



(11) **EP 2 591 917 B2**

(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
19.09.2018 Patentblatt 2018/38

(51) Int Cl.:
B41J 3/407 ^(2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
17.12.2014 Patentblatt 2014/51

(21) Anmeldenummer: **12191421.2**

(22) Anmeldetag: **06.11.2012**

(54) **Verfahren und Vorrichtung für den Tintenstrahldruck auf gekrümmte Behälteroberflächen**

Method and device for ink-jet printing on curved container surfaces

Dispositif et procédé pour l'impression à jet d'encre sur des surfaces incurvées de récipients

(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**

(30) Priorität: **09.11.2011 DE 102011086015**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.05.2013 Patentblatt 2013/20

(73) Patentinhaber: **Krones AG**
93073 Neutraubling (DE)

(72) Erfinder:
• **Kraus, Andreas**
93073 Neutraubling (DE)
• **Sonnauer, Andreas**
93073 Neutraubling (DE)
• **Kammerl, Martin**
93073 Neutraubling (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte**
PartG mbB
Leopoldstraße 4
80802 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2004/009360 WO-A1-2004/016438
WO-A2-2009/088867 DE-A1-102005 060 785
DE-A1-102006 034 060 DE-A1-102006 038 247
DE-T2- 69 502 605 DE-T2- 69 808 976
JP-A- 2001 191 514 US-A- 5 043 740
US-A1- 2004 252 174 US-A1- 2007 019 017
US-A1- 2008 024 536 US-A1- 2010 245 423
US-B2- 9 011 967

• **JP 2001328254 A (+ENGLISCHER ABSTRACT
UND MASCHINENÜBERSETZUNG) 27.11.2001**
• **JP H10278241 A (+ENGLISCHER ABSTRACT
UND MASCHINENÜBERSETZUNG) 20.10.1998**
• **JP 2007008110 A (+ENGLISCHER ABSTRACT
UND MASCHINENÜBERSETZUNG) 18.01.2007**

EP 2 591 917 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung für den Tintenstrahldruck auf gekrümmte Oberflächen von Behältern, insbesondere von PET-Flaschen oder Glasflaschen.

[0002] Der Tintenstrahldruck auf Behälter, wie Getränkeflaschen und dergleichen, ist aufgrund der Gestaltungsfreiheit bei der Umsetzung komplexer Druckmotive und der schnellen Anpassbarkeit an unterschiedliche Produkte vorteilhaft. Aufgrund der meist gekrümmten Behälteroberflächen und bei Verwendung zeilenartiger Druckköpfe, die wegen des geforderten schnellen Durchsatzes in Getränkeabfülllinien üblich sind, treten jedoch unerwünschte Abweichungen des erzeugten Druckbilds von der jeweiligen Vorlage auf, insbesondere ein unpräziser Druck, der zu unsauberen Konturen im Druckbild führt.

[0003] Wie aus der EP 1 435 296 A1, der EP 0 385 624 A1 und der WO 03 002349 hervorgeht, wurde bereits versucht, den Tintenstrahldruck auf gekrümmte Behälteroberflächen durch präzises Führen der Druckköpfe und Oberflächen zu verbessern. Ungelöst bleiben jedoch Probleme beim Druck auf unebene Behälterkonturen und bei Verwendung von Druckköpfen mit mehreren hintereinander angeordneten Düsenzeilen. Insbesondere Probleme durch unterschiedliche Druckabstände und versetzte sowie bezüglich der Behälteroberfläche verkippte Düsenzeilen bleiben bei den beschriebenen Lösungsansätzen bestehen. Ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der US 2007/0019017 A1 bekannt.

[0004] Es besteht daher der Bedarf für in dieser Hinsicht verbesserte Druckverfahren und entsprechende Vorrichtungen.

[0005] Die gestellte Aufgabe wird mit einem Verfahren nach Anspruch 1 gelöst. Demnach wird die zu bedruckende gekrümmte Oberfläche relativ zu wenigstens einer Düsenreihe bewegt, die quer oder schräg zur Richtung der Relativbewegung ausgerichtet ist. Ferner werden Tintentropfen zu Ausstoßzeitpunkten ausgestoßen, die für die einzelnen Tintentropfen in Abhängigkeit des jeweiligen Druckabstands der ausstoßenden Düse eingestellt werden.

[0006] Die Ausstoßzeitpunkte lassen sich insbesondere durch Verschieben einzelner Bildpunkte auf einer zu druckenden Bildvorlage in oder entgegen des Druckvorschubs einstellen. Bildpunkte, die entgegen der Druckrichtung, die im Sinne eines Druckvorschubs zu verstehen ist, verschoben sind, werden zu einem früheren Zeitpunkt gedruckt als nicht verschobene Bildpunkte und umgekehrt. Es ist daher lediglich die Druckvorlage anzupassen, ohne die Ausstoßzeitpunkte einzelner Düsen mittels separater Steuersignale individuell verstellen zu müssen. Letzteres ist jedoch prinzipiell ebenso möglich.

[0007] Dadurch können Fehler beim Umsetzen zweidimensionaler Druckvorlagen in einen dreidimensionalen Druck auf einfache Weise und bei flächig homogener Druckqualität reduziert oder kompensiert werden. Derartige Fehler können von der Relativbewegung zwischen Druckkopf und zu bedruckender Oberfläche verursacht werden, durch eine unterschiedliche Flugdauer der Tintentropfen, durch unregelmäßige Oberflächen und/oder einen bauartbedingten Versatz und schräges Auftreffen von Tintenstrahlen bezüglich einer vorgegebenen Druckposition. Insbesondere PET-Flaschen und Glasflaschen können durch die Herstellung bedingt Maßtoleranzen aufweisen, die erfindungsgemäß durch Anpassen der Ausstoßzeitpunkte kompensiert werden können, um dennoch ein gewünschtes Druckbild zu gewährleisten. Bei Dosen, insbesondere aus Blech, kann dies auch der Fall sein.

[0008] Die Relativbewegung entspricht hierbei im Wesentlichen einer Druckbewegung zwischen Druckkopf und zu bedruckender Oberfläche im Sinne eines Vorschubs in Spaltenrichtung oder Zeilenrichtung. Der Druckabstand kann für alle Düsen der Düsenreihe identisch sein. Die Ausstoßzeitpunkte einer Düsenreihe können dann ebenfalls identisch sein.

[0009] Es sind wenigstens zwei Düsenreihen in der Bewegungsrichtung hintereinander liegend vorgesehen, und die Ausstoßzeitpunkte werden in Abhängigkeit von einem Abstand zwischen den Düsenreihen eingestellt. Dadurch können Laufzeitunterschiede der Düsenreihen bis zum Erreichen einer vorgegebenen Druckposition über der Objektoberfläche ausgeglichen werden, ebenso Abweichungen der Flugbahnen von einer idealisierten, senkrechten Einfallsrichtung der Tintentropfen auf die Objektoberfläche.

[0010] Bei einer besonders günstigen Weiterbildung werden die Ausstoßzeitpunkte ferner in Abhängigkeit von einem jeweils mit der Oberfläche gebildeten Auftreffwinkel der Tintentropfen eingestellt. Dadurch kann ein geometrischer Versatz einzelner Düsenreihen bezüglich einer vorgegebenen Druckposition besonders genau berechnet und im Druckbild kompensiert werden.

[0011] Es sind wenigstens zwei Düsenreihen in der Bewegungsrichtung hintereinander liegend und beidseitig einer bezüglich der Hauptachse des Behälters radial ausgerichteten Mittelposition vorgesehen, und die Ausstoßzeitpunkte der Tintentropfen werden ferner in Abhängigkeit von einem Abstand zwischen einer Transportbahn der Behälter und der Mittelposition, einem Abstand zwischen der jeweiligen Düsenreihe und der Mittelposition, und dem jeweiligen Radius des Behälters eingestellt. Diese Abstände definieren im Wesentlichen die Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Hypothenuse durch eine gedachte Verbindungslinie von der Hauptachse des Behälters zur jeweiligen Düsenreihe ausgebildet wird.

[0012] Die Transportbahn ist beispielsweise eine Umlaufbahn eines Flaschentischs. Der Abstand zwischen der Mittelposition und der Transportbahn ist beispielsweise bezüglich des Teilkreises einer Umlaufbahn und/oder der Bewe-

gungsbahn der Behälterhauptachsen definiert. Die Mittelposition entspricht der gedachten Position einer radial ausgerichteten Düsenreihe. Anhand der oben genannten Abstände lässt sich die Drucksteuerung besonders einfach an unterschiedliche Behälterabmessungen und Behältertische anpassen.

[0013] Die Transportbahn der zu bedruckenden Behälteroberfläche kann sich von der Transportbahn einer zugehörigen Halterung für den Behälter um eine Maschinendrehachse unterscheiden, je nach Lage der Drehachse des Behälters bezüglich seines Querschnitts. Bei Behältern mit im Wesentlichen kreisförmigem Querschnitt ist die Drehachse gleich der Längsachse / Hauptachse des Behälters. Wenn die Maschine taktweise betrieben wird, kann der Behälter vor einem stationären Druckkopf angehalten werden und sich vor diesem drehen, was die oben genannte Relativbewegung verursacht. Es kann auch zu Überschneidungen der beiden Bewegungen kommen, wenn sich sowohl die Maschine als auch der auf ihr befindliche Behälter gleichzeitig drehen.

[0014] Wenn die Druckköpfe auf der sich drehenden Maschine angebracht sind, findet eine Relativbewegung bevorzugt nur durch Drehung des Behälters um seine Längsachse statt. Es wäre aber auch denkbar, dass die Druckköpfe mit einer anderen Umfangsgeschwindigkeit als die Behälter transportiert werden. Es ist somit auch diesbezüglich eine kombinierte Relativbewegung denkbar.

[0015] Vorzugsweise sind wenigstens zwei Düsenreihen in der Bewegungsrichtung hintereinander liegend vorgesehen, und die Düsenreihen sind quer zur Bewegungsrichtung versetzt, insbesondere um die Hälfte, beispielsweise bei einem Druckkopf mit zwei Düsenreihen, oder ein Drittel, beispielsweise bei einem Druckkopf mit drei Düsenreihen, der jeweiligen Druckauflösung entlang der Düsenreihen. Die Düsen drucken somit in die Druckzwischenräume der jeweils vorlaufenden Düsen. Damit lässt sich die Druckqualität weiter optimieren.

[0016] Vorzugsweise wird die Oberfläche vor der Düsenreihe um eine Drehachse bewegt, und der Druckabstand wird bezüglich einer um die Drehachse gebildeten abwickelbaren Mantelfläche definiert. Dies vereinfacht die Berechnung eines geometrischen Versatzes der einzelnen Düsenreihen.

[0017] Bei einer besonders günstigen Ausgestaltung wird eine Druckvorlage zum Ansteuern der wenigstens zwei Düsenreihen auf einer Abwicklung der Mantelfläche erstellt. Dies erleichtert die Anpassung einer zweidimensionalen Druckvorlage an die gekrümmte Druckfläche.

[0018] Bei einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wird die Düsenreihe entlang der Oberfläche bewegt, und der Druckabstand wird bezüglich wenigstens einer abwickelbaren Fläche definiert, die parallel zu einer Symmetrieachse des zu bedruckenden Objekts ausgerichtet ist. Damit lassen sich insbesondere auch nicht-rotationssymmetrische Oberflächen mit verbesserter Genauigkeit bedrucken.

[0019] Erfindungsgemäß werden die Ausstoßzeitpunkte eingestellt, indem Bildpunkte eines Druckmotivs auf einer Druckvorlage in der Bewegungsrichtung oder gegen die Bewegungsrichtung verschoben werden und die wenigstens zwei Düsenreihen auf Grundlage der verschobenen Bildpunkte angesteuert wird. Auf der Druckvorlage in Bewegungsrichtung zueinander versetzte Bildpunkte werden zu unterschiedlichen Zeitpunkten gedruckt. Die zugehörigen Tintentropfen werden folglich zu unterschiedlichen Zeitpunkten ausgestoßen. Somit können unterschiedliche Druckabstände der Düsen durch ein gezieltes Verzerren des Druckmotivs auf der Druckvorlage in Bewegungsrichtung kompensiert werden.

[0020] Ergänzend könnten die Ausstoßzeitpunkte angepasst werden, indem einzelnen Düsen oder einzelnen Bildpunkten einer Druckvorlage jeweils ein Zeitversatz zugeordnet wird und die Tintentropfen unter Berücksichtigung des jeweils zugeordneten Zeitversatzes ausgestoßen werden. Dadurch lässt sich ein Zeitversatz unabhängig von der Druckvorlage einzelnen Düsen oder Düsenreihen zuordnen.

[0021] Vorzugsweise ist eine mittlere Düsenreihe in einer bezüglich der Hauptachse des Behälters radial ausgerichteten Mittelposition vorgesehen, und die der mittleren Düsenreihe zugeordneten Bildpunkte auf der Druckvorlage werden bezüglich der Bewegungsrichtung nicht oder weniger verschoben werden als Bildpunkte, die bezüglich der Bewegungsrichtung davor oder dahinter liegenden Düsenreihen zugeordnet sind. Die mittlere Düsenreihe kann dann als Referenzposition bezüglich der Bewegungsrichtung verwendet und die Anpassung der Ausstoßzeitpunkte vereinfacht werden.

[0022] Erfindungsgemäß werden die Bildpunkte auf der Druckvorlage, welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, die zum Zeitpunkt des Druckens bzw. Tintenausstoßes weiter weg von der Mittelposition gelegen ist, weiter verschoben, als die Bildpunkte, welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, die sich näher an der Mittelposition befindet.

[0023] Insbesondere werden die Bildpunkte auf der Druckvorlage, welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, die zum Zeitpunkt des Druckens bzw. Tintenausstoßes weiter weg von der Behälteroberfläche gelegen ist, weiter verschoben, als die Bildpunkte, welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, die sich näher an Behälteroberfläche befindet. Letzteres betrifft insbesondere auch Düsen einer Düsenreihe, beispielsweise jeweils benachbarte Düsen einer Düsenreihe, also Düsen mit einem Abstand in Längsrichtung des Behälters. Dieses Prinzip trifft sowohl auf Druckköpfe mit gerader Anzahl von Düsenreihen als auch auf Druckköpfe mit ungerader Anzahl von Düsenreihen zu. Weiterhin kann dieses Prinzip insbesondere bei Behältern eingesetzt werden, welche Erhebungen und/oder Vertiefungen aufweisen, deren Oberfläche von einem Nenndurchmesser der Außenoberfläche des Behälters abweicht.

[0024] Weist der Druckkopf zwei, vier oder ein anderes ganzzahliges Vielfaches von zwei Düsenreihen auf, so gibt es bevorzugt keine mittlere Düsenreihe.

[0025] Es kann auch vorkommen, dass die Bildpunkte auf der Druckvorlage, welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, in eine andere Richtung, insbesondere in die entgegen gesetzte Richtung, verschoben werden als die Bildpunkte auf der Druckvorlage, welche einer anderen Düsenreihe zugeordnet sind. Insbesondere sind diese zwei Düsenreihen dann auf entgegen gesetzten Seiten der Mittelposition angeordnet.

[0026] Vorzugsweise werden die Ausstoßzeitpunkte der Tintentropfen an entlang des Behälterumfangs vorgesehene konvexe und konkave Krümmungsradien angepasst. Damit lassen sich auch strukturierte Oberflächen mit Erhebungen und Vertiefungen variabel und exakt bedrucken.

[0027] Die Ausstoßzeitpunkte könnten ferner auch in Abhängigkeit von der Flugdauer der Tintentropfen und in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der zu bedruckenden Oberfläche in Bewegungsrichtung eingestellt werden. Ebenso lassen sich äußere Störeinflüsse, wie beispielsweise auf Grund von Luftverwirbelungen, Gravitation und Reibung berücksichtigen. Insbesondere kann eine unterschiedlich weite Relativbewegung der Oberfläche bezüglich der Düsenreihe für unterschiedliche Druckabstände mit einer eigenen Korrekturfunktion ausgeglichen werden. Tintentropfen werden auf Grund dieser Korrekturfunktion vorzugsweise um so eher ausgestoßen je größer der Druckabstand ist.

[0028] Ferner könnte die Tropfengröße an einen mit der Objektoberfläche gebildeten Auftreffwinkel der Tintentropfen angepasst werden. Dadurch lässt sich die gewünschte optische Dichte der Tinte auf der Oberfläche auch für unterschiedliche Auftreffwinkel erzielen. Insbesondere sind die Tropfen umso größer je schräger die Tintentropfen auf die Oberfläche treffen. Die kleinste Tropfengröße ergibt sich hier bei rechtwinkliger Einfallrichtung.

[0029] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung beträgt der Druckabstand 0,5 bis 20 mm, insbesondere 1 bis 7 mm. Damit lassen sich die meisten handelsüblichen Behälter mit einer verbesserten Qualität bedrucken.

[0030] Eine weitere bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst ferner einen Schritt zum Herstellen einer Druckvorlage, bei dem: ein vorgegebenes Bildraster auf die zu bedruckende Oberfläche gelegt wird; ein Druckmotiv auf Grundlage des Bildrasters gerastert wird; und das gerasterte Druckmotiv auf wenigstens eine abwickelbare Fläche projiziert wird, um projizierten Bildpunkten des Druckmotivs Druckkoordinaten auf einer Abwicklung der Fläche zuzuweisen. Dadurch lässt sich der Druck ausgehend von dem auf das Objekt gerasterten Druckmotiv optimieren. Dies vereinfacht die Berechnung und Anpassung einzelner Korrekturfunktionen beispielsweise zur Kompensation eines geometrischen Versatzes einzelner Düsenreihen, von Flugzeitunterschieden, durch Behälterkonturen verursachte Variationen des Druckabstands und dergleichen.

[0031] Mit dem Schritt zum Herstellen der Druckvorlage lässt sich außerdem eine eigenständige Aufgabe lösen, nämlich Druckvorlagen überwiegend objektorientiert erstellen zu können. Dies wird dadurch erzielt, dass das Druckmotiv zuerst aus gestalterischer Sicht an das zu bedruckende Objekt angepasst werden kann und anschließend eine demgegenüber gezielt verzerrte Druckvorlage erzeugt wird. Anders gesagt kann das Druckbild im noch unverzerrten Zustand gemeinsam mit dem zu bedruckenden Objekt begutachtet und optimiert werden.

[0032] Vorzugsweise wird das gerasterte Druckmotiv auf wenigstens eine Mantelfläche projiziert, wobei der Projektionsursprung auf der Rotationsachse der Mantelfläche liegt. Dadurch werden das Erstellen von Druckvorlagen und das Anpassen der Druckvorlagen an unterschiedliche Druckabstände erleichtert.

[0033] Bei einer besonders günstigen Weiterbildung der Erfindung wird der Schritt zum Herstellen der Druckvorlage mittels eines dreidimensionalen Rechenmodells der zu bedruckenden Oberfläche ausgeführt. Dies ermöglicht eine aus gestalterischer Sicht besonders komfortable und vielseitige sowie eine Ressourcen schonende Optimierung des Druckbilds.

[0034] Die gestellte Aufgabe wird ferner gelöst mit einer Vorrichtung für den Tintenstrahldruck auf gekrümmte Objektoberflächen, insbesondere Behälteroberflächen, mit den Merkmalen des Anspruchs 15. Bevorzugte Weiterbildungen der Vorrichtung sind ferner zum Ausführen der erfindungsgemäßen Weiterbildungen des beschriebenen Verfahrens ausgebildet.

[0035] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Behälters und einer Düsenzeile eines Druckkopfs, gesehen in Druckrichtung;

Fig. 2 eine gegenüber der Fig. 1 um 90° seitlich geschwenkte Ansicht des Behälters und des Druckkopfs;

Fig. 3 ein Schema zur Verdeutlichung unterschiedlicher Druckabstände und Flugzeiten der Tintentropfen;

Fig. 4 ein Schema zur Verdeutlichung unterschiedlicher Druckdichten in Abhängigkeit des Auftreffwinkels und der Tropfengröße;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Rasterprojektion auf eine abwickelbare Fläche; und

Fig. 6 eine Seitenansicht eines Behälters mit einem schematisch gerasterten Druckmotiv.

[0036] Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 und 2 wird nachfolgend eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Tintenstahldruck auf Behälter 1, wie beispielsweise Getränkeflaschen, beschrieben. Es eignet sich jedoch generell auch zum Bedrucken anderer Objekte mit gekrümmten Oberflächen. Eine derartige Oberfläche 2 ist in der Fig. 1 schematisch als Abschnitt der Seitenwand des Behälters 1 dargestellt. Die Oberfläche 2 ist vor einem Druckkopf 3 mit Düsenreihen 4 um die Hauptachse 1' des Behälters 1 drehbar positioniert. Drucker mit entsprechenden Düsenreihen 4 und Positioniereinheiten zum Ausführen einer Druckbewegung zwischen dem Druckkopf 3 und der zu bedruckenden Oberfläche 2 können hierbei in bekannter Weise angeordnet werden. Erfindungsgemäß werden diese mit einer (nicht dargestellten) Steuereinheit und/oder Auswerteeinheit kombiniert, um die Druckzeitpunkte der Düsenreihen 4 und/oder einzelner an diesen vorgesehener Düsen 4a abhängig vom jeweiligen Druckabstand einzustellen.

[0037] Wie die Fig. 2 erkennen lässt, sind beispielsweise wenigstens zwei Düsenreihen 4 in Druckrichtung 5 hintereinander angeordnet, so dass in der Fig. 1 nur eine der Düsenreihen 4 erkennbar ist. Angedeutet ist ferner eine optionale mittlere Düsenreihe 4', die in einer Mittelposition M radial bezüglich der Hauptachse 1' des Behälters 1 ausgerichtet ist. Die einzelnen Düsen 4a der Düsenreihen 4, 4' sind jeweils mit einem individuellen Druckabstand 6 zur Oberfläche 2 angeordnet. Die Düsenreihen 4, 4' sind quer oder schräg, insbesondere orthogonal, zur Druckrichtung 5 ausgerichtet und definieren eine maximale Druckbreite B des Druckkopfs 3. Die Anzahl der dargestellten Düsenreihen 4, 4' und der Düsen 4a ist hierbei lediglich beispielhaft. Ebenso könnten mehrere Druckköpfe 3 vorgesehen sein. Diese sind dann vorzugsweise parallel zur Hauptachse 1' miteinander fluchtend angeordnet, insbesondere derart, dass die Düsenreihen 4 symmetrisch zur Mittelposition M ausgerichtet sind bzw. eine gegebenenfalls vorgesehene mittlere Düsenreihe 4' exakt radial in der Mittelposition M ausgerichtet ist, wie dies in der Fig. 2 angedeutet ist.

[0038] Wie die Fig. 2 ferner verdeutlicht, ist die Druckrichtung 5 im Sinne eines Druckvorschubs durch die Relativbewegung zwischen dem Druckkopf 3 und der zu bedruckenden Oberfläche 2 im Bereich des Druckkopfs 3 definiert, in gezeigten Beispiel durch die Tangente an eine Umfangslinie 2' der Oberfläche 2 an der Druckposition eines Bildpunkts P unterhalb des Druckkopfs 3.

[0039] Die Ausstoßzeitpunkte der Tintentropfen 9 können beispielsweise in Abhängigkeit von einem Abstand zwischen einer Transportbahn der Behälter 1 und der Mittelposition M, einem Abstand zwischen der jeweiligen Düsenreihe 4 und der Mittelposition M, und dem jeweiligen Radius r_x des Behälters 1 eingestellt werden. Diese Abstände definieren im Wesentlichen die Katheten eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Hypotenuse durch eine gedachte Verbindungslinie von der Hauptachse 1' des Behälters 1 zur jeweiligen Düsenreihe 4 ausgebildet wird. In der Fig. 2 entsprechen diese Katheten der Strecke $r_N + d_N$ bzw. der Strecke $X/2$.

[0040] In einem umfänglichen Teilbereich ist ferner eine alternative Umfangslinie 2" beispielhaft angedeutet, die eine Behälteroberfläche mit konkaven und konvexen Krümmungen repräsentiert. In diesem Fall variiert der Druckabstand 6 entlang des Umfangs des sich drehenden Behälters 1. Bei bekannter Drehlage des Behälters 1 lässt sich der Ausstoß der Tintentropfen 9 erfindungsgemäß an Vertiefungen und Erhebungen entlang des Behälterumfangs gezielt anpassen.

[0041] Wie die Fig. 1 andeutet, kann der Druckabstand 6 unmittelbar als Abstand zur zu bedruckenden Oberfläche 2 definiert werden. Wie nachfolgend noch ausführlicher unter Bezugnahme auf die Fig. 5 und 6 beschrieben wird, kann der Druckabstand 6' aber auch als virtuelle Größe in Bezug auf eine abwickelbare Fläche 7 definiert werden, die beispielsweise eine virtuelle Mantelfläche um die Hauptachse 1' des zu bedruckenden Behälters 1 ist. Geeignete Mantelflächen sind Zylinder, Kegel, Kegelstümpfe und beliebige Kombinationen daraus.

[0042] Alternativ zu der in den Fig. 1 und 2 angedeuteten Drehung des Behälters 1 könnte der Druckkopf 3 an der Oberfläche 2 entlang bewegt werden (nicht gezeigt), insbesondere falls der zu bedruckende Behälter keinen rotationssymmetrischen Querschnitt aufweist sondern beispielsweise einen elliptischen Querschnitt. In diesem Fall könnte die Erzeugende einer zur Definition des Druckabstands und/oder als Druckvorlage verwendeten abwickelbaren Fläche entlang einer Ellipse verlaufen oder dergleichen. Die abwickelbare Fläche wäre dann parallel zu einer Symmetrieachse des Behälters und parallel zur Düsenreihe 4, 4' auszurichten.

[0043] Im Beispiel der Fig. 2 ist die abwickelbare Fläche 7 durch ihren Radius r_N um die Hauptachse 1' des Behälters 1 definiert, die Lage eines Bildpunkts P auf der zu bedruckenden Oberfläche 2 durch den Radius r_x . Ferner ist der Druckkopf 3 in einem Abstand d_N von der abwickelbaren Fläche 7 positioniert. In diesem Fall ist der Druckabstand 6 des Bildpunkts P auf dem Radius r_x definitionsgemäß gleich $d_N + r_N - r_x$.

[0044] Nachfolgend werden Korrekturfunktionen zur Korrektur von Druckzeitpunkten in Abhängigkeit vom Druckabstand anhand der in der Fig. 2 dargestellten Koordinaten beschrieben. Entsprechende Berechnungen in Abhängigkeit des jeweiligen tatsächlichen oder virtuellen Druckabstands 6, 6' ließen sich jedoch auch unter Verwendung anderer Koordinatensysteme durchführen. Das gezeigte Beispiel hat allerdings den Vorteil, dass sich die abwickelbare Fläche 7 sowohl zur Definition des virtuellen Druckabstands 6' eignet als auch zur Definition einer Druckvorlage 8.

[0045] Zwischen den Düsenreihen 4 ist in der Druckrichtung 5 bauartbedingt ein Abstand X vorzusehen. Damit lassen sich übliche Druckauflösungen von beispielsweise 300 bis 600 dpi erreichen. Auf Grund der Krümmung der Oberfläche 2 können Tintentropfen 9 nicht aus mehreren hintereinander liegenden Düsenreihen 4 gleichzeitig orthogonal auf die Oberfläche 2 auftreffen. Daraus folgt ein durch den Abstand X der Düsenreihen 4 verursachter geometrischer Versatz der Tropfen 9 aus den Düsenreihen 4. Dieser Effekt ist umso stärker je kleiner das Verhältnis des Krümmungsradius r_x

an der Druckposition zum Abstand X der Düsenreihen 4 ist. Das Problems und dessen Lösung werden an Hand des in der Fig. 2 angedeuteten geometrischen Druckversatzes Δx_g in Druckrichtung 5 eines Bildpunkts P auf dem Radius r_x mit den folgenden Formeln (1) bis (3) beschrieben:

$$(1) c^2 = (r_N + d_N)^2 + \left(\frac{X}{2}\right)^2 \rightarrow (1') c = \sqrt{(r_N + d_N)^2 + \left(\frac{X}{2}\right)^2}$$

$$(2) \alpha = \arctan \frac{\left(\frac{X}{2}\right)}{r_N + d_N}$$

$$(3) \Delta x_g = (c - r_x) \cdot \sin \alpha$$

(1'), (2) in (3)

$$\Delta x_g = \left(\sqrt{(r_N + d_N)^2 + \left(\frac{X}{2}\right)^2} - r_x \right) \cdot \sin \left[\arctan \left(\frac{\left(\frac{X}{2}\right)}{r_N + d_N} \right) \right]$$

[0046] Wie die Fig. 2 erkennen lässt, resultiert der geometrische Druckversatz Δx_g daraus, dass die Tintentropfen 9 dann nicht senkrecht auf die Oberfläche 2 treffen. Der Druckversatz Δx_g ist somit vom Druckabstand 6, 6' und dem Abstand X der Düsenreihen 4 abhängig. Wird zu diesem Zweck ein virtueller Druckabstand 6' mit Hilfe der abwickelbaren Fläche 7 definiert, dient diese vorzugsweise auch als Projektionsfläche zur Herstellung der zugehörigen Druckvorlage 8. Der virtuelle Druckabstand 6' ist im Beispiel gleich $r_N - r_x$.

[0047] Ausgehend von dem Druckversatz Δx_g kann eine Korrekturfunktion für die jeweilige Düsenreihe 4 berechnet werden. Diese Korrekturfunktion kann optional durch eine Nullpunktkorrektur ergänzt werden, indem der Druckversatz Δx_N auf der abwickelbaren Fläche 7 berücksichtigt wird, beispielsweise durch Differenzbildung mit dem Druckversatz Δx_g auf der zu bedruckenden Oberfläche 2. Dadurch lässt sich die Druckqualität zusätzlich verbessern.

[0048] Die Korrektur erfolgt dann mittels einer Anpassung des Ausstoßzeitpunktes der Tintentropfen 9, also durch gezielt verzögertes oder vorgezogenes Ausstoßen aus den in Druckrichtung 5 zueinander versetzten Düsenreihen 4. Erfindungsgemäß wird der Ausstoßzeitpunkt insbesondere durch ein Verschieben einzelner Bildpunkte auf der Druckvorlage 8 in oder entgegen der Bewegungsrichtung 5, also der Druckrichtung, erreicht. Diese Korrektur ist für jede Düsenreihe 4 separat zu berechnen, beispielsweise für entsprechende Druckzeilen in der Druckvorlage 8. Der Druckversatz Δx_g wäre im Beispiel der Fig. 2 zum Drucken eines beliebigen Bildpunkts mit der linken Düsenreihe 4 zu dessen druckrichtungsspezifischer Bildkoordinate zu addieren, zum Drucken desselben Bildpunkts mit der rechten Düsenreihe 4 von dessen Bildkoordinate zu subtrahieren.

[0049] Ist eine mittlere Düsenreihe 4' in radialer Ausrichtung an der Mittelposition M vorgesehen, so kann die Mittelposition M als Referenz zur Kompensation des geometrischen Druckversatzes Δx_g verwendet werden. Die Bildkoordinaten der mittleren Düsenreihe 4' müssten bezüglich des geometrischen Druckversatzes dann nicht verschoben werden, sondern lediglich die Bildkoordinaten der außen liegenden Düsenreihen 4.

[0050] Ist der Druckabstand 6, 6' aufgrund der Kontur der Behälterseitenwand für einzelne Düsen 4a unterschiedlich, so kann der Druckversatz Δx_g nichtsdestoweniger für einzelne Düsen 4a separat berechnet werden. Die Ausstoßzeitpunkte können dann für einzelne Düsen 4a nach obigem Schema durch Verschieben von Bildkoordinaten angepasst werden.

[0051] Eine weitere Korrekturfunktion kann unterschiedlich lange Flugzeiten der Tintentropfen 9 kompensieren. Auch hier erfolgt grundsätzlich eine Korrektur unterschiedlicher Druckabstände 6, 6', die während der Relativbewegung zwischen der Oberfläche 2 und den Düsenreihen 4 bewirken, dass trotz näherungsweise gleicher Tropfengeschwindigkeit v_T und gleichem Ausstoßzeitpunkt der Tropfen 9 unterschiedliche Druckpositionen P in Druckrichtung 5 bedruckt werden. Dies verursacht ein verzerrtes und/oder unscharfes Druckbild. Ohne Rücksichtnahme auf Reibungsverluste und damit

verbundene Verzögerungen der Tropfen 9 können Flugzeitunterschiede Δt wie folgt mit den Formeln (4) und (5) berücksichtigt und ein dadurch verursachter Druckversatz Δx_t berechnet und bei Bedarf korrigiert werden:

$$(4) \Delta x_t = \Delta t \cdot v_o$$

$$(5) \Delta t = \frac{\Delta y}{v_T}; \Delta y = r_N - r_x$$

$$(5') \Delta t = \frac{r_N - r_x}{v_T}$$

$$(5') \text{ in } (4) \Delta x_t = \frac{r_N - r_x}{v_T} \cdot v_o$$

[0052] Wie die Fig. 3 andeutet, fliegt ein Tintentropfen 9 bis zur Oberfläche 2 beispielsweise um die Strecke Δy weiter als bis zur abwickelbaren Fläche 7 und benötigt somit die Zeit Δt länger bis zur Oberfläche 2. In dieser Zeitspanne bewegt sich die zu bedruckende Oberfläche 2 mit der Geschwindigkeit v_o weiter. Der resultierende Versatz Δx_t kann analog zum geometrisch verursachten Druckversatz Δx_g in eine Korrekturfunktion zum verzögerten oder vorgezogenen Ausstoßen der Tintentropfen 9 integriert werden, beispielsweise durch entsprechendes Verschieben der zugehörigen Bildpunkte auf der Druckvorlage 8. Die Geschwindigkeit der Oberfläche 2 lässt sich vorzugsweise auch als Relativwert bezüglich der Geschwindigkeit der abwickelbaren Fläche 7 definieren. Diese Korrektur ist abhängig von der Druckgeschwindigkeit v_o und ist entsprechend hierfür anzupassen.

[0053] Unter realen Bedingungen treten ferner Reibungsverluste der Tropfen in der Luft auf. Abhängig vom Tropfendurchmesser können Kalibrierfunktionen, beispielsweise zur Abhängigkeit der Tropfengeschwindigkeit von der Flugzeit, bestimmt werden und in die Korrektur einfließen.

[0054] Auch Luftströmungen und andere Umwelteinflüsse, wie beispielsweise Temperaturschwankungen, elektrostatische Potentiale, Magnetfelder und dergleichen, können je nach Tropfengröße, Tintenart und Druckkopftyp eine Deplatzierung der Tintentropfen 9 verursachen. Weitere Korrekturfunktionen können hierzu auch empirisch ermittelt werden und die erfindungsgemäße Korrektur des Druckversatzes durch Koordinatenverschiebung in der Druckvorlage einfließen.

[0055] Die beschriebenen Korrekturfunktionen können vor dem Laden des Druckmotivs ausgeführt werden, beispielsweise aber auch nach der Separierung der Farbkanäle. Alternativ könnten einzelne oder alle Korrekturfunktionen auch durch Vorgabe eines explizit definierten Zeitversatzes für die verzögerte oder vorgezogene Ansteuerung einzelner Düsenreihen 4, 4' und/oder Düsen 4a zur Veränderung der Ausstoßzeitpunkte realisiert oder auch nur durch einen derartige Korrekturzeitspanne ergänzt werden.

[0056] Eine Gesamtkorrekturfunktion in Abhängigkeit des tatsächlichen oder virtuellen Druckabstands 6, 6' könnte beispielsweise folgende Terme umfassen, wobei der Druckabstand 6, 6' hier zugunsten einer besseren Lesbarkeit mit "d" bezeichnet ist:

- $f\Delta x_g(d)$ geometrische Korrektur;
- $f\Delta x_t(d)$ Flugzeitkorrektur; und
- $f\Delta x_u(d)$ Korrektur von Umwelteinflüssen, Luftströmungen und dergleichen

[0057] Für jede Düsenreihe 4 und/oder einzelne Düsen 4a kann die Korrektur der x-Koordinate eines Bildpunkts P in Druckrichtung 5 beispielsweise wie folgt allgemein beschrieben werden:

$$P_{(x',y)}(d) = P_{(x,y)}(d) + f\Delta x_g(d) + f\Delta x_t(d) + f\Delta x_u(d)$$

[0058] Die Korrektur erfolgt dann durch Verschieben des Bildpunkts P von x nach x'.

[0059] Korrekturfunktionen oder einzelne Korrekturwerte können auch empirisch durch geeignet geformte Testkörper und/oder Testmuster ermittelt werden. Vorzeichen und Formel der Korrekturfunktionen sind von der Lage der Düsenreihe

relativ zur virtuellen Druckposition abhängig. Die virtuelle Druckposition ist definiert z.B. durch die Position der Rotationsachse der Abwicklung unter dem Druckkopf.

[0060] Eine außerdem mögliche Anpassung der Farbdichte oder Tintendichte des Aufdrucks an eine dreidimensionale Kontur der zu bedruckenden Oberfläche 2 ist nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 4 beschrieben.

[0061] Demnach wird der Tintenauftrag auf gekrümmte Flächen vorzugsweise abhängig von deren lokaler Neigung gegenüber einer in der Position I der Fig. 4 angedeuteten ebenen Behälteroberfläche 2 korrigiert, um eine gleichmäßige optische Dichte der Tinte zu gewährleisten. Wie die Fig. 4 an der Position II für einen geneigten Oberflächenabschnitt verdeutlicht, kann beispielsweise ein schräges Auftreffen der Tintentropfen 9 nicht oder nur unzureichend von Tinte bedeckte Lücken im Aufdruck auf der Oberfläche 2 verursachen.

[0062] Dem kann durch ein Anpassen der Tropfengröße, beispielsweise im Raster Image Processor, in Abhängigkeit vom Auftreffwinkel λ der Tintentropfen 9 entgegen gewirkt werden. Alternativ kann durch gezielte Erhöhung der Farbsättigung in der Druckvorlage ein ähnlicher Effekt erzielt werden. Es lässt sich somit die Tintendichte auf einen Sollwert korrigieren, wie in der Figur 4 an der Position III angedeutet ist. Alternativ kann durch Verringern der Rasterweite R auf R' ein vergleichbarer Effekt erzielt werden, wie in der Fig. 3 an der Position IV angedeutet ist.

[0063] Faktoren für die Benetzung der Oberfläche 2, wie beispielsweise die Oberflächenspannung, lassen sich vorzugsweise empirisch unter realen Bedingungen ermitteln. Beispielsweise werden Oberflächenabschnitte unter definierten Auftreffwinkeln λ bedruckt und zugehörige Korrekturwerte für die Tropfengröße und/oder die Rasterweite R ermittelt. Hierbei kann auch das Abfließen der Tinte entlang der Neigung berücksichtigt werden.

[0064] Unter Bezugnahme auf die Fig. 5 und 6 wird nachfolgend ferner ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Herstellen einer Druckvorlage für gekrümmte Oberflächen auf einer abwickelbaren Fläche beschrieben, die vorzugsweise der vorstehend beschriebenen abwickelbaren Fläche 7 entspricht.

[0065] Die Fig. 5 zeigt eine zu bedruckende gekrümmte Oberfläche 2, auf der Tintentropfen 9 mit einer Druckauflösung A platziert werden sollen, sowie eine abwickelbare Fläche 7, auf deren Abwicklung beispielsweise eine Druckvorlage 8 zum Bedrucken der Oberfläche 2 erstellt werden kann. Zu diesem Zweck lassen sich einzelne in der Fig. 5 durch Tintentropfen 9 repräsentierte Bildpunkte der gekrümmten Oberfläche 2 ausgehend von einem Projektionszentrum 10, das beispielsweise der Hauptachse 1' des zu bedruckenden Behälters 1 entspricht, auf die abwickelbare Fläche 7 projizieren. Aufgrund abweichender radialer Abstände vom Projektionszentrum 10 unterscheidet sich die lokale Druckauflösung A' der Tintentropfen 9 auf der abwickelbaren Fläche 7 stellenweise von der lokalen Druckauflösung A auf der gekrümmten Oberfläche 2.

[0066] Erfindungsgemäß kann die Lage einzelner Bildpunkte auf der Druckvorlage 8 unabhängig voneinander, und somit auch die lokale Auflösung A', gezielt variiert werden, um eine möglichst einheitliche Druckauflösung A auf der Oberfläche 2 herzustellen, wie in der Fig. 5 angedeutet ist. Hierbei entsprechen die radialen Hilfslinien 9' in der Fig. 5 den theoretischen Flugbahnen der Tintentropfen 9 an den jeweiligen Druckpositionen auf der Oberfläche 2.

[0067] Entsprechend lässt sich der virtuelle Druckabstand 6' als Differenz der radialen Abstände der Bildpunkte (Tintentropfen in der Fig. 5) auf der abwickelbaren Oberfläche 7 und den zugehörigen Bereichen auf der zu bedruckenden Oberfläche 2 darstellen.

[0068] Bei Verwendung herkömmlicher Druckvorlagen mit einheitlicher Auflösung würden unterschiedliche Druckabstände 6' dagegen eine uneinheitliche Druckauflösung A auf der Oberfläche 2 verursachen. Einige Tintentropfen 9 würden dann beispielsweise überlappen, zwischen anderen Tintentropfen 9 würden nicht bedruckte Lücken entstehen.

[0069] Wie die Fig. 6 schematisch andeutet, wird dem erfindungsgemäß entgegen gewirkt, indem ein der gewünschten Druckauflösung A entsprechendes Raster 11 auf die zu bedruckende Oberfläche 2 des Behälters 1 gelegt wird. Vorzugsweise wird ein Druckmotiv 12 basierend auf dem Raster 11 in einem dreidimensionalen Modell der Oberfläche 2 entworfen und/oder editiert. Die Rasterpunkte des Rasters 11 werden dann auf die abwickelbare Fläche 7 projiziert, wodurch je nach örtlicher Krümmung der Oberfläche 2 eine örtlich unterschiedliche Rasterweite oder Druckauflösung A' auf der abwickelbaren Fläche 7 resultiert. Durch Projektion ausgehend von der Hauptachse 1' des Behälters 1 und/oder einer anderen geeigneten Symmetrieachse der abwickelbaren Fläche 7 wird das Druckmotiv 12 gezielt auf der Druckvorlage 8 verzerrt und die Lage einzelner Bildpunkte dadurch korrigiert.

[0070] Beispielsweise wird aus dem dreidimensionalen Modell der Oberfläche 2 und der abwickelbaren Projektionsfläche 7 der Druckabstand 6, 6' ermittelt. Dazu werden die Weglängen zwischen den Schnittpunkten der Topfenflugbahn mit der Oberfläche 2 und der Projektionsfläche 7 ermittelt. Als Daten der einzelnen Bildpunkte werden beispielsweise der Druckabstand 6, 6', die Bildpunktkoordinaten und die zugehörigen Werte der Farbkanäle gespeichert. Der ermittelte Druckabstand 6, 6' kann dann auch für die vorstehend beschriebenen Korrekturfunktionen verwendet werden.

[0071] Die erfindungsgemäß gezielt gegenüber dem Druckmotiv 12 verzerrten Druckvorlagen 8 bieten zusätzliche gestalterische Freiräume, und es wird ein besonders präziser Druck des Motivs 12 ermöglicht. Insbesondere mit Hilfe des dreidimensionalen Modells der Oberfläche 2 oder des zugehörigen Behälters 1 kann das finale Druckbild bereits im Entwurf visuell besonders gut beurteilt und auf einfache Weise abgeändert werden.

[0072] Die erfindungsgemäßen Druckvorlagen 8 lassen sich in Recheneinheiten gesondert von den beschriebenen Druckverfahren an gekrümmten Objektoberflächen 2 erstellen. Somit kann ein eigenständiges technisches Problem

gelöst werden.

[0073] Besonders vorteilhaft ist jedoch eine Kombination mit den erfindungsgemäßen Druckverfahren basierend auf einer Korrektur des Ausstoßzeitpunkts in Abhängigkeit von dem Druckabstand 6, 6'. Mit Hilfe abwickelbarer Flächen lassen sich die beschriebenen Verfahren besonders effizient kombinieren.

[0074] Die beschriebenen Verfahren und Korrekturfunktionen lassen sich hierbei beliebig in technisch sinnvoller Weise kombinieren.

Patentansprüche

1. Verfahren für den Tintenstrahldruck auf gekrümmte Oberflächen (2) von Behältern (1), insbesondere von PET-Flaschen oder Glasflaschen, bei dem:

die zu bedruckende Oberfläche relativ zu wenigstens einer Düsenreihe (4, 4') bewegt wird, die quer oder schräg zur Bewegungsrichtung (5) ausgerichtet ist; und Tintentropfen (9) zu Ausstoßzeitpunkten ausgestoßen werden, die für die einzelnen Tintentropfen in Abhängigkeit des jeweiligen Druckabstands (6, 6') der ausstoßenden Düse (4a) eingestellt werden,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Ausstoßzeitpunkte eingestellt werden, indem Bildpunkte eines zugehörigen Druckmotivs (12) auf einer Druckvorlage (8) in der oder gegen die Bewegungsrichtung (5) verschoben werden und die wenigstens eine Düsenreihe (4, 4') auf Grundlage der verschobenen Bildpunkte angesteuert wird, und

die Bildpunkte auf der Druckvorlage (8), welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, die in einem Moment des Druckens weiter weg von einer bezüglich einer Hauptachse (1') des Behälters radial ausgerichteten Mittelposition (M) gelegen ist, weiter verschoben werden, als die Bildpunkte, welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, welche sich näher an der Mittelposition (M) befindet,

wobei wenigstens zwei Düsenreihen (4) in der Bewegungsrichtung (5) hintereinander liegend und beidseitig der Mittelposition (M) vorgesehen sind, und die Ausstoßzeitpunkte der Tintentropfen (9) ferner in Abhängigkeit von einem Abstand zwischen einer Transportbahn der Behälter (1) und der Mittelposition (M), einem Abstand zwischen der jeweiligen Düsenreihe (4) und der Mittelposition (M), und dem jeweiligen Radius (r_x) des Behälters (1) eingestellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei wenigstens zwei Düsenreihen (4) in der Bewegungsrichtung (5) hintereinander liegend vorgesehen sind, und die Ausstoßzeitpunkte ferner in Abhängigkeit von einem Abstand (X) zwischen den Düsenreihen eingestellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Ausstoßzeitpunkte ferner in Abhängigkeit von einem jeweils mit der Oberfläche (2) gebildeten Auftreffwinkel (A) der Tintentropfen (9) eingestellt werden.

4. Verfahren nach wenigstens einem der vorigen Ansprüche, wobei wenigstens zwei Düsenreihen (4, 4') in der Bewegungsrichtung (5) hintereinander liegend vorgesehen sind, und die Düsenreihen quer zur Bewegungsrichtung versetzt sind, insbesondere um die Hälfte oder ein Drittel der jeweiligen Druckauflösung entlang der Düsenreihen.

5. Verfahren nach wenigstens einem der vorigen Ansprüche, wobei die Oberfläche (2) vor der Düsenreihe (4, 4') um eine Drehachse (1') bewegt wird und der Druckabstand (6') bezüglich einer um die Drehachse gebildeten abwickelbaren Mantelfläche (7) definiert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei eine Druckvorlage (8) zum Ansteuern der wenigstens einen Düsenreihe (4, 4') auf einer Abwicklung der Mantelfläche (7) erstellt wird.

7. Verfahren nach wenigstens einem der vorigen Ansprüche, wobei die Düsenreihe (4, 4') entlang der Oberfläche (2) bewegt wird und der Druckabstand bezüglich wenigstens einer abwickelbaren Fläche definiert ist, die parallel zu einer Symmetrieachse des zu bedruckenden Objekts ausgerichtet ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine mittlere Düsenreihe (4') in einer bezüglich der Hauptachse (1') des Behälters (1) radial ausgerichteten Mittelposition (M) vorgesehen ist und die der mittleren Düsenreihe zugeordneten Bildpunkte auf der Druckvorlage (8) bezüglich der Bewegungsrichtung (5) nicht oder weniger verschoben werden als Bildpunkte, die bezüglich der Bewegungsrichtung davor oder dahinter liegenden Düsenreihen (4) zugeordnet sind.

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 8, wobei die Bildpunkte auf der Druckvorlage, welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, die in einem Moment des Druckens weiter weg von der Behälteroberfläche gelegen ist, weiter verschoben werden, als die Bildpunkte, welche einer Düsenreihe zugeordnet sind, welche sich näher an der Behälteroberfläche befindet.
10. Verfahren nach wenigstens einem der vorigen Ansprüche, wobei die Ausstoßzeitpunkte der Tintentropfen (9) an entlang des Behälterumfangs (2'') vorgesehene konvexe und konkave Krümmungsradien angepasst werden.
11. Verfahren nach wenigstens einem der vorigen Ansprüche, wobei der Druckabstand (6) 0,5 bis 20 mm beträgt, insbesondere 1 bis 7 mm.
12. Verfahren nach wenigstens einem der vorigen Ansprüche, ferner mit einem Schritt zum Herstellen einer Druckvorlage (8), mit den Teilschritten: Legen eines vorgegebenen Bildrasters (11) auf die zu bedruckende Oberfläche (2); Rastern eines Druckmotivs (12) auf Grundlage des Bildrasters; und Projizieren des gerasterten Druckmotivs auf wenigstens eine abwickelbare Fläche (7), um projizierten Bildpunkten des Druckmotivs Druckkoordinaten auf einer Abwicklung der Fläche zuzuweisen.
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das gerasterte Druckmotiv (12) auf wenigstens eine Mantelfläche (7) projiziert wird und der Projektionsursprung (10) auf der Rotationsachse (1') der Mantelfläche liegt.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei der Schritt zum Herstellen der Druckvorlage (8) mittels eines dreidimensionalen Rechenmodells der zu bedruckenden Oberfläche (2) ausgeführt wird.
15. Vorrichtung für den Tintenstrahldruck auf gekrümmte Oberflächen (2) von Behältern, insbesondere von PET-Flaschen oder Glasflaschen, mit:
 - wenigstens zwei quer oder schräg zur Druckrichtung (5) angeordneten Reihen (4, 4') von Tintenstrahldüsen (4a);
 - einer Positioniereinheit zum gegenseitigen Bewegen einer zu bedruckenden Oberfläche und der Tintenstrahldüsen; und
 - einer Steuereinheit zum Ansteuern der Tintenstrahldüsen, die derart ausgebildet ist, dass Tintentropfen (9) zu Zeitpunkten ausgestoßen werden können, die für die einzelnen Tintentropfen in Abhängigkeit des jeweiligen Druckabstands (6, 6') der ausstoßenden Düse gemäß dem Verfahren nach Anspruch 1 eingestellt werden.

Claims

1. Method for ink-jet printing on curved surfaces (2) of containers (1), in particular PET bottles or glass bottles, whereby:

the surface to be printed is moved relative to at least one nozzle row (4, 4') which is oriented transversely or obliquely to the direction of movement (5); and ink drops (9) are ejected at ejection times which are set for the individual ink drops as a function of the respective printing distance (6, 6') of the ejecting nozzle (4a),

characterised in that

the ejection times are set by shifting image pixels of an associated print motif (12) on a print master (8) in or opposite the direction of movement (5) and the at least one nozzle row (4, 4') is activated on the basis of the shifted image pixels, and

the image pixels on the print master (8) assigned to a nozzle row which is at a greater distance away from a middle position (M) oriented radially with respect to a main axis (1') of the container at an instant of printing are shifted farther than the image pixels assigned to a nozzle row which is disposed closer to the middle position (M), whereby at least two nozzle rows (4) are provided lying one after the other in the direction of movement (5) and on either side of the middle position (M), and the ejection times of the ink drops (9) are also set as a function of a distance between a transport path of the container (1) and the middle position (M), a distance between the respective nozzle row (4) and the middle position (M), and the respective radius (r_x) of the container (1).
2. Method as claimed in claim 1, whereby at least two nozzle rows (4) are provided lying one after the other in the direction of movement (5) and the ejection times are also set as a function of a distance (X) between the nozzle rows.

3. Method as claimed in claim 1 or 2, whereby the ejection times are also set as a function of an impact angle (λ) of the ink drops (9) subtended respectively with the surface (2).
4. Method as claimed in at least one of the preceding claims, whereby at least two nozzle rows (4, 4') are provided lying one after the other in the direction of movement (5), and the nozzle rows are offset transversely to the direction of movement, in particular by half or a third of the respective print resolution along the nozzle rows.
5. Method as claimed in at least one of the preceding claims, whereby the surface (2) is moved in front of the nozzle row (4, 4') about an axis of rotation (1') and the printing distance (6') is defined with reference to a lateral surface area (7) formed around the axis of rotation that can be developed.
6. Method as claimed in claim 5, whereby a print master (8) is set up for activating the at least one nozzle row (4, 4') on a development of the lateral surface area (7).
7. Method as claimed in at least one of the preceding claims, whereby the nozzle row (4, 4') is moved along the surface (2) and the printing distance is defined by reference to at least one surface that can be developed which is oriented parallel with an axis of symmetry of the object to be printed.
8. Method as claimed in claim 1, whereby a middle nozzle row (4') is provided in a middle position (M) oriented radially with respect to the main axis (1') of the container (1), and the image pixels on the print master (8) assigned to the middle nozzle row are not shifted or are shifted less relative to the direction of movement (5) than image pixels assigned to nozzle rows (4) lying in front of or behind it relative to the direction of movement.
9. Method as claimed in claim 1 or 8, whereby the image pixels on the print master assigned to a nozzle row, which is disposed farther away from the container surface at an instant of printing, are shifted farther than the image pixels assigned to a nozzle row disposed closer to the container surface.
10. Method as claimed in at least one of the preceding claims, whereby the ejection times of the ink drops (9) are adapted to convex and concave radii of curvature disposed along the container circumference (2").
11. Method as claimed in at least one of the preceding claims, whereby the printing distance (6) is 0.5 to 20 mm, in particular 1 to 7 mm.
12. Method as claimed in at least one of the preceding claims, further comprising a step for producing a print master (8), comprising the sub-steps: laying a predefined raster (11) on the surface (2) to be printed; scanning a print motif (12) on the basis of the raster; and projecting the scanned print motif onto at least one surface (7) that can be developed in order to assign projected image pixels of the print motif to print co-ordinates on a development.
13. Method as claimed in claim 12, whereby the scanned print motif (12) is projected onto at least a lateral surface area (7) and the projection origin (10) lies on the axis of rotation (1') of the lateral surface area.
14. Method as claimed in claim 12 or 13, whereby the step of creating the print master (8) is implemented by means of a three-dimensional computer model of the surface (2) to be printed.
15. Device for ink-jet printing on curved surfaces (2) of containers, in particular PET bottles or glass bottles, comprising:
 - at least two rows (4, 4') of ink-jet nozzles (4a) disposed transversely or obliquely with respect to the printing direction (5);
 - a positioning unit for mutually moving a surface to be printed and the ink-jet nozzles; and
 - a control unit for activating the ink-jet nozzles which is configured so that ink drops (9) can be ejected at times which are set for the individual ink drops as a function of the respective printing distance (6, 6') of the ejecting nozzle in accordance with the method as claimed in claim 1.

Revendications

1. Procédé pour l'impression par jet d'encre sur des surfaces incurvées (2) de récipients ou contenants (1), notamment des bouteilles en PET ou des bouteilles en verre, d'après lequel la surface à imprimer est déplacée relativement

par rapport à au moins une rangée de buses (4, 4'), qui est orientée transversalement ou de manière oblique par rapport à la direction de déplacement (5) ; et

des gouttes d'encre (9) sont éjectées en des instants d'éjection, qui, pour les gouttes d'encre individuelles, sont réglés en fonction de la distance d'impression (6, 6') respective de la buse (4a) qui éjecte,

caractérisé en ce que

les instants d'éjection sont réglés grâce au fait que des points d'image d'un motif d'impression (12) associé sur un modèle d'impression (8), sont décalés dans la direction de déplacement (5) ou à l'encontre de celle-ci, et ladite au moins une rangée de buses (4, 4') est commandée sur la base des points d'image ayant été décalés, et

les points d'image sur le modèle d'impression (8) associés à une rangée de buses, qui, à un moment de l'impression, est plus éloignée d'une position centrale (M) orientée radialement par rapport à un axe principal (1') du contenant, sont décalés davantage que les points d'image associés à une rangée de buses, qui se trouve plus près de la position centrale (M),

d'après lequel sont prévues au moins deux rangées de buses (4) agencées l'une derrière l'autre dans la direction de déplacement (5) et de part et d'autre de la position centrale (M), et les instants d'éjection des gouttes d'encre (9) sont par ailleurs réglés en fonction de la distance entre une voie de transport des contenants (1) et la position centrale (M), d'une distance entre la rangée de buses (4) respectivement considérée et la position centrale (M), et du rayon (r_x) respectif du contenant (1).

2. Procédé selon la revendication 1, d'après lequel sont prévues au moins deux rangées de buses (4) agencées l'une derrière l'autre dans la direction de déplacement (5), et les instants d'éjection sont par ailleurs réglés en fonction d'une distance (X) entre les rangées de buses.

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, d'après lequel les instants d'éjection sont par ailleurs réglés en fonction d'un angle d'impact (λ) des gouttes d'encre (9), formé avec la surface (2).

4. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, d'après lequel sont prévues au moins deux rangées de buses (4, 4') agencées l'une derrière l'autre dans la direction de déplacement (5), et les rangées de buses sont mutuellement décalées transversalement à la direction de déplacement, notamment de la moitié ou d'un tiers de la résolution d'impression respective le long des rangées de buses.

5. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, d'après lequel la surface (2) est déplacée au-devant de la rangée de buses (4, 4') autour d'un axe de rotation (1'), et la distance d'impression (6') est définie par rapport à une surface-enveloppe (7) développable, formée autour de l'axe de rotation.

6. Procédé selon la revendication 5, d'après lequel un modèle d'impression (8) pour commander ladite au moins une rangée de buses (4, 4') est établi sur un développement de la surface-enveloppe (7) .

7. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, d'après lequel la rangée de buses (4, 4') est déplacée le long de la surface (2), et la distance d'impression est définie par rapport à au moins une surface développable, qui est orientée parallèlement à un axe de symétrie de l'objet à imprimer.

8. Procédé selon la revendication 1, d'après lequel une rangée de buses centrale (4') est prévue dans une position centrale (M) orientée radialement par rapport à l'axe central (1') du contenant (1), et les points d'image associés à la rangée centrale de buses sur le modèle d'impression (8) ne sont pas décalés ou sont moins décalés relativement à la direction de déplacement (5) que des points d'image, qui sont associés à des rangées de buses (4) situées devant ou derrière relativement à la direction de déplacement.

9. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 8, d'après lequel les points d'image sur le modèle d'impression, associés à une rangée de buses, qui, à un moment de l'impression, est plus éloignée de la surface du contenant, sont décalés davantage que les points d'image associés à une rangée de buses, qui se trouve plus près de la surface du contenant.

10. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, d'après lequel les instants d'éjection des gouttes d'encre (9) sont adaptés à des rayons de courbure convexes et concaves prévus le long de la périphérie (2'') du contenant.

11. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, d'après lequel la distance d'impression (6) vaut 0,5 à 20 mm, notamment 1 à 7 mm.

12. Procédé selon l'une au moins des revendications précédentes, comprenant par ailleurs une étape pour réaliser un modèle d'impression (8) présentant les étapes partielles suivantes : application d'une trame d'image (11) prescrite sur une surface (2) à imprimer ; tramage d'un motif d'impression (12) sur la base de la trame d'image ; et projection du motif d'impression tramé sur au moins une surface développable (7), en vue d'affecter à des points d'image projetés du motif d'impression, des coordonnées d'impression sur un développement de la surface.

13. Procédé selon la revendication 12, d'après lequel le motif d'impression (12) tramé est projeté sur au moins une surface-enveloppe (7), et l'origine de projection (10) se situe sur l'axe de rotation (1') de la surface-enveloppe.

14. Procédé selon la revendication 12 ou la revendication 13, d'après lequel l'étape de la réalisation du modèle d'impression (8) est effectuée au moyen d'un modèle de calcul tridimensionnel de la surface (2) à imprimer.

15. Dispositif pour l'impression par jet d'encre sur des surfaces incurvées (2) de récipients ou contenants, notamment des bouteilles en PET ou des bouteilles en verre, comprenant :

- au moins deux rangées (4, 4') de buses de jet d'encre (4a) agencée transversalement ou de manière oblique par rapport à la direction d'impression (5) ;

- une unité de positionnement pour assurer le déplacement réciproque d'une surface à imprimer et les buses de jet d'encre ; et

- une unité de commande pour commander les buses de jet d'encre, qui est conçue pour que des gouttes d'encre (9) puissent être éjectées en des instants, qui sont réglés pour les gouttes individuelles, en fonction de la distance d'impression (6, 6') respective de la buse qui éjecte, conformément au procédé selon la revendication 1.

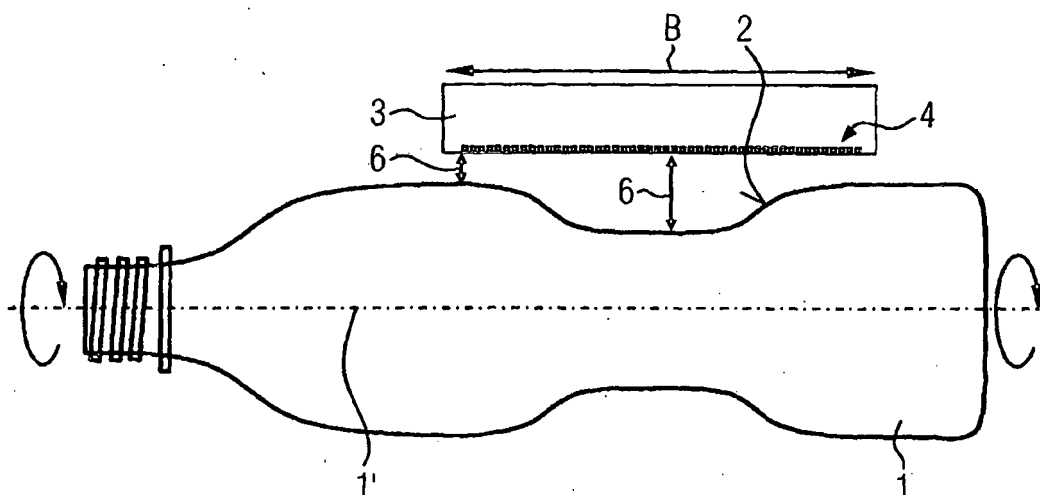


FIG. 1

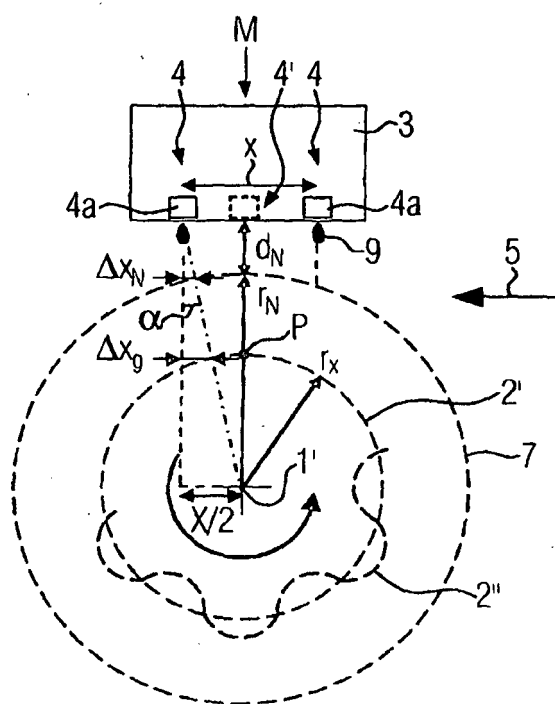


FIG. 2

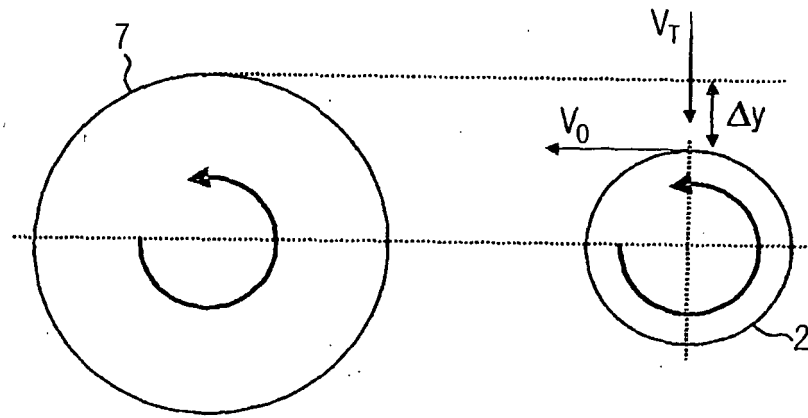


FIG. 3

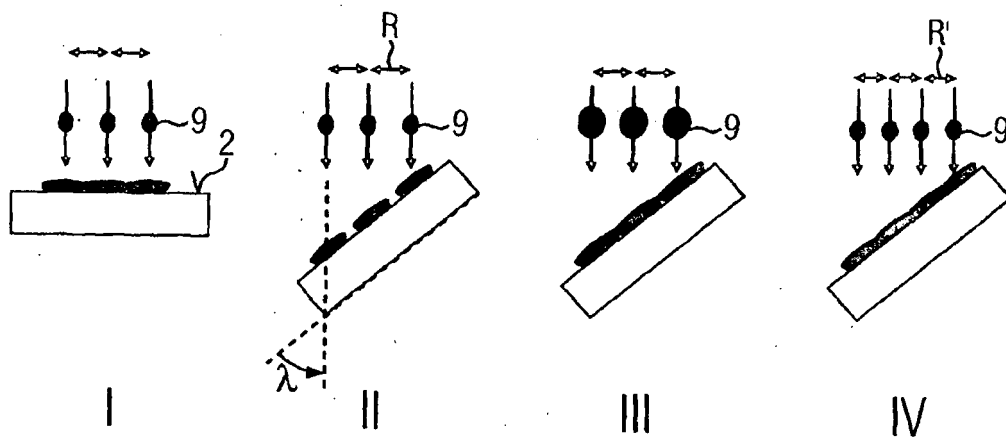


FIG. 4

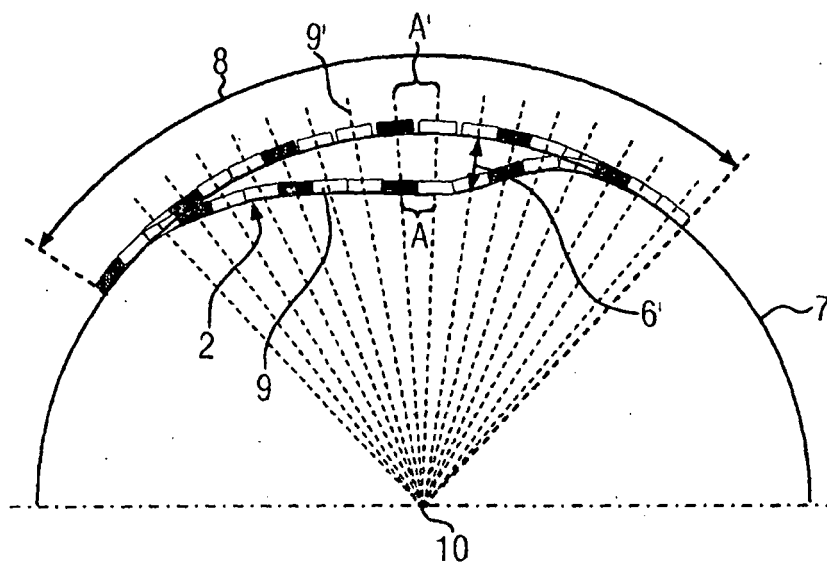


FIG. 5

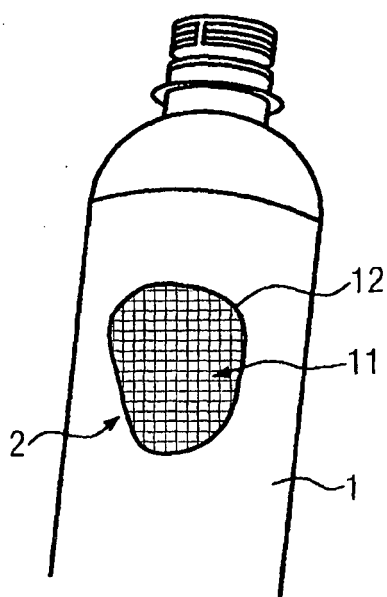


FIG. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1435296 A1 [0003]
- EP 0385624 A1 [0003]
- WO 03002349 A [0003]
- US 20070019017 A1 [0003]