



Ausschlusspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) 0154 594

Int.Cl.³ 3(51) B 41 C 1/02

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

21) AP B 41 C/ 225 384
31) P2947444.0

(22) 21.11.80
(32) 24.11.79

(44) 07.04.82
(33) DE

71) DR.-ING. RUDOLF HELL GMBH KIEL;DE;
72) BOPPEL, WOLFGANG,DIPL.-PHYS.;BEISSWENGER, SIEGFRIED,DR., DIPL.-PHYS.;GRIEGER, DIETER;DE;
73) DR.-ING. RUDOLF HELL GMBH KIEL, DE
74) INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN, 1020 BERLIN, WALLSTR. 23/24

54) ELEKTRONENSTRAHL-GRAVIERVERFAHREN

57)Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Materialbearbeitung mittels Elektronenstrahlgravur und insbesondere auf die Herstellung von Druckformen. Ziel der Erfindung ist es, ein neues, verbessertes Verfahren zur schnellen aufeinanderfolgenden Erzeugung von Vertiefungen oder Lochern innerhalb der Oberflaeche eines Werkstueckes, insbesondere einer Tiefdruckform, anzugeben. Es handelt sich um ein Elektronenstrahlgravierverfahren zur schnellen aufeinanderfolgenden Erzeugung von Vertiefungen unterschiedlicher Groeße in der Oberflaeche eines Werkstueckes, bei dem unterschiedliche Vertiefungen durch unterschiedliche Einwirkung des Elektronenstrahls erzeugt werden, wobei der Elektronenstrahl in den Pausen zwischen der Erzeugung der einzelnen Vertiefungen eingeschaltet auf dem Werkstueck steht und so defokussiert ist, daß kein Bearbeitungseffekt auftritt. Als weitere Loesung ist vorgesehen, daß in den Pausen zwischen der Erzeugung der Vertiefungen der Energiestrah in kurzen Impulsen auf die Oberflaeche des Werkstueckes gerichtet wird, wobei die Impulsdauer so kurz ist, daß kein Bearbeitungseffekt auftritt. Die Erfindung soll angewendet werden auf dem Gebiet der Materialbearbeitung und der Drucktechnik. -Figur-

225384 -1-

Berlin, den

Titel der Erfindung

Elektronenstrahlgravierverfahren

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Elektronenstrahl-Gravierverfahren, insbesondere zur Herstellung von Druckformen zur schnell aufeinanderfolgenden Erzeugung von Vertiefungen unterschiedlicher Größe in der Oberfläche eines Werkstücks, wobei die unterschiedlichen Vertiefungen durch unterschiedliche Einwirkung des Elektronenstrahls erzeugt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

In der US-PS 4,028,523 sind ein Energiestrahls-Gravierverfahren und eine Einrichtung zum Durchführen des Verfahrens beschrieben, wobei zur Herstellung einer Tiefdruckform näpfchenförmige Vertiefungen in der Oberfläche eines Werkstücks, in diesem Falle eines Tiefdruckzylinders erzeugt werden. Hierzu wird die Größe der zu erzeugenden Näpfchen durch kürzere oder längere Einwirkdauer des Elektronenstrahls auf die Werkstoffoberfläche bestimmt. Dies geschieht dadurch, daß der Elektronenstrahl in den Zeiträumen, in denen kein Bearbeitungseffekt auftreten soll, die Werkstoffoberfläche nicht trifft, sondern an geeigneter Stelle innerhalb des Elektronenstrahlerzeugers, seitlich in einem "Sumpf" (Aufhänger), abgelenkt wird. Dies erfolgt mittels einer zusätzlichen Ablenkanordnung, die als elektrostatische oder

elektromagnetische Ablenkeinrichtung ausgebildet ist (Blankingeffekt).

Die Variation der Näpfchengröße, d. h. des Näpfchenvolumens, das jeweils ein Maß für die beim Druckprozeß von der Druckform übertragende Farbe ist, kann unter Variation der Strahlintensität, der Einsatzdauer und der Strahlfokussierung erfolgen, wobei ein entsprechender Materialabtrag in der Druckformoberfläche stattfindet. Die Fokussierung wird während der Einsatzzeit des Elektronenstrahls so gesteuert, daß die Fokusebene bei kleinen Näpfchen näher an der Oberfläche liegt als bei großen Näpfchen.

Solche Graviersysteme haben sich aber bis heute in der Praxis nicht durchgesetzt, obschon sie wegen der trägheitslosen Steuerung des Elektronenstrahls an sich eine wesentlich höhere Arbeitsgeschwindigkeit erlauben als Gravierverfahren, die z. B. mittels elektromagnetisch angetriebener Stichel arbeiten oder als das herkömmliche Ätzverfahren.

Eine der Ursachen hierfür ist das schlechte Einlaufverhalten bei Gravurbeginn und in Gravurpausen, was sich dadurch bemerkbar macht, daß sich bei hoher Arbeitsfrequenz, d. h. kurzer Gravidauer, pro Näpfchen und hoher Strahlintensität die Näpfchengeometrie, d. h. Form und Volumen der Näpfchen, stark ändert, so daß bei Beginn der Gravur oder auch bei einem späteren Eingravieren in die Druckform falsche Näpfchen graviert werden, wodurch die gesamte Druckform unbrauchbar wird.

Beim Einschalten des Elektronenstrahls bzw. beim Wiedereinschalten und bei der laufenden Ablenkung (Blanking) zwischen der Gravur der einzelnen Näpfchen baut sich durch die Ionisation des Restgases innerhalb des Volumens des

Strahlerzeugers eine positive Raumladung auf, die den statischen Fokuszustand des Elektronenstrahls ungünstig beeinflusst, d. h. unkontrollierbar macht. Bis sich ein statischer Zustand eingestellt hat, vergeht eine gewisse Zeit, innerhalb der die vorgenannten Nöpfchenverformungen auftreten, was aber für die Herstellung einer einwandfreien Druckform nicht in Kauf genommen werden kann.

Dieser Effekt trat bisher bei Materialbearbeitung mit Elektronenstrahl und bei Elektronenstrahlschweißgeräten nicht störend auf. Bei der Herstellung von Druckformen für die Drucktechnik müssen dagegen feinste Strukturen mit sehr hoher Dynamik erzeugt werden, so daß dieser Effekt stark in negativer Weise hervortritt, da das Auge beim Betrachten eines Druckproduktes auf Fehler, die durch fehlerhafte Druckformen, d. h. fehlerhaft gravierte Nöpfen erzeugt werden, besonders stark reagiert.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und ein neues verbessertes Verfahren zur schnellen aufeinanderfolgenden Erzeugung von Vertiefungen oder Löchern innerhalb der Oberfläche eines Werkstücks, insbesondere einer Tiefdruckform anzugeben.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Dieses Ziel wird bei einem Elektronenstrahl-Gravierverfahren zur schnellen aufeinanderfolgenden Erzeugung von Vertiefungen unterschiedlicher Größe in der Oberfläche eines Werkstücks, bei dem unterschiedliche Vertiefungen durch unterschiedliche Einwirkung des Elektronenstrahls erzeugt werden, dadurch erreicht, daß der Elektronenstrahl in den Pausen zwischen der

Erzeugung der einzelnen Vertiefungen eingeschaltet auf dem Werkstück steht und so defokussiert ist, daß kein Bearbeitungseffekt auftritt. Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß in den Pausen zwischen der Erzeugung der Vertiefungen der Energiestrahle in kurzen Impulsen auf die Oberfläche des Werkstücks gerichtet wird, wobei die Impulsdauer so kurz ist, daß kein Bearbeitungseffekt auftritt.

Weiterhin kann in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, daß die impulsartige Steuerung des Elektronenstrahls mittels einer Ablenkschaltung erfolgt oder daß die Fokussierung bzw. Defokussierung mittels einer schnellen elektronenoptischen Fokusslinenanordnung vorgenommen wird, bei der die dynamische Linse innerhalb der statischen Linse angeordnet ist.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figur näher erläutert. Die Figur zeigt schematisch ein Elektronenstrahlerzeugungssystem, wie es im Prinzip in der US-PS 4,028,523 in Figur 3 dargestellt ist. Das Elektronenstrahlerzeugungssystem 1 liegt mittels einer gleitenden Spezialdichtung 2 auf einem rotierenden Tiefdruckzylinder 3 auf. Die Spezialdichtung 2 kann z. B. gemäß DE-OS 28 19 993 oder DE-OS 28 34 457 bzw. DE-OS 28 34 458 ausgebildet sein.

Das Elektronenstrahlerzeugungssystem 1 besteht im wesentlichen aus drei Kammern, dem Strahlerzeuger 4, dem Strahlformungs- bzw. Führungsteil 5 und der Bearbeitungskammer 6. Der Strahlerzeuger 4 enthält eine Glühkathode 41, einen Wehneltzylinder 42, eine Anode 43 und eine Vakuumpumpe 44. Das Teil 5 enthält gestrichelt gezeichnet eine Ablenkanordnung 51 mit einem Strahlsumpf 52, der aus einem

ringförmigen Metallteil bestehen kann. Während der Pausen zwischen der Gravur der einzelnen Nöpfchen wird der Strahl mittels der Ablenkeinheit 51 aus dem Zentrum des Elektronenstrahlerzeugungssystems und damit von der Oberfläche des zu bearbeitenden Werkstücks abgelenkt. Diese Ablenkanordnung mit Strahlfänger, welche ein sogenanntes "Blanking-System" darstellt, kann ebenso ausgebildet sein wie bei der US-PS 4,028,523, aber das System wird anders betrieben. Gemäß der einen Ausführungsform der Erfindung wird der Elektronenstrahl nicht während der gesamten Pause zwischen der Gravur von zwei aufeinanderfolgenden Nöpfchen ausgeschaltet, d. h. abgelenkt, sondern er wird mittels des Blanking-Systems in den Gravurpausen mehrfach impulsartig auf die zu bearbeitende Oberfläche gerichtet, damit sich im Verlauf des Strahlengangs keine neue Raumladung aufbaut. Bei genügend häufiger Folge von Einzelimpulsen und bei einer solchen Bemessung der Impulsdauer, daß kein Bearbeitungseffekt auftritt, bleibt der Ionisationszustand innerhalb des Strahlerzeugers und insbesondere in dem Bereich, der für die Fokussierung maßgebend ist, unverändert, so daß kein Anlaufeffekt auftritt.

Die Figur zeigt weiterhin in dem Strahlformungsteil eine dynamische Fokusspule 53 und eine statische Fokusspule 54, die während der Gravur der Nöpfchen die eingangs beschriebene Fokussierung durchführen. Die Wirkungsweise einer solchen Fokussierung entspricht derjenigen, wie sie in der US-PS 4,028,523 beschrieben ist.

Bei der weiteren Ausführungsform gemäß der Erfindung wird der Elektronenstrahl während der Gravurpausen nicht von der Oberfläche des Druckzylinders abgelenkt, sondern er bleibt auf dieser stehen, wird aber defokussiert. Die Defokussierung erfolgt in dem Maße, daß ebenfalls kein

Bearbeitungseffekt auftritt. Die auf die Oberfläche des rotierenden Druckzylinders übertragene Energie wird von diesem aufgenommen und weggeleitet. Dieses dauernde Stehenbleiben des Elektronenstrahls auf der Druckformoberfläche führt ebenfalls dazu, daß der Ionisationszustand innerhalb des Elektronenstrahlerzeugersystems konstant bleibt und sich keine Raumladung aufbauen kann, wodurch die eingangs genannten Anlaufeffekte ebenfalls vermieden werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung kann darin bestehen, daß die statische und dynamische Fokusspule gemäß DE-OS 27 52 598 ausgebildet sind, bei der die dynamische Linse innerhalb der statischen Linse angeordnet ist. Dies hat den Vorteil, daß man mit wesentlich geringerer Steuerleistung für die dynamische Fokusspule auskommt und daß durch diese spezielle Spulenausbildung eine kürzere Ausbildung des gesamten Elektronenstrahlerzeugersystems möglich ist.

Der Ordnung halber sei noch erwähnt, daß sowohl an dem Strahlformungsteil eine Vakuumpumpe 55 als auch an der Bearbeitungskammer 6 eine separate Vakuumpumpe 61 angeschlossen sind. Dies hat den Vorteil, daß innerhalb der einzelnen Kammern mit für die jeweiligen Belange erforderlichem gestuften Vakuum gearbeitet werden kann und daß die einzelnen Stufen gegebenenfalls voneinander abgetrennt werden können, ohne daß das gesamte System neu evakuiert werden muß.

Wie bereits erwähnt, sind der Betrieb der einzelnen Elektroden und deren Ansteuerung dem Fachmann allgemein bekannt, weshalb nochmals auf die US-PS 4,028,523 verwiesen wird. Speziell für das Anwendungsgebiet der

Elektronenstrahlgravur in der Drucktechnik sei noch darauf hingewiesen, daß die Anspannung der dynamischen Fokusslinse tonwertabhängig ist, d. h. von der Nöpfchengröße abhängt. Bei kleinvolumigen Nöpfchen werden kurze Fokusimpulse abgegeben, bei großvolumigen Nöpfchen lange Fokusimpulse, was einen Stromsteuerbereich von 0,5 bis etwa 1 Amp. an der dynamischen Fokusspule ausmacht. Bei der Defokussierung in den Gravurpausen wird die dynamische Linse stromlos gemacht. Der Strahldurchmesser auf der Bearbeitungsfläche liegt bei der Gravur etwa bei 100 μm und bei Defokussierung etwa bei 400 μm . Diese Defokussierung reicht wegen der guten Wärmeleitung der Kupferoberfläche der üblichen Kupferdruckzylinder aus, um einen Bearbeitungseffekt innerhalb der Gravurpausen zu vermeiden.

Die vorliegende Erfindung beschränkt sich nicht auf das Gebiet der Herstellung von Tiefdruckzylindern, sondern kann ebenfalls zur Herstellung feiner Strukturen, bei denen es auf äußerste Präzision ankommt, so z. B. bei der Herstellung von modernen Halbleiterbauelementen, bei der Perforation feinsten Folien usw., d. h. bei allen Anwendungsgebieten für Elektronenstrahlerzeugungssysteme, bei denen es auf eine schnelle Elektronenstrahlschuß-Folgefrequenz ankommt und der eingangs beschriebene negative Effekt vermieden werden soll.

225384 -8-

Berlin, den

Erfindungsansprüche

1. Elektronenstrahl-Graviervverfahren zur schnellen aufeinanderfolgenden Erzeugung von Vertiefungen unterschiedlicher Größe in der Oberfläche eines Werkstücks, wobei die unterschiedlichen Vertiefungen durch unterschiedliche Einwirkung des Elektronenstrahls erzeugt werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektronenstrahl in den Pausen zwischen der Erzeugung der einzelnen Vertiefungen eingeschaltet auf dem Werkstück steht und so defokussiert ist, daß kein Bearbeitungseffekt auftritt oder daß in den Pausen zwischen der Erzeugung der Vertiefungen der Energiestrahle in kurzen Impulsen auf die Oberfläche des Werkstücks gerichtet wird, wobei die Impulsdauer so kurz ist, daß kein Bearbeitungseffekt auftritt.
2. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die impulsartige Steuerung des Elektronenstrahls mittels einer Ablenkschaltung erfolgt.
3. Verfahren nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussierung bzw. Defokussierung mit einem Fokuslinsensystem vorgenommen wird, bei dem die dynamische Linse innerhalb der statischen Linse angeordnet ist.

