



(10) **DE 10 2008 008 232 B4** 2011.04.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 008 232.5**

(22) Anmeldetag: **08.02.2008**

(43) Offenlegungstag: **20.08.2009**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.04.2011**

(51) Int Cl.⁸: **G03F 7/20 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

RealEyes GmbH, 24106 Kiel, DE

(74) Vertreter:

Raffay & Fleck, Patentanwälte, 20354 Hamburg

(72) Erfinder:

**Riedel, Wolfgang J., 79379 Müllheim, DE; Laffert,
Felix von, 24105 Kiel, DE**

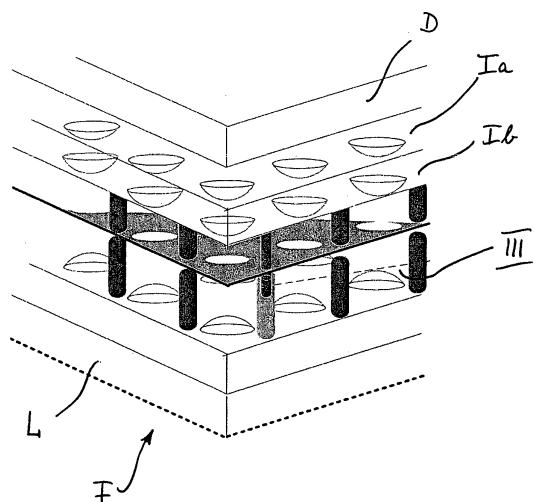
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

US 2004/01 41 166 A1

US 2007/01 62 781 A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Belichten eines Fotomaterials**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Belichten eines eine Vielzahl von einzeln zu belichtenden Zonen aufweisenden Fotomaterials mit einem digital errechneten Bild mittels eines Belichters, bei welchem Verfahren eine kontinuierliche Relativbewegung zwischen dem Fotomaterial und dem Belichter durchgeführt wird und während dieser Bewegung die Belichtung der einzelnen Zonen erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass der Belichter eine Abbildung mit in der Austrittspupille im Wesentlichen parallelen, nach unendlich abgebildeten, die Bildinformationen tragenden Belichtungslichtstrahlen durchführt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Belichten eines eine Vielzahl von vorzugsweise regelmäßig, insbesondere zeilenweise, angeordneten, einzeln zu belichtende Zonen aufweisenden Fotomaterials mit einem digital errechneten Bild mittels eines Belichters. Sie betrifft ferner einen Belichter zum Belichten eines eine Vielzahl von vorzugsweise regelmäßig, insbesondere zeilenweise, angeordneten, einzeln zu belichtenden Zonen aufweisenden Fotomaterials mit einem digital errechneten Bild.

[0002] Es sind aus dem Stand der Technik Verfahren und Belichter bekannt, mit denen mit einer Photolackschicht beschichtete Halbleitersubstrate mit einer Vielzahl von regelmäßig angeordneten Belichtungsfeldern bzw. Zonen belichtet werden. Dabei wird in digital vorliegendes Bild der zu belichtenden Strukturen mittels des Belichters auf die einzelnen Belichtungsfelder bzw. Zonen aufbelichtet, und es findet eine kontinuierliche Relativbewegung zwischen dem Halbleitersubstrat und dem Belichter statt, wobei während dieser Bewegung die Belichtung der einzelnen Belichtungsfelder bzw. Zonen stattfindet. Solche Verfahren bzw. Vorrichtungen sind z. B. in der US 2004/0141166 A1 und der US 2007/0162781 A1 beschrieben.

[0003] Die vorliegende Erfindung befasst sich im Kern aber mit einem anderen Anwendungsfeld: In der Theorie, auch im druckschriftlichen Stand der Technik, sind Fotosysteme beschrieben, die mittels eines auf einem Fotomaterial aufgelegten Linsen-Arrays einen dreidimensionalen Bildeindruck hervorrufen sollen. Hierfür wird durch jede Linse des Arrays ein Abbild des darzustellenden Bildobjektes auf das Fotopapier gebracht, bei der Wiedergabe wird dann das Bildnis durch das Linsen-Array hindurch betrachtet, so dass der Betrachter gleichzeitig Bilder aus unterschiedlichen Betrachtungswinkeln wahrnehmen kann und insoweit der dreidimensionale Eindruck entsteht. Ein Beispiel für diese Technologie ist beschrieben in der WO 2005/022255 A2).

[0004] Auch wenn die Überlegungen zu dem Fotomaterial selbst bereits weit fortgeschritten sind, so gibt es insbesondere bisher noch keine technischen Vorstellungen darüber, mit welchen Mitteln und auf welche Weise ein solches Fotomaterial belichtet und so mit den dreidimensional wiederzugebenden Bildern versehen werden kann. Ein Problem ergibt sich insbesondere daraus, dass – vornehmlich aber nicht ausschließlich bei digitalerzeugten Bildern – ein Belichter zum Erzeugen eines jeden durch die einzelne Linse des Arrays aufzunehmenden Bildes vor diese Linse gefahren werden und dort das entsprechende Bild erzeugen muss. Bei einer Anzahl von ohne weiteres mehreren hunderttausend Einzellinsen bedeutet dies eine Vielzahl von Einzelbelichtun-

gen und eine entsprechende, aufwendige Verfahren-prozedur. Um dies wirtschaftlich gestalten zu können, muss ein entsprechend rationales Verfahren geschaffen und es muss eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung angegeben werden, die eine entsprechend zügige Durchführung des Belichtungsvorganges ermöglichen. Dieses Verfahren bzw. eine solche Vorrichtung zu schaffen ist Ziel der hier beschriebenen Erfindung, wobei die so geschaffene Vorrichtung und das Verfahren in ihrer Anwendung nicht allein auf die Belichtung einer wie in der WO 2005/022255 A2 angegebenen mit einem Linsen-Array überzogenen fotoempfindlichen Einrichtung ausgelegt sind, sondern grundsätzlich für eine rationale und wirtschaftliche Belichtung eines Fotomaterials mit einer Vielzahl einzeln zu belichtenden Zonen eingesetzt werden können sollen.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst einerseits durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1, zum anderen mittels eines Belichters, der die in Anspruch 9 zusammengefassten Merkmale aufweist.

[0006] Der erfindungswesentliche Gedanke liegt darin, den Belichter relativ zu der Oberfläche des Fotomaterials in einer kontinuierlichen Bewegung zu führen und dabei die Belichtung der einzelnen Zellen vorzunehmen. Dabei kommt es natürlich darauf an, dass die Zellen zielgerichtet und separat belichtet werden und nicht etwa während der kontinuierlichen Bewegung des Belichters eine später mit anderen Bildinformationen zu belichtende Nachbarzelle bereits mit dem für die vorherige Zelle bestimmten Licht belichtet wird. Grundsätzlich kommt es dabei nicht darauf an, ob der Belichter aktiv gegenüber dem Fotomaterial verschoben oder das Fotomaterial unterhalb eines ortsfesten Belichters entlang geführt wird oder gar eine Bewegung beider angegebenen Komponenten, des Belichters sowie des Fotomaterials erfolgt. In der Praxis wird man jedoch insbesondere bei großflächigerem Fotomaterial den Belichter bewegen über ruhendes Fotomaterial.

[0007] Dadurch, dass Belichter und Fotomaterial sich kontinuierlich relativ zu einander bewegen muss die Position zwischen Belichter und Fotomaterial nicht für jede Belichtung neu eingestellt werden, was insbesondere aufgrund des Aufnehmens der Bewegung und des Abbremsens und der genauen Positionierung zeitaufwendig ist. Dieser Zeitaufwand, der sich bei einer Vielzahl von Zonen, beispielsweise hunderttausend und mehr, addiert, ist erheblich und übersteigt die Summe der Belichtungszeiten für die einzelnen Zonen in der Regel deutlich.

[0008] Um Streulicht und Fehlbelichtungen zu vermeiden ist es von Vorteil, den Bereich des aus dem Belichter austretenden Lichtes dort, wo es auftreffen soll, scharf zu begrenzen, wünschenswerterweise in-

nerhalb des zu belichtenden Fotomaterials oder in der Ebene der Eintrittspupille des zu belichtenden Fotomaterials. Hierfür kann eine Pupille abgebildet werden, um eine außerhalb des Belichters liegende Austrittspupille zu schaffen (vergleiche Anspruch 2).

[0009] Diese kontinuierliche Bewegung mit gleichzeitiger positionsgetreuer Belichtung kann zum einen dadurch verfolgt werden, dass die Belichtungszeit die Bewegungsdauer von einer ersten zu belichtenden Zone zu einer benachbarten, zweiten zu belichtenden Zone deutlich unterschreitet (vergleiche Anspruch 3). Dabei werden Belichtungszeiten im Bereich von einigen Millisekunden bevorzugt, um ein schnelles Belichten des gesamten Fotomaterials zu gewährleisten. Natürlich sind auch noch kürzere Belichtungszeiten im Bereich von μ s oder gar weniger denkbar, solange noch eine ausreichende Lichtmenge für eine anforderungsgemäße Belichtung in die einzelnen Zonen gelangt.

[0010] In einer anderen Herangehensweise (vergleiche Anspruch 4) kann zur Verhinderung von Fehlbelichtung einer anderen Zone als der zu belichtenden Zone dadurch Sorge getragen werden, dass die Austrittspupille des Belichters sich entlang des Belichters ebenfalls relativ bewegt und so zumindest für die Dauer einer Belichtungszeit relativ zu dem Fotomaterial stillsteht. Die Austrittspupille kann dabei eine tatsächliche Blende oder eine projizierte Blende außerhalb oder am Ausgang des Belichters sein.

[0011] Bei einem Vorgehen nach dieser Variante der Erfindung bzw. mit einem entsprechend gestalteten erfindungsgemäßen Belichter verfährt der Belichter gegenüber dem Fotomaterial bzw. das Fotomaterial unterhalb des Belichters noch während der Belichtung einer vorhergehenden Zone schon in Richtung der nächsten Zone, lediglich die in der Regel sehr kleine und dadurch schnell zu bewegendende Austrittspupille des Belichters muss dann nachgeführt werden und bewegt sich während der Belichtung der folgenden Zelle wieder relativ zu dem Belichtergehäuse bzw. an dem Belichter entlang. Es lässt sich auf diese Weise eine erhebliche Einsparung der Totzeiten, in denen nichts weiter erfolgt als ein Verschieben des Belichters relativ zu dem Fotomaterial, erzielen und somit die insgesamt erforderliche Zeit zum Belichten des gesamten Fotomaterials auf ein wirtschaftlich vertretbares Maß herabsetzen.

[0012] Bei dieser Variante sollte die Austrittspupille des Belichters in ihrer Öffnungsweite im Wesentlichen der Eintrittspupille der Zonen entsprechen, diese jedoch vorzugsweise leicht übersteigen oder unterschreiten. So ist dann nämlich sichergestellt, dass selbst bei einer geringfügigen Relativbewegung oder Fehlorientierung zwischen der Austrittspupille und dem Fotomaterial während des Voranschreitens des Belichters die zu belichtende Zone mit einer de-

finierten Lichtmenge belichtet wird. Eine wie oben beschriebene Relation zwischen Austrittspupille des Belichters und Eintrittspupille der Zonen ist dabei auch für die zuvor erwähnte Ausgestaltung des Verfahrens mit kurzer Belichtungsdauer von Vorteil.

[0013] Eine besonders einfache Methode mit der die aussenliegende Austrittspupille relativ zum Belichter bewegt werden kann, ist die, eine Pupille innerhalb des Belichters zumindest für die Dauer einer Belichtungszeit im Wesentlichen linear zu bewegen (vergleiche Anspruch 5). Um schlechte Positionierungen zwischen Belichter und Fotomaterial zu vermeiden, sollen möglichst keine Vibrationen übertragen werden. Bei der Berechnung des optischen Systems sollte man darauf achten, eine Gesamtblende zu definieren, in der sich die Teilblende, die bewegte Pupille, befindet, und den Strahlengang für diese Gesamtblende optimieren. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Qualität der optischen Abbildung relativ unabhängig von der Position der bewegten Pupille innerhalb der Gesamtblende wird.

[0014] Besonders einfach lässt sich das Verfahren nach der zweitgenannten Variante ausführen, wenn der Belichter eine Abbildung mit in der Ebene der Austrittspupille im Wesentlichen parallelen, nach unendlich abgebildeten, die Bildinformationen tragenden Lichtstrahlen durchführt. Dann nämlich muss beim Verfahren des Belichters relativ zu dem Fotomaterial nicht mit einem im Belichter angeordneten, komplexen Aufbau eine Nachführung dieser Lichtstrahlen besorgt werden.

[0015] Auch wenn, wie eingangs bereits ausgeführt, das Verfahren und der erfindungsgemäße Belichter grundsätzlich zum Belichten jedweden Fotomaterials eingesetzt werden kann, welches aufgrund welcher Vorgaben auch immer in unterschiedliche Zonen unterteilt ist, so findet die Erfindung ihre bevorzugte Anwendung doch in der Belichtung eines mit einem Linsen-Array überdeckten lichtempfindlichen Films als Fotomaterial (vgl. Anspruch 7).

[0016] Um ein Bild mit dreidimensionaler Wirkung herstellen zu können, sollte, wie in Anspruch 8 angegeben, der Belichter während des Belichtungs Vorganges unterschiedliche Zonen mit Bildern aus verschobenen Betrachtungswinkeln belichten. Diese Bilder sind typischerweise von einer digitalen Bildrechnereinheit errechnet, gegebenenfalls (zwischen-)gespeichert und werden dem Belichter synchronisiert aufgegeben. Dabei können die Errechnung der Bilder und die synchronisierte Aufgabe auf den Belichter räumlich und zeitlich versetzt stattfinden. So können die Bilder bspw. in einem Rechenzentrum oder dergleichen berechnet werden (gegebenenfalls auch schon unter Berechnung konkreter auf diesen Bilddaten basierenden Steuerdaten für den Belichter) und dann auf einem Speichermedium, z. B. einer CD-

ROM, einer DVD oder dergleichen, oder online zu dem Belichter verbracht werden.

[0017] Grundsätzlich ist es dabei möglich, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren benachbarte Zonen in unterschiedlichen Farben belichtet werden, wobei diese die drei Grundfarben eines Farbmischsystems bilden sollten. Je nach späterer Wiedergabe (entweder nach Art eines Diapositivs oder aber nach Art eines Abzuges) können hier die Grundfarben des additiven bzw. subtraktiven Mischsystems Verwendung finden. Auf diese Weise würden dann diese Informationen aus drei benachbarten Zonen insgesamt ein vielfarbiges Bild im Auge des Betrachters hervorrufen. Gleichermäßen kann auch eine Zone nacheinander mit den Grundfarben eines Farbmischsystems belichtet werden, um so die farbigen Bildinformationen über die volle Breite des Spektrums in eine Zone einzuprägen.

[0018] Eine mögliche Ausgestaltung der relativ gegenüber dem Belichter bzw. seinem Gehäuse verschiebbaren Austrittspupille ist im abhängigen Vorrichtungsanspruch 14 angegeben. Mit einer rotierenden Scheibe, die eine quer zu einem Lichtdurchtrittsschlitz verlaufende, langgestreckte Öffnung aufweist und in ihrer Rotationsgeschwindigkeit mit der Vorschubgeschwindigkeit des Belichters relativ zu dem Fotomaterial korreliert ist, kann sehr einfach eine Bewegung der Austrittspupille relativ zu dem Belichter generiert werden, die in der Regel entgegengesetzt der Fortbewegungsrichtung des Belichters relativ zu dem Fotomaterial verlaufen wird.

[0019] Eine einfache Art und Weise, dies zu realisieren ist in Anspruch 15 angegeben. Durch die Anordnung der Scheibe mit ihrer Drehachse auf der Längsachse des Lichtdurchtrittsschlitzes und die spiralförmige Anordnung der Öffnung in der Scheibe ergibt sich durch die Drehbewegung der Scheibe ein lineares Fortschreiten der durch die Überlagerung des Längsschlitzes und der Öffnung in der Drehscheibe gebildeten Pupille entlang des Längsschlitzes. Auf der Scheibe können, wie in Anspruch 16 angegeben, zwei solche spiralförmig geführten Öffnungen angeordnet sein, durch die hindurch dann nacheinander Belichtungen zweier benachbarter Zonen vorgenommen werden. Zwischen den Öffnungen auf der Scheibe sind bevorzugt Winkelbereiche ohne Öffnung, die für den Belichter im Betrieb Zeiten ohne Belichtung vorgeben.

[0020] Alternativ ist es auch denkbar, anstelle einer langgestreckten Öffnung auf einer analog angeordneten, sich drehenden Scheibe eine Vielzahl von vorzugsweise im wesentlichen kreisförmigen oder vergleichbar geformten Öffnungen anzuordnen, die bei der Rotation der Scheibe über einen entsprechenden, sich jedenfalls auch entlang der Bewegungslinie der Öffnungen der Scheibe erstreckende Lichtdurch-

trittsöffnung geführt werden. Anstelle einer rotierenden Scheibe kann dann auch ein Lochstreifen linear über eine Öffnung hinweggeführt werden, um die sich relativ zu dem Gehäuse bewegende Austrittspupille zu bilden.

[0021] Die Bilderzeugungseinheit in dem Belichter kann z. B. mit Leuchtdioden (LED's) bestückt sein, vorzugsweise solchen in den Grundfarben rot, grün und blau. Mit diesen können z. B. durch gleichzeitiges Ansteuern aller LED's vollfarbige Bilder erzeugt werden, es können auch nacheinander Bilder generiert und auf das Fotomaterial belichtet werden, die die Farbinformationen in jeweils nur einer der Grundfarben enthalten.

[0022] Mit einem wie in Anspruch 18 genannter vorteilhafter Weise in dem Belichter angeordneten flächigen Lichtmodulator, insbesondere MMD oder LCoS, als Bestandteil der Bilderzeugungseinheit können auf besonders einfache und präzise Art und Weise die zu erzeugenden Bilder in Richtung der Austrittspupille gelenkt werden. Mit einem solchen flächigen Lichtmodulator (MMD/LCoS) werden die Bildinformationen dann getrennt nach Grundfarben nacheinander in die Zonen pixelaufgelöst projiziert.

[0023] Dabei steht LCoS als Abkürzung für „Liquid Crystal on Silicon“. Hierbei handelt es sich um ein Anzeigegerät ähnlich einem LCD, wobei das Licht einer Lichtquelle anders als bei letztgenannten nicht durch eine Flüssigkristallschicht hindurch geleitet und von der der Lichtquelle gegenüberliegenden Seite betrachtet wird, sondern an einer unterhalb einer Flüssigkristalllage liegenden spiegelnden Siliziumschicht reflektiert wird. So erfolgt die Betrachtung des Bildes auf derselben Seite der Flüssigkristallschicht auf der auch die Lichtquelle angeordnet ist.

[0024] MMD steht als Abkürzung für „Micro Mirror Device“. Hierbei handelt es sich um einen mikromechanischen Baustein, der mit Hilfe einzeln beweglicher Spiegel zur gezielten Lichtlenkung genutzt und so ein Bild projizieren kann.

[0025] Bereits aus der voranstehenden Schilderung dürfte deutlich sein, dass das erfindungsgemäße Verfahren und der erfindungsgemäße Belichter eine Vielzahl von neuen und erfinderischen Merkmalen tragen und gegenüber dem Stand der Technik erhebliche Vorteile mit sich bringen. Weitere Vorteile und mögliche Gestaltungsmerkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der beigefügten Figuren. Dabei zeigen:

[0026] [Fig. 1](#) schematisch den Aufbau eines aus einer Vielzahl von Zonen bzw. Zellen zusammengesetzten Fotomaterials, welches mit dem erfindungs-

gemäßen Verfahren und dem erfindungsgemäßen Belichter belichtet werden kann,

[0027] [Fig. 2](#) schematisch den Aufbau eines Belichters gemäß der Erfindung mit den verschiedenen optischen Komponenten sowie dem Bildstrahlengang und

[0028] [Fig. 3a](#)) und b) die relativ zu dem Belichter bzw. Belichtergehäuse bewegbare Pupille in einer konstruktiven Umsetzung nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in zwei verschiedenen Ansichten.

[0029] In [Fig. 1](#) ist zunächst zum besseren Verständnis der Erfindung der prinzipielle Aufbau eines mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und dem erfindungsgemäßen Belichter zu belichten möglichen Fotomaterials F gezeigt. Das hier gezeigte Fotomaterial ist geeignet und soll verwendet werden, um dreidimensionale Bilder aufzunehmen und in dreidimensionaler Wirkung zur Betrachtung wiederzugeben. Hierzu ist das Fotomaterial F in eine Vielzahl von Zonen bzw. Zellen unterteilt, die jeweils mit einem Linsensystem und einer Blendenöffnung überdeckt sind. Das Fotomaterial setzt sich zusammen aus einer Deckschicht D, einer darunterliegenden ersten Meniskuslinsenschicht I mit vorderen konkaven Linsenoberflächen **1a**) und hinteren konvexen Linsenoberflächen **1b**), einer Blendenschicht B mit zonenweise verteilten Blendenöffnungen, einer zweiten Linsenschicht II unterhalb der Blendenschicht B und schließlich einer lichtempfindlichen Schicht L. Die einzelnen Linsen der zwei Linsenschichten, der Meniskuslinsenschicht I und der zweiten Linsenschicht II, und die Blendenöffnungen der Blendenschicht B sind in vertikaler Richtung untereinander angeordnet und definieren so die einzelnen Zonen bzw. Zellen in der horizontalen Verteilung des Fotomaterials.

[0030] Um mit einem solchen Fotomaterial dreidimensionale Bilder in einer ansprechenden Größe aufnehmen und darstellen zu können, sind vorzugsweise mehrere hunderttausend einzelne Zonen gebildet aus jeweils einer Linse der Linsenschichten I, II sowie einer dazugehörigen Blende aus der Blendenschicht B und einem entsprechenden darunterliegenden Bereich der lichtempfindlichen Schicht L nebeneinander angeordnet und müssen bebildert werden. Insbesondere bei der Belichtung mit digital errechneten Bildern, die insgesamt virtuell erstellt worden sein können oder aber aufgrund einer natürlichen Vorlage rechnerisch in einzelne Bilder aus verschiedenen Betrachtungspositionen heraus umgesetzt oder aus einer Vielzahl von aus einer natürlichen Vorlage einzeln aus unterschiedlichen Betrachtungspositionen aufgenommenen und anschließend digitalisierten Bildern erhalten worden sind, muss ein Belichter jede einzelne dieser Zellen nacheinander belichten mit Bilddarstellungen aus unterschiedlichen Betrachtungspositionen, um am Ende einen dreidimensionalen Eindruck beim Betrachter hervorzurufen.

tungspositionen, um am Ende einen dreidimensionalen Eindruck beim Betrachter hervorzurufen.

[0031] Dies erfolgt erfindungsgemäß mit einem Belichter, der relativ zu dem Fotomaterial F kontinuierlich bewegt wird und während dieser Bewegung die einzelnen Zellen bzw. Zonen belichtet.

[0032] In [Fig. 2](#) ist schematisch der Aufbau einer Ausführungsvariante eines solchen Belichters mit den wichtigsten optischen Komponenten und dem Bildstrahlengang dargestellt. Ein solcher Belichter enthält eine Bilderzeugungseinheit **1**, die bspw. als LCD-Einheit ausgebildet sein kann, auf der dann schon Pixel-genau ein farbiges Bild erzeugt wird. Alternativ kann hier auch ein LCoS angeordnet sein, wobei hier dann eine Beleuchtung mit mehreren, verschieden farbigen LED's erforderlich ist, um ein vollständiges farbiges Abbild zu erhalten. Die Umlenkung des von der Bilderzeugungseinheit **1** ausgehenden Lichtes in Richtung des Projektionsstrahlenganges erfolgt mit der Umlenkungseinrichtung **2**, die entweder ein Spiegel oder ein Strahlteiler sein kann. Von der Umlenkungseinrichtung **2** wird das Licht durch eine Pupille **3** gelenkt auf ein Objektiv **4**. Von dort durchläuft das Licht ein Zwischenbild **5**, in dem die Bilderzeugungseinheit **1** scharf abgebildet wird, weiter durch eine Feldlinse **6**. Schließlich wird das Licht mittels eines Projektionsobjektivs **7** in Richtung der zu belichtenden Zonen bzw. Zellen geleitet und bildet in **8** die Austrittspupille als Bild der Pupille **3**. Bei Belichtung eines Fotomaterials aus [Fig. 1](#) liegt die Ebene der so gebildeten Austrittspupille **8** genau in der Ebene der virtuellen Bilder der durch die Meniskuslinsenschicht I abgebildeten Blenden B.

[0033] Die gesamte Anordnung ist in einem Projektorgehäuse untergebracht, welches hier nicht gezeigt ist, und wird während des Belichtungs Vorganges relativ zu dem Fotomaterial F verfahren bzw. bewegt, um die einzelnen Zonen anzusteuern und zu belichten.

[0034] In [Fig. 3](#) schließlich ist zwei verschiedenen Ansichten (einer dreidimensionalen Ansicht schräg von vorn, [Fig. 3a](#)) und einer Ansicht von vorn ([Fig. 3b](#))) in einem Ausführungsbeispiel eine mögliche mechanische Variante zur Schaffung einer relativ zu dem Gehäuse des Belichters sich verlagernden Austrittspupille mittels einer nach außerhalb des Belichters abgebildeten, innerhalb des Belichters liegenden Pupille **3** dargestellt. Die Pupille **3** wird hier realisiert durch Überlagerung eines in einem Barriereelement gebildeten Lichtdurchtrittsschlitzes **9**, der sich in Richtung einer hier mit R_B angedeuteten Bewegungsrichtung des Belichters relativ zu dem Fotomaterial erstreckt, sowie einem vor diesem Lichtdurchtrittsschlitzes **9** angeordneten, mit seiner Drehachse auf der Längsachse des Lichtdurchtrittsschlitzes **9** gelegenen Blendenrad **10**. Das Blendenrad

10 hat in diesem Ausführungsbeispiel zwei Längsöffnungen **11**, die sich angenähert in Umfangsrichtung des Blendenrades **10** erstrecken, jedoch spiralförmig ausgehend von einem geringen Abstand zum Rand des Blendenrades **10** bis zu einem Bereich mit einem größeren solchen Abstand.

[0035] Zwischen den Längsöffnungen **11** sind verschlossene Bereiche **12**, in denen das Blendenrad **10** frei von jeglichen Durchbrüchen ist.

[0036] Im Betrieb des hier erörterten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Belichters und bei einer Ausführungsvariante zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Blendenrad **10** koordiniert mit der Fortbewegungsgeschwindigkeit in Bewegungsrichtung R_B in Rotationsrichtung R_R bewegt, wobei durch den zunehmenden Abstand der über den Lichtdurchtrittsschlitz **9** hinweg streichenden Öffnung **11** vom Rand des Blendenrades **10** die durch Überlagerung dieser beiden Elemente gebildete Pupille **3** sich entgegen der Bewegungsrichtung R_B verschiebt, und zwar durch die Wahl der Relation zwischen der Bewegungsgeschwindigkeit gegen die Richtung der Bewegungsrichtung R_B und der Rotationsgeschwindigkeit in Richtung R_R in einer solchen Weise, dass ihr umgekehrtes Bild, die Austrittspupille **8** relativ zu der Oberfläche des lichtempfindlichen Materials im Wesentlichen ortsfest verbleibt.

[0037] Auf diese Weise wird der Belichter relativ zu dem fotoempfindlichen Material bereits weitergeführt, obwohl die Belichtung mit dem durch die Austrittspupille **8** hindurch fallenden Licht zum Fotomaterial relativ still steht. Wenn die Öffnung **11** mit ihrem in Rotationsrichtung R_R gesehen hintersten Ende über den Lichtdurchtrittsschlitz **9** hinweg gestrichen ist, verdeckt ein geschlossener Bereich **12** diesen Schlitz, so dass die Pupille **3** geschlossen ist. Auf diese Weise wird verhindert, dass in einem Übergangsbereich zwischen zwei Zonen eine unerwünschte Doppelbelichtung zweier Zonen erfolgen kann. Bei einem weiteren Drehen des Blendenrades **10** tritt die nächste Längsöffnung **11** mit ihrem nahe an dem Außenrand des Blendenrades **10** gelegenen Bereich über den Lichtdurchtrittsschlitz **9**, so dass die Austrittspupille **8** – als Bild der dadurch gebildeten Pupille **3** – wieder auf die Eintrittspupille der nächsten zu belichtenden Zone fällt und durch weitere Rotation des Blendenrades **10** relativ zu dem Belichtergehäuse verlagert wird, jedoch zu der zu belichtenden Zone im Wesentlichen ortsfest verbleibt.

[0038] Es dürfte einleuchten, dass mit dieser Methode ein schnelles und kontinuierliches Fortbewegen des Belichters über das zu belichtende Fotomaterial möglich ist bei gleichzeitiger sicherer und klar getrennter Belichtung der einzelnen Zonen.

[0039] Dabei dürfte ebenfalls klar sein, dass das gezeigte Ausführungsbeispiel nicht die einzige Möglichkeit darstellt, eine sich relativ zu einem kontinuierlich bewegten Belichter verlagernde Austrittspupille zu schaffen. Dies ist ohne weiteres auch möglich mit einem Blendenrad mit kreisförmigen oder in geeigneter Weise anders geformten Öffnungen, welches auch mit einem zu der Radebene gewinkelten Bereich für die Löcher oder mit Exzenter ausgestattet sein kann, mit einem Lochstreifen mit geraden oder gebogenen Kanten, als oszillierende Lochblende mit Linearantrieb oder Nockenwellengetrieben oder mit sonstigen, dem Fachmann geläufigen Mitteln.

Bezugszeichenliste

| | |
|-------------------------|--|
| 1 | Bilderzeugungseinheit |
| 2 | Umlenkeinrichtung |
| 3 | Pupille |
| 4 | Objektiv für Zwischenbild |
| 5 | Zwischenbild |
| 6 | Feldlinse |
| 7 | Projektionsobjektiv |
| 8 | Austrittspupille |
| 9 | Lichtdurchtrittsschlitz |
| 10 | Blendenrad |
| 11 | Längsöffnung |
| 12 | verschlossener Bereich |
| B | Blendenschicht |
| D | Deckschicht |
| F | Fotomaterial |
| la) | vordere Linsenoberflächen der ersten Linsenschicht |
| lb) | hintere Linsenoberflächen der ersten Linsenschicht |
| II | zweite Linsenschicht |
| L | lichtempfindliche Schicht |
| R_B | Bewegungsrichtung |
| R_R | Rotationsrichtung |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Belichten eines eine Vielzahl von einzeln zu belichtenden Zonen aufweisenden Fotomaterials mit einem digital errechneten Bild mittels eines Belichters, bei welchem Verfahren eine kontinuierliche Relativbewegung zwischen dem Fotomaterial und dem Belichter durchgeführt wird und während dieser Bewegung die Belichtung der einzelnen Zonen erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Belichter eine Abbildung mit in der Austrittspupille im Wesentlichen parallelen, nach unendlich abgebildeten, die Bildinformationen tragenden Belichtungslichtstrahlen durchführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Fotomaterial eine über einer lichtempfindlichen Schicht angeordnete Lage aus nebeneinander angeordneten Abbildungslinsen oder Abbildungslinsensystemen aufweist wobei eine zu be-

lichtende Zone durch die Eintrittspupille einer Abbildungslinse oder eines Abbildungslinsensystems bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Pupille nach innerhalb des zu belichtenden Fotomaterials oder in die Ebene der Eintrittspupille des zu belichtenden Fotomaterials abgebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtung einer jeden Zone durch eine intensive und kurzzeitige Belichtung mit einer Belichtungsdauer erfolgt, die die Dauer der Relativbewegung zwischen dem Belichter und dem Fotomaterial von einer ersten zu belichtenden Zone zu einer benachbarten, zweiten zu belichtenden Zone um einen Faktor von wenigstens 10 unterschreitet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Belichter im Strahlengang eines Belichtungslichtstrahls oder -strahlbündels eine Austrittspupille mit einer Öffnungsweite aufweist, die im Wesentlichen der Eintrittspupille der Zonen entspricht, und dass der Belichter kontinuierlich relativ zu dem Fotomaterial über dessen Oberfläche hinweg bewegt wird und dass die Austrittspupille in ihrer Position relativ zu dem Belichter derart verändert wird, dass sie während der kontinuierlichen Bewegung des Belichters relativ zu dem Fotomaterial zumindest für die Dauer einer Belichtungszeit im Wesentlichen ortsfest bezogen auf die zu belichtende Zone bleibt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Belichter im Strahlengang eines Belichtungslichtstrahls oder -strahlbündels eine Austrittspupille mit einer Öffnungsweite aufweist, die die Eintrittspupille der Zonen geringfügig übersteigt oder unterschreitet, und dass der Belichter kontinuierlich relativ zu dem Fotomaterial über dessen Oberfläche hinweg bewegt wird und dass die Austrittspupille in ihrer Position relativ zu dem Belichter derart verändert wird, dass sie während der kontinuierlichen Bewegung des Belichters relativ zu dem Fotomaterial zumindest für die Dauer einer Belichtungszeit im Wesentlichen ortsfest bezogen auf die zu belichtende Zone bleibt.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 2, 3, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Pupille innerhalb des Belichters zumindest für die Dauer einer Belichtungszeit linear bewegt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Pupille innerhalb des Belichters in einer solchen Weise linear bewegt wird, dass während einer kontinuierlichen Bewegung des Belichters keine Vibrationen durch Unwuchten oder Massenbe-

schleunigungen auf den Rest des Belichters übertragen werden.

9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einzeln zu belichtenden Zonen regelmäßig zeilenweise angeordnet sind.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Belichtungsvorganges unterschiedliche Zonen mit in dem Belichter erzeugten, digital errechneten Bildern mit verschobenen Betrachtungspositionen belichtet werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass während des Belichtungsvorganges benachbarte Zonen mit in dem Belichter erzeugten, digital errechneten Bildinformationen in je einer der drei Grundfarben eines Farbmischsystems belichtet werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass während des Belichtungsvorganges eine Zone nacheinander mit in dem Belichter erzeugten, digital errechneten Bildinformationen in je einer der drei Grundfarben eines Farbmischsystems belichtet wird.

13. Belichter zum Belichten eines eine Vielzahl von einzeln zu belichtenden Zonen aufweisenden Fotomaterials (F) mit einem digital errechneten Bild, welcher in einer Belichtereinheit eine Bilderzeugungseinheit (1) und eine Pupille (3) aufweist, wobei die Belichtereinheit zum automatischen Verfahren relativ zu dem zu belichtenden Fotomaterial eingerichtet ist und wobei die Pupille (3) relativ zu der Belichtereinheit in ihrer Position gesteuert derart veränderbar ist, dass ihr Bild, die Austrittspupille (8) bei einem Verfahren der Belichtereinheit relativ zu dem Fotomaterial (F) jedenfalls für die Dauer einer Belichtungszeit im Wesentlichen ortsfest in Bezug auf das Fotomaterial (F) verbleibt, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Abbildungseinrichtung umfasst, die zum Erzeugen von in der Ebene der Austrittspupille (3) im Wesentlichen parallelen, nach unendlich abgebildeten, die Bildinformationen tragenden Belichtungslichtstrahlen eingerichtet ist.

14. Belichter nach Anspruche 13, dadurch gekennzeichnet, dass die einzeln zu belichtenden Zonen regelmäßig zeilenweise angeordnet sind.

15. Belichter nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass er einen Linearantrieb aufweist zum linearen, in der Geschwindigkeit gesteuerten Verfahren der Belichtereinheit relativ zu dem Fotomaterial, dass er ferner einen in der Belichtereinheit angeordneten, in Richtung einer Bewegungsrichtung (R_B) derselben beim Verfahren rela-

tiv zu dem Fotomaterial verlaufenden Lichtdurchtrittsschlitz (9) aufweist, über dem eine rotierbare Scheibe (10) angeordnet ist, wobei in der rotierbaren Scheibe (10) wenigstens eine langgestreckte Öffnung (11) ausgebildet ist, welche sich quer zu dem Lichtdurchtrittsschlitz (9) erstreckt und diesen zur Bildung der Pupille (3) überdeckt, wobei die Öffnung (11) so entlang der Scheibe (10) geführt ist, dass bei einer Rotation der Scheibe (10) die Pupille (3) entlang des Lichtdurchtrittsschlitzes (9) verlagert wird, und dass Mittel zum Korrelieren der Geschwindigkeit der Rotation der Scheibe (10) und der Geschwindigkeit der linearen Fortbewegung des Gehäuses relativ zu dem Fotomaterial in der Weise vorhanden sind, dass zumindest für die Dauer einer Belichtungszeit die Austrittspupille (8) im wesentlichen ortsfest in Bezug auf die Oberfläche des Fotomaterials (F) verbleibt.

16. Belichter nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibe (10) mit ihrer Drehachse auf der Längsachse des Lichtdurchtrittsschlitzes (9) in diesem oder in seiner Verlängerung angeordnet ist und dass die wenigstens eine Öffnung (11) spiralförmig um die Drehachse vom Rand der Scheibe (10) her nach innen geführt ist.

17. Belichter nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Scheibe (10) zwei symmetrisch angeordnete, spiralförmig verlaufende Öffnungen (11) angeordnet sind und zwischen den Öffnungen Umfangsbereiche (12) liegen, in denen die Scheibe (10) frei von Öffnungen ist.

18. Belichter nach einem der Ansprüche 13 bis 17 dadurch gekennzeichnet, dass die Bilderzeugungseinheit (1) LED's aufweist.

19. Belichter nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die die Bilderzeugungseinheit (1) LED's in den Grundfarben rot, grün und blau aufweist.

20. Belichter nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Belichter einen flächiger Lichtmodulator (1), aufweist.

21. Belichter nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtmodulator ein MMD oder LCoS ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

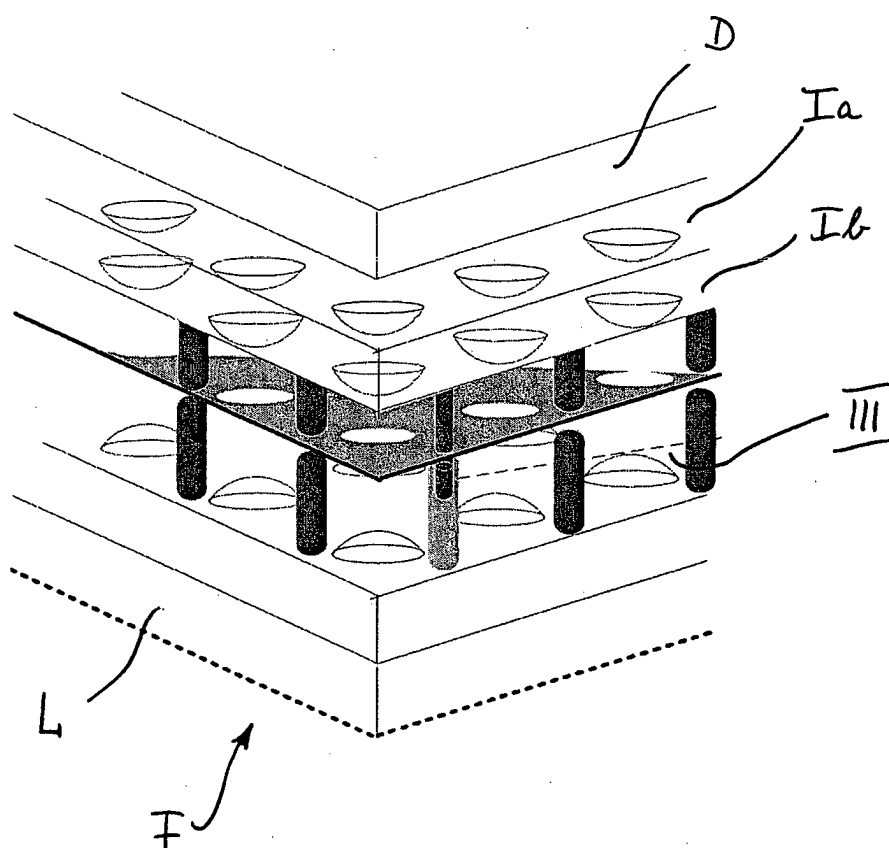


Fig. 1

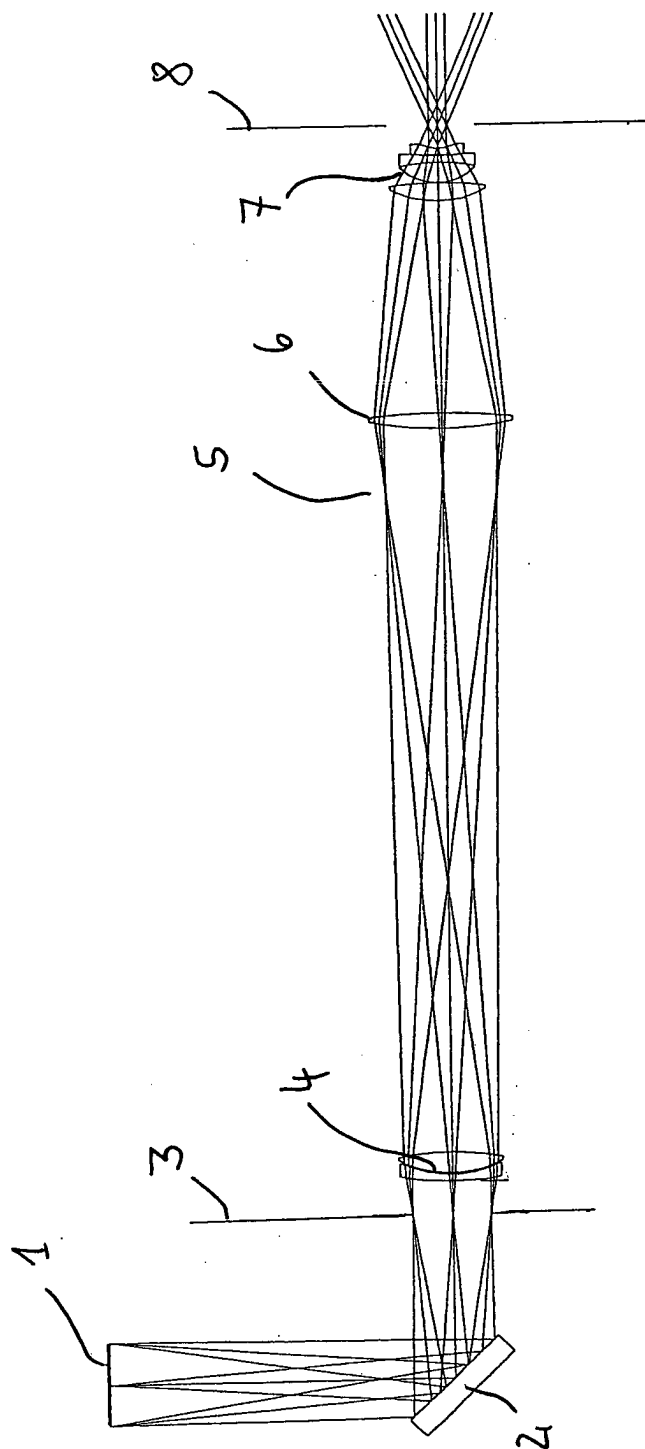


Fig. 2

