

(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
25. Januar 2007 (25.01.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/009280 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B29C 73/20 (2006.01) **B29C 67/24** (2006.01)
B60C 19/12 (2006.01) **B32B 5/20** (2006.01)
B29C 44/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH2006/000366

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Juli 2006 (12.07.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
1179/05 15. Juli 2005 (15.07.2005) CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **PROSPECTIVE CONCEPTS AG** [CH/CH];
Flughofstrasse 41, CH-8152 Glattpfug (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LUCHSINGER, Rolf**
[CH/CH]; Blindenholzstrasse 25, CH-8610 Uster (CH).

SPECK, Thomas [DE/DE]; Im Winkel 1B, 79227 Schall-
stadt (DE). **SPECK, Olga** [DE/DE]; Im Winkel 1B, 79227
Schallstadt (DE).

(74) Anwalt: **DR. R.C. SALGO + PARTNER PATENTAN-
WÄLTE AG**; Rütistrasse 103, CH-8636 Wald (CH).

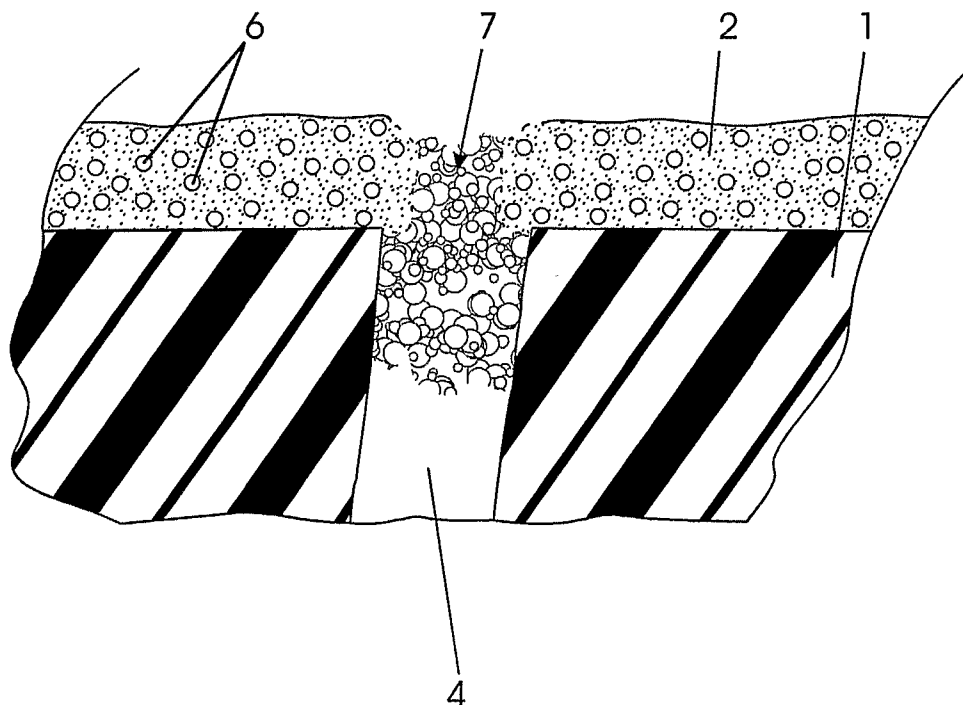
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SELF-HEALING MEMBRANE

(54) Bezeichnung: SELBSTTHEILENDE MEMBRAN



(57) Abstract: The invention relates to a membrane that heals on its own after being damaged mechanically as well as a method for producing said membrane which is used for pneumatic structures featuring an internal operating pressure of 10 mbar to 500 mbar. The inventive membrane is provided with a plastic layer on the pressure side, said plastic layer being interspersed with blisters that have a diameter ranging from 10µ to 200µ.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/009280 A1



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, 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).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

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.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung stellt eine bei mechanischer Verletzung selbstheilende Membran bzw. ein Verfahren zur Herstellung dieser Membran für pneumatische Strukturen mit einem Betriebs-Innendruck von 10 mBar bis 500mBar zur Verfügung, wobei die Membran auf der Druckseite eine Kunststoffschicht aufweist, die mit Blasen im Bereich von Bereich von 10µ - 200µ Durchmesser durchsetzt ist.

Selbstheilende Membran

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Membran, welche nach mechanischer Verletzung im Sinne eines Einstiches oder eines Ein- bzw. Durchschusses mit einer kleinkalibrigen Waffe in der Lage ist, diese Verletzung ohne äusseres Dazutun zu verschliessen.

Das Verfahren richtet sich nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, das mit dem Verfahren hergestellte Produkt nach jenem des Anspruches 12.

10

Bei der vorliegenden Erfindung geht es um pneumatische Strukturen, wie sie beispielsweise aus den Europäischen Patentschriften EP 1 239 756, EP 1 210 489, den Europäischen Patentanmeldungen EP 03 700 039 und EP 03 764 875 und der Internationalen Veröffentlichung WO 2005/007991 bekannt geworden sind.

15

EP 1 239 756 zeigt eine pneumatische Liege oder Sitzbank, die keine horizontale Auflage als Unterlage benötigt. Sie kann rasch betriebsbereit aufgestellt und mit kleinem Platzbedarf wieder verstaut werden. Die Anordnung der Tragkammern kann derart ausgebildet werden, dass die Liege selbst in der Art einer Tragkonstruktion ausgebildet ist.

20

EP 1 210 489 zeigt ein pneumatisches Bauelement in der Art eines aufblasbaren rohrförmigen Höhlkörpers, der auftretende Zug- und Schubkräfte aufnehmen kann, ohne dass er einknickt. Das Bauelement kann leicht zu komplexeren Bauteilen wie Dächern bzw. Brücken zusammengefügt werden, wobei die Aufrichtung sehr schnell erfolgt.

25

EP 1 554 158 (EP 1 210 489) zeigt ein adaptives pneumatisches Sitz- und Lehnkissen für Fahrzeuge und Flugzeuge, das trotz der gegebenen Grundstruktur der Luftkammern den konventionellen Schaumstoffkissen entsprechend hohen Sitzkomfort bietet und gegenüber diesen eine spürbare Gewichtsersparnis bringt.

30

- 2 -

WO 2004/009400 (EP 03 764 875) zeigt ein adaptives pneumatisches Sitz- und Lehnkissen für Fahrzeuge und Flugzeuge, das trotz der gegebenen Grundstruktur der Luftkammern den konventionellen Schaumstoffkissen entsprechend hohen Sitzkomfort bietet, gegenüber diesen eine spürbare Gewichtser-
5 sparnis bringt und zudem einfach auf bestehende Sitzschalenkonstruktionen ausgelegt werden kann.

WO 2005/007991 zeigt einen pneumatischen Träger. Das Bauelement kann leicht zu komplexeren Bauteilen wie Dächern bzw. Brücken zusammengefügt
10 werden, wobei die Aufrichtung sehr schnell erfolgt. Zudem kann das Bauelement leicht mit konventionellen, vorhandenen Baukonstruktionen verbunden werden.

Solchen pneumatische Strukturen ist unter anderem gemeinsam, dass sie ver-
15 gleichsweise wenig wiegen, d.h. leicht transportabel sind und, da deren Membran im luftentleerten Zustand wenig Raum einnimmt, raumsparend gelagert und transportiert werden können.

Diese pneumatischen Strukturen sind auf der einen Seite grossflächige Gebilde
20 mit Flächen von allenfalls mehreren hundert bis mehreren tausend Quadratmetern mit kleinen Überdrücken von der Grössenordnung 10 bis 500 mBar, anderseits kleinvolumige und kleinflächige Gebilde mit Überdrücken von 50 - 200 mBar, wie beispielsweise bei pneumatischen Sitzen.

25 In allen diesen Fällen ist das Entweichen von Druckgas - in der Regel Luft - zu vermeiden, um den genannten Betriebsinnendruck mindestens im notwendigen Minimum aufrecht zu erhalten.

Die Aufgabe, die sich für die vorliegende Erfindung stellt, ist es, ein Verfahren
30 bereit zu stellen, mit welchem eine Membran, welche bei solchen genannten pneumatischen Strukturen als Hülle zum Einsatz kommt, so herzurichten und zu verarbeiten, dass ein Loch der genannten Art in dieser Membran sich ohne Intervention schliesst.

Die Lösung der gestellten Aufgabe ist wiedergegeben im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 hinsichtlich der Hauptmerkmale des Verfahrens, im Patentanspruch 17 hinsichtlich der Hauptmerkmale der nach diesem Verfahren hergestellten Membran und im Anspruch 24 hinsichtlich der Hauptmerkmale einer erfindungsgemässen pneumatischen Struktur.

Durch mehrere Ausführungsbeispiele wird das Verfahren und die entsprechenden Verfahrensmerkmale anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäss hergestellte Membran,

Fig. 2 eine erste Art von Verletzungen,

15

Fig. 3 Fig. 2 nach Entfernen des verletzenden Gegenstandes,

Fig. 4 die erste Art von Verletzungen in einem vergrösserten Massstab.

20 Fig. 5 eine zweite Art von Verletzungen im Selbstheilungsprozess,

Fig. 6 eine Draufsicht auf eine auf die Schicht 2 aufzulegende Folie,

Fig. 7 eine Variante zu Fig. 6.

25

Fig. 8 einen Querschnitt einer zweiten Variante zum Verfahrensschritt gemäss Fig.6.

Im Querschnitt gemäss Fig. 1 durch eine Membran als Hülle einer pneumatischen Struktur ist die luftdichte Membran mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Als Membran 1 kommen beispielsweise in Frage: Gewebe aus Polyester, Nylon, Fiberglas, Aramiden, welche mit einem Kunststoff, wie PVC, PU, Silikon, Teflon® beschichtet sind, aber auch flexible Folien aus solchen genannten Ma-

terialien, falls die auftretenden Zugspannungen innerhalb der zulässigen Materialeigenschaften liegen.

Auf diese Membran 1 wird auf deren Innenseite mittels einer der bekannten
5 Techniken, also beispielsweise durch Rakeln, Walzen, Spritzen, eine dünne Schicht 2 aus einem Kunststoff aufgebracht, welche eine Vielzahl kleiner Gasblasen 3 enthält. Als Kunststoff wird hier beispielsweise Polyurethan verwendet.

10 Beispielsweise wurde mit PVC beschichtetes Polyestergewebe der Firma Duraskin[®] (Type III, Verseidag, Krefeld) mit verschiedenen handelsüblichen geschlossenen-porigen Polyurethanschäumen nach Anleitung der Hersteller beschichtet. Als besonders geeignet erwies sich dabei der Zwei-Komponenten Polyurethanschaum Polyfoam F5 (Polyconform GmbH).

15

Die oben erwähnten Gasblasen 3, die sich im Kunststoff der Schicht 2 befinden, können entweder durch einen raschen Mischvorgang des Kunststoffs in diesen eingetragen werden. Sie können aber auch durch den Polymerisationsvorgang entstehen und anschliessend durch Weglassen einer Vakuum-

20 Behandlung im Kunststoff belassen werden. Für den Erfolg des angestrebten Selbstheilungsvorgang einer Verletzung der Membran 1 haben sich Gasblasen im Bereich von 10 μ - 200 μ als vorteilhaft erwiesen. (Für die Untersuchung der durch die Schicht 2 beschichteten Membran 1 vorteilhaft war eine Anordnung mit einem Stereomikroskop (Olympus, SZX9) und angeschlossener Digitalkamera (Olympus DP12, Japan)).
25

Anschliessend wird die Membran 1 unter erhöhtem Druck polymerisiert. Die Polymerisationsparameter wie Druck und Temperatur können kunststoffspezifisch jedoch variieren. Wesentlich ist der erhöhte Druck, typischerweise 2
30 Bar.

Ein Überdruck über 5 bar führt zu einer gegenüber dem Überdruck von 2 Bar verschlechterten Selbstheilungs- oder Reparaturfähigkeit, die im Bereich derjenigen liegt, die bereits bei einer Polymerisation ohne Überdruck erreichbar

- 5 -

ist. Wie erwähnt, wurden die besten Resultate der Selbstheilung bei der Polymerisation unter Überdruck im Bereich von 2 Bar erreicht. Ebenfalls noch gute Resultate lieferte eine Polymerisation im Überdruckbereich von 2 bis 3 Bar. Immer noch deutlich bessere Resultate gegenüber der Polymerisation ohne
5 Überdruck liefert die Polymerisation im Bereich von 0.5 bis 4 Bar Überdruck.

Die verbesserten Reparatüreigenschaften können sowohl auf den erhöhten Innendruck der Schaumzellen bzw. Blasen (3) zurückgeführt werden als auch auf eine Konformationsänderung bzw. Strukturänderung innerhalb des
10 Schaums, die lediglich durch eine andere Anordnung des Materials einen positiven Einfluss auf das Reparatur-, d.h. Abdichtungsverhalten ausübt.

Das Reparaturverhalten konnte über die Bemessung der pro Flächeneinheit aufgetragenen Menge an zu polymerisierendem Kunststoff weiter verbessert
15 werden: Mit einer auf einer Fläche von ca. 20 cm² (kreisförmige Probe mit 5 cm Durchmesser) aufgetragenen Beschichtungsmenge im Bereich von 1 bis 2 g wurden bessere Resultate im Selbstheilungs- bzw. Reparaturverhalten erreicht, als mit einer ausserhalb dieses Bereichs liegenden Beschichtungsmenge. Als besonders vorteilhaft erwies sich dabei eine Beschichtungsmenge von
20 1,6 g. Dies entspricht einer Menge pro 100 cm² von 5 bis 10 g bzw. einer optimalen Menge von 8 g an Beschichtungsmaterial.

Schliesslich hat es sich ebenfalls als günstig erwiesen, die beschichtete Membran nach der Polymerisation zu lagern oder vor mechanischer Beanspruchung
25 zu schützen, d.h. die Zeitdauer bis zur möglichen ersten Verletzung hinauszuzögern. Eine Verbesserung der Reparaturfähigkeit der beschichteten Membran wurde bereits nach einer Woche beobachtet, wobei sich acht Wochen als besonders vorteilhaft erwiesen haben.

30 Falls eine Verletzung der Membran 1 durch einen Stich mit einem spitzen Gegenstand erfolgt, wird sich ein dadurch entstehendes Loch wie in Fig. 2 gezeigt, durch die elastischen Eigenschaften der Membran 1 zum Teil selbst schliessen. Übrig bleibt eine Fissur 5, wie in Fig. 3 dargestellt.

In Fig. 4 ist ein Ausschnitt des obersten Teiles der Fissur 5 abgebildet. Unter dem Einfluss des inneren Druckes der Gasblasen bzw. einer inneren Spannung der Schicht 2 schiebt sich ein Teil der Schicht 2 in die Fissur 5 und wird teilweise von der entweichenden Luft in diese hinein gedrückt; ein Vorgang der
5 Sekunden bis Minuten dauern kann. Dadurch wird der Querschnitt des Loches verringert und der Leckstrom stark unterbunden. Da in der Regel der Innendruck durch äussere Mittel wie Kompressoren oder - bei kleinen Innendruck-
10 den pneumatischen Strukturen - durch Ventilatoren aufrecht erhalten wird, zudem dieser Innendruck in aller Regel permanent überwacht wird, bleibt genügend Zeit für eine Intervention im Sinne einer Reparatur der Hülle der pneumatischen Struktur.

Bei kleinen Durchmessern von Fissuren 5 kann es auch zum gänzlichen Verschluss allein durch das Nachschieben der Schicht 2 kommen.

15 Bei grösseren Löchern 4 oder Löchern, welche durch stumpfe Gegenstände oder durch Projektile von Schusswaffen verursacht werden, führt der Selbstheilungseffekt, beschrieben anhand der Fig. 2 bis 4, allerdings nicht zu einem völligen Verschluss des Loches 4. Bei einer solchen Verletzung wird die Schicht
20 2 entlang einer grösseren Berandung eines Loches 4 aufgerissen. Um selbst in den genannten Fällen eine Selbstheilung zu ermöglichen, werden beispielsweise Präpolymere in geeigneter Form zur Verfügung gestellt, welche im Kontakt mit Luft und der in ihr enthaltenen Feuchtigkeit polymerisieren. Typischerweise bilden solche Polymere beim Kontakt mit der Luftfeuchtigkeit Blasen, welche
25 in das Loch 4 hineingezogen werden und dort vollends aushärten. Da die strukturellen Kräfte durch die Membran weiterhin aufgenommen werden, ist ein Loch in der Membran keine Schwächung, wenn dort ein Unterbruch des Kraftflusses wegen der kleineren Festigkeit von dessen Füllung vorliegt. Alternativ dazu können an Stelle von Präpolymeren auch Zweikomponenten-
30 Kunststoffe ebenfalls in geeigneter Form zur Anwendung gelangen.

In Fig. 5 ist ein erstes Ausführungsbeispiel dieses erfindungsgemässen zweiten Schrittes der Herstellungsverfahrens dargestellt. Hier werden in das Material der Schicht 2 eine Vielzahl von Mikrokapseln 6 eingemischt. Solche Mikrokap-

- 7 -

seln, typischerweise mit einem Durchmesser von etwa 100 μ , enthalten beispielsweise ein Monomer, andere einen Beschleuniger und/ oder einen Katalysator zum Bewirken einer Polymerisation des Monomers. Das Monomer kann auch ein Lösungsmittel enthalten, in welchem ein geeignetes Gas unter Druck
5 gelöst ist. Solche Techniken sind aus der Kunststoff-Technik bekannt. Ferner ist es möglich, in solche Mikrokapseln 6 ein Präpolymer einzuschliessen, welches vorzugsweise ebenfalls ein Lösungsmittel und ein unter Druck darin gelöstes Treibgas enthält. Werden solche Mikrokapseln 6 nun durch eine Verletzung - einen Einstich oder einen Durchschuss - zerrissen, so tritt an der Be-
10 randung des Loches aus einer Vielzahl von Mikrokapseln 6 deren Inhalt aus, bildet einen Schaum 7, der nun unter der Wirkung entweder des Katalysators oder der Luftfeuchtigkeit aushärtet und das Loch 4 dauerhaft verschliesst. Eine Haftung an den Wänden des Loches 4 tritt bei textilmarmierten Membranen 1 auch dann ein, wenn der in den Mikrokapseln 6 enthaltene Kunststoff sich mit
15 jenem der Schicht 2 oder jenem die Membran 1 dichtenden nicht oder nur schlecht verbindet, da eine Vielzahl von textilen Fasern freigelegt wird, an deren offenen Enden der aus den Mikrokapseln austretende Kunststoff haften kann. Andernfalls muss der Kunststoff der Membranbeschichtung auf jenen der Schicht 2 abgestimmt sein. Selbstverständlich und optimal sind die ge-
20 nannten Kunststoffe aufeinander abgestimmt, und das Dichtverhalten kann so optimiert werden.

Figur 6 ist eine Draufsicht auf eine Blisterfolie 8, welche in einer Vielzahl von Blistern 9 entweder ein Monomer oder in einer ausgewählten Verteilung ein
25 Monomer und einen geeigneten Polymerisationspartner, oder aber ein feuchtigkeitsaushärtendes Präpolymer mit Beschleuniger enthält. Die Grösse der Blister 9 kann in einem weiten Rahmen so ausgewählt und angepasst werden, dass sie, im Verbund mit den Abständen $\underline{a}$ der Blister 9, Gewähr dafür bietet, dass bei Verletzungen der Membran, welche über das Selbstheilungsvermögen
30 der Schicht 2 hinausgehen, mehrere solche Blister 9 aufgerissen werden. Darauf bildet sich, wie zu Fig. 5 beschrieben, ein Schaum, welcher in die Verletzung tritt und dort polymerisiert. Zwischen den Reihen von Blistern 9 im genannten Abstände $\underline{a}$ befinden sich in geeigneter Häufigkeit ein Abstand

- 8 -

$d > a$, welcher gestattet, die Blisterfolie auf der Schicht 2 durch Kleben oder Schweissen zu befestigen.

Selbstverständlich können die Blister 9 in jeder passenden Form erzeugt werden, und damit die Flächenbedeckung optimiert werden. Ebenso ist die Grösse der Blister 9 in weitem Bereich variabel.

In Fig. 7 ist eine Variante zum Ausführungsbeispiel von Fig. 6 dargestellt, ebenfalls in einer Draufsicht. Hier sind langgestreckte Blister 10 vorgesehen, welche, beispielsweise mit einem Monomer gefüllt sind. In einer zweiten Lage - nun auf der Rückseite der Blisterfolie 8 - sind weitere Blister 11 koinzident angeordnet (mit gepunktet dargestellter Berandung). Selbstverständlich können die Formen auch hier anders gewählt und die respektiven Grössenverhältnisse der Blister 10, 11 anders vorgesehen werden. Dem Erfindungsgedanken entspricht es, die Blister 10, 11 so anzuordnen, dass bei Verletzung eines Blisters 10 auch ein Blister 11 verletzt wird, so dass ein polymerisierender Kunststoff entsteht und in ein Loch 4 eindringen und dieses abdichten kann. Auch in diesem Ausführungsbeispiel kann ein Streifen $d > a$ vorgesehen werden, welcher gestattet - ohne Verletzung von Blistern 10, 11 - die Blisterfolie 8 mit der Schicht 2 zu verkleben oder zu verschweissen.

Eine Alternative zu den Verfahrensbeispielen von Fig. 6 und 7 ist in Fig. 8 dargestellt. Vor der Druckpolymerisation der Schicht 2 wird auf diese eine Blisterfolie 12 aufgelegt, welche gegenüber den bereits beschriebenen Blisterfolien 8 zusätzlich eine sich in die Fläche erstreckende Perforation aufweist, bestehend aus einer Vielzahl von kleinen Löchern 13, welche vorzugsweise eine Grösse von 0,1 bis 1,0 mm Durchmesser aufweisen. Die Blister 9 enthalten beispielsweise wiederum die zwei Komponenten eines geeigneten Kunststoffes.

Nach dem Auflegen der Blisterfolie 12 erfolgt nun die Polymerisation unter Druck, wie zu Fig. 1 beschrieben. Durch teilweises Eindringen der Schicht 2 in die Perforation 13 wird die Blisterfolie 12 an der Schicht 2 fixiert.

Zusammenfassend kann das Herstellungsverfahren so beschrieben werden:

- 9 -

1. Eine aus einem flexiblen Kunststoff bestehende oder mit einem solchen beschichtete textilarmierte Membran 1 wird auf der Innenseite der pneumatischen Struktur mit einem polymerisierenden und eine Vielzahl von kleinen Luft- oder Gasblasen enthaltendem Kunststoff beschichtet.
Allenfalls kann eine solche Beschichtung mit einer Schicht 2 auf besonders verletzungsgefährdete Stellen oder Bereiche beschränkt werden. Anschliessend wird der auf die Membran aufgebraute Kunststoff unter einem Druck von etwa 2 Bar polymerisiert.
2. Dem die Schicht 2 bildenden Kunststoff können eine Vielzahl von Mikrokapseln 6 beigemischt werden, wobei diese Mikrokapseln 6 enthalten können
 - ein feuchtigkeitsaushärtendes Präpolymer
 - oder
 - die ersten Mikrokapseln 6 ein Monomer, die zweiten einen Beschleuniger und/oder Katalysator, wobei das Verhältnis der Zahlen der ersten und zweiten Mikrokapseln 6 dem zu polymerisierenden Kunststoff angepasst sind.
3. Der zu polymerisierende Kunststoff ist entweder ein feuchtigkeitsaushärtendes Präpolymer oder ein Zweikomponenten-Kunststoff, wozu
 - im ersten Fall das Präpolymer in Blistern 9 einer Blisterfolie 8 eingebracht und mit einer Folie abgeschlossen wird,
 - bei einem Zweikomponenten-Kunststoff die zwei Komponenten entweder
 - alternierend in Blistern 9 eingebracht sind,
 - oder
 - auf den beiden Seiten der Blisterfolie 8 getrennt in koinzidenten Blistern 9 untergebracht sind.
4. Die Blisterfolie 8 wird durch Kleben oder Schweissen entweder
 - auf die ganze Membran 1,
 - oder

- 10 -

- nur auf besonders verletzungsgefährdete Stellen oder Gebiete der pneumatischen Struktur angebracht.

- 5 5. Alternativ zu den Verfahrensschritten 2 und 3 wird auf die Schicht 2 vor der Polymerisation eine Blisterfolie 12 aufgelegt, welche auf die Fläche verteilt eine Vielzahl von kleinen Löchern 13 im Bereich von 0,1 bis 1,0 mm Durchmesser aufweist und auf der der Schicht 3 abgewandten Seite eine Vielzahl von Blistern 9 gemäss der Charakterisierung von Verfahrensschritt 2 oder 3 trägt. Anschliessend wird die Schicht 2 unter Druck
- 10 polymerisiert. Dadurch wird die Blisterfolie partiell in die Schicht 2 integriert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer selbstheilenden Membran zum druck-
gasdichten Abschluss von druckbeaufschlagten pneumatischen Struk-
turen mit Überdrücken von der Grössenordnung 10 bis 500 mBar, da-
durch gekennzeichnet, dass
 - auf eine gasdichte Membran (1) auf deren dem Druckgas zuge-
wandte Seite eine Schicht (2) aus einem polymerisierbaren
Kunststoff aufgetragen und dieser unter Druck polymerisiert wird,
wobei durch den Mischvorgang eingetragene und/oder durch die
Polymerisation entstandene Luft- oder Gasblasen nicht durch eine
Vakuumbehandlung entfernt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mem-
bran (1) mit einem Textilgewebe armiert und mittels einer Kunststoff-
beschichtung gasdicht gemacht ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem
die Schicht (2) bildenden Kunststoff vor der Polymerisation eine Viel-
zahl von Mikrokapseln (6) beigemischt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikro-
kapseln (6) ein feuchtigkeitsaushärtendes Präpolymer enthalten.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
 - eine erste Anzahl von Mikrokapseln (6) ein Monomer enthalten,
 - eine zweite Anzahl von Mikrokapseln (6) einen Beschleuniger
und/oder einen Katalysator enthalten,
 - das Verhältnis der ersten zur zweiten Anzahl von Mikrokapseln (6)
dem zu polymerisierenden Kunststoff angepasst ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf
die Schicht (2) vor der Polymerisation eine Blisterfolie (12) aufgelegt
wird, welche eine Vielzahl von kleinen Löchern (13) im Bereich von 0,1

- 12 -

bis 1,0 mm Durchmesser aufweist, und auf der Schicht (2) abgewandten Seite eine Vielzahl von Blistern (9) trägt, wobei

- eine erste Anzahl von Blistern (9) ein Monomer enthalten,
- eine zweite Anzahl von Blistern (9) einen Beschleuniger und/oder einen Katalysator enthalten,
- das Verhältnis der ersten zur zweiten Anzahl von Blistern (9) dem zu polymerisierenden Kunststoff angepasst ist.

7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Schicht (2) eine Blisterfolie (8) aufgeklebt oder -geschweisst wird mit Blister (9), welche Blister (9) von einander einen Abstand $\underline{a}$ aufweisen.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Blister (9) ein feuchtigkeitsaushärtendes Präpolymer enthalten.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Blister (9) auf der Blisterfolie (8) alternierend angeordnet, die zwei Komponenten eines Zweikomponenten-Kunststoffes enthalten, welcher beim Aushärten Blasen bildet.

10. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Blisterfolie (9) auf zwei Seiten, durch eine Mittelfolie getrennt, Blister (10, 11) trägt, wobei die Blister (10) ein Monomer enthalten, die Blister (11) auf der anderen Seite der Mittelfolie die andere Komponente eines Zweikomponenten-Kunststoffes und die Blister (10, 11) mindestens teilweise koinzident angeordnet sind.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Blister (10) langgestreckt geformt, die Blister (11) kreisförmig sind.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig von der Form der pneumatischen Struktur Reihen von Blistern (9, 10, 11) vorhanden sind, deren Abstand $\underline{d} > \underline{a}$ beträgt.

-
13. Verfahren nach Anspruch 1 bei welchem die Polymerisation unter einem Überdruck von 0,4 bis 4 Bar, vorzugsweise 2 bis 3 Bar, besonders bevorzugt 2 Bar erfolgt.
- 5 14. Verfahren nach Anspruch 1 bei welchem die Menge des auf die Membran aufgetragenen Kunststoffs pro 100 cm² Membranfläche 5 bis 10 g, vorzugsweise 8 g beträgt.
- 10 15. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die beschichtete Membran zur Verbesserung der Selbstheilungsfähigkeit während einem Zeitraum von 1 bis 8 Wochen, vorzugsweise 1 Woche gelagert wird.
- 15 16. Selbstheilende Membran für den gasdichten Abschluss einer pneumatische Struktur mit einem Betriebs-Innendruck von 10 bis 500 mBar, gekennzeichnet durch eine auf ihrer Druckseite angeordnete selbstheilende Kunststoffschicht (2), die mit Gasblasen im Bereich von 10µ - 200µ Durchmesser durchsetzt ist.
- 20 17. Membran nach Anspruch 16, welche mit einem Textilgewebe armiert und mittels einer weiteren Kunststoffbeschichtung gasdicht gemacht ist.
- 25 18. Membran nach Anspruch 16 oder 17, deren selbstheilende Kunststoffschicht (2) eine Vielzahl von Mikrokapseln (6) aufweist, die vorzugsweise ein feuchtigkeitsaushärtendes Präpolymer enthalten.
- 30 19. Membran nach Anspruch 16 oder 17, deren selbstheilende Kunststoffschicht (2) eine Vielzahl von Mikrokapseln (6) aufweist, wobei
- eine erste Anzahl von Mikrokapseln (6) ein Monomer enthalten,
 - eine zweite Anzahl von Mikrokapseln (6) einen Beschleuniger und/oder einen Katalysator enthalten,
 - das Verhältnis der ersten zur zweiten Anzahl von Mikrokapseln (6) dem Kunststoff der Kunststoffschicht (2) angepasst ist.

- 14 -

20. Membran nach Anspruch 16, die eine mit einer Vielzahl von kleinen Löchern (13) versehene Blisterfolie (12) aufweist, welche Folie (12) auf der selbstheilenden Kunststoffschicht (2) angelegt ist, wobei durch die Löcher (13) hindurch getretenes Material der Kunststoffschicht (2) die Folie (12) an der Kunststoffschicht (2) fixiert.
21. Membran nach Anspruch 20, bei welcher die Blister (9) ein feuchtigkeitsaushärtendes Präpolymer enthalten.
22. Membran nach Anspruch 21, wobei
- eine erste Anzahl von Blistern (9) ein Monomer enthalten,
 - eine zweite Anzahl Blistern (9) einen Beschleuniger und/oder einen Katalysator enthalten,
 - das Verhältnis der ersten zur zweiten Anzahl von Blistern (9) dem Kunststoff der Kunststoffschicht (2) angepasst ist.
23. Pneumatische Struktur mit einem Betriebsinnendruck von 10 bis 500 mBar, dadurch gekennzeichnet, dass deren Hülle mindestens teilweise eine Membran nach einem der Ansprüche 16 bis 22 aufweist.
24. Transport- oder lagerfähige pneumatische Struktur mit mindestens einer zusammengefalteten, gasdichten Hülle, die im Betriebszustand auf einen Betriebsinnendruck von 10 bis 500 mBar aufblasbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülle mindestens teilweise eine Membran nach einem der Ansprüche 16 bis 22 aufweist.

1/4

Fig. 1

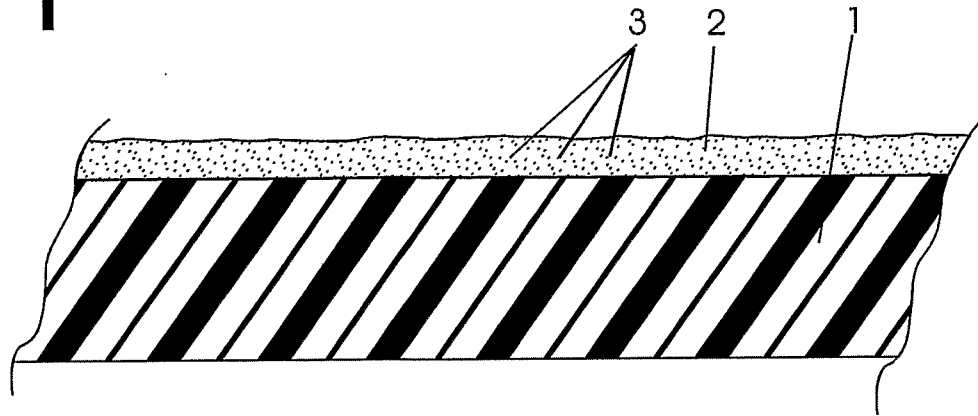


Fig. 2

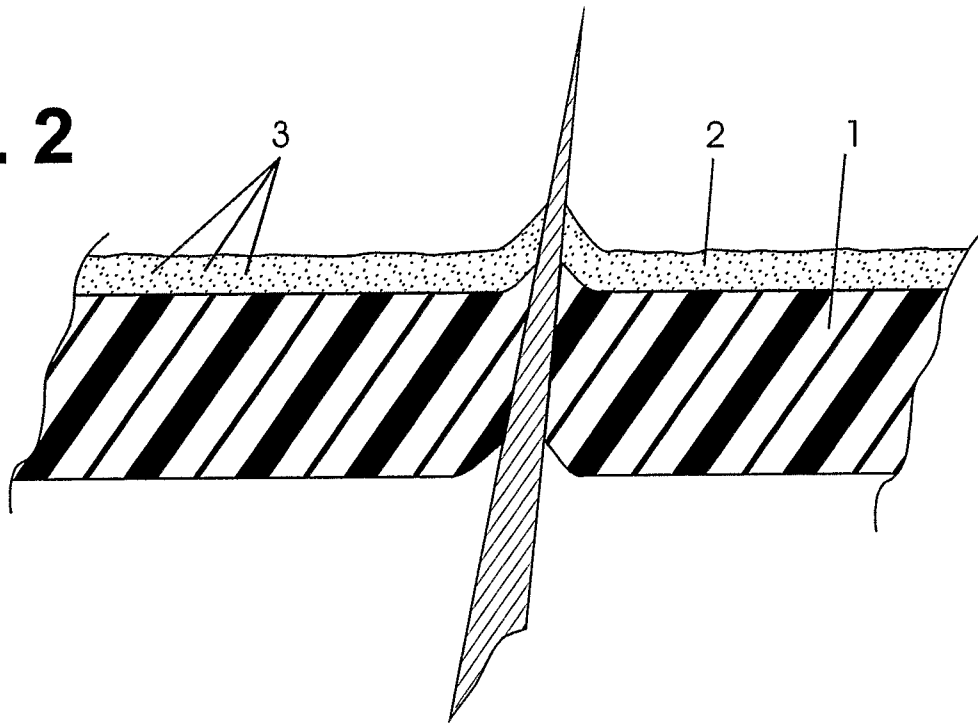
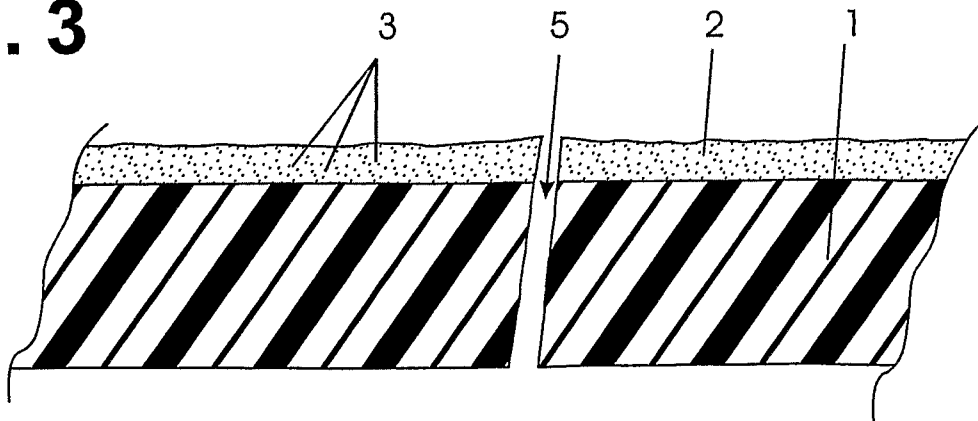


Fig. 3



2/4

Fig. 4

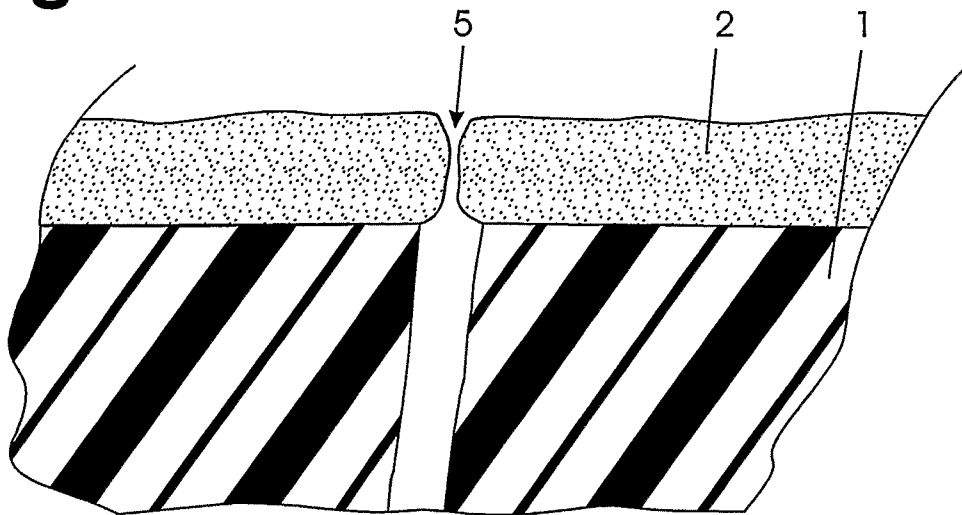
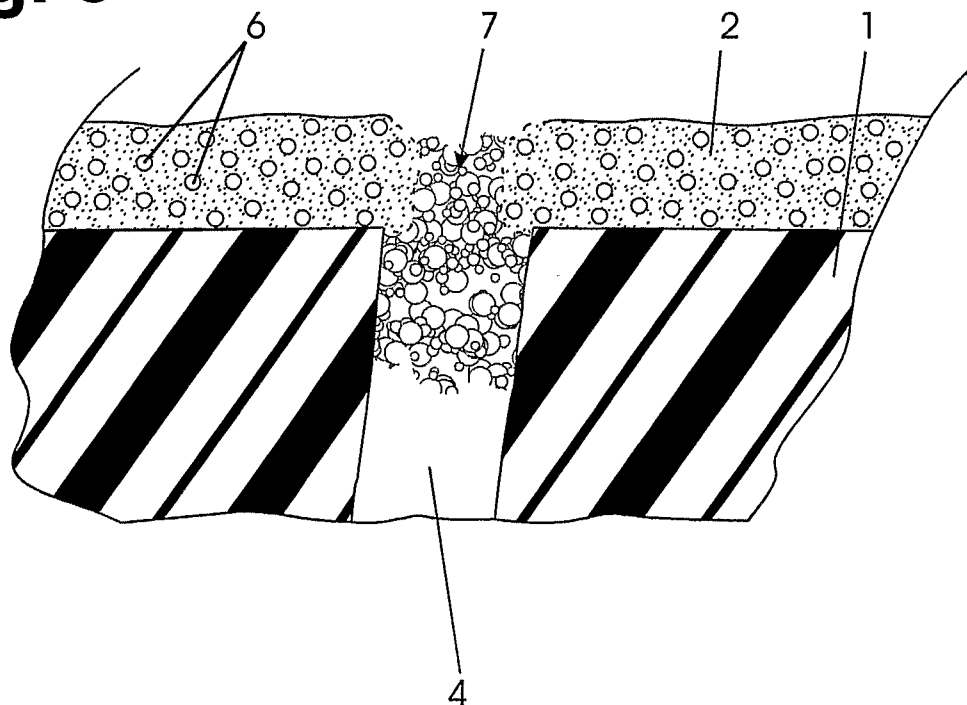


Fig. 5



3/4

Fig. 6

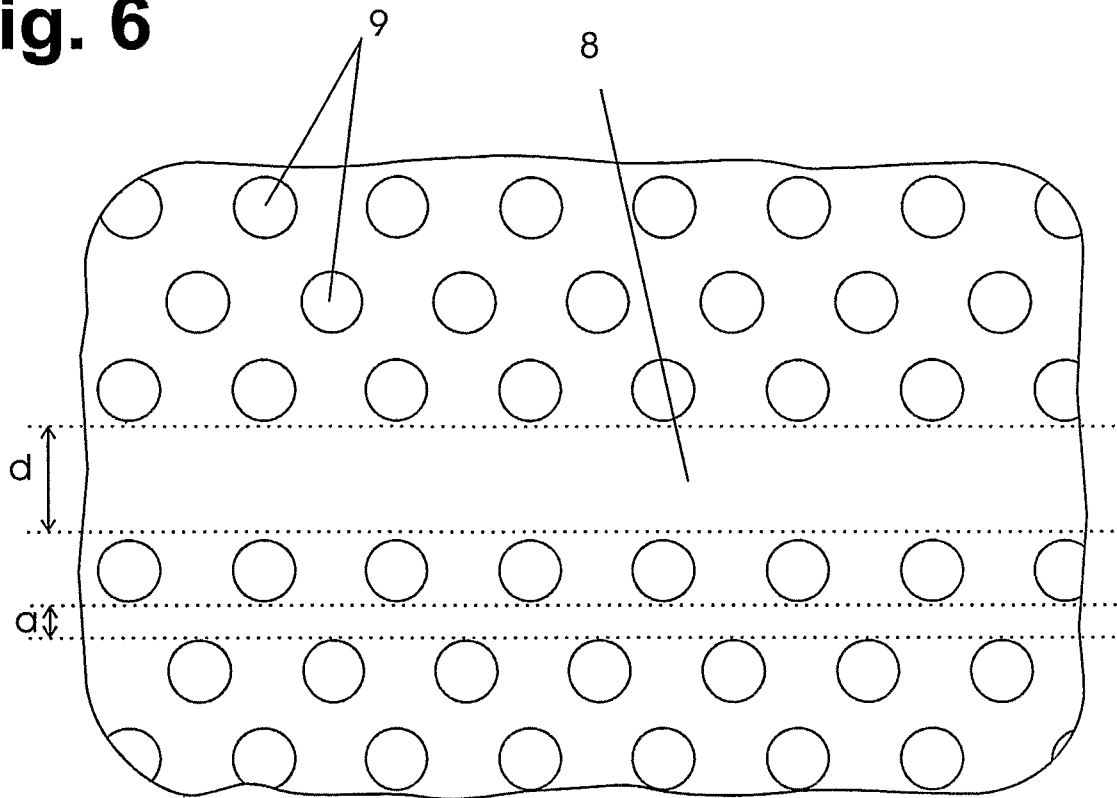
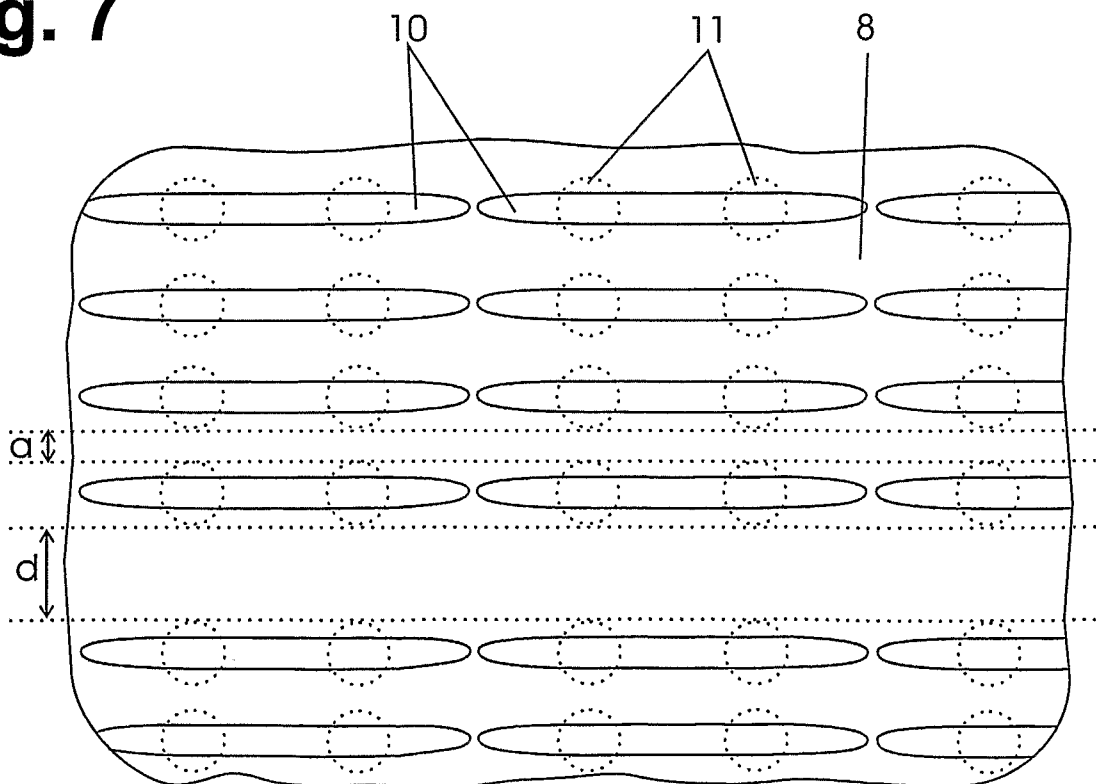
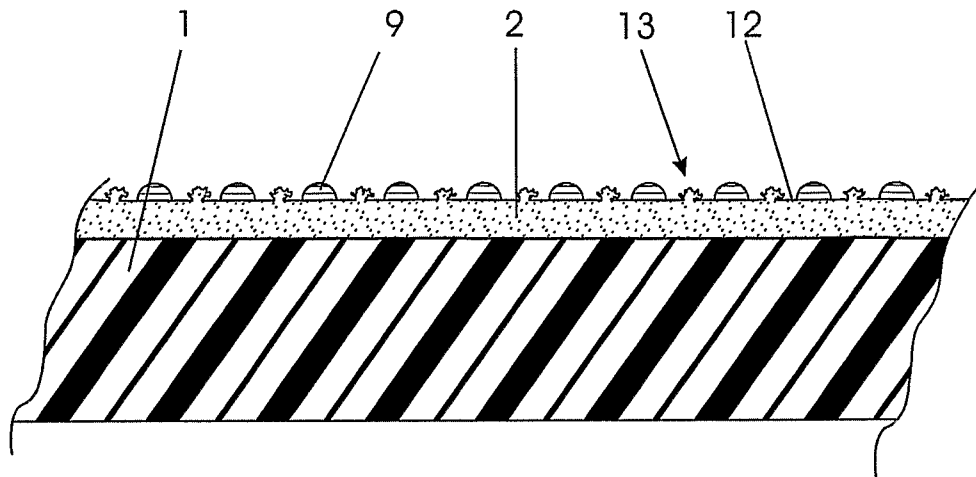


Fig. 7



4/4

Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/CH2006/000366

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B29C73/20 B60C19/12 B29C44/10 B29C67/24 B32B5/20

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)

B29C B60C B01J

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 444 918 A (GOGGINS FRANKLIN) 20 May 1969 (1969-05-20)	1,2, 16-18, 23,24
Y	column 3, line 43 - line 53	3
Y	WO 2004/007608 A2 (MOTOROLA INC [US]) 22 January 2004 (2004-01-22) page 18, line 20 - page 19, line 4	3
A	US 1 959 460 A (CROSSAN JESSE R) 22 May 1934 (1934-05-22) column 1, line 94 - line 120; figure 2	1
A	US 5 350 481 A (SHEPARD STEVEN M [US] ET AL) 27 September 1994 (1994-09-27) column 2, line 58 - column 3, line 15; figures 7,8	1



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

6 November 2006

Date of mailing of the international search report

15/11/2006

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

Boone, John

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/CH2006/000366

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3444918	A	20-05-1969	NONE	
WO 2004007608	A2	22-01-2004	AU 2003258958 A1 CN 1669132 A US 2004007784 A1	02-02-2004 14-09-2005 15-01-2004
US 1959460	A	22-05-1934	NONE	
US 5350481	A	27-09-1994	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH2006/000366

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B29C73/20 B60C19/12 B29C44/10 B29C67/24 B32B5/20		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B29C B60C B01J		
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) EP0-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 444 918 A (GOGGINS FRANKLIN) 20. Mai 1969 (1969-05-20)	1,2, 16-18, 23,24
Y	Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 53	3
Y	WO 2004/007608 A2 (MOTOROLA INC [US]) 22. Januar 2004 (2004-01-22) Seite 18, Zeile 20 - Seite 19, Zeile 4	3
A	US 1 959 460 A (CROSSAN JESSE R) 22. Mai 1934 (1934-05-22) Spalte 1, Zeile 94 - Zeile 120; Abbildung 2	1
A	US 5 350 481 A (SHEPARD STEVEN M [US] ET AL) 27. September 1994 (1994-09-27) Spalte 2, Zeile 58 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildungen 7,8	1
☐ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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 6. November 2006		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 15/11/2006
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 Boone, John

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2006/000366

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3444918	A	20-05-1969	KEINE		
WO 2004007608	A2	22-01-2004	AU 2003258958	A1	02-02-2004
			CN 1669132	A	14-09-2005
			US 2004007784	A1	15-01-2004
US 1959460	A	22-05-1934	KEINE		
US 5350481	A	27-09-1994	KEINE		