



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2013 Patentblatt 2013/37

(51) Int Cl.:
B41N 6/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13158212.4**

(22) Anmeldetag: **07.03.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **08.03.2012 LU 91958**

(71) Anmelder: **Euro-Composites S.A.**
6401 Echternach (LU)

(72) Erfinder:
• **Alter, Rolf-Mathias**
6419 Echternach (LU)
• **Freres, Patrick**
6488 Echternach (LU)
• **Marxen, Jörg**
54636 Meckel (DE)

(74) Vertreter: **Lippert, Stachow & Partner**
Patentanwälte
Postfach 30 02 08
51412 Bergisch Gladbach (DE)

(54) **Expandierbare Hülse für einen Druckmaschinenzylinder**

(57) Die Erfindung betrifft eine mehrschichtige expandierbare Hülse (100) für einen Druckmaschinenzylinder. Die Hülse hat eine Innenschicht (110) mit oberflächenhartem Innenmantel (112), welcher eine Längsachse (A) und den Hohlraum zum Anbringen auf dem Zylinder definiert, sowie eine Außenschicht (130) mit zylindrischem Außenmantel (132) zum Tragen insbesondere einer Außenhülle, eines Druckmotivs oder einer separaten Außenhülle. Eine Zwischenschicht (120), in wabenartiger Leichtbauweise hergestellt und mit Wabenzellen radial zur Längsachse (A) gerichtet (B), ist zwischen dem

Innenmantel (112) und dem Außenmantel (132) vorgesehen.

Erfindungsgemäß umfasst die Zwischenschicht (120) mindestens eine Wabenschicht (122-1, 122-2, 122-3, 122-4, 122-5) mit Wabe aus Metallfolie oder metallbeschichteter Folie, insbesondere aus Aluminiumfolie. Diese Zwischenschicht (120) leistet für sich genommen den wesentlichen Beitrag, damit der Innenmantel (112) zum Aufspannen der Hülse (100) auf den Zylinder radial von der Längsachse (A) weg expandieren kann und erlaubt zudem ein elektrisch ableitende Gestaltung.

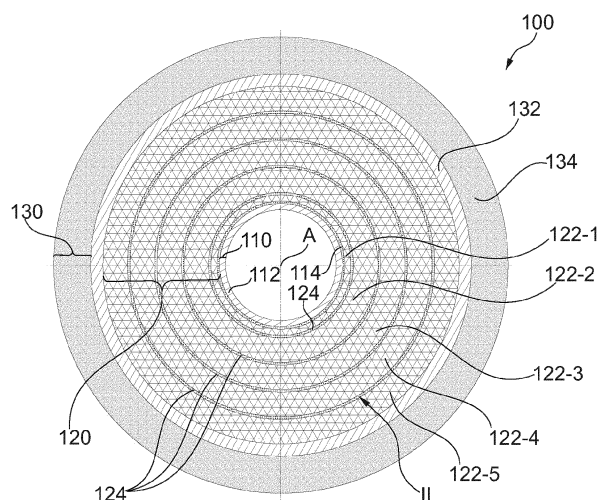


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein eine Hülse (engl.: sleeve) zur Verwendung auf einem Zylinder einer Rotationsdruckmaschine, wobei die Hülse expandierbar, d.h. im Innendurchmesser aufweitbar ist. Die Erfindung betrifft insbesondere eine mehrschichtige Hülse (engl.: multi-layer sleeve) mit zumindest drei Hauptschichten: einem oberflächenharten Innenmantel, eine Zwischenschicht in Leichtbauweise und einem druckfesten Außenmantel.

[0002] Gattungsgemäße Hülsen dienen allgemein dem schnellen und kostengünstigen Wechsel des Druckmotivs. Sie ermöglichen, dass der rotierend antreibbare Druckmaschinenzylinder selbst nicht getauscht werden muss. Im Stand der Technik umfasst der Begriff "Hülse" sowohl Adapterhülsen, welche zum Tragen einer weiteren dünnwandigeren Hülse auf dem Zylinder montiert werden, als auch Hülsen mit eigentlichem Motiv- bzw. Druckklischeeträger, auf welchem ein typisch flexibles Druckmotiv angebracht wird. Auch bekannt sind Hülsen in deren Außenoberfläche die Motive direkt, bspw. mit Laser eingebrannt, oder auf sonstige Art eingebracht werden. Ferner sind Hülsen bekannt, deren Oberflächen als dämpfende Zwischenschicht dienen, um vergleichsweise harte Druckplatten mit dem eigentlichen Druckmotiv aufzunehmen. Sowohl auf die beiden erstgenannten, als auf beide letztgenannten Hülsentypen ist vorliegende Erfindung grundsätzlich anwendbar.

[0003] Die Hülsen werden üblicherweise auf den Trägerkörper d.h. den Druckmaschinenzylinder aufgeschoben, indem ein Luftpolster zwischen Hülse und Zylinder erzeugt wird. Der Druckmaschinenzylinder hat hierzu typischerweise Luftaustrittsöffnungen an seiner Oberfläche, welche nur zum Anbringen bzw. Abnehmen der Hülse druckbeaufschlagt werden. Zu diesem Zweck sind die Hülsen expandierbar d.h. im Innendurchmesser aufweitbar ausgestaltet. Hierbei haben sich mehrschichtige Hülsen durchgesetzt, um trotz expandierbarem Innendurchmesser im Betrieb Stabilität und insbesondere ein schlupffreies Fixieren durch drehfesten Kräfteschluss auf dem Zylinder zu gewährleisten.

[0004] Eine mehrschichtige Hülse speziell für Flexodruck ist beispielsweise aus der Europäischen Patentanmeldung EP 1 361 073 bekannt. Diese Hülse umfasst in typischer Bauweise eine Innenschicht mit einem Innenmantel von vergleichsweise hoher Festigkeit bzw. Oberflächenhärte, welche die häufige Montage bzw. Demontage ermöglicht. Dennoch ist der Innenmantel um ein Mindestmass elastisch expandierbar zum Montieren bzw. Demontieren. Die Expandierbarkeit wird weiterhin, in ganz herkömmlicher Weise, dadurch ermöglicht, dass radial außerhalb des Innenmantels eigens eine kompressible Schicht vorgesehen ist. Die kompressible Schicht ist üblicherweise eine relativ dünnwandige Schaumstofflage und ermöglicht den reversiblen Aufweitungsvorgang des Innenmantels. Die Hülse gemäß EP 1 361 073 hat außen an der kompressiblen Schicht eine Zwischenschicht. Die übliche Zwischenschicht bestimmt die Wandstärke bzw. den Gesamtdurchmesser der Hülse und wird entsprechend dick ausgeführt. Die Zwischenschicht sollte insbesondere bei größeren Wandstärken aus möglichst leichtem Werkstoff bestehen, wie z. B. aus geschäumtem Polyurethan (PU). Gemäß herkömmlicher Ausgestaltung, wie auch in EP 1 361 073 vorgeschlagen, wird die Zwischenschicht, im Gegensatz zur kompressiblen Schicht, möglichst hart d.h. radial inkompressibel ausgestaltet. An die Zwischenschicht schließt dann eine Außenschicht an. Diese hat wiederum typisch einen möglichst oberflächenharten und in der Regel nicht aufweitbaren Außenmantel.

[0005] Im Sinne der Verbesserung von Lebensdauer und Oberflächengüte (TIR), schlägt die U.S. Patentanmeldung US 2002/0046668 eine mehrschichtige expandierbare Hülse ganz ohne eine herkömmliche kompressible Schicht vor. Die kompressible Schicht wird eliminiert, indem die Zwischenschicht durch geeignete Ausgestaltung selbst eine gewisse elastische Expansion des Innenmantels zulässt, etwa im Bereich von ca. 4 bis ca. 12 Hundertstel mm. Die US 2002/0046668 empfiehlt zur Erzeugung einer solchen Zwischenschicht ein spezielles Polyurethan mit einer Shore-D-Härte zwischen ca. 45 und 50.

[0006] Auch die Patentschrift EP 0 683 040 offenbart eine Hülse ohne kompressible Schicht am Innenmantel. Die Hülse gemäß EP 0 683 040 weist auch einen mehrschichtigen Aufbau mit Innen- und Außenmantel sowie einer Zwischenschicht auf. Nebst fehlender separater Kompressionsschicht, hat diese Hülse - im Hinblick auf Gewichtsersparnis und im Gegensatz zur US 2002/0046668 - eine Zwischenschicht in spezieller wabenartiger Leichtbauweise mit radial gerichteten Wabenstegen (s. Fig.3). Diese Zwischenschicht umfasst Vlies-Harz-Verbundschichten zwischen denen mindestens eine hexagonale Wabenstruktur ausgebildet ist, welche aus ausgehärtetem Polymer-Harz besteht. Die Hexagonalstruktur wird integral aus Polymer-Harz erzeugt. Hierzu wird ein speziell hierfür geeignetes, mit Kanälen eingepprägtes Band aus Spezialvlies, das beim Tränken selbst kein Harz aufnimmt, spiralförmig auf die Vlieslagen aufgewickelt. Anschließend werden die Vlieslagen sowie die Kanäle im Spezialband mit Harz überzogen, so dass sich die Vlieslagen imprägnieren und die hexagonale Kanalstruktur mit Harz befüllt wird. Nach dem Aushärten entsteht so eine spezielle Sandwichstruktur mit wabenförmigen Stegen ganz aus Polymerharz. Diese Stege bilden Brücken zwischen den Vlies-Harz-Deckschichten. Zusätzlich sind gemäß EP 0 683 040 Pfeilerartige Harzbrücken innerhalb den nicht imprägnierten Sechseckzellen aus Vlies vorgesehen. Diese werden durch umfänglich verteilte radiale Löcher im Spezialvlies erzeugt, welche ebenfalls mit Harz befüllt werden. Gemäß EP 0 683 040 ist die spezielle Gestaltung der Zwischenschicht für sich, mit Sechseckstegen und -stützen aus Harz zwischen den Schichten aus Vlies-Harz-Verbundschichten, wesentlich, damit der Innenmantel radial von der Längsachse weg expandieren kann. Hierbei sollen gemäß EP 0 683 040 einige Hundertstel Millimeter, d.h. mindestens 20µm, Expansion in Radialrichtung gewährleistet sein.

Diese spezielle Leichtbauweise, bei welcher ein harzundurchlässiges Nonwoven-Material mit einem Wabenmuster aus Kanälen zur Herstellung einer Verstärkung-Struktur aus anschließend gehärtetem Harz eingesetzt wird, ist auch aus anderen Anwendungsbereichen bereits bekannt.

[0007] Nachteilig bei einer Hülse gemäß EP 0 683 040 sind zumindest der doch erhebliche Verfahrensaufwand und das trotz Leichtbauweise noch vergleichsweise hohe Raumgewicht der speziellen Zwischenschicht an sich.

[0008] Die Anmelderin hat zwecks Gewichtsreduzierung eine gattungsgemäße mehrschichtige expandierbare Hülse für einen Druckmaschinenzylinder weiterentwickelt, welche in der parallelen internationalen Anmeldung PCT/EP2011/066542 beschrieben ist, die jedoch nicht vorveröffentlicht ist. Als kennzeichnendes Merkmal hat diese Hülse einen besonderen Aufbau der Zwischenschicht. Die Zwischenschicht weist mindestens eine Wabenschicht mit Faserverbund-Wabe aus in Harzmatrix eingebettetem Fasermaterial auf, welche vorab bereits teil- oder ausgehärtet ist. Hierdurch wird unter anderem deutlich weniger Harz eingesetzt als z.B. bei einer Hülse gemäß EP 0 683 040.

Aufgabe der Erfindung

[0009] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine alternative Hülse und ein entsprechendes Herstellungsverfahren vorzuschlagen, welche ebenfalls eine Gewichtsreduzierung gegenüber bekannten Hülsen ermöglicht. Ergänzend bzw. alternativ soll der Aufwand beim Herstellen einer Hülse mit Zwischenschicht in Leichtbauweise, insbesondere verglichen mit EP 0 683 040, reduziert werden.

[0010] Diese Aufgaben löst eine Hülse nach Anspruch 1 bzw. ein Verfahren nach Anspruch 11.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

[0011] Die Erfindung betrifft eine expandierbare Hülse nach dem Oberbegriff des Anspruch 1. Diese umfasst eine Innenschicht mit verschleißfest oberflächenhartem Innenmantel, vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, welcher einen zylindrischen oder leicht konischen Hohlraum entsprechend dem Druckmaschinen-Zylinder oder -Spanndorn definiert. Ferner umfasst die Hülse eine Zwischenschicht, welche in allgemein wabenartiger Leichtbauweise hergestellt ist, insbesondere mit Wabenzellen, deren Mittelachsen möglichst radial bzw. speichenförmig gerichtet sind. Die Zwischenschicht bestimmt in bekannter Weise den Gesamtdurchmesser der Hülse und kann entsprechend variabel dick ausgeführt werden. Außen an der Zwischenschicht ist eine Außenschicht vorgesehen. Diese hat einen zylindrischen druckfesten Außenmantel, vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff. Der Außenmantel dient bspw. zum Tragen einer Außenhülle, eines Druckmotivs oder einer separaten Außenhülse (Hülse als Adapterhülse).

[0012] Erfindungsgemäß wird die einleitend gestellte Aufgabe dadurch gelöst, dass die Zwischenschicht mindestens eine Wabenschicht mit Wabe aus Metallfolie oder metallbeschichteter Folie umfasst. Die Zwischenschicht hat in der Regel eine insgesamt größere Dicke (radiale Abmessung) als die Innen- bzw. Außenschicht. Demnach hat sie vorzugsweise mehrere solche Wabenschichten und kann, wie der Aufbau insgesamt, ebenfalls mehrschichtig sein. Im Rahmen der Erfindung liegt es jedoch auch bereits, nur eine einzige Schicht aus metallischer bzw. metallbeschichteter Wabe zur Gewichtseinsparung zu verwenden.

[0013] In überraschender Weise ermöglicht auch eine derartige Zwischenschicht mit Waben aus Metall- oder metallbeschichteter Folie, dass der Innenmantel zum Aufspannen der Hülse auf den Zylinder oder Spanndorn radial von der Längsachse weg ausreichend expandieren kann. Gemäß Versuchen ist eine Expansion in Radialrichtung von mehreren Hundertstel Millimeter, d.h. mindestens 20 µm, ohne weiteres möglich. Die hilfsweise Verwendung einer zusätzlichen Kompressionsschicht ist möglich falls gewünscht, aber in der Regel nicht zwingend notwendig. Eine Gewichtseinsparung wird u.a. durch das geringe Raumgewicht der Wabenschichten erzielt.

[0014] Im Bereich Druckwalzen wurde bisher die Verwendung von Wabe lediglich in Anwendungen vorgeschlagen, bei denen Kompressibilität in Radialrichtung aufgrund der für Waben typischen relativ hohen Festigkeit in Stegrichtung minimiert und eben nicht ermöglicht werden soll. Dieser gegenteilige Ansatz findet z.B. Anwendung bei der mehrschichtigen Schneidwalze aus DE 100 18 418, mit einer Zwischenschicht aus wabenförmigem Leichtbaumaterial.

[0015] Wider Erwarten kann jedoch auch mit einem geeigneten Aufbau der Zwischenschicht mit Wabe in Leichtbauweise zumindest ein wesentlicher Anteil der erforderlichen Kompressibilität durch die Zwischenschicht selbst erzielt werden, ähnlich dem aufwendigeren und gewichtsintensiveren Aufbau nach EP 0 683 040.

[0016] Für monolithische Metallfolien wird Leichtmetall bevorzugt, es sind aber auch nicht leichtmetallische Waben, bspw. aus Stahlfolie grundsätzlich geeignet. Alternativ kann auch eine nicht metallische Folie mit geringem Raumgewicht, wie beispielsweise eine Trägerfolie aus Kunststoff, verwendet werden, welche mit einem geeigneten Metall, gegebenenfalls auch einem Metall das nicht als Leichtmetall gilt, beschichtet ist.

[0017] Besonders zweckmäßig wird die Zwischenschicht mit Wabe aus Leichtmetallfolie, insbesondere aus Aluminiumfolie hergestellt.

[0018] Zur Erzielung ausreichender Durchmesser unter Vermeidung übermäßiger Verwerfungen in der Wabe werden vorzugsweise mindestens zwei, noch bevorzugter mehrere geschichtete Waben vorgesehen, welche zur Längsachse

koaxial aufeinander befestigt sind.

[0019] Zur Vermeidung von Zündgefahr infolge elektrostatischer Aufladung ist in einer bevorzugten Ausführung die Zwischenschicht insgesamt leitfähig und die Hülse insgesamt zumindest ableitfähig ausgeführt. Dies ist durch inhärent leitende metallische oder metallbeschichtete Waben mit geringem Aufwand möglich. Zur optimalen Vermeidung von Funkenbildung sollten sämtliche Wabenschichten der Zwischenschicht aus vorgefertigter Wabe aus Metallfolie oder aus metallbeschichteter Folie hergestellt sein.

[0020] In einer bevorzugten, mechanisch stabilen und optimal aufweitbaren Ausführung sind jeweils zwei radial aneinandergrenzende Wabenschichten derart angeordnet, dass die Mittelachsen der Wabenzellen der äußeren Wabe gegenüber den Mittelachsen der Wabenzellen der innen angrenzenden Wabe versetzt sind. Dies soll zumindest gemittelt über einen wesentlichen Umfangsbereich eingehalten sein.

[0021] In einer zweckmäßigen Ausführung mit guten Expansionseigenschaften hat die Zwischenschicht eine dünnere innerste Wabenschicht, beispielsweise mit hexagonalen, d.h. nicht überexpandierten oder mit überexpandierten Wabenzellen, und mindestens eine dickere äußere Wabenschicht mit in Richtung der Längsachse überexpandierten Wabenzellen. Hierbei hat die dünnere innerste Wabenschicht bevorzugt eine Stärke von <7,5 mm, wohingegen die mindestens eine dickere äußere Wabenschicht eine Stärke im Bereich von 7,5mm bis 12,5mm aufweisen sollte.

[0022] Ganz allgemein ist es konstruktionstechnisch vorteilhaft, wenn die Zwischenschicht Wabenschichten von mindestens zwei verschiedenen nach außen zunehmenden Dicken umfasst.

[0023] In einer zweckmäßigen Gestaltung wird der Außenmantel aus mehrlagigem faserverstärktem Kunststoff, vorzugsweise aus mit Kohlenstoff bzw. Carbon faserverstärktem Kunststoff (CFK), hergestellt und auf dem Außenmantel eine druckfeste Außenhülle aus Polyurethan befestigt. Weiter umfasst eine für Offset- oder Flexodruck zweckmäßige Ausführung bevorzugt eine Innenschicht und eine Außenschicht. Die Innenschicht umfasst bevorzugt, von Innen nach Außen, den oberflächenharten Innenmantel, vorzugsweise aus CFK, eine kompressible Hilfsschicht, insbesondere aus Elastomer oder Schaumstoff, und einen Zwischenmantel vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, insbesondere aus CFK. Die Außenschicht umfasst bevorzugt, von Innen nach Außen, den druckfesten Außenmantel, vorzugsweise aus CFK hergestellt, sowie eine auf diesem angebrachte dickwandigere Außenhülle, vorzugsweise aus Polyurethan.

[0024] Zur Vermeidung von Zündgefahr infolge elektrostatischer Aufladung ist es zweckmäßig, Innenschicht und Außenschicht zumindest elektrisch ableitfähig, oder bei Bedarf auch leitfähig, auszuführen. Die Verwendung von CFK bringt, insbesondere im Vergleich zu glasfaserverstärktem Kunststoff, bereits eine gewisse eigene elektrische Leitfähigkeit mit sich. Es kann jedoch alternativ oder ergänzend auch Verstärkung mit Glasfasermaterial Verwendung finden. Bedarfsweise kann mit geeigneten Zusätzen Ableitfähigkeit bzw. Leitfähigkeit erzielt werden.

[0025] Die Erfindung betrifft auch ein zur Herstellung der erfindungsgemäßen Hülse geeignetes Verfahren nach Anspruch 11. Vorteilhafte Ausführungen ergeben sich aus den Unteransprüchen 12-15.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0026] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung können der nachfolgenden ausführlicheren Beschreibung möglicher Ausführungsformen der Erfindung anhand der beiliegenden Figuren entnommen werden. Diese zeigen in schematischer und nicht maßstabsgetreuer Darstellung:

FIG. 1 einen Querschnitt einer ersten Ausführung einer expandierbaren Hülse mit mehrschichtigem Aufbau, besonders geeignet für große Außendurchmesser;

FIG. 2 eine schematische Seitenansicht in Radialrichtung gemäß Pfeil II in Fig.1, welche die Anordnung von zwei aneinandergrenzenden Wabenschichten in einer Zwischenschicht der Hülse gemäß FIG.1 illustriert;

FIG. 3 einen Querschnitt einer zweiten Ausführung einer expandierbaren Hülse mit mehrschichtigem Aufbau, besonders geeignet für geringere Außendurchmesser;

FIG. 4 einen Querschnitt einer weiteren Ausführung einer expandierbaren Hülse mit mehrschichtigem Aufbau alternativ zu FIG.1;

FIG. 5 einen Querschnitt einer alternativen Innenschicht zur Verwendung in einer Hülse gemäß FIG.4;

FIG. 6 einen Querschnitt einer weiteren, alternativen Innenschicht zur Verwendung in einer Hülse gemäß FIG.4.

Detaillierte Beschreibung anhand der Figuren

[0027] FIG.1 zeigt eine erste Ausführung einer expandierbaren Hülse, allgemein mit 100 bezeichnet, im Querschnitt

rechtwinklig zu ihrer Längsachse A. Die Hülse 100 ist mehrschichtig aufgebaut und umfasst demnach von Innen nach Außen aufeinanderfolgend eine Innenschicht 110, eine Zwischenschicht 120 und eine Außenschicht 130.

[0028] In der Ausführung nach FIG.1 besteht die Innenschicht 110 aus einem allgemein rotationssymmetrischen Innenmantel 112, welcher aus einem mehrlagigen Faserverbundwerkstoff hergestellt ist. Der Innenmantel 112 ist oberflächenhart, d.h. ausreichend verschleißfest für eine vorgegebene Vielzahl Montage- und Demontagevorgänge. Der Innenmantel 112 für sich genommen ist nicht nennenswert kompressibel, jedoch im Innendurchmesser um mehrere Hundertstel Millimeter elastisch aufweitbar, d.h. expandierbar, insbesondere beim Beaufschlagen mit Druckluft im Druckbereich der für pneumatisches Aufspannen typisch ist. Der Innenmantel 112 definiert als Rotations- und Hohlkörper die Längsachse A der Hülse 100 sowie den inneren Hohlraum, mittels welchem die Hülse 100 typischerweise durch Expandieren mittels Druckluft auf den Zylinder einer Rotationsdruckmaschine, insbesondere den Druckluftzylinder einer Druckmaschine, aufgespannt wird. Die Begriffe "Zylinder" bzw. "zylindrisch" sind hier im weitesten Sinne zu verstehen, d.h. der Innenmantel 112 kann neben der bekannten kreiszylindrischen auch eine leicht konisch zulaufende Geometrie aufweisen. Entsprechend kann die Hülse 100 natürlich auch zur Verwendung auf einem Spanndorn ausgelegt sein.

[0029] Der Innenmantel 112 hat im Vergleich zum Zylinder der Druckmaschine häufig ein vordefiniertes geringes Untermaß, so dass nach dem Abstellen der Druckluft ein schlupffreier Kraftschluss auf dem Zylinder gewährleistet wird. Weitere Einzelheiten zur geeigneten Ausgestaltung eines Innenmantels 112 bzw. der Innenschicht 110 sind aus dem Stand der Technik bekannt, bspw. aus der einleitend genannten Literatur, und daher nicht näher erläutert.

[0030] Ähnlich der Innenschicht 110 kann auch die Außenschicht 130 für sich genommen einen im Wesentlichen herkömmlichen Aufbau aufweisen. In der Ausführung nach FIG.1 hat die Außenschicht 130 einen oberflächenharten und druckfesten Außenmantel 132 aus Faserverbundwerkstoff, vorzugsweise aus mehrlagigem GFK. Im Gegensatz zum Innenmantel 112 sollte der Außenmantel 132 vorzugsweise bei üblicher Beanspruchung von Innen oder Außen nicht nennenswert verformbar sein. Dies wird insbesondere durch geeignete Kombination von Harz- und Fasermaterial im Außenmantel 132 erzielt. So kann der Außenmantel 132 verglichen zum Innenmantel 112 bspw. mehr Lagen (engl.: plies) aus Fasermaterial aufweisen als der Innenmantel 112 und/oder ein anderes Fasermaterial, bspw. ein anderes Gewebe, oder eine weniger dehnbare Kombination aus verschiedenen Fasermaterial-Typen, usw. Die Außenschicht 130 nach FIG.1 hat weiterhin eine dickwandige äußere Außenhülle 134 aus einem harten, chemisch resistenten Material, vorzugsweise Polyurethan (PU), oder einem Material mit gleichem Eigenschaftsprofil. Die Außenhülle 134 weist eine technisch kreiszylindrische Außenoberfläche um die Längsachse A auf und ist ggf. entsprechend bearbeitet, z.B. rund abgedreht. Die Außenhülle 134 ist auf dem Außenmantel 132 befestigt. Hierzu kann auf dem Außenmantel 132 optional, zur verbesserten Anbindung, eine dünne äußere Wabenschicht (nicht gezeigt) befestigt sein, auf welche die Außenhülle 134 aus PU aufgebracht ist. Die Außenhülle 134 ist ebenfalls oberflächenhart und druckfest und fasst schützend die Stirnseiten der Zwischenschicht 120 und der Innenschicht 110 scheibenförmig ein. Alternativ hierzu kann auf dem Außenmantel 132 eine elastische Hülle bspw. aus gummiartigem Material aufgebracht sein. Es kann auch eine separate Außenhülle (nicht gezeigt) zur Verwendung der Hülse 100 als Adapterhülle angebracht sein. Alternativ könnte direkt das Druckmotiv selbst auf dem Außenmantel 132 angebracht sein. Bevorzugt wird, insbesondere bei Maschinen für Offset-Druck oder Flexodruck, jedoch die Ausführung mit Außenhülle 134 aus PU. In einer solchen Ausführung nach FIG.1 bildet die Außenhülle 134 den Motiv- bzw. Druckklischeeträger zum austauschbaren Befestigen eines flexiblen Klischees. In oder an der Außenhülle 134 können entsprechend geeignete und nicht näher gezeigte Haltemittel für Druckklischees vorgesehen sein. Weitere Einzelheiten zur geeigneten Ausgestaltung einer Außenschicht 130 sind ebenfalls aus dem Stand der Technik bekannt.

[0031] FIG.1 zeigt weiterhin schematisch den Aufbau der Zwischenschicht 120 gemäß einem besonderen Aspekt der Erfindung. Die Zwischenschicht 120 in wabenartiger Leichtbauweise hergestellt, insbesondere in Schichtbauweise mit mehreren koaxialen Schichten (engl.: layers) bzw. Strata aus geeignet vorgefertigtem Wabenmaterial. Die Zwischenschicht 120 ist an der Innenschicht 110, gemäß FIG.1 bspw. am Innenmantel 112, befestigt, bevorzugt mittels einer geeigneten Kleberlage 114. Die Außenschicht 130 hingegen kann unmittelbar, bspw. durch Aufwickeln von getränktem Fasermaterial, oder zusätzlich mit einer gesonderten Kleberschicht, an der Zwischenschicht 120 aus Wabenmaterial befestigt sein.

[0032] Wie am besten aus FIG.2 ersichtlich, sind die einzelnen Wabenzellen 123 innerhalb der Zwischenschicht 120 so angeordnet, dass ihre Mittelachsen B (quer zur Ebene der FIG.2) im Wesentlichen radial zur Längsachse A gerichtet sind. Die Mittelachsen B gehen also möglichst in der Ebene von FIG.1 strahlen- bzw. speichenförmig von der Längsachse A aus. Im flachen, ungeformten Zustand der Wabe entspricht eine Mittelachse B hierbei der Symmetrieachse der Wabenzelle 123 senkrecht zur Grundfläche bzw. parallel zu den Zellwänden. Aufgrund der krümmungsbedingten Aufweitung der Wabenzellen 123 sind die Zellwände, d.h. Wabenstege 126, nicht exakt parallel zur Mittelachse B, jedoch ebenfalls im Wesentlichen radial. FIG.2 zeigt eine idealisiert schematische Darstellung ohne entsprechende Krümmung. In der Praxis können im Querschnitt der Wabenzellen 123 gemäß FIG.2 natürlich krümmungsbedingte Verformungen bzw. ein geringerer Symmetriegrad nicht vermieden werden.

[0033] Im Ausführungsbeispiel nach FIG.1 und FIG.2 ist die Zwischenschicht 120 aus mehreren aneinandergrenzenden Wabenschichten 122-1, 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 hergestellt. Jede einzelne Wabenschicht 122-1, 122-2, 122-3,

122-4, 122-5 innerhalb der Zwischenschicht 120 ist erfindungsgemäß mit vorgefertigter Wabe aus Metallfolie, vorzugsweise aus Aluminiumfolie hergestellt. Eine rein beispielhaft geeignete Aluminiumwabe ist bspw. eine ECM 6.4-82 Wabe vom Typ ECM der Fa. Euro-Composites® S.A., Echternach, Luxemburg. Diese Wabe ist mit einer Folie aus Aluminiumlegierung, insbesondere der Aluminiumknetlegierungen 3003 (AlMnCu) gemäß Norm EN 573/3-4 mit Oberflächenbeschichtung hergestellt. Die Waben bzw. Wabenschichten 122-1, 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 können erfindungsgemäß auch aus anderem Metall oder metallbeschichteter Folie, etwa aus mit Aluminium beschichteter Polymerfolie hergestellt sein.

[0034] Die einzelnen Waben jeder Wabenschicht 122-1, 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 bilden bereits ein zusammenhängendes flaches Zwischenprodukt, bevor sie beim Herstellen der Zwischenschicht 120 umgeformt und aufeinander angebracht werden. Somit wird vorliegend der Begriff "Wabe" nicht zur Bezeichnung einzelner Wabenzellen, sondern des zusammenhängenden Gebildes aus Zellen verwendet, d.h. i.S.v. honeycomb (engl.). Die metallischen bzw. metallbeschichteten Waben jeder Wabenschicht 122-1, 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 können prinzipiell aus jedem geeignetem Metall hergestellt sein. Wie ferner aus FIG.1 hervorgeht, sind die Wabenschichten 122-1, 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 zur Achse A koaxial angeordnet und unmittelbar aufeinander und aneinander befestigt mittels zwischengeordneten Kleberlagen 124. Geeignet für die Kleberlagen 124 ist bspw. Klebefilm auf Basis von Epoxydharz oder aus Thermoplast-Kleber. Die Kleberlagen 124 haben bevorzugt ein Flächengewicht von $<500 \text{ g/m}^2$ und bestehen vorzugsweise aus reinem gehärteten Kleber, z.B. reines Harz ohne Faserverstärkung, um ein Mindestmass an elastischer Verformung zu gewährleisten. Im Gegensatz zum Stand der Technik sind somit innerhalb der Zwischenschicht 120 in Umfangsrichtung keine sandwichtypischen Deckschichten aus Faserverbund vorgesehen, sondern reine unverstärkte Kleberlagen 124, bspw. aus Epoxid-Harz oder Thermoplast-Material. Dies hat sich als vorteilhaft zugunsten der Expansion der Innenschicht 110 erwiesen.

[0035] Trotz des typischen Verwendungszecks von Wabestrukturen zur Erzielung hoher Druckfestigkeit in Richtung der Mittelachsen B der Wabenzellen 123, lässt sich mit dem hier vorgeschlagenen Aufbau der Zwischenschicht 120 überraschenderweise doch eine ausreichende Expansion der Innenschicht 120 bzw. des Innenmantels 122 in Radialrichtung erzielen. Diese liegt bei Versuchen im Bereich von einigen Hundertstel Millimeter, insbesondere über $30 \text{ } \mu\text{m}$. Diese Eigenschaft ist mutmaßlich auf herstellungsbedingte Effekte, wie bspw. die Aufweitung der Wabenzellen 123 in Radialrichtung, und mutmaßlich auch auf deren unmittelbare Anbindung untereinander mittels unverstärkten Kleberlagen 124 zurückzuführen.

[0036] Besonders gute Werte wurden erzielt in einer in FIG.2 schematisch dargestellten Ausgestaltung. Hierbei sind jeweils zwei radial aneinandergrenzende Paare von Wabenschichten 122-1 - 122-2; 122-2 - 122-3; 122-3 - 122-4 bzw. 122-4 - 122-5 (letzteres Paar gezeigt in FIG.2) derart angeordnet, dass die Mittelachsen B der Wabenzellen 123 der äußeren Wabenschicht 122-5 gegenüber den Mittelachsen der Wabenzellen der angrenzenden inneren Wabenschicht 122-4 möglichst weit versetzt sind, zumindest über einen wesentlichen Umfangsbereich um die Längsachse A betrachtet. Mit anderen Worten, wird ein Fluchten der Mittelachsen B zwischen zwei unmittelbar aneinandergrenzenden Wabenschichten 122-1 - 122-2; 122-2 - 122-3; 122-3 - 122-4 bzw. 122-4 - 122-5 im Rahmen des bei der Herstellung technisch Möglichen vermieden. Zumindest über einen Umfangsbereich von statistisch gemittelt über 75% des Umfangs sollte ungewollte Fluchtung technisch vermieden werden. Ein Fluchten zwischen nicht aneinandergrenzenden Wabenschichten, bspw. der innersten Wabenschicht 122-1, der mittleren Wabenschicht 122-3 und/oder der äußeren Wabenschicht 122-5 ist hingegen durchaus zulässig und irrelevant, teils sogar vorteilhaft. Mit geeigneter Präzision während der Fertigung kann vorzugsweise, wie in FIG.2 abgebildet, jede Wabenschicht 122-1... 122-5 so angeordnet sein, dass die Zellstege 126, d.h. die radial gerichteten Zellwände, in jeweils zwei radial aneinandergrenzenden Wabenschichten möglichst mittig aufeinander tragen. In einer radialen Seitenansicht nach FIG.2 sollen sich somit die aneinandergrenzenden Zellstege 126 möglichst mittig schneiden. Somit tragen die Zellstege 126 typischerweise an jeweils 4 Punkten, in FIG.2 beispielhaft in C gezeigt, ähnlich einer Vierpunktlagerung. Aus fertigungsbedingten Gründen kann natürlich ein geringes ungewolltes Fluchten über begrenzte Winkelbereiche bzw. begrenzte Sektoren um die Längsachse A nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Ebenso kann mittiges Tragen der Zellstege 126 aufeinander nicht exakt gewährleistet werden. Im Mittel kann und sollte die Anordnung zweier aneinandergrenzender Wabenschichten z.B. 122-4 - 122-5 jedoch überwiegend den obengenannten Versatz aufweisen und ein Fluchten der Mittelachsen B bzw. der benachbarten Zellstege 126 vermeiden. Diese bevorzugte Anordnung verbessert zusätzlich die ohnehin überraschende Kompressionsfähigkeit der Zwischenschicht 120 radial nach außen, welche die Expansionsfähigkeit der Innenschicht 110 gewährleistet. Die paarweise nicht fluchtende Anordnung wird vereinfacht, wenn die Paare aneinandergrenzender Wabenschichten z.B. 122-2 - 122-3; 122-3 - 122-4 bzw. 122-4 - 122-5 jeweils aus Faserverbund-Wabe mit annähernd gleicher Zellgröße aneinander grenzen. Hierdurch stimmt trotz Aufweitung nach Außen der Zellquerschnitt der aneinander grenzenden Wabenzellen 123 an ihrer Schnittstelle, d.h. auf Höhe der zwischen liegenden Kleberlage 124, annähernd überein.

[0037] Weiterhin ist anzumerken, dass die Zwischenschicht 120 aus FIG.1 eine innerste Wabenschicht 122-1 aus Wabe mit hexagonalen Wabenzellen aufweist (nicht näher gezeigt). Die innerste Wabenschicht 122-1 ist vorzugsweise aus dem gleichem Material hergestellt, weist aber im Gegensatz zu den in FIG.2 gezeigten Wabenzellen 123 der weiteren

äußeren Wabenschichten 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 keine überexpandierten Wabenzellen auf. Die Wabenzellen 123 der weiter äußeren Wabenschicht 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 hingegen sind bevorzugt in Richtung der Längsachse A überexpandiert, wie schematisch in FIG.2 gezeigt. Nicht näher gezeigt in FIG.2 ist die bevorzugte Ausführung mit vollständig (in W oder L-Richtung) überexpandierten, d.h. zu quasi rechtwinkligem Querschnitt überexpandierten Wabenzellen 123 (sog. "overexpanded rectangular core"). Entsprechende Überexpansion der vorgefertigten Wabe vereinfacht anschließend beträchtlich das Krümmen in Mantelform um die Achse A und reduziert hiermit einhergehende Verwerfungen. Ferner zeigt die FIG.1 das bevorzugte Merkmal, wonach die innerste Wabenschicht 122-1 verglichen mit den weiter äußeren Wabenschichten 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 eine deutlich geringer Dicke bzw. Stärke in Radialrichtung hat. Bei Versuchen hat sich eine Dicke der innersten Wabenschicht 122-1 aus Hexagonalwaben von weniger als 10%, vorzugsweise <7,5%, der Gesamtdicke der Zwischenschicht 120 herausgestellt. Um praktikable Krümmung der innersten Wabenschicht 122-1 aus Hexagonalwaben zu gewährleisten, hat selbige bei üblichen Innendurchmessern der Hülse 100 vorzugsweise eine absolute Dicke von weniger als 7,5mm, vorzugsweise 5mm. Hexagonalwabe in einer dünnen innersten Wabenschicht 122-1 wird besonders bevorzugt zusammen mit einer Hilfsschicht aus Schaumstoff, wie weiter unten erläutert bzgl. FIG.5 und FIG.6). Auch die optionale Anordnung einer solchen dünnen und stabileren innersten Wabenschicht 122-1 mit hexagonal geformten Waben an einer angrenzenden überexpandierten Wabenschicht 122-2 nach FIG.1 ist offenbar der Expansion zuträglich. Dies könnte eventuell auf günstiges Biegeverhalten an den Schnittpunkten der hexagonalen und überexpandierten Wabenstege 126 zurückgeführt werden.

[0038] Nicht näher aus FIG.1 ersichtlich ist eine bevorzugte Ausführung, wonach die Zwischenschicht 120 unterschiedlich starke Wabenschichten 122-1, 122-2, 122-3, 122-4, 122-5 in mindestens drei verschiedenen nach außen zunehmenden Dicken umfasst. Bei Verwendung von Wabe aus Aluminiumfolie kann die Dicke der äußeren Wabenschichten 122-2, 122-3, 122-4, 122-5, jeweils im Bereich 7,5-12,5mm liegen, wobei beispielsweise die mittleren Wabenschichten 122-3, 122-4 die gleiche Dicke aufweisen können. Zur Herstellung größerer Außendurchmesser können anstatt einer einzelnen äußeren Schicht 122-5 mit maximaler Dicke eine Vielzahl identischer Schichten vorgesehen werden bspw. vier bis sieben solcher Schichten. Eine Feinabstimmung der Gesamtdicke der Zwischenschicht 120 kann zusätzlich dadurch erreicht werden, dass außen an den ein oder mehreren stärksten Schichten geeignet gewählte Wabenschichten mit geringerer Stärke aufgebracht werden.

[0039] FIG.3 zeigt eine gattungsgemäße Hülse 200 gemäß einer zweiten Ausführungsform. Diese hat analog zur Ausführung in FIG.1 und im Gegensatz zu gattungsgemäßen Hülsen keine gesonderte Kompressionsschicht. Auch in dieser Ausführung hat die Hülse einen mehrschichtigen Aufbau mit einer Innenschicht 210, bestehend aus einem Innenmantel 212 aus Faserverbund, bspw. aus GFK, einer Zwischenschicht 220 und einer verhältnismäßig starren Außenschicht 230 mit einem Außenmantel 232 und einer PU Außenhülle 234. Die Hülse 200 unterscheidet sich im Wesentlichen dadurch, dass eine geringere Anzahl Wabenschichten, bspw. lediglich wie gezeigt nur zwei Wabenschichten 222-1, 222-2, wobei die innerste Wabenschicht 222-1 bevorzugt verhältnismäßig dünn, insbesondere mit einer Dicke deutlich unter 10mm, und aus Hexagonal-Wabe und die äußere Wabenschicht 222-2 verhältnismäßig dick, bspw. mit einer Dicke von über 12mm, aus vollständig überexpandierter Wabe hergestellt ist. Innenschicht 210 und Außenschicht 230 können, abgesehen vom unterschiedlichen Durchmesser, im Aufbau dem oben Beschriebenen entsprechen. Ebenso gilt oben Gesagtes auch für den Aufbau der einzelnen Wabenschichten 222-1, 222-2. Auch in der Ausführung nach FIG.3 trägt somit Zwischenschicht 220 aus vorgefertigter metallischer oder metallbeschichteter Wabe für sich genommen wesentlich dazu bei, dass der Innenmantel 212 radial von der Längsachse A weg expandieren kann. Auch mit einer erfindungsgemäßen Zwischenschicht 220 mit relativ geringer Gesamtdicke, lässt sich die zum Aufspannen der Hülse 200 auf einen Druckmaschinenzylinder typisch erforderliche Expansion in Radialrichtung von mindestens 20µm (2 hundertstel Millimeter) gewährleisten.

[0040] FIG.4 zeigt eine weitere Ausführung einer Hülse 300 als Alternative zu FIG.1. Die Hülse 300 unterscheidet sich im Wesentlichen durch den Aufbau ihrer Innenschicht 310. Die Zwischenschicht 320 kann im Wesentlichen wie oben zu FIG.1 beschrieben aufgebaut sein. Alternativ liegt es im Rahmen der Erfindung, die Zwischenschicht ohne eine dünne innerste Schicht, d.h. ohne die in FIG.1 mit 122-1 bezeichnete Schicht auszuführen. Ebenso kann eine andere Anordnung der Wabenschichten 322-1, 322-2, 322-3 gewählt werden. Die Außenschicht 330 ist auch im Ausführungsbeispiel nach FIG.4 zum Aufspannen auf einen Druckmaschinenzylinder wie oben beschrieben ausgeführt.

[0041] Die Innenschicht 310 gemäß FIG.4 umfasst, zusätzlich zum oberflächenharten Innenmantel 312 wie oben, weiterhin von Innen nach Außen eine kompressible Hilfsschicht 316 und, aus fertigungstechnischen Gründen, einen Zwischenmantel 318. Der Zwischenmantel 318 ist im Verhältnis zum Außenmantel 332 relativ elastisch, bspw. aus Faserverbund, bevorzugt aus einigen wenigen Lagen GFK hergestellt, um die gewünschte Expansion zu ermöglichen. Auf dem Zwischenmantel 318 wird die erfindungsgemäße Zwischenschicht 320 hergestellt und befestigt. Die Hilfsschicht 316 gemäß FIG.3 besteht aus kompressiblem Material, insbesondere einem Schaumstoff mit Raumgewicht im Bereich von 25-40 kg/m³. Bevorzugt wird ein Elastomer oder ein Schaumtyp mit möglichst dauerhaftem Erhalt von >90% Rückstellkraft.

[0042] Eine Ausgestaltung mit Hilfsschicht 316 nach FIG.4 wird insbesondere bevorzugt, wenn, neben dem wesentlichen Beitrag durch die Zwischenschicht 320, ein zusätzlicher Beitrag zur Expansionsfähigkeit des Innenmantels 312

gewünscht ist, oder wenn der schlupffreie Kraftschluss auf dem Zylinder gezielt beeinflusst werden soll durch die Materialwahl der Hilfsschicht 316. Die Hilfsschicht 316 leistet im Vergleich zur Zwischenschicht 320 auch in der Ausführung nach FIG.4 absolut, d.h. nicht längenbezogen, einen kleineren Beitrag (<50%) zur Expansion radial zur Längsachse A. Auch bei der Ausführung nach FIG.4 wird absolut über 50% der Expansion in Radialrichtung von der Zwischenschicht 320 aufgenommen.

[0043] FIG.5 & FIG.6 zeigen bevorzugte Alternativen einer Innenschicht 410, 510 mit kompressibler Hilfsschicht, welche insbesondere auch separat als Innenschicht in einen Aufbau nach FIG.1, FIG.3 oder FIG.4 eingebracht und verklebt werden können. Hierbei weisen letztere dann einen Innenmantel 112, 212 bzw. einen Zwischenmantel 314 geringerer Stärke und ein Übermaß für die Verklebung, entsprechend dem Durchmesser der Innenschicht nach FIG.5 oder FIG.6 plus Montagespalt von ca. 0,1-0,5mm auf.

[0044] Die Innenschicht 410 nach FIG.5 andererseits umfasst von Innen nach Außen: einen oberflächenharten Innenmantel 412, eine kompressible Hilfsschicht 416, insbesondere aus Elastomer oder Schaumstoff wie oben, und eine dünne Wabenschicht 422. Die dünne Wabenschicht 422 ist an die kompressible Hilfsschicht 416, d.h. den Schaumstoff, angrenzend befestigt mittels einer geeigneten elastisch verformbaren Kleberlage 414. Die dünne Wabenschicht 422 ist ebenfalls aus metallischer oder metallbeschichteter Wabe vorzugsweise mit hexagonalen Wabenzellen einer Dicke von weniger als 7,5 mm gefertigt. Weiterhin umfasst die Innenschicht 410 zu Herstellungszwecken einen äußeren Zwischenmantel 418, vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, welche mit vergleichsweise geringer Stärke ausgeführt werden kann, so dass er bei Verklebung zusammen mit einem weiteren Zwischenmantel, z.B. 318 in FIG.4, den wesentlichen Beitrag zur Expansion in Radialrichtung der Zwischenschicht, z.B. 320 in FIG.4, nicht beeinträchtigt. Als Kleberlage 414 angrenzend an die Hilfsschicht 416 aus Elastomer oder Schaumstoff wird bevorzugt ein aufgetragener Pastenkleber auf Polyurethanbasis oder Epoxidharzbasis verwendet.

[0045] Der Aufbau der Innenschicht 510 nach FIG.6 ist identisch bis auf die Reihenfolge von Innen nach Außen, wobei in FIG.6 die dünne Wabenschicht 522 innen und die kompressible Hilfsschicht 516 außen vorgesehen ist.

[0046] Die Verwendung einer Innenschicht 410; 510 gemäß FIG.5 oder FIG.6 ermöglicht im Vergleich bspw. zur Innenschicht 310 nach FIG.4 eine weitere Erhöhung der möglichen Kompression bzw. eine geringere Dicke der kompressiblen Hilfsschicht 416; 516, da letztere, insbesondere bei Verwendung von Schaummaterial, zumindest geringfügig in die offenen Wabenzellen der dünnen Wabenschicht 422; 522 entweichen kann.

[0047] Im Folgenden werden nun anhand bevorzugter Beispielausführungen mögliche Herstellungsverfahren für Hül- sen 100; 200; 300 mit erfindungsgemäßer Zwischenschicht 120; 220; 320 und/oder Innenschicht 310; 410; 510 erläutert:

[0048] Das Verfahren zum Herstellen einer mehrschichtigen expandierbaren Hülse umfasst in grober Übersicht typischerweise die Schritte A)-C) wie folgt:

A) Fertigen einer Innenschicht 110; 210; 310 mit einem oberflächenharten Innenmantel 112; 212; 312, vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, auf einem Dorn, welcher eine Längsachse definiert. Schritt A erfolgt vorzugsweise mittels:

- Aufbringen, vorzugsweise durch Wickeln, von trockenem oder harzgetränktem Fasermaterial ein-oder mehrlagig auf dem Dorn,
- Tränken des Fasermaterials mit Harz erfolgt durch Vakuuminfusion oder durch Nasswickeltechnik direkt beim Wickeln,
- Aushärten des getränkten Fasermaterials zu einem oberflächenharten Innenmantel;

B) Fertigen einer Zwischenschicht 120; 220; 320 in wabenartiger Leichtbauweise, mit Wabenzellen, deren Mittelachsen radial zur Längsachse gerichtet sind, wobei erfindungsgemäß mindestens eine Wabe aus Metallfolie oder aus metallbeschichteter Folie verwendet wird. Dies erfolgt im Sinne der Erfindung bevorzugt durch:

- Aufbringen einer Kleberlage 124; 224; 324, insbesondere auf der gefertigten Innenschicht 110; 210; 310;
- Aufbringen mindestens einer Wabenschicht 122-i; 222-i; 322-i aus vorab gefertigter Wabe aus Metallfolie oder aus metallbeschichteter Folie, coaxial zur Längsachse A, wobei Wabe für jede Wabenschicht 122-i; 222-i; 322-i beim Aufbringen oder ggf. vorab zur Krümmung um die Längsachse A geformt wird. Die Zellgrößen der Waben liegen hierbei vorzugsweise im Bereich von 4,8 bis 9,6 mm. Die Raumgewichte der Wabenscheiben liegen im Bereich von vorzugsweise 29 bis 90 kg/m³. Als Wabenmaterial kann Aluminium-Folie geeigneter Legierung bspw. 5052 oder 3003 verwendet werden, z.B. Aluminiumwabe der Firma Euro-Composites®. Verkleben der Wabenschichten untereinander durch die Kleberlagen erfolgt in einem Ofenzyklus bei 50 bis 160°C abhängig vom verwendeten Klebertyp.

C) Fertigen einer Außenschicht 130; 230; 330 mit einem oberflächenharten zylindrischen Außenmantel 132; 232; 332, vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, auf der Zwischenschicht 120; 220; 320. Schritt C) erfolgt vorzugsweise durch:

- Aufbringen, bspw. durch Bandwickeln (engl.: tape-winding), von mit Harz, bevorzugt Epoxid-Harz oder Vinylster-Harz, imprägniertem Band aus Fasermaterial ein oder mehrlagig mittelbar oder unmittelbar auf der Zwischenschicht, insbesondere auf der äußeren Wabenschicht,
- Aushärten des beim Wickeln imprägnierten Fasermaterials zu einem oberflächenharten Außenmantel, sowie
- Aufbringen einer äußeren harten Schicht aus chemisch resistantem Material, vorzugsweise Polyurethan (PU) oder einem Material mit gleichem Eigenschaftsprofil, durch geeignete Applikationsverfahren (z.B. Gießtechnik, Spritztechnik oder Rotationsbeschichtungstechnik).

[0049] Alternativ zum Fertigen der Zwischenschicht 320 unmittelbar auf der vollständigen Innenschicht 310, kann die Zwischenschicht 320 auch auf einem ersten Zwischenmantel 318 gefertigt werden, in welchen anschließend eine gesonderte Innenschicht 410; 510 bspw. nach FIG.4 oder FIG.5 eingeklebt wird. Hierbei wird die Innenschicht 410; 510 also separat und zeitlich unabhängig gefertigt. Diese Vorgehensweise ermöglicht insbesondere die Anfertigung von modularen Zwischenschichten 120; 220; 320, welche nachträglich mit einem separaten Innenmantel gewünschten Durchmessers versehen werden können. Ebenso, kann die Außenschicht 130; 230; 330, nebst dem druckfesten Außenmantel 132; 232; 332 und ggf. der Außenhülle 134; 234; 334 eine oder mehrere nachträglich auf eine modular verwendete Zwischenschicht 120; 220; 320 aufgetragene innere Distanzschicht, insbesondere aus Wabe in identischer Leichtbauweise umfassen.

[0050] Abschließend sei nochmals festgehalten, dass die Verwendung von mindestens einer Wabenschicht aus metallischer oder metallbeschichteter Wabe, bspw. gemäß FIG.1, FIG.3-4 oder auch FIG.5-6, erfindungsgemäß vereinfachte Herstellung und geringes Gewicht erzielt. Weiterhin wird bei geringem Gewicht eine Zwischenschicht ermöglicht, die wesentliche Expansion in Radialrichtung, insbesondere eine Expansion mindestens 20 µm gestattet.

[0051] Abschließend sei auf einen weiteren besonderen Aspekt der Erfindung hingewiesen. Funkenbildung ist aufgrund der erheblichen Brandgefahr in der Druckindustrie unbedingt zu vermeiden. Bei ausschließlicher Verwendung metallischer oder metallbeschichteter Wabe in der Zwischenschicht 120; 220; 320 kann diese mit ausreichender Leitfähigkeit gestaltet werden, um einer Funkenbildung entgegenzuwirken. Durch geeignete Maßnahmen, vorzugsweise den Zusatz leitfähiger Partikel an oder in den Kleberlagen 114, 124; 414; 514 sowie im Faserverbund der Innenschicht 110; 210; 310; 410; 510 und der Außenschicht 130; 230; 330 kann die Hülse 100; 200; 300 insgesamt mit einer erhöhten elektrischen Leitfähigkeit, insbesondere in Radialrichtung, hergestellt werden. Somit kann die Hülse zum Ableiten bzw. zum Potentialausgleich auf den Druckmaschinenzylinder dienen. Zur Gewährleistung eines ausreichend geringen spezifischen Widerstands kann insbesondere Leitruf oder Leitfähigkeitsruf, bspw. SCF (superconductive furnace) black, unmittelbar in den Kleberlagen 114, 124; 414; 514 und auch in der jeweiligen Harzmatrix der Innenschicht 110; 210; 310; 410; 510 und der Außenschicht 130; 230; 330 zugefügt werden. Zur Erhöhung der Leitfähigkeit können Innen- bzw. Außenschicht zudem als kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) hergestellt werden. Ebenfalls denkbar sind Glasfaser-Gewebe oder Gewirke mit eingearbeiteten elektrisch leitenden Fäden. Falls eine kompressible Hilfsschicht 46, 516 gemäß FIG. 5 oder FIG.6 genutzt wird, sollte auch diese durch geeignete Materialwahl oder entsprechende Zusätze mit ausreichender Leitfähigkeit ausgeführt sein.

[0052] Durch die verwendete Wabe kann die Zwischenschicht 120; 220; 320 selbst leitfähig, d.h. mit spezifischem Widerstand kleiner gleich 10⁰0000Ωm oder mit Oberflächenwiderstand kleiner gleich 100 kΩ, ausgeführt werden. Durch geeignete Zusätze bzw. eingewirkte Leiter können Innenschicht 110; 210; 310; 410; 510 und Außenschicht 130; 230; 330 zumindest ableitfähig, d.h. mit einem spezifischen Widerstand von 10⁴Ωm bis maximal 10⁹Ωmm oder mit Oberflächenwiderstand zwischen 100 kΩ und 100 GΩ, ausgeführt sein, oder bei Bedarf auch leitfähig. Bei entsprechender Ausführung lässt sich ungewollte elektrostatische Funkenbildung durch Ableitung auf den Druckmaschinenzylinder verhindern.

Bezugszeichenliste

[0053] FIG.1-2

- | | |
|---|--------------|
| A | Längsachse |
| B | Mittelachsen |

EP 2 636 535 A1

	100	Hülse
	110	Innenschicht
5	112	Innenmantel
	114	Kleberlagen
	120	Zwischenschicht
10	122-1, 122-2, 122-3, 122-4, 122-5	Wabenschichten
	123	Wabenzellen
15	124	Kleberlagen
	126	Zellstege
	130	Außenschicht
20	132	Außenmantel
	134	Außenhülle

25 **[0054]** FIG.3

	A	Längsachse
	200	Hülse
30	210	Innenschicht
	212	Innenmantel
35	220	Zwischenschicht
	222-1, 222-2	Wabenschichten
	230	Außenschicht
40	232	Außenmantel
	234	Außenhülle

45 **[0055]** FIG.4

	A	Längsachse
	300	Hülse
50	310	Innenschicht
	312	Innenmantel
55	316	Hilfsschicht
	318	Zwischenmantel

320 Zwischenschicht

322-1, 322-2, 322-3 Wabenschichten

5 330 Außenschicht

332 Außenmantel

10 334 Außenhülle

[0056] FIG.5

410 Innenschicht

15 412 Innenmantel

414 Kleberlage

20 416 Hilfsschicht

418 Zwischenmantel

422 Wabenschicht

25 **[0057]** FIG.6

510 Innenschicht

30 512 Innenmantel

514 Kleberlage

516 Hilfsschicht

35 518 Zwischenmantel

522 Wabenschicht

40 **Patentansprüche**

1. Expandierbare Hülse für einen Druckmaschinenzylinder, wobei die Hülse (100; 200; 300) von Innen nach Außen zumindest folgendes umfasst:

45 einen oberflächenharten Innenmantel (112; 212; 312), vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, welcher eine Längsachse (A) und einen Hohlraum zum Anbringen der Hülse auf dem Zylinder definiert,
eine Zwischenschicht (120; 220; 320), welche in wabenartiger Leichtbauweise hergestellt ist mit Wabenzellen (123) deren Mittelachsen (B) radial zur Längsachse (A) gerichtet sind;
einen druckfesten Außenmantel (132; 232; 332), vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, zum Tragen ins-
50 besondere einer Außenhülle (134; 234; 334), eines Druckmotivs oder einer separaten Außenhülle;
wobei die Zwischenschicht (120; 220; 320) für sich genommen wesentlich dazu beiträgt, dass der Innenmantel zum Aufspannen der Hülse auf den Zylinder radial von der Längsachse (A) weg expandieren kann, und insbesondere eine Expansion in Radialrichtung von mindestens 20µm, vorzugsweise mindestens 30µm, gestattet;
55 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht (120; 220; 320) mindestens eine Wabenschicht (122-1... 122-5; 222-1... 222-2; 322-1... 322-5) mit Wabe aus Metallfolie oder aus metallbeschichteter Folie umfasst.

2. Expandierbare Hülse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht mit Wabe aus Metallfolie, vorzugsweise aus Leichtmetallfolie, insbesondere aus Aluminiumfolie, hergestellt ist und vorzugsweise

mindestens zwei, noch bevorzugter mehrere Wabenschichten (122-1... 122-5; 222-1... 222-2; 322-1... 322-5) umfasst, welche zur Längsachse coaxial aufeinander befestigt sind.

3. Expandierbare Hülse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht (120; 220; 320) insgesamt leitfähig und die Hülse (100; 200; 300) insgesamt zumindest ableitfähig ausgeführt ist.

4. Expandierbare Hülse nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei radial aneinandergrenzende Wabenschichten derart angeordnet sind, dass über einen wesentlichen Umfangsbereich die Mittelachsen (B) der Wabenzellen (123) der äußeren Wabenschicht gegenüber den Mittelachsen (B) der Wabenzellen (123) der angrenzenden inneren Wabenschicht versetzt sind, vorzugsweise so, dass die Zellstege (126) der inneren Wabenschicht die Zellstege (126) der äußeren Wabenschicht näherungsweise mittig tragen.

5. Expandierbare Hülse nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht:

eine dünnere innerste Wabenschicht (122-1; 222-1; 322-1), vorzugsweise mit hexagonalen Wabenzellen, und mindestens eine dickere äußere Wabenschicht (122-2... 122-5; 222-2; 322-2... 322-3) mit in Richtung der Längsachse (A) überexpandierten Wabenzellen (123) umfasst.

6. Mehrschichtige expandierbare Hülse nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dünnere innerste Wabenschicht (122-1; 222-1; 322-1) eine Stärke von <7,5 mm aufweist und die mindestens eine dickere äußere Wabenschicht (122-2... 122-5; 222-2; 322-2... 322-3) eine Stärke im Bereich von 7,5mm bis 12,5mm aufweist.

7. Mehrschichtige expandierbare Hülse nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht (120; 220; 320) Wabenschichten von mindestens zwei verschiedenen nach außen zunehmenden Dicken umfasst.

8. Expandierbare Hülse nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei sämtliche Wabenschichten (122-1... 122-5; 222-1... 222-2; 322-1... 322-5) der Zwischenschicht aus vorgefertigter Wabe aus Metallfolie oder aus metallbeschichteter Folie hergestellt sind.

9. Expandierbare Hülse nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außenmantel (132; 232; 332) aus mehrlagigem faserverstärktem Kunststoff, vorzugsweise aus CFK, hergestellt ist und auf dem Außenmantel eine druckfeste Außenhülle (134; 234; 334), vorzugsweise aus Polyurethan, befestigt ist.

10. Expandierbare Hülse nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Innenschicht (110; 210; 310) umfassend von Innen nach Außen:

den oberflächenharten Innenmantel, vorzugsweise aus CFK, eine kompressiblen Hilfsschicht, insbesondere aus Elastomer oder Schaumstoff, und einen Zwischenmantel vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, insbesondere aus CFK, sowie

eine Außenschicht (130; 230; 330) umfassend von Innen nach Außen:

den druckfesten Außenmantel (132; 232; 332), vorzugsweise aus CFK, und eine dickwandigere Außenhülle (134; 234; 334), vorzugsweise aus Polyurethan,

wobei Innenschicht und Außenschicht zumindest elektrisch ableitfähig ausgeführt sind.

11. Verfahren zum Herstellen einer expandierbaren Hülse für einen Druckmaschinenzylinder, wobei das Verfahren umfasst:

Fertigen einer Innenschicht mit einem oberflächenharten Innenmantel, vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, auf einem Dorn welcher eine Längsachse definiert, vorzugsweise umfassend

- Aufbringen von trockenem oder harzgetränktem Fasermaterial ein- oder mehrlagig auf dem Dorn,
- Tränken des trockenen Fasermaterials mit Harz durch Vakuuminfusion oder durch Nasswickeltechnik direkt beim Wickeln,
- Aushärten des getränkten Fasermaterials zu einem oberflächenharten Innenmantel;

Fertigen einer Zwischenschicht in wabenartiger Leichtbauweise, mit Wabenzellen deren Mittelachsen radial zur Längsachse gerichtet sind, umfassend

5

- Aufbringen einer Kleberlage, insbesondere auf der gefertigten Innenschicht;
- Aufbringen mindestens einer Wabe aus Metallfolie oder metallbeschichteter Folie coaxial zur Längsachse; sowie

10

Fertigen einer Außenschicht mit einem druckfesten Außenmantel, vorzugsweise aus Faserverbundwerkstoff, auf der Zwischenschicht, vorzugsweise umfassend

15

- Aufbringen von trockenem oder harzgetränktem Fasermaterial ein- oder mehrlagig mittelbar auf oder unmittelbar auf der Zwischenschicht insbesondere auf der äußeren Wabenschicht, vorzugsweise durch Bandwickeln in Nasswickeltechnik von mit Harz imprägniertem Fasermaterial, und
- Aushärten des mit oder auf dem Fasermaterial aufgetragenen Harzes zu einem druckfesten Außenmantel aus Faserverbundwerkstoff.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei das Fertigen der Zwischenschicht umfasst:

20

- Aufbringen von mindestens zwei Wabenschichten mit zwischenliegenden unverstärkten Kleberlagen, wobei Wabenschichten aus vorgefertigter Metallwabe, insbesondere vorgefertigter Leichtmetallwabe, beim Aufbringen oder vorab zur Krümmung um die Längsachse geformt werden,
- Befestigen jeder Wabenschicht unmittelbar auf einer angrenzenden inneren Wabenschicht oder mittelbar oder unmittelbar auf der Innenschicht durch Aushärten der jeweils zwischenliegenden Kleberlagen.

25

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das aufeinanderfolgende Aufbringen von mindestens zwei Wabenschichten derart erfolgt, dass in zwei radial aneinandergrenzende Wabenschichten über einen wesentlichen Umfangsbereich die Mittelachsen der Wabenzellen der äußeren Wabenschicht gegenüber den Mittelachsen der Wabenzellen der angrenzenden inneren Wabenschicht versetzt sind.

30

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 13, wobei das Fertigen der Zwischenschicht umfasst

35

- Aufbringen einer dünneren innersten Wabe aus Metallfolie oder metallbeschichteter Folie, insbesondere mit einer Dicke der Wabenschicht von <7,5 mm, und
- Aufbringen mindestens einer dickeren äußeren Wabe aus Metallfolie oder metallbeschichteter Folie mit in Richtung der Längsachse überexpandierten Wabenzellen auf der dünneren innersten Wabenschicht, wobei die dickeren äußeren Waben eine Stärke im Bereich von 7,5mm bis 12,5mm aufweisen.

40

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klebung der Waben der Zwischenschicht leitfähig ausgeführt wird und die Innenschicht und die Außenschicht zumindest elektrisch ableitfähig ausgeführt sind.

45

50

55

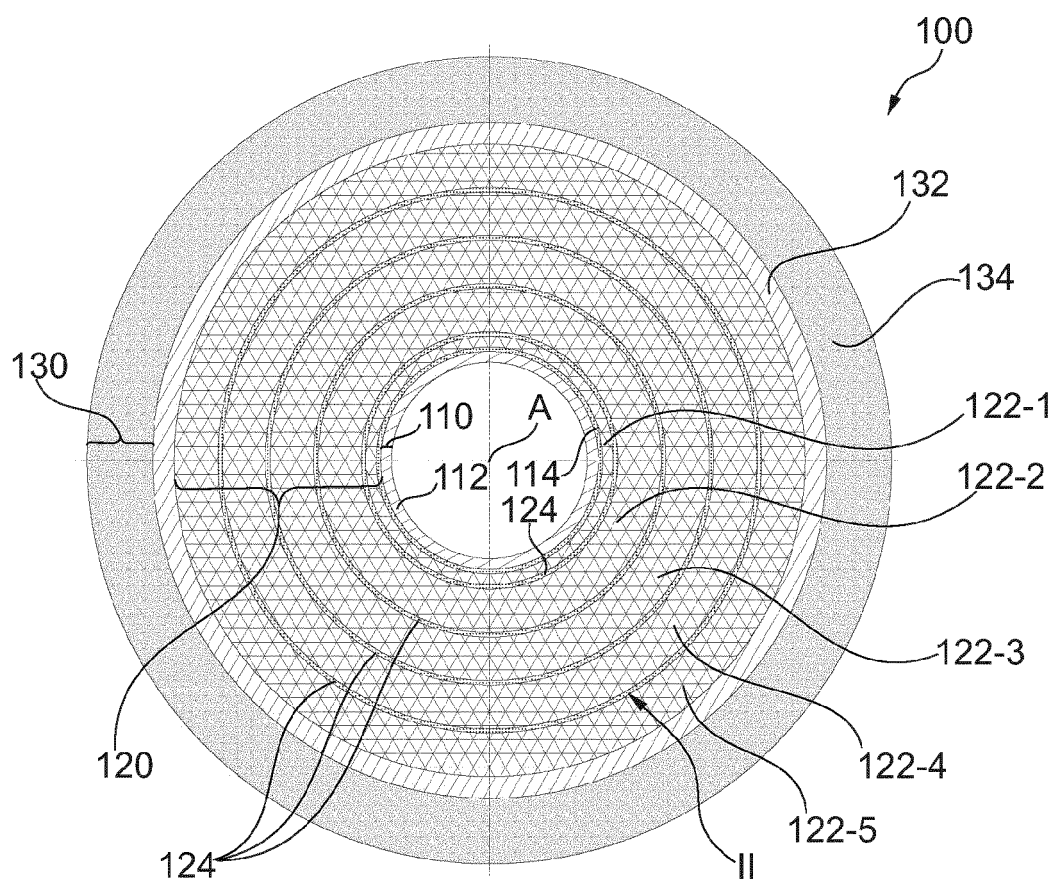


Fig. 1

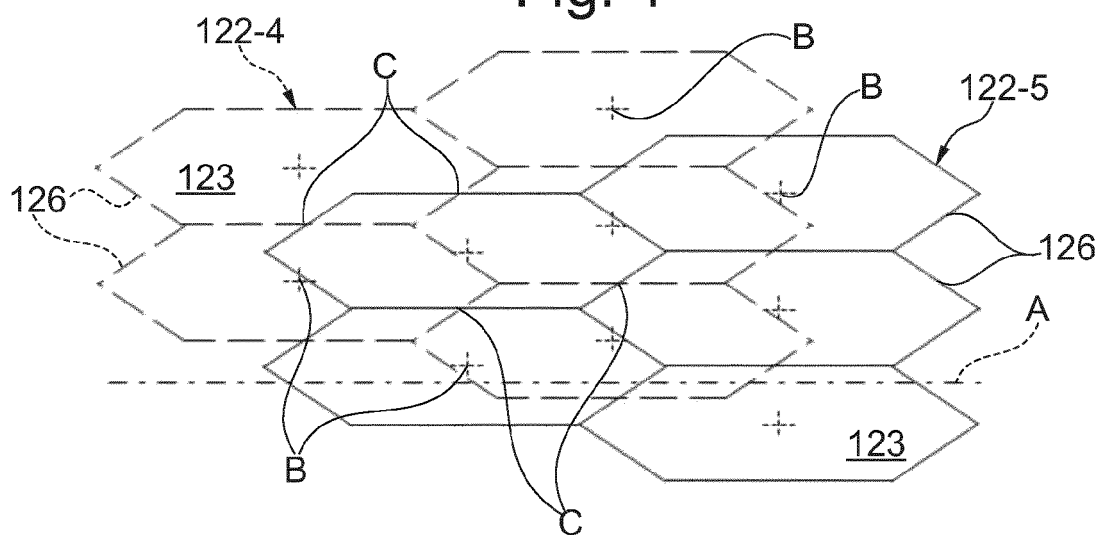


Fig. 2

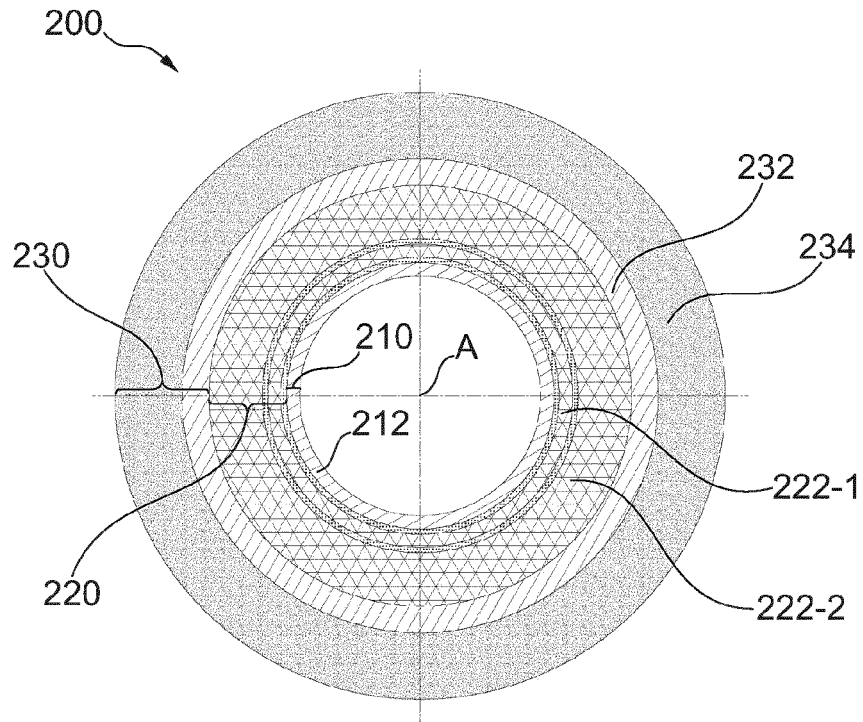


Fig. 3

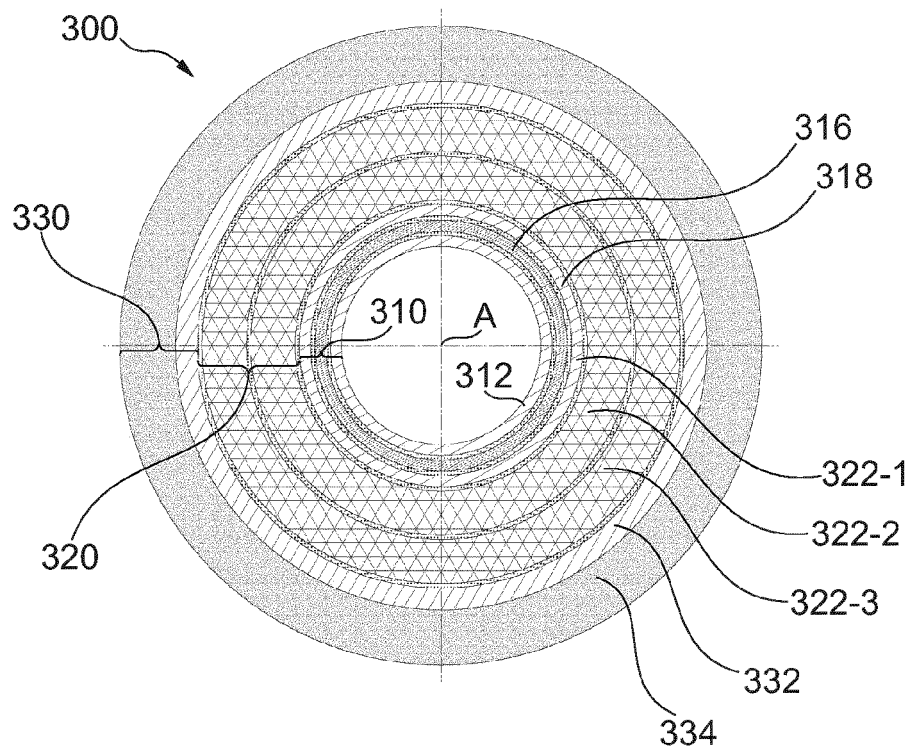


Fig. 4

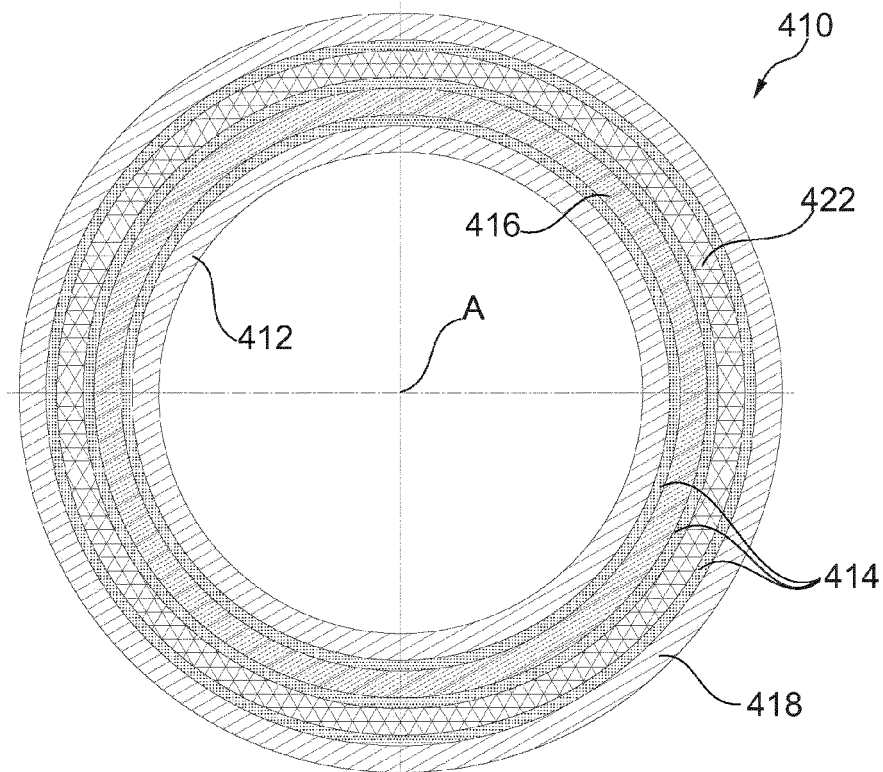


Fig. 5

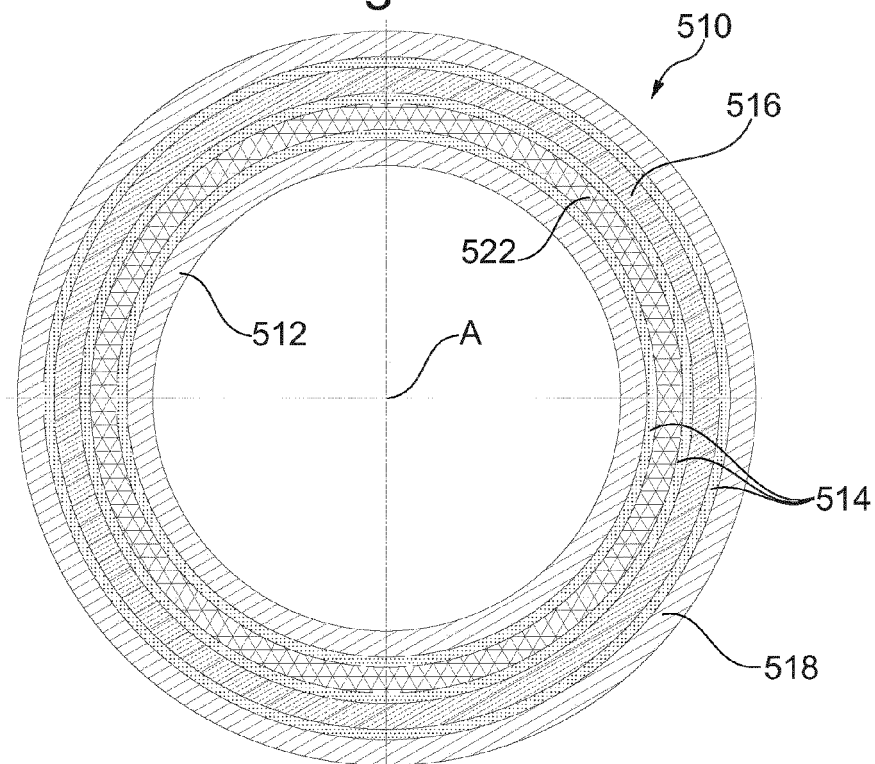


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 15 8212

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	US 2002/046668 A1 (BELL MICHAEL [US] ET AL) 25. April 2002 (2002-04-25) * Absatz [0002] * * Absatz [0006] - Absatz [0008] * * Absatz [0035] - Absatz [0040] * * Abbildungen 1, 2A, 2B * * Ansprüche 1-36 *	1-15	INV. B41N6/00
A,D	EP 0 683 040 A1 (FRANCILLE JEAN [FR]; FRANCILLE PHILIPPE [FR]) 22. November 1995 (1995-11-22) * Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 4 * * Spalte 4, Zeile 51 - Spalte 5, Zeile 45; Ansprüche 1-10; Abbildung 1 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B41N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 11. April 2013	Prüfer Bacon, Alan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 15 8212

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

11-04-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002046668 A1	25-04-2002	AU 3508301 A	20-12-2001
		EP 1164011 A2	19-12-2001
		US 2002046668 A1	25-04-2002

EP 0683040 A1	22-11-1995	AT 171673 T	15-10-1998
		CA 2149716 A1	20-11-1995
		DE 69505044 D1	05-11-1998
		DE 69505044 T2	27-05-1999
		DK 683040 T3	21-06-1999
		EP 0683040 A1	22-11-1995
		ES 2124987 T3	16-02-1999

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1361073 A [0004]
- US 20020046668 A [0005] [0006]
- EP 0683040 A [0006] [0007] [0008] [0009] [0015]
- EP 2011066542 W [0008]
- DE 10018418 [0014]