



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.06.2017 Patentblatt 2017/26

(21) Anmeldenummer: **16002760.3**

(22) Anmeldetag: **22.12.2016**

(51) Int Cl.:
B42D 25/324 ^(2014.01) **B42D 25/328** ^(2014.01)
B42D 25/342 ^(2014.01) **B42D 25/351** ^(2014.01)
B42D 25/373 ^(2014.01) **B42D 25/425** ^(2014.01)
B42D 25/43 ^(2014.01) **B42D 25/23** ^(2014.01)
B42D 25/24 ^(2014.01) **B42D 25/29** ^(2014.01)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

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

(72) Erfinder: **Lochbihler, Hans**
80337 München (DE)

(30) Priorität: **23.12.2015 DE 102015016751**

(54) **SICHERHEITSELEMENT FÜR SICHERHEITSPAPIERE, WERTDOKUMENTE ODER DERGLEICHEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement (12) für einen zu schützenden Gegenstand, wie z. B. ein Sicherheitspapier, Wertdokument oder dergleichen, das ein Substrat (14) mit mehreren, in einem Muster angeordneten Mikroreflektoren (22) und mehreren Mikrostrukturen aufweist, die zusammen mit den Mikroreflektoren (22) ein von einem Betrachter wahrnehmbares Bild erzeugen, wobei jede Mikrostruktur als Subwellenlängengitter (20) ausgebildet und einem der Mikroreflektoren (22) zugeordnet ist, wodurch Gitterreflektoren (10) umfassend jeweils einen Mikroreflektor (22) und mindestens ein Subwellenlängengitter (20) gebildet sind, wobei jedes Subwellenlängengitter (20) so ausgebildet ist, dass es sichtbare Strahlung, die durch eine Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus einem Halbraum einfällt, in eine nullte Beugungsordnung in Reflexion beugt.

gengitter (20) ausgebildet und einem der Mikroreflektoren (22) zugeordnet ist, wodurch Gitterreflektoren (10) umfassend jeweils einen Mikroreflektor (22) und mindestens ein Subwellenlängengitter (20) gebildet sind, wobei jedes Subwellenlängengitter (20) so ausgebildet ist, dass es sichtbare Strahlung, die durch eine Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus einem Halbraum einfällt, in eine nullte Beugungsordnung in Reflexion beugt.

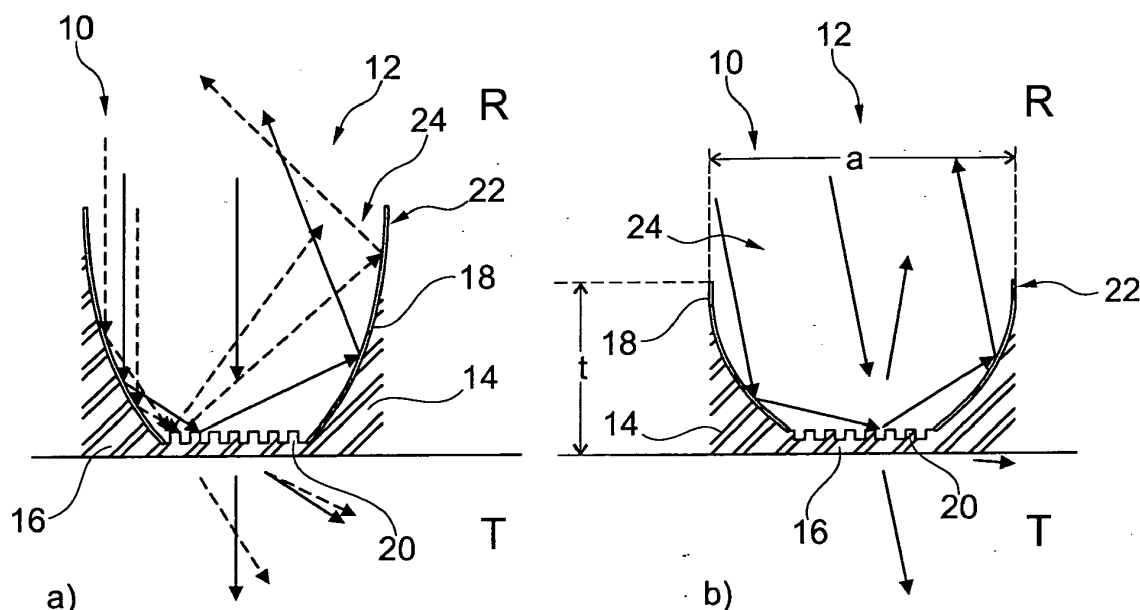


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement für einen zu schützenden Gegenstand, wie z.B. ein Sicherheitspapier, Wertdokument oder dergleichen, das mehrere, in einem Muster angeordnete Mikroreflektoren und mehrere Mikrostrukturen aufweist, die zusammen mit den Mikroreflektoren ein von einem Betrachter wahrnehmbares Bild erzeugen.

[0002] Die Erfindung bezieht sich weiter auf ein Sicherheitspapier oder Wertdokument.

[0003] Die Erfindung bezieht sich schließlich auch auf ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselementes für einen zu schützenden Gegenstand, wie z. B. ein Sicherheitspapier, Wertdokument oder dergleichen, wobei auf einem Substrat mehrere, in einem Muster angeordnete Mikroreflektoren und mehrere Mikrostrukturen ausgebildet werden, die zusammen mit den Mikroreflektoren ein von einem Betrachter wahrnehmbares Bild erzeugen.

[0004] Zu schützende Gegenstände werden häufig mit einem Sicherheitselement ausgestattet, das eine Überprüfung der Echtheit des Gegenstandes erlaubt und somit als Schutz vor unerlaubter Reproduktion dient. Solche Gegenstände sind beispielsweise Sicherheitspapiere, Ausweis- oder Wertdokumente (wie z. B. Banknoten, Chipkarten, Pässe, Identifikationskarten, Ausweiskarten, Aktien, Anleihen, Urkunden, Gutscheine, Schecks, Eintrittskarten, Kreditkarten, Gesundheitskarten) sowie Produktsicherungselemente, wie z. B. Etiketten, Siegel und Verpackungen. Es kann sich auch um Produkte selbst handeln, wie beispielsweise eine Kapsel eines Medikamentes, für das Fälschungen zu befürchten sind.

[0005] Für Sicherheitselemente sind im Stand der Technik ausführlich sogenannte Moiré-Vergrößerungsanordnungen beschrieben, beispielsweise in den Druckschriften EP 1434695 B1, WO 2005/106601 A2, EP 1979768 A1, EP 1182054 B1, WO 2011/029602 A2, WO 2002/101669 A2, EP 1476317 A1 und EP 1893074 A2. Diese Vergrößerungsanordnungen kombinieren Fokussierelemente mit Mikrobildern, welche sich in der Bildebene der Fokussierelemente befinden. Die Mikrobilder sind zu den Fokussierelementen so ausgerichtet, dass sich bei Betrachtung des Sicherheitselementes durch den sogenannten Moiré-Effekt ein synthetisches Bild ergibt. Dieses synthetische Bild hat Eigenschaften (beispielsweise einen ortho-parallaktischen Effekt), die durch einfache Kopie der Bilder nicht reproduzierbar sind. Die Fokussierelemente können als Mikrolinsen oder Mikroreflektoren ausgebildet sein. Letztere Bauweise ist Gegenstand der Druckschriften WO 2010/136339 A2 und der WO 2011/012460 A2.

[0006] Bekannten Moiré-Vergrößerungsanordnungen ist es gemein, dass die Mikrobilder eine stark verkleinerte Form zumindest eines Teilausschnittes des synthetischen Bildes sind. Sie sind beispielsweise durch dem Bildinhalt entsprechende Reliefoberflächen gebildet, welche mit Farbe gefüllt sind, oder welche anderweitig lichtabsorbierende Eigenschaften haben.

[0007] Die bekannten Sicherheitselemente benötigen einen Abstand zwischen Mikrobildern und Fokussierelementen, der in etwa der Fokuslänge der Fokussierelemente entspricht. Im Stand der Technik wird diese Anforderung in der Regel dadurch erfüllt, dass Mikrobilder und Mikrofokussierelemente auf gegenüberliegenden Seiten einer Folie angeordnet sind, deren Dicke in etwa der Fokuslänge der Fokussierelemente entspricht. Dieses Vorgehen erfordert eine beidseitige Prägung der Folie in sehr exaktem Register zueinander. Dies ist aufwendig und deshalb nachteilig.

[0008] Die gattungsbildende Druckschrift WO 2014/012667 A1 befasst sich ebenfalls mit einem Sicherheitselement. Es besteht aus einer Vielzahl von in einem Muster angeordneten Mikroreflektoren, an deren Boden jeweils ein reflektives Gitter liegt, das einfallende Strahlung beugt und zum Mikroreflektor hin leitet, der sie dann zum Betrachter wieder zurück reflektiert. Somit wird einfallendes Licht von der Anordnung aus Mikrospiegeln und Gittern zu dem Betrachter vollständig reflektiert. Die Gitter beugen das einfallende Licht in der ersten Beugungsordnung. Durch eine Variation der Relativlage von Mikroreflektor zu Gitter im Muster kann ein Bild erzeugt werden.

[0009] Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei einem Sicherheitselement, einem Sicherheitspapier oder Wertdokument sowie bei einem Herstellverfahren für diese Objekte eine größere Fälschungssicherheit und Anwendbarkeit zu erreichen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0011] Die Erfindung stellt ein Sicherheitselement für einen zu schützenden Gegenstand bereit, wie beispielsweise ein Sicherheitspapier, ein Wertdokument oder dergleichen. Das Sicherheitselement weist ein Substrat mit mehreren, in einem Muster angeordneten Mikroreflektoren und mehreren Mikrostrukturen auf, die zusammen mit den Mikroreflektoren ein von einem Betrachter wahrnehmbares Bild erzeugen. Jede Mikrostruktur ist als Subwellenlängengitter ausgebildet und einem der Mikroreflektoren zugeordnet, wodurch Gitterreflektoren umfassend jeweils einen Mikroreflektor und mindestens ein Subwellenlängengitter gebildet sind. Jedes Subwellenlängengitter ist so ausgebildet, dass es sichtbare Strahlung, also Licht, die durch eine Apertur des Mikroreflektors aus dem Halbraum einfällt, in eine nullte Reflexions-Beugungsordnung reflektierend beugt, wobei bevorzugt für jeden Gitterreflektor das Subwellenlängengitter und der Mikroreflektor so aufeinander abgestimmt sind, dass der Mikroreflektor mindestens einen Teil der von dem Subwellenlängengitter in die nullte Reflexions-Beugungsordnung gebeugten Strahlung als Rückstrahlung in den Halbraum zurück-reflektiert.

[0012] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Subwellenlängengitter als halbtransparentes Subwellenlängengitter ausgebildet, das einen zweiten Teil der sichtbaren Strahlung, die durch die Apertur des Mikroreflektors aus dem Halbraum einfällt, in eine nullte Transmissions-Beugungsordnung transmittierend beugt. Bevorzugt sind dabei in jedem Gitterreflektor das Subwellenlängengitter und der Mikroreflektor so aufeinander abgestimmt, dass das Subwellenlängengitter die durch die Apertur des Mikroreflektors aus dem Halbraum einfallende und von dem Mikroreflektor reflektierte Strahlung in der nullten Transmissions-Beugungsordnung durch das Substrat transmittiert.

[0013] Nach einer ebenfalls bevorzugten Ausgestaltung ist das Subwellenlängengitter als opakes Subwellenlängengitter ausgebildet.

[0014] Die Subwellenlängengitter sind mit Strukturen ausgestaltet, deren Periode kleiner als die Wellenlänge des sichtbaren Lichtspektrums ist. Sie sind weiter derart ausgebildet, dass sie den Großteil der Strahlung farbgebend in die nullte Beugungsordnung beugen. Falls höhere Beugungsordnungen für bestimmte Einfallswinkel im kurzwelligen Wellenlängenbereich auftreten, wird nur ein kleiner Anteil der einfallenden Strahlung in diese Ordnungen gebeugt. Beispielsweise gelangen 50%, 60% oder 70% der einfallenden Strahlung in die nullte Beugungsordnung, entweder in Reflexion oder in Transmission. Insbesondere kann das Subwellenlängengitter derart ausgebildet sein, dass in etwa die Hälfte der Strahlung reflektiert und die andere Hälfte transmittiert wird, wobei ferner ein geringer Anteil der Strahlung absorbiert wird. Andere Aufteilungen sind möglich. Das Subwellenlängengitter ist in diesem Sinne halbtransparent und bewirkt eine Farbgebung in Reflexion und Transmission. Für bestimmte Parameter kann der Anteil der Strahlung, der absorbiert wird, auch dominierend sein.

[0015] Die Reflexions- und Transmissionseigenschaften des Subwellenlängengitters sind insbesondere von der Wellenlänge der einfallenden Strahlung abhängig. Insbesondere wird nur Strahlung in einem bestimmten Wellenlängenbereich in nullter Beugungsordnung transmittierend oder reflektierend gebeugt. Somit ist es möglich, die Farbe bzw. das farbliche Erscheinungsbild des durch den Gitterreflektor in Reflexion und/ oder in Transmission erzeugten Bildes festzulegen. Daneben hängen die Reflexions- und Transmissionseigenschaften des Subwellenlängengitters auch von der Profilgeometrie sowie von den Materialeigenschaften des Subwellenlängengitters ab.

[0016] Die Transmission erfolgt durch das Substrat, das deshalb bevorzugt für die Strahlung zumindest teiltransparent oder transluzent ist. Das Substrat ist vorzugsweise mindestens im Bereich eines Bodens der Gitterreflektoren transparent ausgestaltet, insbesondere ist das Substrat komplett transparent, beispielsweise eine durchsichtige Folie. Außerhalb der Gitterreflektoren kann optional das Substrat intransparent sein, beispielsweise mit einem absorbierenden Subwellenlängengitter beschichtet sein, um einen schwarzen Hintergrund für das Bild bereitzustellen.

[0017] Das Subwellenlängengitter und der Mikroreflektor sind insbesondere derart angeordnet, dass die von der ersten oder höheren Beugungsordnung transmittierte oder reflektierte Strahlung möglichst nicht zum Mikroreflektor oder unter derart flachen Winkeln reflektiert oder transmittiert wird, dass der Mikroreflektor Strahlung aus den höheren Beugungsordnungen verglichen mit der in der nullten Beugungsordnung nur zu einem geringeren Intensitätsanteil transmittiert oder in den Halbraum reflektiert.

[0018] Die Anordnung des Subwellenlängengitters und des Mikroreflektors erfolgt im Vergleich zum Ansatz der WO 2014/012667 A1 nicht hinsichtlich der Reflexion in erster Beugungsordnung, sondern in nullter Beugungsordnung. Darüber hinaus ist das Sicherheitselement insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitselement einem Beobachter ein Bild oder mehrere Bilder zeigt, sowohl, wenn dieser sich in demselben Halbraum wie die Beleuchtung für das Sicherheitselement befindet (reflektiertes Bild oder Aufsichtsbild) als auch, wenn sich die Beleuchtung des Sicherheitselements und der Beobachter mit Hinblick auf das Sicherheitselement in zwei verschiedenen Halbräumen befinden (transmittiertes Bild oder Durchsichtsbild). Das Sicherheitselement zeigt also von beiden Seiten ein Bild, wobei die Bilder gleich oder unterschiedlich, z. B. hinsichtlich eines Farbeindrucks, sein können.

[0019] Das Subwellenlängengitter des Sicherheitselements wird in vorteilhaften Ausgestaltungen nicht zur Absorption von Strahlung, sondern zur Reflexion und Transmission von Strahlung genutzt. Insbesondere ist der von dem Subwellenlängengitter und/ oder dem Sicherheitselement in Transmission absorbierte Teil der Strahlung äußerst gering, beispielsweise unter 50% der einfallenden Strahlung. Im Allgemeinen ist der Absorptionsanteil bei einem Subwellenlängengitter größer als bei einem Beugungsgitter erster Ordnung, da hier elektromagnetische Resonanzen für bestimmte Wellenlängen auftreten, welche zur Lichtabsorption führen, wie beispielsweise in den Druckschriften DE 10 2011101 635 A1 und DE 10 2009 056 933 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt insoweit in die vorliegende Anmeldung aufgenommen wird.

[0020] In weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen wird das Subwellenlängengitter nur zur Reflexion von Strahlung genutzt und wirkt als sogenanntes Subtraktionsfarbfilter. Das (opake) Subwellenlängengitter absorbiert dabei Strahlung in einem bestimmten Wellenlängenbereich im sichtbaren Teil des Strahlungsspektrums, der verbleibende Teil des Strahlungsspektrums wird reflektiert. Wird also beispielsweise der blaue Strahlungsanteil absorbiert, erscheint das Subwellenlängengitter in Reflexion in der Komplementärfarbe von Blau.

[0021] Die gebeugte Rück- und transmittierte Durchsicht-Strahlung können optional vor der Beugung (Durchsicht oder Transmission) oder nach oder vor der Beugung (Reflexion) am Mikroreflektor gespiegelt werden. In allen Fällen hängt die Richtung, in der sie abgegeben wird, der Abstrahlwinkel und die Farbe von der Ausbildung des Gitterreflektors ab.

Durch die Anordnung verschieden ausgestalteter Gitterreflektoren im Muster können farbige Symbole bzw. Bilder erzeugt werden, sowohl in Aufsicht als auch in Durchsicht.

[0022] Der durch den Gitterreflektor abgelenkte Teil der einfallenden Strahlung ist für die Erzeugung des reflektierten (Aufsicht) oder transmittierten (Durchsicht) Bildes verantwortlich. Durch die Ausgestaltung des Gitterreflektors derart, dass möglichst viel Licht abgelenkt wird, kann ein besonders lichtintensives Bild erzeugt werden. Der Grad der Ablenkung hängt unter anderem von dem Durchmesser der Apertur ab. Je größer der Durchmesser der Apertur ist, desto geringer ist der Winkelbereich, in welchem das einfallende Licht durch den Gitterreflektor abgelenkt wird. Auf der anderen Seite steigt mit zunehmendem Durchmesser der Apertur die Konvergenz des seitlich abgelenkten Lichts. Somit ist ein Gitterreflektor mit größerem Durchmesser der Apertur zwar geeignet, Licht aus einem größeren Winkelbereich abzulenken, die Divergenz des abgelenkten Lichts ist jedoch ebenfalls größer, was die Intensität des Bildes mindert.

[0023] Auf der anderen Seite hängt die Größe der Ablenkung auch von der Tiefe des Gitterreflektors ab, welche von dem Boden des Gitterreflektors zu dessen Apertur gemessen wird. Je tiefer der Gitterreflektor ist, desto geringer wird der Akzeptanzwinkel des einfallenden Lichtes, d.h. nur in einem speziellen, kleiner werdenden Winkelbereich wird Licht durch den Gitterreflektor seitlich abgelenkt, so dass ein sichtbares Bild entsteht. Allerdings nimmt mit zunehmender Tiefe des Gitterreflektors auch die Divergenz des reflektierten bzw. transmittierten Lichts ab.

[0024] Durch eine geeignete Wahl des Durchmessers der Apertur und der Tiefe des Gitterreflektors kann somit der Akzeptanzwinkel des einfallenden Lichts und die Divergenz des reflektierten Lichts bzw. transmittierten Lichts entsprechend gewählt werden, um für das jeweilige Sicherheitselement beste Parameter zur Erzeugung des Bildes bereitzustellen.

[0025] Ein Betrachter nimmt aus einer Betrachtungsrichtung einen einzelnen Gitterreflektor mit einer durch dessen Ausgestaltung festgelegten Intensität und/oder Farbe, aber ohne Bildinformation wahr. Die Bildinformation wird erst durch das Zusammenwirken der Gitterreflektoren im Muster erreicht. Bevorzugt werden mehrere Gitterreflektoren mit verschiedener Ausbildung (Kombination aus Mikroreflektor und Mikrostruktur im jeweiligen Gitterreflektor) vorgesehen, so dass zwischen den Gitterreflektoren ein Farb- oder Intensitätsunterschied besteht, der insgesamt das wahrnehmbare Bild erzeugt. Außerdem können mehrere gleiche Gitterreflektoren nebeneinander angeordnet werden, wobei deren Anordnung die Bildinformation trägt. Auf diese Weise werden beispielsweise Buchstaben oder Symbole dargestellt. Die Bildinformation wird vom Sicherheitselement bevorzugt dadurch erzeugt, dass jeder Gitterreflektor bestehend aus Mikroreflektor und Subwellenlängengitter die Funktion eines Pixels zur Bilderzeugung hat.

[0026] Da die Sublängenwellengitter in Kombination mit den Mikroreflektoren in der Regel stark winkelabhängige Eigenschaften besitzen, können auch Parallaxenbilder wie bei einer Moiré-Vergrößerungsanordnung erzeugt werden. Es ist ferner die Bildung von Stereogrammen möglich, beispielsweise durch entsprechende Ausrichtung der Mikroreflektoren, so dass einige Gitterreflektoren Bildinformationen für das linke Auge, andere für das rechte Auge (entsprechend dem Sehwinkelunterschied) bereitstellen.

[0027] Schließlich verbleibt zu erwähnen, dass die oben beschriebenen Gitterreflektoren mit bekannten Strukturen wie Hologrammen, Mikrospiegelanordnungen und/oder lichtabsorbierenden Strukturen wie Mottenaugenstrukturen oder Mikrokavitäten kombiniert werden können.

[0028] Das Sicherheitselement kann in einem einzigen Abformverfahren hergestellt werden. Man benötigt keine registerhaltig zueinander auszuführenden Abformschritte auf verschiedenen Seiten einer transparenten Folie. Es ist vielmehr möglich, mit einem einzigen Prägeprozess ein Substrat, z. B. eine Folie, so zu gestalten, dass sowohl die Strukturen der Mikroreflektoren als auch der Subwellenlängengitter erzeugt werden. Die Relativlage (und Form) von Subwellenlängengitter und zugeordnetem Mikroreflektor wird durch das entsprechende Prägewerkzeug vorgegeben, so dass keine zueinander im Register stehenden Folgen von Bearbeitungsschritten am Substrat nötig sind. Dies vereinfacht die Herstellung.

[0029] Weiter ist die Mindestdicke des Sicherheitselementes nicht durch eine Fokallänge von Fokussierungselementen vorgegeben. Die Dicke ist ausschließlich durch die Tiefe der Mikroreflektoren beschränkt. Diese Tiefe entspricht in etwa der Höhe, welche Mikrolinsen bekannter Moiré-Vergrößerungsanordnungen hätten, was zum Ergebnis führt, dass die Mindestdicke des Sicherheitselementes nur ein Bruchteil der von herkömmlichen Sicherheitselementen mit Moiré-Vergrößerungsanordnungen ist. Dennoch kann ein Moiré-Effekt gleichermaßen realisiert werden.

[0030] Die Mikroreflektoren können als rinnenförmige Reflektoren ausgestaltet werden. Sie sind dann Rinnen, die vorzugsweise einen ebenen Boden haben. Der ebene Boden muss nicht zwingend reflektierend sein. Am ebenen Boden ist das Subwellenlängengitter angeordnet, das dann ebenfalls als Lineargitter ausgebildet ist. Insbesondere bei rinnenförmigen Reflektoren ist es auch möglich, mehr als ein Subwellenlängengitter entlang der Rinnen des Reflektors anzuordnen. Optional dazu können die Mikroreflektoren als Hohlspiegel gestaltet sein, die vorzugsweise einen ebenen Boden haben, an dem das Subwellenlängengitter liegt. Auch hier muss der Boden nicht reflektierend sein. Der ebene Boden der Mikroreflektoren kann insbesondere schräg ausgestaltet sein, so dass sich das Subwellenlängengitter zum Mikroreflektor hin neigt.

[0031] Alternativ können auch Mikroreflektoren eingesetzt werden, deren Boden nicht eben, sondern beispielsweise gewölbt ausgestaltet ist.

[0032] Die einzelnen Gitterreflektoren als Pixel einzusetzen, ist dann besonders einfach, wenn die Mikroreflektoren als Hohlspiegel ausgebildet sind, die rotationssymmetrisch sind, beispielsweise die Form der Mantelfläche einer Kugelschicht oder Ellipsoidschicht haben. Eine solche Mantelfläche erhält man, wenn man aus einem Ellipsoid oder einer Kugel durch zwei parallele, die Kugel bzw. das Ellipsoid echt schneidende Ebenen eine Schicht herauschneidet. Die kleinere der beiden durch den Schnitt entstehenden parallelen Kreisflächen oder Ellipsen stellt dann den Boden des Hohlspiegels dar. Dieser muss nicht verspiegelt sein.

[0033] Es ist bevorzugt, dass die Mikroreflektoren neben dem Boden eine Seitenwand aufweisen, welche im Querschnitt parabelförmig, gerade, ellipsenförmig oder als eine Mischform daraus ausgebildet ist.

[0034] Die Seitenwand kann in mehrere Abschnitte eingeteilt sein, wobei jeder Abschnitt parabelförmig, gerade, ellipsenförmig oder als eine Mischform daraus ausgestaltet ist. Es ist auch möglich, dass die einzelnen Abschnitte unterschiedlich ausgebildet sind. Wenn eine Apertur mit hexagonalem Querschnitt vorgesehen ist, kann jeder Abschnitt einer Wand der hexagonalen Apertur entsprechen. Alternativ kann auch die Apertur rechteckförmig und damit der Mikroreflektor quaderförmig sein, wobei jede Seitenwand im Querschnitt entsprechend parabelförmig, gerade, ellipsenförmig oder als eine Mischform daraus ausgebildet ist. Die Form der Seitenwand im Querschnitt hängt insbesondere von der Größe des Mikroreflektors und der Anordnung des Subwellenlängengitters im Mikroreflektor ab.

[0035] Die Ausrichtung der Seitenwände der einzelnen Gitterreflektoren ermöglicht es, Bildinformationen zu übertragen. Beispielsweise sind bei einer ersten Gruppe von Gitterreflektoren die Seitenwände in eine erste Richtung ausgerichtet, so dass diese Gitterreflektoren in einer ersten Blickrichtung zu sehen sind. Bei einer zweiten Gruppe von Gitterreflektoren sind die Seitenwände in eine zweite Richtung ausgerichtet, so dass diese Gitterreflektoren in einer zweiten Blickrichtung zu erkennen sind.

[0036] Es ist bevorzugt, dass die Mikroreflektoren im Querschnitt asymmetrisch sind, wobei insbesondere ein erster Teil der Seitenwand gerade und ein zweiter Teil der Seitenwand konkave, insbesondere parabelförmig oder ellipsenförmig ausgebildet sind.

[0037] Vorzugsweise sind der erste Teil der Seitenwand und der zweite Teil der Seitenwand sich gegenüberliegend angeordnet. Zum Beispiel liegen sich bei einem quaderförmigen Mikroreflektor zwei Abschnitte der Seitenwand gegenüber. Durch die Verwendung von asymmetrischen Reflektoren kann der Lichtanteil, der seitlich abgelenkt wird, vergrößert werden. Somit kann der Kontrast des aus dem Muster entstehenden Bildes erhöht werden.

[0038] Weiter kann der erste Teil der Seitenwand, welche gerade ausgebildet ist, zu dem Boden senkrecht angeordnet sein. Dadurch kann insbesondere erreicht werden, dass der gerade Teil einen Bereich des Bodens von der einfallenden Strahlung abschirmt, d.h. beschattet, und somit nicht zum nicht abgelenkten Anteil der einfallenden Strahlung beiträgt. Folglich erhöht sich der Strahlungsanteil, der seitlich abgelenkt wird.

[0039] Für übliche optische Ausführungen ist es bevorzugt, dass die Mikroreflektoren eine Tiefe von 2 bis 30 μm haben, bevorzugt von 5 bis 20 μm . Weiter ist es bevorzugt, dass jedes Subwellenlängengitter eine Gitterperiode zwischen 100 nm und 500 nm, insbesondere 240 nm bis 420 nm, hat, wobei das Subwellenlängengitter eindimensional periodisch oder auch zweidimensional periodisch ausbildet sein kann. Solche Strukturabmessungen ergeben gute Resultate bei zugleich einfacher Herstellbarkeit. Die Gitterperiode sowie das Profil des Subwellenlängengitters hängen insbesondere von der Farbe ab, welche in nullter Beugungsordnung reflektiert oder transmittiert werden soll.

[0040] An ihrer dem Halbraum zugewandten Seite sind die Mikroreflektoren und die Subwellenlängengitter mit Vorteil mit mindestens einer metallischen Schicht beschichtet, bevorzugt mit Al, Ag, Au, Cu, Cr oder einer diese Metalle enthaltenden Legierung.

[0041] Möchte man die Buntheit in Reflexion steigern, können die Mikroreflektoren und die Subwellenlängengitter an ihrer dem Halbraum zugewandten Seite mit einer Multilayerbeschichtung, z. B. als Trilayer aus zwei übereinanderliegenden Metall- oder Halbleiterschichten mit einer dazwischen liegenden dielektrischen Schicht, aufgebaut werden.

[0042] Durch die Form der Apertur wird insbesondere auch die Form des Mikroreflektors festgelegt. Damit sind auch die Anordnungen der Seitenflächen vorgegeben und folglich ebenfalls die von den Seitenwänden reflektierte Strahlungsrichtung. Beispielsweise kann durch Verwendung eines rotationssymmetrischen Mikroreflektors mit einer kreisförmigen Apertur ein Bild in viele Blickrichtungen erzeugt werden. Bei der Verwendung eines quaderförmigen Mikroreflektors mit einer rechteckigen Apertur können einzelne Beobachtungsrichtungen bevorzugt sein. Ähnliches gilt für einen zylinderförmigen Mikroreflektor mit sechseckiger Apertur.

[0043] Gitterreflektoren mit runden Aperturen werden bevorzugt in einem hexagonalen Muster angeordnet, da sich auf diese Weise eine möglichst hohe Flächenfüllung erzielen lässt.

[0044] Die einzelnen Gitterreflektoren können mit sie umgebenden Stegen ausgebildet werden, d. h. zumindest einige benachbarte Gitterreflektoren stoßen dann nicht direkt aneinander, sondern sind durch einen Steg getrennt. Zwischen den Gitterreflektoren liegen folglich Stegflächen, die bevorzugt durch ebene Flächen gebildet sind. Durch Beschichtung der Stegflächen und/ oder Gestaltung der Dicke des Substrates im Bereich der Stegflächen kann man dafür sorgen, dass auf die Stegflächen einfallendes Licht unterschiedlich reflektiert und/oder transmittiert wird. Der Effekt wird bevorzugt lateral variabel ausgestaltet, um zusätzlich Symbole zu kodieren und in Transmission sichtbar zu machen. Damit ist eine zusätzliche Fälschungssicherheit erreicht.

[0045] Eine lateral variierende Beschichtung der Stegflächen wird vorzugsweise dadurch realisiert, dass die Stegflächen zuerst mit einer Beschichtung, beispielsweise mit einer Metallisierung versehen werden, und diese bereichsweise wieder entfernt wird, z. B. durch ein Ätzverfahren. Alternativ ist es möglich, die auf den Stegflächen vorliegende Beschichtung durch Kaschieren mit einer Akzeptorfolie bereichsweise zu transferieren und damit bereichsweise von den Stegflächen zu entfernen. Weitere Einzelheiten zu einem derartigen Metalltransferverfahren können der Druckschrift WO 2011/138039 A1 entnommen werden, die diesbezüglich vollumfänglich in den Offenbarungsgehalt dieser Beschreibung eingebunden wird.

[0046] Die Mikroreflektoren können in ihrer Apertur (Öffnung) grundsätzlich jede beliebige Form haben, beispielsweise quadratische, kreisförmige oder rechteckige Aperturen.

[0047] Es ist bevorzugt, dass die Apertur einen Durchmesser hat und der Mikroreflektor von der Apertur bis zum Boden eine Tiefe hat, wobei innerhalb eines Musters mindestens eine der folgenden Eigenschaften der Gitterreflektoren variiert, um ein Bild zu erzeugen: Lage der Subwellenlängengitter zu dem jeweils zugeordneten Mikroreflektor, Durchmesser der Apertur, Tiefe des Mikroreflektors, Ausrichtung des Mikroreflektors, Form des Mikroreflektors und/oder Gitterperiode des Subwellenlängengitters.

[0048] Durch diese variable Anordnung können besondere Arten des Bildes erzeugt werden. Insbesondere ist es damit möglich, Bilder aufgrund eines Moire-Effekts, eines stereoskopischen Effekts und/oder eines Laufeffekts zu erzeugen.

[0049] Insbesondere werden ein oder mehrere Parameter zwischen den einzelnen Gitterreflektoren des Musters verändert. Beispielsweise kann ein Bereich des Bildes durch Gitterreflektoren mit einem ersten Parametersatz erzeugt werden, während ein zweiter Bereich des Bildes durch Gitterreflektoren mit einem zweiten Parametersatz generiert wird. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Stereogramme erzeugen.

[0050] Alternativ können sich die Parameter innerhalb des Bildes kontinuierlich verändern, um beispielsweise Moire-Effekte zu erzeugen.

[0051] Das Sicherheitselement kann insbesondere als Sicherheitsfaden, Aufreißfaden, Sicherheitsband, Sicherheitsstreifen, Patch oder als Etikett ausgebildet sein. Insbesondere kann das Sicherheitselement transparente Bereiche oder Ausnehmungen eines zu schützenden Gegenstandes überdecken.

[0052] Das Sicherheitselement kann insbesondere Teil einer noch nicht umlauffähigen Vorstufe zu einem Wertzokument sein, das beispielsweise auch zusätzliche Echtheitsmerkmale (wie z. B. im Volumen vorgesehene Lumineszenzstoffe etc.) aufweisen kann. Unter Wertz Dokumenten werden hier einerseits das Sicherheitselement aufweisende Dokumente verstanden, andererseits können Wertz dokumente auch sonstige Dokumente oder Gegenstände sein, die mit dem erfindungsgemäßen Sicherheitselement versehen werden können, damit sie nicht kopierbare Echtheitsmerkmale aufweisen. Chip- oder Sicherheitskarten, wie z. B. Bank- oder Kreditkarten, sind weitere Beispiele für Wertz dokumente.

[0053] Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselementes für einen zu schützenden Gegenstand, wie z. B. ein Sicherheitspapier, Wertz dokument oder dergleichen, wobei auf einem Substrat mehrere, in einem Muster angeordnete Mikroreflektoren und mehrere Mikrostrukturen ausgebildet werden, die zusammen mit den Mikroreflektoren ein von einem Betrachter wahrnehmbares Bild erzeugen. Jede Mikrostruktur wird als Subwellenlängengitter ausgebildet und einem der Mikroreflektoren zugeordnet, wodurch Gitterreflektoren umfassend jeweils einen Mikroreflektor und mindestens ein Subwellenlängengitter gebildet werden. Jedes Subwellenlängengitter wird so ausgebildet, dass es sichtbare Strahlung, die durch eine Apertur des Mikroreflektors aus einem Halbraum einfällt, in eine nullte Reflexions-Beugungsordnung reflektierend beugt, wobei bevorzugt für jeden Gitterreflektor das Subwellenlängengitter und der Mikroreflektor so aufeinander abgestimmt werden, dass der Mikroreflektor die vom Subwellenlängengitter in die nullte Reflexions-Beugungsordnung gebeugte Strahlung als Rückstrahlung in den Halbraum zurück reflektiert.

[0054] Nach einer vorteilhaften Verfahrensvariante wird das Subwellenlängengitter als halbtransparentes Subwellenlängengitter ausgebildet, das einen zweiten Teil der sichtbaren Strahlung, die durch die Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus dem Halbraum einfällt, in eine nullte Transmissions-Beugungsordnung transmittierend beugt. In jedem Gitterreflektor werden dabei bevorzugt das Subwellenlängengitter und der Mikroreflektor ferner so aufeinander abgestimmt, dass das Subwellenlängengitter die durch die Apertur des Mikroreflektors aus dem Halbraum einfallende und vom Mikroreflektor reflektierte Strahlung in nullter Transmissions-Ordnung transmittiert.

[0055] Nach einer weiteren vorteilhaften Verfahrensvariante wird das Subwellenlängengitter als opakes Subwellenlängengitter ausgebildet.

[0056] Für das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren kommen zur Herstellung der Mikroreflektoren insbesondere Direktbelichtungstechniken in Frage, z. B. photolithographisch mit Hilfe eines Laserwriters. Die Herstellung kann analog zu den bekannten Herstellungsverfahren für Mikrolinsen erfolgen. Unabhängig davon wird die Struktur der Subwellenlängengitter erzeugt. Die beiden Vorgänge nimmt man bevorzugt passgenau in ein und demselben Photolack vor. Alternativ sind auch zwei unterschiedliche Belackungsvorgänge möglich. Nach Entfernung des belichteten Anteils des Photolacks kann ein belichtetes Original anschließend galvanisch abgeformt und somit ein Prägestempel erzeugt werden. Letztendlich wird die Struktur über einen Prägeprozess beispielsweise in UV-Lack auf Folie repliziert. Alternativ kann ein Nanoimprint-Verfahren eingesetzt werden. Aufwendigere Verfahren zur Originalherstellung wie Elektronen-

strahl- oder "Focussed Ion Beam"-Belichtungsverfahren erlauben eine noch feinere Ausgestaltung der Geometrie und eignen sich damit insbesondere zur Herstellung der Subwellenlängengitter.

[0057] Das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren kann so ausgebildet werden, dass die beschriebenen bevorzugten Ausbildungen und Ausführungsformen des Sicherheitselementes hergestellt werden.

[0058] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0059] Nachfolgend wird die Erfindung beispielshalber anhand der beigefügten Zeichnungen, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Zur besseren Anschaulichkeit wird in den Figuren auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Darstellung verzichtet. Es zeigen:

- Fig. 1 in a) und b) Gitterreflektoren mit jeweils symmetrischen Mikroreflektoren und unterschiedlichen Tiefen;
- Fig. 2 in a) und b) Gitterreflektoren gemäß einer zweiten Ausführungsform mit asymmetrischen Mikroreflektoren und unterschiedlicher Tiefe;
- Fig. 3 in a) bis c) den Gitterreflektor aus Fig. 1 mit jeweils unterschiedlicher Tiefe;
- Fig. 4 in a) bis c) den Gitterreflektor aus Fig. 1 mit jeweils unterschiedlichem Durchmesser einer Apertur;
- Fig. 5 in a) und b) zwei verschiedene Typen von Gitterreflektoren mit konischer und Parabel-Querschnittsform und unterschiedlicher Tiefe;
- Fig. 6 in a) und b) verschiedene Typen von Gitterreflektoren mit asymmetrischen Mikroreflektoren mit Parabel-Form und konischer Form sowie unterschiedlicher Tiefe;
- Fig. 7 in a) bis c) drei verschiedene Ausführungsformen von Sicherheitselementen, bei welchen sich die Lage eines Subwellenlängengitters hinsichtlich des Mikroreflektors über das Sicherheitselement ändert;
- Fig. 8 ein Sicherheitselement aus einer Anordnung von Mikroreflektoren mit Subwellenlängengittern, bei denen die Mikroreflektoren je nach Gruppe unterschiedlich orientiert sind; und
- Fig. 9 die Entstehung des durch das Sicherheitselement hervorrufbaren Bildes.

[0060] Die Fig. 1 bis 9 zeigen Gitterreflektoren 10 eines Sicherheitselementes 12. Das Sicherheitselement 12 ist aus einem Substrat 14, beispielsweise einer transparenten Folie, gefertigt, an deren Oberseite (der Begriff ist rein exemplarisch zu verstehen und soll keine Vorzugsrichtung angeben) eine Prägestruktur ausgebildet ist. Die Prägestruktur umfasst eine Vielzahl von Mikroreflektoren 22, die in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 bis 4 als elliptische Reflektoren mit einem ebenen Boden 16 ausgebildet sind. In anderen Ausführungsbeispielen, beispielsweise in denen der Fig. 5 und 6 sind die Mikroreflektoren in anderen Geometrien, insbesondere nicht rotationssymmetrisch ausgeführt.

[0061] Jeder Gitterreflektor 10 weist somit den Boden 16 und mindestens eine Seitenwand 18 auf. Ein halbtransparentes Subwellenlängengitter 20 ist an dem Boden 16 des Gitterreflektors 10 vorgesehen. Die mindestens eine Seitenwand 18 und der Boden 16 bilden den Mikroreflektor 22, welcher zur Oberseite und damit zu einem Halbraum offen ist und zwar durch eine Apertur 24 mit einem Durchmesser a . Die Strecke von dem Boden 16 zu der Apertur 24 bestimmt die Tiefe t des Gitterreflektors 10. Das Substrat 14 ist im Bereich des Bodens 16 zumindest teilweise transparent.

[0062] Die Seitenwand 18 der Fig. 1 dargestellten Gitterreflektoren 10 ist im Querschnitt parabelförmig ausgestaltet. Ferner ist hier der Gitterreflektor 10 rotationssymmetrisch ausgestaltet. Die Gitterreflektoren 10, die in Fig. 1a und 1b gezeigt sind, weisen den gleichen Durchmesser a der Apertur 24 auf, unterscheiden sich jedoch in ihrer Tiefe t . Das Verhältnis von Durchmesser a der Apertur 24 zu Tiefe t des Gitterreflektors 10 beträgt 0,8 in Fig. 1a und 0,55 in Fig. 1b.

[0063] Der Anteil der aus dem Halbraum einfallenden Strahlung, der auf das Subwellenlängengitter 20 fällt, wird direkt dort reflektiert und zu einem zweiten Teil transmittiert. Der andere Rest der sichtbaren Strahlung, der derart einfällt, dass er von dem Mikroreflektor 22 auf das Subwellenlängengitter 20 reflektiert wird, wird von dem Subwellenlängengitter 20 in nullter Beugungsordnung gebeugt ebenfalls zu einem Teil reflektiert und zu einem Teil transmittiert. Reflexion in nullter Reflexions-Beugungsordnung bedeutet, dass Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel ist, jedoch z. B. die Farbeigenschaften der Beugung von der Richtung des einfallenden Lichts abhängig sind. Der Lichtanteil, der zuerst an dem Mikroreflektor 22 reflektiert wird, wird somit anders am Subwellenlängengitter reflektiert und transmittiert als der direkt einfallende Lichtanteil. Die einfallende Strahlung wird gegenüber dem Einfallswinkel seitlich abgelenkt, so dass daraus für den Beobachter ein sichtbares Bild entsteht.

[0064] Der Lichtanteil, der seitlich abgelenkt wird, kann durch das Vorsehen eines asymmetrischen Gitterreflektors 10 erhöht werden, wie dies in Fig. 2a und 2b dargestellt ist. Ein erster Teil 26 der Seitenwand 18 ist im Querschnitt gerade ausgebildet und ist insbesondere senkrecht zu dem Boden 16. Ein zweiter Teil 28 der Seitenwand 18, welche dem ersten Teil 26 gegenüberliegend angeordnet ist, ist wie in Fig. 1 parabelförmig ausgestaltet. Das Verhältnis von Durchmesser a der Apertur 24 zu Tiefe t des Gitterreflektors 10 ist 1 in Fig. 2a und 0,53 in Fig. 2b.

[0065] Wie dies in Fig. 2a und 2b durch den linken Lichtstrahl dargestellt ist, schattet der erste Teil 26 der Seitenwand 18 einen Teil des Subwellenlängengitters 20 in der einfallenden Strahlung ab. Dadurch erhöht sich der Anteil des Lichts, welcher von dem Gitterreflektor 10 abgelenkt wird. Je geringer die Tiefe t des Gitterreflektors 10 ist, desto geringer ist

der abgeschattete Bereich, so dass der abgelenkte Strahlungsanteil mit abnehmender Tiefe t sinkt.

[0066] Fig. 3 zeigt drei unterschiedlich tiefe Gitterreflektoren 10 mit konstanter Durchmesser a der Apertur 24 und jeweils gleichem Subwellenlängengitter 20 am Boden 16 des Gitterreflektors 10. Dieser Figur können folgende dimensionslose Werte zugeordnet werden: $a=0,4$ sowie $t=0,3$; $0,4$ und $0,5$ für die unterschiedlichen Tiefen t . Somit ergibt sich beispielsweise für den Gitterreflektor 10 der Fig. 3b) ein Aspektverhältnis von 1. Im dargestellten Beispiel von Fig. 3 besitzen die Gitterreflektoren 10 eine elliptische Geometrie mit einem Durchmesser $a=0,4$ der Apertur 24 und dem Scheitelpunkt $s=0,45$, wobei das Subwellenlängengitter 20 zentrisch am Boden 16 angeordnet ist. In Fig. 3 sind die Randstrahlen der einfallenden und der gebeugten Strahlung eingezeichnet, welche zunächst am Subwellenlängengitter 20 in der nullten Ordnung gebeugt und dann durch die Seitenwand 18 des Mikroreflektors 22 abgelenkt werden.

[0067] Die transmittierte Strahlung ist in Fig. 3 nicht dargestellt, da das halbtransparente Subwellenlängengitter 20 das eingezeichnete, einfallende Licht ohne Ablenkung transmittiert. Bei Einsatz eines opaken Subwellenlängengitters findet keine Transmission des einfallenden Lichts statt, so dass die Ausführungen zu den Figuren 3 und 4 auch exemplarisch für solche Ausgestaltungen gelten.

[0068] Die Strahlen beziehen sich in diesem Beispiel jeweils auf einen festen Auftreffpunkt am Subwellenlängengitter 20. Hier zeigt sich, dass der Akzeptanzwinkel des einfallenden Lichts und die Lichtaufstreuung von der Tiefe t abhängt, wie dies in nachstehender Tabelle beispielhaft dargestellt ist.

Tiefe t	Akzeptanzwinkel des einfallenden Lichts	Divergenz des reflektierten Lichts
0,3	12,5°	20,5°
0,4	11,0°	16,3°
0,5	9,5°	15,1°

[0069] Die Zahlenangaben zeigen, dass mit zunehmender Tiefe t des Mikroreflektors 22 die Divergenz der abgelenkten Strahlung abnimmt, d. h. verstärkt zum Betrachter gebündelt wird, da der Austrittswinkel die Bündelung beschreibt.

[0070] Daraus ist ersichtlich, dass die am Subwellenlängengitter 20 und am Mikroreflektor 22 reflektierte Strahlung eine deutliche Aufstreuung erfährt. Weiterhin verringern sich der Akzeptanzwinkel des einfallenden Lichts und die Divergenz des reflektierten Lichts für zunehmende Tiefen t des Mikroreflektors 22. Schließlich sei erwähnt, dass alle Auftreffpunkte am Subwellenlängengitter 20 berücksichtigt werden müssen, um das gesamte Streuhalten eines Gitterreflektors 10 zu charakterisieren.

[0071] Die in Fig. 3 vorgenommene Variation der Reflexionseigenschaften der Mikroreflektoren 22, exemplarisch anhand der Tiefe t erläutert, ist eine von mehreren Möglichkeiten, die optischen Eigenschaften der Gitterreflektoren 10 zu verändern und damit das Muster aus Gitterreflektoren 10 zu modulieren und letztlich Bildinformation zu erzeugen. Eine Variation kann auch durch Veränderung anderer Geometrieparameter der Gitterreflektoren 10 am Subwellenlängengitter 20 und Mikroreflektor 22 erreicht werden. Nun wird für dieselbe Reflektorgeometrie wie in Fig. 3b) der Durchmesser a der Apertur 24 variiert. In Fig. 4 sind drei Mikroreflektoren 22 mit einem Subwellenlängengitter 20 für die Durchmesser $a=0,3$; $0,4$ und $0,5$ der Aperturen 24 dargestellt, bei denen die Tiefe $t=0,4$ konstant ist. In Fig. 4 sind ebenfalls die Randstrahlen der einfallenden und der gebeugten Strahlung eingezeichnet, welche zunächst am Subwellenlängengitter 20 in der nullten Ordnung gebeugt und dann durch den Mikroreflektor 22 abgelenkt werden. Der in diesem Beispiel ausgewählte Auftreffpunkt ist nach links hinsichtlich der Symmetrieachse des Mikroreflektors 22 verschoben. Die Akzeptanzwinkel des einfallenden Lichts und die Lichtaufstreuung des reflektierten Lichts sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Durchmesser a	Akzeptanzwinkel des einfallenden Lichts	Divergenz des reflektierten Lichts
0,3	17,0°	30,1°
0,4	15,5°	25,1°
0,5	14,0°	21,5°

[0072] Die Variation des Durchmessers a der Apertur 24 führt ebenfalls zu einer Variation des Akzeptanzwinkels des einfallenden Lichts sowie zu einer Veränderung der Divergenz des reflektierten Lichts.

[0073] Das Muster aus vielen, nebeneinander angeordneten Gitterreflektoren 10 kann zur Darstellung von Motiven in einem Sicherheitselement 12 verwendet werden. Dabei liegen z. B. zwei Varianten von Strukturgeometrien, vorzugsweise eine unterschiedliche Reflektorgeometrie, in den jeweiligen Bereichen vor. Fig. 5 zeigt eine derart variierte Anordnung von Gitterreflektoren 10, bei denen die Tiefe t in den Bereichen I und II unterschiedlich gewählt ist. Der Durchmesser der Apertur 24 der Mikroreflektoren 22 ist mit a , die Ausdehnung der Subwellenlängengitter 20 ist mit b bezeichnet. Die Tiefe t der Mikroreflektoren 22 beträgt in den Bereichen I und II t_1 bzw. t_2 . Das Muster der Gitterreflektoren 10 erlaubt eine Vielzahl unterschiedlicher Reflektorgeometrien. Exemplarisch sind die Mikroreflektoren 22 in Fig. 5a mit einer pa-

rabelförmigen und in Fig. 5b mit einer konischen Form dargestellt.

[0074] Die Mikroreflektoren 22 können eine nicht-rotationssymmetrische und/oder im Querschnitt asymmetrische Form haben. Beispiele von einseitig parabelförmigen Mikroreflektoren 22 und Mikroreflektoren 22 mit einem trapezförmigen Querschnitt ohne Krümmung sind in Fig. 6 dargestellt.

[0075] Die Form der Apertur 24 kann ebenfalls unterschiedlich ausgelegt sein. Fig. 7 zeigt einige Beispiele von Gitterreflektoren 10 mit folgenden Aperturformen: quadratisch, kreisförmig und hexagonal. Die Gitterreflektoren 10 der Fig. 7a und Fig. 7b sind orthogonal angeordnet. Eine optimale Flächenbedeckung erreicht man durch eine hexagonale Anordnung, wie sie in Fig. 7c dargestellt ist.

[0076] Die Lage der Subwellenlängengitter 20 innerhalb der einzelnen Mikroreflektoren 22 kann lateral verschoben sein. Eine kontinuierliche Verschiebung der Subwellenlängengitter 20 relativ zur Apertur 24 der Mikroreflektoren 22 kann insbesondere zur Erzeugung von Moiré-Effekten, stereoskopischen Effekten oder Laufeffekten eingesetzt werden.

[0077] Die Erzeugung von Stereogrammen mit Hilfe der Gitterreflektoren 10 wird anhand des in Fig. 8 dargestellten Beispiels erläutert. Stereogramme erfordern mindestens zwei Bilder, wobei ein Bild für die Wahrnehmung durch das linke Auge, das andere Bild für die Wahrnehmung durch das rechte Auge bestimmt ist. Solche Stereogramme können durch die hier beschriebenen Gitterreflektoren 10 sowohl in Reflexion als auch in Transmission erzeugt werden.

[0078] Fig. 8 zeigt ein Sicherheitselement 12 in Form eines Stereogramms. Die Fläche der beiden Buchstaben "AB" ist mit einer Vielzahl von Gitterreflektoren 10 gefüllt. Der umgebende Hintergrund enthält dagegen ein homogenes Subwellenlängengitter 20. Das einfallende Licht wird im Ausführungsbeispiel durch eine halbzylinderförmige Reflektor-geometrie in unterschiedliche Richtungen gelenkt. Die Gitterreflektoren 10 im Buchstaben "A" sind dabei so orientiert, dass sie das Licht bevorzugt zum rechten Auge lenken. Das von den Gitterreflektoren im Buchstaben "B" reflektierte Licht wird dagegen in erster Linie vom linken Auge wahrgenommen. Die Ausrichtung wird dabei durch die Seitenwände 18 der Mikroreflektoren 22 bestimmt. Bei einer entsprechend kleinen Pixellierung können diese beiden Symbole auch ineinander verschachtelt vorliegen.

[0079] Durch die große Anzahl von zur Verfügung stehenden Geometrieparametern, die lateral variiert werden können, bieten die hier beschriebenen Gitterreflektoren 10 eine breite Gestaltungsmöglichkeit von Mustern und Symbolen. Die gewünschte Farbe wird dabei durch die entsprechende Auswahl der Gitterperiode des Subwellenlängengitters 20 bewerkstelligt.

[0080] Durch das Muster mit vielen Gitterreflektoren 10 können auch farbige Symbole oder Bilder erzeugt werden, welche unter einem bestimmten Winkel sichtbar sind. Um einen Farb- bzw. einen Intensitätskontrast im Motiv zu erzeugen, wird hierzu mindestens einer der oben erwähnten Parameter der Gitterreflektoren 10 im Muster lateral variiert. Da die Gitterreflektoren 10 stark winkelabhängige Eigenschaften besitzen, können dadurch insbesondere auch Parallaxen-bilder erzeugt werden. Hierdurch lassen sich sowohl parallaktische Bewegungen als auch räumliche Effekte realisieren.

[0081] Fig. 9 zeigt schematisch ein Sicherheitselement 12 mit Motiven, welche durch ein Muster von Gitterreflektoren 10 vor einem homogenen Hintergrund gebildet sind. Dieser Umgebungsbereich ist im Ausführungsbeispiel mit einem homogenen Subwellenlängengitter 20 ausgefüllt. Aufgrund der Lichtablenkung durch die Gitterreflektoren ist das Motiv "Stern" bei schräger Betrachtung in Transmission sichtbar, während der Hintergrund dunkel erscheint (Fig. 9a).

[0082] Es sind auch Anordnungen denkbar, welche unter verschiedenen Betrachtungswinkeln unterschiedliche Motive in Transmission zeigen. Fig. 9b zeigt ein Motiv mit den Buchstaben "A" und "B", welche von unterschiedlich gestalteten asymmetrischen Gitterreflektoren 10 gebildet sind. Im Ausführungsbeispiel befindet sich die gekrümmte Seitenwand 18 (zweiter Teil 28; Fig. 2) beim Buchstaben "A" unten, beim Buchstaben "B" ist der zweite Teil 28 der Seitenwand 18 im Mikroreflektor 22 oben angeordnet. Wie bereits zuvor erläutert, wird hier ein Teil der Transmission im Bereich von "A" nach oben abgelenkt, während ein Teil des transmittierten Lichts im Bereich von "B" nach unten gelenkt wird. Der Betrachter nimmt diese Motive daher bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln in Transmission wahr. Auch bei dieser Ausgestaltung können die Motive mit unterschiedlich orientierten Gitterreflektoren 10 ineinander verschachtelt sein. Die unterschiedlichen Motive können dann nacheinander und abhängig vom Motiv auch an derselben Stelle des Sicherheitselements beim Kippen eines derart gestalteten Musters wahrgenommen werden.

[0083] Das in Fig. 9 dargestellte Sicherheitselement 12 findet insbesondere bei Durchsichtsfenstern von Banknoten Verwendung. Es können aber auch nur die Reflexionseigenschaften dieser Struktur, beispielsweise für einen Sicherheitsfaden oder einem Sicherheitsstreifen (z. B. LEAD-(Longlasting Economical Anticopy Device)Streifen), genutzt werden.

[0084] Als Subwellenlängengitter 20 können nicht nur eindimensional periodische Gitter verwendet werden. Die Subwellenlängengitter müssen auch nicht mit Mikroreflektoren 22 kombiniert werden, die in dieselbe Raumrichtung gekrümmt sind. Es sind auch Subwellenlängengitter 20 denkbar, die um eine Symmetrieachse des Mikroreflektors 22 verdreht sind, wobei die Verdrehung innerhalb des Musters variiert ist.

[0085] Bei zweidimensionalen periodischen Subwellenlängengittern 20 eignen sich in besonderem Maße Kreuzgitter, wobei die Gitterperiode bevorzugt senkrecht zu den Krümmungen eines Mikroreflektors mit einer rechteckigen Apertur 24 verläuft. Zirkulargitter sind hingegen besonders für Reflektoren mit runden Aperturen 24 geeignet. Natürlich sind auch Mischformen oder elliptische Subwellenlängengitter 20 in Mikroreflektoren 22 mit elliptischen Aperturen 24 möglich.

[0086] Zur Erzeugung der Motive sind jeweils aus Subwellenlängengitter 20 und Mikroreflektor 22 gebildete Gitterreflektoren 10 nebeneinander angeordnet, wobei ihre Ausgestaltung lateral variiert, um ein Bild beispielsweise als farbiges Symbol auszubilden. Die Variation der Beugungseigenschaften der Subwellenlängengitter 20, oder der Lage der Subwellenlängengitter 20 zum jeweiligen zugeordneten Mikroreflektor 22 oder der Reflexionseigenschaft der Mikroreflektoren 22, die Ausrichtung der Mikroreflektoren 22, oder die Gitterperiode des Subwellenlängengitters 20 oder einer Kombination daraus bewirkt einen Farb- bzw. Intensitätskontrast im Motiv.

[0087] Zwischen benachbarten Gitterreflektoren 10 können Stege im Substrat 14 verbleiben, die in Stegflächen resultieren, welche zwischen den einzelnen Gitterreflektoren 10 liegen. Dies ist in den Figuren nicht dargestellt. Die Stegflächen sind bevorzugt durch ebene Flächen gebildet. In einer beispielhaften Bauweise sind die Stegflächen lateral dahingehend strukturiert, dass einige Stegflächen mit einer Metallisierung versehen sind, andere jedoch nicht.

[0088] Durch die nur bereichsweise Metallisierung der Stegflächen werden zwei Bereiche geschaffen, in denen die Stegflächen mit Metallschicht vorgesehen sind bzw. ohne Metallschicht. Die Metallisierung bewirkt, dass einfallende Strahlung, die auf eine metallisierte Stegfläche trifft, als Reflex zurückgeworfen wird. In den Bereichen, in denen die Stegflächen nicht metallisiert sind, wird die einfallende Strahlung hingegen nicht reflektiert. Das Sicherheitselement 12 ist auf diese Weise in zwei Bereiche strukturiert, die sich in ihrem Reflexionsverhalten und auch in ihrem Transmissionsverhalten unterscheiden. Durch die laterale Strukturierung der Metallisierung kann damit im Sicherheitselement 12 zusätzliche Information kodiert werden. Statt einer Metallisierung kann auch eine andersartige Reflexionsschicht verwendet werden.

[0089] Anstelle einer Metallisierung oder Reflexionsschicht kann auch eine Absorptionsschicht ausgebildet werden. Die laterale Strukturierung der Stegflächen wirkt sich dann nicht auf das Reflexionsverhalten, jedoch auf das Transmissionsverhalten aus.

[0090] Das im Sicherheitselement 12 der Fig. 1 verwendete Prinzip stellt einen großen Baukasten bereit, mit dem Muster oder Symbole durch Gitterreflektoren 10 gestaltet werden können. Die Variation der Gitterreflektoren 10 im Muster kann durch viele Parameter realisiert werden.

[0091] Die Struktur des Sicherheitselementes 12 kann sehr einfach in einem einzigen Prägeprozess hergestellt werden. Dazu benötigt man lediglich ein entsprechendes Prägewerkzeug, das eine entsprechende negative Form für jeden Gitterreflektor 10 hat, das also sowohl die Mikroreflektoren 22 als auch die Subwellenlängengitter 20 erzeugt. Um eine hohe Ausbeute der Gitterreflektoren 10 zu erreichen, müssen die Subwellenlängengitter 20 dabei im Prägewerkzeug präzise ausgebildet sein. Speziell die Herstellung des Originals des Subwellenlängengitters 20 kann mittels Elektronenstrahlschreibanlagen oder interferometrischen Verfahren erreicht werden.

[0092] Die Mikroreflektoren 22 haben typischerweise eine Tiefe t von 2 bis 30 μm , ein besonders bevorzugter Bereich liegt zwischen 5 und 20 μm . Geringere Tiefen t sind sowohl hinsichtlich Herstellung des Prägewerkzeugs als auch der späteren Vervielfältigung vorteilhaft. Jedoch entfaltet das Subwellenlängengitter 20 seine Wirkung optisch besonders gut, wenn mindestens 4 bis 10 Gitterperioden am Boden 16 untergebracht werden können. Dies gibt eine untere Grenze für die Größe der Mikroreflektoren 22 vor. Eine obere Grenze ergibt sich dann, wenn man die Gitterreflektoren 10 als Pixel einsetzen möchte, die naturgemäß möglichst klein sein sollen und insbesondere nicht mehr mit unbewaffnetem Auge aufgelöst werden sollten. Andererseits ist eine möglichst flache Prägung bei der Vervielfältigung vorteilhaft.

[0093] Bei der Herstellung des Originals werden in einer Variante zuerst die Mikroreflektoren 22 erzeugt, beispielsweise photolithographisch durch Direct-Laserwriting. Unabhängig davon wird die Struktur der Subwellenlängengitter 20 erzeugt. Diese beiden Vorgänge nimmt man bevorzugt passgenau in ein und demselben Photolack vor, der als Vorlage Basis für das Prägewerkzeug ist. Alternativ sind auch zwei unterschiedliche Belackungsvorgänge möglich.

[0094] Auch ist es in einer Variante möglich, zuerst ein homogenes Subwellenlängengitter 20 zu erzeugen, dieses zu belacken und dann lateral unterschiedlich ausgebildete Mikroreflektoren 22 zu erzeugen, beispielsweise per Laserwriting. Dazu wird zunächst ein Subwellenlängengitter 20, beispielsweise mithilfe eines Elektronenstrahl-Belichtungsverfahrens, hergestellt und abgeformt. Anschließend wird dieses Gitter-Substrat mit einem Photolack in ausreichender Dicke, z. B. 10 μm , beschichtet. Dann werden Mikroreflektoren 22 im Direktbelichtungsverfahren mit einem Laserwriter einbelichtet, so dass das Subwellenlängengitter 20 in der Mitte der einzelnen Mikroreflektoren nach dem Entwickeln frei liegt.

[0095] Die verwendeten Laserwriter können mit 2-Photonenabsorptionsprozessen arbeiten. Es ist dann möglich, Mikroreflektoren 22 wie Subwellenlängengitter 20 in einem einzigen Prozess zu erzeugen.

[0096] Die für das Prägewerkzeug hergestellte Vorlage wird nun galvanisch oder in einem Nanoimprint-Verfahren umkopiert.

[0097] Da im Prägeverfahren einer Folie üblicherweise eine Vielzahl von Sicherheitselementen 12 in einem Prägeschritt erzeugt werden sollen, ist es zu bevorzugen, im Prägewerkzeug mehrere nebeneinanderliegende Stempелеlemente vorzusehen, die jeweils auf die vorbeschriebene Art aus einer Vorlage erzeugt wurden.

[0098] Die geprägte Folie wird bevorzugt mit einer opaken Metallschicht überzogen. Hierzu kommen Sputtern, Elektronenstrahlbedampfung oder thermisches Verdampfen in Frage. Als Metalle eignen sich besonders Aluminium, Silber, Gold, Nickel oder Chrom oder Legierungen aus diesen Materialien. Es kommen aber auch Mehrschichtaufbauten in Frage, welche mindestens eine Schicht aus metallischem Material enthalten. Die Dicken der Metallschicht liegen zwi-

schen 20 und 100 nm. Die Metalloberfläche wird dann abschließend bevorzugt mit einer Schutzschicht überzogen oder mit einer Deckfolie kaschiert.

[0099] Zum Erzeugen einer lateral strukturierten Beschichtung der Stegflächen wird bevorzugt zuerst eine entsprechende Beschichtung auf alle Stegflächen aufgebracht und dann wieder von einigen Stegflächen entfernt. Im Falle einer

Metallisierung wird das Entfernen durch eine Demetallisierung ausgeführt. Dabei kann ein Ätzprozess oder das Metalltransferverfahren gemäß WO 2011/138039 A1 zur Anwendung kommen. Auch ist eine Entfernung der Schicht, beispielsweise eine Demetallisierung mit Hilfe von Ultrakurzpulslasern und dem Einsatz eines schreibenden Laserstrahls möglich.

[0100] Bei der Entfernung der Schicht kann man gezielt verhindern, dass eine Metallisierung im Bereich der Gitterreflektoren 10 entfernt wird. So ist es möglich, die metallisierte Struktur komplett mit einem Photoresist aufzufüllen, d. h. einzuebnen. Dann kann man den Photoresist bis auf die Niveaus der Stegflächen 11 ätzen und die derart freigelegte Beschichtung strukturieren, beispielsweise eine Metallschicht ätzen. Eine anschließende Entfernung des Photoresists legt dann die Gitterreflektoren 10 wieder frei, die auf diese Art und Weise vom Eingriff an der Stegfläche 11 nicht betroffen sind.

Bezugszeichenliste

[0101]

- 10 Gitterreflektor
- 12 Sicherheitselement
- 14 Substrat
- 16 Boden
- 18 Seitenwand
- 20 Subwellenlängengitter
- 22 Mikroreflektor
- 24 Apertur
- 26 erster Teil
- 28 zweiter Teil
- a Durchmesser
- b Ausdehnung
- t Tiefe

Patentansprüche

1. Sicherheitselement für einen zu schützenden Gegenstand, wie z. B. ein Sicherheitspapier, Wertdokument oder dergleichen, das ein Substrat (14) mit mehreren, in einem Muster angeordneten Mikroreflektoren (22) und Mikrostrukturen aufweist, wobei

- jede der Mikrostrukturen (20) einem der Mikroreflektoren (22) zugeordnet ist, wodurch mehrere Gitterreflektoren (10) umfassend jeweils einen Mikroreflektor (22) und mindestens eine der Mikrostrukturen (20) gebildet sind,
- jede der Mikrostrukturen (20) so ausgebildet ist, dass sie sichtbare Strahlung, die durch eine Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus einem Halbraum einfällt, reflektierend beugt, und
- die im Muster angeordneten Gitterreflektoren (10) ein von einem Betrachter wahrnehmbares Bild erzeugen,

dadurch gekennzeichnet, dass

- jede Mikrostruktur als Subwellenlängengitter (20) ausgebildet ist, das einen ersten Teil der sichtbaren Strahlung, die durch die Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus dem Halbraum einfällt, reflektierend beugt,
- wobei jedes der Subwellenlängengitter (20) den ersten Teil in eine nullte Reflexions-Beugungsordnung beugt.

2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Subwellenlängengitter (20) als halbttransparentes Subwellenlängengitter ausgebildet ist, das einen zweiten Teil der sichtbaren Strahlung, die durch die Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus dem Halbraum einfällt, transmittierend beugt, wobei jedes der Subwellenlängengitter (20) den zweiten Teil in eine nullte Transmissions-Beugungsordnung beugt.

3. Sicherheitselement nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jedem Gitterreflektor (10) das Subwellenlängengitter (20) und der Mikroreflektor (22) so aufeinander abgestimmt sind, dass das Subwellenlängengitter (20) durch die Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus dem Halbraum einfallende und vom Mikroreflektor (22) reflektierte Strahlung in die nullte Transmissions-Beugungsordnung transmittiert.
4. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Subwellenlängengitter (20) als opakes Subwellenlängengitter ausgebildet ist.
5. Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jedem Gitterreflektor (10) das Subwellenlängengitter (20) und der Mikroreflektor (22) so aufeinander abgestimmt sind, dass der Mikroreflektor (22) die vom Subwellenlängengitter (20) in die nullte Reflexions-Beugungsordnung gebeugte Strahlung zumindest teilweise als Rückstrahlung in den Halbraum zurück reflektiert.
6. Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikroreflektoren (22) jeweils als Hohlspiegel oder Rinnen mit einem ebenen Boden (16) ausgebildet sind, wobei das Subwellenlängengitter (20) am ebenen Boden (16) angeordnet ist, wobei bevorzugt die Mikroreflektoren (22) neben dem Boden (16) eine Seitenwand (18) aufweisen, welche im Querschnitt parabelförmig, gerade, ellipsenförmig oder als eine Mischform daraus ausgebildet ist.
7. Sicherheitselement nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikroreflektoren (22) im Querschnitt asymmetrisch sind und einen Boden (16) und mindestens eine Seitenwand (18) haben, wobei insbesondere ein erster Teil (26) der Seitenwand (18) gerade und ein zweiter Teil (28) der Seitenwand (18) konkav, insbesondere parabelförmig oder ellipsenförmig ausgebildet ist, insbesondere, dass ein erster Teil (26) der Seitenwand (18) senkrecht zu dem Boden (16) ist.
8. Sicherheitselement nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Subwellenlängengitter (20) eine Gitterperiode zwischen 100 nm und 500 nm, insbesondere zwischen 240 nm und 420 nm hat.
9. Sicherheitselement nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikroreflektoren (22) und die Subwellenlängengitter (20) an ihrer dem Halbraum zugewandten Seite mit mindestens einer metallischen Schicht beschichtet sind, bevorzugt mit Al, Ag, Au, Cu, Cr oder einer diese Metalle enthaltenden Legierung, und/oder dass die Mikroreflektoren (22) und die Subwellenlängengitter (20) an ihrer dem Halbraum zugewandten Seite eine Trilayerbeschichtung aus zwei übereinanderliegenden Metall- oder Halbleiterschichten mit einer dazwischen liegenden dielektrischen Schicht aufweisen.
10. Sicherheitselement nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Apertur (24) einen Durchmesser (a) hat und der Mikroreflektor (22) von der Apertur (24) bis zu einem Boden (16) eine Tiefe (t) hat, wobei innerhalb des Musters mindestens eine der folgenden Eigenschaften der Gitterreflektoren (10) variiert, um das Bild zu erzeugen: Lage der Subwellenlängengitter (20) zu dem jeweils zugeordneten Mikroreflektor (22), Durchmesser (a) der Apertur (24), Tiefe (t) des Mikroreflektors (22), Ausrichtung des Mikroreflektors (22), Form des Mikroreflektors (22) und/ oder Gitterperiode des Subwellenlängengitters (20), wobei bevorzugt die Eigenschaft der Gitterreflektoren (10) innerhalb des Musters kontinuierlich so variiert, dass das Bild mittels Moire-Effekt erzeugt ist.
11. Sicherheitspapier oder Wertdokument, **gekennzeichnet durch** ein Sicherheitselement (12) nach einem der Ansprüche 1 bis 10.
12. Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselementes (12) für einen zu schützenden Gegenstand, wie z. B. ein Sicherheitspapier, Wertdokument oder dergleichen, wobei auf einem Substrat (14) mehrere, in einem Muster angeordnete Mikroreflektoren (22) und mehrere Mikrostrukturen ausgebildet werden, wobei
 - jede der Mikrostrukturen (20) einem der Mikroreflektoren (22) zugeordnet wird, wodurch mehrere Gitterreflektoren (10) umfassend jeweils einen Mikroreflektor (22) und mindestens eine der Mikrostrukturen (20) gebildet werden,
 - jede der Mikrostrukturen (20) so ausgebildet wird, dass sie sichtbare Strahlung, die durch eine Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus einem Halbraum einfällt, reflektierend beugt, und
 - die im Muster angeordneten Gitterreflektoren (10) ein von einem Betrachter wahrnehmbares Bild erzeugen,

dadurch gekennzeichnet, dass

- jede Mikrostruktur als Subwellenlängengitter (20) ausgebildet wird, das einen ersten Teil der sichtbaren Strahlung, die durch die Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus dem Halbraum einfällt, reflektierend beugt,
- wobei jedes der Subwellenlängengitter (20) den ersten Teil in eine nullte Reflexions-Beugungsordnung beugt.

- 5 13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Subwellenlängengitter (20) als halbtransparentes Subwellenlängengitter ausgebildet wird, das einen zweiten Teil der sichtbaren Strahlung, die durch die Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus dem Halbraum einfällt, transmittierend beugt, wobei jedes der Subwellenlängengitter (20) den zweiten Teil in eine nullte Transmissions-Beugungsordnung beugt.
- 10 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jedem Gitterreflektor (10) das Subwellenlängengitter (20) und der Mikroreflektor (22) so aufeinander abgestimmt werden, dass das Subwellenlängengitter (20) durch die Apertur (24) des Mikroreflektors (22) aus dem Halbraum einfallende und vom Mikroreflektor (22) reflektierte Strahlung in die nullte Transmissions-Beugungsordnung transmittiert.
- 15 15. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Subwellenlängengitter (20) als opakes Subwellenlängengitter ausgebildet wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in jedem Gitterreflektor (10) das Subwellenlängengitter (20) und der Mikroreflektor (22) so aufeinander abgestimmt werden, dass der Mikroreflektor (22) die vom Subwellenlängengitter (20) in die nullte Reflexions-Beugungsordnung gebeugte Strahlung zumindest teilweise als Rückstrahlung in den Halbraum zurück reflektiert.
- 20 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikroreflektoren (22) jeweils als Hohlspiegel oder Rinnen mit einem ebenen Boden (16) ausgebildet werden, wobei das Subwellenlängengitter (20) am ebenen Boden (16) angeordnet wird, wobei bevorzugt die Mikroreflektoren (22) neben dem Boden (16) eine Seitenwand (18) aufweisend ausgestaltet werden, welche im Querschnitt parabelförmig, gerade, ellipsenförmig oder als eine Mischform daraus ausgebildet wird.
- 25 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikroreflektoren (22) im Querschnitt asymmetrisch sind und mit einem Boden (16) und mindestens einer Seitenwand (18) ausgestaltet werden, wobei insbesondere ein erster Teil (26) der Seitenwand (18) gerade und ein zweiter Teil (28) der Seitenwand (18) konkav, insbesondere parabelförmig oder ellipsenförmig ausgebildet werden, insbesondere, dass ein erster Teil (26) der Seitenwand (18) senkrecht zu dem Boden (16) ausgestaltet wird.
- 30 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Subwellenlängengitter (20) mit einer Gitterperiode zwischen 100 nm und 500 nm, insbesondere zwischen 240 nm und 420 nm, ausgebildet wird.
- 35 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikroreflektoren (22) und Subwellenlängengitter (20) an ihrer dem Halbraum zugewandten Seite mit mindestens einer metallischen Schicht beschichtet werden, bevorzugt mit Al, Ag, Au, Cu, Cr oder einer diese Metalle enthaltenden Legierung.
- 40 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Apertur (24) einen Durchmesser (a) hat und der Mikroreflektor (22) von der Apertur (24) bis zum Boden (16) eine Tiefe (t) hat, wobei innerhalb eines Musters mindestens eine der folgenden Eigenschaften der Gitterreflektoren (10) variiert wird, um das Bild zu erzeugen: Lage der Subwellenlängengitter (20) zu dem jeweils zugeordneten Mikroreflektor (22), Durchmesser (a) der Apertur (24), Tiefe (t) des Mikroreflektors (22), Anordnung des Mikroreflektors (22), Form des Mikroreflektors (22) und/ oder Gitterperiode des Subwellenlängengitters (20), wobei bevorzugt die Eigenschaft der Gitterreflektoren (10) innerhalb des Musters kontinuierlich so variiert wird, dass das Bild mittels Moiré-Effekt erzeugt wird.
- 45
- 50
- 55

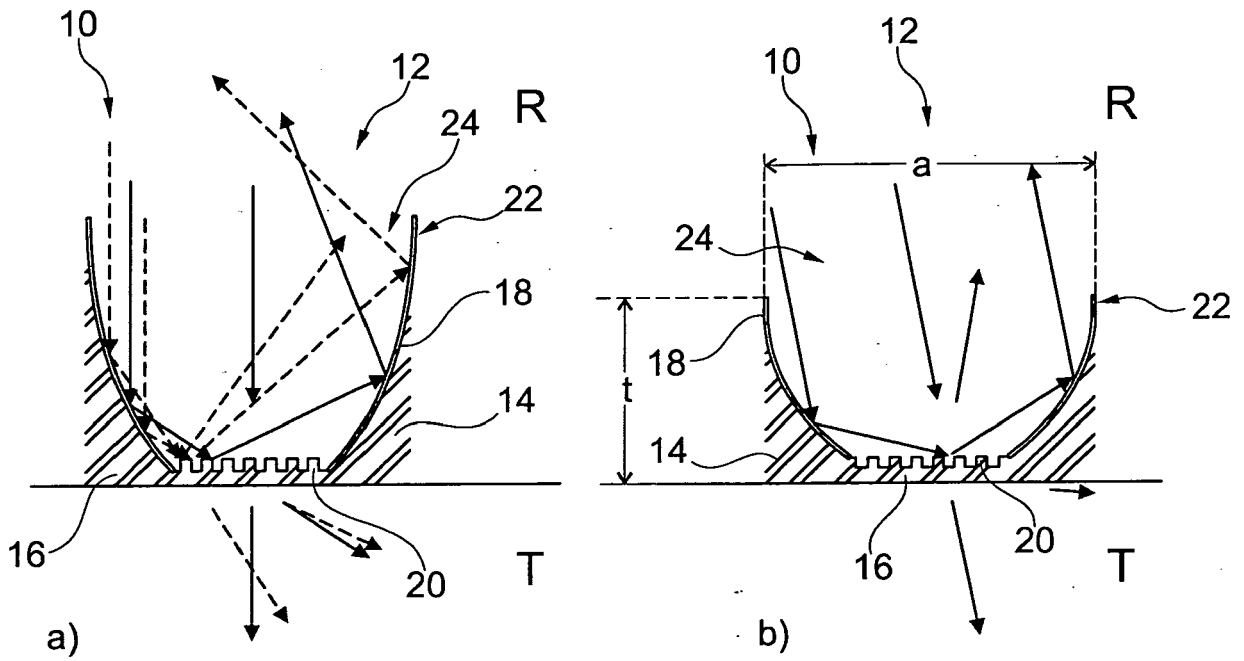


Fig. 1

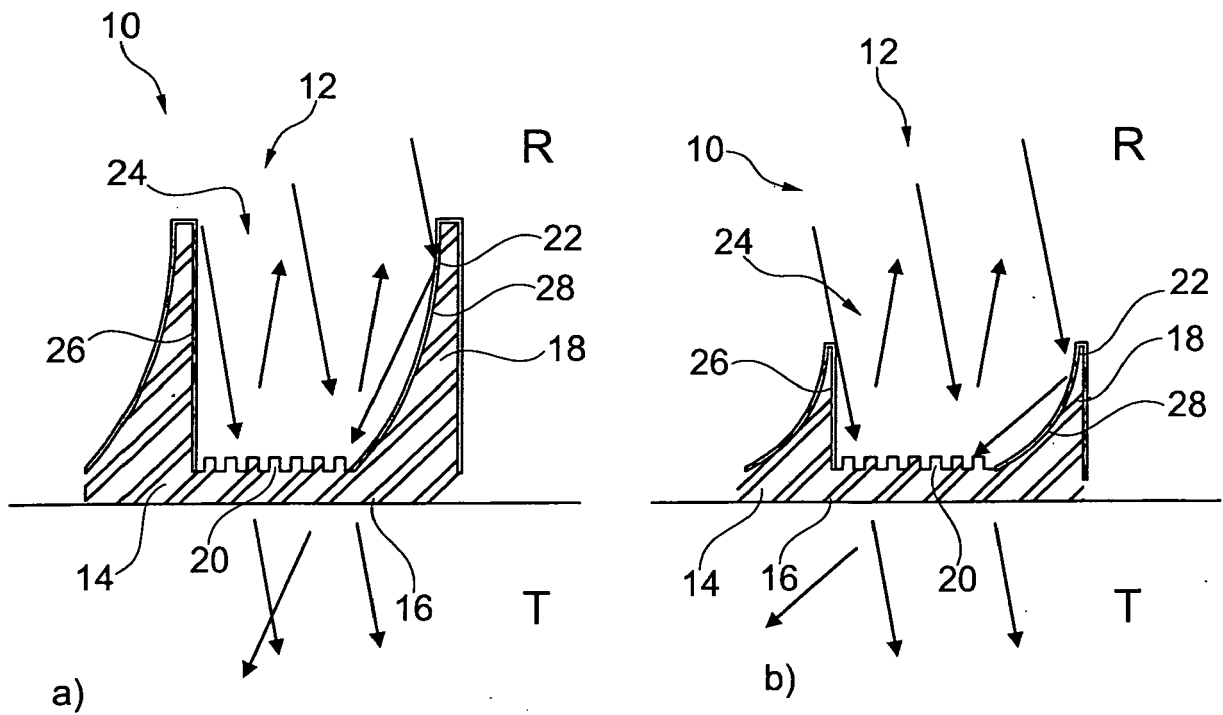


Fig. 2

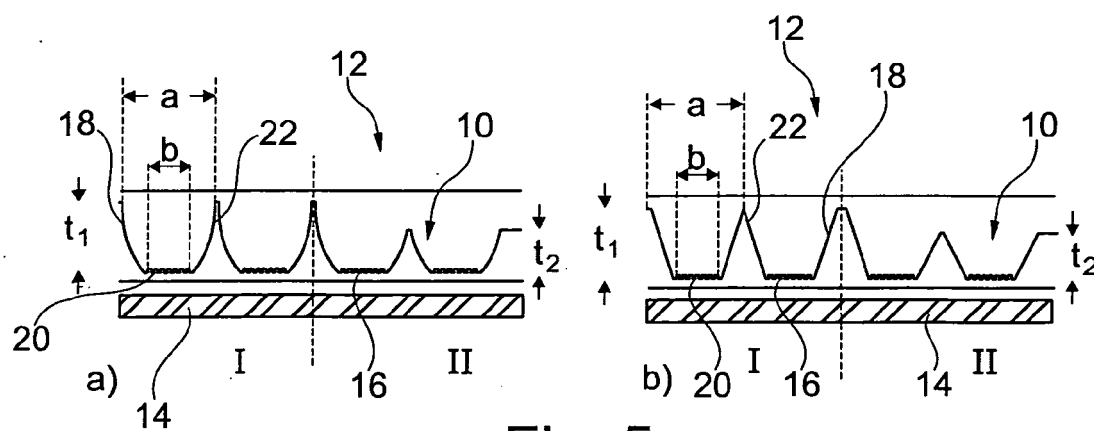
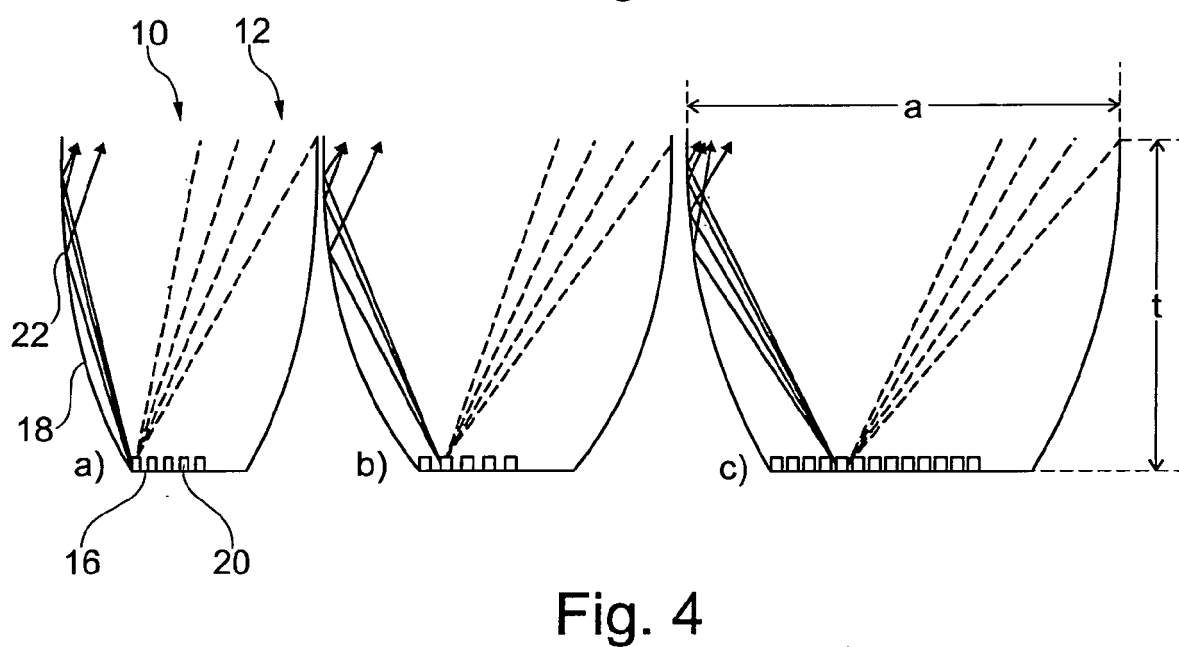
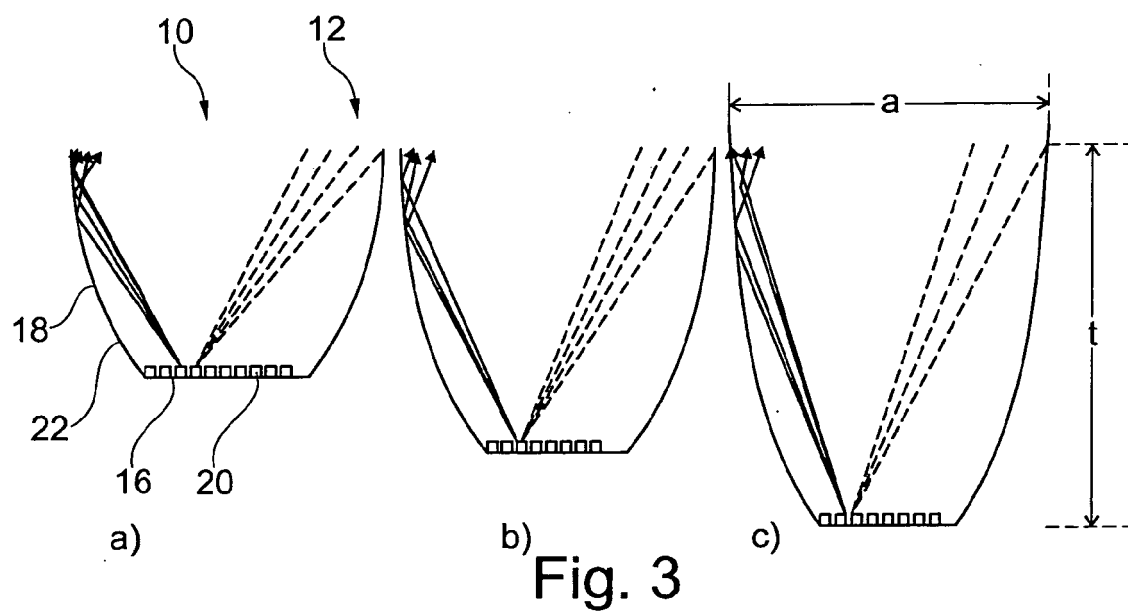


Fig. 5

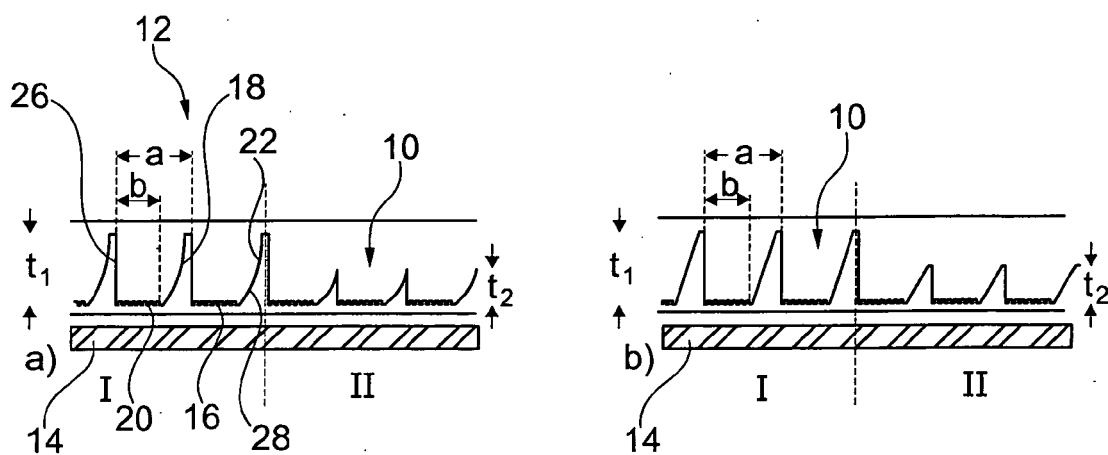


Fig. 6

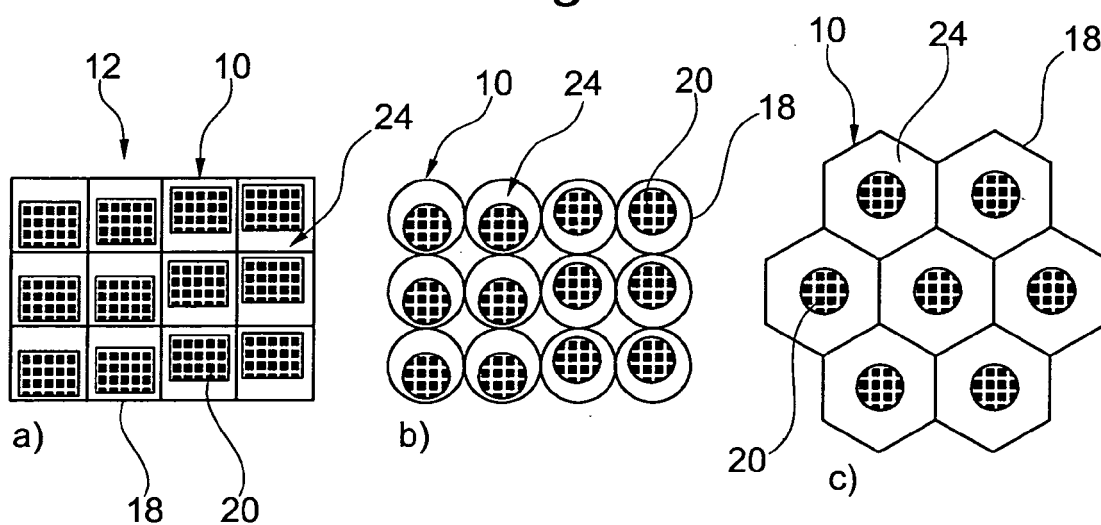


Fig. 7

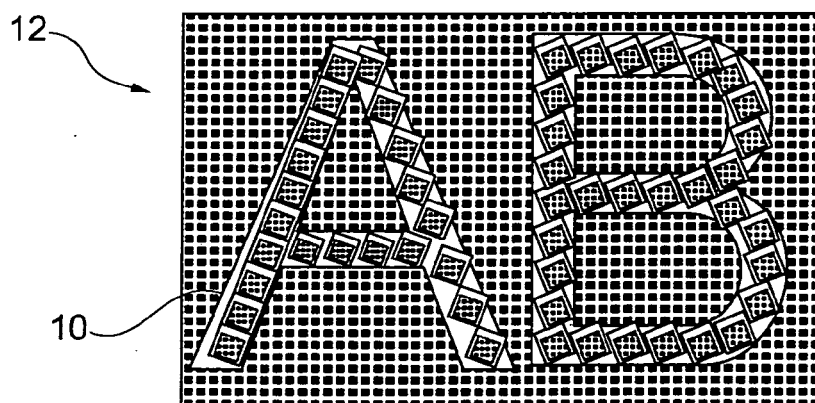


Fig. 8

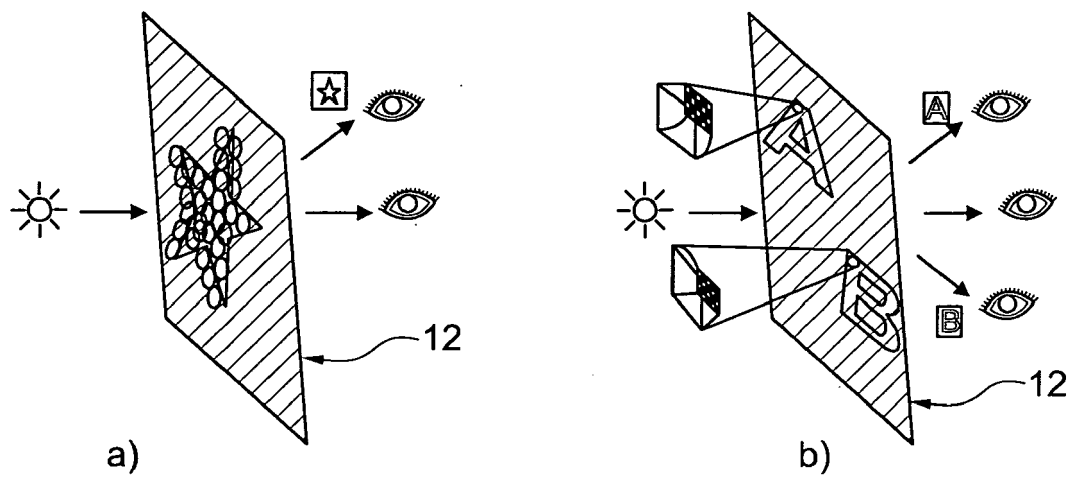


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 00 2760

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	WO 2014/012667 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 23. Januar 2014 (2014-01-23) * Seite 3, Zeile 13 - Seite 32, Zeile 3; Ansprüche 1-22; Abbildungen 1-16 *	1,2, 4-13, 15-21	INV. B42D25/324 B42D25/328 B42D25/342 B42D25/351 B42D25/373 B42D25/425 B42D25/43 B42D25/23 B42D25/24 B42D25/29
Y,D	WO 2012/156049 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]; LOCHBIHLER HANS [DE]; HEIM MANFRED [DE]) 22. November 2012 (2012-11-22) * Seite 3, Zeile 27 - Seite 17, Zeile 2; Ansprüche 1-10; Abbildungen 1-15 *	1,2, 4-13, 15-21	
Y	WO 2014/023415 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 13. Februar 2014 (2014-02-13) * Seite 14, Zeile 1 - Seite 36, Zeile 16; Ansprüche 1-30; Abbildungen 1-23 *	1,2, 4-13, 15-21	
Y,D	WO 2011/066992 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]; LOCHBIHLER HANS [DE]) 9. Juni 2011 (2011-06-09) * Seite 8, Zeile 24 - Seite 16, Zeile 6; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-13 *	1,2,8,9, 11-13, 19,20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B42D
Y	DE 10 2012 105571 A1 (OVD KINEGRAM AG [CH]) 2. Januar 2014 (2014-01-02) * Absatz [0101] - Absatz [0180]; Ansprüche 1-51; Abbildungen 1-3 *	1,2,8,9, 11-13, 19,20	
A	EP 2 927 715 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 7. Oktober 2015 (2015-10-07) * das ganze Dokument *	1-21	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. April 2017	Prüfer Seiler, Reinhold
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 00 2760

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-04-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014012667 A1	23-01-2014	CA 2879428 A1	23-01-2014
		DE 102012014414 A1	23-01-2014
		EP 2874820 A1	27-05-2015
		WO 2014012667 A1	23-01-2014
WO 2012156049 A1	22-11-2012	AU 2012258032 B2	29-10-2015
		CN 103534622 A	22-01-2014
		DE 102011101635 A1	22-11-2012
		EP 2710416 A1	26-03-2014
		RU 2013155532 A	27-06-2015
		US 2014085725 A1	27-03-2014
		WO 2012156049 A1	22-11-2012
WO 2014023415 A1	13-02-2014	CA 2879832 A1	13-02-2014
		CN 104602920 A	06-05-2015
		DE 102012015900 A1	06-03-2014
		EP 2882598 A1	17-06-2015
		US 2015219807 A1	06-08-2015
		WO 2014023415 A1	13-02-2014
WO 2011066992 A1	09-06-2011	CN 102713693 A	03-10-2012
		DE 102009056933 A1	09-06-2011
		EP 2507656 A1	10-10-2012
		US 2012235399 A1	20-09-2012
		WO 2011066992 A1	09-06-2011
DE 102012105571 A1	02-01-2014	AU 2013283489 A1	12-02-2015
		CN 104903117 A	09-09-2015
		DE 102012105571 A1	02-01-2014
		EP 2864130 A1	29-04-2015
		JP 2016505161 A	18-02-2016
		US 2015192897 A1	09-07-2015
		WO 2014001283 A1	03-01-2014
EP 2927715 A1	07-10-2015	DE 102014004941 A1	08-10-2015
		EP 2927715 A1	07-10-2015

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1434695 B1 [0005]
- WO 2005106601 A2 [0005]
- EP 1979768 A1 [0005]
- EP 1182054 B1 [0005]
- WO 2011029602 A2 [0005]
- WO 2002101669 A2 [0005]
- EP 1476317 A1 [0005]
- EP 1893074 A2 [0005]
- WO 2010136339 A2 [0005]
- WO 2011012460 A2 [0005]
- WO 2014012667 A1 [0008] [0018]
- DE 102011101635 A1 [0019]
- DE 102009056933 A1 [0019]
- WO 2011138039 A1 [0045] [0099]