

(19)



(11)

EP 2 636 535 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.07.2015 Patentblatt 2015/31

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

(21) Anmeldenummer: **13158212.4**

(22) Anmeldetag: **07.03.2013**

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

Expandable sleeve for a printing machine cylinder

Manchon extensible pour un cylindre d'une machine d'impression

(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**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.09.2013 Patentblatt 2013/37

(73) Patentinhaber: **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)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 683 040 US-A1- 2002 046 668

EP 2 636 535 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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. 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.

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 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 Gewichtersparnis 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.

[0006] 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.

[0007] 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

[0008] 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.

[0009] Diese Aufgaben löst eine Hülse nach Anspruch 1 bzw. ein Verfahren nach Anspruch 11.

Allgemeine Beschreibung der Erfindung

[0010] 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).

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] Besonders zweckmäßig wird die Zwischenschicht mit Wabe aus Leichtmetallfolie, insbesondere aus Aluminiumfolie hergestellt.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] Ganz allgemein ist es konstruktionstechnisch vorteilhaft, wenn die Zwischenschicht Wabenschichten von mindestens zwei verschiedenen nach außen zunehmenden Dicken umfasst.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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

[0025] 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

[0026] 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.

[0027] 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. 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.

[0028] 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.

[0029] 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 coaxialen 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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.

[0039] 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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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.

[0043] 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.

[0044] 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.

[0045] 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:

[0046] 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, koaxial zur Längsachse A, wobei Wabe für jede Wabenschicht 122-1; 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 Viny-lester-Harz, imprägniertem Band aus Fasermaterial ein oder mehrlagig mittelbar oder unmittelbar auf der Zwi-schenschicht, insbesondere auf der äußeren Wabenschicht,
- Aushärten des beim Wickeln imprägnierten Fasermaterials zu einem oberflächenharten Außenmantel, sowie
- Aufbringen einer äußeren harten Schicht aus chemisch resistentem Material, vorzugsweise Polyurethan (PU) oder einem Material mit gleichem Eigenschaftsprofil, durch geeignete Applikationsverfahren (z.B. Gießtechnik, Spritztechnik oder Rotationsbeschichtungstechnik).

[0047] 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 ge-sonderte 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 druckfestem Au-ßenmantel 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.

[0048] Abschließend sei nochmals festgehalten, dass die Verwendung von mindestens einer Wabenschicht aus me-tallischer oder metallbeschichteter Wabe, bspw. gemäß FIG.1, FIG.3-4 oder auch FIG.5-6, erfindungsgemäß verein-fachte 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.

[0049] 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 metalli-scher 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 Poten-tialausgleich auf den Druckmaschinenzylinder dienen. Zur Gewährleistung eines ausreichend geringen spezifischen Widerstands kann insbesondere Leitruß oder Leitfähigkeitsruß, 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.

[0050] Durch die verwendete Wabe kann die Zwischenschicht 120; 220; 320 selbst leitfähig, d.h. mit spezifischem Widerstand kleiner gleich 10'0000Ωm 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 Oberflä-chenwiderstand 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 ver-hindern.

Bezugszeichenliste

[0051]

FIG.1-2

A	Längsachse
B	Mittelachsen

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

FIG.3

15	A	Längsachse
	200	Hülse
	210	Innenschicht
	212	Innenmantel
20	220	Zwischenschicht
	222-1, 222-2	Wabenschichten
	230	Außenschicht
	232	Außenmantel
25	234	Außenhülle

FIG.4

	A	Längsachse
	300	Hülse
30	310	Innenschicht
	312	Innenmantel
	316	Hilfsschicht
	318	Zwischenmantel
	320	Zwischenschicht
35	322-1, 322-2, 322-3	Wabenschichten
	330	Außenschicht
	332	Außenmantel
	334	Außenhülle

FIG.5

	410	Innenschicht
	412	Innenmantel
	414	Kleberlage
45	416	Hilfsschicht
	418	Zwischenmantel
	422	Wabenschicht

FIG.6

50	510	Innenschicht
	512	Innenmantel
	514	Kleberlage
	516	Hilfsschicht
55	518	Zwischenmantel
	522	Wabenschicht

Patentansprüche

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

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 insbesondere einer Außenhülle (134; 234; 334), eines Druckmotivs oder einer separaten Außenhülle; wobei 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; **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

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

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

- 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:

- 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.

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.

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

- 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.

- 5 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.

10 **Claims**

1. Expandable sleeve for a printing press cylinder, wherein the sleeve (100; 200; 300) comprises, from the inside outwards, at least:

15 a hard surface inner jacket (112; 212; 312), preferably made of composite fibre material, that defines a longitudinal axis (A) and a cavity for mounting the sleeve on the cylinder,
an intermediate layer (120; 220; 320), manufactured in the form of a lightweight honeycomb with honeycomb cells (123) whose central axes (B) are oriented radially to the longitudinal axis (A),
a compression-proof outer jacket (132; 232; 332), preferably made of composite fibre material, for carrying, in particular, an outer shell, a printing plate or a separate outer sleeve,
20 wherein the inner jacket is capable of expanding radially away from the longitudinal axis for mounting the sleeve on the cylinder, and in particular to permitting expansion of at least 20 µm, preferably at least 30 µm in the radial direction,

characterised in that

25 the intermediate layer (120; 220; 320) comprises at least one honeycomb layer (122-1... 122-5; 222-1... 222-2; 322-1... 322-5) with honeycomb made of metal foil or of foil with metal coating.

2. Expandable sleeve according to Claim 1, **characterised in that** the intermediate layer is made using honeycomb made of metal foil, preferably of light metal foil, in particular of aluminium foil, and preferably comprises at least two, preferably several, honeycomb layers (122-1... 122-5; 222-1... 222-2; 322-1... 322-5), which are each attached coaxially to the longitudinal axis (A), one on top of the other.

3. Expandable sleeve according to Claim 1 or 2, **characterised in that** the intermediate layer (120; 220; 320) as a whole is electrically conductive und the sleeve (100; 200; 300) as a whole at least has the capability to discharge electrically.

4. Expandable sleeve according to Claim 2 or 3, **characterised in that** two radially adjacent honeycomb layers are arranged in such a way that the central axes (B) of the honeycomb cells (123) of the outer honeycomb layer (122-5) are offset relative to the central axes (B) of the honeycomb cells (123) of the adjacent inner honeycomb layer (122-4) over a material portion of the circumference, preferably in such a way that the cell webs (126) of the inner honeycomb layer bear the cell webs (126) of the outer honeycomb layer essentially centrally.

5. Expandable sleeve according to one of Claims 2 to 4, **characterised in that** the intermediate layer comprises:

45 a thinner, innermost honeycomb layer made (122-1; 222-1; 322-1), preferably with hexagonal honeycomb cells, and
at least one thicker, outer honeycomb layer (122-2... 122-5; 222-2; 322-2... 322-3) with honeycomb cells over-expanded in the direction of the longitudinal axis(A).

6. Multi-layer, expandable sleeve according to Claim 5, **characterised in that** the thinner, innermost honeycomb layer (122-1; 222-1; 322-1) has a thickness of < 7.5 mm and the thicker, outer honeycomb layer (122-2... 122-5; 222-2; 322-2... 322-3) has a thickness in the range of 7.5 mm to 12.5 mm.

7. Expandable sleeve according to one of Claims 2 to 6, **characterised in that** the intermediate layer (120; 220; 320) comprises honeycomb layers of at least two different thicknesses, increasing towards the outside.

8. Multi-layer, expandable sleeve according to one of the preceding Claims, wherein all honeycomb layers (122-1... 122-5; 222-1... 222-2; 322-1... 322-5) of the intermediate layer are made of prefabricated honeycomb made of metal

foil or of foil with metal coating.

9. Expandable sleeve according to one of the preceding Claims, **characterised in that** the outer jacket (132; 232; 332) is manufactured from multi-layer, fibre-reinforced plastic, preferably carbon fibre-reinforced plastic, and a compression-proof outer layer (134; 234; 334), preferably made of polyurethane, is attached on the outer jacket.

10. Expandable sleeve according to one of the preceding Claims, **characterised by** an inner layer (110; 210; 310) comprising, from the inside outwards:

the hard surface inner jacket, preferably made of carbon fibre-reinforced plastic, a compressible auxiliary layer, in particular made of an elastomer or a foamed polymer, and an intermediate jacket (318), preferably made of composite fibre material, in particular made of carbon fibre-reinforced plastic; and further by:

an outer layer (130; 230; 330) comprising, from the inside outwards
the compression-proof outer jacket (132; 232; 332), preferably made of carbon fibre-reinforced plastic, and a thick-walled outer shell (134; 234; 334), preferably made of polyurethane, wherein the inner layer and the outer layer at least have the capability to discharge electrically.

11. Method for manufacturing an expandable sleeve for a printing press cylinder, the method comprising:

providing an inner layer with a hard surface inner jacket, preferably from composite fibre material, on a mandrel defining a longitudinal axis, preferably comprising:

- applying of dry or resin-impregnated fibre material on the mandrel in one or more layers,
- impregnating the dry fibre material with resin by vacuum infusion, or by the wet winding technique directly during winding,
- curing the impregnated fibre material to obtain a hard surface inner jacket;

providing an intermediate layer in the form of a lightweight honeycomb, with honeycomb cells whose central axes are oriented radially to the longitudinal axis, comprising:

- applying of an adhesive layer, in particular on the produced inner layer;
- applying at least one honeycomb made metal foil or of foil with metal coating, coaxially to the longitudinal axis, and

providing an outer layer with a compression-proof outer jacket, preferably made of composite fibre material, on the intermediate layer, preferably comprising:

- applying of dry or resin pre-impregnated fibre material, in one or more layers, indirectly or directly on the intermediate layer, in particular on the outer honeycomb layer, preferably by strip winding in wet winding technique using resin pre-impregnated fibre material and
- curing resin applied to the fibre material or the pre-impregnated resin to obtain a compression-proof outer jacket of composite fibre material.

12. Method according to Claim 11, wherein manufacturing of the intermediate layer comprises:

- applying at least two honeycomb layers with intermediate non-reinforced adhesive layers, wherein honeycomb made of prefabricated metal foil in particular prefabricated light metal foil, are shaped during application or beforehand for bending about the longitudinal axis,
- attaching each honeycomb layer directly onto an adjacent, inner honeycomb layer, or indirectly or directly on the inner layer, by curing the respective adhesive layers between them.

13. Method according to Claim 12, wherein at least two honeycomb layers are consecutively applied in such a way that, in two radially adjacent honeycomb layers, the central axes of the honeycomb cells of the outer honeycomb layer are offset relative to the central axes of the honeycomb cells of the adjacent inner honeycomb layer over a material portion of the circumference.

14. Method according to Claim 12 or 13, wherein manufacturing of the intermediate layer comprises:

- applying a thinner, innermost honeycomb made of metal foil or of foil with metal coating, in particular with a thickness of the honeycomb layer of < 7.5 mm, and
- applying at least one thicker, outer honeycomb made of metal foil or of foil with metal coating with honeycomb cells overexpanded in the direction of the longitudinal axis, on the thinner, innermost honeycomb layer, wherein the thicker outermost honeycomb has a thickness in the range of 7.5 mm to 12.5 mm.

15. Method according to one of Claims 11 to 14, wherein adhesive bonding of the honeycomb of the intermediate layer is carried out with a conductive adhesive and the inner layer and the outer layer at least have the capability to discharge electrically

Revendications

1. Manchon expansible pour un cylindre d'une machine d'impression, dans lequel le manchon (100; 200, 300) comprend, vu de l'intérieur vers l'extérieur, au moins:

une enveloppe intérieure (112; 212; 312) dure en surface, de préférence faite d'un matériau composite renforcé par des fibres, qui définit un axe longitudinal (A) et une cavité pour le montage du manchon sur le cylindre, une couche intermédiaire (120; 220; 320), fabriquée en construction légère du type à structure en nid d'abeille, avec des alvéoles (123) dont les axes centraux (B) sont orientés radialement par rapport à l'axe longitudinal (A), une enveloppe extérieure résistant à la pression (132; 232; 332), de préférence faite d'un matériau composite renforcé par des fibres, pour porter, en particulier une enveloppe extérieure (134 ; 234 ; 334), un cliché d'impression ou un manchon extérieur séparé, l'enveloppe intérieure étant capable de se dilater radialement en s'éloignant de l'axe longitudinal (A) pour permettre le montage du manchon sur le cylindre, et en particulier d'une expansion d'au moins 20 µm, de préférence d'au moins 30 µm dans la direction radiale, **caractérisé en ce que** la couche intermédiaire (120 ; 220; 320) comprend au moins une couche à structure en nid d'abeille (122-1 ... 122-5; 222-1 ... 222-2; 322-1 ... 322-5) ayant une structure en nid d'abeille à base de feuille métallique ou de feuille à revêtement métallique.

2. Manchon expansible selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche intermédiaire (120; 220; 320) est fabriquée à partir de structure en nid d'abeille à base de feuille métallique, de préférence de feuille en métal léger, en particulier à base de feuille aluminium, comprend au moins deux, de préférence plusieurs, couches à structure en nid d'abeille (122-1 ... 122-5; 222-1 ... 222-2; 322-1 ... 322-5), qui sont fixées coaxialement à l'axe longitudinal (A), l'une au-dessus de l'autre.

3. Manchon expansible selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la couche intermédiaire (120; 220; 320) est dans l'ensemble constituée de manière électriquement conductrice et le manchon (100; 200, 300) est dans l'ensemble constitué de manière à permettre la décharge électrique.

4. Manchon expansible selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** deux couches en structure à nid d'abeille (122-4, 122-5) radialement adjacentes sont agencées de telle manière que les axes centraux (B) des alvéoles (123) de la couche à structure en nid d'abeille extérieure (122-5) sont décalés, sur une partie substantielle de la circonférence, par rapport aux axes centraux (B) des alvéoles (123) de la couche à structure en nid d'abeille intérieure adjacente (122-4), de préférence de telle sorte que les entretoises d'alvéole (126) de la couche en structure à nid d'abeille intérieure supportent les entretoises d'alvéole (126) de la couche en structure à nid d'abeille extérieure de manière essentiellement centrale.

5. Manchon expansible selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** la couche intermédiaire comprend une couche à structure en nid d'abeille (122-1) plus mince située le plus à l'intérieur, de préférence avec des alvéoles hexagonales, et au moins une couche à structure en nid d'abeille (122-2... 122-5 ; 222-2 ; 322-2... 322-3) plus épaisse située plus à l'extérieur avec des alvéoles (123) surexpansées dans la direction de l'axe longitudinal (A).

6. Manchon expansible multi-couches selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la couche à structure en nid d'abeille plus mince située le plus à l'intérieur (122-1; 222-1 ; 322-1) présente une épaisseur < 7,5 mm et la couche

à structure en nid d'abeille (122-2... 122-5 ; 222-2 ; 322-2... 322-3) plus épaisse située plus à l'extérieur présente une épaisseur dans la plage entre 7,5 mm et 12,5 mm.

7. Manchon expansible multi-couches selon l'une des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce que** la couche intermédiaire (120 ; 220 ; 320) comprend des couches à structure en nid d'abeille d'au moins deux épaisseurs différentes qui augmentent vers l'extérieur.

8. Manchon expansible selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel toutes les couches à structure en nid d'abeille (122-1 ... 122-5; 222-1 ... 222-2; 322-1 ... 322-5) de la couche intermédiaire sont fabriquées à partir d'une structure en nid d'abeille préfabriquée à base de feuille métallique ou de feuille à revêtement métallique.

9. Manchon expansible selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'enveloppe extérieure (132 ; 232 ; 332) est fabriquée à partir de plusieurs couches en matière plastique renforcée par des fibres, de préférence en PRFC, et **en ce qu'**une couche extérieure (134 ; 234 ; 334) résistant à la pression, de préférence constituée de polyuréthane, est fixée sur l'enveloppe extérieure.

10. Manchon expansible selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une couche intérieure (110; 210; 310) comprenant, vu de l'intérieur vers l'extérieur:

l'enveloppe intérieure dure en surface, de préférence en PRFC, une couche compressible auxiliaire, en particulier constitué d'un élastomère ou d'une mousse synthétique, et d'une enveloppe intermédiaire, de préférence constituée d'un matériau composite renforcé par des fibres, de préférence en PRFC, ainsi que une couche extérieure (130 ; 230 ; 330) comprenant, vu de l'intérieur vers l'extérieur:

l'enveloppe extérieure résistant à la pression (132; 232; 332), de préférence en PRFC, et une enveloppe extérieure (134 ; 234 ; 334) plus épaisse, de préférence constituée de polyuréthane,

les couches intérieure et extérieure étant constituées de de manière à permettre au moins la décharge électrique.

11. Procédé de fabrication d'un manchon expansible pour un cylindre d'une machine d'impression, le procédé comprenant:

produire une couche intérieure ayant une enveloppe intérieure dure en surface, de préférence constitué de matériau composite renforcé par des fibres, sur un mandrin définissant un axe longitudinal, cette étape comprenant de préférence :

- appliquer un matériau à fibres sec ou imprégné de résine sur le mandrin en une ou plusieurs couches,- imprégner le matériau à fibres sec avec de la résine par infusion sous vide, ou directement lors de l'enroulement par une technique d'enroulement humide,
- durcir le matériau à fibres imprégné de sorte à obtenir une enveloppe intérieure dure en surface;

produire une couche intermédiaire en construction légère du type à structure en nid d'abeille, avec des alvéoles dont les axes centraux sont orientés radialement par rapport à l'axe longitudinal (A), comprenant:

- appliquer une couche d'adhésif, en particulier sur la couche intérieure produite;
- appliquer au moins une structure en nid d'abeille à base de feuille métallique ou de feuille à revêtement métallique, de manière coaxiale à l'axe longitudinal, et

produire une couche extérieure ayant une enveloppe extérieure résistant à la pression, de préférence constitué de matériau composite renforcé par des fibres, sur la couche intermédiaire, cette étape comprenant de préférence :

- appliquer un matériau à fibres sec ou pré-imprégné avec de la résine, en une ou plusieurs couches, indirectement ou directement sur la couche intermédiaire, en particulier sur la couche en structure à nid d'abeille située plus à l'extérieur, de préférence par enroulement en rubans par une technique d'enroulement humide d'un matériau à fibres pré-imprégné avec de la résine, et
- durcir la résine pré-imprégnée ou appliquée sur le matériau en fibres pour obtenir une enveloppe extérieure en composite renforcé par des fibres résistant à la pression.

12. Procédé de fabrication selon la revendication 11, dans lequel la fabrication de la couche intermédiaire comprend:

- appliquer au moins deux couches à structure en nid d'abeille, dans lequel les couches à structure en nid d'abeille sont constituées d'une structure en nid d'abeille préfabriquée à base de feuille métallique, de préférence à base de feuille en métal léger, et sont façonnées au cours de l'application ou avant d'être recourbées autour de l'axe longitudinal,
- fixer chaque couche à structure en nid d'abeille directement sur une couche à structure en nid d'abeille intérieure adjacente, ou bien indirectement ou directement sur la couche intérieure, par le durcissement de couches adhésives respectives situées entre les dernières.

13. Procédé de fabrication selon la revendication 12, dans lequel au moins deux couches en nid d'abeille sont consécutivement appliqués de telle manière que, dans les deux couches à structure en nid d'abeille radialement adjacentes, les axes centraux des alvéoles de la couche de nid d'abeille extérieure sont décalées par rapport aux axes centraux des alvéoles de la couche en nid d'abeille intérieure adjacente sur une partie substantielle de la circonférence.

14. Procédé de fabrication selon l'une des revendications 12 ou 13, dans produire une couche intermédiaire comprend:

- appliquer une couche à structure en nid d'abeille à base de feuille métallique ou de feuille à revêtement métallique, en particulier avec une épaisseur de couche de < 7,5 mm, et
- appliquer au moins une couche à structure en nid d'abeille plus épaisse située plus à l'extérieur et constituée d'une structure en nid d'abeille à base de feuille métallique ou de feuille à revêtement métallique, avec des alvéoles surexpansées dans la direction de l'axe longitudinal, sur la couche à structure en nid d'abeille plus mince située le plus à l'intérieur, la structure en nid d'abeille plus épaisse située plus à l'extérieur ayant une épaisseur dans la plage entre 7,5 mm et 12,5 mm.

15. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisé en ce que** la liaison adhésive des structures en nid d'abeille est effectuée de manière électriquement conductrice et **en ce que** la couche intérieure et la couche extérieure sont constituées de manière à permettre la décharge électrique.

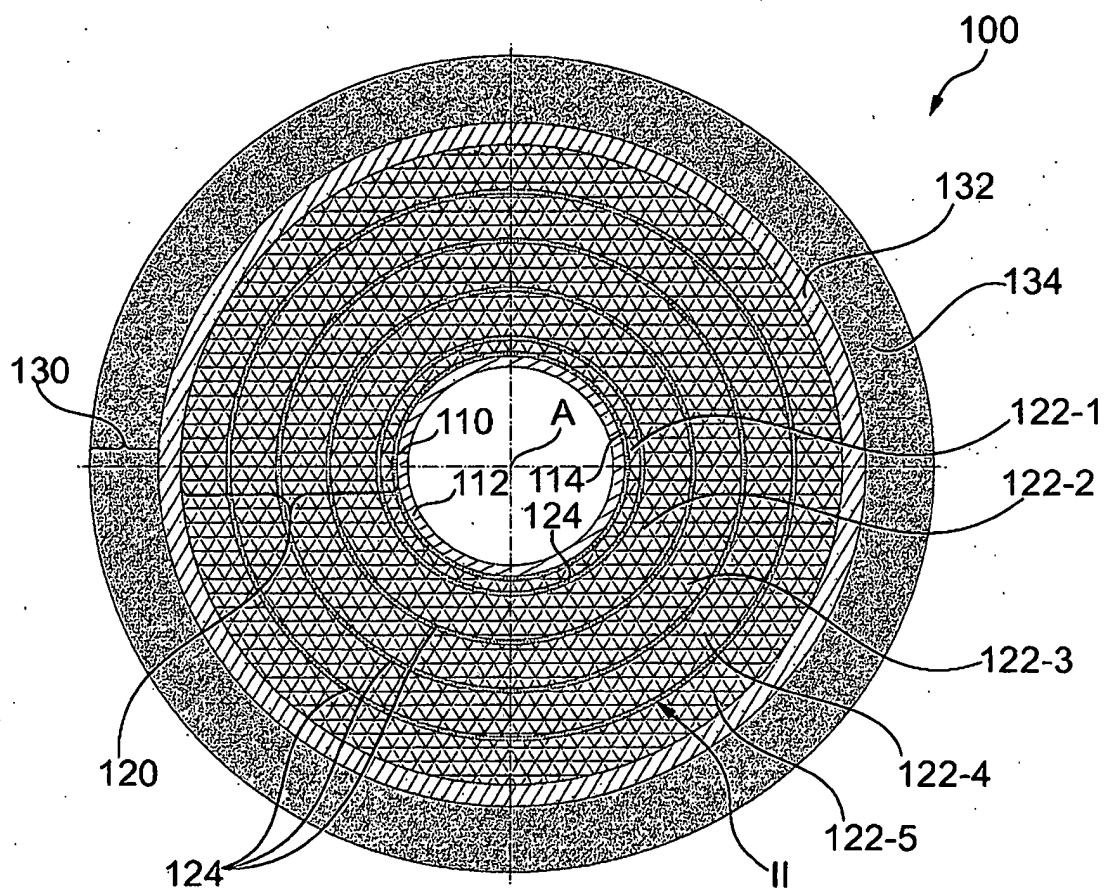


Fig. 1

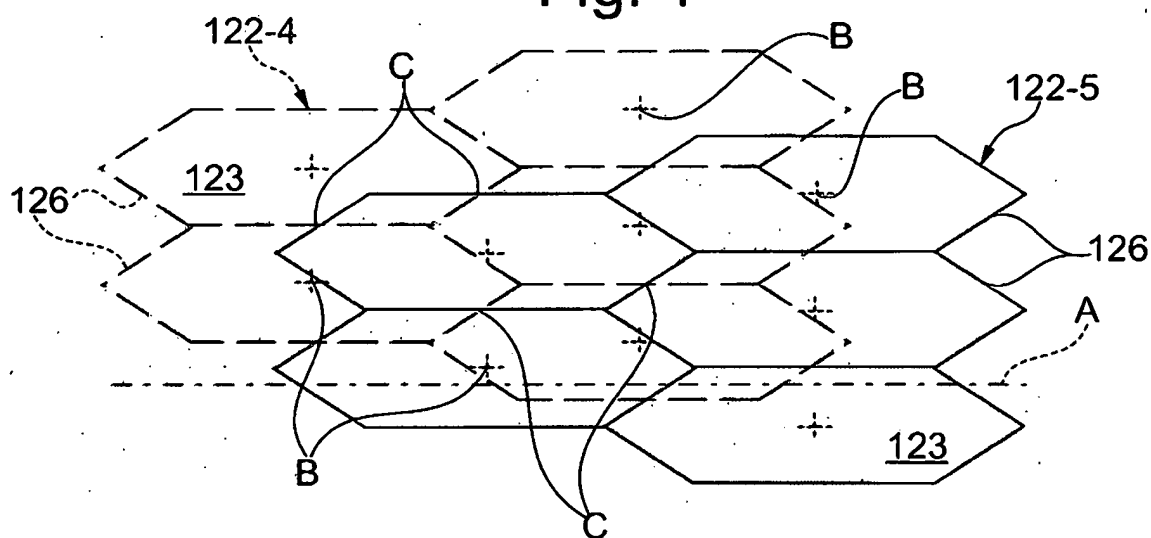


Fig. 2

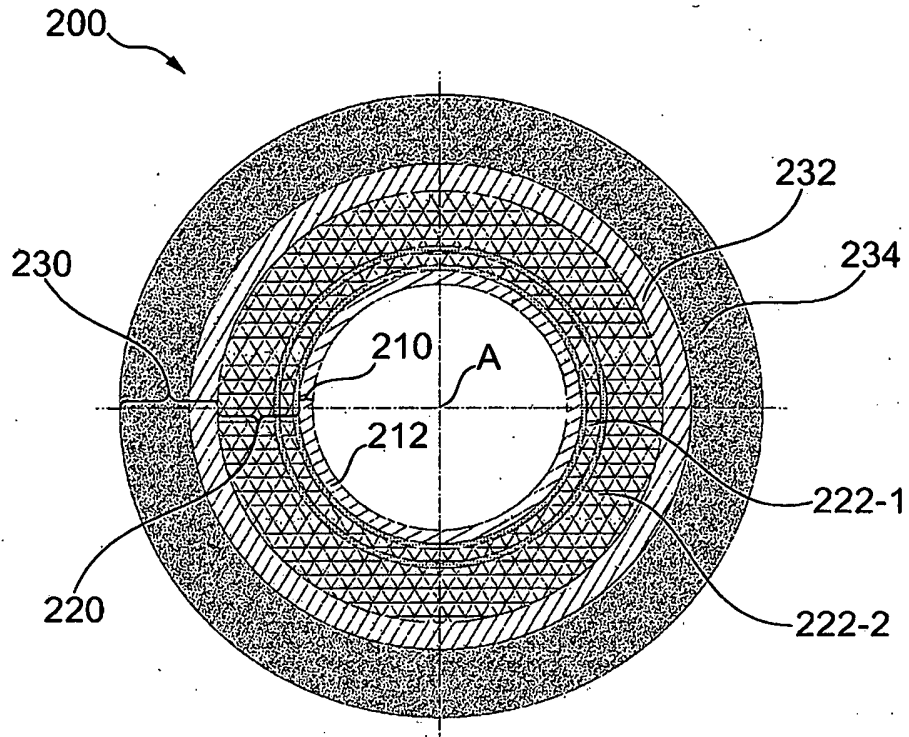


Fig. 3

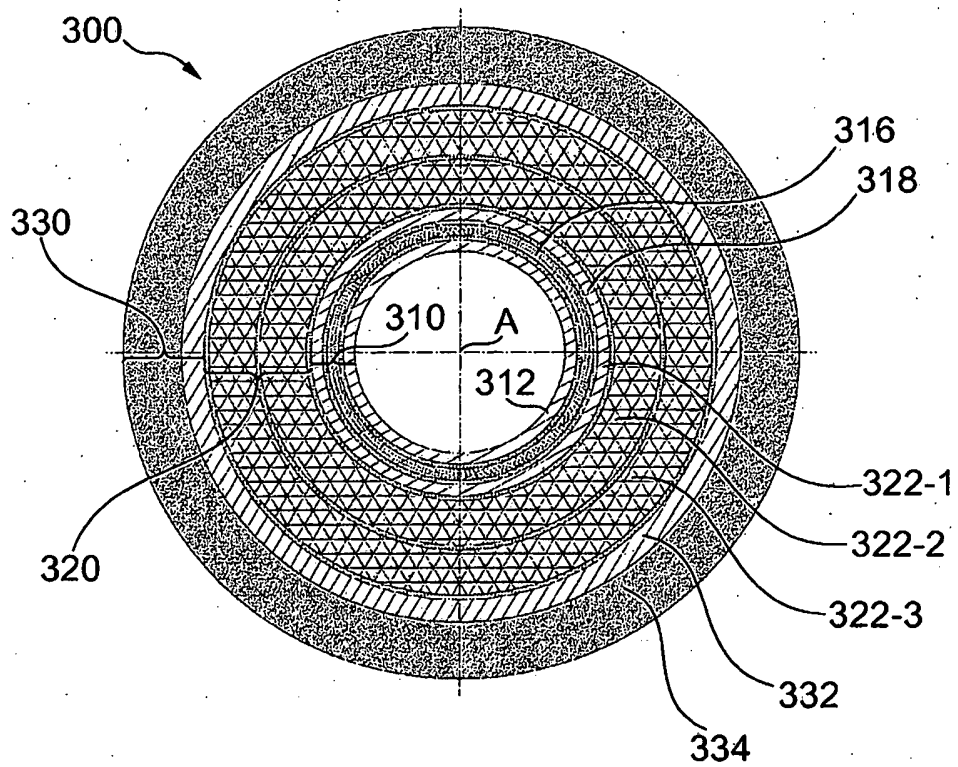


Fig. 4

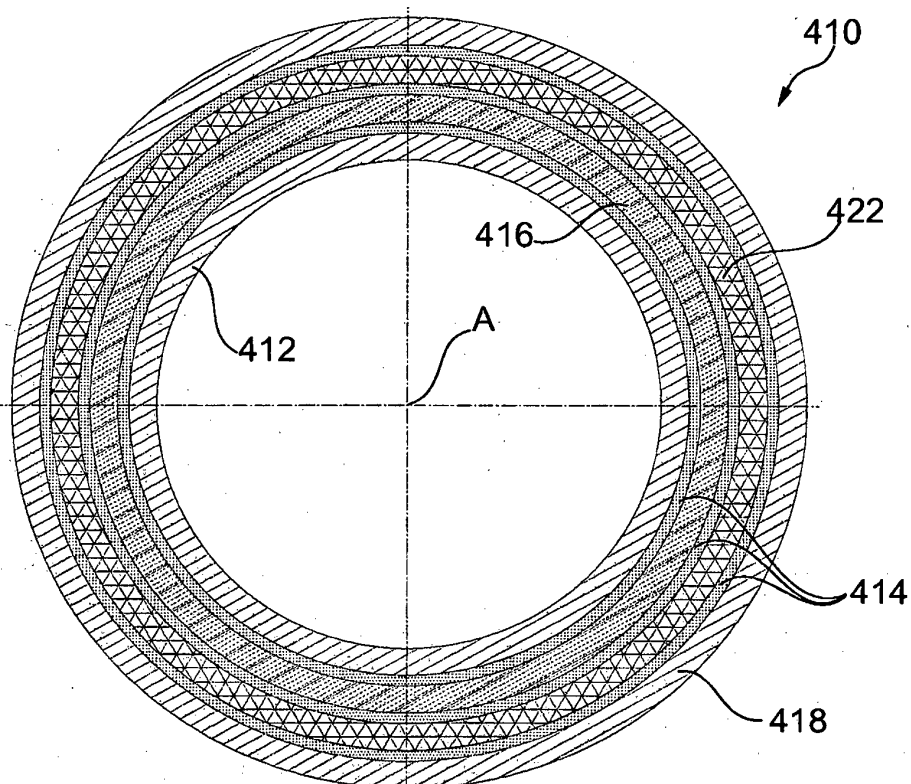


Fig. 5

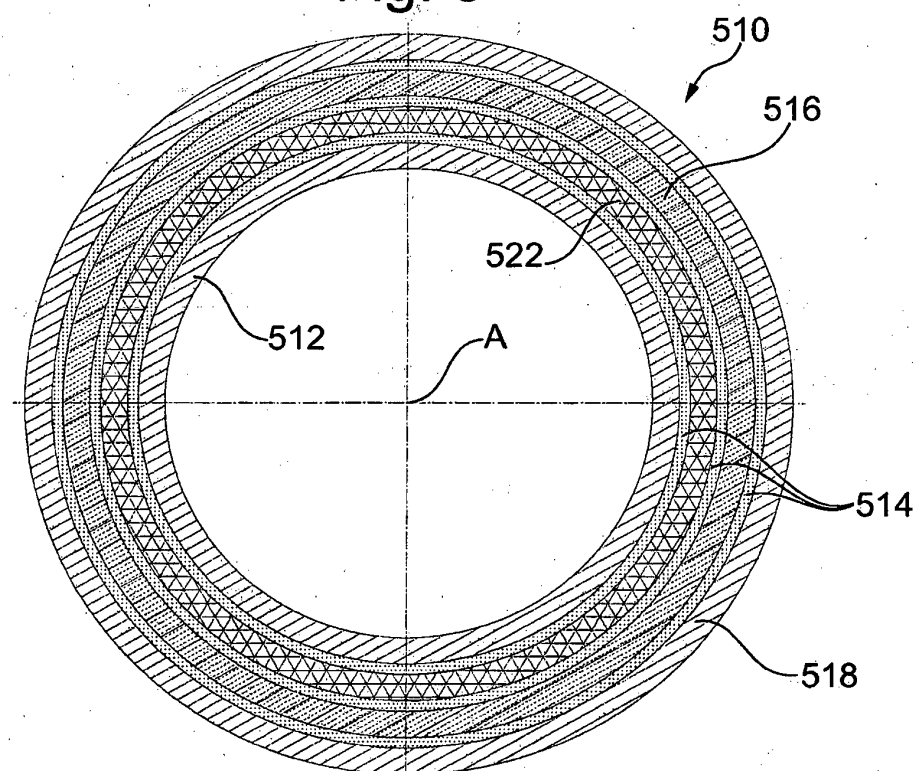


Fig. 6

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 **[0003]**
- US 20020046668 A **[0004] [0005]**
- EP 0683040 A **[0005] [0006] [0007] [0008] [0014]**
- EP 2011066542 W **[0007]**
- DE 10018418 **[0013]**