

(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
06. September 2019 (06.09.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/166251 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B32B 15/04 (2006.01) C09K 5/00 (2006.01)
B32B 15/01 (2006.01) C09K 5/14 (2006.01)
B32B 15/18 (2006.01) F25B 23/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/053912

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Februar 2019 (18.02.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 202 953.9
28. Februar 2018 (28.02.2018) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Post-
fach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **KOEHNE, Martin**; Wassily-Kandinsky-Weg
13, 71679 Asperg (DE). **MAYERSHOFER, Christian**; An
der Hühle 13, 89355 Gundremmingen (DE).

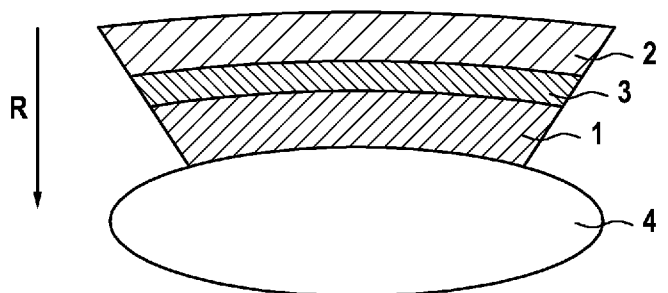
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: ELASTOCALORIC ELEMENT WITH THREE MATERIAL LAYERS

(54) Bezeichnung: ELASTOKALORISCHES ELEMENT MIT DREI MATERIALSCHICHTEN

Fig. 1b



(57) Abstract: The invention relates to an elastocaloric element made of three interconnected layers, wherein a bending stress is cyclically applied to the elastocaloric element. A first layer (1) consists of a first elastocaloric material which, under compressive stress, has a coefficient of performance that lies above a first threshold. A second layer (2) consists of a second elastocaloric material which, under tensile stress, has a coefficient of performance that lies above a second threshold. A third layer (3) is arranged between the two aforementioned layers (1, 2), said third layer being formed as a spring plate. The third layer (3) consists of a non-elastocaloric material.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein elastokalorisches Element aus drei miteinander verbundenen Schichten, wobei das elastokalorische Element zyklisch mit einer Biegespannung beaufschlagt wird. Eine erste Schicht (1) besteht aus einem ersten elastokalorischen Material, das unter Druckspannung eine Leistungszahl aufweist, die oberhalb einer ersten Schwelle liegt. Eine zweite Schicht (2) besteht aus einem zweiten elastokalorischen Material, das unter Zugspannung eine Leistungszahl aufweist, die oberhalb einer zweiten Schwelle liegt. Zwischen diesen beiden Schichten (1, 2) ist eine dritte Schicht (3) angeordnet, welche als Federblech ausgebildet ist. Diese dritte Schicht (3) besteht aus einem nicht elastokalorischen Material.

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

5

Titel

Elastokalorisches Element mit drei Materialschichten

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elastokalorisches Element, welche drei miteinander verbundene Schichten umfasst. Die zwei äußeren Schichten bestehen dabei aus verschiedenen elastokalorischen Materialien, die unter Druck- bzw. Zugspannung unterschiedliche Leistungszahlen aufweisen.

15

Stand der Technik

20

Der elastokalorische Effekt beschreibt eine adiabatische Temperaturänderung eines Materials, wenn das Material mit einer mechanischen Kraft beaufschlagt wird und sich beispielsweise verformt. Durch die mechanische Kraft bzw. die Verformung wird eine Umwandlung der Kristallstruktur, auch Phase genannt, in dem Material verursacht. Die Phasenumwandlung führt zu einer Erhöhung der Temperatur des Materials. Wird die dabei freigesetzte Wärme abgeführt, sinkt die Temperatur und die Entropie nimmt ab. Wird dann die mechanische Kraft entfernt, wird wiederum eine umgekehrte Phasenumwandlung (Rückumwandlung) verursacht, die zu einer Absenkung der Temperatur des Materials führt. Wird dem Material dann wieder Wärme zugeführt nimmt die Entropie wieder zu.

25

30

Nach der annähernd adiabaten Phasenumwandlung liegt die Temperatur über der Ausgangstemperatur. Die dabei entstandene Wärme kann beispielsweise an die Umgebung abgeführt werden und das Material nimmt dann die Umgebungstemperatur an. Wird nun die Phasenrückumwandlung initiiert, indem die mechanische Kraft auf null reduziert wird, stellt sich eine niedrigere Temperatur als die Ausgangstemperatur ein. Es können Temperaturdifferenzen zwischen maximaler Temperatur nach der Phasenumwandlung und minimaler

35

Temperatur nach der Rückumwandlung (bei zuvor abgegebener Wärme) von bis zu 40°C erreicht werden.

5 Materialien, an denen sich der elastokalorische Effekt nachweisen lässt, werden als elastokalorische Materialien bezeichnet. Solche elastokalorischen Materialien sind beispielsweise Formgedächtnislegierungen, die Superelastizität besitzen. Superelastische Legierungen zeichnen aus, dass diese auch nach starker Verformung von selbst wieder in ihre ursprüngliche Form zurückkehren. Superelastische Formgedächtnislegierungen weisen zwei unterschiedliche
10 Phasen (Kristallstrukturen) auf: Austenit ist die bei Raumtemperatur stabile Phase und Martensit ist bei niedrigeren Temperaturen stabil. Eine mechanische Verformung verursacht eine Phasenumwandlung von Austenit zu Martensit, die einen adiabatischen Temperaturanstieg zur Folge hat. Die erhöhte Temperatur kann nun in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben werden, was zu
15 einer Abnahme der Entropie führt. Wird das elastokalorische Material wieder entlastet, erfolgt eine Rückumwandlung von Martensit zu Austenit und damit einhergehend eine adiabatische Temperaturabsenkung.

Im Folgenden ist eine typische Anordnung zum Wärmetausch beschrieben:
20 Bei einer Anordnung ist ein konvexes Wärmeleitelement, mit Abstand zu einem planaren Wärmeleitelement angeordnet. Ein elastokalorisches Band ist in den Zwischenraum zwischen dem planaren Wärmeleitelement und dem konvexen Wärmeleitelement gespannt. Das Band wird durch das konvexe Wärmeleitelement verformt, was auf der konvexen Außenseite des Blechs eine
25 Zugbeanspruchung verursacht und auf der konkaven Innenseite eine Druckbeanspruchung. Einzig in der sogenannten neutralen Faser tritt keine Beanspruchung auf. Im Anschluss bewegt sich das Band durch seine Superelastizität wieder in seine planare Ursprungsform zurück und tritt flächig mit dem planaren Wärmeleitelemente in Kontakt. Sollte die Rückverformung in die
30 Ursprungsform unvollständig sein, erfolgt bei Kontakt mit dem planaren Wärmeleitelement die restliche Rückverformung. Durch diese Anordnung wird Wärme von den planaren Wärmeleitelementen zum konvexen Wärmeleitelement transportiert.

Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elastokalorisches Element, welches drei miteinander verbundene Schichten umfasst. Das elastokalorische Element umfasst dabei Materialien, die einen elastokalorischen Effekt aufweisen. Der elastokalorische Effekt beschreibt eine adiabatische Temperaturänderung eines elastokalorischen Materials, wenn das Material mit einer mechanischen Kraft beaufschlagt wird und sich verformt. Durch die mechanische Kraft bzw. Verformung wandelt sich die Kristallstruktur von Austenit zu Martensit um. Hierdurch wird Wärme frei, die als Wärmefluss abgeführt werden kann, wodurch die Temperatur des elastokalorischen Materials sinkt. Wird die dabei freigesetzte Wärme abgeführt, sinkt die Temperatur des elastokalorischen Materials. Nach der Entfernung der mechanischen Kraft, findet eine Rückverformung des elastokalorischen Materials in seine Ausgangsform statt. Hierbei wandelt sich seine Kristallstruktur vom Martensit zum Austenit zurück. Die Temperatur des Materials kühlt dabei unter die Umgebungstemperatur ab, wodurch Wärme aus der Umgebung aufgenommen werden kann. Das Verhältnis von erzeugter Wärmeleistung zur eingesetzten elektrischen Leistung wird bei mechanischen Wärmepumpen als Leistungszahl, bzw. Coefficient of Performance (kurz COP), bezeichnet. Das elastokalorische Element wird zyklisch mit Biegespannung beaufschlagt. Obwohl das elastokalorische Element dabei wiederholt mit Biegespannung beaufschlagt wird, bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass die Wiederholungen in einem regelmäßigen und zeitlich festgelegten Ablauf erfolgen müssen. Eine erste Schicht befindet sich auf einer mit Druckspannung beaufschlagten Seite und besteht aus einem elastokalorischen Material, das unter Druckspannung eine Leistungszahl aufweist, die oberhalb einer ersten Schwelle liegt. Die erste Schwelle liegt bevorzugt für eine durch den elastokalorischen Effekt hervorgerufene Temperaturdifferenz zwischen 0 und 25 Kelvin bei 10 und besonders bevorzugt für eine durch den elastokalorischen Effekt hervorgerufene Temperaturdifferenz zwischen 10 und 25 Kelvin bei 15. Eine zweite Schicht besteht aus einem zweiten elastokalorischen Material. Das zweite elastokalorische Material dieser zweiten Schicht weist, im Unterschied zu dem ersten elastokalorischen Material der ersten Schicht, unter Zugspannung eine Leistungszahl auf, die oberhalb einer zweiten Schwelle liegt. Die zweite Schwelle liegt bevorzugt für eine durch den elastokalorischen Effekt hervorgerufene Temperaturdifferenz zwischen 10 und 25 Kelvin bei 15. Aufgrund

der hohen Anforderungen an die Effizienz, die an die Materialien der ersten und zweiten Schicht gestellt werden, kann die erste Schwelle für das erste Material vorzugsweise gleich groß wie die zweite Schwelle für das zweite Material gewählt werden. Vorzugsweise können die Schwellen für die Materialien in
5 Abhängigkeit von den jeweils herrschenden Materialtemperaturen und/oder der gewünschten Temperatur gewählt werden.

Zwischen der ersten und der zweiten Schicht ist eine dritte Schicht angeordnet, welche funktional als Federblech ausgebildet ist. Diese dritte Schicht besteht aus
10 einem Material, welches nicht elastokalorisch ist. Würde man ein elastokalorisches Material für diese dritte Schicht verwenden, könnte eine Verformungsenergie nicht elastokalorisch genutzt werden, da die Spannung in diesem Bereich nicht ausreicht, um eine Phasenumwandlung zu induzieren. Bei der Verwendung eines Federblechs wird die Verformungsenergie in einem
15 Bereich um die neutrale Faser des Federblechs gespeichert und die Rückstellkräfte für eine Rückverformung damit minimiert. Als Ausgangsmaterialien für das Federblech kommen unterschiedliche und kostengünstige Eisen-Kohlenstoff-Legierungen in Frage. Mithin wird durch den Einsatz des Federblechs vergleichsweise teures elastokalorisches Material
20 eingespart.

Optional ist das elastokalorische Material der ersten Schicht des elastokalorischen Elements eine Nickel-Titan-Legierung. Nickel-Titan-Legierungen eignen sich hierfür besonders gut, da sie einerseits über einen, im
25 Vergleich zu anderen Legierungen, außerordentlich stark ausgeprägten Formgedächtniseffekt verfügen, andererseits auch eine hohe Langzeitstabilität und damit eine hohe Lebensdauer aufweisen. Mithilfe von Nickel-Titan-Legierungen lässt sich darüber hinaus eine hohe Anzahl von Arbeitszyklen realisieren.

Vorzugsweise ist das zweite elastokalorische Material der zweiten Schicht des elastokalorischen Elements eine Nickel-Titan-Kupfer-Legierung oder eine Kupfer-Zink-Aluminium-Legierung. Mit der Beimischung von Kupfer zu einer Nickel-Titan-Legierung lassen sich einerseits die Phasenumwandlungstemperatur,
35 andererseits mechanische Eigenschaften wie die Verformbarkeit beeinflussen. Nickel-Titan-Kupfer-Legierungen verfügen über einen, im Vergleich zu anderen

Legierungen, ausgeprägten Formgedächtniseffekt, der über eine hohe Zyklenzahl stabil ist. Kupfer-Zink-Aluminium-Legierungen verfügen über einen weniger stark ausgeprägten Formgedächtniseffekt als Nickel-Titan-Kupfer-Legierungen sind jedoch vergleichsweise günstiger.

5

Vorteilhafterweise ist das Material der dritten Schicht des elastokalorischen Elements ein Federbandstahl. Dieses Material weist im Vergleich zu anderen Stahlsorten eine sehr hohe Zugfestigkeit auf, wodurch er besonders gut für den Einsatz in einem elastokalorischen Element geeignet ist. Federbandstahl zeichnet sich ferner durch eine hohe Verfügbarkeit und durch geringe Materialkosten aus.

10

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist die Materialdicke der dritten Schicht kleiner als die Materialdicke der ersten und/oder der zweiten Schicht. Der elastokalorische Effekt der ersten und zweiten Schicht ist dabei weiterhin vorherrschend

15

Zur Herstellung des elastokalorischen Elements kann die Verbindung der drei Schichten mithilfe eines Walzverfahrens realisiert werden. Hierfür werden die drei blanken und von Oxidationsschichten befreiten Metallschichten übereinander gelegt und anschließend unter hohem Druck gewalzt. Hierbei entsteht in der jeweiligen Kontaktzone durch eine Kaltverschweißung eine partiell stoffschlüssige Verbindung. Durch eine abschließende Diffusionsglühbehandlung wird eine stabile und durchgehend stoffschlüssige Verbindung von höchster Güte zwischen den Schichten hergestellt.

20

25

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

30

Figur 1a zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen elastokalorischen Elements in einem entspannten Zustand.

Figur 1b zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen elastokalorischen Elements aus Figur 1a in einem verformten Zustand

5 Ausführungsbeispiele der Erfindung

Für das erfindungsgemäße elastokalorische Element werden drei Materialien bereitgestellt. Zunächst wird ein erstes elastokalorisches Material in Form einer Nickel-Titan-Legierung bereitgestellt. Das erste elastokalorische Material weist
10 für sich genommen für eine durch den elastokalorischen Effekt bei der Verformung und der anschließenden Rückverformung unter Druckspannung hervorgerufenen Temperaturdifferenz in Höhe von 20 Kelvin eine Leistungszahl von 17 auf. Für das elastokalorische Element wird ferner ein zweites elastokalorisches Material in Form einer Nickel-Titan-Kupfer-Legierung
15 bereitgestellt. Das zweite elastokalorische Material weist für sich genommen für eine durch den elastokalorischen Effekt bei der Verformung und der anschließenden Rückverformung unter Zugspannung hervorgerufene Temperaturdifferenz in Höhe von 11 Kelvin eine Leistungszahl von 20 auf. Des Weiteren wird für das elastokalorische Element ein drittes Material in Form eines
20 Chrom-Nickel-Stahls bereitgestellt, das dem Rückstelleffekt des elastokalorischen Elements dient.

Das elastokalorische Element ist, wie in Fig. 1a gezeigt, aus einem Verbund von drei Metallschichten hergestellt. Eine erste Schicht 1 besteht aus dem ersten elastokalorischen Material in Form der Nickel-Titan-Legierung. Eine zweite
25 Schicht 2 besteht aus dem zweiten elastokalorischen Material in Form einer Nickel-Titan-Kupfer-Legierung. Bei den Materialien der ersten und zweiten Schicht 1,2 handelt es sich somit um superelastische Formgedächtnismaterialien, die jeweils einen elastokalorischen Effekt aufweisen.
30 Die beiden Schichten weisen jeweils eine Dicke von 225 µm auf. Eine dritte Schicht 3 ist zwischen der ersten Schicht 1 und der zweiten Schicht 2 angeordnet. Diese besteht aus einem Chrom-Nickel-Stahl wie z.B. X10CrNi18-8 und weist eine Dicke von 50 µm auf.

35 Figur 1b zeigt das elastokalorische Element, das in Richtung R auf ein Wärmeleitelement 4 zubewegt wird und daraufhin mit diesem Wärmeleitelement

4 in Kontakt tritt. Das Wärmeleitelement 4, das mit der Umgebung in Kontakt ist, übt hierbei einen Anpressdruck auf das elastokalorische Element aus, wodurch sich dieses verformt. Durch die Verformung entsteht in der ersten Schicht 1 eine Druckspannung und in der zweiten Schicht 2 eine Zugspannung, was in beiden Schichten zu einer Umwandlung der Kristallstruktur der elastokalorischen Materialien von Austenit zu Martensit führt. Auf der mit Druck beaufschlagten Seite des elastokalorischen Elements ist das erste elastokalorische Material mit der, bezogen auf die Druckspannung, hohen Leistungszahl in der ersten Schicht 1 angeordnet. Auf der mit Zug beaufschlagten Seite des elastokalorischen Elements ist das zweite elastokalorische Material mit der, bezogen auf die Zugspannung, hohen Leistungszahl in der zweiten Schicht 2 angeordnet. Durch die Umwandlung der Kristallstruktur wird Wärme freigesetzt. Die Wärme wird von dem Wärmeleitelement 4 aufgenommen, wodurch die elastokalorischen Materialien auf die Umgebungstemperatur abkühlen. Das Federblech der dritten Schicht 3 des elastokalorischen Elements besteht aus einem nicht elastokalorischen Material, das die aufgetretene Verformungsenergie im Bereich um seine neutrale Faser speichert und den Rückstelleffekt der in der ersten und zweiten Schicht 1,2 verwendeten Formgedächtnismaterialien des elastokalorischen Elements unterstützt.

Im Anschluss wird das elastokalorische Element entgegen der Richtung R vom Wärmeleitelement 4 weg bewegt und erfährt dabei eine Rückverformung, die durch die dritte Schicht 3 unterstützt wird.

Ansprüche

5

1. Elastokalorisches Element, umfassend drei miteinander verbundene Schichten, das zyklisch mit Biegespannung beaufschlagbar ist, wie folgt:

10

- eine erste Schicht auf einer mit Druckspannung beaufschlagten Seite bestehend aus einem ersten elastokalorischen Material, das unter Druckspannung eine Leistungszahl aufweist, die oberhalb einer ersten Schwelle liegt;

15

- eine zweite Schicht auf einer mit Zugspannung beaufschlagten Seite bestehend aus einem zweiten elastokalorischen Material, das unter Zugspannung eine Leistungszahl aufweist, die oberhalb einer zweiten Schwelle liegt.

20

- eine dritte Schicht, welche zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht angeordnet ist und funktional als Federblech ausgebildet ist, wobei die dritte Schicht einem dritten Material besteht, welches nicht elastokalorisch ist.

2. Elastokalorisches Element gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste elastokalorische Material eine Nickel-Titan-Legierung ist.

25

3. Elastokalorisches Element gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite elastokalorische Material, eine Nickel-Titan-Kupfer-Legierung oder eine Kupfer-Zink-Aluminium-Legierung ist.

30

4. Elastokalorisches Element gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das dritte Material, ein Federbandstahl ist.

35

5. Elastokalorisches Element gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke des dritten Materials kleiner als die Dicke des ersten elastokalorischen Material und/oder des zweiten elastokalorischen Materials ist.

6. Elastokalisches Element gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung der Schichten aus einem Walzverfahren, einem Schweißverfahren und einem Diffusionsglühverfahren hergestellt wurden.

1 / 1

Fig. 1a

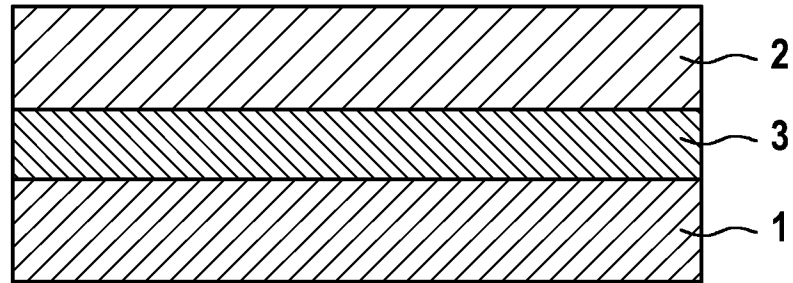
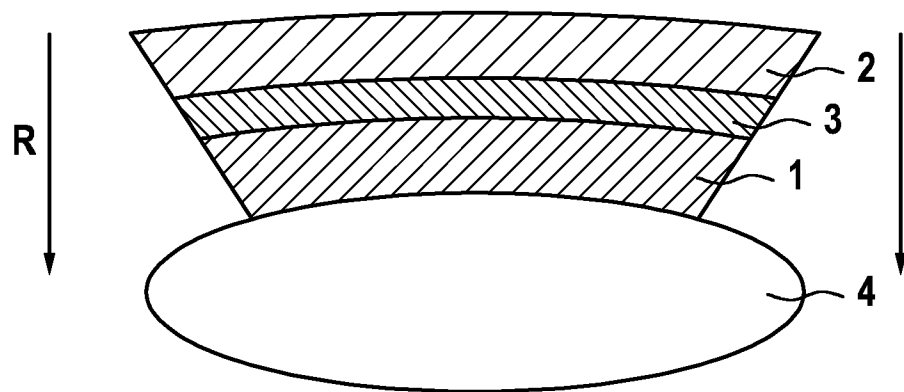


Fig. 1b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/053912**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B32B 15/04(2006.01)i; **B32B 15/01**(2006.01)i; **B32B 15/18**(2006.01)i; **C09K 5/00**(2006.01)i; **C09K 5/14**(2006.01)i;
F25B 23/00(2006.01)i

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; G02F; C22C; F25B; C09K

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 9612040 B2 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES [FR]) 04 April 2017 (2017-04-04)	1-3
A	claims 1,6 column 11, line 21 - line 23 figure 11 column 7, line 46 - line 63 column 8, line 14 - line 22 column 10, line 37 - line 41 column 10, line 57 - line 60	4-6

☐ 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 application or patent 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

26 March 2019

Date of mailing of the international search report

02 April 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
 p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
 Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Hillebrand, Gerhard

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/053912

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	9612040	B2	04 April 2017	EP	2785633	A1	08 October 2014
				FR	2983572	A1	07 June 2013
				US	2014295365	A1	02 October 2014
				WO	2013079596	A1	06 June 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B32B15/04 F25B23/00	B32B15/01 B32B15/18 C09K5/00 C09K5/14
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B32B G02F C22C F25B C09K		
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, COMPENDEX, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 9 612 040 B2 (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES [FR]) 4. April 2017 (2017-04-04)	1-3
A	Ansprüche 1,6 Spalte 11, Zeile 21 - Zeile 23 Abbildung 11 Spalte 7, Zeile 46 - Zeile 63 Spalte 8, Zeile 14 - Zeile 22 Spalte 10, Zeile 37 - Zeile 41 Spalte 10, Zeile 57 - Zeile 60 -----	4-6
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "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) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "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 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
26. März 2019		02/04/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hillebrand, Gerhard

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/053912

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 9612040	B2	04-04-2017	EP 2785633 A1 08-10-2014
			FR 2983572 A1 07-06-2013
			US 2014295365 A1 02-10-2014
			WO 2013079596 A1 06-06-2013
