nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Schicht (14) eine Dicke D₁ mit $1 \text{ mm} \leq D_1 \leq 20 \text{ mm}$ aufweist.

5. Körper nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine zweite Schicht (16, 26) bzw. die zweiten Schichten insgesamt eine Dicke D_2 mit $0 \text{ mm} < D_2 \leq 50 \text{ mm}$ aufweist.
6. Körper nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (28, 30) der ersten Schicht (14, 24) radial umlaufend und/oder sich kreuzend auf dem Grundkörper (12, 22) abgelegt sind.
7. Körper nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern der zumindest einen zweiten Schicht (16, 26) in Bezug auf den Grundkörper (12, 22) radial umlaufend und/oder sich kreuzend auf der ersten Schicht angeordnet sind.
8. Körper nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (12, 22) aus martensitischem Stahl besteht.
9. Körper nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (12, 22) aus hochlegierter Nickel-Basislegierung besteht.
10. Körper nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (12, 22) eine Wandstärke D mit $1 \text{ mm} \leq D \leq 50 \text{ mm}$ aufweist.
11. Druckfester fluidbeaufschlagbarer bzw. -ter Körper wie Druckrohr oder Druckbehälter bestehend aus einem Grundkörper aus Stahl und zumindest einer den Grundkörper umgebenden Schicht bestehend aus oder enthaltend Fasern, die bei einer Temperatur mit T mit $T \geq 500 \text{ °C}$ keine oder minimale Kriechdehnung zeigen.

12. Körper nach zumindest Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fasern Verstärkungsfasern sind.
13. Körper nach zumindest Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass oxidische, karbidische, nitridische Fasern, C-Fasern, SiBCN-Fasern, PAN-Fasern und/oder Polyacrylnitril-Fasern die Verstärkungsfasern sind.
14. Körper nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Faserschicht bzw. Faserschichten eine Dicke D und der Behälter eine Materialdicke d mit $0,4 d \leq D \leq 0,6 d$, vorzugsweise $d/2 = D$ aufweisen.

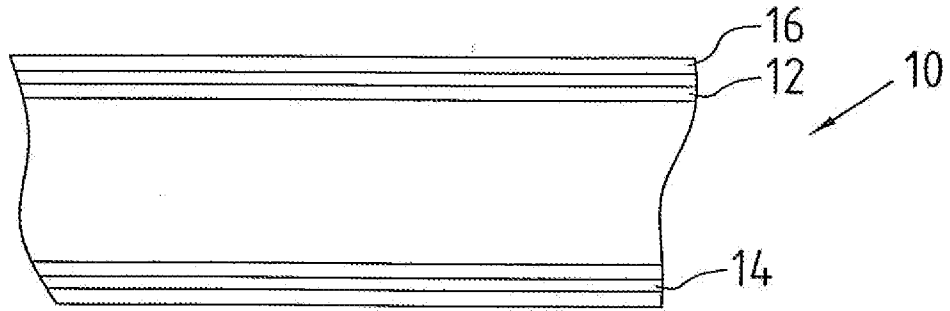


Fig.1

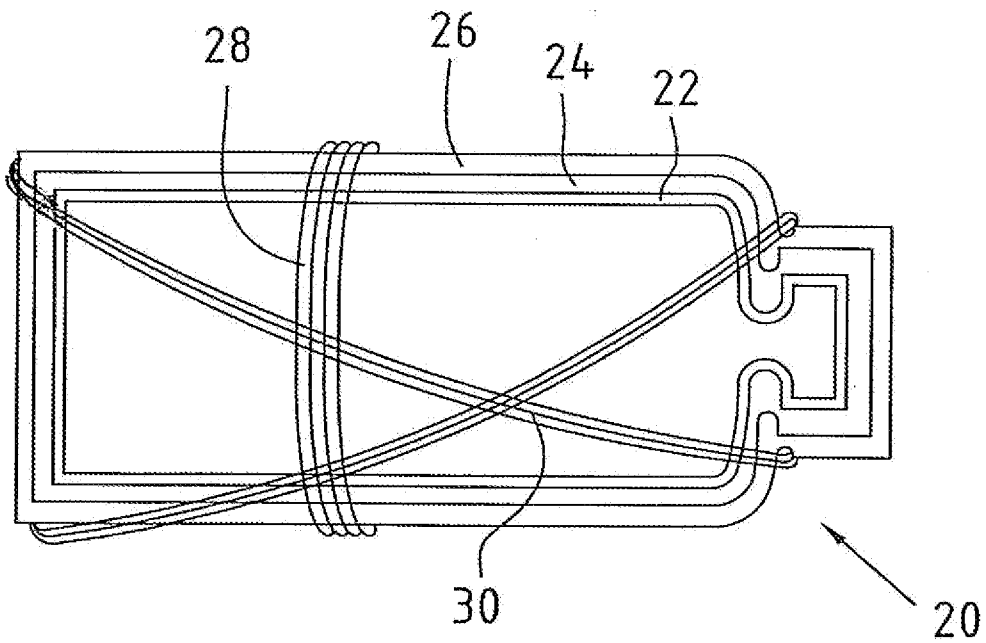


Fig.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/054537

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B32B15/14 B32B15/18 F16J12/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B32B F16J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 52 611 A1 (HAACK EBERHARD [DE]; KOEHLER EBERHARD [DE]; HEINZ VOLKER [DE]; KORTSCH) 23 May 2001 (2001-05-23) claim 1 column 3, line 39 - line 41 column 3, line 50 - line 51	1-14
X	DE 39 07 087 A1 (RHEINMETALL GMBH [DE]) 13 September 1990 (1990-09-13) claims 1-7	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 September 2007

Date of mailing of the international search report

28/09/2007

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hillebrand, Gerhard

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/054537

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19952611	A1	23-05-2001	NONE
DE 3907087	A1	13-09-1990	FR 2643966 A1 07-09-1990 GB 2229954 A 10-10-1990

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/054537

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B32B15/14 B32B15/18 F16J12/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B32B F16J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 52 611 A1 (HAACK EBERHARD [DE]; KOEHLER EBERHARD [DE]; HEINZ VOLKER [DE]; KORTSCH) 23. Mai 2001 (2001-05-23) Anspruch 1 Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 41 Spalte 3, Zeile 50 - Zeile 51	1-14
X	DE 39 07 087 A1 (RHEINMETALL GMBH [DE]) 13. September 1990 (1990-09-13) Ansprüche 1-7	1-14

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19. September 2007	28/09/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Hillebrand, Gerhard
---	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/054537

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19952611	A1	23-05-2001	KEINE
DE 3907087	A1	13-09-1990	FR 2643966 A1 07-09-1990
		GB 2229954 A	10-10-1990