

**Ausschliessungspatent**

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

204 180Int.Cl.³

3(51) H 01 J 37/302

MT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

1) AP H 01 J/ 2438 038
81108156.1(22) 05.10.82
(32) 10.10.81(44) 16.11.83
(33) DE

- 1) siehe (73)
 2) BEISSWENGER, SIEGFRIED, DR. DIPL.-PHYS.; DE;
 3) DR. ING. RUDOLF HELL GMBH, KIEL, DE
 4) IPB (INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN) 61449/13/39 1020 BERLIN WALLSTR. 23/24

14) ELEKTRONENSTRAHL-GRAVIERVERFAHREN UND EINRICHTUNG ZU SEINER DURCHFUEHRUNG

57) Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Materialbearbeitung, insbesondere auf die Herstellung von Druckformen. Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Betriebsparameter einer Elektronenstrahlanode für die Gravur von Druckformen ausreichend stabil zu halten. Zur angestrebten stabilen Gravur von Rasternäpfchen mit unterschiedlicher Geometrie mittels Elektronenstrahlen wird der Abbildungsmaßstab der Elektronenquelle auf der zu bearbeitenden Druckformoberfläche tonwertabhängig moduliert. Die Leistungsdichteverteilung im Wirkpunkt des Elektronenstrahls kann dann für alle Tonwerte rechteckförmig sein. Insbesondere die bislang kritische Gravur der kleinen Rasternäpfchen in hellen Tonwerten ist damit stabil. Die Erfindung soll Anwendung finden auf dem Gebiet der Materialbearbeitung und der Druckformherstellung.

Fig. 1

Berlin, den

Titel der Erfindung

Elektronenstrahl-Graviervverfahren und Einrichtung zu seiner Durchführung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Druckform-Graviervverfahren mittels Elektronenstrahlen und die Einrichtung dazu, bei dem in schneller Folge ein Raster aus näpfchenförmigen Vertiefungen, sogenannten Rasternäpfchen, durch Einwirken eines Elektronenstrahls in die Oberfläche einer Druckform, beispielsweise eines Tiefdruckzylinders, hineingraviert wird.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aus der DE-AS 11 23 571, der DL-PS 55 965, der DE-OS 21 11 628 und der DE-OS 24 58 370 sind bereits Verfahren zur Gravur von Druckformen mittels Elektronenstrahls bekannt, mit denen Rasternäpfchen der verschiedensten Formen hergestellt werden können. Dabei werden Intensität, Fokusslage, Energieverteilung im Strahl, Bewegung des Brennflecks und Einwirkdauer zur Erzeugung unterschiedlicher Näpfchengeometrie gesteuert.

Insbesondere die kleinvolumigen Rasternäpfchen, die beim Tiefdruck die hellen Bildpartien wiedergeben, erfordern eine hohe Konstanz bei der Herstellung. Die exakte Wiederholbarkeit einer Näpfchengeometrie in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit

17. JAN 1933*062587

(einige μ s) ist eines der schwierigsten Probleme der Elektronenstrahlgravur überhaupt.

Die Erfahrung zeigt, daß eine der Grundvoraussetzungen zur Beherrschung der lichten Töne eine tonwertabhängige Veränderung der Fokusslage auf der Druckformoberfläche fordert. Die DE-OS 24 58 370 beschreibt ein derartiges Verfahren, bei dem die Fokusslage so gesteuert wird, daß die Brennfleckenebene bei kleinen Rasternäpfchen näher an der Oberfläche liegt als bei größeren. Allerdings geht das dort beschriebene Verfahren davon aus, daß der Elektronenstrahl durch ein sogenanntes Blanking-System in den Pausen zwischen der Gravur zweier aufeinanderfolgender Rasternäpfchen den dauernd eingeschalteten Elektronenstrahl von der Druckformoberfläche weglenkt.

Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß der Elektronenstrahl nach Rückkehr auf die Druckformoberfläche gewissen Einlaufeffekten unterliegt, die die Gravur instabil machen.

Die DE-OS 29 47 444 beschreibt ein Verfahren, das den Strahl nicht mehr von der Druckformoberfläche weglenkt, sondern ihn unter Beibehaltung seiner Richtung nur mittels einer dynamischen magnetischen Linse in der Pause zwischen der Gravur zweier aufeinanderfolgender Näpfchen soweit defokussiert, daß kein Bearbeitungseffekt auf der Druckformoberfläche auftritt. Wegen der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit gelingt eine solche Defokussierung und Refokussierung nur mit einer zusätzlichen dynamischen Fokus-Spule, wie sie in der DE-AS 27 52 598 beschrieben ist. Diese Spule kann natürlich auch den in der DE-OS 24 58 370 beschriebenen, zur Gravur unterschiedlicher Näpfchen erforderlichen, tonwertabhängigen Fokushub bewerkstelligen.

Für großvolumige Näpfchen wird dabei der engste Querschnitt des Elektronenstrahls an die Oberfläche der Druckform gelegt. Es ergibt sich eine nahezu rechteckförmige Stromverteilung über den gesamten Fleck. Für kleinvolumige Näpfchen wird der Fokus etwas über die Druckformoberfläche gelegt. Der Strahl hat nun zwar an

der Oberfläche einen viel größeren Durchmesser als bei der Fokussierung in der Oberfläche, jedoch ist an der Oberfläche die Leistungsdichteverteilung im Strahl ähnlich einer Gauß'schen Verteilung. Vor allem weist der zentrale "Peak" eine höhere Leistungsdichte auf als die rechteckförmige Energieverteilung. Läßt man einen Strahl mit solcher Energiedichteverteilung nur kurzzeitig auf die Oberfläche einwirken, so entsteht durch den "Peak" in der Strahlmitte ein Nöpfchen kleinen Durchmessers und kleiner Tiefe. Offensichtlich macht man sich dabei ein Schwellwertverhalten des Bearbeitungsvorgangs zunutze.

Die Praxis zeigt aber, daß dieses Schwellwertverhalten außerordentlich schwierig stabil zu halten ist.

Geringe Drifterscheinungen in den Betriebsparametern einer Elektronenstrahlkanone, insbesondere thermische Driften, machen es unmöglich, dieses Schwellwertverhalten für die ganze Zeit der Gravur eines Tiefdruckzylinders stabil zu halten, und gerade in den lichten Bildpartien (kleinen Nöpfchen) ist das menschliche Auge für geringe Dichteschwankungen außerordentlich empfindlich.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist ein Verfahren, das eine langzeitkonstante Gravur aller erforderlichen Tonwerte gestattet, ohne das beschriebene instabile Schwellwertverhalten zur Tonwertbildung heranzuziehen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Dieses Ziel wird bei einem Elektronenstrahl-Graviervorgang zum Erzeugen von Rasternöpfchen unterschiedlicher Abmessungen in einer Druckformoberfläche, bei welchem die Rasternöpfchen durch Einwirkung eines ständig auf die Oberfläche gerichteten defokussierbaren Elektronenstrahls zustande kommen, der in Arbeitsstellung in oder unmittelbar in der Umgebung der Oberfläche fokussiert ist, dadurch erreicht, daß außer der Einwirkdauer und der Fokusslage gleichzeitig der Abbildungsmaßstab der Ladungs-

trägerquelle auf der Druckformoberfläche tonwertabhängig gesteuert wird.

Vorteilhafterweise werden große Rasternäpfchen mit mäßiger, kleine Rasternäpfchen mit starker elektronenoptischer Verkleinerung der Ladungsträgerquelle hergestellt, wobei die Leistungsdichteverteilung im Strahl nahezu rechteckförmig ist.

Ebenso kann es von Vorteil sein, auch die Leistungsdichteverteilung im Strahl tonwertabhängig zu steuern.

Schließlich kann man mit Vorteil zwischen den beiden Linsensystemen 2 und 3/3a eine Aperturblende zur tonwertabhängigen Modulation der Strahlenergie anordnen.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren 1 bis 3 näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: Strahlengang

Figur 2: Fokusverhältnisse bei der Gravur von großen Näpfchen

Figur 3: Fokusverhältnisse bei der Gravur von kleinen Näpfchen

Wie Figur 1 zeigt, wird eine dreistufige verkleinerte Abbildung der Elektronenquelle mittels magnetischer Linsen vorgenommen. Erfindungsgemäß wird zu diesem Zweck eine erste langbrennweitige Linse 1 mit einer zweiten kurzbrennweitigen Linse 2 kombiniert. Die dritte Linse 3 ist langbrennweitig und ermöglicht den großen Arbeitsabstand zur Druckformoberfläche 4; sie entspricht der Hauptlinse der bisher bekannten Elektronenstrahlkanone und ist mit einer dynamischen Linse 3a kombiniert, wie sie in der DE-AS 27 52 598 beschrieben ist. Eine ebensolche dynamische Linse 5 ist in der ersten langbrennweitigen Linse 1 angeordnet. Bei Erregung dieser Linse 5 wird die Bildweite der ersten langbrennweitigen Linse 1 um einen geringen Betrag verändert. Der Abbildungsmaßstab der Linsenkombination 1/5 ändert sich dabei nur wenig. Da jedoch die Abbildung der Elektronenquelle 6

durch die Kombination von Linse 1 und Linse 5 das Objekt der zweiten kurzbrennweitigen Linse 2 darstellt, führt eine geringe axiale Verlagerung des ersten Zwischenbildes zu einer großen Änderung des Abbildungsmaßstabes der Linse 2. Der Abbildungsmaßstab der Linsenkombination 3/3a wird durch die Verlagerung des zweiten Zwischenbildes nur sehr wenig verändert. Der dadurch entstandene Fehler in der Fokusslage auf der Druckformoberfläche 4 kann durch Änderung der Erregung der dynamischen Linse 3a kompensiert werden.

Ein Zahlenbeispiel möge dies verdeutlichen:

Verkleinert z. B. die Linse 1 dreifach und wird die Linse 5 in ihr nicht erregt, so kann die zweite kurzbrennweitige Linse 2 so eingestellt sein, daß sie ein Abbildungsverhältnis von 1 erzeugt. Wenn die Linse 3 dann ein Abbildungsverhältnis von 4 erzeugt, so ist die Gesamtverkleinerung gleich 12. In Figur 1 ist der sich ergebende Strahlengang mit durchgezogenen Linien dargestellt. Wird nun die in Linse 1 angeordnete Linse 5 erregt, so rückt das erste Zwischenbild näher auf die Linsenkombination 1/5 zu. Gleichzeitig wird die Objektweite der zweiten kurzbrennweitigen Linse 2 größer. Dies bedeutet, daß die kurzbrennweitige Linse 2 nun bei unveränderter Erregung einen Abbildungsmaßstab von beispielsweise 3 aufweist. Der Gesamtverkleinerungsmaßstab der Anordnung hat sich somit auf 36 verändert. Der sich ergebende Strahlengang ist in Figur 1 gestrichelt dargestellt.

Wird hinter der kurzbrennweitigen Linse 2 eine Aperturblende 7 angeordnet, so kommt es zusätzlich zur Modulation des Abbildungsmaßstabes auch zu einer Modulation der Strahlenergie. Dadurch ist es möglich, sowohl kleine wie große Näpfchen mit etwa gleicher Leistungsdichte zu gravieren. Die Fokusverhältnisse am Wirkpunkt des Strahls sind für große Näpfchen in Figur 2, für kleine Näpfchen in Figur 3 dargestellt. L bezeichnet die Strahlleistungsdichte, und r bezeichnet den Radius am Einwirkpunkt. Um eine Vorstellung von den Dimensionen zu geben, sind in Figur 2 und 3 einige Maße als Anhalt eingetragen.

Die beschriebene Anordnung ermöglicht eine sehr schnelle Änderung des Abbildungsmaßstabes. Die Einstellzeit beim Übergang von starker zu schwacher Verkleinerung und umgekehrt läßt sich mit der erfindungsgemäßen Anordnung in ca. 1 μ s durchführen.

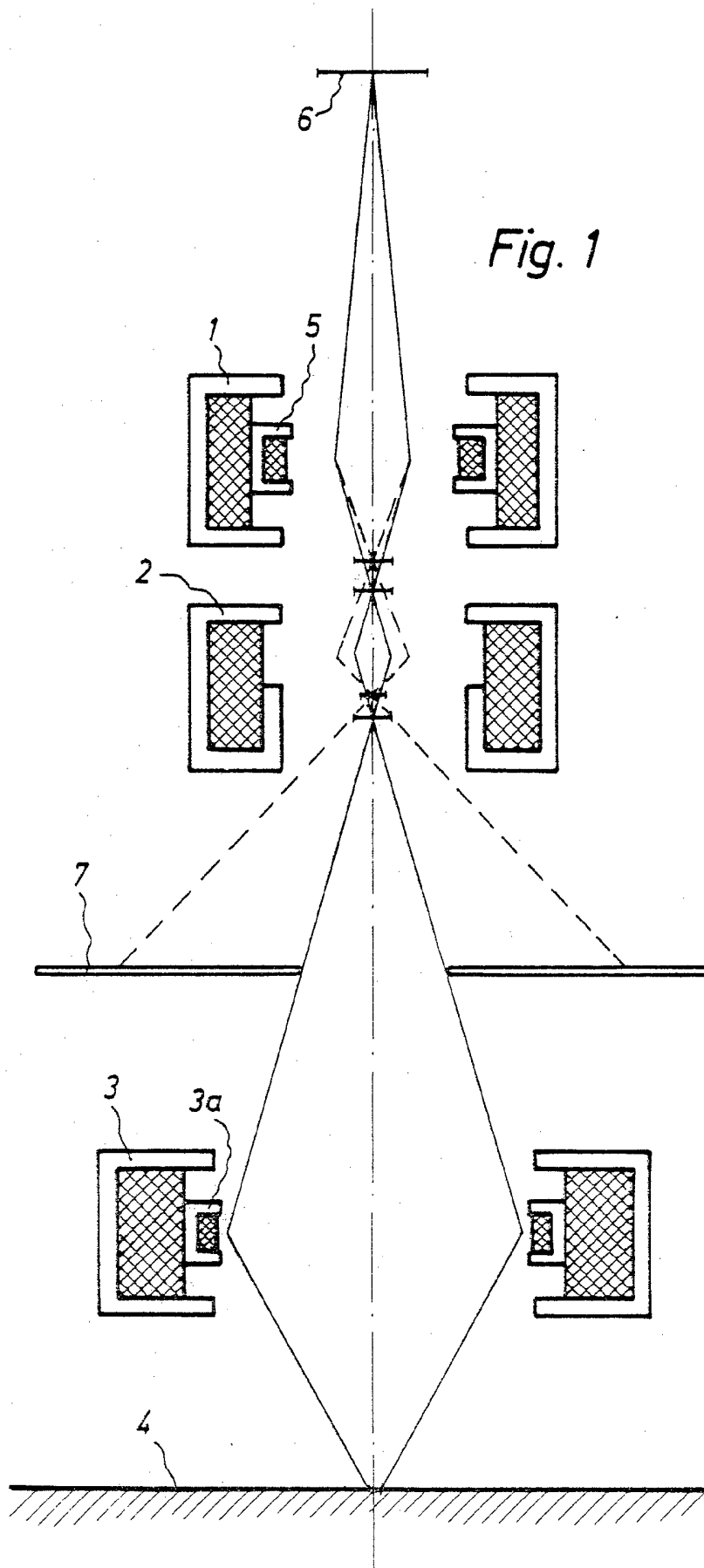
Die Erregung der Linse 5 liegt in der gleichen GröÖerordnung, wie sie auch für das in der DE-OS 29 47 444 beschriebene Unscharftasten des Strahls in der Gravurpause zwischen zwei aufeinanderfolgenden Nöpfchen erforderlich ist.

Die Erfindung kann mit Vorteil bei der Gravur von Druckformen mit Elektronenstrahlen verwendet werden. Sie kann auch überall da eingesetzt werden, wo Materialbearbeitung irgendwelcher Art wie Schweißen, Bohren, Gravieren, Erhitzen usw. mit Ladungsträgerstrahlen ausgeführt wird. Darüber hinaus kann sie auch auf dem Gebiet der Elektronenstrahl-Lithographie Anwendung finden.

Erfindungsansprüche

1. Elektronenstrahl-Graviervverfahren zum Erzeugen von Rasternäpfchen unterschiedlicher Abmessungen in einer Druckformoberfläche, bei welchem die Rasternäpfchen durch Einwirkung eines ständig auf die Oberfläche gerichteten, defokussierbaren Elektronenstrahls zustande kommen, der in Arbeitsstellung in oder unmittelbar in der Umgebung der Oberfläche fokussiert ist, dadurch gekennzeichnet, daß außer der Einwirkdauer und der Fokuslage gleichzeitig der Abbildungsmaßstab der Ladungsträgerquelle auf der Druckformoberfläche 4 tonwertabhängig gesteuert wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß große Rasternäpfchen mit mäßiger, kleine Rasternäpfchen mit starker elektronenoptischer Verkleinerung der Ladungsträgerquelle hergestellt werden.
3. Verfahren nach Punkt 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl für große wie für kleine Rasternäpfchen die Leistungsdichtevertelung im Strahl nahezu rechteckförmig ist.
4. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß außer dem Abbildungsmaßstab auch die Leistungsdichtevertelung im Strahl tonwertabhängig gesteuert wird.
5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß außer dem Hauptlinsensystem 3/3a im Strahlengang der Elektronenkanone noch mindestens zwei weitere Linsensysteme 1/5 und 2 angeordnet sind und daß die Erregung der Linse 5 tonwertabhängig veränderbar ist.
6. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Punkten 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Linsensystemen 2 und 3/3a eine Aperturblende angeordnet ist.

- Hierzu 2 Seiten Zeichnungen -



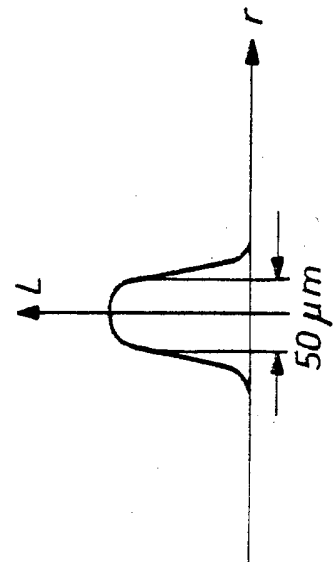
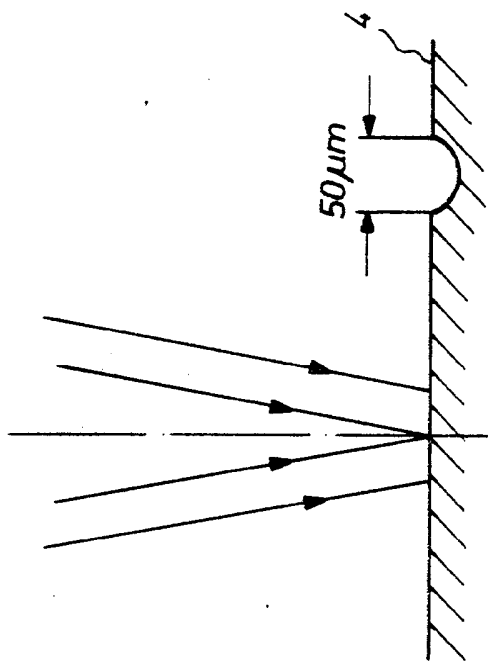


Fig. 3

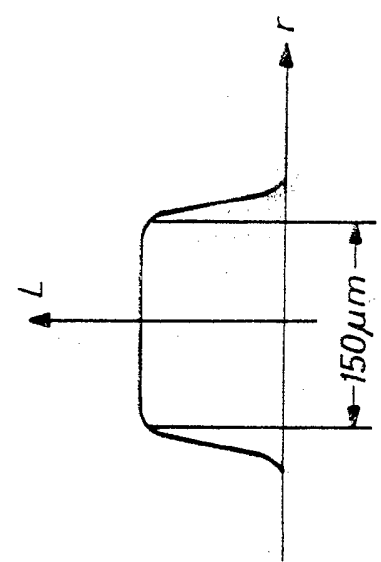
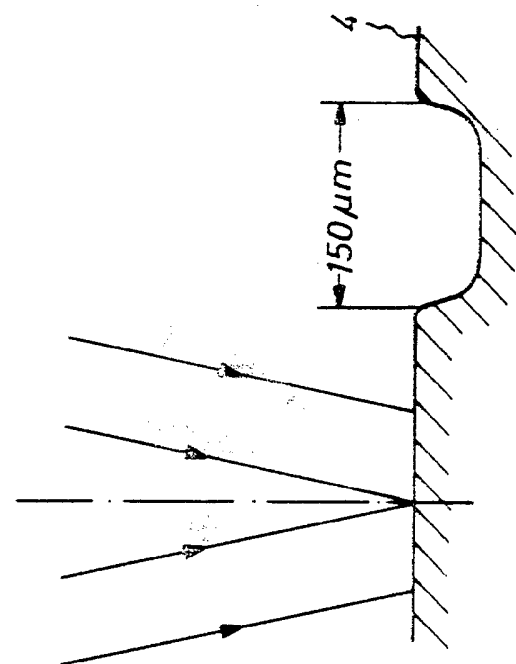


Fig. 2