

(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
27. August 2015 (27.08.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/123711 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B32B 5/02 (2006.01) *B32B 5/26* (2006.01)
B32B 5/12 (2006.01) *B32B 1/04* (2006.01)
B32B 5/22 (2006.01) *B32B 3/02* (2006.01)
B32B 5/24 (2006.01) *D03D 13/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2015/050045

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Februar 2015 (18.02.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 115/2014 18. Februar 2014 (18.02.2014) AT

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : **HOFSTETTER, Kurt** [AT/AT];
Wickenburggasse 15/3/34, A-1080 Wien (AT).

(74) Anwalt: **SONN & PARTNER PATENTANWÄLTE**;
Riemergasse 14, A-1010 Wien (AT).

(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, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, 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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

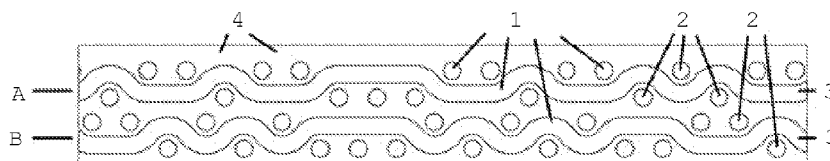
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: TEXTILE COMPOSITE MATERIAL AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Bezeichnung : TEXTILER VERBUNDWERKSTOFF UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG

Fig. 7a



(57) Abstract: Textile composite material comprising a textile material embedded in a matrix (4), wherein said textile material has an aperiodic woven structure and one or more layers of said material are introduced into the matrix (4) such as to form a composite, the textile material being made using the inductive rotation (IR) method.

(57) Zusammenfassung: Textiler Verbundwerkstoff mit in einer Matrix (4) eingebettetem textilen Material, welches mit aperiodischer Gewebestruktur in die Matrix (4) ein-oder mehrlagig in Verbund gebracht wird, wobei das textile Material nach der Methode der Induktiven Rotation (IR) hergestellt ist.



WO 2015/123711 A1

Textiler Verbundwerkstoff und Verfahren zu seiner Herstellung

Die Erfindung betrifft allgemein textile Verbundwerkstoffe bzw. deren Herstellung unter Verwendung von textilen Geweben, wie z.B. aus Kohlenstofffasern, Glasfasern, Kunststofffasern, Naturfasern usw. die im Verbund mit Materialien, wie z. B. Kunststoffe, Beton usw., zur Bewehrung bzw. Armierung dienen können.

Mehr im einzelnen bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Herstellen von textilen Verbundwerkstoffen, wobei textiles Material in eine Matrix eingebettet wird; weiters betrifft die Erfindung einen textilen Verbundwerkstoff mit in einer Matrix eingebettetem textilen Material; sowie die Verwendung eines technischen Textilmaterials zur Herstellung eines textilen Verbundwerkstoffs.

Die Erfindung strebt dabei danach, textile Verbundwerkstoffe rissfester bzw. weiterreissfester und insgesamt robuster gegen Fehlbelastungen und Fehlstellen im Material zu machen.

Die erfindungsgemäße Technik betreffend textile Verbundwerkstoffe bzw. betreffend deren Herstellung zeichnet sich vor allem dadurch aus, dass in die Matrix ein technisches Textilmaterial mit aperiodischer Gewebestruktur ein- oder mehrlagig in Verbund gebracht wird, wobei das Textilmaterial nach der Methode der Induktiven Rotation (IR) hergestellt wird. Die permanente Oszillation von loser und dichter Bewehrung bzw. Armierung in aperiodischer Ordnung begründet eine Unregelmäßigkeit bzw. Inhomogenität im Verbundwerkstoff.

Die Herstellung des Textilmaterials nach der Methode der Induktiven Rotation (IR) erfolgt mittels Computer-gesteuerter Webmaschinen, vgl. insbesondere auch AT 512 060 A. Von besonderem Vorteil ist es dabei, wenn technische Textilien, die eine Kombination von periodischen und aperiodischen Gewebestrukturen

aufweisen, in die bettende Matrix mehrlagig in Verbund gebracht werden. Auch ist es vorteilhaft, wenn eine Kombination von technischen Textilien, die je eine aperiodische Gewebestruktur aufweisen, in die bettende Matrix mehrlagig in Verbund gebracht wird.

Die Erfindung bezieht sich weiter auf die Verwendung eines technischen Textilmaterials mit aperiodischer Gewebestruktur, hergestellt mittels Computer-gesteuerter Webmaschinen nach der Methode der Induktiven Rotation, zum Einbetten in einer Matrix zur Herstellung eines textilen Verbundwerkstoffs.

Bei der vorliegenden Technik weisen die textilen Verbundwerkstoffe Strukturen mit aperiodischen Unterschieden in der Webdichte auf. Insbesondere durch einen Verbund mit mehreren Lagen von unterschiedlich aperiodisch gewebten und dadurch weiterreissfesteren Textilien kommt es zu einer dreidimensionalen Inhomogenität der Materialstruktur und zu einer höheren Rissfestigkeit. Infolge von aperiodisch auftretenden losen Bewehrungen bzw. Armierungen - und somit geplant aperiodisch auftretenden „Sollbruchstellen“ - wird gleichzeitig die Belastungsenergie nicht lokal wirksam, sondern entlang diesen Stellen in das Material abgeleitet, d.h. „delokalisiert“. Der Verbundwerkstoff wird so insgesamt robuster gegen Fehlbelastungen, da sich jede gerichtete Belastungskraft durch die aperiodisch auftretenden Sollbruchstellen in ständig neuen Richtungsänderungen verliert und abschwächt. So kommt es zur Delokalisierung des Schadens von Fehlstellen im Material und damit zur Fehlertoleranz.

Bei der vorliegenden Technik sind alle Verfahren zum Herstellen von textilen Verbundwerkstoffen anwendbar, die in die bettende Matrix des jeweiligen Materials ein- oder mehrlagig aperiodisch gewebte Textilien - und somit nicht ein- oder mehrlagig

periodisch gewebte Textilien allein (wie z.B. in Leinwandbindung gewebte Textilien) - in Verbund bringen können. Darüber hinaus kann aber auch eine kombinierte Überlagerung von periodischen und aperiodischen Geweben bei der Herstellung von Verbundwerkstoffen angewendet werden, um die bisher mit periodisch gewebten Textilien verbundenen Materialien zu verbessern, ohne dabei ihre bisherigen Grundstrukturen zu verlieren. Diese Verfahren sind bevorzugt bei der Herstellung von Faserverbundwerkstoffen, aber auch bei Schichtverbundwerkstoffen anwendbar, wobei die Komponenten eines Verbundwerkstoffs selbst wieder Verbundwerkstoffe sein können.

Bei der Herstellung von aperiodisch gewebten Textilien können die rekursiven Verfahren der Induktiven Rotation (IR) gemäß AT 512 060 A angewendet werden, wobei vor allem die Drei-Schritt-IR-Methode für die vorliegende Gewebe-Herstellung von Bedeutung ist. Dabei wird ein Gewebe mit Hilfe einer Computer-gesteuerten Webmaschine hergestellt, wobei ein Gewebemuster mit einer quadratischen Grundfigur, die einem Kreuzungspunkt von Fäden entspricht, im Gewebe mehrfach angeordnet wird, wie nachfolgend noch näher erläutert wird.

Die Computer-Steuerung erfolgt derart, dass an einer quadratischen Ausgangsfigur, die sich aus mehreren quadratischen Grundfiguren, also mehreren Kreuzungspunkten von Fäden, zusammensetzt, in einer Seiten-Mitte ein randseitiger Rotationspunkt festgelegt wird, um den dann drei Kopien dieser Ausgangsfigur sukzessive um 90° , 180° und 270° gedreht und fächerartig hintereinander positioniert werden, um eine zusammengesetzte Figur zu erhalten, welche dann ihrerseits als Ausgangsfigur für eine entsprechende nachfolgende fächerartige Zusammensetzung ihrer sukzessiv um 90° , 180° und 270° gedrehten Kopien festgelegt wird, um so iterativ beliebig große Figuren aus Kreuzungspunkten von Fäden entsprechend dem Gewebe zu entwickeln,

wobei im Gewebe die Fäden einander aperiodisch und asymmetrisch oberhalb und unterhalb kreuzen. Dabei sind die Grundfiguren bei Drehung nicht invariant. Zuzufolge einer präzisen Überlappung der Figuren erzeugt die Drei-Schritt-IR-Methode gleichzeitig ein zweites, paralleles, verdecktes, aperiodisches und asymmetrisches Gewebemuster, ein Hintergrund-Gewebemuster, das exakt dahinter liegt und unterschiedlich zu dem im Vordergrund sichtbaren Gewebemuster ist. Das Hintergrund-Gewebemuster kann ergänzend als zweites überlagerndes Gewebe in Verbund gebracht werden und den Verbundwerkstoff dreidimensional erheblich verstärken.

Zur weiteren Erläuterung wird auf die AT 512 060 A verwiesen.

Ein Faser-Verbundwerkstoff besteht im Allgemeinen aus zwei Hauptkomponenten: einer bettenden Matrix und verstärkenden Fasern. Durch gegenseitige Wechselwirkungen der beiden Komponenten erhält dieser Werkstoff höherwertige Eigenschaften, als jede der beiden einzeln beteiligten Komponenten für sich hat.

Im Unterschied zu Verbundwerkstoffen wie Stahlbeton wird mit der Einführung (extrem) dünner Fasern unter anderem der Effekt einer spezifischen Festigkeit genutzt. Um die Festigkeit in verschiedene Richtungen zu beeinflussen, werden statt einzelner Fasern Gewebe oder Gelege verwendet, die vor dem Kontakt mit der Matrix hergestellt werden.

Neben Geweben aus Kohlenstoff-, Keramik-, Aramid-, Bor-, Basalt-, Stahl-, Natur- und Nylonfasern sind es vor allem Glasfasertextilien, die im Verbund mit Kunststoff, aber auch Beton, Metall, Keramik und Kohlenstoff verwendet werden. Bei den Faser-Kunststoff-Verbund-Werkstoffen sind insbesondere kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK), glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK), aramidfaserverstärkter Kunststoff

(AFK), naturfaserverstärkter Kunststoff (NFK) sowie Wood-Plastic-Composites (WPC) zu nennen.

Bei der Herstellung von Verbundwerkstoffen mit textilen Geweben hat neben den stofflichen Eigenschaften der Komponenten im Allgemeinen auch deren Geometrie eine Bedeutung (Größe, Form usw.). Die geometrischen Zusammenhänge hinsichtlich ihrer periodischen und aperiodischen Strukturordnung blieben aber bisher insbesondere auch in der Netztheorie, eine Entwurfsmethode für Faser-Kunststoff-Verbunde, unberücksichtigt.

Zur ergänzenden Veranschaulichung wird das vorliegende Verfahren nachfolgend exemplarisch in Zusammenhang mit kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff (CFK) und textilbewehrtem Beton (Textilbeton) sowie anhand der Zeichnung noch näher erläutert. Im einzelnen zeigen dabei in der Zeichnung:

Die Fig. 1a bis 1c schematisch verschiedene Stufen einer 3-Schritt-IR-Methode;

Fig. 2 und Fig. 3 zwecks zusätzlicher Veranschaulichung schematische Darstellungen ähnlich Fig. 1c, jedoch mit variierten Grundfiguren zur Verdeutlichung von verschiedenen Rotationen sowie von einander aperiodisch kreuzenden Linien als schematische Veranschaulichung des jeweiligen Gewebes;

die Fig. 4a bis 4e ein Gewebe, das aperiodisch gewebt ist, und zwar in einem schematischen Schnitt (Fig. 4a), in schematischer Draufsicht (Fig. 4b) sowie mit schematischer Darstellung von Grundelementen (Fig. 4c-4e);

die Fig. 5a und 5b in schematischem Schnitt bzw. schematischer Draufsicht ein periodisches Gewebe;

Fig. 5c mehrere Lagen eines solchen periodischen Gewebes gemäß Fig. 5a und 5b;

die Fig. 6a bis 6e Darstellungen - ähnlich Fig. 4a bis 4e - eines anderen aperiodischen Gewebes; und

die Fig. 7a und 7b in schematischen Schnitt- bzw. in schematischer Draufsicht ein doppeltes Gewebe, entstanden durch die Überlagerung von Geweben gemäß Fig. 4 und Fig. 6.

Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) bezeichnet einen Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoff, bei dem Kohlenstofffasern, meist in mehreren Lagen, als Verstärkung in eine Kunststoff-Matrix eingebettet werden.

Die Matrix besteht beispielsweise aus Duromeren, z.B. Epoxidharz, aus Thermoplasten oder aus Biopolymeren. Für thermisch hochbelastete Bauteile kann die Kohlenstofffaser auch in einer Matrix aus Keramik gebunden werden.

Die Festigkeit eines CFK-Verbundmaterials ist, wie bei allen Faser-Matrix-Verbunden, in Faserrichtung wesentlich höher als quer zur Faserrichtung. Quer zur Faser ist die Festigkeit geringer als bei einer unverstärkten Matrix. Deshalb werden einzelne Faserlagen in verschiedenen Richtungen verlegt. Um die Festigkeit in verschiedenen Richtungen zu beeinflussen, werden meist gewebte Fasertextilien - bisher in periodischer Leinwandbindung (s. Fig. 5) - verwendet, die vor dem Kontakt mit der Matrix hergestellt werden und auch überlagert (s. Fig. 5c) in Verbund kommen.

Bei Textilbeton werden technische Textilien, in der Regel Gelege, benutzt. Als Fasermaterial werden Textilien aus Hochleistungsendlasfasern wie z. B. aus alkaliresistentem Glas

oder Carbon betrachtet, die den großen Vorteil haben, nicht zu rosten. Vorgesehen ist nun die Verwendung von textilen Geweben aus Garnen solcher Faserwerkstoffe, die sich wiederum aus vielen Endlosfasern (Filamenten) zusammensetzen und sich zu gitterartigen aperiodischen Webstrukturen verarbeiten lassen. Aus Überlagerungen von zwei oder mehreren derartigen aperiodischen Textilien im Verbund mit hochfestem Feinbeton in Sandwich-Methode resultiert dreidimensional inhomogener rissfester Textilbeton, der durch die Delokalisierung des Schadens bedeutend robuster gegen Fehlbelastungen und Fehlstellen im Feinbeton ist als herkömmlicher Textilbeton.

Bei der vorliegenden Technik werden mittels Computergesteuerter Textilmaschinen nach der Drei-Schritt-IR-Methode aperiodisch gewebte Fasertextilien verwendet. Durch mehrfache Überlagerung derartiger Textilgewebe kommt es im Verbund dreidimensional in allen Richtungen zu einer aperiodischen Faserverstärkung bzw. Materialbewehrung. Durch diese aperiodische Armierung wird eine höhere Rissfestigkeit des Verbundwerkstoffes erreicht, und vor allem ist durch die Delokalisierung des Schadens eine größere Toleranz gegenüber Fehlbelastungen gegeben. Dies hilft gerade für die Herstellung von Hochleistungskonstruktionsbauteilen und kann die meist sehr aufwendigen Behandlungen und Beschichtungen der Fasern, um diese Festigkeit zu erreichen, ersparen.

Da bei der Drei-Schritt-IR-Methode unterschiedliche Ausgangsfiguren (= Prototiles) unterschiedliche Aperiodizitäten der textilen Bindung zur Folge haben, können so die Herstellungsart und die Geometrie der Textilien entsprechend der verwendeten Ausgangsfigur variiert und maßgeschneidert für verschiedenste Anwendungen bereitgestellt werden.

Die grundsätzliche Vorgangsweise bei der Drei-Schritt-IR-Methode wird vorab anhand der Fig. 1 bis 3 beispielhaft allgemein

erläutert, wobei exemplarisch die Ausgangsfiguren jeder Iteration im Uhrzeigersinn gedreht werden und der zentrale östlichste, d.h. am weitesten rechte Punkt der Ausgangsfiguren, als Rotationspunkt festgelegt wird.

In Fig 1a ist eine quadratische Grundfigur Q dargestellt, die sich aus mehreren quadratischen Grundfiguren, also mehreren Kreuzungspunkten von Fäden, zusammensetzt. Diese Grundfigur Q wird gemäß Fig. 1b in aufeinanderfolgenden Schritten kopiert und um die Grundfigur-Position verdreht, vgl. die Schritte $R(0)$, $R'(0)$, $R^{3'}(0)$, $R''(0)$, $R'''(0) = R1$. Die so erhaltene komplexere Figur $R(1)$ kann in entsprechender Weise durch Kopieren und Rotieren zu einer noch komplizierteren Figur umgewandelt werden, vgl. die Schritte bzw. Iterationen der Rekursion Q , $R(1)$, $R(2)$, $R(3)$ in Fig. 1c.

In den Figuren 2 und 3 sind der Fig. 1c entsprechende Gewebestruktur-Darstellungen, zur besseren Veranschaulichung einerseits mit unterschiedlichen Pfeilen sowie andererseits in Form von Fadenkreuzungspunkten, veranschaulicht.

Fig. 2 ist eine Darstellung ähnlich Fig. 1c, wobei die Ausgangsfigur Q für die Drei-Schritt-IR-Methode in mit unterschiedlichen Pfeilen angegebene Teile unterteilt ist, um so das erzielbare Muster - auch im Hinblick auf die Asymmetrie und Aperiodizität beim vorliegenden Webverfahren - besser zu veranschaulichen.

Fig. 3 ist ebenfalls eine Darstellung ähnlich Fig. 1c, wobei hier die Herstellung eines aperiodischen Gewebes, wie in Fig. 4a und 4b dargestellt, veranschaulicht wird; dabei ist die Ausgangsfigur Q für die Gewebeherstellung nach der Drei-Schritt-IR-Methode aus einem Satz von Vier-Webknoten entsprechend vier Webfaden-Kreuzungspunkten gebildet; vgl. auch Fig. 4c, 4d, 4e. Es entsteht

ein Netz von Linien (dunkle Linien entsprechen Fäden), die einander aperiodisch unterhalb bzw. oberhalb queren; vgl. Fig. 4b.

Aperiodische Unterschiede in der Web-Dichte führen zu entsprechenden aperiodischen Textilkonzentrationen.

Von der Staatlichen Versuchsanstalt für Textil und Informatik, Wien, wurde die Prüfung eines gemäß der Drei-Schritt-IR-Methode mittels einer Computer-gesteuerten Jacquard Webmaschine aperiodisch gewebten Textils nach EN ISO Normen durchgeführt, s. nachfolgendes Prüfprotokoll (Tabelle). In der Tabelle ist dieses aperiodisch gewebte Textil, das die wie in Fig. 6b dargestellte Webstruktur aufweist, als „IR Prototyp“ bezeichnet. Unter exemplarischer Verwendung von „Tencel“ Viskose-Spinnfasern wurde im Vergleich zu periodischen Geweben wie mit Krepp- und Köperbindungen derselben Kett- und Schussdichte eine höhere Weiterreissfestigkeit sowohl in Kett- als auch in Schussrichtung festgestellt. Darüberhinaus wies diese Prüfung aufgrund der aperiodisch auftretenden losen Webdichten, wie zu erwarten, eine eklatant höhere Luftdurchlässigkeit aus. Dabei blieb die Höchstzugkraft in Kettrichtung gleich bzw. erhöhte sie sich sogar in Schussrichtung geringfügig.

Merkmal	Prüfnorm	Muster 1	Muster 2	Muster 3	Muster 4	Muster 5
Bindung		IR Prototyp	Krepp	Köper K1/3Z	Leinwand	Atlas A1/7Z5
Flächengewicht [g/m ²]	EN 12127	145	145	145	135	155
Fasermaterial, Viskose-Spinnfasern		Tencel	Tencel	Tencel	Tencel	Tencel
Feinheit Kette (Zwirn)		10 tex x 2	10 tex x 2	10 tex x 2	10 tex x 2	10 tex x 2
Feinheit Schuss (Garn)		10 tex	10 tex	10 tex	10 tex	10 tex
Kettdichte [Fd/cm]		45	45	45	45	45
Schussdichte [Fd/cm]		35	35	35	25	48
Luftdurchlässigkeit [l/(min.dm ²)]	EN ISO 9237	255	140	66	46	190
Höchstzugkraft Kettrichtung [daN]	EN ISO 13934	152	152	150	156	150
Höchstzugkraft Schussrichtung [daN]	EN ISO 13934	50,7	50,2	49,2		
HK-Dehnung Kettrichtung [%]	EN ISO 13934	15,9	17,3	16,2	18,9	13,1
HK-Dehnung Schussrichtung [%]	EN ISO 13934	11,4	11,0	9,0		
Weiterreißkraft Kettrichtung [N]	EN ISO 13937	45,5	36,8	33,4		
Weiterreißkraft Schussrichtung [N]	EN ISO 13937	63,2	58,6	51,4		

Quelle: Staatliche Versuchsanstalt für Textil und Informatik,
Wien, 9.1.2014

Im Verbundwerkstoff ist somit eine höhere Rissfestigkeit und gleichzeitig eine höhere Fehlertoleranz vor allem infolge der aperiodisch eingewebten Sollbruchstellen (Delokalisierung der Belastungskraft bzw. Verteilung des Schadens auf das Material insgesamt) zu erwarten.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Ausschnitts eines aperiodischen Gewebes, erhalten auf der Basis der Konfiguration gemäß Fig. 3; dabei ist in Fig. 4a ein schematischer Querschnitt durch dieses aperiodische Textilgewebe und in Fig. 4b eine schematische Draufsicht auf dieses Gewebe gezeigt. Die Fig. 4c, 4d und 4e veranschaulichen schematisch die entsprechenden quadratischen Einheiten dieses aperiodischen Gewebes.

Wie aus Fig. 4a und 4b ersichtlich ist, sind Textilfasern 1, nämlich Kettfäden 2 sowie Schussfäden 3, in eine einbettende Matrix 4 eingebettet, wodurch ein Verbundwerkstoff 5 erhalten ist.

Die Aperiodizität des so erhaltenen Verbundwerkstoffs 5 gemäß Fig. 4a und 4b ergibt sich unmittelbar bei einem Vergleich mit dem periodischen Gewebe gemäß Fig. 5a und 5b, in den immer abwechselnd ein jeweiliger Kett- bzw. Schussfaden einen Schuss bzw. Kettfaden oberhalb und unterhalb kreuzt. Auch in Fig. 5a und 5b sind in dem gezeigten - periodischen - Gewebe die Textilfasern 1, nämlich Kettfäden 2 und Schussfäden 3, in eine Matrix 4 eingebettet, um so einen entsprechenden Verbundwerkstoff 5 zu erhalten.

Mehrere derartige Gewebelagen können räumlich übereinander angeordnet werden, um so durch diese Überlagerung einen textilen Verbundwerkstoff 5 in 3D-Format zu erhalten, s. Fig. 5c, wo die einzelnen - hier periodischen, regelmäßigen - Gewebelagen in eine Matrix 4 eingebettet sind.

Durch einen Vergleich der Fig. 4b (auch Fig. 4a) mit der Fig. 5b (oder Fig. 5a) ergibt sich unmittelbar der Unterschied zwischen einer aperiodischen Gewebestruktur (Fig. 4) und einer periodischen Struktur (Fig. 5).

In Fig. 6a und 6b ist in entsprechenden Ansichten (schematische Schnittansicht bzw. schematische Draufsicht) analog wie gemäß in Fig. 4a und 4b eine weitere aperiodische Gewebestruktur veranschaulicht, die durch andere Ausgangsfiguren, wie in Fig. 6c, 6d und 6e gezeigt, generiert wurde.

In Fig. 7a und 7b ist schließlich ein textiler Verbundwerkstoff 5' veranschaulicht, der durch Überlagerung von zwei unterschiedlich aperiodisch gewebten Textilien, nämlich wie in Fig. 4 und 6 gezeigt, gebildet ist. Die beiden Gewebelagen sind dabei mit A bzw. B bezeichnet, wobei jeweils wiederum eine

einbettende Matrix 4 für die Einbettung von Kettfäden 2 und Schussfäden 3 gegeben sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von textilen Verbundwerkstoffen, wobei textiles Material in eine Matrix (4) eingebettet wird, dadurch gekennzeichnet, dass in die Matrix (4) ein technisches Textilmaterial mit aperiodischer Gewebestruktur ein- oder mehrlagig in Verbund gebracht wird, wobei das Textilmaterial nach der Methode der Induktiven Rotation (IR) hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass technische Textilien, die eine Kombination von periodischen und aperiodischen Gewebestrukturen aufweisen, in die bettende Matrix (4) mehrlagig in Verbund gebracht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kombination von technischen Textilien (A, B), die je eine aperiodische Gewebestruktur aufweisen, in die bettende Matrix (4) mehrlagig in Verbund gebracht wird.

4. Textiler Verbundwerkstoff mit in einer Matrix (4) eingebettetem textilen Material, dadurch gekennzeichnet, dass in die Matrix (4) ein technisches Textilmaterial mit aperiodischer Gewebestruktur ein- oder mehrlagig in Verbund gebracht ist, wobei das Textil-Material nach der Methode der Induktiven Rotation (IR) hergestellt ist.

5. Textiler Verbundwerkstoff nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass technische Textilien, die eine Kombination von periodischen und aperiodischen Gewebestrukturen aufweisen, in die bettende Matrix (4) mehrlagig in Verbund gebracht sind.

6. Textiler Verbundwerkstoff nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass technische Textilien (A, B), die je eine aperiodische Gewebestruktur aufweisen, in die bettende Matrix (4) mehrlagig in Verbund gebracht sind.

7. Verwendung eines technischen Textilmaterials mit aperiodischer Gewebestruktur, hergestellt mittels Computer-gesteuerter Methode der Induktiven Rotation, zum Einbetten in einer Matrix (4), zur Herstellung eines textilen Verbundwerkstoffs.

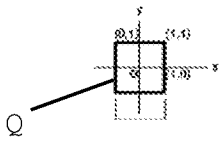
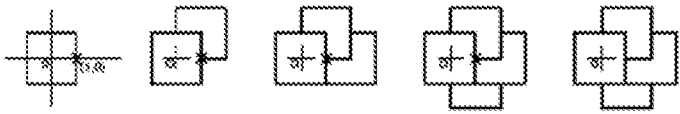
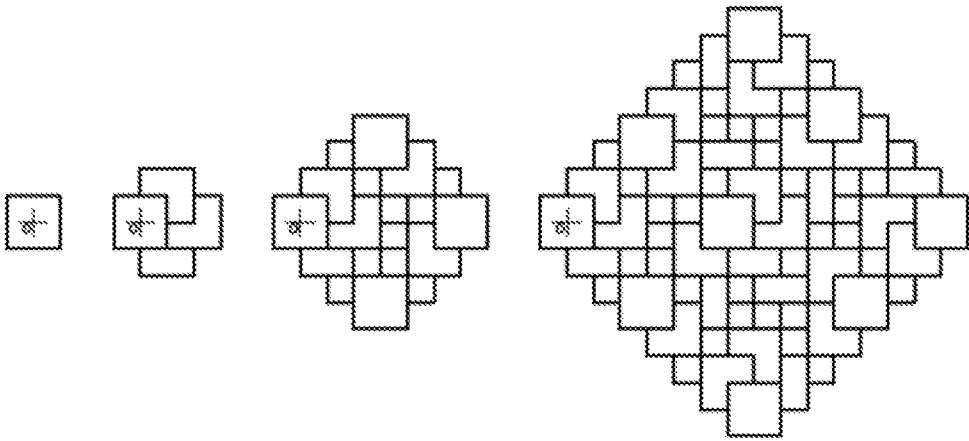


Fig. 1 a



$$R(0) \quad R'(0) \quad R''(0) \quad R'''(0) = R(1)$$

Fig. 1b



$$Q \quad R(1) \quad R(2) \quad R(3)$$

Fig. 1c

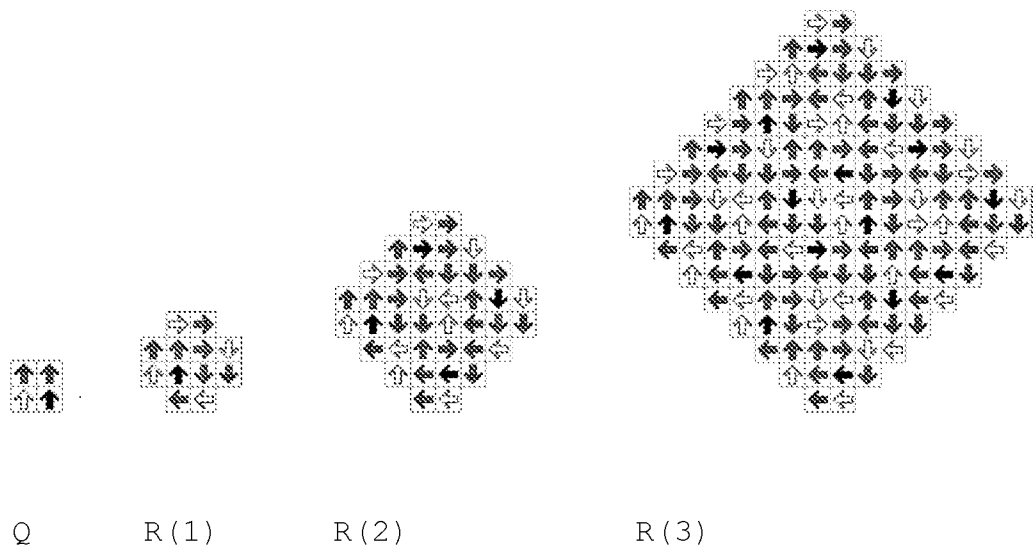


Fig. 2

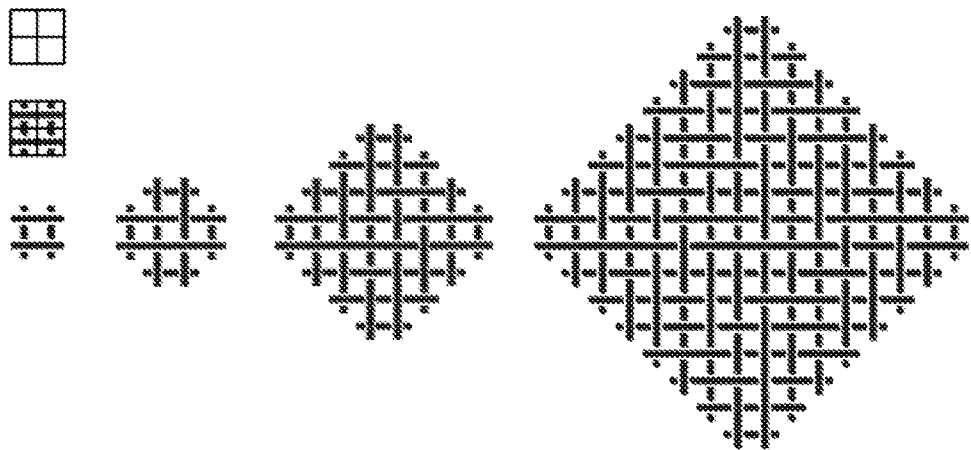


Fig. 4a

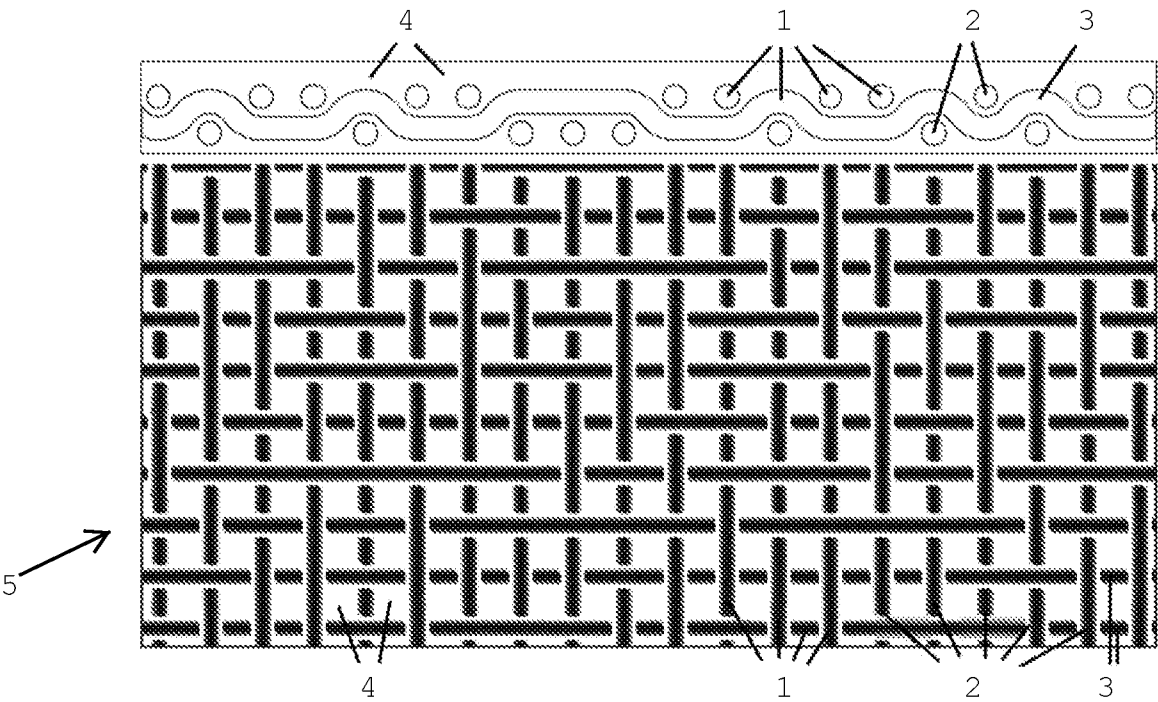


Fig. 4b

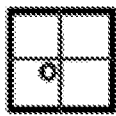


Fig. 4c

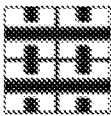


Fig. 4d



Fig. 4e

Fig. 5a

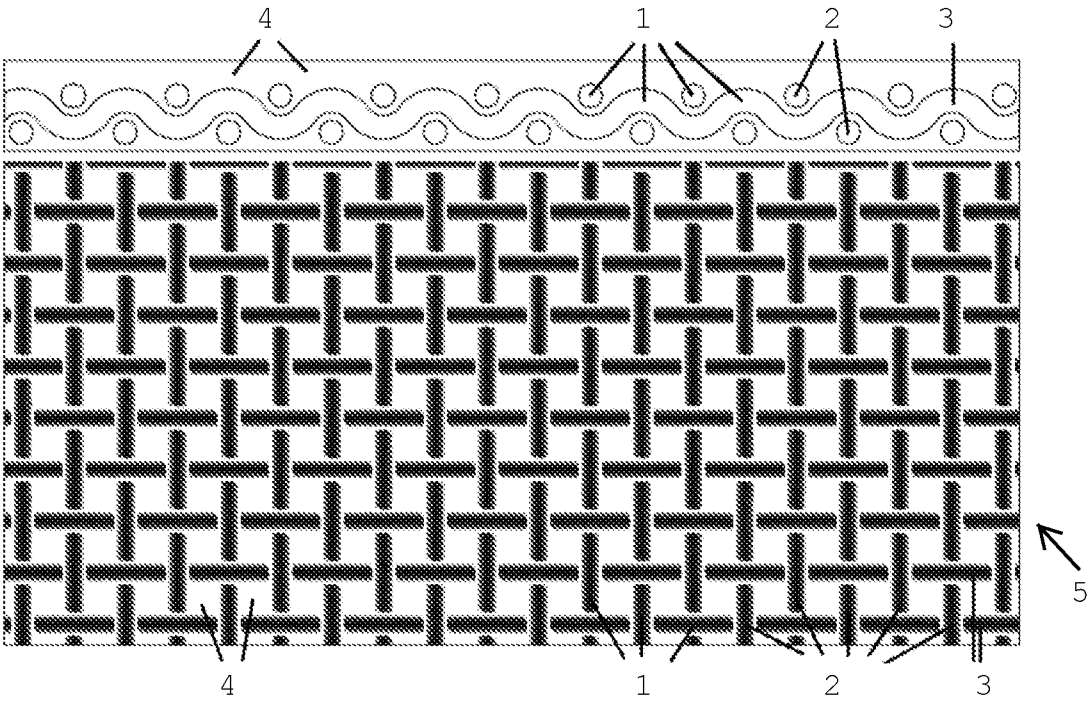


Fig. 5b

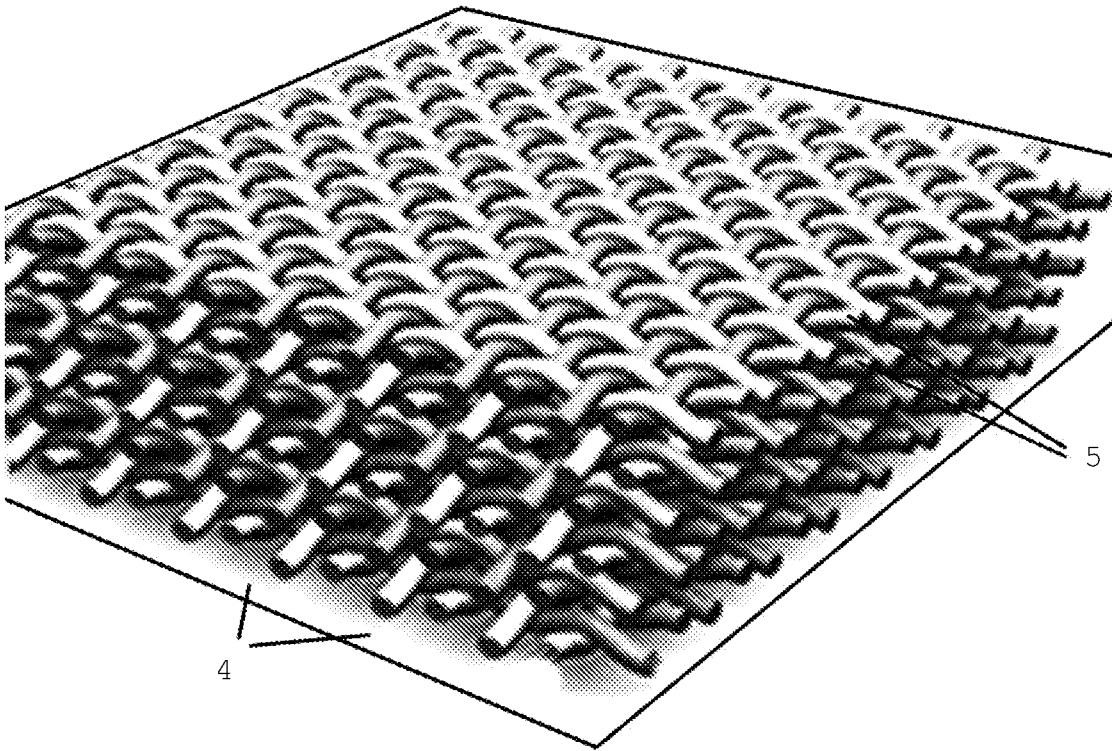


Fig. 5c

Fig. 6a

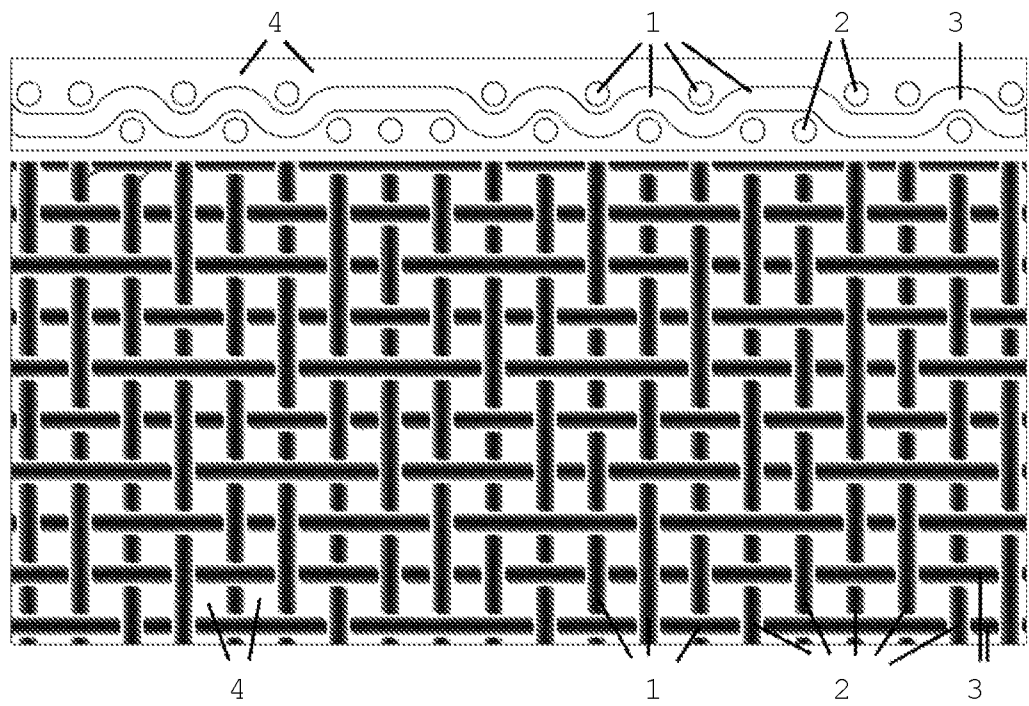


Fig. 6b

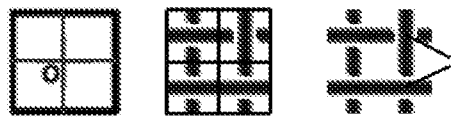


Fig. 6c

Fig. 6d

Fig. 6e

Fig. 7a

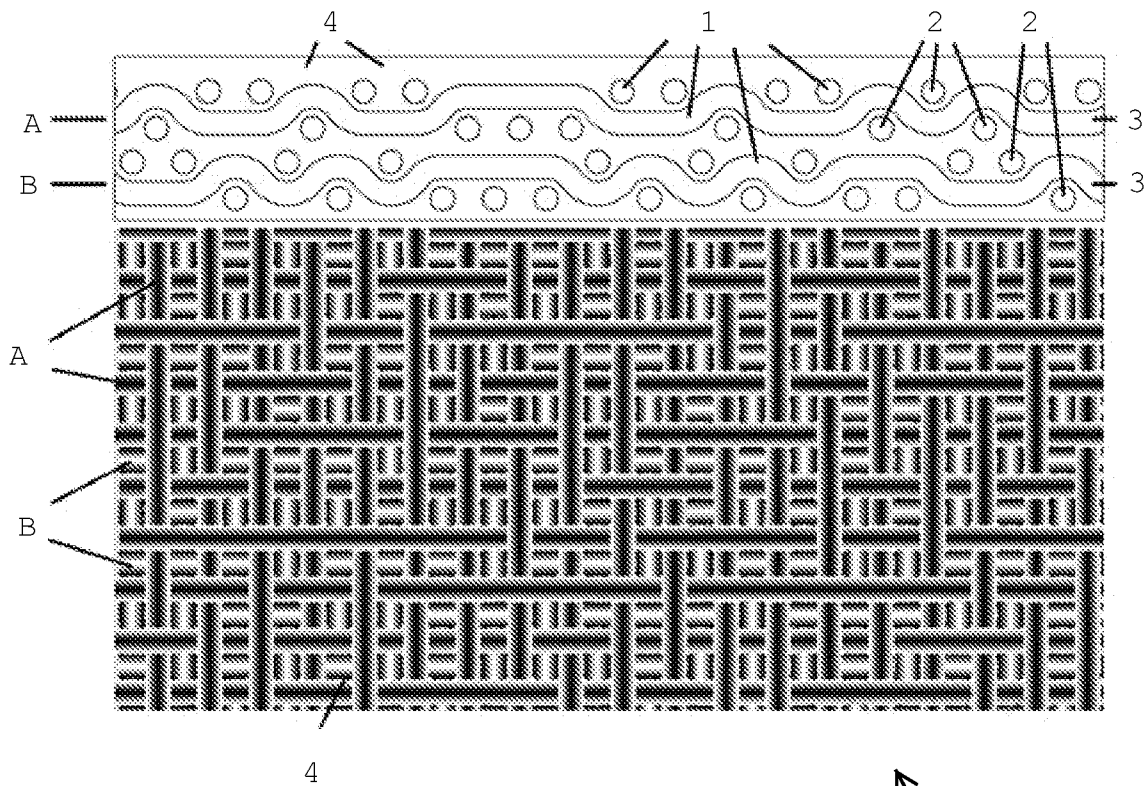


Fig. 7b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2015/050045

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	B32B5/02 B32B1/04	B32B5/12 B32B3/02
	B32B5/22 D03D13/00	B32B5/24 B32B5/26
ADD.		
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 D03D		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	AT 512 060 A2 (HOFSTETTER KURT [AT]) 15 May 2013 (2013-05-15) cited in the application page 11 - pages 15-16 -----	1-3
X	US 2009/247034 A1 (GOERING JONATHAN [US] ET AL) 1 October 2009 (2009-10-01) paragraph [0008]; claims 1,3, 8, 10, 18 -----	4-7
Y	-----	1-3
A	EP 0 493 196 A1 (CHAIGNAUD IND [FR]) 1 July 1992 (1992-07-01) claims 1,7,15; figures 1-5 -----	1-7
☐ 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 18 May 2015		Date of mailing of the international search report 09/06/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Derz, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2015/050045

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
AT 512060	A2	15-05-2013	NONE
US 2009247034	A1	01-10-2009	AU 2009231874 A1 08-10-2009
			CA 2720143 A1 08-10-2009
			CN 102046865 A 04-05-2011
			EP 2271798 A1 12-01-2011
			JP 5659144 B2 28-01-2015
			JP 2011516743 A 26-05-2011
			KR 20110003512 A 12-01-2011
			RU 2010140193 A 10-05-2012
			TW 200946729 A 16-11-2009
			US 2009247034 A1 01-10-2009
			WO 2009123960 A1 08-10-2009
EP 0493196	A1	01-07-1992	AT 177795 T 15-04-1999
			DE 69131008 D1 22-04-1999
			EP 0493196 A1 01-07-1992
			FR 2671111 A1 03-07-1992

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B32B5/02 B32B1/04	B32B5/12 B32B3/02
	B32B5/22 D03D13/00	B32B5/24 B32B5/26
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B32B D03D		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	AT 512 060 A2 (HOFSTETTER KURT [AT]) 15. Mai 2013 (2013-05-15) in der Anmeldung erwähnt Seite 11 - Seiten 15-16 -----	1-3
X	US 2009/247034 A1 (GOERING JONATHAN [US] ET AL) 1. Oktober 2009 (2009-10-01) Absatz [0008]; Ansprüche 1,3, 8, 10, 18 -----	4-7
Y	EP 0 493 196 A1 (CHAIGNAUD IND [FR]) 1. Juli 1992 (1992-07-01) Ansprüche 1,7,15; Abbildungen 1-5 -----	1-3
A		1-7
☐ 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
18. Mai 2015		09/06/2015
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 Derz, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2015/050045

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 512060	A2	15-05-2013	KEINE
US 2009247034	A1	01-10-2009	AU 2009231874 A1 08-10-2009
			CA 2720143 A1 08-10-2009
			CN 102046865 A 04-05-2011
			EP 2271798 A1 12-01-2011
			JP 5659144 B2 28-01-2015
			JP 2011516743 A 26-05-2011
			KR 20110003512 A 12-01-2011
			RU 2010140193 A 10-05-2012
			TW 200946729 A 16-11-2009
			US 2009247034 A1 01-10-2009
			WO 2009123960 A1 08-10-2009
EP 0493196	A1	01-07-1992	AT 177795 T 15-04-1999
			DE 69131008 D1 22-04-1999
			EP 0493196 A1 01-07-1992
			FR 2671111 A1 03-07-1992