

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 9047/2021
(86) PCT-Anmeldenummer: PCT/AU21050122
(22) Anmeldetag: 12.02.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.07.2024

(51) Int. Cl.: **B42D 25/30** (2014.01)
B42D 25/00 (2014.01)
G07D 7/0043 (2016.01)

(30) **Priorität:**
12.02.2020 AU 2020900385 beansprucht.

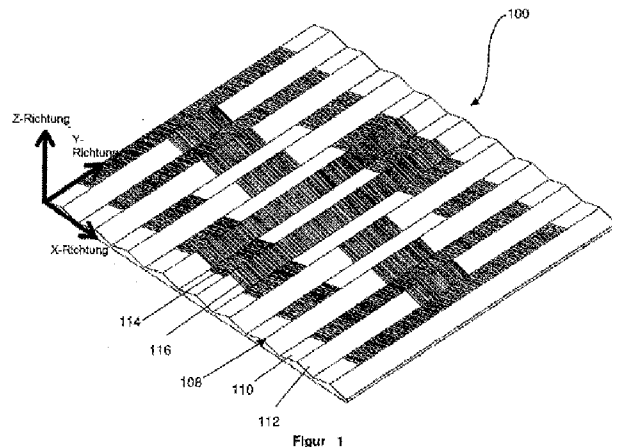
(71) **Patentanmelder:**
CCL SECURE PTY LTD
3064 Craigieburn (AU)

(72) **Erfinder:**
Jolic Karlo Ivan
3064 Craigieburn (AU)

(74) **Vertreter:**
SONN Patentanwälte GmbH & Co KG
1010 Wien (AT)

(54) **Optische Effekte erzeugende Vorrichtung**

(57) Optische Effekte erzeugende Vorrichtung (300), umfassend: ein Substrat (302), das eine erste Oberfläche (304) und eine zweite Oberfläche (306) aufweist; eine Vielzahl von Strukturen (308), die auf der ersten Oberfläche (304) angeordnet sind, wobei jede Struktur (308) eine erste Facette (310) und eine zweite Facette (314) aufweist, wobei die erste Facette (310) jeder Struktur (308) im Wesentlichen parallel zur ersten Oberfläche (304) des Substrats (302) ist, die zweite Facette (314) jeder Struktur (308) eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche (304) definiert und die ersten Facetten (310) der ersten Vielzahl von Strukturen (308) einen ersten Facettensatz bilden. Der erste Facettensatz definiert einen ersten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung (300) aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.



Zusammenfassung:

Optische Effekte erzeugende Vorrichtung (300), umfassend: ein Substrat (302), das eine erste Oberfläche (304) und eine zweite Oberfläche (306) aufweist; eine Vielzahl von Strukturen (308), die auf der ersten Oberfläche (304) angeordnet sind, wobei jede Struktur (308) eine erste Facette (310) und eine zweite Facette (314) aufweist, wobei die erste Facette (310) jeder Struktur (308) im Wesentlichen parallel zur ersten Oberfläche (304) des Substrats (302) ist, die zweite Facette (314) jeder Struktur (308) eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche (304) definiert und die ersten Facetten (310) der ersten Vielzahl von Strukturen (308) einen ersten Facettensatz bilden. Der erste Facettensatz definiert einen ersten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung (300) aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

Fig. 1

GEBIET DER ERFINDUNG

Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet optische Effekte erzeugender Vorrichtungen und insbesondere optische Sicherheitsvorrichtungen, wie sie beispielsweise bei Banknoten verwendet werden.

STAND DER TECHNIK

Es ist bekannt, dass weltweit viele Banknoten und auch andere Sicherheitsdokumente mit optischen Vorrichtungen versehen sind, die als Sicherheitselemente für Authentifizierungszwecke dienen. Einige optische Sicherheitselemente erzeugen optische Effekte, die in Abhängigkeit vom Sichtwinkelbereich variieren, oder erfordern eine bestimmte Lichtquelle, um die optischen Effekte sichtbar zu machen. Die Einbindung derartiger optischer Sicherheitselemente in Sicherheitsdokumente dient daher als Abschreckungsmittel gegen ein Fälschen des Dokuments.

Einige optische Sicherheitsvorrichtungen, beispielsweise auf Linsen basierende Bilder, verschachtelte Bilder, Stereogramme, integrale Bilder, vergrößernde Moiré-Muster und dergleichen, weisen eine Reihe ähnlicher Probleme auf. Zum Beispiel die begrenzte Auflösung der Pixel, die Adressierbarkeit der Pixel und die Erfassung verschiedener Farben im Verhältnis zueinander. Die körperliche Größe von Linsen für Sicherheitsanwendungen ist in der Regel durch eine Reihe von Faktoren bestimmt, darunter die Durchbiegung der Linse und die Brennweite der Linse (die eng mit der Dicke des Materials, aus dem die Linse gebildet wird, sowie mit dem Abstand zur Fokussierfläche, in der Regel die der Linse gegenüberliegende Seite, zusammenhängen).

Die Problematik der hochauflösenden Bilder und der Farberfassung (insbesondere bei mehrfarbigen Bildern) wurde in der Vergangenheit mit verschiedenen Verfahren angegangen.

Ein Verfahren umfasst, diffraktive Bildelemente zu verwenden, wobei die Farben durch Beugungselemente erzeugt werden, die sich auf einer einzigen Oberfläche befinden. Bei diesem Verfahren werden verschiedene Farben erzeugt, indem der Abstand zwischen parallelen Beugungsgitterelementen so verändert wird, dass eine bestimmte Wellenlänge des Lichts bei einem gegebenen Sichtwinkel bevorzugt gebeugt wird.

Ein anderes Verfahren setzt auf plasmonische Strukturen, wobei leitende Oberflächen mit periodischen Strukturen im Sub-Wellenlängenbereich erzeugt werden, sodass zwischen den Strukturen stehende (resonante) Wellen einer bestimmten Frequenz entstehen.

Ein anderes Verfahren besteht darin, Strukturen von Interferenzschichten in einer im Vakuum abgeschiedenen Mehrschichtstruktur mithilfe eines Lasers zu verändern.

Ein anderes Verfahren umfasst die Erzeugung von Strukturfarben durch Mischen von chiralen und nematischen Flüssigkristallen. Die Verwendung dieser beiden Materialien ist seit langem bekannt, um unter einem bestimmten Winkel Farbpaare zu erzeugen, wobei die erzeugte Farbe durch Steuern des Verhältnisses der beiden Flüssigkristalle erreicht wird. Die Spiralsteigung der Materialien wird durch das Verhältnis der zwei Materialien gesteuert, wodurch wiederum das wahrgenommene Farbpaar entsteht. OPSEC Security (www.opsecurity.com) hat einen Prozess entwickelt, der die Spiralsteigung durch Steuern der Stärke der Belichtung mit einer bestimmten

Lichtstrahlungsfrequenz steuert. Wenn das Quantum des Lichts zunimmt, verschiebt sich die Farbe von einem Ende des Spektrums zum anderen. Es wird in Erwägung gezogen, diesen Effekt durch eine Graustufenmaske zu erzielen, mit der der Grad der Belichtung gesteuert wird.

Alle diese Verfahren weisen gewisse Nachteile auf.

Bei dem Beugungsbildverfahren variiert die Farbe des Bildes in Abhängigkeit vom Sichtwinkelbereich. Die Beugungswirkung variiert in Abhängigkeit von der Pixelgröße, und wichtig ist, dass die Vorrichtung in Verbindung mit einer Linse nur dann funktioniert, wenn die Beugungsgitter in einem Winkel von 90 Grad zur Linsenrichtung stehen, d.h. dass sie nur in Verbindung mit zylindrischen Linsen und nicht mit runden Linsen funktioniert, wodurch dieser Effekt auf eine einzige Ebene beschränkt wird.

Plasmonische Vorrichtungen erfordern metallische Oberflächen mit hoher Leitfähigkeit, um effektiv zu funktionieren. Sie weisen in der Regel eine relativ geringe Farbstärke auf und erzeugen gewöhnlich eher gedämpfte Farbtöne als kräftige Farben. Aufgrund des hohen Seitenverhältnisses der Strukturen sowie der Tatsache, dass die Struktur in der Regel im Vakuum metallisiert werden muss, um die erforderliche Oberflächenleitfähigkeit zu erzielen, lassen sich plasmonische Vorrichtungen nur eingeschränkt in mit hoher Geschwindigkeit ablaufende Fertigungsprozesse integrieren.

Der derzeitige Interferenzschichtprozess erfordert die Herstellung des mehrschichtigen lichtbrechenden Stapels unter Verwendung eines Abscheidungsprozesses mittels Magnetron. Dann muss jedes einzelne Pixel separat mit dem Laser geschrieben

werden. Dies beschränkt die Technologie auf einen Batch-Prozess mit einem sehr niedrigen Schreibdurchsatz (auch wenn der Laser relativ hohe Schreibgeschwindigkeiten erreichen kann, würde eine große Anzahl von Pixeln für jedes Bild Dutzende von Sekunden, wenn nicht sogar Minuten benötigen).

Das im UV cholesterische/nematische Paar, das über den Weg der Lichtexposition hergestellt wird, bringt die zusätzliche Komplexität mit sich, dass die Steuerung des Belichtungsgrades nicht nur durch eine Maske, sondern auch in Abhängigkeit von der Alterung der Lichtquelle als Funktion der Zeit erfolgen muss. Jede Abweichung führt zu einer Abweichung der Farbe der Bilder. Es ist erforderlich, dass die zu belichtende Vorrichtung zur Oberfläche eines Materials, auf das sie aufgebracht wird, deckungsgleich ist, was den Herstellungsprozess weiter erschwert.

Zumindest bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung stellen eine optische Vorrichtung und ein Verfahren zu deren Bildung bereit, die eine oder mehrere Einschränkungen des Standes der Technik beheben oder der Allgemeinheit zumindest eine alternative Wahl bieten.

KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Unter einem ersten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung bereit, umfassend:

ein Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist;

eine Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche angeordnet sind, wobei jede Struktur eine erste Facette und eine zweite Facette aufweist, wobei die erste

Facette jeder Struktur im Wesentlichen parallel zur ersten Oberfläche des Substrats ist, die zweite Facette jeder Struktur eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche definiert und die ersten Facetten der Vielzahl von Strukturen einen ersten Facettensatz bilden,

wobei der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

In einer Ausführungsform weist jede Struktur eine dritte Facette und eine vierte Facette auf, wobei die dritte Facette jeder Struktur im Wesentlichen parallel zur ersten Oberfläche des Substrats ist, die vierte Facette jeder Struktur in eine zweite Richtung weist und eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats definiert, die dritten Facetten der Vielzahl von Strukturen einen zweiten Facettensatz bilden, der einen zweiten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

In einer Ausführungsform umfasst die optische Effekte erzeugende Vorrichtung ferner eine Oberflächenstruktur, die auf einer oder mehreren der zweiten Facetten und der vierten Facetten der Vielzahl von Strukturen angeordnet ist.

In einer Ausführungsform umfasst die optische Effekte erzeugende Vorrichtung ferner eine Oberflächenstruktur, die auf einer oder mehreren der ersten Facetten und der dritten Facetten der Vielzahl von Strukturen angeordnet ist.

Unter einem zweiten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung bereit, umfassend:

ein Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist;

eine erste Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, wobei die erste Vielzahl von Strukturen eine erste Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats aufweist, wobei jede Struktur der ersten Vielzahl von Strukturen eine Facette aufweist, die in eine erste Richtung weist, wobei die Facetten der ersten Vielzahl von Strukturen einen ersten Facettensatz bilden; und

eine zweite Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, wobei die zweite Vielzahl von Strukturen eine zweite Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats aufweist, wobei jede Struktur der zweiten Vielzahl von Strukturen eine Facette aufweist, die in eine zweite Richtung weist, wobei die Facetten der zweiten Vielzahl von Strukturen einen zweiten Facettensatz bilden,

wobei der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, und der zweite Facettensatz einen zweiten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

In einer Ausführungsform umfasst die optische Effekte erzeugende Vorrichtung ferner eine dritte Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, wobei die dritte Vielzahl von Strukturen eine

dritte Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats aufweist, wobei jede Struktur der dritten Vielzahl von Strukturen eine Facette aufweist, die in eine dritte Richtung weist, wobei die Facetten der dritten Vielzahl von Strukturen einen dritten Facettensatz bilden, der einen dritten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem dritten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

In einer Ausführungsform definiert jede Facette jeweils der ersten Vielzahl von Facetten, der zweiten Vielzahl von Facetten und der dritten Vielzahl von Facetten eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats.

In einer Ausführungsform

sind die Strukturen der ersten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet, die Pixeln des ersten optischen Effekts entsprechen;

sind die Strukturen der zweiten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet, die Pixeln des zweiten optischen Effekts entsprechen; und

sind die Strukturen der dritten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet, die Pixeln des dritten optischen Effekts entsprechen.

In einer Ausführungsform beträgt der Unterschied zwischen der Flächenausrichtung der ersten Vielzahl von Strukturen und der zweiten Vielzahl von Strukturen 120 Grad und beträgt der Unterschied zwischen der Flächenausrichtung der zweiten Vielzahl von Strukturen und der dritten Vielzahl von Strukturen 120 Grad.

In einer Ausführungsform umfasst die optische Effekte erzeugende Vorrichtung ferner eine Oberflächenstruktur, die auf einer oder mehreren der Facetten der ersten Vielzahl von Facetten, der zweiten Vielzahl von Facetten und/oder der dritten Vielzahl von Facetten angeordnet ist.

Unter einem dritten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung bereit, umfassend:

ein Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist;

eine Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche angeordnet sind, wobei jede Struktur eine erste Facette aufweist, wobei die ersten Facetten der Vielzahl von Strukturen einen ersten Facettensatz bilden und der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird,

wobei jede Struktur einem Pixel des ersten optischen Effekts entspricht, wobei jedes Pixel des ersten optischen Effekts einen skalaren Wert hat, der einem Farbton des Pixels bei dem ersten optischen Effekt entspricht, und jede Struktur entsprechend dem skalaren Wert des jeweiligen Pixels moduliert ist.

In einer Ausführungsform definiert die erste Facette jeder Struktur eine Neigung, die in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats einen Winkel aufweist, und bei jeder Struktur ist der Winkel der Neigung der ersten Facette entsprechend dem skalaren Wert des jeweiligen Pixels moduliert.

In einer Ausführungsform, wobei jede Struktur eine Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des

Substrats aufweist und die Flächenausrichtung jeder Struktur entsprechend dem skalaren Wert des jeweiligen Pixels moduliert ist.

In einer Ausführungsform umfasst die optische Effekte erzeugende Vorrichtung ferner eine Oberflächenstruktur, die auf einer oder mehreren der ersten Facetten der Vielzahl von Strukturen angeordnet ist.

In einer Ausführungsform ist jede Oberflächenstruktur ein Beugungsgitter.

Unter einem vierten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung bereit, umfassend:

- ein Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist;

- eine erste Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche angeordnet sind, wobei jede Struktur der ersten Vielzahl von Strukturen eine erste Facette aufweist, die in eine erste Richtung weist, und eine zweite Facette, die in eine zweite Richtung weist, wobei die ersten Facetten der ersten Vielzahl von Strukturen einen ersten Facettensatz bilden und die zweiten Facetten der ersten Vielzahl von Strukturen einen zweiten Facettensatz bilden,

- wobei der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, und der zweite Facettensatz den ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

In einer Ausführungsform

weist jede Struktur der ersten Vielzahl von Strukturen eine dritte Facette auf;

weist bei jeder Struktur der ersten Vielzahl von Strukturen die dritte Facette in eine dritte Richtung;

bilden die dritten Facetten der ersten Vielzahl von Strukturen einen dritten Facettensatz und

definiert der dritte Facettensatz den ersten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem dritten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

In einer Ausführungsform umfasst die optische Effekte erzeugende Vorrichtung ferner eine zweite Vielzahl von Strukturen, wobei jede Struktur der zweiten Vielzahl von Strukturen eine erste Facette, die in eine vierte Richtung weist, und eine zweite Facette, die in eine fünfte Richtung weist, aufweist, wobei

die ersten Facetten der zweiten Vielzahl von Strukturen einen vierten Facettensatz bilden, der einen zweiten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem vierten Sichtwinkelbereich betrachtet wird; und

die zweiten Facetten der zweiten Vielzahl von Strukturen einen fünften Facettensatz bilden, der den zweiten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem fünften Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

In einer Ausführungsform

weist jede Struktur der zweiten Vielzahl von Strukturen eine dritte Facette auf;

weist bei jeder Struktur der zweiten Vielzahl von Strukturen die dritte Facette in eine sechste Richtung;

bilden die dritten Facetten der zweiten Vielzahl von Strukturen einen sechsten Facettensatz und

definiert der sechste Facettensatz den zweiten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem sechsten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

In einer Ausführungsform

sind die Strukturen der ersten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet, die Pixeln des ersten optischen Effekts entsprechen; und

sind die Strukturen der zweiten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet, die Pixeln des zweiten optischen Effekts entsprechen.

In einer Ausführungsform weist die erste Vielzahl von Strukturen eine erste Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats auf und weist die zweite Vielzahl von Strukturen eine zweite Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats auf.

In einer Ausführungsform ist die Flächenausrichtung der ersten Vielzahl von Strukturen senkrecht zur Flächenausrichtung der zweiten Vielzahl von Strukturen.

Bei einer Ausführungsform ist jeder optische Effekt von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche bzw. die zweite Oberfläche des Substrats befinden.

Bei einer Ausführungsform ist jeder optische Effekt in Reflexion und Transmission sichtbar.

In einer Ausführungsform sind das Substrat und jede Struktur aus einem transparenten Material gebildet.

In einer Ausführungsform ist das Substrat aus einem opaken Material gebildet.

In einer Ausführungsform ist jede Struktur aus einem strahlungshärtbaren Harz gebildet.

In einer Ausführungsform ist jede Struktur in das strahlungshärtbare Harz geprägt.

In einer Ausführungsform umfasst die optische Effekte erzeugende Vorrichtung außerdem eine reflektierende Schicht, die auf der Vielzahl von Strukturen angeordnet ist.

In einer Ausführungsform ist die reflektierende Schicht aus einer Metallic-Druckfarbe gebildet.

In einer Ausführungsform umfasst die optische Effekte erzeugende Vorrichtung ferner eine Schutzschicht, die über der Vielzahl von Strukturen angeordnet ist.

In einer Ausführungsform ist die Schutzschicht eine Schicht mit hohem Brechungsindex.

In einer Ausführungsform bildet die reflektierende Schicht eine erste Seite der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung.

In einer Ausführungsform bildet die Schutzschicht eine erste Seite der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung.

In einer Ausführungsform ist die erste Seite eben.

In einer Ausführungsform ist jeder optische Effekt ein Binärbild oder ein gedithertes Binärbild.

Unter einem fünften Aspekt stellt die vorliegende Erfindung ein Sicherheitsdokument bereit, das ein Sicherheitselement in Form einer optische Effekte erzeugenden Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Aspekte umfasst.

In einer Ausführungsform ist die Sicherheitsvorrichtung in einem Halbfenster oder Vollfenster des Sicherheitsdokuments angeordnet.

In einer Ausführungsform ist das Sicherheitsdokument eine Banknote.

Sicherheitsdokument oder Token

Wie hier verwendet, umfassen die Begriffe Sicherheitsdokumente und Token alle Arten von Dokumenten und Druckerzeugnissen mit Wertcharakter und Ausweisdokumente, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Folgende: Geldgegenstände wie Banknoten und Hartgeld, Kreditkarten, Schecks, Reisepässe, Personalausweise, Wertpapiere und Aktienzertifikate, Führerscheine, Eigentumsurkunden, Reisedokumente wie Flug- und Zugtickets, Eintrittskarten und Tickets, Geburts-, Sterbe- und Heiratsurkunden sowie Studienbücher.

Die Erfindung ist insbesondere, jedoch nicht ausschließlich auf Sicherheitsdokumente oder Token anwendbar, wie etwa Banknoten oder Ausweisdokumente, wie Personalausweise oder Reisepässe, die aus einem Substrat gebildet sind, auf das eine oder mehrere Druckschichten aufgebracht werden. Die

Beugungsgitter und die optisch veränderlichen Vorrichtungen, die hier beschrieben sind, können auch bei anderen Produkten Anwendung finden, wie etwa bei Verpackungen.

Sicherheitsvorrichtung oder -merkmal

Wie hier verwendet umfasst der Begriff Sicherheitsvorrichtung oder -merkmal jede/jedes von einer großen Anzahl von Sicherheitsvorrichtungen, -elementen oder -merkmalen, die die Sicherheitsdokumente oder Token vor Fälschung, Vervielfältigung, Veränderung oder Manipulation schützen sollen. Sicherheitsvorrichtungen oder -merkmale können in oder auf dem Substrat des Sicherheitsdokuments oder in oder auf einer oder mehreren der auf das Basissubstrat aufgebrachtten Schichten bereitgestellt sein und können viele verschiedene Formen annehmen, wie etwa Sicherheitsfäden, die in Schichten des Sicherheitsdokuments eingebettet sind; Sicherheitsdruckfarben, wie etwa fluoreszierende, lumineszierende und phosphoreszierende Druckfarben, Metallic-Druckfarben, irisierende Druckfarben, photochrome, thermochrome, hydrochrome oder piezochrome Druckfarben; gedruckte und geprägte Merkmale, einschließlich Reliefstrukturen; Interferenzschichten; Flüssigkristallvorrichtungen; Linsen und Lentikularstrukturen; optisch veränderliche Vorrichtungen (OVDs) wie etwa diffraktive Vorrichtungen einschließlich Beugungsgitter, Hologramme und diffraktiver optischer Elemente (DOEs).

Substrat

Wie hier verwendet, verweist der Begriff Substrat auf das Ausgangsmaterial, aus dem das Sicherheitsdokument oder Token gebildet ist. Das Ausgangsmaterial kann Papier oder anderes

Fasermaterial wie etwa Cellulose; ein Kunststoff- oder Polymermaterial einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf, Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polycarbonat (PC), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylenterephthalat (PET) oder ein Verbundmaterial aus zwei oder mehr Materialien, wie etwa ein Laminat aus Papier und mindestens einem Kunststoff, oder aus zwei oder mehr Polymermaterialien, sein.

Fenster und Halbfenster

Wie hier verwendet, verweist der Begriff Fenster auf eine transparente oder transluzente Fläche in dem Sicherheitsdokument, verglichen mit dem im Wesentlichen opaken Bereich, auf den gedruckt wird. Das Fenster kann volltransparent sein, sodass es einen im Wesentlichen unbeeinflussten Lichtdurchgang ermöglicht, oder es kann teiltransparent oder transluzent sein, sodass es den Lichtdurchgang teilweise ermöglicht, ohne jedoch zu ermöglichen, dass durch die Fensterfläche Objekte deutlich sichtbar sind.

Bei einem polymeren Sicherheitsdokument, das mindestens eine Schicht eines transparenten Polymermaterials und eine oder mehrere Opazität verleihende Schichten aufweist, die auf mindestens eine Seite eines transparenten polymeren Substrats aufgebracht worden sind, kann eine Fensterfläche ausgebildet werden, indem in dem Bereich, der die Fensterfläche bildet, mindestens eine Opazität verleihende Schicht weggelassen wird. Werden Opazität verleihende Schichten auf beiden Seiten eines transparenten Substrats aufgebracht, kann ein volltransparentes Fenster ausgebildet werden, indem auf beiden Seiten des transparenten Substrats in der Fensterfläche die Opazität verleihenden Schichten weggelassen werden.

Bei einem polymeren Sicherheitsdokument, das auf beiden Seiten Opazität verleihende Schichten aufweist, kann eine teiltransparente oder transluzente Fläche, nachstehend als „Halbfenster“ bezeichnet, ausgebildet werden, indem die Opazität verleihenden Schichten lediglich auf einer Seite des Sicherheitsdokuments in der Fensterfläche weggelassen werden, sodass das „Halbfenster“ nicht volltransparent ist, jedoch den Durchgang von etwas Licht ermöglicht, ohne jedoch zu ermöglichen, dass durch das Halbfenster Objekte deutlich sichtbar sind.

Alternativ hierzu ist es möglich, die Substrate aus einem im Wesentlichen opaken Material zu bilden, wie etwa Papier oder Fasermaterial, mit einer Einlassung von transparentem Kunststoffmaterial, das in einen Ausbruch oder eine Ausnehmung in dem Papier- oder dem Fasersubstrat eingelassen ist, um ein transparentes Fenster oder eine transluzente Halbfensterfläche zu bilden.

Opazität verleihende Schichten

Auf ein transparentes Substrat kann eine Opazität verleihende Schicht oder können mehrere Opazität verleihende Schichten aufgebracht werden, um die Opazität des Sicherheitsdokuments zu erhöhen. Eine Opazität verleihende Schicht ist dergestalt, dass $L_T < L_0$ gilt, wobei L_0 die auf das Dokument fallende Lichtmenge ist und L_T die durch das Dokument fallende Lichtmenge ist. Eine Opazität verleihende Schicht kann irgendeine oder mehrere von verschiedensten Opazität verleihenden Beschichtungen umfassen. Die Opazität verleihenden Beschichtungen können zum Beispiel ein Pigment, wie etwa Titandioxid, enthalten, das in einem Bindemittel oder

Träger des wärmeaktivierten quervernetzten Polymermaterials dispergiert ist. Alternativ hierzu könnte ein Substrat aus transparentem Kunststoffmaterial zwischen Opazität verleihenden Schichten aus Papier oder anderem teilweise oder im Wesentlichen opakem Material angeordnet werden, auf das nachfolgend Zeichen gedruckt oder anderweitig aufgebracht werden können.

Brechungsindex n

Der Brechungsindex n eines Mediums ist das Verhältnis zwischen der Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum und der Geschwindigkeit des Lichts im Medium. Der Brechungsindex n einer Linse bestimmt, wie stark Lichtstrahlen, die die Linsenoberfläche erreichen, nach dem Snellius'schen Brechungsgesetz gebrochen werden:

$$n_1 * \sin(\alpha) = n * \sin(\theta)$$

Dabei ist α der Winkel zwischen einem einfallenden Strahl und der Normalen im Einfallspunkt an der Linsenoberfläche, θ der Winkel zwischen dem gebrochenen Strahl und der Normalen im Einfallspunkt und n_1 der Brechungsindex der Luft (als Näherung kann n_1 als 1 angenommen werden).

Strahlungshärtbare Druckfarbe

Der hier verwendete Begriff strahlungshärtbare Druckfarbe verweist auf jede Druckfarbe, jeden Lack oder jede andere Beschichtung, die in einem Druckverfahren auf das Substrat aufgebracht werden kann und die im weichen oder halbfesten Zustand gedruckt oder geprägt werden kann, um eine Reliefstruktur zu bilden, und durch Bestrahlung ausgehärtet wird, um die Reliefstruktur zu fixieren. Der

Aushärtungsprozess findet in der Regel erst statt, wenn die strahlungshärtbare Druckfarbe gedruckt oder geprägt worden ist, jedoch ist es möglich, dass die Druckfarbe bei einigen Prozessen vor dem Drucken oder Prägen teilweise ausgehärtet (halbfest) wird, und auch, dass der Aushärtungsprozess entweder nach dem Drucken oder Prägen oder im Wesentlichen gleichzeitig mit dem Druck- oder Prägeschritt stattfindet. Die strahlungshärtbare Druckfarbe ist vorzugsweise durch Ultraviolett- (UV-)Strahlung aushärtbar. Alternativ hierzu kann die strahlungshärtbare Druckfarbe auch durch andere Strahlungsarten, wie etwa Elektronen- oder Röntgenstrahlen, ausgehärtet werden. Verweise auf UV-härtbare Druckfarbe(n) im weiteren Verlauf der Beschreibung dienen lediglich als Beispiel. Alle Ausführungsformen können durch andere strahlungshärtbare Druckfarben ersetzt werden, sofern sie die von der Ausführungsform geforderten Kriterien (wie etwa Viskosität vor dem Aushärten) erfüllen können. Genauso spiegelt der Verweis auf UV-Lampen wider, dass sich die Beschreibung auf UV-härtbare Druckfarben bezieht. Falls eine mittels Elektronenstrahl härtbare Druckfarbe verwendet wird, dann wird ohne Frage ein Elektronenstrahlgerät anstelle der UV-Lampen verwendet.

Die strahlungshärtbare Druckfarbe ist vorzugsweise eine transparente oder transluzente Druckfarbe, die aus einem klaren Harzmaterial gebildet wird. Eine solche transparente oder transluzente Farbe eignet sich besonders für den Druck von lichtdurchlässigen Sicherheitselementen wie Gittern mit Abmessungen im Subwellenlängenbereich, Durchlicht-Beugungsgittern und Linsenstrukturen.

Die transparente oder transluzente Druckfarbe umfasst vorzugsweise einen UV-härtbaren Klarlack oder Überzug auf

Acrylbasis. Solche UV-härtbaren Lacke können von verschiedenen Herstellern bezogen werden, darunter Kingfisher Ink Limited, Produkt UVF-203 oder Ähnliches. Alternativ hierzu kann die strahlungshärtbare Druckfarbe auch auf anderen Verbindungen basieren, z.B. auf Nitrocellulose.

Die hier verwendeten strahlungshärtbaren Druckfarben und Lacke haben sich als besonders geeignet für das Drucken oder Prägen von Mikrostrukturen erwiesen, diffraktive Strukturen wie etwa Beugungsgitter und Hologramme sowie Mikrolinsen und Linsenarrays eingeschlossen. Sie können aber auch mit größeren Reliefstrukturen gedruckt oder geprägt werden, wie etwa nicht diffraktiven, optisch veränderlichen Vorrichtungen.

Vorzugsweise wird die Druckfarbe gedruckt oder geprägt und im Wesentlichen gleichzeitig mithilfe von ultravioletter (UV) Strahlung ausgehärtet.

Um für den Tiefdruck geeignet zu sein, der das bevorzugte Verfahren zum Aufbringen der strahlungshärtbaren Druckfarbe ist, wenn sie anschließend geprägt wird, hat die strahlungshärtbare Druckfarbe vorzugsweise eine Viskosität, die im Wesentlichen in den Bereich von etwa 20 bis etwa 175 Zentipoise und stärker bevorzugt von etwa 30 bis etwa 150 Zentipoise fällt. Die Viskosität kann durch Messen der Zeit bestimmt werden, die der Lack zum Auslaufen aus einem Zahn-Auslaufbecher Nr. 2 benötigt. Eine Probe, die in 20 Sekunden ausläuft, hat eine Viskosität von 30 Zentipoise, und eine Probe, die in 63 Sekunden ausläuft, hat eine Viskosität von 150 Zentipoise.

Bei einigen polymeren Substraten kann es erforderlich sein, vor dem Auftragen der strahlungshärtbaren Druckfarbe eine

Zwischenschicht auf das Substrat aufzubringen, um die Haftung der von der Druckfarbe gebildeten Struktur auf dem Substrat zu verbessern. Die Zwischenschicht umfasst vorzugsweise eine Grundierschicht und stärker bevorzugt enthält die Grundierschicht ein Polyethylenimin. Außerdem kann die Grundierschicht ein Vernetzungsmittel enthalten, beispielsweise ein multifunktionelles Isocyanat. Beispiele für andere Grundierschichten, die sich für eine Verwendung im Rahmen der Erfindung eignen, sind unter anderem Polymere mit endständigen Hydroxylgruppen; Co-Polymere auf Polyesterbasis mit endständigen Hydroxylgruppen; vernetzte oder nicht vernetzte hydroxylierte Acrylate; Polyurethane und UV-härtende anionische oder kationische Acrylate. Beispiele für geeignete Vernetzungsmittel sind unter anderem Isocyanate, Polyaziridine, Zirconiumkomplexe, Aluminiumacetylaceton, Melamine und Carbodiimide.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung lediglich beispielhaft, mit Bezug auf die beigefügte Zeichnung beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass die Ausführungsformen lediglich zur Veranschaulichung dienen und die Erfindung durch diese Veranschaulichung nicht eingeschränkt wird. Für die Zeichnung gilt:

Figur 1 ist eine isometrische Ansicht einer optische Effekte erzeugenden Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 ist eine Seitenansicht der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1;

Figur 3 ist ein Beispiel für einen optischen Effekt, der von der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1 projiziert wird;

Figur 4 ist ein anderes Beispiel für einen optischen Effekt, der von der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1 projiziert wird;

Figur 5 ist eine Variante der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1;

Figur 6 ist eine andere Variante der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1;

Figur 7 ist eine andere Variante der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1;

die Figuren 8A-B veranschaulichen, wie die maximale Dicke der Strukturen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung der Figur reduziert werden kann;

Figur 9 ist eine Draufsicht auf eine Verkörperung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1;

Figur 10 ist eine Draufsicht auf eine andere Verkörperung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1;

Figur 11 ist eine Draufsicht auf eine andere Verkörperung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1;

Figur 12 ist eine isometrische Ansicht einer optische Effekte erzeugenden Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 13 ist eine Draufsicht auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung von Figur 12;

Figur 14 zeigt die generellen Sichtwinkelbereiche der optischen Effekte der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 12;

Figur 15 ist eine Draufsicht auf eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 16 ist eine Querschnittansicht der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 15 entlang der Linie 15-15 in Figur 15;

Figur 17 ist eine Variante der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 15;

Figur 18 ist eine andere Variante der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 15;

Figur 19 ist eine Draufsicht auf eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 20 ist eine Querschnittansicht der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 19 entlang der Linie 19-19 in Figur 19;

Figur 21 ist eine Draufsicht auf eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 22 ist eine vergrößerte Draufsicht auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung von Figur 21;

Figur 23 ist eine Draufsicht auf eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 24 ist eine Querschnittansicht der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 23 entlang der Linie 23-23 in Figur 23;

Figur 25 ist eine Draufsicht auf eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 26 ist eine partielle Seitenansicht der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 25;

Figur 27 ist eine Draufsicht auf eine der Strukturen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 25;

Figur 28 ist eine isometrische Ansicht der Struktur von Figur 27;

die Figuren 29A-B zeigen die schwarzen und weißen Pixel der beiden optischen Effekte, die durch die in Figur 25 gezeigte Anordnung von Strukturen erzeugt werden;

Figur 30 veranschaulicht, wie mehrere Strukturen von Figur 26 in der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 25 angeordnet werden können, um einen dreifach umschaltenden optischen Effekt zu erzeugen;

Figur 31 ist eine Draufsicht auf eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Figur 32 zeigt die Sichtwinkelbereiche und die Projektionswinkelbereiche der Strukturen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 31;

Figur 33 zeigt die Projektionswinkel der Bildkanäle der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 31;

Figur 34 ist eine Seitenansicht der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1 mit einer klaren Schutzschicht oder reflektierenden Schicht, die über den Strukturen angeordnet ist, wobei die klare Schutzschicht oder reflektierende Schicht eine ebene Seite der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung von Figur 1 definiert; und

Figur 35 ist ein Sicherheitsdokument mit einer Sicherheitsvorrichtung, wobei die Sicherheitsvorrichtung eine der hierin offenbarten optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen ist.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

Für die Zwecke der folgenden Erörterung sind die Figuren als veranschaulichend und nicht maßstabsgetreu zu erachten, sofern nichts anderes angegeben ist. Die Figuren zeigen vereinfachte Darstellungen der beschriebenen Ausführungsformen.

„Einfallendes Licht“ oder „einfallende Beleuchtung“ ist Licht von einer Lichtquelle, das auf eine Seite des Substrats

auftritt und im Allgemeinen als nicht polarisiertes weißes Licht (beispielsweise von einer Glühlampe oder Leuchtstofflampe) angesehen wird, sofern nichts anderes angegeben ist.

Ein „visueller Effekt“ ist ein Bild, ein Muster oder ein anderer visuell identifizierbarer Effekt. Ein visueller Effekt kann ein verborgener visueller Effekt sein, der nur unter bestimmten Bedingungen sichtbar ist, oder ein nicht verborgener visueller Effekt, der unter normalen Betrachtungsbedingungen sichtbar ist. Ein visueller Effekt kann auch ein diffraktiver visueller Effekt oder ein nicht diffraktiver visueller Effekt sein.

Wie hierin verwendet, hat „Farbe“ die Bedeutung einer Farbe, wie sie wahrgenommen wird, und kann einem einzelnen Wellenlängenbereich oder einem Gemisch verschiedener Wellenlängenbereiche entsprechen.

Es sollte beachtet werden, dass „mehrfarbig“ in der vorliegenden Offenbarung in der Bedeutung von mindestens zwei verschiedenen Farben und vorzugsweise für eine breite Palette verschiedener Farben verwendet wird. Außerdem gilt: Zeigt ein Polarisationsbild beispielsweise ein Motiv, eine Zahl oder ein Symbol, dann muss das Motiv, die Zahl oder das Symbol selbst eine Vielzahl von verschiedenen Farben einschließen, um als mehrfarbiges Bild zu gelten.

Erste Ausführungsbeispiele der Erfindung

Figur 1 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 in Form einer Sicherheitsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Mit Bezug auf

Figur 2: Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 umfasst ein Substrat 102, das eine erste Oberfläche 104 und eine zweite Oberfläche 106 aufweist.

Auf der ersten Oberfläche 104 des Substrats 102 ist eine Vielzahl von Strukturen 108 angeordnet, die eine maximale Dicke t haben. Jede Struktur 108 weist eine erste Facette 110 auf, die in eine erste Richtung weist, und eine zweite Facette 112, die in eine zweite Richtung weist, die von der ersten Richtung verschieden ist. Die ersten Facetten 110 der Vielzahl von Strukturen 108 bilden zusammen einen ersten Facettensatz, der einen ersten Bildkanal mit einem ersten Projektionswinkelbereich definiert, und die zweiten Facetten 112 der Vielzahl von Strukturen 108 bilden einen zweiten Facettensatz, der einen zweiten Bildkanal mit einem zweiten Projektionswinkelbereich definiert. Die erste Facette 110 jeder Struktur 108 liegt neben der zweiten Facette 112 einer benachbarten Struktur 108, derart, dass die ersten Facetten 110 mit den zweiten Facetten 112 verschachtelt sind. Jede erste Facette 110 definiert eine Neigung, die in Bezug auf die erste Oberfläche 104 des Substrats 102 einen Winkel β aufweist, und jede Facette 112 definiert eine Neigung, die in Bezug auf die erste Oberfläche 104 des Substrats 102 einen Winkel ω aufweist.

Auf jeder ersten Facette 110 befinden sich ein oder mehrere Beugungsgitter 114, und auf jeder zweiten Facette 112 befinden sich ein oder mehrere Beugungsgitter 116. Wie am besten in Figur 1 zu sehen ist, verlaufen die Linien der Beugungsgitter 114, 116 parallel zur Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 110, 112. Mit anderen Worten, die Linien der Beugungsgitter 114, die auf den ersten Facetten 110 angeordnet sind, erstrecken sich in einer Richtung parallel

zum Winkel β , und die Linien der Beugungsgitter 116, die auf den zweiten Facetten 112 angeordnet sind, erstrecken sich in einer Richtung parallel zum Winkel ω . Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass die Linien jedes Beugungsgitters 114, 116 in Abhängigkeit von den gewünschten Sichtwinkelbereichen des jeweiligen ersten und zweiten Bildkanals in anderen Richtungen orientiert sein können, beispielsweise in einer Richtung, die sich entlang der Länge der jeweiligen Facette 110, 112 erstreckt (z.B. in der Y-Richtung in Figur 1) oder in einem Winkel in Bezug auf die Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 110, 112.

Mit Bezug auf die Figuren 1, 2 und 3: Wenn der erste Facettensatz aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 10 angegeben ist, definieren die auf den ersten Facetten 110 angeordneten Beugungsgitter 114 einen ersten optischen Effekt, beispielsweise eine Rechteckform wie in Figur 3 veranschaulicht. Mit Bezug auf die Figuren 1, 2 und 4: Wenn der zweite Facettensatz aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 12 angegeben ist, definieren die auf den zweiten Facetten 112 angeordneten Beugungsgitter 116 einen zweiten optischen Effekt, beispielsweise ein Kreuz wie in Figur 4 dargestellt. Es versteht sich, dass es sich bei dem ersten und dem zweiten optischen Effekt um ein beliebiges gewünschtes Bild handeln kann.

Wie am besten in Figur 2 zu sehen ist, stellen der erste Sichtwinkelbereich 10 und der zweite Sichtwinkelbereich 12 Betrachtungspositionen bereit, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 104 des Substrats 102 befinden. Der erste optische Effekt und der zweite optische Effekt können

auch von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 106 des Substrats 102 befinden, wenn das Substrat 102 und die Strukturen 108 aus einem transparenten Material gebildet sind. In diesem Fall sind der erste und der zweite optische Effekt von derselben Seite aus wie die zweite Oberfläche 106 von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die Sichtwinkelbereiche wie allgemein durch den Pfeil 14 bzw. 16 angegeben aufweisen.

Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 verschachtelt somit zwei Bilder (d.h. den ersten und den zweiten optischen Effekt), die auf einen Beobachter in einer entsprechenden eindimensionalen Anordnung von Sichtwinkelbereichen projiziert werden können, wodurch ein Abtasten des ersten und des zweiten optischen Effekts entlang einer einzigen Achse ermöglicht wird. Somit versteht sich, dass die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 einen optischen 2-Flip-Effekt bereitstellt.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass gegebenenfalls nur die Facetten eines der Facettensätze (d.h. Bildkanäle) Beugungsgitter aufweisen. Es versteht sich, dass in diesem Fall die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 einen verschwindenden Bildeffekt bereitstellt.

Der generelle Aufbau von Ausführungsformen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 wird im Folgenden skizziert:

- Die Strukturen 108 können aus einem transparenten Material, beispielsweise einem strahlungshärtbaren Harz (nachstehend ausführlicher erörtert), gebildet sein;
- das Substrat 102 kann ebenfalls transparent sein und kann als Folie (wie etwa zum Aufbringen auf ein

Sicherheitsdokument) oder polymeres Substrat (z.B. ein Banknoten-Polymersubstrat) ausgebildet sein;

- die Strukturen 108 können mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die einen anderen Brechungsindex als das zum Bilden der Strukturen 108 verwendete Material haben kann. Die klare Schutzschicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 108 zu verhindern (nachstehend ausführlicher erörtert); und
- alternativ hierzu können die Strukturen 108 auch mit einer reflektierenden Schicht überzogen sein. Die reflektierende Schicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 108 zu verhindern. Alternativ hierzu kann die reflektierende Schicht dünn sein und mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die hinreichend dick ist, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 108 zu verhindern.

Wenn die Strukturen 108 weder mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind noch mit einer halbtransparenten reflektierenden Schicht überzogen sind, können der erste und der zweite optische Effekt sowohl in Transmission als auch in Reflexion gesehen werden. In diesem Fall kann der erste optische Effekt von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 104 befinden und Sichtwinkelbereiche wie allgemein durch den Pfeil 10 bzw. 12 angegeben (siehe Figur 2) aufweisen. Ebenso kann der zweite optische Effekt von einer Betrachtungsposition aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 106 befindet und Sichtwinkelbereiche wie allgemein durch den Pfeil 14 bzw. 16 angegeben (siehe Figur 2) aufweist. Dies wird auch dann der Fall sein, wenn die Strukturen 108 mit

einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen sind (z.B. weniger als die maximale Dicke der Strukturen 108, aber ausreichend dick, um eine Lichtdurchlässigkeit im Wesentlichen zu verhindern); jedoch sind unter diesen Umständen der erste und der zweite optische Effekt nur im reflektierten Licht sichtbar.

Wenn die Strukturen 108 mit einer dicken reflektierenden Schicht überzogen sind, sodass ein mechanisches Kopieren der Strukturen 108 verhindert/eingeschränkt werden kann, sind der erste und der zweite optische Effekt nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 106 befinden und Sichtwinkelbereiche wie allgemein durch den Pfeil 14 bzw. 16 angegeben (siehe Figur 2) aufweisen.

Wenn die Strukturen 108 nicht mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind, werden bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 in reflektiertem oder transmittiertem diffusem weißem Licht der erste und der zweite optische Effekt in Schwarzweiß beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 um die Y-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle verschoben wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte zwischen dem ersten und dem zweiten optischen Effekt. Bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 in reflektiertem oder transmittiertem weißem Licht, das zumindest teilweise kollimiert ist oder von einer Punktquelle stammt, werden der erste und der zweite optische Effekt in mehreren Farben beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 um die Y-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle verschoben wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte zwischen dem ersten und dem zweiten optischen Effekt.

Durch die geeignete Auswahl der Gitterkonstanten, der Tiefe und der Orientierung der Linien der Beugungsgitter 114, 116 kann es sich bei dem ersten und dem zweiten optischen Effekt, die von dem jeweiligen ersten bzw. zweiten Bildkanal unter einem bestimmten Winkel projiziert werden, um ein Echtfarbbild handeln. So können beispielsweise die Gitterkonstante, die Tiefe und die Orientierung der Linien der Beugungsgitter 114, 116 derart gewählt werden, dass sie eine zweidimensionale Anordnung von RGB-Farbbildpunkten projizieren, sodass der erste und der zweite Facettensatz jeweils ein gewünschtes Vollfarbbild definieren, das bei im Wesentlichen kollimiertem weißem Licht unter einem bestimmten Winkel zu sehen sein soll. Die durch die jeweiligen Beugungsgitter 114, 116 jedes Facettensatzes definierten Bilder könnten mehrere Farbtöne einer oder mehrerer gewünschter Farbe(n) aufweisen.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass das Substrat 102 aus einem opaken Material (z.B. einer Folie oder einem Polymer einer Banknote) gebildet werden kann und dass die Strukturen 108 aus einem transparenten Material (z.B. einem strahlungshärtbaren Harz) gebildet werden können. Es versteht sich, dass in diesem Fall die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar sind, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 104 des Substrats 102 befinden. Die Sichtbarkeit der optischen Effekte kann in diesem Fall verbessert werden, indem die Strukturen 108 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen werden.

Die Beugungsgitter 114, 116 können auf den jeweiligen ersten und zweiten Facetten 110, 112 so angeordnet werden, dass sie den ersten und/oder zweiten Bildkanal definieren:

- ein monochromes binäres „Silhouettenbild“;
- ein binäres, gedithertes Halbtonbild oder
- ein gedithertes Binärbild.

Gemäß einer Ausführungsform der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 hat jede Struktur 108 eine maximale Dicke t von 6 Mikrometern und jede Facette 110, 112 kann eine Breite von 25 Mikrometern haben. Es wird jedoch in Erwägung gezogen, dass die Strukturen 108 und die Facetten 110, 112 andere Abmessungen haben können. Jedes Beugungsgitter 114, 116 kann eine Gitterkonstante von 1,2 μm bis 3,2 μm aufweisen, es sind jedoch auch andere Gitterkonstanten vorstellbar, je nach den gewünschten Farben, die von den jeweiligen Beugungsgittern 114, 116 zu sehen sein sollen.

Figur 5 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100a, die der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 ähnlich ist, mit der Ausnahme, dass jede Struktur 108a der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100a eine dritte Facette 122a aufweist, die in eine dritte Richtung weist, die sich von der ersten und der zweiten Richtung unterscheidet. Die dritten Facetten 122a der Vielzahl von Strukturen 108a bilden zusammen einen dritten Facettensatz, der einen dritten Bildkanal mit einem dritten Projektionswinkelbereich definiert. Ähnlich wie vorstehend mit Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 beschrieben, kann mindestens ein Beugungsgitter auf einer oder mehreren der dritten Facetten 122a so angeordnet sein, dass der dritte Facettensatz einen dritten optischen Effekt definiert, wenn er von derselben Seite wie die erste Oberfläche 104a von einer Betrachtungsposition aus betrachtet wird, die einen Sichtwinkelbereich wie allgemein durch den Pfeil 18a angegeben aufweist. Der dritte Sichtwinkelbereich 18a unterscheidet sich

vom ersten und dem zweiten Sichtwinkelbereich. Wenn das Substrat 102a und die Strukturen 108a aus einem transparenten Material gebildet sind, kann ähnlich wie bei der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 der dritte optische Effekt, von derselben Seite wie die zweite Oberfläche 106a von einer Betrachtungsposition aus sichtbar sein, die einen Sichtwinkelbereich wie allgemein durch den Pfeil 20a angegeben aufweist.

Figur 6 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100b, die der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 ähnlich ist, mit der Ausnahme, dass jede Struktur 108b der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100b eine dritte Facette 122b aufweist, die in eine dritte Richtung weist, und eine vierte Facette 124b, die in eine vierte Richtung weist. Die dritte Richtung und die vierte Richtung sollten sich voneinander und von der ersten und zweiten Richtung unterscheiden. Die dritten Facetten 122b der Vielzahl von Strukturen 108b bilden zusammen einen dritten Facettensatz, der einen dritten Bildkanal mit einem dritten Projektionswinkel definiert, und die vierten Facetten 124b der Vielzahl von Strukturen 108b bilden zusammen einen vierten Facettensatz, der einen vierten Bildkanal mit einem vierten Projektionswinkel definiert. Ähnlich wie vorstehend mit Bezug auf die optische Vorrichtung 100 beschrieben, kann mindestens ein Beugungsgitter auf einer oder mehreren der dritten Facetten 122b und der vierten Facetten 124b angeordnet sein.

Der dritte Facettensatz der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100b definiert einen dritten optischen Effekt, wenn er von derselben Seite wie die erste Oberfläche 104b von einer Betrachtungsposition aus betrachtet wird, die einen Sichtwinkelbereich wie allgemein durch den Pfeil 18b angegeben

aufweist. Der vierte Facettensatz der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100b definiert einen vierten optischen Effekt, wenn er von derselben Seite wie die erste Oberfläche 104b von einer Betrachtungsposition aus betrachtet wird, die einen Sichtwinkelbereich wie allgemein durch den Pfeil 22b angegeben aufweist. Der dritte Sichtwinkelbereich und der vierte Sichtwinkelbereich sollten sich voneinander und vom ersten und zweiten Sichtwinkelbereich unterscheiden. Wenn das Substrat 102b und die Strukturen 108b aus einem transparenten Material gebildet sind, können ähnlich wie bei der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 der dritte und der vierte optische Effekt von derselben Seite wie die zweite Oberfläche 106b von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die Sichtwinkelbereiche wie allgemein durch den Pfeil 20b bzw. den Pfeil 24b angegeben aufweisen.

Andere strukturelle Variationen, die in Bezug auf die Figuren 1 bis 4 erörtert wurden, insbesondere in Bezug auf die Eigenschaften des Substrats und der Strukturschichten und das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein verschiedener Schutzschichten und/oder brechender/reflektierender Schichten, sind ebenso auf die Ausführungsformen der Figuren 5 und 6 und gegebenenfalls auf alle anderen im Folgenden erörterten Ausführungsformen anwendbar.

Figur 7 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100c, die der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100b ähnlich ist, abgesehen davon, dass die Konfiguration der Strukturen 108c der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100c sich von der Konfiguration der Strukturen 108b der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100b unterscheidet. Insbesondere ist die Konfiguration der ersten Facette 110c, der zweiten Facette 112c, der dritten Facette 122c und der

vierten Facette 124c jeder Struktur 108c anders als die Konfiguration der ersten Facette 110b, der zweiten Facette 112b, der dritten Facette 122b bzw. der vierten Facette 124b jeder Struktur 108b. Die Funktionsweise, das Verhalten der optischen Effekte und die Sichtwinkelbereiche der optischen Effekte der Vorrichtung 100c sind jenen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100b ähnlich.

Die Figuren 8a und 8b zeigen die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100 bzw. eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100d. Die Figuren 8a und 8b veranschaulichen, wie die maximale Dicke t jeder Struktur 108 verringert werden kann. Mit Bezug auf Figur 8b: Jede Facette 110 von Figur 8a ist in zwei kleinere Facetten 110a, 110b unterteilt, und jede Facette 112 von Figur 8a ist in zwei kleinere Facetten 112a, 112b unterteilt. Der Winkel β der durch jede Facette 110a, 110b in Figur 8b definierten Neigung ist gleich dem Winkel β der durch jede Facette 110 in Figur 8a definierten Neigung. Der Winkel ω der durch jede Facette 112a, 112b in Figur 8b definierten Neigung ist gleich dem Winkel ω der durch jede Facette 112 in Figur 8a definierten Neigung. Die Facetten 110a, 110b definieren den ersten Bildkanal, und die Facetten 112a, 112b definieren den zweiten Bildkanal. Die Funktionsweise, das Verhalten der optischen Effekte und die Sichtwinkelbereiche der optischen Effekte der Vorrichtung 100d sind jenen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 ähnlich. Es versteht sich, dass die maximale Dicke der Strukturen 108 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 weiter reduziert werden kann, indem die Facetten 110, 112 in mehr als zwei kleinere Facetten unterteilt werden.

Gemäß einer Ausführungsform der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100d hat jede Struktur 108 eine maximale Dicke von

3 Mikrometern und jede Facette 110a-b, 112a-b hat eine Breite von 12,5 Mikrometern.

Praktische Beispiele für die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100

Figur 9 zeigt ein erstes praktisches Beispiel für die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100e, wobei der erste Bildkanal (d.h. die ersten Facetten 110) und der zweite Bildkanal (d.h. die zweiten Facetten 112) jeweils ein monochromes binäres „Silhouettenbild“ definieren. Die Linien der Beugungsgitter 114, 116 verlaufen in einer Richtung parallel zur Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 110, 112.

Wenn die Strukturen 108 nicht mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind, lässt sich bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100e in Transmission, wenn die Strukturen 108 horizontal orientiert sind (d.h. sich entlang der X-Achse erstrecken), ein optischer 2-Flip-Effekt beobachten, indem die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100e außerhalb der Achse einer Lichtquelle in Y-Richtung nach oben oder unten oder in X-Richtung von links nach rechts bewegt wird. Wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100e in Reflexion betrachtet wird, wobei die Strukturen 108 horizontal orientiert sind (d.h. sich entlang der X-Achse erstrecken), lässt sich ein optischer 2-Flip-Effekt beobachten, indem die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100e um die X-Achse gekippt wird. Sowohl in Transmission als auch in Reflexion erscheinen der erste und der zweite optische Effekt der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100e bei Betrachtung in diffusem weißem Licht in Graustufen und erscheinen bei Betrachtung in zumindest teilweise kollimiertem

weißem Licht oder in weißem Licht aus einer Punktlichtquelle in mehreren Farben.

Figur 10 zeigt ein zweites praktisches Beispiel für die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100f, wobei der erste Bildkanal (d.h. die ersten Facetten 110) und der zweite Bildkanal (d.h. die zweiten Facetten 112) jeweils ein monochromes binäres „Silhouettenbild“ definieren. Die Linien der Beugungsgitter 114, 116 verlaufen in einer Richtung senkrecht zur Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facetten 110, 112 (d.h. in der X-Richtung entlang der Länge der jeweiligen Facette 110, 112). Das Verhalten des ersten und des zweiten optischen Effekts der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100f ist dem Verhalten des ersten und des zweiten optischen Effekts der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100e ähnlich. Der Farbkontrast des ersten und des zweiten optischen Effekts der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100f wäre jedoch geringer als der Farbkontrast des ersten und des zweiten optischen Effekts der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100e.

Figur 11 zeigt ein drittes praktisches Beispiel für die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100g, wobei das erste Bild (d.h. die ersten Facetten 110) und der zweite Bildkanal (d.h. die zweiten Facetten 112) jeweils ein binäres, gedithertes Halbtonbild definieren. Das Verhalten des ersten und des zweiten optischen Effekts der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100g ist dem Verhalten des ersten und des zweiten optischen Effekts der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100e ähnlich.

Wenn die Strukturen 108 nicht mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind, enthalten der erste und der zweite

optische Effekte der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100g bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100g sowohl in Transmission als auch in Reflexion mehrere Grautöne, wenn sie in diffusem weißem Licht betrachtet wird, und mehrere Farbtöne, wenn sie in zumindest teilweise kollimiertem weißem Licht betrachtet wird. Die mehreren Grau- bzw. Farbtöne, die bei dem ersten und dem zweiten optischen Effekt der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100g sichtbar sind, lassen sich durch mithilfe von geditherten Halbtonbildern erzielen.

Zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 12 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 200 in Form einer Sicherheitsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 200 umfasst ein Substrat 202, das eine erste Oberfläche 204 und eine zweite Oberfläche 206 aufweist.

Auf der ersten Oberfläche 204 des Substrats 202 ist eine Vielzahl von Strukturen 208 angeordnet, wobei jede Struktur 208 neun Facetten 210 aufweist. Jede Facette 210 jeder Struktur 208 weist in eine andere Richtung und hat eine ganz besondere Neigung und/oder Orientierung (d.h. einen ganz besonderen Vektorgradienten) in Bezug auf die erste Oberfläche 204 des Substrats 202.

Figur 13 ist eine Draufsicht auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 200, wobei jede Facette 210 jeder Struktur 208 mit 1 bis 9 nummeriert ist. Die Facetten 210 mit derselben Nummer weisen alle in dieselbe Richtung und bilden einen Facettensatz, der einen Bildkanal mit einem ganz

besonderen Projektionswinkelbereich definiert. Zum Beispiel weisen die mit „1“ nummerierten Facetten 210 bei der Vielzahl von Strukturen 208 alle in dieselbe Richtung, um einen ersten Facettensatz zu bilden, der einen ersten Bildkanal mit einem ersten Projektionswinkelbereich definiert. Somit versteht sich, dass die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 200 neun Facettensätze aufweist, die jeweils einen Bildkanal mit einem ganz besonderen Projektionswinkelbereich definieren.

Auf einer oder mehreren Facetten 210 jedes Facettensatzes ist ein Beugungsgitter 212 angeordnet. Die Linien jedes Beugungsgitters 212 verlaufen in einer Richtung parallel zur Neigung der jeweiligen Facette 210. Mit anderen Worten, die Linien jedes Beugungsgitters 212 erstrecken sich in der Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 210. Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass die Linien jedes Beugungsgitters 212 in Abhängigkeit von den gewünschten Sichtwinkelbereichen der jeweiligen Bildkanäle in anderen Richtungen orientiert sein könnten, beispielsweise in einer Richtung, die senkrecht oder in einem Winkel zur Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 210 verläuft. Jedes Beugungsgitter 212 kann eine Gitterkonstante von 1,2 pm bis 3,2 pm aufweisen, es sind jedoch auch andere Gitterkonstanten vorstellbar, je nach den gewünschten Farben, die von den jeweiligen Beugungsgittern 212 zu sehen sein sollen. Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass alle Facetten 210 eines oder mehrerer der Facettensätze keine Beugungsgitter 212 aufweisen.

Wie aus den Figuren 12 und 14 hervorgeht, hat jeder Bildkanal einen ganz besonderen Sichtwinkelbereich. Der erste Bildkanal (d.h. die mit „1“ gekennzeichneten Facetten 210 bei jeder der Strukturen 208) hat zum Beispiel einen Sichtwinkelbereich, der

in Figur 14 allgemein durch die mit „1“ nummerierte Linie angegeben ist. Entsprechend gibt jede der mit 1 bis 9 nummerierten Linien in Figur 14 einen generellen Sichtwinkelbereich für jeden jeweiligen Bildkanal an.

Bei Betrachtung jedes Bildkanals aus seinem jeweiligen Sichtwinkelbereich definieren die Beugungsgitter 212, die auf einer oder mehreren Facetten 210 des jeweiligen Facettensatzes angeordnet sind, einen optischen Effekt. Wenn zum Beispiel der erste Bildkanal (d.h. die mit „1“ gekennzeichneten Facetten 210 bei jeder der Strukturen 208) aus dem ersten Sichtwinkelbereich (d.h. allgemein durch die mit „1“ nummerierte Linie in Figur 14 angegeben) betrachtet wird, definieren die auf der einen oder den mehreren Facetten 210 des ersten Facettensatzes angeordneten Beugungsgitter 212 einen ersten optischen Effekt.

Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 200 verschachtelt somit neun Bilder in zwei Dimensionen (z.B. in der X- und Y-Dimension), die auf einen Beobachter bei einer entsprechenden Anordnung von Sichtwinkelbereichen projiziert werden können, wodurch die optischen Effekte angezeigt werden können, wenn die Vorrichtung in Bezug auf eine Lichtquelle um mehr als eine Achse gedreht wird.

Der generelle Aufbau von Ausführungsformen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 200 wird im Folgenden skizziert:

- Die Strukturen 208 können aus einem transparenten Material, beispielsweise einem strahlungshärtbaren Harz (nachstehend ausführlicher erörtert), gebildet sein;
- das Substrat 202 kann ebenfalls transparent sein und kann als Folie (wie etwa zum Aufbringen auf ein

Sicherheitsdokument) oder polymeres Substrat (z.B. ein Banknoten-Polymersubstrat) ausgebildet sein;

- die Strukturen 208 können mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die einen anderen Brechungsindex als das zum Bilden der Strukturen 208 verwendete Material haben kann. Die klare Schutzschicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 208 zu verhindern (nachstehend ausführlicher erörtert); und
- alternativ hierzu können die Strukturen auch mit einer reflektierenden Schicht überzogen sein. Die reflektierende Schicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 208 zu verhindern. Alternativ hierzu kann die reflektierende Schicht dünn sein und mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die hinreichend dick ist, um ein mechanisches Kopieren (d.h. ein Kontaktkopieren) der Strukturen 208 zu verhindern.

Wenn die Strukturen 208 weder mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind noch mit einer halbtransparenten reflektierenden Schicht überzogen sind, können die optischen Effekte sowohl in Transmission als auch in Reflexion gesehen werden. In diesem Fall können die optischen Effekte von jeweiligen Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 204 befinden und die Sichtwinkelbereiche aufweisen, die allgemein durch die mit 1 bis 9 nummerierten Linien angegeben sind (siehe Figur 14), bzw. sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 206 befinden und die Sichtwinkelbereiche aufweisen, die allgemein durch die mit 1' bis 9' nummerierten Linien angegeben sind (siehe Figur 14). Dies wird auch dann der Fall sein, wenn die Strukturen 208 mit einer dünnen reflektierenden Schicht

überzogen sind (z.B. weniger als die maximale Dicke der Strukturen 208, aber ausreichend dick, um eine Lichtdurchlässigkeit im Wesentlichen zu verhindern); jedoch sind unter diesen Umständen die optischen Effekte nur im reflektierten Licht sichtbar.

Wenn die Strukturen 208 mit einer dicken reflektierenden Schicht überzogen sind, sodass ein mechanisches Kopieren der Strukturen 208 verhindert/eingeschränkt werden kann, sind die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 206 befinden, bei Sichtwinkelbereichen wie allgemein durch mit 1' bis 9' nummerierten Linien angegeben (siehe Figur 14).

Wenn die Strukturen 208 nicht mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind, werden bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 200 in reflektiertem oder transmittiertem diffusem weißem Licht die optischen Effekte in Schwarzweiß beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 200 um die X- und/oder Y-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle verschoben wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte entsprechend dem jeweiligen Sichtwinkelbereich. Bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 200 in reflektiertem oder transmittiertem weißem Licht, das zumindest teilweise kollimiert ist oder von einer Punktquelle stammt, werden die optischen Effekte in mehreren Farben beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 200 um die X- und/oder Y-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle verschoben wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte entsprechend dem jeweiligen Sichtwinkelbereich.

Durch die geeignete Auswahl der Gitterkonstanten, der Tiefe und der Orientierung der Linien der Beugungsgitter 212 kann es sich bei den optischen Effekten, die von jedem Facettensatz der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 200 unter einem bestimmten Winkel projiziert werden, um ein Echtfarbbild handeln. So können beispielsweise die Gitterkonstante, die Tiefe und die Orientierung der Linien der Beugungsgitter 212 derart gewählt werden, dass sie eine zweidimensionale Anordnung von RGB-Farbbildpunkten projizieren, sodass jeder Facettensatz der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 200 ein gewünschtes Vollfarbbild definiert, das bei im Wesentlichen kollimiertem weißem Licht unter einem bestimmten Winkel zu sehen sein soll. Das durch die jeweiligen Beugungsgitter 212 jedes Facettensatzes der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 200 definierte Bild könnte mehrere Farbtöne einer oder mehrerer gewünschter Farben aufweisen.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass das Substrat 202 aus einem opaken Material (z.B. einer Folie oder einem Polymer einer Banknote) gebildet werden kann und dass die Strukturen 208 aus einem transparenten Material (z.B. einem strahlungshärtbaren Harz) gebildet werden können. Es versteht sich, dass in diesem Fall der optische Effekt nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar ist, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 204 des Substrats 202 befinden. Die Sichtbarkeit der optischen Effekte kann in diesem Fall verbessert werden, indem die Strukturen 208 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen werden.

Die Beugungsgitter 212 können auf einer oder mehreren Facetten 210 jedes Facettensatzes so angeordnet sein, dass der jeweilige Bildkanal Folgendes definiert:

- ein monochromes binäres „Silhouettenbild“;

- ein binäres, gedithertes Halbtonbild oder
- ein gedithertes Binärbild.

Obwohl die Strukturen 208 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 200 als neun Facetten 210 aufweisend beschrieben und veranschaulicht wurden, versteht sich, dass die Strukturen 208 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 200 mehr oder weniger als neun Facetten 210 aufweisen können.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass die Dicke jeder Struktur 208 mithilfe des vorstehend in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100d beschriebenen Ansatzes reduziert werden kann.

Drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Die Figuren 15 und 16 zeigen eine Draufsicht bzw. einen Querschnitt einer optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300 in Form einer Sicherheitsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 300 umfasst ein Substrat 302, das eine erste Oberfläche 304 und eine zweite Oberfläche 306 aufweist.

Auf der ersten Oberfläche 304 des Substrats 302 ist eine Vielzahl von Strukturen 308 angeordnet. Jede Struktur 308 weist eine oder mehrere erste Facetten 310, eine oder mehrere zweite Facetten 312, eine dritte Facette 314 und eine vierte Facette 316 auf. Bei jeder Struktur 308 liegen die erste(n) Facette(n) 310 und die zweite(n) Facette(n) 312 im Wesentlichen parallel zur ersten Oberfläche 304 des Substrats 302 und weisen in eine erste Richtung. Mit anderen Worten, keine der ersten Facetten 310 und keine der zweiten Facetten

312 definiert eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche 304 des Substrats 302. Alle ersten Facetten 310 aller Strukturen 308 bilden zusammen einen ersten Facettensatz, der einen ersten Bildkanal definiert, und alle zweiten Facetten 312 aller Strukturen 308 bilden zusammen einen zweiten Facettensatz, der einen zweiten Bildkanal definiert. Figur 16 zeigt, dass die ersten Facetten 310 jeder Struktur 308 am Grund der Struktur 308 angeordnet sind. In ähnlicher Weise sind auch die zweiten Facetten 312 jeder Struktur 308 am Grund der Struktur 308 angeordnet.

Bei jeder Struktur 308 weist die dritte Facette 314 in eine zweite Richtung, und die vierte Facette 316 weist in eine dritte Richtung. Wie am besten in Figur 16 zu sehen ist, unterscheiden sich die erste, zweite und dritte Richtung jeweils voneinander. Bei jeder Struktur 308 definiert die dritte Facette 314 eine Neigung, die in Bezug auf die erste Oberfläche 304 des Substrats 302 einen Winkel β aufweist, und die vierte Facette 316 definiert eine Neigung, die in Bezug auf die erste Oberfläche 304 des Substrats 302 einen Winkel ω aufweist.

Wenn der erste Facettensatz aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der in Figur 16 allgemein durch den Pfeil 30 angegeben ist, definiert der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt, und wenn der zweite Facettensatz aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der in Figur 16 allgemein durch den Pfeil 32 angegeben ist, definiert der zweite Facettensatz einen zweiten optischen Effekt. Mit Bezug auf Figur 16: Der erste Sichtwinkelbereich 30 und der zweite Sichtwinkelbereich 32 stellen Betrachtungspositionen bereit, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 304 des Substrats 302 befinden.

Der generelle Aufbau von Ausführungsformen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300 wird im Folgenden skizziert:

- Die Strukturen 308 können aus einem transparenten Material, beispielsweise einem strahlungshärtbaren Harz (nachstehend ausführlicher erörtert), gebildet sein;
- das Substrat 302 kann ebenfalls transparent sein und kann als Folie (wie etwa zum Aufbringen auf ein Sicherheitsdokument) oder polymeres Substrat (z.B. ein Banknoten-Polymersubstrat) ausgebildet sein;
- die Strukturen 308 können mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die einen anderen Brechungsindex als das zum Bilden der Strukturen 308 verwendete Material haben kann. Die klare Schutzschicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 308 zu verhindern (nachstehend ausführlicher erörtert); und
- alternativ hierzu können die Strukturen 308 auch mit einer reflektierenden Schicht überzogen sein. Die reflektierende Schicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 308 zu verhindern. Alternativ hierzu kann die reflektierende Schicht dünn sein und mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die hinreichend dick ist, um ein mechanisches Kopieren (d.h. ein Kontaktkopieren) der Strukturen 308 zu verhindern.

Wenn die Strukturen 308 weder mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind noch mit einer halbtransparenten reflektierenden Schicht überzogen sind, können der erste und der zweite optische Effekte sowohl in Transmission als auch in Reflexion gesehen werden. In diesem Fall kann der erste

optische Effekt von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 304 befinden und Sichtwinkelbereiche wie allgemein durch den Pfeil 30 bzw. 32 angegeben (siehe Figur 16) aufweisen. Ebenso kann der zweite optische Effekt von einer Betrachtungsposition aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 306 befindet und Sichtwinkelbereiche wie allgemein durch den Pfeil 34 bzw. 36 angegeben (siehe Figur 16) aufweist. Dies wird auch dann der Fall sein, wenn die Strukturen 308 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen sind (z.B. weniger als die maximale Dicke der Strukturen 308, aber ausreichend dick, um eine Lichtdurchlässigkeit im Wesentlichen zu verhindern); jedoch sind unter diesen Umständen der erste und der zweite optische Effekt nur im reflektierten Licht sichtbar.

Wenn die Strukturen 308 mit einer dicken reflektierenden Schicht überzogen sind, sodass ein mechanisches Kopieren der Strukturen 308 verhindert/eingeschränkt werden kann, sind der erste und der zweite optische Effekt nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 306 befinden und Sichtwinkelbereiche wie allgemein durch den Pfeil 34 bzw. 36 angegeben (siehe Figur 16) aufweisen.

Jede erste Facette 310 und jede zweite Facette 312 kann einem Vordergrundpixel (Bildelement) oder einem Hintergrundpixel eines binären Bildmusters entsprechen. Der erste und der zweite optische Effekt (d.h. die Bilder) können durch Anwenden eines Dithering-Algorithmus gewonnen werden. So kann zum Beispiel durch Anwenden eines Amplitudenmodulations- oder Frequenzmodulations-Dithering ein Graustufenbild zugeführt

werden, das es ermöglicht, kontrastreiche optische Effekte mit simulierten Graustufen auf den Beobachter zu projizieren.

Der erste und der zweite optische Effekt der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300 können auf einen Beobachter in einer entsprechenden eindimensionalen Anordnung von Sichtwinkelbereichen projiziert werden, wodurch ein Abtasten der optischen Effekte entlang einer einzigen Achse ermöglicht wird. Somit versteht sich, dass die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 300 einen optischen 2-Flip-Effekt bereitstellt.

Bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300 in reflektiertem oder transmittiertem diffusem weißem Licht werden der erste und der zweite optische Effekt in Schwarzweiß beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 300 bezüglich einer Lichtquelle gedreht und/oder gekippt wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte zwischen dem ersten und dem zweiten optischen Effekt.

Auch wird in Erwägung gezogen, dass die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 300 eine Vielzahl von optischen Effekten über eine zweidimensionale Anordnung von Sichtwinkelbereichen zu einem Beobachter projizieren kann, indem die Strukturen 308 so implementiert werden, dass sie eine ähnliche Form und Konfiguration wie die in Figur 12 veranschaulichten Strukturen 208 haben. In diesem Fall ähneln die Strukturen 308 zum Beispiel den Strukturen 208, weisen aber eine oder mehrere Facetten 210 jedes Facettensatzes auf, die im Wesentlichen parallel zur ersten Oberfläche 304 des Substrats 302 verlaufen.

Obwohl Figur 16 zeigt, dass die ersten Facetten 310 am Grund jeder Struktur 308 angeordnet sind, wie durch die durchgehende Linie angegeben, ist es auch vorstellbar, dass die ersten Facetten 310 an der Oberseite jeder jeweiligen Struktur 308 angeordnet sein können, wie durch die gestrichelten Linien angedeutet. Genauso können auch die zweiten Facetten 312 an der Oberseite der jeweiligen Struktur 308 angeordnet sein. Figur 17 zeigt eine Draufsicht auf eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 300a, die der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300 ähnlich ist, mit der Ausnahme, dass die ersten Facetten 310 und die zweiten Facetten 312 jeder Struktur 308 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300a an der Oberseite der jeweiligen Struktur 308 angeordnet sind. Das optische Verhalten des ersten und des zweiten optischen Effekts der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300a ist dem optischen Verhalten des ersten und des zweiten optischen Effekts der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300 ähnlich, wenn nicht sogar gleich.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass das Substrat 302 aus einem opaken Material (z.B. einer Folie oder einem Polymer einer Banknote) gebildet werden kann und dass die Strukturen 308 aus einem transparenten Material (z.B. einem strahlungshärtbaren Harz) gebildet werden können. Es versteht sich, dass in diesem Fall die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar sind, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 304 des Substrats 302 befinden. Die Sichtbarkeit der optischen Effekte kann in diesem Fall verbessert werden, indem die Strukturen 308 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen werden.

Jeder Bildkanal der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300, 300a kann so eingerichtet sein, dass er Folgendes definiert:

- ein monochromes binäres „Silhouettenbild“;
- ein binäres, gedithertes Halbtonbild oder
- ein gedithertes Binärbild.

Figur 18 zeigt eine Ausführungsform einer optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300b, die der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300a ähnlich ist, mit der Ausnahme, dass Beugungsgitter 318 auf den dritten Facetten 314 und den vierten Facetten 316 der Strukturen 308 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300b angeordnet sind. Die Linien des Beugungsgitters 318 verlaufen in einer Richtung parallel zur Neigung der jeweiligen Facette 314, 316. Mit anderen Worten, die Linien jedes Beugungsgitters 318 erstrecken sich in der Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 314, 316. Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass die Linien jedes Beugungsgitters 318 in Abhängigkeit von den gewünschten Farben, die in den Sichtwinkelbereichen des ersten bzw. des zweiten Bildkanals projiziert werden sollen, in anderen Richtungen orientiert sein könnten, beispielsweise in einer Richtung, die senkrecht oder in einem Winkel zur Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 314, 316 verläuft. Jedes Beugungsgitter 318 kann eine Gitterkonstante von 1,2 pm bis 3,2 pm aufweisen, es sind jedoch auch andere Gitterkonstanten vorstellbar, je nach den gewünschten Farben, die von den jeweiligen Beugungsgittern 318 zu sehen sein sollen.

Bei der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300b ist es auch vorstellbar, dass die Beugungsgitter 318 auf den ersten Facetten 310 und den zweiten Facetten 312 statt auf den

dritten Facetten 314 und den vierten Facetten 316 angeordnet sein können. Es wird auch in Erwägung gezogen, dass die Beugungsgitter 318 auf allen ersten Facetten 310, zweiten Facetten 312, dritten Facetten 314 und vierten Facetten 316 oder auf einer oder mehreren der ersten Facetten 310, zweiten Facetten 312, dritten Facetten 314 und vierten Facetten 316 angeordnet sein können. So können zum Beispiel in einer ersten Richtung orientierte Beugungsgitter 318 auf allen ersten und zweiten Facetten 310, 312 ausgebildet sein und können in einer zweiten und dritten Richtung orientierte Beugungsgitter 318 auf allen dritten bzw. vierten Facetten 314, 316 ausgebildet sein. Es käme zu einer Veränderung des optischen Effekts, wenn die Orientierung in Richtungen erfolgen würde, die nicht mit dem typischen optischen Flip-Effekt einhergehen.

Das Hinzufügen von Beugungsgittern 318 bringt Farbe in den ersten und den zweiten optischen Effekt, wenn sie in zumindest teilweise kollimiertem Licht betrachtet werden, da das Licht gebeugt wird und daher Farbeffekte sichtbar sind, und erweitert außerdem den Sichtwinkelbereich, in dem jeder der Bildkanäle sichtbar ist, aufgrund der Lichtstreuungswirkung der Beugungsgitter 318. Wenn die Strukturen 308 nicht mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind, werden bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 300b in reflektiertem oder transmittiertem weißem Licht, das zumindest teilweise kollimiert ist oder von einer Punktquelle stammt, der erste und der zweite optische Effekt in mehreren Farben beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 300b um die X-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle verschoben wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte zwischen dem ersten und dem zweiten optischen Effekt.

Obwohl die ersten Facetten 310 und die zweiten Facetten 312 als keine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche 304 des Substrats 302 definierend beschrieben und veranschaulicht wurden, ist es vorstellbar, dass die ersten Facetten 310 und die zweiten Facetten 312 einen Winkel in Bezug auf die erste Oberfläche 304 des Substrats 302 definieren können, der sich von dem Winkel β und dem Winkel ω unterscheidet. In diesem Fall würden die ersten Facetten 310 und die zweiten Facetten 312 in Richtungen weisen, die sich voneinander und von der ersten und der zweiten Richtung der dritten Facetten 314 bzw. der vierten Facetten 316 unterscheiden.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass die Dicke jeder Struktur 308 mithilfe des vorstehend in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100d beschriebenen Ansatzes reduziert werden kann.

Viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 19 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 400 in Form einer Sicherheitsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 400 umfasst ein Substrat 402, das eine erste Oberfläche 404 und eine zweite Oberfläche 406 aufweist (siehe Figur 20).

Auf der ersten Oberfläche 404 des Substrats 402 ist Folgendes angeordnet: eine erste Vielzahl von Strukturen 408, die einen ersten Bildkanal mit einem ersten Projektionswinkelbereich definiert, eine zweite Vielzahl von Strukturen 410, die einen zweiten Bildkanal mit einem zweiten Projektionswinkelbereich definiert, und eine dritte Vielzahl von Strukturen 412, die einen dritten Bildkanal mit einem dritten

Projektionswinkelbereich definiert. Jede Struktur 408 hat eine Facette 414, die in eine erste Richtung weist, jede Struktur 410 hat eine Facette 416, die in eine zweite Richtung weist, die sich von der ersten Richtung unterscheidet, und jede Struktur 412 hat eine Facette 418, die in eine dritte Richtung weist, die sich sowohl von der ersten als auch der zweiten Richtung unterscheidet.

Jede Facette 414, 416, 418 definiert eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche 404 des Substrats 402. Die Facetten 414 der Strukturen 408 definieren den gleichen Neigungswinkel β in Bezug auf die erste Oberfläche 404 des Substrats 402, und die Strukturen 408 weisen die gleiche maximale Dicke t auf (siehe beispielsweise Figur 20). Ebenso definieren die Facetten 416, 418 der jeweiligen Strukturen 410, 412 den gleichen Neigungswinkel in Bezug auf die erste Oberfläche 404 des Substrats 402, und die Strukturen 410, 412 weisen die gleiche maximale Dicke auf. Es wird in Erwägung gezogen, dass die maximale Dicke der Strukturen 408, 410, 412 einheitlich sein kann oder nicht und/oder dass der Neigungswinkel, der durch jede der Facetten 414, 416, 418 in Bezug auf die erste Oberfläche 404 des Substrats 402 definiert wird, einheitlich sein kann oder nicht.

Die Vielzahl von Strukturen 408, 410, 412 weisen jeweils eine ganz besondere Orientierung in der XY-Ebene auf, wie am besten in Figur 19 zu sehen ist. Von daher versteht sich, dass die Vielzahl von Strukturen 408, 410, 412 jeweils eine ganz besondere Flächenausrichtung in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 404 des Substrats 402 aufweisen. Die Strukturen 408 weisen eine Flächenausrichtung von 90 Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 404 des Substrats 402 auf, sodass die jeweiligen Facetten 414 in eine erste Richtung weisen. Die

Strukturen 410 weisen eine Flächenausrichtung von 210 Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 404 des Substrats 402 auf, sodass die jeweiligen Facetten 416 in eine zweite Richtung weisen. Die Strukturen 412 weisen eine Flächenausrichtung von 330 Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 404 des Substrats 402 auf, sodass die jeweiligen Facetten 418 in eine dritte Richtung weisen. Daher weist jede der Vielzahl von Strukturen 408, 410, 412 eine Flächenausrichtung in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 404 des Substrats 402 auf, die in einem Winkelabstand von 120° ist. Es wird in Erwägung gezogen, dass die Vielzahl von Strukturen 408, 410, 412 andere Flächenausrichtungen aufweisen können und/oder in einem anderen Winkelabstand in der Ebene als 120° liegen können.

Die Facetten 414 der ersten Vielzahl von Strukturen 408 definieren einen ersten optischen Effekt, wenn sie aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet werden, die Facetten 416 der zweiten Vielzahl von Strukturen 410 definieren einen zweiten optischen Effekt, wenn sie aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet werden, der sich vom ersten Sichtwinkelbereich unterscheidet, und die Facetten 418 der dritten Vielzahl von Strukturen 412 definieren einen dritten optischen Effekt, wenn sie aus einem dritten Sichtwinkelbereich betrachtet werden, der sich sowohl von dem ersten als auch von dem zweiten Sichtwinkelbereich unterscheidet. Die optischen Effekte können von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 404 und die zweite Oberfläche 406 des Substrats 402 befinden, wenn das Substrat 402 und die Strukturen 408, 410, 412 aus einem transparenten Material gebildet sind.

Jeder optische Effekt, definiert durch den jeweiligen Bildkanal, ist ein gedithertes Binärbild, das durch Anwenden eines Amplitudenmodulations- oder Frequenzmodulations-Dithering-Algorithmus auf ein Graustufen-Eingangsbild gewonnen wird. Ein Beispiel für einen Dithering-Algorithmus ist ein sogenannter Diffusion-Dithering-Algorithmus. Jedes binäre „eingeschaltete“ Pixel des ersten optischen Effekts ist in der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 als eine oder mehrere Strukturen 408 implementiert. Ebenso ist jedes binäre „eingeschaltete“ Pixel des zweiten und dritten Bildkanals in der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 als eine oder mehrere Strukturen 410 bzw. eine oder mehrere Strukturen 412 implementiert. Entsprechend sind die Strukturen 408, 410, 412 nur an Stellen auf der ersten Oberfläche 404 des Substrats 402 angeordnet, die den binär „eingeschalteten“ Pixeln des ersten, zweiten und dritten optischen Effekts entsprechen. Jedes Pixel, das durch eine oder mehrere entsprechende Strukturen 408, 410, 412 definiert ist, kann ein Vordergrund- oder Hintergrundpixel darstellen. Von daher versteht sich, dass Abschnitte der ersten Oberfläche 404 des Substrats 402 dort, wo das jeweilige Bild ein binäres „Aus“ erfordert, keine Strukturen 408, 410, 412 aufweisen. Das heißt, in einer Ausführungsform wird ein binäres Schwarzweiß-Eingangsbild für den ersten optischen Effekt in die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 400 überführt, indem Strukturen 408 dort angeordnet werden, wo ein schwarzes Pixel in dem binären Eingangsbild des ersten optischen Effekts anzutreffen ist, wobei dort, wo ein weißes Pixel in dem binären Eingangsbild des ersten optischen Effekts angetroffen wird, eine entsprechende Struktur 408 fehlt. Es versteht sich, dass dies bei dem zweiten und dem dritten optischen Effekt ähnlich sein wird.

Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 400 verschachtelt somit drei Bilder, die in drei vorab definierten Sichtwinkelbereichen auf einen Beobachter projiziert werden können. Zudem ermöglicht die Wahl der Flächenausrichtung Effekte, die sichtbar sind, wenn ein rechteckiges Dokument um eine der beiden Hauptachsen (sowohl X als auch Y in Fig. 19) in Bezug auf eine Lichtquelle gedreht wird oder wenn ein rechteckiges Dokument um die Z-Achse (In-plane-Drehung) in Bezug auf eine Lichtquelle gedreht wird. Somit versteht sich, dass die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 400 einen optischen 3-Flip-Effekt bereitstellt.

Der generelle Aufbau von Ausführungsformen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 wird im Folgenden skizziert:

- Die Strukturen 408, 410, 412 können aus einem transparenten Material, beispielsweise einem strahlungshärtbaren Harz (nachstehend ausführlicher erörtert), gebildet sein;
- das Substrat 402 kann ebenfalls transparent sein und kann als Folie (wie etwa zum Aufbringen auf ein Sicherheitsdokument) oder als polymeres Substrat (z.B. ein Banknoten-Polymersubstrat) ausgebildet sein;
- die Strukturen 408, 410, 412 können mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die einen anderen Brechungsindex als das zum Bilden der Strukturen 408, 410, 412 verwendete Material haben kann. Die klare Schutzschicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 308 zu verhindern (nachstehend ausführlicher erörtert); und
- alternativ hierzu können die Strukturen 408, 410, 412 auch mit einer reflektierenden Schicht überzogen sein.

Die reflektierende Schicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 408, 410, 412 zu verhindern. Alternativ hierzu kann die reflektierende Schicht dünn sein und mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die hinreichend dick ist, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 408, 410, 412 zu verhindern.

Wenn die Strukturen 408, 410, 412 weder mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind noch mit einer halbtransparenten reflektierenden Schicht überzogen sind, können die optischen Effekte sowohl in Transmission als auch in Reflexion gesehen werden. In diesem Fall können die optischen Effekte von jeweiligen Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 404 bzw. auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 406 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen. Dies wird auch dann der Fall sein, wenn die Strukturen 408, 410, 412 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen sind (z.B. weniger als die maximale Dicke der Strukturen 408, 410, 412, aber ausreichend dick, um eine Lichtdurchlässigkeit im Wesentlichen zu verhindern); jedoch sind unter diesen Umständen die optischen Effekte nur im reflektierten Licht sichtbar.

Wenn die Strukturen 408, 410, 412 mit einer dicken reflektierenden Schicht überzogen sind, sodass ein mechanisches Kopieren der Strukturen 408, 410, 412 verhindert/eingeschränkt werden kann, sind die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 406 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen.

Es wird auch in Erwägung gezogen, dass das Substrat 402 aus einem opaken Material (z.B. einer Folie oder einem Polymer einer Banknote) gebildet werden kann und dass die Strukturen 408, 410, 412 aus einem transparenten Material (z.B. einem strahlungshärtbaren Harz) gebildet werden können. Es versteht sich, dass in diesem Fall die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar sind, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 404 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen. Die Sichtbarkeit der optischen Effekte kann in diesem Fall verbessert werden, indem die Strukturen 408, 410, 412 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen werden.

Obwohl die optischen Effekte, die von der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 projiziert werden, als binäre Bilder beschrieben wurden, versteht sich, dass die optischen Effekte durch die jeweiligen Bildkanäle implementiert werden können, nämlich als:

- monochrome binäre „Silhouettenbilder“ oder
- binäre geditherte Halbtonbilder.

Beugungsgitter können auf einer oder mehreren der Facetten 414, 416, 418 angeordnet sein. Die Linien jedes Beugungsgitters können sich in einer Richtung parallel zur Neigung der jeweiligen Facette 414, 416, 418 erstrecken. Mit anderen Worten, die Linien jedes Beugungsgitters erstrecken sich in der Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 414, 416, 418. Alternativ hierzu können die Linien der Beugungsgitter in Abhängigkeit von den gewünschten Farben, die in den Sichtwinkelbereichen des ersten, zweiten und dritten Bildkanals projiziert werden sollen, in anderen Richtungen orientiert sein, beispielsweise in einer Richtung, die senkrecht oder in einem Winkel zur Richtung der maximalen

Neigung der jeweiligen Facette 414, 416, 418 verläuft. Die Beugungsgitter können eine Gitterkonstante von 1,2 pm bis 3,2 pm aufweisen, es sind jedoch auch andere Gitterkonstanten vorstellbar, je nach den gewünschten Farben, die von den jeweiligen Beugungsgittern zu sehen sein sollen.

Das Hinzufügen von Beugungsgittern bringt Farbe in die optischen Effekte, wenn sie in zumindest teilweise kollimiertem Licht betrachtet werden, und erweitert außerdem die Sichtwinkelbereiche, in denen jeder der Bildkanäle sichtbar ist, aufgrund der Lichtstreuungswirkung der Beugungsgitter. Wenn die Strukturen 408, 410, 412 nicht mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind, werden in dieser Ausführungsform bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 in reflektiertem oder transmittiertem weißem Licht, das zumindest teilweise kollimiert ist oder von einer Punktquelle stammt, die optischen Effekte in mehreren Farben beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 400 um die X-Achse und/oder Y- und/oder Z-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle verschoben wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass die Dicke jeder Struktur 408 mithilfe des vorstehend in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100d beschriebenen Ansatzes reduziert werden kann.

Fünftes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 21 und 22 zeigen eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 500 in Form einer Sicherheitsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die

optische Effekte erzeugende Vorrichtung 500 ist der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 ähnlich, mit der Ausnahme, dass die Strukturen 508, 510, 512 über der gesamten ersten Oberfläche 504 des Substrats 502 angeordnet sind und dass die Beugungsgitter 520, 522, 524 auf einer oder mehreren der jeweiligen Facetten 514, 516, 518 angeordnet sind.

Merkmale der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500, die denen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 gleich oder gleichwertig sind, sind mit Bezugszeichen versehen, die denen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 entsprechen, aber um 100 erhöht sind. Es versteht sich, dass für Merkmale, die bei der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 und der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 völlig gleich sind, die vorstehende Beschreibung dieser Merkmale, die sich auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 400 bezieht, auch für die entsprechenden gleichen/gleichwertigen Merkmale der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 gilt. Dementsprechend werden die bei der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 400 und der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 gleichen Merkmale im Folgenden nicht noch einmal in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 500 beschrieben, da diese Merkmale der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 bereits vorstehend in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 400 beschrieben worden sind.

Die erste Vielzahl von Strukturen 508 definiert einen ersten Bildkanal mit einem ersten Projektionswinkelbereich, die zweite Vielzahl von Strukturen 510 definiert einen zweiten Bildkanal mit einem zweiten Projektionswinkelbereich, und die dritte Vielzahl von Strukturen 512 definiert einen dritten Bildkanal mit einem dritten Projektionswinkelbereich. Die

Beugungsgitter 520, die auf einer oder mehreren der Facetten 514 der ersten Vielzahl von Strukturen 508 angeordnet sind, definieren einen ersten optischen Effekt, wenn sie aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet werden, die Beugungsgitter 522, die auf einer oder mehreren der Facetten 516 der zweiten Vielzahl von Strukturen 510 angeordnet sind, definieren einen zweiten optischen Effekt, wenn sie aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet werden, der sich von dem ersten Sichtwinkelbereich unterscheidet, und die Beugungsgitter 524, die auf einer oder mehreren der Facetten 518 der dritten Vielzahl von Strukturen 512 angeordnet sind, definieren einen dritten optischen Effekt, wenn sie aus einem dritten Sichtwinkelbereich betrachtet werden, der sich von dem ersten und dem zweiten Sichtwinkelbereich unterscheidet. Die optischen Effekte der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 können von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 504 und die zweite Oberfläche 506 des Substrats 502 befinden, wenn das Substrat 502 und die Strukturen 508, 510, 512 aus einem transparenten Material gebildet sind.

Die Beugungsgitter 520, 522, 524 sind auf einer oder mehreren jeweiligen Facetten 514, 516, 518 gemäß einem Dither-Muster angeordnet, das aus einem Dithering-Algorithmus zum Zuführen eines Graustufenbildes gewonnen ist. Die Linien jedes Beugungsgitters 520, 522, 524 verlaufen in einer Richtung parallel zur Neigung der jeweiligen Facette 514, 516, 518. Mit anderen Worten, die Linien jedes Beugungsgitters 520, 522, 524 erstrecken sich in der Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 514, 516, 518. Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass die Linien jedes Beugungsgitters 520, 522, 524 in Abhängigkeit von der gewünschten Farbe, die in die Sichtwinkelbereiche des jeweiligen ersten, zweiten und dritten

Bildkanals projiziert werden soll, in anderen Richtungen orientiert sein könnten, beispielsweise in einer Richtung, die senkrecht oder in einem Winkel zur Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 514, 516, 518 verläuft. Jedes Beugungsgitter 520, 522, 524 kann eine Gitterkonstante von 1,2 pm bis 3,2 pm aufweisen, es sind jedoch auch andere Gitterkonstanten vorstellbar, je nach den gewünschten Farben, die von den jeweiligen Beugungsgittern 520, 522, 524 zu sehen sein sollen.

Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 500 verschachtelt somit drei Bilder, die in drei vorab definierten Sichtwinkelbereichen auf einen Beobachter projiziert werden können. Zudem ermöglicht die Wahl der Flächenausrichtung Effekte, die sichtbar sind, wenn ein rechteckiges Dokument um eine der beiden Hauptachsen (sowohl X als auch Y in Fig. 21) in Bezug auf eine Lichtquelle gedreht wird oder wenn ein rechteckiges Dokument um die Z-Achse (In-plane-Drehung) in Bezug auf eine Lichtquelle gedreht wird. Somit versteht sich, dass die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 500 einen optischen 3-Flip-Effekt bereitstellt.

Der generelle Aufbau von Ausführungsformen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 wird im Folgenden skizziert:

- Die Strukturen 508, 510, 512 können aus einem transparenten Material, beispielsweise einem strahlungshärtbaren Harz (nachstehend ausführlicher erörtert), gebildet sein;
- das Substrat 502 kann ebenfalls transparent sein und kann als Folie (wie etwa zum Aufbringen auf ein Sicherheitsdokument) oder als polymeres Substrat (z.B. ein Banknoten-Polymersubstrat) ausgebildet sein;

- die Strukturen 508, 510, 512 können mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die einen anderen Brechungsindex als das zum Bilden der Strukturen 508, 510, 512 verwendete Material haben kann. Die klare Schutzschicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 308 zu verhindern (nachstehend ausführlicher erörtert); und
- alternativ hierzu können die Strukturen 508, 510, 512 auch mit einer reflektierenden Schicht überzogen sein. Die reflektierende Schicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 508, 510, 512 zu verhindern. Alternativ hierzu kann die reflektierende Schicht dünn sein und mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die hinreichend dick ist, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 508, 510, 512 zu verhindern.

Wenn die Strukturen 508, 510, 512 weder mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind noch mit einer halbtransparenten reflektierenden Schicht überzogen sind, können die optischen Effekte sowohl in Transmission als auch in Reflexion gesehen werden. In diesem Fall können die optischen Effekte von jeweiligen Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 504 bzw. auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 506 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen. Dies wird auch dann der Fall sein, wenn die Strukturen 508, 510, 512 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen sind (z.B. weniger als die maximale Dicke der Strukturen 508, 510, 512, aber ausreichend dick, um eine Lichtdurchlässigkeit im Wesentlichen zu verhindern); jedoch

sind unter diesen Umständen die optischen Effekte nur im reflektierten Licht sichtbar.

Wenn die Strukturen 508, 510, 512 mit einer dicken reflektierenden Schicht überzogen sind, sodass ein mechanisches Kopieren der Strukturen 508, 510, 512 verhindert/eingeschränkt werden kann, sind die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 506 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen.

Es wird auch in Erwägung gezogen, dass das Substrat 502 aus einem opaken Material (z.B. einer Folie oder einem Polymer einer Banknote) gebildet werden kann und dass die Strukturen 508, 510, 512 aus einem transparenten Material (z.B. einem strahlungshärtbaren Harz) gebildet werden können. Es versteht sich, dass in diesem Fall die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar sind, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 404 des Substrats 502 befinden. Die Sichtbarkeit der optischen Effekte kann in diesem Fall verbessert werden, indem die Strukturen 508, 510, 512 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen werden.

Wenn die Strukturen 508, 510, 512 nicht mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind, werden bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 in reflektiertem oder transmittiertem diffusem weißem Licht die optischen Effekte der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 in Schwarzweiß beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 500 um die X- und/oder Y- und/oder Z-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle

verschoben wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte zwischen dem ersten, zweiten und dritten optischen Effekt. Bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 in reflektiertem oder transmittiertem weißem Licht, das zumindest teilweise kollimiert ist oder von einer Punktquelle stammt, werden die optischen Effekte der Vorrichtung 500 in mehreren Farben beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 500 um die X- und/oder Y- und/oder Z-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle verschoben wird, wechseln die gesehenen optischen Effekte zwischen dem ersten, zweiten und dritten optischen Effekt.

Durch die geeignete Auswahl der Gitterkonstanten, der Tiefe und der Orientierung der Linien der Beugungsgitter 520, 522, 524 kann es sich bei den optischen Effekten, die von jedem der jeweiligen Bildkanäle der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 500 unter einem bestimmten Winkel projiziert werden, um ein Echtfarbbild handeln. So können beispielsweise die Gitterkonstante, die Tiefe und die Orientierung der Linien der Beugungsgitter 520, 522, 524 derart gewählt werden, dass sie eine zweidimensionale Anordnung von RGB-Farbbildpunkten projizieren, sodass die jeweiligen Bildkanäle ein gewünschtes Vollfarbbild definieren, das bei einer Quelle von im Wesentlichen kollimiertem weißem Licht unter einem bestimmten Winkel zu sehen sein soll. Die durch die jeweiligen Beugungsgitter 520, 522, 524 jedes Bildkanals definierten Bilder könnten mehrere Farbtöne einer oder mehrerer gewünschter Farben aufweisen.

Die Beugungsgitter 520, 522, 524 können auf einer oder mehreren der jeweiligen Facetten 514, 516, 518 so angeordnet sein, dass die jeweiligen Bildkanäle Folgendes definieren:

- ein monochromes binäres „Silhouettenbild“;

- ein binäres, gedithertes Halbtonbild oder
- ein gedithertes Binärbild.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass die Dicke jeder Struktur 508 mithilfe des vorstehend in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100d beschriebenen Ansatzes reduziert werden kann.

Sechstes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 23 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 600 in Form einer Sicherheitsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 600 umfasst ein Substrat 602, das eine erste Oberfläche 604 und eine zweite Oberfläche 606 aufweist (siehe Figur 24).

Auf der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 ist eine Vielzahl von Strukturen 608 angeordnet. Jede Struktur 608 weist eine Vielzahl von Facetten 610 auf, die jeweils eine Neigung mit einem Winkel β in Bezug auf die erste Oberfläche 604 des Substrats 602 definieren. Jede Struktur 608 weist eine Ausrichtung in der XY-Ebene auf. Dementsprechend weisen jede Struktur 608 und ihre jeweiligen Facetten 610 eine Flächenausrichtung von X Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 auf.

Die Flächenausrichtung und/oder der Neigungswinkel β der Facetten 610 jeder Struktur 608 ist entsprechend einem Eingangsfeld von skalaren Werten moduliert. Zum Beispiel können bei Graustufenbildern mit 256 Graustufen je Pixel die Skalarwerte für die Graustufen einen Wert im Bereich von 0 bis 255 haben, wobei Null für Schwarz und 255 für Weiß steht.

In einer Ausführungsform der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 ist der Neigungswinkel β bei jeder Facette 610 gleich, jedoch ist die Flächenausrichtung jeder Struktur 608 in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 entsprechend einem skalaren Eingangswert, beispielsweise einem skalaren Graustufenwert eines Eingangsbildes moduliert. Es versteht sich daher, dass jede Struktur 608 und ihre jeweiligen Facetten 610 eine ganz besondere Flächenausrichtung zwischen 0 Grad und etwa 180 Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 aufweisen, die auf dem skalaren Graustufenwert des Eingangsbildes basiert. Zum Beispiel können die Facetten 610 einer Struktur 608 an einer bestimmten Stelle (X,Y) auf der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 einen konstanten Neigungswinkel β haben, aber eine Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche 604 des Substrats 602 aufweisen, die gleich einem eingegebenen Graustufenwert (z.B. 0 bis 255) geteilt durch 255 und multipliziert mit 180 Grad ist.

In einer anderen Ausführungsform der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 kann jede Struktur 608 dieselbe Flächenausrichtung von X Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 haben, aber der Neigungswinkel β der Facetten 610 jeder Struktur 608 kann entsprechend einem eingegebenen skalaren Wert, beispielsweise einem skalaren Graustufenwert eines Eingangsbildes, moduliert sein. Zum Beispiel können die Facetten 610 einer Struktur 608 an einer bestimmten Stelle (X,Y) auf der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 einen Neigungswinkel β haben, der gleich einem eingegebenen Graustufenwert (z.B. 0 bis 255) geteilt durch 255 und multipliziert mit 45 Grad ist.

Es wird in Erwägung gezogen, dass in einer anderen Ausführungsform der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 die Flächenausrichtung in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 und der Neigungswinkel β der Facetten 610 jeder Struktur 608 entsprechend einem eingegebenen skalaren Wert, beispielsweise einem skalaren Graustufenwert eines Eingangsbildes, moduliert sein können.

Die Facetten 610 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 definieren einen als Kontrastwechsel auftretenden optischen Effekt, wenn sie aus einer Reihe von Sichtwinkelbereichen betrachtet werden. Der als Kontrastwechsel auftretende optische Effekt, der von der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 bereitgestellt wird, kann ein gedithertes Binärbild sein, das durch Anwenden eines Amplitudenmodulations- oder Frequenzmodulations-Dithering-Algorithmus zum Zuführen eines Graustufenbildes gewonnen wird. Ein Beispiel für einen Dithering-Algorithmus ist ein sogenannter Diffusion-Dithering-Algorithmus.

Jedes Pixel des als Kontrastwechsel auftretenden optischen Effekts ist in der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 als eine Struktur 608 implementiert. Die Strukturen 608 sind nur an Stellen auf der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 angeordnet, die den Pixeln des zugeführten Graustufenbildes entsprechen. Jedes Pixel, das durch die Struktur 608 definiert ist, kann ein Vordergrund- oder Hintergrundpixel darstellen. Von daher versteht sich, dass in einigen Ausführungsformen Abschnitte der ersten Oberfläche 604 des Substrats 602 keine Strukturen 608 aufweisen. In anderen Ausführungsformen wird jedes Eingangsbildpixel (unabhängig davon, ob es als Vordergrundpixel, als Hintergrundpixel oder

als keines von beiden angesehen wird) mit einer entsprechenden Struktur 608 dargestellt.

Gemäß einer Ausführungsform wird jedes der Vordergrund- und Hintergrundpixel eines Bildes durch eine entsprechende Struktur 608 definiert, die wie vorstehend beschrieben moduliert ist. Wenn in diesem Fall der Sichtwinkel eines Beobachters, der die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 600 betrachtet, geändert wird, beginnt die Helligkeit der Vorder- und Hintergrundpixel sich umzukehren, bis der Kontrast der Vorder- und Hintergrundpixel gewechselt hat (d.h. der Kontrast des optischen Effekts umgekehrt ist).

Bei einem Graustufenbild mit vielen verschiedenen Graustufen (d.h. Grautönen) wird das Bild im Allgemeinen keine identifizierbaren Vordergrund- oder Hintergrundpixel aufweisen. Dementsprechend werden alle Pixel eines Graustufenbildes durch eine entsprechende Struktur 608 definiert, die wie vorstehend beschrieben moduliert ist. Wenn der Sichtwinkel eines Beobachters, der die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 600 betrachtet, geändert wird, beginnt die Helligkeit jedes Pixels sich umzukehren, bis der Kontrast jedes Pixels gewechselt hat (d.h. der Kontrast des optischen Effekts umgekehrt ist).

Gemäß einer anderen Ausführungsform werden nur die Vordergrundpixel oder nur die Hintergrundpixel eines Bildes durch eine entsprechende Struktur 608 definiert, die wie vorstehend beschrieben moduliert ist. In diesem Fall wird anstelle eines Kontrastwechseleffekts ein Effekt in Form eines verschwindenden Bildes bereitgestellt. Wenn sich der Sichtwinkel eines Beobachters, der die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 600 betrachtet, ändert, nimmt die

Helligkeit jedes Pixels zu oder ab, sodass der Eindruck eines verschwindenden Bildes entsteht.

Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 600 kann auf einen Beobachter in einer zweidimensionalen Anordnung von Sichtwinkelbereichen projiziert werden, wodurch ein Abtasten des als Kontrastwechsel auftretenden optischen Effekts entlang zweier Achsen ermöglicht wird.

Der generelle Aufbau von Ausführungsformen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 wird im Folgenden skizziert:

- Die Strukturen 608 können aus einem transparenten Material, beispielsweise einem strahlungshärtbaren Harz (nachstehend ausführlicher erörtert), gebildet sein;
- das Substrat 602 kann ebenfalls transparent sein und kann als Folie (wie etwa zum Aufbringen auf ein Sicherheitsdokument) oder als polymeres Substrat (z.B. ein Banknoten-Polymersubstrat) ausgebildet sein;
- die Strukturen 608 können mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die einen anderen Brechungsindex als das zum Bilden der Strukturen 608 verwendete Material haben kann. Die klare Schutzschicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 608 zu verhindern (nachstehend ausführlicher erörtert); und
- alternativ hierzu können die Strukturen 608 auch mit einer reflektierenden Schicht überzogen sein. Die reflektierende Schicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 608 zu verhindern. Alternativ hierzu kann die reflektierende Schicht dünn sein und mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die hinreichend dick ist,

um ein mechanisches Kopieren (d.h. ein Kontaktkopieren) der Strukturen 608 zu verhindern.

Wenn die Strukturen 608 weder mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind noch mit einer halbtransparenten reflektierenden Schicht überzogen sind, können die optischen Effekte sowohl in Transmission als auch in Reflexion gesehen werden. Dementsprechend können in diesem Fall die optischen Effekte von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 604 bzw. auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 606 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen. Dies wird auch dann der Fall sein, wenn die Strukturen 608 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen sind (z.B. weniger als die maximale Dicke der Strukturen 608, aber ausreichend dick, um eine Lichtdurchlässigkeit im Wesentlichen zu verhindern); jedoch sind unter diesen Umständen die optischen Effekte nur im reflektierten Licht sichtbar.

Wenn die Strukturen 608 mit einer dicken reflektierenden Schicht überzogen sind, sodass ein mechanisches Kopieren der Strukturen 608 verhindert/eingeschränkt werden kann, sind die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 606 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass das Substrat 602 aus einem opaken Material (z.B. einer Folie oder einem Polymer einer Banknote) gebildet werden kann und dass die Strukturen 608 aus einem transparenten Material (z.B. einem strahlungshärtbaren Harz) gebildet werden können. Es versteht sich, dass in diesem Fall die optischen Effekte nur in

Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar sind, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 604 des Substrats 602 befinden. Die Sichtbarkeit der optischen Effekte kann in diesem Fall verbessert werden, indem die Strukturen 608 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen werden.

Beugungsgitter können auf einer oder mehreren der Facetten 610 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 angeordnet sein. Die Linien jedes Beugungsgitters können sich in einer Richtung parallel zur Neigung der Facette 610 erstrecken. Mit anderen Worten, die Linien jedes Beugungsgitters erstrecken sich in der Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 610. Alternativ hierzu können die Linien der Beugungsgitter in Abhängigkeit von den gewünschten Farben, die in den Sichtwinkelbereichen des als Kontrastwechsel auftretenden optischen Effekts projiziert werden sollen, in anderen Richtungen orientiert sein, beispielsweise in einer Richtung, die senkrecht oder in einem Winkel zur Richtung der maximalen Neigung der jeweiligen Facette 610 verläuft. Die Beugungsgitter können eine Gitterkonstante von 1,2 μm bis 3,2 μm aufweisen, es sind jedoch auch andere Gitterkonstanten vorstellbar, je nach den gewünschten Farben, die von den jeweiligen Beugungsgittern zu sehen sein sollen.

Das Hinzufügen von Beugungsgittern bringt Farbe in den als Kontrastwechsel auftretenden optischen Effekt, wenn sie in zumindest teilweise kollimiertem Licht betrachtet werden, und erweitert außerdem die Sichtwinkelbereiche, in denen der als Kontrastwechsel auftretende optische Effekt sichtbar ist, aufgrund der Lichtstreuungswirkung der Beugungsgitter. Wenn die Strukturen 608 nicht mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind, wird in dieser Ausführungsform bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 600 in

reflektiertem oder transmittiertem weißem Licht, das zumindest teilweise kollimiert ist oder von einer Punktquelle stammt, der optische Effekt des Kontrastwechsels bei mehreren Farben beobachtet, und während die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 600 um die X- und/oder Y- und/oder Z-Achse gedreht oder bezüglich der Lichtquelle verschoben wird, verändert sich der Farbkontrast des als Kontrastwechsel auftretenden optischen Effekts.

Auch ist es vorstellbar, dass die Dicke jeder Struktur 608 mithilfe des vorstehend in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100d beschriebenen Ansatzes reduziert werden kann.

Siebtes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 25 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 in Form einer Sicherheitsvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 umfasst ein Substrat 702, das eine erste Oberfläche 704 und eine zweite Oberfläche 706 aufweist (siehe Figur 26).

Auf der ersten Oberfläche 704 des Substrats 702 ist eine Vielzahl von Strukturen 708 angeordnet. Mit Bezug auf die Figuren 26 bis 28: Jede Struktur 708 hat ungefähr die Form einer V-förmigen Rille und weist eine erste Facette 710 und eine zweite Facette 712 auf. Wie am besten in Figur 26 zu sehen ist, weisen die erste Facette 710 und die zweite Facette 712 jeder Struktur 708 in verschiedene Richtungen.

Mit Bezug auf Figur 25: Die Vielzahl von Strukturen 708 ist gruppiert in eine erste Gruppe von Strukturen 714, die einen

ersten Bildkanal definiert, und eine zweite Gruppe von Strukturen 716, die einen zweiten Bildkanal definiert. Wie am besten in Figur 25 zu sehen ist, erstreckt sich in Figur 25 die erste Gruppe von Strukturen 714 in X-Richtung und die zweite Gruppe von Strukturen 716 in Y-Richtung.

Die erste Gruppe von Strukturen 714 und die zweite Gruppe von Strukturen 716 weisen jeweils eine ganz besondere Flächenausrichtung in der XY-Ebene auf. Von daher versteht sich, dass die erste Gruppe von Strukturen 714 und die zweite Gruppe von Strukturen 716 jeweils eine ganz besondere Flächenausrichtung in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 704 des Substrats 702 aufweisen.

Jede Struktur 708 der ersten Gruppe von Strukturen 714 weist eine Flächenausrichtung von 90 Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 704 auf, derart, dass bei jeder Struktur 708 der ersten Gruppe von Strukturen 714 die erste Facette 710 in eine erste Richtung weist, die allgemein durch den Pfeil 74 angegeben ist, und die zweite Facette 712 in eine zweite Richtung weist, die allgemein durch den Pfeil 76 angegeben ist. Die ersten Facetten 710 und die zweiten Facetten 712 der ersten Gruppe von Strukturen 714 definieren einen ersten Facettensatz bzw. den zweiten Facettensatz.

Jede Struktur 708 der zweiten Gruppe von Strukturen 716 weist eine Flächenausrichtung von 0 Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 704 auf, derart, dass bei jeder Struktur 708 der zweiten Gruppe von Strukturen 716 die erste Facette 710 in eine dritte Richtung weist, die allgemein durch den Pfeil 70 angegeben ist, und die zweite Facette 712 in eine vierte Richtung weist, die allgemein durch den Pfeil 72 angegeben ist. Die ersten Facetten 710 und die zweiten Facetten 712 der

zweiten Gruppe von Strukturen 716 definieren einen dritten Facettensatz bzw. den vierten Facettensatz. Somit versteht sich, dass die Flächenausrichtung der ersten Gruppe von Strukturen 714 senkrecht zur Flächenausrichtung der zweiten Gruppe von Strukturen 716 ist.

Mit Bezug auf Figur 25: Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 ist in eine Vielzahl von Zellen 718 unterteilt. Jede Zelle 718 entspricht einem Pixel sowohl eines ersten optischen Effekts als auch eines zweiten optischen Effekts. Jede Zelle 718 ist unterteilt in erste Bereiche 722a, 722b, die einem Pixel des ersten optischen Effekts entsprechen, und zweite Bereiche 720a, 720b, die einem Pixel des zweiten optischen Effekts entsprechen. Drei Strukturen 708 der ersten Gruppe von Strukturen 714 sind in mehreren der ersten Bereiche 722a, 722b der Zellen 718 so angeordnet, dass sie entsprechende schwarze (oder weiße) Pixel des ersten optischen Effekts definieren. Ebenso sind drei Strukturen 708 der zweiten Gruppe von Strukturen 716 in mehreren der zweiten Bereiche 720a, 720b der Zellen 718 so angeordnet, dass sie entsprechende schwarze (oder weiße) Pixel des zweiten optischen Effekts definieren. Obwohl Figur 25 drei Strukturen 708 in mehreren der jeweiligen ersten Bereiche 722a, 722b und zweiten Bereiche 720a, 720b zeigt, versteht sich, dass in mehreren der ersten Bereiche 722a, 722b und der zweiten Bereiche 720a, 720b mehr oder weniger als drei Strukturen 708 angeordnet sein können.

Der erste Facettensatz definiert den ersten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 82 angegeben ist. Der zweite Facettensatz definiert den ersten optischen Effekt, wenn die optische Effekte

erzeugende Vorrichtung 700 aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 84 angegeben ist. Der dritte Facettensatz definiert den zweiten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 aus einem dritten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 78 angegeben ist. Der vierte Facettensatz definiert den zweiten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 aus einem vierten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 80 angegeben ist. Somit versteht sich, dass der erste Bildkanal, der durch die erste Gruppe von Strukturen 714 definiert wird, zwei Projektionswinkel aufweist, und dass der erste optische Effekt aus zwei entsprechenden Sichtwinkelbereichen sichtbar ist. Außerdem versteht sich, dass der zweite Bildkanal, der durch die zweite Gruppe von Strukturen 716 definiert wird, zwei Projektionswinkel aufweist, und dass der zweite optische Effekt aus zwei entsprechenden Sichtwinkelbereichen sichtbar ist. Die optischen Effekte können von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 704 bzw. die zweite Oberfläche 706 des Substrats 702 befinden, wenn das Substrat 702 und die Strukturen 708 aus einem transparenten Material gebildet sind.

Was die in Figur 25 gezeigte optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 anbelangt, so wird bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 aus Betrachtungsrichtungen, die allgemein durch die Pfeile 78 und 80 angegeben sind, der in Figur 29A gezeigte optische Effekt auf einen Beobachter projiziert. In ähnlicher Weise wird bei Betrachtung der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 aus Betrachtungsrichtungen, die allgemein durch die Pfeile 82

und 84 angegeben sind, der in Figur 29B gezeigte optische Effekt auf einen Beobachter projiziert.

Mit Bezug auf die Figuren 25 und 29A-B: Die Zelle 718a weist mehrere Strukturen 708 der zweiten Gruppe von Strukturen 716, aber keine Strukturen 708 der ersten Gruppe von Strukturen 714 auf. Dementsprechend projiziert die Zelle 718a bei dem ersten optischen Effekt ein schwarzes Pixel (siehe Figur 29A), wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 aus allgemein durch die Pfeile 78 und 80 angegebenen Sichtwinkelbereichen betrachtet wird, und projiziert bei dem zweiten optischen Effekt ein weißes Pixel (siehe Figur 29B), wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 aus allgemein durch die Pfeile 82 und 84 angegebenen Sichtwinkelbereichen betrachtet wird. Es versteht sich, dass jede Zelle 718, die Strukturen 708 aus der ersten Gruppe von Strukturen 714 aufweist, bei dem ersten optischen Effekt ein schwarzes Pixel projiziert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 aus allgemein durch die Pfeile 82 und 84 angegebenen Sichtwinkelbereichen betrachtet wird.

Die Zelle 718b weist keine der Strukturen 708 aus der ersten oder zweiten Gruppe von Strukturen 714, 716 auf. Dementsprechend wird die Zelle 718b sowohl bei dem ersten als auch bei dem zweiten optischen Effekt ein weißes Pixel projizieren.

Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 verschachtelt somit zwei Bilder (d.h. den ersten und den zweiten optischen Effekt), die auf einen Beobachter projiziert werden können, indem die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 um eine Achse gedreht wird, die senkrecht zur Ebene der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 verläuft. Somit versteht

sich, dass die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 einen optischen Zwei-Flip-Effekt bereitstellt.

Der generelle Aufbau von Ausführungsformen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 wird im Folgenden skizziert:

- Die Strukturen 708 können aus einem transparenten Material, beispielsweise einem strahlungshärtbaren Harz (nachstehend ausführlicher erörtert), gebildet sein;
- das Substrat 702 kann ebenfalls transparent sein und kann als Folie (wie etwa zum Aufbringen auf ein Sicherheitsdokument) oder als polymeres Substrat (z.B. ein Banknoten-Polymersubstrat) ausgebildet sein;
- die Strukturen 708 können mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die einen anderen Brechungsindex als das zum Bilden der Strukturen 708 verwendete Material haben kann. Die klare Schutzschicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 708 zu verhindern (nachstehend ausführlicher erörtert); und
- alternativ hierzu können die Strukturen 708 auch mit einer reflektierenden Schicht überzogen sein. Die reflektierende Schicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 708 zu verhindern. Alternativ hierzu kann die reflektierende Schicht dünn sein und mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die hinreichend dick ist, um ein mechanisches Kopieren (d.h. ein Kontaktkopieren) der Strukturen 708 zu verhindern.

Wenn die Strukturen 708 weder mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind noch mit einer halbtransparenten reflektierenden Schicht überzogen sind, können die optischen

Effekte sowohl in Transmission als auch in Reflexion gesehen werden. In diesem Fall können die optischen Effekte von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 704 bzw. auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 706 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen. Dies wird auch dann der Fall sein, wenn die Strukturen 708 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen sind (z.B. weniger als die maximale Dicke der Strukturen 708, aber ausreichend dick, um eine Lichtdurchlässigkeit im Wesentlichen zu verhindern); jedoch sind unter diesen Umständen die optischen Effekte nur im reflektierten Licht sichtbar.

Wenn die Strukturen 708 mit einer dicken reflektierenden Schicht überzogen sind, sodass ein mechanisches Kopieren der Strukturen 708 verhindert/eingeschränkt werden kann, sind die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 706 des Substrats 702 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass das Substrat 702 aus einem opaken Material (z.B. einer Folie oder einem Polymer einer Banknote) gebildet werden kann und dass die Strukturen 708 aus einem transparenten Material (z.B. einem strahlungshärtbaren Harz) gebildet werden können. Es versteht sich, dass in diesem Fall die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar sind, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 704 des Substrats 702 befinden. Die Sichtbarkeit der optischen Effekte kann in diesem Fall verbessert werden, indem die Strukturen 708 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen werden.

Die optischen Effekte, die von der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 projiziert werden, können durch die Strukturen 708 implementiert werden als:

- monochrome binäre „Silhouettenbilder“;
- binäre geditherte Halbtonbilder oder
- binäres, gedithertes Bild.

Es versteht sich, dass in der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 mehr als zwei Bilder verschachtelt werden können, indem mehr Gruppen von Strukturen auf der ersten Oberfläche 704 des Substrats 702 angeordnet werden. Zum Beispiel kann die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 wie in Figur 30 dargestellt eine dritte Gruppe von Strukturen 724 aufweisen, die einen dritten Bildkanal definiert. Ähnlich wie bei den ersten und zweiten Gruppen von Strukturen 714, 716 definieren die ersten Facetten 710 der Strukturen 708 der dritten Gruppe von Strukturen 724 einen dritten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 aus einem fünften Sichtwinkelbereich betrachtet wird, und die zweiten Facetten 712 der Strukturen 708 der dritten Gruppe von Strukturen 724 definieren den dritten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem sechsten Sichtwinkelbereich betrachtet wird. Somit versteht sich, dass der dritte Bildkanal, der durch die dritte Gruppe von Strukturen 724 definiert wird, zwei Projektionswinkelbereiche aufweist, und dass der dritte optische Effekt aus zwei entsprechenden Sichtwinkelbereichen sichtbar ist.

In dem in Figur 30 gezeigten Beispiel hat die erste Gruppe von Strukturen 714 eine Flächenausrichtung von 0 Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 704, die zweite Gruppe von Strukturen 716 hat eine Flächenausrichtung von 60 Grad in

Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 704 und die dritte Gruppe von Strukturen 724 hat eine Flächenausrichtung von 120 Grad in Bezug auf die Ebene der ersten Oberfläche 704. Somit versteht sich, dass jede Gruppe von Strukturen 714, 716, 724 einen Winkelabstand von 60 Grad in der Ebene aufweist.

Der zwischen jeder Gruppe von Strukturen 714, 716, 724 auftretende Winkelabstand in der Ebene wird berechnet, indem 180 Grad durch die Anzahl der Gruppen von Strukturen geteilt wird. Wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 beispielsweise vier Bilder verschachteln würde, gäbe es vier Gruppen von Strukturen, und der Winkelabstand in der Ebene, der zwischen benachbarten Gruppen von Strukturen vorliegt, würde 45 Grad betragen.

Achtes Ausführungsbeispiel der Erfindung

Figur 31 zeigt eine optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 in Form eines Sicherheitsdokuments gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 ist der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 ähnlich, ausgenommen die Form und die Konfiguration der Strukturen 808 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800.

Merkmale der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800, die denen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 gleich oder gleichwertig sind, sind mit Bezugszeichen versehen, die denen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 entsprechen, aber um 100 erhöht sind. Es versteht sich, dass für Merkmale, die bei der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 und der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 völlig gleich sind, die vorstehende

Beschreibung dieser Merkmale, die sich auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 bezieht, auch für die entsprechenden gleichen/gleichwertigen Merkmale der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 gilt. Dementsprechend werden die bei der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700 und der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 gleichen Merkmale im Folgenden nicht noch einmal in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 beschrieben, da diese Merkmale der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 bereits vorstehend in Bezug auf die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700 beschrieben worden sind.

Auf der ersten Oberfläche 804 des Substrats 802 ist eine Vielzahl von Strukturen 808 angeordnet. Jede Struktur 808 hat näherungsweise die Geometrie eines dreiseitigen Pyramidenstumpfes und weist eine erste Facette 810, eine zweite Facette 812 und eine dritte Facette 814 auf. Die erste Facette 810, die zweite Facette 812 und die dritte Facette 814 jeder Struktur 808 weisen jeweils in eine andere Richtung.

Die Vielzahl von Strukturen 808 ist gruppiert in eine erste Gruppe von Strukturen 816, die einen ersten Bildkanal definiert, und eine zweite Gruppe von Strukturen 818, die einen zweiten Bildkanal definiert. Wie am besten in Figur 31 zu sehen ist, zeigt die erste Gruppe von Strukturen 816 nach oben, in Y-Richtung von Figur 31, und zeigt die zweite Gruppe von Strukturen 818 nach unten, in Y-Richtung von Figur 31. Der Winkel zwischen der Flächenausrichtung der ersten Gruppe von Strukturen 816 und der zweiten Gruppe von Strukturen 818 beträgt 180 Grad, es sind jedoch auch andere Winkel vorstellbar.

Mit Bezug auf Figur 32: Bei jeder Struktur 808 der ersten Gruppe von Strukturen 816 weist die erste Facette 810 in eine erste Richtung, die allgemein durch den Pfeil 81a angegeben ist, die zweite Facette 812 weist in eine zweite Richtung, die allgemein durch den Pfeil 82a angegeben ist, und die dritte Facette 814 weist in eine dritte Richtung, die allgemein durch den Pfeil 83a angegeben ist. Die ersten Facetten 810, die zweiten Facetten 812 und die dritten Facetten 814 der ersten Gruppe von Strukturen 816 definieren einen ersten Facettensatz, einen zweiten Facettensatz bzw. einen dritten Facettensatz.

Bei jeder Struktur 808 der zweiten Gruppe von Strukturen 818 weist die erste Facette 810 in eine vierte Richtung, die allgemein durch den Pfeil 84a angegeben ist, die zweite Facette 812 weist in eine fünfte Richtung, die allgemein durch den Pfeil 85a angegeben ist, und die dritte Facette 814 weist in eine sechste Richtung, die allgemein durch den Pfeil 86a angegeben ist. Die ersten Facetten 810, die zweiten Facetten 812 und die dritten Facetten 814 der zweiten Gruppe von Strukturen 818 definieren einen vierten Facettensatz, einen fünften Facettensatz bzw. einen sechsten Facettensatz. Wie am besten in Figur 33 zu sehen ist, weisen der erste und der vierte Facettensatz in entgegengesetzte Richtungen, weisen der zweite und der fünfte Facettensatz in entgegengesetzte Richtungen und weisen der dritte und der sechste Facettensatz in entgegengesetzte Richtungen.

Mit Bezug auf Figur 31: Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 ist in eine Vielzahl von Zellen 820 unterteilt. Jede Zelle 820 entspricht einem Pixel sowohl des ersten optischen Effekts als auch des zweiten optischen Effekts. Jede Zelle 820 ist unterteilt in einen ersten Bereich

822, der einem Pixel des ersten optischen Effekts entspricht, und einen zweiten Bereich 824, der einem Pixel des zweiten optischen Effekts entspricht.

Der erste Facettensatz definiert den ersten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 81b angegeben ist. Der zweite Facettensatz definiert den ersten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 82b angegeben ist. Der dritte Facettensatz definiert den ersten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem dritten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 83b angegeben ist. Der vierte Facettensatz definiert den zweiten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem vierten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 84b angegeben ist. Der fünfte Facettensatz definiert den zweiten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem fünften Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 85b angegeben ist. Der sechste Facettensatz definiert den zweiten optischen Effekt, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem sechsten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, der allgemein durch den Pfeil 86b angegeben ist. Somit versteht sich, dass der erste Bildkanal, der durch die erste Gruppe von Strukturen 816 definiert wird, drei Projektionswinkelbereiche aufweist, und dass der erste optische Effekt aus drei entsprechenden Sichtwinkelbereichen sichtbar ist. Außerdem versteht sich, dass der zweite Bildkanal, der durch die zweite Gruppe von Strukturen 818 definiert wird, drei Projektionswinkel

aufweist, und dass der zweite optische Effekt aus drei entsprechenden Sichtwinkelbereichen sichtbar ist. Die optischen Effekte können von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 804 und die zweite Oberfläche 806 des Substrats 802 befinden, wenn das Substrat 802 und die Strukturen 808 aus einem transparenten Material gebildet sind.

Mit Bezug auf Figur 31: Die Zelle 820a weist eine Struktur 808 aus der ersten Gruppe von Strukturen 816, jedoch keine Strukturen 808 aus der zweiten Gruppe von Strukturen 818 auf. Dementsprechend projiziert die Zelle 820a bei dem ersten optischen Effekt ein schwarzes Pixel, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem von dem ersten bis dritten Sichtwinkelbereich 81b-83b betrachtet wird, und projiziert die Zelle 820a bei dem zweiten optischen Effekt ein weißes Pixel, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 nicht aus einem von dem ersten bis dritten Sichtwinkelbereich 81b-83b betrachtet wird. Es versteht sich, dass jede Zelle 820, die eine Struktur 808 aus der zweiten Gruppe von Strukturen 818 aufweist, bei dem zweiten optischen Effekt ein schwarzes Pixel projiziert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem von dem vierten bis sechsten Sichtwinkelbereich 84b-86b betrachtet wird.

Die Zelle 820b weist eine Struktur 808 aus sowohl der ersten als auch der zweiten Gruppe von Strukturen 816, 818 auf. Dementsprechend projiziert die Zelle 820b bei dem ersten optischen Effekt ein schwarzes Pixel, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus einem von dem ersten bis dritten Sichtwinkelbereich 81b-83b betrachtet wird, und projiziert die Zelle 820b bei dem zweiten optischen Effekt ein schwarzes Pixel, wenn die optische Effekte erzeugende

Vorrichtung 800 aus einem von dem vierten bis sechsten Sichtwinkelbereich 84b-86b betrachtet wird.

Die Zelle 820c weist keine der Strukturen 808 aus der ersten oder zweiten Gruppe von Strukturen 816, 818 auf. Dementsprechend wird die Zelle 820c sowohl bei dem ersten als auch bei dem zweiten optischen Effekt ein weißes Pixel projizieren.

Die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 verschachtelt somit zwei Bilder (d.h. den ersten und den zweiten optischen Effekt), die auf einen Beobachter projiziert werden können, indem die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 um eine Achse gedreht wird, die senkrecht zur Ebene der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 verläuft, und/oder indem die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 gekippt wird. Somit versteht sich, dass die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 einen optischen Zwei-Flip-Effekt bereitstellt.

Der optische Zwei-Flip-Effekt, der durch Kippen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 erzielt wird, ist möglich, weil es für jeden Sichtwinkelbereich 81b-83b des ersten optischen Effekts einen jeweils gegenüberliegenden Sichtwinkelbereich 84b-86b des zweiten optischen Effekts gibt. In Figur 32 ist der erste Sichtwinkelbereich 81b des ersten optischen Effekts dem vierten Sichtwinkelbereich 84b des zweiten optischen Effekts gegenüberliegend, der zweite Sichtwinkelbereich 82b des ersten optischen Effekts ist dem fünften Sichtwinkelbereich 85b des zweiten optischen Effekts gegenüberliegend, und der dritte Sichtwinkelbereich 83b des ersten optischen Effekts ist dem sechsten Sichtwinkelbereich 86b des zweiten optischen Effekts gegenüberliegend. Beispielsweise wird der erste optische Effekt auf einen

Beobachter projiziert, der die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 aus dem ersten Sichtwinkelbereich 81b betrachtet, und wenn der Beobachter die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 um eine Achse kippt, die parallel zur Flächenausrichtung des ersten Facettensatzes verläuft, geht der auf den Beobachter projizierte optische Effekt aus dem ersten optischen Effekt in den zweiten optischen Effekt über.

Der generelle Aufbau von Ausführungsformen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 wird im Folgenden skizziert:

- Die Strukturen 808 können aus einem transparenten Material, beispielsweise einem strahlungshärtbaren Harz (nachstehend ausführlicher erörtert), gebildet sein;
- das Substrat 802 kann ebenfalls transparent sein und kann als Folie (wie etwa zum Aufbringen auf ein Sicherheitsdokument) oder als polymeres Substrat (z.B. ein Banknoten-Polymersubstrat) ausgebildet sein;
- die Strukturen 808 können mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die einen anderen Brechungsindex als das zum Bilden der Strukturen 808 verwendete Material haben kann. Die klare Schutzschicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 808 zu verhindern (nachstehend ausführlicher erörtert); und
- alternativ hierzu können die Strukturen 808 auch mit einer reflektierenden Schicht überzogen sein. Die reflektierende Schicht kann hinreichend dick sein, um ein mechanisches Kopieren (d.h. Kontaktkopieren) der Strukturen 808 zu verhindern. Alternativ hierzu kann die reflektierende Schicht dünn sein und mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein, die hinreichend dick ist,

um ein mechanisches Kopieren (d.h. ein Kontaktkopieren) der Strukturen 808 zu verhindern.

Wenn die Strukturen 808 weder mit einer reflektierenden Schicht überzogen sind noch mit einer halbtransparenten reflektierenden Schicht überzogen sind, können die optischen Effekte sowohl in Transmission als auch in Reflexion gesehen werden. In diesem Fall können die optischen Effekte von Betrachtungspositionen aus sichtbar sein, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 804 bzw. auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 806 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen. Dies wird auch dann der Fall sein, wenn die Strukturen 808 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen sind (z.B. weniger als die maximale Dicke der Strukturen 808, aber ausreichend dick, um eine Lichtdurchlässigkeit im Wesentlichen zu verhindern); jedoch sind unter diesen Umständen die optischen Effekte nur im reflektierten Licht sichtbar.

Wenn die Strukturen 808 mit einer dicken reflektierenden Schicht überzogen sind, sodass ein mechanisches Kopieren der Strukturen 808 verhindert/eingeschränkt werden kann, sind die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 806 des Substrats 802 befinden und entsprechende Sichtwinkelbereiche aufweisen.

Der optische Effekt, der von der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 projiziert wird, kann durch die Strukturen 808 implementiert werden als:

- monochrome binäre „Silhouettenbilder“;
- binäre geditherte Halbtonbilder oder
- binäre geditherte Bilder.

Es wird jedoch auch in Erwägung gezogen, dass das Substrat 802 aus einem opaken Material (z.B. einer Folie oder einem Polymer einer Banknote) gebildet werden kann und dass die Strukturen 808 aus einem transparenten Material (z.B. einem strahlungshärtbaren Harz) gebildet werden können. Es versteht sich, dass in diesem Fall die optischen Effekte nur in Reflexion von Betrachtungspositionen aus sichtbar sind, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 804 des Substrats 802 befinden. Die Sichtbarkeit der optischen Effekte kann in diesem Fall verbessert werden, indem die Strukturen 808 mit einer dünnen reflektierenden Schicht überzogen werden.

Es versteht sich, dass bei der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 800 mehr als zwei Bilder verschachtelt werden können. Ähnlich wie die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 700, die in Figur 30 veranschaulicht ist, kann die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 800 mehr als zwei Bilder verschachteln, indem sie mehr als zwei Gruppen von Strukturen aufweist, wobei jede Gruppe von Strukturen einen Bildkanal definiert, der einen optischen Effekt projiziert. Jede Gruppe von Strukturen weist eine ganz besondere Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche 804 des Substrats 802 auf.

Reflexion und Transmission

Wenn die optischen Effekte jeder optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 in Reflexion betrachtet werden, wird der Sichtwinkel jedes Bildkanals durch den Winkel der spiegelnden Reflexion des jeweiligen Facettensatzes definiert, der von der Position und der Ausrichtung des jeweiligen Facettensatzes in Bezug auf die Lichtquelle abhängt.

Wenn die optischen Effekte jeder optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 in Transmission betrachtet werden, wird der Sichtwinkel jedes Bildkanals durch den Brechungswinkel des jeweiligen Facettensatzes definiert, der von der Position und der Ausrichtung des Facettensatzes in Bezug auf die Lichtquelle abhängt.

Schutzschicht und reflektierende Schicht

Gemäß einer Ausführungsform jeder optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 kann zur Verbesserung der Sichtbarkeit der optischen Effekte auf der Vielzahl von Strukturen eine reflektierende Schicht angeordnet sein. Die reflektierende Schicht ist vorzugsweise so dünn, dass die optischen Effekte von Betrachtungspositionen aus gesehen werden können, die sich auf derselben Seite wie die erste Oberfläche 104-804 und die zweite Oberfläche 106-806 des Substrats 102-802 befinden. Die reflektierende Schicht kann aus einer Metallic-Druckfarbe gebildet sein. Zur Bildung der reflektierenden Schicht können jedoch auch andere geeignete Materialien, die allgemein bekannt sind, verwendet werden.

Die reflektierende Schicht kann mit einer klaren Schutzschicht überzogen sein. Vorzugsweise ist die klare Schutzschicht hinreichend dick, sodass sie eine erste ebene Seite der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 bildet. Als Beispiel zeigt Figur 34 die optische Effekte erzeugende Vorrichtung 100, die eine klare Schutzschicht 126 aufweist, die über der reflektierenden Schicht (nicht gezeigt) und der Vielzahl von Strukturen 108 angeordnet ist und eine erste ebene Seite 128 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100 bildet. Es versteht sich, dass jede der optische Effekte

erzeugenden Vorrichtungen 100-800 eine klare Schutzschicht aufweisen kann, die ähnlich wie in Figur 34 gezeigt über den jeweiligen Strukturen angeordnet ist.

Die durch die klare Schutzschicht definierte ebene Seite der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 ist vorteilhaft, weil die klare Schutzschicht ein mechanisches Kopieren der Vielzahl von Strukturen, das zur Herstellung von Fälschungen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen verwendet werden könnte, verhindern kann.

Die ebene Seite der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800, die durch die klare Schutzschicht definiert ist, ist außerdem vorteilhaft, da die Schutzschicht verhindert, dass Verunreinigungen wie Flüssigkeiten und/oder Partikel mit der Vielzahl von Strukturen in Kontakt kommen, die die Vielzahl von Strukturen stören und die Sichtbarkeit der optischen Effekte verringern würden. Dies ist besonders vorteilhaft bei optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 mit flachen Strukturen, die nur wenige Mikrometer tief sind.

Schutzschicht

Gemäß einer anderen Ausführungsform der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 kann eine dicke klare Schutzschicht auf der Vielzahl der Strukturen 108-808 so angeordnet sein, dass die klare Schutzschicht eine erste ebene Seite der optischen Vorrichtung bildet (siehe beispielsweise Figur 34). Die klare Schutzschicht kann aus einer Schicht mit hohem Brechungsindex gebildet sein, jedoch können auch andere geeignete, allgemein bekannte Materialien zur Bildung der Schicht mit hohem Brechungsindex verwendet werden.

Die vorstehend unter Bezugnahme auf die Ausführungsform mit Schutzschicht und reflektierender Schicht erörterten Vorteile gelten auch für diese Ausführungsform.

Reflektierende Schicht

Gemäß einer anderen Ausführungsform der optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 kann eine dicke reflektierende Schicht auf den Strukturen so angeordnet sein, dass die reflektierende Schicht eine erste ebene Seite der optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 bildet (siehe beispielsweise Figur 34, wobei für diese Ausführungsform das Bezugszeichen 126 die dicke reflektierende Schicht bezeichnet). Es versteht sich, dass bei dieser Ausführungsform die optischen Effekte nur von Betrachtungspositionen aus sichtbar sind, die sich auf derselben Seite wie die zweite Oberfläche 106-806 des Substrats 102-802 befinden. Die reflektierende Schicht kann aus einer Metallic-Druckfarbe gebildet sein, es können jedoch auch andere geeignete Materialien, die allgemein bekannt sind, zur Bildung der reflektierenden Schicht verwendet werden.

Die durch die reflektierende Schicht definierte ebene Seite der optischen Vorrichtung ist vorteilhaft, weil die reflektierende Schicht ein mechanisches Kopieren der Vielzahl von Strukturen, das zur Herstellung von Fälschungen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen verwendet werden könnte, verhindern kann.

Oberflächenstrukturen

Obwohl die vorstehenden optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 als Beugungsgitter auf einer oder

mehreren der Facetten aufweisend beschrieben worden sind, ist es auch vorstellbar, dass andere Oberflächenstrukturen/Texturen auf die Facetten jeder dieser optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 aufgebracht werden können. Beispiele für andere Oberflächenstrukturen/-texturen, die auf den Facetten jeder der vorstehend beschriebenen optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 angeordnet sein können, sind unter anderem Oberflächenrauheit, Mikrooberflächenrauheit, lichtstreuende Oberflächen, Mikrotextrur, Mikrotextr oder Kombinationen davon.

Sicherheitsdokument

Figur 32 zeigt eine Ausführungsform eines Sicherheitsdokuments 950 mit einer Sicherheitsvorrichtung 900.

Das Sicherheitsdokument 950 weist ein Substrat 902 auf, das der Hauptträger verschiedener Sicherheits- und Designmerkmale des Sicherheitsdokuments 950 ist. Der Einfachheit halber ist nur eine Sicherheitsvorrichtung 900 gezeigt, es ist jedoch allgemein bekannt, dass Sicherheitsdokumente üblicherweise mehrere Sicherheitsvorrichtungen aufweisen. Das Substrat 902, das in der Regel aus einem transparenten Polymermaterial hergestellt ist, weist eine erste Oberfläche 904 und eine gegenüberliegende zweite Oberfläche 906 auf, die beide im Wesentlichen eben sind. In den ausgewählten Bereichen des Sicherheitsdokuments 950 können eine oder mehrere Opazität verleihende Schichten 952 bereitgestellt sein, insbesondere wenn das Substrat 902 im Wesentlichen transparent ist, so dass Designmuster, Schmuckfarben, Text oder Ähnliches direkt auf der Opazität verleihenden Schicht 952 in einem ausgewählten Bereich des Substrats 902 gebildet werden können. Die Sicherheitsvorrichtung 900 gemäß einer Ausführungsform der

Erfindung befindet sich innerhalb des Fensterbereichs 960 des Sicherheitsdokuments 950, was jedoch nicht unbedingt erforderlich ist. Da die Sicherheitsvorrichtung 900 als integraler Bestandteil des Sicherheitsdokuments 950 ausgebildet ist, dient das Substrat 902 außerdem als Trägerwerkstoff der Sicherheitsvorrichtung 900.

Gemäß einer Ausführungsform des Sicherheitsdokuments 950 kann die Sicherheitsvorrichtung 900 eine der optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 sein. Daher versteht sich, dass, wenn jede der optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 integral mit dem Sicherheitsdokument 950 gebildet ist, das Substrat 902 des Sicherheitsdokuments 950 das entsprechende Substrat 102-802 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 bildet. Das Substrat 902 der Sicherheitsvorrichtung 950, welches das Substrat 102-802 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 bildet, kann ein Polymersubstrat (nämlich das Substrat bzw. der Trägerwerkstoff des betreffenden Gegenstands oder Dokuments) oder eine Folie sein (in der Regel ein Element, das etwa durch Heißprägen auf einen betreffenden Gegenstand oder ein betreffendes Dokument aufgebracht wird).

Gemäß einer anderen Ausführungsform des Sicherheitsdokuments 950 kann die Sicherheitsvorrichtung 900 eine der optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 sein, die beispielsweise als Transferfolie zum Aufbringen auf das Substrat 902 des Sicherheitsdokuments 950 ausgebildet ist. Das Substrat 102-802 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800, das auf das Sicherheitsdokument 950 aufgebracht wird, kann ein Polymersubstrat oder eine Folie sein.

Herstellung

Beispielsweise können die optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 wie folgt hergestellt werden.

Ein fokussierter Laserstrahl überstreicht im Rasterverfahren eine Photoresist-Oberfläche. Die Leistung des Laserstrahls wird variiert, um die Strukturen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 in dem Photoresist zu bilden. Außerdem wird die Leistung des Laserstrahls während des Scans entsprechend der gewünschten maximalen Dicke der Strukturen variiert. Nach dem Scan wird der Photoresist entwickelt/ausgewaschen, um die Strukturen zu erzeugen. Anschließend wird der fokussierte Laserstrahl, falls erforderlich, im Rasterverfahren über den Photoresist geführt, um die Beugungsgitter auf einer oder mehreren der Strukturen zu bilden. Nach dem zweiten Scan dient der Photoresist dazu, ein Negativ (oder ein Positiv) des Photoresists auf einer Zwischenplatte zu bilden, die anschließend an einer Prägewalze befestigt wird. Obwohl zwei Laserstrahl-Arbeitsgänge beschrieben wurden, um die Strukturen und etwaige Beugungsgitter auf den Strukturen zu bilden, ist es auch vorstellbar, dass nur ein einziger Arbeitsgang mit dem Laserstrahl erforderlich ist, um sowohl die Strukturen als auch etwaige Beugungsgitter auf den Strukturen zu bilden.

Nachdem die Zwischenplatte an einer Prägewalze befestigt worden ist, wird ein strahlungshärtbares Harz, vorzugsweise ein UV-härtbares Harz, durch ein geeignetes Druckverfahren auf die erste Oberfläche 104-804 des Substrats 102-802 aufgebracht. Während das strahlungshärtbare Harz noch weich ist, wird die an einer Prägewalze befestigte Zwischenplatte in die strahlungshärtbare Druckfarbe getrieben, um die Strukturen und etwaige Beugungsgitter auf den Strukturen zu bilden. Das

strahlungshärtbare Harz kann ausgehärtet werden, während die Strukturen und etwaige Beugungsgitter auf den Strukturen 108-808 geprägt werden oder danach.

Gemäß einem anderen Verfahren können die vorstehend beschriebenen Laserverfahren verwendet werden, um ein Negativ der Strukturen der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 100-800 in den Photoresist zu formen. Der Photoresist wird verwendet, um ein Negativ (oder ein Positiv) des Photoresists auf einer an einer Prägewalze befestigten Zwischenplatte zu bilden, die verwendet wird, um die Strukturen und etwaige Beugungsgitter auf den Strukturen in ein strahlungshärtbares Harz zu prägen, das auf die erste Oberfläche 104-804 des Substrats 102-802 aufgebracht ist. Das strahlungshärtbare Harz kann ausgehärtet werden, während die Strukturen und etwaige Beugungsgitter auf den Strukturen 108-808 geprägt werden oder danach.

Gemäß einem anderen Verfahren, bei dem keine Beugungsgitter erforderlich sind, kann ein Positiv oder Negativ der Strukturen der optischen Effekte erzeugenden Vorrichtungen 100-800 unter Verwendung eines Graviersystems mit gepulstem Laser, z.B. eines gepulsten Pikosekunden-Lasergravierers, direkt in die Prägewalze lasergraviert werden.

Zum Beispiel können die optische Effekte erzeugenden Vorrichtungen 700-800 wie folgt hergestellt werden.

Ein Positiv (oder Negativ) der Strukturen 708, 808 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700, 800 kann direkt in eine Prägewalze geätzt werden. Nachdem das Positiv (oder Negativ) der Strukturen 708, 808 in die Prägewalze geätzt worden ist, wird ein strahlungshärtbares Harz, vorzugsweise

ein UV-härtbares Harz, durch ein geeignetes Druckverfahren auf die erste Oberfläche 704, 804 des Substrats 702, 802 aufgebracht. Während das strahlungshärtbare Harz noch weich ist, wird die Prägewalze in die strahlungshärtbare Druckfarbe getrieben, um das Negativ (oder Positiv) der Strukturen 708, 808 der optischen Effekte erzeugenden Vorrichtung 700, 800 zu bilden. Das strahlungshärtbare Harz kann ausgehärtet werden, während die Strukturen 708, 808 geprägt werden oder danach.

Ein Positiv oder Negativ der Strukturen 708, 808 der optische Effekte erzeugenden Vorrichtung 700, 800 direkt in die Prägewalze zu ätzen, bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber dem vorstehend unter Bezugnahme auf die optischen Vorrichtungen 100-600 beschriebenen Herstellungsverfahren, die Photoresist verwenden. Zu diesen Vorteilen zählen unter anderem:

- Geringere Kosten - Dies liegt daran, dass keine teuren Zwischenplatten geformt und dann an der Prägewalze angebracht werden müssen.
- Kürzere Vorlaufzeiten - Dies liegt daran, dass die Vorlaufzeiten für das Formen der Zwischenplatten sehr lang sind, da zunächst einzelne Zwischenplatten-Master hergestellt werden müssen, die anschließend zu einer Zwischenplatte voller Größe zusammengesetzt werden, die dann auf eine Prägewalze aufgebracht wird. Bei dieser Ausführungsform können die Vorlaufzeiten verkürzt werden, da sich übliche Tiefdruckzylinder-Herstellungsverfahren verwenden lassen, um das Positiv oder Negativ der Struktur 708, 808 direkt in die Prägewalze zu formen.
- Prägewerkzeuge sind robuster und mechanisch belastbarer. Da es nicht erforderlich ist, die Zwischenplatten auf die Prägewalze aufzubringen, ist das Prägewerkzeug bei diesem Verfahren robuster und strapazierfähiger. Ferner können

die Prägewerkzeuge häufiger als Zwischenplatten gereinigt werden, ohne dass sie beschädigt werden.

- Keine Passermarken. Der Schritt des Zusammensetzens der Master-Zwischenplatten, um die Zwischenplatte voller Größe herzustellen, führt üblicherweise in der Produktionsplatte voller Größe „Passermarken“ ein. Diese Marken erscheinen als Linien, die eine rechteckige äußere Begrenzung um die zu prägende Struktur in der Zwischenplatte bilden. Diese Marken können dazu führen, dass sich während der Produktion UV-Harz auf der Zwischenplatte ansammelt, sodass es erforderlich ist, den Produktionsprozess häufig anzuhalten, um die Zwischenplatte zu reinigen. Andererseits wird durch das direkte Ätzen des Positivs oder Negativs der Strukturen 708, 808 in die Prägewalze der Produktionsprozess effizienter, da weniger Stillstandzeiten für die Reinigung der Werkzeuge erforderlich sind und durch den Herstellungsprozess der Walze keine Passermarken entstehen.

Für Fachleute versteht sich, dass zahlreiche Variationen und/oder Modifikationen an der Erfindung, wie in den besonderen Ausführungsformen aufgezeigt, vorgenommen werden können, ohne vom Wesen und Schutzbereich der Erfindung, wie ausführlich beschrieben, abzuweichen. Die vorliegenden Ausführungsformen sind daher in jeder Hinsicht als veranschaulichend und nicht als einschränkend aufzufassen.

Obwohl die Erfindung unter Bezugnahme auf eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben wurde, versteht sich für Fachleute, dass die Erfindung in vielen anderen Formen ausgeführt werden kann. Für Fachleute versteht sich, dass zahlreiche Variationen und/oder Modifikationen an der

Technologie, wie in den besonderen Ausführungsformen aufgezeigt, vorgenommen werden können, ohne vom Wesen oder Schutzbereich der Technologie, wie ausführlich beschrieben, abzuweichen. Die vorliegenden Ausführungsformen sind daher in jeder Hinsicht als veranschaulichend und nicht als einschränkend aufzufassen.

Patentansprüche:

1. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung, umfassend:

ein Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist;

eine Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche angeordnet sind, wobei jede Struktur eine erste Facette und eine zweite Facette aufweist, wobei die erste Facette jeder Struktur im Wesentlichen parallel zur ersten Oberfläche des Substrats ist, die zweite Facette jeder Struktur eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche definiert und die ersten Facetten der Vielzahl von Strukturen einen ersten Facettensatz bilden,

wobei der erste Facettensatz am Grund jeder Struktur angeordnet ist und der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

2. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach Anspruch 1,

wobei jede Struktur eine dritte Facette und eine vierte Facette aufweist, wobei die dritte Facette jeder Struktur im Wesentlichen parallel zur ersten Oberfläche des Substrats ist, die vierte Facette jeder Struktur in eine zweite Richtung weist und eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats definiert und die dritten Facetten der Vielzahl von Strukturen einen zweiten Facettensatz bilden, der einen zweiten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, und/oder ferner eine Oberflächenstruktur umfassend, die auf einer oder mehreren der zweiten Facetten und der vierten Facetten der Vielzahl von Strukturen angeordnet ist, und/oder eine Oberflächenstruktur umfassend,

die auf einer oder mehreren der ersten Facetten und der dritten Facetten der Vielzahl von Strukturen angeordnet ist.

3. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung, umfassend:

ein Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist;

eine erste Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, wobei die erste Vielzahl von Strukturen eine erste Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats aufweist, wobei jede Struktur der ersten Vielzahl von Strukturen eine Facette aufweist, die in eine erste Richtung weist, wobei die Facetten der ersten Vielzahl von Strukturen einen ersten Facettensatz bilden; und

eine zweite Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, wobei die zweite Vielzahl von Strukturen eine zweite Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats aufweist, wobei jede Struktur der zweiten Vielzahl von Strukturen eine Facette aufweist, die in eine zweite Richtung weist, wobei die Facetten der zweiten Vielzahl von Strukturen einen zweiten Facettensatz bilden,

wobei der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, und der zweite Facettensatz einen zweiten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird,

wobei die optische Effekte erzeugende Vorrichtung beugende Strukturen umfasst, die auf dem ersten Facettensatz und auf dem zweiten Facettensatz angeordnet sind.

4. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach Anspruch 3, die ferner eine dritte Vielzahl von Strukturen umfasst, die auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, wobei die dritte Vielzahl von Strukturen eine dritte Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats aufweist, wobei jede Struktur der dritten Vielzahl von Strukturen eine Facette aufweist, die in eine dritte Richtung weist, wobei die Facetten der dritten Vielzahl von Strukturen einen dritten Facettensatz bilden, der einen dritten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem dritten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, und/oder jede Facette der ersten Vielzahl von Facetten, der zweiten Vielzahl von Facetten und der dritten Vielzahl von Facetten eine Neigung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats definiert.

5. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei

die Strukturen der ersten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, die Pixeln des ersten optischen Effekts entsprechen;

die Strukturen der zweiten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, die Pixeln des zweiten optischen Effekts entsprechen; und

die Strukturen der dritten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, die Pixeln des dritten optischen Effekts entsprechen.

6. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung, umfassend:

ein Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist;

eine Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche angeordnet sind, wobei jede Struktur eine erste Facette aufweist, wobei die ersten Facetten der Vielzahl von Strukturen einen ersten Facettensatz bilden und der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird,

wobei jede Struktur einem Pixel des ersten optischen Effekts entspricht, wobei jedes Pixel des ersten optischen Effekts einen skalaren Wert hat, der einem Farbton des Pixels bei dem ersten optischen Effekt entspricht, und jede Struktur entsprechend dem skalaren Wert des jeweiligen Pixels moduliert ist.

7. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die erste Facette jeder Struktur eine Neigung definiert, die in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats einen Winkel aufweist, und bei jeder Struktur der Winkel der Neigung der ersten Facette entsprechend dem skalaren Wert des jeweiligen Pixels moduliert ist und/oder jede Struktur eine Flächenausrichtung in Bezug auf die erste Oberfläche des Substrats aufweist und die Flächenausrichtung jeder Struktur entsprechend dem skalaren Wert des jeweiligen Pixels moduliert ist, und/oder eine Oberflächenstruktur umfassend, die auf einer oder mehreren der ersten Facetten der Vielzahl von Strukturen angeordnet ist.

8. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung, umfassend:

ein Substrat, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist;

eine erste Vielzahl von Strukturen, die auf der ersten Oberfläche angeordnet sind, wobei jede Struktur der ersten Vielzahl von Strukturen eine erste Facette aufweist, die in

eine erste Richtung weist, und eine zweite Facette, die in eine zweite Richtung weist, wobei die ersten Facetten der ersten Vielzahl von Strukturen einen ersten Facettensatz bilden und die zweiten Facetten der ersten Vielzahl von Strukturen einen zweiten Facettensatz bilden,

wobei der erste Facettensatz einen ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem ersten Sichtwinkelbereich betrachtet wird, und der zweite Facettensatz den ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem zweiten Sichtwinkelbereich betrachtet wird,

wobei die optische Effekte erzeugende Vorrichtung beugende Strukturen umfasst, die auf dem ersten Facettensatz und auf dem zweiten Facettensatz angeordnet sind.

9. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei

jede Struktur der ersten Vielzahl von Strukturen eine dritte Facette aufweist;

bei jeder Struktur der ersten Vielzahl von Strukturen die dritte Facette in eine dritte Richtung weist;

die dritten Facetten der ersten Vielzahl von Strukturen einen dritten Facettensatz bilden und

der dritte Facettensatz den ersten optischen Effekt definiert, wenn die optische Effekte erzeugende Vorrichtung aus einem dritten Sichtwinkelbereich betrachtet wird.

10. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei

die Strukturen der ersten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, die Pixeln des ersten optischen Effekts entsprechen; und

die Strukturen der zweiten Vielzahl von Strukturen an Stellen auf der ersten Oberfläche des Substrats angeordnet sind, die Pixeln des zweiten optischen Effekts entsprechen.

11. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei jeder optische Effekt in Reflexion und Transmission sichtbar ist.

12. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, die ferner eine auf der Vielzahl von Strukturen angeordnete reflektierende Schicht umfasst.


13. Optische Effekte erzeugende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, die ferner eine über der Vielzahl von Strukturen angeordnete Schutzschicht umfasst.

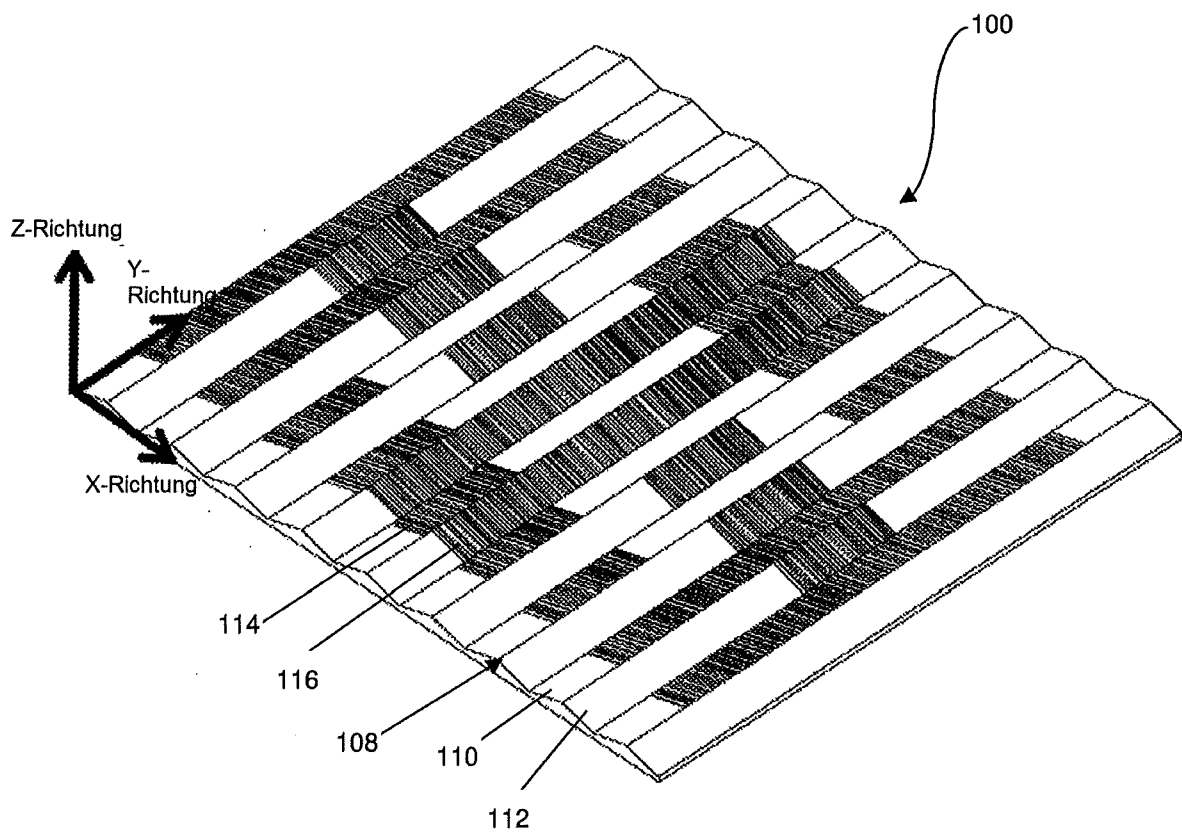
14. Sicherheitsdokument, das ein Sicherheitselement in Form einer optische Effekte erzeugenden Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 umfasst.

15. Sicherheitsdokument nach Anspruch 14, wobei die Sicherheitsvorrichtung in einem Halbfenster oder Vollfenster des Sicherheitsdokuments angeordnet ist.

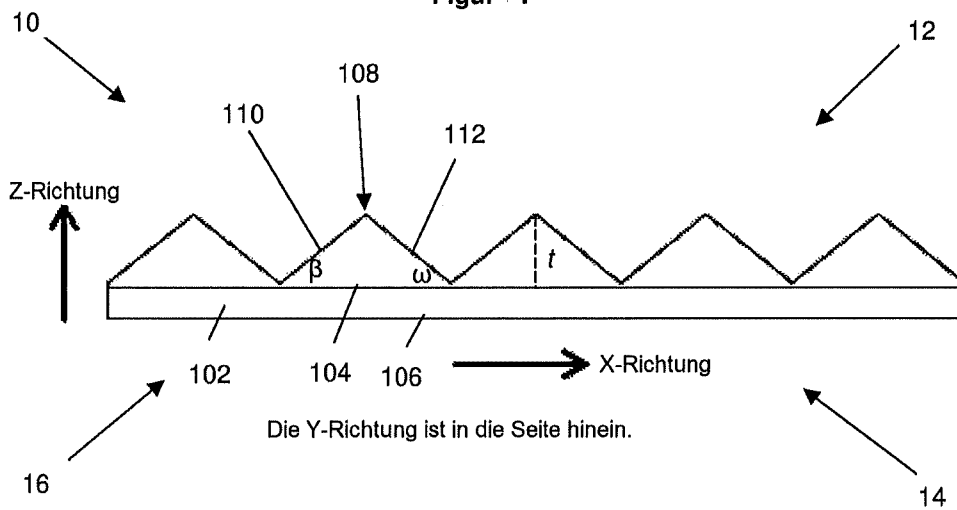
Wien, am 11. August 2022

Anmelder
durch:

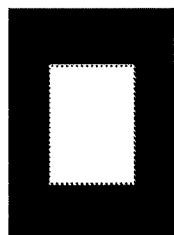

Haffner und Keschmann
Patentanwälte GmbH



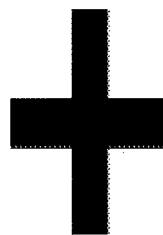
Figur 1



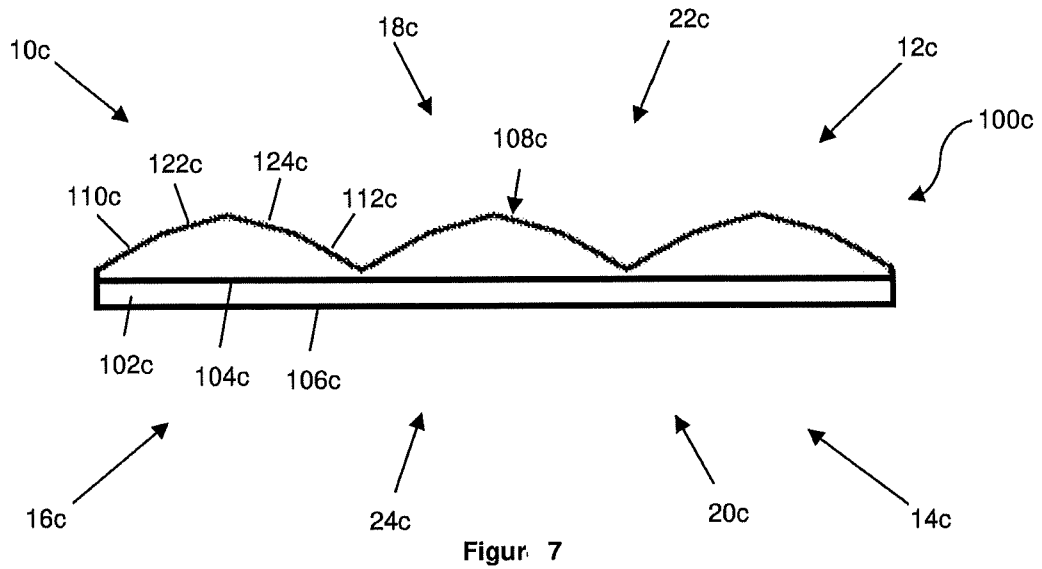
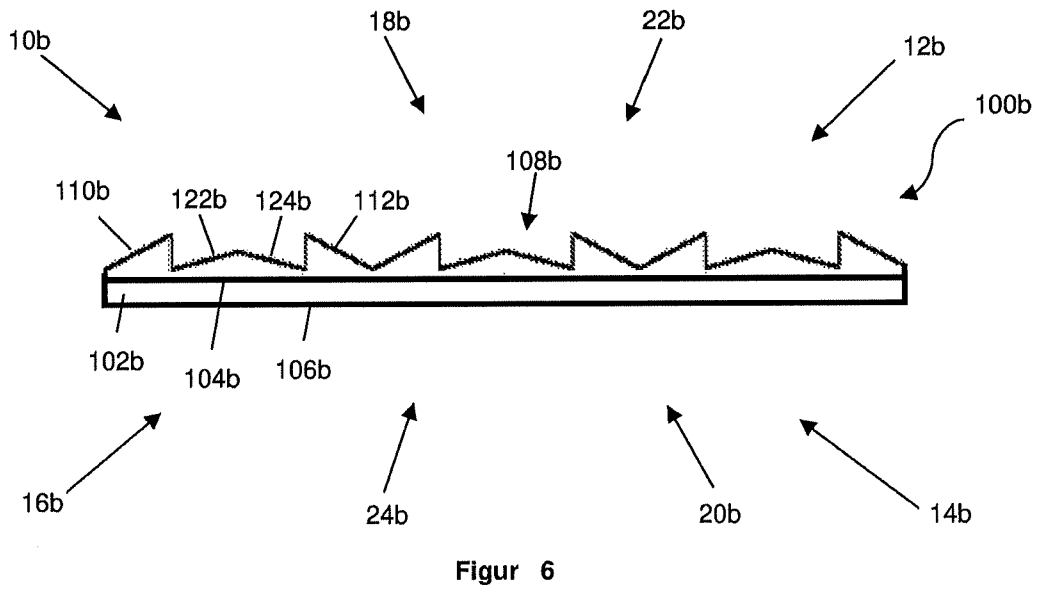
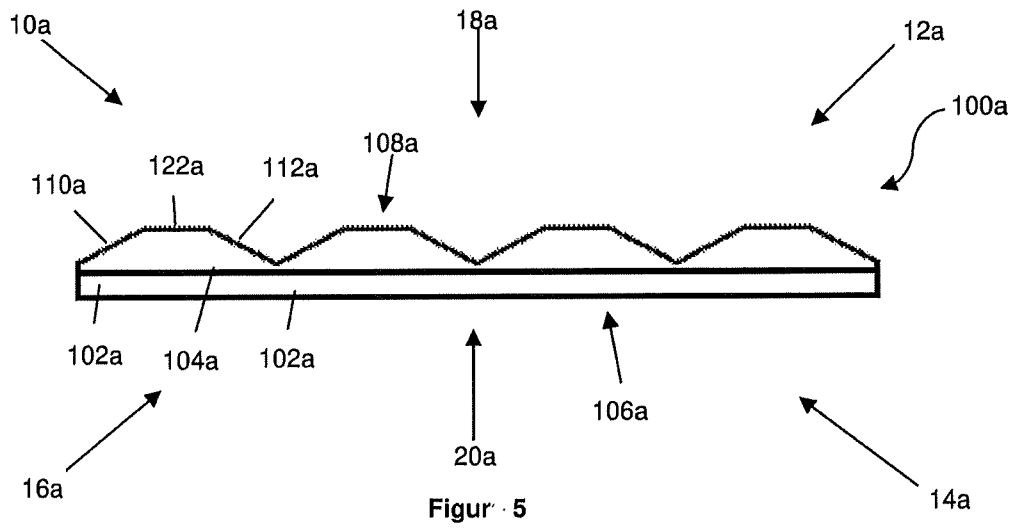
Figur 2

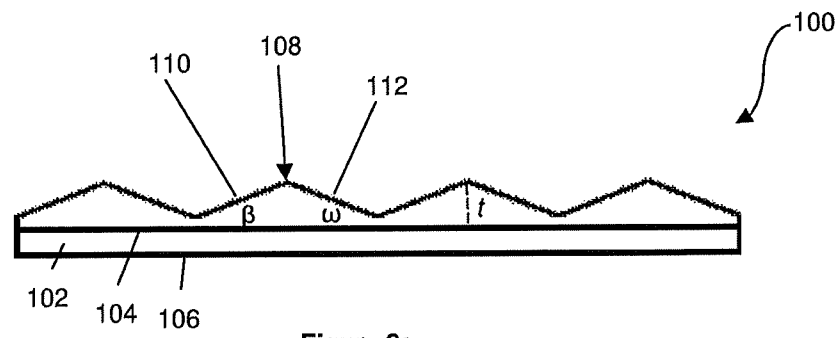


Figur 3

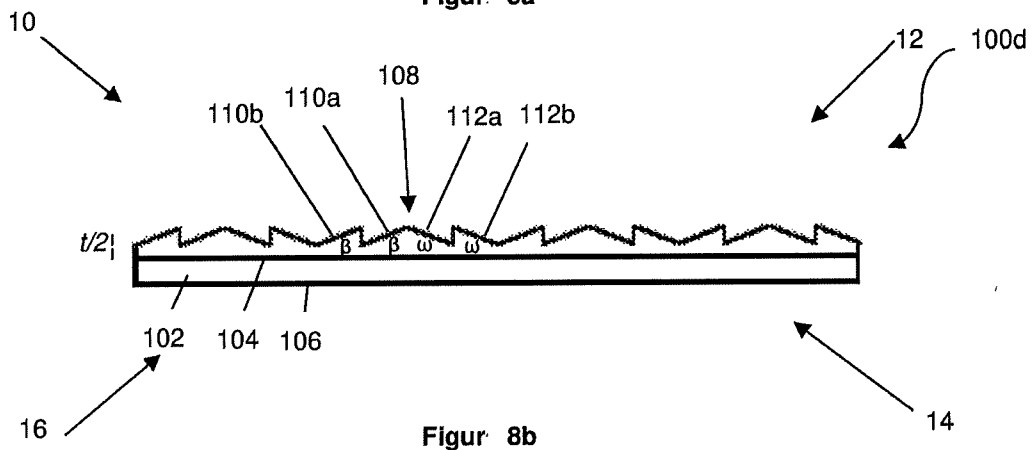


Figur 4

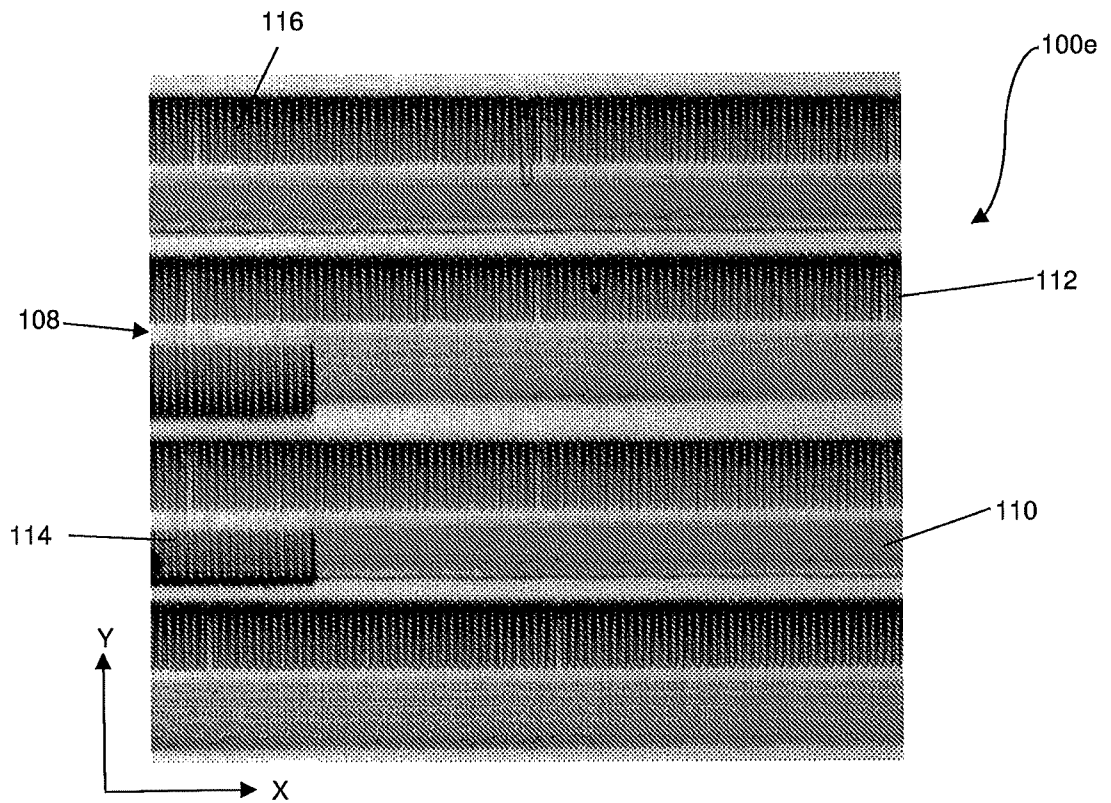




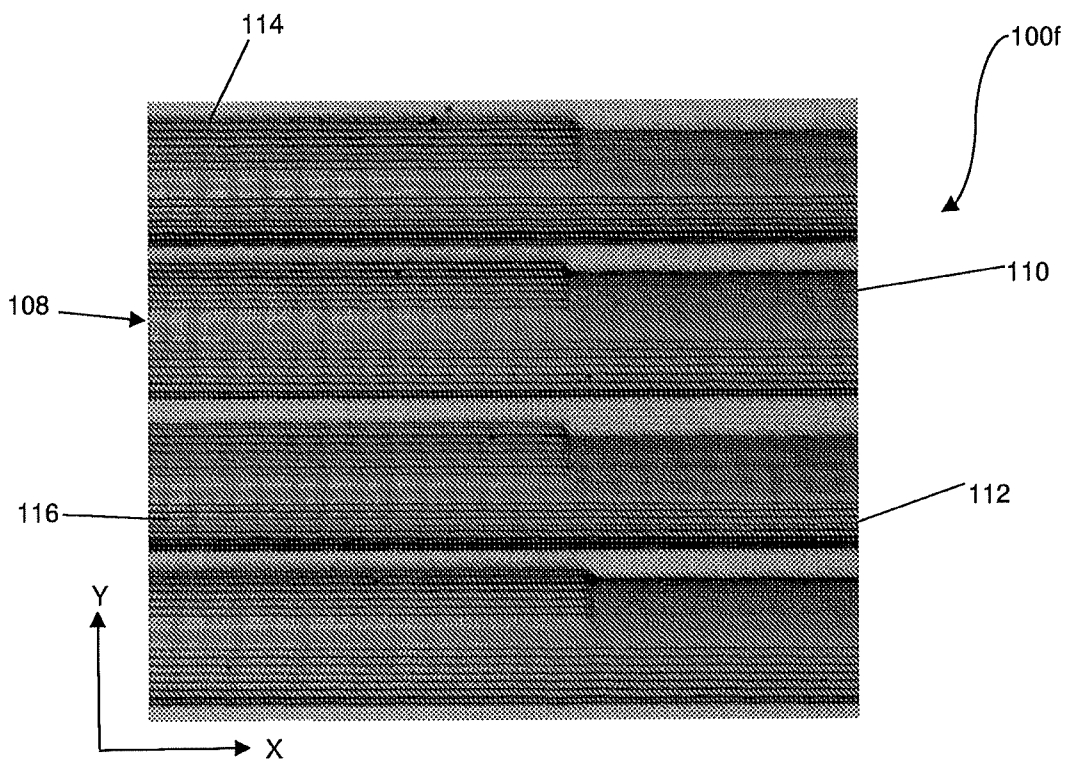
Figur 8a



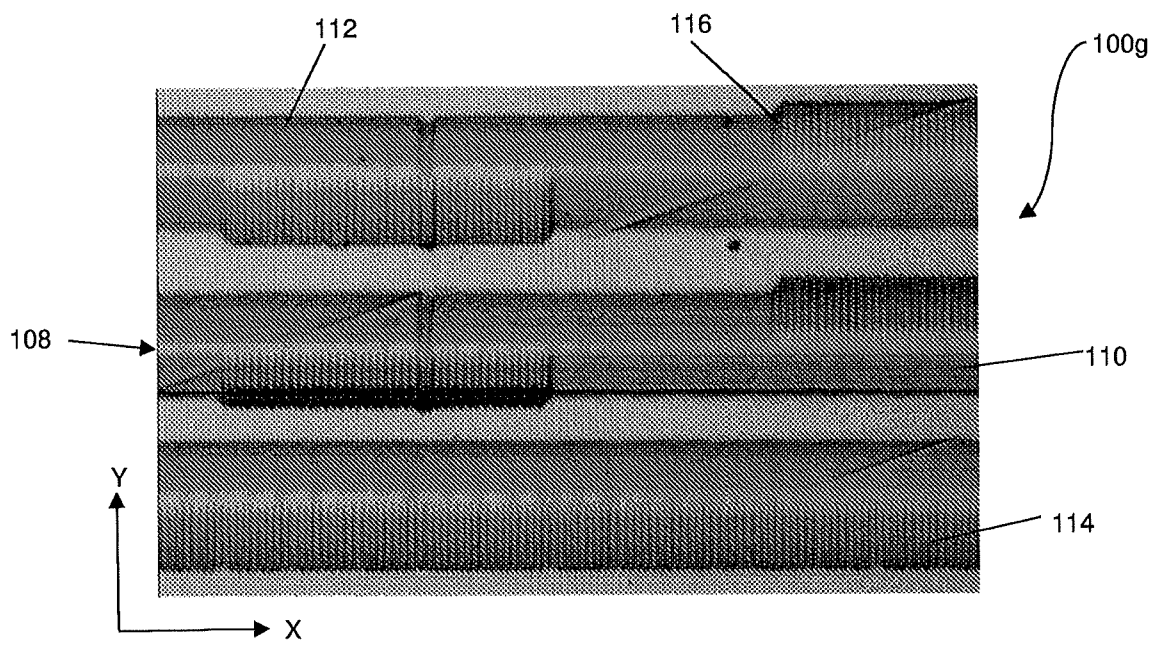
Figur 8b



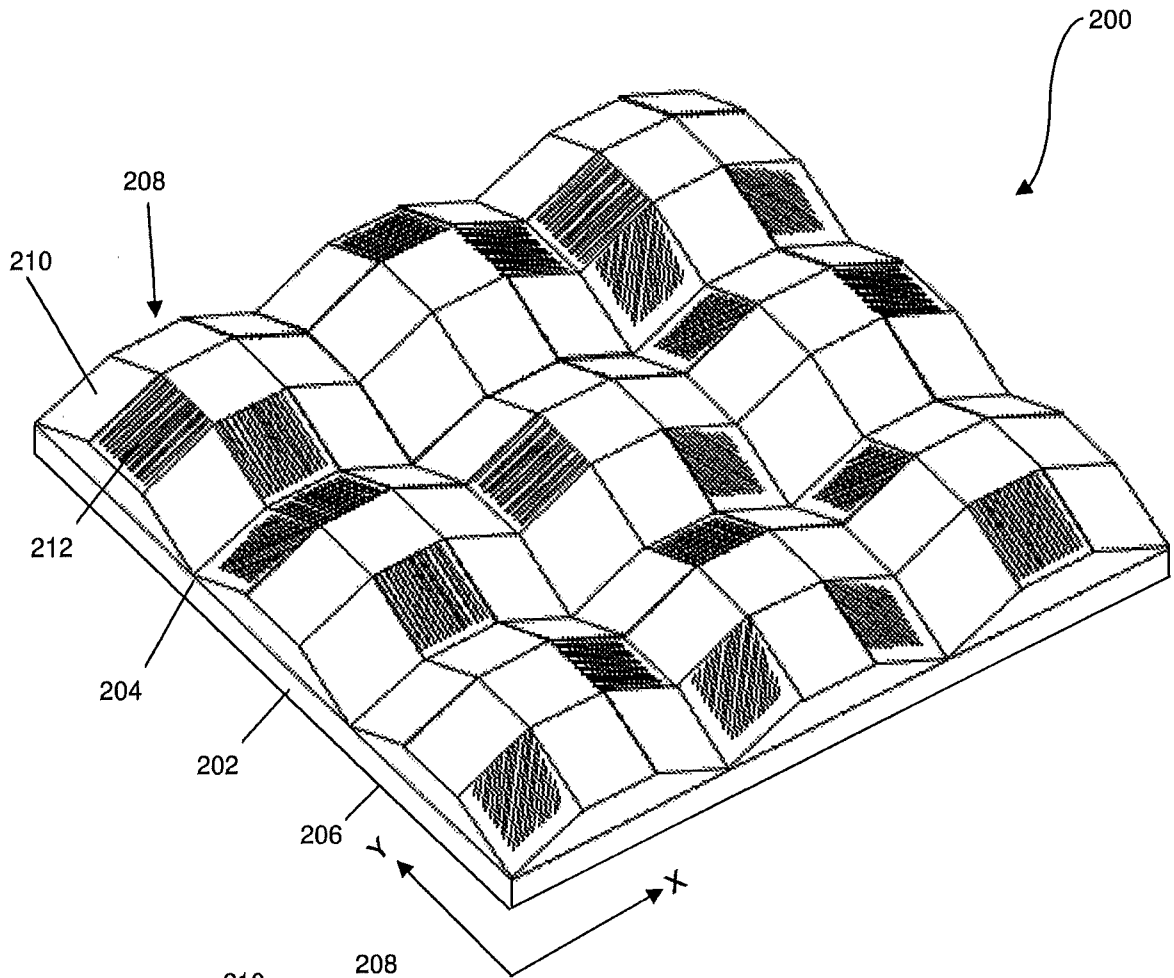
Figur 9



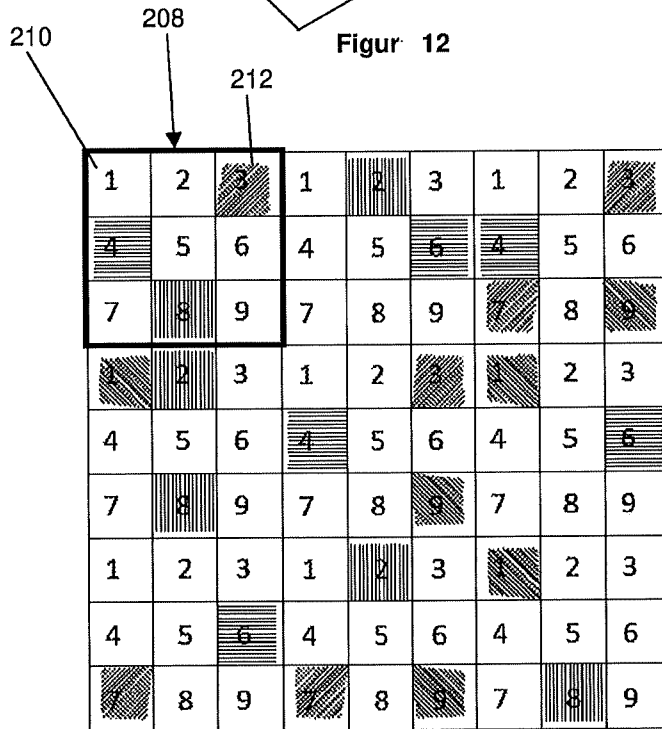
Figur 10



Figur 11



Figur 12



Figur 13

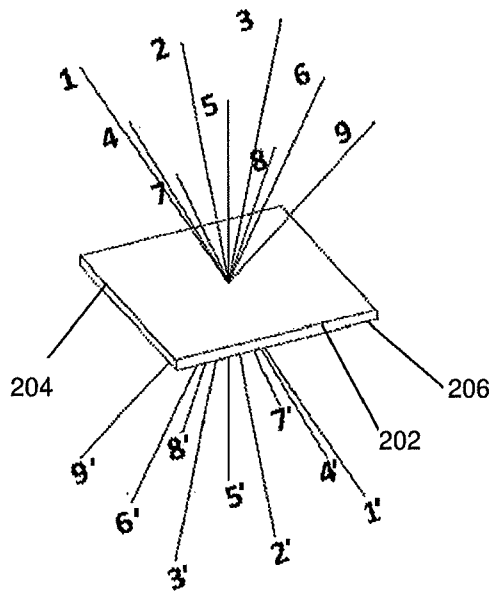


Figure 14

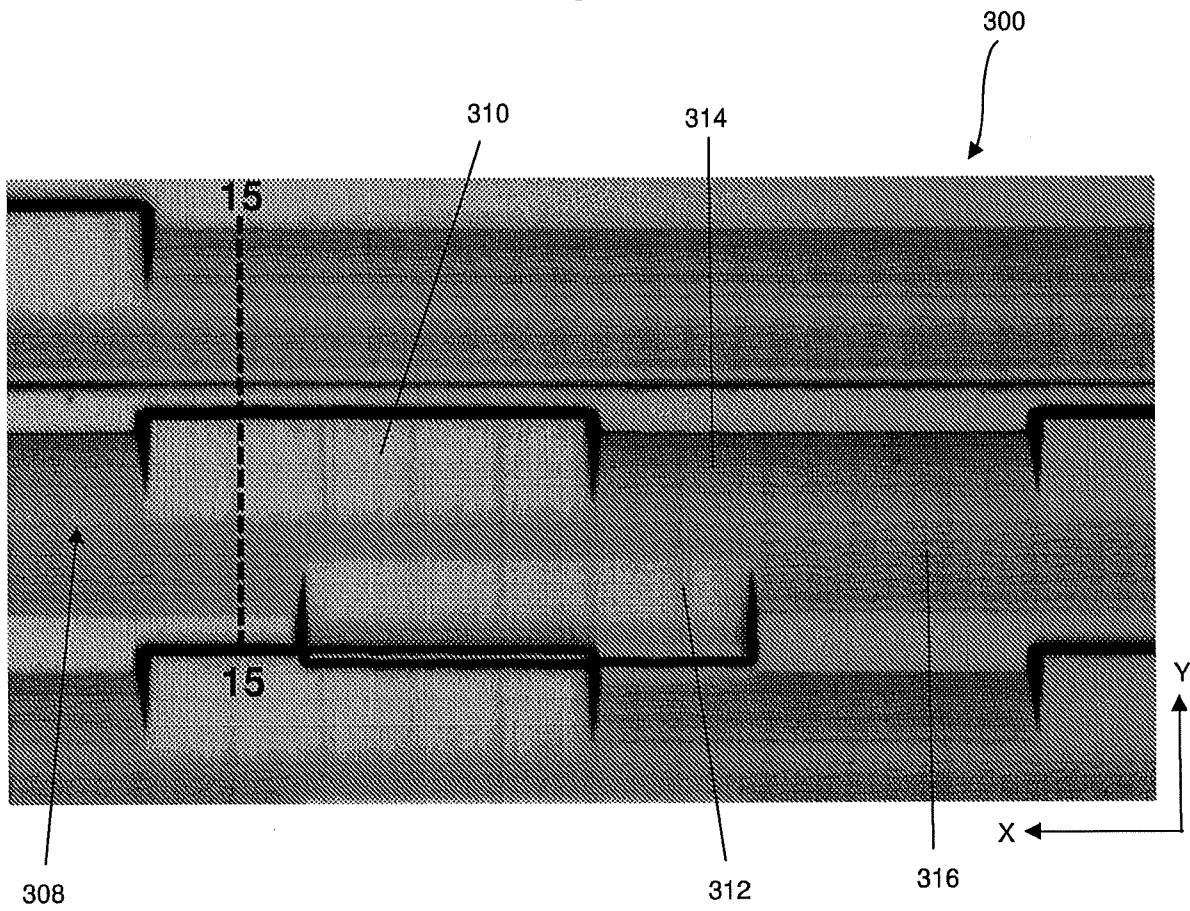


Figure 15

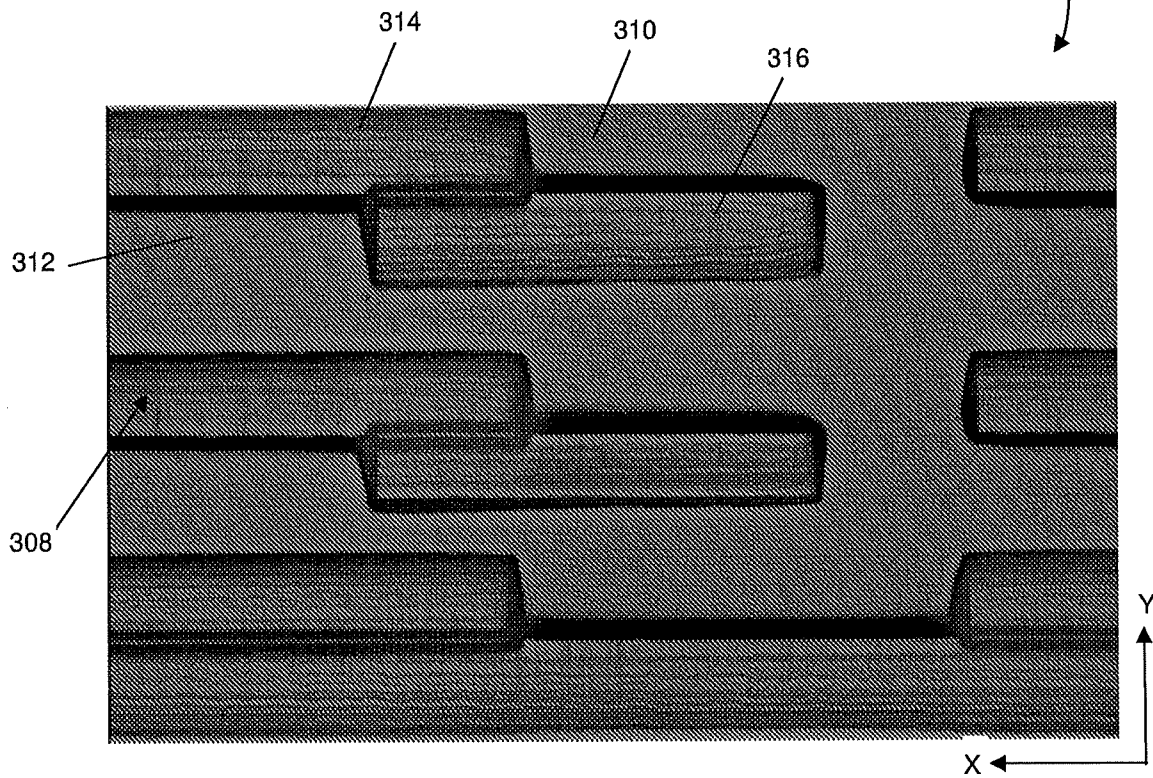
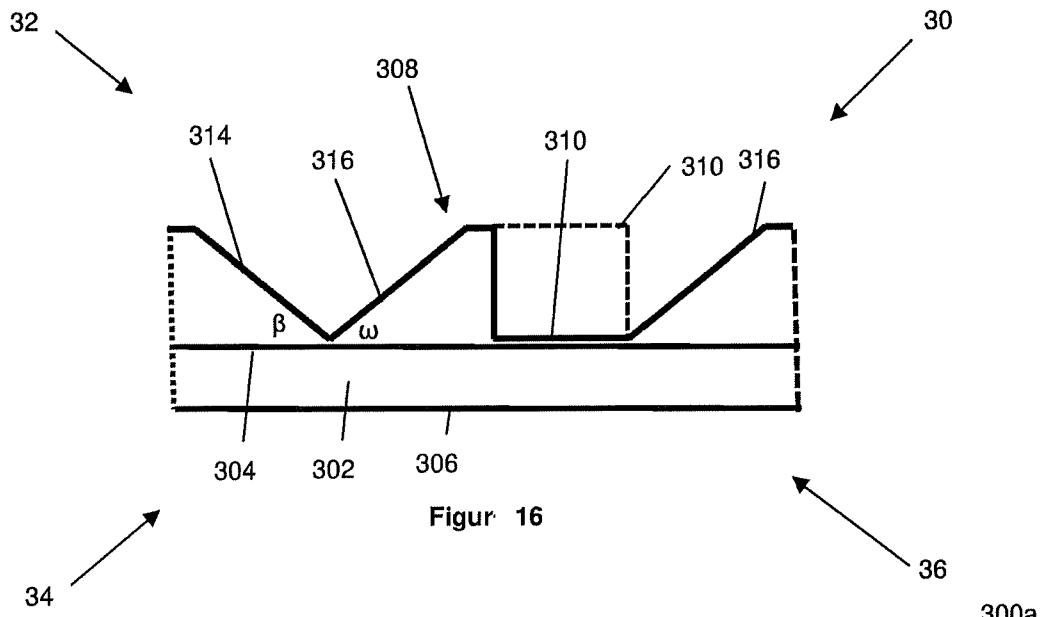
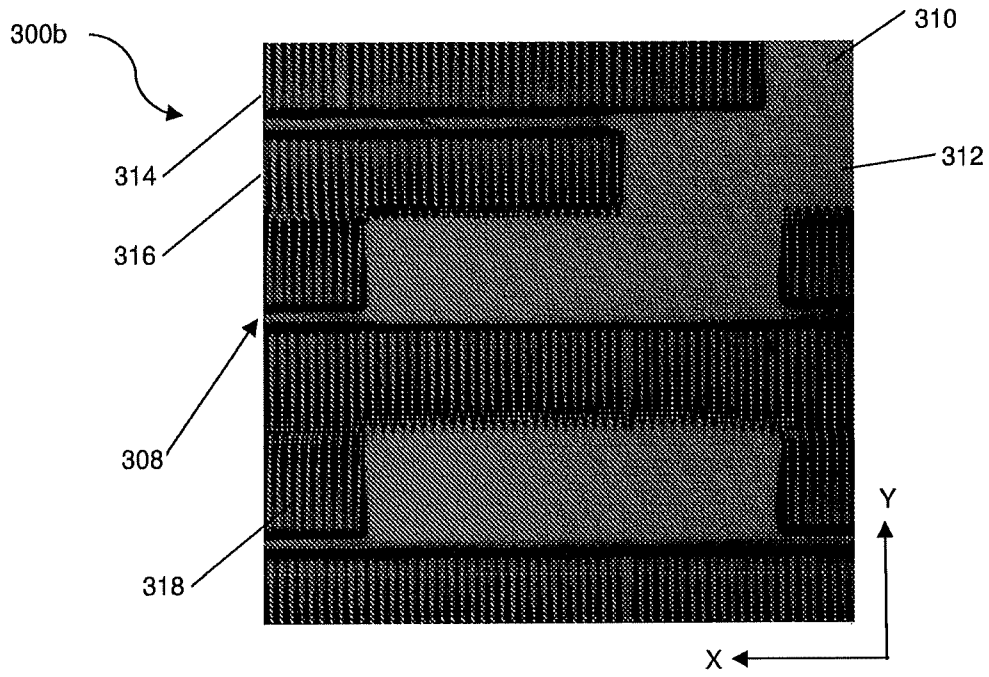
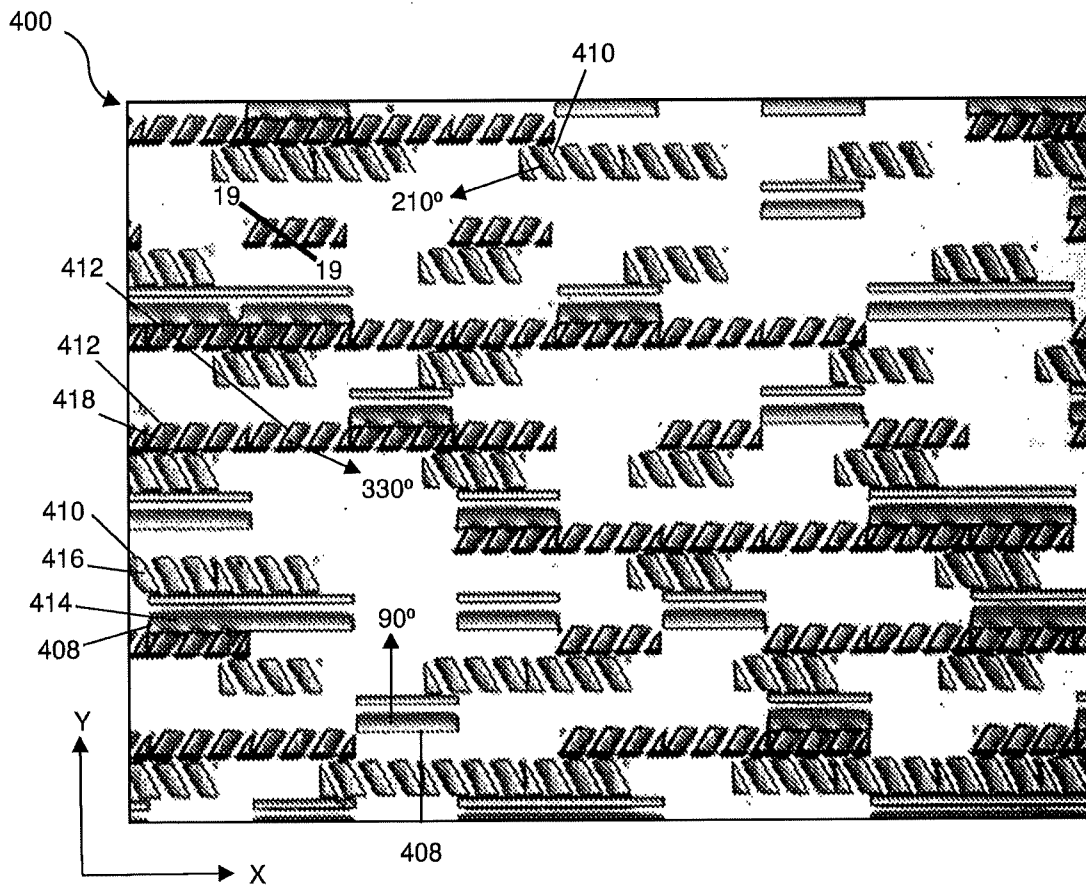


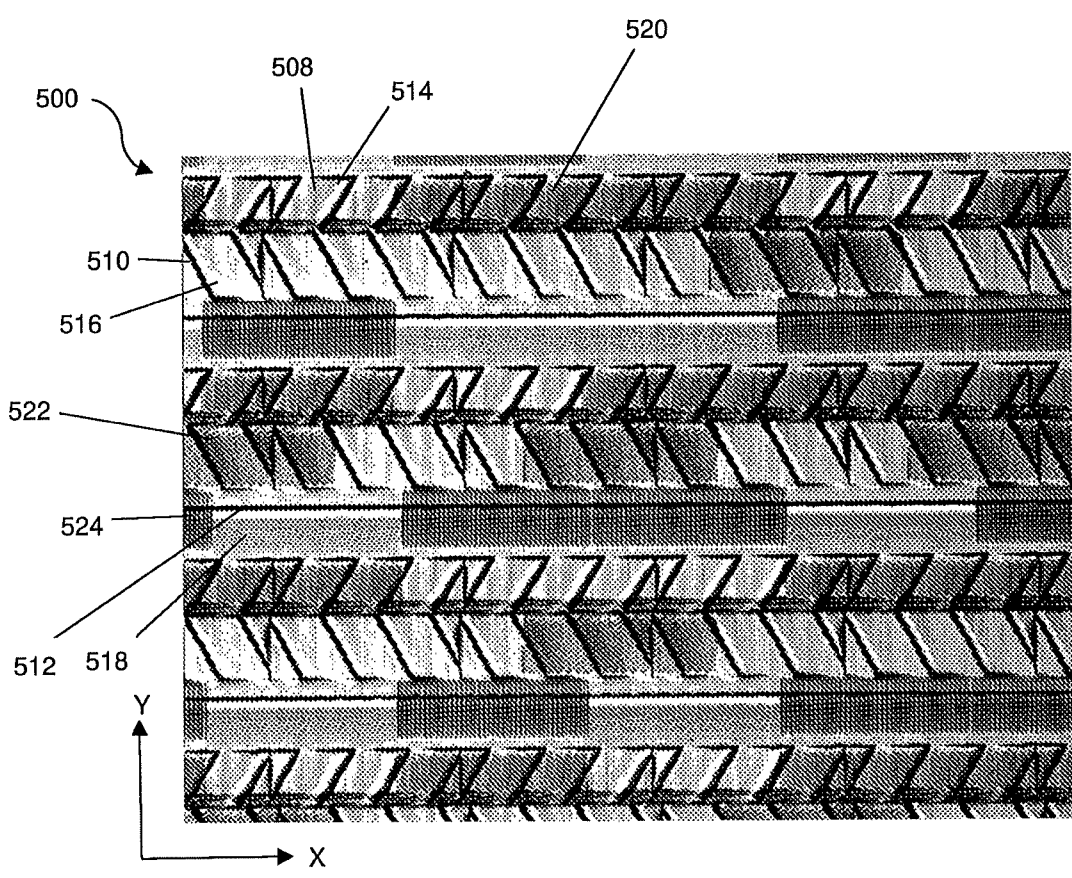
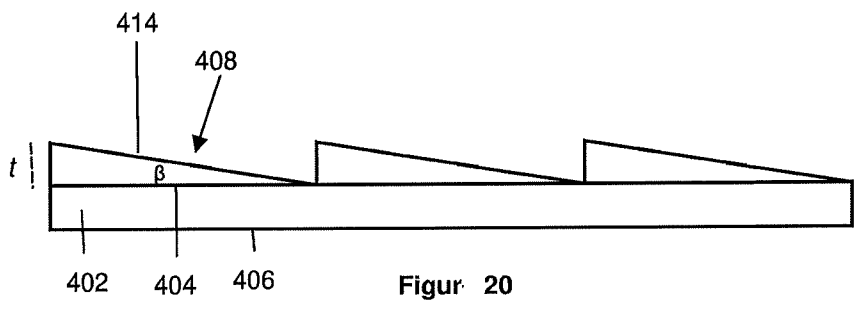
Figure 17



Figur 18



Figur 19



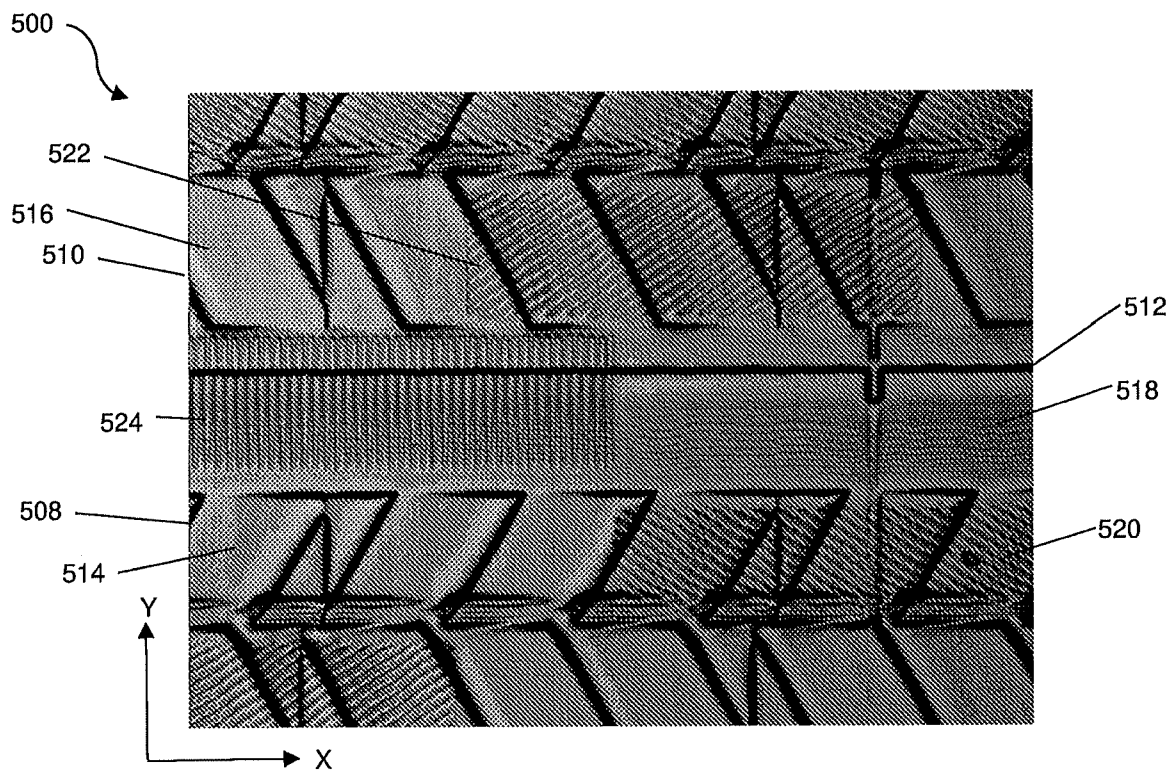


Figure 22

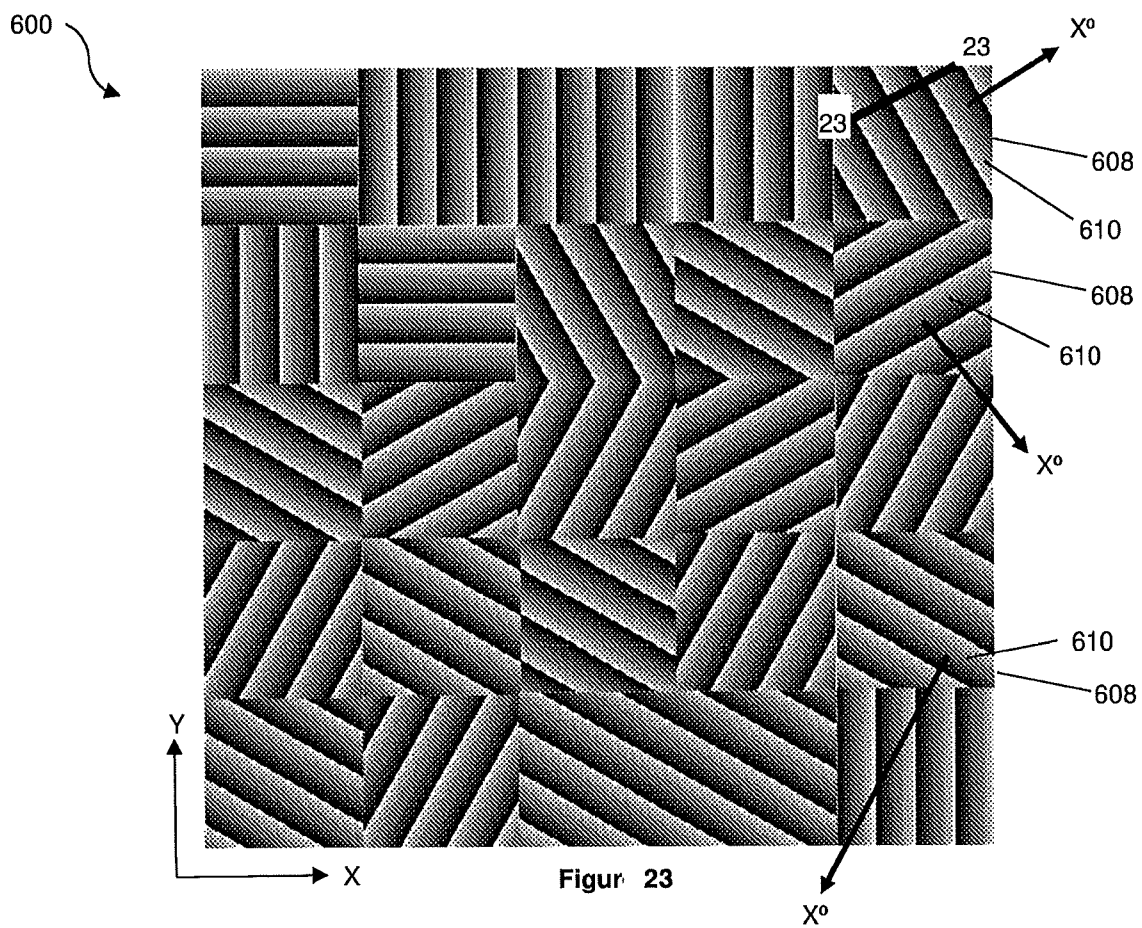
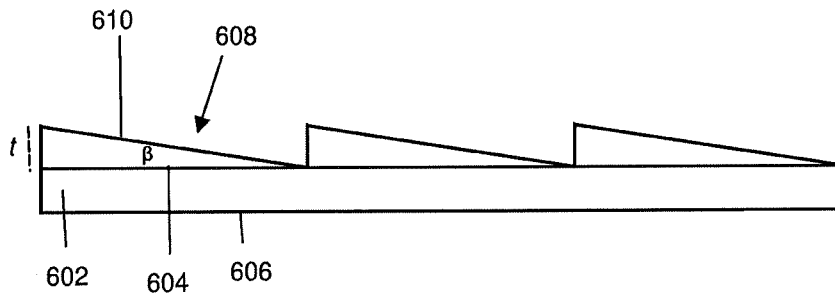
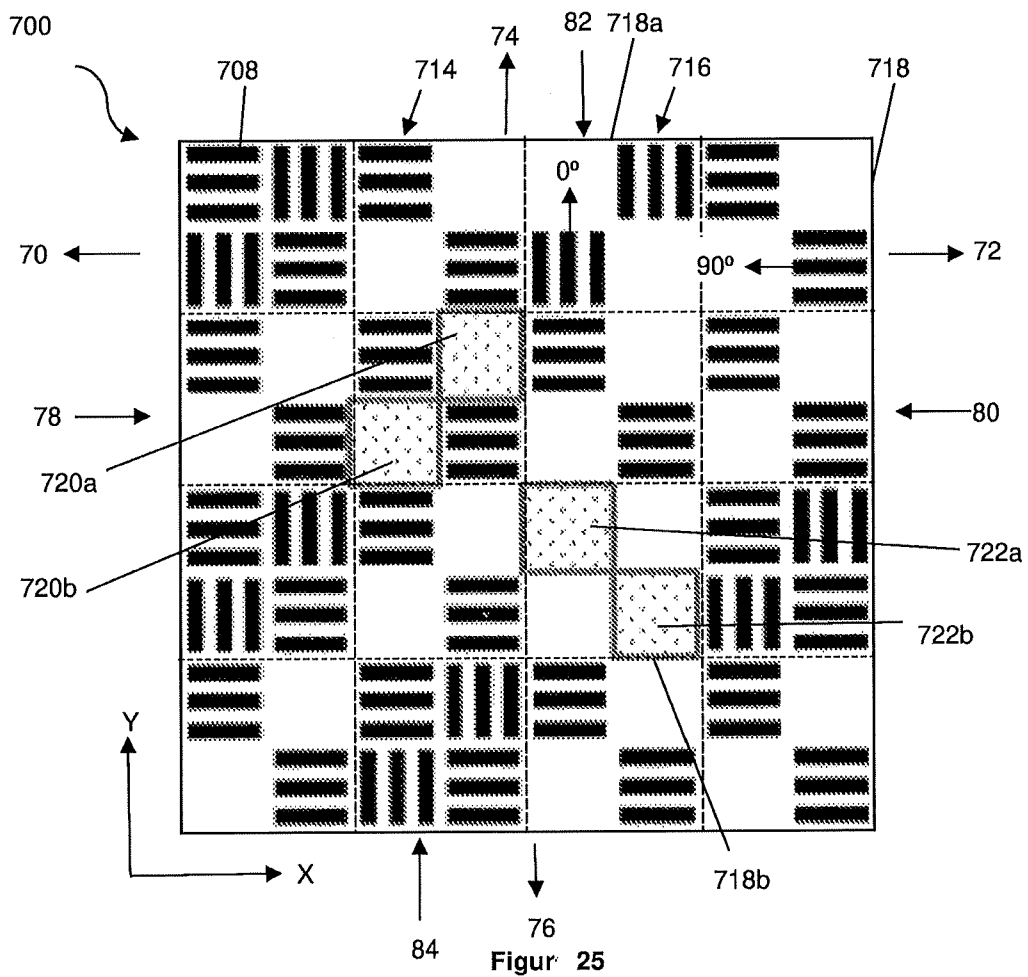


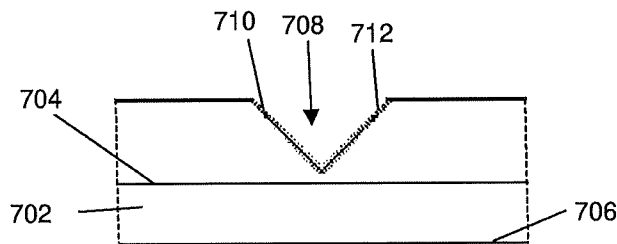
Figure 23



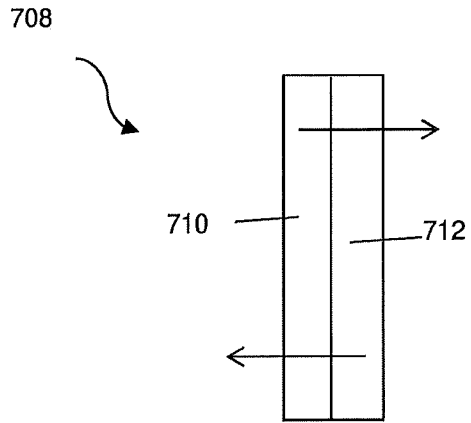
Figur 24



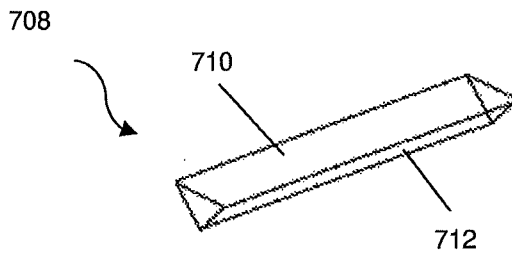
Figur 25



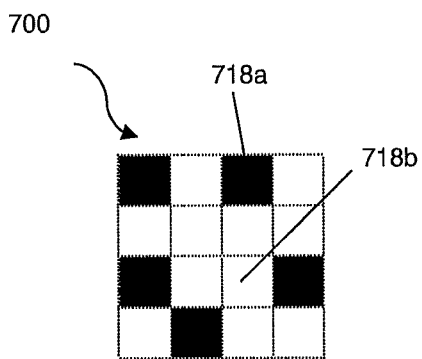
Figur 26



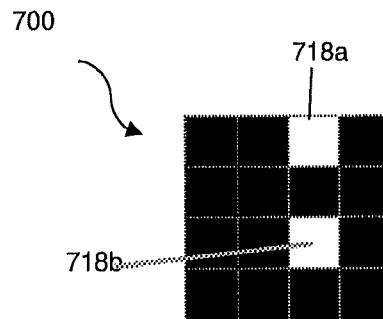
Figur 27



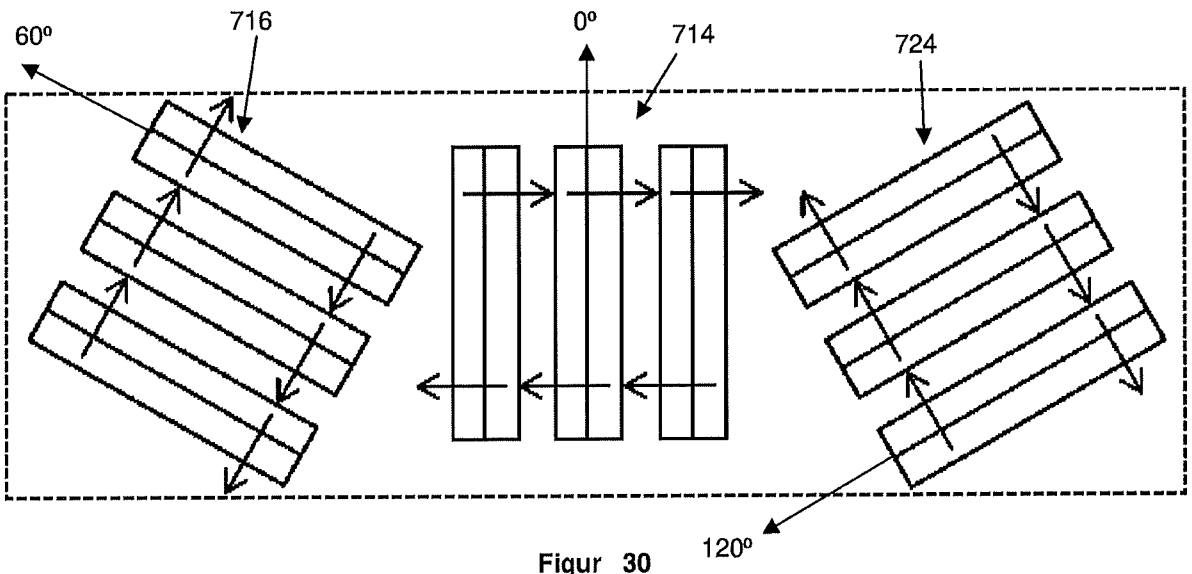
Figur 28



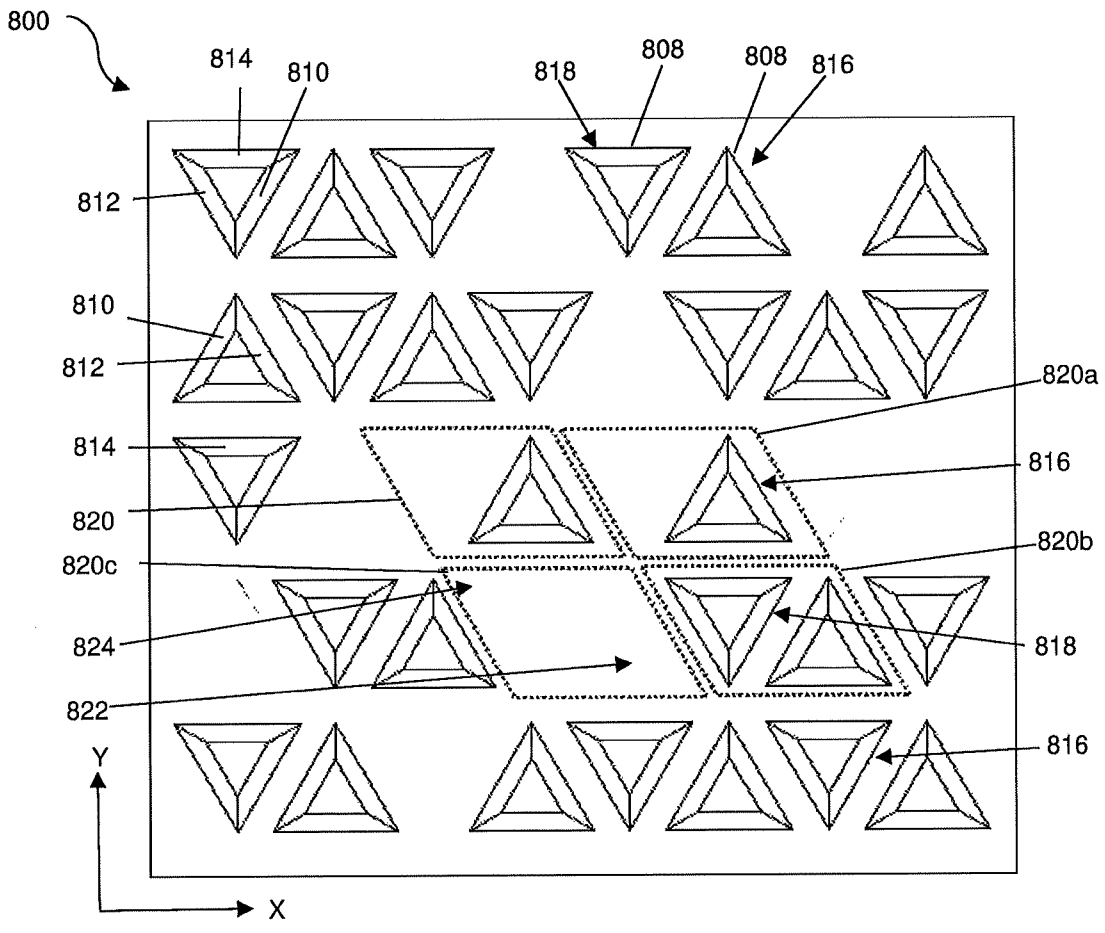
Figur 29A



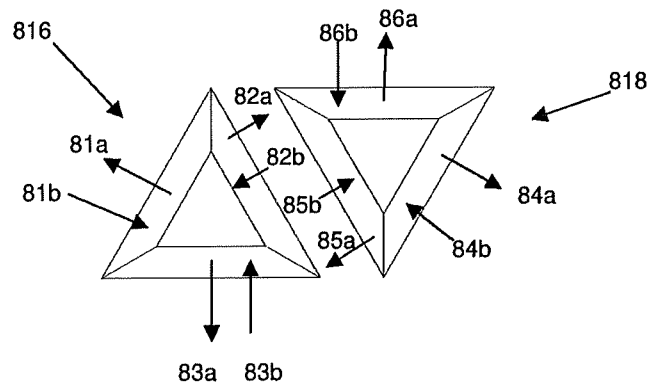
Figur 29B



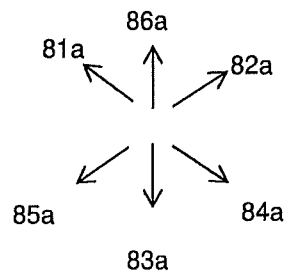
Figur 30



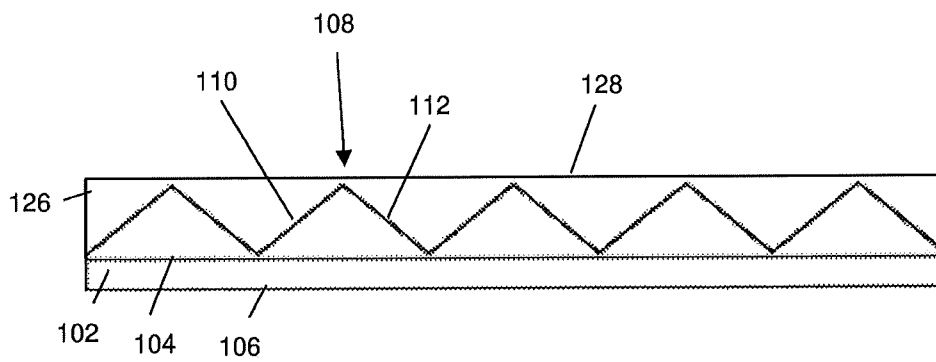
Figur 31



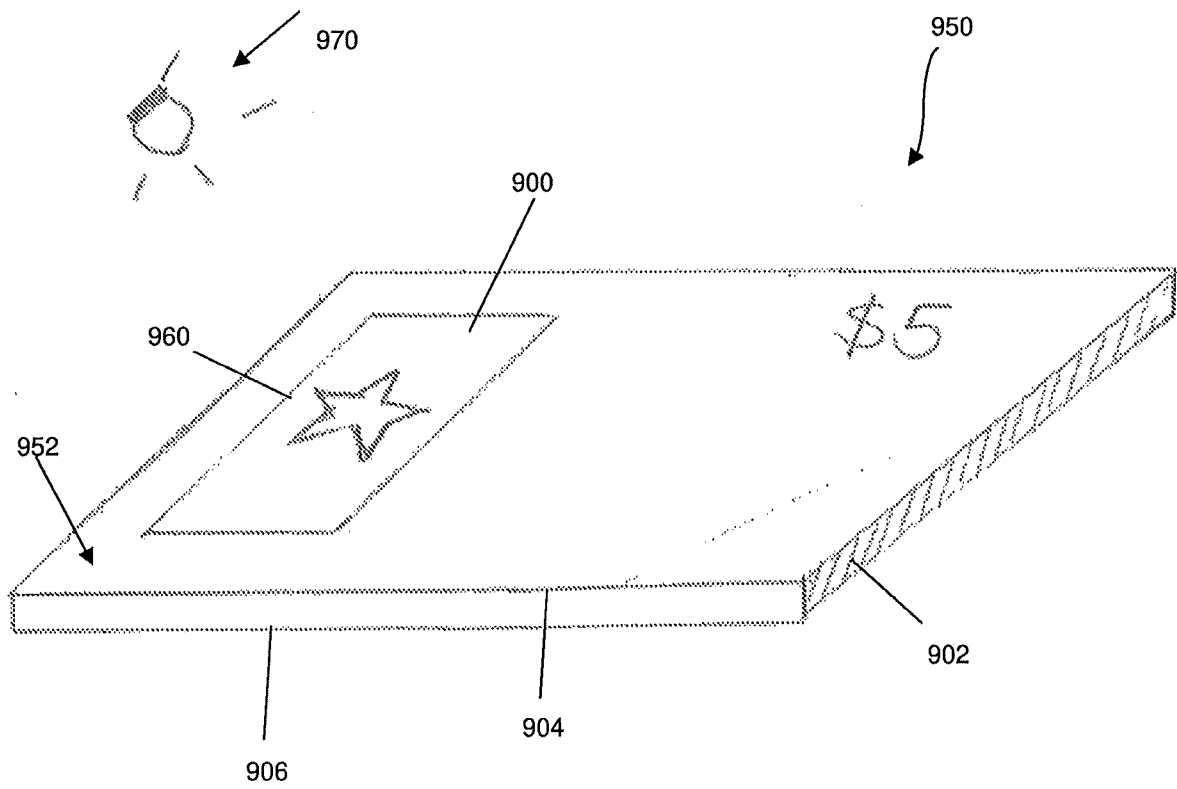
Figur 32



Figur 33



Figur 34



Figur 35