



(11)

EP 3 571 052 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.03.2023 Patentblatt 2023/10

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B41J 11/00 ^(2006.01) **B41J 11/04** ^(2006.01)
B41J 3/407 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18700843.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B41J 3/407; B41J 11/00216; B41J 11/0024;
B41J 11/0085; B41J 11/04; B41J 15/04

(22) Anmeldetag: **13.01.2018**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2018/025007

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/134039 (26.07.2018 Gazette 2018/30)

(54) **VERFAHREN ZUM BEDRUCKEN VON UNTER THERMISCHER BELASTUNG SICH VERFORMENDEN FOLIEN**

METHOD FOR PRINTING FILMS WHICH DEFORM UNDER THERMAL LOADS

PROCÉDÉ D'IMPRESSION DE FEUILLES SE DÉFORMANT SOUS L'EFFET D'UNE CONTRAINTE THERMIQUE

(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

• **GUTGSELL, Philipp**
39028 Schlanders - Göflan (IT)

(30) Priorität: **19.01.2017 IT 201700005292**

(74) Vertreter: **Kempkens, Anke**
Kanzlei Kempkens
Uttinger Straße 6
86938 Schondorf (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.11.2019 Patentblatt 2019/48

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102009 007 565 US-A1- 2008 024 557
US-A1- 2011 063 374 US-A1- 2011 063 390
US-A1- 2016 355 028 US-B2- 6 983 692

(73) Patentinhaber: **Durst Group AG**
39042 Brixen (IT)

(72) Erfinder:
• **PÖRNBACHER, Clemens**
39032 Sand in Taufers (IT)

EP 3 571 052 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bedrucken von unter thermischer Belastung sich verformenden Folien.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist ein Drucker zum Bedrucken von Folien bekannt, umfassend: I) Eine um eine Achse drehbare Druckwalze mit zylindrischem Walzenmantel, dem ein Druckmodul mit in Drehrichtung der Druckwalze vier hintereinander angeordneten Düsenreihen, die dem Walzenmantel beabstandet gegenüber liegen, zugeordnet ist, wobei mit den jeweiligen Düsenreihen unterschiedliche Farben gedruckt werden können; II) Mittel zur Temperierung des Walzenmantels auf eine Temperatur zwischen 20 und 90 Grad Celsius, wobei der Drucker ausgelegt ist die Folie bedrucken zu können während dessen die Folie über den Walzmantel hinweg fortbewegt wird.

[0003] Die US 6 154 232 A beschreibt eine Druckvorrichtung zum Bedrucken von Papierblättern umfassend: I) Eine Drucktrommel mit Trommelaußenfläche zur Aufnahme eines Papierblattes, der ein Druckmodul umfassend zwei Sätze zweier Düsenreihen, die der Trommelaußenfläche beabstandet gegenüberliegen, zugeordnet ist, wobei die Breite eines Druckstreifens der auf dem Papierblatt gedruckten Tinte im Wesentlichen die Summe der Druckstreifen zweier Düsenreihen des ersten Satzes entspricht; II) Mittel zum Antreiben der Drucktrommel in eine erste Drehrichtung, wobei der Drucker ausgelegt ist Papier bedrucken zu können während dessen die Drucktrommel in Drehrichtung rotiert wird. Die Drucktrommel in (I) ist als Vakuumtrommel ausgebildet, um das Papierblatt während der Rotation in Drehrichtung vor dem Herunterfallen zu sichern. Zu diesem Zweck ist die Drucktrommel mit Vakuumöffnungen perforiert, die sich zwischen dem Inneren der Drucktrommel und der Trommelaußenfläche erstrecken und mit Unterdruck beaufschlagbar sind.

[0004] Aus der DE102009007565A1 ist eine Leitvorrichtung zum Leiten von als Materialbahn oder Materialbögen vorliegendem flexiblen Flachmaterial wie zum Beispiel Papier oder Kunststoffolie, mit mindestens einer Leitfläche bekannt, über die das Flachmaterial hinweglaufen kann und an der zum Ausblasen von Luft oder anderen Gasen dienende Gasausblaskanäle ausmünden.

[0005] In der DE102013007300B4 ist ausserdem eine Bahnführungsvorrichtung zum Führen einer aus einem flexiblen Flachmaterial bestehenden Materialbahn, mit mindestens einer Bahnnumlenkeinheit offenbart.

[0006] Bei den Dokumenten DE102009007565A1 und DE102013007300B4 geht es also lediglich um Bahnführungseinrichtungen zum Umlenken von flexiblen Flachmaterialien. Bei der vorliegenden Erfindung geht es hingegen um eine Druckvorrichtung zum Bedrucken einer Folie.

[0007] Das Dokument US 6 983 692 B2 offenbart eine Drucktrommel mit einer Vakuumquelle zur Erzeugung eines Vakuums auf der Oberfläche der Drucktrommel. Zusätzlich ist in der Drucktrommel eine Strahlungsquelle angeordnet. Die Strahlungsquelle dient dazu, Tinte zu trocknen oder teilweise zu trocknen, welche auf ein Medium aufgebracht ist, welches auf der äußeren Oberfläche der Drucktrommel aufliegt.

[0008] Unterschiedliche Faktoren beeinflussen den Druckvorgang einer Folie. Hierzu gehören unter anderem die Temperatur, die Wärmekapazität, die Masse, die geometrischen Abmessungen und die Materialzusammensetzung der verwendeten Folie, sowie die Energie, die in Abhängigkeit von deren Verteilung auf die Folie der Folie zugeführt oder entzogen wird. Dabei ist zu beachten, dass sich diese Faktoren auch gegenseitig beeinflussen.

[0009] Ein weiterer Faktor der den Druckvorgang beeinflusst ist der thermische Ausdehnungskoeffizient eines Materials einer zu bedruckenden Folie. Ein die niedrige Druckqualität verursachendes Problem beim Bedrucken von Folien mit relativ hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten ist, dass sie sich während der Verarbeitung leicht ausdehnen bzw. kontrahieren, wenn sie thermischen Belastungen unterworfen werden.

[0010] Die Erfinder haben beobachtet, dass das Bedrucken einer Folie mit einer Vorrichtung aus dem Stand der Technik mit Tintentropfen bei niedriger gewählter Temperatur der Tropfen als die Folie die Verzerrung und damit die Verschlechterung des Druckbildes zunimmt. Andererseits lässt sich beobachten, dass bei höherer zugeführter Energie in Form von bspw. IR- und/oder NIR-Bestrahlung während des Druckvorganges, um die Tintentropfen während dessen zumindest teilweise zu verdampfen und/oder zu härten, die Verzerrung des Druckbildes genauso zunimmt.

[0011] Es lässt sich daher allgemein festhalten, dass eine aus den oben beschriebenen Einflüssen resultierende Temperaturerhöhung oder -erniedrigung der Folie während des Druckvorganges zu einer Bildverschlechterung führen kann, die auf eine Verformung der Folie zurückzuführen ist, wodurch die Tintentropfen beim schrittweise Aufbau des Druckbildes nicht mehr an ihre vorgesehenen Soll-Positionen auftreffen können. Das heißt, dass im Stand der Technik eine Temperaturänderung der Folie während des Druckvorganges vermieden oder zumindest möglichst gering gehalten werden muss, um ein ansehnliches Druckbild zu erhalten.

[0012] Führt man sich vor Augen, dass bei einem schrittweisen Aufbau eines Druckbildes, beispielsweise während eines Single-Pass-Druckverfahrens mit einer Single-Pass Druckvorrichtung eine Folie mit Folienbreite von 500 mm bei einer Punktedichte von 600 dpi, d. h. bei einem Tropfen-zu-Tropfen-Abstand von 42 µm, bedruckt wird während dessen sie zunächst eine Schrumpfung von 2 Millimetern und anschließend eine Ausdehnung von 3 Millimetern erfährt, so wird einem sofort klar welche negative Auswirkungen die Verformung auf das Erscheinungsbild des Druckmotives haben wird.

[0013] Unter einer Single-Pass Druckvorrichtung wird im Rahmen dieser Beschreibung eine Druckvorrichtung mit einem Druckmodul zum Bedrucken einer Folie verstanden, bei dem die Folie im Betriebsmodus kontinuierlich bewegt

wird und das Druckmodul einen Bereich der Folie jeweils ein einziges Mal erblickt, wobei das Druckmodul nicht gemäß dem bekannten Scanverfahren (d. h. zeilenweise hin- und her bewegene Druckmoduls) betrieben wird, sondern stationär angeordnet ist.

[0014] Tatsache ist, dass gängige Kunststoffmaterialien, die beispielsweise bei Verpackungsfolien zum Einsatz kommen, jedoch faktisch nahezu immer einen hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen, was sie gegen Temperaturschwankungen während ihrer Verarbeitung sehr empfindlich macht, wie in der nachstehenden Tabelle 1 verdeutlicht ist:

Tabelle 1

Material	Thermischer Ausdehnungskoeffizient α [$^{\circ}\text{K}^{-1}$]	Materialbreite S0 [mm]	$\Delta T1$ [K]	$\Delta S1$ [mm]	$\Delta T2$ [K]	$\Delta S2$ [mm]
Papier	$\sim 13 \times 10^{-6}$	500	10	0,065	40	0,26
Aluminium (Al)	$\sim 23 \times 10^{-6}$	500	10	0,115	40	0,46
Polyethylen	$\sim 80 \times 10^{-6}$	500	10	0,4	40	1,6
Polyamid (Nylon)	$\sim 120 \times 10^{-6}$	500	10	0,6	40	2,4
Polypropylen	$\sim 150 \times 10^{-6}$	500	10	0,75	40	3,0
Polyvinylchlorid	$\sim 175 \times 10^{-6}$	500	10	0,875	40	3,5
Polyethylen (PE)	$\sim 200 \times 10^{-6}$	500	10	1	40	4,0

[0015] Die thermische Ausdehnung $\Delta S1$ bzw. $\Delta S2$ typischer Kunststoffmaterialien beträgt zum Beispiel gegenüber Papier, bei derselben Temperaturerhöhung ein Vielfaches. Für Polyamid, Polyvinylchlorid und Polyethylen beträgt sie etwa das 6- bis 15-fache als bei Papier.

[0016] Ein weiterer Faktor, der den Druckvorgang beeinflusst und dabei eine ausschlaggebende Rolle spielt ist die Wärmekapazität der verwendeten Folie. Die Wärmekapazität C eines Substrates ist per Definition das Verhältnis der ihm zugeführten Wärme (ΔQ) zu der damit bewirkten Temperaturerhöhung (ΔT). Berechnen lässt sich die Wärmekapazität bei einem Substrat aus einem homogenen Material als Produkt seiner spezifischen Wärmekapazität C und seiner Masse m.

[0017] Da Folien naturgemäß relativ geringe Stärken (d. h. Dicken) aufweisen, typischerweise im Bereich von 5 bis 200 μm , vorzugsweise im Bereich von 10 bis 100 μm , sind sie anfällig gegen Temperaturänderungen, die erzeugt werden, wenn Energie der Folie zugeführt oder entzogen wird.

[0018] Eine Kombination von Faktoren die das Bedrucken von unter thermischer Belastung sich verformenden Folien außerdem beeinflusst ist, wenn die Folie eine Verbundfolie ist, die aus mehreren Materialien besteht, insbesondere aus diesen schichtartig aufgebaut ist. Beispielsweise ist das der Fall, wenn bei flexiblen Folien neben einer Kunststoffschicht, die das Druckmotiv trägt, eine wirksame Barriere z. B. gegen migrierende UV-Tintenbestandteile gefragt ist. Eine solche kann verwirklicht werden, indem eine Zwei- oder Mehrschichtverbundfolie umfassend zumindest eine Metallschicht, bspw. eine Aluminiumschicht, bereitstellt wird.

[0019] Ein Problem, das beim Druckvorgang von Verbundfolien mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auftreten kann, ist eine Verschlechterung der Druckqualität auf Grund des sogenannten Bimetall-Effekts, dergestalt, dass sich diese bei Verfahren entsprechend dem Stand der Technik bei thermischer Belastung wölbt und die Tintentropfen deshalb nicht mehr an ihre Soll-Positionen gelangen können.

[0020] Die Verbundfolie könnte sich sogar derart wölben, dass sie mit den in der Regel nur wenige Millimeter von der Oberfläche der Verbundfolie beabstandet gegenüberliegenden Druckdüsen in Berührung kommt, was z. B. eine Verschmierung der Drucktinte auf der Verbundfolie mit sich ziehen würde.

[0021] Es besteht daher ein Bedürfnis nach einer Vorrichtung und einem Verfahren zum Bedrucken von unter thermischer Belastung sich verformenden Folien mit einem relativ hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, bei der bzw. bei dem die negativen Effekte einer thermischen Belastung zumindest teilweise, bevorzugt vollständig unterdrückt werden können.

[0022] Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bedrucken von unter thermischer Belastung sich verformenden Folien mit relativ hohem thermischen Ausdehnungskoeffizienten anzugeben, bei der oder dem Folien trotz thermischer Belastung während eines Druckvorganges weitgehend formstabil gehalten werden können.

[0023] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausführungen des erfindungs-

gemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0024] Die Aufbringung der Haltekräfte nach dem Verfahren nach Anspruch 1 dient somit nicht lediglich und ausschließlich zum Zwecke der Sicherung eines Substrates vor einem möglichen Herunterfallen der Folie von einem Aufnahmemittel, wie das bei der US 6 154 232 A der Fall ist, sondern dient erfindungsgemäß zum Zwecke der Verhinderung einer Ausdehnung und damit Verformung des auf die Aufnahme­fläche aufgebrachten Bereichs der Folie während des Druckvorganges, sodass die Folie während dessen weitgehend formstabil gehalten wird. Nur durch die oben offenbarte Lösung lässt sich wirkungsvoll eine Verschlechterung der Druckqualität vermeiden. Hingegen nicht vermeidbar sind Verformungen der Folie vor der Aufbringung auf die oben beschriebene Aufnahme­fläche oder nach Loslösung der Folie von derselben Aufnahme­fläche - im Gegenteil sie können sogar erwünscht oder zumindest nicht störend sein.

[0025] Die Erfindung überwindet gleichzeitig ein weiteres Problem, die herkömmlichen Verfahren zum Bedrucken von Folien mit relativ hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten anhaftet, wenn der Bereich der Folie durch die Energiezufuhr und/oder -abfuhr eine inhomogene Temperaturverteilung erfährt, denn selbst dieser negative Effekt wird durch die erfindungsgemäße Lösung weitgehend verhindert.

[0026] Die Ursache einer solch inhomogenen Temperaturverteilung kann unterschiedlichen Faktoren zugrunde liegen. Hierzu gehören beispielsweise die Tinten-Farbe und/oder der Tintenauftrag.

[0027] Wie bekannt heizen sich in der Regel dunkle Tinten bei Wärmeeinstrahlung wesentlich stärker auf als helle. Die Ursache liegt unter anderem in der Wechselwirkung der betroffenen Tinte mit der nahen Infrarotstrahlung (NIR), die sich jedoch nicht ausschließlich auf die Absorption der elektromagnetischen Strahlung beschränkt, bei der die elektromagnetischen Wellen in Wärme umgewandelt werden, sondern auch auf die Wärmestrahlung der Oberfläche der Tinte, also der Emission im fernen Infrarot.

[0028] Wurde im Stand der Technik nun ein Druckbild gemäß dem Vierfarbendruck und mit einer inhomogenen Farb-Tintenverteilung bedruckt und anschließend einer IR und/oder NIR-Bestrahlung ausgesetzt, so erfuhr es zwangsläufig eine inhomogene Temperaturverteilung und damit eine inhomogene Verformung.

[0029] Dem Problem einer auftretenden inhomogenen Temperaturverteilung in der Folie während des Druckvorgangs wird durch die vorliegende Erfindung somit ebenfalls wirkungsvoll abgeholfen.

[0030] Die Erfindung wird nun anhand der Figuren im Detail und beispielhaft beschrieben.

[0031] **Fig. 1** zeigt eine schematische Seitenansicht einer besonders bevorzugten Ausführungsform einer Druckvorrichtung im Querschnitt.

[0032] Figur 1 zeigt eine Rolle-zu-Rolle Tintenstrahldruckvorrichtung zum Bedrucken einer Folie 100 mit einem Mittel zur Aufnahme 101 eines Bereichs der Folie 100 mit einer Aufnahme­fläche 103, wobei das Mittel zur Aufnahme 101 als eine um eine Achse drehbare Druckwalze ausgebildet ist und wobei die Aufnahme­fläche 103 als zylindrischer Walzenmantel ausgebildet ist.

[0033] Dem zylindrischen Walzenmantel sind vier Druckmodule 105a, 105b, 105c, 105d umfassend jeweils zumindest eine Düsenreihe (nicht gezeigt), die dem Walzenmantel beabstandet gegenüberliegen, zugeordnet. Den jeweiligen Druckmodulen 105a, 105b, 105c, 105d sind in Drehrichtung (Pfeil) der Druckwalze flussabwärts jeweils eine elektromagnetische Strahlungsquelle 106a, 106b, 106c, 106d zum zumindest teilweisen Härten und/oder zumindest teilweise Verdampfen der auf die Folie 100 aufgetragenen Tintentropfen zugeordnet.

[0034] Vorteilhafterweise lässt sich durch den Einsatz einer oder mehrerer elektromagnetischer Strahlungsquellen, wie bspw. einer IR- und/oder NIR-Strahlungsquelle und/oder UV-Strahlungsquelle, ein unerwünschtes Benetzungsverhalten der auf der Folie gedruckten Tintentropfen vermeiden, da diese nicht mehr genügend Zeit haben auseinander zu laufen oder sich zusammen zu ziehen (abhängig vom Benetzungsverhalten: keine Benetzung, partielle Benetzung, vollständige Benetzung).

[0035] Zur Vortemperierung der Folie 100 umfasst die Druckvorrichtung eine Vortemperierwalze 115 mit zwei zugehörigen Anpress- oder Nipwalzen 117, die ausgelegt sind die über die Vortemperierwalze 115 hinweg fortbewegbare Folie 100 gegen die Vortemperierwalze 115 zu pressen.

[0036] Vorteilhaft lässt sich durch diese Anordnung der Energieübertrag von der Walze hin auf die Folie verbessern. Die Vortemperierwalze kann in einem Bereich zwischen 20 und 100 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 50 und 90 Grad Celsius, temperiert werden.

[0037] Wie in Figur 1 gezeigt, kann die Folie 100 mittels einer Abwickelvorrichtung (nicht gezeigt) von einer Folienrolle 127 über eine Vorrichtung zur Bspannungsregelung, die als Tänzerwalze 133 ausgebildet ist, und über eine Vortemperierwalze 115, einer Umlenkrolle 119, einer Druckwalze, einer weiteren Umlenkrolle 121, einer Kühlwalze 123 zum Abkühlen der Folie 100 und einer zweiten Tänzerwalze 135 hinweg fortbewegt und mittels einer Aufwickelvorrichtung (nicht gezeigt) als Folienrolle 129 wiederaufgerollt werden.

[0038] Die beschriebenen Rollen bzw. Walzen sind an einem Gestell 131 der Druckvorrichtung montiert, wobei am Gestell Füße 134 befestigt sind.

[0039] Der Kühlwalze 123 sind außerdem drei Anpress- oder Nipwalzen 125 zugeordnet, die ausgelegt sind die über die Kühlwalze 123 hinweg fortbewegbare Folie 100 gegen die Kühlwalze 123 zu pressen.

[0040] Die Druckwalze mit zylindrischem Walzenmantel umfasst Mittel zur Temperierung der Aufnahme­fläche 103

und aktivierbare Haltemittel, die durch Vakuum beaufschlagbare Saugkanäle ausgebildet sind und die sich durch eine Schicht 104 zum zylindrischen Walzenmantel hin erstrecken und am zylindrischen Walzenmantel als Saugöffnungen münden (nicht gezeigt). Die Schicht 104 bildet dabei die Aufnahme­fläche 103 aus.

[0041] Die aktivierbaren Haltemittel sind dabei so ausgelegt, dass während dessen der mit der Aufnahme­fläche 103 in Kontakt stehende Bereich der Folie 100 unter Einwirken einer Energieänderung eine Temperaturänderung erfährt, die erzeugt wird, wenn Energie in einer solchen Weise zugeführt und/oder entzogen wird, zeitgleich Haltekräfte über die Aufnahme­fläche 103 auf den Bereich der Folie 100 aufgebracht werden können, die so groß sind, dass sie zumindest die durch die temporäre Temperaturänderung im Bereich der Folie 100 parallel zur Aufnahme­fläche 103 bewirkten Verformungskräfte entgegenwirkend überkompensieren.

[0042] Die Druckwalze ist auf einer hohlen Welle 102 gelagert, wobei über ein die hohle Welle durchsetzendes Rohr (nicht gezeigt) die Druckwalze und damit der zylindrische Walzenmantel mittels eines Vakuumerzeugers (nicht gezeigt) mit einem bestimmten Unterdruck beaufschlagt werden kann. Der zylindrische Walzenmantel ist dabei entweder über ein die hohle Welle 102 durchsetzendes zweites Rohr mittels einer temperierten Flüssigkeit oder über Strommittel (nicht gezeigt) auf eine beliebige Temperatur in einem Bereich zwischen 20 und 100 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 50 und 90 Grad Celsius, temperierbar.

[0043] Ein Strommittel kann ein Heizwiderstand sein, das elektrische Energie in thermische Energie umwandeln kann.

[0044] Die Druckvorrichtung umfasst weiter ein Antriebsmittel (nicht gezeigt), das die Druckwalze direkt oder indirekt uni- oder bidirektional mit einem vorbestimmten Drehmoment beaufschlagen kann.

[0045] Die Druckvorrichtung umfasst zusätzlich eine Steuereinheit 132 zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Druckverfahrens.

[0046] Es wurde eine Druckvorrichtung zum Bedrucken einer unter thermischer Belastung sich verformenden Folie 100 mit zumindest einem Mittel zur Aufnahme 101 zumindest eines Bereichs einer Folie 100 mit einer Aufnahme­fläche 103 offenbart, der zumindest ein Druckmodul 105a, 105b, 105c, 105d zum Bedrucken der Folie mit Tintentropfen umfassend zumindest eine Düsenreihe, die der Aufnahme­fläche 103 beabstandet gegenüberliegt, zugeordnet ist, wobei das Mittel zur Aufnahme 103 aktivierbare Haltemittel umfasst.

[0047] Das Mittel zur Aufnahme 101 umfasst Mittel zur Temperierung der Aufnahme­fläche 103.

[0048] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die aktivierbaren Haltemittel so ausgelegt, dass während dessen der mit der Aufnahme­fläche 103 in Kontakt stehende Bereich der Folie 100 unter Einwirken einer Energieänderung eine Temperaturänderung erfährt, die erzeugt wird, wenn Energie in einer solchen Weise zugeführt und/oder entzogen wird, zeitgleich Haltekräfte über die Aufnahme­fläche 103 auf den Bereich der Folie 100 aufgebracht werden können, die so groß sind, dass sie zumindest die durch die temporäre Temperaturänderung im Bereich der Folie 100 parallel zur Aufnahme­fläche 103 bewirkten Verformungskräfte entgegenwirkend überkompensieren.

[0049] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die aktivierbaren Haltemittel durch Vakuum beaufschlagbare Saugkanäle ausgebildet, die sich vom Inneren des Mittels zur Aufnahme 101 zur Aufnahme­fläche 103 hin erstrecken und an der Aufnahme­fläche 103 als Saugöffnungen münden.

[0050] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst das Mittel zur Aufnahme 101 eine Schicht 104, die die Saugkanäle umfasst, wobei die Schicht 104 die Aufnahme­fläche 103 ausbildet.

[0051] Die Schicht 104 ist vorzugsweise aus nano- und/oder mikroporösem Material gebildet.

[0052] Die Saugöffnungen sind als Nano- und/oder Mikroöffnungen ausgebildet.

[0053] Wenn im Rahmen der Offenbarung hier von Mikroöffnungen gesprochen wird, so werden darunter Öffnungen mit einer Größe zwischen 1 µm bis 200 µm, vorzugsweise 1 µm bis 100 µm verstanden. Wird hingegen von Nanoöffnungen gesprochen, so werden darunter Öffnungen mit einer Größe kleiner 1 µm verstanden.

[0054] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das zumindest eine Mittel zur Aufnahme 101 eines Bereichs der Folie 100 als eine um eine Achse drehbare Druckwalze ausgebildet und die Aufnahme­fläche 103 als zylindrischer Walzenmantel ausgebildet, wobei die Druckwalze ausgelegt ist die Folie 100 in eine Drehrichtung zu drehen, wodurch eine Vorschubrichtung der Folie 100 definiert wird.

[0055] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Druckwalze auf einer hohlen Welle 102 gelagert, wobei über ein die hohle Welle durchsetzendes Rohr die Druckwalze und damit der zylindrische Walzenmantel mittels Vakuummittels mit einem bestimmten Unterdruck beaufschlagt werden kann. Der zylindrische Walzenmantel kann entweder über ein die hohle Welle 102 durchsetzendes zweites Rohr mittels einer temperierten Flüssigkeit oder über Strommittel auf eine beliebige Temperatur in einem Bereich zwischen 20 und 100 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 50 und 90 Grad Celsius, temperiert werden.

[0056] Dem Walzenmantel sind in einer bevorzugten Ausführungsform mindestens zwei, bevorzugt mindestens vier Druckmodule 105a, 105b, 105c, 105d in Drehrichtung beabstandet zueinander angeordnet.

[0057] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist dem oder sind den Druckmodulen 105a, 105b, 105c, 105d in Drehrichtung der Druckwalze flussabwärts zumindest eine korrespondierende elektromagnetische Strahlungsquelle 106a, 106b, 106c, 106d zum zumindest teilweise Härten und/oder zumindest teilweise Verdampfen der auf die Folie aufgetragenen Tintentropfen zugeordnet.

[0058] Die zumindest eine elektromagnetische Strahlungsquelle 106a, 106b, 106c, 106d kann als IR- und/oder NIR-Strahlungsquelle ausgebildet sein.

[0059] Die zumindest eine IR- und/oder NIR-Strahlungsquelle kann zwischen zumindest zwei Druckmodulen 105a, 105b, 105c, 105d angeordnet sein.

[0060] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die Druckvorrichtung eine Vortemperiereinrichtung zur Vortemperierung der Folie 100, die vorzugsweise in einem Bereich zwischen 20 und 100 Grad Celsius, besonders bevorzugt zwischen 50 und 90 Grad Celsius temperierbar ist, wobei die Vortemperiereinrichtung in Vorschubrichtung der Folie 100 gegenüber der Druckwalze flussaufwärts angeordnet ist. Die Vortemperiereinrichtung ist vorzugsweise als Vortemperierwalze 115 ausgebildet.

[0061] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die Druckvorrichtung eine Kühleinrichtung zum Abkühlen der Folie 100, die vorzugsweise in einem Bereich zwischen 20 und 40 Grad Celsius temperierbar ist, wobei die Kühleinrichtung in Vorschubrichtung der Folie 100 gegenüber der Druckwalze flussabwärts angeordnet ist. Die Kühleinrichtung ist vorzugsweise als Kühlwalze 123 ausgebildet.

[0062] In einer anderen besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die Druckvorrichtung eine Endhärtungs- und/oder Verdampfungseinrichtung zur vollständigen Härtung und/oder Verdampfung der gedruckten Tintentropfen. Diese kann Teil einer Nachbehandlungsvorrichtung sein.

[0063] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Druckvorrichtung eine Rolle-zu-Rolle Druckvorrichtung, insbesondere ein Rolle-zu-Rolle Tintenstrahldruckvorrichtung.

[0064] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Druckvorrichtung ein Antriebsmittel, das die Druckwalze direkt oder indirekt uni- oder bidirektional mit einem vorbestimmten Drehmoment beaufschlagen kann. Das Antriebsmittel kann ein elektrischer Antriebsmotor sein.

[0065] Die Rolle-zu-Rolle Druckvorrichtung kann eine Vorrichtung zum Abwickeln und/oder Aufwickeln der Folie in Form einer kontinuierlichen Folienbahn von einem bzw. auf einen Wickelkern umfassen, die jeweils bevorzugt ein Antriebsmittel umfasst, das den jeweilige Wickelkern direkt oder indirekt uni- oder bidirektional mit einem vorbestimmten Drehmoment beaufschlagen kann.

[0066] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die Druckvorrichtung zumindest zwei hintereinander arbeitende Druckwalzen mit jeweils einem zylindrischen Walzenmantel.

[0067] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Druckvorrichtung bzw. die Rolle-zu-Rolle Druckvorrichtung als Single-Pass Druckvorrichtung ausgebildet.

[0068] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Druckvorrichtung zusätzlich Mittel zur Reinigung der Folie von Verschmutzungen und/oder Mittel zur Ausrichtung der Folie oder Folienbahn und/oder Mittel zur Vorbehandlung der Folie, wie beispielsweise eine Coronabehandlungs-Einheit, umfassen kann.

[0069] Der Ordnung halber sei darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Druckvorrichtung, diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

[0070] Anhand von Figur 1 wird im Folgenden eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Bedrucken von unter thermischer Belastung sich verformenden Folien beschrieben.

[0071] In einem ersten Schritt wird eine Druckvorrichtung mit einem Mittel zur Aufnahme 101 zumindest eines Bereichs einer Folie 100, das als Druckwalze ausgebildet ist, bereitgestellt. Die Druckwalze umfasst einen Aufnahme fläche 103, die als zylinderförmiger Walzenmantel ausgebildet ist, dem vier Druckmodule 105a, 105b, 105c, 105d umfassend jeweils zumindest eine Düsenreihe (nicht gezeigt), die der Aufnahme fläche 103 beabstandet gegenüberliegen, zugeordnet sind.

[0072] Beim beispielhaften Verfahren wurde als Druckwalze eine Druckwalze mit einem zylindrischen Walzenmantel mit einem Durchmesser von 1,4 Metern bereitgestellt.

[0073] In einem zweiten Schritt wird die Folie 100 über eine Vortemperierwalze 115 auf eine Temperatur von 88 Grad Celsius vortemperiert und in einem dritten Schritt auf den Walzenmantel bei einer Temperatur T1 von 88 Grad Celsius, welcher Walzenmantel auf eine Temperatur T2 von 90 Grad Celsius temperiert wird, aufgebracht. Temperatur T1 und Temperatur T2 definieren einen Temperaturunterschied TU von 2 Grad Celsius.

[0074] In einen vierten Schritt wird der mit dem Walzenmantel in Kontakt stehende Bereich der Folie 100 durch den Ausstoß von Tintentropfen auf Wasserbasis mit einer Temperatur von 40 Grad Celsius aus den Düsen der Düsenreihen der vier Druckmodule 105a, 105b, 105c, 105d bedruckt.

[0075] In einem fünften Schritt werden die Tintentropfen sukzessive mittels der gegenüber den Druckmodulen 105a, 105b, 105c, 105d flussabwärts angeordneten elektromagnetischen Strahlungsquellen als IR- und/oder NIR-Strahlungsquellen 106a, 106b, 106c, 106d zumindest teilweise verdampft.

[0076] Während dessen der mit dem Walzenmantel in Kontakt stehende Bereich der Folie 100 unter Einwirken einer Energieänderung eine Temperaturänderung erfährt, die erzeugt wird, wenn Energie durch Bedrucken mit Tintentropfen einer niedrigeren Temperatur als der mit dem Walzenmantel in Kontakt stehenden Bereich der Folie 100 entzogen und gleichzeitig durch zumindest teilweise Trocknung der auf dem mit dem Walzenmantel in Kontakt stehenden Bereich der Folie 100 gedruckten Tintentropfen auf Wasserbasis durch IR und/oder NIR Bestrahlung zugeführt wird, so dass eine Vergrößerung des Temperaturunterschiedes TU zwischen dem Bereich der Folie 100 und der Aufnahme fläche 103

bewirkt wird, zeitgleich Haltekräfte über die Aufnahme­fläche 103 auf den Bereich der Folie 100 aufgebracht werden, die zumindest die durch die Temperaturänderung im Bereich der Folie 100 parallel zur Aufnahme­fläche 103 bewirkten Verformungskräfte entgegenwirkend überkompensieren.

[0077] Es wurde ein Verfahren zum Bedrucken einer unter thermischer Belastung sich verformenden Folie 100 offenbart, das im Einzelnen im Anspruch 1 definiert ist.

[0078] Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens kennzeichnet sich derart, dass zeitgleich der mit der Aufnahme­fläche 103 in Kontakt stehende Bereich der Folie 100 unter Einwirken einer zusätzlichen Energieänderung durch Energieaustausch zwischen der Aufnahme­fläche 103 und dem Bereich der Folie 100 eine Reduktion eines aktuellen Temperaturunterschieds TU unterstützt wird, und vorzugsweise erfolgt, wodurch eine zumindest teilweise Wiederangleichung einer aktuellen Temperatur des Bereichs der Folie 100 an die Temperatur T2 unterstützt wird, und vorzugsweise erfolgt.

[0079] Gemäß dem erfindungsgemässen Verfahren werden die Haltekräfte als Vakuumhaltekräfte über Haltemittel aufgebracht, die durch Vakuum beaufschlagbare Saugkanäle ausgebildet sind, die sich vom Inneren des Mittels zur Aufnahme zur Aufnahme­fläche 103 hin erstrecken und an der Aufnahme­fläche 103 als Saugöffnungen münden.

[0080] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird das Mittel zur Aufnahme als Mittel zur Aufnahme umfassend eine Schicht 104 bereitgestellt, die Saugkanäle umfasst, wobei die Schicht 104 die Aufnahme­fläche 103 ausbildet und wobei die Schicht vorzugsweise aus nano- und/oder mikroporösem Material gebildet ist.

[0081] Die Aufnahme­fläche 103 kann als Aufnahme­fläche 103 bereitgestellt werden, deren Saugöffnungen so klein gewählt sind, dass die von den Saugöffnungen direkt betroffenen Bereiche der Folie 100 in Bezug auf die Einwirkung der Vakuumhaltekräfte formstabil gehalten werden können, d.h. die betroffenen Bereiche der Folie 100 durch die Vakuumhaltekräfte (Saugkräfte) nicht plastisch verformt werden.

[0082] Die Aufnahme­fläche 103 ist eine Aufnahme­fläche 103, deren Saugöffnungen als Nano- und/oder Mikroöffnungen ausgebildet sind.

[0083] Der Bereich der Folie 100 kann vor dem Aufbringen auf die Aufnahme­fläche 103 so vortemperiert werden, dass er im Augenblick des Aufbringens auf die Aufnahme­fläche 103 eine Temperatur T1 aufweist, die gegenüber der Temperatur T2 einen Temperaturunterschied TU in einem Bereich zwischen zumindest 0 und 10 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 0 und 5 Grad Celsius aufweist.

[0084] In einigen Ausführungsformen des erfindungsgemässen Verfahrens, insbesondere dann wenn die Folie 100 mit Tintentropfen einer niedrigeren Temperatur als die Folie 100 bedruckt wird, kann es vorteilhaft sein, wenn die Folie 100 im Augenblick des Aufbringens auf die Aufnahme­fläche 103 gegenüber dieser eine leicht niedrigere Temperatur aufweist. Dadurch lassen sich stärkere Verformungskräfte, auf Grund des geringeren Temperaturunterschieds, während des Druckvorgangs vorbeugend vermeiden.

[0085] Der Bereich der Folie 100 kann deshalb vor dem Aufbringen auf die Aufnahme­fläche 103 so vortemperiert werden, dass er im Augenblick des Aufbringens auf die Aufnahme­fläche 103 eine Temperatur T1 aufweist, die gegenüber der Temperatur T2 in einem Bereich zwischen zumindest 2 und 10 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 2 und 5 Grad Celsius niedriger temperiert wird.

[0086] In einer bevorzugten Ausgestaltung können die Haltekräfte in Abhängigkeit einer vorbestimmten maximal eintretbaren Temperaturänderung bestimmt und diese bei der Ansteuerung der Haltekräfte in einer Weise berücksichtigt werden, dass die bewirkten Verformungskräfte entgegenwirkend zumindest teilweise kompensiert, bevorzugt kompensiert, und besonders bevorzugt überkompensiert.

[0087] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung erfolgt das Bedrucken mit Tintentropfen einer niedrigeren Temperatur als der mit der Auflage­fläche 103 in Kontakt stehenden Bereich der Folie 100, sodass die Temperaturänderung im Bereich der Folie 100 durch Energieentzug erzeugt wird. Ursächlich für den Energieentzug ist hier somit die Tinte mit ihrer gegenüber der Folie niedrigeren Temperatur.

[0088] In einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt gemäß einem Verfahrensschritt d) eine zumindest teilweise Verdampfung und/oder Härtung der auf dem mit der Aufnahme­fläche 103 in Kontakt stehenden Bereich der Folie 100 gedruckten Tintentropfen durch IR und/oder NIR Bestrahlung, sodass die Temperaturänderung durch Energiezufuhr erzeugt wird.

[0089] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird gemäß einem Verfahrensschritt e), anstatt des Verfahrensschritts d) oder unterstützend dazu, Luft mit einer Temperatur zwischen 15 und 180°C mittels eines Blasluftmittels auf die auf dem mit der Aufnahme­fläche 103 in Kontakt stehenden Bereich der Folie 100 gedruckten Tintentropfen geblasen, sodass die Temperaturänderung entsprechend durch Energieentzug oder Energiezufuhr erzeugt wird. Diese Vorgehensweise ist vorteilhaft, da dadurch unter anderem eine die Tinte abdeckende isolierende Luftschicht rascher beseitigt werden kann.

[0090] Die Schritte d) und e) können zeitlich getrennt oder gleichzeitig durchgeführt werden.

[0091] Die Härtung der Tintentropfen kann anstatt oder ergänzend zu Schritt d) in einem Schritt f) durch UV-Bestrahlung erfolgen.

[0092] In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird die Aufnahme­fläche 103 vor

Schritt b) durch Mittel zur Temperierung auf eine bestimmte Temperatur T2 in einem Bereich zwischen 50 und 100 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 60 und 100 Grad Celsius, besonders bevorzugt zwischen 80 und 100 Grad Celsius temperiert und zumindest während der folgenden Schritten b) und c) auf diese Temperatur zumindest teilweise konstant gehalten, vorzugsweise konstant gehalten.

[0093] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird als Tinte eine Tinte auf Wasserbasis verwendet.

[0094] Tinten auf Wasserbasis ermöglichen es gegenüber den üblichen UV-Tinten auf Acrylatbasis, die zu einem Großteil aus einem oder mehreren Monomeren bestehen, dünnere gehärtete Tintenfilme auf einem Substrat zu realisieren. Vorteilhafterweise kann dadurch auch teures Acrylatmonomer als Ausgangsmaterial eingespart werden.

[0095] Die Temperatur der Tintentropfen kann eine gegenüber der aktuellen Temperatur des Bereichs der Folie 100 niedrigere Temperatur im Bereich zwischen 20 und 60 Grad Celsius, vorzugsweise 30 und 50 Grad Celsius betragen.

[0096] Als wasserbasierte Tinte kann eine Hybridtinte auf Wasserbasis umfassend als Komponenten (a) Wasser, (b) UV-härtendes Oligo- und/oder Polymer mit ethylenisch ungesättigten funktionellen Gruppen, (c) ein Feuchthaltemittel und (d) einen radikalbildenden Photoinitiator, verwendet werden.

[0097] Wenn im Rahmen dieser Beschreibung von einem Oligomer gesprochen wird, so ist damit ein Molekül mit einer Molekülmasse im Bereich zwischen einschließlich 1.000 und einschließlich 10.000 zu verstehen. Wird hingegen im Rahmen dieser Beschreibung von einem Polymer gesprochen, so ist damit ein Molekül mit einer Molekülmasse grösser 10.000 zu verstehen.

[0098] Eine bevorzugte Hybridtinte umfasst folgende Komponente:

(a) 20 bis 70 %, bevorzugt 40 bis 70 %	Komponente (a),
(b) 5 % bis 50 %, bevorzugt 05 bis 25 %	Komponente (b),
(c) 02 bis 40 %, bevorzugt 05 bis 30 %	Komponente (c),
(d) 0,1 bis 05 %, bevorzugt 0,5 bis 3,0 %	Komponente (d)

[0099] Im Rahmen dieser Beschreibung wird das Prozentzeichen "%" im Sinne von Gewichtsprozenten gebraucht.

[0100] Das Aufbringen der Folie 100 auf die Aufnahme fläche 103 kann unter einer vorbestimmten ersten Ziehspannung in eine erste Richtung und einer vertikal gegenüber der ersten Richtung zweiten Ziehspannung erfolgen, wobei die erste und zweite Ziehspannung Null oder ungleich Null beträgt.

[0101] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform erfolgt die Aufbringung der Folie auf die Aufnahme fläche 103 unter einer ersten Ziehspannung von <1500 N, insbesondere <700 N und einer zweiten Ziehspannung von vorzugsweise <300 N, insbesondere <200 N.

[0102] Die Folie 100 kann als elastisch verformbare Folie 100 bereitgestellt werden.

[0103] Die Folie 100 kann als Folie 100 bereitgestellt werden, die einen thermoplastisch verformbaren Kunststoff umfasst.

[0104] Die Folie 100 kann als mehrschichtige Verbundfolie bereitgestellt werden, umfassend mindestens eine thermoplastisch verformbare Kunststoffschicht und optional zumindest eine Metallschicht und/oder zumindest eine Papierschicht.

[0105] In einer bevorzugten Ausführungsform wird als Folie 100 ein Folie 100 mit zumindest einer Schicht gewählt, die einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten α von mindestens $40 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$, vorzugsweise mindestens $70 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$ beträgt.

[0106] Die Folie 100 wird mit einer Dicke zwischen 10 und 100 μm bereitgestellt.

[0107] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren folgende Schritte:

- Bereitstellung einer um eine Achse 102 drehbare Druckwalze als Mittel zur Aufnahme 101 mit zylindrischem Walzmantel als Aufnahme fläche 103,
- Antreiben der Druckwalze in eine Drehrichtung, wobei beim Drehen ein synchrones Mitführen der Folie 100 in Drehrichtung der Druckwalze erfolgt,
- Bedrucken der Folie 100 mit Tintentropfen

[0108] Die Druckvorrichtung kann als Rolle-zu-Rolle Druckvorrichtung bereitgestellt werden, insbesondere als Rolle-zu-Rolle Tintenstrahldruckvorrichtung, sodass die Folie 100 in Form einer kontinuierlichen Folienbahn von der Rolle verarbeitet und fortlaufend auf den zylindrischen Walzenmantel aufgebracht wird.

[0109] Die Vortemperierung kann mittels einer Vortemperiereinrichtung, die vorzugsweise als Vortemperierwalze (115) ausgebildet ist, erfolgen, über die die Folie 100 geführt wird.

[0110] Typischerweise wird als Folie 100 eine Folie 100 mit einer Breite in einem Bereich zwischen mindestens 100

mm und 1000 mm bereitgestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bedrucken einer unter thermischer Belastung sich verformenden Folie (100) umfassend die Schritte:

a) Bereitstellen einer Druckvorrichtung mit zumindest einem Mittel zur Aufnahme (101) zumindest eines Bereichs der Folie (100) mit einer Aufnahme­fläche (103), der ein Druckmodul (105a, 105b, 105c, 105d) umfassend zumindest eine Düsenreihe, die der Aufnahme­fläche (103) beabstandet gegenüberliegt zugeordnet ist,
 b) Aufbringen des Bereichs der Folie (100) aufweisend eine Temperatur T1 auf die Aufnahme­fläche (103) aufweisend eine Temperatur T2, definierend einen Temperaturunterschied TU,
 c) Bedrucken des mit der Aufnahme­fläche (103) in Kontakt stehenden Bereichs der Folie (100) mit Tintentropfen, wobei während dessen der mit der Aufnahme­fläche (103) in Kontakt stehende Bereich der Folie (100) unter Einwirken einer Energieänderung eine Temperaturänderung erfährt, die erzeugt wird, wenn Energie in einer solchen Weise zugeführt und/oder entzogen wird, dass eine Vergrößerung des Temperaturunterschiedes TU zwischen dem Bereich der Folie (100) und der Aufnahme­fläche (103) bewirkt wird, zeitgleich Haltekräfte über die Aufnahme­fläche (103) auf den Bereich der Folie (100) aufgebracht werden, wobei die Haltekräfte als Vakuumhaltekräfte über aktivierte Haltemittel aufgebracht werden, die durch Vakuum beaufschlagbare Saugkanäle ausgebildet sind, die sich vom Inneren des Mittels zur Aufnahme (101) zur Aufnahme­fläche (103) hin erstrecken und an der Aufnahme­fläche (103) als Saugöffnungen münden, wobei die Haltekräfte zumindest die durch die Temperaturänderung im Bereich der Folie (100) parallel zur Aufnahme­fläche (103) bewirkten Verformungskräfte entgegenwirkend überkompensieren, wobei die Folie (100) mit einer Dicke zwischen 10 und 100 µm bereitgestellt wird, wobei die Saugöffnungen als Nano- und/oder Mikroöffnungen ausgebildet sind und so klein gewählt werden, dass die von den Saugöffnungen direkt betroffenen Bereiche der Folie (100) in Bezug auf die Einwirkung der Vakuumhaltekräfte formstabil gehalten werden können, wobei die Haltekräfte in Abhängigkeit einer vorbestimmten maximal eintretbaren Temperaturänderung bestimmt und diese bei der Ansteuerung der Haltekräfte in einer Weise berücksichtigt werden, dass die bewirkten Verformungskräfte entgegenwirkend überkompensiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** zeitgleich der mit der Aufnahme­fläche (103) in Kontakt stehende Bereich der Folie (100) unter Einwirken einer zusätzlichen Energieänderung durch Energieaustausch zwischen der Aufnahme­fläche (103) und dem Bereich der Folie (100) eine Reduktion eines aktuellen Temperaturunterschieds TU unterstützt wird, vorzugsweise erfolgt, wodurch eine zumindest teilweise Wiederangleichung einer aktuellen Temperatur des Bereichs der Folie (100) an die Temperatur T2 unterstützt wird, vorzugsweise erfolgt.

3. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bereich der Folie (100) vor dem Aufbringen auf die Aufnahme­fläche (103) so vortemperiert wird, dass er im Augenblick des Aufbringens auf die Aufnahme­fläche (103) eine Temperatur T1 aufweist, die gegenüber der Temperatur T2 einen Temperaturunterschied TU in einem Bereich zwischen 0 und 10 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 0 und 5 Grad Celsius aufweist.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bereich der Folie (100) vor dem Aufbringen auf die Aufnahme­fläche (103) so vortemperiert wird, dass er im Augenblick des Aufbringens auf die Aufnahme­fläche (103) eine Temperatur T1 aufweist, die gegenüber der Temperatur T2 in einem Bereich zwischen zumindest 2 und 10 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 2 und 5 Grad Celsius niedriger temperiert wird.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bedrucken mit Tintentropfen einer niedrigeren Temperatur als des mit der Auflage­fläche (103) in Kontakt stehenden Bereichs der Folie (100) erfolgt, sodass die Temperaturänderung im Bereich der Folie (100) durch Energieentzug erzeugt wird.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren einen weiteren Schritt umfasst:

d) zumindest teilweise Verdampfung und/oder Härtung der auf dem mit der Aufnahme­fläche in Kontakt stehenden Bereich der Folie (100) gedruckten Tintentropfen durch IR und/oder NIR Bestrahlung und/oder UV Bestrahlung.

lung,
sodass die Temperaturänderung durch Energiezufuhr erzeugt wird.

- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Schritt e), entweder anstatt des Verfahrensschritts d) oder unterstützend dazu, Luft mit einer Temperatur zwischen 15 und 180°C mittels eines Blasluftmittels auf die auf dem mit der Aufnahme­fläche 103 in Kontakt stehenden Bereich der Folie 100 gedruckten Tintentropfen geblasen wird, sodass die Temperaturänderung entsprechend durch Energie­entzug oder Energiezufuhr erzeugt wird.
- 10 8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufnahme­fläche (103) vor Schritt b) durch Mittel zur Temperierung auf eine bestimmte Temperatur T2 in einem Bereich zwischen 50 und 100 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 60 und 100 Grad Celsius, besonders bevorzugt zwischen 80 und 100 Grad Celsius temperiert und zumindest während der folgenden Schritten b) und c) auf diese Temperatur zumindest teilweise konstant gehalten, vorzugsweise konstant gehalten wird.
- 15 9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur der Tintentropfen eine gegenüber der aktuellen Temperatur des Bereichs der Folie (100) niedrigeren Temperatur im Bereich zwischen 20 und 60 Grad Celsius, vorzugsweise 30 und 50 Grad Celsius, beträgt.
- 20 10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9 **dadurch gekennzeichnet, dass** als Tinte eine wasserbasierte Tinte verwendet wird.
- 25 11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 10 **dadurch gekennzeichnet, dass** als wasser­basierte Tinte eine Hybridtinte auf Wasserbasis umfassend als Komponenten (a) Wasser, (b) UV-härtendes Oligo- und/oder Polymer mit ethylenisch ungesättigten funktionellen Gruppen, (c) ein Feuchthaltemittel und (d) einen radikalbildenden Photoinitiator, verwendet wird.
- 30 12. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 11 **dadurch gekennzeichnet, dass** Auf­bringen der Folie (100) auf die Aufnahme­fläche (103) unter einer vorbestimmten ersten Ziehspannung in eine erste Richtung und einer vertikal gegenüber der ersten Richtung zweiten Ziehspannung erfolgt, wobei die erste und zweite Ziehspannung Null oder ungleich Null beträgt, wobei die Aufbringung der Folie (100) auf die Aufnahme­fläche (103) vorzugsweise unter der ersten Ziehspannung von <1500 N, insbesondere <700 N und der zweiten Ziehspannung von vorzugsweise <300 N, insbesondere <200 N erfolgt.
- 35 13. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Folie (100) als elastisch verformbare Folie (100) bereitgestellt wird.
- 40 14. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 13 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Folie (100) als Folie (100) bereitgestellt wird, die einen thermoplastisch verformbaren Kunststoff umfasst.
- 45 15. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 14 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Folie (100) als mehrschichtige Verbundfolie bereitgestellt wird, umfassend, mindestens eine thermoplastisch ver­formbare Kunststoffschicht und optional zumindest eine Metallschicht und/oder zumindest eine Papierschicht.
- 50 16. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15 **dadurch gekennzeichnet, dass** als Folie (100) ein Folie (100) mit zumindest einer Schicht gewählt wird, die einen thermischen Ausdehnungskoeffizi­enten α von mindestens $40 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$, vorzugsweise mindestens $70 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$ hat.
- 55 17. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 16 **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren folgende Schritte umfasst:
 - Bereitstellung einer um eine Achse (102) drehbare Druckwalze als Mittel zur Aufnahme (101) mit zylindrischem Walzmantel als Aufnahme­fläche (103),
 - Antreiben der Druckwalze in eine Drehrichtung, wobei beim Drehen ein synchrones Mitführen der Folie (100) in Drehrichtung der Druckwalze erfolgt,
 - Bedrucken der Folie (100) mit Tintentropfen
18. Verfahren nach Anspruche 17 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckvorrichtung als Rolle-zu-Rolle Druckvor-

richtung bereitgestellt wird, insbesondere als Rolle-zu-Rolle Tintenstrahldruckvorrichtung, sodass die Folie (100) in Form einer kontinuierlichen Folienbahn von der Rolle verarbeitet wird und fortlaufend auf den zylindrischen Walzenmantel aufgebracht wird.

- 5 19. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 18 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vortemperierung mittels einer Vortemperiereinrichtung, die vorzugsweise als Vortemperierwalze (115) ausgebildet ist, erfolgt, über die die Folie (100) geführt wird.

10 Claims

1. A method for printing a sheet (100) deforming under thermal stress comprising the steps of:

15 a) providing a printing device having at least one means for receiving (101) at least one region of the sheet (100) having a receiving surface (103) to which a printing module (105a, 105b, 105c, 105d) comprising at least one row of nozzles is assigned, which row of nozzles is oppositely spaced apart from the receiving surface (103),
b) applying the region of the sheet (100) having a temperature T1 to the receiving surface (103) having a temperature T2, defining a temperature difference TU,

20 c) printing the region of the sheet (100) being in contact with the receiving surface (103) with ink droplets, wherein in the meantime the region of the sheet (100) being in contact with the receiving surface (103) undergoes a temperature change under the influence of an energy change, which is generated when energy is supplied and/or withdrawn, in such a way that the temperature difference TU between the region of the sheet (100) and the receiving surface (103) increases and, at the same time, holding forces are applied via the receiving surface (103) onto the region of the sheet (100), wherein the holding forces are applied as vacuum holding forces by means of activated retaining means which are formed by vacuum-capable suction channels extending from the interior of the receiving means (101) to the receiving surface (103) and entering the receiving surface (103) as suction openings, wherein the holding forces over-compensate for the deforming forces resulting from the temperature change in the region of the sheet (100) parallel to the receiving surface (103) in a counter-acting way,

30 wherein the sheet (100) is provided with a thickness of 10 to 100 μm , wherein the suction openings are formed as nano and/or micro openings and are chosen so small that the regions of the sheet (100) directly affected by the suction openings are kept in a stable form with regard to the effects of the vacuum holding forces, wherein the holding forces are determined depending on a maximum predetermined temperature change that can occur and these are taken into account when controlling the holding forces in such a way that the deforming forces caused are overcompensated in a counter-acting way.

2. The method according to claim 1, **characterized in that**, simultaneously with the region of the sheet (100) being in contact with the receiving surface (103), under the influence of an additional energy change by energy exchange between the receiving surface (103) and the region of the sheet (100), reduction of a current temperature difference TU is supported, and preferably occurs, whereby at least a partial re-adaptation of a current temperature of the region of the sheet (100) to the temperature T2 is supported, and preferably occurs.

3. The method according to at least one of the preceding claims 1 to 2, **characterized in that** the region of the sheet (100), prior to being applied onto the receiving surface (103), is preheated such that, at the moment of being applied onto the receiving surface (103), it has a temperature T1 that, compared to temperature T2, has a temperature difference TU in a range between 0 and 10 degrees Celsius, preferably between 0 and 5 degrees Celsius.

4. The method according to at least one of the preceding claims 1 to 3, **characterized in that** the region of the sheet (100), prior to being applied onto the receiving surface (103), is preheated such that, at the moment of being applied onto the receiving surface (103), it has a temperature T1 that is at least 2 to 10 degrees Celsius, preferably 2 to 5 degrees Celsius lower than the temperature T2.

5. The method according to at least one of the preceding claims 1 to 4, **characterized in that** printing with ink droplets having a lower temperature than the region of the sheet (100) being in contact with the bearing surface (103) is carried out such that the temperature change in the region of the sheet (100) is generated by energy extraction.

6. The method according to at least one of the preceding claims 1 to 5, **characterized in that** the method comprises a further step of:

d) at least partially evaporating and/or curing the ink droplets printed onto the region of the sheet (100) being in contact with the receiving surface by IR and/or NIR irradiation and/or UV irradiation, such that the temperature change is generated by energy supply.

- 5 **7.** The method according to claim 6, **characterized in that** in a step
 e) either instead of or in addition to process step d), air having a temperature between 15 and 180°C is blown onto
 the ink droplets printed on the region of the sheet 100 being in contact with the receiving surface 103 by way of an
 air blower device, so that the temperature change is accordingly generated by energy extraction or energy supply.
- 10 **8.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 7, **characterized in that** the receiving surface
 (103), prior to step b), is heated to a specified temperature T2 in a region between 50 and 100 degrees Celsius,
 preferably between 60 and 100 degrees Celsius, particularly preferred between 80 and 100 degrees Celsius, by
 way of temperature controlling means and, at least in the following steps b) and c), is constantly held at that tem-
 perature at least temporarily and preferably is held constantly at that temperature.
- 15 **9.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 8, **characterized in that** the temperature of the
 ink droplets is a temperature that, compared to the current temperature of the region of the sheet (100), is a lower
 temperature in the range between 20 and 60 degrees Celsius, preferably 30 and 50 degrees Celsius.
- 20 **10.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 9, **characterized in that** a water-based ink is
 used as an ink.
- 25 **11.** The method according to at least one of the preceding claims 10, **characterized in that** a hybrid ink based on water
 comprising, as the components, (a) water, (b) UV-curing oligo and/or polymer having ethylenically unsaturated
 functional groups, (c) a humectant and (d) a radical-forming photoinitiator is used as a water-based ink.
- 30 **12.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 11, **characterized in that** the application of the
 sheet (100) onto the receiving surface (103) is performed under a first predetermined pulling tension in a first direction
 and under a second pulling tension in a direction vertical to the first direction, wherein the first and second pulling
 tensions are zero or unequal to zero, wherein the application of the sheet (100) onto the receiving surface (103) is
 preferably done under the first pulling tension of <1500 N, especially <700 N and the second pulling tension of
 preferably <300 N, especially <200 N.
- 35 **13.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 12, **characterized in that** the sheet (100) is
 provided as an elastically deformable sheet (100).
- 40 **14.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 13, **characterized in that** the sheet (100) is
 provided as a sheet (100) comprising a thermoplastically deformable plastic material.
- 45 **15.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 14, **characterized in that** the sheet (100) is
 provided as a multilayer composite sheet comprising at least a thermoplastically deformable plastic layer and op-
 tionally at least a metal layer and/or at least a paper layer.
- 50 **16.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 15, **characterized in that** a sheet (100) with at
 least one layer having a thermal coefficient of expansion α of at least $40 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$, preferably at least $70 \cdot 10^{-6}$
 $\cdot ^\circ\text{K}^{-1}$ is selected as a sheet (100).
- 55 **17.** The method according to at least one of the preceding claims 1 to 16, **characterized in that** the method comprises
 the following steps:
 - providing a print roller which is rotatable about an axis (102) as a receiving means (101) having a cylindrical
 roll shell as a receiving surface (103),
 - driving the print roller in a rotating direction, wherein, while rotating, synchronous entrainment of the sheet
 (100) in the rotating direction of the print roller occurs,
 - printing the sheet (100) with ink droplets.
- 18.** The method according to claim 17, **characterized in that** the printing device is provided as a roll-to-roll printing
 device, especially as a roll-to-roll ink jet printing device, so that the sheet (100) is processed by the roll in the form

of a continuous web and is continuously applied onto the cylindrical roll shell.

19. The method according to at least one of the preceding claims 1 to 18, **characterized in that** pre-heating is done by way of a pre-heating device, which is preferably formed as a pre-heating roll (115), over which the sheet (100) is guided.

Revendications

1. Procédé servant à imprimer une feuille (100) se déformant sous contrainte thermique comprenant les étapes de :

a) fournir un dispositif d'impression ayant au moins un moyen (101) pour recevoir au moins une région de la feuille (100) ayant une surface réceptrice (103) à laquelle un module d'impression (105a, 105b, 105c, 105d) est attribué, qui comprend au moins une rangée de buses qui est à l'opposé de la surface réceptrice (103) et espacée de celle-ci,

b) appliquer la région de la feuille (100) ayant une température T1 sur la surface réceptrice (103) ayant une température T2, définissant une différence de température TU,

c) imprimer la région de la feuille (100) en contact avec la surface réceptrice (103) avec des gouttelettes d'encre, et, pendant ce processus, sous l'influence d'un changement d'énergie, la région de la feuille (100) en contact avec la surface réceptrice (103) subit un changement de température qui est généré lorsque l'énergie est fournie et/ou enlevée de telle sorte que la différence de température TU entre la région de la feuille (100) et la surface réceptrice (103) augmente et, en même temps, des forces de maintien sont appliquées via la surface réceptrice (103) sur la région de la feuille (100), les forces de maintien étant appliquées en tant que forces de maintien de vide via des moyens de maintien activés qui sont formés par des canaux d'aspiration aptes au vide s'étendant de l'intérieur du moyen de réception (101) à la surface réceptrice (103) et débouchant sur la surface réceptrice (103) en tant qu'ouvertures d'aspiration, les forces de maintien surcompensant les forces de déformation causées par le changement de température dans la région de la feuille (100) parallèle à la surface réceptrice (103) de manière antagoniste,

la feuille (100) étant pourvue d'une épaisseur de 10 à 100 μm , les ouvertures d'aspiration étant formées comme des nano-ouvertures et/ou micro-ouvertures et étant choisies si petites que les régions de la feuille (100) directement affectées par les ouvertures d'aspiration sont maintenues sous une forme stable en ce qui concerne les effets des forces de maintien de vide, les forces de maintien étant déterminées en fonction d'un changement de température prédéterminé maximal qui peut se produire et celle-ci est pris en compte lors de la commande des forces de maintien de telle sorte que les forces de déformation provoquées sont surcompensées de manière antagoniste.

2. Le procédé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que**, simultanément à la région de la feuille (100) étant en contact avec la surface réceptrice (103), et sous l'effet d'un changement d'énergie supplémentaire par échange d'énergie entre la surface réceptrice (103) et la région de la feuille (100), la réduction d'une différence de température actuelle TU est soutenue, et se produit de préférence, moyennant quoi au moins une réadaptation partielle d'une température actuelle de la région de la feuille (100) à la température T2 est soutenue, et se produit de préférence.

3. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 2, **caractérisé en ce que** la région de la feuille (100) est préchauffée avant d'être appliquée sur la surface réceptrice (103), de telle sorte qu'au moment de l'application sur la surface réceptrice (103), elle a une température T1 qui, par rapport à la température T2, a une différence de température TU comprise entre 0 et 10 degrés Celsius, de préférence entre 0 et 5 degrés Celsius.

4. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 3, **caractérisé en ce que** la région de la feuille (100) est préchauffée avant d'être appliquée sur la surface réceptrice (103) de telle sorte qu'au moment de l'application sur la surface réceptrice (103) elle a une température T1 qui est inférieure d'au moins 2 à 10 degrés Celsius, de préférence de 2 à 5 degrés Celsius à la température T2.

5. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 4, **caractérisé en ce que** le procédé d'impression s'effectue avec des gouttelettes d'encre ayant une température inférieure à celle de la région de la feuille (100) en contact avec la surface réceptrice (103) de sorte que le changement de température dans la région de la feuille (100) est généré par l'extraction d'énergie.

6. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 5, **caractérisé en ce que** le procédé comprend

une étape supplémentaire de :

d) évaporer au moins partiellement et/ou durcir les gouttelettes d'encre imprimées sur la région de la feuille (100) qui est en contact avec la surface réceptrice par irradiation IR et/ou NIR et/ou irradiation UV, de sorte que le changement de température est généré par l'apport en énergie.

7. Le procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** dans une étape e) à la place ou en plus de l'étape de procédé d), de l'air ayant une température comprise entre 15 et 180°C est soufflé sur les gouttelettes d'encre imprimées sur la région de la feuille 100 en contact avec la surface réceptrice 103 au moyen d'un dispositif d'air de soufflage, de sorte que le changement de température est généré en conséquence par l'extraction d'énergie ou l'apport en énergie.
8. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 7, **caractérisé en ce que**, préalablement à l'étape b), la surface réceptrice (103) est chauffée, par des moyens de contrôle de la température, à une température déterminée T2 dans une région comprise entre 50 et 100 degrés Celsius, de préférence entre 60 et 100 degrés Celsius, particulièrement préféré entre 80 et 100 degrés Celsius, et, au moins dans les étapes suivantes b) et c), elle est constamment maintenue à cette température au moins temporairement et de préférence elle est maintenue constamment à cette température.
9. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 8, **caractérisé en ce que** la température des gouttelettes d'encre est inférieure à la température courante de la région de la feuille (100) et est comprise entre 20 et 60 degrés Celsius, de préférence entre 30 et 50 degrés Celsius.
10. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 9, **caractérisé en ce qu'une** encre à base d'eau est utilisée comme encre.
11. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 10, **caractérisé en ce qu'une** encre hybride à base d'eau comprenant, comme composants, (a) de l'eau, (b) un oligo et/ou un polymère durcissant aux UV ayant des groupes fonctionnels éthyléniquement insaturés, (c) un humectant et (d) un photoinitiateur formant des radicaux est utilisée comme encre à base d'eau.
12. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'application de la feuille (100) sur la surface réceptrice (103) est effectuée sous une première tension de traction prédéterminée dans un premier sens et sous une seconde tension de traction dans une direction verticale à la première direction, les première et deuxième tensions de traction étant zéro ou différentes de zéro, l'application de la feuille (100) sur la surface réceptrice (103) étant de préférence effectuée sous la première tension de traction de <1500 N, notamment <700 N et sous la seconde tension de traction de préférence <300 N, notamment <200 N.
13. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 12, **caractérisé en ce que** la feuille (100) est fournie sous la forme d'une feuille élastiquement déformable (100).
14. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 13, **caractérisé en ce que** la feuille (100) est fournie sous la forme d'une feuille (100) comprenant une matière plastique thermoplastiquement déformable.
15. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 14, **caractérisé en ce que** la feuille (100) est fournie sous la forme d'une feuille composite multicouche comprenant au moins une couche de matière plastique qui est thermoplastiquement déformable et éventuellement au moins une couche métallique et/ou au moins une couche de papier.
16. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 15, **caractérisé en ce qu'une** feuille (100) avec au moins une couche ayant un coefficient de dilatation thermique α d'au moins $40 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$, de préférence au moins $70 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{K}^{-1}$ est sélectionné comme feuille (100).
17. Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 16, **caractérisé en ce que** le procédé comprend les étapes suivantes :

- fournir un rouleau d'imprimerie qui peut tourner autour d'un axe (102) en tant que moyen de réception (101) ayant une enveloppe de rouleau cylindrique en tant que surface réceptrice (103),

EP 3 571 052 B1

- actionner le rouleau d'imprimerie dans un sens de rotation et, lors de la rotation, l'entraînement synchrone de la feuille (100) se produisant dans le sens de rotation du rouleau d'imprimerie,
- imprimer la feuille (100) avec des gouttelettes d'encre.

- 5 **18.** Le procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** le dispositif d'impression est prévu en tant que dispositif d'impression de rouleau à rouleau, notamment en tant que dispositif d'impression à jet d'encre de rouleau à rouleau, de sorte que la feuille (100) est traitée par le rouleau sous la forme d'une bande continue et est appliqué en continu sur l'enveloppe cylindrique du rouleau.
- 10 **19.** Le procédé selon au moins l'une des revendications précédentes 1 à 18, **caractérisé en ce que** le préchauffage est effectué au moyen d'un dispositif de préchauffage, qui est de préférence réalisé sous la forme d'un rouleau de préchauffage (115), sur lequel la feuille (100) est guidée.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

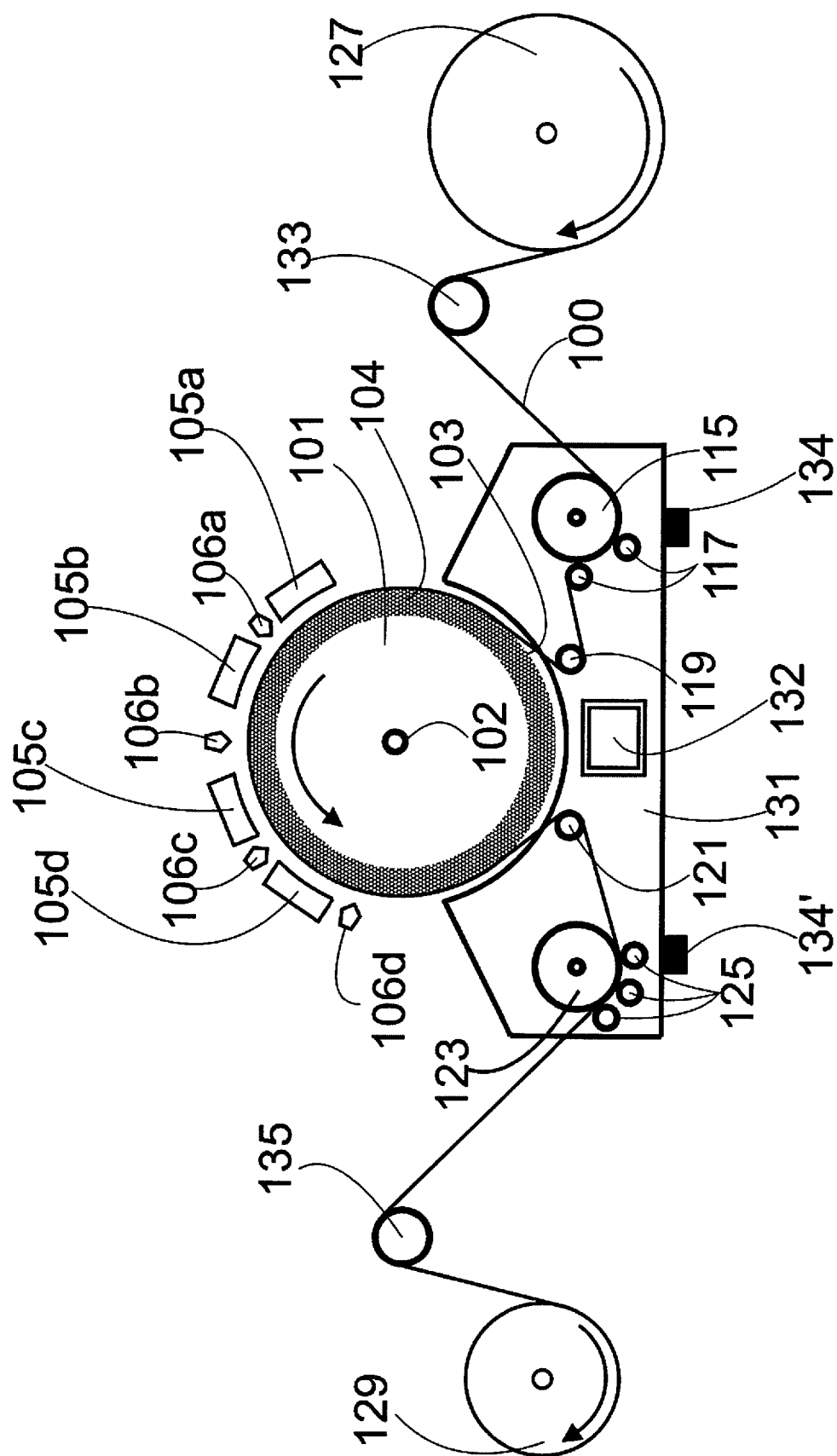


Fig. 1

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 6154232 A [0003] [0024]
- DE 102009007565 A1 [0004] [0006]
- DE 102013007300 B4 [0005] [0006]
- US 6983692 B2 [0007]