



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 054 706.1**

(22) Anmeldetag: **15.12.2009**

(43) Offenlegungstag: **16.06.2011**

(51) Int Cl.: **G02B 27/22 (2006.01)**
H04N 13/04 (2006.01)

(71) Anmelder:
**SECCO-Spezial-Elektronik und Computer-
Cooperations-GmbH, 09514 Lengefeld, DE;
VisuMotion GmbH, 07745 Jena, DE**

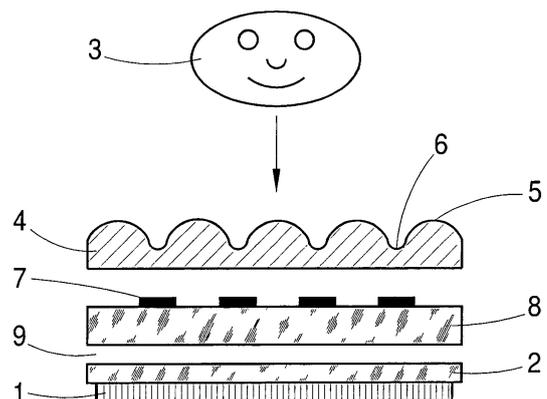
(72) Erfinder:
**Dähnert, Ulrich, 09514 Lengefeld, DE; Klippstein,
Markus, Dr., 07751 Jena, DE; Otte, Stephan, 07745
Jena, DE; Schwarz, Jürgen, Dr., 99510 Apolda,
DE; Torma, Ferenc, 07745 Jena, DE; Füßel, Daniel,
07745 Jena, DE**

(74) Vertreter:
**GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.), 07745
Jena**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur räumlichen Darstellung und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur räumlichen Darstellung und ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Vorrichtung. Die Vorrichtung umfaßt eine Bildwiedergabeeinheit (1) mit Bildelementen $x(i, j)$, die in einem Raster mit Zeilen (j) und Spalten (i) angeordnet sind. Auf den Bildelementen $x(i, j)$ sind Informationen von mindestens zwei Ansichten $A(k)$ mit $k = 2, \dots, N$ und N einer natürlichen Zahl darstellbar. In Blickrichtung eines Betrachters (3) vor der Bildwiedergabeeinheit (1) ist eine Lentikularscheibe (4) mit entlang einer Hauptrichtung nebeneinander, einander abwechselnd und periodisch angeordneten Lentikular- (5) und Trennungsbereichen (6) angeordnet. Mittels der Lentikularbereiche (5) werden Lichtausbreitungsrichtungen für von den Bildelementen $x(i, j)$ kommendes Licht vorgegeben. Dadurch sieht der Betrachter (3) von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen vor dem Raster aus Bildelementen $x(i, j)$ jeweils mit einem Auge mindestens überwiegend eine erste Auswahl aus den Ansichten $A(k)$ und mit dem anderen Auge mindestens überwiegend eine zweite Auswahl aus den Ansichten $A(k)$, so daß für den Betrachter (3) ein räumlicher Seheindruck entsteht. In Blickrichtung des Betrachters (3) ist außerdem vor der Bildwiedergabeeinheit (1) noch eine optische Barrierestruktur (7) angeordnet, mit welcher der räumliche Seheindruck verbessert werden kann. Bei einer solchen Vorrichtung besteht die Barrierestruktur (7) aus nebeneinander, vor oder hinter der Lentikularscheibe (4) angeordneten Opakbereichen mit der Wirkung einer streifenförmigen Barriere. Jeder Opakbereich deckt dabei jeweils einen Trennungsbereich mindestens teilweise ab.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur räumlichen Darstellung. Eine solche Vorrichtung umfaßt eine Bildwiedergabeeinheit mit Bildelementen $x(i, j)$, die in einem Raster mit Zeilen (j) und Spalten (i) angeordnet sind, und auf denen Informationen von mindestens zwei Ansichten $A(k)$ mit $k = 2, \dots, N$ und N einer natürlichen Zahl darstellbar sind. In Blickrichtung eines Betrachters vor dieser Bildwiedergabeeinheit ist eine Lentikularscheibe angeordnet. Diese Lentikularscheibe weist entlang einer Hauptrichtung, die in der Regel die Horizontale ist, allgemein aber auch alle Richtungen umfassen kann, die von der Vertikalen abweichen, Lentikular- und Trennungsbereiche auf, die nebeneinander, einander abwechselnd und periodisch angeordnet sind. Jeder Lentikularbereich ist also von zwei Trennungsbereichen umgeben und umgekehrt.

[0002] Üblicherweise sind Lentikularscheiben aus Lentikularlinsen oder Rastern von solchen Lentikularlinsen aufgebaut, d. h. aus Linsen mit der Form eines Halbzylinders, deren konvexe Fläche nach außen zum Betrachter weist. In diesem Fall sind die Trennungsbereiche sehr klein, im wesentlichen linienförmig. Im Sinne der Erfindung sollen unter dem Begriff „Lentikularscheibe“ jedoch nicht nur solche Anordnungen von Lentikularlinsen im klassischen Sinne verstanden werden, sondern auch solche Anordnungen, mit denen sich im wesentlichen die gleiche Wirkung erzielen läßt, die jedoch nicht aus streng zylinderförmigen Linsen mit linienförmigen Trennungsbereichen zusammengesetzt sind, sondern aus – in bezug auf die Blickrichtung eines Betrachters – konvex geformten Lentikularbereichen und anders, beispielsweise konkav geformten und merkbar ausgedehnten Trennungsbereichen. Solche Anordnungen lassen sich beispielsweise mit dem in der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 10 2009 019 762 – auf deren gesamte Offenbarung hier ausdrücklich Bezug genommen wird – beschriebenen Verfahren sehr preiswert herstellen. In diesem Fall wechseln konvexe Lentikularbereiche und konkave Trennungsbereiche einander ab, die Übergänge zwischen Lentikularbereichen und Trennungsbereichen sind glatt, d. h. eine die Oberfläche beschreibende Funktion ist an jeder Stelle mindestens einmal stetig differenzierbar.

[0003] Mittels der Lentikularbereiche werden Lichtausbreitungsrichtungen für von den Bildelementen $x(i, j)$ kommendes Licht vorgegeben, wodurch der Betrachter von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen aus vor dem Raster aus Bildelementen $x(i, j)$ jeweils mit einem Auge mindestens überwiegend eine erste Auswahl aus den Ansichten $A(k)$ und mit dem anderen Auge mindestens überwiegend eine zweite Auswahl aus den Ansichten $A(k)$ sieht, und für den Betrachter somit ein räumlicher Seheindruck ent-

steht. Mindestens überwiegend bedeutet dabei, daß ein Teil der Ansichten sowohl in der ersten als auch in der zweiten Auswahl auftauchen kann, sich die Auswahlen jedoch ansonsten unterscheiden. Mindestens überwiegend bedeutet aber auch, daß ein Teil der Ansichten ausschließlich in der ersten Auswahl und ein anderer Teil der Ansichten ausschließlich in der zweiten Auswahl zu finden ist, wie es beispielsweise bei der stereoskopischen Darstellung auf der Basis von nur zwei Ansichten der Fall ist.

[0004] Die Vorrichtung umfaßt außerdem noch eine in Blickrichtung des Betrachters vor der Bildwiedergabeeinheit angeordnete optische Barrierestruktur zur Verbesserung des räumlichen Seheindrucks. Eine solche optische Barrierestruktur wird beispielsweise in der DE 10 2007 049 238 A1 beschrieben. Die Barrierestruktur wird dort als optisches Element bezeichnet und ist zwischen der Bildwiedergabeeinheit und der Lentikularscheibe, also hinter dieser angeordnet. Die Barrierestruktur wirkt als Filter, sie kann als Streuscheibe mit zufällig angeordnet optischen Strukturen ausgestaltet sein, oder als Filterarray, welches zufällig oder regelmäßig angeordnete optische Strukturen in Form von transparenten oder opaken Filterelementen mit polygonförmigen Umrissen enthält. Die für Größe und die Abmessungen der Filterelemente bzw. der optischen Strukturen des optischen Elements werden dabei in Abhängigkeit von der Größe der Bildelemente $x(i, j)$ festgelegt, die optischen Strukturen im Falle der DE 10 2007 049 238 A1 dienen dazu, visuelle Schwebungsfrequenzen – Moiré-Effekte – zu vermindern.

[0005] Bei der Verwendung von Lentikularscheiben, die nach einem der in der DE 10 2009 019 762 beschriebenen Verfahren hergestellt werden, wo also die Trennungsbereiche nicht exakt linienförmig sind, sondern eine gewisse endliche Ausdehnung haben, treten den räumlichen Seheindruck störende Effekte auf, da sich die entsprechenden konkaven Anteile in den Trennungsbereichen störend bemerkbar machen, die Sammellinsenwirkung der benachbarten Lentikularbereiche wird dabei bei der Visualisierung von räumlichen Bildern gestört. Eine naheliegende Möglichkeit wäre zunächst, die Ausdehnung der Trennungsbereiche zu verringern. Dies führt allerdings auch zu einer Verringerung des konvexen Krümmungsradius der Lentikularbereiche und verstärkt sogar die Wirkung der konkaven Trennungsbereiche. Auch bei solchen Lentikularscheiben, die aus echten Zylinderlinsen zusammengesetzt sind, können die – nie exakt linienförmigen – Trennungsbereiche Probleme verursachen, wenn auch in geringerem Maße.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, diese Nachteile im Stand der Technik zu beseitigen und den räumlichen Seheindruck weiter zu verbessern.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Barrierestruktur aus nebeneinander, vor oder hinter der Lentikularscheibe angeordneten Opakbereichen mit der Wirkung einer streifenförmigen Barriere besteht, wobei jeder Opakbereich jeweils einen Trennungsbereich mindestens teilweise abdeckt.

[0008] Im Gegensatz zu den im Stand der Technik bekannten Vorrichtungen auf Filterbasis, d. h. ohne Lentikulare, bei denen sich die Anordnung der Filterarrays bzw. Barrieren immer an der Lage und Größe der Bildelemente $x(i, j)$ orientiert, werden erfindungsgemäß Barrierestrukturen vorgeschlagen, die sich an der Lage und der Größe der Trennungsbereiche orientieren. Die Opakbereiche decken also die Trennungsbereiche im wesentlichen ab und verhindern auf diese Weise, daß sich die durch die konkaven Trennungsbereiche streuende Lichtausbreitung störend bemerkbar macht, sie unterdrücken sie im wesentlichen. Während die üblicherweise im Zusammenhang mit Filterstrukturen zum Aufbau von stereoskopischen 3D-Bildschirmen verwendeten Opakbereiche eine sehr breite Ausdehnung haben und nur wenig Licht durchlassen, können die opaken Bereiche hier so gewählt werden, daß sie mit dem bloßen Auge gar nicht wahrnehmbar sind.

[0009] In der Regel deckt jeder Opakbereich jeweils einen Trennungsbereich mindestens teilweise ab. Im einfachsten Fall kann für verschieden geformte Trennungsbereiche eine einheitliche Breite eines jeden streifenförmigen Opakbereichs gewählt werden, was die Herstellungskosten verringert. Bevorzugt wird jedoch die in bezug auf die zur Hauptrichtung laterale Ausdehnung eines jeden Opakbereiches – also die Breite eines jeden Streifens – in Abhängigkeit von seiner Position relativ zu den von dem Opakbereich abzudeckenden Trennungsbereich festgelegt. Dies dient zum einen dazu, verschiedene konkave Krümmungsradien besser zu kompensieren, zum anderen kann auf diese Weise aber auch insbesondere eine höhere Flexibilität der Anordnung der Barrierestreifen, der Opakbereiche in Relation zu den Trennungsbereichen, erreicht werden. So ist es durchaus möglich, die Barrierestruktur direkt auf die Trennungsbereiche aufzubringen, so daß diese gar nicht mit Licht bestrahlt werden bzw. vom Licht nicht durchstrahlt werden können. Herstellungstechnisch einfacher ist es jedoch, die Barriere auf ein im wesentlichen ebenes Substrat, wie die Rückseite der Lentikularscheibe oder ein gesondertes Barriereträgersubstrat oder aber eine Abdeckung, wie beispielsweise ein Deckglas, aufzubringen. Die Abmessungen der Barrierestruktur werden dann so berechnet und angeordnet, daß das von der Bildwiedergabeeinheit kommende – transmittierte oder emittierte – Licht möglichst ausschließlich in die konvexen Lentikularbereiche einfällt und entsprechend in den Betrachtungsraum in Richtung eines Betrachters abgebildet wird.

[0010] Ein weiterer Effekt der Aufbringung einer Barrierestruktur liegt darin, daß der Bildkontrast erhöht wird. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß die Helligkeit des Bildschirms durch die Verwendung einer opaken Barrierestruktur verringert wird. Im Gegensatz zu autostereoskopischen Anordnungen, die nicht auf der Lentikularlinsentechnik, sondern auf der reinen Filtertechnik basieren, sind die Helligkeitsverluste jedoch sehr gering, da der Anteil der opaken Bereiche an der Gesamtfläche vergleichsweise kleiner ist. Ein weiterer positiver Effekt besteht darin, daß dargestellte Bilder gegenüber einer Darstellung ohne Barrierestrukturen geglättet erscheinen. Da Lentikularsysteme die Bildelemente $x(i, j)$ in einer größeren und vergrößerten Struktur abbilden, wirken Objekte und ihre Kanten insbesondere bei Sprungpunkten und bei schlechter Kanaltrennung häufig rasterförmig, diese Strukturen werden geglättet. Schließlich wird auch der räumliche Eindruck bzw. der Tiefeneffekt für das menschliche Auge wahrnehmbar erhöht, da durch die Integration dieser kaum wahrnehmbaren periodischen, opaken Struktur eine sogenannte „Nullebene“ gebildet wird.

[0011] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Periode der Lentikularbereiche in Abhängigkeit von einer lateralen Ausdehnung der Bildelemente $x(i, j)$ gewählt. Zusätzlich oder alternativ kann auch die Lentikularscheibe um einen vorgegebenen Winkel zum Raster aus Bildelementen $x(i, j)$ verdreht angeordnet sein. Die Barrierestreifen werden dann entsprechend positioniert. Die Abstimmung der Lentikularbereiche in bezug auf die laterale Ausdehnung der Bildelemente $x(i, j)$ ermöglicht eine weitere Verbesserung der räumlichen Darstellung insofern, als störende Moiré-Muster weitestgehend ausgeschaltet werden können. Die Ursache für solche Moiré-Muster ist die Überlagerung mindestens zweier nicht deckungsgleicher bzw. nicht identischer geometrischer Strukturen, was zu visuellen Schwebungseffekten führt, ähnlich beispielsweise zu Interferenzmustern. Während Interferenzmuster durch Licht mit leicht unterschiedlichen Wellenlängen hervorgerufen werden können, liegt die Ursache für das Auftreten von Moiré-Mustern in unterschiedlichen Gitterkonstanten bzw. Perioden für den Abstand der Bildelemente $x(i, j)$ zueinander bzw. der Lentikularbereiche zueinander. Auch bei gleichen Gitterkonstanten kann ein Moiré-Muster auftreten, wenn die beiden Strukturen gegeneinander verdreht sind. Indem die Gitterkonstante bzw. der Verdrehungswinkel der periodischen Struktur auf der Lentikularscheibe – entsprechend also dem Abstand der Lentikular- bzw. Trennungsbereiche zueinander und einem vorgegebenen Drehwinkel – angepaßt werden, können die wahrnehmbaren Moiré-Streifen ausgelöscht werden, indem der Abstand der Streifen zu klein bzw. zu groß für den optimalen Betrachtungsabstand wird. Alternativ oder ergänzend kann auch eine zweite Lentikular-

scheibe zur Reduzierung der Moiré-Muster verwendet werden.

[0012] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Lentikularscheibe auf ihrer dem Betrachter zugewandten Seite eine Entspiegelungsschicht auf. Während übliche Bildwiedergabegeräte zur Darstellung von zweidimensionalen Bildinhalten häufig mit einer Antireflexionsschicht versehen werden, wird dies bisher bei Lentikularscheiben nicht praktiziert, da die Helligkeit gegenüber der Verwendung der Lentikularscheibe um bis zu 20% verringert ist. Dennoch weisen Vorrichtungen auf der Basis von Lentikularscheiben starke Oberflächenreflexionen auf, die sich für einen Betrachter als störend erweisen können. Durch die erfindungsgemäße Entspiegelungsschicht werden diese störenden Effekte reduziert. Beispielsweise kann die Frontseite der Lentikularscheibe, also die Lentikularstruktur selbst interferenzoptisch entspiegelt und mit mindestens einer Entspiegelungsschicht versehen werden. Auch die ebene Rückseite der Lentikularscheibe bzw. die Rückseite eines Barriereträgersubstrates, auf dem die Lentikularscheibe aufgebracht sein kann, können verspiegelt werden. Bevorzugt werden dabei die Eigenschaften der Entspiegelungsschichten an die Unterschiede in den Brechzahlen der verschiedenen Medien angepaßt. So hat beispielsweise Luft einen Brechungsindex von $n = 1$, sogenanntes Floatglas einen Brechungsindex von $n = 1,52$, und der häufig für die Herstellung von Lentikularscheiben verwendeter Kunststoff Polymethylmethacrylat (PMMA) eine Brechzahl von $n = 1,49$.

[0013] Eine andere Möglichkeit besteht in einer chemischen Entspiegelung der Frontseite, indem diese beispielsweise mittels Flußsäure aufgeraut wird. Die Oberflächenreflexe werden dann diffus gestreut und für einen Betrachter vermindert. Die Oberfläche der Lentikularscheibe darf dabei allerdings nur so weit aufgeraut werden, daß die Kanaltrennung nicht aufgehoben bzw. zu stark beeinträchtigt wird. Beide Varianten der Entspiegelung können selbstverständlich auch miteinander kombiniert werden und lassen sich auch bei Abbildungssystemen auf Lentikularbasis ohne die erfindungsgemäßen Barrierestrukturen verwenden.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Barrierestruktur als streifenförmige Filterstruktur, bevorzugt als photographischer Film ausgebildet. Dickere Barrieren sind nicht nötig, eher sind aus Gründen der Genauigkeit noch dünnere von Vorteil. Die Barrierestruktur kann beispielsweise auf ein Barriereträgersubstrat aufgebracht sein, auf dieses wird dann die Lentikularscheibe aufgebracht, um die Bauweise so kompakt wie möglich zu gestalten. Das Aufbringen der Barrierestruktur auf das Barriereträgersubstrat kann beispielsweise durch Kalt- oder Warmlaminieren, digitale Reproduktion etc. er-

folgen. Wenn die Barrierestruktur als photographischer Film ausgebildet ist, lassen sich beispielsweise die in der nicht vorveröffentlichten deutschen Patentanmeldung DE 10 2009 019 761 beschriebenen Verfahren zur Aufbringung anwenden. Vorzugsweise ist die Barrierestruktur auf einem Barriereträgersubstrat, besonders bevorzugt zwischen Bildwiedergabeeinheit und Lentikularscheibe aufgebracht. In diesem Fall kann – wie erwähnt – die Lentikularscheibe direkt auf das Barriereträgersubstrat aufgebracht werden, wobei sich zwischen Lentikularscheibe und Barriereträgersubstrat noch die Barrierestruktur befindet.

[0015] Die Barrierestruktur muß nicht unbedingt auf der zur Lentikularscheibe weisenden Oberfläche des Barriereträgersubstrats aufgebracht sein, auch eine Anordnung auf der Rückseite des Barriereträgersubstrates ist möglich, wobei dann die Breite der Streifen etwas angepaßt werden muß um die Trennungsbereiche möglichst vollständig abzudecken.

[0016] Die Lentikularscheibe kann auch auf ein Lentikularträgersubstrat aufgebracht sein, das Lentikularträgersubstrat kann aber auch Teil der Lentikularscheibe sein, in diesem Fall ist die Einheit aus Lentikularträgersubstrat und Lentikularscheibe einstückig gefertigt. Das Lentikularträgersubstrat kann dabei auch eine sehr dünne Schicht sein, die dabei nur so dick sein muß, daß sie ein Auseinanderbrechen der Lentikularscheibe an den dünnsten Stellen, den Tiefpunkten der Täler der Trennungsbereiche, bei üblicher mechanischer Beanspruchung wie Transport, Vermessung oder Montage verhindert.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind Barriereträgersubstrat und Lentikularträgersubstrat mit Ausrichtungsmarkierungen zur Ausrichtung der Lentikularscheibe und der Barrierestruktur zueinander versehen. Dazu werden die beiden Substrate zweckmäßig in ihrer Geometrie jeweils etwas größer als die eigentlich optisch wirksamen Strukturen gefertigt. Auf den Randbereichen beider Substrate, auf denen sich keine optisch wirksamen Strukturen befinden, werden Markierungen angebracht, beispielsweise Punkte, Kreuze oder Linien. Diese Markierungen werden möglichst exakt zur Überlagerung gebracht, als Folge sind Lentikularscheibe und Barrierestruktur zueinander ausgerichtet. Diese Ausrichtung kann per Hand, halb- oder vollautomatisiert erfolgen, beispielsweise mit Hilfe von Kontrollkameras, dem bloßen Auge oder sogar einem Mikroskop. Nach der Justierung können beide Substrate miteinander beispielsweise durch Kleber, unter UV-Strahlung aushärtenden Monomeren etc. dauerhaft fixiert und verbunden werden, das überschüssige Substrat mit den Markierungen kann mechanisch von den eigentlichen Strukturen, beispielsweise durch Sägen oder Schneiden, getrennt werden. Auf diese Weise wird eine hohe Genauigkeit bei der Kanaltrennung erzielt.

[0018] Außerdem besteht auch die Möglichkeit, die Barrierestrukturen auf der Vorderseite der Lentikularscheibe und einem Betrachter anzubringen. Die einfachste Möglichkeit ist, die Trennungsbereiche auf der Lentikularscheibe entsprechend mit einer lichtundurchlässigen Deckschicht zu versehen. Eine andere Möglichkeit besteht auch darin, aus Richtung eines Betrachters vor der Lentikularscheibe eine transparente Abdeckung anzuordnen. Auf diese kann dann die Barrierestruktur aufgebracht sein, und zwar sowohl auf der dem Betrachter zugewandten Seite, als auch auf der dem Betrachter abgewandten Seite. Dabei ist letztere Möglichkeit zu bevorzugen, da diese einen höheren Schutz der Barrierestruktur vor mechanischen Beschädigungen verspricht.

[0019] Die Abdeckung kann beispielsweise ein übliches Deckglas von wenigen Millimetern Dicke aus Glas oder Kunststoff sein, aber auch eine gespannte Folie läßt sich als eine solche Abdeckung verwenden. Auch die Abdeckung kann selbstverständlich ein- oder beidseitig mit einer reflexionsvermindernden Schicht versehen sein.

[0020] In einer weiteren Ausführung befindet sich zwischen Abdeckung und Lentikularscheibe eine optisch wirksame Flüssigkeit, deren optische Eigenschaften durch Energieeintrag manipulierbar sind. Die optisch wirksame Flüssigkeit kann beispielsweise Flüssigkristalle enthalten, bei denen der Brechungsindex variiert werden kann, indem Energie in die Flüssigkeit eingetragen wird. Beispielsweise kann durch Anlegen einer Spannung, Bestrahlen der Flüssigkeit mit Licht einer UV-Wellenlänge, die von der Bildwiedergabeeinheit nicht abgestrahlt wird, die jedoch die entsprechende optische Eigenschaft in der Flüssigkeit manipuliert, oder durch Heizen der Flüssigkeit der Brechungsindex der Flüssigkeit so geändert werden, daß eine Umschaltung zwischen räumlicher Darstellung und zweidimensionaler Darstellung möglich wird, wenn der Brechungsindex dem Brechungsindex des für die Lentikularscheibe verwendeten Materials entspricht. Auf diese Weise kann dafür gesorgt werden, daß von den Trennungsbereichen abgestrahltes Licht ebenfalls von einem Betrachter wahrgenommen wird, was – insbesondere beim Vorhandensein von Barrierenstrukturen – die Kanaltrennung aufhebt und dadurch ein zweidimensionales Sehen forciert. Bei einer entsprechenden Auslegung der Flüssigkeit ist es aber auch möglich, die Barrierenstruktur, die beispielsweise, aber nicht ausschließlich, auf der Innenseite der Abdeckung angeordnet sein kann, in ihrer Wirkung zu verstärken, bzw. die Barrierenwirkung erst zu erzeugen. In diesem Fall kann auf eine gesonderte Barrierenstruktur sogar verzichtet werden. Die Umschaltung zwischen räumlicher und zweidimensionaler Darstellung läßt sich natürlich auch bei Lentikularsystemen ohne Barrierestrukturen einsetzen.

[0021] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur räumlichen Darstellung, wie sie vorangehend beschrieben wurde. Ein solches Verfahren umfaßt unter anderem die folgenden Schritte: Zunächst wird eine Lentikularscheibe bereitgestellt, die auf einem Lentikularträgersubstrat angeordnet ist, wobei Lentikularscheibe und Lentikularträgersubstrat einstückig gefertigt sein können – in der Regel wird die Lentikularscheibe aus dem Substrat gefertigt. Das Bereitstellen umfaßt dabei insbesondere auch die Herstellung der Lentikularscheiben. Außerdem wird eine Barrierestruktur auf einem Barriereträgersubstrat bereitgestellt. Auch hier umfaßt das Bereitstellen wieder die Herstellung, insbesondere das Aufbringen der Barrierestruktur auf das Barriereträgersubstrat. Schließlich wird noch eine Bildwiedergabeeinheit bereitgestellt.

[0022] Anschließend wird die Barrierestruktur relativ zur Lentikularscheibe positioniert. Dabei werden Barrierestruktur und Lentikularscheibe zueinander ausgerichtet, indem das Lentikular- und das Barriereträgersubstrat an vorgegebenen Positionen mit Markierungen versehen werden und bei der Positionierung der Barrierestrukturen relativ zur Lentikularscheibe die Markierungen aneinander ausgerichtet werden. Nach der Ausrichtung werden zunächst Barrierestruktur und Lentikularscheibe aneinander fixiert und anschließend diese Baueinheit auf der Bildwiedergabeeinheit zunächst positioniert und dann fixiert, wobei zuvor eventuell noch eine Zuschneidung der Substrate auf die Maße der Bildwiedergabeeinheit erfolgen muß. Die Fixierung von Barrierestrukturen und Lentikularscheibe aufeinander kann durch Klebetechniken erfolgen, wenn diese ohne Luftabstand zueinander angeordnet sind. Zwischen der Bildwiedergabeeinheit und der Baueinheit aus Barriereträgersubstrat, Barrierestruktur und Lentikularscheibe befindet sich häufig ein Luftabstand, so daß diese Elemente beabstandet zueinander fixiert werden müssen.

[0023] Statt beide Substrate mit Markierungen zu versehen und sie daran auszurichten ist auch eine Ausrichtung anhand von Moiré-Effekten möglich. Dazu werden beide Substrate übereinander positioniert und von der Seite des Barriereträgersubstrats, welche der Bildwiedergabeeinheit gegenüberliegt, mit Licht durchleuchtet. Sie werden dann so gegeneinander verschoben und/oder verdreht, bis ein zu beobachtendes Muster korrekt dargestellt wird.

[0024] Das Licht muß dabei nicht unbedingt von der Bildwiedergabeeinheit kommen, sondern kann auch von einer anderen Lichtquelle stammen. Wird eine helle, besonders eine weiße Lichtquelle verwendet, so treten Helligkeitsmodulationen auf, sogenannte Hell-/Dunkel-Moiré-Streifen. Anhand dieser Moiré-Streifen können die beiden Strukturen zueinander justiert werden. Eine korrekte Ausrichtung ist dann erfolgt, wenn über die gesamte Fläche hauptsächlich

lich entweder eine komplett weiße bzw. durchsichtige Fläche oder eine im wesentlichen schwarze bzw. opake Fläche sichtbar ist. Auf diese Weise läßt sich auch überprüfen, ob die Periode der Lentikularbereiche mit der der Barrierestruktur übereinstimmt: Bei abweichenden Perioden oder auch bei falschem Betrachtungsabstand sind ständig mehrere Moiré-Streifen sichtbar.

[0025] In einer besonderen Ausgestaltung dieses Verfahrens werden beide Substrate auf der Bildwiedergabeeinheit positioniert und mit Licht, welches von der Bildwiedergabeeinheit abgestrahlt wird, durchleuchtet. Dazu wird jedoch ein in bezug auf die Lentikularscheibe abgestimmtes Testbild erzeugt. Dieses wird vorzugsweise aus zwei Ansichten kombiniert, von denen die eine ein in Licht einer einzigen Wellenlänge, beispielsweise in Rot, Blau oder Grün gehaltenes Bild ist und die andere Ansicht ausschließlich schwarz ist. Dieses Testbild wird auf dem Bildwiedergabegerät – oder äquivalent auch auf einem anderen passenden Bildgeber, der in der Fertigung verwendet wird – dargestellt. Mit dem Licht, welches bei der Darstellung des Testbildes von der Bildwiedergabeeinheit abgestrahlt wird, werden Lentikularscheibe und Barrierestruktur durchleuchtet. Auch hier erfolgt wieder eine Ausrichtung anhand von Moiré-Mustern. Eine korrekte Ausrichtung ist dann erreicht, wenn es nur ganze, durchgängige Farb-Moiré-Streifen gibt. Eine nicht deckungsgleiche Ausrichtung der beiden Strukturen führt zu Doppelstreifen im Moiré-Muster, d. h. zu Intensitätsschwankungen innerhalb eines Moiré-Streifens. Im Gegensatz zu der vorangehend beschriebenen Methode muß hierbei die Justage nicht im optimalen Betrachterabstand zum Lentikularbildschirm erfolgen.

[0026] Bei allen drei Verfahren kann die Ausrichtung per Hand und mit bloßem Auge erfolgen. Eine genauere Justierung läßt sich jedoch mit Hilfe einer mikroskopisch abbildenden Optik erreichen, wobei auch hier die Bilder wieder durch einen Beobachter ausgewertet und entsprechend durch diesen Verdrehungen oder Verschiebungen vorgenommen werden können. Besonders bevorzugt wird man aber Bildverarbeitungs- und Steuerungsalgorithmen in Verknüpfung mit einer Kamera, die das beobachtete Bild aufnimmt, beispielsweise einer CCD- oder CMOS-Kamera, verwenden, so daß bei entsprechender Ausgestaltung der Fertigungsanlage die Ausrichtung von Lentikularscheibe und Barrierestruktur zueinander automatisch erfolgen kann.

[0027] Wie bereits beschrieben, können Lentikularscheiben beispielsweise aus einem unter Lichteinwirkung aushärtenden, optisch transparenten Kunststoff hergestellt werden, wobei das Licht örtlich und/oder zeitlich strukturiert, beispielsweise mit Hilfe einer Belichtungsmaske in den Kunststoff eingetragen wird. Dies ist beispielsweise in der nicht vorveröffentlichten

deutschen Patentanmeldung DE 10 2009 019 762 beschrieben. Mit diesem Verfahren lassen sich sehr gute Ergebnisse erzielen, insbesondere ist es auch für die Herstellung von Kleinserien geeignet. Die Herstellung ist jedoch vergleichsweise noch aufwendig, weshalb in einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung die Lentikularscheiben nicht direkt als sogenannte Positivform hergestellt werden, sondern zunächst eine Negativform hergestellt wird. Dies erfolgt, indem eine noch flüssige Kunststoffschicht aus einem bei Energieeintrag aushärtenden, transparenten Kunststoff auf ein Substrat aufgebracht wird, und Energie in den Kunststoff eingetragen wird, wobei die Menge der je Zeiteinheit einzutragenden Energie örtlich und/oder zeitlich differenziert vorgegeben wird, so daß nach Abschluß des Energieeintrags an unterschiedlichen Orten der Oberfläche der Kunststoffschicht unterschiedliche Mengen an ausgehärtetem und noch nicht ausgehärtetem Kunststoff vorhanden sind, wobei der noch nicht ausgehärtete Kunststoff – beispielsweise durch Abwaschen – entfernt wird. Die Negativform weist also an den Stellen, wo in der Positivform die Lentikularbereiche zu finden sind, entsprechend geformte konkave Bereiche auf, und an den Stellen, wo die Trennungsbereiche zu finden sind, entsprechend geformte schmale konvexe Bereiche.

[0028] Diese Negativform kann dann zum Herstellen von Positivformen in mittlerer bis größerer Stückzahl verwendet werden. Eine einfache Möglichkeit besteht darin, sie als Formeinsatz für das Gießen oder Spritzen entsprechender Lentikularscheiben aus Kunststoff oder Glas zu verwenden. Eine andere Möglichkeit besteht wiederum in der Verwendung von unter Lichteinwirkung aushärtendem Kunststoff. Dazu wird die Negativform ihrerseits mit einem transparenten, noch flüssigen Material befüllt, dieses Material wird zur vollständigen Aushärtung gebracht und anschließend von der Negativform getrennt, wobei die sich ergebende Positivform der Lentikularscheibe entspricht.

[0029] Im Rahmen dieser sogenannten „digitalen Reproduktion“ wird also die Herstellung von Positivformen bzw. von Lentikularscheiben erheblich vereinfacht, da die aufwendige zeitlich und/oder örtlich differenzierte Belichtung durch Masken hindurch nur ein einziges Mal durchgeführt werden muß, um die Negativform herzustellen. Anschließend lassen sich damit die positiven Abdrücke herstellen, und falls ein ähnliches, unter Lichteinwirkung aushärtendes Material verwendet wird, so muß auf eine örtliche oder zeitliche Differenzierung keine Rücksicht genommen werden. Der Energieeintrag kann dann großflächig und mit höherer Energie erfolgen.

[0030] Als Material für die Positivform kann beispielsweise flüssiges Glas verwendet werden oder ein anderes Material, welches sich nicht mit dem Kunststoff, der für die Negativform verwendet wur-

de, verbindet. Grundsätzlich läßt sich auch der gleiche Kunststoff verwenden, oder auch anderes Material, welches sich möglicherweise mit dem Kunststoff der Negativform vor oder während des Aushärtungsprozesses verbinden würde, wenn keine zusätzlichen Maßnahmen getroffen werden. Um eine solche Verbindung zu verhindern, wird die Negativform daher zuvor zweckmäßig mit einer Trennschicht überzogen. Diese Trennschicht ist idealerweise dünner als 0,1 mm um die Feinheiten des Oberflächenprofils, welches für die Lentikularwirkung bzw. das räumliche Sehen notwendig ist, nicht zu stark durch Verzeichnung, Verzerrung oder Verdeckung zu beeinträchtigen.

[0031] Die Trennschicht kann beispielsweise mittels Bedampfen oder Sputtern aus einem Metall in der entsprechenden Schichtdicke auf die Oberfläche der Negativform aufgetragen bzw. abgeschieden werden. Auch das Abscheiden einer Trennschicht aus einer chemischen Lösung ist möglich, dies kann beispielsweise auch mittels entsprechender Tauchbäder erfolgen, aus denen dann eine entsprechende Trennschicht als Rückstand aus dem Tauchbad auf der Oberfläche der Negativform zurückbleibt. Schließlich lassen sich auch Folien geringer Dicke, beispielsweise aus Metall oder aus einem Kunststoff, der die Anforderungen erfüllt, verwenden.

[0032] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0033] Nachfolgend wird die Erfindung beispielsweise anhand der beigefügten Zeichnungen, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Es zeigen:

[0034] [Fig. 1](#) eine mögliche Ausgestaltung einer Vorrichtung zur räumlichen Darstellung,

[0035] [Fig. 2](#) eine zweite Ausgestaltung einer solchen Vorrichtung,

[0036] [Fig. 3](#) eine dritte Ausgestaltung einer solchen Vorrichtung,

[0037] [Fig. 4](#) eine vierte Ausgestaltung einer solchen Vorrichtung,

[0038] [Fig. 5](#) Markierungen auf Substraten zur Ausrichtung der Komponenten zueinander,

[0039] [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) zwei mögliche Beleuchtungseinstellungen, die bei der Herstellung von Negativformen zur Erzeugung konvexer und konkaver Bereiche verwendet werden können, und

[0040] [Fig. 8](#) eine Negativform für die Herstellung einer Lentikularscheibe.

[0041] In [Fig. 1](#) ist zunächst der allgemeine Aufbau einer Vorrichtung zur räumlichen Darstellung wiedergegeben, wobei nur die wichtigsten Komponenten, die für die räumliche Darstellung wesentlich sind, dargestellt sind. Die Vorrichtung umfaßt eine Bildwiedergabeeinheit **1** mit Bildelementen $x(i, j)$, die in einem Raster mit Zeilen j und Spalten i angeordnet sind. Auf den Bildelementen $x(i, j)$ sind Informationen von mindestens zwei Ansichten $A(k)$ mit $k = 2, \dots, N$ und N einer natürlichen Zahl darstellbar. Die Bildwiedergabeeinheit **1** ist mit einem Deckglas **2** versehen, welches in Richtung eines Betrachters **3** vor der Bildwiedergabeeinheit **1** angeordnet ist. Die Verwendung des Deckglases **2** ist optional. Die einzelnen Bildelemente $x(i, j)$ können beispielsweise als vollfarbige Pixel oder als rote, grüne und blaue Subpixel einer rasterförmigen Flüssigkristallanzeige (LC-Panel) ausgebildet sein. Sie können entweder selbstständig leuchtend ausgestaltet sein oder auch über eine nicht gezeigte weitere Lichtquelle von hinten beleuchtet werden.

[0042] In Blickrichtung des Betrachters **3** vor der Bildwiedergabeeinheit **1** ist eine Lentikularscheibe **4** angeordnet. Diese Lentikularscheibe **4** verfügt über entlang der Hauptrichtung nebeneinander, einander abwechselnd und periodisch angeordnete Lentikularbereiche **5** und Trennungsbereiche **6**. Die Hauptrichtung kann beispielsweise die Vertikale sein, aber auch eine dazu gekippte Richtungen, sofern sie nicht horizontal ist. Mittels der Lentikularbereiche **5** werden Lichtausbreitungsrichtungen für von den Bildelementen $x(i, j)$ kommendes Licht vorgegeben, wodurch der Betrachter **3** von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen vor dem Raster aus Bildelementen $x(i, j)$ jeweils mit einem Auge mindestens überwiegend eine erste Auswahl aus den Ansichten $A(k)$ und mit dem anderen Auge mindestens überwiegend eine zweite Auswahl aus den Ansichten $A(k)$ sieht. Somit entsteht für den Betrachter **3** ein räumlicher Seheindruck.

[0043] Schließlich umfaßt die Vorrichtung noch eine in Blickrichtung des Betrachters **3** vor der Bildwiedergabeeinheit **1** angeordnete optische Barrierestruktur **7** zur Verbesserung des räumlichen Seheindrucks. Die Barrierestruktur **7** besteht aus nebeneinander angeordneten Opakbereichen mit der Wirkung einer streifenförmigen Barriere. Die Opakbereiche können vor oder hinter der Lentikularscheibe **4** angeordnet sein, im Falle der Ausführung gemäß [Fig. 1](#) sind sie in bezug auf die Blickrichtung des Betrachters **3** hinter der Lentikularscheibe **4** angeordnet. Die Wirkung einer streifenförmigen Barriere wird am einfachsten erzielt, wenn die opaken Bereiche tatsächlich körperlich als Streifen ausgestaltet sind, es sind aber auch Vorrichtungen denkbar, bei denen die Wirkung nur durch äußere Einwirkung erzielt wird, beispielsweise

durch eine zuschaltbare Barriere in Form von Filtern oder einer Flüssigkeit. Jeder Opakbereich deckt jeweils einen Trennungsbereich **6** mindestens teilweise ab, womit die besten Ergebnisse bei der Verbesserung des räumlichen Seheindrucks erzielt werden.

[0044] Durch die Verwendung der optischen Barrierestruktur **7** wird verhindert, daß aus den Trennungsbereichen **6** der Lentikularscheibe **4** störendes Licht abgestrahlt wird. Während bei Lentikularscheiben, die direkt aus halben Zylinderlinsen gefertigt werden, bzw. aus einem entsprechend großen Substrat herausgeschnitten werden, die konkave Form aufweisenden Trennungsbereiche **6** in Vergleich zu den eine konvexe Halbzylinderform aufweisenden Lentikularbereichen **5** nur sehr gering ausgeht sind, so daß auch die Störungen des räumlichen Seheindrucks eher gering ausfallen, wenn keine optische Barrierestruktur **7** verwendet wird, so ist die Verbesserung bei Lentikularscheiben, bei denen die Trennungsbereiche **6** herstellungsbedingt eine größere Ausdehnung haben, bei der Verwendung der optischen Barrierestrukturen deutlich wahrnehmbar. Dies ist beispielsweise bei solchen Lentikularscheiben **4** der Fall, die mittels spezieller Belichtungstechniken aus flüssigem, unter Lichteinwirkung aushärtendem Kunststoff hergestellt werden, entweder direkt als Positivform, oder über den Zwischenschritt einer Negativform. In beiden Fällen ist die Ausdehnung der konkavförmigen Trennungsbereiche **6** nicht zu vernachlässigen, die optische Barrierestruktur **7** bringt hier eine spürbare Verbesserung.

[0045] Die Barrierestruktur **7** ist im Falle der in [Fig. 1](#) gezeigten Vorrichtung auf einem Barriereträgersubstrat **8** aufgebracht. Dies ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn es sich bei der optischen Barrierestruktur um eine dünne Folie handelt, beispielsweise um einen belichteten Film. Dieser kann durch entsprechende Laminiertechniken beispielsweise auf das Barriereträgersubstrat **8** aufgebracht werden. Zwischen dem Barriereträgersubstrat **8** und dem Deckglas **2** der Bildwiedergabeeinheit **1** befindet sich außerdem noch eine Luftschicht **9**, auch diese ist optional. Grundsätzlich kann das Deckglas **2** auch die Funktion des Barriereträgersubstrats **8** übernehmen, d. h. der Film mit der Barrierestruktur **7** kann direkt auf das Deckglas **2** aufgebracht sein, auf diese Weise läßt sich gegebenenfalls Platz sparen. Da die opaken Bereiche der Barrierestruktur **7** zudem gegenüber solchen opaken Bereichen, wie sie für Filterstrukturen im Zusammenhang mit der räumlichen Darstellung verwendet werden, wenn keine Lentikularscheibe **4** verwendet wird, sehr schmal sind, macht sich ihr Vorhandensein nur wenig bemerkbar, positiv sogar durch eine geringe Kontrasterhöhung.

[0046] Die opaken Bereiche der Barrierestruktur **7** können also sehr schmal gehalten werden. Die Verbesserung ist dann optimal, wenn die laterale Aus-

dehnung eines jeden Opakbereiches in bezug auf die Hauptrichtung in Abhängigkeit von seiner Position relativ zu dem von dem Opakbereich abzudeckenden Trennungsbereich **6** festgelegt ist. Dabei spielt eine Rolle, ob die opaken Bereiche vor oder hinter der Lentikularscheibe **4** angeordnet sind, außerdem ist ihr Abstand zu einem Bezugspunkt, beispielsweise dem tiefsten Punkt in einem Tal eines Trennungsbereiches **6** wichtig. Auch die Ausdehnung der Trennungsbereiche **6** in lateraler Richtung spielt eine Rolle für die Bestimmung der Breite der opaken Streifen. Die Wirkung ist dann am besten, wenn die opaken Bereiche, in [Fig. 1](#) durch die schwarzen Rechtecke gekennzeichnet, den gesamten konkaven Trennungsbereich abdecken, möglicherweise sogar etwas mehr, um schräg von der Bildwiedergabeeinheit **1** einfallendes Licht ebenfalls wirksam abzublocken.

[0047] Die Lentikularscheibe **4** kann auf ihrer dem Betrachter **3** zugewandten Seite eine nicht gezeigte Entspiegelungsschicht aufweisen. Auf diese Weise können die ansonsten auftretenden Oberflächenreflexe, die sich beim Betrachter als störend erweisen können, unterdrückt werden. Die Lentikularscheibe **4** kann dazu beispielsweise interferenzoptisch auf ihrer Frontseite entspiegelt sein. Auch auf ihre Rückseite, die im allgemeinen ebene Fläche, kann eine solche Entspiegelungsschicht aufgebracht sein. Bevorzugt erfolgt dabei eine Anpassung der optischen Eigenschaften der Entspiegelungsschicht in bezug auf die Brechzahlen der unmittelbar anschließenden Medien, um die beste Wirkung zu erzielen. Eine andere Möglichkeit zur Entspiegelung besteht in einer chemischen Entspiegelung beispielsweise durch Flußsäure oder eine ähnlich wirkende Substanz. Die Entspiegelungsschicht ist in diesem Fall intrinsisch in der Lentikularscheibe **4** enthalten, sie wird an ihrer Oberfläche beispielsweise mittels einer Aufrauung durch die Flußsäure ausgebildet. Dabei muß allerdings darauf geachtet werden, daß die Kanaltrennung nicht zu stark vermindert oder sogar aufgehoben wird. Die Aufrauung der Oberfläche sorgt für eine diffuse Streuung von Oberflächenreflexen, die dadurch für den Betrachter **3** vermindert erscheinen. Beides kann natürlich miteinander kombiniert werden, so kann beispielsweise eine aufgerauhte Oberfläche auch noch mit einer interferenzoptisch entspiegelnden Schicht versehen werden, wodurch die Wirkung weiter verbessert wird.

[0048] Die Lentikularscheibe **4** kann auf einem Lentikularträgersubstrat aufgebracht sein. Dieses Lentikularträgersubstrat kann auf seiner der Bildwiedergabeeinheit **1** zugewandten Seite ebenfalls wie vorangehend beschrieben entspiegelt sein, also eine Entspiegelungsschicht aufweisen. In der Regel werden Lentikularscheibe **4** und Lentikularträgersubstrat eine einstückige Einheit bilden, da die Lentikularscheibe **4** aus dem Lentikularträgersubstrat gefertigt wird.

[0049] In den [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) sind weitere Ausgestaltungen für eine Vorrichtung zur räumlichen Darstellung gezeigt. Bei der Vorrichtung gemäß den [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) ist die Lentikularscheibe **4** direkt auf das Barriereträgersubstrat **8** mit der Barrierestruktur **7** aufgebracht. Die Abmessungen sind hier überhöht dargestellt, so ist die Barrierestruktur **7** in der Regel nur ein photographischer Film von äußerst geringer Dicke. Auch die Verhältnisse der Lentikularbereiche **5** zu den Trennungsbereichen **6** sind nicht maßstabsgetreu wiedergegeben. Sie dienen nur der Verdeutlichung der Wirkungsweise. Gegenüber der Ausführung in [Fig. 1](#) ergibt sich hier der Vorteil, daß die opaken Streifen der Barrierestruktur näher an den Tälern der Trennungsbereiche **6** angeordnet sind, so daß sie insgesamt schmaler ausgestaltet werden können. Die Breite der opaken Streifen liegt etwa in der Größenordnung von einigen 10 µm, beispielsweise bei 50 µm.

[0050] Eine ähnliche Vorrichtung ist in [Fig. 3](#) dargestellt, hier ist eine Barrierestruktur **10** auf der Rückseite, d. h. der dem Betrachter **3** abgewandten Seite des Barriereträgersubstrats **8** angeordnet. Da die Opakbereiche in diesem Falle etwas weiter weg von den Tälern der Trennungsbereiche **6** angeordnet sind, müssen sie breiter als in den beiden vorangehend beschriebenen Ausführungen gehalten werden.

[0051] Eine weitere Anordnung ist in [Fig. 4](#) dargestellt, hier ist aus Richtung eines Betrachters **3** vor der Lentikularscheibe **4** eine transparente Abdeckung **11** angeordnet, auf deren dem Betrachter **3** abgewandter Seite eine Barrierestruktur **12** aufgebracht ist. Als Abdeckung **11** kann beispielsweise Glas, transparenter Kunststoff oder eine stabile, gespannte Folie verwendet werden; auf der Unterseite der Abdeckung **11** ist die Barrierestruktur **12** angebracht. Auch hier können die opaken Streifen der Barriere relativ schmal im Bereich von etwa 50 µm gehalten werden, da sie sich relativ nahe zu den Trennungsbereichen **6** positionieren lassen, deren störende Lichtstreuung sie unterdrücken sollen. In jedem Falle sind sie mit bloßem Auge kaum wahrzunehmen. Die Abdeckung **11** bietet darüber hinaus den Vorteil, daß der Aufbau jederzeit leicht zu reinigen ist, da die äußere, dem Betrachter **3** zugewandte Oberfläche der Abdeckung **11** glatt gestaltet werden kann. Sie kann auch ein- oder beidseitig mit einer entsprechenden Entspiegelungsschicht versehen sein. Für eine solche Schutzfunktion ist die Verwendung einer Abdeckung **11** auch möglich, ohne daß die Barrierestruktur **12** an deren Unterseite angeordnet ist, vielmehr ist auch eine Kombination der reinen Abdeckung **11** mit Barrierestrukturen **7** und **10**, wie sie im Zusammenhang mit den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) beschrieben wurden, möglich.

[0052] Unabhängig davon, ob auf der dem Betrachter abgewandten Seite der Abdeckung **11** eine Barrierestruktur **12** angeordnet ist oder nicht, ergibt sich

bei der Verwendung einer solchen Abdeckung **11** außerdem die Möglichkeit, zwischen der Lentikularscheibe **4** und der Abdeckung **11** eine optisch wirksame Flüssigkeit einzuschließen. Die optischen Eigenschaften dieser Flüssigkeit, beispielsweise der Brechungsindex, lassen sich dann durch äußere Einwirkung wie das Anlegen einer Spannung, Heizen oder Bestrahlung mit Licht bestimmter Wellenlängen, beispielsweise mit UV-Licht, manipulieren. Wenn der Brechungsindex der Flüssigkeit beispielsweise unter äußerer Einwirkung dem des Materials, welches für die Lentikularscheibe **4** verwendet wurde, entspricht, wird die Wirkung der Lentikularscheibe **4** aufgehoben und ein Betrachter kann ein zweidimensionales Bild wahrnehmen. Zum Umschalten für eine räumlich wahrnehmbare Darstellung wird die äußere Einwirkung abgeschaltet und der Brechungsindex dann entsprechend geändert, bevorzugt verringert, so daß die räumlich abbildenden Eigenschaften der Lentikularscheibe **4** wieder zum Tragen kommen.

[0053] Für eine Verbesserung der Kanaltrennung bzw. ein wirksames Funktionieren der Barrierestruktur **7** ist es wichtig, daß diese und die Lentikularscheibe **4** korrekt zueinander positioniert und fixiert werden, so daß die Barrierestruktur **7** ihre optimale Wirkung in bezug auf die Trennungsbereiche **6** entfalten kann. Bei der Herstellung einer Vorrichtung zur räumlichen Darstellung, wie sie vorangehend beschrieben wurde, ist diese Schritt daher wesentlich. Bei der Herstellung wird zunächst eine Lentikularscheibe **4** auf einem Lentikularträgersubstrat **13** bereitgestellt, ebenso eine Barrierestruktur **7** auf einem Barrieresubstrat **8**. Ferner wird eine Bildwiedergabeeinheit **1** bereitgestellt. Die Bildwiedergabeeinheit **1** kann bereits mit einem Deckglas **2** versehen sein. Die Positionierung der Barrierestruktur **7** und der Lentikularscheibe **4** zueinander kann auf verschiedene Weise erfolgen.

[0054] Eine Möglichkeit besteht darin, das Lentikularträgersubstrat **13** mit Markierungen **14** und das Barriereträgersubstrat mit Markierungen **15** zu versehen. Dazu werden beide Substrate **13** und **8** etwas größer dimensioniert als die auf Ihnen befindlichen, optisch wirksamen Strukturen. Dies ist beispielhaft in [Fig. 5](#) dargestellt. Barriereträgersubstrat **8** und Lentikularträgersubstrat **13** werden dann durch Verschieben oder Verdrehen aneinander ausgerichtet, so daß die Markierungen deckungsgleich zu liegen kommen.

[0055] Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Barrierestruktur **7** und die Lentikularscheibe übereinander zu positionieren – wobei die Positionierung entsprechend dem später vorzunehmenden Einbau erfolgen sollte, in bezug auf die Anordnung der Barrierestruktur **7** vor oder hinter der Lentikularscheibe **4** bezüglich der Blickrichtung des Betrachters **3**. Von der Seite des Barriereträgersubstrates **8**, welches der Bildwiedergabeeinheit **1** gegenüber liegt –

bzw. von der entsprechenden Seite des Lentikularträgersubstrats **13** oder der Lentikularscheibe **4** – werden beide Komponenten mit Licht durchleuchtet, anschließend werden Barrierestruktur **7** und Lentikularscheibe **4** gegeneinander so verschoben und/oder verdreht, bis ein zu beobachtendes Muster korrekt dargestellt wird. Da die Strukturen fast genau zueinander passen, werden Helligkeitsmodulationen sichtbar, sogenannte helle oder dunkle Moiré-Streifen. Anhand dieser Streifen können beide Strukturen zueinander justiert werden. Die Justierung ist dann korrekt, wenn über die gesamte Strukturfläche entweder im wesentlichen eine komplett weiße bzw. transparente Fläche, oder aber eine im wesentlichen komplett schwarze bzw. opake Fläche erscheint. Dies trifft allerdings nur dann zu, wenn die Perioden der Barrierestruktur **7** und der Trennungsbereiche **6** übereinstimmt sowie der Betrachtungsabstand korrekt ist.

[0056] Außerdem ist es auch möglich, die beiden Substrate **8** und **13** bzw. die Barrierestruktur **7** und die Lentikularscheibe **4** auf der Bildwiedergabeeinheit **1** zu positionieren und ein entsprechend auf die Lentikularscheibe **4** abgestimmtes Testbild darzustellen, welches bevorzugt aus zwei Ansichten besteht. Die eine der beiden Ansichten ist in einer einzigen Farbe, beispielsweise rot, blau oder grün gehalten und die andere Ansicht ausschließlich in schwarz. Beide Substrate **13** und **8** werden dann mit Licht, welches bei Darstellung des Testbildes von der Bildwiedergabeeinheit **1** abgestrahlt wird, durchleuchtet. In diesem Fall werden keine hellen oder dunklen Moiré-Streifen erzeugt, sondern ganze, durchgängige Farbmoiré-Streifen. Die Ausrichtung ist dann korrekt, wenn es nur ganze, durchgängige Farbmoiréstreifen gibt. Eine nicht deckungsgleiche Ausrichtung der beiden Strukturen würde innerhalb eines Moiréstreifens zu einer Aufspaltung in zwei Streifen führen, die je nach Verdrehungswinkel parallel oder verdreht zueinander sein können. Sollte dies der Fall sein, muß eine Ausrichtung, d. h. eine Verschiebung oder Verdrehung erfolgen, bis beide Strukturen korrekt zueinander ausgerichtet sind, d. h. nur noch einheitliche Farbmoiréstreifen zu sehen sind.

[0057] Hier, wie in den anderen Fällen, können nach der Justierung beide Substrate **8** und **13** miteinander beispielsweise durch Klebstoff oder unter Lichteinwirkung aushärtenden Monomeren dauerhaft fixiert und miteinander verbunden werden.

[0058] Die Ausrichtung kann dabei schon mit dem bloßen Auge erfolgen, oder aber auch beispielsweise mit Hilfe eines Mikroskops. Wird die Ausrichtung mit Hilfe eines Mikroskops vorgenommen, werden die beiden Substrate vorzugsweise im Durchlicht von einer weißen Lichtquelle beleuchtet. Die Trennungsbereiche **6** und die Barrierestreifen der Barrierestruktur **7** sind in der Regel schon mit einer etwa fünfzigfachen Vergrößerung sichtbar. Um eine deckungsglei-

che Überlagerung zu erreichen, sollten mindestens zwei volle Perioden sichtbar sein. Die opaken Streifen der Barrierestruktur **7** müssen bei erfolgreicher Ausrichtung exakt die Trennungsbereiche **6** abdecken, also nicht verdreht oder parallel daneben liegen.

[0059] Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Ausrichtung mit Hilfe von Markierungen und – oder Moiré-Mustern mit mikroskopischer Hilfe vorzunehmen. Besonders bevorzugt ist die Verwendung einer mikroskopisch abbildenden Optik zusammen mit einer digitalen Kamera mit ausreichend hoher Auflösung. Wird das Bild auf einem Bildschirm dargestellt, so kann ein Bediener die Ausrichtung unter Umständen einfacher vornehmen, als wenn die ganze Zeit durch das Okular geblickt werden müßte. Die Kamera bzw. der entsprechende Sensorchip – beispielsweise ein CCD- oder ein CMOS-Chip – kann auch direkt mit einer Auswerteeinheit verbunden sein, auf der Bildverarbeitungs- und Steuerungsalgorithmen implementiert sind, mit deren Hilfe das Bild ausgewertet und entsprechende Steuerungsbefehle zur automatischen Positionierung der beiden Substrate **8** und **13** gegeneinander abgesetzt werden, die von Roboterarmen oder anderen Positionierungswerkzeugen umgesetzt werden können.

[0060] Während sich die Herstellung von Lentikularscheiben mittels klassischer Methoden auf Basis von Diamantwerkzeugen und Nickelformen zur Replikation nur bei sehr großen Stückzahlen lohnt, bildet die Herstellung von Lentikularscheiben auf Basis von unter Lichteinwirkung aushärtenden Kunststoffen bei entsprechender Belichtung bei kleinen und mittleren Stückzahlen im Bereich von wenigen 10 bis zu einigen 100 Lentikularscheiben eine Alternative. Dabei wird eine noch flüssige Kunststoffschicht aus einem bei Energieeintrag aushärtenden, transparenten Kunststoff auf ein Substrat in entsprechend ausreichender Dicke von beispielsweise 100 µm auf ein Substrat wie Glas oder eine dicke Folie gleichmäßig aufgebracht. Anschließend erfolgt ein Energieeintrag in den Kunststoff, beispielsweise eine Belichtung mit UV-Licht, wobei die Menge der je Zeiteinheit einzutragenden Energie örtlich und/oder zeitlich differenziert vorgegeben wird, beispielsweise mit Hilfe von einer oder mehreren Belichtungsmasken und Beleuchtung mit verschiedenen Wellenlängen. Nach Abschluß des Energieeintrags sind an unterschiedlichen Orten der Oberfläche der Kunststoffschicht unterschiedliche Mengen an ausgehärtetem und noch nicht ausgehärtetem Kunststoff vorhanden. An den belichteten Stellen wird das lichtempfindliche Material auf dem Substrat fest, ein lichtempfindliches Monomer beispielsweise polymerisiert, es härtet aus. An den unbelichteten Stellen bleibt das Monomer dagegen weiterhin zähflüssig und flexibel, an diese Stellen wird es beispielsweise durch Auswaschen entfernt.

[0061] Durch die Steuerung der Belichtung kann die auszubildende Struktur so angelegt werden, daß sie eine gewünschte Oberflächenstruktur, beispielsweise eine lentikulare Form annimmt. Dies ist beispielhaft in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) dargestellt. Hierbei wird eine auf einem Substrat **16** befindliche Kunststoffschicht **17** durch eine zur Kunststoffschicht **17** beabstandete Belichtungsmaske **18** mit Licht bestrahlt. Während die Kunststoffschicht **17** in [Fig. 6](#) mit parallelem Licht bestrahlt wird, wird sie bei dem Regime, welches in [Fig. 7](#) gezeigt ist, mit divergentem Licht bestrahlt. Die entsprechenden, aushärtenden Bereiche sind innerhalb der Kunststoffschicht **17** durch die Striche dargestellt. Als Belichtungsmaske kann beispielsweise ein photographischer Film entsprechender Größe verwendet werden, wie er beispielsweise in einer Laserbelichtungsanlage zur Erzeugung hochgenauer Leiterplatten verwendet wird. Dabei ist es durchaus möglich, während des Belichtungsprozesses die Masken auszuwechseln, einige Stellen an den Masken zu sperren, andere durchlässig zu schalten, sowie die Beleuchtungseigenschaften zu verändern, um die gewünschte Lentikularscheibe **4** mit Lentikularbereichen **5** und Trennungsbereichen **6** zu erzeugen.

[0062] Auch dieses Verfahren ist noch relativ aufwendig und eignet sich nur für kleine Serien. Für Serien mittlerer Stückzahl ist es daher vorteilhaft, wenn mittels der Belichtungstechnik nicht direkt eine Positivform, also die Lentikularscheibe **4** selbst, erzeugt wird, sondern zunächst eine Negativform **19**, wie sie beispielhaft in [Fig. 8](#) gezeigt ist. Anhand dieser Negativform lassen sich dann beliebig viele Positivformen, d. h. Lentikularscheiben **4** herstellen, indem diese Negativform einfach zum Abformen von Lentikularen verwendet wird.

[0063] Die Negativform kann dann als Formeinsatz verwendet werden, so daß die entsprechende Lentikularscheibe **4** nur gegossen wird; es ist aber auch möglich, die Lentikularscheiben **4** wiederum auf Basis von unter Lichteinwirkung aushärtenden Kunststoffen zu erzeugen. Falls Material verwendet wird, welches sich bei der Herstellung der Lentikularscheibe bzw. der Positivform mit der Negativform verbinden würde, insbesondere vor oder während des Aushärtungsprozesses, wird die Negativform bevorzugt mit einer dünnen, nicht gezeigten Trennschicht versehen. Diese muß so dünn sein, in der Regel weniger als 0,1 mm, daß die optischen Eigenschaften der Lentikularstruktur nicht beeinträchtigt werden.

[0064] Mittels den vorangehend beschriebenen Verfahren lassen sich preisgünstig die ebenfalls vorangehend beschriebenen Vorrichtungen zur räumlichen Darstellung herstellen, die insbesondere für den Bereich mittlerer Stückzahlen geeignet sind, da ihre Herstellung nicht allzu hohe Kosten verursacht, und die

zudem eine sehr gute Qualität des räumlichen Seheindrucks liefern.

Bezugszeichenliste

1	Bildwiedergabeeinheit
2	Deckglas
3	Betrachter
4	Lentikularscheibe
5	Lentikularbereich
6	Trennungsbereich
7	Barrierestruktur
8	Barriereträgersubstrat
9	Luftschicht
10	Barrierestruktur
11	Abdeckung
12	Barrierestruktur
13	Lentikularträgersubstrat
14, 15	Markierungen
16	Substrat
17	Kunststoffschicht
18	Belichtungsmaske
19	Negativform

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

- DE 102009019762 [[0002](#), [0005](#), [0027](#)]
- DE 102007049238 A1 [[0004](#), [0004](#)]
- DE 102009019761 [[0014](#)]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur räumlichen Darstellung, umfassend

- eine Bildwiedergabeeinheit (1) mit Bildelementen $x(i, j)$, die in einem Raster mit Zeilen (j) und Spalten (i) angeordnet sind, und auf denen Informationen von mindestens zwei Ansichten $A(k)$ mit $k = 2, \dots, N$ und N einer natürlichen Zahl darstellbar sind,
- eine in Blickrichtung eines Betrachters (3) davor angeordnete Lentikularscheibe (4) mit entlang einer Hauptrichtung nebeneinander, einander abwechselnd und periodisch angeordneten Lentikular- (5) und Trennungsbereichen (6), wobei mittels der Lentikularbereiche (5) Lichtausbreitungsrichtungen für von den Bildelementen $x(i, j)$ kommendes Licht vorgegeben sind, wodurch der Betrachter (3) von einer Vielzahl von Betrachtungspositionen vor dem Raster aus Bildelementen $x(i, j)$ jeweils mit einem Auge mindestens überwiegend eine erste Auswahl aus den Ansichten $A(k)$ und mit dem anderen Auge mindestens überwiegend eine zweite Auswahl aus den Ansichten $A(k)$ sieht und für den Betrachter (3) somit ein räumlicher Seheindruck entsteht,
- eine in Blickrichtung des Betrachters (3) vor der Bildwiedergabeeinheit (1) angeordnete optische Barrierestruktur (2) zur Verbesserung des räumlichen Seheindrucks,
- **dadurch gekennzeichnet**, daß
- die Barrierestruktur (7) aus nebeneinander, vor oder hinter der Lentikularscheibe (4) angeordneten Opakbereichen mit der Wirkung einer streifenförmigen Barriere besteht,
- wobei jeder Opakbereich jeweils einen Trennungsbereich (6) mindestens teilweise abdeckt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in bezug auf die Hauptrichtung laterale Ausdehnung eines jeden Opakbereichs in Abhängigkeit von seiner Position relativ zu dem von dem Opakbereich abzudeckenden Trennungsbereich (6) festgelegt ist.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Periode der Lentikularbereiche (5) in Abhängigkeit von einer lateralen Ausdehnung der Bildelemente $x(i, j)$ gewählt ist und/oder die Lentikularscheibe (4) um einem vorgegebenen Winkel zum Raster aus Bildelementen $x(i, j)$ verdreht angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lentikularscheibe (4) auf ihrer dem Betrachter (3) zugewandten Seite eine Entspiegelungsschicht aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrierestruktur als streifenförmige Filterstruktur, bevorzugt als photographischer Film, ausgebildet ist, wobei die Barriere-

restruktur (7) vorzugsweise auf einem Barriereträger-substrat (8), vorzugsweise zwischen der Bildwiedergabeeinheit (1) und der Lentikularscheibe (4), aufgebracht ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lentikularscheibe (4) auf einem Lentikularträgersubstrat (13) aufgebracht ist, bevorzugt auf einem Lentikularträgersubstrat (13), welches auf seiner der Bildwiedergabeeinheit (1) zugewandten Seite eine Entspiegelungsschicht aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, sofern rückbezogen auf Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Barriereträgersubstrat (8) und Lentikularträgersubstrat (13) mit Ausrichtungsmarkierungen (14, 15) zur Ausrichtung der Lentikularscheibe (4) und der Barrierestruktur (7) zueinander versehen sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lentikularscheibe (4) auf das Barriereträgersubstrat (8) aufgebracht ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß aus Richtung eines Betrachters (3) vor der Lentikularscheibe (4) eine transparente Abdeckung (11) angeordnet ist, auf deren dem Betrachter (3) abgewandter Seite die Barrierestruktur (12) aufgebracht ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen Abdeckung (11) und Lentikularscheibe (4) eine optisch wirksame Flüssigkeit befindet, deren optische Eigenschaften, bevorzugt der Brechungsindex, durch Energieeintrag manipulierbar sind, wodurch die Vorrichtung zwischen zweidimensionaler und räumlicher Darstellung umschaltbar ist.

11. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur räumlichen Darstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, umfassend die folgenden Schritte:

- Bereitstellen einer Lentikularscheibe (4) auf einem Lentikularträgersubstrat (13),
- Bereitstellen einer Barrierestruktur (7) auf einem Barriereträgersubstrat (8),
- Bereitstellen einer Bildwiedergabeeinheit (1),
- Positionierung der Barrierestruktur (7) relativ zur Lentikularscheibe (4),
- Positionierung und Fixierung der Barrierestruktur (7) und der Lentikularscheibe (4) auf der Bildwiedergabeeinheit (1),
- dadurch gekennzeichnet, daß
- bei der Positionierung der Barrierestruktur (7) relativ zur Lentikularscheibe (4) diese zueinander ausgerichtet werden, indem das Lentikular- (13) und das Barriereträgersubstrat (8) an vorgegebenen Positionen mit Markierungen (14, 15) versehen werden und bei der Positionierung der Barrierestruktur (7) relativ

zur Lentikularscheibe (4) die Markierungen (14, 15) aneinander ausgerichtet werden.

rend des Aushärteprozesses ansonsten verbinden würde.

12. Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Positionierung der Barrierestruktur (7) relativ zur Lentikularscheibe (4) diese zueinander ausgerichtet werden, indem sie übereinander positioniert und von der Seite des Barriereträgersubstrats (8), welches der Bildwiedergabeeinheit (1) gegenüberliegt, mit Licht durchleuchtet werden und beide Substrate gegeneinander verschoben und/oder verdreht werden, bis ein zu beobachtendes Muster korrekt dargestellt wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß beide Substrate (8, 13) auf der Bildwiedergabeeinheit (1) positioniert werden, ein in bezug auf die Lentikularscheibe (4) abgestimmtes Testbild, bevorzugt aus zwei Ansichten, von denen die eine ausschließlich rot, blau oder grün ist und die andere ausschließlich schwarz, auf der Bildwiedergabeeinheit (1) dargestellt wird, und die beiden Substrate (8, 13) mit Licht, welches bei Darstellung des Testbildes von der Bildwiedergabeeinheit (1) abgestrahlt wird, durchleuchtet werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausrichtung mit Hilfe einer mikroskopisch abbildenden Optik, bevorzugt mittels Bildverarbeitungs- und Steuerungsalgorithmen automatisch, erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß zur Herstellung der Lentikularscheibe (4) eine Negativform (19) erzeugt wird, indem eine noch flüssige Kunststoffschicht (17) aus einem bei Energieeintrag aushärtenden, transparenten Kunststoff auf ein Substrat (16) aufgebracht wird, und Energie in den Kunststoff eingetragen wird, wobei die Menge der je Zeiteinheit einzutragenden Energie örtlich und/oder zeitlich differenziert vorgegeben wird, so daß nach Abschluß des Energieeintrags an unterschiedlichen Orten der Oberfläche der Kunststoffschicht (17) unterschiedliche Mengen an ausgehärtetem und noch nicht ausgehärtetem Kunststoff vorhanden sind und der noch nicht ausgehärtete Kunststoff entfernt wird, und
– die Negativform (19) mit einem transparenten, noch flüssigen Material befüllt wird, dieses Material zur vollständigen Aushärtung gebracht und anschließend von der Negativform (19) getrennt wird, wobei die sich ergebende Positivform der Lentikularscheibe (4) entspricht.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Negativform (19) mit einer Trennschicht bezogen wird, falls Material verwendet wird, welches sich mit der Negativform (19) vor oder wäh-

Anhängende Zeichnungen

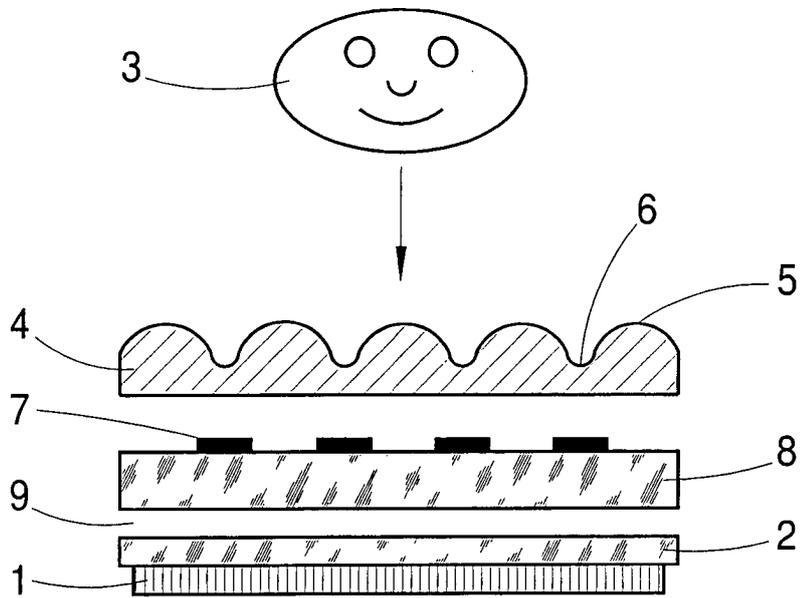


Fig.1

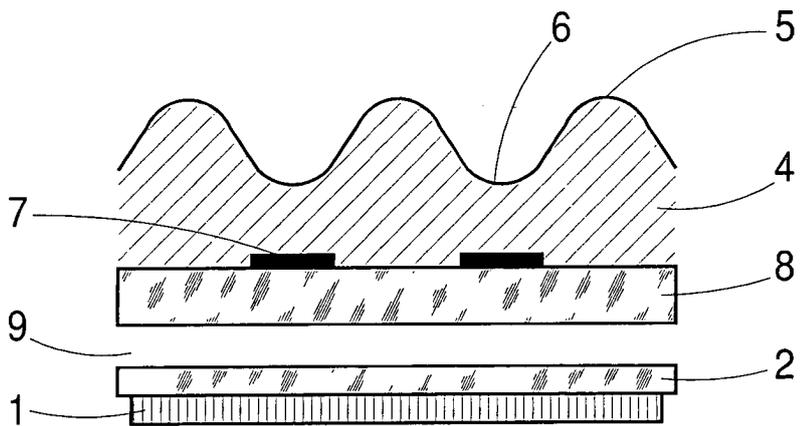


Fig.2

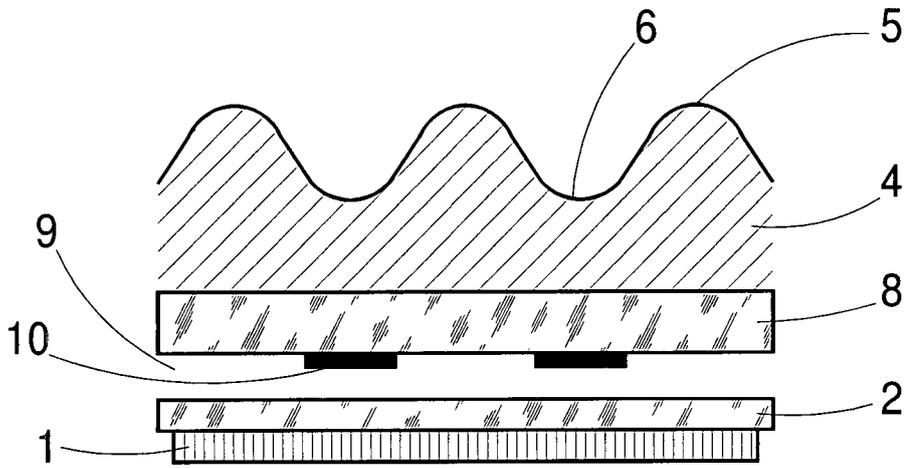


Fig.3

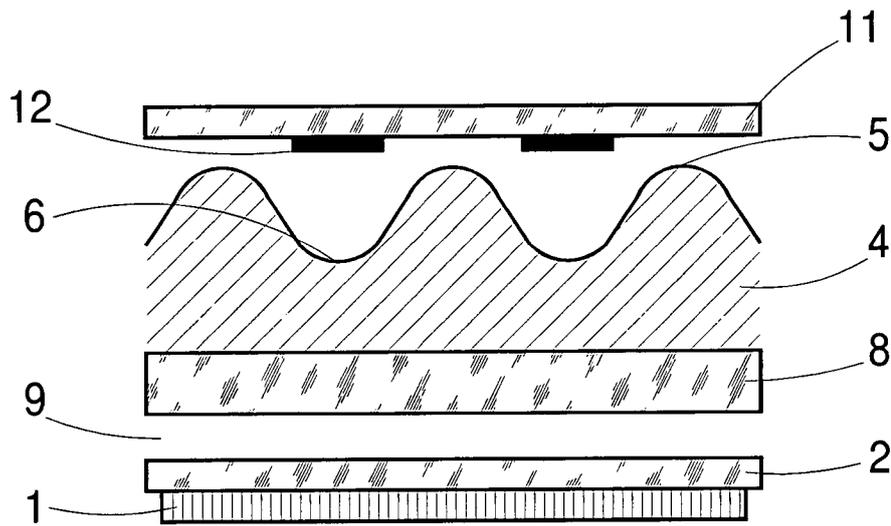


Fig.4

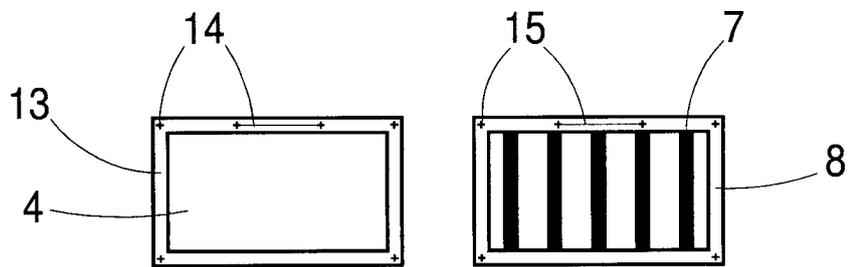


Fig.5

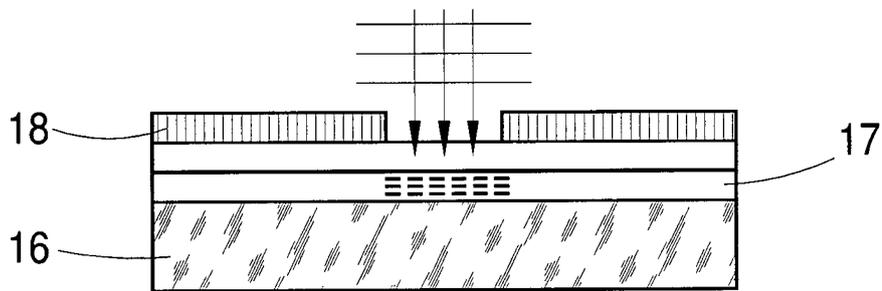


Fig.6

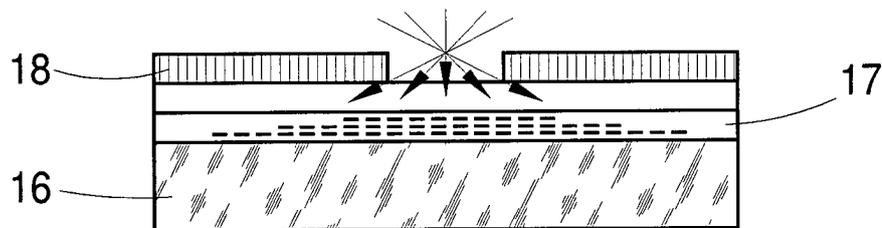


Fig.7

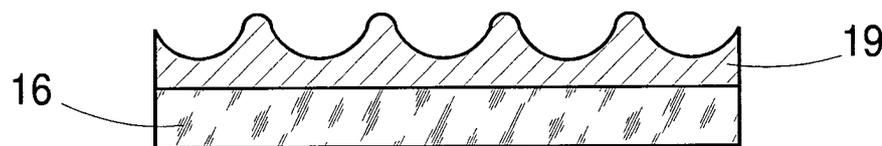


Fig.8