



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 54 499 B4** 2005.12.22

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 54 499.9**
(22) Anmeldetag: **22.11.2002**
(43) Offenlegungstag: **17.06.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **22.12.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G02B 27/44**
G02B 3/00, G03F 7/00, B44F 1/12

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

(73) Patentinhaber:
OVD Kinegram AG, Zug, CH

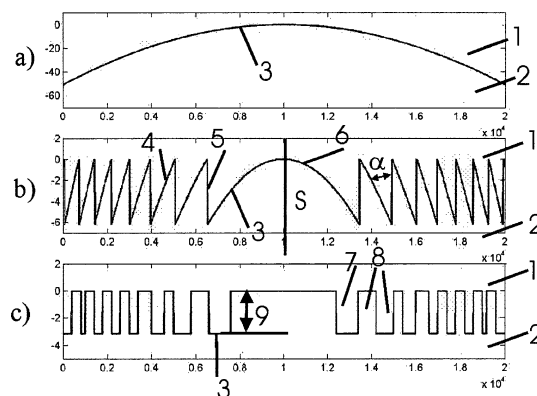
(74) Vertreter:
LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg

(72) Erfinder:
Schilling, Andreas, Dr., Zug, CH; Tompkin, Wayne Robert, Dr., Baden, CH

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 199 49 945 A1
DE 100 54 503 A1
US2002/00 08 380 A1
US 63 24 004 B1
US 47 65 656
EP 10 76 315 A1
WO 99/15 919 A1
WO 94/27 254 A1
**MÜTZE, K.: ABC der Optik. Edition Leipzig, Verlag
Werner Dausien. Hanau/Main, 1961. S. 308-311;**

(54) Bezeichnung: **Schichtanordnung mit einer einen linsenartigen Effekt erzeugenden beugungsoptisch wirksamen Struktur**

(57) Hauptanspruch: Schichtanordnung, insbesondere für Transfer- oder Laminierfolien, welche wenigstens zwei aufeinanderfolgende Materialschichten aufweist, von denen wenigstens die bei Gebrauch dem Beobachter zugekehrte(n) Schichten transparent ist (sind) und zwischen denen eine Grenzfläche ausgebildet ist, welche wenigstens in einem Flächenbereich mit einer für den Betrachter einen linsenartigen Effekt erzeugenden, beugungsoptisch wirksamen Struktur versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass die den linsenartigen Effekt erzeugende beugungsoptisch wirksame Struktur (4, 5, 6; 7, 8) ("Linsenstruktur") eine sich hinsichtlich ihrer Gitterfrequenz und gegebenenfalls weiterer Gitterkonstanten über den Flächenbereich kontinuierlich verändernde Gitterstruktur ist, die entweder eine Binärstruktur oder derart gestaltet ist, dass die jeweils einen Flanken (5) der Gitterfurchen parallel zueinander und etwa parallel zu einer Senkrechten (S) auf die Hauptebene der Grenzschicht verlaufen, während die jeweils anderen Flanken (4) der Gitterfurchen gegenüber einer Senkrechten (S) auf die Hauptebene der Grenzschicht (3) unter einem Winkel (α) verlaufen oder von einer stufenförmigen Anordnung gebildet sind, die jeweils eine unter dem...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schichtanordnung, insbesondere für Transfer- oder Laminierfolien, welche wenigstens zwei aufeinanderfolgende Materialschichten aufweist, von denen wenigstens die bei Gebrauch dem Betrachter zugekehrte(n) Schichten transparent oder semi-transparent ist (sind) und zwischen denen eine Grenzfläche ausgebildet ist, welche wenigstens in einem Flächenbereich mit einer für den Betrachter einen linsenartigen Effekt erzeugenden, beugungsoptisch wirksamen Struktur versehen ist.

[0002] In diesem Zusammenhang werden unter Transferfolien insbesondere sogenannte Prägefolien verstanden, die aus einem Trägerfilm und einer von diesem ablösaren, auf ein Substrat zu übertragenden Transferschicht bestehen. Üblicherweise ist die Transferschicht von Prägefolien aus verschiedenen Lackschichten zusammengesetzt, was bedeutet, dass der in vorliegender Erfindung verwendete Begriff "Materialschicht" hauptsächlich im Sinne einer Lackschicht, fallweise aber auch im Sinne einer Kleberschicht, zu verstehen ist. Die Erfindung erfasst aber auch Ausführungsformen, bei denen eine "Materialschicht" von der Umgebungsluft oder einer metallischen, dielektrischen oder Halbleiter-Beschichtung gebildet ist. Laminierfolien stimmen hinsichtlich ihres Aufbaus im wesentlichen mit Transferfolien überein, jedoch mit der Besonderheit, dass die Kunstharz- bzw. Lackschichten nicht von dem Trägerfilm ablösbar sind, sondern gemeinsam mit dem Trägerfilm auf einem Substrat befestigt werden können. Transfer- oder Laminierfolien mit einer Schichtanordnung der erwähnten Art werden insbesondere für Sicherheitszwecke, aber auch für dekorative Zwecke verwendet.

[0003] Schichtanordnungen der eingangs beschriebenen Art sind bereits bekannt und werden beispielsweise in Form einer einheitlich erscheinenden Linse als Sicherheitselement bei bestimmten, neuerdings auf den Markt gebrachten Kreditkarten (Amex-Blue) verwendet. Bei diesen bekannten Kreditkarten hat der den linsenartigen Effekt zeigende Flächenbereich verhältnismässig grossen Durchmesser und im wesentlichen die Form einer Kreislense. Bei der den linsenartigen Effekt erzeugenden, beugungsoptisch wirksamen Struktur der bekannten Schichtanordnung handelt es sich um eine mittels einer holographischen Technik erzeugte Struktur, die in der Regel sinusförmige Oberflächenprofile besitzt. Derartig holographisch hergestellte Linsen haben etliche Mängel, abgesehen davon, dass die holographische Herstellung von beugungsoptisch wirksamen Strukturen mit Linseneffekt mit vergleichsweise geringem apparativen Aufwand nur möglich ist, wenn es sich um Linsen mit kreisförmigem oder bestenfalls elliptischem Grundriss handelt. Ein Mangel der holographisch

hergestellten Linsen ist beispielsweise, dass sie nicht allzu brillant erscheinen und im allgemeinen speziell im Zentrumsbereich Inhomogenitäten aufweisen, wodurch das visuelle Erscheinungsbild, das durch die Linse erzeugt werden soll, erheblich beeinträchtigt werden kann. Ein weiterer Mangel holographisch hergestellter Linsen ist der, dass es praktisch nicht möglich ist, bestimmte Farbeffekte mit relativ grosser Gestaltungsfreiheit zu erzielen.

Stand der Technik

[0004] Aus der DE 199 49 945 A1 ist ein Datenträger bekannt, bei dem bei Betrachtung aus unterschiedlichen Winkeln verschiedene graphische Elemente sichtbar werden. Zu diesem Zweck ist eine in Betrachtungsrichtung liegende erste Schicht mit einer Art Schablone versehen, durch die auf einer in Betrachtungsrichtung folgenden zweiten Schicht angeordnete graphische Elemente sichtbar sind. Ändert der Betrachter den Betrachtungswinkel, werden infolge des Vorhandenseins der Schablone jeweils verschiedene graphische Elemente erkennbar. Bei einer speziellen Ausführungsform ist hierbei vorgesehen, dass die Betrachtung der graphischen Elemente über ein aus Fresnel-Linsen bestehendes Linsensystem erfolgt, wodurch eine gewisse Fokussierung und Vergrösserung erreicht werden kann. Der Betrachter erkennt somit verschiedene graphische Elemente. Es entsteht jedoch niemals für den Betrachter der Eindruck, dass der Datenträger an seiner Oberfläche ein linsenförmig erscheinendes, vor- oder zurückgewölbtes Element aufweisen würde.

[0005] In der WO 94/27254 ist ein Sicherheitselement beschrieben, bei dem in einer in Betrachtungsrichtung ersten Ebene eine Anordnung aus Mikrolinsen vorgesehen ist, durch welche in einer in Betrachtungsrichtung dahinter liegenden Ebene angeordnete graphische Elemente betrachtet werden können. Auch hier ergibt sich abhängig vom Betrachtungswinkel für den Beobachter ein unterschiedliches Bild, da er jeweils unterschiedliche graphische Elemente erkennt, wobei diese Elemente durch die Linsenanordnung entsprechend vergrössert werden können. Auch bei diesem Sicherheitselement entsteht jedoch für den Betrachter keinesfalls der Eindruck, als ob der entsprechende, mit dem Sicherheitselement versehene Träger ein linsenartiges Element aufweisen würde.

[0006] Entsprechendes gilt auch für das Sicherheitsdokument gemäss US 2002/0008380 A1. Auch dort werden möglicherweise unterschiedliche graphische Elemente über in Betrachtungsrichtung davor liegende Anordnungen kleiner Linsen betrachtet, wodurch entweder abhängig vom Betrachtungswinkel unterschiedliche graphische Elemente vom Betrachter gesehen werden oder eine Vergrösserung irgendwelcher, hinter der Linsenanordnung befindlicher

graphischer Elemente erfolgt. Die Möglichkeit, durch Miniaturlinsen-Anordnungen den Eindruck zu erzielen, als ob ein grösseres, linsenartiges, gegenüber der Trägeroberfläche vor- oder zurückgewölbtes Element vorhanden wäre, ist nicht vorgesehen.

[0007] Auch bei dem Datenträger gemäss US 4 765 656 wird durch eine Anordnung von Mikrolinsen in einer in Betrachtungsrichtung ersten Ebene nur erreicht, dass – entsprechend DE 199 49 945 A1, WO 94/27254 oder US 2002/0008380 A1 – abhängig vom Betrachtungswinkel für den Betrachter ein unterschiedliches Bild der in einer zweiten, hinter den Linsen liegenden Ebene angeordneten graphischen Elemente entsteht.

[0008] In der WO 99/15919 ist ein Kinoform-Element beschrieben, das von einem veränderlichen Oberflächenrelief gebildet ist, wobei dieses Oberflächenrelief grundsätzlich die Gestalt einer Fresnel-Linse, jedoch entsprechend kleinere Abmessungen aufweist. Dieses bekannte Kinoform-Element ist jedoch nur für die Betrachtung in Durchlicht bestimmt. Es ist ebenfalls nicht geeignet, für den Betrachter bei Betrachtung in Auflicht den Eindruck eines linsenartigen Elementes hervorzurufen.

[0009] Aus der US 6 324 004 B1 ist schliesslich bereits eine Schichtanordnung bekannt, die eine beugungsoptisch wirksame Struktur aufweist, deren Frequenz sich über einen Flächenbereich kontinuierlich ändern kann. In dieser Druckschrift ist jedoch nirgends erwähnt, dass die beugungsoptisch wirksame Struktur so gestaltet sein könnte, dass sie für den Betrachter das Erscheinungsbild eines linsenartigen Elementes hervorruft.

Aufgabenstellung

[0010] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Schichtanordnung der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, die die erwähnten Mängel der bekannten, holographisch erzeugten Linsenstrukturen mit sinusförmigem Oberflächenverlauf nicht aufweist, d.h. die den linsenartigen Effekt erzeugenden Strukturen derart zu gestalten, dass sie bei vertretbarem apparativen und Zeitaufwand sehr präzise und in unterschiedlichster Gestaltung hergestellt werden können, dass weiterhin die Effizienz und Leuchtkraft des durch die linsenartige Struktur erzielten Effekts gegenüber holographisch erzeugten Strukturen erheblich verbessert wird und dass schliesslich zumindest eine gegenüber holographisch erzeugten Strukturen erheblich erweiterte Freiheit bezüglich der erzielten Farbeffekte besteht.

[0011] Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, die den linsenartigen Effekt erzeugende, beugungsoptisch wirksame Struktur (nachfolgend stets "Linsenstruktur") derart auszubil-

den, dass sie eine sich hinsichtlich ihrer Gitterfrequenz und gegebenenfalls weiterer Gitterkonstanten über den Flächenbereich kontinuierlich verändernde Gitterstruktur ist, die entweder eine Binärstruktur oder derart gestaltet ist, dass die jeweils einen Flanken der Gitterfurchen parallel zueinander und etwa parallel zu einer Senkrechten auf die Hauptebene der Grenzschicht verlaufen, während die jeweils anderen Flanken der Gitterfurchen gegenüber einer Senkrechten auf die Hauptebene der Grenzschicht unter einem Winkel verlaufen oder von einer stufenförmigen Anordnung gebildet sind, die jeweils eine unter dem Winkel verlaufende Fläche in ihrer optischen Wirkung annähert, wobei sich der Winkel über den Flächenbereich kontinuierlich ändert, dass die Gittertiefe der Linsenstruktur höchstens 10 µm beträgt und der Durchmesser der Linsenstruktur zwischen 0,15 und 300 nm liegt, und dass die der Grenzfläche benachbarten Schichten transparent sind und einen unterschiedlichen Brechungsindex aufweisen oder die Grenzfläche zumindest bereichsweise mit einer reflexionserhöhenden Schicht versehen ist.

[0012] Unter einer "Binärstruktur" ist gemäss vorliegender Beschreibung eine Struktur zu verstehen, bei der die Gitterfurchen und Gitterstege jeweils im wesentlichen rechteckigen Querschnitt besitzen, wobei allerdings dann zur Erzeugung des Linseneffektes die Gitterkonstante sich vom Zentrum der Linse zu deren Rand hin kontinuierlich verändern muss, wobei im allgemeinen sowohl die Steg- als auch die Furchenbreite des binären Gitters verändert wird. Binärgitter lassen sich leicht unter Verwendung entsprechender Masken mit hinreichender Feinheit erzeugen, was einerseits in sehr hoher Genauigkeit sowie andererseits in vergleichsweise niedrigen Herstellungskosten resultiert.

[0013] Die andere, beanspruchte Ausführungsform von Gitterstrukturen wird vorzugsweise im Wege des sogenannten "Direktschreibens" mittels Laser- oder Elektronenstrahl-Lithographiemaschinen erzeugt, bei deren Verwendung es leicht möglich ist, ganz bestimmte Gitterstrukturen zu erzeugen und insbesondere die beanspruchte Struktur, wonach eine Flanke der entsprechenden Gitterfurchen jeweils etwa senkrecht zur Hauptebene des die Linse bildenden Gitters verläuft, während die andere Flanke unter Verjüngung der Gitterfurchen zum Boden der Furche hin schräg angeordnet ist. In diesem Zusammenhang ist es auch möglich, die schräge Flanke nicht als kontinuierliches Profil auszubilden sondern ihre Fläche über eine stufenartige Gestaltung anzunähern, wobei für eine Vielzahl von Anwendungsfällen bereits eine Aufteilung in vier oder acht Stufen genügt. Es ist aber bei hohen Qualitätsanforderungen auch möglich beispielsweise 64 Stufen vorzusehen.

[0014] Bezüglich der Gestaltung entsprechender Gitter wird der Einfachheit halber auf die beiliegende

Fig. 1 verwiesen, wobei die obere Darstellung a) den Querschnitt einer normalen, refraktiven Linse zeigt, während die mittlere Darstellung b) schematisch den Querschnitt durch eine diffraktive Linse mit jeweils einer senkrecht zur Gitter-Hauptebene verlaufenden Flanke und einer demgegenüber schrägen Flanke je Gitterfurche zeigt. In der Darstellung c) der **Fig. 1** ist eine sogenannte "Binärstruktur" dargestellt, bei der Gitterfurchen und Gitterstege jeweils rechteckigen Querschnitt aufweisen und, wie **Fig. 1** c) erkennen lässt, die Breite der Gitterstege und die Breite der Gitterfurchen sich von der Linsenmitte zum Rand der Linse zu vermindert. Alle drei in **Fig. 1** gezeigten Linsenformen erzeugen, wenn man auf eine bestimmte Wellenlänge abstellt, grundsätzlich den gleichen optischen Effekt. Die Besonderheit der erfindungsgemäss vorgeschlagenen diffraktiven Linsenstrukturen ist aber, dass diese – anders als refraktive Linsen – abhängig von der jeweils vorhandenen Lichtwellenlänge einen verschiedenen visuellen Eindruck erzeugen. Trotzdem ist die Höhe der diffraktiven Linsen gemäss **Fig. 1b**) und **Fig. 1c**) bildenden Struktur um ein Vielfaches geringer als die Dicke der entsprechenden refraktiven Linse gemäss **Fig. 1a**. Erst hierdurch wird es möglich, die Linsenstruktur in eine Schichtanordnung einzugliedern ohne mit extremen, in der Praxis ausgeschlossenen Schichtdicken arbeiten zu müssen.

[0015] Wenn für Schichtanordnungen Linsenstrukturen gemäss der Erfindung verwendet werden, erhält der Beobachter bei Betrachtung in Aufsicht den Eindruck, dass die Oberfläche der Schichtanordnung linsenartig gestaltet ist, d.h. sich gegenüber einer Hauptebene vor- oder zurückwölbt. Dabei erzielt man zusätzlich zum einen den Vorteil, dass sich eine höhere Effizienz gegenüber holographisch hergestellten Linsenstrukturen erzeugen lässt, was zur Folge hat, dass das unter Zuhilfenahme der Linse gebildete Bild bzw. der entsprechende Dekorations- oder Sicherheitseffekt brillanter erscheinen. Weiterhin lassen sich die erfindungsgemässen Linsenstrukturen mit sehr hoher Genauigkeit – im Vergleich zu holographisch hergestellten Strukturen – erzeugen, wodurch das visuelle Erscheinungsbild deutlich verbessert wird. Schliesslich ist es durch geeignete Wahl der Gitterkonstanten (Gitterfrequenz, Gittertiefe etc.) bei den erfindungsgemässen Linsenstrukturen möglich, spezielle Farbeffekte zu erzielen bzw. die Farbeffekte über das Gesamtprofil der Linsenstruktur in vorgegebener Weise zu steuern. Weiterhin sei in diesem Zusammenhang auf die Möglichkeit hingewiesen, die Linsenstrukturen mit anderen, optische Effekte bewirkenden Elementen, z.B. andersartigen Beugungsstrukturen zur Erzielung von Bewegungseffekten, Flips oder dergleichen oder mit Dünnschichtanordnungen zur Erzielung besonderer Farbeffekte zu kombinieren, wie dies allgemein z.B. von optisch variablen Sicherheitselementen bekannt ist. Linsenstrukturen gemäss der Erfindung ergeben somit ei-

nerseits einen speziellen Eindruck für den Betrachter, andererseits haben sie gegenüber holographisch erzeugten Linsenstrukturen neben der Gemeinsamkeit der geringen "Dicke" eine grosse Vielzahl von Vorteilen.

[0016] Schichtanordnungen mit einer Linsenstruktur gemäss der Erfindung können bei Betrachtung in Reflexion spezielle optische Effekte erzeugen. Wenn die der Grenzfläche benachbarten Schichten transparent sind und einen deutlich, vorzugsweise um wenigstens 0,2 verschiedenen Brechungsindex aufweisen, wird infolge des Unterschieds im Brechungsindex auch dann, wenn das Licht durch die Schichtanordnung hindurchtritt, doch deutlich sichtbar der gewünschte Effekt erreicht. Speziell beim Arbeiten in Transmission kann die Gitterstruktur einseitig nicht abgedeckt sein sondern an Luft anschliessen.

[0017] Eine Alternative besteht darin, dass die Grenzfläche zumindest bereichsweise mit einer reflexionserhöhenden Schicht versehen ist, wobei die reflexionserhöhende Schicht zweckmässig eine, beispielsweise aufgedampfte, Metallschicht ist. Es wäre jedoch durchaus denkbar, als reflexionserhöhende Schicht eine transparente Schicht mit einem entsprechend hohen Brechungsindex vorzusehen, in welchem Falle man in gewissem Umfang eine Durchlässigkeit der Schichtanordnung erreichen könnte. Auch Dünnschichtanordnungen der bekannten Kombinationen oder Halbleiterschichten könnten verwendet werden.

[0018] Bei der bekannten Kreditkarte umfasst das von einer Schichtanordnung der gattungsgemässen Art gebildete holographisch erzeugte Sicherheitselement lediglich eine kreisförmige Linsenstruktur. Verwendet man nun dagegen eine diffraktive Linsenstruktur gemäss der Erfindung, ist es möglich, über die Fläche der Schichtanordnung mehrere solche, den Eindruck linsenartig vor- oder zurückspringender Flächen erzeugende Linsenstrukturen verteilt anzuordnen, wodurch sich einerseits wesentlich interessantere Effekte (für den Fall der Verwendung zu Dekorationszwecken) erzielen lassen oder, sofern die Linsenstruktur Teil eines Sicherheitselementes ist, auch die Sicherheitswirkung erhöhen lässt. Zweckmässig sind in einem derartigen Fall die mehreren Linsenstrukturen in einem Raster angeordnet, wodurch die Verifikation erleichtert werden kann. Aber auch eine zumindest bereichsweise Überlappung der Linsenstrukturen wäre denkbar, wobei eine Verschachtelung sogar in der Art möglich wäre, dass abhängig vom Betrachtungswinkel unterschiedliche Linsenstrukturen in Erscheinung treten.

[0019] Besonders einfach wird die Herstellung entsprechender Linsenstrukturen oder Linsenstruktur-Anordnungen, wenn, wie nach der Erfindung vorgesehen, die Linsenstrukturen im wesentlichen kreis-

förmig mit konzentrisch verlaufenden Gitterlinien ausgebildet sind.

[0020] Für die Praxis als zweckmässig hat es sich erwiesen, wenn die Linsenstrukturen einen Durchmesser zwischen 3 und 50 mm aufweisen.

[0021] Wenn, wie nach der Erfindung weiter vorgesehen, die Gittertiefe der Linsenstrukturen kleiner als 5 μm , vorzugsweise kleiner als 3 μm ist, lassen sich derartige Gitterstrukturen ohne Probleme in die üblicherweise bei Transfer- oder Laminierfolien vorgesehenen Lackschichten, die in etwa diese Dicke haben, einbringen.

[0022] Es wird nach der Erfindung weiter vorgeschlagen, dass die Binärstruktur über die gesamte Fläche der Linsenstruktur in etwa die gleiche Tiefe besitzt. Hierdurch wird die Herstellung besonders einfach. Über die Wahl der Tiefe der Binärstruktur lässt sich dabei Einfluss auf die Farbe nehmen, die bei Betrachtung der Linsenstruktur für den Beobachter entsteht.

[0023] Schliesslich kann es vorteilhaft sein, wenn die transparente(n), dem Beobachter zugeheftete(n) Schichten) pigmentfrei eingefärbt ist (sind).

[0024] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele an Hand der Zeichnung.

[0025] Es zeigen:

[0026] [Fig. 1](#) schematisch und im Querschnitt

a) eine refraktive Linse

b) eine diffraktive Linse mit im, Querschnitt etwa dreieckförmigen Gitterfurchen,

c) eine Linse mit einer diffraktiven Binärstruktur;

[0027] [Fig. 2](#) in schematischer Draufsicht ein in einer Schichtanordnung gemäß der Erfindung vorgesehenes Sicherheits- oder Dekorationselement mit einer erfindungsgemäßen Linsenstruktur, und

[0028] [Fig. 3](#) eine Darstellung ähnlich [Fig. 2](#), allerdings in kleinerem Maßstab und bei einer Schichtanordnung mit mehreren, in Form eines Rasters angeordneten Linsenstrukturen.

Ausführungsbeispiel

[0029] In den schematischen Querschnittsdarstellungen der [Fig. 1](#) ist gezeigt, daß die Schichtanordnung gemäß der Erfindung jeweils zwei Materialschichten **1**, **2** aufweist, die zwischen sich eine Grenzfläche **3** bilden, die beispielsweise mit einer Metallisierung, z.B. einer im Vakuum aufgedampften Metallschicht, versehen sein kann. Für bestimmte

Anwendungsfälle kann dabei eine der Materialschichten **1**, **2** durch Luft gebildet sein. Der Durchmesser der Linsen in [Fig. 1](#) ist auf der x-Achse in beliebig angenommenen Einheiten gezeigt, da es auf die genaue Größe bzw. den genauen Durchmesser der Linsenstrukturen nicht ankommt. Der Durchmesser der Linsenstrukturen liegt jedoch im allgemeinen zwischen 0,15 und 300 mm, vorzugsweise zwischen 3 und 50 mm, wobei die Brennweite der Linsen üblicherweise zwischen dem Wert des Linsendurchmessers und dem fünffachen dieses Wertes liegt.

[0030] Auf der y-Achse in [Fig. 1](#) ist jeweils die Dicke bzw. die Höhe der entsprechenden Schicht **1**, **2** bzw. Struktur aufgetragen, wobei es sich bei den angegebenen Werten um die Phasendifferenz in Radiant handelt. Bei Verwendung einer bestimmten Licht-Wellenlänge (z.B. 550 nm für die maximale Empfindlichkeit des menschlichen Auges) läßt sich aus dieser Phasendifferenz in bekannter Weise (auch unter Berücksichtigung der jeweiligen Brechungsindizes) die geometrische Tiefe berechnen. Aus einem Vergleich der [Fig. 1a](#)) mit den [Fig. 1b](#)) und 1c) ist ohne weiteres ersichtlich, daß die Dicke der Schichtanordnung gemäß [Fig. 1a](#)) wenigstens zehn Mal so groß sein muß wie die Dicke der Schichtanordnung gemäß [Fig. 1b](#)) und sogar etwa zwanzig Mal so groß wie die Dicke der Schichtanordnung der [Fig. 1c](#)). Daß die Schichtanordnungen der [Fig. 1b](#)) und 1c) wesentlich dünner sein können als die der [Fig. 1a](#)) beruht auf der geringeren Gesamthöhe **9** der von der Grenzschicht **3** bestimmten Linsenstruktur, die sich nur über eine Höhe erstreckt, die umgerechnet (für ein System $n=1,5/n=1$ in Transmission) bei [Fig. 1b](#)) etwa der doppelten Wellenlänge, in [Fig. 1c](#)) sogar nur etwa der einfachen Wellenlänge entspricht.

[0031] Bei den Schichten **1** und **2** der Schichtanordnung handelt es sich im allgemeinen um Lackschichten entsprechender Zusammensetzung, wobei wenigstens die dem Beobachter zugekehrte Lackschicht (im vorliegenden Falle im allgemeinen die Schicht **1**) weitgehend transparent sein muß, allerdings dabei gefärbt sein kann. Für bestimmte Anwendungsfälle kann eine der Schichten eine Kleberschicht sein oder die dem Betrachter zugekehrte Schicht sogar entfallen.

[0032] Wenn die Grenzschicht **3** mit einer Metallisierung oder einer sonstigen, stark reflektierenden Beschichtung versehen ist, kann die Schicht **2** ebenfalls transparent, aber auch durchscheinend oder undurchsichtig sein. Soll dagegen die Schichtanordnung gemäß der Erfindung in Transmission eingesetzt werden, beispielsweise zur Abdeckung eines auf einem Substrat vorhandenen sichtbaren Merkmals, muß auch die Schicht **2** transparent sein. In diesem Falle wird die Grenzfläche **3** nicht mit einer – im allgemeinen undurchsichtigen – Metallisierung

versehen werden. Statt dessen wird man den Brechungsindex der beiden transparenten Schichten **1** und **2** derart unterschiedlich wählen (wobei die Differenz des Brechungsindex vorzugsweise wenigstens 0,2 betragen sollte), daß trotz Verwendung zweier transparenter Schichten der durch die Grenzfläche **3** erzeugte Effekt optisch hinreichend deutlich sichtbar wird.

[0033] Die Linsenstruktur gemäß [Fig. 1b](#) wird üblicherweise in einem sogenannten „Direktschreib-Verfahren“ erzeugt, d.h. in einem Verfahren, bei dem entweder mittels eines Lasers das Material gemäß dem gewünschten Profil abgetragen wird oder mittels eines Lasers oder einer Elektronenstrahl-Lithographieeinrichtung ein Photoresist gemäß dem gewünschten Profil belichtet wird und anschließend durch Entwicklung des Photoresists das gewünschte Profil bzw. dessen Negativprofil erhalten wird. Diese Vorgehensweise bietet den Vorteil, daß sich sehr unterschiedliche Gitterstrukturen und insbesondere Gitterquerschnitte, z.B. auch für bestimmte Anwendungsfälle sogenannte Blaze-Gitter, erzeugen lassen, wobei insbesondere erreicht werden kann, daß der Winkel α zwischen den in [Fig. 1b](#) schräg verlaufenden Flanken **4** der Gitterfurchen und einer Senkrechten S auf die Hauptebene der Linsenstruktur sich – wie aus [Fig. 1b](#) deutlich ersichtlich – kontinuierlich vom Zentrum der Linse aus nach außen verändert, und zwar in dem Sinn, daß die zu der Senkrechten S etwa parallelen Flanken **5** der Gitterfurchen gleichsam nur Unstetigkeitsstellen in einem ansonsten im wesentlichen stetigen Linsenprofil, welches durch die jeweils anderen, schrägen Flanken **4** der Gitterfurchen sowie den zentrischen, paraboloidförmigen Abschnitt **6** der Grenzfläche **3** gebildet ist, darstellen.

[0034] Derartige Linsenstrukturen sowie die Art ihrer Berechnung sind grundsätzlich in der Literatur beschrieben, weshalb hierauf nicht näher eingegangen werden soll.

[0035] Dabei ist auch die Möglichkeit zu erwähnen, anstelle der gemäß [Fig. 1b](#) über die Höhe **9** kontinuierlichen schrägen Flanken **4** eine stufenförmige Anordnung zu verwenden, bei welcher die die Stufen bildenden Flächen die Flanken **4** in ihrer optischen Wirkung annähern. Derartige Gitterstrukturen können sowohl in sog. Direkt-Schreibverfahren als auch über geeignete Masken-Techniken erzeugt werden, wobei die Zahl der Stufen abhängig von dem angestrebten Ergebnis variiert werden kann. Für eine Vielzahl von Anwendungsfällen genügt dabei bereits eine Aufteilung in vier oder acht Stufen. Bei hohen Qualitätsanforderungen ist es aber beispielsweise auch möglich, vierundsechzig Stufen oder eine Stufenzahl gemäß einer höheren Potenz von 2 vorzusehen.

[0036] Die Binärstruktur gemäß [Fig. 1c](#) wird unter Verwendung entsprechender Masken hergestellt.

Das wesentliche Charakteristikum der Binärstruktur gemäß [Fig. 1c](#) ist darin zu sehen, daß sowohl die Gitterfurchen **7** als auch die Gitterstege **8** jeweils im Querschnitt im wesentlichen rechteckig sind. Eine weitere Besonderheit der Struktur gemäß [Fig. 1c](#) ist darin zu sehen, daß die Gittertiefe **9** über die gesamte Linsenstruktur einheitlich ist, was insbesondere bei der Herstellung den Vorteil bietet, daß weder unterschiedliche Einwirkungszeiten des das Material entfernenden Mittels vorgesehen noch mit unterschiedlichen Intensitäten des durch die entsprechende Maske auf das Substrat einwirkenden Mittels gearbeitet werden muß.

[0037] In [Fig. 2](#) ist schematisch (tatsächlich sind die Abstände der Gitterlinien wesentlich geringer) ein linsenartiges Element gezeigt, das mit einer Linsenstruktur gemäß [Fig. 1b](#) hergestellt ist, wobei die Draufsicht der [Fig. 2](#) deutlich den sich ständig vermindern den Abstand zwischen den einzelnen Gitterstegen bzw. die sich ständig vom Zentrum der kreisförmigen Linse zu deren Rand zu erhöhende Gitterfrequenz erkennen läßt. Zusätzlich ist auch die Neigung der in der Draufsicht der [Fig. 2](#) sichtbaren Gitterflanken **4** von dem Zentrum der Linse nach außen ständig und im wesentlichen kontinuierlich verändert. Auch die zur Linsen-Hauptebene senkrechten Gitterflanken **5** sind in Form dunkler Linien in [Fig. 2](#) deutlich sichtbar.

[0038] Die [Fig. 3](#) zeigt eine weitere Möglichkeit, wie in einer erfindungsgemäßen Schichtanordnung diffraktive Linsenstrukturen vorgesehen sein können.

[0039] In dem Ausführungsbeispiel der [Fig. 3](#), das beispielsweise bei einer dekorativen Transfer- oder Laminierfolie verwirklicht sein könnte, sind über die Oberfläche der Folie verteilt in mehreren, in einem Raster angeordneten Flächenbereichen kreisförmige Linsenstrukturen angeordnet, die prinzipiell den Linsenstrukturen der [Fig. 2](#) entsprechen können. Die Anordnung ist dabei so gewählt, daß nicht die äußeren Gitterfurchen entsprechend [Fig. 2](#) teilweise abgeschnitten sind. Die Linsenstrukturen **10** der [Fig. 3](#) sind vielmehr jeweils insgesamt kreisförmig erhalten. Die hierdurch bei einer Aneinanderreihung entsprechender Linsenstruktur-Kreise entstehenden Zwischenräume in Form von sphärischen Quadraten sind bei der Schichtanordnung der [Fig. 3](#) durch entsprechend gestaltete Beugungsstrukturen **11** ausgefüllt, die durchaus ebenfalls einen Linseneffekt erzeugen können, wobei beispielsweise die Linsenstrukturen **10** den Effekt von Sammellinsen zeigen, während die Strukturen **11** als Zerstreuungslinsen wirken, wodurch sich der optische Effekt beider Linsenarten quasi verstärken läßt.

[0040] Es ist selbstverständlich möglich, durch entsprechende Kombination der unterschiedlichsten Linsenstrukturen Schichtanordnungen mit komple-

nen, optisch wirksamen Effekten zu erzeugen, wobei es natürlich auch denkbar ist, diffraktive Strukturen zusätzlich und bereichsweise vorzusehen, die völlig andersartige Effekte, beispielsweise Bewegungseffekte, Flips etc., generieren. Auch ist es denkbar, die Linsenstrukturen und/oder sonstige diffraktive Strukturen mit einer Dünnschichtfolge mit speziellen Farben, z.B. OVI, oder mit Halbleiterschichten zu kombinieren, um so spezielle Farbwechseleffekte zu erzielen.

[0041] Besonders interessante Gestaltungen der Schichtanordnungen ergeben sich dann, wenn die Grenzschicht **3** nur teilweise mit einer Metallisierung versehen ist, wobei z.B. eine Demetallisierung im Register mit den Linsenstrukturen vorgesehen sein kann.

[0042] Weiterhin müssen selbstverständlich die Linsenstrukturen nicht, wie dies in der Zeichnung im allgemeinen dargestellt ist, jeweils kreisförmig sein. Ein Vorteil der Verwendung diffraktiver Linsenstrukturen ist gerade der, daß diese auch anderen Formen (so genannten Freiformflächen) überlagert werden können, um so beispielsweise dreidimensional erscheinende Gebilde zu generieren. Weiterhin wäre es z.B. auch denkbar, die Linsenstruktur der [Fig. 2](#) zu unterteilen und in anderer Weise die Teile wieder zusammenzusetzen, wodurch sich ebenfalls sehr interessante optische Effekte erzielen lassen.

Patentansprüche

1. Schichtanordnung, insbesondere für Transfer- oder Laminierfolien, welche wenigstens zwei aufeinanderfolgende Materialschichten aufweist, von denen wenigstens die bei Gebrauch dem Beobachter zugekehrte(n) Schichten transparent ist (sind) und zwischen denen eine Grenzfläche ausgebildet ist, welche wenigstens in einem Flächenbereich mit einer für den Betrachter einen linsenartigen Effekt erzeugenden, beugungsoptisch wirksamen Struktur versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die den linsenartigen Effekt erzeugende beugungsoptisch wirksame Struktur (**4**, **5**, **6**; **7**, **8**) ("Linsenstruktur") eine sich hinsichtlich ihrer Gitterfrequenz und gegebenenfalls weiterer Gitterkonstanten über den Flächenbereich kontinuierlich verändernde Gitterstruktur ist, die entweder eine Binärstruktur oder derart gestaltet ist, dass die jeweils einen Flanken (**5**) der Gitterfurchen parallel zueinander und etwa parallel zu einer Senkrechten (S) auf die Hauptebene der Grenzschicht verlaufen, während die jeweils anderen Flanken (**4**) der Gitterfurchen gegenüber einer Senkrechten (S) auf die Hauptebene der Grenzschicht (**3**) unter einem Winkel (α) verlaufen oder von einer stufenförmigen Anordnung gebildet sind, die jeweils eine unter dem Winkel (α) verlaufende Fläche in ihrer optischen Wirkung annähert, wobei sich der Winkel (α) über den Flächenbereich kontinuierlich ändert,

dass die Gittertiefe (**9**) der Linsenstruktur höchstens 10 μm beträgt und der Durchmesser der Linsenstruktur zwischen 0,15 und 300 nm liegt, und dass die der Grenzfläche (**3**) benachbarten Schichten (**1**, **2**) transparent sind und einen unterschiedlichen Brechungsindex aufweisen oder die Grenzfläche (**3**) zumindest bereichsweise mit einer reflexionserhöhenden Schicht versehen ist.

2. Schichtanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die reflexionserhöhende Schicht eine Metallschicht ist.

3. Schichtanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass über die Fläche der Schichtanordnung mehrere Linsenstrukturen (**10**, **11**) verteilt angeordnet sind.

4. Schichtanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Linsenstrukturen (**10**, **11**) in einem Raster angeordnet sind.

5. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsenstruktur (**10**) im wesentlichen kreisförmig mit konzentrisch verlaufenden Gitterlinien ausgebildet ist.

6. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Linsenstruktur (**10**) einen Durchmesser zwischen 3 und 50 nm aufweist.

7. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gittertiefe (**9**) der Linsenstruktur kleiner als 5 μm , vorzugsweise kleiner als 2 μm ist.

8. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Binärstruktur über die gesamte Fläche der Linsenstruktur (**10**) in etwa die gleiche Tiefe (**9**) besitzt.

9. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die transparente(n), dem Beobachter zugekehrte(n) Schichten pigmentfrei eingefärbt ist (sind).

10. Schichtanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Brechungsindex der der Grenzfläche (**3**) benachbarten Schichten (**1**, **2**) um wenigstens 0,2 verschieden ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

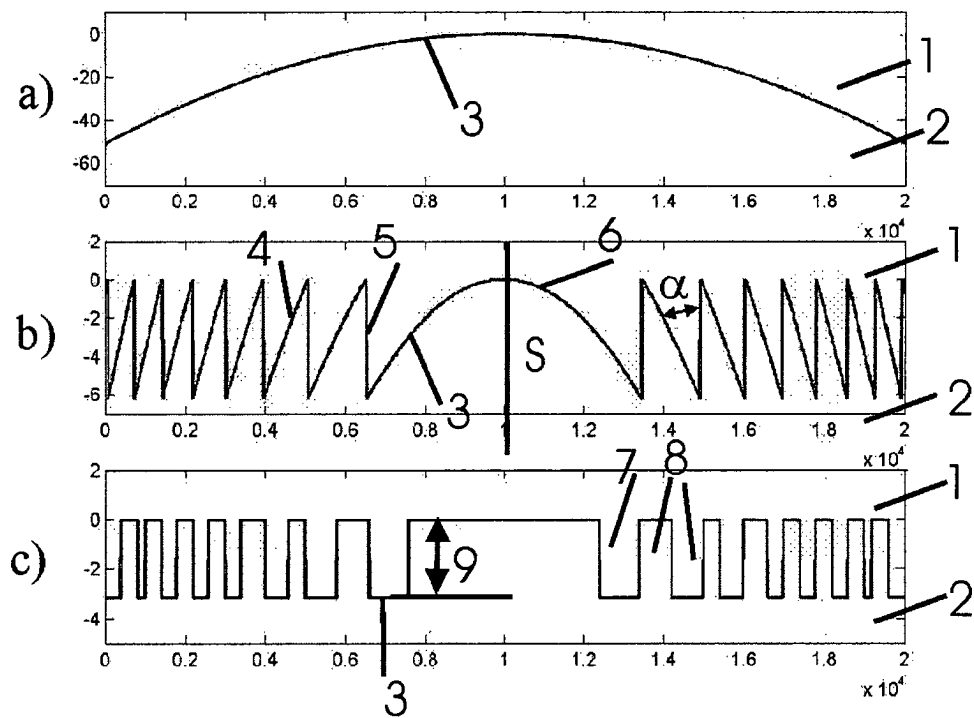


Fig. 1

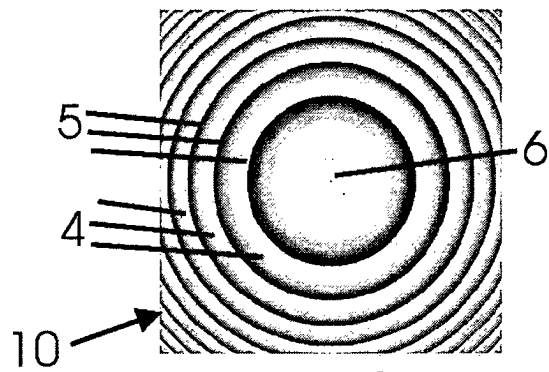


Fig. 2

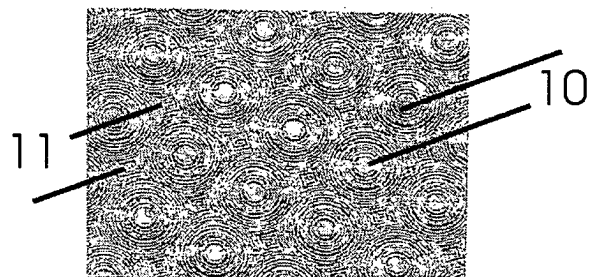


Fig. 3