



(10) **DE 10 2012 006 558 A1** 2013.10.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 006 558.2**

(22) Anmeldetag: **02.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2013**

(51) Int Cl.: **B41C 1/05 (2012.01)**
B41N 1/12 (2012.01)

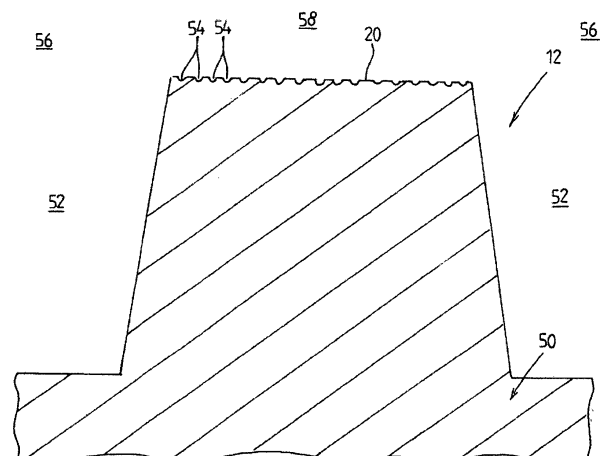
(71) Anmelder:
**HELL Gravure Systems GmbH & Co. KG, 24148,
Kiel, DE**

(72) Erfinder:
Siebke, Hans, 24220, Flintbek, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer Flexodruckform**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Flexodruckform (12), bei dem durch Laserdirektgravur mit mindestens einem Laserstrahl (16) in einen rotierenden Druckformrohling (22) mit einer zylindrischen Oberfläche (20) Vertiefungen (56) eingraviert werden, die nicht-druckende Bereiche (56) bilden, wobei erhabene druckende Bereiche (58) stehen bleiben, deren Oberflächen (20) mit der zylindrischen Oberfläche (20) des Druckformrohlings (22) fluchten. Um ein Verdrucken von Druckfarben mit einem weiten Bereich von verschiedenen Oberflächenspannungen auf einer Vielzahl von unterschiedlichen Substraten ohne eine Beeinträchtigung der Verdruckbarkeit zu ermöglichen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass in mindestens einem Teil der Oberflächen (20) der erhabenen druckenden Bereiche (58) durch Laserdirektgravur mit mindestens einem Laserstrahl (16) ein unebenes Oberflächenprofil (54) graviert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Flexodruckform, bei dem durch Laserdirektgravur mit mindestens einem Laserstrahl in einen rotierenden Druckformrohling mit einer zylindrischen Oberfläche Vertiefungen eingraviert werden, die nicht-druckende Bereiche bilden, wobei erhabene druckende Bereiche stehen bleiben, deren Oberflächen mit der zylindrischen Oberfläche des Druckformrohlings fluchten.

[0002] Verfahren der eingangs genannten Art sind zum Beispiel aus der DE 102 27 189 A1 und der DE 10 2004 02 364 A1 bekannt.

[0003] Flexodruckformen werden überwiegend im Verpackungsdruck eingesetzt, wo neben Oberflächen von Papieren auch Oberflächen von Kunststoffen oder metallisierte Oberflächen mit den im Flexodruck verwendeten Druckfarben bedruckt werden müssen. Während die meisten Papiere an der Oberfläche eine eher raue Mikrostruktur besitzen und die Druckfarben teilweise aufsaugen können, besitzen Kunststoffe und metallisierte Kunststoffe eher glatte Oberflächen, von denen Druckfarben nicht aufgesaugt werden. Die unterschiedliche Beschaffenheit der Oberflächen beeinflusst auch die Haftung der Druckfarbe an der Oberfläche, weshalb in Abhängigkeit von dem zu bedruckenden Substrat oder Bedruckstoff Druckfarben mit unterschiedlichen Viskositäten und Oberflächenspannungen verwendet werden, um optimale Druckerzeugnisse zu erhalten.

[0004] Ein im Flexodruck relativ häufig auftretendes Problem sind so genannte Quetschränder, die beim Bedrucken eines Substrats oder Bedruckstoffs zwischen dem Substrat und der Flexodruckform um Volltonflächen herum erzeugt werden. Im Bereich dieser Quetschränder weist das Druckerzeugnis im Vergleich zum Rest der Volltonflächen eine etwas höhere Farbsättigung oder einen etwas höheren Tonwert auf, was unerwünscht ist. Die Ursache der Quetschränder besteht darin, dass im Flexodruck zur Übertragung der Druckfarbe von den erhabenen druckenden Bereichen der Oberfläche auf das Substrat, die so genannte Farbspaltung, ein relativ hoher Anpressdruck zwischen der Druckform und dem Substrat bzw. Bedruckstoff erforderlich ist. Der Anpressdruck wird von den Druckern gewöhnlich besonders hoch eingestellt, wenn das Substrat eine sehr glatte Oberfläche besitzt, wie beispielsweise Substrate aus Kunststoff. Bei einem hohen Anpressdruck und einer glatten Oberfläche wird dann in der Mitte der Volltonflächen, wo das Material der Flexodruckform weniger nachgiebig als an den Rändern der Volltonflächen ist, ein Teil der Druckfarbe in Richtung der Ränder der Volltonflächen weggedrückt, was zur Entstehung der Quetschränder führt.

[0005] Bei Versuchen zur Vermeidung dieser Quetschränder hat sich gezeigt, dass im Flexodruck die Verdruckbarkeit von Druckfarben nicht nur von der Viskosität und der Oberflächenspannung der Druckfarbe abhängt, sondern auch von Oberflächeneigenschaften der druckenden Oberflächen der Flexodruckform bestimmt wird, die im Zusammenwirken mit der Druckfarbe deren Verdruckbarkeit auf unterschiedlichen zu bedruckenden Substraten beeinflussen.

[0006] Neben der chemischen Zusammensetzung der äußersten Schicht der Flexodruckform, die das Maß der Adhäsion von Druckfarben beeinflusst, umfassen die für die Verdruckbarkeit relevanten Eigenschaften der Oberfläche auch die Oberflächenrauigkeit, da eine größere Oberflächenrauigkeit zu einer Vergrößerung der Oberfläche und damit zu einer Vergrößerung der zwischen der Oberfläche und einer Druckfarbe wirkenden Adhäsionskräfte führt.

[0007] Aus der US 6,213,018 B1 ist bereits eine Flexodruckplatte bekannt, bei der die Volltonflächen von einer Mehrzahl sehr kleiner und flacher Näpfchen bedeckt sind. Diese Näpfchen füllen sich während des Aufbringens von Farbe auf die Platte und führen zu einer besseren Wiedergabe der Volltonflächen mit einer besseren Farbsättigung, während der für den Flexodruck typische Halo oder dunklere Rand um die Volltonflächen herum reduziert werden kann. Bei der bekannten Flexodruckplatte kann es sich entweder um eine Photopolymerplatte oder um eine ätzbare Platte handeln. Jedoch wird die Platte in jedem Fall hergestellt, wie in "Flexography, principles and practices", 4. Ausgabe, 1991 beschrieben, zum Beispiel indem zuerst für jede Farbe ein Film erzeugt wird und indem die Volltonflächen des Films mit einem Laserstrahl großer Auflösung abgetastet werden, wobei in den Bereichen, an denen kleine und flache Näpfchen erzeugt werden sollen, mit dem Laserstrahl kleine schwarze Punkte auf dem Film erzeugt werden. Dieser Film wird anschließend auf eine Photopolymerplatte gelegt und die Platte durch den Film hindurch belichtet. Das Polymermaterial unter den Punkten des Films, welche die kleinen und flachen Näpfchen repräsentieren, bleibt unbelichtet und daher bis zu einer Tiefe, die etwa der Hälfte des Punktdurchmessers entspricht, unpolymerisiert. Wenn die Platte nach der Belichtung entwickelt wird, werden die unpolymerisierten Flächen der Platte mit einem Lösemittel ausgewaschen, wobei in den Volltonflächen die kleinen und flachen Näpfchen zurückbleiben, die eine typische Tiefe von etwa 15 µm besitzen. Dieses Verfahren ist jedoch zum einen relativ kompliziert und hat zum anderen einige Nachteile: Erstens können mit diesem Verfahren nur punktförmige Näpfchen hergestellt werden, deren Tiefe auf etwa die Hälfte des Punktdurchmessers festgelegt ist. Zweitens ist es nicht möglich, tiefenvariable Näpfchen herzustellen. Drittens werden die Präzision der erzeug-

ten Strukturen durch so genannten Seiten- oder Inhibitionseffekte vermindert, die dazu führen, dass nicht nur die kleinen und flachen Näpfchen, sondern auch benachbarte Bereiche ausgewaschen werden.

[0008] Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass die Oberflächen der erhabenen druckenden Bereiche während der Herstellung der Flexodruckform mit einem nahezu beliebigen Oberflächenprofil versehen werden können, das ein Verdrucken von Druckfarben mit einem weiten Bereich von verschiedenen Oberflächenspannungen auf einer Vielzahl von unterschiedlichen Substraten ohne eine Beeinträchtigung der Verdruckbarkeit ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in mindestens einen Teil der Oberflächen der erhabenen druckenden Bereiche durch Laserdirektgravur mit mindestens einem Laserstrahl ein unebenes Oberflächenprofil eingraviert wird.

[0010] Anders als mit dem aus der US 6,213,018 B1 bekannten Verfahren können die Oberflächen der erhabenen druckenden Bereiche der Flexodruckform im Zuge ihrer Herstellung mit nahezu beliebigen unebenen Oberflächenprofilen versehen werden, die sich zudem verhältnismäßig einfach und ohne zusätzlichen Zeitaufwand herstellen lassen.

[0011] Durch Versuche konnte festgestellt werden, dass es durch eine geeignete Kombination von ausgewählten Druckfarben mit einem auf die Druckfarben abgestimmten unebenen Oberflächenprofil der erhabenen druckenden Bereiche der Flexodruckform möglich ist, dieselben Druckfarben mit gutem Erfolg zum Bedrucken von Substraten mit unterschiedlichen Oberflächeneigenschaften einzusetzen. Auf der anderen Seite ist es auch möglich, durch eine geeignete Wahl eines unebenen Oberflächenprofils der erhabenen druckenden Bereiche der Flexodruckform Druckfarben zu verdrucken, deren Oberflächenspannungen innerhalb eines sehr weiten Bereichs liegen.

[0012] Anders als mit dem aus der US 6,213,018 B1 bekannten Verfahren braucht das in die erhabenen druckenden Bereiche eingravierte unebene Oberflächenprofil nicht notwendigerweise aus einer Mehrzahl von einzelnen voneinander getrennten Vertiefungen bestehen, sondern kann beispielsweise auch linienförmige Vertiefungen umfassen, die unveränderte bzw. ungravierte Teile der Oberflächen begrenzen oder umgeben. Zudem ist nach der Gravur eine Reinigung mit Druckluft oder Wasser ausreichend.

[0013] Die Vertiefungen, die an einem Auftreffpunkt des Laserstrahls in einem erhabenen druckenden Oberflächenbereich eingraviert werden, um dort das unebene Oberflächenprofil zu erzeugen, werden

nachfolgend auch als Mikrovertiefungen bezeichnet, um sie von den Makrovertiefungen zu unterscheiden, aus denen sich die vertieften nicht-druckenden Bereiche zusammensetzen.

[0014] Wenn im Rahmen der vorliegenden Patentanmeldung die Begriffe "Druckformrohling" oder "Flexodruckform" verwendet werden, sollen diese Begriffe sowohl hohlzylindrische "Sleeves" und von einem Vakuumzylinder gehaltene Platten umfassen.

[0015] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass das unebene Oberflächenprofil aus Mikrovertiefungen mit einer Tiefe von weniger als 10 µm besteht, und dass die vertieften nicht-druckenden Bereiche aus Makrovertiefungen mit einer Tiefe von mehr 400 µm bestehen.

[0016] Durch Variation der Anzahl der pro Flächeneinheit eingravierten Mikrovertiefungen und/oder durch Veränderung des Volumens der eingravierten Mikrovertiefungen, zum Beispiel durch Variation des Öffnungsquerschnitts der Mikrovertiefungen in der zylindrischen Oberfläche des Druckformrohlings, der Tiefe und/oder der Querschnittsform der Mikrovertiefungen, ist es möglich, Druckfarben zu verdrucken, deren Oberflächenspannungen innerhalb eines sehr weiten Bereichs liegen.

[0017] Mit anderen Worten können durch die Strukturierung der erhabenen druckenden Bereiche infolge des Eingravierens des unebenen Oberflächenprofils die Oberflächeneigenschaften dieser Bereiche gezielt verändert werden, zum Beispiele um unterschiedliche Eigenschaften von Substraten teilweise zu kompensieren und es dadurch zu ermöglichen, die Substrate mit denselben Druckfarben zu bedrucken.

[0018] Weiter wird es durch das erfindungsgemäße Eingravieren eines unebenen Oberflächenprofils in die erhabenen druckenden Bereiche möglich, Flexodruckformen aus demselben Material zum Bedrucken unterschiedlicher Substrate und/oder zum Verdrucken unterschiedlicher Druckfarben zu verwenden.

[0019] Die Größe des in die Oberflächen der erhabenen druckenden Bereiche eingravierten unebenen Oberflächenprofils wird stets so gewählt, dass das unebene Oberflächenprofil im Druckbild nicht sichtbar ist. Dies ist der Fall, wenn sich der Grauwert der erhabenen druckenden Oberflächenbereiche mit unebenem Oberflächenprofil um weniger als 1 bis 2% vom Grauwert der erhabenen druckenden Oberflächenbereiche ohne ein unebenes Oberflächenprofil unterscheidet. Dazu sollte die maximale Tiefe des unebenen Oberflächenprofils, gemessen von der zylindrischen Oberfläche des Druckformrohlings, weniger als 10 µm betragen, wie oben bereits angegeben. Dies entspricht einer Tiefe von wenig mehr als 2%

der Tiefe der nicht-druckenden Bereiche, die beim Flexodruck normalerweise zwischen 430 µm und 480 µm beträgt. Vorzugsweise beträgt die maximale Tiefe des unebenen Oberflächenprofils weniger als 5 µm und damit etwas mehr als 1% der Tiefe der nicht-druckenden Bereiche. Bei einer solchen Tiefe wird die Druckfarbe, die auf die erhabenen druckenden Bereiche der Flexodruckform aufgebracht wird, beim nachfolgenden Anpressen der Flexodruckform gegen das Substrat auch im Bereich der Mikrovertiefungen des unebenen Oberflächenprofils gegen das Substrat angedrückt. Bei einer größeren Tiefe der Mikrovertiefungen könnte im Bereich der Mikrovertiefungen der Anpressdruck abnehmen, wodurch ggf. ein sauberes Ablegen der Druckfarbe gefährdet wäre.

[0020] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Laserstrahl zum Eingravieren des unebenen Oberflächenprofils und der Laserstrahl zum Eingravieren der vertieften nicht-druckenden Bereiche aus demselben Laser stammen. Dadurch können die vertieften nicht-druckenden Bereiche und das unebene Oberflächenprofil auf den erhabenen druckenden Bereichen mit demselben Laser in die Druckform eingraviert werden. Bei dem Laser handelt es sich vorteilhaft um einen Faserlaser, da bei derartigen Lasern bereits jetzt eine Fokussierung des Strahldurchmessers auf eine Fläche mit einem Durchmesser von weniger als 10 µm möglich ist, wobei in den kommenden Jahren eine weitere Verkleinerung des Strahldurchmessers und damit eine weitere Vergrößerung der Auflösung zu erwarten ist.

[0021] Die Gravur des unebenen Oberflächenprofils auf den erhabenen druckenden Bereichen und die Gravur der Makrovertiefungen in den vertieften nicht-druckenden Bereichen kann zweckmäßig in einem Durchgang erfolgen, jedoch ist es auch möglich, die Gravur in zwei Durchgängen vorzunehmen, wenn die beiden Bereiche mit unterschiedlicher Auflösung graviert werden sollen.

[0022] Vorzugsweise wird der Laserstrahl so moduliert, dass der Durchmesser des Laserstrahls zum Eingravieren der vertieften nicht-druckenden Bereiche bzw. der Makrovertiefungen größer ist als der Durchmesser des Laserstrahls zum Eingravieren des unebenen Oberflächenprofils auf den erhabenen druckenden Bereichen bzw. den Mikrovertiefungen, was eine Erhöhung der Graviergeschwindigkeit ermöglicht.

[0023] Die Modulation erfolgt zweckmäßig mittels eines im Strahlengang des Laserstrahls angeordneten Modulators, vorzugsweise mittels eines akustooptischen Modulators, der sowohl eine Modulation der Intensität des Laserstrahls durch eine Amplitudenmodulation der zum Modulator zugeführten hochfrequenten Steuersignale als auch eine Ablenkung des Laserstrahls weg von der Oberfläche der Flexodruck-

form gestattet, wenn keine Mikro- oder Makrovertiefung in die Flexodruckform eingraviert werden soll.

[0024] Eine weitere Steigerung der Graviergeschwindigkeit kann auch dadurch erzielt werden, dass die Mikrovertiefungen in einer zu einer Drehachse des Flexodruckzylinders parallelen Richtung entlang von Gravierlinien mit derselben Auflösung wie die Makrovertiefungen eingraviert werden. Das heißt mit anderen Worten, dass parallel zur Drehachse des Flexodruckzylinders der Mittenabstand von benachbarten Mikrovertiefungen dem Mittenabstand benachbarter Makrovertiefungen entspricht, so dass die Makrovertiefungen und die Mikrovertiefungen entlang von Gravierlinien mit demselben Abstand angeordnet sind.

[0025] Auch in Dreh- oder Umfangsrichtung des Druckzylinders können die Mikrovertiefungen mit derselben Auflösung wie die Makrovertiefungen eingraviert werden. In diesem Fall bilden die einzeln eingravierten Mikrovertiefungen gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ein Raster, das einem Halbtone-Raster der Flexodruckform entspricht. Jedoch kann es auch von Vorteil sein, die Mikrovertiefungen in den erhabenen druckenden Bereichen in Dreh- oder Umfangsrichtung des Druckzylinders mit einer größeren Auflösung einzugravieren als die Makrovertiefungen in den vertieften nicht-druckenden Bereichen, wodurch die Variationsbreite bei der Ausgestaltung des unebenen Oberflächenprofils weiter gesteigert werden kann.

[0026] Bei den zuvor genannten Rastern der Mikrovertiefungen kann es sich um Punktraster handeln, wenn einzelne voneinander getrennte Mikrovertiefungen in Oberflächen von erhabenen druckenden Bereichen eingraviert werden, in dem benachbarte Mikrovertiefungen jeweils vorgegebene Abstände voneinander aufweisen. Bei dem Raster kann es sich aber auch um ein Linienraster aus einer oder zwei Scharen von parallelen Linien handeln, entlang von denen die Mikrovertiefungen in einem sehr engen Abstand angeordnet sind oder sich gegebenenfalls auch überlappen. Beide Arten von Rastern werden bei der Gravur von Näpfchen in Tiefdruckformen bereits verwendet, so dass bei der Gravur der Mikrovertiefungen in die erhabenen druckenden Bereiche von Flexodruckformen die entsprechenden Software-Programme zur Erzeugung des Rasters übernommen werden können.

[0027] Alternativ ist es jedoch auch möglich, in die erhabenen druckenden Bereiche der Flexodruckform ein unebenes Oberflächenprofil einzugravieren, bei dem die einzelnen Mikrovertiefungen eine willkürliche oder stochastische Verteilung aufweisen oder in einem frequenzmodulierten Raster angeordnet sind, d. h. einem Raster, bei dem das Volumen sämtlicher Mikrovertiefungen pro Flächeneinheit festgelegt wird

und anschließend entsprechend dem zuvor festgelegten Volumen mehr oder weniger Mikrovertiefungen willkürlich über den Flächeninhalt verteilt werden.

[0028] Wenn mit dem Laserstrahl einzelne, voneinander getrennte Mikrovertiefungen in die erhabenen druckenden Bereiche eingraviert werden, besitzen diese vorzugsweise einen allgemein runden Öffnungsquerschnitt, dessen Durchmesser zweckmäßig weniger als 10 µm und vorzugsweise weniger als 5 bis 6 µm beträgt. Um es zu ermöglichen, die Oberflächeneigenschaften der erhabenen druckenden Bereiche zu verändern, müssen die Abstände benachbarter Mikrovertiefungen kleiner als etwa 150 µm sein. Die Abstände können beliebig klein werden, so dass benachbarte Mikrovertiefungen unmittelbar aneinandergrenzen oder sich sogar überlappen.

[0029] Jedoch kann es auch von Vorteil sein, wenn das unebene Oberflächenprofil Vertiefungen mit einem größeren Flächeninhalt umfasst, die sich aus mehreren in einem Array nebeneinander angeordneten einzelnen Mikrovertiefungen zusammensetzen, die jeweils einem einzelnen Auftreffpunkt des Laserstrahls entsprechen. In diesem Fall können die Vertiefungen vorteilhaft tiefenvariabel sein, wobei die einzelnen Mikrovertiefungen unterschiedliche Tiefen aufweisen. Beispielsweise kann in einer Vertiefung mit größerem Flächeninhalt, die aus einem 3 × 3-Array von Mikrovertiefungen besteht, die in der Mitte gelegene Mikrovertiefung eine größere Tiefe aufweisen als die acht äußeren Mikrovertiefungen. Dies wird vorzugsweise dadurch erreicht, dass die Intensität oder Leistung des Laserstrahls beim Eingravieren der mittleren Mikrovertiefung größer ist als beim Eingravieren der acht äußeren Mikrovertiefungen.

[0030] Dazu wird die Intensität oder Leistung des Laserstrahls vorzugsweise in Inkrementen verändert, wobei diese Inkremente beim Eingravieren des unebenen Oberflächenprofils in die erhabenen druckenden Bereiche und beim Eingravieren der vertieften nicht-druckenden Bereiche unterschiedlich groß sind. Vorteilhaft sind die Inkremente beim Eingravieren des unebenen Oberflächenprofils kleiner, um dort kleinere Strukturen darzustellen, während die Inkremente beim Eingravieren der vertieften nicht-druckenden Bereiche größer sind, da dort größere Toleranzen zulässig sind.

[0031] Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, das unebene Oberflächenprofil vor allem in diejenigen erhabenen druckenden Bereiche einzugravieren, die im Druckbild Volltöne erzeugen, mit anderen Worten in größere zusammenhängende Oberflächenbereiche, auf welche die Druckfarbe als durchgehende Schicht aufgebracht wird. Grundsätzlich kann es jedoch auch vorteilhaft sein, Mikrovertiefungen in kleine punktförmige Oberflächen von erhabenen druckenden Bereichen einzu-

gravieren, die im Druckbild Rasterpunkte bilden, welche im Zusammenwirken mit benachbarten Rasterpunkten Halbtöne erzeugen.

[0032] Welche Art von unebenem Oberflächenprofil in den erhabenen druckenden Bereichen zu den besten Druckergebnissen führt, kann durch Versuche ermittelt werden, indem gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung mindestens eine Flexodruckform mit unterschiedlichen unebenen Oberflächenprofilen in den erhabenen druckenden Bereichen erzeugt und anschließend mit dieser Flexodruckform unter Verwendung der gewünschten Druckfarben ein zu bedruckendes Substrat im Probedruck bedruckt wird. Aus dem Ergebnis des Probedrucks kann dann abgeleitet werden, welches der in die erhabenen druckenden Bereiche der Flexodruckform eingravierten unebenen Oberflächenprofile die besten Verdruckungseigenschaften besitzt und das beste Druckbild liefert.

[0033] Bei den verwendeten Flexodruckformen handelt es sich zweckmäßig um Gummiklischees, die allgemein für eine Lasergravur geeignet sind. Vorzugsweise werden Gummiklischees verwendet, deren äußere Oberflächenschicht eine sehr homogene Zusammensetzung aufweist.

[0034] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einiger in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0035] [Fig. 1](#) zeigt eine vereinfachte perspektivische Darstellung einer Graviermaschine zum Eingravieren von vertieften nicht-druckenden Bereichen und von unebenen Oberflächenprofilen in erhabene druckende Bereiche einer zylindrischen Flexodruckform;

[0036] [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Querschnittsansicht der Graviermaschine und der Flexodruckform;

[0037] die [Fig. 3](#) bis [Fig. 11](#) zeigen vergrößerte Draufsichten auf erhabene druckende Bereiche einer Flexodruckform mit verschiedenen unebenen Oberflächenprofilen;

[0038] die [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) zeigen vergrößerte Draufsichten auf einen erhabenen druckenden Bereich und einen vertieften nicht-druckenden Bereich einer Flexodruckform, wobei in [Fig. 12](#) der erhabene druckende Bereich eine glatte Oberfläche und in [Fig. 13](#) ein unebenes Oberflächenprofil besitzt;

[0039] [Fig. 14](#) zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht durch eine Oberflächenschicht der Flexodruckform entlang der Linie A-A in [Fig. 13](#);

[0040] **Fig. 15** zeigt ein Schaubild zwischen der Tiefe der eingravierten Vertiefungen und der Intensität des Laserstrahls oder Laserleistung.

[0041] Die in **Fig. 1** und **Fig. 2** schematisch dargestellte Graviermaschine **10** ist zur Laserdirektgravur von zylindrischen Flexodruckformen **12** bestimmt, die einzeln in der Graviermaschine **10** eingespannt und von einem Drehantrieb (nicht dargestellt) mit relativ hoher Drehgeschwindigkeit um ihre Längsmittelachse **14** in Drehung versetzt werden können.

[0042] Die Gravur der Flexodruckformen **12** erfolgt mit Hilfe eines Laserstrahls **16**, der von einem Laserbearbeitungswerkzeug **18** aus auf eine zylindrische äußere Umfangsfläche **20** eines in die Graviermaschine **10** eingespannten rotierenden Druckformrohrlings **22** gerichtet wird.

[0043] Die Graviermaschine **10** umfasst neben dem Drehantrieb zwei Halterungen **24** zum Einspannen des Druckformrohrlings **22**, einen Gravierwagen **26**, der von einem Gravierwagenantrieb (nicht dargestellt) mittels einer Spindel **28** in axialer Richtung des zylindrischen Druckformrohrlings **22** an diesem entlang bewegt werden kann und das Laserbearbeitungsorgan **18** trägt, sowie ein Steuerpult **30**, das auf Führungen **32** in axialer Richtung entlang des Druckformrohrlings **22** beweglich ist.

[0044] Wie in **Fig. 2** dargestellt, ist das Laserbearbeitungsorgan **18** durch eine optische Faser **33** mit einem Fiberlaser **34** verbunden, der sich zusammen mit seiner Pumpquelle **36** und einem Kühlkörper **38** zum Kühlen der Pumpquelle **36** in einem stationären Unterteil **40** der Graviermaschine **10** befindet. Das Unterteil **40** enthält weiter ein Kühlsystem **39** zum Kühlen des Kühlkörpers **38**, eine Maschinensteuereinheit **42** zur Steuerung des Drehantriebs und des Gravierwagenantriebs sowie eine Lasersteuereinheit **44**. Der von dem Fiberlaser **34** erzeugte ununterbrochene Laserstrahl wird durch die optische Faser **33** in das gasdicht verschlossene röhrenförmige Laserbearbeitungsorgan **18** eingespeist.

[0045] Das letztere umschließt unter anderem einen von der Lasersteuereinheit **44** gesteuerten akustooptischen Modulator **48** sowie Optikelemente (nicht dargestellt), mit denen sich der aus dem Modulator **48** austretende Laserstrahl **16** auf einen Bearbeitungsfleck **46** auf der Oberfläche **20** des Druckformrohrlings **22** fokussieren lässt.

[0046] Der akustooptische Modulator **48** umfasst in bekannter Weise einen für den Laserstrahl durchlässigen Kristall und einen piezoelektrischen Wandler (nicht dargestellt). Der Wandler ist mit einer Hochfrequenzquelle verbunden, mit der am Wandler elektrische Spannungssignale mit einer Frequenz von bis zu 3,5 MHz angelegt werden können. Der unter dem

Bragg-Winkel in den Kristall einfallende ununterbrochene Laserstrahl aus dem Fiberlaser **34** wird im Modulator **48** durch Interaktion mit einem vom piezoelektrischen Wandler erzeugten Ultraschallfeld abgelenkt, das sich entsprechend der Frequenz der angelegten Spannungssignale verändert. Dadurch kann der Laserstrahl im akustooptischen Modulator **48** unterbrochen oder in seiner Intensität entsprechend der gewünschten Graviertiefe moduliert werden.

[0047] Zur Gravur der Umfangsfläche **20** wird der Druckformrohring **22** mittels des Drehantriebs mit hoher Geschwindigkeit in Drehung versetzt, während zugleich der Gravierwagen **26** mit dem Laserbearbeitungswerkzeug **18** in axialer Richtung daran entlang bewegt wird. Dadurch bewegt sich der Auftreffpunkt **48** des Laserstrahls **16** während der Gravur entlang eines wendel- oder schraubenförmigen Bewegungspfad über die Umfangsfläche **20** des Druckformrohrlings **22**.

[0048] Bei den in die Graviermaschine **10** eingespannten und in Drehung versetzten Druckformrohrlingen **22** handelt es sich um so genannte Gummiklischees, die für eine Laserdirektgravur geeignet sind und eine sehr homogene Oberflächenschicht **50** aus einem Gummi- oder Kautschukmaterial besitzen. Diese Oberflächenschicht **50** wird an den Auftreffpunkten des Laserstrahls **16** teilweise verdampft, wodurch in der Oberflächenschicht **50** Vertiefungen ausgehoben werden.

[0049] Bei den in der Oberflächenschicht **50** des Druckformrohrlings **22** ausgehobenen Vertiefungen handelt es sich zum einen um Makrovertiefungen **52** mit einer relativ großen Tiefe zwischen 430 µm und 480 µm, sowie zum anderen um Mikrovertiefungen **54** mit einer vergleichsweise geringen Tiefe zwischen 5 µm und 6 µm. Während die Makrovertiefungen **52** an den Stellen in die Oberflächenschicht **50** eingraviert werden, wo die fertige Flexodruckform **12** vertiefte nicht-druckende Bereiche **56** aufweisen soll, werden die Mikrovertiefungen **54** in erhabenen druckenden Bereichen **58** der fertigen Flexodruckform **12** in die Oberflächenschicht **50** des Druckformrohrlings **22** eingraviert, um in diesen Bereichen **58** die Beschaffenheit und die Eigenschaften der Oberfläche **20** der Flexodruckform **12** bzw. beim Drucken das Zusammenwirken der Oberfläche **20** der Flexodruckform **12** mit einer Druckfarbe und einem Substrat oder Bedruckstoff zu verändern.

[0050] Dadurch lassen beispielsweise bestimmte Druckfarben nicht nur auf einer Art von Substrat oder Substratoberfläche, wie zum Beispiel Papier, sondern auf verschiedenartigen Substraten oder Substratoberflächen, wie zum Beispiel Papier, Kunststoff und Metallbeschichtungen, verdrucken. Außerdem ist es durch die veränderten Oberflächeneigenschaften möglich, beim Verdrucken der Druckfarben ei-

nen Anpressdruck zwischen den erhabenen druckenden Bereichen **58** der Oberfläche **20** der Flexodruckform **12** und dem Substrat einzustellen, bei der einerseits die Entstehung von Quetschränder auf den Druckerzeugnissen infolge eines zu hohen Anpressdrucks und andererseits die Gefahr einer Bläschenbildung zwischen der Druckformoberfläche **20** und dem Substrat und damit eine ungleichmäßige Benetzung des Substrats mit Druckfarbe infolge eines zu niedrigen Anpressdrucks vermieden werden können.

[0051] Die Makrovertiefungen **52** und die Mikrovertiefungen **54** werden mit demselben Laserstrahl **16** ausgehoben. Das heißt, dass der aus dem Laserbearbeitungswerkzeug **18** austretende Laserstrahl **16** wird sowohl zur Gravur der Makrovertiefungen **52** und der Mikrovertiefungen **54** verwendet. Dabei wird die Intensität oder Laserleistung des Laserstrahls **16** entsprechend der Tiefe der Vertiefungen **52**, **54** moduliert. Die Kurve **60** in **Fig. 15** zeigt die Beziehung zwischen der Tiefe T der ausgehobenen Vertiefungen in μm und der Laserleistung oder Intensität des Laserstrahls **16**. Wie sich der Kurve entnehmen lässt, wird die Intensität des Laserstrahls **16** beim Ausheben der Mikrovertiefungen **54** in Abhängigkeit von der Tiefe in kleinen Inkrementen verändert, während sie beim Ausheben der Makrovertiefungen **52** in großen Inkrementen verändert wird.

[0052] Die Modulation des Laserstrahls **16** erfolgt mit Hilfe des akustooptischen Modulators **48**, der auch dazu dient, den Laserstrahl **16** von der Oberfläche **20** des Druckformhohlings **22** abzulenken, wenn zum Beispiel benachbarte Mikrovertiefungen **54** im Abstand voneinander angeordnet werden sollen, wie in den **Fig. 3** bis **Fig. 5** dargestellt. Darüber hinaus kann im akustooptischen Modulator **48** der Durchmesser des Laserstrahls **16** so verändert werden, dass er bei der Gravur der Makrovertiefungen **52** in den nicht-druckenden Bereichen **56** einen großen Strahldurchmesser besitzt, um eine große Abtragsgeschwindigkeit zu erzielen, während er bei der Gravur der Mikrovertiefungen **54** einen kleinen Strahldurchmesser besitzt, um die kleinen Abmessungen der Mikrovertiefungen **54** zu erhalten.

[0053] Die **Fig. 3** bis **Fig. 11** zeigen in Draufsicht verschiedene Raster von Mikrovertiefungen **54**, die mit dem Laser **34** bzw. Laserstrahl **16** in erhabene druckende Bereiche **58** der Oberfläche **20** der fertigen Flexodruckform **12** eingraviert worden sind. Bei den Rastern in den **Fig. 3** bis **Fig. 5** sind die einzelnen Mikrovertiefungen **54** in größeren Abständen voneinander angeordnet, zum Beispiel in einem Abstand, der dem Dreifachen (**Fig. 3**) oder Doppelten (**Fig. 4** und **Fig. 5**) des Durchmessers der Mikrovertiefungen **54** entspricht. Bei den Linienrastern in den **Fig. 6** bis **Fig. 8** sind die Mikrovertiefungen **54** in einer unter einem Winkel von 45 Grad zur Drehrichtung der Flexodruckform **12** geneigten Richtung unmittelbar neben-

einander angeordnet, während in einer dazu senkrechten Richtung der Abstand zwischen benachbarten Mikrovertiefungen **54** das Dreifache (**Fig. 6**), Doppelte (**Fig. 7**) oder Einfache des Durchmessers der Mikrovertiefungen **54** beträgt. Die **Fig. 8** bis **Fig. 11** zeigen Gitter raster, bei denen die Mikrovertiefungen **54** entlang der Raster- oder Gitterlinien unmittelbar nebeneinander angeordnet sind, jedoch die Maschen unterschiedlich groß gewählt sind.

[0054] Die **Fig. 12** und **Fig. 13** zeigen einen Teil der Oberfläche **20** einer Flexodruckform **12** mit einem erhabenen druckenden Bereich **58** und einem vertieften nicht-druckenden Bereich **56** in Form eines Teils eines Buchstabens P. Bei der Flexodruckform **12** in **Fig. 12** ist die Oberfläche **20** des erhabenen druckenden Bereichs **58** glatt, während die Oberfläche **20** bei der Flexodruckform **12** in **Fig. 13** mit eingravierten, in einem Linien raster angeordneten Mikrovertiefungen **54** versehen ist. Die Mikrovertiefungen **54** erstrecken sich entlang der Rasterlinien bis zum Rand des vertieften nicht-druckenden Bereichs **56**.

[0055] **Fig. 14** zeigt eine nicht maßstabsgetreue vergrößerte Querschnittsansicht durch die Oberflächenschicht **50** der fertigen Flexodruckform **12** entlang der Linie A-A in **Fig. 13**. Wie man aus **Fig. 14** sieht, wird die ebene Oberfläche **20** der erhabenen druckenden Bereiche **58** durch die eingravierten Mikrovertiefungen **54** aufgeraut. Dadurch kann beim Drucken der Anpressdruck zwischen der Flexodruckform **12** und dem Substrat oder Bedruckstoff verringert und damit das Auftreten von Quetschrändern vermieden werden.

[0056] Die Direktgravur der Mikrovertiefungen **54** bzw. des unebenen Oberflächenprofils in den erhabenen druckenden Bereichen **58** der Oberfläche **20** der Flexodruckform **12** hat neben dem Verzicht auf die aufwändige UV-Belichtung und Auswaschung den Vorteil, dass nach der Gravur der Flexodruckform **12** eine Reinigung mit Wasser und Druckluft ausreichend ist und dass anders als bei der Herstellung von Flexodruckformen durch Belichtung einer Photopolymerform eine Reinigung mit organischen Reinigungsmitteln entbehrlich ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10227189 A1 [[0002](#)]
- DE 10200402364 A1 [[0002](#)]
- US 6213018 B1 [[0007](#), [0010](#), [0012](#)]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- "Flexography, principles and practices", 4. Ausgabe, 1991 [[0007](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Flexodruckform, bei dem durch Laserdirektgravur mit mindestens einem Laserstrahl in einen rotierenden Druckformrohling mit einer zylindrischen Oberfläche Vertiefungen eingraviert werden, die nicht-druckende Bereiche bilden, wobei erhabene druckende Bereiche stehen bleiben, deren Oberflächen mit der zylindrischen Oberfläche des Druckformrohlings fluchten, **dadurch gekennzeichnet**, dass in mindestens einem Teil der Oberflächen (20) der erhabenen druckenden Bereiche (58) durch Laserdirektgravur mit mindestens einem Laserstrahl (16) ein unebenes Oberflächenprofil (54) graviert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das unebene Oberflächenprofil (54) und die Vertiefungen (52) in den nicht-druckenden Bereichen (56) mit einem Laserstrahl (16) aus demselben Laser (34) graviert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das unebene Oberflächenprofil (54) und die Vertiefungen (52) in den nicht-druckenden Bereichen (56) mit einem Laserstrahl (16) aus einem Fiberlaser (34) graviert werden.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das unebene Oberflächenprofil der Oberflächen (20) der erhabenen druckenden Bereiche (58) Mikrovertiefungen (54) mit einer Tiefe von weniger als 10 µm umfasst, und dass die Vertiefungen in den vertieften nicht-druckenden Bereichen (56) Makrovertiefungen (52) mit einer Tiefe von mehr 250 µm sind.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (54) in einer zu einer Drehachse (14) des Druckformrohlings (22) parallelen Richtung mit derselben Auflösung wie die Makrovertiefungen (56) graviert werden.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (54) in einer Dreh- oder Umfangsrichtung des rotierenden Druckformrohlings (22) mit derselben Auflösung wie die Makrovertiefungen (56) graviert werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (52) in einem Raster in die Oberfläche (20) der erhabenen druckenden Bereiche (58) graviert werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (52) mit einer willkürlichen oder stochastischen Verteilung oder in einem frequenzmodulierten Raster in die Oberfläche (20) der erhabenen druckenden Bereiche (58) graviert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung des Lasers (34) beim Gravieren von Mikrovertiefungen (54) des unebenen Oberflächenprofils (54) in den druckenden Bereichen (58) und beim Gravieren von Makrovertiefungen (52) in den nicht-druckenden Bereichen (56) in Inkrementen verändert wird und dass die Inkremente beim Gravieren der Mikrovertiefungen (54) und beim Eingravieren der Makrovertiefungen (52) unterschiedlich groß sind.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das unebene Oberflächenprofil (54) in die Oberfläche (20) von größeren druckenden Bereichen (58) graviert wird, die im Druckbild einen Vollton erzeugen sollen.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das unebene Oberflächenprofil (54) in die Oberfläche (20) von kleineren druckenden Bereichen (58) graviert wird, die im Druckbild Halbtöne erzeugen sollen.

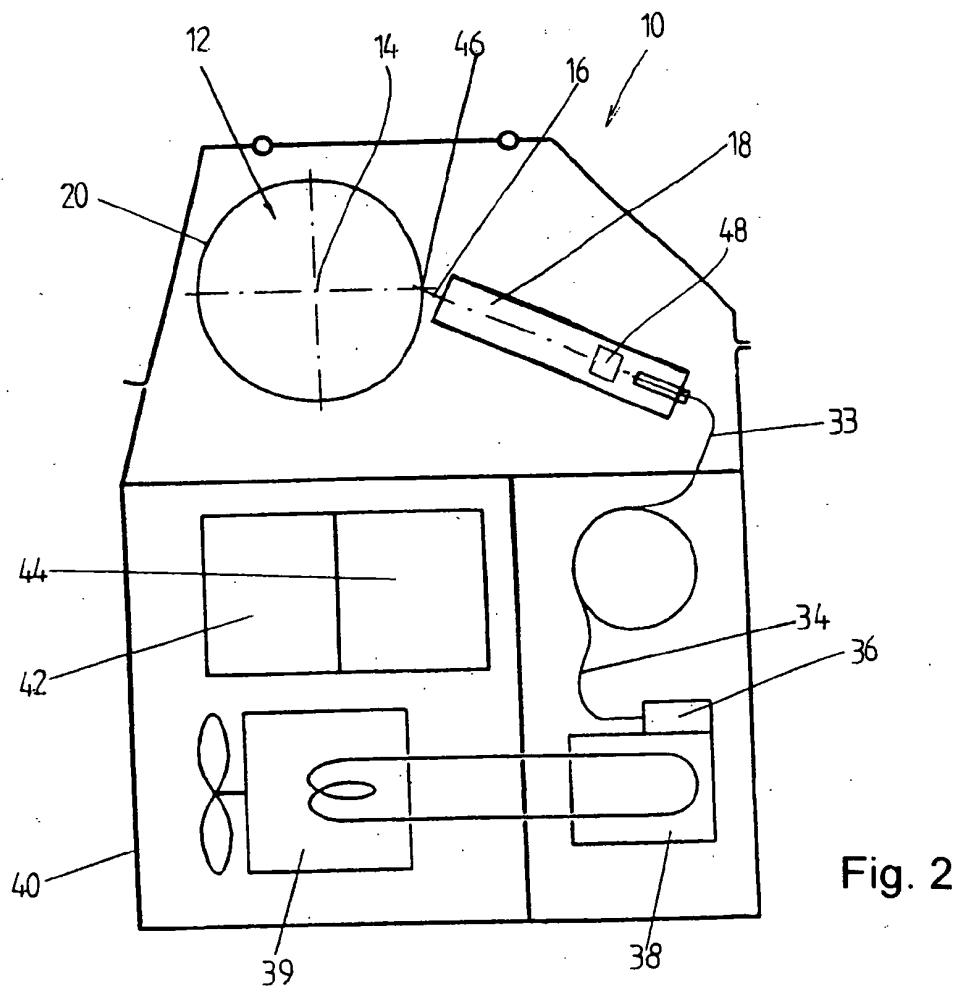
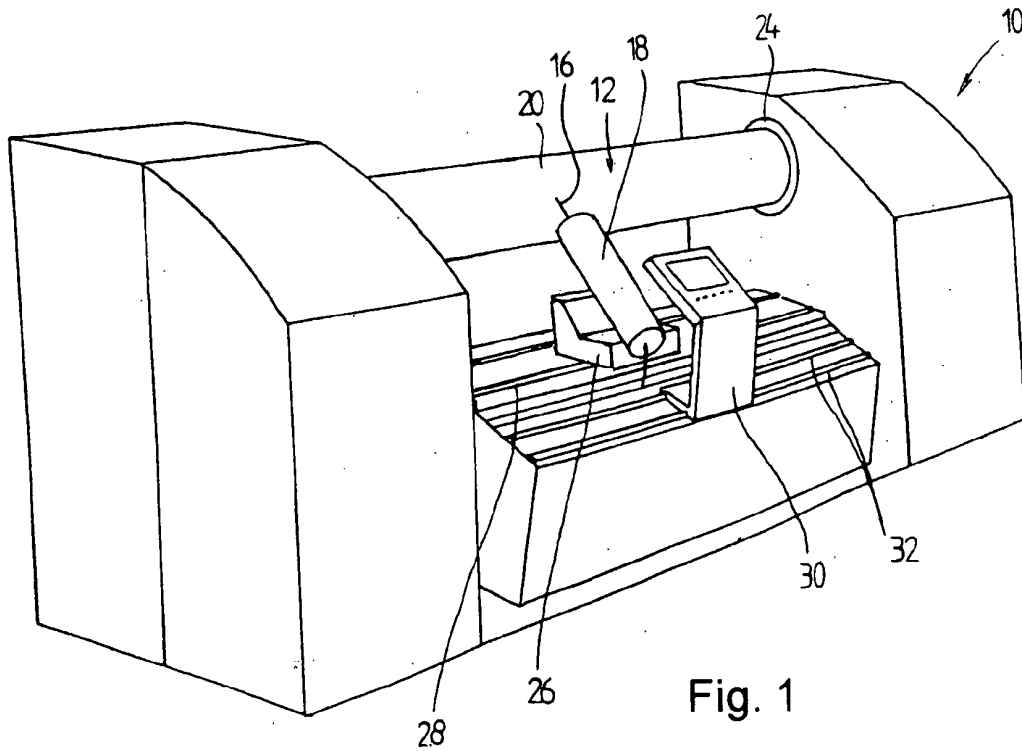
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckformrohling (22) in Drehung versetzt wird und dass der Laserstrahl (16) moduliert und aus mindestens einem in axialer Richtung am Druckformrohling (22) entlang bewegten Laserbearbeitungsorgan (18) auf die zylindrische Oberfläche (20) gerichtet wird, so dass sich ein Auftreffpunkt (46) des modulierten Laserstrahls (16) entlang einer schraubenförmigen Gravierlinie über die zylindrische Oberfläche (20) bewegt und abwechselnd Vertiefungen (52) in den nicht-druckenden Bereichen (56) und das unebene Oberflächenprofil (54) in den druckenden Bereichen (58) graviert.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Flexodruckform (12) nach der Gravur nur mit Wasser und Druckluft gereinigt wird.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das unebene Oberflächenprofil (54) in den druckenden Bereichen (58) und die Vertiefungen (52) in den nicht-druckenden Bereichen (56) in einen als Gummiklieschee ausgebildeten Druckformrohling (22) graviert werden.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



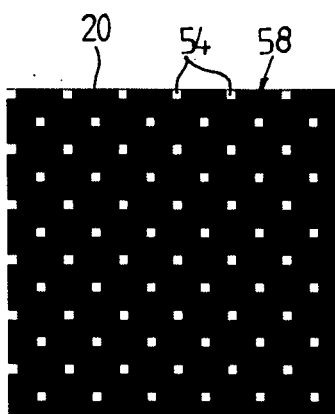


Fig. 3

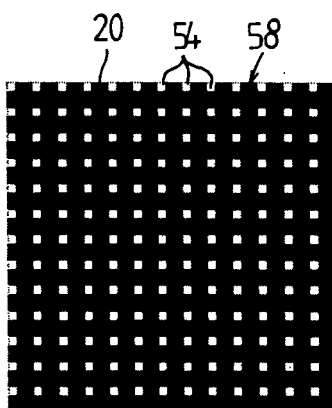


Fig. 4

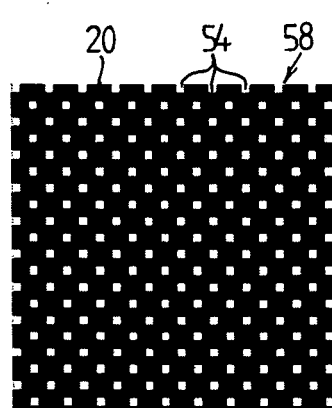


Fig. 5

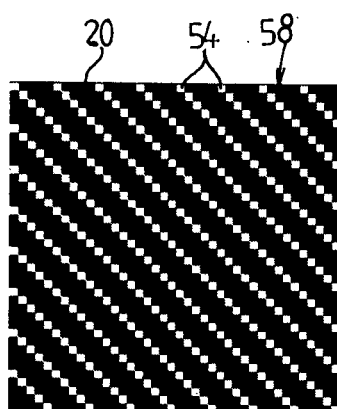


Fig. 6

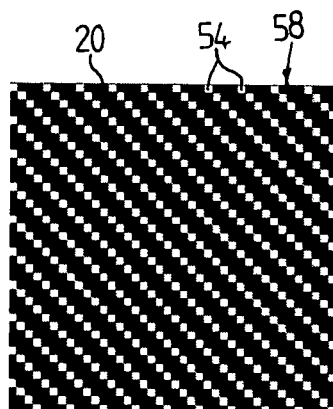


Fig. 7

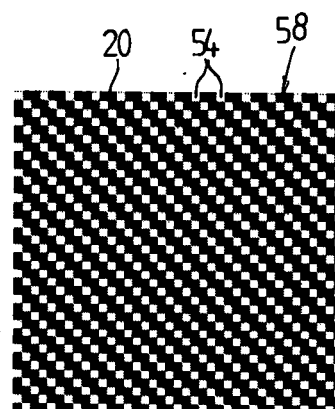


Fig. 8

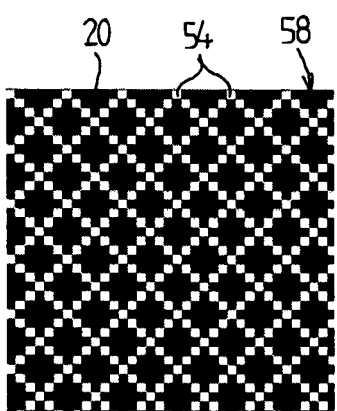


Fig. 9

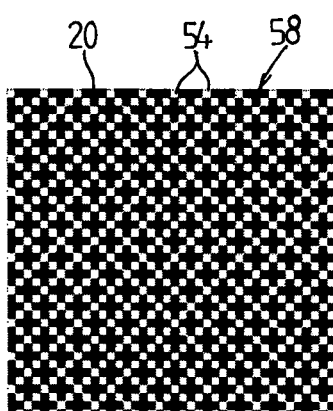


Fig. 10

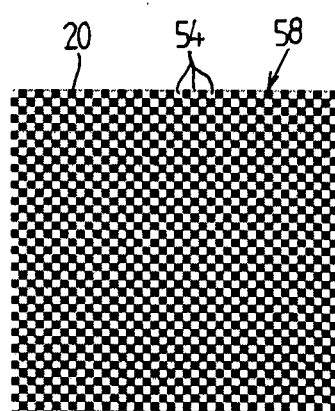


Fig. 11

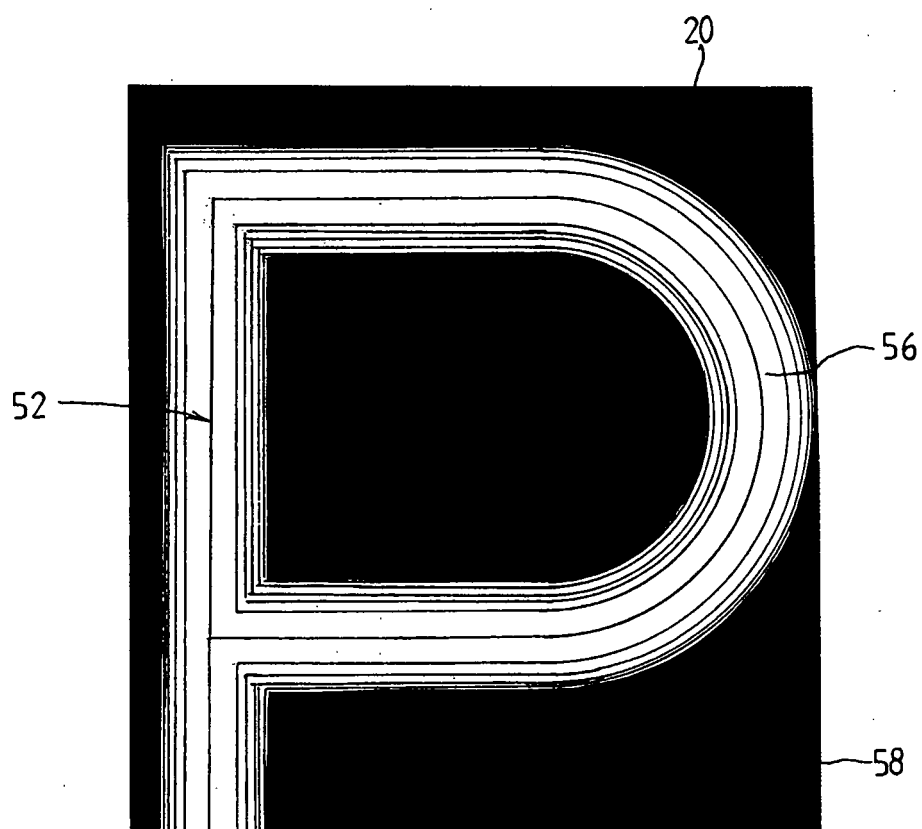


Fig. 12

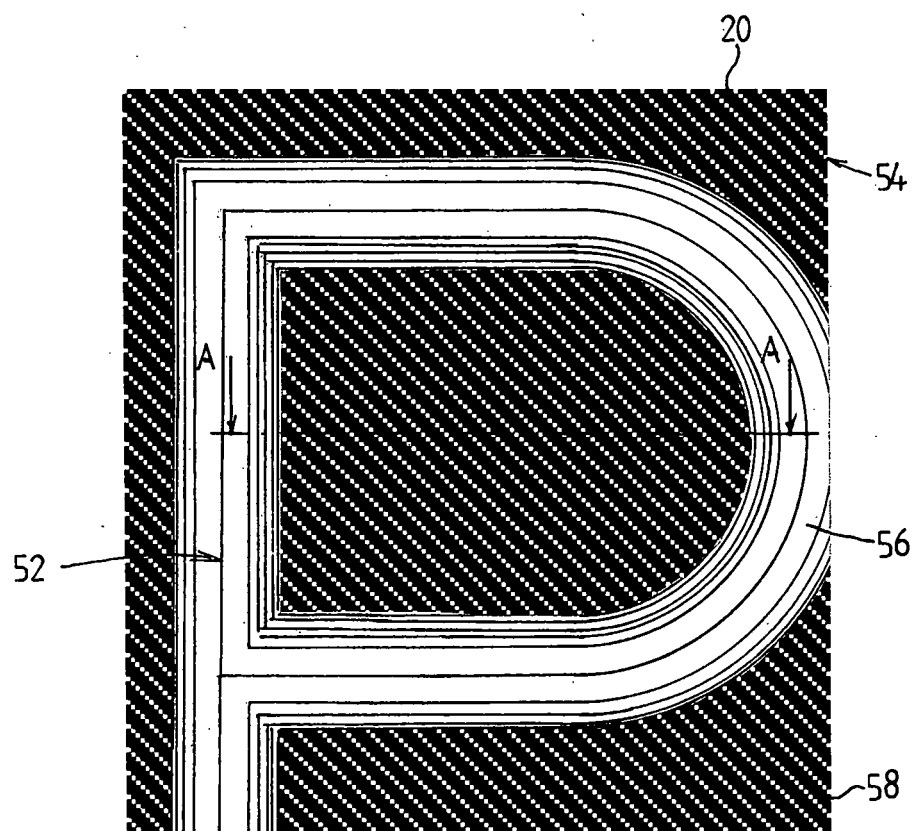


Fig. 13

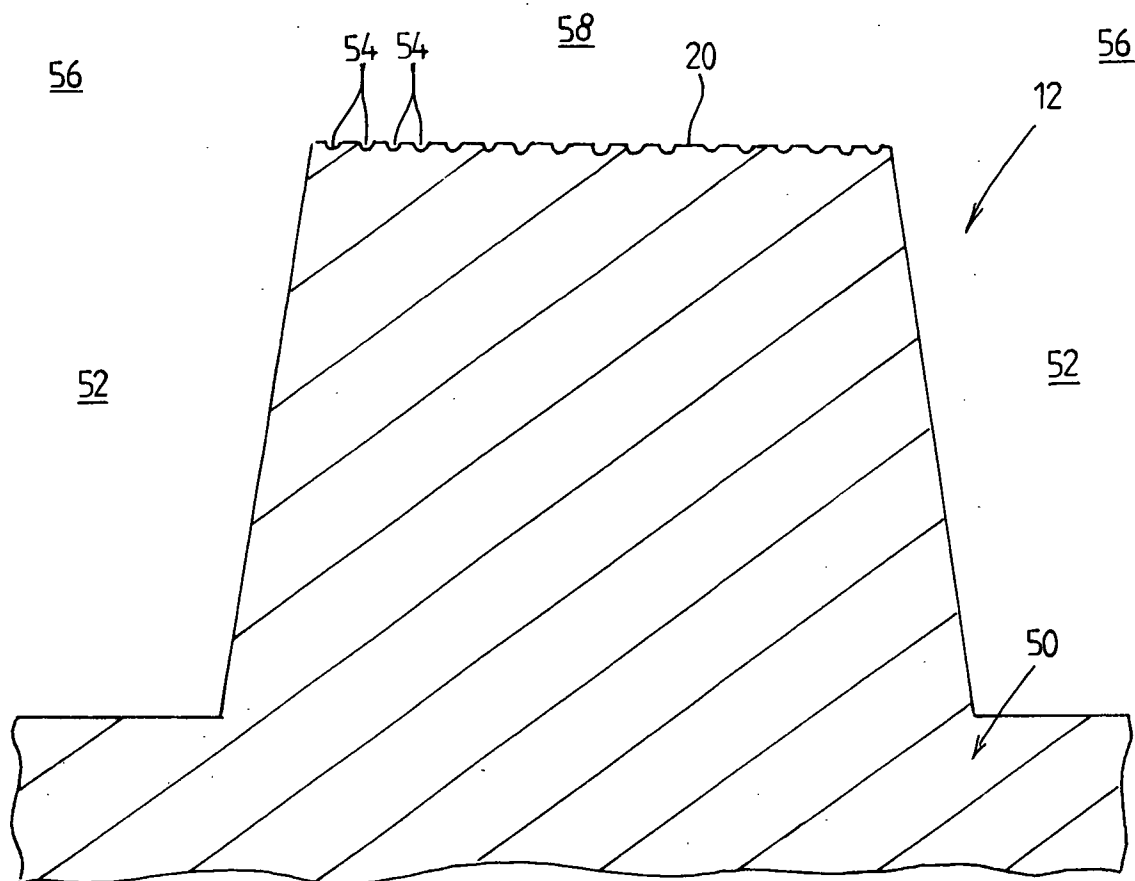


Fig. 14

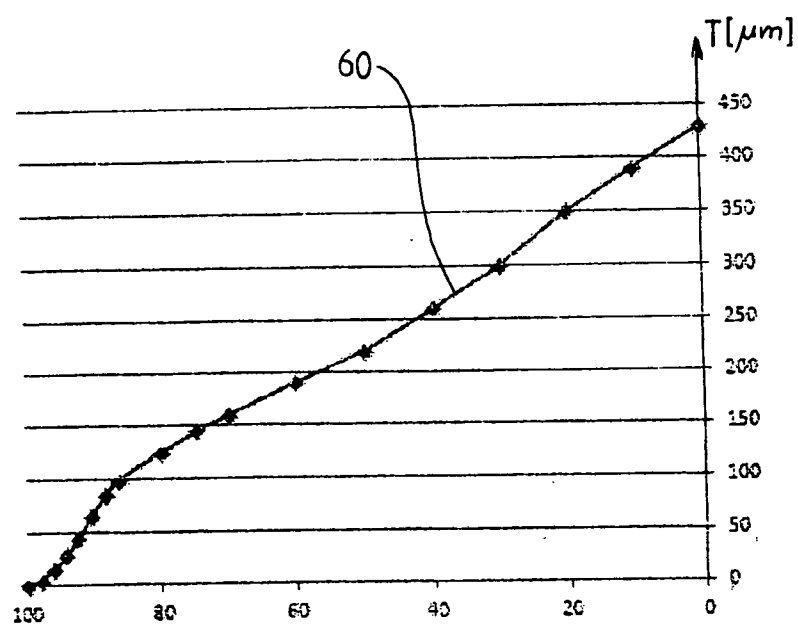


Fig. 15