

(19)



(11)

EP 3 915 802 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.12.2021 Patentblatt 2021/48

(51) Int Cl.:
B44C 1/24 (2006.01) **B44C 5/04** (2006.01)
B44B 5/00 (2006.01) **B44B 5/02** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20177147.4**

(22) Anmeldetag: **28.05.2020**

(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: **Achilles veredelt Nord GmbH Standort Celle**
29221 Celle (DE)

(72) Erfinder: **Hörnicker, Stefan**
29223 Celle (DE)

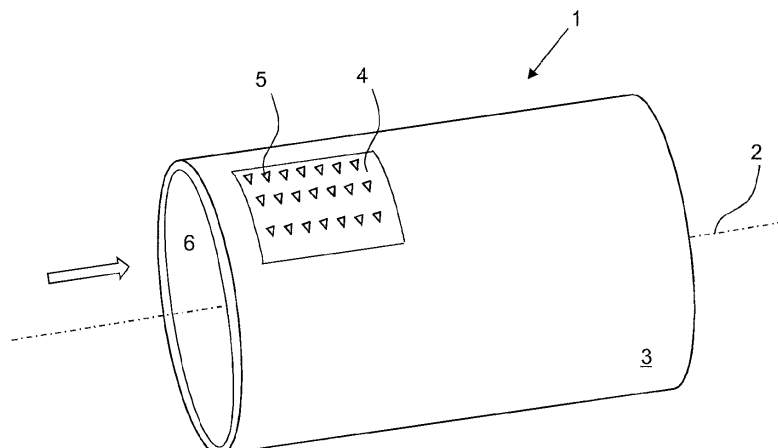
(74) Vertreter: **Uexküll & Stolberg**
Partnerschaft von
Patent- und Rechtsanwälten mbB
Beselerstraße 4
22607 Hamburg (DE)

(54) **VERFAHREN ZUM THERMISCHEN STRUKTURPRÄGEN VON SUBSTRATEN MITTELS SLEEVE-TECHNOLOGIE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Strukturprägen von Substraten mit einem Prägezylinder, wobei das Substrat (16) beim Prägen entlang einer beheizten Prägeoberfläche (3) des Prägezylinders geführt wird, um die Struktur einer in der Prägeoberfläche eingeformten Prägestruktur (4) in das Substrat (16) zu formen. Der Prägezylinder ist ein Prägesleeve (1) in

Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse und ist gegen zumindest einen anderen Prägesleeve austauschbar ausgebildet, wobei der Prägesleeve zur Montage in einem Prägesystem auf einen in die Hülse eingefahrenen Spanndorn (13) aufspannbar ist und wobei die Prägeoberfläche (3) des Prägesleeves (3) über den Spanndorn (13) beheizt wird.

FIG. 1



EP 3 915 802 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Strukturprägen von insbesondere flexiblen Substraten, wie Transferfolie oder dergleichen, wobei das Substrat insbesondere bahnartig entlang einer beheizten Prägeoberfläche des Prägezylinders geführt wird, um die Struktur einer in der Prägeoberfläche eingeformten Prägestruktur in das Substrat zu formen. Ferner betrifft die Erfindung einen Prägezylinder in Form eines Prägesleeves und ein System zum thermischen Strukturprägen von Substraten.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Die wirtschaftliche, aber auch flexible Herstellung von strukturierten Oberflächen rückt mehr und mehr in den Fokus moderner Produktentwicklungen. Die flexible Gestaltung von Oberflächen wird von vielen industriellen Bereichen gefordert, beispielsweise von der Möbelindustrie zur Veredlung von Küchenfronten oder Möbelplatten oder von der Bauindustrie zur Veredlung von Baustoffen. Eine zentrale Rolle nimmt hierbei die Beschichtung und Veredlung von insbesondere flächigen Werkstückoberflächen ein, wie beispielsweise Spanplatten, MDF-Platten für Möbel, Fußböden, Innen- und Außenverkleidungen oder dergleichen. Durch Nachbildung von Strukturen in der Werkstückoberfläche lassen sich effektvolle und haptisch ansprechende Oberflächen generieren.

[0003] Zur Herstellung diverser Oberflächenstrukturen stehen verschiedene Verfahren zu Verfügung, die auf das Beschichtungsverfahren der Oberfläche abgestimmt sind. Dabei kommen unterschiedlich hergestellte Prägematrizen zum Einsatz, die z.B. im Wege der Melaminverpressung in die Oberfläche gedrückt werden oder aber auch eine Struktur, die auf die Oberfläche lackiert wird.

[0004] Wesentlich feinere Strukturen lassen sich durch die Verwendung von insbesondere flexiblen Prägesubstraten, wie beispielsweise Transferfolie, erzielen. Derartige Transfersubstrate besitzen eine Oberfläche mit einer räumlichen Struktur, die als Prägestempel für die Oberfläche eines Zielsubstrats dient. Hierzu wird zunächst die Oberfläche des Zielsubstrats mit einer härtbaren Beschichtung (z.B. Harz oder Lack) beschichtet. Im Anschluss wird vor der Aushärtung der Beschichtung das strukturierte Substrat, z.B. die Transferfolie, aufgebracht, so dass die Prägestruktur des Substrats in Kontakt mit der beschichteten Oberfläche des Zielsubstrats steht. Nach dem Aushärten der beschichteten Oberfläche ist die Struktur des Substrats in die Oberfläche eingeprägt. Es verbleibt so ein Negativbild der Oberflächenstruktur des Substrats auf der Zieloberfläche.

[0005] Insbesondere die nur beispielhaft genannte Verwendung von Transferfolie als mögliches Substrat bietet die Möglichkeit, sehr feine Strukturen im Mikro- oder Nanobereich auf Werkstückoberflächen zu realisie-

ren. Auch vielfältige funktionale Oberflächen wie beispielsweise Lotosblüteneffekte, Mottenaugeneffekte oder Haifischhauteffekte, Lichtlenkungseffekte, Retroreflexion, Backlight-Effekte, z.B. mit einer Profiltiefe von 100 nm bis 50 µm, können so erzeugt werden.

[0006] Das Einbringen der Prägestruktur in das Substrat erfolgt durch Heißprägen ("thermisches Strukturprägen"). Bekannt ist, hierzu eine erhitze Prägewalze in Kontakt mit dem Substrat zu bringen und diese entlang der Prägewalze laufen zu lassen, wobei die Prägewalze dabei rotiert. Dieser Prozess findet in der Regel im R2R-Verfahren (Rolle-zu-Rolle-Verfahren) statt. Bekannte Systeme, wie sie beispielsweise in der EP 2 258 564 B1 gezeigt sind, verwenden hierzu Vollkörperprägewalzen, in deren Außenseite die Prägestruktur eingeformt ist. Derartige Systeme zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass der Wechsel des Druck- oder Prägebilds sehr aufwendig ist, denn es muss die gesamte Prägewalze ausgebaut werden, um das Prägebild zu ändern. Zudem sind diese Vollkörperprägewalzen bis zu mehrere Tonnen schwer und ein Umrüsten, d.h. ein Austausch des Prägebildes durch Austausch der Walze, ist im Ein-Mann-Betrieb nahezu ausgeschlossen. Ein anderer Ansatz besteht darin, plattenförmige Shims zu einer zylindrischen Prägeform zu verschweißen. Dadurch ist es zwar nicht notwendig, die gesamte Vollkörperwalze auszubauen, um das Prägebild zu ändern, jedoch hat diese Technologie den Nachteil, das im Prägebild sichtbare Shimnähte, d.h. Schweißnähte quer und in Abhängigkeit zur Arbeitsbreite auch längs zur Laufrichtung erkennbar sind. Außerdem ist der Wechsel der Shimelemente aufwendig und kompliziert.

[0007] Kennzeichnend für thermische Strukturprägeverfahren sind der hohe technische und finanzielle Aufwand, um das Prägebild zu ändern. Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung vorzuschlagen, mit der sich strukturierte Substrate durch thermisches Strukturprägen in kosteneffizienter und flexibler Weise produzieren lassen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch einen Prägesleeve mit den Merkmalen des Anspruchs 14 und durch ein System zum thermischen Strukturprägen von Substraten mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass der Prägezylinder als wechselbarer Prägesleeve ausgebildet ist, d.h. der Prägezylinder ist in Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse vorgesehen, die gegen zumindest eine andere Prägeform in Form einer Hülse ausgetauscht werden kann. Derartige hülsenförmige Prägezylinder sind unter dem Namen "Sleeves" bekannt und finden bereits im Flexodruck Verwendung.

Sleeve-Systeme umfassen einen in der Prägeanlage angeordneten expandierenden Spanndorn auf den der Sleeve, also die Hülse, aufgeschoben und durch Expansion des Spanndorns festgespannt wird. Ein solcher Spanndorn bildet einen Basiskern oder Trägerkern. Im Gegensatz zu regulären Walzensystemen sind hier die Basiskerne in der Prägeanlage fest installiert. Auf der Außenseite des Sleeves ist das Prägebild eingeformt, so dass der auf dem Basiskern installierte Sleeve nach Art einer Vollkörperwalze umläuft. Für einen Wechsel des Prägebildes ist lediglich der Sleeve auszuwechseln. Erfindungsgemäß wird die Prägeoberfläche des Prägesleeves über den Spanndorn beheizt. Hierfür kann in dem Spanndorn oder einem Basiszylinderkern eine Temperiereinrichtung, beispielsweise in Form einer Heizspirale oder dergleichen, vorgesehen sein. Von der Heizspirale wird die Wärme über den Spanndorn oder den Basiszylinderkern in die Hülse abgegeben und dort in die Prägeoberfläche geleitet, d.h. die Wärme wird von dem Spanndorn über die Innenseite des Prägesleeves in den Prägesleeve eingetragen. Der Spanndorn beheizt den Prägesleeve also von innen.

[0010] Es hat sich herausgestellt, dass die Sleeve-Technologie erfolgreich beim thermischen Strukturprägen eingesetzt werden kann und eine Reihe von technischen Vorteilen mit sich bringt. So geht der Einsatz der Sleeve-Technologie beim thermischen Strukturprägen einher mit einer erheblichen Senkung der Prozesskosten und erhöhter Flexibilität. Mittels der Sleeve-Technologie lassen sich Mikro- und Nanostrukturen in Substrate, wie beispielsweise Transferfolie, mit hoher Genauigkeit thermisch einprägen. In diesem Sinne sieht eine weitere Ausführungsform der Erfindung vor, dass die Prägestruktur Mikro- und/oder Nanostrukturen umfasst.

[0011] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Prägesleeve nahtlos ausgebildet ist. Ein nahtloser, bzw. schweißnahtloser Sleeve ist nach Art einer Hülse geformt und weist eine nahtlose, insbesondere durchgängig glatte Oberflächenstruktur auf, in die die Prägestruktur eingeformt ist. Der Vorteil besteht insbesondere darin, dass anders als bei Shim-Systemen keine Abbildungen von Schweißnähten in dem auf dem Sleeve ablaufenden Substrat eingeformt werden. Insbesondere kann auch die Prägestruktur nahtlos ausgebildet sein, d.h. auch die Prägestruktur weist keinerlei Nähte oder dergleichen auf, sondern ist unmittelbar in den Prägesleeve eingeformt.

[0012] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Strukturprägen des Substrats im Rolle-zu-Rolle-Verfahren erfolgt ("thermischen R2R Prägung") oder durch statisches Prägen.

[0013] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der Prägesleeve einen hohlzylinderförmigen Körper umfasst, der auf seiner äußeren Oberfläche mit einer Beschichtung versehen ist, in die eine Prägestruktur eingeformt ist, wobei die Beschichtung eine erste Mantelschicht aus Nickel mit einer Dicke von 120-180 μm , eine zweite Mantelschicht aus Kupfer mit einer Dicke

von 250-310 μm ; und eine dritte Mantelschicht aus Chrom mit einer Dicke von 15-25 μm aufweist. Es hat sich herausgestellt, dass ein Sleeve mit einem derartigen Schichtaufbau die Wärme, die über die Heizeinrichtung in dem den Sleeve tragenden Spanndorn oder dem Basiszylinderkern in den Sleeve eingetragen wird, optimal in das Substrat überträgt.

[0014] Ein Verfahren zum Herstellen des hierin beschriebenen Prägesleeves sieht vor, dass ein hohlzylinderförmiger Rohling bereitgestellt wird, auf dessen äußere Mantelfläche in mehreren Schritten eine Beschichtung galvanisch aufgetragen wird. Dies umfasst das galvanische Aufbauen einer ersten Mantelschicht aus Nickel mit einer Schichtdicke von 120-180 μm , das galvanische Aufbauen einer zweiten Mantelschicht aus Kupfer mit einer Schichtdicke von 250-310 μm und das galvanische Aufbauen einer dritten Mantelschicht in Form einer Chromschicht mit einer Schichtdicke von 15-25 μm . Zudem wird eine Prägestruktur in die Beschichtung eingebracht.

[0015] Die drei Mantelschichten werden nacheinander aufgebracht, wobei vorteilhafte Zwischenschichten nicht ausgeschlossen sind. Das Einbringen einer Prägestruktur in die Beschichtung kann nach dem Aufbringen der drei Mantelschichten oder in einem Zwischenschritt erfolgen. Beispielsweise kann die Prägestruktur in die zweite Mantelschicht eingeformt werden, bevor der Prägesleeve verchromt wird. Der Prägesleeveverohling ist nach Art einer Hülse geformt und kann wie ein gerader Kreiszylinder mit einer durchgehenden Öffnung entlang seiner Achse geformt sein.

[0016] Es hat sich herausgestellt, dass sich aufgrund des oben skizzierten Schichtaufbaus des Prägesleeves flexible Substratbahnen effizient modifizieren lassen und ein besonders unter thermischen Belastungen beständiges und hochgenaues Prägebild in dem Substrat erzeugt wird. Gerade im Rahmen der thermischen R2R Prägung mittels Sleeve-Technologie lassen sich konstant hochgenaue Nano- und Mikrostrukturen, z.B. haptische Oberflächen, optische Effektoberflächen, Sicherheitsmerkmale, wie beispielsweise Prägehologramme, oder funktionale Oberflächen aus dem Bereich der Bionik ohne sichtbare Mängel auch in größeren Arbeitsbreiten, z.B. größer als 1,50 m, produzieren. Unter dem Begriff Struktur ist in Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung eine dreidimensionale Struktur zu verstehen. Die dreidimensionale Struktur kann beispielsweise in Form von Motiven, Hologrammen, Zahlen, Buchstaben oder als Funktionsoberfläche (z.B. als Lotuseffekt-Oberfläche) vorliegen.

[0017] Die Prägestruktur kann mittels verschiedener Verfahren in die Beschichtung eingebracht werden, beispielsweise mittels Ätzen (z.B. chemisches oder Plasmaätzen), Laserabtrag (z.B. unter Einsatz von Pico- oder Nanolasern), lithographische Verfahren (z.B. Elektronenstrahlolithographie), Gravieren, galvanische Verfahren, und/oder Erosion.

[0018] Wie oben angezeigt, liegt die Dicke der Nickel-

schicht im Bereich von 120-180 μm , die Dicke der Kupferschicht im Bereich von 250-310 μm und die Dicke der Chromschicht im Bereich von 15-25 μm . Noch bessere Ergebnisse lassen sich erzielen, wenn die Dicke der Nickelschicht im Bereich von 140-160 μm , die Dicke der Kupferschicht im Bereich von 270-290 μm und die Dicke der Chromschicht im Bereich von 18-22 μm liegt. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist eine Nickelschicht eine Dicke von 150 μm , die Kupferschicht eine Dicke von 280 μm und die Chromschicht eine Dicke von 20 μm auf.

[0019] Grundsätzlich ist vorgesehen, dass die Mantelschichten in der Reihenfolge ihrer Nummerierung auf den Sleeveverhling aufgebacht werden, d.h. es wird zunächst die Nickelschicht auf den Rohlingzylinder aufgebacht. In einem weiteren Schritt wird die Kupferschicht aufgebracht. Die Chromschicht umschließt dann die erste und zweite Mantelschicht und dient als Schutzverchromung.

[0020] Die Prägestruktur kann in die Chromschicht eingeformt werden. Das bedeutet die, Prägestruktur wird erst in den Prägesleeve eingeformt, wenn alle Mantelschichten auf den Rohling aufgebracht worden sind. So kann die Prägestruktur eine Nanostruktur in der Chromschicht mit einer Strukturtiefe von beispielsweise 100 nm bis 500 nm, vorzugsweise 100 nm bis 200 nm, bevorzugter 120 nm bis 150 nm sein. Als Strukturtiefe ist diesbezüglich die Tiefe der in die jeweilige Schicht eingebrachten Prägestruktur relativ zur Oberfläche der jeweiligen Schicht zu verstehen. Alternativ oder zusätzlich kann eine Prägestruktur, vorzugsweise in Form einer Mikrostruktur, in die Kupferschicht eingebracht werden, bevor die Chromschicht aufgebracht wird. Die Chromschicht, die in einem weiteren Prozessschritt aufgebacht wird, dient außerdem als Schutzverchromung für die Prägestruktur in der Kupferschicht. Die Tiefe der Prägestruktur muss sich bei dieser Ausführungsform im Übrigen nicht auf die Kupferschicht beschränken sondern kann sich bis zur Nickelschicht erstrecken. Vorzugsweise hat die Mikrostruktur eine Strukturtiefe von 10 μm bis 150 μm relativ zur Oberfläche der die Struktur umgebenden Chromschicht.

[0021] Wie bereits erläutert, bezieht sich thermisches Strukturprägen oder Heißprägen im Sinne der Erfindung auf ein Verfahren, bei dem eine vorgefertigte Struktur auf einem Stempel unter Einfluss von Wärme auf das zu prägende Substrat übertragen wird. Vorzugsweise erfolgt das Strukturprägen des Substrats im Rahmen der Erfindung im Rolle-zu-Rolle-Verfahren bei Prägeoberflächentemperaturen von 50° bis 130° C.

[0022] Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Verfahren für eine Vielzahl von Substratarten verwendbar. Hervorzuheben ist jedoch, dass sich das Verfahren beim Heißprägen von Transferfolie als besonderes effizient herausgestellt hat. Geeignete Transferfolie besteht beispielsweise aus thermoplastischem Kunststoff. Das Material der Transferfolie kann beispielsweise ausgewählt sein aus Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polyester, Polycarbonat, Cellophan. Auch ande-

re Kunststoffe, wie bio-basierte Kunststoffe, z.B. Polylactid, Celluloseacetate und Stärkeblends können als Material der Transferfolie verwendet werden. Bevorzugte Kunststoffe sind Celluloseacetate, wie Cellulosediacetat oder Celluloseetriacetat. Auch Verbundmaterialien verschiedener Folien oder Folie/Papier sind für die Transferfolien geeignet. Die Verbindung von zwei Materialien zur Herstellung eines Verbundmaterials kann beispielsweise durch Verklebung mittels Dispersions-, LF- oder LH-Klebstoffen, Co-Extrusion oder mittels Ultraschall erfolgen. Die strukturierten Transferfolien können transparent oder opak sein.

[0023] Im Falle einer Transferfolie beträgt die Dicke des Substrats vorzugsweise 10 μm bis 250 μm . Am meisten bevorzugt ist eine Substratdicke zwischen 50 μm und 90 μm , damit eine ausreichende Balance zwischen Flexibilität und Steifigkeit erzielt wird, um im erfindungsgemäßen Verfahren Verwendung zu finden. Zur Verbesserung der Steifigkeit kann das Substrat auch eine thermoreaktive Klebstoffschicht, beispielsweise aus EVA/PE, aufweisen.

[0024] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass das Substrat zwischen der Oberfläche des Prägesleeves und der Oberfläche eines beheizten Gegendruckzylinders geführt wird. Hierbei werden die Prägeoberfläche und das ihr aufliegende Substrat durch wenigstens eine andere Rolle, hier ein Gegendruckzylinder, ähnlich einer Gegendruckwalze, gegeneinander gedrückt, d.h. das Substrat wird gegen die beheizte Prägeoberfläche gedrückt und die Struktur der Prägeoberfläche wird in das Substrat geprägt. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass auch der Gegendruckzylinder beheizt wird, so dass die Wärme in dem Gegendruckzylinder in das Substrat übertragen wird. Dadurch lässt sich die Substrattemperatur für den Prägeprozess besser einstellen.

[0025] Im Rahmen von thermischen Prägeprozessen kommen oftmals Gegendruckwalzen mit einer flexiblen Oberflächenbeschichtung zum Einsatz. Allerdings lässt sich nicht jedes zu prägende Substrat immer mit der gleichen Oberflächenbeschichtung bzw. Oberflächenhärte effizient verarbeiten. Je nach Substratart wird für den Gegendruckzylinder oder die Gegendruckwalze eine andere Oberflächenhärte verlangt, um ein optimales Ergebnis zu erzielen. Aus diesem Grund sieht eine weitere Ausführungsform der Erfindung vor, dass der Gegendruckzylinder bzw. die Gegendruckwalze ebenfalls als flexibles und leicht austauschbares Sleevesystem ausgestaltet ist, wobei der Gegendruckzylinder als ein Gegendrucksleeve in Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse ausgebildet ist, der gegen zumindest einen anderen Gegendrucksleeve austauschbar ausgebildet ist, wobei der Gegendrucksleeve zur Montage auf einen in den Gegendrucksleeve eingefahrenen Spanndorn aufspannbar ist. So können unterschiedliche Sleeves mit unterschiedlichen Oberflächen-Shore-Härten bereitgestellt werden, die je nach Bedarf mit wenig Aufwand in einer Prägeanlage montiert werden können, um die für

den Prägeprozess geeignete Shore-Härte des Gegendruckzylinders einzustellen, was Kosten senkt und die Flexibilität erhöht. Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht daher eine weitere Ausbildungsform der Erfindung vor, dass die Härte der Oberfläche des Gegendruckzylinders in Abhängigkeit von dem Substratmaterial eingestellt wird, indem ein Gegendruck sleeve mit der entsprechenden Oberflächenhärte montiert wird.

[0026] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Gegendruck sleeve über das Spannsystem beheizt wird, beispielsweise mittels einer Heizspirale oder dergleichen, die im Spanndorn verbaut ist.

[0027] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass das Substrat durch eine Temperiereinrichtung erwärmt wird, bevor es über die Prägeoberfläche geführt wird. Die Temperierung des Substrats kann beispielsweise durch eine separate Temperierwalze erfolgen, die in Laufrichtung des Substrats vor dem Prägesleeve angeordnet ist. Mittels der Temperierwalze wird das Substrat vorgewärmt und kann auf oder nahe der Zieltemperatur gebracht werden. Auf diese Weise lässt sich ein Prägebild mit hoher Wiederholgenauigkeit erzeugen, insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten von mehreren hundert Metern pro Minute.

[0028] Die Erfindung umfasst ferner einen nahtlosen Prägesleeve wie er hierin in einer Vielzahl von Ausführungsformen beschrieben ist.

[0029] Desweiteren umfasst die Erfindung ein System zum thermischen Strukturprägen von Substraten mittels Sleeve-Technologie, umfassend einen Prägesleeve, insbesondere wie er hierin in einer Vielzahl von Ausführungsformen beschrieben ist, in Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse, der gegen zumindest einen anderen Prägesleeve austauschbar ausgebildet ist, wobei die Prägesleeve zur Montage in einem Prägesystem auf einen in die Hülse eingefahrenen Spanndorn aufspannbar ist, und einen Gegendruckzylinder, ebenfalls in Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse, insbesondere wie er hierin beschrieben ist, der gegen zumindest einen anderen Gegendruck sleeve austauschbar ausgebildet ist, wobei der Gegendruck sleeve zur Montage auf einen in den Gegendruck sleeve eingefahrenen Spanndorn aufspannbar ist. Prägesleeve und Gegendruck sleeve sind derart angeordnet, dass das Substrat beim Prägen zwischen den beiden Sleeves geführt wird. Der Prägesleeve und vorzugsweise auch der Gegendruck sleeve werden über eine Heizeinrichtung in den jeweiligen Spanndornen beheizt, d.h. die Wärme wird von dem einen Spanndorn über die Innenseite des Prägesleeves in den Prägesleeve eingetragen und Wärme kann auch von dem anderen Spanndorn über die Innenseite des Gegendruck sleeves in den Gegendruck sleeve eingetragen werden. Dazu stehen die jeweiligen Spanndorne in wärmeleitendem Kontakt mit der Innenseite des Prägesleeves bzw. des Gegendruck sleeves und beheizt das Bauteil von innen. Das System verfügt vorzugsweise auch über die oben beschriebene Temperiereinrichtung

zum Vortemperieren des Substrats.

[0030] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Hülse des Prägesleeves und/oder des Gegendruck sleeves einen Innenmantel, d.h. eine innere Oberfläche auf, die sich in Richtung von einem Ende der Hülse zum anderen Ende der Hülse konisch verjüngt.

[0031] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Hülse des Prägesleeves und/oder des Gegendruck sleeves einen Innenmantel, d.h. eine innere Oberfläche auf, die von einem Ende der Hülse zum anderen Ende der Hülse zylindrisch ausgebildet ist.

FIGURENBESCHREIBUNG

[0032] Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und den Zeichnungen. Es zeigen:

Figur 1 einen Prägesleeve nach einer ersten Ausführungsform der Erfindung in perspektivischer Ansicht; und

Figur 2 schematisch den Aufbau des Prägesleeves aus Figur 1 in einer Querschnittsansicht;

Figur 3 Abschnitte von Prägesleeves nach weiteren Ausführungsformen der Erfindung in Querschnittsansichten;

Figur 4 eine Anlage zum thermischen Strukturprägen von Substraten nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

[0033] Figur 1 zeigt einen Prägesleeve (Prägezylinder) 1 in Form einer Hülse, d.h. der Prägesleeve 1 hat einen hohlzylinderförmigen Körper, der sich entlang einer Achse 2 erstreckt. Die äußere Oberfläche des Prägesleeves 1, d.h. die äußere Mantelfläche ist als Prägeoberfläche 3 ausgebildet. In die Prägeoberfläche 3 ist eine Prägestruktur 4 eingeformt, die sich über mehrere Abschnitte des Prägesleeves 1 erstreckt. Aus Gründen der Darstellung ist nur ein Teil der Prägestruktur 4 eingezeichnet. Die Prägestruktur 4 besitzt eine Reihe von in die Prägeoberfläche 3 eingeformten 3-dimensionalen Strukturelementen 5, beispielsweise in Form von Motiven, Hologrammen, Zahlen, Buchstaben oder Funktionselementen. Bis auf die Prägestruktur 4 ist die äußere Oberfläche des Prägesleeves durchgängig eben und weist keine Schweißnähte oder dergleichen auf, die das Prägebild im zu prägenden Substrat beeinträchtigen. Man spricht diesbezüglich von einem nahtlosen Prägesleeve bzw. einem nahtlosen Prägezylinder.

[0034] Der Prägesleeve ist als Wechseleinheit konzipiert und kann in der Prägeeinrichtung gegen andere Prägesleeves ausgetauscht werden. Zur Montage in einer Prägeanlage wird ein Spanndorn in den als Hülse ausgebildeten Prägesleeve geschoben (dargestellt

durch Pfeil) und die Hülse wird auf diesem mit ihrer inneren Oberfläche 6 verspannt. Der auf dem Spannsystem installierte Prägesleeve 1 kann dann nach Art einer Vollkörperwalze umlaufen und das Prägebild in einer auf der Außenseite des Prägesleeves ablaufenden Substratbahn einformen. Die innere Oberfläche des Prägesleeves 1 kann sich in Richtung der Achse 2 von einem Ende des Sleeve in Richtung anderes Ende des Sleeve verjüngen. Sie kann aber auch durchgehend zylindrisch ausgebildet sein.

[0035] Figur 2 zeigt den Prägesleeve 1 aus Figur 1 in einer Querschnittansicht, d.h. in Blickrichtung entlang der Achse 2 (Figur 1). Die Darstellung des Querschnitts des Prägesleeves in der Figur 2 ist nicht maßstabsgetreu, sondern soll lediglich den schematischen Aufbau des Prägesleeves wiedergeben.

[0036] Zur Herstellung des nahtlosen Prägesleeves wird zunächst ein hohlzylinderförmiger Rohling 7, d.h. ebenfalls hülsenförmig, bereitgestellt. Im Anschluss wird eine Beschichtung auf die Mantelfläche 8 des Rohlings 7 in mehreren Stufen galvanisch aufgebaut. Zunächst wird eine erste Mantelschicht 9 aus Nickel auf den Rohling 7 galvanisch aufgebaut. In einem weiteren Schritt wird auf die erste Mantelschicht 9 eine zweite Mantelschicht 10 aus Kupfer galvanisch aufgebaut. Eine dritte galvanisch aufgebaute Mantelschicht 11 aus Chrom schließt die Beschichtung ab. Die Dicke der ersten Mantelschicht beträgt ungefähr 120-180 µm. Die Dicke der zweiten Mantelschicht beträgt ungefähr 250-310 µm. Die Dicke der dritten Mantelschicht beträgt in etwa 15-25 µm.

[0037] Das Einbringen der Prägestruktur in die Oberfläche des Prägesleeves 1 ist mit Bezug auf die Figur 3 in zwei verschiedenen Varianten beschrieben.

[0038] Figur 3 zeigt in der Darstellung a) in einer Querschnittansicht, ähnlich wie in der Figur 2, einen Ausschnitt der Wandung eines Prägesleeves 1 nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Auf den Rohling 7 sind die erste Mantelschicht 9 aus Nickel, die zweite Mantelschicht 10 aus Kupfer und die dritte Mantelschicht 11 aus Chrom aufgebracht. In die Oberfläche der Verchromung 11 ist mittels Lasergavieren eine Prägestruktur 4 in Form einer Nanostruktur mit Strukturelementen 5 eingeformt. Das Einbringen der Prägestruktur 4 erfolgte nach dem Aufbringen der dritten Mantelschicht 11 aus Chrom.

[0039] In der Darstellung b) ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung dargestellt, bei der zunächst die erste Mantelschicht 9 aus Nickel auf den Rohling 7 aufgebracht wurde. Im Anschluss wurde die zweite Mantelschicht 10 aus Kupfer auf die erste Mantelschicht 9 aus Nickel aufgebracht. In einem weiteren Bearbeitungsschritt wurde eine Mikrostruktur als Prägestruktur 4 mit entsprechenden Strukturelementen 5 in die Außenseite der zweiten Mantelschicht 10 aus Kupfer eingeformt. In einem weiteren Prozessschritt wurde die Verchromung 11 auf die äußere Oberfläche der zweiten Mantelschicht 10 aus Kupfer aufgebracht. Die in die zweite Mantelschicht 10 aus Kupfer eingebrachte Prägestruktur 4 mit

den entsprechenden Strukturelementen 5 ist nach dem Aufbringen der Schutzverchromung auch auf der äußeren Oberfläche der dritten Mantelschicht 11 aus Chrom ausgebildet.

[0040] Die Prägestrukturen in den Figuren 3a und 3b können auch beliebig kombiniert werden, so lassen sich Nano- und Mikrostrukturen auf dem Prägesleeves 1 ausbilden.

[0041] Figur 4 zeigt schematisch eine Anlage mit einem hülsenartigen Prägesleeve 1 und einem Gegendruckzylinder in Form eines ebenfalls hülsenartigen Gegendrucksleeves 12. Der Prägesleeve 1 und der Gegendrucksleeve 12 sind auf einen in die jeweilige Hülse eingefahrenen Spanndorn 13, 14 aufgespannt und rotieren in Umfangsrichtung. Die Spanndorne sind jeweils nur durch ein Kreuz angedeutet und verfügen über nicht dargestellte Heizeinrichtungen mittels derer der jeweilige Sleeve 1, 12 von innen beheizt wird.

[0042] Die Anlage umfasst ferner eine Temperierwalze 15 zum Vorwärmen eines in der Anlage zu prägenden Substrats 16 in Bahnform. Die Abbildung zeigt nur einen Teil der Anlage. Die Substratbahn 16 wird von einer Rolle (nicht dargestellt) abgewickelt und zunächst über die Temperierwalze 15 geführt. Dort wird das Substrat vorgewärmt. Anschließend wird das Substrat auf die Prägeoberfläche 3 des Prägesleeves und zwischen die Oberflächen von Prägesleeve 1 und Gegendrucksleeve 12 geführt. Dort wird die Substratbahn 16 unter dem Einfluss von Wärme und Gegendruck geprägt. Nach dem Prägen wird das Substrat wieder von dem Prägesleeve 1 weggeführt und kann auf einer Rolle wieder aufgewickelt werden.

[0043] Soll das Prägebild geändert werden, kann der Prägesleeve 1 von dem Spanndorn 13 entfernt und durch einen anderen Prägesleeve mit anderem Prägebild ersetzt werden. In ähnlicher Weise kann der Gegendrucksleeve 12 durch einen anderen Gegendrucksleeve mit anderer Oberflächenhärte ausgetauscht werden, wenn eine andere Oberflächenhärte für den Gegendruckzylinder notwendig ist.

Bezugszeichenliste

[0044]

45

- 1 Prägesleeve (Prägezylinder)
- 2 Achse
- 3 Prägeoberfläche
- 4 Prägestruktur
- 5 Strukturelemente
- 6 innere Oberfläche
- 7 Rohling
- 8 Mantelfläche Rohling
- 9 erste Mantelschicht (Nickel)
- 10 zweite Mantelschicht (Kupfer)
- 11 dritte Mantelschicht (Chrom)
- 12 Gegendruckzylinder (Gegendrucksleeve)
- 13 Spanndorn für Prägesleeve

- 14 Spanndorn für Gegendruckzylinder
- 15 Temperierwalze
- 16 Substrat

Patentansprüche

1. Verfahren zum thermischen Strukturprägen von Substraten mit einem Prägezylinder, wobei das Substrat (16) beim Prägen entlang einer beheizten Prägeoberfläche (3) des Prägezylinders geführt wird, um die Struktur einer in der Prägeoberfläche eingeformten Prägestruktur (4) in das Substrat (16) zu formen,
dadurch gekennzeichnet, dass der Prägezylinder ein Prägesleeve (1) in Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse ist, der gegen zumindest einen anderen Prägesleeve austauschbar ausgebildet ist, wobei der Prägesleeve zur Montage in einem Prägesystem auf einen in die Hülse eingefahrenen Spanndorn (13) aufspannbar ist; und dass die Prägeoberfläche (3) des Prägesleeves (3) über den Spanndorn (13) beheizt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Prägesleeve (1) einen Innenmantel aufweist, der sich in Richtung von einem Ende des Prägesleeves (1) zum anderen Ende des Prägesleeves konisch verjüngt oder zylindrisch ausgebildet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Prägesleeve (1) und/oder die Prägestruktur (4) nahtlos ausgebildet sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Prägesleeve (1) einen hohlzylinderförmigen Körper (7) umfasst, dessen äußere Mantelfläche (8) mit einer Beschichtung versehen ist, in die die Prägestruktur (4) eingeformt ist, wobei die Beschichtung
eine erste Mantelschicht (9) aus Nickel mit einer Dicke von 120-180 μm ,
eine zweite Mantelschicht (10) aus Kupfer mit einer Dicke von 250-310 μm , und
eine dritte Mantelschicht (11) in Form einer Chromschicht mit einer Dicke von 15-25 μm aufweist.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Prägestruktur (4) eine Nanostruktur, vorzugsweise mit einer Strukturtiefe von 100 nm bis 500 nm, bevorzugt 100 nm bis 200 nm, besonders bevorzugt 120 nm bis 150 nm, ist.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Prägestruktur (4) eine Mikrostruktur, vorzugsweise mit einer Strukturtiefe von 10 μm bis

150 μm ist.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Substrat (16) zwischen der Oberfläche des Prägesleeves (1) und der Oberfläche eines beheizten Gegendruckzylinders (12) geführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der Gegendruckzylinder als ein Gegendrucksleeve (12) in Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse ausgebildet ist, der gegen zumindest einen anderen Gegendrucksleeve austauschbar ausgebildet ist, wobei der Gegendrucksleeve zur Montage auf einen in den Gegendrucksleeve eingefahrenen Spannsystem (14), wie einen Spanndorn, aufspannbar ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Gegendrucksleeve (12) über das Spannsystem (14) beheizt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die Härte der Oberfläche des Gegendruckzylinders (12) in Abhängigkeit von dem Substratmaterial eingestellt wird, indem ein Gegendrucksleeve mit der entsprechenden Oberflächenhärte montiert wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, wobei der Gegendrucksleeve (12) einen Innenmantel aufweist, der sich in Richtung von einem Ende des Gegendrucksleeves (12) zum anderen Ende des Gegendrucksleeves (12) konisch verjüngt oder zylindrisch ausgebildet ist.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Substrat (16) durch eine Temperiereinrichtung (15) erwärmt wird, bevor es über die Prägeoberfläche (3) geführt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die Erwärmung des Substrats (16) über eine Temperierwalze (15) erfolgt.
14. Nahtloser Prägesleeve (1) in Form einer Hülse zum thermischen Strukturprägen von Substraten, wobei der Prägesleeve einen hohlzylinderförmigen Körper (7) umfasst, dessen äußere Mantelfläche (8) mit einer Beschichtung versehen ist, in die eine Prägestruktur (4) eingeformt ist, wobei die Beschichtung
eine erste Mantelschicht (9) aus Nickel mit einer Dicke von 120-180 μm ,
eine zweite Mantelschicht (10) aus Kupfer mit einer Dicke von 250-310 μm , und
eine dritte Mantelschicht (11) in Form einer Chromschicht mit einer Dicke von 15-25 μm aufweist.
15. System zum thermischen Strukturprägen von Sub-

straten bei dem das Substrat (16) beim Prägen entlang einer beheizten Prägeoberfläche (3) eines Prägezylinders geführt wird, um die Struktur einer in der Prägeoberfläche eingeformten Prägestruktur (4) in das Substrat zu formen, umfassend einen Prägezylinder, der als Prägesleeve (1) in Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse ausgebildet ist, der gegen zumindest einen anderen Prägesleeve austauschbar ausgebildet ist, wobei der Prägesleeve (1) zur Montage auf einen in die Hülse eingefahrenen Spanndorn (13) aufspannbar ist, und wobei der Spanndorn (13) über eine Heizeinrichtung verfügt, um Wärme in den Prägesleeve (1) einzutragen.

16. System nach Anspruch 15, wobei eine vorzugsweise beheizte Gegendruckwalze vorgesehen ist, die als ein Gegendrucksleeve (12) in Form einer als Wechseleinheit konzipierten Hülse ausgebildet ist, der gegen zumindest einen anderen Gegendrucksleeve (12) austauschbar ausgebildet ist, wobei der Gegendrucksleeve (12) zur Montage auf einen in den Gegendrucksleeve eingefahrenes Spannsystem (14), wie einen Spanndorn, aufspannbar ist.

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

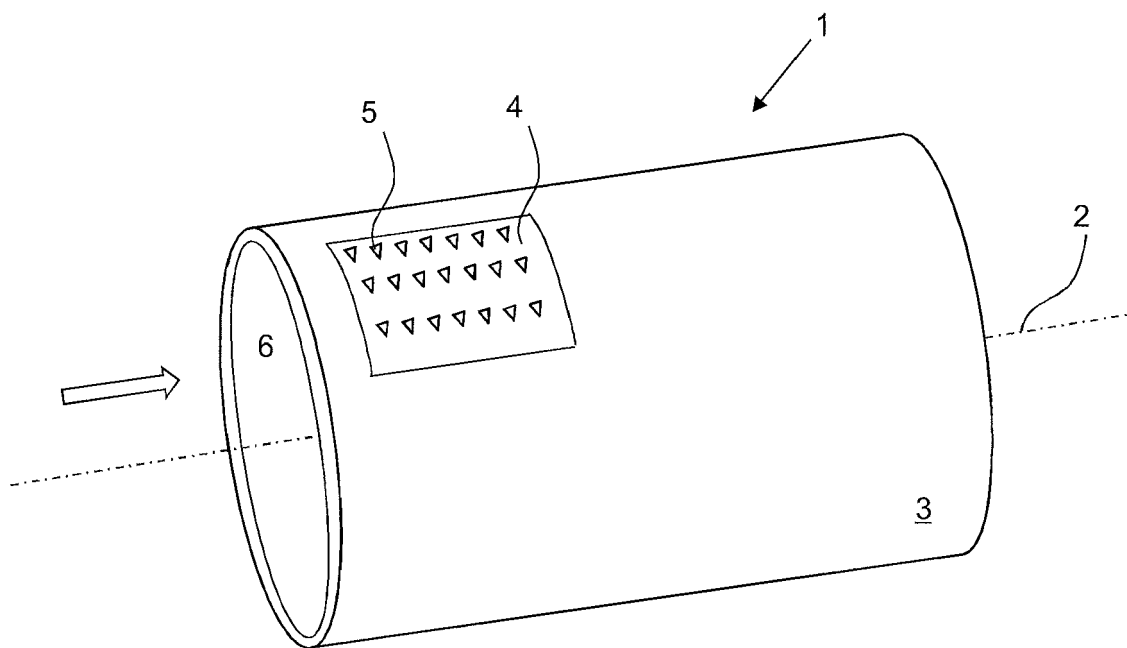


FIG. 2

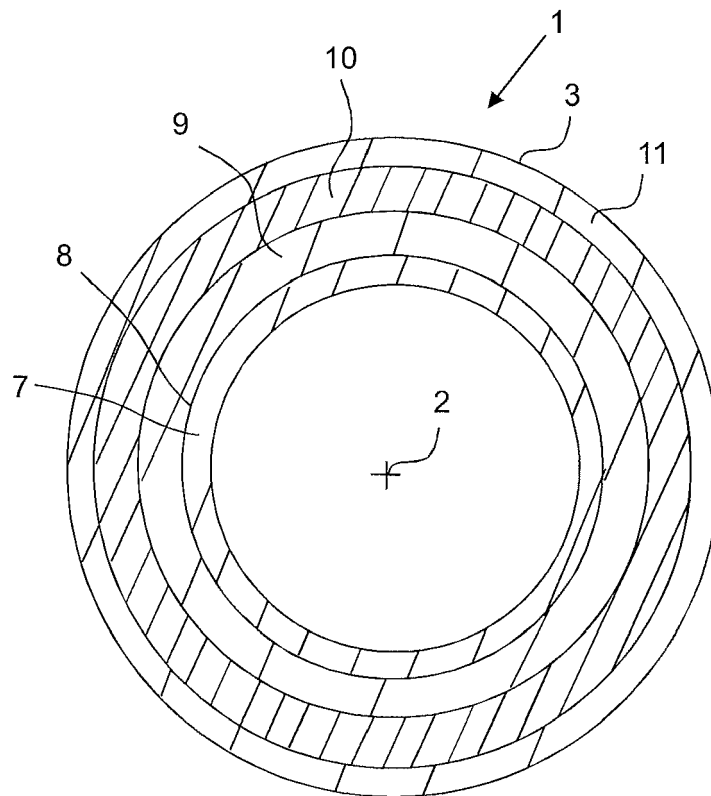


FIG. 3

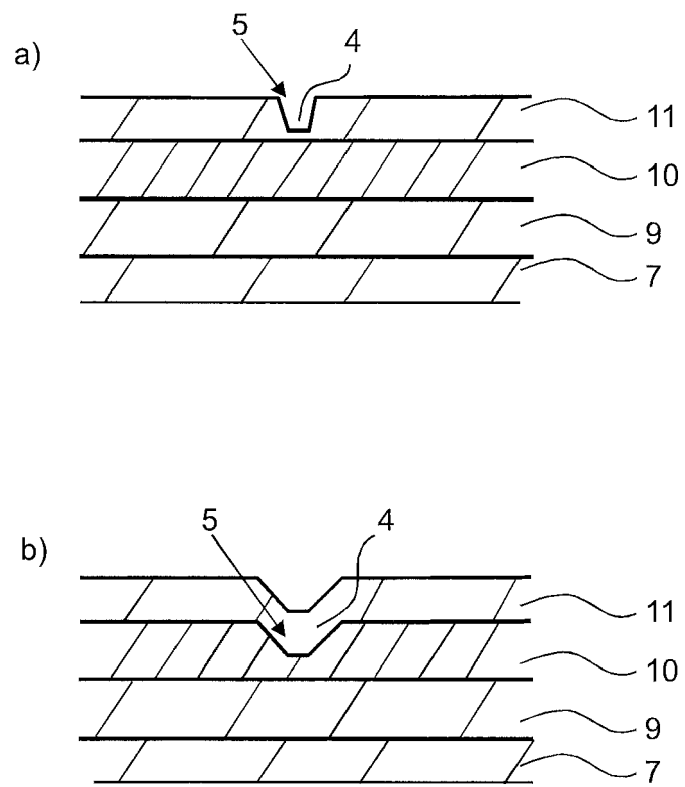
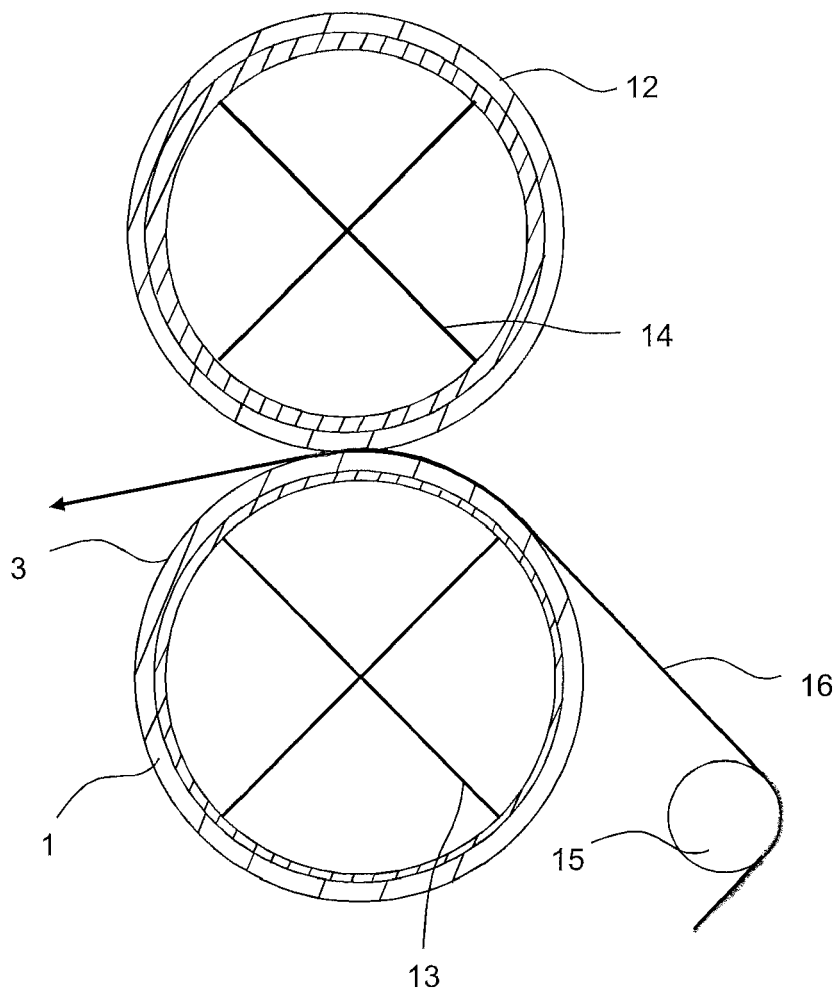


FIG. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 17 7147

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	GB 2 444 627 A (FALCONTEC LTD [GB]) 11. Juni 2008 (2008-06-11)	1-3, 5-13, 15, 16	INV. B44C1/24 B44C5/04 B44B5/00 B44B5/02
A	* das ganze Dokument * -----	4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B44C B42D B44B B41F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Oktober 2020	Prüfer Kelliher, Cormac
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung Patentansprüche, für die eine Zahlung fällig war.

☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für jene Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war, sowie für die Patentansprüche, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:

☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Patentansprüche erstellt, für die keine Zahlung fällig war.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

☐ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:

☒ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:

1-13, 15, 16

☐ Der vorliegende ergänzende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen (Regel 164 (1) EPÜ).



**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 20 17 7147

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-13, 15, 16

Verfahren und System zum thermischen Strukturprägen von Substraten mit einem Prägezylinder.

2. Anspruch: 14

Nahtloser Prägesleeve

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

EP 20 17 7147

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.

14-10-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	GB 2444627	A	11-06-2008	AU 2007330603	A1	12-06-2008
				DK 2097259	T3	07-03-2016
				EP 2097259	A1	09-09-2009
15				ES 2564306	T3	21-03-2016
				GB 2444627	A	11-06-2008
				NZ 577841	A	22-12-2011
				US 2010319433	A1	23-12-2010
				WO 2008068473	A1	12-06-2008
20				ZA 200904637	B	26-05-2010

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2258564 B1 [0006]