

(19)



(11)

EP 2 644 392 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

02.10.2013 Patentblatt 2013/40

(51) Int Cl.:

B41J 3/407^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **13156896.6**(22) Anmeldetag: **27.02.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

BA ME(30) Priorität: **29.03.2012 DE 102012006370**(71) Anmelder: **Heidelberger Druckmaschinen AG****69115 Heidelberg (DE)**

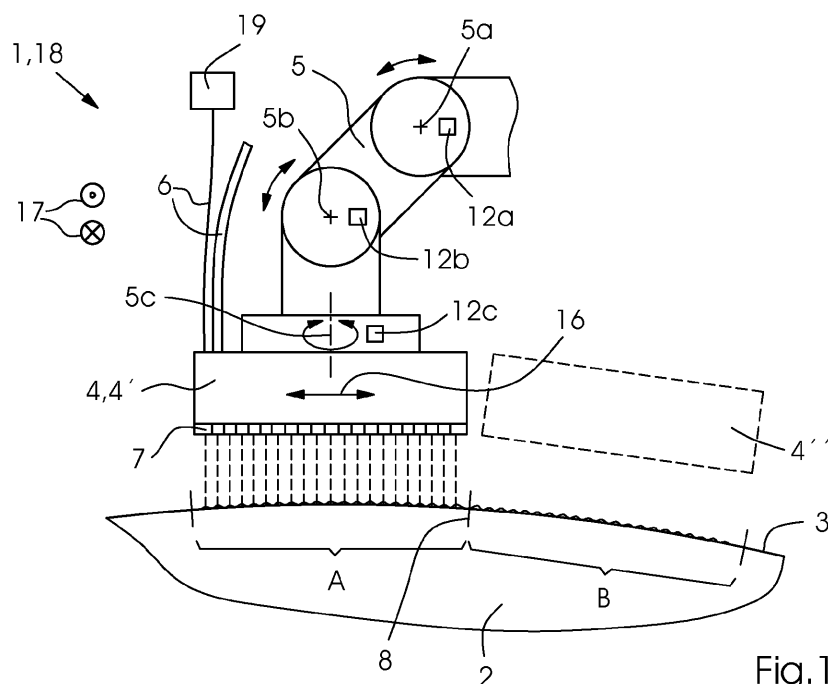
(72) Erfinder:

- **Beier, Dr., Bernard**
68526 Ladenburg (DE)
- **Ernst, Uwe**
68163 Mannheim (DE)
- **Grandt, Helge**
68799 Reilingen (DE)
- **Pitz, Dr., Heiner**
69469 Weinheim (DE)

(54) System zum Bedrucken eines Objekts

(57) Ein erfindungsgemäßes System (1) zum Bedrucken (2), welches wenigstens einen nicht ebenen Bereich der Oberfläche (3) des Objektes, z.B. einen Abschnitt einer Karosserie eines Fahrzeugs, mit einem vorzugsweise mehrfarbige, gerasterten Bild bedruckt, weist die folgenden Merkmale auf: einen Tintenstrahl-Druckkopf (4) mit Düsen (7); ein Roboter (5), vorzugsweise ein Gelenkarm-Roboter, welcher eine Primärbewegung erzeugt, wobei die Primärbewegung wenigstens zwei

seitlich zueinanderliegende Druckbahnen (A, B) des Tintenstrahl-Druckkopfes (4) umfasst; und eine Vorrichtung (10), welche eine Sekundärbewegung (16) erzeugt, wobei die Sekundärbewegung im Wesentlichen senkrecht zur Primärbewegung (17) erfolgt und wodurch die Druckbahnen (A, B) seitlich aneinander anschließen. In vorteilhafter Weise können dadurch störende Streifen zwischen den Druckbahnen reduziert oder verhindert werden.

**Fig. 1****EP 2 644 392 A2**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zum Bedrucken eines Objekts gemäß Anspruch 1, welches wenigstens einen nicht ebenen Bereich der Oberfläche des Objekts mit einem Bild bedruckt.

[0002] Im Stand der Technik ist es bereits bekannt, nicht ebene Bereiche der Oberfläche eines Objekts, z. B. gekrümmte Abschnitte von Karosserien von Fahrzeugen, mit einem Tintenstrahl-Druckkopf zu bedrucken und dabei beliebige, mehrfarbige Bilder auf der Oberfläche zu erzeugen. Zu diesem Zweck wird der Druckkopf an einem Roboter, z. B. einem Gelenkarmroboter, entlang der Oberfläche des Objekts in einem definierten Abstand zur Oberfläche geführt, so dass die vom Druckkopf ausgestoßenen Tintentröpfchen an die gewünschten Stellen auf der Oberfläche gelangen und dort das gewünschte Bild erzeugen. Da die Oberfläche des Objekts in der Regel weitaus größer als die Ausdehnung des Druckkopfes ist, ist es notwendig, den Druckkopf mehrfach auf sogenannten Druckbahnen entlang der Oberfläche zu führen und das gewünschte Druckbild aus den nebeneinander liegenden Druckbahnen aufzubauen. Dabei ist es wiederum erforderlich, dass die Druckbahnen derart aneinander anschließen, dass keine optisch wahrnehmbaren Störungen an den Kanten der Druckbahnen erzeugt werden. Wird z. B. eine zweite Druckbahn in zu großem Abstand zur ersten Druckbahn erzeugt, so kann es sein, dass zwischen den beiden Druckbahnen ein wahrnehmbarer Streifen entsteht, der das gewünschte Druckbild stört. Gleichfalls kann es möglich sein, dass die beiden Druckbahnen zu weit überlappen und dadurch ebenfalls ein wahrnehmbarer Streifen zwischen den beiden Druckbahnen entsteht, der das gewünschte Druckbild stören kann. Solche Störungen im Druckbild können z.B. dann entstehen, wenn die Mechanik der Druckkopf-Führung keine ausreichende Präzision aufweist. Sie können aber z.B. auch entstehen, wenn der Druckkopf während seiner Bewegung Fliehkräften ausgesetzt ist, so dass die ausgestoßenen Tropfen nicht an den gewünschten Stellen auf der Oberfläche platziert werden.

[0003] Es ist beispielsweise aus der DE 102 02 553 A1 bekannt, eine Auftragseinrichtung mit Spritzdüsen manuell, halbautomatisch oder vollautomatisch entlang der Oberfläche eines Objektes, beispielsweise eines Objektes des Hochbaus, Tiefbaus und Ingenieurbaus, zu bewegen und dabei ein beliebiges Bild auf diese Oberfläche aufzutragen. Zunächst wird die Objektoberfläche erkannt und digitalisiert und das zu druckende Bild der Digitalisierung virtuell überlagert. Beim Bedrucken der Oberfläche mit der Auftragseinrichtung ist es erforderlich, die Position der Auftragseinrichtung genau zu kennen. Hierzu werden eine Reihe von Messverfahren vorgeschlagen, z. B. Verfahren der Abstands- und/oder Winkelmesstechnik, der Fernmesstechnik oder der abbildenden Messtechnik. Der Positionsfehler des Positionsmesswertes wird dabei für eine Grenzwertüberprüfung verwendet und es wird keine Farbe ausgegeben, wenn

der Positionsfehler außerhalb einer Akzeptanzschwelle liegt.

[0004] In der vom gleichen Patentanmelder stammenden DE 103 90 349 B4 ist zudem beschrieben, dass der Farbauftrag unterbunden wird, wenn an der Position des Farbauftragselements die entsprechende Farbe oder der Lack bereits vollständig aufgetragen worden ist.

[0005] Die DE 69005185 T2 und die US 2004/0036725 A1 beschreiben stattdessen zwei Verfahren, die Tropfengeschwindigkeit und die Tropfengröße der Tintentropfen von Tintenstrahl-Druckköpfen über die jeweilige Art des Pulses, welcher an Piezo-Aktoren des Druckkopfes anliegt, zu beeinflussen. Variiert werden z. B. die Pulslänge, die Pulshöhe (Spannung) und die Pulsform. Die US-Schrift beschreibt beispielsweise, wie durch einen Vorpuls die Größe und auch die Flugrichtung des durch den eigentlichen Puls ausgelösten Tinten-Tropfens gezielt beeinflusst werden kann. Es wird dadurch möglich, einzelne Tintentropfen schräg aus der Düsenöffnung auszustoßen und somit an eine andere Stelle auf der Oberfläche des zu bedruckenden Objekts aufzutragen, als es ohne solchen Vorpuls geschehen würde.

[0006] Die DE 31 40 486 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Beschichten von Gegenständen, wie z.B. Glasflaschen mit Kunststoff. Die Vorrichtung umfasst hierzu einen Düsenkopf mit mehreren verteilt angeordneten Düsen, aus denen Kunststoff in Form von aufeinander folgenden Tröpfchen ausgestoßen wird. Ferner sind Antriebsmittel vorgesehen, die eine Relativbewegung zwischen der zu beschichtenden Oberfläche des Gegenstandes und dem Düsenkopf bewirken. Bezogen auf die Richtung der Relativbewegung sind die Düsen derart angeordnet, dass sich die Spuren des aus benachbarten Düsen austretenden Kunststoffes auf dem Gegenstand überlappen. Ein solches Überlappen kann aber, wie oben bereits erwähnt, zu sichtbaren Störungen im Druckbild durch zu hohe Farbauftragswerte führen und daher sich nachteilig auf das gewünschte Druckbild auswirken.

[0007] Aus der DE 37 37 455 A1 ist eine Richtung und ein Verfahren zum Erzeugen von Farbmustern, beispielsweise von Streifen auf Fahrzeugkarosserien bekannt. Der Farbauftrag kann mit einem Druckkopf erfolgen, welcher wiederum an einem Roboter entlang der Oberfläche des zu bedruckenden Objektes geführt wird. Der Druckkopf verfügt über mehrere Sprühdüsen und die Breite des zu druckenden Streifens kann geändert werden, indem die Anzahl und die Verteilung der gerade aktiven Sprühdüsen geändert wird. Die Lage eines Streifens in einer Richtung senkrecht zur Bewegung des Druckkopfes lässt sich ändern, wenn der Druckkopf mittels des Roboters insgesamt verschoben wird. Die Lage des Streifens kann außerdem geändert werden, indem eine unterschiedliche Menge von Sprühdüsen aktiviert wird. Hierdurch kann eine Feinsteuerung der Streifenlage erreicht werden, die der Steuerung durch den Roboter überlagert wird und eine Verbesserung bezüglich des Aufbringens von Streifen darstellt.

[0008] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der

vorliegenden Erfindung, ein System zum Bedrucken eines Objektes, welches wenigstens einen nicht ebenen Bereich der Oberfläche eines Objektes mit einem Bild bedruckt, zu schaffen, welches Streifenbildung beim Bedrucken der Oberfläche in mehreren Druckbahnen verhindert oder wenigstens soweit reduziert, dass die verbleibenden Streifen nicht als störend wahrgenommen werden.

[0009] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den zugehörigen Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0010] Ein erfindungsgemäßes System zum Bedrucken eines Objektes, welches wenigstens einen nicht ebenen Bereich der Oberfläche des Objekts mit einem Bild bedruckt, weist folgende Merkmale auf: ein Tintenstrahl-Druckkopf mit Düsen; ein Roboter, welcher eine Primärbewegung erzeugt, wobei die Primärbewegung wenigstens zwei seitlich zueinander liegende Druckbahnen des Tintenstrahl-Druckkopfs umfasst; und eine Vorrichtung, welche eine Sekundärbewegung erzeugt, wobei die Sekundärbewegung im Wesentlichen senkrecht zur Primärbewegung erfolgt und wodurch die Druckbahnen seitlich aneinander anschließen.

[0011] Das Vorsehen der Vorrichtung zur Erzeugung von Sekundärbewegungen in dem erfindungsgemäßen System führt in vorteilhafterweise dazu, dass Positionsabweichungen des Tintenstrahl-Druckkopfs, d. h. Abweichungen der Ist-Position von der Soll-Position für das Drucken eines fehlerfreien Bildes, während der Primärbewegung ausgeglichen werden können, wodurch sichtbare und daher störende Streifen zwischen den Druckbahnen verhindert oder ausreichend reduziert werden können. Dass die Druckbahnen seitlich aneinander anschließen, meint dabei, dass die Kanten der einzelnen Druckbahnen derart exakt nebeneinander liegen, dass weder zu große Abstände zwischen den Kanten noch ein zu großer Überlapp erzeugt wird und dass dadurch störende, insbesondere zu helle oder zu dunkle Streifen im Bereich der Kanten der Druckbahnen verhindert oder ausreichend reduziert werden. Die Primärbewegung, welche der Roboter erzeugt ist dabei bevorzugt eine Bewegung des Tintenstrahl-Druckkopfs, welcher beispielsweise mehrere, seitlich zueinander liegende Druckbahnen in gleicher Richtung oder auch in entgegengesetzter Richtung durchläuft. Beispielsweise kann eine erste Druckbahn bei einer Hinbewegung des Druckkopfs über der Oberfläche des Objektes erzeugt werden und eine zweite an diese anschließende Druckbahn bei einer Rückbewegung des Druckkopfs benachbart zur ersten Druckbahn. Es kann jedoch auch vorgesehen sein, den Druckkopf zunächst inaktiv zurückzuführen und parallel zur ersten Druckbahn wieder vorwärts zu bewegen. Der Roboter kann ein Gelenkarm-Roboter oder eine Portal-Roboter sein.

[0012] Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems sieht vor, dass die Vorrichtung einen Piezo-Aktor bzw. ein elektro-mechanisches Bauelement

umfasst und die Sekundärbewegung eine Bewegung des Tintenstrahl-Druckkopfs ist. Der Piezo-Aktor wirkt dabei auf den Tintenstrahl-Druckkopf als Ganzes ein und bewirkt, dass dieser senkrecht zur Primärbewegung die Sekundärbewegung als Ausgleichsbewegung ausführt.

[0013] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems ist es vorgesehen, dass die Vorrichtung einen Piezo-Aktor umfasst und die Sekundärbewegung eine Bewegung wenigstens einer Düse des Tintenstrahl-Druckkopfs ist. Gemäß dieser Weiterbildung wird somit nicht der Druckkopf als Ganzes, sondern lediglich wenigstens eine Düse senkrecht zur Primärbewegung bewegt. Dabei kann vorgesehen sein, dass die wenigstens eine Düse, eine Düsendruppe oder auch alle Düsen beweglich am Tintenstrahl-Druckkopf aufgenommen sind, so dass die Sekundärbewegung mittels des Piezo-Aktors als eine Relativbewegung bezüglich des Tintenstrahl-Druckkopfs erfolgt.

[0014] Es gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung kann auch vorgesehen sein, dass die Sekundärbewegung weder den Druckkopf als Ganzes noch einzelne Düsen des Druckkopfs erfasst, sondern dass gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems die Vorrichtung einen Piezo-Aktor umfasst und die Sekundärbewegung eine Bewegung wenigstens der Tropfen einer Düse des Tintenstrahl-Druckkopfs ist. Dabei handelt es sich bei dem Piezo-Aktor nicht um einen Piezo-Aktor, der den Tropfen erzeugt, sondern um einen davon verschiedenen und separaten Piezo-Aktor.

[0015] Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems kann sich dadurch auszeichnen, dass die Vorrichtung einen Detektor umfasst, der die Ist-Positionen von Druckpunkten einer ersten Druckbahn erfasst; dass die Vorrichtung einen Rechner umfasst, der die Abweichung der Ist-Positionen der Druckpunkte von deren Soll-Positionen berechnet; und dass die Vorrichtung als Sekundärbewegung eine die Abweichung im Wesentlichen kompensierende Ausgleichsbewegung auf der zweiten Druckbahn erzeugt. Mit anderen Worten: die (mögliche störende Streifen) ausgleichende Sekundärbewegung findet auf Basis eines Soll-Ist-Wert-Vergleiches von bereits gedruckten Druckpunkten statt.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass die Vorrichtung wenigstens einen Detektor umfasst, dass der Roboter ein Gelenkarm-Roboter ist, und dass der Detektor einen Drehgeber umfasst, welcher die Winkelposition eines Gelenkes des Gelenkarm-Roboters erfasst. Sofern der Gelenkarm-Roboter mehrere Gelenke aufweist, wird bevorzugt an jedem Gelenk ein Detektor vorgesehen, so dass die Position des Roboters im Raum und insbesondere des am Roboter aufgenommenen Druckkopfs im Raum als Ist-Position exakt bestimmt werden kann. Sofern diese Ist-Position von einer vorgegebenen Soll-Position abweicht, kann eine Nachführung des Roboters erfolgen. Die Nachführung dient dabei als (mögliche störende Streifen) ausgleichende Sekundärbewegung. Al-

ternativ können auch Beschleunigungssensoren, Neigungssensoren, Gyrometer Anwendung finden, um die Koordinaten des Druckkopfes im Raum und ggf. auch in zeitliche Abfolge zu bestimmen.

[0017] Es kann ferner gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems vorgesehen sein, dass der Detektor einen optischen Sensor oder einen Ultraschall-Sensor umfasst, welcher auf die Oberfläche des Objektes gerichtet ist. Der Sensor kann beispielsweise auf der Oberfläche bereits zuvor gedruckte Druckpunkte des Bildes erfassen und daraus eine Kante der zuvor gedruckten Druckbahn bestimmen. Von Vorteil ist es dabei, wenn zumindest für die Druckfarbe von randnahen Düsen des Druckkopfes solche Druckfarben zum Einsatz kommen, die leicht mit dem Detektor aufgenommen werden können. Besonders von Vorteil ist dabei der Einsatz von speziellen Additiven in der Druckfarbe, welche beispielsweise eine Fluoreszenzeigenschaft aufweisen und deren Fluoreszenzlicht durch den Detektor mit hoher Präzision erfasst werden kann. Es kann daher gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems vorgesehen sein, dass der optische Sensor auf bereits gedruckte Druckpunkte auf der Oberfläche gerichtet ist und deren Fluoreszenzstrahlung erfasst. Auf diese Weise wird es möglich, die Kante einer zuvor gedruckten Bahn präzise zu erfassen und die Kante einer noch zu druckenden Bahn präzise an die erfasste Kante auszurichten und dadurch störende Streifenbildung zu unterbinden oder zu verringern.

[0018] Es kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems auch vorgesehen sein, ein sogenanntes Tracking-System einzusetzen, welches die Position des Tintenstrahl-Druckkopfes erfasst. Somit liegt ständig Information über die aktuelle Ist-Position des Druckkopfes im Raum vor und es können ständig Korrekturbewegungen in Form von (mögliche störende Streifen) ausgleichenden Sekundärbewegungen im Raum durchgeführt werden. Das Tracking-System verfolgt dabei einen bestimmten Punkt des Druckkopfes oder eine Markierung an diesem und ermittelt dessen Bahn im Raum. Alternativ befinden sich am Druckkopf drei Laser-Pointer, deren (bevorzugt rechtwinklig zueinander verlaufenden) Strahlen Lichtpunkte auf den umliegenden Wänden oder speziell vorgesehenen Detektionsschirmen erzeugen. Diese Lichtpunkte können kameratechnisch in ihrer Bewegung erfasst werden. Daraus wiederum kann die aktuelle Position des Druckkopfes errechnet werden.

[0019] Es kann gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Systems auch vorgesehen sein, dass die Vorrichtung einen Detektor umfasst, der die Ist-Positionen von Druckpunkten einer ersten Druckbahn erfasst; dass die Vorrichtung einen Rechner umfasst, der die Abweichung der Ist-Positionen der Druckpunkte von deren Soll-Positionen berechnet; und dass die Vorrichtung als Sekundärbewegung eine die Abweichung im Wesentlichen korrespondierende,

seitliche Verschiebung des zu druckenden Bildes relativ zu den Düsen erzeugt. Vorteilhaft bei dieser Weiterbildung ist es, dass bei der Sekundärbewegung keine Komponenten des Druckkopfes bewegt werden, sondern dass lediglich eine Verschiebung des Bildes stattfindet, derart, dass ein Druckpunkt nicht mit einer ersten Düse, sondern z. B. mit einer zu dieser benachbarten zweiten Düse gedruckt wird. Hierdurch wird erreicht, dass der Druckpunkt um eine oder mehrere Druckdüse bzw. Druckdüsen versetzt auf die Oberfläche des Objektes gelangt, ohne dass der Druckkopf oder die Düse selbst bewegt werden müssen. Da dabei keine Massen bewegt werden müssen, sind solche Ausgleichsbewegungen sehr schnell und in Abhängigkeit der Rechenkapazität des benötigten Rechners sogar in Echtzeit möglich.

[0020] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezug auf die Zeichnungen anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher beschrieben. In den Zeichnungen sind einander entsprechende Elemente mit jeweils denselben Bezugszeichen versehen.

[0021] Die Zeichnungen zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Systems;

Figuren 2 bis 8 Ausschnitte schematischer Ansichten von verschiedenen, bevorzugten Ausführungsbeispielen eines erfindungsgemäßen Systems.

[0022] Figur 1 zeigt ein System 1 zum Bedrucken eines dreidimensionalen Objektes 2, mit einer nicht ebenen Oberfläche 3. Das System weist einen Druckkopf 4 auf (z.B. Spectra Galaxy JA 256/80 AAA), welcher an einem Gelenkarm-Roboter 5 (z.B. Kuka KR 60-3) aufgenommen ist. Im gezeigten Beispiel weist der Roboter 5 drei Gelenke 5a, 5b und 5c auf, mit welchen der Roboter 5 den Druckkopf 4 entlang der Oberfläche 3 des Objektes 2 bewegt. Der Druckkopf 4 ist ferner über eine Farb- und Daten-Verbindung 6 mit einem Farbvorrat und einem Rechner verbunden. Die Verbindung 6 umfasst daher Farbversorgungsleitungen und auch Signalleitungen für die einzelnen Düsen 7 des Druckkopfes 4.

[0023] In Figur 1 ist zudem gezeigt, dass der Druckkopf 4 in der Position 4' eine Druckbahn A auf die Oberfläche 3 des Objektes 2 druckt. Die Bewegung des Roboters 5 und des Druckkopfes 4 erfolgt dabei z.B. entweder in die Figurebene hinein oder aus dieser heraus. Weiterhin ist gezeigt, dass der Druckkopf zuvor in einer Position 4'' eine Druckbahn B auf die Oberfläche 3 des Objektes 2 gedruckt hat. Auch dabei hat sich der Druckkopf 4 z.B. entweder in die Figurebene hinein oder aus dieser heraus bewegt. Die beiden Druckbahnen A und B schließen an der Stelle 8 auf der Oberfläche 3 mit ihren jeweiligen Kanten derart aneinander an, dass zwischen den beiden Druckbahnen kein unbedruckter Streifen und auch kein überlappender Streifen besteht. Die einzelnen Druck-

bahnen A und B können in jeweils einem Durchgang gedruckt werden ("single pass") oder jeweils in mehreren Druckgängen ("multi pass").

[0024] Es kann nun vorgesehen sein, dass der Roboter 5 und der daran aufgenommene Druckkopf 4 von seiner aktuellen Soll-Position abweicht und daher die Druckbahn A in einem Abstand zur Druckbahn B aufgebracht wird, so dass die Druckbahn A mit der Druckbahn B überlappt. In beiden Fällen kann es dabei zu sichtbaren und daher störenden Streifenbildungen an der Stelle 8 kommen. Solche Störungen können erfindungsgemäß jedoch verhindert werden. In den nachfolgenden Figuren 3 bis 8 sind vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Systems gezeigt, die gerade solche Fehler vermeiden oder verringern.

[0025] In Figur 2 ist jedoch zunächst nochmals dargestellt, wie ein solcher Fehler in entsprechender Vergrößerung aussehen kann. Gezeigt ist der Druckkopf 4 in seinen beiden Positionen 4' und 4'' sowie einzelne Druckpunkte 9 (bzw. Rasterpunkte des Druckbildes bei z.B. AM- oder FM-Rastern) der Druckbahnen A und B. Es ist erkennbar, dass der jeweilige mittlere Abstand zwischen Druckpunkten D1 in Druckbahn A und D2 in Druckbahn B in etwa gleich ist, während der Abstand D3 zwischen den beiden Druckpunkten 9 am jeweiligen Rand der Druckbahnen A und B größer ist als die Abstände D1 und D2. Dem Betrachter eines entsprechend bedruckten Objektes 2 würde im Übergangsbereich zwischen den beiden Druckbahnen A und B ein heller Streifen auffallen, der das Druckbild stört. Da die Druckpunkte durch Tröpfchen aus den Düsen 7 des Druckkopfes 4 stammen und diese Tröpfchen einen gewissen Abstand zwischen der Düse und der Oberfläche 3, z.B. etwa 1 Zentimeter, im Flug überwinden müssen, sind die Positionen der Druckpunkte 9 auf der Oberfläche 3 nicht exakt vorhersehbar. Insofern sind die Abstände D1, D2 und D3 nur als Mittelwerte anzusehen. Es ist auch möglich, die Druckpunkte der Druckbahnen A und B dicht zu setzen und dadurch Volltonflächen zu erzeugen.

[0026] Konkretes und bevorzugtes Beispiel: Die Tropfengröße der Tropfen 9 (mittlerer Durchmesser) auf der Oberfläche 2 liegt bei etwa 100 Mikrometer. Der Mittenabstand der Tropfen 9 voneinander liegt ebenfalls bei etwa 100 Mikrometer. Die Variation der Auftreffpunkte und die Bahngenauigkeit des Roboters 5 liegen ebenfalls bei etwa 100 Mikrometer. Somit kann über die Erzeugung einer Sekundärbewegung in dieser Größenordnung die störende Streifenbildung reduziert oder verhindert werden.

[0027] In Figur 3 ist ein erfindungsgemäßes System mit einem Druckkopf 4 zu sehen, wobei an zwischen dem Druckkopf 4 und einer Halterung 19 des Roboters 5 ein Piezo-Aktor 10 derart angeordnet ist, dass der Druckkopf 4 mittels des Piezo-Aktors 10 relativ zum Roboter 5 bzw. zur Halterung 19 bewegbar ist. Der Piezo-Aktor erhält über die Verbindung 6 des Druckkopfes 4 Steuersignale, welche dazu führen, dass als Sekundärbewegung 16 (vgl. Fig. 1) eine Ausgleichsbewegung erfolgt. Diese Aus-

gleichsbewegung führt in Folge der Vibration des Piezo-Aktors 10 zu einem Versatz 11 des Druckkopfes 4, so dass die beiden randständigen Druckpunkte 9 der jeweiligen Druckbahnen A und B so zueinander liegen, dass deren Abstand dem mittleren Abstand der Druckpunkte der jeweiligen Druckbahnen entspricht. Die Steuersignale für den Piezo-Aktor 4 werden von einem Rechner geliefert, welcher aus der aktuell bestimmten Ist-Position des Druckkopfes 4 und der Soll-Position des Druckkopfes 4 den notwendigen Versatz 11 berechnet und ein entsprechendes Steuersignal an den Piezo-Aktor sendet. Die hierfür notwendige Ist-Position kann über einen Detektor erfasst werden. Beispielsweise können hierfür Drehgeber 12a, 12b, 12c (vgl. Figur 1) vorgesehen sein, welche die jeweiligen Winkelpositionen der Gelenke 5a, 5b, 5c erfassen, woraus die aktuelle Ist-Position des Druckkopfes 4 ermittelt werden kann.

[0028] Die Vibrationen des Piezo-Aktors 10 erzeugen Variationen der Auftreffpunkte der Tropfen bzw. der Druckpunkte 9. Diese Variationen können bevorzugt im bevorzugten Beispiel in der Größenordnung 10 bis 100 Mikrometer liegen. Die Vibrationen können einem weißen Rauschen entsprechen. Die Vibrationen können auch über die Zeit periodisch sein, müssen dann allerdings in einem nicht ganzzahligen Verhältnis zur Taktfrequenz stehen, mit der die Druckpunkte 9 erzeugt werden.

[0029] Die Amplitude der Störung des Druckkopfes 4 durch den Piezo-Aktor 10 entspricht der Amplitude der Variation des Auftreffpunkts der Tropfen, sofern die Sekundärbewegung 16 in der Ebene des Druckkopfes 4, z.B. dessen Unterseite liegt.

[0030] Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der der Piezo-Aktor 10 nicht am Druckkopf 4 sondern zwischen einem Düsen-Träger 7' für die einzelnen Tintenstrahl-Düsen 7 und einer Halterung 19 angeordnet ist. Der Piezo-Aktor 10, welcher wiederum mit Steuersignalen von einem Rechner versorgt wird, erlaubt die Ausgleichsbewegung als Relativbewegung des Düsen-Trägers 7', so dass die randständigen Druckpunkte 9 der jeweiligen Druckbahnen A und B den für einen streifenfreien Druck gewünschten Abstand aufweisen.

[0031] Die in Figur 5 gezeigte Ausführungsform weist ebenfalls einen Piezo-Aktor 10 auf, dieser ist jedoch an einem Düsen-Träger 7'' angeordnet, welcher lediglich eine Düse 7 umfasst. Die Düse 7 druckt einen Druckpunkt 9, welcher am Rand der Druckbahn A zu liegen kommt. Durch entsprechende Steuersignale zum Ausgleich der Ist-Position bezüglich der Soll-Position des Druckkopfes 4 wird der Piezo-Aktor 10 zu einer Sekundärbewegung 16 als Ausgleichsbewegung geführt. Durch diese Sekundärbewegung der Düse 7 gelangt der mit dieser Düse gedruckte Druckpunkt 9 in einen Abstand zu einem entsprechenden Druckpunkt 9 der benachbarten Druckbahn B, so dass ein streifenfreies Drucken zwischen den beiden Druckbahnen A und B möglich wird.

[0032] Die Ausführungsform, welche in Figur 6 gezeigt ist, weist ebenfalls einen Piezo-Aktor 10 auf, dieser ist

jedoch derart an eine randständige Düse 7 des Druckkopfes 4 gekoppelt, dass bei Betätigung des Piezo-Aktors 10 in Folge eines entsprechenden Steuersignals der mit der Düse zu druckende Druckpunkt 9 schräg versetzt wird und auf diese Weise der Abstand zu einem benachbarten Druckpunkt 9 der zuvor gedruckten Druckbahn B für ein streifenfreies Drucken korrigiert wird. Wie in Figur 6 dargestellt, kann durch den gesondert vorgesehenen Piezo-Aktor 10 die Flugrichtung des Tintentropfens, welcher den Druckpunkt 9 der Druckbahn A bildet, derart beeinflusst werden, dass der Tropfen nicht im Wesentlichen senkrecht zur Unterseite des Druckkopfes 4 erfolgt, sondern unter einem Winkel $\neq 90^\circ$. Bei diesem Vorgehen ist darauf zu achten, dass durch den korrigierten Druckpunkt 9 tatsächlich eine Reduzierung möglicher Streifen erfolgt und nicht neue Streifen innerhalb der Druckbahn A gebildet werden. Dies kann unter gegebenen Bedingungen dadurch erreicht werden, dass der Druckpunkt 9 der Druckbahn A soweit versetzt wird, dass weder links noch rechts (mit Bezug zur in Figur 6 gezeigten Zeichnung) vom Druckpunkt 9 Streifen durch veränderte Abstände zwischen den Druckpunkten erkennbar werden. Die Piezo-Aktor kann auch dazu verwendet werden, statistische Schwankungen der Flugbahnen (und/oder der Größen) von aufeinander folgenden Tropfen zu erzeugen, um dadurch eine Randunschärfe der Druckbahn zu erreichen, die störende Streifen reduziert oder verhindert.

[0033] Figur 7 zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Systems. Diesmal kommt zusätzlich eine Kamera 13 zum Einsatz. Ein randständiger Druckpunkt 9' der zuvor gedruckten Druckbahn B ist mit einer besonderen Druckfarbe gedruckt worden. Diese Druckfarbe weist beispielsweise spezielle Additive auf, welche angeregt werden können und eine Fluoreszenzeigenschaft aufweisen. Mit der Kamera 13 und gegebenenfalls mit einem dieser vorgeordneten Bandpassfilter 14 kann das Fluoreszenzlicht des randständigen Druckpunktes 9' erfasst werden. Ein nicht dargestellter Rechner, mit welchem die Kamera 13 über eine Leitung 15 in Verbindung steht, kann aus den Positionen der einzelnen randständigen Druckpunkte 9' in der Druckbahn B deren Kante errechnen und daraus Korrekturwerte für eine Sekundärbewegung 16 des Druckkopfes 4 beim Drucken der Druckbahn A berechnen. Diese Korrekturwerte können der Vorrichtung, welche die Sekundärbewegung einleitet, über die in Figur 1 gezeigte Verbindung 6 zugeleitet werden. Solche Vorrichtungen können beispielsweise die in den Figuren 3 bis 6 gezeigten Ausführungsformen mit jeweiligen Piezo-Aktoren 10 sein.

[0034] Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel ist in Figur 8 gezeigt. Der dargestellte Druckkopf 4 wird beim Drucken der Druckbahn A mit einem gewissen Überlapp zur bereits zuvor gedruckten Druckbahn B geführt. Ein Druckpunkt 9a, welcher ohne Korrektur mit der Düse 7b gedruckt werden würde, wird nunmehr unter Verwendung von Korrekturwerten mit einer benachbar-

ten Düse 7a gedruckt. Dadurch rückt der Druckpunkt 9a näher an den randständigen Druckpunkt 9 der zuvor gedruckten Druckbahn B und es wird dadurch ein streifenfreies Drucken ermöglicht. Die hierfür notwendige Korrektur kann beispielsweise auf die Detektion mit einer Kamera 13 (wie in Figur 7 dargestellt) zurückgreifen. Die mit der Kamera erfasste Kante der Druckbahn B wird von einem nicht dargestellten Rechner für die Korrektur der Zuordnung von Düsen und Druckpunkten verwendet. Wenn beispielsweise festgestellt wird, dass ohne Korrektur ein zu großer Abstand zwischen den randständigen Druckpunkten der beiden Druckbahnen besteht, so werden die Druckpunkte der Druckbahn A näher an die Druckpunkte der Druckbahn B herangeführt. Das kann beispielsweise dadurch geschehen, dass die Druckpunkte von jeweils benachbarten Düsen gedruckt werden, wie in Figur 8 für den Druckpunkt 9a und die beiden Düsen 7a und 7b durch den Versatz 11 dargestellt und oben beschrieben. Wenn dagegen festgestellt wird, dass die Druckpunkte der jeweiligen Druckbahnen A und B zu stark überlappen würden, so werden die Druckpunkte durch die Korrektur in die entgegengesetzte Richtung verschoben, d. h. Druckpunkte der Druckbahn A werden von benachbarten Düsen gedruckt, so dass deren Abstand zur Druckbahn B vergrößert wird.

[0035] Eine alternative Lösung sieht vor, dass der Druckkopf beim Drucken im "multi-pass"-Betrieb bei verschiedenen Durchgängen mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegt wird, wodurch eine Sekundärbewegung infolge der Variation in der Flugbahn der Tropfen erzeugt wird.

[0036] Gemäß einer weiteren alternativen Lösung werden beim Drucken im "multi-pass"-Betrieb im Bereich der Kante nicht alle Druckpunkte bei einem ersten Durchlauf gedruckt. Die Lücken zwischen den Druckpunkten des ersten Durchlaufs werden bei einem zweiten oder weiteren Durchläufen gefüllt. Druckbahn A und Druckbahn B greifen somit gewissermaßen ineinander und es gibt keine geraden Kanten zwischen ihnen.

Bezugszeichenliste

[0037]

1	System
2	Objekt
3	Oberfläche
4	Druckkopf
4'	Position
4"	Position
5	Roboter
5a bis 5c	Gelenke
6	Verbindung
7	Düse
7'	Düsenträger
7"	Düsenträger

(fortgesetzt)

7a	Düse
7b	Düse
8	Stelle
9	Druckpunkte
9a	Druckpunkte
9b	Druckpunkte
10	Piezo-Aktor
11	Versatz
12a bis 12c	Drehgeber
13	Kamera
14	Bandpassfilter
15	Verbindung
16	Sekundärbewegung
17	Primärbewegung
18	Vorrichtung
19	Halterung
A	Druckbahn
B	Druckbahn
D1	Abstände
D2	Abstände
D3	Abstände

Patentansprüche

1. System zum Bedrucken eines Objekts, welches wenigstens einen nicht ebenen Bereich der Oberfläche (3) des Objekts (2) mit einem Bild bedruckt, mit den folgenden Merkmalen:

- ein Tintenstrahl-Druckkopf (4) mit Düsen (7);
- ein Roboter (5), welcher eine Primärbewegung (17) erzeugt, wobei die Primärbewegung wenigstens zwei seitlich zueinander liegende Druckbahnen (A, B) des Tintenstrahl-Druckkopfs (4) umfasst; und
- eine Vorrichtung (18), welche eine Sekundärbewegung (16) erzeugt, wobei die Sekundärbewegung (16) im Wesentlichen senkrecht zur Primärbewegung (17) erfolgt und wodurch die Druckbahnen (A, B) seitlich aneinander anschließen.

2. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung (18) einen Piezo-Aktor (10) umfasst und die Sekundärbewegung (16) eine Bewegung des Tintenstrahl-Druckkopfs (4) ist.

3. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung (18) einen Piezo-Aktor (10) umfasst und die Sekundärbewegung (16) eine Bewegung wenigstens einer Düse (7) des Tintenstrahl-

Druckkopfs (4) ist.

4. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung (18) einen Piezo-Aktor (10) umfasst und die Sekundärbewegung (16) eine Bewegung wenigstens der Tropfen (9) einer Düse (7) des Tintenstrahl-Druckkopfs (4) ist.

5. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** die Vorrichtung (18) einen Detektor (13) umfasst, der die Ist-Positionen von Druckpunkten (9) einer ersten Druckbahn (B) erfasst;
- **dass** die Vorrichtung (18) einen Rechner (19) umfasst, der die Abweichung der Ist-Positionen der Druckpunkte von deren Soll-Positionen berechnet; und
- **dass** die Vorrichtung (18) als Sekundärbewegung (16) eine die Abweichung im Wesentlichen kompensierende Ausgleichsbewegung auf der zweiten Druckbahn (A) erzeugt.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** die Vorrichtung (18) wenigstens einen Detektor (12a, 12b, 12c) umfasst;
- **dass** der Roboter (5) ein Gelenkarm-Roboter ist;
- und **dass** der Detektor einen Drehgeber (12a, 12b, 12c) umfasst, welcher die Winkelposition eines Gelenkes (5a, 5b, 5c) des Gelenkarm-Roboters erfasst.

7. System nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Detektor einen optischen Sensor (13) oder einen Ultraschall-Sensor umfasst, welcher auf die Oberfläche (3) des Objekts (2) gerichtet ist.

8. System nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der optische Sensor (13) auf bereits gedruckte Druckpunkte auf der Oberfläche (3) gerichtet ist und deren Fluoreszenzstrahlung erfasst.

9. System nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** der Detektor (13) ein Tracking-System umfasst, welches die Position des Tintenstrahl-Druckkopfs (4) erfasst.

10. System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** die Vorrichtung einen Detektor (13) umfasst, der die Ist-Positionen von Druckpunkten (9) einer ersten Druckbahn (B) erfasst;
- **dass** die Vorrichtung einen Rechner (19) umfasst, der die Abweichung der Ist-Positionen der Druckpunkt von deren Soll-Positionen berechnet;
- **dass** die Vorrichtung als Sekundärbewegung eine die Abweichung im Wesentlichen kompensierende, seitliche Verschiebung des zu druckenden Bildes relativ zu den Düsen (7) erzeugt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

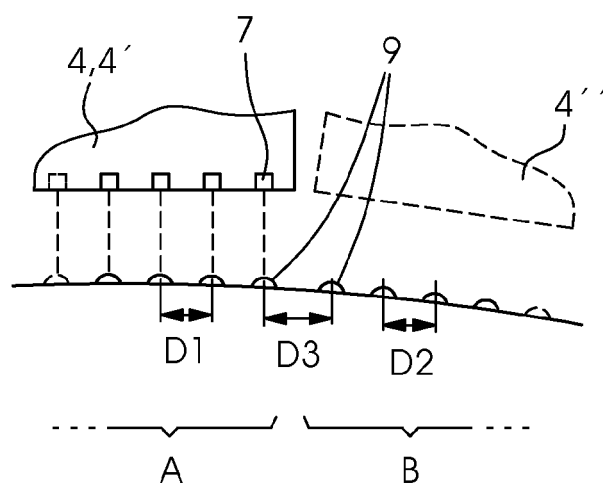
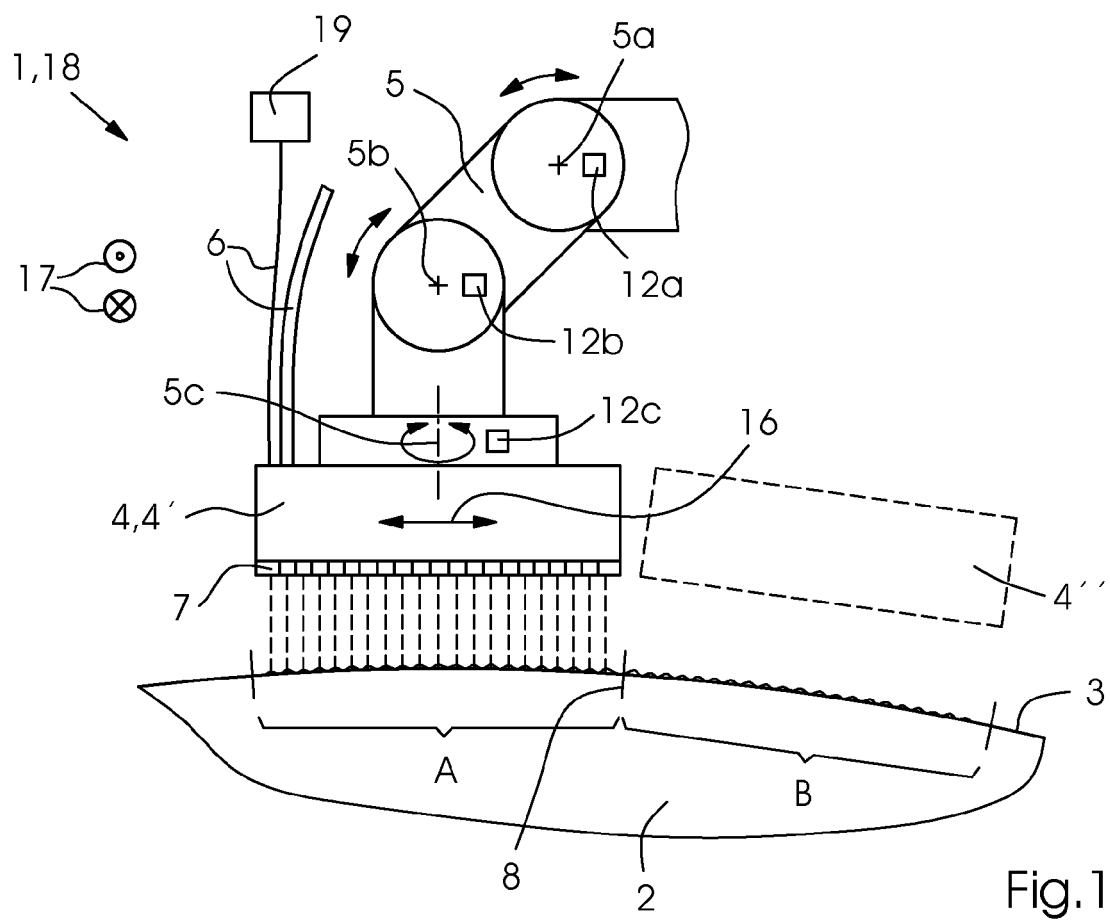


Fig.2

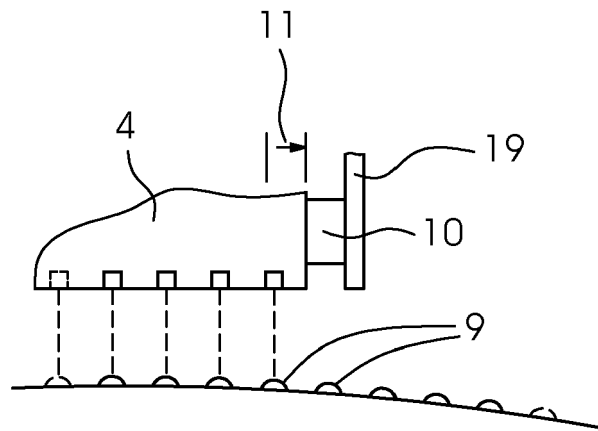


Fig.3

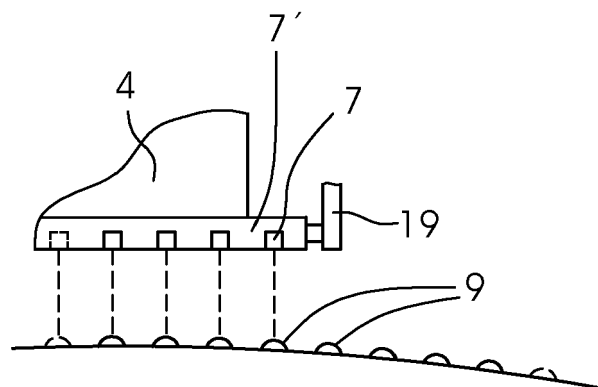


Fig.4

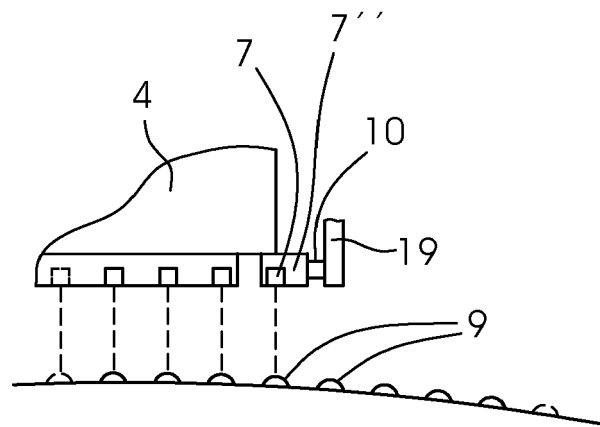


Fig.5

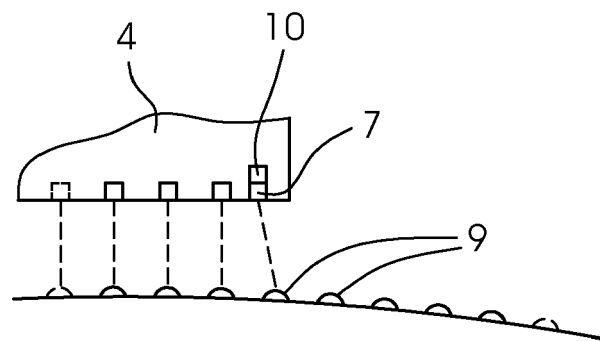


Fig.6

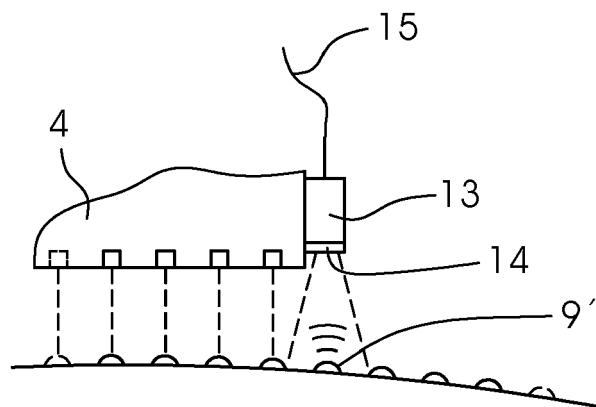


Fig. 7

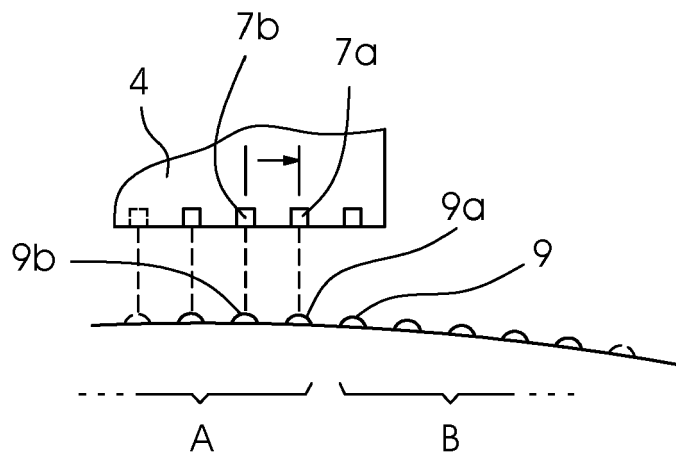


Fig. 8

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10202553 A1 [0003]
- DE 10390349 B4 [0004]
- DE 69005185 T2 [0005]
- US 20040036725 A1 [0005]
- DE 3140486 A1 [0006]
- DE 3737455 A1 [0007]