

(19)



(11)

**EP 3 597 821 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.01.2020 Patentblatt 2020/04**

(51) Int Cl.:  
**D21F 1/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18183869.9**

(22) Anmeldetag: **17.07.2018**

(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**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(71) Anmelder: **Voith Patent GmbH**  
**89522 Heidenheim (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Straub, Michael**  
**89555 Steinheim (DE)**  
• **HOEHL, Matthias**  
**89520 Heidenheim (DE)**  
• **Köckritz Dr., Uwe**  
**89522 Heidenheim (DE)**

(54) **BESPANNUNG FÜR EINE MASCHINE ZUR HERSTELLUNG EINER FASERSTOFFBAHN**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Besspannung für eine Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, insbesondere einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn, umfassend ein Substrat (20) mit einer Oberseite (22), einer Unterseite (24), zwei Seitenrändern und einem Nutbereich zwischen den zwei Seitenrändern, wobei der Nutbereich eine Vielzahl von Durchgangskanälen (30) aufweist, welche die Oberseite (22) mit der Unterseite (24) des Substrats (20) verbinden. Dabei weist

die Innenoberfläche (32) von wenigstens einem Durchgangskanal (30), vorzugsweise von der Mehrheit aller Durchgangskanäle (30), weiter bevorzugt von allen Durchgangskanälen (30) im Nutbereich des Substrats (20) eine gemittelte Rautiefe Rz auf, welche größer als 4 µm, vorzugsweise größer als 6 µm, weiter bevorzugt größer als 8 µm ist. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Besspannung mittels eines Lasers.

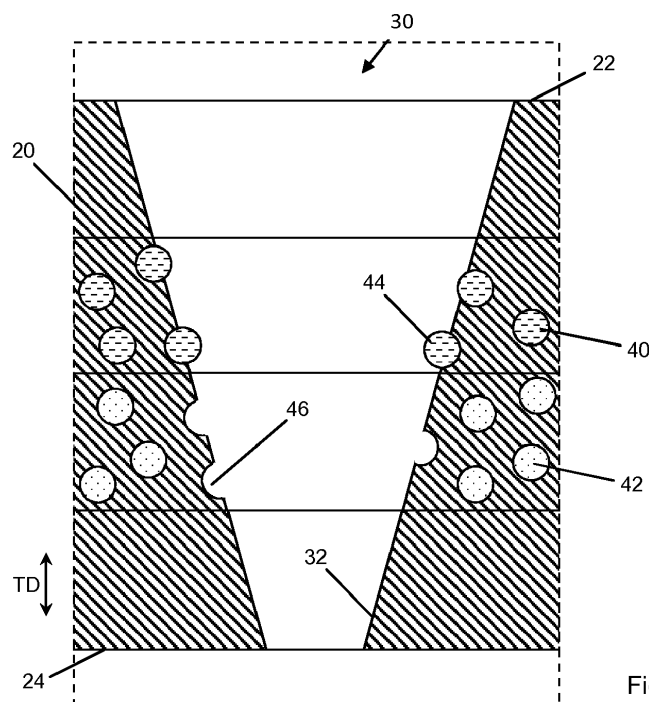


Fig. 4b

**EP 3 597 821 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bespannung für eine Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, insbesondere einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn, umfassend ein Substrat mit einer Oberseite, einer Unterseite, zwei Seitenrändern und einem Nutzbereich zwischen den zwei Seitenrändern, wobei der Nutzbereich eine Vielzahl von Durchgangskanälen aufweist, welche die Oberseite mit der Unterseite des Substrats verbinden. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Bespannung.

**[0002]** Bei der industriellen Herstellung und/oder Veredelung von Faserstoffbahnen wird die Faserstoffbahn regelmäßig auf einer oder mehreren in einer Maschine endlos umlaufenden Bespannung(en) transportiert. Beispielsweise wird in einer Papiermaschine eine Faserstoffsuspension aus einem Stoffauflauf zunächst auf ein Formiersieb aufgebracht, auf dem sich durch Entwässerung die eigentliche Faserstoffbahn bildet, welche anschließend zur weiteren Trocknung auf einem Pressfilz durch eine Pressenpartie und danach auf einem Trockensieb durch eine Trockenpartie der Papiermaschine transportiert wird, ehe die fertige Papierbahn am Ende der Papiermaschine aufgerollt oder direkt weiterverarbeitet bzw. veredelt werden kann. Für diese Bespannungen werden heute nach wie vor in der Praxis, neben einigen wenigen Spiralsieben, überwiegend Gewebe verwendet, d.h. Gebilde, bei denen Kett- und Schussfäden auf einem Webstuhl miteinander verwoben sind. Da diese Herstellungsart relativ aufwändig ist, gibt es bereits seit geraumer Zeit die Idee, solche Bespannungen auf einem völlig anderen Weg herzustellen, nämlich indem ein Substrat perforiert wird. Auf dieser Idee basiert auch die vorliegende Erfindung. Eine solche Bespannung, bei der die Durchgangskanäle mittels eines Lasers in das Substrat eingebracht werden, wurde beispielsweise bereits in den 1980'er und 1990'er Jahren in den Druckschriften US 4,446,187 A bzw. US 5,837,102 A beschrieben.

**[0003]** Unter dem Begriff "Substrat" ist dabei gemäß der vorliegenden Erfindung ein in der Regel aus Kunststoff hergestelltes Flächengebilde zu verstehen, welches *per se*, d.h. ohne die eingebrachten Durchgangskanäle, zunächst einmal im Wesentlichen flüssigkeitsundurchlässig ist. Erst durch das Einbringen der Durchgangskanäle wird das Substrat fluidpermeable und erhält damit seine wichtige Fähigkeit, Wasser aus der Faserstoffsuspension bzw. der Faserstoffbahn abführen zu können. Das Substrat kann dabei im Wesentlichen eine monolithische, zum Beispiel durch Extrusion oder Gießen hergestellte, Kunststoffolie sein oder alternativ ein Laminat, welches mehrere Schichten umfasst. Diese Schichten können zum Beispiel koextrudiert werden oder sie können völlig separat voneinander hergestellt und erst anschließend miteinander verbunden werden. Die Längsenden des Substrats werden vorzugsweise durch Schweißen miteinander verbunden, um die Bespannung

endlos zu machen. Die Bespannung kann dabei, je nach dem angedachten Verwendungszweck, entweder im Wesentlichen nur aus dem perforierten Substrat bestehen oder weitere Schichten, wie zum Beispiel eine Vlies-schicht, etwa für Herstellung eines Pressfilzes, aufweisen.

**[0004]** Der Nutzbereich des Substrats bezeichnet den Bereich, auf dem die Faserstoffbahn tatsächlich gebildet und/oder transportiert wird. Der Nutzbereich kann sich über die gesamte Breite des Substrats erstrecken oder aber auch nur über einen kleineren Bereich, der von den Seitenrändern beabstandet ist.

**[0005]** Insbesondere dann, wenn eine solche Bespannung als Formiersieb verwendet wird, ist es wichtig, dass die Bespannung bei der Blattbildung eine gute Formation ermöglicht. Eine gute Formation liegt in der Regel insbesondere dann vor, wenn es bei der sich bildenden Faserstoffbahn zu keinen Markierungen kommt. Ein über lange Zeit hinweg als Problem betrachtetes Phänomen von Laser-gebohrten Substraten ist jedoch gewesen, dass das zwischen den einzelnen Durchgangskanälen verbleibende Material des Substrats eine über die Papierseite des Substrats gleichmäßige Entwässerung der Faserstoffsuspension verhindert hat und somit ein gewisser Grad an Markierungen unvermeidlich gewesen ist. Erst durch die Lehre, die in den nachveröffentlichten europäischen Patentanmeldungen EP18168641.1 und EP18168641.1 der Anmelderin beschrieben ist, auf deren Offenbarung hiermit vollumfänglich Bezug genommen wird, konnte dieses Problem gelöst werden. Gemäß dieser Lehre werden im Wesentlichen trichterförmig ausgebildete Durchgangskanäle so eng nebeneinander im Substrat angeordnet, dass sich unmittelbar benachbarte Durchgangskanäle auf der Papierseite des Substrats zumindest berühren, vorzugsweise gegenseitig überschneiden. Obwohl das Substrat durch die enge Anordnung der Durchgangskanäle geschwächt wird, hat sich herausgestellt, dass die strukturelle Reststabilität des Substrats für die Anforderungen in der Formierpartie einer Papiermaschine ausreichend ist. Überschneiden sich auf der Papierseite des Substrats unmittelbar benachbarte Durchgangskanäle ausreichend stark, so kann auf dieser Papierseite eine Topographie gebildet werden, die im Wesentlichen dem Inneren einer Eierschachtel gleicht. Mit anderen Worten ist nach dem Einbringen der Durchgangskanäle, insbesondere mittels eines Lasers, auf der Papierseite des Substrats die ursprünglich glatte Oberfläche vollständig, oder zumindest fast vollständig, verschwunden, so dass auf der Papierseite im Wesentlichen nur die sich berührenden Ränder, die die Durchgangskanäle begrenzen, als mehr oder weniger dünne Stege verbleiben. Dabei bildet der Umfangsrand eine Kontur, die nicht in einer Ebene liegt. Auf diese Weise kann eine für die Faserstoffsuspension sehr große offene Fläche auf der Papierseite des Substrats bereitgestellt werden, so dass eine ausgesprochen gleichmäßige Entwässerung erfolgen kann, was der Markierungsneigung der Bespannung entgegengewirkt. Die Faser

aus der Faserstoffsuspension legen sich dabei über die Durchgangskanäle hinweg auf den Umfangsrändern selbiger ab, während das Wasser durch die Durchgangskanäle abfließen kann. Die der Papierseite gegenüberliegende Maschinenseite des Substrats kann noch weitgehend als ebene Fläche vorhanden sein und somit eine ausreichende Kontaktfläche bereitstellen, um ohne nennenswerten Schlupf die Antriebskräfte von Walzen der Papiermaschine auf das Substrat zu übertragen.

**[0006]** Durch die sehr große offene Fläche auf der Papierseite des Substrats kann es jedoch zu einer zu schnellen Entwässerung der Faserstoffsuspension kommen, jedenfalls zu einer schnelleren Entwässerung als bei den üblichen Laser-gebohrten Substraten, bei denen die einzelnen Durchgangskanäle voneinander beabstandet sind. Eine zu schnelle Entwässerung bringt jedoch gewisse Nachteile mit sich. So werden zum Beispiel in der Faserstoffsuspension enthaltende Füllstoffe, die in der Faserstoffbahn verbleiben sollen, übermäßig stark ausgewaschen, was der Qualität der Formation wiederum abträglich ist. Ferner kann es passieren, dass das Formiersieb sehr schnell trocken läuft, was zu einem erhöhten Energiebedarf für das Betreiben der Papiermaschine und zu einem erhöhten Verschleiß bei der Bespannung führt. Aus diesen Gründen ist eine mäßige bis langsame Entwässerungsleistung der Bespannung zu bevorzugen.

**[0007]** Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die zuvor genannten Nachteile zu beheben. Insbesondere soll die vorliegende Bespannung einfach herzustellen sein und eine gemäßigte Entwässerungsgeschwindigkeit aufweisen. Wird die erfindungsgemäße Bespannung als Formiersieb verwendet, so soll eine besonders gute Formation der sich auf ihr bildenden Faserstoffbahn erzielt werden können.

**[0008]** Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1, betreffend eine erfindungsgemäße Bespannung, sowie durch die Merkmale des nebengeordneten Anspruchs 10, betreffend die Herstellung einer solchen Bespannung. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Die eingangs genannte, gattungsgemäße Bespannung zeichnet sich gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch aus, dass die Innenoberfläche von wenigstens einem Durchgangskanal, vorzugsweise von der Mehrheit aller Durchgangskanäle, weiter bevorzugt von allen Durchgangskanälen im Nutzbereich des Substrats eine gemittelte Rautiefe  $R_z$  aufweist, welche größer als  $4\mu\text{m}$ , vorzugsweise größer als  $6\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt größer als  $8\mu\text{m}$  ist. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Rauigkeit der Innenoberfläche der Durchgangskanäle einen merklichen Einfluss auf die Entwässerungsgeschwindigkeit der Faserstoffbahn hat. Dabei gilt prinzipiell: je größer die Rauigkeit ist, desto geringer ist die Entwässerungsgeschwindigkeit.

**[0010]** Wie dem Fachmann bekannt ist, wird die gemittelte Rautiefe  $R_z$  bestimmt, indem eine definierte

Messstrecke auf der Innenoberfläche eines Durchgangskanals in sieben Einzelmessstrecken eingeteilt wird, wobei die mittleren fünf Messstrecken gleich groß sind. Die Auswertung erfolgt nur über diese fünf Messstrecken, da der anzuwendende Gauß-Filter eine halbe Einzelmessstrecke Vor- bzw. Nachlauf benötigt beziehungsweise eine Faltung ein nicht zu vernachlässigendes Ein- und Auslaufverhalten aufweist. Von jeder dieser Einzelmessstrecken des Profils wird die Differenz aus maximalem und minimalem Wert ermittelt. Aus den somit erhaltenen fünf Einzelrautiefen wird der Mittelwert gebildet.

**[0011]** Klassischerweise kann die Rauigkeitsmessung als taktile Messung von 2D-Profilsschnitten erfolgen. Hierzu wird auf die Normen DIN EN ISO 4287 und 4288 verwiesen. Von der Anmelderin in Auftrag gegebene Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die gemittelte Rautiefe  $R_z$  der Innenoberfläche eines Durchgangskanals von Laser-gebohrten Substraten einfacher durch 3D-Erfassung der zu untersuchenden Fläche mittels optischer Messtechnik bestimmen lässt. In diesem Zusammenhang wird auf die Norm DIN EN ISO 25178 verwiesen. Konkret wird vorgeschlagen, zur Ermittlung der gemittelten Rautiefe  $R_z$  zunächst das Substrat aufzuschneiden, wobei der Schnitt vorzugsweise die Mittelachse des Durchgangskanals, dessen Innenoberfläche untersucht werden soll, umfasst. Anschließend wird die Innenoberfläche mittels eines geeigneten optischen Geräts, wie zum Beispiel des Konfokalmikroskops DCM 3D der Firma Leica®, dreidimensional vermessen. Bei der Konfokalmikroskopie wird im Punkt-zu-Punkt-Verfahren eines jeweiligen Punktes der Innenoberfläche gemessen. Durch die so gewonnenen 3D-Koordinaten können dann 2D-Schnittflächen gelegt werden, woraus wiederum Höhenprofile und Rauigkeitswerte gewonnen werden können.

**[0012]** Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Bespannung ein Formiersieb, bzw. wird sie als ein solches verwendet. Ferner können die Durchgangskanäle vorteilhaft eine Form aufweisen und so in dem Substrat angeordnet sein, wie eingangs im Hinblick auf die nachveröffentlichten europäischen Patentanmeldungen EP18168641.1 und EP18168641.1 der Anmelderin beschrieben. Insbesondere können die Durchgangskanäle im Wesentlichen trichterförmig ausgebildet sein. Darunter ist im Sinne der vorliegenden Anmeldung zu verstehen, dass sich die Durchgangskanäle ausgehend von der Papierseite des Substrats in Dickenrichtung des Substrats hin zu einem Mittelbereich, der zwischen der Papierseite und der Maschinenseite, bzw. zwischen Ober- und Unterseite des Substrats liegt, oder sogar bis zur Maschinenseite, vorzugsweise kontinuierlich, verjüngt. Zwar wird durch diese trichterförmige Verjüngung bereits eine Verlangsamung der Strömungsgeschwindigkeit in dem Durchgangskanal erzielt, jedoch kann die Verjüngung nicht beliebig stark ausgebildet werden. Wird die Eingangsöffnung auf der Papierseite bzw. Oberseite des Substrats nämlich zu groß, so können Fasern aus der Faserstoffsuspension, die von dem Substrat zurückge-

halten werden sollen, in den Durchgangskanal eingesogen werden. Wird die Austrittsöffnung des Durchgangskanals auf der Maschinenseite bzw. Unterseite des Substrats zu klein, so kann der Durchgangskanal durch ausgespülte Füllstoffe in der Faserstoffsuspension schnell verstopfen. Deshalb ist die erfindungsgemäße Einstellung der Rauigkeit der Innenoberfläche des Durchgangskanals von essentieller Bedeutung bei der Optimierung der Strömungsgeschwindigkeit im Durchgangskanal des Substrats.

**[0013]** Da auf der anderen Seite die Entwässerung der Faserstoffbahn jedoch auch nicht zu langsam erfolgen soll, wird vorgeschlagen, dass die gemittelte Rautiefe  $R_z$  kleiner als  $20\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner als  $15\mu\text{m}$  ist. Bei einer zu langsamen Entwässerung wird die Faserstoffbahn, zumindest wenn die erfindungsgemäße Bespannung als Formiersieb einer Papiermaschine verwendet wird, mit zu hoher Restfeuchte an die Pressenpartie und anschließende Trockenpartie übergeben, was nachteilhaft im Hinblick auf den Energieverbrauch der Papiermaschine ist.

**[0014]** Ferner wird vorgeschlagen, dass das Substrat ein Laser-gebohrtes Substrat ist, wobei die Durchgangskanäle mittels eines Lasers in das Substrat eingebracht sind. Der fertigen Bespannung ist es dabei in der Regel deutlich anzusehen, auf welche Weise die Durchgangskanäle in das Substrat eingebracht wurde, ob beispielsweise durch Stanzen oder durch mechanisches Bohren oder durch Laser-Bohren. Beim Laser-Bohren kommt es zum Schmelzen und/oder Sublimieren des Substratmaterials, wobei sich üblicher Weise ein Teil des verdampften Materials wieder als Kondensat am Substrat niederschlägt. Dies hinterlässt charakteristische Spuren in dem Bohrloch und um das Bohrloch herum. Ist das Substrat der erfindungsgemäßen Bespannung ein Laminat, welches aus mehr als einer Schicht besteht, so ist unter dem Merkmal "Laser-gebohrtes" Substrat zu verstehen, dass das fertige Laminat mit einem Laser perforiert worden ist. Ideen, wonach zunächst in die einzelnen Schichten des Laminats Durchgangskanäle eingebracht werden können, wobei die Durchgangskanäle der einzelnen Schichten unterschiedliche Durchmesser aufweisen können, und erst anschließend diese Schichten miteinander verbunden werden, sind nicht praktikabel, insbesondere, da es nicht möglich ist, die einzelnen Lagen mit der notwendigen Genauigkeit in Deckung zu bringen, damit sich überall zuverlässig Durchgangskanäle ausbilden, die die Oberseite mit der Unterseite des fertigen Substrats verbinden. Insofern sind solche Ausführungsformen explizit nicht als "Laser-gebohrtes Substrat" im Sinne der vorliegenden Erfindung zu verstehen, sondern allenfalls die einzelne Schicht bei einem solchen Laminats könnte als "Laser-gebohrtes Substrat" verstanden werden.

**[0015]** Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Verhältnis zwischen einem minimalen Durchmesser der Durchgangskanäle und einer Dicke des Substrats zwischen 1:3 und 1:10 liegt, vorzugsweise

zwischen 1:4 und 1:8, weiter bevorzugt zwischen 1:5 und 1:7. Wenn die Dicke des Substrats wenigstens viermal so groß wie der minimale Durchmesser des Durchgangskanals ist, so kommt der Effekt, welchen die Rauigkeit der Innenoberfläche des Durchgangskanals in Form einer Drosselung auf die Strömungsgeschwindigkeit ausübt, erst wirkungsvoll zum Tragen. Bei geringeren Dicken des Substrats führt die Rauigkeit hingegen nicht im gleichen Maße zu einer Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit. Als Näherung können hierzu die Kenntnisse über Druckverluste bei durchströmten Lochplatten herangezogen werden. Der minimale Durchmesser eines Durchgangskanals kann beschrieben werden als der minimale Abstand von einem Punkt der Innenoberfläche zu einem gegenüberliegenden Punkt der Innenoberfläche des Durchgangskanals, wobei in einer Ebene parallel zur Ebene des Substrats gemessen wird. Die Dicke des Substrats bezeichnet den Abstand zwischen Oberseite und Unterseite des Substrats. Weist die Oberseite des Substrats nach dem Einbringen der Durchgangskanäle in das Substrat keine glatte Fläche mehr auf, die in einer Ebene liegt, so ist der höchste Punkt der Oberseite heranzuziehen, also der Punkt, der den größten Abstand von der Unterseite des Substrats aufweist, wobei davon ausgegangen wird, dass die Unterseite des Substrates noch eine im Wesentlichen glatte Fläche aufweist, die in einer Ebene liegt.

**[0016]** Das Substrat weist vorzugsweise eine Dicke zwischen  $500\mu\text{m}$  und  $1500\mu\text{m}$  auf, weiter bevorzugt zwischen  $600\mu\text{m}$  und  $1200\mu\text{m}$  und noch weiter bevorzugt zwischen  $800\mu\text{m}$  und  $1000\mu\text{m}$ . Die entsprechende Abmessung der Durchgangskanäle orientiert sich dann an diesen Werten.

**[0017]** Die Innenoberfläche eines Durchgangskanals gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer gemittelten Rautiefe  $R_z$  zu verstehen, welche größer als  $4\mu\text{m}$ , vorzugsweise größer als  $6\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt größer als  $8\mu\text{m}$  ist, ist nicht trivial. So entstehen zum Beispiel beim Laser-Bohren von Durchgangskanälen in ein Kunststoffsubstrat, welches zum Beispiel aus PP oder PET oder PA gebildet ist, ohne weitere Vorkehrungen Innenoberflächen, die eine merklich geringere gemittelte Rautiefe  $R_z$  aufweisen. Nachfolgend werden daher zwei konkrete Ideen vorgeschlagen, mit deren Hilfe eine so große gemittelte Rautiefe  $R_z$  zuverlässig erzeugt werden kann. Diese beiden Ideen können dabei alternativ oder auch kumulativ zur Anwendung gebracht werden.

**[0018]** Als erste Idee wird vorgeschlagen, dass das Substrat neben einem Matrixmaterial ferner Füllstoffpartikel aufweist, wobei das Material der Füllstoffpartikel bei Einstrahlung mit Laserlicht langsamer oder schneller in die Gasphase überführbar ist als das Matrixmaterial. Auf diese Weise ist es möglich, die Innenoberfläche eines Laser-gebohrten Durchgangskanals mit Vor- und/oder Rücksprüngen zu versehen, die für die durch den Durchgangskanal strömende Flüssigkeit als eine Art "Turbulenzgenerator" wirken. Durch die somit eingebrachten Turbulenzen im Durchgangskanal wird die Strömungs-

geschwindigkeit reduziert. Das Matrixmaterial kann dabei neben den Füllstoffen noch weitere Stoffe enthalten und somit zum Beispiel als Composite-Material ausgebildet sein.

**[0019]** In Weiterbildung dieser ersten Idee wird vorgeschlagen, dass die Füllstoffpartikel einen mittleren Durchmesser zwischen  $20\mu\text{m}$  und  $150\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen  $50\mu\text{m}$  und  $100\mu\text{m}$  aufweisen, wobei die Füllstoffpartikel vorzugsweise im Wesentlichen sphärisch ausgebildet sind.

**[0020]** Wie bereits zuvor beschrieben, kann das Substrat ein aus mehreren Schichten gebildetes Laminat sein. Insbesondere kann das Substrat aus mehreren Schichten gebildet sein, vorzugsweise aus 2 bis 6 Schichten, weiter bevorzugt aus 3 bis 5 Schichten. Durch die Verwendung mehrerer dünner Schichten anstelle einer einzigen dicken Schicht ist es möglich, höhere Zugfestigkeiten in das Substrat zu bringen, da einzelnen dünnere Schichten stärker (bi-)axial verstreckt werden können, als eine einzige dicke Schicht.

**[0021]** In diesem Fall kann gemäß der zweiten konkreten Idee die gewünschte Rauigkeit erzielt werden, wenn eine Grundform der Durchgangskanäle an einer Grenze zwischen zwei benachbarten Schichten des Substrats einen Versatz in einer Richtung aufweist, die in der Ebene des Substrats liegt. Dabei fungiert der Versatz als Turbulenzgenerator für die Strömung in dem Durchgangskanal. Mit "Grundform" ist dabei die Form der Durchgangskanäle zu verstehen, die diese ohne den Versatz aufweisen würden. Die Grundform kann zum Beispiel im Wesentlichen der geometrischen Form eines Kegelstumpfes entsprechen oder im Extremfall auch der eines geraden Kreiszylinders. Durch den Versatz an wenigstens einer Grenze zwischen zwei benachbarten Schichten, vorzugsweise an allen Grenzen zwischen jeweils zwei benachbarten Schichten, wird diese Grundform um den entsprechenden Versatz gestört. Es ist das Verdienst der Erfinder, einen Wege gefunden zu haben, wie sich ein solcher Versatz zuverlässig bei Laser-gebohrten Substraten, die aus einem mehrere Schichten umfassenden Laminat gebildet sind, erzeugen lässt, wobei auf das entsprechende Herstellverfahren weiter unten näher eingegangen wird.

**[0022]** In den Bereichen der Durchgangskanäle zwischen den Grenzen zu den benachbarten Schichten kann die gemittelte Rautiefe  $R_z$  so sein, wie sie sich gewöhnlich beim Laser-Bohren eines Substrats ohne besondere Vorkehrungen einstellt. Insbesondere kann die gemittelte Rautiefe  $R_z$  der Innenoberfläche von wenigstens einem Durchgangskanal, vorzugsweise von der Mehrheit aller Durchgangskanäle, weiter bevorzugt von allen Durchgangskanälen im Nutzbereich des Substrats innerhalb des Bereichs wenigstens einer Schicht kleiner als  $4\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner als  $3\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als  $2\mu\text{m}$  oder sogar kleiner als  $1\mu\text{m}$  sein.

**[0023]** Nach einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer zuvor beschriebenen Bspannung, wobei sich das Verfah-

ren dadurch auszeichnet, dass wenigstens ein Durchgangskanal, vorzugsweise die Mehrheit aller Durchgangskanäle, weiter bevorzugt alle Durchgangskanäle im Nutzbereich des Substrats mittels eines Lasers in das Substrat eingebracht wird bzw. werden.

**[0024]** Die im Hinblick auf die erfindungsgemäße Bspannung beschriebenen Vorteile der Erfindung treffen auch auf das erfindungsgemäße Fertigungsverfahren zu und *vice versa*.

**[0025]** Gemäß der zuvor beschriebenen ersten Idee wird vorgeschlagen, dass vor dem Schritt des Einbringens der Durchgangskanäle das Substrat gebildet wird, indem einem Matrixmaterial, welches den Hauptbestandteil des Substrats bildet, Füllstoffpartikel beigegeben werden, wobei das Material der Füllstoffpartikel bei Einstrahlung mit Laserlicht langsamer oder schneller in die Gasphase überführbar ist als das Matrixmaterial.

**[0026]** Dabei kann das Substrat mehrere Schichten aufweist, wobei die Konzentration der Füllstoffpartikel zwischen wenigstens zwei dieser Schichten unterschiedlich ist. Auf diese Weise ist es möglich, den Reduzierungsgrad für die Entwässerung der Durchgangskanäle feiner einzustellen. Ferner kann/können die äußerste Schicht des Substrats auf der Ober- bzw. Papierseite und/oder die äußerste Schicht des Substrats auf der Unter- bzw. Maschinenseite frei von Füllstoffpartikeln sein, um keine unerwünschten Effekte beim Kontakt mit der Faserstoffbahn bzw. Maschinenteilen zu bewirken. Mit anderen Worten kann nur eine oder mehrere mittlere Schicht(en) mit ein Füllstoffmaterial aufweisen.

**[0027]** Entsprechend der oben beschriebenen zweiten Ideen wird vorgeschlagen, dass das Substrat aus mehreren Schichten gebildet wird, wobei die einzelnen Schichten mittels eines Hilfsstoffs, insbesondere einer Klebstoffschicht, miteinander verbunden werden, wobei das Substrat anschließend aufgerollt wird und zum Einbringen der Durchgangskanäle wieder abgerollt wird. Bei dem Klebstoff kann es sich vorzugsweise um ein Lösungsmittel-haltiges Polyesterharz handeln. Die Erfinder haben mittels Versuchen herausgefunden, dass es möglich ist, auf diese Weise der Grundform der Durchgangskanäle an einer Grenze zwischen zwei benachbarten Schichten des Substrats auf einfache und reproduzierbare Weise einen Versatz in einer Richtung zu geben, die in der Ebene des Substrats liegt. Dies wird sich damit erklärt, dass beim Laminieren und anschließendem Aufrollen Eigenspannungen in den zwischen zwei benachbarten Schichten angeordneten Hilfsstoff, insbesondere Klebstoff, eingebracht werden, welche sich kurzzeitig durch das Abrollen und den Wärmeeintrag beim Laser-Bohren wieder abbauen. Die somit für die Strömung im dem Durchgangskanal entstehenden Vorsprünge und Rücksprünge führen zu einer Erhöhung der gemittelte Rautiefe  $R_z$  der Innenoberfläche des Durchgangskanals. Sie dienen als Turbulenzgeneratoren für die Strömung und führen damit zu der gewünschten Drosselung der selbigen.

**[0028]** In Versuchen hat es sich als vorteilhaft erwie-

sen, wenn das Substrat in dem Bereich, in welchem gerade mittels des Lasers die Durchgangskanäle in das Substrat eingebracht werden, auf eine im Wesentliche plane Fläche aufgebracht wird, vorzugsweise mittels Unterdruck. Beispielsweise kann hierfür ein so genannter Vakuumtisch Anwendung finden.

**[0029]** Ferner wird es bevorzugt, wenn der Durchgangskanal oder die Durchgangskanäle jeweils mittels eines einzigen Pulses des Lasers in das Substrat eingebracht wird bzw. werden. Zwar könnten auch mehr als ein Puls verwendet werden, jedoch haben Versuche gezeigt, dass bei Verwendung mehrerer Pulse der Öffnungswinkel der im Wesentlichen kegelstumpfförmigen Durchgangskanäle sehr groß wird, was unvorteilhaft im Hinblick auf die strukturelle Stabilität des fertigen Produkts sein kann.

**[0030]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von schematischen und nicht maßstabsgetreuen Zeichnungen weiter erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 und 2 eine aus dem Stand der Technik bekannte Vorrichtung zum Perforieren eines Substrats mittels eines Lasers;
- Figuren 3a - 3c verschiedene aus dem Stand der Technik bekannte Bohrlochgeometrien;
- Figur 4a und 4b eine erste Ausführungsform eines Durchgangskanals in einer erfindungsgemäßen Bespannung;
- Figur 5a und 5b eine zweite Ausführungsform eines Durchgangskanals in einer erfindungsgemäßen Bespannung.

**[0031]** Figuren 1 und 2 zeigen schematisch eine aus dem Stand der Technik bekannte Vorrichtung 10' bzw. ein Verfahren zum Bohren von Durchgangskanälen 30' in ein Substrat 20' mittels eines Lasers. Der Laser wird dabei von einem Rechner oder Controller angesteuert. Er sendet einen Laserstrahl LB senkrecht auf die Oberseite 22' des Substrats 20'. Wie insbesondere in den Figuren 3a - 3c zu erkennen ist, können mit dem Laser Durchgangskanäle 30' unterschiedlicher Gestalt durch Aufschmelzen und/oder Sublimieren des Materials des Substrats 20' erzeugt werden, die sich in Dickenrichtung TD des Substrats 20' von der Oberseite 22' bis zu der Unterseite 24' erstrecken. Das Substrat 20' besteht aus einer Kunststoffolie, welche *per se*, d.h. vor der Perforation durch den Laser, zunächst einmal flüssigkeitsundurchlässig ist. In Figur 3a weist der Durchgangskanal 30' die Form eines geraden Kreiszylinders auf. In Figur 3b weist der Durchgangskanal 30' hingegen die Form eines sich von der Oberseite 22' zur Unterseite 24' des Substrats 20' hin verjüngenden Kegelstumpfes auf. In Figur 3c weist der Durchgangskanal 30' eine Sanduhrförmige Gestalt auf, also eine Gestalt, bei der sich der Durchmesser des Durchgangskanals 30' ausgehend von der Oberseite 22' zunächst zu einem Mittenbereich MR des Substrats 20', welcher zwischen der Oberseite 22'

und der Unterseite 24' angeordnet ist, hin verjüngt und sich dann ausgehend von dem Mittenbereich MR zu der Unterseite 24' des Substrats wieder aufweitet.

**[0032]** Figur 2 zeigt, wie ein endloses Substrat 20' über zwei Walzen R gespannt mit einer Vielzahl von im Wesentlichen schachbrett-artig angeordneten Durchgangskanälen 30' mittels des Lasers perforiert wird. Der Laser bewegt sich dabei kontinuierlich von einem Seitenrand 26' zu dem in Breitenrichtung WD gegenüberliegenden Seitenrand 28' des Substrats 20' und zurück bzw. umgekehrt, um die Durchgangskanäle 30' zu bohren. Dabei können die Durchgangskanäle 30' über die gesamte Breite gleichmäßig verteilt sein, oder aber der perforierte, nutzbare Bereich des Substrats 20' ist schmaler, je nach gewünschtem Anwendungsfall. Das Substrat 20' kann bereits die fertige Bespannung, zum Beispiel das fertige Formiersieb einer Papiermaschine, darstellen, oder es kann noch weiter verarbeitet werden. Beispielsweise kann es noch mit wenigstens einer Schicht von Stapelfasern versehen werden, um als Pressfilz in einer Papiermaschine verwendet zu werden. Oder es können Bahnen des Substrats 20' aufspiralisiert werden, um größere Breiten der Bespannung erzielen zu können.

**[0033]** Die jeweilige Innenoberfläche 32' des Durchgangskanals 30' ist bei dieser Herstellungsweise und ohne, dass besondere Vorkehrungen getroffen werden, stets im Wesentlichen glatt, d.h. weist eine gemittelte Rautiefe  $R_z$  von deutlich unter  $4\mu\text{m}$  auf. Insbesondere, wenn die Durchgangskanäle so dicht nebeneinander angeordnet sind, dass sie sich auf der Oberseite 22' des Substrats 20' berühren oder sogar überschneiden, kann sich eine glatte Wandung negativ auswirken, da hierdurch eine zu schnelle Entwässerung der Faserstoffbahn, die auf der Bespannung transportiert wird, erfolgt. Die Reduzierung der Entwässerungsgeschwindigkeit wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ganz gezielt die Rauigkeit der Innenoberfläche 32 des Durchgangskanals 30 vergrößert wird.

**[0034]** Die Figuren 4a und 4b zeigen einen mit einer gestrichelten Linie umgrenzten Ausschnitt eines Substrats 20 mit einem einzelnen Durchgangskanal 30 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Figur 4a zeigt dabei eine Draufsicht auf die Oberseite 22 des Substrats 20, wohingegen Figur 4b eine Schnittansicht entlang der Schnittebene IVb - IVb aus Figur 4a zeigt. Das Substrat 20 ist in diesem Ausführungsbeispiel ein aus vier Schichten gebildetes Laminat, wobei die einzelnen Schichten alle im Wesentlichen dieselbe Dicke aufweisen können, d.h. dieselbe Abmessung in Dickenrichtung TD. Die einzelnen Schichten können dabei mit einem Klebstoff miteinander verbunden sein. Das Substrat besteht im Wesentlichen aus einem Polymer-Grundmaterial. Als Besonderheit sind bei dieser Ausführungsform jedoch den beiden mittleren Schichten des Substrats 20 Füllstoffpartikel 40, 42 beigemischt, wobei die eine der beiden mittleren Schichten ausschließlich Füllstoffpartikel 40 einer ersten Sorte und die andere der beiden mittleren Schichten ausschließlich

Füllstoffpartikel 42 einer zweiten von der ersten unterschiedlichen Sorten aufweisen kann. Theoretisch könnte jedoch auch beide Schichten dieselbe Sorte von Füllstoffpartikeln 40, 42 oder beide Sorten von Füllstoffpartikeln 40, 42 aufweisen. Es sei darauf hingewiesen, dass diese Füllstoffpartikel in den Figuren nur schematisch und nicht maßstabsgetreu dargestellt sind.

**[0035]** Die Füllstoffpartikel 40 der ersten Sorte weisen gegenüber dem Matrixmaterial des Substrats 20 die Eigenschaft auf, dass sie bei Bestrahlung mit Laserlicht weniger schnell bzw. überhaupt nicht in die Schmelz- und/oder Dampfphase übergehen. Daher bleiben diese Füllstoffpartikel 40 als Vorsprünge 44 an der Innenoberfläche 32 des Laser-gebohrten Durchgangskanals 30 stehen und sorgen somit für Turbulenzen in der Strömung des Fluids, welches im bestimmungsgemäßen Gebrauch der erfindungsgemäßen Bespannung durch die Durchgangskanäle 30 fließt.

**[0036]** Die Füllstoffpartikel 42 der zweiten Sorte weisen gegenüber dem Matrixmaterial des Substrats 20 die Eigenschaft auf, dass sie bei Bestrahlung mit Laserlicht deutlich schneller bzw. leichter in die Schmelz- und/oder Dampfphase übergehen. Daher hinterlassen diese Füllstoffpartikel 40 beim Verschwinden Rücksprünge 46 an der Innenoberfläche 32 des Laser-gebohrten Durchgangskanals 30 und sorgen auf diese Weise ebenfalls für Turbulenzen in der Strömung des Fluids, welches im bestimmungsgemäßen Gebrauch der erfindungsgemäßen Bespannung durch die Durchgangskanäle 30 fließt.

**[0037]** Über die Konzentrationsdichte an Füllstoffpartikeln 40, 42 im Matrixmaterial des Substrats lässt sich die Rauigkeit der Innenoberfläche 32 des Durchgangskanals 30 und damit die Drosselwirkung auf die Strömung einstellen. Die gemittelte Rautiefe  $R_z$  der Innenoberfläche 32 des Durchgangskanals 30 wird dabei erfindungsgemäß auf über  $4\mu\text{m}$ , vorzugsweise über  $6\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt über  $8\mu\text{m}$  vergrößert. Die beiden äußersten Schichten des Substrats 20 sind in diesem Ausführungsbeispiel frei von Füllstoffpartikeln 40, 42. Dies ist zwar von Vorteil, um zu verhindern, dass die Füllstoffpartikel eine unerwünschte Wirkung entfalten, wenn sie in den direkten Kontakt mit der zu entwässernden Faserstoffbahn oder Teilen der Maschine beim bestimmungsgemäßen Gebrauch der erfindungsgemäßen Bespannung gelangen, jedoch ist dies nicht zwingend erforderlich. Umgekehrt kann zumindest eine der beiden äußersten Schichten jedoch auch gezielt Füllstoffe enthalten, nämlich insbesondere dann, wenn die Füllstoffe als Trennhilfe dienen.

**[0038]** Es sei angemerkt, dass die hier gezeigten Füllstoffpartikel 40, 42 eine im Wesentlichen sphärische Grundform aufweisen. Dies ist jedoch ebenfalls nicht zwingend erforderlich.

**[0039]** In den Figuren 5a und 5b ist ein Abschnitt eines Substrats 20 mit einem Durchgangskanal 30 gemäß einer zweiten Ausführungsform gezeigt. Dabei zeigt Figur 5a wieder eine Draufsicht auf die Oberseite 22 des Substrats 20 und Figur 5b eine Schnittansicht durch den

Durchgangskanal 30 entlang der Schnittebene V - V in Figur 5a. Die besonderen Merkmale dieser zweiten Ausführungsform können alternativ oder kumulativ zu den besonderen Merkmalen der ersten Ausführungsform zum Einsatz kommen.

**[0040]** Auch in diesem Beispiel ist das Substrat 20 als ein mehrschichtiges Laminat gebildet, wobei hier vier Schichten vorhanden sind, deren Ersteckung in Dickenrichtung TD im Wesentlichen gleich groß ist. Das Besondere an dieser Ausführungsform ist, dass die Grundform des Durchgangskanals 30, welche hier im Wesentlichen einem sich von der Oberseite 22 zu der Unterseite 24 des Substrats 20 hin verjüngenden Kegelstumpf entspricht, an den jeweiligen Grenzen zwischen zwei unmittelbar benachbarten Schichten des Substrats einen Versatz aufweisen. Dieser Versatz führt in dem Durchgangskanal 30 zu Vorsprüngen 44 und Rücksprüngen 46 für die den Durchgangskanal im bestimmungsgemäßen Gebrauch der erfindungsgemäßen Bespannung durchströmende Flüssigkeit. Hierdurch werden in die Flüssigkeit Turbulenzen eingebracht, die die Strömungsgeschwindigkeit in dem Durchgangskanal 30 reduzieren. Die Vorsprünge 44 und die Rücksprünge 46 sorgen dafür dass die mittlere Rautiefe  $R_z$  der Innenoberfläche 32 des Durchgangskanals größer als  $4\mu\text{m}$ , vorzugsweise größer als  $6\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt größer als  $8\mu\text{m}$  wird. In den Bereich zwischen zwei benachbarten Schichtgrenzen ist die mittlere Rautiefe  $R_z$  hingegen wieder deutlich geringer. Sofern die mittlere Rautiefe  $R_z$  auch in diesen Bereichen vergrößert werden soll, kann man zum Beispiel auf die zuvor beschriebenen Merkmale des ersten Ausführungsbeispiels zurückgreifen. Allerdings ist darauf zu achten, dass die Strömungsgeschwindigkeit in dem Durchgangskanal 30 auch nicht zu stark gedrosselt wird, damit eine angemessene Entwässerung der im bestimmungsgemäßen Gebrauch der erfindungsgemäßen Bespannung auf dem Substrat transportierten Faserstoffbahn erfolgen kann.

**[0041]** Wie die Erfinder herausgefunden haben, können die Vorsprünge 44 und die Rücksprünge 46 bei dieser Ausführungsform zuverlässig und reproduzierbar erzeugt werden, indem die einzelnen Schichten des Laminats über einen Kleber, vorzugsweise ein Lösungsmittelhaltiges Polymerharz, miteinander verbunden bzw. laminiert werden, anschließend das Laminat aufgerollt wird, zum Laser-Bohren wieder abgerollt und im Wesentlichen im Bereich der Bohrung auf eine flache Ebene gespannt wird. Diesen Effekt lässt sich mit Eigenspannungen im Material erklären, die durch die Wärme- und Krafteinwirkung beim Laserbohren kurzzeitig freigesetzt werden. Dieser Effekt lässt sich gezielt zu Nutze machen, um die Rauigkeit im Durchgangskanal 30 zu erhöhen und somit die Strömungsgeschwindigkeit durch den Durchgangskanal 30 zu reduzieren.

**[0042]** Besonders vorteilhaft kommt die vorliegende Erfindung zur Wirkung, wenn die Bespannung ein Formiersieb ist und wenn die einzelnen Durchgangskanäle 30 so eng nebeneinander platziert sind, dass sie sich an

der Oberseite 22 bzw. Papierseite zumindest berühren, vorzugsweise überschneiden, wie eingangs beschrieben.

**[0043]** Bei den beiden hier gezeigten Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist die Grundform des Durchgangskanals 30 immer im Wesentlichen kegelförmig. Dies ist jedoch nicht zwingend. In der Praxis können die Durchgangskanäle 30 auch eine mehr oder weniger stark abweichende Grundform aufweisen.

#### Bezugszeichenliste:

#### [0044]

|         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| 10'     | Vorrichtung                     |
| 20', 20 | Substrat                        |
| 22', 22 | Oberseite                       |
| 24', 24 | Unterseite                      |
| 26'     | Seitenrand                      |
| 28'     | Seitenrand                      |
| 30', 30 | Durchgangskanal                 |
| 32', 32 | Innenoberfläche                 |
| 40      | Füllstoffpartikel erster Sorte  |
| 42      | Füllstoffpartikel zweiter Sorte |
| 44      | Vorsprung                       |
| 46      | Rücksprung                      |

|    |                |
|----|----------------|
| LB | Laserstrahl    |
| MR | Mittenbereich  |
| R  | Walze          |
| TD | Dickenrichtung |

#### Patentansprüche

1. Bespannung für eine Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, insbesondere einer Papier-, Karton- oder Tissuebahn, umfassend ein Substrat (20) mit einer Oberseite (22), einer Unterseite (24), zwei Seitenrändern und einem Nutzbereich zwischen den zwei Seitenrändern, wobei der Nutzbereich eine Vielzahl von Durchgangskanälen (30) aufweist, welche die Oberseite (22) mit der Unterseite (24) des Substrats (20) verbinden,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenoberfläche (32) von wenigstens einem Durchgangskanal (30), vorzugsweise von der Mehrheit aller Durchgangskanäle (30), weiter bevorzugt von allen Durchgangskanälen (30) im Nutzbereich des Substrats (20) eine gemittelte Rautiefe  $R_z$  aufweist, welche größer als  $4\mu\text{m}$ , vorzugsweise größer als  $6\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt größer als  $8\mu\text{m}$  ist.
2. Bespannung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die gemittelte Rautiefe  $R_z$  kleiner als  $20\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner als  $15\mu\text{m}$  ist.

3. Bespannung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat (20) ein Laser-gebohrtes Substrat (20) ist, wobei die Durchgangskanäle (30) mittels eines Lasers in das Substrat (20) eingebracht sind.
4. Bespannung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen einem minimalen Durchmesser der Durchgangskanäle (30) und einer Dicke des Substrats (20) zwischen 1:3 und 1:10 liegt, vorzugsweise zwischen 1:4 und 1:8, weiter bevorzugt zwischen 1:5 und 1:7.
5. Bespannung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat (20) neben einem Matrixmaterial ferner Füllstoffpartikel (40, 42) aufweist, wobei das Material der Füllstoffpartikel (40, 42) bei Einstrahlung mit Laserlicht langsamer oder schneller in die Gasphase überführbar ist als das Matrixmaterial.
6. Bespannung nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllstoffpartikel (40, 42) einen mittleren Durchmesser zwischen  $20\mu\text{m}$  und  $150\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen  $50\mu\text{m}$  und  $100\mu\text{m}$  aufweisen, wobei die Füllstoffpartikel (40, 42) vorzugsweise im Wesentlichen sphärisch ausgebildet sind.
7. Bespannung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat (20) aus mehreren Schichten gebildet ist, vorzugsweise aus 2 bis 6 Schichten, weiter bevorzugt aus 3 bis 5 Schichten.
8. Bespannung nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** eine Grundform der Durchgangskanäle (30) an einer Grenze zwischen zwei benachbarten Schichten des Substrats (20) einen Versatz in einer Richtung aufweist, die in der Ebene des Substrats (20) liegt.
9. Bespannung nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die gemittelte Rautiefe  $R_z$  der Innenoberfläche (32) von wenigstens einem Durchgangskanal (30), vorzugsweise von der Mehrheit aller Durchgangskanäle (30), weiter bevorzugt von allen Durchgangskanälen (30) im Nutzbereich des Substrats (20) innerhalb des Bereichs wenigstens einer Schicht kleiner als  $4\mu\text{m}$ , vorzugsweise kleiner als  $3\mu\text{m}$ , weiter bevorzugt kleiner als  $2\mu\text{m}$  oder sogar kleiner als  $1\mu\text{m}$  ist.
10. Verfahren zur Herstellung einer Bespannung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

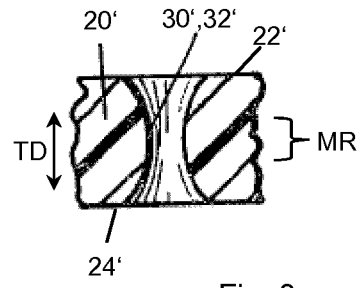
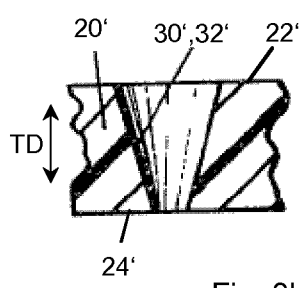
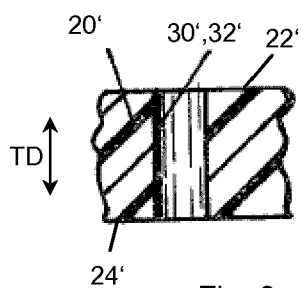
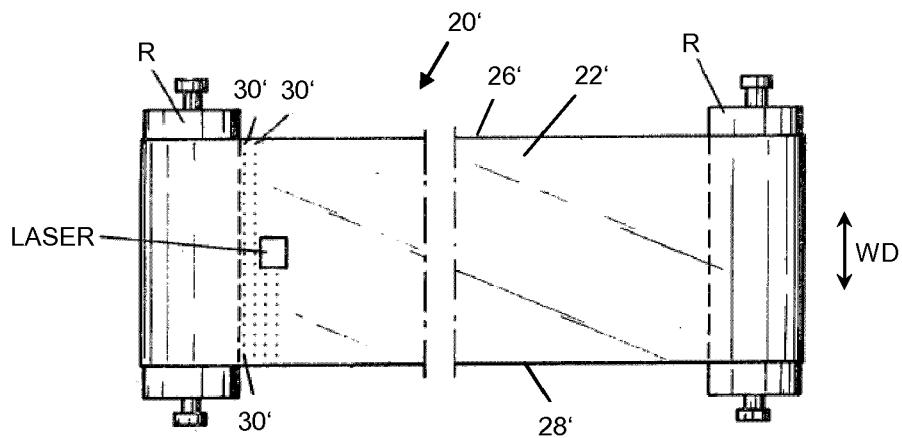
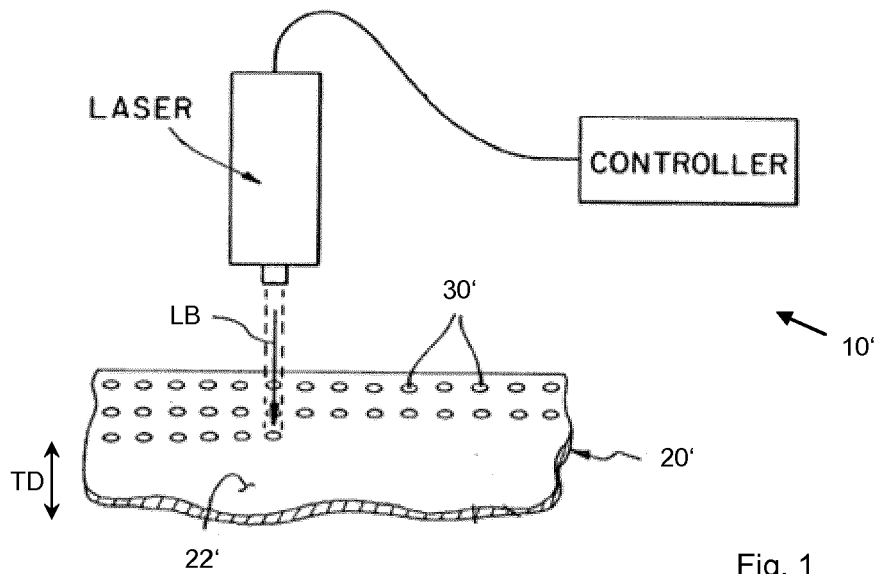


**dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Durchgangskanal (30), vorzugsweise die Mehrheit aller Durchgangskanäle (30), weiter bevorzugt alle Durchgangskanäle (30) im Nutzbereich des Substrats (20) mittels eines Lasers in das Substrat (20) eingebracht wird bzw. werden. 5

11. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Schritt des Einbringens der Durchgangskanäle (30) das Substrat (20) gebildet wird, indem einem Matrixmaterial, welches den Hauptbestandteil des Substrats (20) bildet, Füllstoffpartikel (40, 42) beigemischt werden, wobei das Material der Füllstoffpartikel (40, 42) bei Einstrahlung mit Laserlicht langsamer oder schneller in die Gasphase überführbar ist als das Matrixmaterial. 10 15
12. Verfahren nach Anspruch 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat (20) mehrere Schichten aufweist, wobei die Konzentration der Füllstoffpartikel (40, 42) zwischen wenigstens zwei dieser Schichten unterschiedlich ist. 20
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat (20) aus mehreren Schichten gebildet wird, wobei die einzelnen Schichten mittels eines Hilfsstoffs, insbesondere einer Klebstoffschicht, miteinander verbunden werden, wobei das Substrat (20) anschließend aufgerollt wird und zum Einbringen der Durchgangskanäle (30) wieder abgerollt wird. 25 30
14. Verfahren nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat (20) in dem Bereich, in welchem gerade mittels des Lasers die Durchgangskanäle (30) in das Substrat (20) eingebracht werden, auf eine im Wesentlichen plane Fläche aufgebracht wird, vorzugsweise mittels Unterdruck. 35 40
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchgangskanal (30) oder die Durchgangskanäle (30) jeweils mittels eines einzigen Pulses des Lasers in das Substrat (20) eingebracht wird bzw. werden. 45

50

55



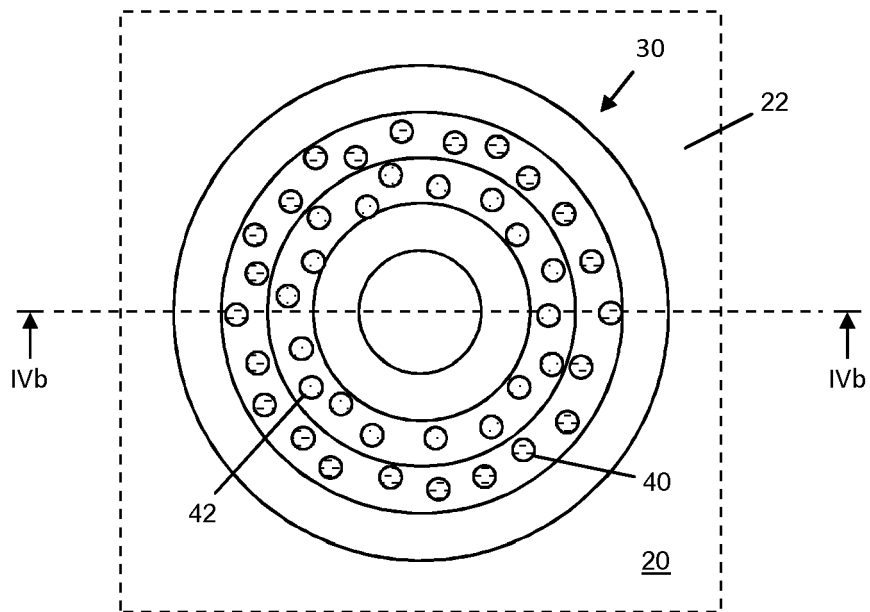


Fig. 4a

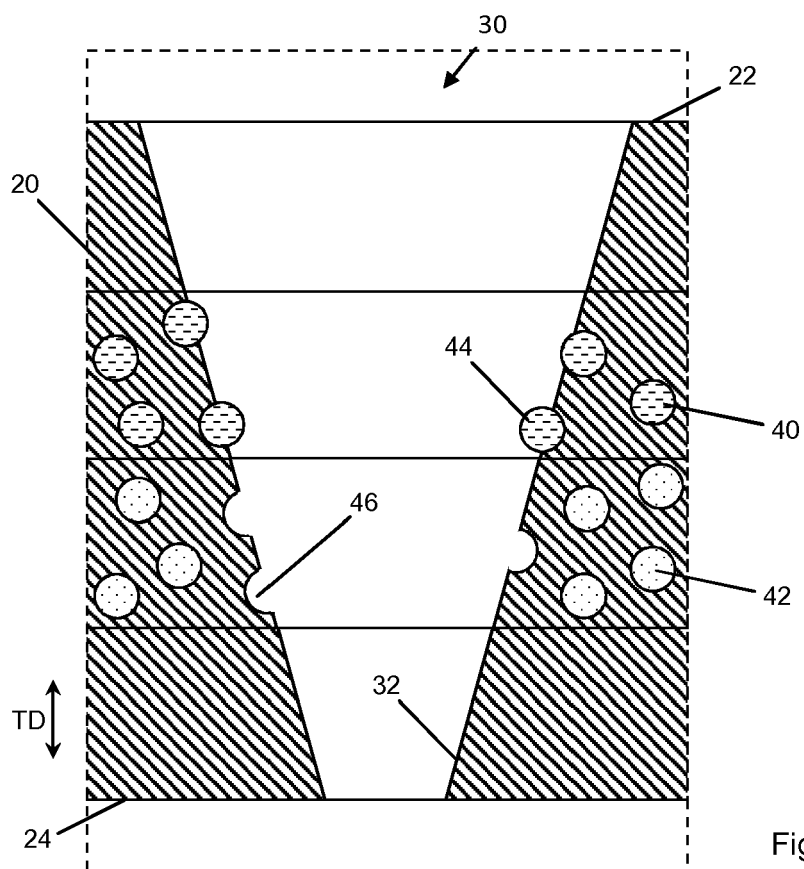


Fig. 4b

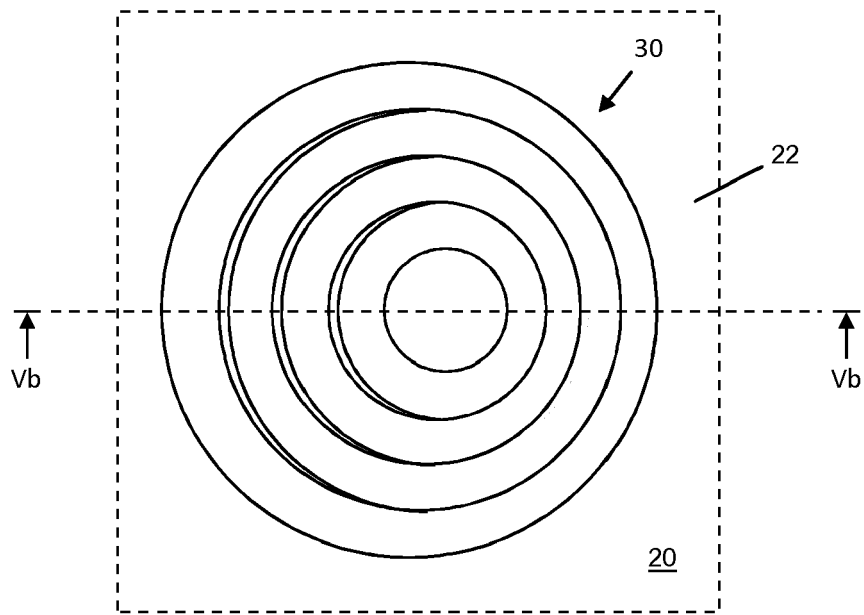


Fig. 5a

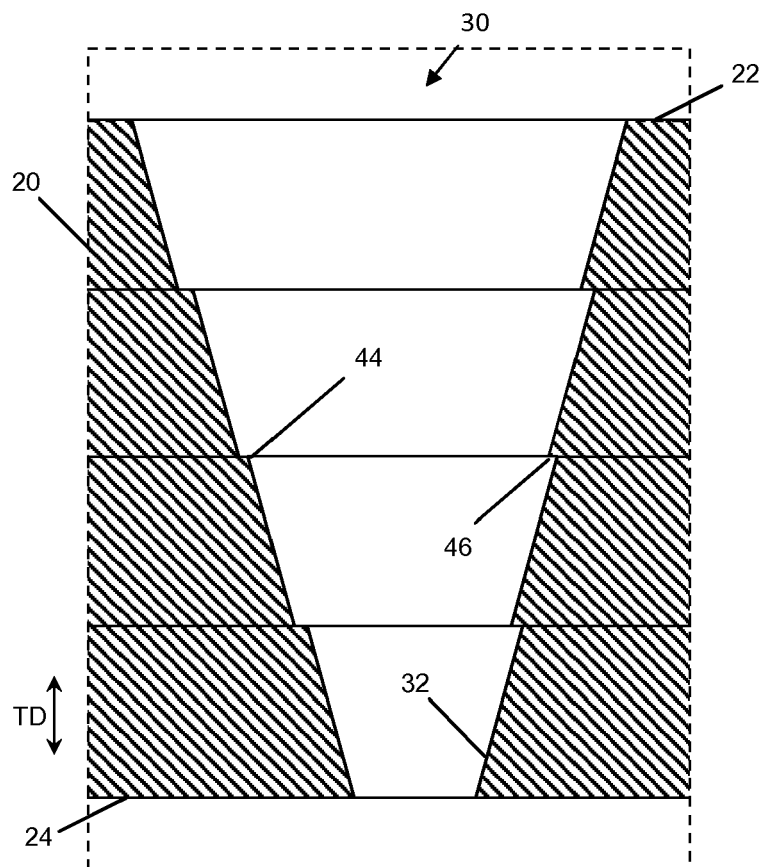


Fig. 5b



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 18 18 3869

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |  |                                    |
|---|---|--|------------------------------------|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch  | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X   | DE 10 2012 210765 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 2. Januar 2014 (2014-01-02)   | 10   | INV.<br>D21F1/00                   |
| A   | * Zusammenfassung *   | 1  |                                    |
| X   | WO 2014/001217 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 3. Januar 2014 (2014-01-03)  | 10   |                                    |
| A   | * Zusammenfassung *   | 1  |                                    |
| X,D   | US 5 837 102 A (GRAF EDWIN X [US]) 17. November 1998 (1998-11-17)<br>* Seite 1, Zeilen 30-42 *<br>* Spalte 4, Zeilen 17-36; Abbildungen 4,5 *   | 1,2  |                                    |
| X   | Carl Wüst: "Stanzflansch mit einmaliger Oberflächengüte", Maschinenmarkt<br>10. November 2006 (2006-11-10), XP002787749,<br>Gefunden im Internet:<br>URL:https://www.maschinenmarkt.vogel.de/stanzflansche-mit-einmaliger-oberflaechengue-<br>te-a-48442/<br>[gefunden am 2019-01-09] | 10   |                                    |
| A   | * das ganze Dokument *  | 1,2  | D21F                               |
| A   | DE 20 2010 016701 U1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 19. Mai 2011 (2011-05-19)<br>* Absätze [0017], [0026], [0037] *   | 1,2,4,7,8,10   |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |  |                                    |
| Recherchenort<br>München  |   | Abschlußdatum der Recherche<br>9. Januar 2019  | Prüfer<br>Pregetter, Mario         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 18 18 3869

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |   |                                    |
|---|---|---|------------------------------------|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A   | Anonymous: "Oberfläche - Rauheit & Fertigungsverfahren",<br>Technisches Zeichnen<br>,<br>XP002787750,<br>Gefunden im Internet:<br>URL: <a href="http://www.technisches-zeichnen.net/technisches-zeichnen/diverses/rauheit-fertigungsverfahren.php">http://www.technisches-zeichnen.net/technisches-zeichnen/diverses/rauheit-fertigungsverfahren.php</a><br>[gefunden am 2019-01-09]<br>----- | 1,2,9   |                                    |
| A   | DE 10 2007 024847 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 4. Dezember 2008 (2008-12-04)<br>* Absätze [0022] - [0025] *<br>-----   | 5,6,11  |                                    |
| A   | WO 2015/185278 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 10. Dezember 2015 (2015-12-10)<br>* Seite 7, Absatz 2 - Seite 8, Absatz 2 *<br>-----   | 1,2,4,7   |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |   | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
| Recherchenort<br><b>München</b>   |   | Abschlußdatum der Recherche<br><b>9. Januar 2019</b>  | Prüfer<br><b>Pregetter, Mario</b>  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 18 3869

5 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.

09-01-2019

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie   | Datum der<br>Veröffentlichung  |
|--|-------------------------------|---|--|
| DE 102012210765 A1                                 | 02-01-2014                    | KEINE   |  |
| WO 2014001217 A1                                   | 03-01-2014                    | DE 102012210768 A1<br>WO 2014001217 A1  | 02-01-2014<br>03-01-2014   |
| US 5837102 A                                       | 17-11-1998                    | KEINE   |  |
| DE 202010016701 U1                                 | 19-05-2011                    | KEINE   |  |
| DE 102007024847 A1                                 | 04-12-2008                    | CA 2689605 A1<br>CN 101778973 A<br>DE 102007024847 A1<br>EP 2155956 A1<br>JP 2010528198 A<br>US 2010136286 A1<br>WO 2008145420 A1 | 04-12-2008<br>14-07-2010<br>04-12-2008<br>24-02-2010<br>19-08-2010<br>03-06-2010<br>04-12-2008 |
| WO 2015185278 A1                                   | 10-12-2015                    | KEINE   |  |

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**

- US 4446187 A [0002]
- US 5837102 A [0002]
- EP 18168641 A [0005] [0012]