

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
11. Mai 2017 (11.05.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/076872 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

B42D 25/29 (2014.01) **B42D 25/48** (2014.01)
B42D 25/455 (2014.01) **B41F 19/00** (2006.01)
B42D 25/46 (2014.01) **B41F 19/02** (2006.01)
B42D 25/47 (2014.01) **B44C 1/16** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/076370

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. November 2016 (02.11.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 118 841.4
3. November 2015 (03.11.2015) DE
10 2016 105 874.2 31. März 2016 (31.03.2016) DE

(71) Anmelder: **LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO. KG**
[DE/DE]; Schwabacher Straße 482, 90763 Fürth (DE).

(72) Erfinder: **TRIEPEL, Michael**; Philipp-Reis-Str. 68,
90766 Fürth (DE). **KOSALLA, Konstantin**; Obstmarkt 2,
90762 Fürth (DE). **PFORTE, Klaus**; Karlstr. 20, 90522
Oberasbach (DE).

(74) Anwalt: **WALCHER, Armin**; Patentanwälte Louis-
Pöhlau-Lohrentz, Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (DE).

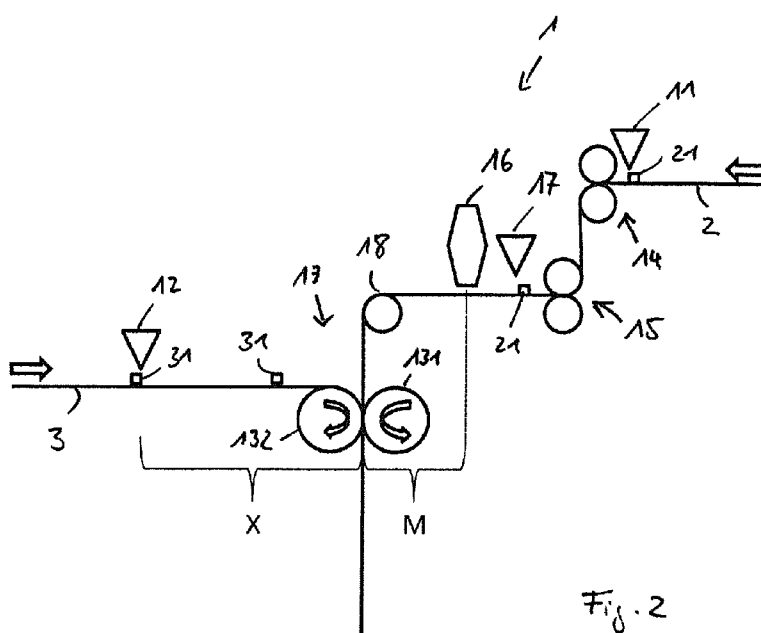
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND APPLICATION DEVICE FOR APPLYING A TRANSFER LAYER OF A FILM TO A SUBSTRATE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND APPLIKATIONSVORRICHTUNG ZUM APPLIZIEREN EINER
ÜBERTRAGUNGS-LAGE EINER FOLIE AUF EIN SUBSTRAT



(57) Abstract: The invention relates to a method for applying a transfer layer of a film to a substrate, comprising the steps: a) applying a radically curable adhesive in certain regions of the transfer layer and/or the substrate by means of an ink-jet printer head; b) pre-curing the adhesive by UV irradiation; c) applying the transfer layer to the substrate using an embossing device; b) fully curing the adhesive by UV irradiation; e) removing a backing layer of the film, at least one first sub-region of the transfer layer remaining in an application region of the substrate and at least one second sub-region of the transfer layer remaining on the backing layer; f) rolling up or rewinding the backing layer comprising the remaining second sub-region of the transfer layer; g) applying at least one other sub-region of the transfer layer remaining on the backing layer to the substrate by repeating the steps a) to f) at least once. The invention also relates to an application device for carrying out a method of this type.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/076872 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Applizieren einer Übertragungslage einer Folie auf ein Substrat, mit den Schritten: a) bereichsweises Aufbringen eines radikalisch härtbaren Klebstoffs auf die Übertragungslage und/oder das Substrat mittels eines Tintenstrahl Druckkopfs; b) Vorhärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung; c) Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat mittels einer Prägevorrichtung; d) Aushärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung; e) Abziehen einer Trägerlage der Folie, wobei zumindest ein erster Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt; f) Aufrollen oder Umspulen der Trägerlage mit dem verbliebenen zweiten Teilbereich der Übertragungslage; g) Applizieren zumindest eines weiteren Teilbereichs der auf der Trägerlage verbliebenen Übertragungslage auf das Substrat durch zumindest einmaliges Wiederholen der Schritte a) bis f). Die Erfindung betrifft ferner eine Applikationsvorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

10 **Verfahren und Applikationsvorrichtung zum Applizieren einer
Übertragungslage einer Folie auf ein Substrat**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Applikationsvorrichtung zum Applizieren einer Übertragungslage einer Folie auf ein Substrat.

15

Beim Applizieren einer Übertragungslage einer Folie von einer Trägerlage der Folie auf ein Substrat, beispielsweise auf ein Sicherheitsdokument oder auf eine Verpackung, werden in der Regel nur Teilbereiche der Übertragungslage auf das Substrat übertragen. Die auf der Trägerlage der Folie verbleibenden

20 Reste der Übertragungslage werden meist verworfen. Da gerade bei Folien zur Dekoration von Sicherheitsdokumenten die Herstellung der Übertragungslage oft sehr aufwändig und teuer ist, stellt die signifikante Menge an nicht verwendeter Übertragungslage einen beträchtlichen Kostenfaktor dar.

25 Zur Lösung dieses Problems ist es bekannt, nach einem ersten Durchgang des Applizierens einer Trägerlage mit Endlosdesign die aufgewickelte Rolle, die die abgelöste Trägerlage der Folie und die verbliebenen Bereiche der

Übertragungslage umfasst, noch einmal als Quelle für einen weiteren Applikationsvorgang zu verwenden, wobei die zweite Applikation in den noch auf der Trägerlage der Folie verbliebenen Bereichen der Übertragungslage zwischen den auf dem Substrat applizierten Bereichen der ersten Applikation erfolgt. Die Erkennung der von der Trägerlage der Folie abgelösten Bereiche der Übertragungslage (Lücken) erfolgt über entsprechende Sensoren, welche dann die insbesondere zweite bzw. jede weitere Applikation steuern.

Solche Verfahren verwenden fest vorgegebene Präge-Layouts entweder in Form eines Heißprägestempels oder in Form eines fest definierten Kleberlayouts mittels Kaltkleber. Eine flexible Variation des Kleberlayouts und damit des Designs der Ausprägung ist so nicht möglich.

Ferner sind solche Verfahren in der Regel nur auf Endlosdesigns anwendbar bzw. zumindest problematisch bei der Applikation von Übertragungslagen mit Einzelbilddesigns.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren sowie eine Applikationsvorrichtung zum Applizieren einer Übertragungslage einer Folie bereitzustellen, mit denen eine besonders materialsparende und gleichzeitig flexible Applikation der Übertragungslage ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der Ansprüche 1, 3, 53 und 54 gelöst.

25

Ein solches Verfahren zum Applizieren einer Übertragungslage einer Folie auf ein Substrat umfasst die Schritte:

- a) bereichsweises Aufbringen eines radikalisch härtbaren Klebstoffs auf die Übertragungslage und/oder auf das Substrat mittels eines Tintenstrahldruckkopfs;
- 5 b) Vorhärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
- c) Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat mittels einer Prägevorrichtung;
- 10 d) Aushärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
- e) Abziehen einer Trägerlage der Folie von der Übertragungslage, wobei zumindest ein erster Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter
- 15 Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt;
- f) Aufrollen oder Umspulen der Trägerlage mit dem verbliebenen zweiten Teilbereich der Übertragungslage;
- 20 g) Applizieren zumindest eines weiteren Teilbereichs der auf der Trägerlage verbliebenen Übertragungslage auf das Substrat durch zumindest einmaliges Wiederholen der Schritte a) bis f).

Ein alternatives Verfahren zum Applizieren einer Übertragungslage einer Folie

25 auf ein Substrat umfasst die Schritte:

- a) bereichsweises eines thermoplastischen Toners auf zumindest einen Teilbereich des Substrats und /oder auf zumindest einen Teilbereich einer Übertragungslage einer weiteren Folie;
- 5 b) Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat mittels einer Prägevorrichtung;
- c) Einwirken eines Anpressdruckes und von Wärme auf die Übertragungslage und/oder das Substrat
- 10 d) Abziehen einer Trägerlage der Folie, wobei zumindest ein erster Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt;
- 15 e) Aufrollen oder Umspulen der Trägerlage mit dem verbliebenen zweiten Teilbereich der Übertragungslage;
- 20 f) Applizieren zumindest eines weiteren Teilbereichs der auf der Trägerlage verbliebenen Übertragungslage auf das Substrat durch zumindest einmaliges Wiederholen der Schritte a) bis e).

Zur Durchführung eines derartigen Verfahrens ist eine Applikationsvorrichtung
25 geeignet, welche die folgenden Komponenten umfasst:

- eine Vorratsrolle zum Bereitstellen der Folie;

- einen Tintenstrahldruckkopf zum bereichsweisen Aufbringen einer radikalisch härtbaren Klebstoffs auf die Übertragungslage und/oder auf das Substrat;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von dem Tintenstrahldruckkopf angeordnete erste UV-Lichtquelle zum Vorhärten des Klebstoffs durch UV-
5 Bestrahlung;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der ersten UV-Lichtquelle angeordnete Walzenanordnung zum Aufbringen der Übertragungslage auf das
10 Substrat;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der Walzenanordnung angeordnete zweite UV-Lichtquelle zum Aushärten des Klebstoffs durch UV-
15 Bestrahlung;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der zweiten UV-Lichtquelle angeordnete Abzieheinheit zum Abziehen einer Trägerlage der Folie, wobei zumindest ein erster Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter
20 Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt;
 - zumindest einen ersten Sensor zum Erfassen eines Positionierungsmerkmals auf der Folie und/oder einer Transportvorrichtung für die Folie.
- 25 Eine alternative Applikationsvorrichtung umfasst:
- eine Vorratsrolle zum Bereitstellen der Folie;

- einen in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der Vorratsrolle angeordneten Tintenstrahldruckkopf zum Aufbringen einer radikalisch härtbaren Klebstoffs und/oder eine Druckvorrichtung zum Aufbringen eines thermoplastischen Toners auf zumindest einen Teilbereich der
- 5 Übertragungslage;
- zumindest eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von dem Tintenstrahldruckkopf und/oder der Druckvorrichtung angeordnete Walzenanordnung zum Aufbringen des zumindest einen mit Klebstoff und/oder
- 10 Toner versehenen Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat;
- eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der Walzenanordnung angeordnete Abzieheinheit zum Abziehen einer Trägerlage der Folie von dem zumindest einen Teilbereich der Übertragungslage, wobei zumindest ein erster
- 15 Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt;
- zumindest einen ersten Sensor zum Erfassen eines Positionierungsmerkmal
- 20 auf der Folie und/oder einer Transportvorrichtung für die Folie.

Sowohl im Rahmen des Verfahrens als auch der Applikationsvorrichtung können die Verwendung von UV-härtenden Klebstoffen und thermoplastischen Tonern auch beliebig kombiniert werden.

25

Mittels des beschriebenen Verfahrens und der beschriebenen Applikationsvorrichtung kann einerseits mittels des verwendeten digitalen Tintenstrahldruckverfahrens das Prägedesign flexibel gestaltet werden.

Andererseits kann, wenn es das Folienlayout nach der ersten Applikation erlaubt, die Folie mehrfach verwendet werden und noch nicht transferierte Bereiche der Übertragungslage in weiteren Applikationsschritten auf das selbe oder auf ein anderes Substrat transferiert werden.

5

Damit ist es möglich, beliebig geformte Bereiche der Übertragungslage zu applizieren und gleichzeitig die Materialausnutzung der Übertragungslage zu optimieren, so dass möglichst wenig Material verworfen werden muss.

- 10 Das Substrat kann opak, semitransparent oder transparent sein. Dadurch lassen sich besondere optische Erscheinungsbilder und Effekte in Kombination mit der applizierten Übertragungslage der Folie, insbesondere bei Auflichtbetrachtung, Durchlichtbetrachtung, einer Hinterleuchtung, Durchleuchtung und/oder Beleuchtung erzielen.

15

Die Übertragungslage der Folie kann vielfältige Dekore oder Motive aufweisen. Beispielsweise können diese Dekore oder Motive einfarbig sein und/oder mit einem mehrfarbigen Endlosmuster und/oder mehrfarbigen registrierten Einzelbildmuster versehen sein. Ein solches Einzelbildmuster kann

- 20 insbesondere registergenau auf dem Substrat positioniert sein.

Die Dekore oder Motive können dabei zumindest bereichsweise opake, semitransparente oder transparente Bereiche aufweisen, die jeweils auch mit Farbstoffen und/oder Farbpigmenten und/oder Metallicpigmenten und/oder optisch variablen Effektpigmenten versehen sein können.

25

Die Dekore oder Motive können weiterhin zumindest bereichsweise mit einer insbesondere aufgedampften spiegelnden Reflexionsschicht, insbesondere aus

Metall wie beispielsweise Aluminium oder Kupfer oder Chrom oder Legierungen davon versehen sein, um besondere optische Effekte zu erzeugen. Es ist dabei bevorzugt, wenn die Reflexionsschicht durch Sputtern, Bedampfen oder Gasphasenabscheidung aufgebracht wird. Hierdurch können

- 5 Reflexionsschichten mit guter Qualität und besonders konstanter Schichtdicke erhalten werden. Bevorzugt wird dabei die Reflexionsschicht partiell aufgebracht. Dies kann beispielsweise durch die Verwendung einer Maske oder einer zuvor aufgetragenen entfernbaren partiellen Lackschicht während des Auftrags der Reflexionsschicht erfolgen. Alternativ ist es auch möglich, dass die
- 10 Reflexionsschicht zunächst vollflächig aufgebracht wird und anschließend strukturiert wird. Das Strukturieren kann dabei beispielsweise durch Ätzen erfolgen. Das Ätzmittel wird abhängig von der Zusammensetzung der Reflexionsschicht gewählt und nur in den zu entfernenden Bereichen der Reflexionsschicht in Kontakt mit dieser gebracht. Dies kann beispielsweise
- 15 durch partielles Maskieren der Reflexionsschicht mit einem Ätzresist oder auch durch partielles Aufdrucken des Ätzmittels erfolgen.

- Die Dekore oder Motive können weiterhin zumindest bereichsweise eine Replikationsschicht mit optisch wirksamen, beispielsweise diffraktiven und/oder
- 20 refraktiven Reliefstrukturen versehen sein. Die Schichtdicke der Replizierschicht liegt im Bereich von 50 nm bis 50 μm , bevorzugt im Bereich von 200 nm bis 1 μm . Insbesondere können die Reliefstrukturen ein vorzugsweise lineares oder gekreuztes sinusförmiges Beugungsgitter, ein lineares oder gekreuztes ein- oder mehrstufiges Rechteckgitter, eine Beugungsstruktur Nullter Ordnung, eine
- 25 asymmetrische Reliefstruktur, ein Blaze-Gitter, eine vorzugsweise isotrope oder anisotrope, Mattstruktur, oder eine lichtbeugende und/oder lichtbrechende und/oder lichtfokussierende Mikro- oder Nanostruktur, eine binäre oder kontinuierliche Fresnellinsen, eine binäre oder kontinuierliche Fresnel-

Freiformfläche, eine Mikroprismenstruktur oder eine Kombinationsstruktur daraus aufweisen.

5 Zweckmäßigerweise beträgt dabei eine Schichtdicke der Trägerfolie von 6 μm bis 100 μm , bevorzugt von 12 μm bis 50 μm .

Es ist ferner bevorzugt, wenn die Folie eine Schutzschicht, insbesondere aus einem UV-härtenden Lack, aus PVC, Polyester oder einem Acrylat, umfasst, die zwischen der Trägerlage und der Übertragungslage angeordnet ist. Im
10 Gegensatz zur Trägerlage verbleibt eine solche Schutzschicht vorzugsweise an der Übertragungslage, wenn dieser auf das Substrat aufgebracht wird und bildet dort dessen äußere Oberfläche. Die Schutzschicht kann die empfindlichen weiteren Schichten der Übertragungslage also vor Umwelteinflüssen, Verschmutzung, Kratzern und dergleichen schützen. Diese
15 zusätzliche Schutzschicht kann auch mit einem Oberflächenrelief versehen sein. Hiermit können zusätzliche interessante optische und/oder funktionale Effekte wie beispielsweise taktil erscheinende Flächen oder dynamische Mattverläufe mit beispielsweise einer Dekorfarbe kombiniert werden. Ein solcher kombinierter Effekt, welcher ein Oberflächenrelief mit einem
20 Druckelement verbindet, erhöht die visuelle Attraktivität und/oder die sich ergebende Funktionalität. Dabei ist es zweckmäßig, wenn eine Schichtdicke der Schutzschicht von 1 μm bis 20 μm , bevorzugt von 3 μm bis 10 μm beträgt. Ein solches Oberflächenrelief kann beispielsweise so in die Schutzschicht eingebracht werden, dass eine Negativform dieses Oberflächenreliefs in die
25 Oberfläche einer Walze eingebracht, insbesondere graviert, geätzt oder mittels Einlageelemente eingebracht wird. Die daran anliegende Schutzschicht der Folie wird während des Applizierens gegen diese Werkzeughälfte gedrückt und das Oberflächenrelief formt sich entsprechend in der Schutzschicht ab.

In einer weiteren Ausführungsform weist die Folie eine Ablöseschicht auf, insbesondere aus einer Wachsschicht und/oder einem stark verfilmenden Acrylat, die zwischen der Trägerlage und der Schutzschicht angeordnet ist.

- 5 Eine solche Ablöseschicht ermöglicht das einfache und beschädigungsfreie Ablösen der Übertragungslage von der Trägerlage beim Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat. Dabei beträgt zweckmäßigerweise eine Schichtdicke der Ablöseschicht von 5 nm bis 1 μm , bevorzugt von 10 nm bis 1 μm .

10

Ferner weist die Folie bevorzugt eine Haftvermittlerschicht auf, die auf der der Trägerlage abgewandten Seite der Reflexionsschicht angeordnet ist. Hierbei kann es sich um einen Heißkleber, einen Kaltkleber, einen optisch oder thermisch aktivierbaren Kleber, einen UV-aktivierbaren Kleber oder dergleichen

15 handeln, der eine gute Haftung des Klebstoffs auf der Folie erlaubt.

Zweckmäßigerweise beträgt dabei eine Schichtdicke der Kleberschicht von 50 nm bis 50 μm , bevorzugt von 0,5 μm bis 10 μm .

20

In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Dekore oder Motive zumindest bereichsweise durch Drucken, insbesondere durch Siebdruck, Tiefdruck, Inkjet, Stahlstichtiefdruck (Intagliodruck) oder Offsetdruck, aufgebracht wird. Die genannten Druckverfahren können dabei auch miteinander kombiniert werden, um beispielsweise Dekore oder Motive mit mehreren Drucklagen und komplexen optischen Effekten zu erzeugen.

25

Alternativ oder zusätzlich können die Dekore oder Motive zumindest bereichsweise durch Lackieren, Gießen, Tauchen und/oder Bedampfen aufgebracht werden. Insbesondere Dünnschichtsysteme bestehend aus mehreren Schichten.

Unter bereichsweisem Aufbringen des Klebstoffs wird dabei verstanden, dass der Klebstoff in einem ersten Bereich der Übertragungslage und/oder des Substrats aufgebracht wird, während in einem zweiten Bereich der

5 Übertragungslage und/oder des Substrats kein Klebstoff aufgebracht wird.

Vorzugsweise wird hierzu ein digitaler Datensatz zur Ansteuerung des Tintenstrahl Druckkopfs bereitgestellt wird, in welchem definiert ist, in welchen Bereichen und/oder mit welcher Auftragsmenge der Klebstoff aufzubringen ist.

10

Die Vorhärtung des radikalisch härtbaren Klebstoffs verbessert dabei die Auftragsqualität. Insbesondere wird hierdurch die Viskosität des Klebstoffs erhöht, bevor die Übertragungslage in der Walzenanordnung auf das Substrat gepresst wird. Dies vermeidet ein Verlaufen oder zu starkes Verquetschen der

15 aufgetragenen Klebstoffpixel bei der Übertragung, so dass eine besonders randscharfe Applikation der Übertragungslage auf das Substrat und eine besonders hohe Oberflächenqualität der übertragenen Schichten erzielt wird. Dabei ist ein geringfügiges Verquetschen der Klebstoffpixel durchaus wünschenswert, um direkt benachbarte Klebstoffpixel einander anzunähern und

20 zu vereinigen. Dies kann vorteilhaft sein, um beispielsweise bei geschlossenen Flächen und/oder an Motivrändern eine Pixeligkeit der Darstellung zu vermeiden, d.h. zu vermeiden, dass einzelne Pixel störend optisch in Erscheinung treten. Das Verquetschen darf dabei nur so weit erfolgen, dass die gewünschte Auflösung nicht zu stark verringert wird.

25

Der besonders randscharfe Auftrag der Übertragungslage im Rahmen des beschriebenen Verfahrens stellt zudem sicher, dass auch die nach der Applikation auf der Trägerlage verbleibenden Bereiche der Übertragungslage

gut und randscharf definiert sind, so dass praktisch keine für eine weitere Applikation nicht nutzbaren Bereiche der Übertragungslage entstehen.

- 5 Gegenüber kationisch härtenden Klebstoffen bietet die Verwendung von radikalisch härtbaren Klebstoffen zudem den Vorteil einer besonders schnellen Aushärtung, was die Vorhärtung des Klebstoffs vor der Folienapplikation erst ermöglicht. Ferner bilden sich bei der radikalischen Aushärtung im Gegensatz zu kationischen Systemen keine Säuren, so dass keine Einschränkungen des verwendbaren Substrats bezüglich der Säureverträglichkeit vorliegen.
- 10 Dabei ist es möglich, sowie Folien mit Endlosdesign als auch Folien mit Einzelbilddesigns zu verwenden, wobei jeweils die Ausprägung registergenau erfolgen kann. Die Folie kann also so positioniert werden, dass insbesondere ein Einzelbild genau an der vorgegebenen Stelle auf das Substrat transferiert
- 15 wird. Hierzu muss gleichermaßen der UV-Kleber an der richtigen Position der Folie bzw. des Substrats, insbesondere registergenau zum Einzelbild, auf die Folie bzw. das Substrat aufgedruckt werden, um dann das Einzelbild mit Hilfe des Klebers registergenau auf das Substrat transferieren zu können.
- 20 Dies ist insbesondere deswegen möglich, da im Rahmen des beschriebenen Verfahrens drei Kriterien, nämlich die Position des Substrats, die Position der Folie und die Position des Kleber-Drucks auf der Folie oder auf das Substrat kontrolliert werden können.
- 25 Hierzu ist es vorteilhaft, wenn mittels zumindest eines ersten Sensors ein Positionierungsmerkmal auf der Folie und/oder einer Transportvorrichtung für die Folie detektiert wird und zumindest eine erste Positionsinformation bezüglich der Folie erzeugt wird.

Anhand dieser Positionsinformation kann eine Ansteuerung der Vorrichtung erfolgen, die die gewünschte Relativpositionierung zwischen Folie, Substrat und Kleber sicherstellt.

5

Es ist dabei vorteilhaft, wenn die erste Positionsinformation eine Lage und/oder Ausdehnung der auf der Trägerlage verbliebenen Übertragungslage umfasst.

10 Anhand dieser Positionsinformation kann sichergestellt werden, dass bei mehrfachen Applikationsläufen das gewünschte Design vollständig und bei optimaler Materialausnutzung übertragen wird.

Weiter ist es bevorzugt, wenn mittels zumindest eines zweiten Sensors ein Positionierungsmerkmal auf dem Substrat und/oder einer Transportvorrichtung
15 für das Substrat detektiert wird und zumindest eine zweite Positionsinformation bezüglich des Substrats erzeugt wird.

Diese Positionsinformation kann für sich allein oder auch in Kombination mit weiteren Positionsinformationen zur Steuerung der Vorrichtung bzw. der
20 Folienapplikation genutzt werden. Das Erzeugen der zweiten Positionsinformation ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Folie registerhaltig zu weiteren Design- oder Funktionselementen des Substrats appliziert werden soll.

25 Es ist dabei vorteilhaft, wenn das Positionierungsmerkmal auf dem Substrat und/oder das Positionierungsmerkmal auf der Folie eine bei der Herstellung des Substrats bereitgestellte Passermarke und/oder eine mittels des Tintenstrahl Druckkopfs aufgebraachte Passermarke und/oder ein Designmerkmal

des Substrats und/oder der Folie und/oder eine Bogenkante des Substrats und/oder der Folie ist oder umfasst.

Die Form und Gestaltung des Positionierungsmerkmals auf der Folie oder dem
5 Substrat ist somit im Wesentlichen frei wählbar, so dass das beschriebene Verfahren keinerlei Designeinschränkungen notwendig macht.

Es ist weiter vorteilhaft, wenn mittels zumindest eines dritten Sensors ein
Positionierungsmerkmal auf der Folie und/oder einer Transportvorrichtung für
10 die Folie im Bereich des Tintenstrahldruckkopfs detektiert wird und zumindest eine dritte Positionsinformation bezüglich der Folie erzeugt wird.

Hierdurch kann die Relativposition zwischen Tintenstrahldruckkopf und Folie besonders genau eingestellt werden, da so die exakte Lage der Folie im
15 direkten Nahbereich des Tintenstrahldruckkopfs erfasst wird. Dies stellt einen besonders präzisen Klebstoffauftrag sicher.

Ferner ist es zweckmäßig, wenn zumindest eine der ersten, zweiten, dritten
Positionsinformationen auf Grundlage vorher an die Transportvorrichtung für
20 das Substrat und/oder die Transportvorrichtung für die Folie und/oder den Tintenstrahldruckkopf übermittelter Steuerbefehle erzeugt und/oder korrigiert und/oder verifiziert wird.

Auf diese Weise kann die Folien- und/oder Substratposition ausgehend von
25 einer bekannten Ausgangsposition und den bisher durchgeführten Transportoperationen von Folie oder Substrat bestimmt werden. Dies kann einerseits genutzt werden, um auf Sensoren zu verzichten, andererseits kann

so eine zusätzliche Information generiert werden, die zur Kontrolle und/oder zum Abgleich der Sensordaten verwendet werden kann.

Es ist dabei vorteilhaft, wenn der zumindest eine Teilbereich und/oder der
5 zumindest eine weitere Teilbereich in Abhängigkeit von zumindest einer der Positionsinformationen in eine definierte Relativlage zum Tintenstrahl Druckkopf und/oder zu dem Applikationsbereich des Substrats gebracht wird.

Mit anderen Worten kann so aufgrund der Positionsinformationen die
10 gewünschte registergenaue Übertragung des Teilbereichs der Übertragungslage auf den Applikationsbereich des Substrats gewährleistet werden.

Unter Registergenauigkeit oder auch Passergenauigkeit ist eine
15 Lagegenauigkeit zweier oder mehr Elemente und/oder Bereiche und/oder Schichten relativ zueinander zu verstehen. Dabei soll sich die Registergenauigkeit innerhalb einer vorgegebenen Toleranz bewegen und dabei möglichst gering sein. Gleichzeitig ist die Registergenauigkeit von mehreren Elementen und/oder Schichten zueinander ein wichtiges Merkmal,
20 um die Fälschungssicherheit zu erhöhen. Die lagegenaue Positionierung kann dabei insbesondere mittels optisch detektierbarer Passermarken oder Registermarken erfolgen. Diese Passermarken oder Registermarken können dabei entweder spezielle separate Elemente oder Bereiche oder Schichten darstellen oder selbst Teil der zu positionierenden Elemente oder Bereiche oder
25 Schichten sein.

Insgesamt stehen bis zu drei Eingangsgrößen – also die Messdaten des zumindest einen ersten bis dritten Sensors – und drei Stellgrößen,

insbesondere der Vorschub von Folie und Substrat sowie die Positionierung des Tintenstrahldruckkopfs für die Steuerung bzw. Regelung der Applikationsvorrichtung zur Verfügung. Hieraus resultieren mehrere Möglichkeiten zur Implementierung der Steuerungs- bzw. Regelungslogik.

5

Zum einen ist es möglich, dass die Transportvorrichtung für die Folie in Abhängigkeit von der zumindest einen zweiten Positionsinformation gesteuert oder geregelt wird.

10 Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Transportvorrichtung für das Substrat und/oder der Tintenstrahldruckkopf in Abhängigkeit von einer Steuerinformation für die Transportvorrichtung für die Folie und der ersten und/oder dritten Positionsinformation gesteuert und/oder geregelt wird.

15 In diesem Fall dient also die zweite Positionsinformation, also die das Substrat betreffende Information, als Master-Eingangsgröße, in Abhängigkeit von welcher die Steuerung erfolgt. Dies kann wiederum auf verschiedene Art implementiert werden.

20 Zunächst ist es möglich, eine Steuerung mit dem Druckmarkensensor des Substrates, also dem zweiten Sensor, zu implementieren, nach dem der Vorschub der Folie sowie auch der Tintenstrahldruckkopf gesteuert werden.

Alternativ kann der Druckmarkensensor des Substrates zur Steuerung
25 verwendet werden und in Abhängigkeit davon eine Regelung der Folie und anschließende Regelung bzw. Ansteuerung des Tintenstrahldruckkopfs durch die Folienmarke, also die Messwerte des ersten Sensors erfolgen.

Auf eine Regelung des Transports der Folie kann auch verzichtet werden. Hier erfolgt lediglich ein Regeln des Druckes durch die Folienmarke, also den ersten Sensor, oder auch durch die Druckmarke des Substrates, also den zweiten Sensor.

5

Ferner kann eine Steuerung mit dem Druckmarkensensor des Substrates auch noch mit einer Regelung der Folie auf Grundlage der Daten des zweiten Sensors implementiert werden, wobei auf ein Regeln des Druckes verzichtet werden kann.

10

Alternativ kann die Transportvorrichtung für das Substrat auch in Abhängigkeit von der zumindest einen ersten Positionsinformation bezüglich der Folie gesteuert oder geregelt werden.

15 Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Transportvorrichtung für die Folie und/oder der Tintenstrahldruckkopf in Abhängigkeit von einer Steuerinformation für die Transportvorrichtung für das Substrat und der zweiten und/oder dritten Positionsinformation gesteuert und/oder geregelt wird.

In diesem Fall dient also die erste Positionsinformation, also die die Folie

20 betreffende Information, als Master-Eingangsgröße, in Abhängigkeit von welcher die Steuerung erfolgt. Dies kann ebenfalls wiederum auf verschiedene Art implementiert werden.

Auch hier ist es möglich, eine Steuerung mit dem Druckmarkensensor der Folie, also dem ersten Sensor, zu implementieren, nach dem der Vorschub des Substrats sowie auch der Tintenstrahldruckkopf gesteuert werden.

25

Alternativ kann der Druckmarkensensor der Folie zur Steuerung verwendet werden und in Abhängigkeit davon eine Regelung des Substratvorschubs und anschließende Regelung bzw. Ansteuerung des Tintenstrahldruckkopfs durch die Substratmarke, also die Messwerte des zweiten Sensors erfolgen.

5

Auf eine Regelung des Transports des Substrats kann auch verzichtet werden. Hier erfolgt lediglich ein Regeln des Druckes durch das Substrat, also den zweiten Sensor, oder auch durch die Druckmarke der Folie, also den ersten Sensor.

10

Ferner kann eine Steuerung mit dem Druckmarkensensor der Folie auch noch mit einer Regelung des Substrats auf Grundlage der Daten des ersten Sensors implementiert werden, wobei auf ein Regeln des Druckes verzichtet werden kann.

15

Es ist weiter bevorzugt, wenn eine Dehnung der Folie mittels der Transporteinrichtung auf einen Wert von 1 ‰ bis 6 ‰, bevorzugt von 3 ‰, eingestellt wird.

20 Eine gewisse Grunddehnung der Folie ist grundsätzlich notwendig, um eine exakte Führung zu gewährleisten. Variationen der Dehnung können genutzt werden, um den Folientransport zu kontrollieren und eine exakte Passierung zwischen Folie, Druckkopf und Substrat einzustellen.

25 Dabei ist es zweckmäßig, wenn zum Einstellen der definierten Relativlage zwischen Folie und Substrat und/oder Tintenstrahldruckkopf die Dehnung der Folie mittels der Transporteinrichtung auf Grundlage zumindest einer der Positionsinformationen variiert wird.

Bevorzugt wird zum Aufbringen des Klebstoffs ein Tintenstrahldruckkopf mit einer Auflösung von 300 bis 1200 Auftragsdüsen pro Zoll (npi, nozzles per inch) verwendet. Hierdurch wird ein hochauflösender Auftrag des Klebstoffs

- 5 ermöglicht, so dass auch feine Folienstrukturen randscharf übertragen werden können. In der Regel entspricht die Auflösung des Druckkopfes dabei der erzielten Auflösung der Klebstofftropfen auf der Übertragungslage in dpi (dots per inch, Punkte pro Zoll).

- 10 Es ist ferner bevorzugt, wenn zum Aufbringen des Klebstoffs ein Tintenstrahldruckkopf mit einem Düsenabstand von 30 μm bis 80 μm verwendet wird.

- Durch den geringen Düsenabstand – insbesondere quer zur Druckrichtung –
15 wird sichergestellt, dass die übertragenen Klebstofftropfen auf der Übertragungslage hinreichend nahe beieinander liegen bzw. ggf. auch überlappen, so dass über die gesamte bedruckte Fläche eine gute Haftung erzielt wird.

- 20 Es ist ferner bevorzugt, wenn der Klebstoff mit einem Flächengewicht von 1,6 g/m^2 bis 7,8 g/m^2 und/oder einer Schichtdicke von 1,6 μm bis 7,8 μm aufgebracht wird. Innerhalb dieses Bereichs, der eine gute Haftung garantiert, kann die Auftragsmenge bzw. Schichtdicke des Klebstoffs in Abhängigkeit von dem verwendeten Substrat, insbesondere von dessen Saugfähigkeit, variiert
25 werden, um das Applikationsergebnis weiter zu optimieren.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn durch den Tintenstrahldruckkopf Klebstofftropfen mit einer Frequenz von 6 kHz bis 110 kHz bereitgestellt

werden. Bei üblichen Fördergeschwindigkeiten der zu bedruckenden Folie von 10 m/min. bis 30 m/min. kann so in Förderrichtung die gewünschte Auflösung von 300 dpi bis 1200 dpi erzielt werden.

- 5 Bevorzugt werden durch den Tintenstrahldruckkopf Klebstofftropfen mit einem Volumen von 2 pl bis 50 pl mit einer Toleranz von nicht mehr als $\pm 6\%$ bereitgestellt. Damit wird bei den beschriebenen Auftragsauflösungen und Auftragsgeschwindigkeiten die notwendige Klebstoffmenge gleichmäßig aufgebracht.

10

Dabei ist es bevorzugt, wenn durch den Tintenstrahldruckkopf Klebstofftropfen mit einer Fluggeschwindigkeit von 5 m/s bis 10 m/s mit einer Toleranz von nicht mehr als $\pm 15\%$ bereitgestellt werden. Hierdurch wird die Ablenkung der Klebstofftropfen insbesondere durch Zugluft während des Transfers vom

- 15 Druckkopf minimiert, so dass die Klebstofftropfen in der gewünschten definierten Anordnung landen.

Weiter ist es zweckmäßig, wenn der Klebstoff mit einer Auftragstemperatur von 40°C bis 45°C und/oder einer Viskosität von 5 mPas bis 20 mPas, bevorzugt von 7 mPas bis 15 mPas aufgetragen wird. Die Temperaturkontrolle des Druckkopfes stellt dabei sicher, dass der Klebstoff die gewünschte Viskosität besitzt. Von der Viskosität hängt wiederum die Pixelgröße und Pixelform des auf die Übertragungslage aufgetragenen Klebstoffs ab, wobei bei den angegebenen Werten eine optimale Verdruckbarkeit des Klebstoffs

- 25 gewährleistet ist.

Sobald der Klebstoff den Druckkopf verlässt und in Kontakt mit Umgebungsluft bzw. der Übertragungslage kommt, kommt es dabei zu einer Abkühlung, durch

die die Viskosität des Klebstoffs erhöht wird. Dies wirkt einem Verlaufen oder Spreiten der übertragenen Klebstofftropfen entgegen.

Es ist weiter vorteilhaft, wenn ein Abstand zwischen Tintenstrahldruckkopf und
5 Substrat beim Aufbringen des Klebstoffs 1 mm nicht überschreitet.

Auch hierdurch wird die Beeinflussung des Klebstoffs durch Zugluft reduziert.

Vorzugsweise beträgt dabei eine Relativgeschwindigkeit zwischen
10 Tintenstrahldruckkopf und Übertragungslage bzw. Substrat beim Aufbringen des Klebstoffs etwa 10 m/min bis 100 m/min, insbesondere etwa 10 m/min bis 75 m/min.

Bei diesen Geschwindigkeiten wird insbesondere in Kombination mit den oben
15 angegebenen Parametern die gewünschte Auflösung des auf die Übertragungslage gedruckten Klebstoffs erzielt.

Bevorzugt wird hierbei ein Klebstoff der folgenden Zusammensetzung verwendet (Prozentangaben bedeuten Volumen-Prozent):

20

2-Phenoxyethylacrylat	10% bis 60%, bevorzugt 25% bis 50%;
4-(1-Oxo-2-propenyl)-Morpholin	5% bis 40%, bevorzugt 10% bis 25%;
Exo-1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]- hept-2-ylacrylat	10% bis 40 %, bevorzugt 20% bis 25%;
25 2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenyl- phosphinoxid	5% bis 35%, bevorzugt 10% bis 25%;
Dipropylenglykoldiacrylat	1% bis 20%, bevorzugt 3% bis 10%;
Urethanacrylatoligomer	1% bis 20%, bevorzugt 1% bis 10%;

Rußpigment 0,01%-10%, bevorzugt 0,1 bis 0,5%.

Eine solche Formulierung garantiert die erwünschten Eigenschaften, insbesondere die rasche Aushärtung und eine Viskosität, welche eine gute
5 Verdruckbarkeit bei gleichzeitig stabilem und scharfem Auftrag ermöglicht.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn ein Klebstoff mit einer Dichte von 1 g/ml bis 1,5 g/ml, bevorzugt von 1,0 g/ml bis 1,1 g/ml verwendet wird.

10 Bevorzugt erfolgt das Vorhärten des Klebstoffs 0,02 s bis 0,025 s nach dem Aufbringen des Klebstoffs. Hierdurch wird der Klebstoff sehr schnell nach dem Druck durch die Vorhärtung auf der Übertragungslage bzw. dem Substrat fixiert, so dass ein Verlaufen oder Spreiten der Klebstofftropfen weitgehend vermieden wird und die hohe Druckauflösung möglichst gut erhalten bleibt.

15 Es ist dabei zweckmäßig, wenn das Vorhärten des Klebstoffs mit UV-Licht erfolgt, dessen Energie zu mindestens 90% im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 420 nm abgestrahlt wird. Bei diesen Wellenlängen wird insbesondere bei den oben geschilderten Klebstoffformulierungen die
20 radikalische Aushärtung zuverlässig in Gang gesetzt.

Es ist weiter vorteilhaft, wenn das Vorhärten des Klebstoffs mit einer Brutto-Bestrahlungsstärke von 2 W/cm² bis 5 W/cm² und/oder insbesondere einer Netto-Bestrahlungsstärke von 0,7 W/cm² bis 2 W/cm² und/oder einem
25 Energieeintrag in den Klebstoff von 8 mJ/cm² bis 112 mJ/cm² erfolgt. Hierdurch wird erreicht, dass der Klebstoff die gewünschte Viskositätserhöhung durchmacht, dabei allerdings nicht vollständig ausgehärtet wird, so dass beim

Applizieren der Übertragungslage auf das Substrat die notwendige Haftwirkung des Klebstoffs erhalten bleibt.

5 Bevorzugt erfolgt dabei das Vorhärten des Klebstoffs mit einer Belichtungszeit von 0,02 s bis 0,056 s. Bei den erwähnten Transportgeschwindigkeiten des Substrats und den angegebenen Bestrahlungsstärken wird so der notwendige Energieeintrag für die Vorhärtung sichergestellt.

10 Dabei ist es zweckmäßig, wenn sich beim Vorhärten des Klebstoffs dessen Viskosität auf 50 mPas bis 200 mPas erhöht. Durch eine solche Viskositätserrhöhung wird garantiert, dass die Klebstofftropfen beim Applizieren der Übertragungslage auf das Substrat nicht verquetscht werden, so dass die Übertragungslage im Wesentlichen mit der beim Drucken des Klebstoffs

15 erzielt Auflösung auf das Substrat übertragen werden kann.
Das Aufbringen des zumindest einen Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat erfolgt dabei bevorzugt zwischen einer Presswalze und einer Gegendruckwalze. Hierdurch wird eine über die ganze Breite des Substrats konstante Linienpressung und damit eine gleichmäßige und hochqualitative
20 Applikation der Übertragungslage erreicht.

Es ist dabei zweckmäßig, wenn das Aufbringen des zumindest einen mit Klebstoff versehenen Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat mit einem Anpressdruck von 10 N bis 80 N erfolgt. Innerhalb dieses Bereichs kann
25 der Anpressdruck variiert werden, um das Verfahren an die Substratbeschaffenheit anzupassen und Beschädigungen oder Verformungen des Substrats zu verhindern.

Die Applikation der Übertragungslage kann auf verschiedene Substrate erfolgen. Beispielsweise kann die Übertragungslage auf Papiersubstrate mit gestrichener und ungestrichener Oberfläche, Naturpapiere, Kunststoffe (PE, PP, PET) und Etikettenmaterialien sowie auch auf Glas oder Keramik appliziert werden. Bei Substraten aus Kunststoff, Glas oder Keramik kann eine Vorbehandlung sinnvoll sein, um die Haftung des Klebstoffs auf dem Substrat zu verbessern, beispielsweise durch Coronabehandlung, Plasmabehandlung oder Beflammen). Das Applikationsergebnis ist dabei bei glatteren Substratoberflächen besser.

10

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist es möglich, die Folienapplikation auf ein Substrat, welches als dreidimensionaler, insbesondere als zylindrischer, ovaler, rechteckiger, flacher Gegenstand vorliegt, zu ermöglichen, insbesondere an Rundtaktmaschinen oder Lineartaktmaschinen, bei denen die Folienapplikation nur einen Teil der am Substrat vorgenommenen Arbeitsschritte ausmacht. In solchen Maschinen erfolgen beispielsweise vor und/oder nach der Folienapplikation noch Bedruckungen und/oder Beschichtungen unterschiedlichster Art und Weise. Insbesondere bei der Folienapplikation wird das Substrat entweder um eine Rotationsachse drehbar oder fest fixiert von einer Halteeinrichtung gehalten und anschließend die Übertragungslage der Folie von einer Andrückeinrichtung auf das Substrat gedrückt und gleichzeitig der Klebstoff gehärtet.

Dabei ist es bevorzugt, wenn die Andrückeinrichtung zumindest in Teilbereichen für UV-Strahlung transparent. Dies ermöglicht, dass die Andrückeinrichtung zwischen einer UV-Strahlungsquelle, die die UV-Strahlung erzeugt, und der Halteeinrichtung angeordnet sein kann. Die Bereiche, in denen die Andrückschicht transparent ist, können sich dabei an den Bereichen, an

denen die Halteeinrichtung transparent ist, orientieren. Es kann aber auch die Andrückschicht vollkommen transparent sein, während die Halteeinrichtung nur stellenweise transparent ist.

- 5 Bevorzugt ist die Andrückeinrichtung und/oder die Andrückschicht im Wellenlängenbereich von 250 nm bis 420 nm, bevorzugt im Bereich von 380 nm bis 420 nm, besonders bevorzugt 380 nm bis 400 nm, für UV-Strahlung transparent oder transluzent. Die Transparenz oder Transluzenz soll dabei insbesondere 30% bis 100% betragen, bevorzugt 40% bis 100%. Die
- 10 Transparenz oder Transluzenz ist dabei von der Dicke der Andrückschicht abhängig. Eine niedrigere Transparenz oder Transluzenz kann durch höhere UV-Intensität ausgeglichen werden.

- Beispielsweise kann die UV-Strahlungsquelle innerhalb eines Zylinders der
- 15 Andrückeinrichtung angeordnet sein. Hierzu ist der Zylinder zumindest stellenweise als Hohlzylinder ausgeführt. Das Material des Zylinders ist dabei so gewählt, dass die Wellenlängen der UV-Strahlung, die für das Härten des Klebstoffs benötigt werden, durch den Zylinder transmittiert werden können. Der Zylinder kann vollständig für das UV-Strahlung transparent sein; es können
- 20 aber auch im Zylinder transparente Fenster vorgesehen sein, sodass nur dann UV-Strahlung aus dem Zylinder austritt, wenn gerade das UV-Strahlung zum Härten des Klebstoffs benötigt wird.

- Insbesondere kann der Bereich des Substrats, der mit UV-Strahlung belichtet
- 25 werden soll, eingestellt werden, damit die Härtung des UV-Klebers beim Andrücken der Transferfolie auf den Klebstoff so weit fortgeschritten ist, dass die Übertragungslage der Folie am Substrat haftet und von der Trägerfolie gelöst werden kann. Je nach verwendetem Klebstoff und nach Intensität der

UV-Strahlung kann es hierzu erforderlich sein, den Klebstoff am Substrat schon vor der Berührlinie zwischen Substrat und Folie zu belichten. Die Einstellung des zu belichtenden Bereichs kann beispielsweise durch (ggf. einstellbare oder wechselbare) Blenden zwischen UV-Strahlungsquelle und Substrat erfolgen.

- 5 Eine oder mehrere Blenden können auch direkt an der Andrückeinrichtung angebracht sein. Die Einstellung kann auch durch Einstellen der Divergenz der von der UV-Strahlungsquelle emittierten UV-Strahlung erfolgen.

- 10 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens weist die Andrückvorrichtung ferner eine flexible Andrückschicht auf der Halteeinrichtung auf. Hierdurch können Unregelmäßigkeiten des dreidimensionalen Substrats, der Folie und/oder des maschinellen Aufbaus ausgeglichen werden. Die flexible Andrückschicht kann beispielsweise aus Silikon bestehen.

- 15 Bevorzugt ist die Andrückeinrichtung und/oder die Andrückschicht aus Silikon und hat in dem mit UV-Strahlung zu durchstrahlenden Bereich eine Dicke im Bereich von 1 mm bis 20 mm, bevorzugt von 3 mm bis 10 mm. Das Silikon hat bevorzugt eine Härte von 20° Shore A bis 70° Shore A, bevorzugt 20° Shore A bis 50° Shore A. Das Silikon kann ein Heiß-Vulkanisat oder Kalt-Vulkanisat
20 sein, bevorzugt ein Heiß-Vulkanisat sein.

- Es ist ebenso möglich, die Andrückeinrichtung und/oder die Andrückschicht aus mehreren Silikon-Schichten aufzubauen. Dabei können die einzelnen Silikonschichten jeweils unterschiedliche Härten aufweisen. Beispielsweise
25 kann eine erste, innenliegende Schicht eine Härte von 10° Shore A bis 50° Shore A, bevorzugt 15° Shore A bis 35° Shore A aufweisen und eine außenliegende Schicht eine Härte von 20° Shore A bis 70° Shore A, bevorzugt von 20° Shore A bis 50° Shore A aufweisen.

Die Andrückeinrichtung kann mit der Andrückschicht insbesondere kraftschlüssig und/oder formschlüssig verbunden sein. Dadurch kann eine besonders haltbare Verbindung erreicht werden.

5

Die Form der Andrückschicht kann flach oder dreidimensional geformt (dreidimensional gewölbte oder gebogene Kontur mit einer glatten oder strukturierten/texturierten Oberfläche) sein. Flache Andrückschichten eignen sich besonders zur Applikation der Folie auf zylindrischen Geometrien und

10 dreidimensional geformte Andrückschichten eignen sich besonders für unrunde, ovale und eckige Geometrien. Eine strukturierte und/oder texturierte Oberfläche der Andrückschicht kann auch dazu vorteilhaft sein, um diese Struktur und/oder Textur beim Transferieren der Übertragungslage der Folie überlagernd mit auf die Oberfläche des Substrats zu übertragen. Die Struktur und/oder Textur kann

15 dabei ein Endlosmuster oder Endlosmotiv sein oder auch ein einzelnes Muster und/oder Motiv oder eine Kombination daraus.

Es hat sich insbesondere in Versuchsreihen ergeben, dass die Oberfläche einer Silikon-Oberfläche der Andrückschicht für die zu verarbeitende Folie adhäsiv

20 sein kann. Dabei liegt die Oberflächenrauigkeit (Mittenrauwert) einer solchen adhäsiven Oberfläche erfahrungsgemäß unterhalb von ca. 0,5 μm , insbesondere zwischen 0,06 μm und 0,5 μm , bevorzugt zwischen etwa 0,1 μm und 0,5 μm . Bei einer solchen adhäsiven Oberfläche ist es vorteilhaft, wenn eine Zwischenschicht insbesondere aus PET, zwischen Andrückschicht und

25 Folie vorgesehen ist. Die Zwischenschicht verringert die Adhäsivität der Andrückschicht und erleichtert die Verarbeitung der Folie erheblich, weil die Folie nicht mehr störend an der Oberfläche der Andrückschicht haften bleibt. Die Dicke der Zwischenschicht erhöht die effektive Härte des

Ausgleichseffektes des Silikonstempels. Nachfolgend einige beispielhafte Ausführungsformen:

- 5 5 mm dicke Andrückschicht aus Silikon (49° Shore A) mit 15 µm dicker Zwischenschicht (PET-Folie) ergibt 73° Shore A (entspricht 49 % Erhöhung).

5 mm dicke Andrückschicht aus Silikon (49° Shore A) mit 50 µm dicker Zwischenschicht (PET-Folie) ergibt 85° Shore A (entspricht 70 % Erhöhung).

- 10 10 mm dicke Andrückschicht aus Silikon (47° Shore A) mit 15 µm dicker Zwischenschicht (PET-Folie) ergibt 71° Shore A (entspricht 51 % Erhöhung).

10 mm dicke Andrückschicht aus Silikon (47° Shore A) mit 50 µm dicker Zwischenschicht (PET-Folie) ergibt 78° Shore A (entspricht 59 % Erhöhung).

15

Bei diesen Angaben ist zu beachten, dass seitens der Definition der Messvoraussetzungen für das Shore A-Messverfahren die Messung des Sandwiches aus Andrückschicht und Zwischenschicht eigentlich nicht mehr zulässig ist. Das Shore-A-Messverfahren misst eine Eindringtiefe eines Prüfkörpers zwischen 0 mm und 2,5 mm und schreibt eine Minstdicke des Prüflings von 6 mm vor. Durch die Zwischenschicht in Verbindung mit dem Shore-A-Messverfahren wird somit eine größere Härte vorgetäuscht, als tatsächlich vorhanden ist. Ein Rückschluss vom Messwert auf die tatsächliche / effektive Härte ist nicht möglich. Es lässt sich lediglich sagen, dass die effektive Härte des Sandwiches größer als die Härte des Silikonstempels ist und die Folie die Gesamthärte des Sandwiches dominiert und definiert, unabhängig von der Dicke der Silikonschicht.

20

25

- Bevorzugt ist die Andrückschicht mit einer nicht adhäsiven Oberfläche versehen, sodass der Einsatz einer Zwischenschicht entfallen kann. In diesem Fall verhält sich die Gesamtanordnung weicher, sodass in Folge eine kleinere Anpresskraft zur Anpressung des Substrats an die Andrückschicht ausreichend
- 5 ist. Dabei liegt die Oberflächenrauigkeit (Mittenrauwert) einer solchen nicht adhäsiven Oberfläche erfahrungsgemäß oberhalb von ca. $0,5\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere zwischen $0,5\text{ }\mu\text{m}$ und $5\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen etwa $0,6\text{ }\mu\text{m}$ und $4\text{ }\mu\text{m}$, weiter bevorzugt zwischen etwa $0,8\text{ }\mu\text{m}$ und $3\text{ }\mu\text{m}$.
- 10 Die Andrückeinrichtung bzw. die Andrückschicht sorgt für das sichere und gleichmäßige Abrollen des dreidimensionalen Substrats unter definierten Bedingungen und gleicht hierbei Form- und Bewegungstoleranzen desselben aus. Die Andrückeinrichtung bzw. die Andrückschicht weist beispielsweise bei Substrat aus Kunststoff nur eine leichte Anpresskraft auf, da diese ansonsten
- 15 deformiert werden, bei Substrat aus härteren bzw. widerstandsfähigeren Materialien wie beispielsweise Glas, Porzellan oder Keramik sind in Folge höherer Formtoleranzen und/oder höherer mechanischer Stabilität des Substrats auch etwas höhere Anpresskräfte vorteilhaft. Die Anpresskraft liegt etwa bei 1 N bis 1000 N. Beispielsweise kann die Anpresskraft bei Substrat aus
- 20 Kunststoff bei etwa 50 N bis 200 N liegen und bei Substrat aus Glas, Porzellan oder Keramik bei etwa 75 N bis 300 N. Um Deformationen von Kunststoffteilen zusätzlich zu verhindern, kann beispielsweise das zu dekorierende dreidimensionale Substrat während des Prägevorgangs in einer entsprechend ausgestalteten Halteeinrichtung mit Druckluft befüllt werden.
- 25
- Vorteilhafterweise erfolgt das Aufbringen des zumindest einen mit Klebstoff versehenen Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat $0,2\text{ s}$ bis $1,7\text{ s}$ nach dem Vorhärten des Klebstoffs. In diesem Zeitraum kann die

Vorhärtereaktion voranschreiten, ohne dass eine übermäßige Härtung des Klebstoffs erfolgt, welche die Haftung beeinträchtigen könnte.

Es ist weiter bevorzugt, wenn das Substrat vor dem Aufbringen des zumindest
5 einen mit Klebstoff versehenen Teilbereichs der Übertragungslage vorbehandelt
wird, insbesondere durch eine Koronabehandlung, eine Plasmabehandlung,
durch Beflammen oder durch eine Beschichtung mit einer Lackschicht,
insbesondere einer Farblackschicht und/oder einer Primerschicht. Hierdurch
10 Klebstoffhaftung verbessert werden, so dass auch bei solchen Substraten eine
zuverlässige und randscharfe Applikation der Übertragungslage möglich wird.

Das Aushärten des Klebstoffs 0,2 s bis 1,7 s erfolgt dabei bevorzugt nach dem
Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat. Bei den üblichen
15 Transportgeschwindigkeiten von Substrat und Folie wird so ein hinreichender
räumlicher Abstand zwischen der Walzenanordnung und der Aushärtestation
sichergestellt.

Es ist dabei zweckmäßig, wenn das Aushärten des Klebstoffs mit UV-Licht
20 erfolgt, dessen Energie zu mindestens 90% im Wellenlängenbereich zwischen
380 nm und 420 nm abgestrahlt wird. Bei diesen Wellenlängen wird
insbesondere bei den oben geschilderten Klebstoffformulierungen die
radikalische Aushärtung zuverlässig in Gang gesetzt.

25 Ferner ist es bevorzugt, wenn das Aushärten des Klebstoffs mit einer Brutto-
Bestrahlungsstärke von 12 W/cm^2 bis 20 W/cm^2 und/oder insbesondere einer
Netto-Bestrahlungsstärke von $4,8 \text{ W/cm}^2$ bis 8 W/cm^2 und/oder einem
Energieeintrag in den Klebstoff von 200 mJ/cm^2 bis 900 mJ/cm^2 , bevorzugt von

200 mJ/cm² bis 400 mJ/cm² erfolgt. Bei einem derartigen Energieeintrag wird eine zuverlässige Durchhärtung des Klebstoffs erreicht, so dass nach dem Aushärteschritt die Trägerlage der Folie abgezogen werden kann, ohne dass die applizierte Übertragungslage beschädigt wird.

5

Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Aushärten des Klebstoffs mit einer Belichtungszeit von 0,04 s bis 0,112 s erfolgt. Bei den angegebenen Brutto-Bestrahlungsstärken und den üblichen Transportgeschwindigkeiten wird so der notwendige Nettoenergieeintrag für die Durchhärtung des Klebstoffs

10 sichergestellt.

Es ist ferner bevorzugt, wenn das Ablösen der Trägerlage 0,2 s bis 1,7 s nach dem Aushärten des Klebstoffs erfolgt. Bei den üblichen

15 Transportgeschwindigkeiten von Substrat und Folie wird so ein hinreichender räumlicher Abstand zwischen der Aushärtestation und der Ablösestation sichergestellt.

Alternativ oder zusätzlich zur Verwendung des beschriebenen UV-härtbaren Klebstoffs kann das Aufbringen eines thermoplastischen Toners als

20 Haftvermittler auf zumindest einen Teilbereich des Substrats und/oder der Übertragungslage vorgesehen sein. Zur Applikation der Folie wird nach dem Aufbringen der Folie auf das Substrat Druck und Wärme auf die Folie und/oder das Substrat so in diesen Schichtverbund eingebracht, dass der thermoplastische Toner aufschmilzt und die Übertragungslage der Folie mit
25 dem Substrat verbindet.

Diese Verbindung erfolgt ähnlich wie die Applikation mittels UV-härtbarem Klebstoff ebenfalls bevorzugt in einer Walzenanordnung aus zumindest zweier

zusammenwirkender Walzen, die einen Pressspalt bilden. Bevorzugt besteht die Walzenanordnung aus zumindest einer Presswalze und zumindest einer Gegendruckwalze. Die Folie und das Substrat werden durch den Pressspalt geführt. Dabei kann zumindest eine der Walzen direkt oder indirekt beheizt
5 sein, um die entsprechende Wärme bereitzustellen. Der Anpressdruck im Pressspalt kann den erforderlichen Pressdruck bereitstellen.

Nach Verlassen der Folie und des Substrats des Pressspalts kühlt der Schichtverbund ab und der Toner erhärtet wieder. Nun kann die Trägerlage der
10 Folie von der auf das Substrat zumindest in dem Teilbereich übertragenen Übertragungslage der Folie abgezogen werden.

Die Walzenanordnung zur Applikation der Folie mit UV-härtbarem Klebstoff auf das Substrat und die Walzenanordnung zur Applikation der Folie mit
15 thermoplastischem Toner kann identisch oder auch unterschiedlich sein.

Für die Implementierung des zumindest einen ersten, zweiten, dritten Sensors bestehen mehrere Möglichkeiten, die auch kombiniert werden können.

20 Besonders bevorzugt ist die Verwendung von optischen Systemen. Darunter werden alle Arten von Kamerasystemen mit oder ohne eigener Auswerteeinheit verstanden. Die erzeugten Signale können dann mittels entsprechender Software verarbeitet und somit als Führungskriterium verwendet werden. Es ist auch denkbar, aus den optischen Systemen gleich einen Steuerimpuls
25 ausgeben zu lassen, der nicht explizit verarbeitet werden muss, aber auch kann.

Ferner können verschieden Sensor-Systeme Anwendung finden, insbesondere Auflichtsensoren, Farbsensoren, Reflexlichttaster, Lichtschranken (zur Erkennung von Bogenkanten), Ultraschallsensoren (zur Erkennung von Bogenkanten), Lasersensoren, Durchlichtsensoren (zur Erkennung von Wasserzeichen und dgl.) und/oder Sensoren in Lichtleitertechnik.

Solche Sensoren benötigen einen externen Signalverstärker, sind aber auch mit intern integrierten Signalverstärkern verfügbar. Dabei ist es für die Signalverarbeitung beliebig, ob es sich um einen analogen oder digitalen Sensor, Verstärker oder ein entsprechendes Ausgangssignal handelt.

Die Signale aus den Sensoren bzw. Verstärkern können dann mittels entsprechender Software verarbeitet werden und somit als Führungskriterium verwendet werden. Es ist auch denkbar, diese Signale aus den Sensoren bzw. Verstärkern direkt als Steuerimpuls zu verwenden. Damit wird eine externe Software bzw. Vorrichtung zur Signalverarbeitung nicht explizit benötigt.

Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn die erste UV-Lichtquelle eine LED-Lichtquelle ist. Mit LED-Lichtquellen kann nahezu monochromatisches Licht bereitgestellt werden, so dass sichergestellt ist, dass im zum Härten des Klebstoffs notwendigen Wellenlängenbereich die geforderte Strahlungsintensität zur Verfügung steht. Dies kann mit konventionellen Quecksilber-Mitteldruckdampflampen in der Regel nicht erreicht werden.

Weiter ist es bevorzugt, wenn die erste UV-Lichtquelle in Förderrichtung der Folie bzw. des Substrats eine Fensterbreite von 10 mm bis 30 mm aufweist. Hierdurch wird eine flächige Bestrahlung des aufgetragenen Klebstoffs ermöglicht.

Zweckmäßigerweise ist die erste UV-Lichtquelle in Förderrichtung der Folie bzw. des Substrats 1 cm bis 4 cm stromabwärts des Tintenstrahldruckkopfes angeordnet. Bei den üblichen Transportgeschwindigkeiten der Folie kann so die
5 oben erwähnte Zeit zwischen Klebstoffauftrag und Vorhärtung eingehalten werden.

Es ist weiter vorteilhaft, wenn die Walzenanordnung eine Presswalze und ein mechanisches Gegenlager, insbesondere eine Gegendruckwalze oder auch ein
10 flaches oder leicht konkav gewölbtes Gegenlager umfasst.

Insbesondere weist die Presswalze und/oder die Gegendruckwalze dabei einen Durchmesser von 1 cm bis 3 cm auf.

15 Weiter ist es bevorzugt, wenn die Presswalze aus einem Kunststoff oder Gummi mit einer Härte von 70 Shore-A bis 90 Shore-A ausgebildet ist.

Die Gegendruckwalze oder das Gegenlager ist vorzugsweise aus einem Material ausgebildet, das einen Härtegrad im Bereich von 60° Shore A bis 95°
20 Shore A, vorzugsweise im Bereich von 80° Shore A bis 95° Shore A und/oder einen Härtegrad im Bereich von 450 HV 10 (HV = Vickershärte) bis 520 HV 10, vorzugsweise im Bereich von 465 HV 10 bis 500 HV 10 aufweist.

Beispielsweise ist dieses Material Kunststoff oder Silikon oder aber ein Metall wie Aluminium oder Stahl.

25

Die Materialparameter und die spezifische Geometrie der Walzenanordnung können dabei im Rahmen der angegebenen Bereiche in Abhängigkeit von den Eigenschaften des zu verarbeitenden Substrats und der zu verarbeitenden Folie

angepasst werden, um einerseits eine optimale Haftung zwischen Übertragungslage und Substrat zu gewährleisten und andererseits ein Verquetschen des Klebstoffs und/oder eine Beschädigung der Übertragungslage oder des Substrats zu vermeiden.

5

Bevorzugt ist dabei die Walzenanordnung in einem Abstand von 10 cm bis 30 cm von der ersten UV-Lichtquelle angeordnet ist.

10

Bei den üblichen Transportgeschwindigkeiten von Folie und Substrat wird so die bereits oben erläuterte Vortrocknungszeit zwischen Belichtung des Klebstoffs und Applikation der Folie sichergestellt.

15

Ferner ist es bevorzugt, wenn die zweite UV-Lichtquelle eine LED-Lichtquelle ist. Mit LED-Lichtquellen kann nahezu monochromatisches Licht bereitgestellt werden, so dass sichergestellt ist, dass im zum Härten des Klebstoffs notwendigen Wellenlängenbereich die geforderte Strahlungsintensität zur Verfügung steht. Dies kann mit konventionellen Quecksilber-Mitteldruckdampflampen in der Regel nicht oder nur unter deutlich größerer Energieaufwendung erreicht werden.

20

Vorteilhafterweise weist dabei die zweite UV-Lichtquelle in Förderrichtung der Folie bzw. des Substrats eine Fensterbreite von 20 mm bis 40 mm auf. Hierdurch wird eine flächige Bestrahlung des Klebstoffs sichergestellt.

25

Bevorzugt ist die zweite UV-Lichtquelle in Förderrichtung der Folie 10 cm bis 30 cm stromabwärts der Walzenanordnung angeordnet. Auf diese Weise wird ein hinreichender räumlicher Abstand zwischen der Walzenanordnung und der Aushärtestation sichergestellt.

Es ist ferner zweckmäßig, wenn die Abzieheinheit eine Walze mit einem Durchmesser von 0,5 cm bis 2 cm aufweist, über welche die Trägerlage abziehbar ist.

5

Bevorzugt ist die Abzieheinheit in Förderrichtung der Folie 10 cm bis 30 cm stromabwärts der zweiten UV-Lichtquelle angeordnet.

Bei den üblichen Transportgeschwindigkeiten von Folie und Substrat wird so
10 die bereits oben erläuterte Trocknungszeit zwischen Applikation der Folie und Ablösung der Trägerlage sichergestellt, so dass die Trägerlage beschädigungsfrei gelöst werden kann.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es
15 zeigen

Fig. 1 Eine schematische Darstellung einer Applikationsvorrichtung zum Applizieren einer Folie auf ein Substrat zur Veranschaulichung der Erkennung der Relativlage von Folie und Substrat;

20 Fig. 2 Eine schematische Darstellung einer Applikationsvorrichtung zum Applizieren einer Folie auf ein Substrat mit Sensoren zur Erkennung der Relativlage von Folie, Substrat und einem Tintenstrahldruckkopf zum Klebstoffauftrag;

Fig. 3 Ein schematisches Regelkreisschema zur Ansteuerung einer
25 Applikationsvorrichtung nach Fig. 2

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 1 zum Applizieren einer Folie 2 mit einer Trägerlage und einer Übertragungslage auf ein Substrat

3. In der Darstellung ist lediglich die Sensorik zur Steuerung von Folien- bzw. Substratvorschub gezeigt. Zusätzliche Komponenten der Vorrichtung 1 sind schematisch in Fig. 2 veranschaulicht.

- 5 Sowohl auf der Folie 2, als auch auf dem Substrat 3 sind Passermarken 21, 31 vorgesehen, welche mit jeweiligen Sensoren 11, 12 der Vorrichtung 1 erkannt werden können. In Abhängigkeit von den Sensordaten kann der Folien- bzw. Substratvorschub gesteuert werden, so dass Folie 2 und Substrat 3 in einer Walzenanordnung 13 mit einer Andruckwalze 131 und einer Gegendruckwalze
10 132 passergenau zusammengeführt werden.

- Wie Fig. 2 veranschaulicht, wird die Folie 2 mittels zweier Zugwerke 14, 15 zunächst zu einem Tintenstrahldruckkopf 16 geführt, mittels welchem ein Klebstoff auf die Übertragungslage der Folie 2 appliziert wird. Um eine
15 lagegenaue Applikation des Klebstoffs zu ermöglichen, wird stromaufwärts vom Tintenstrahldruckkopf 16 eine Passermarke 21 der Folie 2 mittels eines dritten Sensors 17 erfasst. Nach dem Klebstoffauftrag wird die Folie 2 über eine Umlenkrolle 18 zur Walzenanordnung 13 geführt.

- 20 Die Vorrichtung 1 kann ferner noch weitere Komponenten umfassen, die in den Figuren nicht gezeigt sind. Insbesondere sind auch für das Substrat 3 entsprechende steuerbare Zugwerke vorgesehen. Ferner können noch UV-Lampen zum Vor- bzw. Aushärten des Klebstoffs vorgesehen sein. Weitere Rollenanordnungen dienen dem Ablösen der Trägerlage mit verbliebenen, nicht
25 übertragenen Bereichen der Übertragungslage vom Substrat 3 und dem Aufspulen der abgelösten Trägerlage.

- Für die Applikation der Übertragungslage auf das Substrat 3 gibt es mehrere Möglichkeiten. In der im Folgenden beschriebenen Minimalvariante wird von einem blanken Endlos-Substrat 3 ausgegangen, welches insbesondere auch keine Merkmale aufweist, die als Registermarke 31 dienen können. Es wird
- 5 weiter davon ausgegangen, dass auch keine Registermarke auf einem mit dem Substrat 3 mitlaufenden Bauelement (Walze, Rad) zu Hilfe genommen wird. Selbstverständlich können solche Merkmale ebenfalls in die Steuerung bzw. Regelung der Vorrichtung 1 integriert werden.
- 10 Bei der Applikation der Übertragungslage wird zunächst ein UV-Kleber als motivgebende Schicht auf das Substrat 3 oder die Rückseite der Folie 2 aufgebracht. Dies erfolgt in Form der späteren Folienapplikation bzw. des späteren Motivs. Dabei kann der Klebstoff in Form des Motivs oder ggf. auch des Motivs und einer zusätzlichen separate Registermarke aufgedruckt werden.
- 15 [Anschließend wird die Folie 2 und das Substrat 3 mit dem zwischen Folie 2 und Substrat 3 angeordneten UV-Kleber zusammengeführt. In der Walzenanordnung 13 erfolgt ein Andrücken der Folie 2 an das Substrat 3.
- 20 Nach dem Applizieren der Folie 2 auf das Substrat 3 erfolgt ein UV-Härten des UV-Klebers mit der aufgebrachten Folie 2. Nach der Aushärtung wird die Trägerlage der Folie 2 zusammen mit nicht transferierten Bereichen der Übertragungslage vom Substrat 3 abgezogen und aufgewickelt. Optional kann noch ein Umspulen der Folie 2 zum Richtungswechsel der aufgewickelten
- 25 Folienbahn erfolgen. An dieser Stelle ist der erste Prägedurchgang beendet.

Wenn das Substrat 3 keine Registermarken 31 enthält, ist es kaum möglich, die Prägungen des ersten Durchgangs im Register (korrekter Relativabstand) mit

den Prägungen eines zweiten Durchgangs zu bringen. Damit ist ein entsprechender Verlust von an sich nutzbarer Übertragungslage zwischen beiden Durchgängen verbunden. Mit zusätzlichen Registermarken 31 auf dem Substrat 3 kann dieses Problem vermieden werden.

5

Zu Beginn des zweiten Prägevorgangs erfolgt ein Rollenwechsel, d.h. die aufgewickelte Trägerlage mit den verbliebenen Bereichen der Übertragungslage wird an der Abwickelseite angebracht.

- 10 Zunächst müssen nun die bereits ausgeprägten Bereiche der Folie 2, also die Bereiche, in denen die Übertragungslage bereits auf das Substrat 3 übertragen wurde, detektiert werden.

Beim Start des zweiten Durchgangs kann diese Detektion ggf. auch manuell bzw. mit Augenmaß erfolgen. Bevorzugt erfolgt dies jedoch mittels optischer

- 15 Sensoren.

Ein derart erkannter Nutzbereich der Folie 2, also ein noch nicht ausgeprägter Bereich der Übertragungslage muss nun relativ zum Druckkopf 16 positioniert werden, falls auf die Rückseite der Folie 2 gedruckt wird. Andernfalls erfolgt

- 20 eine Positionierung zu einem auf dem Substrat 3 aufgedruckten Kleber-Motiv.

Beim Start des zweiten Durchgangs kann diese Positionierung ebenfalls manuell bzw. mit Augenmaß erfolgen. Im laufenden Durchgang erfolgt dies mittels optischer Sensoren 11, 12, 17, deren Messwerte zum Regeln des

- 25 Folienzugs über die Zugwerke 14, 15 herangezogen werden.

Bei korrekter Positionierung erfolgt nun, wie auch im ersten Prägedurchgang das Zusammenführen der Folie 2 mit dem Substrat 3 mit dem zwischen Folie 2

und Substrat 3 angeordneten UV-Kleber, das Andrücken der Folie 2 in der Walzenanordnung 13 an das Substrat 3, ein anschließendes UV-Härten des UV-Klebers mit der aufgetragenen Übertragungslage und das Abziehen und Aufwickeln der Folie 2 zusammen mit nicht transferierten Bereichen der

5 Übertragungslage.

Falls noch ausreichend große ausprägbare Bereiche der Übertragungslage auf der Folie 2 vorhanden sind, kann anschließend noch ein weiterer Prägevorgang auf die beschriebene Art erfolgen.

10

Eine genauere Steuerung ist möglich, wenn auch auf dem Substrat 3 Passermarken 31 vorgesehen sind. Bei dieser Variante müssen also drei Elemente registergenau zueinander positioniert werden, nämlich das Substrat 3 mit ggf. darauf vorhandenen Motiven, beispielsweise gedruckten Dekoren, bzw.

15 ein vorgegebener Nutzbereich des Substrats 3, der UV-Kleber als motivgebende Schicht für die zu applizierende Übertragungslage der Folie 2, sowie die Übertragungslage der Folie 2 mit gegebenenfalls darauf vorhandenen Motiven oder einem Endlosdesign.

20 Um zwischen diesen Elementen eine passergenaue Ausrichtung zu gewährleisten, sind Passermarken 21, 31 notwendig. Dabei kann es sich auch um beliebig gestaltete Steuermarken, Druckmarken, ausgeprägte Stellen der Folie 2, Designmerkmale von Folie 2 oder Substrat 3, Bogenkanten von Folie 2 oder Substrat 3 oder jegliche weitere Art von Führungs- bzw. Steuerkriterien

25 handeln.

Solche Steuerkriterien können bzw. müssen sowohl auf dem Substrat 3, der Folie 2 und/oder auch am Druckkopf 16 vorhanden sein und/oder generiert

werden. Ebenso ist denkbar, dass mittels eines Steuerungssignales aus der Software für die Ansteuerung der Substrat-Zuführung und/oder der Folien-Zuführung und/oder der Druckkopf-Ansteuerung eine Passierung durchgeführt werden kann.

5

Weiterhin ist denkbar, dass die Passierung bzw. ein Steuerungs-Führungssignal oder Impuls mechanisch über die Anlage detektiert, aufgenommen werden kann. Beispielsweise kann auf einer Transportwalze für das Substrat 3 und/oder der Folie 2 oder an einem entsprechenden mitdrehenden Element (Rad, Walze) eine Markierung angeordnet sein, die mittels optischer Sensoren erfassbar ist. Auch so sind Längen- und/oder Zeitinformationen bezüglich der Position von Folie 2, Substrat 3 und/oder Druckkopf 16 erfassbar.

10

Die spezifische Gestaltung der Passermarken 21, 32 sowie ggf. von Markierungen auf mitlaufenden Teilen der Vorrichtung unterliegt keinen speziellen Regeln, sie muss lediglich an die Sensoren 11, 12, 17 angepasst sein.

15

Für diese Sensoren 11, 12, 17 ist die Verwendung von optischen Systemen besonders bevorzugt. Darunter werden alle Arten von Kamerasystemen mit oder ohne eigene Auswerteeinheit verstanden. Die erzeugten Signale können dann mittels entsprechender Software verarbeitet und somit als Führungskriterium verwendet werden. Es ist auch denkbar, aus den optischen Systemen gleich einen Steuerimpuls ausgeben zu lassen, der nicht explizit verarbeitet werden muss, aber auch kann.

20

25

Ferner können verschieden Sensor-Systeme Anwendung finden, insbesondere Auflichtsensoren, Farbsensoren, Reflexlichttaster, Lichtschranken (zur

Erkennung von Bogenkanten), Ultraschallsensoren (zur Erkennung von Bogenkanten), Lasersensoren, Durchlichtsensoren (zur Erkennung von Wasserzeichen und dergleichen) und/oder Sensoren in Lichtleitertechnik.

- 5 Solche Sensoren 11, 12, 17 benötigen einen externen Signalverstärker, sind aber auch mit intern integrierten Signalverstärkern verfügbar. Dabei ist es für die Signalverarbeitung beliebig, ob es sich um einen analogen oder digitalen Sensor, Verstärker oder ein entsprechendes Ausgangssignal handelt.
- 10 Die Signale aus den Sensoren 11, 12, 17 bzw. Verstärkern können dann mittels entsprechender Software verarbeitet werden und somit als Führungskriterium verwendet werden. Es ist auch denkbar, diese Signale aus den Sensoren 11, 12, 17 bzw. Verstärkern direkt als Steuerimpuls zu verwenden. Damit wird eine externe Software bzw. Vorrichtung zur Signalverarbeitung nicht explizit benötigt.
- 15 Im Folgenden wird das reine Positionieren der Folie 2 zum Substrat 3 im Detail beschrieben, vorerst ohne auf den Druckkopf 17 zu achten. Hierfür ist der Sensor 12 vorgesehen, der, wie oben beschrieben, optisch, sensorisch und oder mechanisch sein kann, und im Bereich der Substratzuführung angebracht
- 20 ist. Es ist zu beachten, dass der Klebstoffdruck auf das Substrat 3 oder auf die Folie 2 erfolgen kann. Die jeweils gewählte Ausführungsform hat dabei jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf die Grundlagen der Steuerung bzw. Regelung der Vorrichtung 1.
- 25 Der Sensor 12 muss vor der Walzenanordnung 13 liegen. Es hat sich herausgestellt, dass ein Abstand zur Walzenanordnung 13 von 10 mm bis 800 mm besonders vorteilhaft ist. Eine saubere Passierung von Motiven etc. zueinander kann nur vor der permanenten Verbindung, also der

Folienapplikation auf das Substrat 3 in der Walzenanordnung 13 vollzogen werden, da danach kein Einfluss mehr auf diese Passierung genommen werden kann.

- 5 Es kann jedoch auch eine Überprüfung der Passergenauigkeit nach der Walzenanordnung 13 vollzogen werden, dabei wird jedoch nicht mehr auf das soeben applizierte Motiv eingegangen, sondern auf das darauf folgende Motiv. Dabei können Abweichung beim soeben applizierten Teilbereich der Übertragungslage bestimmt werden und gegebenenfalls entsprechende
- 10 Korrekturanweisungen an die Zugwerke 14, 15 generiert werden. Dieser Modus wird im Normalfall für eine Regelungsschleife verwendet.

- Der Abstand des Sensors 11 oder 12 vor der Walzenanordnung 13 von 10 mm bis 800 mm setzt sich aus dem Abstand der Walzenanordnung 13 zum
- 15 Zugwerk 15, dem Abstand der Walzenanordnung 13 zum Druckkopf 16, der Signalverarbeitungsdauer für den Druckkopf 16, der Bahngeschwindigkeit des Substrats 3 und der Folie 2, der Signalverarbeitung der Sensoren 11 bzw. 12 zusammen.

- 20 Als Beispiel dient im Folgenden der Anwendungsfall mit einem Druckkopf 16. Bei einer Bahngeschwindigkeit von ca. 70 m/min benötigt die Software des Druckkopfes 16 eine Vorlaufstrecke zur Walzenanordnung 13 (Platzierung des Markensensors 11 bzw. 12 vor der Walzenanordnung 13) von ca. 300 mm, um das Signal zu verarbeiten. Der Sensor 12 zum Erkennen der Substratmarke
- 25 muss also mind. 300 mm vor der Walzenanordnung 13 positioniert werden.

Beachtet werden muss ferner der Abstand vom Druckkopf 16 zur Walzenanordnung 13, der konstruktiv gegeben ist. Dieser Abstand ist also ein

Offsetwert, da die Folienposition, auf die der Druckkopf 16 druckt, diese Strecke zur Walzenanordnung 13 zurücklegen muss während sich das Substrat 2 gleichzeitig genauso fortbewegt. Daher muss dieser Abstand zum Abstand zwischen Substratmarken-Sensor 12 und Walzenanordnung 13 noch
5 hinzugerechnet werden. In diesem Beispiel beträgt dieser Abstand ca. 350 mm. Somit ergibt sich eine Gesamtvorlaufstrecke vom Substrat-Sensor 12 zur Walzenanordnung 13 von 300 mm + 350 mm, also von 650 mm.

Im soeben beschriebenen Beispiel fungiert das Passersignal des Sensors 12
10 als Steuersignal, also als sogenannter Master und somit als Leitsignal für alle nachfolgenden Regelprozesse.

Die Folienzuführeinheit besteht aus Folienabwicklern, Zugwerken 14, 15, und Folienaufwicklern. Das Zugwerk 14, 15 kann mit Schrittmotorentechnik,
15 Sensortechnik, etc. ausgestattet sein. Es ist denkbar, dass die Einheit aus jeweils nur einer Komponente, mehreren Komponenten, oder einer Mischung der oben genannten Komponenten besteht. Zusätzlich kann diese Einheit mit Tänzern, Folienspeichern, etc. ausgestattet sein.

20 Die Vorrichtung 1 kann auch mehrere Folienbahnen bzw. Folienspuren aufweisen. Dabei ist es nötig, dass jede zu passernde Folienbahn mit jeweils einem Sensor 11 ausgestattet ist.

Für eine Passierung einer Einzelbildfolie 2 muss ein bestimmtes
25 Führungskriterium in der Folie angebracht sein. Auch hier unterliegt die Form, beispielsweise die geometrische Gestaltung, Farbe, die Gestaltung als Ausstanzung, Prägung oder Wasserzeichen, die Verwendung einer mechanische Komponente in der Maschine (mitlaufende „virtuelle Marke“ auf

einer Walze, oder einer Lineareinheit), etc., als Führungskriterium keinen speziellen Regeln.

Ein Endlosdekor kann ferner durch seine Ausprägung (also die erzeugte
5 Aussparung in der Übertragungslage) nach dem ersten Prägedurchgang ausgerichtet werden, wobei die Ausprägung dann als Führungskriterium fungiert. Auch hier ist die Gestaltung der zur Führung verwendeten Ausprägung frei wählbar.

10 Die relative Positionierung der Folie 2 zum Substrat 3 erfolgt bevorzugt über die Foliendehnung. Dies wird im Folgenden näher erläutert.

Wie Fig. 1 zeigt, beträgt der Leseabstand zwischen Substratmarken-Sensor 12 zur Walzenanordnung 13 X mm, der Abstand vom Folienmarken-Sensor 11 zur
15 Walzenanordnung 13 Y mm. Nachdem in diesem speziellen Fall der Kaltfolienprägung im permanenten Lauf die Folie 2 und das Substrat 3 sich im Gleichlauf befinden, muss für eine Passerung der Marken bzw. Bilder, bzw. Folie 2 zum Substrat 3 der Abstand X größer oder gleich dem Abstand Y sein.

20 Jedoch darf der minimale Unterschied nicht allzu groß sein. Es hat sich heraus gestellt, dass ein minimaler Versatz von 0 mm bis 10 mm akzeptabel ist. Für die folgende Betrachtung des Passerungsvorgangs wird ein Versatz von 0 mm vorausgesetzt.

25 Die Folie wird generell mit einer Grunddehnung von Z ‰ von 1 bis 6‰, bevorzugt 3‰, bezogen auf die Rapportlänge, also dem Abstand zwischen aufeinander folgenden Marken 21, konstant zum Substrat 3 gefördert. Die Folie 2 ist im normalen Lauf also immer leicht vorgedehnt.

Um die beiden Steuermarken 21, 31 über einander zu legen, wird der Folienmarken-Sensor 11 im Slave-Modus zum Substrat 3 mit dessen Marke 31 positioniert. Dies geschieht über eine leichte Veränderung der Foliendehnung
5 dadurch, dass das Zugwerk 14, 15 an der Folie 2 die Folie 2 mehr oder weniger leicht bremst, woraus sich eine verminderte bzw. vergrößerte Foliendehnung $Z \pm M \%$ ergibt. Durch diese Spannungs- bzw. Dehnungsänderung ist es möglich, die Führungskriterien zueinander zu positionieren. Aus diesem Grund ist auch der oben dargestellte minimale Unterschied zwischen X und Y realisierbar, da
10 mittels der Foliendehnung ein gewisser Unterschied ausgleichbar ist. Weiterhin kann mit einem gewissen geringen Offset gearbeitet werden, der sich dann ebenso in der Foliendehnung widerspiegelt.

Für eine registergenaue Applikation der Übertragungslage der Folie 2 auf das
15 Substrat 3 ist ferner noch eine exakte Positionierung des UV-Kleber-Drucks zum Substrat 3 und/oder zur Folie 2 notwendig. Für diese Verfahrensvariante können verschiedene Sensoranordnungen Anwendung finden.

In einer ersten Variante liegt nur ein Sensor 12 zum Erkennen der
20 Substratmarke 31 vor. Dies eignet sich für Folien 2 mit Endlosdesign, die in nur einem Prägedurchlauf verarbeitet werden sollen. Der Sensor 12 für die Substratmarke 31 stellt dabei die Foliendekoration an der vorgesehenen Stelle auf dem Substrat 3 sicher.

25 In einer zweiten Variante sind zwei Sensoren 11, 12 vorgesehen. Dies eignet sich für Folien 2 mit Einzelbilddesign, die in nur einem Prägedurchlauf verarbeitet werden. Ein Sensor 12 für die Substratmarke 31 und ein Sensor 11

für die Folienmarke 21 sind hier ausreichend, um die Positionierung des Folieneinzelbilds zur vorgesehenen Stelle auf Substrat 3 sicherzustellen.

Die genaueste Steuerung ist in einer Vorrichtung 1 mit drei Sensoren möglich.

- 5 Hiermit kann eine Folie 2 mit Einzelbilddesign in mehreren Prägedurchläufen verarbeitet werden. Sensoren 11, 12 für die Substratmarke 31 und für die Folienmarke 21 stellen die gewünschte Relativlage zwischen Folie 2 und Substrat 3 sicher. Zur Positionierung des Kleberdrucks auf Folie 2, also zur Ansteuerung des Druckkopfs 16, ist ein weiterer Sensor 17 vorgesehen. Hiermit
10 kann sowohl die Positionierung des Folieneinzelbilds zur vorgesehenen Stelle auf dem Substrat 3, sowie die Positionierung des Kleberdrucks auf die Folie 2 genau gesteuert werden.

Ein komplettes System aus Substrat 3, Folienpositionierung und

- 15 Tintenstrahldruckkopf 16 zur Durchführung des zuletzt genannten Verfahrens wird im Folgenden unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschrieben.

Insgesamt werden also, wie beschrieben, ein Sensor 12 für das Substrat 3, ein Sensor 11 für die Passerung der Folie 2 zum Substrat 3 und ein Sensor 17 für
20 die Passerung der Druckkopfs 16 zur Folie 2 benötigt. Ein Folienzugwerk 15 zwischen dem ersten Zugwerk 14 und dem Druckkopf 16 ermöglicht eine Passerung der Folie 2 zwischen beiden Zugwerken 14 und 15 auf das vom Sensor 12 generierte Mastersignal bezüglich des Substrates 3. Die beiden Zugwerke 14, 15 verlagern die Positionierung der Folie 2 zum Substrat 3 über
25 die Foliendehnung im Folienvorlauf stromaufwärts vor den Druckkopf 16. Am Druckkopf 16 ist die Folie 2 also bereits korrekt positioniert und muss danach nicht noch einmal verdehnt werden. Dadurch wird auch der auf der Folie 2

vorgesehene Kleberdruck in vorteilhafter Weise nicht noch mitverdehnt, so dass das Druckbild nicht verzerrt wird.

5 Bezüglich der Ansteuerung der Vorrichtung 1 sind die Signale der Sensoren 11, 12, 17 als getrennte Systeme zu betrachten. Als Master dient im beschriebenen Fall die von dem Sensor 12 auf dem Substrat 3 erkannte Steuermarke 31. Dieses ist das sogenannte Leitsignal. An diesem Signal orientiert sich zum einen die Ausrichtung bzw. Dehnung der Folie 2 durch die Zugwerke 14, 15 und/oder zum anderen die Positionierung des Druckkopfs 16, die durch den 10 Sensor 17 zum erneuten Lesen der Folienmarke 21 unterstützt wird. Wie schon oben beschrieben, wird also die Folie 2 soweit positioniert, dass die Folienmarke 21 als Druckstartsignal für den Druckkopf 16 dienen kann.

Für die Funktionsweise ist es nötig, dass der Abstand von der Substratmarke 15 31 zur Walzenanordnung 13, im nachfolgenden X genannt, größer oder gleich dem Abstand von der Walzenanordnung 13 zum Druckkopf 16, im nachfolgenden M genannt, ist. Ideal ist ein weitestgehend gleicher Abstand, wenn jedoch $X > M$ ist, kann über einen Offsetwert in der Steuerung (beispielsweise eine Zeitverzögerung oder über einen festgelegten Folienweg 20 durch nicht angesteuerte Druckzeilen am Druckkopf 16) der Druckzeitpunkt entsprechend eingestellt werden. Die Verarbeitung des Startsignals kann in der Druckkopfsteuerung, oder extern geschehen.

Insgesamt stehen also bis zu drei Eingangsgrößen – also die Messdaten der 25 Sensoren 11, 12, 17 – und drei Stellgrößen, insbesondere der Vorschub bzw. die Dehnung von Folie 2 und Substrat 3 sowie die Positionierung des Tintenstrahldruckkopfs 16 für die Steuerung bzw. Regelung der

Applikationsvorrichtung 1 zur Verfügung. Hieraus resultieren mehrere Möglichkeiten zur Implementierung der Steuerungs- bzw. Regelungslogik.

5 Zum einen ist es möglich, dass die Zugwerke 14, 15 für die Folie 2 in Abhängigkeit von der Substratmarke 31 gesteuert oder geregelt werden.

10 Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Transportvorrichtung für das Substrat 3 und/oder der Tintenstrahldruckkopf 16 in Abhängigkeit von einer Steuerinformation für die Zugwerke 14, 15 und der Folienmarke 21 gesteuert und/oder geregelt wird.

15 In diesem Fall dient also die das Substrat 3 betreffende Information, als Master-Eingangsgröße, in Abhängigkeit von welcher die Steuerung erfolgt. Dies kann wiederum auf verschiedene Art implementiert werden.

Zunächst ist es möglich, eine Steuerung mit dem Druckmarkensensor 31 des Substrates 3, also dem Sensor 11, zu implementieren, nach dem der Vorschub der Folie 2 sowie auch der Tintenstrahldruckkopf 16 gesteuert werden.

20 Alternativ kann der Druckmarkensensor 31 des Substrates 3 zur Steuerung verwendet werden und in Abhängigkeit davon eine Regelung der Folie 2 und anschließende Regelung bzw. Ansteuerung des Tintenstrahldruckkopfs 16 durch die Folienmarke 21, also die Messwerte des Sensors 11 bzw. 17 erfolgen.

25

Auf eine Regelung des Transports der Folie 2 kann auch verzichtet werden. Hier erfolgt lediglich ein Regeln des Druckes durch die Folienmarke 21, also

den Sensor 11, oder auch durch die Druckmarke 31 des Substrates 3, also den Sensor 12.

5 Ferner kann eine Steuerung mit dem Druckmarkensensor 31 des Substrates 3, auch noch mit einer Regelung der Folie 2 auf Grundlage der Daten des Sensors 12 implementiert werden, wobei auf ein Regeln des Druckes verzichtet werden kann.

10 Alternativ kann die Transportvorrichtung für das Substrat 3 auch in Abhängigkeit vom Sensor 11, also der Folienmarke 21 gesteuert oder geregelt werden.

15 Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Zugwerke 14, 15 und/oder der Tintenstrahldruckkopf 16 in Abhängigkeit von einer Steuerinformation für die Transportvorrichtung für das Substrat 3 und der Informationen der Sensoren 12, 17 gesteuert und/oder geregelt werden.

20 In diesem Fall dient also die die Folie 2 betreffende Information, als Master-Eingangsgröße, in Abhängigkeit von welcher die Steuerung erfolgt. Dies kann ebenfalls wiederum auf verschiedene Art implementiert werden.

25 Auch hier ist es möglich, eine Steuerung mit dem Druckmarkensensor 21 der Folie 2, also dem Sensor 11, zu implementieren, nach dem der Vorschub des Substrats 3 sowie auch der Tintenstrahldruckkopf 16 gesteuert werden.

Alternativ kann der Druckmarkensensor 21 der Folie 2 zur Steuerung verwendet werden und in Abhängigkeit davon eine Regelung des Substratvorschubs und

anschließende Regelung bzw. Ansteuerung des Tintenstrahldruckkopfs 16 durch die Substratmarke 31, also die Messwerte des Sensors 12 erfolgen.

5 Auf eine Regelung des Transports des Substrats 3 kann auch verzichtet werden. Hier erfolgt lediglich ein Regeln des Druckes durch die Substratmarke 31, also den Sensor 12, oder auch durch die Passermarke 21 der Folie 2, also den Sensor 11.

10 Ferner kann eine Steuerung mit dem Druckmarkensensor 11 der Folie 2 auch noch mit einer Regelung des Substrats 3 auf Grundlage der Daten des Sensors 11 implementiert werden, wobei auf ein Regeln des Druckes verzichtet werden kann.

15 Bevorzugt ist dabei eine Regelung unter Verwendung der Substratmarke 31 als Master-Größe.

Ein beispielhafter Regelkreis hierfür ist in Fig. 3 veranschaulicht. In einem ersten Schritt S1 werden die Daten der Sensoren 11 und 12 erfasst und ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt. Die Daten des Sensors 12, also die Position der
20 Substratmarke, dienen als Mastersignal. Bei Abweichungen von der relativen Sollposition zwischen Substratmarke und Folienmarke wird das Zugwerk 14 entsprechend beschleunigt oder gebremst.

Gleichzeitig wird in den Schritten S2 und S3 die Bahngeschwindigkeit von Folie
25 2 und Substrat 3 überwacht und in Schritt S4 ebenfalls ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt. Weichen die Bahngeschwindigkeiten von einander ab, insbesondere wegen einer oben beschriebenen Änderung am Zugwerk 14, so wird das Zugwerk 15 entsprechend zur Korrektur angesteuert.

In einem weiteren parallelen Prozess hierzu wird der Druckkopf 16 in Abhängigkeit der Daten des Sensors 17 und eines grundlegenden Steuerdatensatzes, der das aufzudruckende Muster vorgibt, geregelt.

- 5 Insgesamt werden also alle Größen des Systems in Abhängigkeit von der mittels des Sensors 12 erfassten Position der Substratmarke 31 geregelt.

- Im Folgenden werden noch die weiteren Komponenten der Vorrichtung 1 erläutert, die nicht unmittelbar mit der Passierung von Klebstoffdruck, Folie 2
10 und Substrat 3 in Zusammenhang stehen, die aber für die Applikation der Übertragungslage der Folie 2 auf das Substrat wesentlich sind.

- Der Tintenstrahldruck erfolgt über einen Piezo-Drop-on-Demand-Druckkopf 16. Der Druckkopf 16 muss für hochqualitative Ergebnisse über eine bestimmte
15 physikalische Auflösung, Tropfengröße und Düsenabstand verfügen. Die Düsen können dabei in einer oder mehreren Reihen angeordnet sein. Die physikalische Auflösung sollte 300 npi bis 1200 npi (= Nozzles per Inch) betragen. Ein geringer Düsenabstand quer zur Druckrichtung sorgt dafür, dass die gedruckten Pixel ebenfalls quer zur Druckrichtung nah beieinander liegen
20 oder je nach Klebstoffmenge überlappen.

- In der Regel entsprechen die npi den dpi (dots per inch) auf dem Bedruckstoff, also entweder dem Substrat 3 oder der Folie 2. Bei Einsatz der Graustufentechnik, die bestimmte Druckköpfe 16 bieten, werden Graustufen
25 durch verschiedene Tintenmengen pro gedrucktem Pixel erzeugt. Die Graustufen werden in der Regel durch Abfeuern mehrerer nahezu gleichgroßer Tropfen auf einen gedruckten Pixel erzeugt, die sich noch in der Flugphase zum

Substrat zu einem größeren Tintentropfen vereinen. Analog zu den Graustufen verhält sich die Klebstoffmenge auf dem Bedruckstoff.

Die Klebstoffmenge muss je nach Saugfähigkeit des Substrats 3 bzw. der
5 Übertragungslage der Folie 2 variiert werden. Die Klebstoffmenge auf der Folie 2 muss 1,6 bis 7,8 g/m² betragen, um eine vollständige Folienapplikation auf jedem Substrat 3 zu gewährleisten. Die Schichtdicken des aufgetragenen Klebstoffs betragen dann 1,60 µm bis 7,80 µm. Für eine optimale Benetzung der Grundierungsschicht der Folie 2 mit Klebstoff, sollte diese Schicht eine
10 Oberflächenspannung von 38 bis 46 mN/m aufweisen, insbesondere der Bereich von 41 bis 43 mN/m sorgt für eine optimale Farbannahme.

Der Düsenabstand sollte 30 bis 80 µm betragen. Um eine hohe Auflösung in Druckrichtung zu gewährleisten, muss der Piezo-Aktuator des Druckkopfes 16
15 die Klebstofftropfen mit einer Frequenz von 6 bis 110 kHz abfeuern, was für Bedruckstoffgeschwindigkeiten von 10 m/min bis 75 m/min eine Auflösung auf dem Bedruckstoff von 600 bis 1200 dpi erzeugt.

Der Druck innerhalb der Düsenkammer beträgt bevorzugt 10 mbar bis 15 mbar
20 und sollte nicht überschritten werden, um den Piezo-Aktuator nicht zu beschädigen. Der Abstand der Düsenplatte des Druckkopfs 16 zur Folie 2, bzw. zum Substrat 3, sollte 1 mm nicht überschreiten, um die Ablenkung der feinen Klebstofftropfen durch Zugluft zu minimieren.

25 Das Tropfenvolumen sollte 2 pl bis 50 pl betragen, die Toleranz beträgt $\pm 6\%$ des Tropfenvolumens. Damit wird bei einer gegebenen Auflösung die nötige Klebstoffmenge gleichmäßig auf den Bedruckstoff aufgetragen. Die aus dem Tropfen resultierende Pixelgröße ist von der Viskosität der Flüssigkeit abhängig.

Die Tropfengeschwindigkeit sollte im Flug 5 bis 10 m/s betragen und eine Toleranz von höchstens $\pm 5\%$ aufweisen, damit alle Klebstofftropfen auf dem Bedruckstoff sehr genau nebeneinander landen. Weicht die

- 5 Tropfengeschwindigkeit der einzelnen Tropfen voneinander zu stark ab, wird dies durch ein unruhiges Druckbild sichtbar.

Für eine optimale Verdruckbarkeit der Flüssigkeit, sollte die Viskosität der zu verdruckenden Flüssigkeit 5 bis 20 mPas betragen, typischerweise 7 mPas bis

- 10 9 mPas. Um eine gleichbleibende Viskosität der Flüssigkeit zu gewährleisten, muss der Druckkopf 16 oder das Klebstoffversorgungssystem beheizt sein. Für die entsprechende Viskosität sollte die Klebstofftemperatur im Betrieb 40 bis 45 °C betragen. Durch den Tropfenflug und das Auftreffen auf den Bedruckstoff erhöht sich durch Abkühlen die Viskosität des Klebstofftropfens, vermutlich auf
- 15 20 mPas bis 50 mPas. Eine Erhöhung der Viskosität wirkt einem Verlaufen oder Spreiten des Klebstoffs auf dem Bedruckstoff entgegen.

Der eingesetzte Klebstoff ist bevorzugt eine hellgraue UV-härtende Tinte für den Einsatz in Piezo-Drop-on-Demand-Inkjetdruckköpfen 16. Durch einen

20 Energieeintrag in Form von UV-Licht wird in dem Klebstoff eine radikalische Kettenreaktion ausgelöst. Dabei verbinden sich Polymere und Monomere zu einem festen Netz aus Molekülen. Der Klebstoff wird hart oder trocken. Durch UV-Licht in einem Wellenlängenbereich von 350 bis 400 nm \pm 10 nm wird die Kettenreaktion ausgelöst.

25

Der wesentliche Unterschied zwischen kationisch härtenden Klebstoffen und dem hier verwendeten radikalisch-härtenden System besteht darin, dass der kationische Mechanismus wesentlich langsamer abläuft, d. h. die Durchhärtung

dauert länger. Für eine Folienapplikation wird jedoch ein schnellhärtendes System benötigt, da die Folie 2 sonst nicht vollständig appliziert werden könnte. Bei der UV-Bestrahlung kationischer Klebstoffe bildet sich zudem eine Säure, die für die Durchhärtung des Klebstoffs verantwortlich ist. Aufgrund dieses

- 5 Mechanismus müssen Bedruckstoffe zunächst auf Verträglichkeit für kationische Systeme überprüft werden, da alkalische oder basische Substanzen mancher Substratoberflächen die Durchhärtung des Klebstoffs beeinflussen oder verhindern können. Dies ist hier nicht notwendig.

- 10 Bevorzugt weist der Klebstoff die folgende Zusammensetzung auf:

	2-Phenoxyethylacrylat	10% bis 60%, bevorzugt 25% bis 50%;
	4-(1-Oxo-2-propenyl)-Morpholin	5% bis 40%, bevorzugt 10% bis 25%;
	Exo-1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]-	
15	hept-2-ylacrylat	10% bis 40 %, bevorzugt 20% bis 25%;
	2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenyl-	
	phosphinoxid	5% bis 35%, bevorzugt 10% bis 25%;
	Dipropylenglykoldiacrylat	1% bis 20%, bevorzugt 3% bis 10%;
	Urethanacrylatoligomer	1% bis 20%, bevorzugt 1% bis 10%;
20	Rußpigment	0,01%-10%, bevorzugt 0,1 bis 0,5%.

Bevorzugt findet ein Teilhärten des Klebstoffs (auch UV-Pinning genannt), räumlich und zeitlich nahezu direkt nach dem Druckvorgang auf die Folie 2 statt. Nur so kann das definierte, scharfe Motiv auf der Folie 2 fixiert werden.

- 25 Diese Fixierung wird durch eine Viskositätserhöhung des Klebstoffs, hervorgerufen durch eine teilweise Auslösung der radikalischen Kettenreaktion, erzeugt.

Räumlich findet die Teilhärtung bevorzugt 1 bis 4 cm nach dem Bedrucken in Maschinenrichtung statt, was einem zeitlichen Abstand in Maschinenrichtung von ca. 0,02 bis 0,25 s (bei 10 bis 30m/min Bahngeschwindigkeit) entspricht.

- 5 Die UV-Pinning-Einheit sollte eine Brutto-UV-Bestrahlungsstärke von 2 bis 5 W/cm² leisten, um den nötigen und optimalen Energieeintrag in den Klebstoff zu bringen. 90 % des abgegebenen UV-Lichts sollte im Wellenlängenspektrum zwischen 380 und 420 nm liegen. Diese Anforderung kann nur von LED-UV-Systemen erfüllt werden, da diese Systeme nahezu monochromatisches UV-
- 10 Licht abgeben und somit das abgegebene Wellenlängenspektrum deutlich näher beieinander liegt als bei herkömmlichen Quecksilber-Mitteldruckdampflampen, bei denen das emittierte Spektrum einen größeren Wellenlängenbereich umfasst. Das Fenster, aus dem die Strahlung austritt, sollte in Maschinenrichtung ca. 10 mm bis 30 mm groß sein, um eine flächige
- 15 Bestrahlung des Klebstoffs zu ermöglichen.

- Je nach Bahn- und Foliengeschwindigkeit von etwa 10 m/min bis 100 m/min, insbesondere etwa 10 m/min bis 75 m/min (oder höher) und durch Absorption und Reflektion von 50 bis 60 % des UV-Lichts durch die Folie wird die auf den
- 20 Klebstoff durchdringende UV-Dosis (mJ/cm²) verringert. Zusätzlich verringert der Abstand der UV-Pinning-Lampe zu der Folienbahn die abgegebene Bestrahlungsleistung, beispielsweise bei 2 mm Bestrahlungsabstand um ca. 10%. Diese Dosis kann zusätzlich über die Bahngeschwindigkeit angepasst werden, da sich dadurch die Bestrahlungszeit ändert.

25

Wie bereits beschrieben, hat sich die Viskosität der Klebstofftropfen auf der Folie bereits vor der Teilhärtung durch Abkühlen auf vermutlich 20 mPas bis 50 mPas erhöht. Durch die Teilhärtung wird Viskositätsänderung weiter provoziert.

Nach der Teilhärtung weisen die Tropfen eine Viskosität von vermutlich 50 mPas bis 200 mPas auf, was je nach Schichtdicke des Klebstoffs variieren kann. Dies fixiert den Klebstoff zuverlässig auf dem Bedruckstoff. Das Motiv auf der Folie 2 ist zwar fixiert, aber noch feucht und kann im nächsten Schritt auf
5 das Substrat 3 gedrückt werden.

An dieser Stelle des Prozesses wird die Folie 2 mit dem noch feuchten Klebstoff mit der oben erwähnten Viskosität auf das Substrat 3 angedrückt. Der Druck in Form einer Linienpressung wird durch eine Andruckwalze 131 und eine
10 Gegendruckwalze 132 erzeugt.

Die Andruckwalze 131 sollte aus einem festen Kunststoff oder Gummi mit glatter Oberfläche bestehen und eine Härte von 70 bis 90 Shore-A aufweisen. Die Gegendruckwalze 132 ist bevorzugt aus Stahl ausgebildet und hat eine
15 Härte von 100 Shore-A. Der Radius der Andruckwalze 131 sollte 1 cm bis 20 cm betragen, der der Gegendruckwalze 132 sollte 1 cm bis 20 cm betragen.

Räumlich ist die Walzenanordnung ca. 10 cm bis 30 cm nach der Teilhärtung des Klebstoffs in Maschinenrichtung angeordnet, was einem zeitlichen Abstand
20 von ca. 0,2 bis 1,7 s (bei einer Bahngeschwindigkeit von 10 m/min bis 30m/min) entspricht. Die Linienpressung sollte mit einer Kraft zwischen 10 N bis 80 N erfolgen, je nach Substratbeschaffenheit.

Der feuchte Klebstoff mit der Folie 2 kann auf verschiedene Substrate 3
25 appliziert werden. Die Folie 2 kann beispielsweise auf Papiersubstrate mit gestrichener und ungestrichener Oberfläche, Naturpapiere, Kunststoffe (PE, PP, PET) und Etikettenmaterialien sowie auch auf Glas oder Keramik appliziert werden. Bei Substraten aus Kunststoff, Glas oder Keramik kann eine

Vorbehandlung sinnvoll sein, um die Haftung des Klebstoffs auf dem Substrat 3 zu verbessern, beispielsweise durch Coronabehandlung, Plasmabehandlung oder Beflammen). Das Applikationsergebnis ist dabei bei glatteren Substratoberflächen besser.

5

Durch die Teilhärtung und die damit verbundene Viskositätsänderung des Klebstoffs werden die Applikationsergebnisse jedoch auch auf rauen Substraten 3 im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren ohne Viskositätsänderung deutlich verbessert. Nach dem Andrücken der Folie 2 auf das Substrat 3

10 verweilt die Folie 2 mit dem noch feuchten Klebstoff auf dem Substrat 3, bis der Klebstoff durchgehärtet wird und die Trägerlage der Folie 2 abgezogen wird.

Ähnlich wie anhand der Vorhärtung des Klebstoffs beschrieben, erfolgt nach der Applikation der Folie 2 auf das Substrat 3 die endgültige Aushärtung

15 (Postcuring) des Klebstoffs mit der Folie 2 auf dem Substrat 3. Die Folie 2 liegt bei diesem Schritt sehr eng auf dem noch feuchten Klebstoff auf dem Substrat 3 an und kann durch Durchhärten des Klebstoffs eine feste und glatte Verbindung mit dem Substrat 3 eingehen.

20 Die Durchhärtung erfolgt mit einer starken LED-UV-Lampe, die eine hohe Bestrahlungsleistung liefert und für eine vollständige radikalische Kettenreaktion innerhalb des Klebstoffs sorgt. Die Gründe für die Verwendung eines LED-UV-Systems und die Faktoren für die Bestrahlungsleistung wurden bereits anhand der Vorhärtung beschrieben und sind auch für diesen Prozessschritt gültig.

25

Die Durchhärtung erfolgt räumlich ca. 10 bis 30 cm nach der Folienapplikation in Maschinenrichtung, was einem zeitlichen Abstand von ca. 0,2 s bis 1,7 s (bei einer Bahngeschwindigkeit von 10 m/min bis 30m/min) nach der Applikation.

Der Abstand der Lampe zu der Folien-Substratbahn beträgt bevorzugt 1 mm bis 10 mm, um eine optimale Durchhärtung zu erreichen, gleichzeitig aber physikalischen Kontakt der Lampe zum Substrat 3 zu vermeiden.

- 5 Das Bestrahlungsfenster der Lampe sollte in Maschinenrichtung 20 mm bis 40 mm groß sein. Die Brutto-UV-Bestrahlungsstärke sollte zwischen 12 W/cm² und 20 W/cm² liegen, damit der Klebstoff bei Geschwindigkeiten 10 m/min bis 30 m/min (oder höher) und den anderen, bereits oben erwähnten Faktoren, vollständig durchgehärtet wird.

10

Zu beachten ist, dass diese Werte nur theoretisch möglich sind (bei 100 % Lampenleistung). Bei voller Leistung der UV-Lampe, z.B. bei einer 20 W/cm²-Version, und einer geringen Bahngeschwindigkeit, z.B. 10 m/min, erhitzt sich die Folien-Substratbahn so stark, dass sie Feuer fangen kann. Nach der

- 15 Durchhärtung haftet die Folie 2 vollständig auf dem Klebstoff und der Klebstoff vollständig auf dem Substrat 3. Die Trägerlage der Folie 2 kann nun abgezogen werden.

- Die Ablösung der Trägerlage findet räumlich bevorzugt ca. 10 cm bis 30 cm
20 nach der Durchhärtung in Maschinenrichtung statt, was einem zeitlichen Abstand von ca. 0,2 s bis 1,7 s (bei einer Bahngeschwindigkeit von 10 m/min bis 30 m/min) entspricht. Die abzulösende Trägerlage wird bevorzugt über eine Ablösekante geleitet, welche durch ein Luftpolster eine berührungslose Ablösung des Trägers ermöglicht. Das Substrat 3 ist nun fertig veredelt.

25

Die abgelöste Trägerlage mit dem verbliebenen, nicht abgeprägten Bereichen der Übertragungslage kann nun wie beschrieben aufgerollt, umgespult und einem weiteren Prägedurchgang zugeführt werden.

Bezugszeichenliste

	1	Vorrichtung
	11	Sensor
5	12	Sensor
	13	Walzenanordnung
	131	Andruckwalze
	132	Gegendruckwalze
	14	Zugwerk
10	15	Zugwerk
	16	Druckkopf
	17	Sensor
	18	Umlenkrolle
	2	Folie
15	21	Passermarke (auf Folie)
	3	Substrat
	31	Passermarke (auf Substrat)
	S1...S4	Verfahrensschritte

5

10 Ansprüche

1. Verfahren zum Applizieren einer Übertragungslage einer Folie auf ein Substrat, mit den Schritten:
 - 15 a) bereichsweises Aufbringen eines radikalisch härtbaren Klebstoffs auf die Übertragungslage und/oder das Substrat mittels eines Tintenstrahldruckkopfs;
 - b) Vorhärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
 - c) Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat mittels einer Prägevorrichtung;
 - 20 d) Aushärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
 - e) Abziehen einer Trägerlage der Folie, wobei zumindest ein erster Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt;
 - 25 f) Aufrollen oder Umspulen der Trägerlage mit dem verbliebenen zweiten Teilbereich der Übertragungslage;

g) Applizieren zumindest eines weiteren Teilbereichs der auf der Trägerlage verbliebenen Übertragungslage auf das Substrat durch zumindest einmaliges Wiederholen der Schritte a) bis f).

- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass das Verfahren die folgenden zusätzlichen Schritte umfasst:
 - Aufbringen eines thermoplastischen Toners auf zumindest einen
10 Teilbereich des Substrats und /oder auf zumindest einen Teilbereich
 einer Übertragungslage einer weiteren Folie;
 - Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat;
 - Einwirken eines Anpressdruckes und von Wärme auf die
 Übertragungslage und/oder das Substrat;
15 - Abziehen einer Trägerlage der Folie von dem zumindest einen
 Teilbereich der Übertragungslage.
3. Verfahren zum Applizieren einer Übertragungslage einer Folie auf ein
 Substrat, mit den Schritten:
 a) bereichsweises eines thermoplastischen Toners auf zumindest einen
20 Teilbereich des Substrats und /oder auf zumindest einen Teilbereich
 einer Übertragungslage einer weiteren Folie;
 b) Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat mittels einer
 Prägevorrichtung;
 c) Einwirken eines Anpressdruckes und von Wärme auf die
25 Übertragungslage und/oder das Substrat
 d) Abziehen einer Trägerlage der Folie, wobei zumindest ein erster
 Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des

- Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt;
- e) Aufrollen oder Umspulen der Trägerlage mit dem verbliebenen zweiten Teilbereich der Übertragungslage;
- 5 f) Applizieren zumindest eines weiteren Teilbereichs der auf der Trägerlage verbliebenen Übertragungslage auf das Substrat durch zumindest einmaliges Wiederholen der Schritte a) bis e).
4. Verfahren nach Anspruch 3,
- 10 dadurch gekennzeichnet,
- dass das Verfahren die folgenden zusätzlichen Schritte umfasst:
- a) Aufbringen einer radikalisch härtbaren Klebstoffs auf zumindest einen Teilbereich der Übertragungslage mittels eines Tintenstrahldruckkopfs;
- b) Vorhärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
- 15 c) Aufbringen des zumindest einen mit Klebstoff versehenen Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat;
- d) Aushärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
- e) Abziehen einer Trägerlage der Folie von dem zumindest einen Teilbereich der Übertragungslage.
- 20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- dadurch gekennzeichnet,
- dass mittels zumindest eines ersten Sensors ein
- Positionierungsmerkmal auf der Folie und/oder einer
- 25 Transportvorrichtung für die Folie detektiert wird und zumindest eine erste Positionsinformation bezüglich der Folie erzeugt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Positionsinformation eine Lage und/oder Ausdehnung der
auf der Trägerlage verbliebenen Übertragungslage umfasst.

5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels zumindest eines zweiten Sensors ein
Positionierungsmerkmal auf dem Substrat und/oder einer
Transportvorrichtung für das Substrat detektiert wird und zumindest eine
10 zweite Positionsinformation bezüglich des Substrats erzeugt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Positionierungsmerkmal auf dem Substrat und/oder das
15 Positionierungsmerkmal auf der Folie eine bei der Herstellung des
Substrats bereitgestellte Passermarke und/oder eine mittels des
Tintenstrahldruckkopfs aufgebrachte Passermarke und/oder ein
Designmerkmal des Substrats und/oder der Folie und/oder eine
Bogenkante des Substrats und/oder der Folie ist oder umfasst.

20
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels zumindest eines dritten Sensors ein
Positionierungsmerkmal auf der Folie und/oder einer
25 Transportvorrichtung für die Folie im Bereich des Tintenstrahldruckkopfs
detektiert wird und zumindest eine dritte Positionsinformation bezüglich
der Folie erzeugt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine der Positionsinformationen auf Grundlage vorher
an die Transportvorrichtung für das Substrat und/oder die
5 Transportvorrichtung für die Folie und/oder den Tintenstrahldruckkopf
übermittelter Steuerbefehle erzeugt und/oder korrigiert und/oder
verifiziert wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 10,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass der zumindest eine Teilbereich und/oder der zumindest eine
weitere Teilbereich in Abhängigkeit von zumindest einer der
Positionsinformationen in eine definierte Relativlage zum
Tintenstrahldruckkopf und/oder zu dem Applikationsbereich des
15 Substrats gebracht wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Transportvorrichtung für die Folie in Abhängigkeit von der
20 zumindest einen zweiten Positionsinformation gesteuert oder geregelt
wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Transportvorrichtung für das Substrat und/oder der
Tintenstrahldruckkopf in Abhängigkeit von einer Steuerinformation für die
Transportvorrichtung für die Folie und der ersten und/oder dritten
Positionsinformation gesteuert und/oder geregelt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Transportvorrichtung für das Substrat in Abhängigkeit von der
5 zumindest einen ersten Positionsinformation gesteuert oder geregelt
wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Transportvorrichtung für die Folie und/oder der
Tintenstrahldruckkopf in Abhängigkeit von einer Steuerinformation für die
Transportvorrichtung für das Substrat und der zweiten und/oder dritten
Positionsinformation gesteuert und/oder geregelt wird.
- 15 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Dehnung der Folie mittels der Transporteinrichtung auf einen
Wert von 1 ‰ bis 6 ‰, bevorzugt von 3 ‰, eingestellt wird.
- 20 17. Verfahren nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass zum Einstellen der definierten Relativlage zwischen Folie und
Substrat und/oder Tintenstrahldruckkopf die Dehnung der Folie mittels
der Transporteinrichtung auf Grundlage zumindest einer der
25 Positionsinformationen variiert wird.
18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass zum Aufbringen des Klebstoffs ein Tintenstrahldruckkopf mit einer Auflösung von 300 bis 1200 Auftragsdüsen pro Zoll (npi, nozzles per inch) verwendet wird.

- 5 19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass zum Aufbringen des Klebstoffs ein Tintenstrahldruckkopf mit einem
 Düsendurchmesser von 15 μm bis 25 μm und/oder einem Düsenabstand
10 von 30 μm bis 80 μm verwendet wird.
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass der Klebstoff mit einem Flächengewicht von 1,6 g/m^2 bis 7,8 g/m^2
 und/oder einer Schichtdicke von 1,6 μm bis 7,8 μm auf den zumindest
15 einen Teilbereich aufgebracht wird.
21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass durch den Tintenstrahldruckkopf Klebstofftropfen mit einer
20 Frequenz von 6 kHz bis 110 kHz bereitgestellt werden.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass durch den Tintenstrahldruckkopf Klebstofftropfen mit einem
25 Volumen von 2 μl bis 50 μl mit einer Toleranz von nicht mehr als $\pm 6\%$
 bereitgestellt werden.
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass durch den Tintenstrahldruckkopf Klebstofftropfen mit einer
Fluggeschwindigkeit von 5 m/s bis 10 m/s mit einer Toleranz von nicht
mehr als $\pm 15\%$ bereitgestellt werden.

5

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Klebstoff mit einer Auftragstemperatur von 40°C bis 45°C
und/oder einer Viskosität von 5 mPas bis 20 mPas, bevorzugt von 7
mPas bis 15 mPas aufgetragen wird.

10

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Abstand zwischen Tintenstrahldruckkopf und Substrat und/oder
Folie beim Aufbringen des Klebstoffs 1 mm nicht überschreitet.

15

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Relativgeschwindigkeit zwischen Tintenstrahldruckkopf und
Substrat und/oder Übertragungslage beim Aufbringen des Klebstoffs 10
m/min bis 100 m/min, bevorzugt 10m/min bis 75 m/min beträgt.

20

27. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Klebstoff der folgenden Volumenzusammensetzung verwendet
wird:

25

2-Phenoxyethylacrylat 10% - 60%, bevorzugt 25%-50%;

4-(1-Oxo-2-propenyl)-morpholin 5% - 40%, bevorzugt 10% - 25%;

Exo-1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]-

hept-2-ylacrylat 10% - 40 %, bevorzugt 20%-25%;

5

2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenyl-

phosphinoxid 5%-35%, bevorzugt 10%-25%;

Dipropylenglykoldiacrylat 1%-20%, bevorzugt 3%-10%;

Urethanacrylatoligomer 1%-20%, bevorzugt 1%-10%

Rußpigment 0,01%-10%, bevorzugt 0,1%-0,5%.

10

28. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Klebstoff mit einer Dichte von 1 g/ml bis 1,5 g/ml, bevorzugt
von 1,0 g/ml bis 1,1 g/ml verwendet wird.

15

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Vorhärten des Klebstoffs 0,02 s bis 0,25 s nach dem
Aufbringen des Klebstoffs erfolgt.

20

30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Vorhärten des Klebstoffs mit UV-Licht erfolgt, dessen Energie
zu mindestens 90% im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 420
nm abgestrahlt wird.

25

31. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Vorhärten des Klebstoffs mit einer Brutto-Bestrahlungsstärke von 2 W/cm^2 bis 5 W/cm^2 und/oder insbesondere einer Netto-Bestrahlungsstärke von $0,7 \text{ W/cm}^2$ bis 2 W/cm^2 und/oder einem Energieeintrag in den Klebstoff von 8 mJ/cm^2 bis 112 mJ/cm^2 erfolgt.

5

32. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorhärten des Klebstoffs mit einer Belichtungszeit von 0,02 s bis 0,056 s erfolgt.

10

33. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich beim Vorhärten des Klebstoffs dessen Viskosität auf 50 mPas bis 200 mPas erhöht.

15

34. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufbringen des zumindest einen mit Klebstoff versehenen Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat zwischen einer Presswalze und einer Gegendruckwalze erfolgt.

20

35. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufbringen des zumindest einen mit Klebstoff versehenen Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat mit einem Anpressdruck von 10 N bis 80 N erfolgt.

25

36. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Aufbringen des zumindest einen mit Klebstoff versehenen
Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat 0,2 s bis 1,7 s nach
dem Vorhärten des Klebstoffs erfolgt.

5

37. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Substrat vor dem Aufbringen des zumindest einen mit
Klebstoff versehenen Teilbereichs der Übertragungslage vorbehandelt
wird, insbesondere durch eine Koronabehandlung, eine
Plasmabehandlung oder durch Beflammen.

10

38. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aushärten des Klebstoffs 0,2 s bis 1,7 s nach dem Aufbringen
der Übertragungslage auf das Substrat erfolgt.

15

39. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aushärten des Klebstoffs mit UV-Licht erfolgt, dessen Energie
zu mindestens 90% im Wellenlängenbereich zwischen 380 nm und 420
nm abgestrahlt wird.

20

40. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aushärten des Klebstoffs mit einer Brutto-Bestrahlungsstärke
von 12 W/cm^2 bis 20 W/cm^2 und/oder insbesondere einer Netto-
Bestrahlungsstärke von $4,8 \text{ W/cm}^2$ bis 8 W/cm^2 und/oder einem

25

Energieeintrag in den Klebstoff von 200 mJ/cm^2 bis 900 mJ/cm^2 , bevorzugt von 200 mJ/cm^2 bis 400 mJ/cm^2 erfolgt.

41. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass das Aushärten des Klebstoffs mit einer Belichtungszeit von 0,04 s bis 0,112 s erfolgt.
42. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass das Ablösen der Trägerlage 0,2 s bis 1,7 s nach dem Aushärten des Klebstoffs erfolgt.
43. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass ein digitaler Datensatz zur Ansteuerung des Tintenstrahl Druckkopfs bereitgestellt wird, in welchem definiert ist, in welchen Bereichen und/oder mit welcher Auftragsmenge der Klebstoff aufzubringen ist.
- 20 44. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat mittels eines thermoplastischen Toners bei einer Temperatur von 100°C bis 250°C , bevorzugt von 130°C bis 190°C , und/oder bei einem
25 Anpressdruck von 1 bar bis 6 bar, bevorzugt von 3 bar bis 6 bar, erfolgt.
45. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrat mittels eines thermoplastischen Toners in einer Walzenanordnung mit einem Pressspalt von 5 mm bis 20 mm, bevorzugt von 5 mm bis 10 mm durchgeführt wird.

5

46. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungslage auf ein dreidimensionales, insbesondere gewölbtes, gekrümmtes, zylindrisches oder flaches Substrat appliziert wird.

10

47. Verfahren nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass zum Applizieren der Übertragungslage eine Andrückvorrichtung verwendet wird, welches insbesondere für eine zum Vorhärten und/oder Aushärten des Klebstoffs verwendete Wellenlänge transparent ist.

15

48. Verfahren nach einem der Ansprüche 46 oder 47, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat während der Applikation der Übertragungslage starr oder drehbar auf einer Halteeinrichtung gelagert wird, welches insbesondere für eine zum Vorhärten und/oder Aushärten des Klebstoffs verwendete Wellenlänge transparent ist.

20

- 25 49. Verfahren nach einem der Ansprüche 46 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass zum Vorhärten und/oder Aushärten der Klebstoff durch eine innerhalb der Andrückvorrichtung und oder eine auf der der

Halteeinrichtung abgewandten Seite der Andrückvorrichtung angeordnete Lichtquelle bestrahlt wird.

50. Verfahren nach einem der Ansprüche 46 bis 49,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Andrückeinrichtung und/oder die Halteeinrichtung eine
Andrückschicht aufweist, die bevorzugt aus einer oder mehreren
Silikonlagen gebildet ist und insbesondere eine Dicke im Bereich von 1
10 mm bis 20 mm, bevorzugt von 3 mm bis 10 mm und/oder eine Härte von
20° Shore A bis 70° Shore A, bevorzugt 20° Shore A bis 50° Shore A
und/oder eine Oberflächenrauigkeit (Mittenrauwert) unterhalb von 0,5
µm, insbesondere zwischen 0,06 µm und 0,5 µm, bevorzugt zwischen
etwa 0, 1 µm und 0,5 µm aufweist.
- 15 51. Verfahren nach Anspruch 50,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Andrückschicht eine Oberflächenstruktur, insbesondere in
Form eines Musters oder Dekors aufweist.
- 20 52. Verfahren nach einem der Ansprüche 46 bis 51,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Übertragungslage mit einer Anpresskraft von 1 N bis 1000 N,
bevorzugt von 50 N bis 300 N appliziert wird.
- 25 53. Applikationsvorrichtung zum Applizieren einer Übertragungslage einer
Folie auf ein Substrat, insbesondere mittels eines Verfahrens nach einem
der Ansprüche 1 bis 42, umfassend:
- eine Vorratsrolle zum Bereitstellen der Folie;

- einen Tintenstrahldruckkopf zum bereichsweisen Aufbringen eines radikalisch härtbaren Klebstoffs auf die Übertragungslage und/oder das Substrat;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von dem
 - 5 Tintenstrahldruckkopf angeordnete erste UV-Lichtquelle zum Vorhärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der ersten UV-Lichtquelle angeordnete Walzenanordnung zum Aufbringen der Übertragungslage auf das Substrats;
 - 10 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der Walzenanordnung angeordnete zweite UV-Lichtquelle zum Aushärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der zweiten UV-Lichtquelle angeordnete Abzieheinheit zum Abziehen einer Trägerlage
 - 15 der Folie, wobei zumindest ein erster Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt;
 - zumindest einen ersten Sensor zum Erfassen eines Positionierungsmerkmal auf der Folie und/oder einer
 - 20 Transportvorrichtung für die Folie.
54. Applikationsvorrichtung zum Applizieren einer Übertragungslage einer Folie auf ein Substrat, insbesondere mittels eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 52, umfassend:
- 25 - eine Vorratsrolle zum Bereitstellen der Folie;
- einen in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der Vorratsrolle angeordneten Tintenstrahldruckkopf zum Aufbringen einer radikalisch härtbaren Klebstoffs und/oder eine Druckvorrichtung zum Aufbringen

- eines thermoplastischen Toners auf zumindest einen Teilbereich der Übertragungslage;
- zumindest eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von dem Tintenstrahldruckkopf und/oder der Druckvorrichtung angeordnete Walzenanordnung zum Aufbringen des zumindest einen mit Klebstoff und/oder Toner versehenen Teilbereichs der Übertragungslage auf das Substrat;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der Walzenanordnung angeordnete Abzieheinheit zum Abziehen einer Trägerlage der Folie von dem zumindest einen Teilbereich der Übertragungslage, wobei zumindest ein erster Teilbereich der Übertragungslage auf einem Applikationsbereich des Substrats verbleibt und zumindest ein zweiter Teilbereich der Übertragungslage auf der Trägerlage verbleibt;
 - zumindest einen ersten Sensor zum Erfassen eines Positionierungsmerkmal auf der Folie und/oder einer Transportvorrichtung für die Folie.
55. Applikationsvorrichtung nach Anspruch 54, zusätzlich umfassend
- eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von dem Tintenstrahldruckkopf und/oder der Druckvorrichtung angeordnete erste UV-Lichtquelle zum Vorhärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
 - eine in Förderrichtung der Folie stromabwärts von der Walzenanordnung angeordnete zweite UV-Lichtquelle zum Aushärten des Klebstoffs durch UV-Bestrahlung;
56. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 55, dadurch gekennzeichnet,

dass die Applikationsvorrichtung zumindest einen zweiten Sensor zum Erfassen eines Positionierungsmerkmals auf dem Substrat und/oder einer Transportvorrichtung für das Substrat umfasst.

- 5 57. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 56,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Applikationsvorrichtung zumindest einen dritten Sensors zum
Erfassen eines Positionierungsmerkmals auf der Folie und/oder einer
Transportvorrichtung für die Folie im Bereich des Tintenstrahl Druckkopfs
10 umfasst.
58. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 57,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste UV-Lichtquelle eine LED-Lichtquelle ist.
- 15 59. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 58,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste UV-Lichtquelle in Förderrichtung der Folie eine
Fensterbreite von 10 mm bis 30 mm aufweist.
- 20 60. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 59,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste UV-Lichtquelle in Förderrichtung der Folie 1 cm bis 4 cm
stromabwärts des Tintenstrahl Druckkopfes angeordnet ist.
- 25 61. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 60,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Walzenanordnung eine Presswalze und ein mechanisches Gegenlager, insbesondere eine Gegendruckwalze, ein flaches oder ein konkaves Gegenlager, umfasst.

- 5 62. Applikationsvorrichtung nach Anspruch 61,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Presswalze und/oder die Gegendruckwalze einen
Durchmesser von 1 cm bis 3 cm aufweist.
- 10 63. Applikationsvorrichtung nach Anspruch 61 oder 62,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Presswalze aus einem Kunststoff oder Gummi mit einer Härte
von 70 Shore-A bis 90 Shore-A ausgebildet ist.
- 15 64. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 61 bis 63,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gegenlager aus einem Material mit einer Härte von 60° Shore
A bis 95° Shore A, bevorzugt von 80° Shore A bis 95° Shore A, und/oder
einem Härtegrad von 450 HV 10 bis 520 HV 10, bevorzugt von 465 HV
20 10 bis 500 HV 10, ausgebildet ist.
65. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 61 bis 64,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Walzenanordnung in einem Abstand von 10 cm bis 30 cm von
25 der ersten UV-Lichtquelle angeordnet ist.
66. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 65,
dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite UV-Lichtquelle eine LED-Lichtquelle ist.

67. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 66,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die zweite UV-Lichtquelle in Förderrichtung der Folie eine
Fensterbreite von 20 mm bis 40 mm aufweist.
68. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 67,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die zweite UV-Lichtquelle in Förderrichtung der Folie 10 cm bis 30
cm stromabwärts der Walzenanordnung angeordnet ist.
69. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 68,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Abzieheinheit eine Walze mit einem Durchmesser von 0,5 cm
bis 2 cm aufweist, über welche die Trägerlage abziehbar ist.
70. Applikationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 53 bis 69,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Abzieheinheit in Förderrichtung der Folie 10 cm bis 30 cm
stromabwärts der zweiten UV-Lichtquelle angeordnet ist.

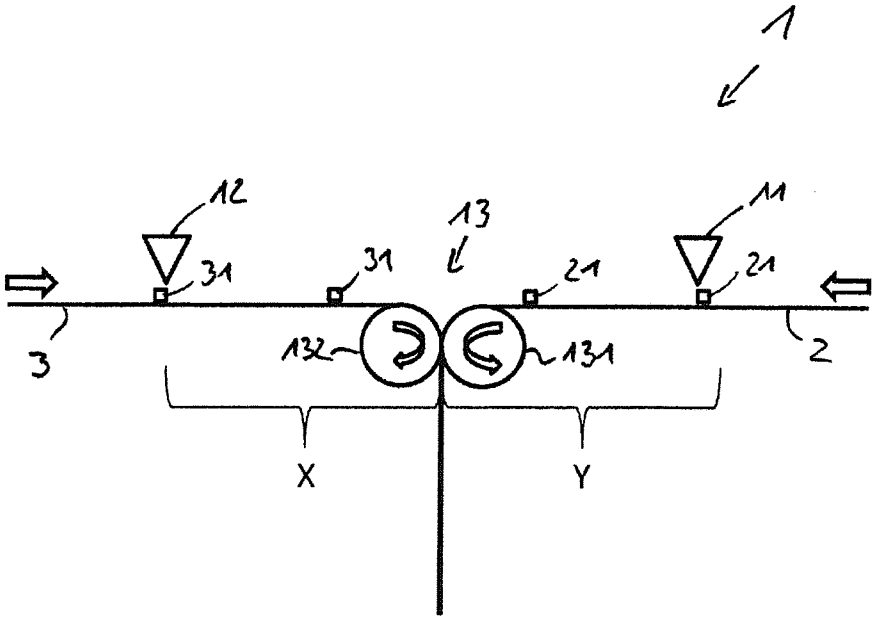


Fig. 1

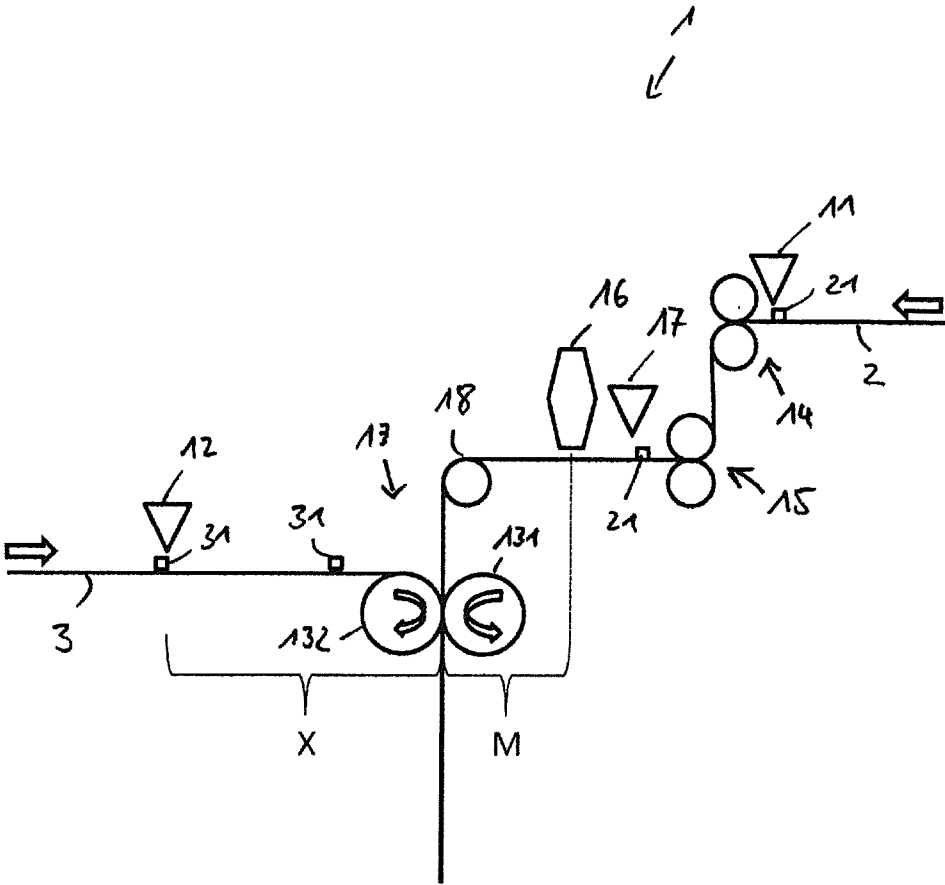


Fig. 2

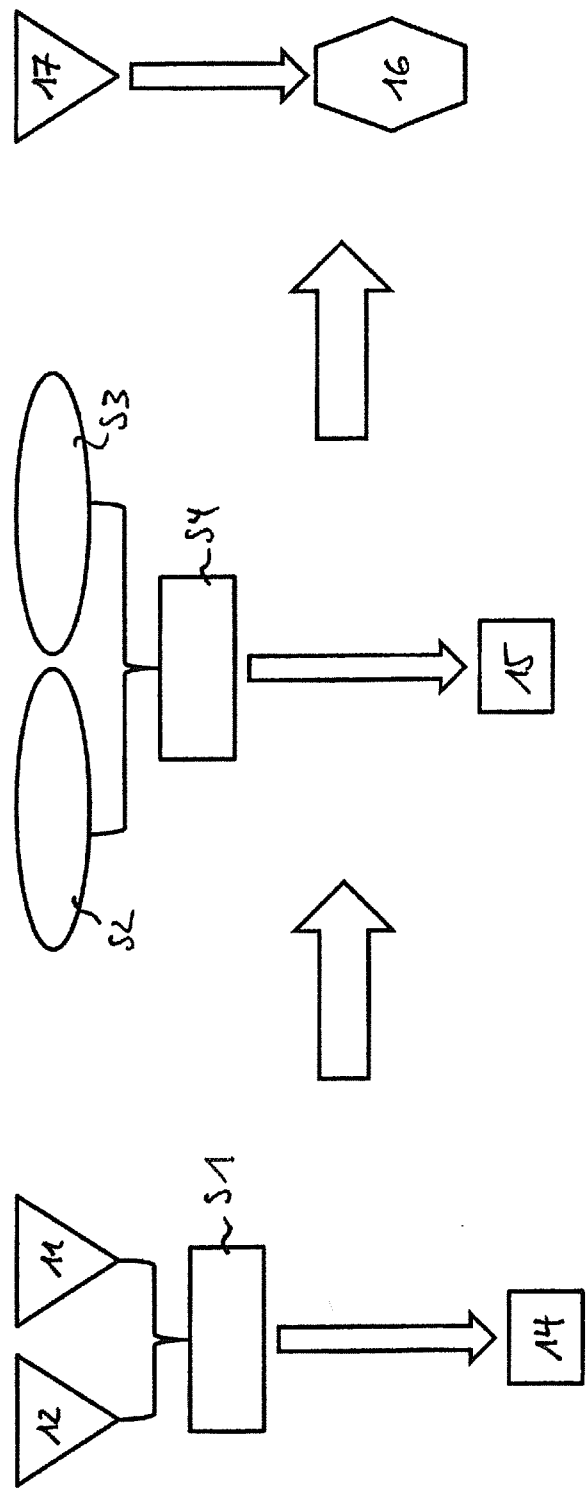


Fig. 3