

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/056568 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B41C 1/00**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014610
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. Dezember 2003 (19.12.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102 60 253.0 20. Dezember 2002 (20.12.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GIESECKE & DEVRIENT GMBH** [DE/DE]; Prinzregentenstrasse 159, 81677 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ADAMCZYK, Roger** [DE/DE]; Mühlbachstrasse 10, 84424 Isen (DE). **MAYER, Karlheinz** [DE/DE]; Alfred-Wainald-Weg 12, 86169 Augsburg (DE). **WIDEMANN, Richard** [DE/DE]; Sohl 10, 88634 Herdwangen-Schönach (DE).
- (74) Anwalt: **KLUNKER, SCHMITT-NILSON, HIRSCH**; Winzererstrasse 106, 80797 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING INTAGLIO PRINTING PLATES AND A PRINTING PLATE PRODUCED IN SUCH A MANNER

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON STICHTIEFDRUCKPLATTEN UND DAMIT HERGESTELLTE DRUCKPLATTE

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing printing/embossing plates, to a device for producing the plates, and to the printing/embossing plate itself. According to the invention, the essential parameters that influence the engraving process are monitored and, if necessary, are adequately stabilized over the entire machining period of a printing plate. The aim of the invention is to achieve a precision of the machining of preferably at least 1 μm. To this end, the regulation of the temperatures of different components of the engraving device is, among other things, important.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Druck-/Prägeplatten, eine Vorrichtung zur Herstellung der Platten sowie die Präge-/Druckplatte selbst. Erfindungsgemäss werden die wesentlichen, den Gravurvorgang beeinflussenden Parameter überwacht und, falls erforderlich, über den gesamten Bearbeitungszeitraum einer Druckplatte ausreichend stabilisiert. Angestrebt wird eine Genauigkeit der Bearbeitung von vorzugsweise mindestens 1 μm. Unter anderem ist die Regelung der Temperaturen unterschiedlicher Komponenten der Graviervorrichtung von Bedeutung.



WO 2004/056568 A2

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Stichtiefdruckplatten und
damit hergestellte Druckplatte

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Stichtiefdruckplatten, eine Vorrichtung zur Herstellung dieser Platten sowie die Druckplatte selbst.

Unter Druckplatten im Sinne der Erfindung sind nicht nur Druckplatten, insbesondere Stichtiefdruckplatten für den farbführenden Druck, sondern auch für den Blinddruck, so genannte Prägeplatten zu verstehen.

Für den Tiefdruck verwendete Druckformen werden beispielsweise mittels chemischer oder mechanischer Verfahren hergestellt.

So können z.B. die für den Rastertiefdruck typischen näpfchenartigen Vertiefungen mit fotochemischem Ätzverfahren, bei dem Säure auf die Druckformoberfläche einwirkt, erzeugt werden. Allerdings sind die Rasterstege zwischen den Näpfchen relativ druckempfindlich, so dass diese beim Druckvorgang in Mitleidenschaft gezogen oder sogar zerstört werden und so eine hohe Auflagenfestigkeit nicht gewährleistet ist (Bruckmann's Handbuch der Drucktechnik, S 171ff). Außerdem ist es nicht möglich, absolut identische Ätzungen zu wiederholen.

Alternativ zur chemischen Bearbeitung bieten sich verschiedene mechanische Bearbeitungsverfahren für eine Druckform an.

Insbesondere beim Druck hochwertiger Druckerzeugnisse, wie Wertpapiere, Banknoten oder ähnlichem, werden Bildmotive traditionell in zeitaufwändiger Handarbeit mithilfe eines Stichels in eine Metallplatte, wie beispielsweise Stahl oder Kupfer, eingraviert. Beim Stichtiefdruck werden die Graustufen

des Bildmotivs mit unterschiedlich breiten und/oder tiefen Linien und einer unterschiedlichen Anzahl von Linien pro Fläche dargestellt.

Neben der händischen Bearbeitung von Druckplatten kann die Gravur eines
5 Druckzylinders auch maschinell erfolgen.

Dabei werden, wie beispielsweise in der EP 0 076 868 B1 beschrieben, Nöpfchen in die Druckform eingebracht, die, abhängig von ihrer Rasterweite und Gravurtiefe, den Grauwert einer Druckvorlage repräsentieren. Lichte Töne
10 und tonwertabhängige Veränderungen in der Druckvorlage werden dabei in der Druckform über die Veränderung des Fokuswertes eines Elektronenstrahles erzeugt, wodurch in der Druckform Nöpfchen mit unterschiedlichem Volumen erzeugt werden.

15 Mit der Zerlegung der Bildvorlage in Grauwerte und deren Umsetzung auf der Druckplatte durch Nöpfchen gehen jedoch die wesentlichen für den Stichtiefdruck erforderlichen Komponenten verloren, da mithilfe der Raster-technik lediglich punktweise Farbe auf den Druckträger übertragen werden kann. Der Stichtiefdruck zeichnet sich jedoch gerade dadurch aus, dass auf
20 dem Druckträger ein kontinuierliches, mit dem Farbauftrag fühlbares Linien- und Druckmuster übertragen wird, das sich insbesondere durch seine filigrane Linienführung auszeichnet.

Die WO 97/48555 schlägt daher ein Verfahren zur Herstellung einer Stahl-
25 tiefdruckplatte vor, bei dem die Platte maschinell graviert wird und das Bildmotiv nicht in ein Nöpfchenraster umgesetzt wird, sondern aus einer Strichzeichnung ermittelte Flächenelemente graviert werden.

Eine Vorrichtung zum maschinellen Bearbeiten von Werkstücken beschreibt die EP 0 652 075 A. Die Vorrichtung hat einen als Portal ausgebildeten Werkzeugständer aus Naturstein, der an einem Arbeitstisch aus demselben Material mittels einer Luftlagereinrichtung gelagert ist, um den Werkzeugständer zu verschieben, wobei die Lagereinrichtung im Portal angeordnet ist. Eine Vakuumspanneinrichtung ist im Arbeitstisch gebildet, um das zu bearbeitende Werkstück auf der Oberfläche des Arbeitstisches zu halten. Mit der Vorrichtung kann mit hohen Abtragsleistungen Material mit dreidimensionalen Konturen oder Freiformflächen oder dünnwandige Teile mit hoher Genauigkeit und hohen Vorschüben bearbeitet werden.

Zwar ist es möglich, mit den im Stand der Technik beschriebenen Verfahren und Vorrichtungen Werkstücke zu bearbeiten bzw. Druckplatten zu fertigen, allerdings ist eine extrem hohe Präzision nicht zu erreichen. Da es sich bei den Gravuren um sehr filigrane Strukturen mit eng geschwungenen Linien handeln kann, wird von der Bearbeitungsvorrichtung auch im Mikrobereich eine hohe Dynamik, optimaler Gleichlauf der Achsen und eine ausgezeichnete Wiederholgenauigkeit und Langzeitstabilität gefordert.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren zur Herstellung von Druckplatten zur Verfügung zu stellen, wobei die druckenden bzw. prägenden Konturen der Platte eine Genauigkeit von vorzugsweise ca. mindestens 1 μm aufweisen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens bereitzustellen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine nach dem Verfahren hergestellte Druckplatte, insbesondere für den Stichtiefdruck, zur Verfügung zu stellen.

- 5 Die Lösung dieser Aufgaben ergibt sich aus den unabhängigen Ansprüchen. Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Gemäß der Erfindung werden bei der mechanischen Gravur von Stichtiefdruckplatten alle wesentlichen, den Graviervorgang beeinflussenden Parameter überwacht und gegebenenfalls geregelt, so dass sie über den gesamten
10 Bearbeitungszeitraum einer Druckplatte ausreichend stabilisiert sind. Dadurch können Stichtiefdruckplatten hergestellt werden, deren Konturen eine Genauigkeit von vorzugsweise ca. mindestens 1 µm aufweisen. Zur Bearbeitung der Druckplatten kommt eine Vorrichtung mit mindestens drei freien
15 Achsen infrage, die unabhängig voneinander arbeiten und vorzugsweise jeweils von Linearmotoren angetrieben und auf hydrostatischen Lagern bewegt werden. Mehrere Komponenten der Vorrichtung werden thermisch stabilisiert. Insbesondere zur Bestimmung der tatsächlichen Position der Werkzeugschneide relativ zur Werkstückoberfläche können mehrere Korrek-
20 rekturwerte ermittelt und bei der Steuerung der Eintauchtiefe des Gravierwerkzeugs berücksichtigt werden.

Unter „Genauigkeit“ einer Kontur sind gemäß der Erfindung dabei die Genauigkeiten der Abmessungen im gravierten Motiv zu verstehen, wie z.B.
25 die Tiefe der Kontur, die Breite der Kontur, die Lage der Konturen zueinander und die Form der Kontur.

Um die erfindungsgemäß geforderte Genauigkeit zu erreichen, ist es vorteilhaft, die komplette Bearbeitungsvorrichtung möglichst schwingungsfrei

oder zumindest schwingungsgedämpft aufzustellen. Weitere Vorteile ergeben sich durch den Einsatz von hydrostatischen Lagern für die zu bewegenden Komponenten, die eine hohe Steifigkeit bei gleichzeitig sehr reibungsarmer Bewegung ermöglichen. Während Gleit- oder Rolllager beim Anfahren, d.h. bei Bewegungsbeginn oder bei einer Umkehr der Bewegungsrichtung durch Haftungskräfte hervorgerufene, unkontrollierte ruckartige Bewegungen erzeugen (so genannter Stick-Slip-Effekt), ermöglichen hydrostatische Lager eine sehr gleichmäßige und ruckfreie Bewegung und damit auch eine genauere Positionierung. Hydrostatische Lager können beispielsweise in Längsnuten integriert werden, die den Bewegungsrichtungen bzw. Achsen der Bearbeitungsvorrichtung entsprechen. Einzelne Komponenten der Bearbeitungsvorrichtung können dadurch auf einem Ölfilm schwimmend gelagert, bewegt und positioniert werden.

Zur Erzielung der angestrebten Bearbeitungsgenauigkeit empfiehlt es sich außerdem, die Temperaturen wichtiger Komponenten zu überwachen. Unkontrollierte Temperaturschwankungen oder -änderungen können die unterschiedlichsten Ursachen haben und auch lediglich lokal an einzelnen Komponenten auftreten. Aufgrund der Wärmeausdehnungs-Koeffizienten der betroffenen Materialien können sie zu unkontrollierten Veränderungen der Abmessungen führen und beeinflussen dadurch das Bearbeitungsergebnis der Maschine, bei dem höchste Präzision gefordert wird, auf negative Weise. Es ist deshalb vorteilhaft, die Temperaturen wichtiger Komponenten während des Bearbeitungsvorgangs eines Werkstücks zu überwachen. Besonders kritische Temperaturen werden aktiv mittels geeigneter Thermostate und Temperiereinrichtungen auf eine vorgegebene Solltemperatur geregelt. Dies betrifft insbesondere die Temperatur der Bearbeitungsspindel und deren Halterung, der Linearmotoren und deren Kühlwasser, der Werkstückhalterung (Vakuumpalte) sowie die Lager der drei Bewegungsachsen

- und des Öls der hydrostatischen Lager. Zur Regelung einer Temperatur kann die Isttemperatur in Intervallen von 1 s bis 5 min gemessen werden, typisch sind Messintervalle von etwa 10 s. Die Regelgenauigkeit ist vorzugsweise $\leq \pm 1^\circ$, besonders bevorzugt $\leq \pm 0,5^\circ$, äußerst bevorzugt $\leq \pm 0,1^\circ\text{C}$.
- 5 Eine hohe Regelgenauigkeit und Konstanz der geregelten Temperaturen ist erforderlich, weil sich gezeigt hat, dass bei den gegebenen Abmessungen und Materialien bereits eine Temperaturschwankung von ca. 5°C an einer Achse zu einer Abweichung von bis zu $6\ \mu\text{m}$ führen kann.
- 10 Weitere wichtige Parameter für die hoch präzise Bearbeitung eines Werkstücks, wie einer Druckplatte, sind neben den x-, y-Bearbeitungskoordinaten des Werkstücks auch der Unterdruck, mit dem das Werkstück an die Werkstückhalterung angesaugt wird, sowie die später erläuterte dynamische Tiefenkorrektur der Antriebswelle des Gravierstichels. Vorzugsweise werden
- 15 diese kritischen Parameter während der Bearbeitung einer Druckplatte aufgezeichnet und protokolliert. Damit ist es möglich, den Einfluss von Schwankungen oder Störungen bei einzelnen Parametern auf das bearbeitete Werkstück nachzuvollziehen. Durch das Mitprotokollieren der x-, y-Koordinaten während des Graviervorgangs ist es auch möglich, erst zu einem späteren
- 20 Zeitpunkt entdeckte Fehler in der Gravur einer Druck- oder Prägeplatte der Abweichung eines aufgezeichneten Parameters, beispielsweise einer Temperaturschwankung, zuzuordnen. Für die Aufzeichnung, Speicherung und visuelle Darstellung des zeitlichen Verlaufs der protokollierten Parameter wird vorzugsweise eine separate elektronische Datenverarbeitung, beispielsweise
- 25 ein Personal Computer (PC) eingesetzt. Die Langzeitprotokollierung von kritischen Parametern hat den Vorteil, dass bei aufgetretenen Fehlern auch nachträglich die Ursachen hierfür ermittelt werden können. Dies ist insbesondere bei Druck- und Prägeplatten, die besonders groß sind und/oder ein

besonders komplexes oder filigranes Muster aufweisen, von großem Vorteil, da deren Bearbeitungszeiten mehrere Tage betragen können.

Höchste Präzision und Reproduzierbarkeit bei der Druckplattenbearbeitung
5 erfordert eine voneinander unabhängige und möglichst mechanisch entkoppelte Bewegung entlang der einzelnen Raumachsen. Hierfür wird für jede der drei Raumachsen ein eigener, unabhängig arbeitender Antrieb eingesetzt. Vorzugsweise wird die Bearbeitungsvorrichtung so ausgeführt, dass das Werkstück mit samt der Werkstückhalterung durch zwei voneinander
10 unabhängige Antriebe in der Horizontalen entlang der x- und z-Achse bewegt werden kann. Eine vorgegebene y-Koordinate wird durch eine Vertikalbewegung des Werkzeugs bzw. des Bearbeitungsmoduls eingestellt. Die Bewegung des Werkzeugs entlang der y-Achse erfolgt entlang einer separaten, säulenförmigen Halterung und ist dadurch mechanisch vollständig von
15 der Bewegung entlang der x- und z-Koordinaten entkoppelt.

Für die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der bearbeiteten Werkstücke kommt den Antrieben für die Bewegung entlang der einzelnen Achsen eine besondere Bedeutung zu. Da sich die an den einzelnen Achsen ergebenden
20 Fehler bei der Werkstückbearbeitung addieren, wird erfindungsgemäß auf konventionell arbeitende mechanische Antriebe, die beispielsweise mit Zahnradgetrieben und Gewindestangen arbeiten, verzichtet. Eine besonders hohe Positionierungsgenauigkeit wird durch den Einsatz von Linearmotorantrieben erreicht, da diese kein mechanisches Spiel aufweisen. Vorzugsweise
25 wird für jede Achse ein separater Antrieb eingesetzt. Besonders bevorzugt wird ein Linearmotor als Antrieb für Bewegungen entlang der y-Achse, wodurch die vertikale Positionierung des Werkzeugs erfolgt.

Die Fixierung der zu bearbeitenden Werkstücke, wie Druckplatten, erfolgt vorzugsweise über eine ebene Ansaugplatte, die das Werkstück durch einen auf eine Seite einwirkenden Unterdruck kraftschlüssig fixiert. Die Ansaugplatte wird in ihrem Inneren von weitgehend parallelen, beispielsweise

5 senkrecht angeordneten Kanälen durchzogen. Die Kanäle werden mit einer Einrichtung zur Erzeugung eines Unterdrucks, beispielsweise einer Vakuumpumpe, verbunden. Entlang der Kanäle sind Öffnungen angeordnet, die die Unterdruckkanäle mit der werkstückseitigen Oberfläche der Ansaugplatte verbinden. Diese Ansaugöffnungen werden vorzugsweise so angeordnet,

10 dass sie gleichmäßig voneinander beabstandet sind. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Ansaugöffnungen kann beispielsweise ca. 1 cm betragen. Die Ansaugöffnungen haben einen Durchmesser, der vorzugsweise nicht wesentlich größer als ca. 1 mm ist. Um die Stabilität und Steifigkeit der Ansaugplatte nicht durch zu viele oder zu dicht nebeneinander liegende Kanäle

15 negativ zu beeinflussen, werden vorzugsweise wenigstens zwei benachbarte Reihen von Ansaugöffnungen mit dem gleichen Kanal verbunden.

Aus dem Stand der Technik bekannte Ansaugplatten werden aus Metall, vorwiegend Aluminiumplatten, gefertigt. Aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit und der verhältnismäßig großen Wärmeausdehnungskoeffizienten

20 von Metallen, und insbesondere von Aluminium, können dadurch große Temperaturschwankungen und Längenänderungen in das Werkstück eingebracht werden, was zu nicht vernachlässigbaren Fehlern bei einer Präzisionsgravur führt. Bei der erfindungsgemäßen Bearbeitungsvorrichtung

25 kommt deshalb vorzugsweise eine Ansaugplatte zum Einsatz, die aus Naturstein, vorzugsweise Granit, gefertigt ist. Platten aus Naturstein, und insbesondere aus Granit, wirken außerdem schwingungsdämpfend und zeichnen sich durch eine besonders hohe mechanische Steifigkeit aus. Ihre Oberfläche kann extrem plan gefertigt werden und sie weisen eine hohe Wärme-

kapazität bei gleichzeitig geringer Wärmeleitfähigkeit aus. Auch dies führt zu geringeren Temperaturschwankungen am Werkstück.

Da es insbesondere in Natur- oder Hartsteinplatten Probleme bereiten kann
5 Ansaugkanäle mit einem sehr kleinen Durchmesser von beispielsweise 1 mm
zu bohren, können die Bohrungen auch größer ausgeführt und nachträglich
mit einer z.B. eingeklebten oder eingepressten Hülse versehen werden. Die
einfacher zu bearbeitenden Hülsen sind dann entlang ihrer Längsachse mit
einem Kanal mit dem gewünschten Durchmesser (beispielsweise 1 mm) zu
10 versehen.

Die zu bearbeitenden Werkstücke, wie Platten und Bleche, weichen von ihrer
idealen Sollgeometrie ab und weisen Schwankungen in der Dicke und der
Ebenheit ihrer Oberfläche auf. Um die erfindungsgemäß erforderliche Ge-
15 nauigkeit bei der Bearbeitung von Druckplatten zu erreichen, werden diese
Unregelmäßigkeiten und Abweichungen der Werkstückoberfläche bei der
Berechnung der Eintauchtiefe des Gravierwerkzeugs vorzugsweise berück-
sichtigt. Theoretisch lassen sich beliebig große Unebenheiten im Werkstück
ausgleichen. In der Praxis ist mit Abweichungen bis zu $\pm 100 \mu\text{m}$ zu rechnen,
20 wobei Werte um $\pm 60 \mu\text{m}$ üblich sind. Dazu wird vor Beginn der Gravur das
dreidimensionale Höhenprofil der Werkstückoberfläche ermittelt. Durch
eine Vielzahl einzelner Messpunkte, die vorzugsweise ein sich regelmäßig
über die Werkstückoberfläche erstreckendes Gitter bilden, sind die Koordi-
naten einzelner Stützstellen bekannt, während die Position der Werkstück-
25 oberfläche für zwischen den Messpunkten liegende Stellen rechnerisch in-
terpoliert werden kann. Die Anzahl der Messpunkte kann bei 40.000 liegen.
Bei gängigen Druckplattenformaten werden meist 20.000 Messpunkte ermit-
telt. Die Oberflächenabtastung des Werkstücks liefert somit einen Korrekturwert W_0 für die Berechnung und Steuerung der Eintauchtiefe des Gra-

vierwerkzeugs. Diese Bewegung des Werkzeugs relativ zum Werkstück erfolgt in Richtung der z-Achse.

5 Einen weiteren Korrekturwert für die z-Koordinate erhält man, wenn auch die axiale Positionsveränderung der Bearbeitungsspindel berücksichtigt wird. Die während des Betriebs auftretenden axialen Positionsänderungen der Spindel haben zwei Hauptursachen. Zum einen verändert sich die Lage der Spindel in ihrem Axiallager in Abhängigkeit von der Drehzahl des Spindel-
10 antriebs und zum anderen führt eine Erwärmung der Spindel durch den Wärmeverlust des Antriebs zu einer axialen Längenausdehnung. An der Bearbeitungsspindel ist das Gravierwerkzeug z. B. mit einer Spannzange befestigt. Die beiden genannten Einflüsse führen am vorderen, werkzeugseitigen Ende zu einer axialen Positionsänderung der Bearbeitungsspindel, welche die Eintauchtiefe (d.h. die tatsächliche z-Koordinate) der Spitze des Gra-
15 vierwerkzeugs verändern. Wird die axiale Position der Spindel in z-Richtung während des Betriebs fortlaufend an einem möglichst werkzeugnahen Punkt ermittelt, können diese Einflüsse durch einen entsprechenden Korrekturwert S_0 für die z-Koordinate eliminiert werden. Dadurch können lange und störende Warmlaufphasen zur Erreichung konstanter Verhältnisse unterblei-
20 ben. Vorzugsweise erfolgt die Positionsmessung direkt an der Werkzeugspitze.

Durch die beiden Korrekturwerte W_0 und S_0 für die z-Koordinate ist eine hoch präzise und reproduzierbare Bearbeitung der Werkstückoberflächen
25 möglich, wobei insbesondere die für die Tiefdruckplattenfertigung sehr wichtige Solltiefe der bearbeiteten Bereiche präzise eingehalten werden kann.

Um bei der Werkstückbearbeitung eine vorgegebene Solltiefe exakt erreichen zu können, ist es außerdem erforderlich, die Position bzw. z-Koordinate Z_0 der Werkzeugspitze genau zu kennen. Wird die Position der Spitze im eingespannten Zustand ermittelt, ergibt sich daraus die effektive Werkzeuglänge. Wird die Position nicht nur zu Beginn eines Bearbeitungsvorgangs ermittelt, sondern in vorgegebenen Abständen (beispielsweise alle 5 30 min) oder vor bestimmten Bearbeitungsabschnitten auch während der Bearbeitung, kann anhand auftretender Veränderungen der Position der Werkzeugspitze auf übermäßigen Verschleiß oder Beschädigung, beispielsweise durch Bruch der Schneidkante des Gravierwerkzeugs, geschlossen 10 werden.

Zur Ermittlung der effektiven Werkzeuglänge wird die Spitze des Gravierwerkzeugs gegen ein Messsystem gefahren und die Position der Werkzeugspitze in z-Richtung mit höchster Präzision erfasst. Für die Messung 15 kommen vorzugsweise mechanische Messsysteme infrage, die eine plane Anschlagfläche aufweisen, gegen die die Werkzeugspitze gefahren wird. Die Messkraft sollte 0,1 N nicht überschreiten und ist vorzugsweise $\leq 0,01$ N. Solche Werte werden beispielsweise von luftgelagerten Messtastern erreicht. 20 Auch berührungslos arbeitende optische Messsysteme, bei denen die Lage der Werkzeugspitze mittels einer geeigneten Optik und Mitteln und Methoden der Bildverarbeitung erkannt und vermessen wird, können eingesetzt werden.

25 Zur Erzeugung komplexer Strukturen in der Oberfläche von Druck- und Prägeplatten werden vorzugsweise Gravierwerkzeuge mit unterschiedlicher Schneidengeometrie eingesetzt. Je nach gewünschtem Effekt im Druck- oder Prägebild wird für die Gravur des betreffenden Bereichs der Platte ein geeignetes Werkzeug ausgewählt. Für die Gravur sehr feiner Strukturen wer-

den bevorzugt Werkzeuge eingesetzt, deren Schneiden einen kleinen Spitzenradius und einen kleinen Spitzenwinkel aufweisen (beispielsweise 5 bis 50 μm und 20 bis 120°). Für das bloße Abräumen größerer Flächenbereiche werden dagegen Werkzeuge mit größerem Spitzenradius und größerem

5 Spitzenwinkel bevorzugt. Um während der Bearbeitung einen unkomplizierten und schnellen Wechsel der Werkzeuge zu ermöglichen, wird die Maschine vorzugsweise mit einem Magazin zur Aufnahme einer Vielzahl von Werkzeugen und einer Vorrichtung für einen automatischen Werkzeugwechsel ausgestattet. Dadurch können die durch Werkzeugwechsel verursachten Unterbrechungen des Bearbeitungsprozesses auf ein Minimum reduziert und die Gesamtdauer der Druckplattenbearbeitung verkürzt werden. Das Werkzeugmagazin in Verbindung mit der Wechsellvorrichtung ermöglicht nicht nur den schnellen und unkomplizierten Austausch von

10 Werkzeugen unterschiedlicher Geometrie, sondern auch den Austausch von beschädigten oder verschlissenen Werkzeugen. In einem Magazin können beispielsweise ein Dutzend unterschiedliche und/oder gleiche Gravierstichel bereitgehalten werden. Das Werkzeugmagazin ist vorzugsweise starr und unbeweglich ausgeführt. D.h. bei einem Werkzeugwechsel wird nicht das Magazin bewegt, so dass das neue Werkzeug an die Werkzeughalterung

15 herangeführt wird, sondern die Werkzeughalterung, beispielsweise eine Spannzange bewegt sich zu dem Werkzeug in der vorgesehenen Wechsellposition. Um die empfindlichen Schneiden der Gravierwerkzeuge nicht zu beschädigen, sind die Werkzeuge beim Wechseln so zu führen und im Magazin so zu fixieren, dass die Schneidkanten nicht berührt werden.

25

Die Gravierwerkzeuge werden vorzugsweise aus verschleißfestem Material hergestellt. Hierfür kommen beispielsweise gesinterte Hartmetalle infrage, aber auch keramische Schneidwerkzeuge oder solche aus hochlegierten Werkzeugstählen mit einer diamantbeschichteten Schneide oder einer

Schneide, die vollständig aus Diamantmaterial gefertigt wurde. Vorzugweise ist die Härte des Gravierwerkzeugs ca. 10- bis 20-fach höher als die Härte des bearbeiteten Werkstücks (bezogen auf die Vickers-Härte).

- 5 Die Einheit aus Werkzeug, Werkzeughalterung und Werkzeugantrieb wird auch als Bearbeitungsspindel bezeichnet. Die Bearbeitungsspindel, die Spindelhalterung und weitere Komponenten sind im Bearbeitungsmodul zusammengefasst. Das komplette Bearbeitungsmodul kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung in vertikaler Richtung, d.h. entlang der y-Achse bewegt werden. Diese Bewegung erfolgt vollkommen unabhängig von den
- 10 Bewegungen entlang den anderen Achsen. Zur Gewährleistung eines störungsfreien Betriebs und dessen Kontrolle wird das Bearbeitungsmodul vorzugsweise mit verschiedenen zusätzlichen Einrichtungen ausgestattet, die nachfolgend beschrieben werden.

15

- Wegen sehr hoher Drehzahlen des Werkzeugs und der Antriebsspindel, die mehr als 100.000/min. betragen können, wird das erforderliche Kühlmittel nicht als Flüssigkeitsstrahl zugeführt, sondern als Sprühnebel von einer oder mehreren Sprühvorrichtungen unter regelbarem, hohem Druck in den Arbeitsbereich der Werkzeugschneide eingesprüht. Beispielsweise auf der den
- 20 Sprühvorrichtungen gegenüberliegenden Seite des Werkzeugs wird vorzugsweise eine Absaugvorrichtung montiert, wodurch die ungewollte Ausbreitung von Sprühnebeln verhindert wird. Als Kühlmedium werden vorzugsweise Fettalkohole eingesetzt.

25

Zur in situ-Überwachung des Graviervorgangs wird der Bearbeitungsmodul vorzugsweise mit einer Beobachtungseinrichtung ausgestattet. Diese kann beispielsweise aus einem Video-Mikroskop bestehen, das über einen Winkelspiegel auf den Bearbeitungsbereich gerichtet ist. Um für ausreichende und

konstante Beleuchtungsverhältnisse zu sorgen, kann der Bearbeitungsbe-
reich durch zusätzliche, ebenfalls am Bearbeitungsmodul befestigte Beleuch-
tungsmittel ausgeleuchtet werden. Hierfür eignen sich beispielsweise flexible
Lichtleiter.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird vorzugsweise mit einer zweiten
Beobachtungsvorrichtung ausgestattet, die ebenfalls am Bearbeitungsmodul
montiert sein kann. Diese zweite Vorrichtung ist so ausgebildet, dass sie in
der erforderlichen Genauigkeit zur Vermessung der bearbeiteten Werkstück-
10 oberfläche bzw. der erzeugten Gravuren eingesetzt werden kann. Auch diese
zweite optische Einrichtung kann als Video-Mikroskop ausgeführt sein. Die
Betrachtungsrichtung der optischen Vermessungseinheit ist vorzugsweise
senkrecht auf die Werkstückoberfläche gerichtet.

15 Zur Vermeidung ungewollter und unkontrollierter Positionsänderungen im
Bereich des Bearbeitungsmodules aufgrund von Temperaturschwankungen
kann beispielsweise die Halterung der Bearbeitungsspindel durch einen Re-
gelkreislauf auf konstanter Temperatur gehalten werden und/oder aus ei-
nem Material mit niedrigem Wärmeausdehnungs-Koeffizienten gefertigt
20 sein. Hierfür kommen beispielsweise Naturstein, wie Granit, oder Eisen-
nickellegierungen, wie Invar, in Betracht.

Mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine sehr hohe Bearbeitungs-
genauigkeit und eine äußerst gute Reproduzierbarkeit bei der Herstellung
25 von Druckplatten gewährleistet, was folglich die Produktionssicherheit er-
höht und so wiederum die Produktivität verbessert. Gerade bei sehr großen
Druckplatten mit komplexen Strukturen macht sich dies positiv bemerkbar.
Originale für die klassische Abformung der für die eigentliche Produktion
eingesetzten Druckplatten können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren

mit bisher nicht möglicher, höchster Präzision, also fast identisch reproduziert werden, falls die ursprünglichen Originale verschlissen oder beschädigt sind.

- 5 Werden lasierenden Druckfarben verwendet, können hoch präzise gravierte Druck- bzw. Prägeplatten zur Steuerung des Farbtones im Druckbild vorteilhaft eingesetzt werden. Je tiefer die Gravur in der Druckplatte ist, desto
10 mehr Farbe kann sie aufnehmen und um so mehr Farbe wird auf das zu bedruckende Substrat, meist Papier, übertragen. Je mehr Farbe übertragen wird, um so dunkler fällt der Farbton auf dem Substrat aus und umgekehrt.
Insbesondere bei sehr hellen Farbtönen können bereits geringe Schwankungen in der Gravurtiefe zu Schwankungen im Farbton führen. Um so wichtiger ist es daher, ein exakt bestimmbar Gravurtiefe in der Druckplatte erzeugen zu können, wie sie die erfindungsgemäße Druckplatte aufweist.

15

Weitere Vorteile und Ausführungsformen werden anhand der Figuren näher erläutert. Es wird darauf hingewiesen, dass die Figuren lediglich schematisch den Aufbau der erfindungsgemäßen Bearbeitungsvorrichtung oder einzelner Komponenten darstellen. Die in den Figuren gezeigten Proportionen entsprechen nicht unbedingt den in der Realität vorliegenden Verhältnissen und dienen vornehmlich der Veranschaulichung. Dabei zeigt
20

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Graviermaschine,

25

Fig. 2 die Graviermaschine gemäß Fig. 1 aus einer anderen Ansicht,

Fig. 3 eine Ansaugplatte als Vakuumspannvorrichtung für die Werkstücke in Aufsicht,

Fig. 4 einen Querschnitt durch eine Ansaugplatte gemäß Fig. 3,

Fig. 5 ein Bearbeitungsmodul einer erfindungsgemäßen Graviermaschine mit Zusatzeinrichtungen in Aufsicht,

5

Fig. 6 ein Detail des Werkzeugmagazins im Querschnitt.

Die Fig. 1 und 2 zeigen in unterschiedlicher perspektivischer Ansicht und in schematischer Art und Weise den grundsätzlichen Aufbau einer Mikrobearbeitungsmaschine 1 mit einem Dreiachsensystem (x, y, z) für die Präzisionsgravur von Stichtiefdruckoriginalen. In das Maschinenbett 2 ist eine geradlinig ausgeführte Nut 3 eingearbeitet. Die Ausrichtung dieser Nut 3 entspricht der x -Achse. In der Nut 3 des Maschinenbetts 2 wird der Kreuztisch 4 geführt und dadurch entlang der x -Achse bewegt. Auch der Kreuztisch 4 weist eine Nut 5 auf, deren Ausrichtung der z -Achse entspricht und die exakt senkrecht zur Nut 3 und damit zur x -Achse positioniert ist. In der Nut 5 des Kreuztischs wird eine Halterung 6 geführt, welche die Ansaugplatte 7 aufnimmt. Die Ansaugplatte 7 dient als eigentliche Werkstückhalterung, auf der die zu bearbeitenden Platten mittels Unterdruck gespannt werden. Sie steht senkrecht auf der Ebene, die durch die x - und z -Achse gebildet wird. An der Halterung 6 kann auch das Werkzeugmagazin 8 angebracht sein, das zur Aufnahme einer Vielzahl von Gravierwerkzeugen dient. Auf dem Maschinenbett 2 ist ferner ein säulenförmiger Vertikalträger 9 angeordnet, der eine vertikal verlaufende Nut 10 aufweist, die sich entlang der y -Achse erstreckt. In dieser Nut 10 wird das Bearbeitungsmodul 11 geführt, welches auch das Gravierwerkzeug umfasst. Anstatt der Nut kann auch eine Führungssäule mit Käfigläufer, parallel zum Vertikalträger 9, zur Ausbildung der y -Achse verwendet werden. In der Nut des Vertikalträgers wird dann

der Linearmotor untergebracht. Vorteil dieser Anordnung ist der leichte Käfigläufer mit optimaler Kraftverteilung.

Das Maschinenbett 2, der Kreuztisch 4, die Halterung 6, die Ansaugplatte 7
5 und der Vertikalträger 9 werden vorzugsweise aus Naturhartstein, wie Granit, gefertigt. Ihre Oberflächen sind zumindest in den Bereichen, auf denen andere Maschinenkomponenten bewegt werden, extrem plan ausgeführt, vorzugsweise geschliffen und geläppt. Die jeweils senkrecht zueinander angeordneten Nuten 3, 5 und 10 nehmen die in den Fig. 1 und 2 nicht dargestellten Linearmotoren und die hydrostatischen Lager auf. Diese Lager und
10 Antriebe erlauben bei einer Wiederholgenauigkeit von ca. $\pm 0,5 \mu\text{m}$ und besser eine absolute Positioniergenauigkeit im Bereich von $\pm 5 \mu\text{m}$ und besser. Außerdem wird durch eine solche Kombination der so genannte „Stick-Slip-Effekt“ vermieden und es wird ein freies und sehr gleichmäßigen Anfahren und Bewegungen entlang der drei Achsen ermöglicht. Da jede Achse mit einem
15 eigenen Antrieb ausgestattet ist, können die Bewegungen voneinander unabhängig erfolgen. Durch die geschilderte Anordnung ist insbesondere gewährleistet, dass eine Vertikalbewegung des Werkzeugs entlang der y-Achse vollkommen unabhängig und unbeeinflusst von einer Horizontalbewegung
20 des Werkstücks in der x-z-Ebene ist.

Um die Übertragung von Schwingungen zu vermeiden, ist die gesamte Maschine auf Dämpfungselemente, beispielsweise Luftfederelemente 12, gestellt.

25

In Fig. 3 ist die Ansaugplatte 7 in Aufsicht dargestellt. Eine Oberfläche der Ansaugplatte 7 ist im Abstand a , der beispielsweise ca. 10 mm betragen kann, mit Ansaugöffnungen 20 versehen, durch die ein Werkstück auf der Plattenoberfläche fixiert wird. Die Ansaugöffnungen erstrecken sich über die

gesamte Oberfläche, sind in der Zeichnung jedoch nur in der linken oberen Ecke der Ansaugplatte 7 dargestellt. Die Ansaugplatte 7 wird vorzugsweise so dimensioniert, dass die von den Ansaugöffnungen 20 erfasste Aufspannfläche eine Abmessung von 500 x 600 mm aufweist und dadurch auch die

5 Bearbeitung verhältnismäßig großer Druckplattenoriginale ermöglicht. Die Aufspannfläche wird vorzugsweise in einzelne Quadranten unterteilt, die in Fig. 3 mit I bis IV bezeichnet sind. Die einzelnen Quadranten können eine unterschiedliche Größe haben und sie sind einzeln und unabhängig voneinander ansteuerbar. Dadurch ist es möglich, Platten bzw. Werkstücke unter-

10 schiedlicher Abmessungen aufzuspannen, ohne die einzelnen nicht benötigten Ansaugöffnungen 20 abdecken zu müssen. Die Aufteilung in die einzelnen Quadranten erfolgt vorzugsweise derart, dass in einem Quadrant, beispielsweise I, auch kleine Platten mit einer Standardabmessung von 250 x 250 mm ohne zusätzliche Abdeckung aufgespannt werden können.

15 In Fig. 4 ist ein Ausschnitt aus einem Querschnitt durch die Ansaugplatte 7 dargestellt. Die Ansaugöffnungen 20 sind über Bohrungen 22 mit Unterdruckkanälen 23 verbunden, die zeilen- oder spaltenförmig durch die Ansaugplatte 7 verlaufen können. Um eine mechanische Schwächung der Ansaugplatte 7 zu vermeiden, werden die Unterdruckkanäle 23 vorzugweise

20 versetzt angeordnet, so dass sie in unterschiedlich tiefen Ebenen verlaufen.

Um auch sehr dünne und mechanisch wenig stabile Werkstücke einer Präzisionsbearbeitung unterziehen zu können, ist es erforderlich, dass diese sich

25 im Bereich der Ansaugöffnungen nicht durchbiegen. Die Ansaugöffnungen 20 werden deshalb möglichst klein ausgeführt und haben beispielsweise einen Durchmesser von ca. 1 mm. Bei der bevorzugten Ausführungsform der Ansaugplatte in Naturhartstein, kann es jedoch Probleme bereiten, derart kleine Öffnungen in großer Anzahl in die Oberfläche einzubringen. Deshalb

wird die Aufspannfläche mit den Unterdruckkanälen 23 zunächst durch Bohrungen 22 verbunden, die einen größeren Durchmesser aufweisen und dadurch leichter zu fertigen sind. Vorzugsweise werden wenigstens zwei Reihen von Bohrungen 22 mit einem Unterdruckkanal 23 verbunden. Da-

5 durch wird vermieden, daß die Ansaugplatte durch eine zu große Anzahl von Kanälen 23 mechanisch zu sehr geschwächt wird. Die Austrittsöffnungen der Bohrungen 22 an der Aufspannfläche werden mit zusätzlichen eingepressten oder eingeklebten Hülsen, vorzugsweise aus Messing, versehen, die die effektive Austrittsöffnung verkleinern. Der innere Hüsendurchmes-

10 ser bildet die eigentliche Ansaugöffnung 20. Die Aufspannfläche der Ansaugplatte 7 kann nach dem Einbringen der Hülsen 21 geläppt werden, wodurch auch bei dieser bevorzugten Ausführungsform eine exakte Planebeneheit der Aufspannfläche gewährleistet ist.

15 Fig. 5 zeigt eine Aufsicht auf das Bearbeitungsmodul 11, die in der Darstellung von Fig. 2 in Richtung der z-Achse erfolgt. Das Bearbeitungsmodul 11 umfasst unter anderem die Bearbeitungsspindel 30, auf der sich eine Spannzange mit dem Gravierwerkzeug 31 befindet. Als Zusatzeinrichtung werden vorzugsweise vorgesehen: Sprühdüsen 32 zur Zuführung eines Kühl- und/

20 oder Schmiermediums, die auf die Spitze des Gravierwerkzeugs 31 ausgerichtet werden, und eine Absaugvorrichtung 33, um Sprühnebel des Kühl- oder Schmiermittels sowie Späne abzuführen. In geringem Abstand vor der werkzeugseitigen Stirnfläche der Bearbeitungsspindel 30 wird vorzugsweise ein berührungslos arbeitender Abstandssensor 34 angeordnet. Geeignete

25 Abstandssensoren sind beispielsweise Wirbelstromsensoren, kapazitive Abstandssensoren oder Lichttaster. Diese messen das Längenwachstum, also die axiale Positionsveränderung der Bearbeitungsspindel in Richtung der z-Achse und liefern den Korrekturwert S0 für die z-Koordinate. Das Auflö-

sungsvermögen solcher Abstandssensoren für die Messung der Längenveränderung der Bearbeitungsspindel beträgt ca. 0,1 µm.

Zur Beobachtung des Antastens der Gravierwerkzeugspitze auf der Werkstückoberfläche, des eigentlichen Bearbeitungsvorgangs, und zur genauen Vermessung der erzeugten Gravuren, ohne das Werkstück abspannen zu müssen, wird das Bearbeitungsmodul 11 mit Beobachtungseinrichtungen 35, 36 ausgestattet. Für das Beobachten des Antastens sowie der in-situ-Beobachtung des Bearbeitungsvorganges ist ein Videomikroskop 35 über einen Winkelspiegel auf die Werkzeugspitze und den Bearbeitungsbereich ausgerichtet. Für eine ausreichende Ausleuchtung des beobachteten Bereichs sorgt als Beleuchtungsmittel 37 beispielsweise ein flexibler Lichtleiter. Das Bildsignal des Videomikroskops 35 wird an einen Monitor weitergeleitet und ermöglicht eine Wiedergabe mit einer vorzugsweise 50- bis 100-fachen Gesamtvergrößerung. Als Präzisionsvermessungssystem für die erzeugten Gravuren kann ein weiteres Videomikroskop 36 in Richtung der z-Achse auf die Werkstückoberfläche gerichtet werden. Dieses Vermessungssystem wird vorzugsweise mit einem weiteren Beleuchtungsmittel 38 und zum Schutz des Objektivs mit einer drehbaren Abdeckung ausgestattet. Zur Vermessung kann die Abdeckung so gedreht werden, dass die Öffnung 39 das Objektiv freilegt. Das Vermessungssystem ermöglicht beispielsweise durch einen angeschlossenen Monitor, vorzugsweise ein Computer mit Framegrabber und Bildverarbeitungssoftware, die präzise Vermessung auch feinsten Gravuren durch eine ca. 400- bis 600-fache Gesamtvergrößerung.

25

Das gesamte Bearbeitungsmodul 11 wird auf dem Vertikalträger 9 in der Nut 10 bzw. an der Führungssäule geführt und durch einen Linearmotor in Richtung der y-Achse auf dem Vertikalträger bewegt.

In Fig. 6 ist in schematischer Weise der automatische Werkzeugwechsel im Werkzeugmagazin 8 dargestellt. Es wird ein Ausschnitt aus einem Querschnitt durch das Werkzeugmagazin 8 wiedergegeben, durch den die Lagerung und Positionierung des Gravierwerkzeugs 31 verdeutlicht wird. Für die Präzisionsbearbeitung muss das Gravierwerkzeug mit einer vorgegebenen, überstehenden Länge in die Werkzeughalterung eingespannt werden. Dafür ist es erforderlich, die Werkzeuge so zu lagern, dass die Bearbeitungsspitze eine definierte Position einnimmt. Andererseits muss gewährleistet sein, dass die empfindliche Werkzeugschneide unbeschädigt ist und deshalb berührungslos gelagert wird. Das Gravierwerkzeug 31 kann bei dem automatisierten Werkzeugwechsel durch eine Öffnung 40, die etwas größer als der Werkzeugdurchmesser ausgeführt ist, mit der Bearbeitungsspitze in einen Hohlraum des Werkzeugmagazins 8 eingeführt werden. Nach dem Durchtritt durch die Öffnung 40 wird das Werkzeug 31 durch ein Klemmelement 42 geführt und von diesem durch Kraftschluss fixiert. Das Klemmelement 42 wird bevorzugt als Gummi-O-Ring ausgeführt. In dem Hohlraum ist eine z.B. als Messingbuchse ausgeführte Schiebehülse 44 in der Richtung, in der die Werkzeugentnahme und -zuführung stattfindet, durch ein Federelement 45 beweglich gelagert. Seitwärts gerichtete Bewegungen der Schiebehülse 44 sind durch die stützenden Wandungen des Hohlraums nicht möglich. Die Schiebehülse 44 bildet für das schneidenseitige Ende des Gravierwerkzeugs 31 einen Anschlag und positioniert das eingeführte Werkzeug in einer definierten, vorgegebenen Position. Durch eine zentrale Bohrung in der Schiebehülse 44 ist gewährleistet, dass die Schneide an der Spitze des Gravierwerkzeugs 31 berührungslos gelagert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Stichtiefdruckdruckplatten durch mechanische Gravur, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wesentlichen, den
5 Graviervorgang beeinflussenden Parameter laufend überprüft und gegebenenfalls geregelt werden, so dass über den Bearbeitungszeitraum eine ausreichende Stabilisierung der Parameter erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bearbeitung
10 mittels mindestens drei freien, unabhängig voneinander bewegbaren Achsen erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die
15 Bewegungen entlang der Achsen auf hydrostatischen Lagern geführt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur
20 der hydrostatischen Lager und/oder vorzugsweise deren Hydrauliköl geregelt wird.
5. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegungen und Positionierungen entlang der
Achsen durch Linearmotoren erfolgen.
- 25 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur der Linearmotoren geregelt wird.
7. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Druckplatte während der Bearbeitung von einer
30 Ansaugplatte gehalten wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur der Ansaugplatte geregelt wird.
9. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gravierwerkzeug von einer Bearbeitungsspindel mit einer Drehzahl von ≥ 100.000 UpM angetrieben wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Temperatur der Bearbeitungsspindel und/oder der Spindelhalterung geregelt wird.
11. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelgenauigkeit für eine oder mehrere, vorzugsweise alle der Temperaturen $\leq \pm 1^\circ\text{C}$ ist.
12. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Beginn der Bearbeitung die tatsächliche Position der Oberfläche des eingespannten Werkstücks ermittelt wird (W0).
13. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Beginn und gegebenenfalls auch während der Bearbeitung die tatsächliche Position der Schneide des eingespannten Gravierwerkzeugs ermittelt wird (effektive Werkzeuglänge; Z0).
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position der Schneide mittels eines luftgelagerten Messtasters ermittelt wird.

15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Bearbeitung die axiale Position der Bearbeitungsspindel ermittelt wird (S0).
- 5 16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Position der Bearbeitungsspindel mittels eines Wirbelstromsensors gemessen wird.
- 10 17. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine, vorzugsweise alle der nachfolgenden Größen während der Druckplattenbearbeitung protokolliert bzw. aufgezeichnet werden: Zeit, Raumkoordinaten (x,y,z der Achsen bzw. des Werkzeugs), Unterdruck der Ansaugplatte, Temperaturen der geregelten Komponenten, Raumtemperatur, axiale Positionsänderung der
15 Bearbeitungsspindel (S0), effektive Werkzeuglänge (Z0), Position der Werkstückoberfläche (W0).
- 20 18. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bearbeitungsvorgang durch eine optische Beobachtungseinrichtung kontrolliert wird.
- 25 19. Vorrichtung zur Herstellung von Stichtiefdruckdruckplatten durch mechanische Gravur, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Mittel aufweist, um die wesentlichen, den Graviervorgang beeinflussenden Parameter laufend zu überprüfen und gegebenenfalls zu regeln, so dass über den Bearbeitungszeitraum eine ausreichende Stabilisierung der Parameter erfolgt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung mindestens drei freie, unabhängig voneinander bewegbare Bewegungsachsen aufweist.
- 5 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vertikalbewegung mechanisch von der Horizontalbewegung vollständig entkoppelt ist.
- 10 22. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bewegungsachsen hydrostatische Lager aufweisen.
- 15 23. Vorrichtung nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Temperaturregelung für die hydrostatischen Lager und/oder vorzugsweise deren Hydrauliköl aufweist.
- 20 24. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Bewegung und Positionierung entlang der Achsen Linearmotoren aufweist.
- 25 25. Vorrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Temperaturregelung für die Linearmotoren aufweist.
26. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Halterung der Druckplatte eine Ansaugplatte aufweist.
27. Vorrichtung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Temperaturregelung für die Ansaugplatte aufweist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansaugplatte auf ihrer Spannfläche Bohrungen aufweist, in denen Hülsen befestigt sind, und die Innendurchmesser der Hülsen die Ansaugöffnungen bilden.
- 5
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansaugöffnungen der Ansaugplatte einen Durchmesser von 0,5 bis 2 mm, vorzugsweise 1 mm aufweisen.
- 10
30. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Temperaturregelung für die Bearbeitungsspindel aufweist.
- 15
31. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Mittel zur Abtastung und Erfassung der Position der Oberfläche des eingespannten Werkstücks aufweist.
- 20
32. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Mittel zur Erfassung der axialen Position der Bearbeitungsspindel aufweist.
33. Vorrichtung nach Anspruch 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Positionsbestimmung einen Wirbelstromsensor aufweist.
- 25
34. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Mittel zur Erfassung der Position der Schneide des eingespannten Gravierwerkzeugs aufweist.

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie zur Positionsbestimmung einen luftgelagerten Messtaster aufweist.
36. Vorrichtung nach Anspruch 35, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messkraft des Messtasters $\leq 0,1$ N ist.
37. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie Mittel für einen automatisierten Werkzeugwechsel aufweist.
38. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie ein Werkzeugmagazin aufweist, das eine Mehrzahl von Gravierwerkzeugen aufnehmen kann.
39. Vorrichtung nach Anspruch 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schneiden der Gravierwerkzeuge in dem Magazin in einer definierten Position und berührungslos gelagert werden.
40. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine optische Beobachtungseinrichtung für den Bearbeitungsvorgang aufweist.
41. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie eine Beobachtungseinrichtung für die optische Vermessung der erzeugten Gravuren aufweist.
42. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 26 bis 41, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ansaugplatte aus Naturstein, vorzugsweise Granit, besteht.

43. Stichtiefdruckplatte hergestellt nach dem Verfahren gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18 oder mit einer Vorrichtung gemäß wenigstens einem der Ansprüche 19 bis 42.
- 5 44. Stichtiefdruckplatte, die mechanisch gravierte Konturen aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Konturen eine Genauigkeit von mindestens 1 μm aufweisen.

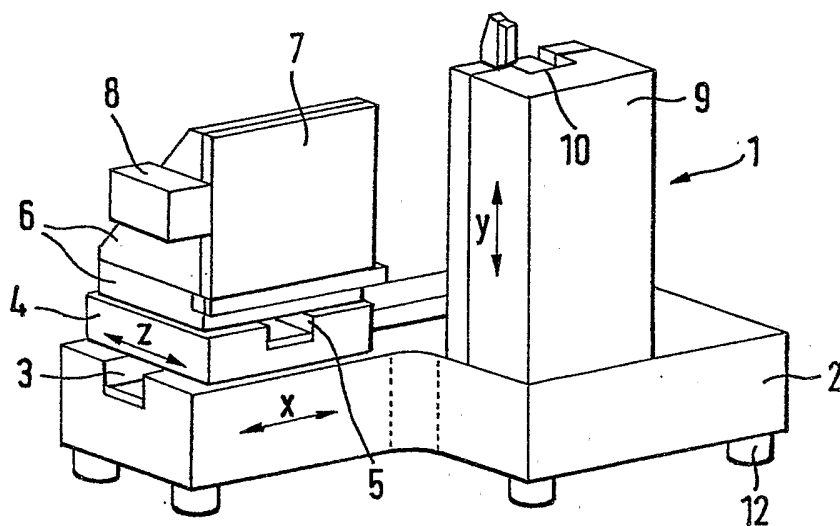


FIG. 1

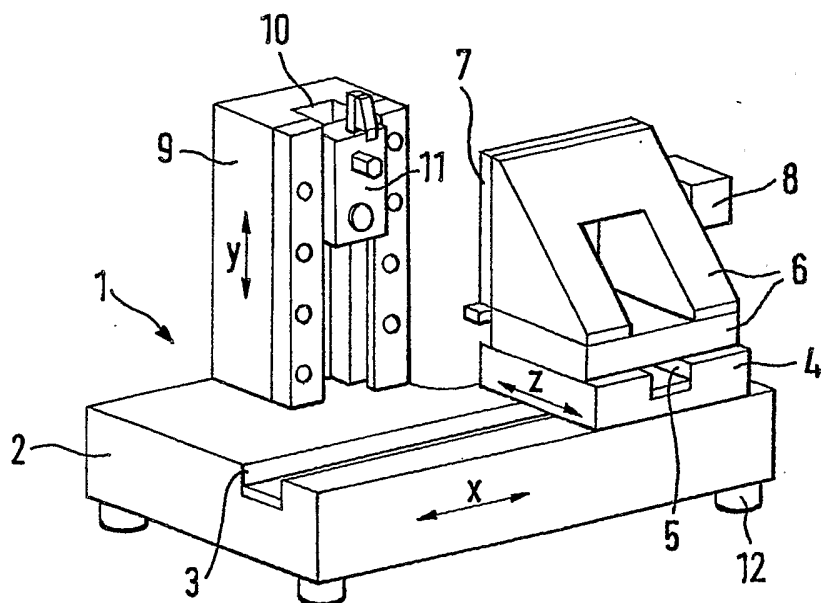
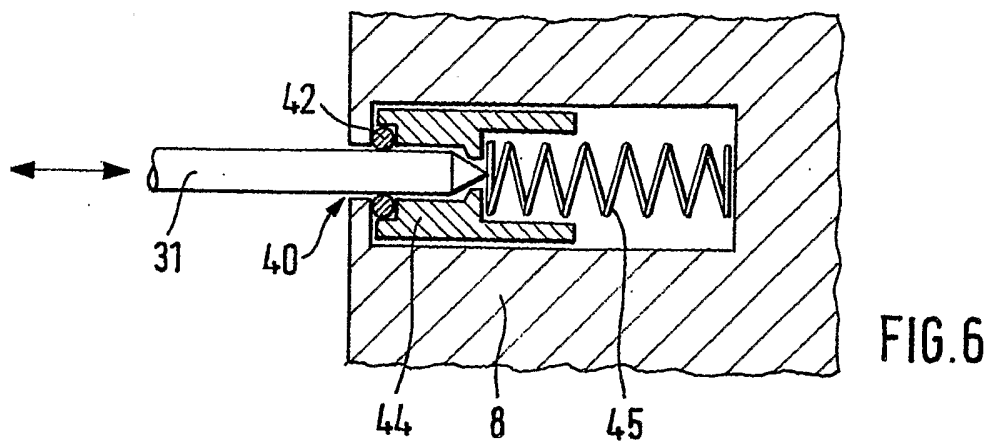
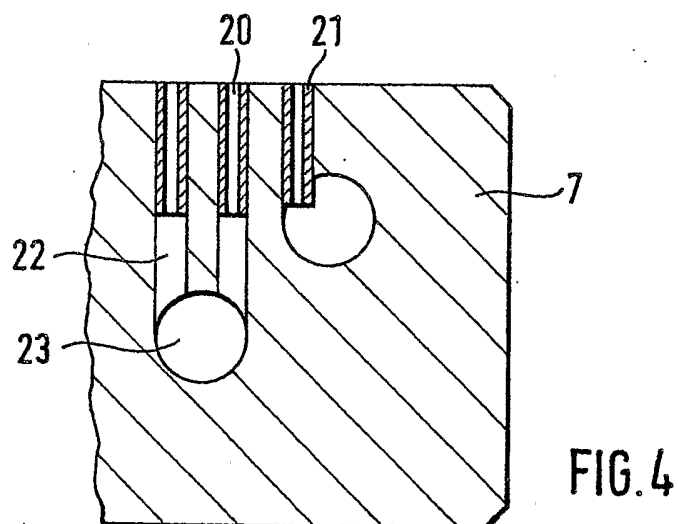
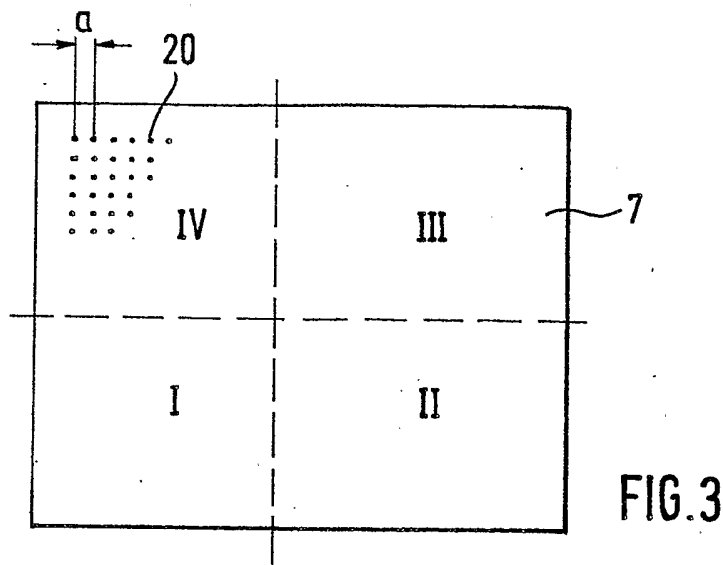


FIG. 2

2/3



3/3

FIG.5

