

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21)	Anmeldenummer:	A 9354/2016	(51)	Int. Cl.:	<b>B42D 25/29</b>	(2014.01)
(86)	PCT-Anmeldenummer:	PCT/AU16050763			<b>B42D 25/30</b>	(2014.01)
(22)	Anmeldetag:	18.08.2016			<b>G07D 7/06</b>	(2006.01)
(43)	Veröffentlicht am:	15.05.2018				

(30) Priorität:  
18.08.2015 AU 2015101129 beansprucht.  
18.08.2015 AU 2015903337 beansprucht.

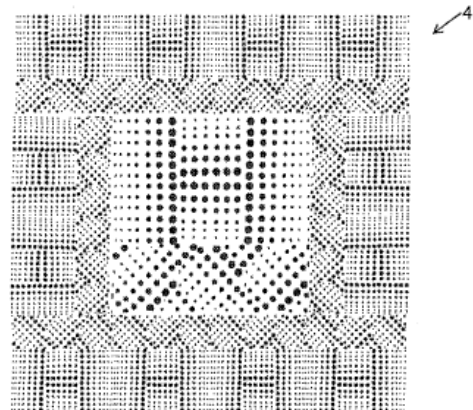
(71) Patentanmelder:  
CCL Secure Pty Ltd  
3064 Craigieburn (AU)

(72) Erfinder:  
Lee Robert Arthur  
3064 Craigieburn (AU)  
Power Gary Fairless  
3064 Craigieburn (AU)

(74) Vertreter:  
Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH  
1010 Wien (AT)

(54) **Optische Vorrichtung mit einer optischen Anordnung**

(57) Eine optische Vorrichtung, vorzugsweise zum Gebrauch in Sicherheitsvorrichtungen und -dokumenten, umfassend eine Anordnung von wellenlängenabhängigen, optische Phasen, und optional Amplituden, modifizierenden, optischen Elementen auf einer ersten Oberfläche eines Substrats, wobei jedes der optischen Elemente in der Form einer optischen Antenne ist und zum Erzeugen einer lokalen Phasenänderung auf reflektierte und/oder durchgelassene elektromagnetische Wellen konfiguriert ist, wobei die Anordnung derart konfiguriert ist, dass die kombinierte Wirkung von jedem der optischen Elemente einen vordefinierten optischen Effekt auf Reflektion und/oder Durchlass erzeugt, der von einem Betrachter beobachtet werden kann, wenn die Anordnung durch eine externe elektromagnetische Quelle beleuchtet wird.



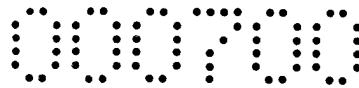
Figur 7b



### Zusammenfassung:

Eine optische Vorrichtung, vorzugsweise zum Gebrauch in Sicherheitsvorrichtungen und -dokumenten, umfassend eine Anordnung von wellenlängenabhängigen, optische Phasen, und optional Amplituden, modifizierenden, optischen Elementen auf einer ersten Oberfläche eines Substrats, wobei jedes der optischen Elemente in der Form einer optischen Antenne ist und zum Erzeugen einer lokalen Phasenänderung auf reflektierte und/oder durchgelassene elektromagnetische Wellen konfiguriert ist, wobei die Anordnung derart konfiguriert ist, dass die kombinierte Wirkung von jedem der optischen Elemente einen vordefinierten optischen Effekt auf Reflektion und/oder Durchlass erzeugt, der von einem Betrachter beobachtet werden kann, wenn die Anordnung durch eine externe elektromagnetische Quelle beleuchtet wird.

Fig. 7b



## Gebiet der Erfindung

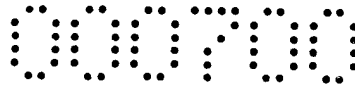
[0001] Die Erfindung betrifft im Allgemeinen optische Vorrichtungen, insbesondere jene zum Gebrauch beim Versehen von Dokumenten mit Sicherheit.

## Allgemeiner Stand der Technik

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass verschiedene Arten von optischen Mikrostrukturen oder optisch variablen Vorrichtungen (OVDs) zum Schützen von wertvollen Dokumenten, wie etwa Banknoten, vor Fälschung benutzt werden können. Derartige optische Mikrostrukturtechnologien beinhalten diffraktive Vorrichtungen, wie etwa Hologramme, Kinegrams® und Exelgrams® und verschiedene andere, geschützte Technologien dieser Art.

[0003] Es hat sich jedoch herausgestellt, dass im Verlauf der Technologieentwicklung manche Arten von diffraktiven OVDs, wie etwa Hologramme, nun unter Verwendung von handelsüblichen, serienmäßig produzierten Holografiesystemen, wie etwa Punktmatrixsystemen, simuliert oder kopiert werden können. Es wurde von Sicherheitsdruckern starkes Interesse daran geäußert, alternative optische Technologien zu suchen, für die es Fälschern schwerer, wenn nicht unmöglich gemacht wird, diese unter Benutzung von gegenwärtigen Technologien zufriedenstellend nachzuahmen.

[0004] Zu alternativen Technologien, die im Bestreben entwickelt wurden, den Fälschern die Möglichkeit zu nehmen, optische Effekte zufriedenstellend nachzubilden, gehören auf Mikrospiegel und Mikrolinse basierende optische

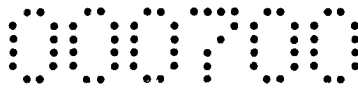


Effekte. Es bestehen jedoch gewisse Schwierigkeiten beim Versuch, diese Mikrospiegel-, Mikroprisma- oder Mikrolinsen-Arraytechnologien herzustellen. Diese Schwierigkeiten betreffen die Genauigkeit, auf die derartige mikrooptische Elementarrays hergestellt werden können, um Lichtstrahlrichtungsänderungen mit genügender Präzision zu erzeugen.

[0005] Außerdem erfordern diese Mikrospiegel- und Mikrolinsenarrays genügende Substratstärke zum Ausbilden von optischen Elementen. Diese Stärke zieht häufig Probleme beim Stapeln von Dokumenten (insbesondere Banknoten) nach sich. Obgleich jede einzelne Banknote eine OVD-Struktur umfassen kann, die über Zehnereinheiten von Mikrometern über der Oberfläche der Note verläuft, bewirkt, wenn eine große Anzahl von Banknoten aufeinandergestapelt wird, der kumulative Effekt der OVD-Strukturen Stapelprobleme (sogenannte „Profilprobleme“).

#### KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Angesichts dessen ist gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung eine optische Vorrichtung vorgesehen, die eine Anordnung von wellenlängenabhängigen, optische Phasen modifizierenden, optischen Elementen auf einer ersten Oberfläche eines Substrats umfasst, wobei jedes der optischen Elemente in der Form einer optischen Antenne ist und zum Erzeugen einer lokalen Phasen- und/oder Amplitudenänderung auf reflektierte und/oder durchgelassene elektromagnetische Wellen konfiguriert ist, wobei die Anordnung derart konfiguriert ist, dass die kombinierte Aktion von jedem der wellenlängenabhängigen, optische Phasen modifizierenden, optischen Elemente einen



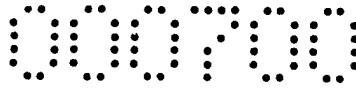
3

vordefinierten optischen Effekt auf Reflektion und/oder Durchlass erzeugt, der von einem Betrachter beobachtet werden kann, wenn die Anordnung durch eine externe elektromagnetische Quelle beleuchtet wird.

[0007] Typischerweise ist die elektromagnetische Quelle eine sichtbare Lichtquelle. Die Betrachtung kann vom bloßen Auge erfolgen. Vorzugsweise ist der beobachtete optische Effekt ein Bild, das dazu konfiguriert ist, sich bei wechselndem Betrachtungswinkel und/oder wechselndem Beleuchtungswinkel in Form und/oder Farbe zu verändern.

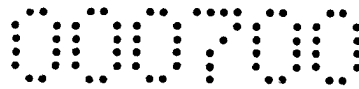
[0008] Vorzugsweise ist jedes der optischen Elemente außerdem ein wellenlängenabhängiges, optikamplitudenmodifizierendes, optisches Element.

[0009] In einer Ausführungsform umfasst die optische Vorrichtung ferner mehrere Pixelelemente, wobei jedes Pixelelement mehrere wellenlängenabhängige, optische Phasen modifizierende, optische Elemente umfasst, wobei jedes optische Element zum Bewirken einer vordefinierten lokalen Phasenmodulation von einfallenden elektromagnetischen Wellen konfiguriert ist, sodass die kombinierte Phasenmodulation der optischen Elemente innerhalb eines Pixelelements eine kennzeichnende Interaktion mit der einfallenden elektromagnetischen Welle im Bereich des Pixelelements bewirkt. Jedes Pixelelement kann ein Maximalausmaß in zumindest einer Dimension von 100 Mikrometern aufweisen. Optional ist jedes Pixelelement zum Vorsehen eines Fokussierungseffekts entsprechend der Änderung der Ausbreitung der einfallenden elektromagnetischen Welle konfiguriert, wobei beispielsweise der Fokussierungseffekt für jedes



Pixelelement zum Nachahmen einer lichtbrechenden zylindrischen oder kugelförmigen Mikrolinse konfiguriert ist. Alternativ kann jedes Pixelelement zum Vorsehen einer Änderung der Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle konfiguriert sein, beispielsweise wobei jedes Pixelelement zum Vorsehen einer Änderung der Ausbreitungsrichtung konfiguriert ist, die ein lichtbrechendes Mikroprisma oder einen Mikrospiegel imitiert.

[0010] Die optischen Elemente können in der Form von zweigliedrigen Stäben sein (beispielsweise eine „V“- , „L“- oder „I“-Form aufweisen). In diesem Fall kann jedes optische Element in jeglichem vorgegebenen Winkel bezüglich einer Achse gedreht werden, die senkrecht zur Oberfläche der Vorrichtung steht. Alternativ können die optischen Elemente in der Form von Quadraten, Kreisen, Ellipsen, Rechtecken oder jeglichen Vielecks sein. Die optischen Antennen können in der Form von optischen dielektrischen Resonatorantennen (DRA) mit zylindrischer oder Pillendosenform sein, wobei vorzugsweise jedes optische Element einen vorgegebenen Durchmesser aufweist, der auf Grundlage der erforderlichen Phasen- oder Amplitudenänderung für das optische Element ausgewählt wird. Alternativ sind die optischen Elemente in der Form von quadratischen oder rechteckigen kastenförmigen Strukturen, wobei vorzugsweise jedes optische Element zumindest eine vorgegebene Länge aufweist, die auf Grundlage der erforderlichen Phasen- oder Amplitudenänderung für das optische Element ausgewählt wird.



[0011] Typischerweise kann das maximale Oberflächenmaß von jedem wellenlängenabhängigen, optische Phasen modifizierenden, optischen Element in zumindest einer Dimension weniger als 10 Mikrometer betragen. Vorzugsweise erstreckt sich jedes optische Element um nicht mehr als 1 Mikrometer von der Oberfläche des Substrats.

[0012] Vorzugsweise beinhaltet der vordefinierte optische Effekt ein Bild, das für das bloße Auge über oder unter einer ersten Oberfläche des Substrats zu liegen scheint.

[0013] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung ist eine doppelschichtige optische Vorrichtung vorgesehen, umfassend eine erste optische Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt und eine zweite optische Vorrichtung gemäß dem ersten Aspekt, die gegenüber der ersten optischen Vorrichtung, vorzugsweise beabstandet, angeordnet ist, wobei das Bild, das beim Blicken durch die erste optische Vorrichtung auf die zweite optische Vorrichtung beobachtet wird, ein zusammengesetztes Bild ist.

[0014] Vorzugsweise sind die wellenlängenabhängigen, optische Phasen modifizierenden, optischen Elemente aus einer aufgeprägten und gehärteten strahlungshärtenden Farbe, die auf die erste Oberfläche aufgebracht ist, ausgebildet oder aus einem direkt aufgeprägten Substrat ausgebildet, wobei vorzugsweise das Substrat ein Polymersubstrat ist.

[0015] Optional ist die optische Vorrichtung in ein Dokument, wie etwa eine Banknote oder ein Scheck,



eingegliedert, vorzugsweise an einem Dokumentsubstrat des Dokuments angebracht oder direkt darauf ausgebildet.

[0016] Gemäß wiederum einem anderen Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen der optischen Vorrichtung des ersten Aspekts vorgesehen, die folgenden Schritte beinhaltend: Vorsehen einer Unterlegplatte mit einem umgekehrten Profil zu einem erforderlichen Profil der Anordnung von optischen Elementen; Aufbringen einer strahlungshärtenden Farbe auf eine Oberfläche eines Substrats, vorzugsweise eines transparenten Substrats; Aufprägen der strahlungshärtenden Farbe mit der Unterlegplatte; und Härten der strahlungshärtenden Farbe, wodurch die Anordnung von optischen Elementen ausgebildet wird.

[0017] Vorteilhafterweise bietet die vorliegende Erfindung einen neuartigen Ansatz für die Gestaltung von optisch variablen Mikro- und Nanostrukturen. Beispielsweise kann die kumulative Phasenänderung, die aus den kombinierten Interaktionen von mehreren optischen Elementen resultiert, gleichartige Interaktionen mit einer eintretenden Lichtwelle zu jenen erzeugen, die durch Mikrospiegel, Mikroprismen und Mikrolinsen erzeugt werden, welche auf dem Gebiet von optischen Sicherheitsvorrichtungen bekannt sind. Die optischen Elemente weisen günstigerweise ein relativ kleines Oberflächenprofil auf, insbesondere im Vergleich zu den obengenannten Strukturen, die auf dem Gebiet von optischen Sicherheitsstrukturen bekannt sind, während sie gleichartige optische Effekte vorsehen.





[0018] Ebenfalls vorteilhafterweise weisen die optischen Elemente typischerweise eine kleinere Grundfläche als herkömmliche Mikrospiegel, Mikroprismen und Mikrolinsen auf, wodurch eine erhöhte Auflösungs-fokussierung oder Reflexionsfähigkeit im Vergleich zu diesen herkömmlichen Technologien ermöglicht wird.

#### *Sicherheitsdokument oder Token*

[0019] Wie hierin verwendet, beinhaltet der Begriff Sicherheitsdokumente und Token alle Arten von Dokumenten und Token von Wert- und Identifikationsdokumenten, darunter u.a. die folgenden: Währungselemente, wie etwa Banknoten und Münzen, Kreditkarten, Schecks, Pässe, Identitätskarten, Wertpapier- und Aktienzertifikate, Führerscheine, Eigentumsurkunden, Reisedokumente, wie etwa Flug- oder Bahntickets, Eintrittskarten und -tickets, Geburts-, Sterbe- und Heiratsurkunden und Studiennachweise.

[0020] Die Erfindung ist insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, auf Sicherheitsdokumente oder Token, wie etwa Banknoten, oder Identifikationsdokumente, wie etwa Identitätskarten oder Pässe, anwendbar, die aus einem Substrat ausgebildet sind, auf das eine oder mehrere Druckschichten aufgebracht sind. Die hierin beschriebenen diffraktiven Gitter und optisch variablen Vorrichtungen können außerdem bei anderen Produkten, wie etwa Verpackungen, Anwendung finden.

#### *Sicherheitsvorrichtung oder -merkmal*

[0021] Wie hierin verwendet, beinhaltet der Begriff Sicherheitsvorrichtung oder -merkmal jegliche/s einer großen Anzahl von Sicherheitsvorrichtungen, -elementen oder -merkmalen, die das Sicherheitsdokument oder Token vor



Fälschung, Kopieren, Änderung oder Verfälschung schützen sollen. Sicherheitsvorrichtung und -merkmale können in oder auf dem Substrat des Sicherheitsdokuments oder in oder auf einer oder mehreren Schichten, die auf dem Basissubstrat aufgebracht sind, vorgesehen sein und können vielerlei verschiedene Formen annehmen, wie etwa Sicherheitsfäden, die in Schichten des Sicherheitsdokuments eingelassen sind; Sicherheitsfarben, wie etwa fluoreszierende, lumineszierende und phosphoreszierende Farben, Metallfarben, irisierende Farben, photochrome, thermochromische, hydrochrome oder piezochrome Farben; gedruckte und aufgeprägte Merkmale, darunter Reliefstrukturen; Interferenzschichten; Flüssigkristallvorrichtungen; Linsen und linsenförmige Strukturen; optisch variable Vorrichtungen (OVDs), wie etwa diffraktive Vorrichtungen, darunter Diffraktionsgitter, Hologramme und diffraktive optische Elemente (DOEs).

#### *Substrat*

[0022] Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff Substrat auf das Basismaterial, aus dem das Sicherheitsdokument oder Token ausgebildet ist. Das Basismaterial kann Papier oder anderes Fasermaterial, wie etwa Zellulose, ein Kunststoff- oder Polymermaterial, darunter u.a. Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polycarbonat (PC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylenterephthalat (PET), biaxialorientiertes Polypropylen (BOPP), oder ein Verbundmaterial aus zwei oder mehr Materialien, wie etwa ein Laminat aus Papier und zumindest einem Kunststoffmaterial oder aus zwei oder mehr Polymermaterialien, sein.

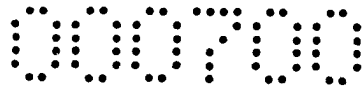


### *Transparente Fenster und Halbfenster*

[0023] Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff Fenster auf einen transparenten oder durchscheinenden Bereich im Sicherheitsdokument im Vergleich zur im Wesentlichen undurchsichtigen Region, auf die Drucken angewendet wird. Das Fenster kann völlig transparent sein, sodass es den Durchlass von Licht im Wesentlichen unbeeinflusst ermöglicht, oder es kann teilweise transparent oder durchscheinend sein und den Durchlass von Licht teilweise ermöglichen, ohne jedoch zu ermöglichen, dass Objekte deutlich durch den Fensterbereich zu erkennen sind.

[0024] Ein Fensterbereich kann in einem Polymersicherheitsdokument, das zumindest eine Schicht aus transparentem Polymermaterial und eine oder mehr trübende Schichten aufweist, die auf zumindest eine Seite eines transparenten Polymersubstrats aufgebracht sind, durch Auslassen von zumindest einer trübenden Schicht in der Region, die den Fensterbereich ausbildet, ausgebildet werden. Wenn trübende Schichten auf beiden Seiten eines transparenten Substrats aufgebracht sind, kann ein völlig transparentes Fenster durch Auslassen der trübenden Schichten auf beiden Seiten des transparenten Substrats im Fensterbereich ausgebildet sein.

[0025] Ein teilweise transparenter oder durchscheinender Bereich, im Folgenden als „Halbfenster“ bezeichnet, kann in einem Polymersicherheitsdokument, das trübende Schichten auf beiden Seiten aufweist, durch Auslassen der trübenden Schichten nur auf einer Seite des Sicherheitsdokuments im Fensterbereich ausgebildet sein, sodass das „Halbfenster“ nicht völlig transparent ist, sondern ermöglicht, das etwas

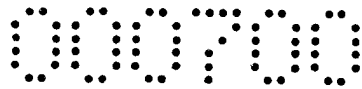


Licht durchdringt, ohne zu ermöglichen, dass Objekte deutlich durch das Halbfenster zu erkennen sind.

[0026] Alternativ ist es möglich, dass die Substrate aus einem im Wesentlichen undurchsichtigen Material, wie etwa Papier- oder Fasermaterial, mit einem Einsatz aus transparentem Kunststoffmaterial, der in einen Ausschnitt oder eine Aussparung im Papier- oder Fasersubstrat eingesetzt ist, um einen transparenten Fenster- oder einen durchscheinenden Halbfensterbereich auszubilden, ausgebildet werden.

#### *Trübende Schichten*

[0027] Eine oder mehrere trübende Schichten können auf ein transparentes Substrat aufgebracht werden, um die Trübheit des Sicherheitsdokuments zu erhöhen. Eine trübende Schicht ist derart, dass  $L_T < L_0$  ist, wobei  $L_0$  die Menge von Licht ist, das auf das Dokument einfällt, und  $L_T$  die Menge von Licht ist, das durch das Dokument durchgelassen wird. Eine trübende Schicht kann jegliche oder mehr von vielerlei trübenden Beschichtungen umfassen. Beispielsweise können die trübenden Beschichtungen ein Pigment, wie etwa Titanoxid, umfassen, das innerhalb eines Bindemittels oder Trägers von wärmeaktiviertem vernetzbarem Polymermaterial dispergiert ist. Alternativ kann ein Substrat aus transparentem Kunststoffmaterial in Sandwich-Bauweise zwischen trübenden Schichten aus Papier oder anderem, teilweise oder im Wesentlichen undurchsichtigen Material eingelegt sein, auf das anschließend Markierungen aufgedruckt oder anderweitig aufgebracht werden können.

*Brechungsindex  $n$* 

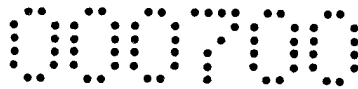
[0028] Der Brechungsindex eines Mediums ist das Verhältnis der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum zur Lichtgeschwindigkeit im Medium. Der Brechungsindex  $n_2$  einer Linse bestimmt die Menge, um die Lichtstrahlen, die die Linsenoberfläche erreichen, gebrochen werden, gemäß dem Snelliusschen Brechungsgesetz:

$$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \sin(\theta_2)$$

wobei  $\theta_1$  der Winkel zwischen einem einfallenden Strahl und der Senkrechten am Einfallspunkt auf der Linsenoberfläche ist,  $\theta_2$  der Winkel zwischen dem gebrochenen Strahl und der Senkrechten am Einfallspunkt ist, und  $n_1$  der Brechungswinkel von Luft ist (als Annäherung kann  $n_1$  als 1 angenommen werden).

*Aufprägbare strahlungshärtende Farbe*

[0029] Der hierin verwendete Begriff aufprägbare strahlungshärtende Farbe bezieht sich auf jegliche Farbe, Lack oder andere Beschichtung, die in einem Druckprozess auf das Substrat aufgebracht werden kann, und die, solange sie weich ist, zum Ausbilden einer Reliefstruktur geprägt und durch Strahlung gehärtet werden kann, um das geprägte Relief zu fixieren. Der Härtungsprozess findet nicht statt, bevor die strahlungshärtende Farbe geprägt ist, wobei es jedoch möglich ist, dass der Härtungsprozess entweder nach dem Prägen oder im Wesentlichen zur selben Zeit wie der Prägungsschritt stattfindet. Die strahlungshärtende Farbe ist vorzugsweise durch ultraviolette (UV-) Strahlung härtbar. Alternativ kann die strahlungshärtende Farbe durch andere Formen von Strahlung gehärtet werden, wie etwa Elektronenstrahlen oder Röntgenstrahlen.



[0030] Die strahlungshärtende Farbe ist vorzugsweise eine transparente oder durchscheinende Farbe, die aus einem klaren Harzmaterial ausgebildet ist. Derartige transparente oder durchscheinende Farbe ist insbesondere zum Drucken von lichtdurchlässigen Sicherheitselementen geeignet, wie etwa Sub-Wellenlängen-Gitter, durchlässige diffraktive Gitter und Linsenstrukturen.

[0031] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die transparente oder durchscheinende Farbe eine/n acrylbasierte/n, UV-härtbare/n, klare/n, prägbare/n Lack oder Beschichtung.

[0032] Derartige UV-härtbare Lacke sind bei verschiedenen Herstellern erhältlich, darunter Kingfisher Ink Limited, Produkt Ultraviolett UVF-203 oder ähnlich. Alternativ können die strahlungshärtenden prägbaren Beschichtungen auf anderen Zusammensetzungen basieren, beispielsweise Nitrocellulose.

[0033] Es hat sich herausgestellt, dass die hierin verwendeten UV-härtbaren Farben und Lacke besonders geeignet zum Prägen von Mikrostrukturen sind, darunter diffraktive Strukturen wie etwa Diffraktionsgitter und Hologramme und Mikrolinsen und Linsen-Arrays. Sie können jedoch außerdem mit größeren Reliefstrukturen geprägt werden, wie etwa nichtdiffraktive, optisch variable Vorrichtungen.

[0034] Die Farbe wird vorzugsweise im Wesentlichen zur selben Zeit geprägt und durch ultraviolette (UV-) Strahlung gehärtet. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform



wird die strahlungshärtende Farbe im Wesentlichen zur selben Zeit in einem Gravüre-Druckprozess aufgebracht und geprägt.

[0035] Vorzugsweise weist die strahlungshärtende Farbe, um zum Gravüre-Drucken geeignet zu sein, eine Viskosität auf, die im Wesentlichen in den Bereich von ungefähr 20 bis ungefähr 175 Zentipoise und insbesondere von ungefähr 30 bis ungefähr 150 Zentipoise fällt. Die Viskosität kann durch Messen der Zeit zum Auslaufen des Lacks aus einem Becher Nr. 2 nach Zahn bestimmt werden. Eine Probe, die in 20 Sekunden ausläuft, weist eine Viskosität von 30 Zentipoise auf, und eine Probe, die in 63 Sekunden ausläuft, weist eine Viskosität von 150 Zentipoise auf.

[0036] Bei manchen Polymersubstraten kann es notwendig sein, eine Zwischenschicht auf das Substrat aufzubringen, bevor die strahlungshärtende Farbe aufgebracht wird, um die Adhäsion der geprägten Struktur, die durch die Farbe ausgebildet ist, am Substrat zu verbessern. Die Zwischenschicht umfasst vorzugsweise eine Grundierungsschicht, und weiter bevorzugt umfasst die Grundierungsschicht ein Polyethylenimin. Die Grundierungsschicht kann außerdem einen Vernetzer enthalten, beispielsweise ein Mehrfunktions-Isocyanat. Beispiele anderer Grundierungen, die zum Gebrauch in der Erfindung geeignet sind, beinhalten: hydroxylterminierte Polymere, hydroxylterminierte polyesterbasierte Copolymere, vernetzte oder nicht vernetzte hydroxylierte Acrylate, Polyurethane und UV-härtende anionische oder kationische Acrylate. Beispiele geeigneter Vernetzer beinhalten: Isocyanate, Polyaziridine, Zircon-Komplexe, Aluminiumacetylacetone, Melamine und Carbodiimide.



### *Metallische Nanopartikelfarbe*

[0037] Wie hierin verwendet, bezieht sich der Begriff metallische Nanopartikelfarbe auf eine Farbe, die Metallpartikel mit einer Durchschnittsgröße von weniger als einem Mikrometer aufweisen.

### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0038] Es werden nun Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben. Es ist zu beachten, dass die Ausführungsformen nur als Veranschaulichung dienen und die Erfindung durch diese Veranschaulichung nicht eingeschränkt ist. Es zeigen:

[0039] Figur 1a bis 1d verschiedene Dokumentgestaltungen, die eine optische Vorrichtung umfassen, gemäß Ausführungsformen;

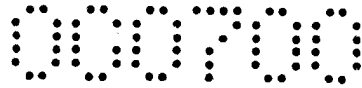
[0040] Figur 2 eine Anordnung von Pixelelementen, die jedes eine Anordnung von wellenlängenabhängigen, optische Phasen modifizierenden, optischen Elementen umfassen;

[0041] Figur 3 ein Pixelelement, das zum Fokussieren von einfallenden Lichtstrahlen konfiguriert ist;

[0042] Figur 4a ein Pixelelement, das zum Reflektieren von einfallenden Lichtstrahlen konfiguriert ist;

[0043] Figur 4b eine Anordnung von optischen Elementen;





[0044] Figur 5 eine andere Anordnung von optischen Elementen, die zum Fokussieren von eintretenden Lichtwellen an einem Punktfokus gestaltet sind;

[0045] Figur 6a eine Reihe von optischen Elementen, die verschiedene lokale Phasenänderungen vorsehen;

[0046] Figur 6b den kombinierten Effekt einer sich ausbreitenden ebenen Welle einer Sammlung von optischen Elementen;

[0047] Figur 6c eine Anordnung von optischen Elementen, die lokale Phasenänderungen vorsehen;

[0048] Figur 7a eine 7-Element-Palette von Pixelelementen; und

[0049] Figur 7d eine OVD-Schicht, die zum Nutzen der Pixelpalette von Figur 7a gestaltet ist.

#### BESCHREIBUNG EINER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0050] Figur 1a bis 1d zeigen jede ein Dokument 2 mit einem Dokumentsubstrat 9 und einer optischen Vorrichtung 4 gemäß Ausführungsformen der Erfindung. Die optische Vorrichtung 4 ist aus einer optisch variablen Vorrichtungsschicht (OVD-) 10 ausgebildet, die sich auf einer ersten Seite eines Vorrichtungssubstrats 8 befindet. In den Ausführungsformen von Figur 1a und 1b ist das Vorrichtungssubstrat 8 dasselbe wie das Dokumentsubstrat 9. In den Ausführungsformen von Figur 1c und 1d weicht das Vorrichtungssubstrat 8 vom Dokumentsubstrat 9 ab, und die



optische Vorrichtung 4 ist am Dokumentsubstrat 9 angebracht.

[0051] Das Dokument 2 enthält eine erste und zweite trübende Schicht 7a, 7b, die auf die gegenüberliegenden Seiten des Dokumentsubstrats 9 aufgebracht sind. Dies ist besonders nützlich für transparente oder durchscheinende Dokumentsubstrate 9, da die trübenden Schichten 7a, 7b zum Verringern der Transparenz des Dokuments 2 in den Regionen wirken, in denen die Schichten 7a, 7b vorhanden sind.

[0052] In der Ausführungsform von Figur 1a befindet sich die OVD-Schicht 10 in einer „Fenster“-Region des Dokuments 2; d.h. in einer Region, in der die erste und zweite trübende Schicht 7a, 7b nicht vorhanden sind. Dies ermöglicht das Betrachten der optischen Vorrichtung 4 von jeder Seite des Dokuments 2.

[0053] In der Ausführungsform von Figur 1b befindet sich die OVD-Schicht 10 in einer „Halbfenster“-Region des Dokuments 2; d.h. in einer Region, in der die erste trübende Schicht 7a nicht vorhanden ist und die zweite trübende Schicht 7b vorhanden ist, sodass die optische Vorrichtung 4 nur von einer Seite des Dokuments 2 sichtbar ist. Eine Variation dieser Ausführungsform, die nicht gezeigt ist, weist die erste trübende Schicht 7a in der Region der OVD-Schicht 10 als vorhanden und die zweite trübende Schicht 7b in derselben Region als nicht vorhanden auf.

[0054] In der Ausführungsform von Figur 1c ist die optische Vorrichtung 4 entweder in einer Fensterregion (gezeigt) oder einer Halbfensterregion (nicht gezeigt) auf



das Dokumentsubstrat 9 aufgebracht. In der Ausführungsform von Figur 1d ist die optische Vorrichtung auf die erste trübende Schicht 7a des Dokuments 2 aufgebracht.

[0055] Obgleich in den Figuren nicht gezeigt, ist es außerdem möglich, dass das Dokument 2 inhärent undurchsichtig (oder im Wesentlichen undurchsichtig) ist, beispielsweise wenn das Dokumentsubstrat 9 Papier- oder Papierverbundmaterial ist. In diesem Falle sind die trübenden Schichten 7a, 7b nicht notwendigerweise erforderlich. Die optische Vorrichtung 4 kann auf dem undurchsichtigen Dokumentsubstrat 9 ausgebildet sein (ähnlich den Ausführungsformen von Figur 1a und 1b) oder am Dokumentsubstrat 9 angebracht sein (ähnlich den Ausführungsformen von Figur 1c und 1d). Zudem kann die optische Vorrichtung 4 in einer Ausschnittregion des undurchsichtigen Dokumentsubstrats 9 angebracht sein.

[0056] Im Allgemeinen gibt es einige Arten und Weisen, eine optische Vorrichtung 4 derart auf einem Dokument 2 auszubilden, dass die optische Vorrichtung 4 entweder nur von einer Seite oder von beiden Seiten des Dokuments 2 sichtbar ist, wie für die bestimmte Implementierung erforderlich.

[0057] Die optische Vorrichtung 4 versieht typischerweise eine Sicherheitsfunktion, d.h., die optische Vorrichtung 4 wirkt zum Herabsetzen der Fälschungsanfälligkeit des Dokuments 2. Die optische Vorrichtung 4 kann als „Sicherheitsvorrichtung“ oder „Sicherheitstoken“ bezeichnet werden, wenn sie für diesen Zweck benutzt wird. Ein Dokument 2, das Schutz gegen



Fälschung erfordert, wird häufig als „Sicherheitsdokument“ bezeichnet.

[0058] Figur 1a bis 1d zeigen außerdem weitere Sicherheitsmerkmale 6, die beim Herabsetzen der Fälschungsanfälligkeit des Dokuments 2 in Kombination mit der optischen Vorrichtung 4 helfen können. In Figur 1a ist das weitere Sicherheitsmerkmal 6 in einer Fensterregion des Dokuments 2 implementiert, während in Figur 1b das weitere Sicherheitsmerkmal 6b in einer undurchsichtigen (d.h. Nichtfenster-) Region des Dokuments 2 implementiert ist. In Figur 1c und 1d ist das weitere Sicherheitsmerkmal 6 auf dem Dokumentsubstrat 9 (Figur 1c) oder einer trübenden Schicht (Figur 1d) angebracht. Die dargestellten Anordnungen sind lediglich Beispiele, und im Allgemeinen kann das Dokument 2 ein oder mehrere Sicherheitsmerkmale 6 enthalten, die jedes in einer Fenster-, Halbfenster- oder undurchsichtigen Region des Dokuments 2 implementiert sind. Beispiele weiterer Sicherheitsmerkmale 6 beinhalten: optisch variable Vorrichtungen, wie etwa diffraktive optische Elemente, Kinograms®, mikrolinsenbasierte Merkmale, Hologramme usw.; Wasserzeichenmerkmale; Kleingedrucktes usw.

[0059] Unter Bezugnahme auf Figur 2 umfasst die OVD-Schicht 10 eine Anordnung von optischen Elementen 12, die aus einer aufgeprägten und gehärteten strahlungshärtenden Farbe ausgebildet sein können, welche auf eine Oberfläche des Vorrichtungssubstrats 8 aufgebracht ist. Die optischen Elemente 12 verlaufen typischerweise von der Oberfläche des Vorrichtungssubstrats 8 aus und können metallisiert sein. Die optischen Elemente 12 sind typischerweise zu Pixelelementen 14 gruppiert, wobei jedes Pixelelement 14



ein oder mehr, typischerweise eine Vielzahl von optischen Elementen 12 enthält. Jedes Pixelelement 14 ist zum Erzeugen einer kennzeichnenden Interaktion mit eintretenden elektromagnetischen Wellen 16 (hierin als Lichtwellen 16 bezeichnet) innerhalb der Region des Pixelelements 14 konfiguriert. Beispielsweise kann jedes Pixelelement 14 zum Erzeugen einer kennzeichnenden lokalen Änderung der Ausbreitungsrichtung der eintretenden Lichtwelle konfiguriert sein. Die lokale Interaktion ist durch die Verteilung des einen oder der mehreren optischen Elemente 12 innerhalb des Pixelelements 14 festgelegt. Dadurch wirken die optischen Elemente 12 als optische Antennen, und die Kombination von verschiedenen optischen Antennen sieht die kennzeichnende Interaktion des Pixelelements 14 vor.

[0060] Es ist zu beachten, dass optische Elemente in allen hierin beschriebenen Ausführungsformen als in der Form von optischen Antennen betrachtet werden können. Es ist außerdem zu beachten, dass die Interaktion eines optischen Elements, wie hierin beschrieben, mit elektromagnetischer Strahlung von Natur aus nicht diffraktiv ist. Stattdessen ist sie eine abrupte Phasenänderung, und außerdem potentiell eine Amplitudenänderung, die durch das individuelle optische Element bewirkt ist, und die, wenn sie unter zahlreichen optischen Elementen, in vordefinierten Anordnungen und Formen, wiederholt wird, bewirkt, dass eine definierte optische Interaktion auftritt. Diese Arten von Interaktionen werden in „*Light propagation with phase discontinuities: generalized laws of reflection and refraction*“, Nanfang Yu et al., Science 334, S. 333, 2011, und „*Dielectric resonator nanoantennas at visible frequencies*“, Zou et al., Optics Express, Vol. 21, Nr. 1, S. 1344, 2013, besprochen.



[0061] Gemäß einer Ausführungsform, wie in Figur 3 gezeigt, ist jedes individuelle Pixelelement 14 zum Vorsehen eines Fokussierungseffekts konfiguriert. Die Anordnung von optischen Elementen 12 innerhalb eines einzelnen Pixelelements 14 wird derart ausgewählt, dass die kennzeichnende Interaktion mit einer einfallenden Lichtwelle zum derartigen Umlenken der Lichtwelle wirkt, dass sie eine andere Form als eine durchgelassene Lichtwelle ausbildet. Beispielsweise ist jedes Pixelelement 14 zum Erzeugen einer Änderung der einfallenden Lichtwelle 17 konfiguriert, sodass die durchgelassene Lichtwelle einen Brennpunkt 15 (wie in Figur 3 gezeigt) oder eine Brennnlinie (nicht gezeigt) ausbildet, auf eine Art und Weise, die (jeweils) eine kugelförmige oder zylindrische konvexe Linse nachahmt. In einer Variation dieser Ausführungsform ist jedes Pixelelement 14 zum Reflektieren des einfallenden Lichts konfiguriert, beispielsweise auf eine ähnliche Art und Weise, die einen konkaven Spiegel nachahmt.

[0062] Gemäß einer anderen Ausführungsform, unter Bezugnahme auf Figur 4a und 4b, kann jedes Pixelelement 14 zum Bewirken einer Änderung der Ausbreitungsrichtung von einfallendem Licht (in der Region des Pixelelements 14), jedoch zu keiner oder minimaler Änderung der Form des einfallenden Lichts konfiguriert sein. In einer Implementierung lenkt jedes Pixelelement 14 einfallendes Licht auf eine Art und Weise ab, die einen flachen Mikrospiegel nachahmt, der in einem Winkel bezüglich der Ebene des Vorrichtungssubstrats 8 angeordnet ist (d.h., das Licht wird reflektiert). In einer anderen Implementierung lenkt jedes Pixelelement 14 einfallendes Licht auf eine Art und Weise ab, die ein Mikroprisma nachahmt (d.h., das Licht



wird durchgelassen). In jedem Falle wird das Licht zu einem Winkel hin reflektiert oder gebrochen, der sich vom basierend auf dem flachen Vorrichtungssubstrat 8 erwarteten unterscheidet.

[0063] Die Ausführungsform, die in Figur 4a und 4b gezeigt ist, wird zum Schaffen eines optisch variablen Effekts genutzt, wobei jedes Pixelelement 14a, 14b einem von mehreren Bildern zugeordnet ist. Die Pixelelemente 14a, 14b, die demselben Bild zugehören, sind zum Umlenken von einfallendem Licht in derselben (oder im Wesentlichen derselben) Richtung 19a, 19b konfiguriert, wobei die jedem Bild zugehörige Richtung unterschiedlich ist. Dadurch wechselt beim Schrägstellen der optischen Vorrichtung 4 oder anderweitigen Ändern der relativen Position zwischen der optischen Vorrichtung 4, dem Betrachter und der Lichtquelle das Erscheinungsbild der optischen Vorrichtung 4 zwischen den verschiedenen Bildern. Figur 4b zeigt einen kleinen Teilabschnitt einer OVD-Schicht 10, der unregelmäßig geformte Pixelelemente 14a, 14b enthält, welche zum Umwandeln von eintretenden Lichtwellen in eine vorgegebene Verteilung von austretenden Lichtwellen konfiguriert sind, die die Funktionsweise eines Mikrospiegel- oder Mikroprisma-Arrays nachahmt. Eine typische Größe des gezeigten Teilabschnitts liegt im Bereich von 20 Mikrometer x 20 Mikrometer oder darunter.

[0064] Gemäß einer anderen Ausführungsform, wie in Figur 5 gezeigt, sind die Pixelelemente 14 zum Vorsehen eines Fokussierungseffekts konfiguriert und in Bezug zueinander angeordnet. Gemäß dieser Ausführungsform ist der Fokussierungseffekt das Ergebnis der Interaktion der Vielzahl von Pixelelementen 14, die hierin als



Linse nanordnung 50 bezeichnet ist. Dadurch sehen die Pixelelemente 14, die in Kombination arbeiten, einen optischen Effekt ähnlich einer herkömmlichen lichtbrechenden Linse (wie in Figur 5 gezeigt) oder einem gekrümmten Spiegel (nicht gezeigt) vor. Gemäß dieser Ausführungsform wirkt jedes Pixelelement 14, einzeln betrachtet, als flacher Mikrospiegel oder flaches Mikroprisma, und die kombinierten Ablenkungen der Pixelelemente 14 wirken zum Leiten der einfallenden Lichtwelle zu einem einzigen Punkt (der sich entweder auf derselben Seite oder der gegenüberliegenden Seite der OVD-Schicht 10 zum einfallenden Licht befindet).

[0065] Optische Elemente 12 entsprechen Strukturen, die jede zum Auferlegen von plötzlichen Phasenänderungen auf einfallende Lichtwellen wirken. Die plötzliche Phasenänderung ist sowohl lokal (d.h., sie tritt in der unmittelbaren Nähe eines bestimmten optischen Elements 12 auf) als auch geregelt (d.h., der Grad der Phasenänderung ist proportional zur Form und Ausrichtung des bestimmten optischen Elements 12). Die optischen Elemente 12 können daher als optische Antennen betrachtet werden. Die optischen Elemente 12 weisen typischerweise eine Höhe unter 1 Mikrometer, vorzugsweise unter 500 Nanometer, weiter bevorzugt unter 250 Nanometer auf. Die optischen Elemente 12 können zumindest eine Längendimension, wenn nicht beide Längendimensionen, unter 10 Mikrometer, vorzugsweise unter 1 Mikrometer und weiter bevorzugt unter 750 Nanometer aufweisen.

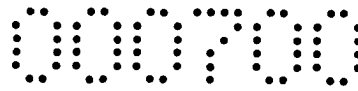
[0066] Die Pixelelemente 14 weisen typischerweise zumindest eine Längendimension unter 100 Mikrometer, vorzugsweise unter 50 Mikrometer auf. Die optischen





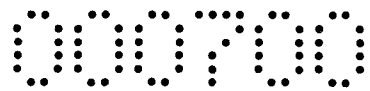
Elemente 12, und die Pixelelemente 14, sind daher dazu imstande, relativ hochauflösende optische Effekte ähnlich bestehenden optischen Linsen- (beispielsweise Mikrolinsen-) und Spiegel- (beispielsweise Mikrospiegel-) Effekten vorzusehen, ohne die platzraubenden Geometrieanforderungen dieser herkömmlichen optischen Elemente.

[0067] Figur 6a zeigt ein Beispiel von unterschiedlichen optischen Elementen 12, die jedes zum Erzeugen einer anderen Phasenänderung (zwischen 0 und  $7\pi/4$ ) konfiguriert sind. In diesem Beispiel sind die optischen Elemente 12 in der Form von zweigliedrigen Stäben, die als „V“-förmige, „L“-förmige und „I“-förmige Stäbe angeordnet sind. Unter Bezugnahme auf Figur 6b ist der kombinierte Effekt der acht unterschiedlichen optischen Elemente 12, die in Figur 6a gezeigt sind, gezeigt, welche zum Ändern der Richtung einer eintretenden ebenen Welle wirken. Da jedes optische Element 12 eine andere Phasenverschiebung bewirkt, wird die Gesamtausbreitungsrichtung der ebenen Welle geändert. Die gezeigte bestimmte Anordnung von optischen Elementen 12 bildet ein Pixelelement 14. Dies wird durch das Huygens-Prinzip erläutert, wobei jeder Punkt einer Wellenfront als eine Quelle von sekundären kleinen Wellen wirkt, wie in (i) gezeigt. Weitere Erörterung von optischen Elementen 12 in der Form von V-förmigen Stäben ist in *„Light propagation with phase discontinuities: generalized laws of reflection and refraction“*, Nanfang Yu et al., Science 334, S. 333, 2011, zu finden. Diese Anordnung kann als ein Pixelelement 14 betrachtet werden, das als Mikroprisma konfiguriert ist, da die Ausbreitungsrichtung der einfallenden Lichtwelle geändert wird, jedoch nicht die Gesamtform (d.h., die durchgelassene Lichtwelle ist ebenfalls eine ebene Welle).



[0068] In Anbetracht des spezifischen Beispiels, das in Figur 6a und 6b gezeigt ist, kann die Ablenkung, die durch die kombinierte Aktion der acht optischen Elemente 12 bewirkt wird, zumindest teilweise durch die Beabstandung zwischen benachbarten optischen Elementen 12 bestimmt sein. Dadurch können unterschiedliche Pixelelemente 14 mit unterschiedlichen Ablenkungswinkeln über die Auswahl einer kennzeichnenden Beabstandung von optischen Elementen 12, die den Pixelelementen 14 zugeordnet sind, gestaltet werden. Es ist vorgesehen, dass ein einzelnes Pixelelement 14 mehrere Wiederholungen der acht optischen Elemente, die in Figur 6a und 6b gezeigt sind, umfassen kann.

[0069] Figur 6c zeigt ein anderes Beispiel von unterschiedlichen optischen Elementen 12, die die Form von Zylindern oder „Pillendosen“ annehmen. Wie beim Beispiel von Figur 6a und 6b ist ein Pixelelement 14 durch eine Anordnung derartiger optischer Elemente 12 definiert. Das gezeigte bestimmte Pixelelement 14 zieht eine Reflexion eines eintretenden Lichtstrahls nach sich. Wenn jedes optische Element 12 mit einem derartigen Durchmesser (beispielsweise von 20 nm bis 200 nm) gewählt wird, dass eine progressive Phasenzunahme von 60 Grad vorliegt, dann können 6 Elemente eine Phasenrampe von 360 Grad erzeugen. In diesem Fall ist der effektive Ablenkungswinkel durch  $\sin(\theta) = p\Delta/2\pi a$  gegeben, wobei „a“ die Einheitszellengröße ist, „ $\Delta$ “ die Wellenlänge des eintretenden Lichts ist und „p“ die Phasenzunahme ist. Weitere Erörterung von optischen Elementen 12 mit einer Pillendosenkonfiguration ist in „*Dielectric resonator nanoantennas at visible frequencies*“, Zou et al., Optics Express, Vol. 21, Nr. 1, S. 1344, 2013, zu finden.



[0070] Die lokale Phasenänderung, die durch ein bestimmtes optisches Element 12 bewirkt wird, ist zum Teil durch den Durchmesser des optischen Elements 12 festgelegt. Ähnlich der Ausführungsform von Figur 6a und 6b kann eine geeignete Anordnung von optischen Elementen 12 mit unterschiedlichen Durchmessern eine kennzeichnende Ablenkung der Ausbreitungsrichtung einer einfallenden Lichtwelle bewirken. Ähnlich der Ausführungsform von Figur 6a und 6b kann die Ausführungsform von Figur 6c unterschiedliche Pixelelemente 14 enthalten, die mit unterschiedlichen Reflexionswinkeln durch Auswahl einer kennzeichnenden Beabstandung von optischen Elementen 12, die den Pixelelementen 14 zugeordnet sind, gestaltet sind.

[0071] Andere Formen von optischen Elementen 12 sind möglich. Beispielsweise sind optische Elemente 12 mit quadratischem, rechteckigem oder anderem vieleckigem Querschnitt vorgesehen.

[0072] Wie in Figur 7a und 7b gezeigt, ist zu Zwecken des Bestimmens einer erforderlichen Anordnung von optischen Elementen 12 eine Palette 26 vorgesehen, die mehrere Pixelmodelle 28 umfasst. Figur 7a zeigt eine Palette 26 mit sieben Pixelmodellen 28, die eine vereinfachte Gestaltung des optischen Effekts ermöglicht. In Figur 7a ist jedes Pixelmodell 28 durch eine zugehörige Drehung gekennzeichnet. Figur 7b zeigt den Aufbau einer optischen Vorrichtung, die unter Verwendung der Palette 26 von Figur 7a gestaltet ist. Jedes Pixelelement 14 wird aus den Pixelmodellen 28 auf Grundlage einer erforderlichen Drehrichtung ausgewählt. Das tatsächliche Pixelelement 14 wird dann auf Grundlage des Pixelmodells 28 und einer erforderlichen Pixelgröße (die, wie vorher besprochen, die



Ablenkung bestimmt, welche durch das Pixelelement 14 bewirkt wird) bestimmt. Die resultierende optische Vorrichtung 4 zeigt dann einen optisch variablen Effekt, bei dem verschiedene Teile der optischen Vorrichtung 4 „aufleuchten“, wenn sie aus verschiedenen Drehrichtungen und verschiedenen Kipprichtungen betrachtet wird.

[0073] Die Anordnung von optischen Elementen 12 kann außerdem einen strukturellen Farbeffekt vorsehen, wobei die Phasenverschiebung oder der Ablenkungseffekt eine Funktion der Wellenlänge des eintretenden Lichts ist, wie (beispielsweise) durch die Gleichung  $\sin(\theta) = p\Delta/2\pi a$  nach Zou et al. gezeigt.

[0074] Es können weitere Modifikationen und Verbesserungen eingegliedert werden, ohne vom Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen.



Patentansprüche:

1. Sicherheitsdokument, enthaltend eine optische Vorrichtung als Sicherheitsmerkmal des Dokuments, wobei die optische Vorrichtung folgendes umfasst:  
  
ein Substrat,  
  
eine Anordnung von wellenlängenabhängigen, optische Phasen modifizierenden, optischen Elementen auf einer ersten Oberfläche des Substrats, wobei jedes der optischen Elemente in der Form einer optischen Antenne ist und zum Erzeugen einer lokalen Phasenänderung auf einfallende elektromagnetische Wellen konfiguriert ist, wobei die Anordnung derart konfiguriert ist, dass die kombinierte Wirkung von jedem der optischen Elemente einen vordefinierten optischen Effekt auf die einfallenden elektromagnetischen Wellen erzeugt, der von einem Betrachter beobachtet werden kann.
2. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei jedes der optischen Elemente außerdem ein wellenlängenabhängiges, optikamplitudenmodifizierendes, optisches Element ist.
3. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei die elektromagnetischen Wellen durch eine sichtbare Lichtquelle bereitgestellt sind.
4. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei der Betrachter ein bloßes Auge ist.
5. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei der beobachtete optische Effekt ein Bild ist, das dazu



konfiguriert ist, sich bei wechselndem Betrachtungswinkel und/oder wechselndem Beleuchtungswinkel in Form und/oder Farbe zu verändern.

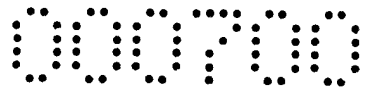
6. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, ferner umfassend mehrere Pixelelemente, wobei jedes Pixelelement mehrere wellenlängenabhängige, optische Phasen modifizierende, optische Elemente umfasst, wobei jedes optische Element zum Bewirken einer vordefinierten lokalen Phasenmodulation der einfallenden elektromagnetischen Wellen konfiguriert ist, sodass die kombinierte Phasenmodulation der optischen Elemente innerhalb eines Pixelelements eine kennzeichnende Interaktion mit den einfallenden elektromagnetischen Wellen im Bereich des Pixelelements bewirkt.

7. Sicherheitsdokument nach Anspruch 6, wobei jedes Pixelelement ein Maximalausmaß in zumindest einer Dimension parallel zum Substrat von 100 Mikrometern aufweist.

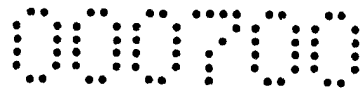
8. Sicherheitsdokument nach Anspruch 6, wobei jedes Pixelelement zum Vorsehen eines Fokussierungseffekts entsprechend einer Änderung der Ausbreitung der einfallenden elektromagnetischen Wellen konfiguriert ist.

9. Sicherheitsdokument nach Anspruch 8, wobei der Fokussierungseffekt für jedes Pixelelement zum Nachahmen einer lichtbrechenden zylindrischen oder kugelförmigen Mikrolinse konfiguriert ist.

10. Sicherheitsdokument nach Anspruch 6, wobei jedes Pixelelement zum Vorsehen einer Änderung der Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Wellen konfiguriert ist.



11. Sicherheitsdokument nach Anspruch 10, wobei jedes Pixelelement zum Vorsehen einer Änderung der Ausbreitungsrichtung konfiguriert ist, die ein lichtbrechendes Mikroprisma oder einen Mikrospiegel nachahmt.
12. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei die optischen Elemente in der Form von zweigliedrigen Stäben mit einer „V“- , „L“- oder „I“-Form sind.
13. Sicherheitsdokument nach Anspruch 12, wobei jedes optische Element in jeglichem vorgegebenen Winkel bezüglich einer Achse gedreht wird, die senkrecht zur Oberfläche der Vorrichtung steht.
14. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei die optischen Elemente einen Querschnitt in der Form von Quadraten, Kreisen, Ellipsen, Rechtecken oder jeglichem anderen Vieleck aufweisen.
15. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei die optischen Elemente in der Form von optischen dielektrischen Resonatorantennen (DRA) mit zylindrischer oder Pillendosenform sind.
16. Sicherheitsdokument nach Anspruch 15, wobei jedes optische Element einen vorgegebenen Durchmesser aufweist, der auf Grundlage der erforderlichen lokalen Phasenänderung für das optische Element ausgewählt wird.
17. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei die optischen Elemente in der Form von quadratischen oder rechteckigen kastenförmigen Strukturen sind.



18. Sicherheitsdokument nach Anspruch 17, wobei jedes optische Element zumindest eine vorgegebene Länge aufweist, die auf Grundlage der lokalen Phasenänderung ausgewählt wird, welche für das optische Element erforderlich ist.
19. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei das maximale Oberflächenausmaß von jedem optischen Element in zumindest einer Dimension parallel zum Substrat weniger als 10 Mikrometer beträgt.
20. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei der vordefinierte optische Effekt ein Bild beinhaltet, das für das bloße Auge über oder unter einer ersten Oberfläche des Substrats zu liegen scheint.
21. Optische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei sich jedes optische Element um nicht mehr als 1 Mikrometer von der Oberfläche des Substrats erstreckt.
22. Sicherheitsdokument mit einer doppelschichtigen optischen Vorrichtung, die doppelschichtige optische Vorrichtung umfassend eine erste optische Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und eine zweite optische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, die gegenüber der ersten optischen Vorrichtung beabstandet angeordnet ist, wobei das Bild, das beim Blicken durch die erste optische Vorrichtung auf die zweite optische Vorrichtung beobachtet wird, ein zusammengesetztes Bild ist.
23. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei die optischen Elemente aus einer aufgeprägten und gehärteten strahlungshärtenden Farbe, die auf die erste Oberfläche





aufgebracht ist, ausgebildet sind oder aus einem direkt aufgeprägten Substrat ausgebildet sind, wobei das Substrat ein Polymersubstrat ist.

24. Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, wobei die optische Vorrichtung an einem Dokumentsubstrat des Sicherheitsdokuments angebracht oder direkt darauf ausgebildet ist, wobei das Sicherheitsdokument eine Banknote oder ein Scheck ist.

25. Verfahren zum Herstellen der optischen Vorrichtung des Sicherheitsdokuments gemäß Anspruch 1, die folgenden Schritte beinhaltend:

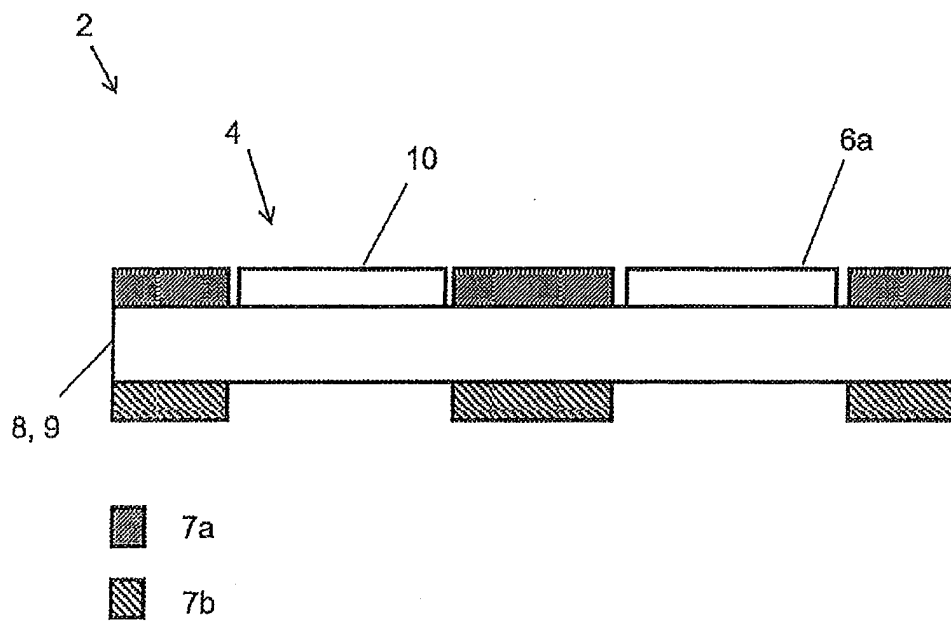
- Vorsehen einer Unterlegplatte mit einem umgekehrten Profil zu einem erforderlichen Profil der Anordnung von optischen Elementen;
- Aufbringen einer strahlungshärtenden Farbe auf eine Oberfläche eines transparenten Substrats;
- Aufprägen der strahlungshärtenden Farbe mit der Unterlegplatte und Härten der strahlungshärtenden Farbe, wodurch die Anordnung von optischen Elementen ausgebildet wird.

Wien, am 8. Februar 2018

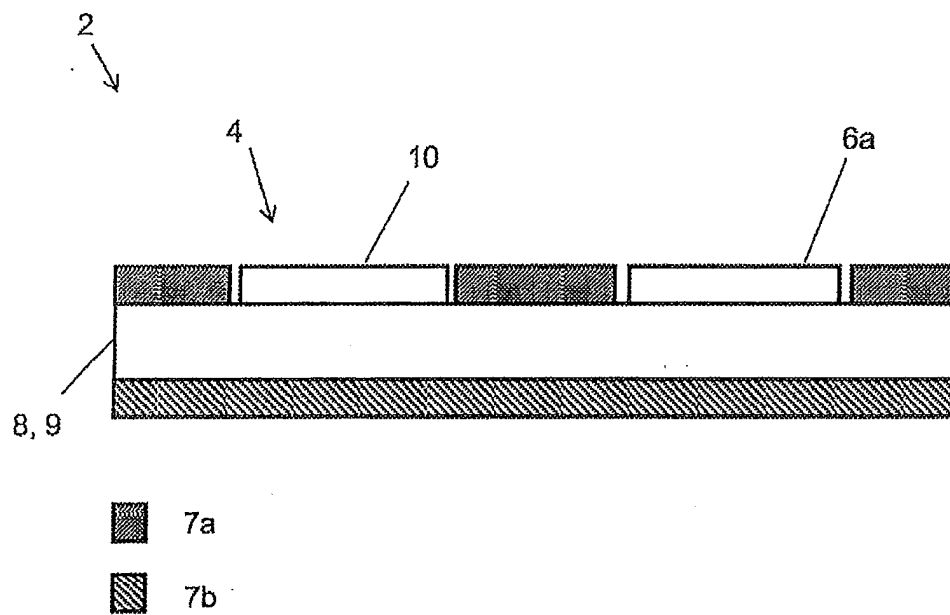
Anmelder  
durch:

Haffner und Keschmann  
Patentanwälte GmbH

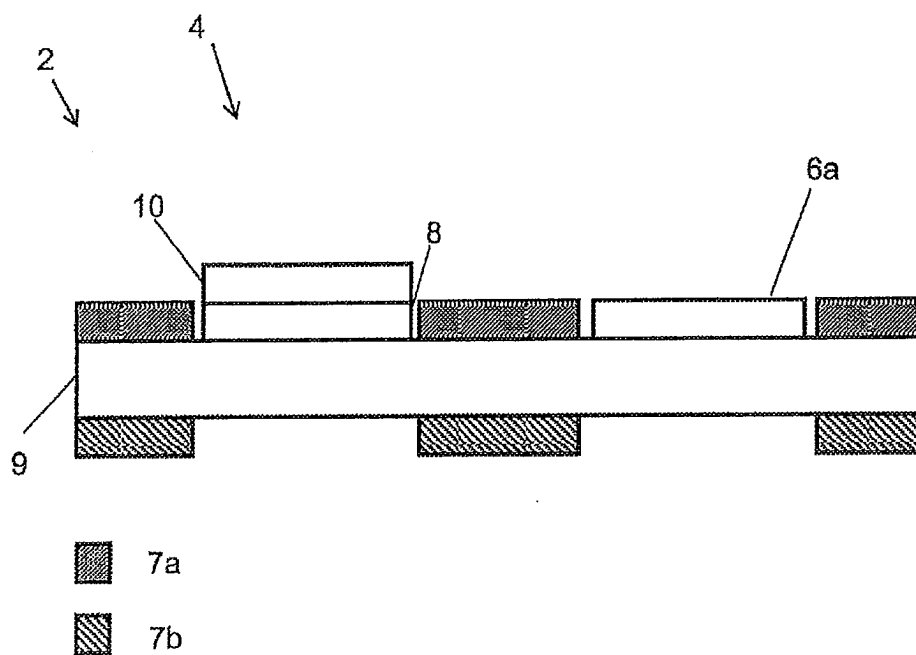
000700



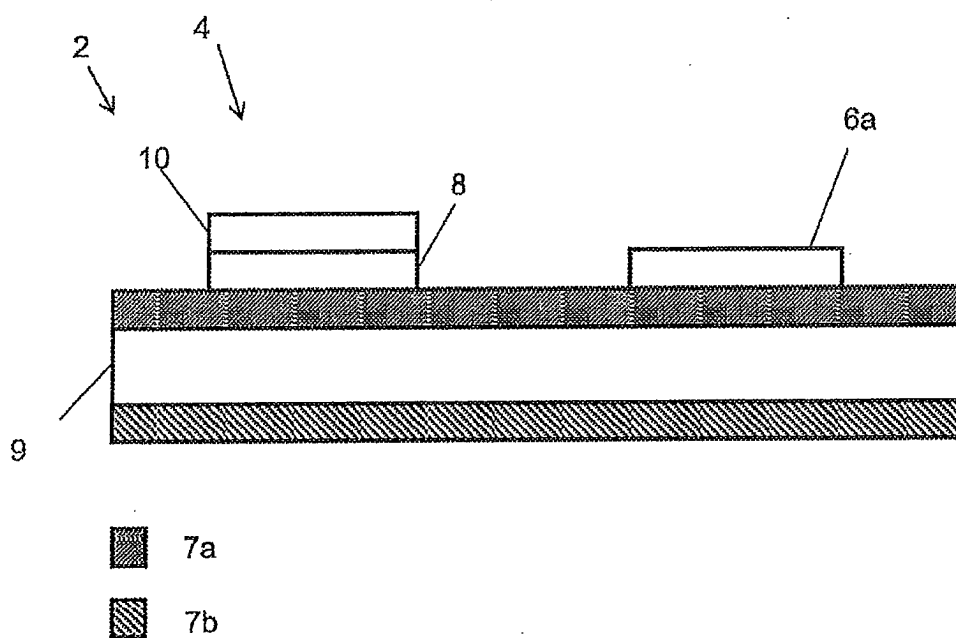
Figur 1a



Figur 1b

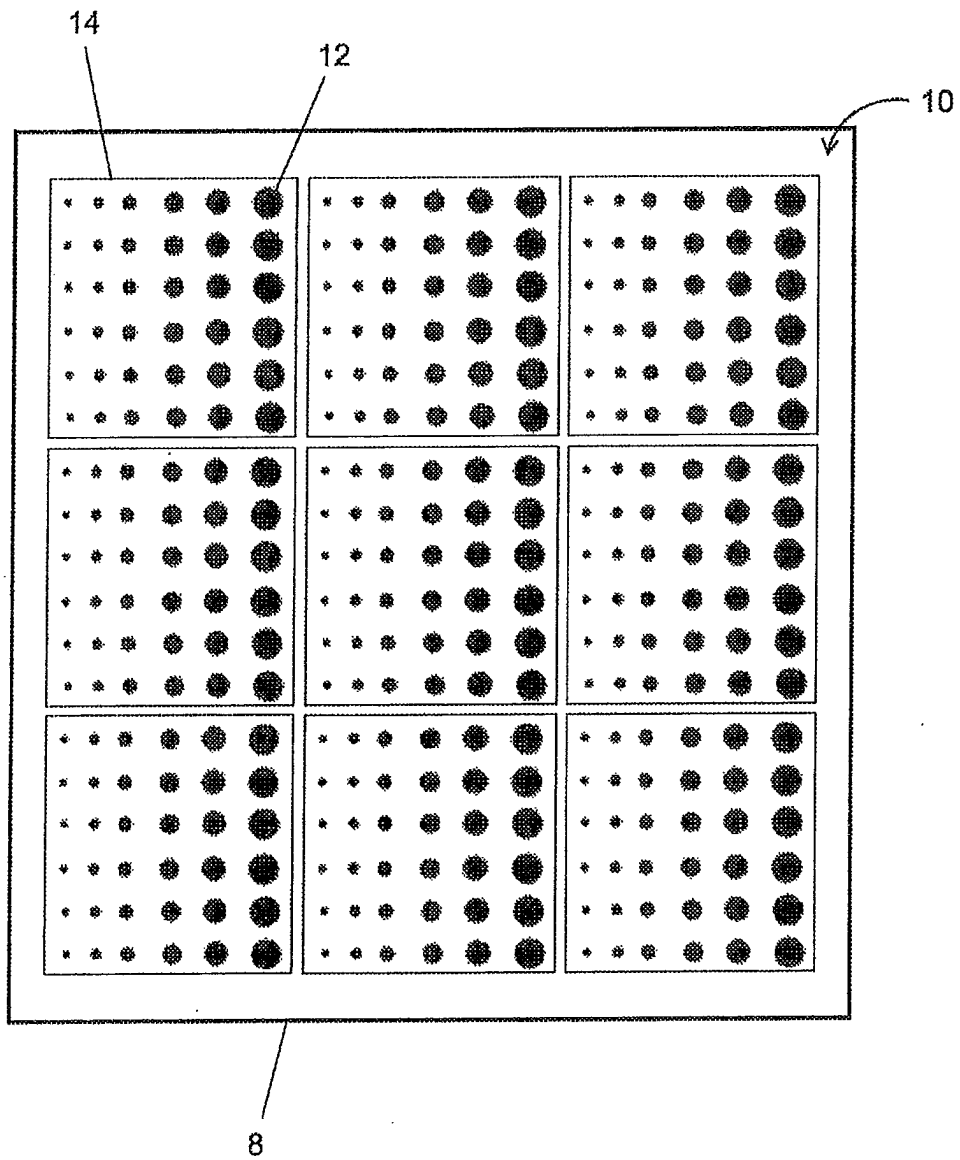


Figur 1c



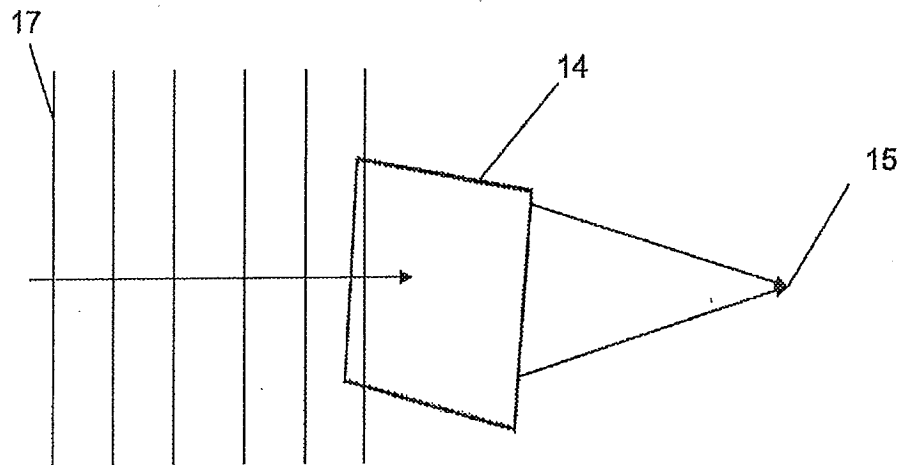
Figur 1d

000700

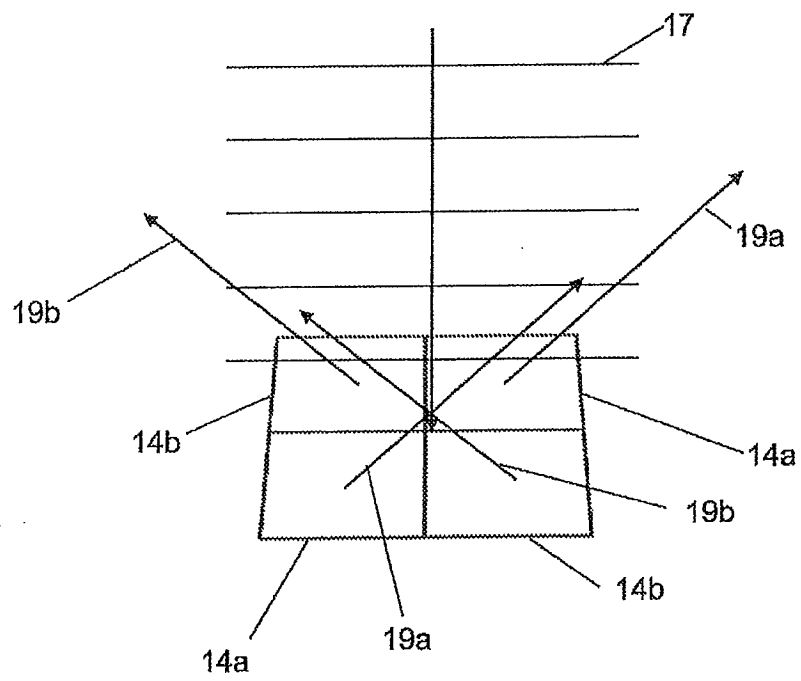


Figur 2

000700

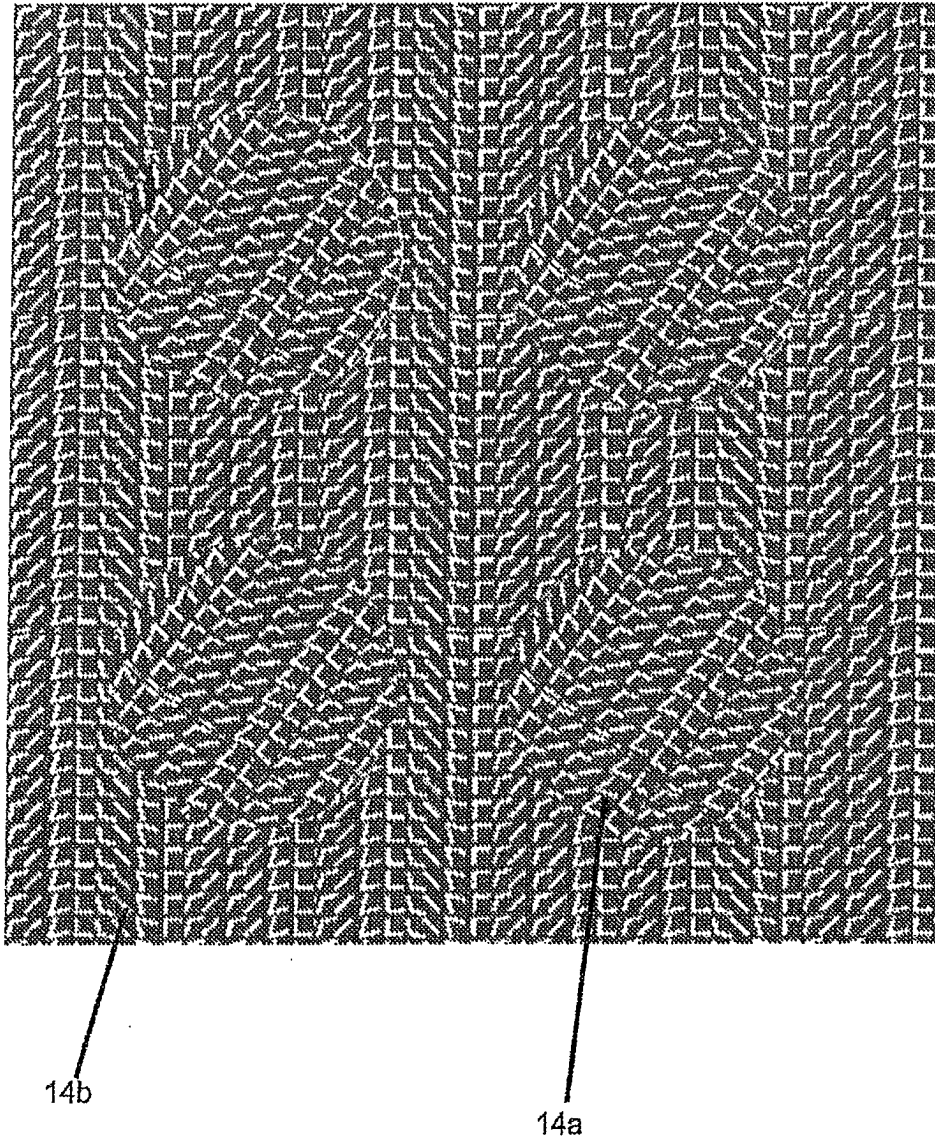


Figur 3



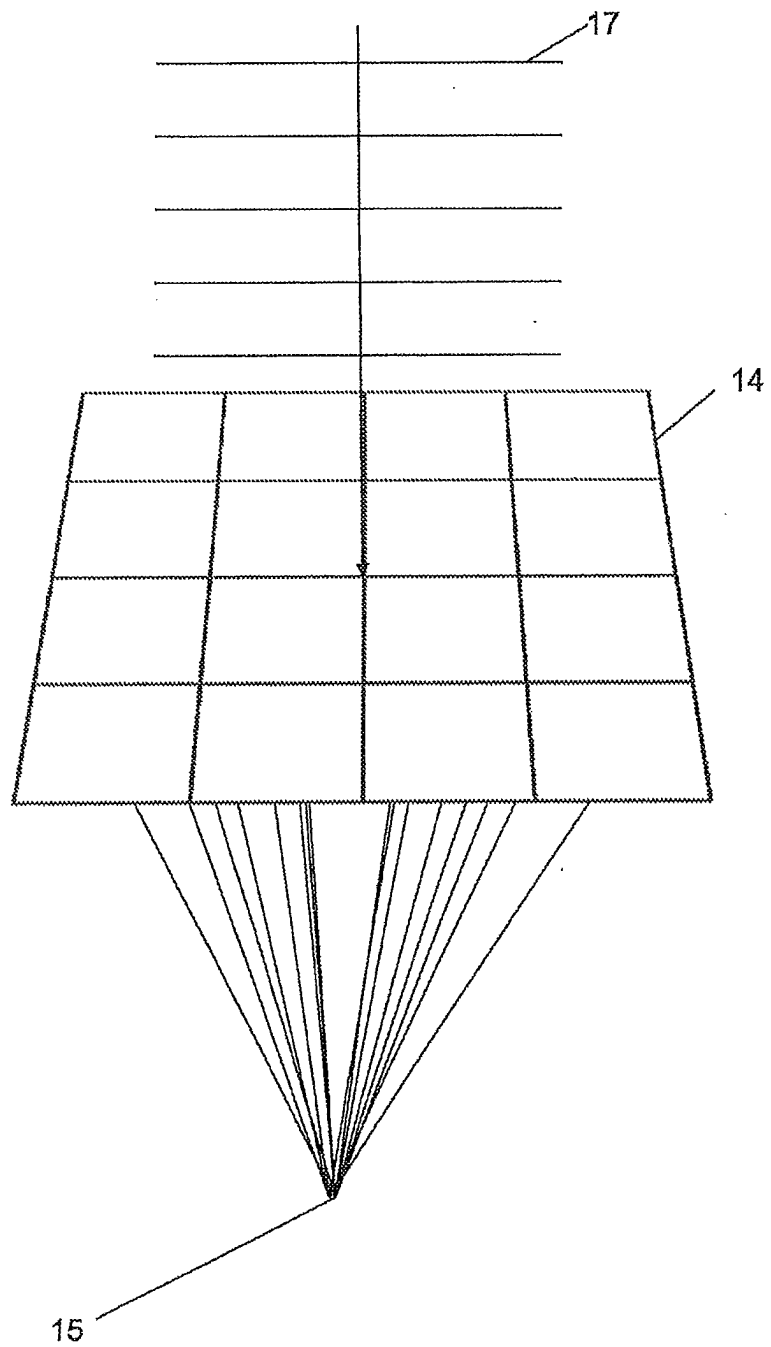
Figur 4a

000700



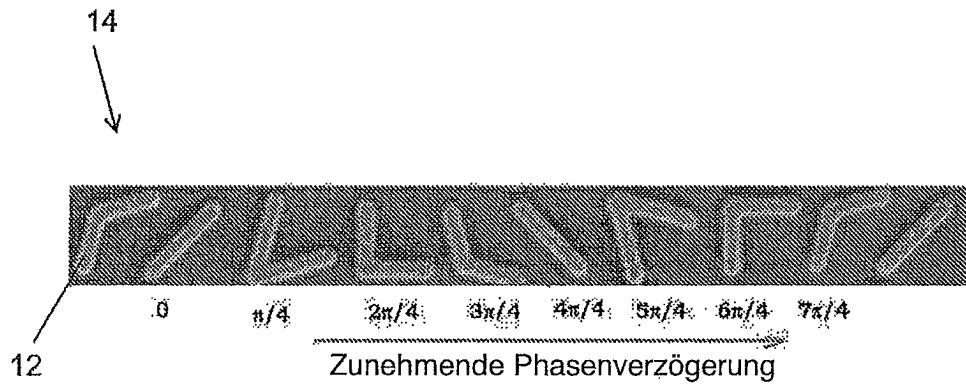
Figur 4b

000700

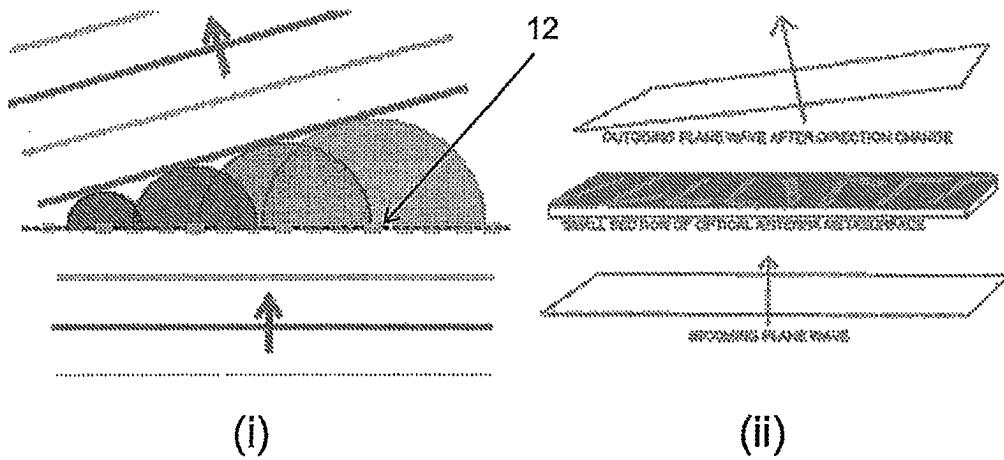


Figur 5

000700



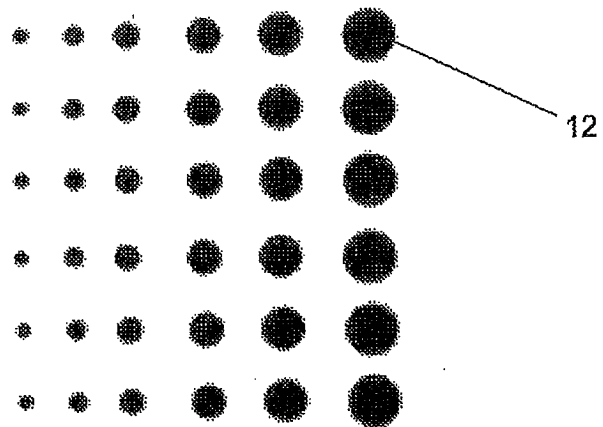
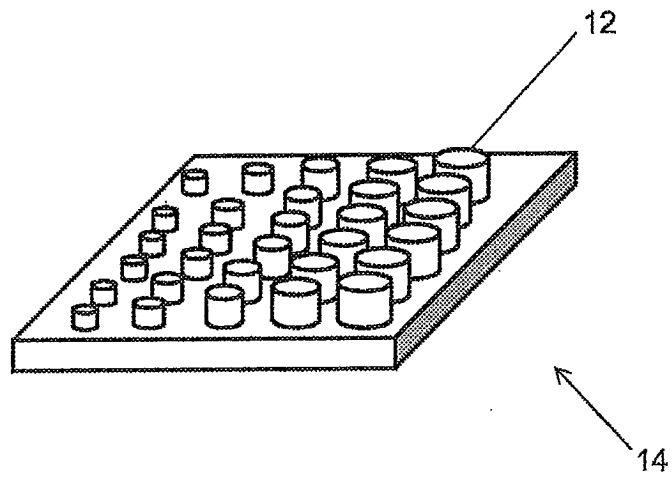
Figur 6a



Figur 6b

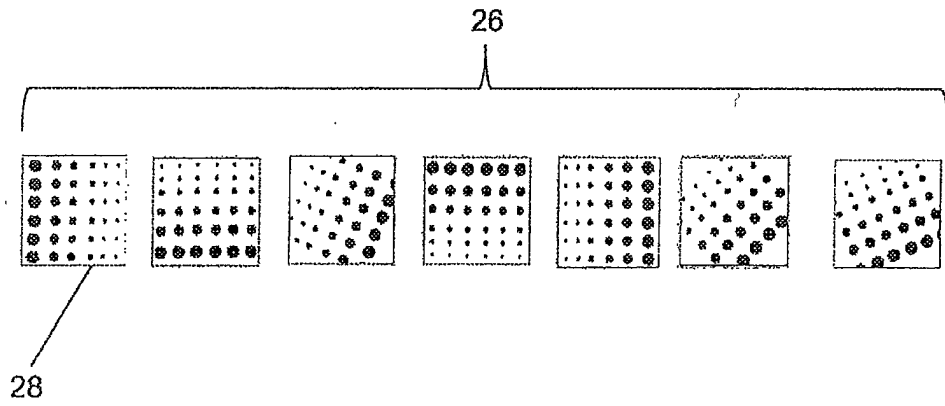


000700

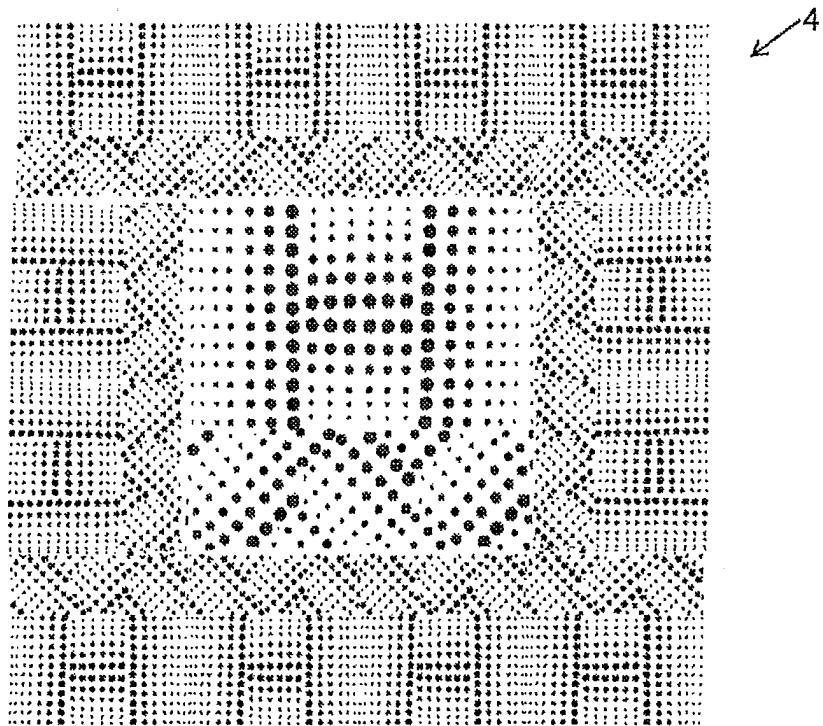


Figur 6c

000700



Figur 7a



Figur 7b