



(10) **DE 10 2012 020 550 A1** 2014.04.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 020 550.3**

(51) Int Cl.: **B42D 25/30 (2014.01)**

(22) Anmeldetag: **19.10.2012**

(43) Offenlegungstag: **24.04.2014**

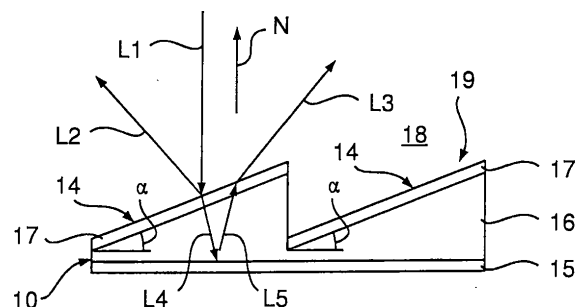
(71) Anmelder:
Giesecke & Devrient GmbH, 81677, München, DE

(72) Erfinder:
Fuhse, Christian, Dr., 83624, Otterfing, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optisch variables Flächenmuster**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein optisch variables Flächenmuster mit einer Reflexionsschicht (15) und einer auf der Reflexionsschicht (15) ausgebildeten Mikrospiegelanordnung (20), die eine Vielzahl von teiltransparenten Mikrospiegeln (14) aufweist, wobei die Mikrospiegel (14) gegenüber der Reflexionsschicht (15) geneigt sind, so dass auf die Mikrospiegelanordnung (20) einfallendes Licht (L1) durch spekulare Reflexion an den teiltransparenten Mikrospiegeln (14) zum Teil in eine erste Richtung reflektiert wird und zum Teil in eine von der ersten Richtung verschiedene zweite Richtung dadurch reflektiert wird, dass es durch die teiltransparenten Mikrospiegel (14) hindurchläuft, auf die Reflexionsschicht (15) trifft, dort reflektiert wird und danach wiederum durch die teiltransparenten Mikrospiegel (14) läuft.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optisch variables Flächenmuster sowie ein Wertdokument mit einem solchen optisch variablen Flächenmuster.

[0002] Zu schützende Gegenstände werden häufig mit einem optisch variablen Flächenmuster ausgestattet, das die Überprüfung der Echtheit des Gegenstandes erlaubt und zugleich als Schutz vor unerlaubter Reproduktion dient.

[0003] Bekannt sind diffraktive Reliefstrukturen (Hologramme) sowie strahlenoptisch wirksame Reliefstrukturen (Mikrospiegel bzw. -prismen).

[0004] Diffraktive Reliefstrukturen erzeugen durch Beugung Farben, wobei in der Regel beim Kippen das ganze Farbspektrum durchlaufen wird oder durch Farbmischung beispielsweise bei Mattstrukturen ein weißer Farbeindruck erzeugt wird.

[0005] Strahlenoptisch wirksame Reliefstrukturen liefern von sich aus zunächst farblose Darstellungen. Durch das Vorsehen einer zusätzlichen Farbbeschichtung (beispielsweise einer Farbkipp- bzw. Colorshift-Beschichtung) können Farben oder auch Farbwechsel erzeugt werden. Solche Beschichtungen liefern unter einem bestimmten Betrachtungswinkel bzw. Glanzwinkel der Mikrospiegel in der Regel nur eine Farbe bzw. einen durch die Beschichtung definiert eingestellten Farbumschlag.

[0006] Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, ein optisch variables Flächenmuster bereitzustellen, mit dem verschiedene optische Effekte realisiert werden können.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein optisch variables Flächenmuster gelöst, das eine Reflexionsschicht und eine auf der Reflexionsschicht ausgebildete Mikrospiegelanordnung, die eine Vielzahl von teiltransparenten Mikrospiegeln aufweist, umfasst, wobei die Mikrospiegel gegenüber der Reflexionsschicht geneigt sind, so dass auf die Mikrospiegelanordnung einfallendes Licht durch spekulare Reflexion an den teiltransparenten Mikrospiegeln zum Teil in eine erste Richtung reflektiert wird und zum Teil in eine von der ersten Richtung verschiedene zweite Richtung dadurch reflektiert wird, dass es durch die teiltransparenten Mikrospiegel hindurchläuft, auf die Reflexionsschicht trifft, dort reflektiert wird und danach wiederum durch die teiltransparenten Mikrospiegel läuft.

[0008] Damit stellt das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster zwei reflektierte Lichtstrahlen, die in unterschiedlichen Richtungen reflektiert werden, zur Verfügung, mit denen Farbeffekte und/oder Bewegungseffekte verwirklicht werden können.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmuster kann eine transparente Schicht auf der Reflexionsschicht ausgebildet sein, wobei zur Ausbildung der Mikrospiegel die von der Reflexionsschicht abgewandte Seite der transparenten Schicht in einem vorbestimmten Bereich strukturiert ist. Insbesondere kann im vorbestimmten Bereich eine teilreflektive Beschichtung ausgebildet sein. Die teilreflektive Beschichtung kann auch als reflexionserhöhende Beschichtung bezeichnet werden.

[0010] Die Strukturierung und/oder die teilreflektive Beschichtung können insbesondere so ausgebildet sein, dass eine (im Wesentlichen) strahlenoptisch wirksame Reliefstruktur (und keine Beugungsstruktur) vorliegt, die die Reflexion des einfallenden Lichtes in die erste Richtung bewirkt.

[0011] Eine reflexionserhöhende Beschichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung ist insbesondere eine Beschichtung, die den Reflexionsgrad beispielsweise nur von etwa 20% auf etwa 50% erhöht, wie z. B. semitransparente Schichten. Die reflexionserhöhende Beschichtung kann eine metallische Beschichtung sein, die beispielsweise aufgedampft ist. Als Beschichtungsmaterial kann insbesondere Aluminium, Gold, Silber, Kupfer, Palladium, Chrom, Nickel und/oder Wolfram sowie deren Legierungen verwendet werden. Alternativ kann die reflexionserhöhende Beschichtung durch eine Beschichtung mit einem Material mit hohem Brechungsindex gebildet werden. Die teilreflektive Beschichtung und/oder die Reflexionsschicht können in Form von Mustern, Zeichen oder Codierungen vorliegen und/oder Aussparungen in Form von Muster, Zeichen oder Codierungen aufweisen.

[0012] Die teilreflektive Beschichtung kann eine farbkippende Schicht sein, die z. B. als Dünnschichtsystem oder Dünnschicht-Interferenzbeschichtung ausgebildet ist. Dies kann z. B. durch eine hochbrechende Schicht geeigneter Dicke (die Dicke ist bevorzugt so eingestellt, dass die gewünschte Farbe durch Interferenz der an der oberen und unteren Grenzfläche reflektierten Lichtstrahlen entsteht), eine Schichtfolge Metallschicht-dielektrische Schicht-Metallschicht oder eine Schichtfolge aus mindestens drei dielektrischen Schichten, wobei die Brechzahl der mittleren Schicht geringer ist als die Brechzahl der beiden anderen Schichten, verwirklicht werden. Die farbkippende Schicht kann auch als Interferenzfilter, dünne semitransparente Metallschicht mit selektiver Transmission durch Plasmaresonanzeffekte, Nanopartikel, etc. ausgebildet sein. Die farbkippende Schicht kann insbesondere auch als Flüssigkristallschicht, diffraktive Reliefstruktur oder Subwellenlängengitter realisiert sein.

[0013] Die Mikrospiegel bzw. die teilreflektiven Flächen der Mikrospiegel, die die Reflexion des einfallenden Lichtes bewirken, können in einem vorbestimmten Bereich strukturiert sein.

lenden Lichtes in die erste Richtung bewirken, sind bevorzugt eben ausgebildet. Die ebene Ausbildung der teilreflektiven Flächen ist natürlich nicht im mathematisch exakten Sinne zu verstehen, da sich in der Praxis herstellungsbedingt in der Regel nie perfekt ebene Flächenstücke herstellen lassen. Die ebene Ausbildung ist daher bevorzugt so zu verstehen, dass es insoweit eben ist, als es herstellungstechnisch möglich ist. Alternativ ist es möglich, die teilreflektiven Flächen der Mikrospiegel gekrümmt auszubilden (z. B. konkav, konvex oder gewellt). Jedoch ist die Krümmung der teilreflektiven Flächen der Mikrospiegel bevorzugt gering.

[0014] Die transparente Schicht kann z. B. als gefärbte Schicht oder als Farbschicht ausgebildet sein. Damit kann die Farbe des in der zweiten Richtung reflektierten Lichtes beeinflusst oder eingestellt werden.

[0015] Bei der transparenten Schicht kann es sich um eine Lackschicht und insbesondere um eine Prägelackschicht handeln.

[0016] Ferner kann die Strukturierung der transparenten Schicht durch Prägen gebildet sein.

[0017] Des Weiteren kann zwischen der Reflexionsschicht und der transparenten Schicht eine transparente Farbschicht angeordnet sein. Mit der transparenten Farbschicht kann die Farbe des in der zweiten Richtung reflektierten Lichtes beeinflusst oder eingestellt werden.

[0018] Das transparente Material und/oder die teilreflektive Beschichtung kann zumindest in einem Teil des sichtbaren Spektrums einen Brechungsindex von mindestens 1,6 und bevorzugt von mindestens 1,8 aufweisen.

[0019] Ferner können die Mikrospiegel in ein Medium eingebettet sein, das zumindest in einem Teil des sichtbaren Spektrums einen Brechungsindex aufweist, der von dem Brechungsindex des transparenten Materials und/oder der teilreflektiven Beschichtung um mindestens 0,1, bevorzugt um mindestens 0,2 und besonders bevorzugt um mindestens 0,4 abweicht. Diese Einbettungsschicht kann Bestandteil des optisch variablen Flächenmusters sein. Es ist jedoch auch möglich, dass es sich dabei um das angrenzende Medium (z. B. Luft handelt).

[0020] Bei dem optisch variablen Flächenmuster können die Reflexionsschicht und die Mikrospiegelanordnung so ausgebildet sein, dass das in die erste und zweite Richtung reflektierte Licht unterschiedliche Farben aufweist.

[0021] Ferner können die teiltransparenten Mikrospiegel ein sägezahnförmiges Profil bilden. Die An-

ordnung der Mikrospiegel kann regelmäßig oder auch unregelmäßig sein.

[0022] Insbesondere kann die den teiltransparenten Mikrosiegeln zugewandte Seite der Reflexionsschicht und/oder die den Mikrosiegeln abgewandte Seite der Reflexionsschicht eben ausgebildet sein.

[0023] Bei dem erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmuster können mehrere der Mikrospiegel in einer Anordnungsrichtung nebeneinander angeordnet sein und ihre Abmessung in der Anordnungsrichtung kann im Bereich von 2 μm bis 3 mm, bevorzugt von 3 μm bis 100 μm und besonders bevorzugt von 5 μm bis 30 μm liegen.

[0024] Das optisch variable Flächenmuster kann so ausgebildet sein, dass bei parallel zur makroskopischen Oberflächennormalen des Flächenmusters einfallendem Licht die erste und zweite Richtung des reflektierten Lichtes auf unterschiedlichen Seiten der makroskopischen Oberflächennormalen liegen. Es ist jedoch auch möglich, dass die erste und zweite Richtung des reflektierten Lichtes auf der gleichen Seite der makroskopischen Oberflächennormalen liegen.

[0025] Die teilreflektive Beschichtung kann eine oder mehrere (insbesondere hochbrechende) dielektrische Schicht bzw. Schichten, eine semitransparente metallische Schicht, eine Schicht aus halbleitenden Material und/oder eine flüssigkristalline Schicht aufweisen.

[0026] Ferner kann die Farberzeugung an der Reflexionsschicht und/oder an der Oberfläche der Mikrospiegel durch Subwellenlängenstrukturen, insbesondere Subwellenlängengitter, realisiert sein.

[0027] Die Reflexionsschicht kann eine oder mehrere metallische Schichten, eine Dünnschicht-Colorshift-Schicht (insbesondere mit dem Aufbau Absorber/Dielektrikum/Reflektor oder dem Aufbau Absorber/Dielektrikum/Reflektor/Dielektrikum/Absorber), eine oder mehrere (insbesondere hochbrechende) dielektrische Schichten und/oder eine flüssigkristalline Schicht aufweisen.

[0028] Als dielektrisches Material für die teilreflektive Beschichtung und die Reflexionsschicht kann z. B. ZnS, SiO₂, TiO₂, MgF₂ verwendet werden.

[0029] Das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster kann so ausgebildet sein, dass mit den in die erste Richtung reflektierten Lichtstrahlen (oder den in die zweite Richtung reflektierten Lichtstrahlen) unterschiedlichste Bewegungseffekte z. B. beim Kippen des Flächenmusters verwirklicht werden. So kann z. B. der in der US 7,517,578 B2 genannte Effekt „Rolling Bar“ verwirklicht werden. Erfindungsge-

mäß ergibt sich dann durch die in die zweite Richtung (bzw. in die erste Richtung) reflektierten Lichtstrahlen ebenfalls ein (entsprechender) Bewegungseffekt, der die gleiche oder eine gegensätzliche Bewegungsrichtung und eine gleiche oder unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeit aufweisen kann. Auch andere Bewegungseffekte beim Verkippen des optisch variablen Flächenmusters können verwirklicht werden, wie z. B. sogenannte Flip-, Lauf- oder Pumpeffekte. Die Bewegung erfolgt hier mit Vorteil gleichläufig oder gegenläufig.

[0030] Ferner kann das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster (einschließlich seiner Weiterbildungen) als Sicherheitselement, insbesondere als Sicherheitselement für Sicherheitspapiere, Wertdokumente oder dergleichen verwendet werden.

[0031] Das Sicherheitselement kann insbesondere als Sicherheitsfaden, Aufreißfaden, Sicherheitsband, Sicherheitsstreifen, Patch, Folienelement oder als Etikett zum Aufbringen auf ein Sicherheitspapier, Wertdokument oder dergleichen ausgebildet sein. Insbesondere kann das Sicherheitselement transparente Bereiche oder Ausnehmungen überspannen. Ferner kann das Sicherheitselement bei Polymer- oder Hybridbanknoten unter Folie eingebettet sein.

[0032] Unter dem Begriff Sicherheitspapier wird hier insbesondere die noch nicht umlauffähige Vorstufe zu einem Wertsdokument verstanden, die neben dem erfindungsgemäßen Sicherheitselement beispielsweise auch weitere Echtheitsmerkmale (wie z. B. im Volumen vorgesehene Lumineszenzstoffe) aufweisen kann. Unter Wertdokumenten werden hier einerseits aus Sicherheitspapieren hergestellte Dokumente verstanden. Andererseits können Wertdokumente auch sonstige Dokumente und Gegenstände sein, die mit dem erfindungsgemäßen Sicherheitselement versehen werden können, damit die Wertdokumente nicht kopierbare Echtheitsmerkmale aufweisen, wodurch eine Echtheitsprüfung möglich ist und zugleich unerwünschtes Kopieren verhindert wird.

[0033] Ferner wird ein Wertdokument mit einem erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmuster (einschließlich seiner Weiterbildungen) bereitgestellt.

[0034] 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.

[0035] Nachfolgend wird die Erfindung beispielshalber anhand der beigefügten Figuren, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Zur besseren Anschaulichkeit wird in den

Figuren teilweise auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Darstellung verzichtet. Es zeigen:

[0036] Fig. 1 eine Draufsicht einer Banknote mit einem erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenelement **10**;

[0037] Fig. 2 eine vergrößerte Schnittansicht zweier Mikrospiegel des optisch variablen Flächenelementes von Fig. 1;

[0038] Fig. 3 eine Draufsicht einer weiteren Ausführungsform eines rechteckigen Flächenbereichs **13** des erfindungsgemäßen optisch variablen Elementes **10**;

[0039] Fig. 4 eine vergrößerte Schnittansicht von jeweils zwei Mikrospiegeln **14** aus den beiden Bereichen **21** und **22** gemäß Fig. 3;

[0040] Fig. 5A–Fig. 5C Darstellungen zur Erläuterung des „Rolling Bar“-Effektes;

[0041] Fig. 6 eine vergrößerte Schnittansicht zweier Mikrospiegel **14** zur Erläuterung des in Verbindung mit Fig. 5A–Fig. 5C beschriebenen „Rolling Bar“-Effektes;

[0042] Fig. 7 eine vergrößerte Schnittansicht zweier Mikrospiegel **14** einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmusters, und

[0043] Fig. 8 eine vergrößerte Schnittansicht zweier Mikrospiegel **14** einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmusters **10**.

[0044] Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster **10** als Sicherheitselement so in einer Banknote **11** integriert, dass es in der in Fig. 1 gezeigten Vorderseite der Banknote sichtbar ist. Alternativ kann das erfindungsgemäße optisch variable Element **10** z. B. als Fensterfaden **12** vorliegen.

[0045] Das optisch variable Element **10** weist in der hier beschriebenen Ausführungsform einen rechteckigen Flächenbereich **13** mit einer Vielzahl von Mikrospiegeln **14** auf, die auf einer Reflexionsschicht **15** gebildet sind, wie insbesondere der vergrößerten Schnittansicht zweier Mikrospiegel **14** in Fig. 2 zu entnehmen ist.

[0046] Die Mikrospiegel **14** sind durch eine Prägelackschicht **16**, deren der Reflexionsschicht **15** abgewandte Seite strukturiert ist (hier mit einem Sägezahnprofil), und einer Beschichtung **17**, die auf der strukturierten Seite der Prägelackschicht **16** vorgesehen ist, gebildet. Wie der Darstellung der Fig. 2 zu

entnehmen ist, sind die Mikrospiegel **14** gegenüber der Reflexionsschicht **15** geneigt (Winkel α).

[0047] Die Beschichtung **17** kann, muss aber nicht vorgesehen sein. Insbesondere ist die Beschichtung **17** als teilreflektive Beschichtung ausgebildet, die von einem einfallenden Lichtstrahl L1 einen Teil spekulär reflektiert und somit einen ersten reflektierten Lichtstrahl L2 erzeugt und die einen anderen Teil des einfallenden Lichtstrahls L1 transmittiert.

[0048] Der transmittierte Teil läuft durch die Prägelackschicht **16** (Lichtstrahl L4), trifft auf die Reflexionsschicht **15** und wird von dieser reflektiert (Lichtstrahl L5), läuft wiederum durch die Prägelackschicht **16** und die Beschichtung **17** und tritt als zweiter reflektierter Lichtstrahl L3 aus. Die an den Grenzflächen zwischen den verschiedenen Medien auftretende Brechung ist in **Fig. 2** lediglich schematisch eingezeichnet. Es findet eine Brechung am Übergang zwischen der Umgebung und der Beschichtung **17** sowie an der Grenzfläche zwischen der Beschichtung **17** und der Prägelackschicht **16** statt. Des Weiteren sind Mehrfachreflexionen nicht berücksichtigt, die durch eine erneute Reflexion des Lichtstrahls L5 zur Reflexionsschicht **15** auftreten können.

[0049] Wie der Darstellung gemäß **Fig. 2** entnommen werden kann, wird mit dem erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmuster **10** ein einfallender Lichtstrahl L1 an der Beschichtung **17** bzw. am Mikrospiegel **14** spekulär in eine erste Richtung (erster reflektierter Lichtstrahl L2) sowie durch Brechung an der Grenzfläche zwischen der Umgebung und der Beschichtung **17** einerseits sowie der Grenzfläche zwischen der Beschichtung **17** und der Prägelackschicht **16** andererseits und Reflexion an der Reflexionsschicht **15** in eine zweite Richtung (zweiter reflektierter Lichtstrahl L3) reflektiert, wobei sich die beiden Richtungen unterscheiden.

[0050] Die Helligkeit und Farbe des ersten reflektierten Lichtstrahls L2 können dabei durch die optischen Eigenschaften der Beschichtung **17** vorgegeben werden. Die Helligkeit und Farbe des zweiten reflektierten Lichtstrahls L3 können z. B. durch die optischen Eigenschaften der Reflexionsschicht **15** vorgegeben werden. Des Weiteren ist es möglich, die Prägelackschicht **16** farbig auszubilden, was die Farbe und Helligkeit des zweiten reflektierten Lichtstrahls L2 beeinflusst.

[0051] Es ist somit möglich, die Farbe der beiden reflektierten Lichtstrahlen L2 und L3 unterschiedlich einzustellen, so dass ein Betrachter unter einem bestimmten Betrachtungswinkel bei Betrachtung des optisch variablen Flächenmusters **10** die Farbe des ersten reflektierten Lichtstrahls L2 wahrnehmen kann und unter einem zweiten Winkel die Farbe des zweiten reflektierten Lichtstrahls L3 wahrnehmen kann.

Für den Betrachter wird somit ein Farb-Flip-Effekt bereitgestellt.

[0052] Die verschiedenen Farben können z. B. bei relativ geringer Steigung der Mikrospiegel **14** unter sehr dicht beieinanderliegenden Betrachtungswinkeln sichtbar werden. Damit sind sehr diskrete, d. h. schnelle und deutliche Farbwechsel möglich, die sich von den kontinuierlichen und eher langsamen Farbwechseln beispielsweise einer Dünnschicht-Colorshift-Beschichtung mit Absorber/Dielektrikum/Reflektor deutlich abheben.

[0053] Die Beschichtung **17** kann auch als reflexionserhöhende Beschichtung bezeichnet werden, da sie den Reflexionsgrad der Mikrospiegel **14** im Vergleich zu dem Fall ohne Beschichtung **17** erhöht.

[0054] Die den Mikrospiegeln **14** zugewandte Seite der Reflexionsschicht **15** ist bevorzugt eben ausgebildet. Des Weiteren kann die Reflexionsschicht **15** beispielsweise als metallische Beschichtung (z. B. Ag, Al, Cu, ...) oder als farbkippende Beschichtung, insbesondere als Dünnschichtsystem ausgebildet sein. Das Dünnschichtsystem kann z. B. einen Absorber/Dielektrikum/Reflektor-Aufbau aufweisen.

[0055] Die Strukturierung der der Reflexionsschicht **5** abgewandten Seite der Prägelackschicht **16** ist bevorzugt durch einen Prägevorgang erzeugt. Die strukturierte Prägelackschicht **16** (zusammen mit der optional vorgesehenen Beschichtung **17**) dient somit erfindungsgemäß gleichzeitig als Spiegel (für den ersten reflektierten Lichtstrahl L2) und als Prisma (für den zweiten reflektierten Lichtstrahl L3).

[0056] Das Material der Prägelackschicht **16** und/oder der Beschichtung **17** ist so gewählt, dass sich die Brechzahl dieses Materials von der Brechzahl des an die Prägelackschicht **16** bzw. die Beschichtung **17** angrenzenden Mediums **18** (hier z. B. Luft) unterscheidet. Insbesondere ist die Brechzahl der Prägelackschicht **16** bzw. der Beschichtung **17** größer als die des Mediums **18**. Als Medium **18** kann z. B. auch eine Schutzlackschicht vorgesehen sein (nicht eingezeichnet).

[0057] Insbesondere können die Brechungsindizes der Prägelackschicht **16** bzw. der Beschichtung **17** sowie des Mediums **18** so gewählt sein, dass bei senkrecht einfallendem Licht L1 (bezogen auf die Reflexionsschicht **15**), die beiden reflektierten Lichtstrahlen L2 und L3 auf die gleiche Seite der makroskopischen Normalen N des optisch variablen Flächenmusters **10** (**Fig. 2**) reflektiert werden, allerdings unter verschiedenen Winkeln. Damit lassen sich beispielsweise zweifarbige Laufeffekte erzeugen, die nicht entgegengesetzt sondern in die gleiche Richtung laufen, allerdings mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. So lässt sich z. B. ein „Rolling

Bar" erzeugen, bei dem zwei verschiedenfarbige Balken mit unterschiedlicher Geschwindigkeit in dieselbe Richtung laufen.

[0058] Bei dem erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmuster **10** bilden somit die Mikrospiegel **14** ein Mikrospiegelarray **19**, das die spekulare Reflexion des ersten reflektierten Lichtstrahls **L2** durchführt und die Reflexion des transmittierten Teils des einfallenden Lichtstrahls **L1** an der Reflexionsschicht **15** ermöglicht, so dass der zweite reflektierte Lichtstrahl **L3** erzeugt wird.

[0059] Das optisch variable Flächenmuster **10** kann z. B. einen ersten und einen zweiten Bereich **21**, **22**, wie in einer schematischen Draufsicht in **Fig. 3** angedeutet ist, aufweisen, in denen sich die Neigungen (Winkel α) der Mikrospiegel **14** des Mikrospiegelarrays **19** unterscheiden. Insbesondere können die Neigungen so gewählt sein, dass die Richtung des ersten reflektierten Lichtstrahls **L2₂₁** aus dem ersten Bereich **21** mit der Richtung des zweiten reflektierten Lichtstrahls **L3₂₂** aus dem zweiten Bereich **22** zusammenfällt, wobei sich die Farben dieser beiden Lichtstrahlen jedoch unterscheiden. Eine entsprechende Schnittansicht der Mikrospiegel **14** aus den Bereichen **21** und **22** ist in **Fig. 4** gezeigt. Somit sind für den Betrachter die beiden Farben unter gleichem Betrachtungswinkel sichtbar. Dem Betrachter können diese Farben somit extrem hoch aufgelöst und perfekt registriert nebeneinander positioniert dargeboten werden. Der zweite reflektierte Lichtstrahl **L3₂₁** aus dem ersten Bereich **21** und der erste reflektierte Lichtstrahl **L2₂₂** aus dem zweiten Bereich weisen hier unterschiedliche Richtungen auf.

[0060] In einer weiteren Ausbildung kann mit dem erfindungsgemäßen optisch Variablen Flächenmuster der sogenannte „Rolling Bar“-Effekt erzeugt werden. Dazu kann z. B. die Reflexionsschicht **15** als Colorshift-Beschichtung und die Beschichtung **17** als Schicht mit hoher Brechzahl ausgebildet sein, so dass bei entsprechend gewählten Schichtdicken der erste reflektierte Lichtstrahl **L2** grün erscheint und der zweite reflektierte Lichtstrahl **L3** magenta erscheint. In den Darstellungen in **Fig. 5A–Fig. 5C** ist der magentafarbene Balken **B1** horizontal schraffiert und der grüne Balken **B2** vertikal schraffiert. In einer Grundstellung überlagern sich beide Balken **B1**, **B2** in der Mitte des optisch variablen Flächenmusters **10**, wobei in **Fig. 5B**, die diese Grundstellung zeigt, zur Verdeutlichung keine exakte Überlagerung eingezeichnet ist. Beim Kippen in eine erste Richtung kann beispielsweise der magentafarbene Balken **B1** nach oben und der grüne Balken **B2** nach unten wandern, wie in **Fig. 5C** durch die eingezeichneten Pfeile **P1** und **P2** angedeutet ist. Beim Kippen in die Gegenrichtung wandern die beiden Balken in die jeweils andere Richtung, d. h. der magentafarbene Balken **B1** nach unten und der grüne Balken **B2** nach oben (**Fig. 5A**),

wobei die Bewegungsrichtungen wiederum durch die Pfeile **P1** und **P2** angedeutet ist.

[0061] Um diesen Bewegungseffekt zu erreichen, kann z. B. die Neigung α der Mikrospiegel **14** in der gewünschten Bewegungsrichtung variiert werden, wie schematisch in der Schnittansicht in **Fig. 6** dargestellt ist, die einen Schnitt in Richtung des Pfeiles **P1** gemäß **Fig. 5A** von zwei benachbarten Mikrospiegeln **14** zeigt. Die eingezeichneten Neigungswinkel α_1 und α_2 unterscheiden sich, wobei hier der Neigungswinkel α von unten nach oben zunimmt.

[0062] Der beschriebene „Rolling Bar“-Effekt ist ein Beispiel eines zweifarbigen überlappenden Laufeffektes, der mit dem erfindungsgemäßen optischen Flächenmuster verwirklicht werden kann. Es sind natürlich auch andere Laufeffekte realisierbar. So können insbesondere sogenannte Flip-, Lauf- und/oder Pumpeffekte beim Verkippen des optisch variablen Flächenmusters realisiert werden, die gleich- oder gegenläufig sein können.

[0063] Ferner kann auch ein Pumpeffekt realisiert werden, bei dem die Umrisse eines Symbols oder einer Wertzahl nach innen oder außen „pumpen“. Besonders attraktiv sind hier wiederholende Pumpeffekte mit vielen gleichzeitig sichtbaren Umrisslinien, die unter dem richtigen Betrachtungswinkel dann sehr filigran in unterschiedlichen Farben aufleuchten können.

[0064] Das Mikrospiegelarray **14** kann bereichsweise in einem Medium **18** eingebettet sein, das einen ähnlichen Brechungsindex wie die Prägelackschicht **16** bzw. die Beschichtung **17** aufweist, wie in **Fig. 7** dargestellt ist. Damit wird die Brechung an der Oberseite der Reliefstruktur lokal aufgehoben, wodurch sich die Richtungen des ersten und zweiten reflektierten Lichtstrahls **L2'** und **L3'** aus Bereichen mit Medium **18** von den Richtungen des ersten und zweiten Lichtstrahls **L2**, **L3** aus Bereichen ohne Medium **18** unterscheiden. Dies ist insbesondere darin begründet, dass das Medium **18** für den zweiten reflektierten Lichtstrahl **L3'** die Brechungseffekte aufhebt und für den ersten reflektierten Lichtstrahl **L2'** Brechungseffekte hinzufügt. Wie **Fig. 7** im Detail zu entnehmen ist, wird im Bereich mit dem Medium **18** der erste reflektierte Lichtstrahl **L2'** auch an der Oberseite der Schicht **18** gebrochen und läuft damit im Allgemeinen in eine andere Richtung als der erste Lichtstrahl **L2** aus dem Bereich ohne Beschichtung **18**. Der zweite Lichtstrahl **L3'** aus dem Bereich mit Beschichtung **18** ist immer im Spiegelreflex der Reflexionsschicht **15** zu sehen und läuft somit in eine andere Richtung als der zweite Lichtstrahl **L3** aus dem Bereich ohne Beschichtung **18**.

[0065] Ferner kann das optisch variable Flächenmuster **10** z. B. so ausgebildet sein, dass der erste

reflektierte Lichtstrahl L2 grün und der gebrochene und unten reflektierte zweite Lichtstrahl L3 magenta ist. Wenn man dann die Steigungen der Mikrospiegel **14** so wählt, dass sie in den Bereichen **21** und **22** gemäß **Fig. 3** gleich sind und im Bereich **22** die die Brechung aufhebende Beschichtung **18** auf der Oberseite des optisch variablen Flächenmusters **10** vorsieht, erreicht man die folgenden optischen Effekte. Der Bereich **22** ist unter zwei verschiedenen ersten Winkeln hell sichtbar. Durch die Lichtstrahlen L2' ist er in grün und durch die Lichtstrahlen L3' in magenta sichtbar. Der Bereich **21** ist unter zwei weiteren Winkeln in grün (durch die Lichtstrahlen L2') sowie in magenta (Lichtstrahlen L3') sichtbar. Da die Beschichtung **18** einen ähnlichen oder idealerweise gleichen Brechungsindex aufweist wie die Beschichtung **17**, liegt hier noch die Besonderheit vor, dass die Reflexionsrichtung des zweiten Lichtstrahls L3' immer einem Spiegelreflex an der Reflexionsschicht **15** entspricht (unabhängig von der Neigung α der Mikrospiegel **14**). Der Bereich **22** leuchtet somit im Spiegelreflex der Reflexionsschicht **15**, also immer als homogener magentafarbener Bereich auf, auch wenn die Mikrospiegel **14** in diesem Bereich z. B. eine variierende Orientierung aufweisen.

[0066] Die Strukturierung der der Reflexionsschicht **15** abgewandten Seite der Prägelackschicht **16** zur Ausbildung der Mikrospiegel **14** kann regelmäßig oder unregelmäßig sein. Insbesondere sind periodische oder aperiodische Sägezahnstrukturen möglich.

[0067] Auf der Prägelackschicht **16** kann z. B. keine Beschichtung **17** vorgesehen sein. In diesem Fall liegt eine Grenzfläche der Prägelackschicht **16** zu Luft vor. Der Prägelack der Prägelackschicht **16** kann bevorzugt ein hochbrechender Prägelack sein. Natürlich muß die Schicht **16** keine Prägelackschicht sein, sondern kann auch jede andere transparente Schicht mit einer strukturierten Oberseite bzw. mit einer Reliefstruktur an der Oberseite sein.

[0068] Die Beschichtung **17** kann eine dielektrische Beschichtung sein, insbesondere eine hochbrechende Beschichtung oder eine niedrigbrechende Beschichtung auf hochbrechendem Prägelack **16**. Auch ist ein mehrschichtiges Dünnschichtsystem (Metall/Dielektrikum/Metall) oder auch ein rein dielektrisches Mehrschichtsystem möglich. Des Weiteren kann die Beschichtung **17** als Flüssigkristallschicht ausgebildet sein. Eine Ausgestaltung der Oberfläche der Mikrospiegel **14** mit farbgebenden Prägestrukturen und/oder Nanostrukturen ist ebenfalls möglich (z. B. semitransparent metallisierte Subwellenlängenstrukturen, insbesondere Subwellenlängengitter).

[0069] Die Reflexionsschicht **15** kann z. B. als Flüssigkristallschicht (vorteilhaft vor dunklem Hintergrund) ausgebildet sein. Es ist auch möglich, farberzeugende Nanostrukturen (z. B. Subwellen-

längenstrukturen, insbesondere Subwellenlängengitter), photonische Kristalle, Dünnschicht-Colorshift oder eine einfache Metallisierung (z. B. Al, Au, Cu, Cr, ...) vorzusehen.

[0070] Die Reflexionsschicht **15** kann teildurchlässig sein, so dass das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster **10** auch einen von der Unterseite sichtbaren optischen variablen Effekt aufweisen kann (durch Transmission durch die Reflexionsschicht **15**, Reflexion an den Mikrospiegeln **14** und erneute Transmission durch die teildurchlässige untere Reflexionsschicht **15** zurück zur Rückseite).

[0071] Das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster **10** kann insbesondere so ausgebildet sein, dass die beiden reflektierten Lichtstrahlen L2 und L3 (insbesondere etwa) gleich hell erscheinen und/oder eine unterschiedliche Farbe aufweisen (insbesondere Komplementärfarben). So kann z. B. die Beschichtung **17** eine erste Farbe besonders stark reflektieren und die Komplementärfarbe gleichzeitig in hohem Maß hindurchlassen. Die Komplementärfarbe wird dann an der Reflexionsschicht **15** reflektiert. In diesem Fall sind insbesondere für die Beschichtung **17** dielektrische Schichten, Multilagengitter oder Flüssigkristallschichten besonders geeignet, bei denen das einfallende Licht weitgehend ohne Absorptionsverlust in reflektiertes und transmittiertes Licht aufgespalten werden kann. Des Weiteren kann das optisch variable Flächenmuster **10** so ausgebildet werden, dass einer der beiden reflektierten Lichtstrahlen L2, L3 farblos (weiß) erscheint, wobei weiß im Sinne der vorliegenden Erfindung auch als Farbe bezeichnet wird.

[0072] Zum Schutz vor Abformung der Mikrospiegel **14** können die Mikrospiegel **14** beispielsweise eingebettet werden (so kann z. B. die Prägelackschicht **16** eine größere Brechzahl aufweisen als die zur Einbettung vorzusehende Schicht, die z. B. eine Schutzlackschicht sein kann). Es ist jedoch auch möglich, dass die Einbettungsschicht eine größere Brechzahl aufweist als die Prägelackschicht **16**.

[0073] Des Weiteren kann eine Schutzfolie vorgesehen sein, die so gewählt ist, dass die brechende Wirkung der Mikrospiegel **14** erhalten bleibt und nicht beispielsweise durch einen Kaschierkleber mit ähnlichem Brechungsindex zerstört wird. So kann die Schutzfolie beispielsweise punktwise verschweißt (beispielsweise mit einem Laser), aufgeklebt, etc. werden, um Luft- bzw. Gaseinschlüsse zu bewahren. Es ist auch möglich, einen hochbrechenden Prägelack zu verwenden oder z. B. im Bereich des optisch variablen Flächenmusters den Kaschierkleber für die Schutzfolie auszusparen.

[0074] Das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster wird bevorzugt auf einer Trägerfolie ge-

fertigt und/oder verwendet. Die Trägerfolie kann insbesondere unter der Reflexionsschicht **15**, zwischen der Reflexionsschicht **15** und der Prägelackschicht **16** bzw. den Mikrosiegeln **14** oder auch oberhalb der Mikrospiegel **14** angeordnet sein.

[0075] Die Reflexionsschicht **15** sowie die Beschichtung **17** können bereichsweise, z. B. in den gleichen oder unterschiedlichen, überlappenden oder nicht überlappenden Bereichen ausgespart sein. Die entsprechenden Farben bzw. Effekte sind dann entsprechend nur bereichsweise sichtbar.

[0076] Die Mikrospiegel **14** können vorteilhaft in einen eingefärbten Prägelack **16** geprägt werden. Somit lassen sich vergleichsweise kostengünstig Farben des gebrochenen und unten reflektierten zweiten Lichtstrahls **L3** erzeugen. Alternativ kann auch beispielsweise zwischen den Mikrosiegeln **14** aus transparentem Prägelack und der Reflexionsschicht **15** eine separate farbige Schicht **23** (z. B. Lack-schicht) vorgesehen sein, wie in **Fig. 8** gezeigt ist.

[0077] Das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster **10** kann auch als Sicherheitsfaden **12** (**Fig. 1**) ausgebildet sein. Ferner kann das optisch variable Flächenmuster **10** nicht nur, wie beschrieben, auf einer Trägerfolie ausgebildet werden, von der es in bekannter Weise auf das Wertdokument übertragen werden kann. Es ist auch möglich, das optisch variable Flächenmuster **10** direkt auf dem Wertdokument auszubilden. So kann ein direkter Druck mit anschließender Prägung der Mikrospiegel auf ein Polymersubstrat durchgeführt werden, um beispielsweise bei Kunststoffbanknoten ein erfindungsgemäßes optisch variables Flächenmuster auszubilden. Das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster kann in verschiedensten Substraten ausgebildet werden. Insbesondere kann es in oder auf einem Papier-substrat, einem Papier mit Synthesefasern, d. h. Papier mit einem Anteil x polymeren Materials im Bereich von $0 < x < 100$ Gew.-%, einer Kunststoffolie, z. B. einer Folie aus Polyethylen (PE), Polyethylenterephthalat (PET), Polybutylenterephthalat (PBT), Polyethylennaphthalat (PEN), Polypropylen (PP) oder Polyamid (PA), oder einem mehrschichtigem Verbund, insbesondere einem Verbund mehrerer unterschiedlicher Folien (Kompositverbund) oder einem Papier-Folien-Verbund (Folie/Papier/Folie oder Papier/Folie/Papier), wobei das optisch variable Flächenmuster in oder auf oder zwischen jeder der Schichten eines solchen mehrschichtigen Verbunds vorgesehen werden kann, ausgebildet werden.

14	Mikrospiegel
15	Reflexionsschicht
16	Prägelackschicht
17	Beschichtung
18	Medium
19	Mikrospiegelarray
21	erster Bereich
22	zweiter Bereich
23	Farbschicht
L1	einfallender Lichtstrahl
L2, L2'	erster reflektierter Lichtstrahl
L3, L3'	zweiter reflektierter Lichtstrahl
L4, L5	Lichtstrahl
N	makroskopische Oberflächennormale
P1, P2	Bewegungsrichtung
B1	magentafarbener Balken
B2	grüner Balken

Bezugszeichenliste

10	optisch variables Flächenmuster
11	Banknote
12	Fensterfaden
13	rechteckiger Flächenbereich

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 7517578 B2 [0029]

Patentansprüche

1. Optisch variables Flächenmuster mit einer Reflexionsschicht und einer auf der Reflexionsschicht ausgebildeten Mikrospiegelanordnung, die eine Vielzahl von teiltransparenten Mikrospiegeln aufweist, wobei die Mikrospiegel gegenüber der Reflexionsschicht geneigt sind, so dass auf die Mikrospiegelanordnung einfallendes Licht durch spekulare Reflexion an den teiltransparenten Mikrospiegeln zum Teil in eine erste Richtung reflektiert wird und zum Teil in eine von der ersten Richtung verschiedene zweiten Richtung dadurch reflektiert wird, dass es durch die teiltransparenten Mikrospiegel hindurchläuft, auf die Reflexionsschicht trifft, dort reflektiert wird und danach wiederum durch die teiltransparenten Mikrospiegel läuft.

2. Optisch variables Flächenmuster nach Anspruch 1, bei dem eine transparente Schicht auf der Reflexionsschicht ausgebildet ist, wobei zur Ausbildung der Mikrospiegel die von der Reflexionsschicht abgewandte Seite der transparenten Schicht in einem vorbestimmten Bereich strukturiert ist.

3. Optisch variables Flächenmuster nach Anspruch 2, bei dem zur Ausbildung der teiltransparenten Mikrospiegel im vorbestimmten Bereich eine teilreflektive Beschichtung ausgebildet ist.

4. Optisch variables Flächenmuster nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die transparente Schicht als gefärbte Schicht ausgebildet ist.

5. Optisch variables Flächenmuster nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem die Strukturierung der transparenten Schicht durch Prägen gebildet ist.

6. Optisch variables Flächenmuster nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem zwischen der Reflexionsschicht und der transparenten Schicht eine transparente Farbschicht angeordnet ist.

7. Optisch variables Flächenmuster nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem das transparente Material oder die teilreflektive Beschichtung zumindest in einem Teil des sichtbaren Spektrums einen Brechungsindex von mindestens 1,6, bevorzugt mindestens 1,8 aufweist.

8. Optisch variables Flächenmuster nach einem der Ansprüche 2 bis 7, bei dem die teiltransparenten Mikrospiegel in ein Medium eingebettet sind, das zumindest in einem Teil des sichtbaren Spektrums einen Brechungsindex aufweist, der von dem Brechungsindex des transparenten Materials oder der teilreflektiven Beschichtung um mindestens 0,1, bevorzugt mindestens 0,2 und besonders bevorzugt mindestens 0,4 abweicht.

9. Optisch variables Flächenmuster nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die Reflexionsschicht und die Mikrospiegelanordnung so ausgebildet sind, dass das in die erste und zweite Richtung reflektierte Licht unterschiedliche Farben aufweist.

10. Optisch variables Flächenmuster nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die teiltransparenten Mikrospiegel ein sägezahnförmiges Profil bilden.

11. Optisch variables Flächenmuster nach einem der obigen Ansprüche, bei dem die den teiltransparenten Mikrospiegeln zugewandte Seite der Reflexionsschicht und/oder die den teiltransparenten Mikrospiegeln abgewandte Seite der Reflexionsschicht eben ausgebildet sind/ist.

12. Optisch variables Flächenmuster nach einem der obigen Ansprüche, bei dem mehrere der teiltransparenten Mikrospiegel in einer Anordnungsrichtung nebeneinander angeordnet sind und ihre Abmessung in der Anordnungsrichtung im Bereich von 2 μm bis 3 mm, bevorzugt von 3 μm bis 100 μm und besonders bevorzugt von 5 μm bis 30 μm liegt.

13. Optisch variables Flächenmuster nach einem der obigen Ansprüche, bei dem bei senkrecht einfallendem Licht die erste und zweite Richtung des reflektierten Lichtes auf unterschiedlichen Seiten der makroskopischen Oberflächennormalen des optisch variablen Flächenmusters liegen.

14. Verwendung des optisch variablen Flächenmusters nach einem der obigen Ansprüche als Sicherheitselement, insbesondere als Sicherheitselement für Sicherheitspapiere, Wertdokumente oder dergleichen.

15. Wertdokument mit einem optisch variablen Flächenmuster nach einem der Ansprüche 1 bis 13.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

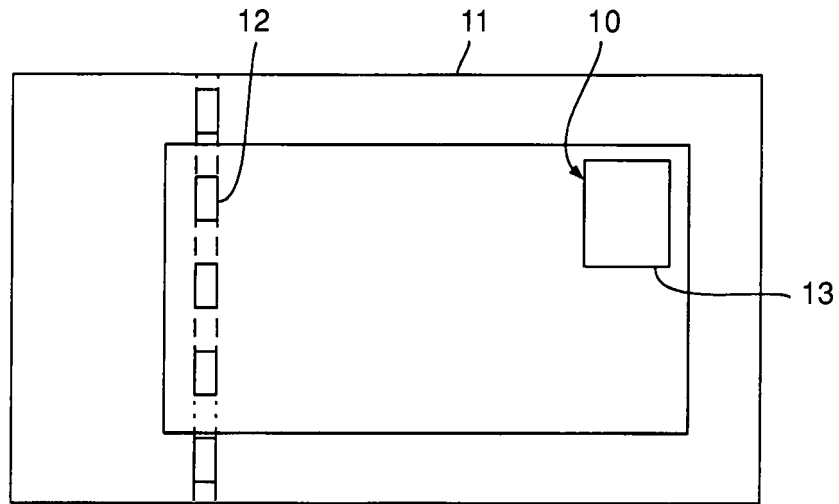


Fig. 2

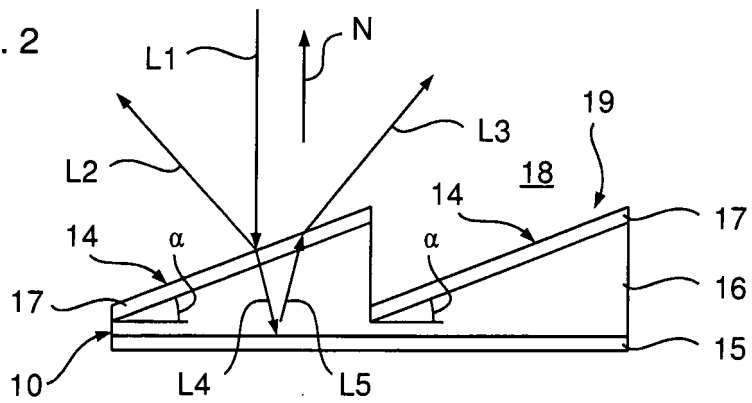


Fig. 3

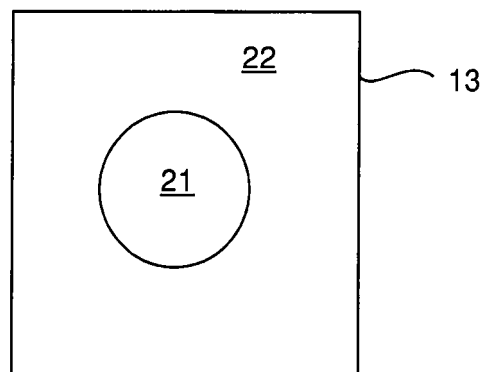


Fig. 4

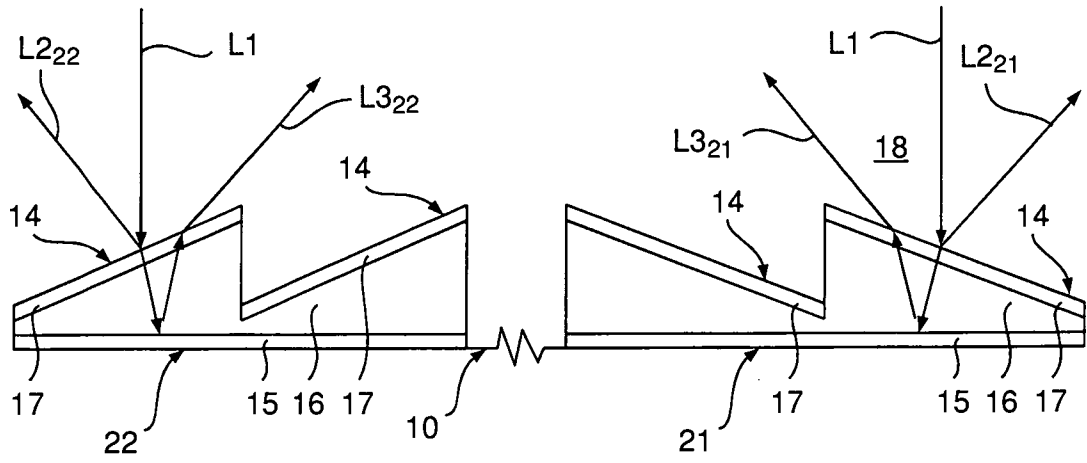


Fig. 5A

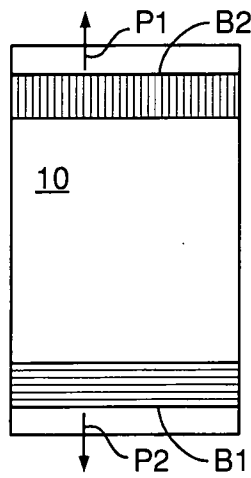


Fig. 5B

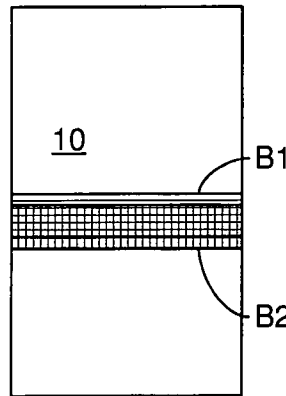


Fig. 5C

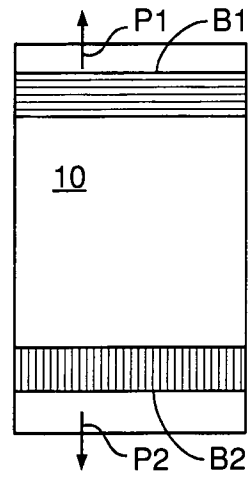


Fig. 6

