



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2008 045 059 A1 2010.03.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2008 045 059.6

(22) Anmeldetag: 01.09.2008

(43) Offenlegungstag: 04.03.2010

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G03F 7/20 (2006.01)

(71) Anmelder:  
 Universität Rostock, 18055 Rostock, DE

(74) Vertreter:  
 Anwaltskanzlei Gulde Hengelhaupt Ziebig &  
 Schneider, 10179 Berlin

(72) Erfinder:  
 Salomon, Ralf, Prof. Dr.-Ing., 18119 Rostock, DE;  
 Joost, Ralf, Dipl.-Ing., 18225 Kühlungsborn, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

US 2006/00 96 479 A1  
 DE 40 07 248 A1

R. Joost, R. Salomon: "High quality offset  
 printing: an evolutionary approach",  
 Proceedings of the 9th annual conference on  
 genetic and evolutionary computation, pp.  
 2053-2058, ISBN 978-1-59593-697-4, ACM New  
 York (2007)

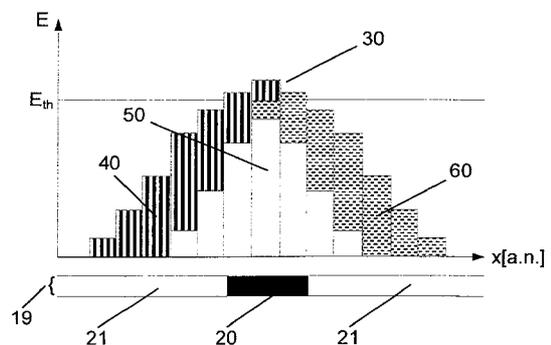
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Verfahren zum Belichten eines fotosensitiven Substrats

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein optolithografisches Verfahren zum Belichten einer auf einem Trägersubstrat aufgebracht photosensitiven Schicht (21) mit einem aus einer Vielzahl von Bildpunkten aufgebauten Bildmuster.

Es ist vorgesehen, dass jeder auszuhärtenden Pixelpunktfläche (20) und wenigstens jeder an die auszuhärtende Pixelpunktfläche angrenzenden nichtauszuhärtenden Pixelpunktfläche (21) ein (reduzierter,) unterhalb des Aushärtungs-Energieschwellenwertes ( $E_{th}$ ) bemessener Energieeintrag durch elektromagnetische Wellen zugeordnet wird, wobei der Betrag des Energieeintrags der jeweiligen Pixelpunktfläche in Abhängigkeit von den Beträgen der Energieeinträge der benachbarten Pixelpunktflächen bestimmt wird, und wobei die Fokussierung der elektromagnetischen Einstrahlung derart eingestellt wird, dass die elektromagnetische Einstrahlung örtlich soweit divergiert, dass ein bestimmter, mit wachsender Entfernung im Betrag abfallender Teil-Energieeintrag in jede der ihr (wenigstens) benachbarten Pixelpunktflächen erfolgt und dort mit allen dort auftreffenden Teil-Energieeinträgen und mit dem dieser Pixelpunktfläche direkt zugeordneten Energieeintrag derart aufsummiert wird, dass eine nichtauszuhärtende Pixelpunktfläche einen unterschwelligen Gesamtenergieeintrag erhält und eine auszuhärtende Pixelpunktfläche einen überschwelligen Gesamtenergieeintrag erhält und dadurch ausgehärtet wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein optolithografisches Verfahren zum Belichten eines fotosensitiven Substrats mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen, insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Druckplatte für Flexodruck-Anwendungen.

**[0002]** Es ist bekannt, dass optolithografische Verfahren in der Halbleiterindustrie zum Erzeugen feiner Schaltstrukturen auf einem Halbleitersubstrat verwendet werden. Ferner werden zum Bedrucken von Verpackungsmitteln aus Kunststoff (wie z. B. PE, PET, OPP, OPE, metallisierte Folie), Papier, Karton und Pappe ebenso mit Hilfe von optolithografischen Verfahren hergestellte Druckplatten verwendet. Solche Druckplatten für das Offset- oder Flexodruckverfahren werden insbesondere für Klebefolien, Isolationspapier, Getränkeverpackungen, Servietten, Durchschreibesätze oder Tapeten eingesetzt, da sie eine hohe Produktivität ermöglichen. Dazu werden große Walzen mit den darauf angeordneten flexiblen Druckplatten verwendet. Offset-Druckplatten haben eine geringe Höhe und werden vorrangig für glatte Oberflächen eingesetzt. Flexo-Platten sind generell dicker und können auch unebene Materialien bedrucken.

**[0003]** Generell besitzt ein Flexodruckwerk eine Rasterwalze, welche eine Druckplatte einfärbt, einen Druckzylinder, auch Formatzylinder genannt, auf dem die Druckplatte befestigt ist, und einen Gegenruckzylinder, der den Bedruckstoff führt. Abweichungen in der Bauweise entstehen durch verschiedene Methoden, die Rasterwalze einzufärben. Unterschieden werden hierbei das Tauchwalzendruckwerk (veraltet) und das Kammerrakeldruckwerk. Beim Tauchwalzendruckwerk wird über die Tauchwalze Farbe an die Rasterwalze abgegeben. Die überschüssige Farbe wird mithilfe eines Rakelmessers, welches steil gegen die Rasterwalze steht, abgestreift. Die Rasterwalze hat ein offenes oder geschlossenes Rakelsystem. Beim Kammerrakelsystem oder offenen Rakelsystem wird ebenfalls die überschüssige Druckfarbe mit einem Rakelmesser von der Rasterwalzenoberfläche abgestreift. Bei diesem Verfahren wird die Farbe in eine Kammer gepumpt, die an die Rasterwalze drückt und die Rakelmesser enthält. Rakelmesser bestehen üblicherweise aus Stahl; Varianten sind Kunststoffrakel und keramikbeschichtete Stahlrakel. Die Farbdosierung erfolgt, im Gegensatz zu anderen Druckverfahren, lediglich über Rasterwalzen unterschiedlicher Lineatur.

**[0004]** Die Druckformen bzw. Druckplatten bestehen entweder aus Gummi oder einem UV-empfindlichen Kunststoff (Fotopolymerplatte). Die fotopolymere Druckform wird durch eine Negativmaske mit

UV-Licht belichtet und die druckenden Elemente in einem Auswaschprozess entwickelt. Rotative Druckformen aus Gummimaterial werden mittels der Lasergravur hergestellt. Die Druckform als Druckträger hat den Vorteil, dass neben dem Text auch Halbtöne reproduziert werden können. Die Druckplatten werden nach ihrer Herstellung auf den Druckzylinder gespannt. Beim Zeitungsflexodruck besteht die Druckform aus einem Stahlträger, der mit einem Primer beschichtet ist, auf den dann das Fotopolymer kommt.

**[0005]** Zur Erhöhung der Auflösung und zur Einsparung der Film-Maske wurde von einer ganzflächigen Belichtung durch eine als Film ausgeführte Negativmaske zu einer punktwise ausgeführten Belichtung übergegangen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass Bilddaten in elektronischer Form direkt verwendet werden können (wird als Computer to Plate – CTP Verfahren bezeichnet). Da hierdurch jedoch die Belichtung durch einzeln nacheinander anzufahrende Pixelbelichtung zeitlich gestreckt wird, ist es bekannt, zur Verkürzung der Belichtungszeit mehrere nebeneinander angeordnete, jeweils auf nebeneinanderliegende Punkte fokussierte Lichtquellen zu verwenden, die dadurch gleichzeitig einen Streifenbereich belichten. Hierbei werden diejenigen Lichtquellen eingeschaltet, die über einem (auf der Druckplatte) durch Aushärtung zu erzeugenden Bildpunkt liegen, während diejenigen Lichtquellen, die über einem (auf der Druckplatte) auszulassenden Bildpunkt zu liegen kommen, ausgeschaltet bleiben. Die Vielzahl der Lichtquellen wird hierbei mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit kontinuierlich oder schrittweise bewegt und der Energieeintrag beispielsweise durch die Belichtungszeit bemessen.

**[0006]** Hierbei erhalten benachbarte Bildpunkte bei hoher Auflösung der einzelnen Pixel (Bildpunkt der Druckplatte) durch eine nicht-perfekt-punktförmige Fokussierung sowie durch Streuung im Material zusätzlich Energieanteile durch den Belichtungsvorgang für benachbarte Pixel, wodurch es nachteilhafterweise zur Überbelichtung einzelner Pixel kommen kann.

**[0007]** Physikalische Ursache für eine nicht-perfekt-punktförmige Fokussierung sind insbesondere die Beugung (Rayleigh-Kriterium) sowie Abweichungen der fokussierenden Optiken von der Idealform (insbesondere Bauteiltoleranzen).

**[0008]** Einzelne stehende Bildpunkte (d. h. Pixel, in deren direkter Nachbarschaft keine weiteren Pixel vorhanden sind) erhalten aufgrund der nicht-perfekt-punktförmigen Fokussierung keine oder nur geringe zusätzliche Energieanteile durch den Belichtungsprozess von benachbarten Bildpunkten, sodass sie ihren Energieeintrag ausschließlich aus der sie belichtenden Lichtquelle erhalten müssen und daher eine längere Belichtung benötigen. Das bedingt,

dass die Vorschubgeschwindigkeit (Scan-Geschwindigkeit) durch die (längere) Belichtungszeit für einzeln stehende Bildpunkte limitiert ist.

**[0009]** US 2005/0041229 A1 offenbart ein optolithografisches Verfahren zum Belichten eines fotosensitiven Substrats, wobei ein räumlicher (beispielsweise ein transmissiver) Lichtmodulator von einer Lichtquelle bestrahlt und auf ein zu belichtendes Substrat abgebildet wird. Der räumliche Lichtmodulator weist mindestens ein Array von einzeln zwischen mindestens zwei Zuständen (An/Aus) schaltbaren Elementen auf. Vorzugsweise sind die optischen Komponenten derart eingestellt, dass der Lichtmodulator (das Array) unscharf auf das zu belichtende Substrat abgebildet wird. Dadurch kann die Stabilität einzelner stehender Pixel durch Teilbelichtung der Randbereiche des Pixels erhöht werden. Jedoch werden die einzeln schaltbaren Elemente des Arrays für nicht zu belichtende Pixel derart eingestellt (z. B. keine Transmission), dass der nicht zu belichtende Pixel kein Licht von der Lichtquelle erhält. Daher können zum Belichtungsprozess lediglich die (z. T. unscharf abgebildeten) Energieanteile derjenigen Pixel beitragen, die tatsächlich belichtet werden sollen.

**[0010]** US 2006/0098181 A1 offenbart eine Technik zum Erhöhen des Auflösungsvermögens eines gegebenen fotolithografischen Systems, wobei ein räumlicher Lichtmodulator (programmable mask) auf ein photoempfindliches Substrat abgebildet wird. Die Idee besteht darin, zeitlich aufeinanderfolgend jeweils zwei räumlich versetzte Belichtungen des räumlichen Lichtmodulators (d. h. Fokusse der minimal möglichen Größe) – wobei jeder der Fokusse mit einer zum Aushärten unzureichenden Energiemenge belichtet wird – partiell zu überlappen, sodass der Überlappungsbereich einerseits kleiner als die einzelnen Fokusse ist und im Überlappungsbereich andererseits ausreichend Energie vorhanden ist, um den Pixel auszuhärten. Das bedeutet, dass auch Bereiche, in denen kein Pixel ausgebildet werden soll, durch zumindest einen der Fokusse belichtet wird. Um unerwünschte Strukturen (beispielsweise ein nicht erwünschtes Pixel zwischen zwei erwünschten Pixeln wie in [Fig. 2](#) der US 2006/0098181 A1 dargestellt) zu vermeiden, werden die Belichtungsenergien der einzelnen Fokusse so gesteuert, dass die Schwellenergie nur in Überlappungsgebieten für gewünschte Pixel überschritten wird (wie in [Fig. 3](#) der US 2006/0098181 A1 dargestellt). Jedoch wird nicht offenbart, dass Energiebeiträge für benachbarte Pixel gleichzeitig eingebracht und überlappt werden. Weiterhin werden maximale Energiedichten (Strahlungsdichten) nicht im Zentrum einer einzelnen Belichtung, sondern lediglich im Überlappungsbereich mehrerer Belichtungen erzeugt.

**[0011]** PCT/SG00/00037 A1 offenbart ein optolithografisches Verfahren zum Belichten von Druckplat-

ten, bei dem zum Erreichen einer höheren Auflösung die Bild-Maske (wie bei US 2006/0098181 A1) zwischen mehreren Belichtungseinstellungen versetzt wird. Bei jeder Teil-Belichtung wird nur ein Teil der Belichtungsenergie ausgestrahlt, wodurch lediglich in den überlappten Pixelbereichen eine über dem Aushärtungsschwellenwert liegende Gesamtenergie zustande kommt. Dadurch kann mit relativ großflächigen, nicht mehr reduzierbaren Pixelstrahlenbündeln aufgrund einer höheren Positioniergenauigkeit eine vielfach höhere Pixelauflösung erreicht werden.

**[0012]** EP 1 437 882 A1 offenbart ein Verfahren zum Erzeugen 3-dimensionaler Druckbereiche durch Ausbilden mehrerer Schichten übereinander, wobei vorgesehen ist, den Querschnitt der Druckbereiche in der Nähe zum Trägersubstrat breiter (oder mindestens gleich breit) als einen vom Trägersubstrat entfernteren Querschnitt auszubilden, um dadurch dreidimensionale Körperformen auszubilden. Das Auftragen der Schichten kann hierbei auf eine beliebige Art und Weise erfolgen, so z. B. optolithografisch oder durch Pulverauftragen. Einzelne vorstehende Druckpixel einer Druckplatte weisen hierbei einen im unteren Bereich verbreiterten Bereich auf, der insbesondere eine verbesserte Standfestigkeit freistehender Druckpixel ermöglicht, die zum Darstellen von Halbtönen durch eine Vielzahl besonders kleiner Pixel verwendet werden. Das Ausbilden der 3-dimensionalen Druckpixel durch mehrere Schichtlagen ist jedoch sehr zeitintensiv und daher relativ teuer. Ein ähnliches Verfahren wird in DE 101 59 084 A1 offenbart. Sowohl EP 1 437 882 A1 als auch DE 101 59 084 A1 offenbaren jedoch nicht, dass Bereiche, in denen auf der Druckplatte kein Pixel ausgebildet werden soll, gezielt belichtet werden, d. h. dass das Zentrum der Belichtung

**[0013]** Ferner ist es bekannt, mithilfe eines integrierten Halbleiterbausteines, der eine Vielzahl kleiner kipparer Spiegel aufweist, eines sogenannten DMD (Digital Mirror Device) zeitgleich eine der Anzahl der Spiegel entsprechende Anzahl von Bildpixeln zu belichten. Beispielsweise kann ein solcher IC-Chip 1024 × 786 in Reihen und Spalten angeordnete Spiegel aufweisen und entweder die gesamte Druckplatte in dieser Auflösung belichten oder alternativ mehrere versetzte Rechtecke nebeneinander auf der fotosensitiven Schicht belichten. Ein optisches System aus Lichtquelle/n, Umlenkspiegeln und Fokussier-Objektiv/en richtet das von dem Spiegelchip reflektierte Licht auf die zu belichtende fotosensitive Schicht der Druckplatte. Die Menge der Energieeinstrahlung zu jedem Pixel wird hierbei über die Einschaltdauer des jeweiligen Spiegels vorgegeben. Nicht zu belichtende Pixel werden durch weggeklappte Mikrospiegel prozessiert.

**[0014]** Das zum Realisieren der dreidimensionalen Stempelstruktur einer Druckplatte oft verwendete,

auf einem Trägersubstrat angeordnete fotosensitive Material weist einen Aushärtungsschwellenwert auf, durch den es möglich ist, die unterschwellig belichteten Bereiche durch ein Lösungsmittel herauszuwaschen. Der Aushärtungsprozess beginnt an der Oberfläche der fotosensitiven Schicht und setzt sich mit fortschreitender Belichtungsdauer in die Tiefe bis zum Trägersubstrat fort. Die einfallende Strahlenergie wird zunächst von den Molekülen des fotosensitiven Materials an der äußeren Oberfläche der fotosensitiven Schicht absorbiert, die dadurch eine für die chemische Reaktion ausreichende Energiemenge erhalten und aushärten. Nach dem Aushärten werden diese ausgehärteten Moleküle für die elektromagnetische Strahlung zumindest partiell durchlässig, sodass die darunter liegenden Moleküle nun die Strahlungsenergie absorbieren. Mit fortschreitender Belichtungsdauer setzt sich dieser Prozess fort, bis die gesamte Schichtdicke der fotosensitiven Schicht durchdrungen und ein ausgehärteter Stempel (d. h. vollständig ausgehärteter Pixel) fest mit dem Trägersubstrat verbunden ist. Die Bereiche mit unterschwelliger Belichtung bilden daher an der nach außen exponierten Oberfläche der fotosensitiven Schicht ausgehärtete Krusteninseln oder an die vollständig ausgehärteten Stempelbereiche angrenzende Krustenanhäufungen aus. Bei einem anschließenden Prozessschritt wird mit einem Lösungsmittel das nicht belichtete fotosensitive Material aufgelöst und herausgelöst. Nur partiell ausgehärtete Pixel (z. B. frei schwimmende Krusteninseln) werden ebenso weggespült. Die an die ausgehärteten Stempelbereiche angrenzenden und anhaftenden (nur partiell ausgehärteten) Krustenanhäufungen bedürfen einen unterstützenden Prozess, mit dem sie von den Stempelbereichen mechanisch abgelöst werden. Dieser Prozess wird beispielsweise mittels Bürstens ausgeführt.

**[0015]** Ein besonderer Nachteil der genannten Verfahren zum Herstellen von Druckplatten ist insbesondere die lange Belichtungszeit.

**[0016]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur strukturierten Belichtung eines fotosensitiven Substrats mit einer kürzeren Gesamtbelichtungszeit anzugeben. Eine weitere Aufgabe besteht darin, freistehende, belichtete Bildpunkte in Randbereichen geschlossener Strukturen einer Druckplatte mit einer erhöhten mechanischen Stabilität zu erzeugen.

**[0017]** Ein Pixel weist tatsächlich eine Flächenausdehnung auf, die unterschiedlich groß ausfällt, je nachdem ob dieser Pixel auf einem Bildschirm, einem Papierausdruck oder auf der Druckplatte ausgebildet ist, weil das Bildmuster jeweils einem anderen topografischen Vergrößerungsgrad unterliegt.

**[0018]** Als ein Pixel-Stempel wird ein dreidimensionaler ausgehärteter Pixel verstanden, dessen Höhe

(vorzugsweise) der Schichtdicke der fotosensitiven Schicht entspricht und der fest auf dem Trägersubstrat verankert ist. Die nach außen exponierte Fläche der Pixel-Stempel (also der ausgehärteten Pixel) bildet die Druck- oder Kontaktfläche einer Druckplatte, die mittels des Verfahrens der vorliegenden Erfindung hergestellt ist.

**[0019]** Vorzugsweise sind die Pixel auf dem Trägersubstrat (bzw. der Druckplatte) gemäß der vorliegenden Erfindung matrixförmig angeordnet. Vorzugsweise sind alle Pixel gleich groß. Besonders bevorzugt sind alle Pixel rechteckförmig oder kreisförmig.

**[0020]** Die vorliegende Erfindung offenbart ein optolithografisches Verfahren zum Belichten einer auf einem Trägersubstrat aufgetragenen fotosensitiven Schicht (vorzugsweise einer Druckplatte für Flexodruck) mit einem aus einer Vielzahl von Bildpunkten aufgebauten Bildmuster, wobei die fotosensitive Schicht einen materialbedingten Aushärtungs-Energieschwellenwert aufweist, wobei eine Vielzahl von Bildpunkten des vorgegebenen Bildmusters einer Vielzahl von Pixeln in der fotosensitiven Schicht zugeordnet wird, und eine Vielzahl von Pixeln gleichzeitig in der fotosensitiven Schicht belichtet wird, und in die Pixel der fotosensitiven Schicht individuelle Belichtungsenergien entsprechend dem Bildmuster eingebracht werden und dadurch in der fotosensitiven Schicht zur Ausbildung des Bildmusters einerseits vollständig ausgehärtete Pixel und andererseits nicht vollständig ausgehärtete Pixel erzeugt werden, wobei zur Belichtung von Pixeln, die vollständig ausgehärtet werden sollen, elektromagnetische Strahlung derart auf die fotosensitive Schicht abgebildet wird, dass die maximale Energiedichte der zur Belichtung des Pixels auf die fotosensitive Schicht eingestrahlten Strahlung innerhalb des jeweiligen Pixels liegt, wobei erfindungsgemäß zumindest ein Teil derjenigen Pixel, die nicht vollständig ausgehärtet werden sollen, mit einem Energiebetrag unterhalb des Aushärtungs-Energieschwellenwertes belichtet werden, wobei dazu Strahlung derart auf die fotosensitive Schicht abgebildet wird, dass die maximale Energiedichte der zur Belichtung des jeweiligen nicht auszuhärtenden Pixels auf die fotosensitive Schicht eingestrahlten Strahlung innerhalb des Pixels liegt, und weiterhin ein Teil der zur Belichtung des jeweiligen nicht auszuhärtenden Pixels eingestrahlten Strahlung außerhalb des jeweiligen nicht auszuhärtenden Pixels, jedoch innerhalb mindestens eines benachbarten Pixels, der vollständig ausgehärtet werden soll, liegt.

**[0021]** Die Idee der Erfindung besteht darin, eine Reduzierung der Belichtungsdauer gesetzter Pixel (d. h. vollständig auszuhärtender Pixel) durch bewusste Fehlbelichtung benachbarter, nicht gesetzter Pixel zu erreichen.

**[0022]** Vorzugsweise wird eine Belichtungsanordnung über das Trägersubstrat (zumindest über den gesamten Bereich der Pixel) gescannt (= schrittweise geführt), so dass jeder Pixel ausreichend belichtet (gesetzter Pixel) oder nicht ausreichend belichtet (nicht gesetzter, also nicht vollständig ausgehärteter Pixel, wird später abgelöst) werden kann. Dazu ist es nicht erforderlich, dass eine Vorrichtung mechanisch über das Trägersubstrat geführt wird. Beispielsweise ist es auch möglich, lediglich den Belichtungsstrahl (oder die Belichtungsstrahlen) mittels geeigneter Vorrichtungen (z. B. Umlenkspiegel) über das Substrat zu scannen. Dadurch, dass erfindungsgemäß während des Scannens über das Trägersubstrat auch nicht gesetzte Pixel unerschwerlich belichtet werden und die Belichtung der nicht gesetzten Pixel derart defokussiert erfolgt, dass zumindest ein Teil dieser Belichtungsenergie in benachbarte, gesetzte Pixel eingeht, kann die Belichtungszeit für die gesetzten Pixel reduziert werden. Je nach Bildmuster werden vorab geeignete Belichtungsenergien und geeignete Fokussierungen/Defokussierungen errechnet, so dass nach dem gesamten Belichtungsvorgang alle gesetzten Pixel eine Gesamtbelichtung gleich oder oberhalb des Schwellwertes und alle nicht gesetzten Pixel eine Gesamtbelichtung unterhalb des Schwellwertes erfahren haben. Die (De)Fokussierung während der Belichtung für einen nicht gesetzten Pixel kann derart stark sein, dass mehrere benachbarte Pixel mitbelichtet werden, um deren Belichtungsdauer zu reduzieren. Vorzugsweise werden gleichzeitig linienförmige (streifenförmige) Abschnitte der gesamten Pixelfläche belichtet. Vorzugsweise werden alle Pixel einer Linie mit einer gleichen Divergenz belichtet. Vorzugsweise sind auch die den gesetzten Pixeln zugeordneten Energieeinträge unerschwerlich, was zu verkürzten Belichtungszeiten führt, da durch defokussierten Eintrag aus Belichtungen benachbarter Pixel die notwendige Energie zum Erreichen des Schwellenwerts eingebracht wird. Vorzugsweise wird die Belichtung eines Pixels derart durchgeführt, dass Strahlung in das Zentrum des Pixels fokussiert bzw. abgebildet wird, wobei sich die Hauptintensität im Zentrum des Pixels befindet.

**[0023]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens nach vorliegender Erfindung werden zur Bestimmung des Betrags des Energieeintrags des jeweiligen Pixels in Abhängigkeit von den Beträgen der Energieeinträge der dazu benachbarten Pixel wenigstens die Energieeinträge der unmittelbar benachbarten Pixelpunktflächen berücksichtigt. In einer üblichen (d. h. matrixförmigen) Pixelanordnung hat jeder Pixel vier unmittelbar benachbarte Pixel, sodass es jede mögliche Kombination aus nichtauszuhärtenden und auszuhärtenden benachbarten Pixeln geben kann. Genau genommen gibt es vier unmittelbar benachbarte Pixel, die eine gemeinsame Kante mit dem betrachteten Pixel haben und vier weitere benachbarte Pixel, die eine gemeinsame Ecke bzw.

einen punktuellen Kontaktbereich mit dem betrachteten Pixel haben. Die Energieeinträge aller benachbarten Pixel werden erfindungsgemäß vorzugsweise in einem Berechnungsverfahren derart aufeinander abgestimmt und berücksichtigt, dass der maximale direkt zugeordnete Energieeintrag möglichst gering werden kann, weil dadurch die Belichtungszeit verkürzt wird.

**[0024]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens nach vorliegender Erfindung werden zur Bestimmung des Betrags des Energieeintrags des jeweiligen Pixels in Abhängigkeit von den Beträgen der Energieeinträge der benachbarten Pixel wenigstens die Energieeinträge der nächstbenachbarten oder noch weiter entfernten Pixelpunktflächen berücksichtigt. Es ist dadurch erfindungsgemäß möglich, die Fokussierung derart gezielt unscharf einzustellen, dass sogar Energieeinträge von weiter als unmittelbar benachbarten Pixelpunktflächen untereinander erfolgen können. Hierdurch kann der maximale direkte Energieeintrag noch weiter abgesenkt und mit ihm die Belichtungszeit weiter verkürzt werden.

**[0025]** Die Bestimmung des Betrags des Energieeintrags für den jeweiligen Pixel in Abhängigkeit von den Beträgen der Energieeinträge der benachbarten Pixel wird in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem iterativen Berechnungsverfahren mit mehreren, mindestens jedoch zwei Bestimmungsdurchläufen vorgenommen.

**[0026]** Die zu den jeweiligen Pixeln in Abhängigkeit von den Beträgen der Energieeinträge benachbarter Pixel bestimmten Energiebeiträge werden gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung in einem Speicher mit Bezug zu jeweiligen Pixeln als Daten gespeichert. Hierdurch ist es möglich, die zum Belichten eines bestimmten Bildmusters benötigten Daten vorrätig zu haben und bei wiederholten Belichtungsvorgängen ohne eine erneute Berechnung der pixelbezogenen Energieeinträge auszukommen.

**[0027]** Der einzelne Bildpunkt wird in bevorzugten Ausgestaltungen vorliegender Erfindung als ein in der Höhe der Dicke der fotosensitiven Schicht dreidimensional ausgebildeter Pixel-Stempel mit der ihn abschließenden Pixelpunktfläche ausgehärtet, wobei nebeneinander angeordnete Pixel-Stempel zu einem massiven Pixelpolygon-Stempel verschmelzen.

**[0028]** Vorzugsweise wird das oben beschriebene Verfahren zur Herstellung von Druckplatten für Flexodruck-Anwendungen verwendet. Daher ist das Trägersubstrat vorzugsweise auch aus einem flexiblem Material ausgebildet und die strukturierte Schicht (ausgehärtete Pixel) direkt auf dem flexiblen Träger-

substrat aufgebracht.

**[0029]** Die Pixel von Offset-Druckplatten haben vorzugsweise eine Höhe zwischen 0,1 und 0,5 mm. Flexo-Druckplatten weisen vorzugsweise eine Höhe zwischen 100 µm und 3000 µm, besonders bevorzugt zwischen 100 µm und 1000 µm auf.

**[0030]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Trägersubstrat für die verwendeten elektromagnetischen Wellen transparent ausgebildet und ein zusätzlicher rückseitiger Belichtungsprozess von der der fotosensitiven Schicht abgewandten Rückseite des Trägersubstrats hindurch ausgeführt, wobei hierdurch eine als eine mechanische Stützkonstruktion dienende Verbreiterung der Standfläche der Pixel-Stempel in unmittelbarer Nähe der Oberfläche des Trägersubstrats in einer vorgegebenen Tiefenausdehnung ausgehärtet wird. Dabei werden nur die auszuhärtenden Pixel mit elektromagnetischer Bestrahlung beaufschlagt. Eine solche Stützkonstruktion ermöglicht die Verwendung dickerer fotosensitiver Schichten zum Herstellen von Druckplatten, die für eine relativ grobe oder strukturierte Materialbedruckung benötigt werden, wie es im Fall von bedruckten Tapeten erforderlich sein kann. Die höher gestalteten Pixel-Stempel gleichen die Unebenheiten des zu bedruckenden Materials aus, weisen jedoch dadurch eine erhöhte Kippgefahr insbesondere an den Rändern zwischen den ausgehärteten Pixel-Stempeln und leer gelassenen nicht ausgehärteten Bereichen auf. In diesem Fall weisen die Pixel eine Höhe zwischen 100 µm und 4000 µm auf.

**[0031]** Die Pixel weisen vorzugsweise eine laterale Ausdehnung von minimal 17 µm auf. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass eine druckbares Element meistens aus mehreren Pixeln zusammengesetzt wird, z. B. 3×3 Pixel, so dass die minimale laterale Ausdehnung (bei 1500 dpi) vorzugsweise bei rund 6 µm liegt. Die maximale laterale Ausdehnung beträgt vorzugsweise 30 µm. Die zur Belichtung verwendete Strahlung besitzt vorzugsweise eine Wellenlänge zwischen 50 und 400 nm, besonders bevorzugt zwischen 50 und 200 nm bezogen auf die maximale Strahlungsdichte.

**[0032]** Dieser zusätzliche rückseitige Belichtungsprozess zum Erzeugen der Stützkonstruktion wird in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens gleichzeitig mit der vorderseitigen Belichtung ausgeführt. Das ermöglicht die Ausführung dieses zusätzlichen rückseitigen Belichtungsprozesses ohne eines zusätzlichen Zeitaufwand. Hierzu wird eine zusätzliche Belichtungseinrichtung benötigt, die mit der Hauptbelichtungseinrichtung derart in Bezug auf die Positionierung des Bildmusters gekoppelt ist, dass die jeweiligen Pixelflächen von beiden Seiten des Substrats genau zu-

einander korrespondierend angeordnet sind.

**[0033]** In einer weiteren alternativen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird der zusätzliche rückseitige Belichtungsprozess zum Erzeugen der Stützkonstruktion vor oder nach der vorderseitigen Belichtung ausgeführt, wobei das Trägersubstrat hierzu gewendet wird. Hierdurch verlängert sich zwar die Herstellzeit, jedoch entfällt die Notwendigkeit, eine zusätzliche rückseitige Belichtungseinrichtung vorzusehen, wodurch Investitionskosten eingespart werden.

**[0034]** Als Vorrichtung zur Abbildung der elektromagnetischen Strahlung in die Pixelbereiche wird gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ein integrierter elektronischer Mikrospiegel-Baustein verwendet, welcher wenigstens eine in einer Reihe angeordnete Vielzahl von umlenkbaren Mikrosiegeln aufweist, wobei an jedem aktiv umgelenkten Mikrospiegel das Licht wenigstens einer Lichtquelle gleichzeitig umgelenkt wird. Daher kann jeder Mikrospiegel die Belichtung eines Pixels realisieren und daher können eine Vielzahl entlang einer Linie angeordnete Pixel gleichzeitig belichtet werden.

**[0035]** Die Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden unter einem anderen Aspekt durch ein Steuerungsmittel zum Ausführen des Verfahrens nach wenigstens einer der oben beschriebenen bevorzugten Ausgestaltungen für eine Belichtungs- oder Belichtungs- und Entwicklungsanordnung zum Herstellen einer Druckplatte erreicht. Dieses Steuerungsmittel weist beispielsweise eine elektronische Recheneinheit auf, die mithilfe von Softwareprogrammmitteln Berechnungen und Positionierungsvorgänge steuern kann.

**[0036]** Die mit dem Verfahren nach wenigstens einer der oben beschriebenen bevorzugten Ausgestaltungen hergestellten Erzeugnisse erreichen ihrerseits auch die Aufgaben der vorliegenden Erfindung.

**[0037]** Das Trägersubstrat ist gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Erzeugnisses der vorliegenden Erfindung aus einem festen oder einem flexiblen Material hergestellt. Insbesondere die flexible Ausführung kann auf eine Druckwalze aufgebracht und befestigt werden. Das Erzeugnis ist in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung als eine Druckplatte für Flexodruck- oder Offsetdruckverfahren vorgesehen.

**[0038]** Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Kombinationen der übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmale.

**[0039]** Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

[0040] **Fig. 1** einen idealisierten Energieeintrag für einen auszuhärtenden Pixel;

[0041] **Fig. 2** eine abgeschätzte reale Verteilung eines Energieeintrags für einen Pixel;

[0042] **Fig. 3a–Fig. 3d** einen durch Belichtung dreier benachbarter Pixel zusammengesetzten Energieeintrag und

[0043] **Fig. 4a** und **Fig. 4b** einen Vergleich der Energieverteilung eines schärfer abgebildeten und eines unscharf abgebildeten Energieeintrags für einen Pixel.

[0044] **Fig. 1** zeigt einen idealisierten Energieeintrag für einen auszuhärtenden Pixel **20** der Breite  $b$  und der Höhe  $d$ , die der Dicke einer fotosensitiven Schicht **19**, beispielsweise einer Polymerschicht entspricht. Idealisiert dargestellt ist hierbei der perfekt senkrechte Verlauf der Energieverteilung genau über dem Pixel **20**. Eine tatsächliche Energieverteilung weist hingegen eine zu den Rändern hin abnehmende Energiedichte auf. Dies ist physikalisch insbesondere durch Beugungseffekte an den Rändern (Apererturbende) von hochauflösenden Optiken bedingt (Rayleigh-Kriterium). In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird die fotosensitive Polymerschicht **19** beispielsweise durch UV-Strahlung zum Aushärten gebracht.

[0045] Das fotosensitive Polymer **19** weist einen Aushärtungs-Energieschwellenwert  $E_{th}$  auf, unterhalb dessen ein eingebrachter Energieeintrag das fotosensitive Polymer **19** nicht oder nicht vollständig aushärtet und dieser daher anschließend mit einem Lösungsmittel ausgewaschen oder anderweitig entfernt werden kann. Der Energieeintrag übersteigt vorzugsweise den Aushärtungs-Energieschwellenwert  $E_{th}$  um einen gewissen Betrag, damit eine gewünschte Aushärtung u. a. bei Schwankungen der Intensität der Strahlungsquelle gewährleistet ist.

[0046] **Fig. 2** zeigt eine reale Verteilung der eingebrachten Strahlungsenergie **30** für einen auszuhärtenden Pixel **20**. Sie ist unter der Annahme einer Gauß'schen Verteilung **30** dargestellt und berücksichtigt eine unter realen Einsatzverhältnissen vorkommende Strahlendivergenz, infolge welcher ein Teil-Energieeintrag in die dem Pixel **20** benachbarte (nicht auszuhärtenden) Regionen **21** in der fotosensitiven Schicht **19** eingebracht wird.

[0047] Die Breite  $b$  des durch den erfolgten Energieeintrag **30** ausgehärteten Pixels **20** ergibt sich dadurch, dass der Aushärtungs-Energieschwellenwert  $E_{th}$  nur über dem auszuhärtenden Pixel **20** erreicht wird, sodass die außerhalb liegenden Bereichsabschnitte **21** nur unterschwellig belichtet werden und daher im anschließenden Prozessschritt herausge-

löst werden. Prozessbedingt kann hierzu eine mechanische Entfernung durch Bürsten erforderlich sein.

[0048] Die Aufteilung des Energieeintrags in eine Vielzahl von Berechnungsabstufungen berücksichtigt eine bevorzugte Ausgestaltung eines Berechnungsverfahrens zum Berechnen der Energieverteilung entlang eines Trägersubstrats, bei welchem diskrete Werte beispielsweise durch ein iteratives Berechnungsverfahren erzeugt werden.

[0049] Nach einer bekannten Ausführung des Schwellenwertprinzips beginnt der Aushärtungsprozess von der Oberfläche der fotosensitiven Schicht **19** und pflanzt sich in die Tiefe bis zum (hier nicht dargestellten) Trägersubstrat fort. Die eingestrahelte Energie wird von den in dem Strahlengang zuerst getroffenen Molekülen des fotosensitiven Materials **19** absorbiert, die dadurch eine für die chemische Reaktion ausreichende Energiemenge erhalten und aushärten. Nach dem Aushärten werden die ausgehärteten Moleküle für die eintreffende elektromagnetische Strahlung durchlässig und absorbieren selbst keine Energie mehr, sodass die im Strahlengang nächstliegenden Moleküle nun die eingestrahelte Energie absorbieren können. So setzt sich dieser Prozess fort, bis – eine ausreichende Belichtungsdauer vorausgesetzt – die gesamte Schichtdicke der fotosensitiven Schicht **19** durchdrungen ist und ein ausgehärteter dreidimensionaler Stempel (Pixel) fest mit dem (hier nicht dargestellten) Trägersubstrat verbunden ist.

[0050] Die Bereiche **21** mit unterschwelliger Belichtung bilden daher an der nach außen exponierten Oberfläche der fotosensitiven Schicht **19** ausgehärtete Krusteninseln oder an die vollständig ausgehärteten Stempelbereiche angrenzende Krustenanhäufungen. Bei einem anschließenden Prozessschritt wird mit einem Lösungsmittel das nicht belichtete fotosensitive Material aufgelöst und die einzeln darin schwimmenden Krusteninseln weggespült. Die an die ausgehärteten Stempelbereiche angrenzenden und anhaftenden ausgehärteten Krustenanhäufungen dagegen bedürfen einen unterstützenden mechanischen Entfernungsprozess, mit dem sie von den Stempelbereichen mittels eines aufgebrachten mechanischen Kraftaufwandes abgelöst werden. Dieser Prozess wird beispielsweise mittels Ausbürstens ausgeführt.

[0051] Nur in Bereichen, in denen der Aushärtungs-Energieschwellenwert  $E_{th}$  erreicht oder überschritten ist, erfolgt eine vollständige Aushärtung der Pixel **20**, und nur die vollständig ausgehärteten Pixel **20** werden nicht durch nachfolgende Schritte abgelöst, sodass diese vollständig ausgehärteten Pixel **20** dauerhaft auf dem Trägersubstrat verbleiben und die strukturierte Druckplatte ausbilden.

**[0052]** Die [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#), [Fig. 3c](#), [Fig. 3d](#) zeigen einen durch Belichtung dreier benachbarter Bildpixel zusammengesetzten Energieeintrag.

**[0053]** Erfindungsgemäß ist hierbei, wie in [Fig. 3a](#) dargestellt, auch der dem gesetzten Pixel **20** zugeordnete Energieeintrag **50** unterschwellig, d. h. unterhalb des Aushärtungs-Energieschwellenwertes  $E_{th}$ . Der entsprechende Minderungsbetrag variiert in Abhängigkeit von einem durch eine gezielte unscharfe Fokussierung (von Nachbarpixeln) erreichbaren zusätzlichen Energiebetrag. Durch jeweils einen infolge der Strahlendivergenz von einem rechts benachbarten und einem links benachbarten Bildpixel **21** herührenden Teil-Energieeintrag **41** und **61** ergibt sich ein aufsummierter Energieeintrag, welcher über dem für den Pixel **20** notwendigen Aushärtungs-Energieschwellenwert  $E_{th}$  liegt. Hierdurch ist es erfindungsgemäß möglich, den eigentlichen direkt zugewiesenen unterschwelligen Energieeintrag **50** für den betroffenen Pixel **20** in einer gegenüber der konventionellen Lösung kürzeren Zeit einzubringen, wobei die benachbarten Energieeinträge parallel und zeitgleich eingebracht werden, sodass eine Prozess-Geschwindigkeitssteigerung erreichbar ist, die zwischen 15–30% betragen kann.

**[0054]** In den [Fig. 3b](#) und [Fig. 3d](#) ist jeweils die Bestrahlungsverteilung des links angeordneten, in [Fig. 3b](#), und des rechts angeordneten, in [Fig. 3d](#), Pixels dargestellt, die erkennbar unterschwellig belichtet werden, was dafür spricht, dass es in diesem Fall jeweils nichtauszuhärtende benachbarte Pixel **21** sind (wenn sie ihrerseits nicht mit weiteren nicht dargestellten Energieeinträgen weiter entfernter Pixel zusätzlich beaufschlagt werden). In [Fig. 3c](#) ist die räumliche Belichtungsverteilung des direkt belichteten Pixels mit seinem Energieeintrag **50**, der proportional der von der Glockenkurve eingeschlossenen Fläche ist, dargestellt. Auch dieser Energieeintrag **50** ist, wie in [Fig. 3a](#) dargestellt, unterschwellig.

**[0055]** Vorzugsweise wird keinem Pixel ein voller Aushärtungs-Energiewert zugewiesen, sondern stets ein geminderter unterschwelliger Belichtungswert. Weil die zusätzlichen restlichen Energiebeträge von benachbarten Pixeln durch deren voreingestellte Unschärfe oder Strahlendivergenz gleichzeitig hinzuaddiert werden, stellt die Zeit zum Erreichen eines maximalen direkten Pixel-Energieeintrags ein Maß für die maximale Gesamtbelichtungszeit dar. Weil die eingebrachte Energiemenge vorzugsweise über die Zeitdauer der Einstrahlung einer Lichtquelle konstanter Strahlungsintensität geregelt ist, besteht ein direkter linearer Zusammenhang zwischen dem Grad der Strahlendivergenz und damit verbundenem Grad der Überlappung der Bestrahlungsenergien benachbarter Pixelpunktflächen und der erreichbaren Geschwindigkeitssteigerung der Gesamtbelichtung der fotosensitiven Schicht. Dies hängt jedoch auch da-

von ab, wieviele Pixel gesetzt und wieviele Pixel nicht gesetzt sind.

**[0056]** Die [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) zeigen einen Vergleich der Energieverteilung eines schärfer abgebildeten ([Fig. 4a](#)) und eines unscharf abgebildeten ([Fig. 4b](#)) Energieeintrags **30** für einen Pixel.

**[0057]** Die Energiemenge ist hierbei in beiden Fällen gleich, was durch eine jeweils gleich große von der Hüllkurve eingeschlossene Fläche erkennbar ist. Durch eine gegenüber [Fig. 4a](#) unschärfere Fokussierung (auch Defokussierung) der jeweiligen Strahlenbündel ist eine räumlich weiter in die benachbarten Bereiche **21** reichende Energieverteilung nach [Fig. 4b](#) möglich. Hierbei findet gleichzeitig die Absenkung des Spitzenenergiewertes für einen einzelnen Pixel statt. Mit anderen Worten wird erfindungsgemäß eine bewusste Fehlbelichtung mit einem bestimmten unzureichenden Energieeintrag aller auszuhärtenden Pixel angestrebt, während der oder die fehlenden Energiebeiträge zeitgleich durch räumliche (laterale) Strahlendivergenz von den benachbarten Pixel-Energieeinträgen beige-steuert werden.

**[0058]** Mit den erfindungsgemäßen Mitteln ist somit eine höhere Belichtungsgeschwindigkeit erreichbar, die zur Steigerung der Produktivität und der Wirtschaftlichkeit beiträgt. Ferner wird durch die exakter ausgeführte Belichtungsdosierung eine höhere Qualität der fertigen Erzeugnisse und insbesondere der Konturqualität des Bildmusters erreicht.

**[0059]** Die vorangehenden Ausführungen der vorliegenden Erfindung sind lediglich beispielhaft und nicht als die vorliegende Erfindung einschränkend auszulegen. Die vorliegende Erfindungslehre kann leicht auf andere Anwendungen übertragen werden. Die Beschreibung des Ausführungsbeispiels ist zur Veranschaulichung vorgesehen und nicht, um den Schutzbereich der Patentansprüche einzuschränken. Viele Alternativen, Modifikationen und Varianten sind für einen durchschnittlichen Fachmann offensichtlich, ohne dass er hierfür den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung verlassen müsste, der in den nachfolgenden Ansprüchen definiert ist.

#### Bezugszeichenliste

|            |  |
|------------|--|
| <b>10</b>  | idealisierter Energieeintrag                   |
| <b>19</b>  | fotosensitive Schicht                          |
| <b>20</b>  | ausgehärteter Pixel nach Entwicklung           |
| <b>21</b>  | nicht ausgehärteter Pixel nach Entwicklung     |
| <b>30</b>  | tatsächlicher Energieeintrag (Gauß-Verteilung) |
| <b>31n</b> | Berechnungsabstufungen                         |
| <b>40</b>  | Energieeintrag des linken Nachbarpixels        |
| <b>41</b>  | Teil-Energieeintrag eines linken Nachbarpixels |

- 50**    unterschwelliger Energieeintrag des direkt zu belichtenden Pixels
- 60**    Energieeintrag des rechten Nachbarpixels
- 61**    Teil-Energieeintrag eines rechten Nachbarpixels
- b**     Breite des Bildpixel-Stempels
- d**     Dicke der fotosensitiven Polymerschicht
- $E_{th}$**     Aushärtungs-Energieschwellenwert
- E**     durch Belichtung eingebrachte Energiemenge
- x**     Ausdehnung entlang der Oberfläche der Druckplatte
- a. n.**    beliebige Einheiten in linearer Skalierung

**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**

- US 2005/0041229 A1 [0009]
- US 2006/0098181 A1 [0010, 0010, 0010, 0011]
- SG 00/00037 A1 [0011]
- EP 1437882 A1 [0012, 0012]
- DE 10159084 A1 [0012, 0012]

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Ausbildung eines vorgegebenen Bildmusters in einer auf einem Trägersubstrat aufgebracht photosensitiven Schicht (19) durch Belichten und selektives Aushärten der photosensitiven Schicht (19), wobei die fotosensitive Schicht einen material-spezifischen Aushärtungs-Energieschwellenwert ( $E_{th}$ ) aufweist, wobei eine Vielzahl von Bildpunkten des vorgegebenen Bildmusters einer Vielzahl von Pixeln (20, 21) in der photosensitiven Schicht (19) zugeordnet wird, und eine Vielzahl von Pixeln (20, 21) gleichzeitig in der photosensitiven Schicht (19) belichtet wird, und in die Pixel (20, 21) der photosensitiven Schicht (19) individuelle Belichtungsenergien entsprechend dem Bildmuster eingebracht werden und dadurch in der photosensitiven Schicht (19) zur Ausbildung des Bildmusters einerseits vollständig ausgehärtete Pixel (20) und andererseits nicht vollständig ausgehärtete Pixel (21) erzeugt werden, wobei zur Belichtung von Pixeln (20), die vollständig ausgehärtet werden sollen, elektromagnetische Strahlung derart auf die fotosensitive Schicht (19) abgebildet wird, dass die maximale Energiedichte der zur Belichtung des Pixels (20) auf die fotosensitive Schicht (19) eingestrahlten Strahlung innerhalb des jeweiligen Pixels (20) liegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Teil derjenigen Pixel (21), die nicht vollständig ausgehärtet werden sollen, mit einem Energiebeitrag unterhalb des Aushärtungs-Energieschwellenwertes ( $E_{th}$ ) belichtet werden, wobei dazu Strahlung derart auf die fotosensitive Schicht (19) abgebildet wird, dass die maximale Energiedichte der zur Belichtung des jeweiligen nicht auszuhärtenden Pixels (21) auf die fotosensitive Schicht (19) eingestrahlten Strahlung innerhalb des Pixels (21) liegt, und weiterhin ein Teil der zur Belichtung des jeweiligen nicht auszuhärtenden Pixels (21) eingestrahlten Strahlung außerhalb des jeweiligen nicht auszuhärtenden Pixels (21), jedoch innerhalb mindestens eines benachbarten Pixels (21), der vollständig ausgehärtet werden soll, liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein auszuhärtender Pixel (20) und mindestens ein benachbarter, nicht auszuhärtender Pixel (21) gleichzeitig belichtet werden, wobei ein Teil der zur Belichtung des nicht auszuhärtenden Pixels (21) eingestrahlten Strahlung auf den auszuhärtenden Pixel (21) abgebildet wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsenergien für die Pixel (20, 21) derart gewählt werden, dass die Summe aller Teilenergiebeiträge eines nicht auszuhärtenden Pixels (21), die durch die eigentliche Belichtung des Pixels (21) sowie durch Belichtung benachbarter Pixel (20, 21) eingebracht werden, unter dem Aushärtungs-Energieschwellenwert ( $E_{th}$ ) liegt und dass die Summe aller Teilenergie-

beiträge eines auszuhärtenden Pixels (20), die durch die eigentliche Belichtung des Pixels (20) sowie durch Belichtung benachbarter Pixel (20, 21) eingebracht werden, über dem Aushärtungs-Energieschwellenwert ( $E_{th}$ ) liegt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Belichtung von Pixeln (20, 21) elektromagnetische Strahlung einer Strahlungsquelle derart auf die fotosensitive Schicht (19) abgebildet wird, dass die maximale Energiedichte der zur Belichtung des jeweiligen Pixels (20, 21) auf die fotosensitive Schicht (19) eingestrahlten Strahlung innerhalb des Pixels (20, 21) liegt, wobei der Anteil der Strahlungsenergie, der auf benachbarte Pixel (20, 21) abgebildet werden soll, durch Fokussierung oder Defokussierung der elektromagnetischen Strahlung einer Strahlungsquelle eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Strahlungsenergie für die Belichtung eines Pixels (20, 21) wenigstens die Teilenergiebeiträge unmittelbar benachbarter Pixel (20, 21) berücksichtigt werden, die bei der Belichtung benachbarter Pixel (20, 21) aufgrund einer defokussierten Einstrahlung zusätzlich zur eigentlichen Belichtung in den jeweiligen Pixels (20, 21) eingebracht werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Strahlungsenergie für die Belichtung eines Pixels (20, 21) die Teilenergiebeiträge der nächstbenachbarten oder noch weiter entfernter Pixel (20, 21) berücksichtigt werden, die bei der Belichtung benachbarter Pixel (20, 21) aufgrund einer defokussierten Einstrahlung zusätzlich zur eigentlichen Belichtung in den jeweiligen Pixels (20, 21) eingebracht werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der Strahlungsenergie für die Belichtung eines Pixels (20, 21) in einem iterativen Berechnungsverfahren mindestens zwei Bestimmungsdurchläufen erfolgt.

8. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die fotosensitive Schicht (19) in den Bereichen der nicht ausgehärteten Pixel (21) nach der Belichtung entfernt wird, wobei die ausgehärteten Pixel (20) auf dem Trägersubstrat als erhabene Struktur verbleiben.

9. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der ausgehärteten Pixel (20) über dem Trägersubstrat der Höhe der Dicke der photosensitiven Schicht (19) entspricht, wobei die einzelnen, ausge-

härteten Pixel (**20**) einen dreidimensionalen, strukturierte Stempel einer Druckplatte ausbilden.

**21**) vorgenommen wird.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte, direkt nebeneinander angeordnete ausgehärteten Pixel (**20**) eine durchgehend über dem Trägersubstrat erhabene Struktur ausbilden.

11. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Belichtung verwendete elektromagnetischen Strahlung von der dem Trägersubstrat abgewandten Seite der fotosensitiven Schicht (**19**) eingebracht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat für die zur Belichtung verwendeten elektromagnetischen Strahlung zumindest teilweise transparent ausgebildet ist und ein zusätzlicher rückseitiger Belichtungsprozess ausgeführt wird, wobei die zur Belichtung verwendete elektromagnetischen Strahlung von der dem Trägersubstrat zugewandten Seite der fotosensitiven Schicht (**19**) durch das Trägersubstrat hindurch eingebracht wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche rückseitige Belichtung derart erfolgt, dass eine als eine mechanische Stützkonstruktion dienende Verbreiterung der ausgehärteten Pixel (**20**) in unmittelbarer Nähe der Oberfläche des Trägersubstrats gebildet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche rückseitige Belichtung zum Erzeugen der Stützkonstruktion gleichzeitig mit der Belichtung zum Aushärten der Pixel (**20**) vorgenommen wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche rückseitige Belichtung zum Erzeugen der Stützkonstruktion vor oder nach der Belichtung zum Aushärten der Pixel (**20**) vorgenommen wird, wobei das Trägersubstrat zwischen den beiden Belichtungsprozessen gewendet wird.

16. Verfahren nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass  
als Mittel zur Abbildung der elektromagnetischen Strahlung auf die fotosensitive Schicht (**19**) ein integrierter elektronischer Mikrospiegel-Baustein verwendet wird, welcher wenigstens eine in einer Reihe angeordnete Vielzahl von umlenkbaren Mikrospiegeln aufweist,  
wobei an jedem aktiv umgelenkten Mikrospiegel das Licht einer Strahlungsquelle gleichzeitig umgelenkt und eine gleichzeitige Belichtung mehrerer Pixel (**20**,

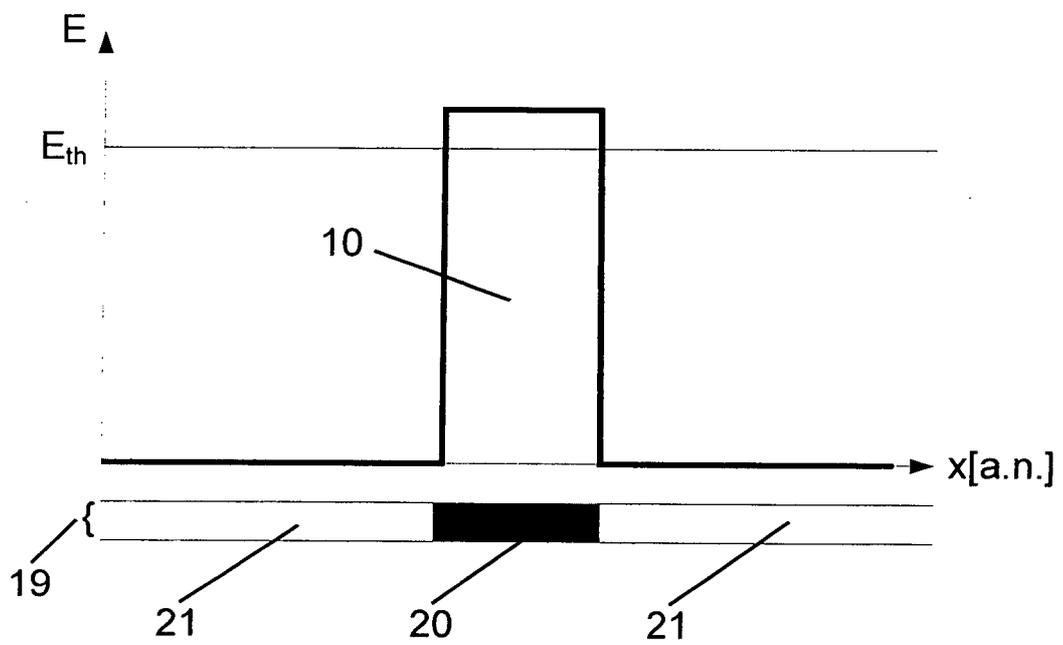


Fig. 1

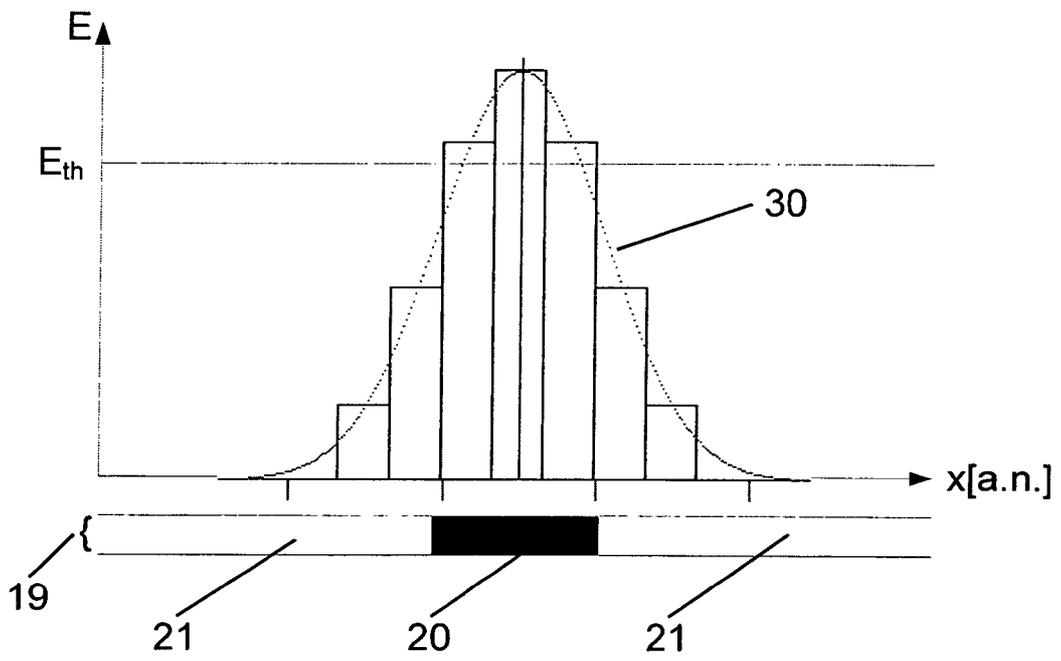


Fig. 2

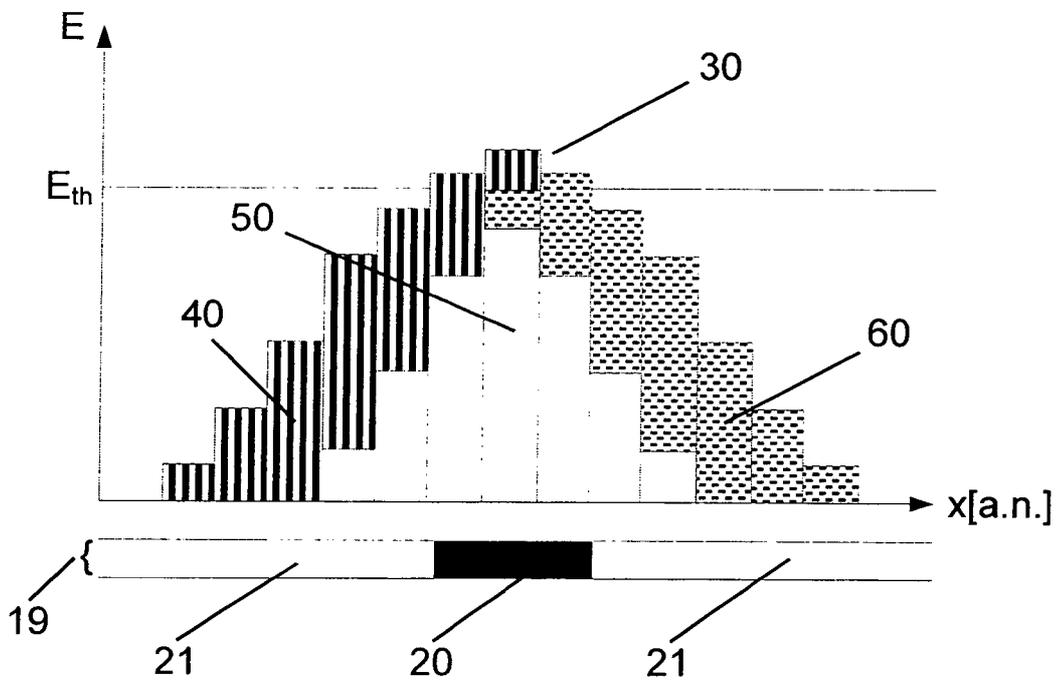
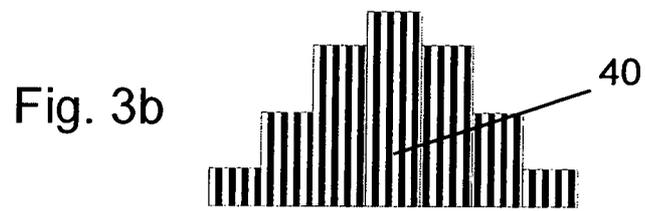


Fig. 3a



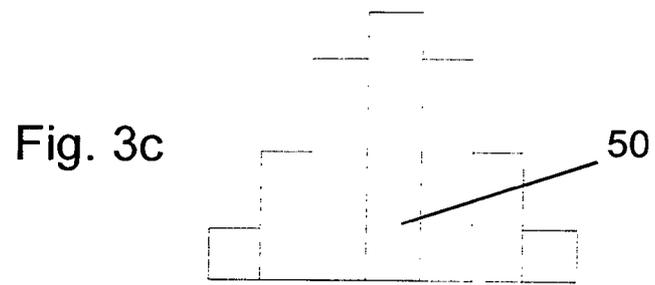
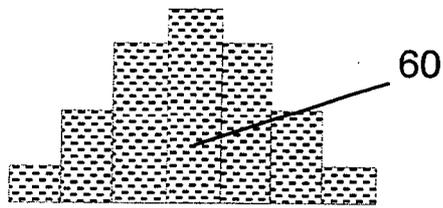


Fig. 3d



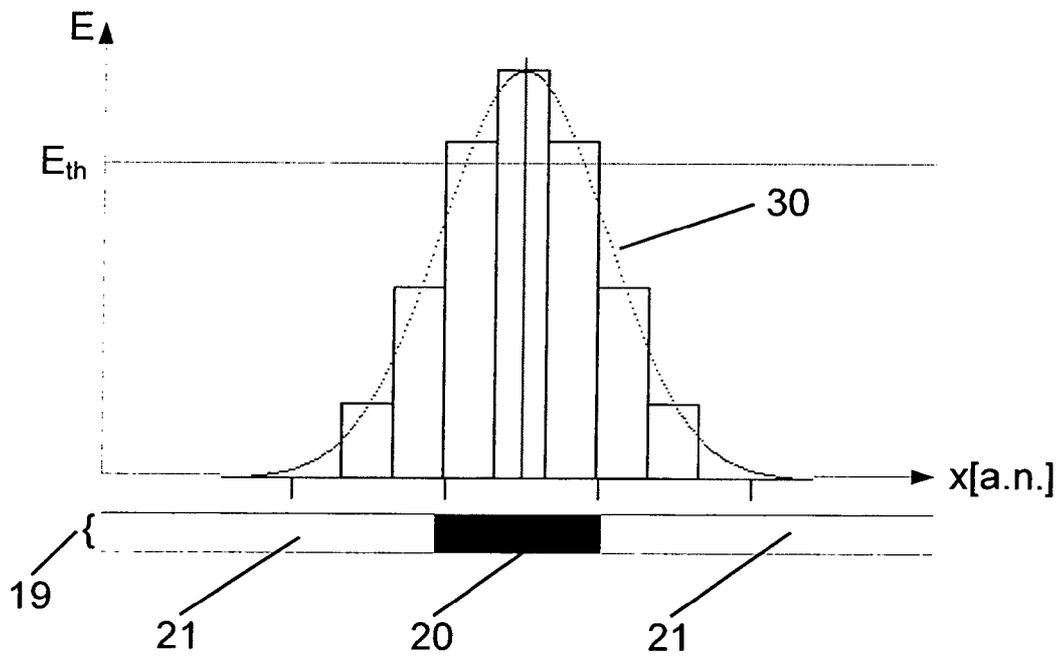


Fig. 4a

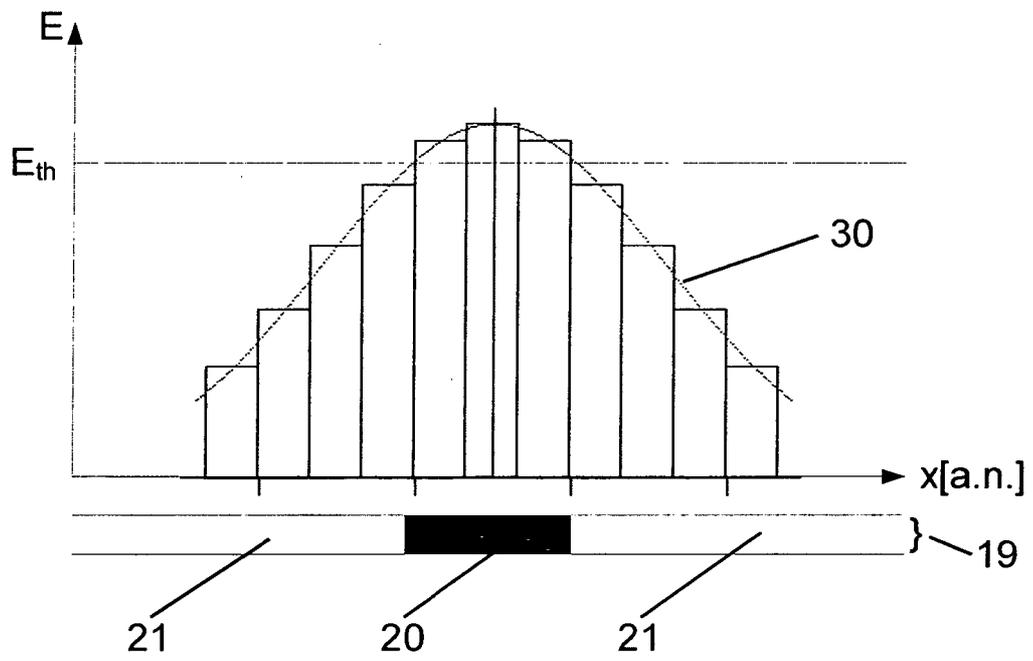


Fig. 4b