



(11) **EP 4 209 355 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.06.2024 Patentblatt 2024/23

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B42D 25/328^(2014.01) B42D 25/41^(2014.01)

(21) Anmeldenummer: **23150561.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B42D 25/328; B42D 25/41

(22) Anmeldetag: **06.01.2023**

(54) **SICHERHEITSDOKUMENT MIT MIKROGITTERSTRUKTUR**

SECURITY DOCUMENT WITH MICRO-GRID STRUCTURE

DOCUMENT DE SÉCURITÉ AVEC STRUCTURE À MICRO-GRILLE

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **Mauderer, Michael**
81825 München (DE)
- **Rötzer, Martin**
85229 Markt Indersdorf (DE)

(30) Priorität: **06.01.2022 DE 102022200099**

(74) Vertreter: **Obst, Bernhard**
Patentanwälte Bressel und Partner mbB
Postdamer Platz 10
10785 Berlin (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.07.2023 Patentblatt 2023/28

(73) Patentinhaber: **Bundesdruckerei GmbH**
10969 Berlin (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102007 023 560 US-A- 5 856 048

(72) Erfinder:
• **Bielesch, Ulrich**
56132 Frücht (DE)

EP 4 209 355 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsdokument sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitsdokuments, welches einen von einer Oberseite ins Innere eines Dokumentkörpers erstreckenden transparenten Volumenbereich aufweist, in dem laserinduzierte Mikrostrukturierungen ausgebildet sind.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Sicherheitsdokumente, wie beispielsweise Personalausweise, Reisepässe, Führerscheine, Identitätskarten, Visa, Banknoten, Kreditkarten, Bankkarten und Ähnliches, mit Merkmalen zu versehen, die ein Nachahmen und/oder Verfälschen des entsprechenden Gegenstands erschweren oder unmöglich machen und ein Auffinden einer Fälschung, Nachahmung oder Verfälschung erleichtern und ermöglichen sollen. Solche Merkmale werden allgemein als Sicherheitsmerkmale bezeichnet. Körperliche Ausgestaltungen, die ein Sicherheitsmerkmal ausbilden oder umfassen, werden auch als Sicherheitselemente bezeichnet.

[0003] Es sind verschiedenste Sicherheitsmerkmale im Stand der Technik bekannt. Eine Gruppe von Sicherheitsmerkmalen nutzen optische Effekte, die aus der Wechselwirkung mit Licht entstehen. Hierzu zählen alle Merkmale, die durch eine bildliche Erfassung, z. B. mittels einer optischen Erfassungseinrichtung und/oder in Augenscheinnahme durch einen Menschen überprüft werden können. Eine Untergruppe von diesen Sicherheitsmerkmalen nutzt Beugungseffekte von Licht aus. Beispielsweise ist es bekannt, Sicherheitsdokumente mit Hologrammen zu versehen. Ein Hologramm speichert eine Interferenzstruktur von Licht. Durch Einstrahlung von geeignetem Licht kann die in der Interferenzstruktur gespeicherte Information rekonstruiert werden. Hologramme weisen den Nachteil auf, dass diese aufwendig in der Herstellung sind. Ferner ist es in der Regel notwendig, die Hologramme bereits bei der Herstellung des Sicherheitsdokuments zu integrieren.

[0004] Um Sicherheitsdokumente auch nachträglich mit einem möglichst fälschungssicheren Sicherheitsmerkmal zu versehen, wurden Techniken entwickelt, bei denen mittels Laserstrahlung im Innern eines Dokumentkörpers Materialveränderungen herbeigeführt werden. So ist es heutzutage beispielsweise üblich, bestimmte Informationen, vorzugsweise auch individualisierende oder personalisierende Informationen wie beispielsweise einen Namen, ein Geburtsdatum, ein Passbild oder Ähnliches über Materialschwärzungen in einem Sicherheitsdokumentkörper zu speichern.

[0005] Die DE 10 2007 023 560 A1 beschreibt einen Mehrschichtkörper mit einem Trägersubstrat und mit einer transparenten Schicht, die zumindest teilweise in einem Fenster oder in einem transparenten Bereich des Trägersubstrats angeordnet ist. Die transparente Schicht weist mindestens einen ersten und einen zweiten Teilbereich mit variierender Brechzahl auf, die in der von der transparenten Schicht aufgespannten Schichtebene ne-

beneinander angeordnet und zumindest teilweise in dem Fenster oder in dem transparenten Bereich des Trägersubstrats angeordnet sind. Jeder der Teilbereiche weist eine Vielzahl periodisch angeordneter, ein optisch wirkendes Element ausbildender, durch Brechzahlvariation gebildeter Knoten, die in im wesentlichen parallel zueinander verlaufenden Ebenen angeordnet sind, auf. Die Ebenen in dem mindestens ersten Teilbereich sind nicht parallel zu den Ebenen in dem mindestens zweiten Teilbereich. Mindestens in einem der Teilbereiche verlaufen die Ebenen weder parallel noch senkrecht zu der Schichtebene. Auf diese Weise wird sowohl das auf die Vorderseite als auch das auf die Rückseite des Mehrschichtkörpers fallende Licht durch die optisch wirkenden Elemente gebeugt und die Elemente bilden im Auflicht eine in Vorderansicht und in Rückansicht unterschiedliche optische Wirkung aus.

[0006] Die US 5 856 048 A beschreibt ein Informationsmedium mit leicht auswählbaren und identifizierbaren Informationen, das praktisch fälschungssicher ist und eine erhöhte Sicherheit gegen missbräuchliche Verwendung aufweist, sowie ein Verfahren zum Lesen eines solchen Mediums. Dieses Informationsmedium enthält ein Substrat und eine Schicht mit darauf aufgezeichneten Informationen durch Drucken von infrarotabsorbierender Tinte, wobei die Schicht auf der Oberfläche der Schicht vorgesehen ist. Auf der bedruckten Schicht ist über eine Klebeschicht eine mit einem Reliefhologramm versehene Schicht angebracht, wobei die mit einem Hologramm versehene Schicht aus einer für den Infrarotbereich transparenten Reflexionsschicht und einer auf der Oberfläche der Reflexionsschicht befindlichen, als Reliefhologramm ausgebildeten Schicht besteht. Zum Lesen wird die als Hologramm aufgezeichnete Schicht durch sichtbares Licht rekonstruiert, während die gedruckte Schicht durch Infrarotlicht rekonstruiert wird, und das Medium wird auf der Grundlage der so rekonstruierten Informationen identifiziert.

[0007] Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitsdokument mit einem neuartigen Sicherheitsmerkmal zu schaffen, welches vorzugsweise in einen ansonsten fertiggestellten Sicherheitsdokumentkörper integriert werden kann und einen hohen Schutz gegen Nachahmung und/oder Verfälschung bietet. Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit dem ein solches Sicherheitsdokument hergestellt werden kann.

[0008] Die Erfindung wird durch ein Sicherheitsdokument mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Grundidee der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, einen Dokumentkörper eines Sicherheitsdokuments zu schaffen, der einen transparenten Volumenbereich aufweist,

der sich von einer Oberseite ins Innere des Dokumentkörpers erstreckt. Mittels stark fokussierter Laserstrahlung werden im Innern des Dokumentenkörpers, vorzugsweise im Inneren des transparenten Volumenbereichs, Mikrostrukturierungen eingebracht, welche lokale Materialveränderungen in dem Inneren des Dokumentkörpers, beispielsweise im Inneren des transparenten Volumenbereichs sind. Diese werden in der Gesamtheit so ausgebildet, dass sie gemeinsam eine Mikrogitterstruktur ausbilden, welche auftreffendes Licht beugt, so dass in dem gebeugten Licht ein optischer Effekt wahrnehmbar ist. Um solche Mikrostrukturierungen ausbilden zu können, wird eine sehr starke Laserfokussierung verwendet, die eine gut lokalisierte Materialveränderung in dem transparenten Volumenbereich bewirkt. Hierfür werden Optiken eingesetzt, die eine numerische Apertur von größer 0,3, bevorzugt sogar größer 0,4, in Luft aufweisen.

[0010] Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass ein relativ leicht zu verifizierendes, d.h. auf das Vorhandensein und dessen Ausprägung zu prüfendes, Sicherheitsmerkmal geschaffen wird. Die Prüfung erfolgt indem Licht auf das Sicherheitsdokument eingestrahlt wird, und der sich ergebende Beugungseffekt ausgewertet wird. Andererseits ist eine solche Beugungsstruktur nicht einfach nachbildbar.

Definitionen

[0011] Als transparent wird ein Material angesehen, durch welches hindurch Abbildungen gemäß der geometrischen Optik möglich sind. Das Material kann gegebenenfalls eingefärbt sein, wobei dann eine Abbildung gemäß der geometrischen Optik nur in einem eingeschränkten Wellenlängenbereich möglich ist. Ist ein Material transparent und farblos, so kann im gesamten sichtbaren Wellenlängenbereich durch das Material hindurch eine Abbildung gemäß der geometrischen Optik vorgenommen werden. Für Licht im Wellenlängenbereich von 200 nm bis 800 nm, für welches das Material transparent ist, weist dieses Material einen Transmissionsgrad von vorzugsweise mindestens 75 Prozent, insbesondere von mehr als 80 Prozent, auf. Das transparente Material kann einschichtig oder mehrschichtig sein.

[0012] Als opak wird eine Schicht angesehen, die einen Lichtdurchtritt verhindert. Schichten deren Transmissionsgrad vorzugsweise unter 25%, noch bevorzugter unter 10% beträgt, werden als opak angesehen. Spiegelnd reflektierende Schichten, auch teilverspiegelte Schichten werden, sofern sie den Lichtdurchtritt verhindern als opake Schichten angesehen.

[0013] Als Beugung und Interferenz werden optische Effekte bezeichnet, die einen Wellencharakter des Lichts ausnutzen und an Strukturen im Material beobachtbare optische Effekte erzeugen, bei denen eine Lichtausbreitung abweichend von den Gesetzen der geometrischen Optik erfolgt.

[0014] Als reflektierend wird ein Material angesehen,

welches Licht einer bestimmten Wellenlänge, das auf das Material auftrifft, zurückwirft. Als transmittierend wird ein Material bezeichnet, welches auftreffendes Licht durch das Material passieren lässt. Absorbierend ist ein Material, welches auftreffendes Licht weder zurückwirft noch passieren lässt. Eine Vielzahl von Materialien weisen für ein und dieselbe Wellenlänge alle drei beschriebenen Effekte auf, wobei in der Regel ein Effekt dominiert. Ein Material wird daher als reflektierend angesehen, wenn dieses Licht einer betreffenden Wellenlänge überwiegend zurückwirft und nur einen geringeren Anteil absorbiert oder hindurchtreten lässt.

[0015] Eine besondere Art der Reflexion ist die spiegelnde Reflexion, bei der Licht nahezu ohne Abschwächung zurückgeworfen wird und ein Winkel zwischen einer Oberflächennormale am Auftreffpunkt und dem einfallenden Lichtstrahl gleich einem Winkel von der Oberflächennormale zu dem ausfallenden Lichtstrahl ist. Eine spiegelnde Reflexion zeigen beispielsweise metallische Oberflächen, wie beispielsweise Silber, Gold oder Aluminium. Für bestimmte Wellenlängen können auch Dünnschichtsysteme aus Schichten unterschiedlichen Brechungsindex spiegelnde Schichten ausbilden, die jedoch in der Regel sowohl hinsichtlich der Wellenlänge als auch des Winkelbereichs des auftreffenden Lichts, welches spiegelnd reflektiert wird, eingeschränkt sind.

[0016] Als Substratschicht wird hier eine Schicht bezeichnet, welche eine selbsttragende Schicht ist. Eine Substratschicht kann beispielsweise eine Papier- oder Textilschicht sein, eine Kunststoffolie oder Ähnliches. Eine Druckschicht oder eine aufgedampfte Metallschicht stellen keine Substratschichten dar, da diese für eine Handhabung nicht strukturell selbständig sind.

[0017] Ein Laminationskörper ist ein aus mehreren Substratschichten zusammengefügt Körper. Das Material in einem Laminationskörper, welches aus einer der Substratschichten stammt, die zu dem Laminationskörper zusammengefügt sind, wird hier als Materialschicht bezeichnet. Werden Substratschichten gleicher chemischer Komposition beispielsweise in einem thermischen Laminationsverfahren unter Anwendung von Druck zusammengefügt, so können die Materialschichten im Dokumentkörper häufig aufgrund der chemischen und/oder physikalischen Struktur nicht voneinander unterschieden werden, sondern lediglich beispielsweise durch Füllstoffe oder anhand von Beschichtungen, die vor dem Zusammenfügen auf deren Oberflächen ausgebildet wurden, im fertigen Dokumentkörper identifiziert werden.

[0018] Beugende Mikrogitterstrukturen im Sinne des hier beschriebenen sind keine Hologramme. Die Mikrostrukturierungen sind in der Regel größer als die Wellenlänge des Lichts, welches gebeugt werden soll.

[0019] Die Erfindung wird in den Ansprüchen 1 und 6 definiert.

Bevorzugte Ausführungsformen

[0020] Grundsätzlich sind Sicherheitsdokumente

denkbar, bei denen die Mikrogitterstruktur eine Beugung von Licht im nicht sichtbaren Wellenlängenbereich, d.h. im UV-Wellenlängenbereich, also bei Wellenlängen kleiner 380 nm bis etwa 100 nm, oder im infraroten Wellenlängenbereich bei Wellenlängen zwischen 780 nm und 1 mm erfolgt. Besonders bevorzugt werden jedoch Ausführungsformen, bei denen die mindestens eine Mikrogitterstruktur Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich, d.h. im Wellenlängenbereich zwischen 780 nm und 380 nm, beugt.

[0021] Da die Beugung ein von dem Wellencharakter des Lichts abhängiges Phänomen ist, zeigen Mikrostrukturgitter in der Regel Beugungseffekte, die eine Farbaufspaltung von weißem Licht bewirken. Dies bedeutet, dass Licht unterschiedlicher Wellenlängen unterschiedlich gebeugt wird. Daher ist der mindestens eine transparente Volumenbereich vorzugsweise farblos, d.h. er zeigt keine ausgeprägte Absorption einer oder einzelner Wellenlängen im sichtbaren Wellenlängenbereich. Während Gitterstrukturen, die flach sind, d.h. in einer Ebene ausgebildet sind, wie beispielsweise dünne Strichgitter, können Mikrogitterstrukturen, deren Mikrostrukturierungen ein dreidimensionales Muster bilden, durch Fälscher nur schwer hergestellt oder nachgebildet werden.

[0022] Bevorzugt werden somit Gitterstrukturen, die Mikrostrukturierungen aufweisen, die in unterschiedlichen Abständen zu einer Oberseite des Dokumentkörpers bzw. des mindestens einen transparenten Volumenbereichs ausgebildet sind.

[0023] Besonders bevorzugt ist die mindestens eine Mikrogitterstruktur dreidimensional.

[0024] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weisen die Mikrostrukturierungen Abmessungen im Bereich von 1 μm bis 25 μm zumindest entlang jeweils einer Raumrichtung auf, vorzugsweise entlang aller Raumrichtungen. Dies bedeutet, dass die Mikrostrukturierungen eine maximale Abmessung entlang irgendeiner Raumrichtung im Bereich zwischen 1 μm und 25 μm aufweisen. Durch deren geordnete strukturierte Anordnung in einem Muster wird die Mikrogitterstruktur geschaffen. Vorzugsweise ist das Muster der Mikrostrukturierungen periodisch, was bedeutet, dass Abschnitte des dreidimensionalen Musters durch eine Parallelverschiebung auf einen anderen Abschnitt des Musters abgebildet werden können.

[0025] Vorzugsweise umfasst die Gitterstruktur in gleich beabstandeten, schräg zur Oberfläche ausgebildeten Ebenen angeordnete Mikrostrukturierungen, die einen Abschnitt oder Abschnitte eines Blazegitters nachbilden oder auch treppenartige Strukturen, die im Raum ausgebildete Kerben oder Gräben im transparenten Volumen "nach- bzw. ausbilden". Aufgrund der sehr guten Fokussierbarkeit und Fokussierung des Lasers können insbesondere mit einem gepulsten Laser und der Relativbewegung der Optik zu dem Dokumentkörper aus einer Vielzahl von Mikrostrukturierungen Musterelemente geschaffen werden, die periodisch in der Gitterstruktur auftreten, d.h. dass die durch die Mikrostrukturierungen

ausgebildeten Musterteile durch Translation ineinander überführbar sind.

[0026] Die Mikrostrukturierungen können beispielsweise über Brechungsindexvariationen und/oder Verfärbungen des transparenten Materials im Bereich des mindestens einen transparenten Volumenbereichs des Dokumentkörpers ausgebildet werden. Während die Brechungsindexvariationen ohne die Beugungseffekte, die an dem hieraus gebildeten Muster auftreten, in der Regel nicht für einen Betrachter sichtbar sind, können die Verfärbungen insbesondere aufgrund ihrer Vielzahl durch einen menschlichen Betrachter erfasst werden. Die durch die Vielzahl der Mikrostrukturierungen ausgebildeten Musterstrukturen, die die Mikrogitterstruktur ausbilden und daher wiederkehrend im Volumen ausgebildet sind, können auch ohne die Beugungseffekte von einem Betrachter erkannt werden. Da diese vorzugsweise dreidimensional im Raum ausgebildet sind, unterscheiden sie sich deutlich von beispielsweise gedruckten Strukturen, die in einer oder mehreren voneinander parallel zur Oberfläche beabstandeten Ebenen ausgebildet sind. Dieses bietet eine weitere Möglichkeit der Verifikation eines solchen Sicherheitsdokuments mit einer Mikrogitterstruktur.

[0027] Einen zuverlässigen Schutz vor Nachbildungen bietet jedoch eine Verifikation, bei der Licht auf die Mikrogitterstruktur eingestrahlt wird, beispielsweise Licht eines Lasers oder kohärentes Licht einer Weißlichtquelle, und die sich ergebenden Beugungsmuster des Lichts beobachtet werden, die aus der Wechselwirkung des Lichts mit der Mikrogitterstruktur entstehen.

[0028] Bei einer Ausführungsform erstreckt sich der mindestens eine transparente Volumenbereich von der Oberseite bis zu der Unterseite des Dokumentkörpers. Bei diesen Ausführungsformen ist somit zumindest ein Fensterbereich in dem Sicherheitsdokument ausgebildet, in dem Licht von der Oberseite zu der Unterseite durch den Dokumentkörper hindurchtreten kann. Wird beispielsweise kohärentes Laserlicht oder auch kohärentes Weißlicht durch die Mikrogitterstruktur in dem mindestens einen transparenten Volumenbereich gestrahlt, so beugt dieses an der Mikrogitterstruktur, sodass sich ein typischer Beugungseffekt zeigt. Bei kohärentem weißem Licht findet beispielsweise eine Aufspaltung des Lichts in verschiedene Spektralfarben unter verschiedenen Winkeln auf. Auch bei kohärentem Laserlicht zeigt sich ein Lichtmuster, welches aus unterschiedlichen Linien oder Lichtpunkten besteht, die voneinander beabstandet sind. Die entstehende Struktur ist abhängig von der dreidimensionalen Struktur der Mikrogitterstruktur. Vorzugsweise ist diese somit bei einer solchen Ausführungsform, bei der sich der mindestens eine transparente Volumenbereich von der Oberseite bis zur Unterseite erstreckt, als Transmissionsgitter ausgebildet.

[0029] Um auch in Sicherheitsdokumenten, in denen kein Fensterbereich durch den mindestens einen transparenten Volumenbereich ausgebildet werden soll, eine Verifikation auf einfache Weise möglich zu machen, ist

bei einer Weiterbildung vorgesehen, dass an einer von der Oberseite des Dokumentkörpers abgewandten Seite des mindestens einen transparenten Volumenbereichs eine reflektierende Schicht ausgebildet ist, die durch den mindestens einen Volumenbereich hindurchtretendes und auf die reflektierende Schicht auftreffendes Licht zurück in den transparenten Volumenbereich reflektiert. Bei einigen Ausführungsformen kann dies die Unterseite des Sicherheitsdokuments sein. In der Regel wird jedoch die reflektierende Schicht im Innern des Dokumentkörpers ausgebildet sein. Bei Ausführungsformen, bei denen der Volumenbereich als Fensterbereich ausgebildet ist, kann das Sicherheitsdokument jedoch vor einer reflektierenden Schicht, beispielsweise einem Spiegel, angeordnet werden, um den Beugungseffekt in Reflexion beobachten zu können.

[0030] Besonders bevorzugt ist die reflektierende Schicht spiegelnd ausgebildet, sodass Transmissionsgittereffekte, die durch die Mikrostruktur in dem mindestens einen transparenten Volumenbereich erzeugt werden, über eine Spiegelung an der reflektierenden Schicht zurückreflektiert werden, sodass die Beugungseffekte der Mikrostruktur in Reflexion verifizierbar sind. Dies bedeutet, dass bei einer Einstrahlung von Licht über die Oberseite des Dokumentkörpers das gebeugte Licht aus der Oberseite des Dokumentkörpers wieder austritt und von der Oberseite aus beobachtet werden kann, beispielsweise auf einen Schirm abgebildet werden kann. Aufgrund der bevorzugten Dreidimensionalität der Mikrostruktur gibt es beispielsweise abhängig von der konkreten Ausgestaltung unterschiedliche Winkel, unter denen für Licht einer bestimmten Wellenlänge eine besonders effiziente Beugung an der Mikrostruktur zu beobachten ist.

[0031] Eine in Reflexion beobachtbare Mikrostruktur kann auch durch die Kombination der eine Abschattung der spiegelnd reflektierenden Schicht bewirkenden Mikrostrukturierungen mit der spiegelnd reflektierenden Schicht erreicht werden. Die Mikrostruktur entsteht durch abgeschattete nicht reflektierende Bereiche oder alternativ durch verbleibende reflektierende Bereiche. Hierfür sind die Mikrostrukturierungen bevorzugt benachbart zu der reflektierenden Schicht, jedoch in dem mindestens einen transparenten Volumen ausgebildet.

[0032] Wird der mindestens eine transparente Volumenbereich beispielsweise durch eine einzige transparente Substratschicht ausgebildet, kann beispielsweise an der Unterseite in einem Abschnitt die reflektierende, vorzugsweise spiegelnde, Reflexionsschicht aufgedampft werden. Ebenso ist es selbstverständlich möglich, dass weitere transparente Substratschichten über die mit der reflektierenden Schicht versehene Substratschicht gestapelt werden, um den mindestens einen transparenten Volumenbereich auszubilden. Ist die reflektierende Schicht als Trennschicht zwischen dem mindestens einen transparenten Volumenbereich und dem mindestens einen weiteren transparenten Volumenbe-

reich vorgesehen, so können auf beiden Seiten der reflektierenden Schicht zumindest in dem Bereich, in dem die Schicht reflektierend ist, transparent ausgebildete Substratschichten übereinandergeschichtet werden, um den Laminationskörper mit einem Durchsichtfenster auszubilden, in dessen Mitte eine reflektierende Schicht ausgebildet ist, in die mittels der Laserstrahlung dann bei einer Weiterbildung die Mikrodurchbrechungen eingebracht werden.

[0033] Bei einer Weiterbildung ist somit vorgesehen, dass in der opaken, vorzugsweise reflektierenden, Schicht Mikrodurchbrechungen ausgebildet werden, die Licht beugen und ein Transmissionsgitter ausbilden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Mikrostruktur ein periodisches dreidimensionales Muster aus Mikrostrukturierungen umfasst.

[0034] Gemäß einer anderen Alternative ist vorgesehen, dass der Dokumentkörper zusätzlich zu dem mindestens einen transparenten Volumenbereich gegenüberliegend von dem mindestens einen transparenten Volumenbereich mindestens einen weiteren sich von der Unterseite ins Innere des Dokumentkörpers erstreckenden transparenten Volumenbereich aufweist, wobei der mindestens eine transparente Volumenbereich und der mindestens eine weitere transparente Volumenbereich zumindest durch eine opake Schicht, welche vorzugsweise die reflektierende Schicht ist, getrennt sind und wobei in der einen opaken Schicht, vorzugsweise der reflektierenden Schicht, laserinduzierte Mikrodurchbrechungen ausgebildet sind, an denen transmittiertes Licht gebeugt wird, wobei die Mikrodurchbrechungen ein Transmissionsgitter ausbilden. Die den mindestens einen Volumenbereich und den mindestens einen weiteren Volumenbereich trennende Schicht kann auch auf einer Seite, z.B. an der dem mindestens einen transparenten Volumenbereich zugewandten Seite reflektierend, vorzugsweise spiegelnd reflektierend, und an der abgewandten Seite absorbierend oder diffus streuend ausgebildet sein. Bei dieser Ausführungsform kann, wenn die eine Schicht spiegelnd reflektierend ist, zusätzlich zu dem Beugungseffekt, der aufgrund der durch die Mikrostrukturierungen ausgebildeten Mikrostruktur hervorgerufen wird, ein weiterer abweichender Beugungseffekt durch das Transmissionsgitter beobachtet werden, wenn das Sicherheitsdokument beispielsweise von der Unterseite durch den mindestens einen weiteren transparenten Volumenbereich hindurch durchleuchtet wird. Der Beugungseffekt an der Mikrostruktur, die durch die Mikrostrukturierungen in dem mindestens einen Volumenbereich ausgebildet ist, kann durch über die Oberseite eingestrahktes Licht, welches an der Mikrostruktur gebeugt und anschließend an der reflektierenden Schicht reflektiert wird, in Reflexion erfasst und verifiziert werden. Das durch die Mikrodurchbrechungen gebildete Transmissionsgitter kann auch bei einer Beleuchtung durch die Unterseite verifiziert werden, wobei das Transmissionsgitter dann vor der Oberseite aus erfassbar ist.

[0035] Bei dem bevorzugten Verfahren wird somit beabstandet von einer Oberseite des Dokumentkörpers unter dem mindestens einen transparenten Volumenbereich eine reflektierende Schicht ausgebildet, die durch den mindestens einen Volumenbereich hindurchtretendes, auf die reflektierende Schicht auftreffendes Licht zurück in den transparenten Volumenbereich reflektiert. Vorzugsweise wird die reflektierende Schicht als spiegelnde Schicht ausgebildet. Hierfür wird beispielsweise eine dünne metallische Schicht entweder auf die Unterseite des Dokumentkörpers aufgedampft oder zumindest in einem Abschnitt auf eine der Substratschichten aufgedampft, die dann als innere Schicht in den Dokumentkörper eingefügt wird.

[0036] Bei einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Dokumentkörper als Laminationskörper aus übereinandergeschichteten Substratschichten zusammengefügt wird und eine der Substratschichten in mindestens einem Abschnitt reflektierend ist oder mit einer reflektierenden Beschichtung versehen wird und mit den weiteren der Substratschichten so zusammengefügt wird, dass der mindestens eine transparente Volumenbereich zwischen einerseits der Oberseite und andererseits dem mindestens einen Abschnitt der reflektierenden Substratschicht oder der reflektierenden Beschichtung ausgebildet wird, mit der dieser mindestens eine Abschnitt versehen ist.

[0037] Bei einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass der mindestens eine transparente Volumenbereich sich von der Oberseite zu der gegenüberliegenden Unterseite des Dokumentkörpers erstreckt.

[0038] Die Mikrostrukturierungen können bei einer Ausführungsform so ausgebildet sein, dass diese die reflektierende Schicht modifizieren, so dass die nicht-modifizierte Bereiche eine Mikrogitterstruktur in Form eines Reflexionsgitters bilden.

[0039] Die Modifizierung kann beispielsweise über als Mikrodurchbrechungen ausgebildete Mikrostrukturierungen erfolgen.

[0040] Bei einigen Ausführungsformen bilden die Mikrodurchbrechungen eine Mikrogitterstruktur eines Transmissionsgitters und die nicht modifizierten Bereiche der reflektierenden Schicht eine Mikrogitterstruktur in Form eines Reflexionsgitters. Jeweils zusätzlich oder alternativ können Mikrostrukturierungen im Inneren des mindestens einen transparenten Volumenbereichs ausgebildet sein, die eine Mikrogitterstruktur ausbilden, vorzugsweise eine dreidimensionale Mikrogitterstruktur.

[0041] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Dokumentkörpers mit einer Mikrogitterstruktur;

Fig. 2 eine schematische Explosionszeichnung und Erläuterung der Herstellung eines Sicherheitsdokuments;

Fig. 3 ein schematischer Ausschnitt eines Dokumentkörpers mit einer Mikrogitterstruktur;

Fig. 4 eine weitere schematische Darstellung eines Ausschnitts eines Dokumentkörpers mit einer Mikrogitterstruktur; und

Fig. 5 noch eine weitere schematische Darstellung eines Ausschnitts eines Dokumentkörpers mit einer Mikrogitterstruktur.

[0042] In Fig. 1 ist schematisch eine Sicherheitsdokument 1 dargestellt. Dieses umfasst einen Dokumentkörper 10, der vorzugsweise als Laminationskörper aus mehreren Substratschichten hergestellt ist. Der Dokumentkörper 10 weist eine Oberseite 11 und eine gegenüberliegende Unterseite 12 auf. Zwischen der Oberseite 11 und der Unterseite 12 erstrecken sich umlaufend Stirnseiten 13-16.

[0043] In Fig. 2 ist schematisch dargestellt, wie der Dokumentkörper 10 nach Fig. 1 als Laminationskörper hergestellt ist. Gleiche technische Merkmale sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

[0044] Der Dokumentkörper 10 wird aus einer Substratschicht 120 mit einer Oberseite 121 und einer Unterseite 122 sowie einer weiteren Substratschicht 130 mit einer Oberseite 131 und einer Unterseite 132 hergestellt. Beispielfhaft wird der Dokumentkörper 10 hier aus lediglich zwei Substratschichten, der Substratschicht 120 und der weiteren Substratschicht 130, hergestellt. Es versteht sich für den Fachmann, dass Dokumentkörper aus einer beliebigen Anzahl von Substratschichten hergestellt werden können. Üblich sind Anzahlen zwischen zwei und fünfzehn, bevorzugt zwischen fünf bis sieben Substratschichten. Für die vorliegende Erfindung ist die konkrete Anzahl von Substratschichten von untergeordneter Bedeutung.

[0045] In der dargestellten Ausführungsform sind die Substratschicht 120 und die weitere Substratschicht 130 jeweils transparente Substratschichten, d.h. sie bestehen aus einem Material, welches nach dem Zusammenfügen Licht im sichtbaren Wellenlängenbereich gemäß der geometrischen Optik passieren lässt, sofern das Material nicht verändert ist. Die eine Substratschicht 120 ist in einem Abschnitt mit einer Druckschicht 150 versehen. Mit der Druckschicht 150 sind in der dargestellten Ausführungsform individualisierende Informationen 152, die ein Portraitbild 154, einen Namen 156 und einen Ort 158, an dem die entsprechende Person, der das hergestellte Sicherheitsdokument 1 zugeordnet wird, wohnhaft ist, ausgebildet. Zusätzlich ist beispielsweise ein Hintergrund 159 ausgebildet, sodass die Oberseite 121 im Abschnitt 60 durch die Druckschicht 150 opak ist. Der Hintergrunddruck kann beispielsweise als Guillochendruck ausgeführt sein. Dies ist aus Gründen der Vereinfachung hier nicht dargestellt.

[0046] Zwischen die Substratschicht 120 und die weitere Substratschicht 130 wird ein Hologrammpatch 140

geschichtet, bevor die Substratschicht 120 und die weitere Substratschicht 130 unter Anwendung von Wärmeenergie und Druck zu dem Dokumentkörper 10, welcher in Fig. 1 dargestellt ist, laminiert werden. Vorzugsweise sind die Substratschicht 120 und die weitere Substratschicht 130 auf Basis desselben Kunststoffmaterials hergestellt, sodass ein monolithischer Dokumentkörper 10 entsteht. Ist auch die Druckschicht 150 auf Basis desselben Polymers als Bindemittel hergestellt, so ist eine Delamination aufgrund der in dem Abschnitt 60 vollflächig ausgeführten Druckschicht 150 nicht erhöht.

[0047] In einem Abschnitt 70, in dem die Oberseite 121 der Substratschicht 120 nicht bedruckt ist, ist in dem Dokumentkörper 10 ein transparenter Volumenbereich ausgebildet, der sich von der Oberseite 11 ins Innere des Dokumentkörpers 10 erstreckt. In der dargestellten Ausführungsform ist der transparente Volumenbereich 100 durch die Materialschicht 20 und die weitere Materialschicht 30 gebildet, die aus den Substratschichten 120 und 130 hervorgegangen sind. Bei anderen Ausführungsformen kann der mindestens eine transparente Volumenbereich 100 auch aus mehr oder nur einer Substratschicht gebildet sein.

[0048] Bei der dargestellten nicht anspruchsgemäßen Ausführungsform erstreckt sich der transparente Volumenbereich von der Oberseite 11 bis zu der Unterseite 12 des Dokumentkörpers 10. Im Innern des transparenten Volumenbereichs 100 sind Mikrostrukturierungen 200 ausgebildet, deren Muster 220 eine Mikrogitterstruktur 210 ausbildet, welche Licht, vorzugsweise im sichtbaren Wellenlängenbereich, beugt. Das Muster 220 weist in der dargestellten Ausführungsform schematisch Musterbereiche 231-233 dar, welche treppenartig ausgebildete, unter Winkeln α_1 - α_3 gegenüber lokalen Oberflächennormalen 251-253 der Oberseite 11 des Dokumentkörpers im Innern ausgebildete geneigte Ebenen ausbilden. Es versteht sich für den Fachmann, dass diese aus nebeneinander angeordneten Mikrostrukturierungen gebildet sind, welche in unterschiedlichen Tiefen, bezogen auf die Oberseite 11 des Dokumentkörpers 10, in dem mindestens einen transparenten Volumen 100 ausgebildet sind. Die Mikrostrukturierungen können beispielsweise durch Brechungsindexunterschiede in dem transparenten Material des mindestens einen transparenten Volumenbereichs 100 ausgebildet sein. Alternativ und/oder zusätzlich können auch die Mikrostrukturierungen oder einige Mikrostrukturierungen als

[0049] Verfärbungen, beispielsweise Schwärzungen, ausgebildet sein. Es versteht sich für den Fachmann, dass die Mikrostrukturierungen keine vollflächig geschlossenen Ebenen oder Treppenstrukturen bilden müssen, jedoch in einigen Ausführungsformen ausbilden können.

[0050] Die Musterbereiche 231-233 können auch aus nebeneinander und voneinander getrennt ausgebildet und zumindest bei mikroskopischer Betrachtung als getrennt wahrnehmbare Mikrostrukturierungen ausgebildet sein. Bei der dargestellten Ausführungsform ist das Mus-

ter 220 periodisch. Die einzelnen Musterbereiche 231-233 können mittels einer Translation ineinander überführt werden. Dies bedeutet, dass die Musterbereiche zueinander gleich beabstandet entlang einer Raumrichtung ausgebildet sind. Darüber hinaus sind die Musterbereiche 231-233 gleichartig, d.h. hinsichtlich ihrer geometrischen Struktur gleich. Es versteht sich für den Fachmann, dass kleine Variationen die Periodizität, welche für die Ausbildung eines Mikrostrukturgitters notwendig ist, nicht beeinflussen.

[0051] Die Mikrostrukturierungen können in ein ansonsten fertiges Sicherheitsdokument 1 bzw. den zugehörigen Dokumentkörper 10 eingebracht werden. Über die konkrete Ausgestaltung der Mikrostrukturierungen kann somit der Dokumentkörper 10 gegenüber anderen Dokumentkörpern individualisiert werden, indem eine abweichende Mikrogitterstruktur gegenüber den Mikrogitterstrukturen eingebracht wird, welche in die anderen Sicherheitsdokumente einer Mehrzahl von Sicherheitsdokumenten eingebracht werden. Hierdurch können einzelne Gruppen von Sicherheitsdokumenten individualisiert werden oder einzelne Sicherheitsdokumente aus einer Gesamtheit von Sicherheitsdokumenten individualisiert werden.

[0052] In Figuren 3 bis 5 sind Ausschnitte aus einem Dokumentkörper 10 schematisch dargestellt, die beispielsweise dem Abschnitt 70 des Sicherheitsdokuments 1 bzw. Dokumentkörpers 10 nach Fig. 1 entsprechen. Bei der Ausführungsform nach Fig. 3 sind wie bei dem Dokumentkörper 10 nach Fig. 1 in dem mindestens einen transparenten Volumenbereich 100 Mikrostrukturierungen, die ein periodisches Muster ausbilden, eingebracht, welches ein Transmissionsgitter für die Beugung von Licht ausbildet. Über die Unterseite 12 des Dokumentkörpers bzw. mindestens einen transparenten Volumenbereichs 100 eingestrahktes Licht 300 wird an der Mikrogitterstruktur 210 gebeugt und tritt aus der Oberseite 11 des Sicherheitsdokuments bzw. mindestens einen transparenten Volumenbereichs 100 als in Transmission gebeugtes Licht 310 aus. Ist das eingestrahkte Licht 300 kohärentes weißes Licht, so ist ein wellenlängengetrentes und somit unterschiedliche farbige Bereiche aufweisendes Lichtmuster auf einem Schirm zu erkennen (nicht dargestellt), auf dem das in Transmission gebeugte Licht 310 auftritt. Abhängig von der konkreten Ausgestaltung der Mikrogitterstruktur, welches über die Anordnung der Mikrostrukturierungen in dem mindestens einen transparenten Volumenbereich erfolgt, findet die Beugung unter unterschiedlichen Winkeln und eine unterschiedlich starke Farbaufspaltung statt. Wird monochromatisches Laserlicht eingestrahlt, so wird dieses beispielsweise in unterschiedliche Punkte oder Linien variierender Intensität gebeugt.

[0053] Bei der Ausführungsform nach Fig. 4 ist vor dem Zusammenfügen der einen Substratschicht 120 nach Fig. 2 mit der weiteren Substratschicht 130 nach Fig. 2 entweder die Oberseite 121 der einen Substratschicht 120 oder die Unterseite 132 der weiteren Substratschicht

130 mit einer Metallschicht beaufschlagt. Beispielsweise kann dieses durch Aufdampfen oder auch jedes andere beliebige Transferv Verfahren erfolgen. Ebenso ist es möglich, eine dünne Metallfolie zwischen die Substratschichten zu fügen. Die Metallschicht bildet eine reflektierende Schicht 160, welche in der dargestellten Ausführungsform spiegelnd reflektiert.

[0054] Zwischen der Oberseite 11 und der reflektierenden Schicht 160 ist der mindestens eine transparente Volumenbereich 100 ausgebildet. Unterhalb der reflektierenden Schicht 160 und der Unterseite 12 des Dokumentkörpers ist ein weiterer transparenter Volumenbereich 110 ausgebildet. Bei der dargestellten Ausführungsform werden in der reflektierenden Schicht 160 Mikrodurchbrechungen mittels der Laserstrahlung erzeugt, die gemeinsam ein Transmissionsgitter erzeugen. Wird nun über die Unterseite Licht 300 eingestrahlt, so findet eine Beugung an den Durchbrechungen statt und es ist erneut in Transmission gebeugtes Licht 310, beispielsweise auf einem Schirm nicht dargestellt, zu erfassen. Wird hingegen über die Oberseite 11 Licht 320 eingestrahlt, so wird dieses an der verbleibenden reflektierenden Schicht 160 beugend reflektiert und erzeugt ebenfalls ein typisches Beugungsmuster.

[0055] Zusätzlich kann in dem mindestens einen transparenten Volumenbereich 100 über Mikrostrukturierungen im transparenten Volumen eine Mikrogitterstruktur ausgebildet sein, deren gebeugtes Licht 330 an den verbleibenden, nicht durch die Mikrodurchbrechungen beseitigten Abschnitten der reflektierenden Schicht in Reflexion nachgewiesen werden kann, wenn Licht 320 über die Oberseite 11 des Sicherheitsdokuments bzw. dargestellten Abschnitts 70 eingestrahlt wird.

[0056] In Fig. 5 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei der oberhalb der reflektierenden Schicht 160, welche vorzugsweise spiegelnd reflektiert, in dem mindestens einen transparenten Volumen Mikrostrukturierungen ausgebildet werden, die die Mikrogitterstruktur 210 bilden. Über die Oberseite eingestrahktes Licht 320 wird hier an den Mikrostrukturierungen gebeugt und aufgrund der reflektierenden Schicht 160 aus der Oberseite 11 des Abschnitts 70 des Sicherheitsdokuments 1 bzw. Dokumentkörpers 10 als in Reflexion gebeugtes Licht 330 abgestrahlt, dessen Beugungsmuster beispielsweise auf einem Schirm (nicht dargestellt) aufgefangen und betrachtet bzw. mittels einer Kamera oder sonstigen Vorrichtung erfasst werden kann. Die weitere Materialschicht 30 kann transparent oder nicht transparent, beispielsweise opak, ausgebildet sein.

[0057] Die Verifikation der verschiedenen beschriebenen Ausführungsformen kann über beliebige optische Messvorrichtungen vorgenommen werden, die das ortsaufgelöste und gegebenenfalls auch wellenlängenaufgelöste Beugungsschema eines Transmissions- und/oder Reflexionsgitters erfassen können. Über einen Vergleich der erfassten Beugungsmuster des Lichts mit einem erwarteten Beugungsmuster oder mehreren erwarteten Beugungsmustern kann das entsprechende Si-

cherheitsdokument verifiziert werden.

[0058] Es versteht sich für den Fachmann, dass hier stark vereinfachte Ausführungsformen beschrieben sind und die Darstellung nicht maßstabsgerecht sind.

5

Bezugszeichenliste

[0059]

10	1	Sicherheitsdokument
	10	Dokumentkörper
	11	Oberseite
	12	Unterseite
	13 - 16	Stirnseiten
15	20	Materialschicht
	30	weitere Materialschicht
	60	ein Abschnitt
	70	weiterer Abschnitt
	100	transparenter Volumenbereich
20	110	weiterer transparenter Volumenbereich
	120	eine Substratschicht
	121	Oberseite
	122	Unterseite
	130	weitere Substratschicht
25	131	Oberseite
	132	Unterseite
	140	Hologrammpatch
	150	Druckschicht
	152	individualisierende Informationen
30	154	Porträtbild
	156	Name
	158	Ort
	159	Hintergrund
	160	reflektierende Schicht
35	200	Mikrostrukturierungen
	210	Mikrogitterstruktur
	220	Muster
	231 - 233	Musterbereiche
	$\alpha 1 - \alpha 3$	Winkel
40	251 - 253	Oberflächennormale
	300	eingestrahktes Licht
	310	in Transmission gebeugtes Licht
	320	eingestrahktes Licht
	330	gebeugtes und reflektiertes Licht

45

Patentansprüche

1. Sicherheitsdokument (1) umfassend einen

50

Dokumentkörper (10) mit einer Oberseite (11) und einer gegenüberliegenden Unterseite (12), wobei der Dokumentkörper (10) mindesten einen transparenten Volumenbereich (100) aufweist, wobei der mindestens eine transparente Volumenbereich (100) sich von der Oberseite (11) ins Innere des Dokumentkörpers (10) erstreckt,

55

- wobei im Innern des Dokumentkörpers (10) laserinduzierte Mikrostrukturierungen (200) ausgebildet sind,
wobei
mittels der Mikrostrukturierungen (200) mindestens eine Mikrogitterstruktur (210) in dem Innern des Dokumentkörpers (10) ausgebildet ist, welche Licht (300) beugt,
wobei an einer von der Oberseite (11) des Dokumentkörpers (10) abgewandten Seite des mindestens einen transparenten Volumenbereichs (100) eine opake Schicht (160) ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
nach einer Alternative die eine opake Schicht als eine reflektierende Schicht (160) ausgebildet ist, die durch den mindestens einen Volumenbereich (100) hindurchtretendes auf die reflektierende Schicht auftreffendes Licht (300) zurück in den transparenten Volumenbereich (100) reflektiert,
wobei zumindest ein Teil der Mikrostrukturierungen (200) die reflektierende Schicht (160) modifiziert und hierdurch durch nicht modifizierte Bereiche der reflektierenden Schicht (160) eine Mikrogitterstruktur (210) in Form eines Reflexionsgitters ausgebildet ist
und/oder nach einer anderen Alternative der Dokumentkörper zusätzlich zu dem mindestens einen transparenten Volumenbereich (100) gegenüberliegend von dem mindestens einen transparenten Volumenbereich (100) mindestens einen weiteren sich von der Unterseite (12) ins Innere des Dokumentkörpers (10) erstreckenden transparenten Volumenbereich (110) aufweist, wobei der mindestens eine transparente Volumenbereich (100) und der mindestens eine weitere transparente Volumenbereich (110) durch die eine opake Schicht (160) getrennt sind, und wobei in der opaken Schicht (160) zumindest als ein Teil der Mikrostrukturierungen (200) laserinduzierte Mikrodurchbrechungen ausgebildet sind, an denen transmittiertes Licht gebeugt wird, wobei die Mikrodurchbrechungen ein Transmissionsgitter ausbilden.
2. Sicherheitsdokument (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Mikrogitterstruktur (210) dreidimensional ist und zumindest jener Teil der Mikrostrukturierungen (200), die die dreidimensionale Mikrogitterstruktur (210) ausbilden, in dem mindestens einen transparenten Volumenbereich (100) ausgebildet sind.
3. Sicherheitsdokument (1) nach Anspruch 1 oder 2 gemäß der anderen Alternative, **dadurch gekennzeichnet, dass** die eine opake Schicht 160 die reflektierende Schicht ist.
4. Sicherheitsdokument (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostrukturierungen (200) Abmessungen im Bereich von $1\mu\text{m}$ bis $25\mu\text{m}$ zumindest entlang jeweils einer Raumrichtung aufweisen, vorzugsweise entlang aller Raumrichtungen aufweisen.
5. Sicherheitsdokument (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrostrukturierungen (200) über Brechungsindexvariationen in dem mindestens einen transparenten Volumenbereich (100) und/oder Verfärbungen des transparenten Materials in dem mindestens einen transparenten Volumenbereich (100) und/oder als Mikrodurchbrechungen in der opaken und/oder reflektierenden Schicht ausgebildet sind.
6. Verfahren zu Herstellen eines Sicherheitsdokuments (1) umfassend die Schritte: Erzeugen oder Bereitstellen eines Dokumentkörpers (10) mit einer Oberseite (11) und einer gegenüberliegenden Unterseite, wobei mindestens ein transparenter Volumenbereich (100) in dem Dokumentkörper (10) ausgebildet wird oder ist, der sich von der Oberseite (11) ins Innere des Dokumentkörpers (10) erstreckt, wobei mittels Laserstrahlung Mikrostrukturierungen (200) in dem Innern des Dokumentkörpers (10) ausgebildet werden, wobei für die Fokussierung der Laserstrahlung eine Optik mit einer numerischen Apertur NA von größer 0,3 in Luft verwendet wird und mittels der Mikrostrukturierungen (200) eine Mikrogitterstruktur (210) in dem Innern des Dokumentkörpers (10) ausgebildet wird, welche Licht beugt, **dadurch gekennzeichnet, dass**
beabstandet von einer Oberseite (11) des Dokumentkörpers (10) unter dem mindestens einen transparenten Volumenbereich (100) eine opake Schicht ausgebildet wird,
wobei nach einer Alternative die eine opake Schicht reflektierend ausgebildet wird, sodass die opake reflektierende Schicht durch den mindestens einen Volumenbereich (100) hindurchtretendes auf die reflektierende Schicht auftreffendes Licht zurück in den transparenten Volumenbereich (100) reflektiert,
wobei zumindest ein Teil der Mikrostrukturierungen (200) die reflektierende Schicht (160) modifiziert und hierdurch durch nicht modifizierte Bereiche der reflektierenden Schicht (160) eine Mikrogitterstruktur (210) in Form eines Reflexionsgitters ausgebildet wird
und/oder nach einer anderen Alternative in der opaken Schicht Mikrodurchbrechungen ausgebildet werden, die Licht beugen und ein Transmissionsgitter ausbilden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, dass zumindest ein Teil der Mikrostrukturierungen (200) in dem mindestens ein transparenter Volumenbereich (100) ausgebildet werden, um als die mindestens eine Mikrogitterstruktur (210) dreidimensional ausgebildet wird.

Claims

1. A security document (1) comprising a

document body (10) with an upper side (11) and an opposite lower side (12), wherein the document body (10) has at least one transparent volume region (100), wherein the at least one transparent volume region (100) extends from the upper side (11) into the interior of the document body (10),

wherein laser-induced microstructures (200) are formed in the interior of the document body (10),

wherein

by means of the microstructures (200) at least one micro-lattice structure (210) is formed in the interior of the document body (10) which diffracts light (300),

wherein

an opaque layer (160) is formed on a side of the at least one transparent volume region (100) facing away from the upper side (11) of the document body (10), **characterized in that**,

according to one alternative, the one opaque layer is formed as a reflective layer (160), which reflects light (300) passing through the at least one volume region (100) and incident on the reflective layer back into the transparent volume region (100),

wherein at least some of the microstructures (200) modify the reflective layer (160) and a micro-lattice structure (210) in the form of a reflection grating is formed thereby by unmodified regions of the reflective layer (160),

and/or, according to another alternative, the document body has, in addition to the at least one transparent volume region (100) opposite the at least one transparent volume region (100), at least one further transparent volume region (110) extending from the lower side (12) into the interior of the document body (10), wherein the at least one transparent volume region (100) and the at least one further transparent volume region (110) are separated by the one opaque layer (160), and wherein laser-induced microp perforations, at which transmitted light is diffracted, are formed in the opaque layer (160) at least as a part of the microstructures (200), wherein the micro-perforations form a transmission grating.

2. The security document (1) according to claim 1, **characterized in that** the at least one microlattice structure (210) is three-dimensional and at least the portion of the microstructures (200) which forms the three-dimensional microlattice structure (210) are formed in the at least one transparent volume region (100).

3. The security document (1) according to claim 1 or 2 according to the other alternative, **characterized in that** the one opaque layer (160) is the reflective layer.

4. The security document (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the microstructures (200) have dimensions in the range of 1 μm to 25 μm at least in one respective spatial direction, preferably in all spatial directions.

5. The security document (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the microstructures (200) are formed by refractive index variations in the at least one transparent volume region (100) and/or colorations of the transparent material in the at least one transparent volume region (100) and/or as micro-perforations in the opaque and/or reflective layer.

6. A method for producing a security document (1) comprising the steps:

producing or providing a document body (10) with an upper side (11) and an opposite lower side, wherein at least one transparent volume region (100) is formed in the document body (10), which extends from the upper side (11) into the interior of the document body (10), wherein microstructures (200) are formed in the interior of the document body (10) by laser radiation, wherein an optical system with a numerical aperture NA of greater than 0.3 in air is used for focusing the laser radiation and by means of the microstructures (200) a microlattice structure (210) is formed in the interior of the document body (10) which diffracts light,

characterized in that

an opaque layer is formed at a distance from an upper side (11) of the document body (10) below the at least one transparent volume region (100), wherein, according to one alternative, the one opaque layer is configured to be reflective, so that the opaque reflective layer reflects light passing through the at least one volume region (100) and incident on the reflective layer back into the transparent volume region (100), wherein at least some of the microstructures (200) modify the reflective layer (160) and thereby form a microlattice structure (210) in the form of a reflective grating through unmodified regions

of the reflective layer (160),
and/or, according to another alternative, micro-
perforations are formed in the opaque layer,
which diffract light and form a transmission grat-
ing.

7. The method according to claim 6, **characterized in that** at least some of the microstructures (200) are formed in the at least one transparent volume region (100) to be three-dimensional as the at least one micro-lattice structure (210).

Revendications

1. Document de sécurité (1) comprenant

un corps de document (10) avec une face supérieure (11) et une face inférieure (12) située à l'opposé,
dans lequel le corps de document (10) présente au moins une région de volume transparente (100),
dans lequel l'au moins une région de volume transparente (100) s'étend de la face supérieure (11) vers l'intérieur du corps de document (10), dans lequel des micro-structurations (200) induites par laser sont formées à l'intérieur du corps de document (10),
dans lequel
au moins une structure de micro-grille (210), qui diffracte la lumière (300), est formée à l'intérieur du corps de document (10) au moyen des micro-structurations (200),
dans lequel
une couche opaque (160) est formée sur une face opposée à la face supérieure (11) du corps de document (10) de l'au moins une région de volume transparente (100), **caractérisé en ce que** selon une alternative, la couche opaque est conçue sous la forme d'une couche réfléchissante (160) qui réfléchit de nouveau la lumière (300) traversant l'au moins une région de volume (100) sur la couche réfléchissante dans la région de volume transparente (100),
dans lequel au moins une partie des micro-structurations (200) modifie la couche réfléchissante (160) et de cette façon une structure de micro-grille (210) sous la forme d'une grille de réflexion est formée par des zones non modifiées de la couche réfléchissante (160) et/ou selon une autre alternative,
le corps de document présente, en plus de la région de volume transparente (100), à l'opposé de l'au moins une région de volume transparente (100), au moins une nouvelle région de volume transparente (110) s'étendant de la face inférieure (12) vers l'intérieur du corps de docu-

ment (10), où l'au moins une région de volume transparente (100) et l'au moins une nouvelle région de volume transparente (110) sont séparées par la couche opaque (160), et où, dans la couche opaque (160), des micro-interruptions, sur lesquelles de la lumière transmise est réfractée, sont conçues au moins sous forme d'une partie des micro-structurations (200) induites par laser, où les micro-interruptions forment une grille de transmission.

2. Document de sécurité (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'au moins une structure de micro-grille (210) est tridimensionnelle et au moins une partie des micro-structurations (200), qui forment la structure de micro-grille (210) tridimensionnelle, sont formées dans l'au moins une région de volume transparente (100).

3. Document de sécurité (1) selon la revendication 1 ou selon la revendication 2, d'après l'autre alternative, **caractérisé en ce que** la couche opaque (160) est la couche réfléchissante.

4. Document de sécurité (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les micro-structurations (200) présentent des dimensions dans la plage de 1 μm à 25 μm respectivement au moins le long d'une direction spatiale, de préférence le long de toutes les directions spatiales.

5. Document de sécurité (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les micro-structurations (200) sont formées par le biais de variations d'indices de réfraction dans l'au moins une région de volume transparente (100), et/ou par des colorations du matériau transparent dans l'au moins une région de volume transparente (100), et/ou sous forme de micro-interruptions dans la couche opaque et/ou réfléchissante.

6. Procédé de fabrication d'un document de sécurité (1) comprenant les étapes :

création ou fourniture d'un corps de document (10) pourvu d'une face supérieure (11) et d'une face inférieure située à l'opposé, dans lequel au moins une région de volume transparente (100) est formée ou est présente dans le corps de document (10), qui s'étend de la face supérieure (11) vers l'intérieur du corps de document (10), dans lequel des micro-structurations (200) sont formées à l'intérieur du corps de document (10) au moyen d'un rayonnement laser,
dans lequel, une optique avec une ouverture numérique NA supérieure à 0,3 dans l'air est employée pour la focalisation du rayonnement laser et une structure de micro-grille (210), laquel-

le réfracte la lumière, est formée à l'intérieur du corps de document (10) au moyen des micro-structurations (200),

caractérisé en ce

qu'une couche opaque est formée séparée de la face supérieure (11) du corps de document (10) en-dessous de l'au moins une région de volume transparente (100), 5

où, selon une alternative, la couche opaque est conçue réfléchissante, de sorte que la couche opaque réfléchissante est réfléchie de nouveau dans la région de volume transparente (100) par la lumière traversant l'au moins une région de volume (100) tombant sur la couche réfléchissante, 10 15

où au moins une partie des micro-structurations (200) modifie la couche réfléchissante (160) et ainsi une structure de micro-grille (210) est formée par des zones non modifiées de la couche réfléchissante (160) sous la forme d'une grille de réflexion, 20

et/ou selon une autre alternative, des micro-interruptions, qui réfractent la lumière et forment une grille de transmission, sont formées dans la couche opaque. 25

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce**
qu'u moins une partie des micro-structurations (200) sont formées dans l'au moins une région de volume transparente (100) afin que l'au moins une structure de micro-grille (210) soit formée en trois dimensions. 30

35

40

45

50

55

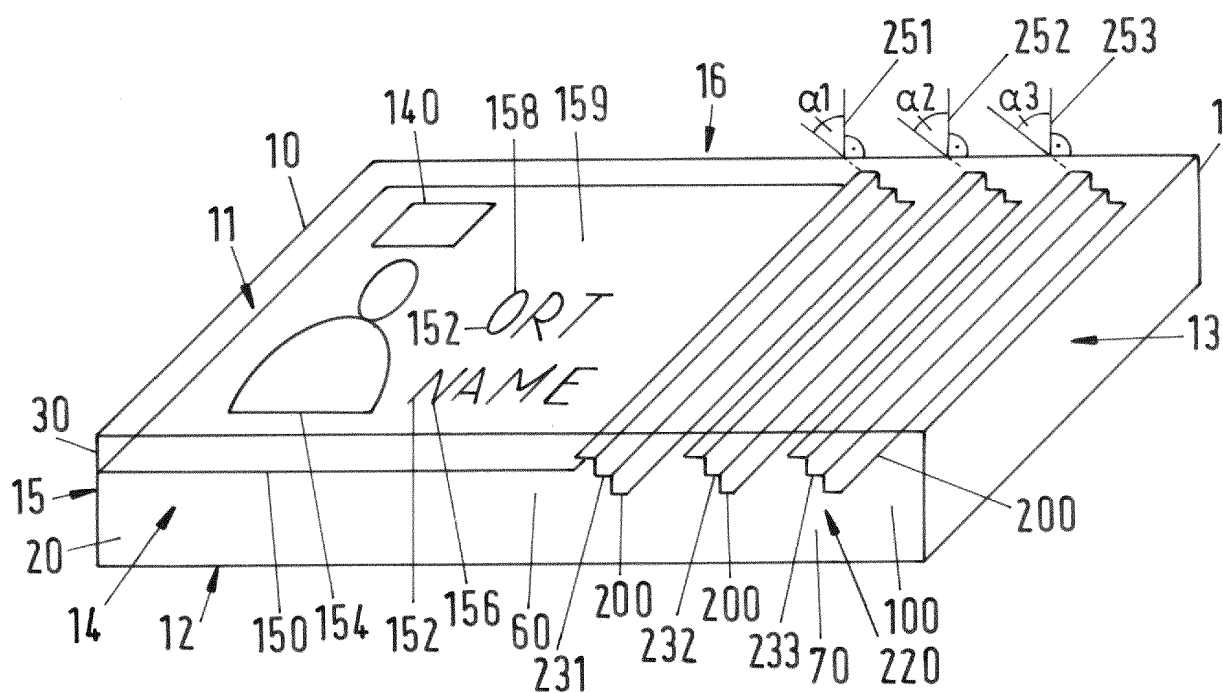


Fig.1

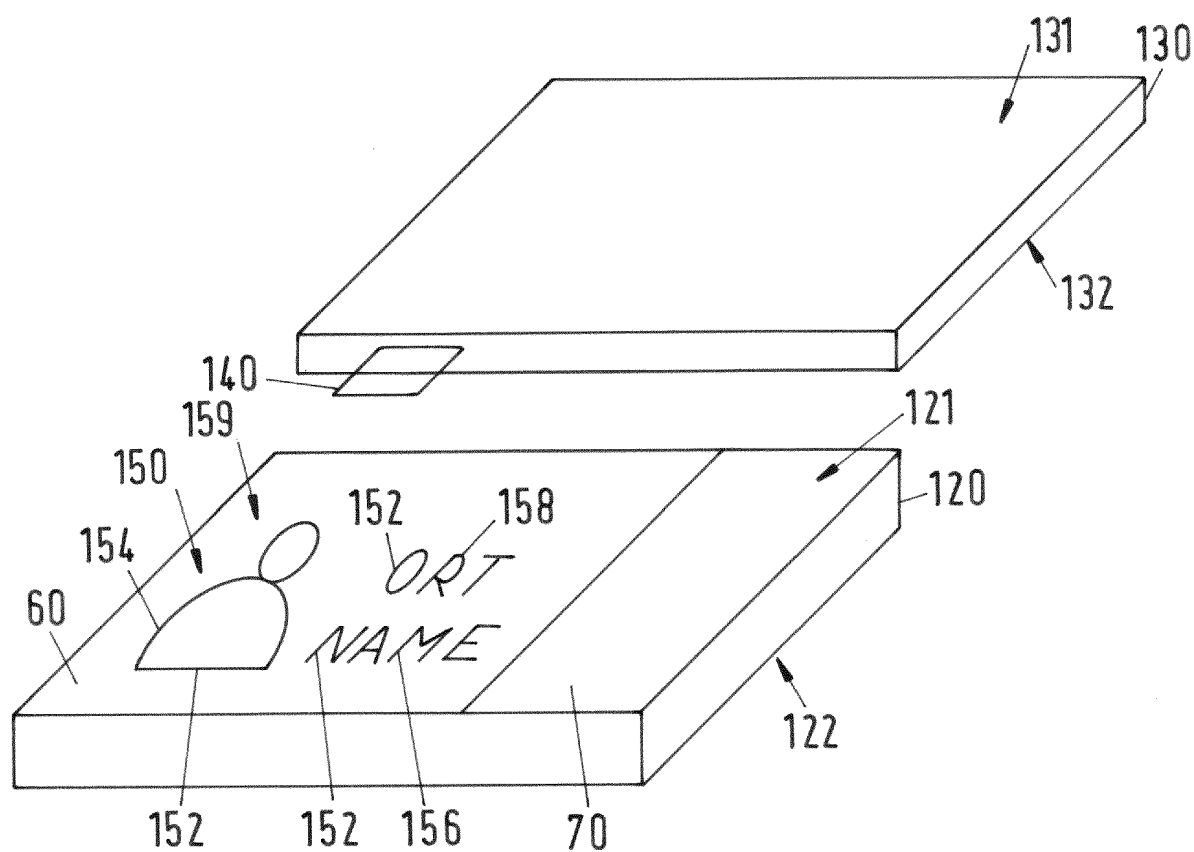


Fig.2

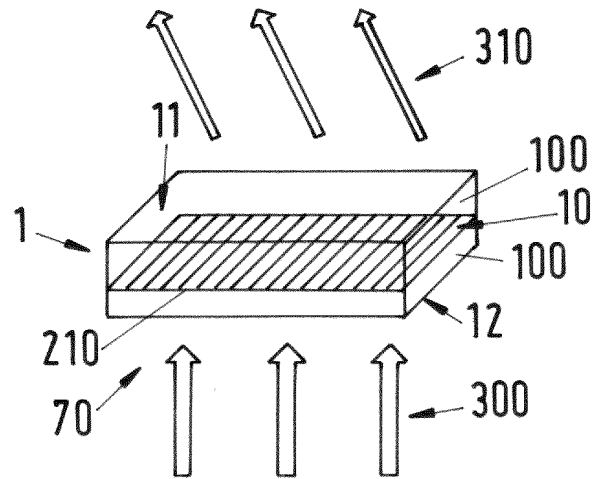


Fig.3

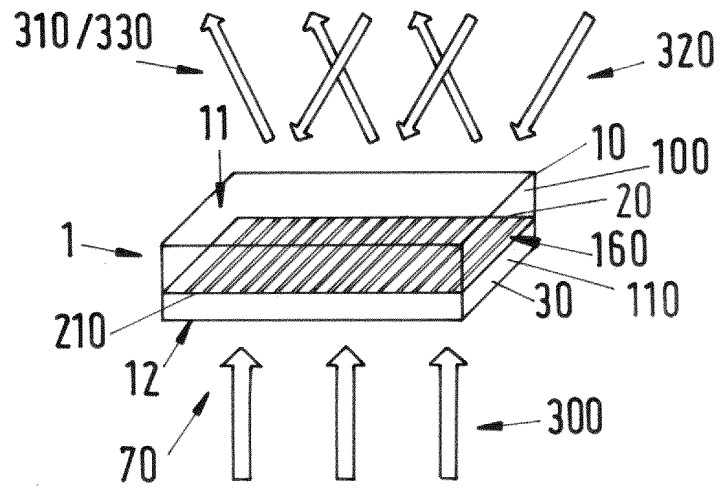


Fig.4

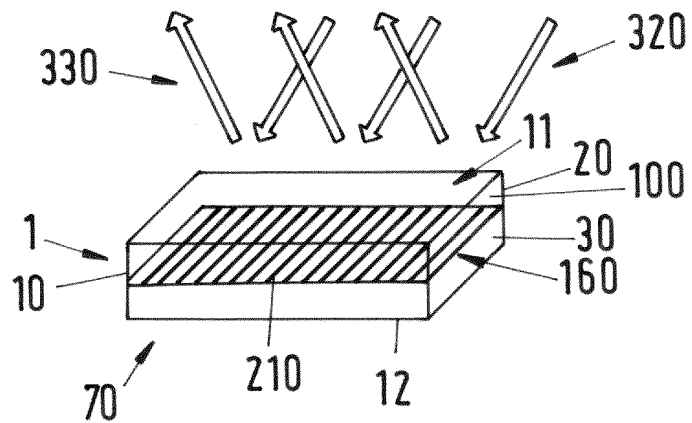


Fig.5

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

- DE 102007023560 A1 [0005]
- US 5856048 A [0006]