

(19)



(11)

EP 3 967 510 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.03.2022 Patentblatt 2022/11

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B42D 25/351 ^(2014.01) **B42D 25/41** ^(2014.01)
B42D 25/45 ^(2014.01)

(21) Anmeldenummer: **21190349.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B42D 25/351; B42D 25/41; B42D 25/45

(22) Anmeldetag: **09.08.2021**

(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:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Bielesch, Ulrich**
56132 Frucht (DE)
• **Rötzer, Martin**
85229 Markt Indersdorf (DE)
• **Mauderer, Michael**
81825 München (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Bressel und Partner mbB**
Potsdamer Platz 10
10785 Berlin (DE)

(30) Priorität: **10.08.2020 DE 102020210113**

(71) Anmelder: **Bundesdruckerei GmbH**
10969 Berlin (DE)

(54) **SICHERHEITSDOKUMENT MIT BETRACHTUNGSRICHTUNGSABHÄNGIGEM SICHERHEITSMERKMAL**

(57) Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsdokument mit einem betrachtungsrichtungsabhängigen Sicherheitsmerkmal, wobei das Sicherheitsdokument (10) einen Dokumentkörper (1) mit einem sich zumindest bis an eine Außenfläche (12) erstreckenden transparenten Volumenbereich (20) aufweist, in dem der Dokumentkörper (1) aus einem transparenten Material gebildet ist, in

dessen Inneren lokalisierte laserinduzierte Materialveränderungen (500) ausgebildet sind, wobei die laserinduzierten Materialveränderungen (500) in unterschiedlichen Abständen bezogen auf die Außenfläche (12) im transparenten Volumenbereich (20) ausgebildet sind.

Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Sicherheitsdokuments.

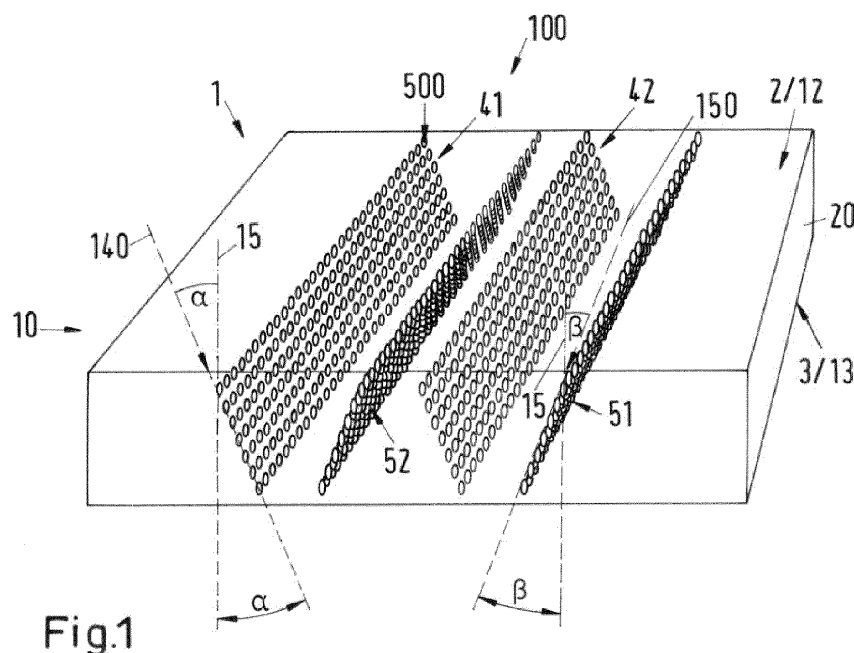


Fig.1

EP 3 967 510 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsdokument mit einem betrachtungsrichtungsabhängigen Sicherheitsmerkmal sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Sicherheitsdokument mit einem Dokumentkörper, welcher einen sich zumindest bis an eine Oberfläche erstreckenden transparenten Volumenbereich aufweist, in welchem der Dokumentkörper aus einem transparenten Material gebildet ist, in dessen Inneren lokalisierte laserinduzierte Materialveränderungen ausgebildet sind.

[0002] Sicherheitsdokumente werden mit Merkmalen versehen, die sie gegen ein Nachahmen und/oder Verfälschen schützen sollen. Diese Merkmale werden als Sicherheitsmerkmale bezeichnet, da sie ein solches Sicherheitsdokument gegen eine Verfälschung und/oder unautorisierte Herstellung absichern. Körperliche Gegenstände, die mindestens ein Sicherheitsmerkmal aufweisen, werden auch als Sicherheitselement bezeichnet.

[0003] Eine Gruppe von Sicherheitsmerkmalen lässt sich optisch oder visuell prüfen. Diese Merkmale werden als optische oder visuelle Sicherheitsmerkmale bezeichnet. Eine Untergruppe hiervon zeigt einen betrachtungsrichtungsabhängigen Effekt. Dies bedeutet, dass die optische oder visuelle Erfassung des Sicherheitsdokuments unter verschiedenen Betrachtungsrichtungen unterschiedlich optisch oder visuell wahrnehmbare Ansichten derselben Oberfläche des Sicherheitsdokuments liefert.

[0004] Eine Gruppe von Sicherheitsmerkmalen, die einen betrachtungsrichtungsabhängigen Effekt zeigen und bei denen das Merkmal durch Materialveränderungen im Innern eines transparenten Bereichs ausgebildet sind, sind sogenannte Changeable Laser Images (CLI) oder Multiple Laser Images (MLI), bei denen in die Oberfläche eines Dokumentkörpers linsenartige Strukturen eingeprägt sind. Aufgrund von Brechungseffekten an diesen linsenartigen Elementen wird eingestrahktes Laserlicht beim Ausbilden der Markierungen im Innern des Dokumentkörpers fokussiert und es werden in der Regel im Fokus und in Bereichen vor oder hinter dem Fokus des zur Erzeugung verwendeten Strahlengangs Materialveränderungen erzeugt. In der Regel sind die Materialveränderungen Verfärbungen. Insbesondere werden hierbei Kunststoffschichten mehr oder weniger stark geschwärzt. Die Schwärzung im Fokus ist beim Betrachten des Sicherheitsdokuments optimalerweise auch nur aus der Betrachtungsrichtung durch die linsenartige Struktur der Oberfläche zu erkennen, die mit der Einstrahlrichtung des Lichts übereinstimmt, das zum Erzeugen der Materialveränderungen eingestrahlt wurde. Wird der Dokumentkörper aus einer anderen Betrachtungsrichtung als der ursprünglichen Einstrahl- oder Erzeugungsrichtung betrachtet, so sind die Materialveränderungen nicht oder nur verändert wahrnehmbar.

[0005] Ein Nachteil von Sicherheitselementen dieser Art besteht darin, dass an der Oberfläche aufwendig zu

erzeugende Strukturen ausgebildet sein müssen, die darüber hinaus durch Umwelteinflüsse beeinträchtigt und zerstört werden können. Ferner liegen die Markierungen alle in der Fokusebene der linsenartigen Elemente. Hierdurch wird es möglich, die gespeicherte Information beispielsweise in einem gefälschten Dokument durch gedruckte Informationen zu ersetzen, indem der Dokumentkörper aus mehreren Schichten, wie auch sonst üblich, in einem Laminationsverfahren hergestellt wird und die Informationen auf eine der im Innern befindlichen transparenten Schichten aufgedruckt, anstatt mit einem Laser eingebracht werden. Grundsätzlich ist die Information bei einem CLI- oder MLI-Merkmal bezogen auf eine Außenseite des Dokumentkörpers in einem eng begrenzten Abstandsbereich zu dieser Oberfläche im Inneren ausgebildet. Ansonsten sind die Materialveränderungen nicht in der Fokusebene der linsenartigen Elemente.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitsdokument mit einem betrachtungsrichtungsabhängigen Sicherheitsmerkmal und ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, welche zu Sicherheitsdokumenten mit Dokumentkörpern führen, die einerseits einfach optisch zu verifizieren sind und andererseits einen guten Schutz gegen Delamination und Austausch einzelner Schichten bietet und gegen mechanische äußere Einwirkung gut geschützt sind.

[0007] Die Erfindung wird durch ein Sicherheitsdokument mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, die laserinduzierten Materialveränderungen in unterschiedlichen Abständen bezogen auf die Außenfläche in einem transparenten Volumenbereich des Dokumentkörpers auszubilden. Hierdurch wird sichergestellt, dass die unterschiedlichen Ebenen, welche beispielsweise aus unterschiedlichen Materialschichten, die aufeinander laminiert sind, gebildet sind, nicht nachträglich voneinander getrennt und durch andere ersetzt und/oder manipuliert werden können, ohne dass dieses in dem Sicherheitsmerkmal wahrnehmbar ist.

Definitionen

[0009] Als transparent werden Volumenbereiche angesehen, durch die hindurch eine Lichtausbreitung für zumindest einen Wellenlängenbereich des sichtbaren Spektrums ohne nennenswerte diffuse Streuung möglich ist. Ein solcher Bereich kann eingefärbt sein. Durch einen transparenten Bereich hindurch kann zumindest mit Licht eines Wellenlängenbereichs hindurch eine Abbildung gemäß der geometrischen Optik ausgeführt werden. Klare Fensterscheiben sind beispielsweise aus transparentem Material im Sinne des hier Beschriebenen. Aber auch klare getönte Fensterscheiben sind transparent im Sinne der hier beschriebenen technischen Lehre.

[0010] Eine Ebenenstruktur ist eine aus einer Vielzahl von Materialveränderungen gebildete Struktur im dreidimensionalen Raum, die als Stützpunkte eines Gitternetzes aufgefasst werden können, welches eine Ebene oder Fläche aufspannt. D.h., dass ein Gitternetz entstünde, welches die Fläche oder Ebene aufspannt, wenn man benachbarte Materialveränderungen über Gitterlinien verbinden würde. In der Regel wird der mittlere Abstand zwischen benachbarten Materialveränderungen kleiner als das Zehnfache der Ausdehnung einer einzelnen der Materialveränderungen, bevorzugter kleiner als das Fünffache der Ausdehnung einer einzelnen der Materialveränderungen und am bevorzugtesten kleiner als das Zweieinhalbfache der Ausdehnung einer einzelnen der Materialveränderungen sein. Hierbei müssen die Materialveränderungen, die die Stützpunkte bilden, nicht alle in einer Ebene liegen, sondern können in mehreren Ebenen angeordnet sein. Die sich ergebende Gitternetzstruktur, die sich beim Verbinden der Stützpunkte mit den benachbarten Stützpunkten ergibt muss jedoch eine Fläche oder Ebene ausbilden, die gegebenenfalls eine gewisse Ebenenstärke oder Flächenstärke aufweist, die dadurch bedingt ist, dass nicht alle Materialveränderungen in genau einer Ebene oder Fläche liegen.

[0011] Flach ist eine Ebenenstruktur, wenn die durch die Materialveränderungen aufgespannte Struktur eine geringe Ausdehnung quer zur Oberfläche bezogen auf die Ausdehnung der Oberfläche selbst aufweist. Vorzugsweise ist die Ausdehnung der flachen Ebenenstruktur senkrecht zur Oberfläche auf die Ausdehnung der einzelnen Materialveränderungen begrenzt. Die aufgespannte flache Ebenenstruktur kann jedoch auch quasi als mehrlagige "Gitternetzstruktur" ausgebildet sein, so dass die flache Ebenenstruktur eine Ebenenstrukturstärke aufweist die durch den Abstand der "Gitterebenen" / Markierungsebenen der Materialveränderungen, die Anzahl der Gitter / Markierungsebenen und die Abmessungen der einzelnen Materialveränderungen bestimmt ist. In jedem Fall ist jedoch die Ebenenstrukturstärke um mindestens eine Größenordnung kleiner als die Ausdehnung der Oberfläche der Ebenenstruktur.

[0012] Plan ist eine Ebenenstruktur, wenn diese als körperliche Ausgestaltung eines Teils einer mathematischen nicht gekrümmten Ebene angesehen werden kann. Hierbei wird die Ebenenstrukturstärke und eine "Oberflächenrauigkeit" vernachlässigt, wenn benachbarte Materialveränderungen nicht in einer Ebene liegen.

[0013] Als halbplan wird eine Ebenenstruktur bezeichnet, wenn diese als körperliche Ausgestaltung eines Teils einer mathematischen Ebene angesehen werden kann, die entlang einer Raumrichtung des euklidischen Raums in keinem Punkt der Ebene eine Krümmung aufweist.

[0014] Als teilplan werden Ebenenstrukturen bezeichnet, bei denen in jedem Punkt der Ebenenstruktur eine Betrachtungsrichtung existiert unter der bei einer Betrachtung des jeweiligen Punktes der Ebenenstruktur nur die Ausdehnung der Ebenenstrukturstärke aufweist.

[0015] Eine plane flache Ebenenstruktur kann gedank-

lich als ein "Extrusionskörper" aufgefasst werden, der dadurch gebildet ist, dass die entlang eines langgestreckten linienförmigen oder streifenförmigen Gebildes angeordneten Materialveränderungen entlang einer Raumrichtung, welche quer oder senkrecht zu dem linienförmigen oder streifenförmigen Gebilde orientiert ist, "extrudiert" werden, was in diesem Bild bedeutet das entlang der Richtung weitere Materialveränderungen erzeugt werden. Es versteht sich für den Fachmann, dass die Lasermarkierungen nicht über Extrusion in den transparenten Volumenbereich eingebracht werden und mit dieser Beschreibung nur die geometrische Form beschrieben werden soll, die die Markierungen gemeinsam aufspannen.

15 Bevorzugte Ausführungsformen

[0016] Insbesondere wird ein Sicherheitsdokument mit betrachtungsrichtungsabhängigem Sicherheitsmerkmal vorgeschlagen, wobei das Sicherheitsdokument einen Dokumentkörper mit einem sich zumindest bis an eine Außenfläche erstreckenden transparenten Volumenbereich aufweist, in dem der Dokumentkörper aus einem transparenten Material gebildet ist, in dessen Inneren lokalisierte laserinduzierte Materialveränderungen ausgebildet sind. Die laserinduzierten Materialveränderungen sind in unterschiedlichen Abständen bezogen auf die Außenfläche in dem transparenten Volumenbereich ausgebildet.

[0017] Ferner wird ein Verfahren zum Erzeugen eines Sicherheitsdokumentkörpers eines Sicherheitsdokuments mit einem betrachtungsrichtungsabhängigen Sicherheitsmerkmal geschaffen, welches die Schritte umfasst: Bereitstellen des Dokumentkörpers mit einem sich zumindest bis an eine Außenfläche erstreckenden transparenten Volumenbereich, in dem der Dokumentkörper aus einem transparenten Material gebildet ist; Erzeugen von Materialveränderungen mittels eines Lasers im Inneren des transparenten Volumenbereichs, wobei die laserinduzierten Materialveränderungen in unterschiedlichen Abständen bezogen auf die Außenfläche im transparenten Volumenbereich ausgebildet werden.

[0018] Besonders einfach zu verifizieren ist das Sicherheitsmerkmal, wenn zumindest eine Vielzahl der laserinduzierten Materialveränderungen eine plane oder halbplane flache Ebenenstruktur aufspannt, deren Ebenenstrukturstärke in der Größenordnung der Ausdehnung der die flache Ebenenstruktur aufspannenden einzelnen Materialveränderungen liegt. In der Größenordnung bedeutet hier, dass die Ebenenstrukturstärke im Bereich von einer einfachen Ausdehnung einzelner Materialveränderungen bis zu einem 10- bis 15-fachen der Ausdehnung einzelner Materialänderungen betragen kann. Insgesamt liegt die Ebenstrukturstärke jedoch vorzugsweise im Bereich kleiner 1 mm, noch bevorzugter kleiner 0,5 mm, am bevorzugtesten im Bereich zwischen 1 μm und 150 μm . Bei einigen Ausführungsformen beträgt die Ebenenstrukturstärke vorteilhafterweise ein Vielfaches der Ausdehnung der die flache Ebenenstruk-

tur aufspannenden einzelnen Materialveränderungen und ist vorteilhafterweise kleiner 100 µm. Bei einigen Ausführungsformen entspricht die Ebenenstrukturstärke der Ausdehnung einzelner Materialveränderungen. Für alle Ausführungsformen gilt, dass, wenn beispielsweise eine Schicht im Innern eines solchen Dokumentkörpers ausgetauscht oder manipuliert wird, ist dieses durch ein Fehlen oder einen Versatz von Materialveränderungen in der flachen Ebenenstruktur einfach erkennbar.

[0019] Besonders bevorzugt wird eine Ausführungsform, bei der mit der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur mindestens eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung korrespondiert, wobei die mindestens eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung relativ zu dem Dokumentkörper definiert ist, und von der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur zumindest in einem Abschnitt nur eine Ebenenstrukturstärke der flachen Ebenenstruktur bei der Betrachtung aus der einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung des Dokumentkörpers erfassbar ist. Eine solche flache Ebenenstruktur besitzt somit mindestens einen Abschnitt, der aus einer Betrachtungsrichtung seinen flächigen Charakter verliert und als schmale, eher strichartige Markierung erscheint. Unter anderen Betrachtungsrichtungen ist hingegen die flächige Natur der Anordnung der durch die zumindest eine Vielzahl der laserinduzierten Materialveränderungen aufgespannten flachen Ebenenstruktur erkennbar.

[0020] Ist die flache Ebenenstruktur plan ausgebildet, so ist unter der mindestens einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung die gesamte ausgebildete flache Ebenenstruktur als eine gerade räumlich begrenzte Markierung zu erkennen, deren Ausdehnung quer zu der Geraden der Stärke der flachen Ebenenstruktur entspricht.

[0021] Neben einer planen Ausgestaltung der Ebenenstruktur sind weitere Formen vorstell- und realisierbar. So lassen sich beispielsweise halbplane wellenförmige Ebenenstrukturen realisieren. Auch teilplane Ebenenstrukturen beispielsweise in Form eines Kegelmantels oder Formen ähnlich der eines Möbiusbandes sind realisierbar. Die genannten Formen sind beispielhaft und schränken eine weitere Formenvielfalt nicht ein.

[0022] Eine Ausführungsform sieht vor, dass sich die mindestens eine plane oder halbplane flache Ebenenstruktur zumindest in dem einen Abschnitt durch eine Spurkurve des einen Abschnitts der planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur mit einer planen Spurebene im Innern des Volumenbereichs und die mindestens eine zu dem mindestens einen Abschnitt korrespondierende ausgezeichnete Betrachtungsrichtung approximieren lässt, indem die Spurkurve parallel zu der einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung wie oben erläutert "extrudiert" wird. Die Spurebene kann beispielsweise eine parallel zur Außenfläche orientierte Ebene im Innern des transparenten Volumenbereichs sein. Die Schnittlinie der flachen Ebenenstruktur mit der Spurebene erzeugt jeweils abschnittsweise Spurelemente, die mit ausgezeichneten Betrachtungsrichtungen korrespondieren,

um über das "Extrudieren" des Spurbereichs einen Teil der flachen Ebenenstruktur zu rekonstruieren.

[0023] Besonders bevorzugt werden Ausführungsformen, die mehrere voneinander getrennt ausgebildete plane oder halbplane flache Ebenenstrukturen enthalten. Bei einer Ausführungsform ist daher vorgesehen, dass zumindest eine weitere Vielzahl der laserinduzierten Materialveränderungen eine weitere plane oder halbplane flache Ebenenstruktur aufspannt, deren Ebenenstrukturstärke in der Größenordnung der Ausdehnung der die weitere flache Ebenenstruktur aufspannenden einzelnen Materialveränderungen liegt. Hierüber ist es möglich, auch größere Gebiete bezogen auf die Außenfläche des Dokumentkörpers über das Sicherheitsmerkmal abzusichern, indem die unterschiedlichen flachen Ebenenstrukturen in unterschiedlichen Bereichen bezogen auf die Außenfläche des Dokumentkörpers im Innern des transparenten Volumenbereichs ausgebildet werden.

[0024] Besonders bevorzugt werden Ausführungsformen, bei denen mit der einen weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur mindestens eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung korrespondiert, wobei die mindestens eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung relativ zu dem Dokumentkörper definiert ist, und von der einen weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur zumindest in einem Abschnitt nur eine Ebenenstrukturstärke bei einer Betrachtung des Dokumentkörpers aus der einen weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung erfassbar ist. Auch die weitere flache Ebenenstruktur ist somit aus einer Betrachtungsrichtung, der weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung, zumindest abschnittsweise als Spur erfassbar, wohingegen sie aus anderen Betrachtungsrichtungen als im Inneren ausgebildete Fläche erkennbar ist.

[0025] Vorzugsweise sind die mindestens eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur und die mindestens eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung der mindestens einen weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur voneinander verschieden und charakterisieren somit unterschiedliche Betrachtungsrichtungen des Dokumentkörpers. Somit ist aus der einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung zumindest ein Abschnitt der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur als schmale Spur zu erkennen, während von der weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur deren flächige Ausdehnung wahrnehmbar ist. Umgekehrt ist aus der weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung die weitere plane oder halbplane flache Ebenenstruktur zumindest in einem Abschnitt als schmale Spur wahrnehmbar und die eine plane oder halbplane flache Ebenenstruktur als im transparenten Volumen ausgebildete Fläche wahrnehmbar. Durch ein Verkippen des Dokumentkörpers in der Weise, dass der Nutzer abwechselnd die eine ausgezeichnete oder die eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung relativ zu dem Dokumentkörper einnimmt, führt somit dazu,

dass ein deutlich betrachtungsrichtungsabhängiger Effekt in dem Sicherheitsdokumentkörper auftritt. Besonders bevorzugt sind somit die mindestens eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung und die mindestens eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung voneinander verschieden und jeweils nicht parallel zu der Oberflächennormalen der Außenfläche des Dokumentkörpers orientiert. Wird der Dokumentkörper somit von der Außenfläche senkrecht zu dessen Außenfläche betrachtet, so sind die eine plane oder halbplane flache Ebenenstruktur und die weitere plane oder halbplane flache Ebenenstruktur, die jeweils durch eine Vielzahl von Materialveränderungen aufgespannt sind, jeweils als gegenüber der Oberfläche geneigte, sich durch das Volumen ins Innere erstreckende Flächen erkennbar. Dieses führt wie auch bei den anderen Ausführungsformen dazu, dass ein deutlich abweichendes Erscheinungsbild von anderen bekannten Lasermarkierungen im Innern von transparenten Volumenschichten erkennbar ist.

[0026] Die Materialveränderungen werden mittels ultrakurzen Laserpulslen ausgeführt, dessen Licht mit einer von dem Dokumentkörper getrennt ausgebildeten Optik mit einer numerischen Apertur $NA > 0,4$ im Innern des Dokumentkörpers fokussiert wird. Diese starke Fokussierung führt dazu, dass die Materialveränderungen lokal begrenzt sind und nur im Fokusbereich entstehen. Anders als bei Lasermarkierungen, die über brechende Strukturen in der Oberfläche des Dokumentkörpers ausgeführt werden, ist somit die Ausdehnung quer zur Außenfläche des Dokumentkörpers nicht größer als parallel zur Außenfläche. Bei klassischen Lasermarkierungen, die Verfärbungen herbeiführen, ist dies hingegen in der Regel nicht der Fall und die Ausdehnung quer zur Oberfläche erheblich größer als parallel zur Oberfläche. Anscheinensfälschungen durch klassische Lasermarkierungsverfahren, selbst dann, wenn die Linsenelemente nur auf die Außenfläche während der Produktion aufgelegt werden, können somit einfach von dem neuartigen Sicherheitsmerkmal unterschieden werden. In der Regel sind diese Unterschiede mit dem bloßen Auge wahrnehmbar.

[0027] Die Tatsache, dass die Materialveränderungen einen dahinterliegenden Volumenbereich teilweise verdecken und/oder dessen Wahrnehmung zumindest einschränken oder modifizieren, kann bei Ausführungsformen ausgenutzt werden, um betrachtungsrichtungsabhängige Farbeffekte zu erzeugen. Bei einigen Ausführungsformen ist daher vorgesehen, dass in dem einen sich zumindest bis an eine Außenfläche erstreckenden transparenten Volumenbereich oder unterhalb des einen sich zumindest bis an die eine Außenfläche erstreckenden transparenten Volumenbereichs und jeweils beabstandet von der einen Außenfläche ein oder mehrere farbige Bereiche ausgebildet sind, sodass eine Verdeckung des einen farbigen Bereichs oder zumindest eines der mehreren farbigen Bereiche durch die Vielzahl der Materialveränderungen der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur oder weiteren Vielzahl von Ma-

terialveränderungen der einen weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur jeweils abhängig von der Betrachtungsrichtung variiert. Werden die farbigen Bereiche beispielsweise unterhalb des transparenten Bereiches ausgebildet und die flachen Ebenen bis an den unteren Rand des transparenten Volumenbereichs ausgebildet, so können beispielsweise zwei farbige Bereiche, die einen unterschiedlichen farbigen Eindruck bei einem Betrachter oder einer Farbanalyse bewirken, auf den unterschiedlichen Seiten einer Spur angeordnet werden, die sich aus der Berührspur einer Ebene, in der die mindestens eine plane oder halbplane flache Ebenenstruktur liegt, mit der Ebene, in der der Farbauftrag erfolgt, oder einer weiteren Spur, die sich aus der Berührspur einer weiteren Ebene, in der die eine weitere plane oder halbplanen flache Ebenenstruktur liegt, mit der Ebene des Farbauftrags ergibt. Sind auf den unterschiedlichen Seiten der Spur unterschiedliche Farbgebiete ausgebildet, so ergibt sich beim Wechsel der Betrachtungsrichtung eine Änderung der Farbe. Bei einigen Betrachtungsrichtungen wird der eingefärbte Bereich auf der einen Seite der Spur durch die eine flache Ebenenstruktur zumindest teilweise verdeckt. Aus anderen Betrachtungsrichtungen wird hingegen durch die eine flache Ebenenstruktur der Farbauftrag auf der anderen Seite der Spur verdeckt. Hierdurch entsteht ein Farbkippeffekt, der von der Betrachtungsrichtung abhängig ist.

[0028] Bei einigen Ausführungsformen werden von der Betrachtungsrichtung abhängig erfassbare Informationen in Form von Mustern gespeichert. Relativ zu einem Grundmuster aus beispielsweise schachbrettartig angeordneten farbigen Bereichen werden flache Ebenstrukturen ausgebildet, sodass durch gezieltes Verdecken einzelner Bereiche durch plane oder halbplane flache Ebenenstrukturen aus einer Vielzahl von Materialveränderungen die Informationen in Form von Mustern erfassbar sind, die sich aus dem Grundmuster durch die vollständige oder teilweise Verdeckung einzelner der farbigen Bereiche ergeben. Bei einer Ausführungsform ist daher vorgesehen, dass die mehreren farbigen Bereiche ein Grundmuster bilden und relativ hierzu die Vielzahl von Materialveränderungen der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur und/oder die weitere Vielzahl von Materialveränderungen der weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur und/oder mindestens eine zusätzliche Vielzahl von Materialveränderungen mindestens einer zusätzlichen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur angeordnet sind, so dass unter unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen unterschiedliche Muster erfassbar sind, die sich dadurch voneinander unterscheiden, dass unterschiedliche der farbigen Bereiche des Grundmusters durch die Vielzahl der Materialveränderungen der planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur und/oder der weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur und/oder eine oder mehrere der mindestens einen zusätzlichen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur verdeckt und/oder unverdeckt sind.

[0029] Bei wieder anderen Ausführungsformen ist vorgesehen, dass der eine sich zumindest bis an die eine Außenfläche erstreckende transparente Volumenbereich unterschiedlich eingefärbte Bereiche umfasst und zumindest ein Teil der laserinduzierten Materialveränderungen in einem oder mehreren der unterschiedlich eingefärbten Bereiche ausgebildet ist, um hierdurch den lokalen Farbeindruck im Innern des Sicherheitsdokuments zu verändern. Vorteil der Erfindung ist es, dass die Materialveränderungen sowohl lateral als auch bezüglich eines Abstands zu der einen Außenfläche gezielt und variiert eingebracht werden können. Einige Ausführungsformen sehen daher vor, dass die unterschiedlich eingefärbten Bereiche bezogen auf eine senkrechte Betrachtung der einen Außenfläche übereinander geschichtete Bereiche sind. Diese unterschiedlichen Bereiche können beispielsweise durch transparente eingefärbte Folien erzeugt sein, die miteinander zu dem Dokumentkörper laminiert sind. Hierbei kann ein äußerer oder oberster Bereich auch farblos, d.h. nicht eingefärbt, sein.

[0030] Besonders bevorzugt werden die laserinduzierten Materialveränderungen als Kavitäten oder kleine Hohl volumina ausgebildet. Hierdurch lassen sich gezielte Farbeindrücke durch die in den unterschiedlichen Ebenen angeordneten laserinduzierten Materialveränderungen erzeugen.

[0031] Solche laserinduzierten Materialveränderungen lassen sich mittels ultrakurzen Laserpulsen erzeugen, deren Licht mit einer von dem Dokumentkörper getrennt ausgebildeten Optik mit einer numerischen Apertur $NA > 0,4$ im Innern des Dokumentkörpers fokussiert wird. Bei einigen Materialien lässt sich eine solche gezielte lokale Modifikation bereits ab einer numerischen Apertur von 0,3 erreichen, jedoch sind größere numerische Aperturen wünschenswert und bevorzugt. Neben den laserinduzierten Materialveränderungen in Form von Hohl volumina können auch alternativ oder zusätzlich Verfärbungen, insbesondere Schwärzungen, erzeugt werden, die jedoch auch scharf begrenzt lokalisiert mittels ultrakurzer Laserpulse und hoher Fokussierung mit numerischer Apertur $> 0,4$ erzeugt sind.

[0032] Die Materialveränderungen, die im klaren, nicht eingefärbten transparenten Material ausgebildet werden und die gemeinsam eine Ebenenstruktur aufspannen, können ebenfalls vorteilhaft als Kavitäten ausgebildet sein, die aufgrund eines Brechungsindexunterschieds an den Begrenzungsflächen der Kavitäten und der sich deshalb ergebenden Wechselwirkungen mit Licht optisch wahrnehmbar sind. Auch im klaren Material können die Materialveränderungen alternativ oder zusätzlich über scharf begrenzte lokalisierte Schwärzungen oder Graufärbungen ausgebildet werden.

[0033] Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine schematische isometrische Ansicht ei-

nes vollständig transparenten Dokumentkörpers eines Sicherheitsdokuments;

5 Fig. 2a eine schematische isometrische Ansicht des Dokumentkörpers nach Fig. 1, betrachtet aus einer ausgezeichneten Betrachtungsrichtung;

10 Fig. 2b eine weitere schematische isometrische Ansicht des Dokumentkörpers nach Fig. 1, betrachtet aus einer weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung;

15 Fig. 3 eine schematische Ansicht eines weiteren Dokumentkörpers, bei dem unterhalb des transparenten Volumenbereichs farbige Bereiche ausgebildet sind;

20 Fig. 4a eine schematische isometrische Ansicht des Dokumentkörpers 1 nach Fig. 3, betrachtet aus einer ausgezeichneten Betrachtungsrichtung;

25 Fig. 4b eine weitere isometrische Ansicht des Dokumentkörpers 1 nach Fig. 3, betrachtet aus einer weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung;

30 Fig. 5 eine schematische isometrische Ansicht eines weiteren Dokumentkörpers, der aus eingefärbten transparenten Bereichen gebildet ist;

35 Fig. 6a eine schematische isometrische Ansicht eines Dokumentkörpers, in dessen Inneren ein schachbrettartiges hell-dunkel Muster mit als Sichtbarrieren ausgebildeten planen flachen Ebenenstrukturen ausgebildet ist; und

40 Fig. 6b eine schematische isometrische Ansicht eines Dokumentkörpers, in dessen Inneren ein schachbrettartiges aus bunten gedruckten Bereichen gebildetes Muster mit als Sichtbarrieren ausgebildeten planen flachen Ebenenstrukturen ausgebildet ist.

45 **[0034]** In Fig. 1 ist schematisch ein Dokumentkörper 1 eines Sicherheitsdokuments 10 dargestellt. In allen Figuren werden die gleichen Bezugszeichen für dieselben technischen Merkmale verwendet. Es versteht sich für den Fachmann, dass hier stark vereinfachte Ausführungsformen beschrieben sind. Der in Fig. 1 dargestellte Dokumentkörper 1 kann eine Vielzahl von weiteren Sicherheitsmerkmalen und Sicherheitselementen enthalten, die hier nicht dargestellt sind. Darüber hinaus sind die Größenverhältnisse der einzelnen dargestellten Merkmale und Elemente nicht realitätsgetreu dargestellt.

50 **[0035]** Der Dokumentkörper 1 weist eine Oberseite 2 und eine gegenüberliegende Unterseite 3 auf. Hier zwi-

schen ist der Dokumentkörper aus einem vollständig transparenten Volumenbereich 20 gebildet. Dieser erstreckt sich somit zumindest bis an die eine Außenfläche 12, welche die Oberseite 2 des Dokumentkörpers 1 ist. Die gegenüberliegende Außenfläche 13 korrespondiert mit der Unterseite 3.

[0036] Ein betrachtungsrichtungsabhängiges Sicherheitsmerkmal 100 ist durch im Innern des transparenten Volumenbereichs 20, der sich zumindest bis zu der einen Außenfläche 12 erstreckt, mit Hilfe einer Vielzahl von mittels eines Lasers erzeugten mikroskopischen Materialveränderungen 500 ausgebildet. Die Materialveränderungen sind in unterschiedlichen Abständen gemessen senkrecht zur Außenfläche 12 im Innern des transparenten Volumenbereichs 20 ausgebildet. Dies bedeutet, dass sich immer mindestens zwei Materialveränderungen finden lassen, die einen unterschiedlichen Abstand zur Außenfläche aufweisen. Wenn hier vom Abstand zur Außenfläche gesprochen wird, so ist dies jeweils parallel zur Oberflächennormale 15 der Außenfläche 12 gemessen.

[0037] Die Aussage, dass die Materialveränderungen 500 unterschiedliche Abstände zur Außenfläche 12 aufweisen, bedeutet jedoch nicht, dass jeweils zwei beliebig ausgewählte Materialveränderungen jeweils voneinander verschiedene Abstände zur Außenfläche 12 aufweisen müssen. Dies bedeutet, dass in einem selben Abstand, d.h. in einer Ebene parallel zur Außenfläche, mehrere der Materialveränderungen 500 vorhanden sein können. Das Sicherheitsmerkmal weist jedoch immer mindestens zwei Materialveränderungen auf, die einen unterschiedlichen Abstand zur Außenfläche 12 aufweisen.

[0038] Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist im Innern des transparenten Volumenbereichs 20 eine Vielzahl von mikroskopischen Materialveränderungen ausgebildet, die so zueinander angeordnet sind, dass diese gemeinsam eine flache Ebenenstruktur 41 ausbilden. Die flache Ebenenstruktur 41 ist in der dargestellten Ausführungsform plan ausgebildet. Die flache Ebenenstruktur 41 ist über der Außenfläche 12 um einen Winkel α geneigt.

[0039] Als flache Ebenenstruktur wird eine Struktur aufgefasst, die lokal jeweils nur eine geringe Ausdehnung senkrecht zur flächigen Erstreckung aufweist. Diese Ausdehnung ist über die flächige Erstreckung nahezu konstant. Sie liegt vorzugsweise in der Größenordnung der Ausdehnung der Materialveränderungen oder einem Vielfachen der Ausdehnung der Materialveränderungen, jedoch vorzugsweise im Bereich kleiner 1 mm, noch bevorzugter kleiner 0,5 mm, am bevorzugtesten im Bereich zwischen 1 μm und 150 μm .

[0040] Mit der einen planen flachen Ebenenstruktur 41 ist eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung 140 verknüpft, die den Winkel α gegenüber der Oberflächennormalen der Außenfläche aufweist. Die Betrachtungsrichtung ist somit parallel zur flachen Seite der Ebenenstruktur 41 orientiert. Wird der Dokumentkörper 1 des Sicher-

heitsdokuments 10 unter der einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 140 betrachtet, so ist von der einen flachen Ebenenstruktur 41 nur dessen Ebenenstrukturstärke erfassbar. Dies bedeutet, dass die flache Ebenenstruktur als dünne Strecke oder Linie im transparenten Volumenbereich 20 des Dokumentkörpers 1 wahrgenommen wird. Wird der Dokumentkörper 1 jedoch unter anderen Betrachtungsrichtungen betrachtet, so ist die flächige Ausdehnung der flachen Ebenenstruktur 41 zu erkennen.

[0041] Dies ist exemplarisch in Fig. 2a und Fig. 2b dargestellt, wobei Fig. 2a die isometrische Ansicht einer Betrachtung aus der einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 140 und die Fig. 2b eine Ansicht des Dokumentkörpers 1 aus einer weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 150 darstellen.

[0042] Die weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung 150 korrespondiert mit einer weiteren aus einer weiteren Vielzahl von Materialveränderungen 500 aufgespannten flachen Ebenenstruktur 51. Diese weitere flache Ebenenstruktur 51 ist in der dargestellten Ausführungsform ebenfalls plan und unter einem Neigungswinkel β gegenüber der Oberflächennormale 15 der Außenfläche 12 orientiert. Die weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung 150 ist parallel zu der weiteren flachen Ebenenstruktur 51 orientiert. Unter der weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 150 erscheint somit die weitere flache Ebenenstruktur 51 als gerade Linie oder Strecke 151 (vergleiche Fig. 2b). Hingegen ist die flächige Ausdehnung der weiteren flachen Ebenenstruktur 51 in der Ansicht der Fig. 2a, welche mit der einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 140 korrespondiert, gut zu erkennen.

[0043] Der Dokumentkörper 1 nach Fig. 1 enthält zusätzlich zu der einen flachen Ebenenstruktur 41 eine hierzu parallel orientierte zusätzliche flache Ebenenstruktur 42, welche aus einer Vielzahl von Materialveränderungen gebildet ist, sowie eine zusätzliche weitere flache Ebenenstruktur 52, die parallel zur weiteren flachen Ebenenstruktur 51 orientiert ist. Wird der Dokumentkörper 1 unter unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen optisch oder visuell wahrgenommen, so ergeben sich unterschiedliche optische Eindrücke. Unter der einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 140 nimmt man die Ansicht der Fig. 2a wahr, in der die eine flache Ebenenstruktur 41 und die zusätzliche flache Ebenenstruktur 42 jeweils als schmale gerade Linien 141, 142 wahrnehmbar sind und die weitere flache Ebenenstruktur 51 und die zusätzliche weitere flache Ebenenstruktur 52 jeweils als Flächen wahrnehmbar sind. Dieses kehrt sich um, wenn der Dokumentkörper 1 unter der weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 150 wahrgenommen wird, wie dies in Fig. 2b dargestellt ist. In diesem Fall ist die flächige Ausdehnung der einen flachen Ebenenstruktur 41 und der zusätzlichen flachen Ebenenstruktur 42 zu erkennen. Hingegen sind die weitere flache Ebenenstruktur 51 und die zusätzliche weitere flache Ebenenstruktur 52 jeweils als schmale gerade linienartige Struk-

turen 151, 152 wahrnehmbar.

[0044] In Fig. 3 ist ein weiterer Dokumentkörper 1' gezeigt, der sich von dem Dokumentkörper 1 nach Fig. 1 dadurch unterscheidet, dass unterhalb des transparenten Volumenbereichs 20 ein opaker Volumenbereich 30 angeordnet und fest mit dem transparenten Volumenbereich 20 verbunden ist. Eine Oberseite 32 des opaken Volumenbereichs 30 weist hier farbige Bereiche 80 auf. In der dargestellten Ausführungsform sind die farbigen Bereiche 80 streifenartig ausgebildet, alternierend sind erste farbige Bereiche 81 und zweite farbige Bereiche 82 beispielsweise durch einen Aufdruck ausgebildet. Die streifenartigen Bereiche sind parallel zu den Längserstreckungen der flachen Ebenenstrukturen 41, 42 bzw. 51, 52 ausgerichtet. Dies bedeutet, dass bei einer planen flachen Ebenenstruktur 41, 42 bzw. 51, 52, welche aus einer zugeordneten ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 140 bzw. 150 betrachtet wird und als gerade Linie 141, 142 bzw. 151, 152 wahrnehmbar ist (vergleiche Fig. 4a und 4b), diese Linie 141, 142; 151, 152 vorzugsweise einen ersten farbigen Bereich von einem zweiten farbigen Bereich trennt. Somit wird zum Beispiel auf der einen Seite der Linie 141 bei einer Betrachtung unter der ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 140 der eine farbige Bereich 81 und auf der anderen Seite der andere farbige Bereich 82 wahrgenommen. Ändert man die Betrachtungsrichtung, so wird entweder der eine farbige Bereich 81 oder der andere farbige Bereich 82 durch die eine plane flache Ebenenstruktur 41 zumindest teilweise verdeckt oder zumindest hinsichtlich der farbigen Wahrnehmung verändert.

[0045] In Fig. 4a und Fig. 4b sind die Ansichten des Dokumentkörpers 1' entsprechend für die eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung 140 bzw. die eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung 150 dargestellt. Der beschriebene Effekt ist gut zu erkennen. Während in Fig. 4a der eine farbige Bereich 81 links ungehindert und unverdeckt durch die eine flache Ebenenstruktur 41 wahrnehmbar ist und auch der zweite farbige Bereich 82 unmittelbar rechts neben der einen flachen Ebenenstruktur 41 ungestört erfassbar ist, ist ein rechter Teil dieses zweiten farbigen Bereichs 82 teilweise durch die zusätzliche weitere flache Ebenenstruktur 52 teilweise verdeckt. Selbiges trifft auf den dritten farbigen Bereich 83 zu. Der vierte farbige Bereich 84 hingegen wird durch keine der flachen Ebenenstrukturen 41, 42, 51, 52 verdeckt und ist vollständig wahrnehmbar.

[0046] Diese Situation ändert sich in der in Fig. 4b dargestellten Ansicht, die die Wahrnehmung für die Betrachtung aus der weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 150 zeigt, aus der die weitere flache Ebenenstruktur 51 und die zusätzliche weitere flache Ebenenstruktur 52 als schmale gerade Linien bzw. Strecken 151, 152 erscheinen. Der erste farbige Bereich 81 wird durch die eine flache Ebenenstruktur 41 fast vollständig verdeckt. Der zweite farbige Bereich 82 ist hingegen ebenso wie der dritte farbige Bereich 83 nahezu ungestört und unverdeckt zu erkennen. Der vierte farbige Bereich 84

ist hingegen durch die zusätzliche eine Ebenenstruktur 42 verdeckt.

[0047] Es ergibt sich für den Fachmann, dass hierdurch gezielte Farbkippeffekte unterschiedlichster Art erzeugt werden können. Die Ebenenstrukturen müssen sich nicht jeweils entlang einer Richtung durch den gesamten transparenten Volumenbereich erstrecken. Sie müssen ebenfalls nicht bezüglich einer Richtung "parallel zueinander" ausgerichtet sein.

[0048] In Fig. 5 ist eine weitere Ausführungsform gezeigt. Bei dieser umfasst der Dokumentkörper 1 drei unterschiedlich eingefärbte Bereiche 21-23. Diese sind jeweils in der dargestellten Ausführung als gleich dicke, parallel zu der Außenfläche 12 orientierte Materialschichten ausgeführt. Beispielfhaft ist der oberste eingefärbte transparente Bereich 21 gelb, der mittlere eingefärbte transparente Bereich 22 cyan-farben und der unterste eingefärbte transparente Bereich 23 magenta-farben.

[0049] Das betrachtungsrichtungsabhängige Sicherheitsmerkmal 100 ist durch eine Vielzahl von Materialveränderungen 500 im Innern des transparenten Volumenbereichs 20, d.h. in den unterschiedlichen eingefärbten transparenten Bereichen 21-23, ausgebildet. Hierbei existieren aufhellende Materialveränderungen 541 in dem gelb eingefärbten Bereich 21 (gekreuzte Schraffur), aufhellende Materialveränderungen 542 im grün eingefärbten Bereich 22 (Schraffur von links oben nach rechts unten verlaufend) und aufhellende Materialveränderungen 543 im magenta eingefärbten Bereich 23 (Schraffur von links unten nach rechts oben verlaufend). Aufhellende Materialveränderungen sind über rund dargestellte Materialveränderungen angedeutet. Auch diese aufhellenden Materialveränderungen 541 bis 543 können bezüglich der einen ausgezeichneten Richtung 140, wie hier dargestellt, so angeordnet sein, dass diese einander bei einer Betrachtung aus dieser ausgezeichneten Richtung überlagern. Dies ist gleichbedeutend damit, dass die aufhellenden Materialveränderungen in den unterschiedlich eingefärbten Bereichen gemeinsam eine plane flache Ebenenstruktur 41 aufspannen. Darüber hinaus sind bei der dargestellten Ausführungsform auch opak verfärbte Materialveränderungen 551 im gelben Bereich 21, opak verfärbte Materialveränderungen 552 im cyan-farbenen Bereich 22 und opak verfärbte Materialveränderungen 553 im magenta-farbenen Bereich 23. Opak verfärbte Materialveränderungen sind eckig dargestellt. Deren Farbe ist über eine Schraffur angedeutet. Diese Materialveränderungen 551 bis 553 können gemeinsam beispielsweise eine weiter plane flächige Ebenenstruktur 51 aufspannen, die mit einer ausgezeichneten weiteren Betrachtungsrichtung 150 korrespondiert, sodass die verschiedenen opak verfärbenden Materialveränderungen 551 - 553 bezüglich der einen weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung 150 zumindest teilweise hintereinander angeordnet sind. Es sind jedoch auch andere Anordnungen der aufhellenden Materialveränderungen 541 - 543 oder opak verfärbenden Materi-

alveränderungen 551 - 553 in den unterschiedlichen eingefärbten Bereichen des transparenten Volumenbereichs 20 möglich, wobei diese in unterschiedlichen Abständen zu der Außenfläche 12 in das Innere eingebracht werden, um das Sicherheitsmerkmal 100 auszubilden. Die Farben sind erneut über Schraffuren angedeutet.

[0050] Die aufhellenden Materialveränderungen sind vorzugsweise durch Kavitäten ausgebildet, die durch die stark fokussierte Kurzpuls Laserstrahlung in den einzelnen farbigen Bereichen ausgebildet sind. Die opaken Verfärbungen sind hingegen durch Karbonisierungen des Kunststoffmaterials in den einzelnen eingefärbten Schichten herbeigeführt. Dieses kann durch die Wahl der entsprechenden Wellenlänge für die Markierung begünstigt werden.

[0051] Für die Fokussierung wird eine Optik verwendet, die eine numerische Apertur NA von größer oder gleich 0,4 aufweist. Die Laserpulse weisen Pulsdauern im Bereich von 500 Pikosekunden bis 1 Femtosekunden, bevorzugt im Bereich von 100 Pikosekunden bis 10 Femtosekunden und am bevorzugtesten im Bereich von 1 Pikosekunde bis 50 Femtosekunden auf. Die starke Fokussierung gemeinsam mit den kurzen Pulsdauern ermöglicht die präzise und gezielte Lokalisierung der Materialveränderungen. Ferner kann der Abstand der Materialveränderung zur Außenfläche gezielt eingestellt und variiert werden.

[0052] Figur 6a zeigt einen Ausschnitt eines Dokumentenkörpers 1, bei welchem ein transparentes Fensterelement in Form eines transparenten Volumenbereichs 20 ausgebildet ist. Im Innern des Dokumentkörpers 20 sind in einer Ebene farbige Bereiche 80, beispielsweise in Form eines schachbrettartigen Musters ausgebildet. Die weißen Bereiche können in einer Ausführungsform auch transparent oder farblos sein. Die farbigen Bereiche 80 werden beispielsweise ausgebildet, indem eine Seitenfläche einer Substratschicht vor dem Laminieren mit anderen Substratschichten zu dem Dokumentkörper 1 bedruckt wird.

[0053] An ausgewählten Stellen sind in dem Material des transparenten Volumenbereichs 20 über den farbigen Bereichen 80, d.h. z.B. über dem schachbrettartigen Muster, jeweils aus einer Vielzahl von Materialveränderungen gebildete plane flache Ebenenstrukturen 41, 51, 61, 71 als Sichtbarrieren positioniert und ausgebildet. Der Aufbau aus einzelnen Materialveränderungen ist für die plane flache Ebenenstruktur 71 exemplarisch und stellvertretend für die anderen planen flachen Ebenenstrukturen 41, 51, 61 angedeutet. Hierbei kann die Flächendichte der Materialveränderungen von Ebenenstruktur zu Ebenenstruktur variiert werden.

[0054] Die planen flachen Ebenenstrukturen sind vorzugsweise hinsichtlich ihrer Abmessungen an die Abmessungen der schachbrettartig angeordneten farbigen Bereiche 80 angepasst. Abhängig von einer jeweiligen Betrachtungsrichtung 140, 150, 160, 170 (d.h. einem Winkel gegenüber der Oberseite 2) unter der die farbigen Bereiche 80 erfasst werden, sind unterschiedliche

der farbigen Bereiche (80) für den Betrachter (die erfassende Kamera) verdeckt. Unterschiedliche Muster werden erfassbar. Hierüber können Informationen (Bilder, Texte, Symbole) kodiert werden.

[0055] Bei einigen Ausführungsformen sind die farbigen Bereiche 80, d.h. z. B. die dunklen Bereiche des schachbrettartigen Musters, und die als Sichtbarrieren ausgebildeten planen flachen Ebenenstrukturen durch Mikrostrukturen beispielsweise in Form von Schwärzungen mittels ultrakurzer Laserpulse im transparenten Volumenbereich 20 des Dokumentenkörpers 1 erzeugt. Betrachtet man den Dokumentkörper 1 aus der Betrachtungsrichtung 140, so erhöht die als Sichtbarriere ausgebildete plane flache Ebenenstruktur 41 den Grau- oder Schwarzwert an dieser Stelle im Schachbrettmuster, da das helle Schachbrettfeld abgedeckt wird. Die übrigen dargestellten, als Sichtbarrieren ausgebildeten planen flachen Ebenenstrukturen 51, 61, 71 bewirken für die Betrachtungsrichtung 140 keine Veränderung. Für andere Betrachtungsrichtungen wirken diese musterverändernd. Für die Betrachtungsrichtung 150 beispielsweise wirkt die plane flache Ebenenstruktur 51 als Sichtbarriere 51 für einen zuvor hellen oder transparenten Bereich. Analog wirken die plane flache Ebenenstruktur 61 für die Betrachtungsrichtung 160 oder die plane flache Ebenenstruktur 71 für die Betrachtungsrichtung 170.

[0056] Es lassen sich auf diese Weise vier unterschiedliche Informationen in ein Feld eines Dokumentenkörpers einbringen, welche jeweils aus 4 unterschiedlichen Betrachtungswinkeln sichtbar sind. Vorzugsweise stehen die Sichtbarrieren, d.h. die planen flachen Ebenenstrukturen 41, 51, 61, 71, senkrecht auf dem schachbrettartigen Muster, jedoch sind auch andere Winkel zwischen einer planen flachen Ebenenstruktur einer Sichtbarriere und der Fläche des schachbrettartigen Musters denkbar und je nach Anordnung geeignet (vergleiche auch Fig. 6b).

[0057] Über eine geeignete Wahl der Schwärzung und der Dichte der Materialveränderungen sind unterschiedliche Graustufen realisierbar. Dies ist anhand der Sichtbarriere 71 verdeutlicht.

[0058] Fig. 6b zeigt ebenfalls den Ausschnitt eines Dokumentenkörpers 1. In dieser Ausgestaltung ist das Schachbrett durch vorgedruckte farbige Bereiche 80 erzeugt, welche beispielsweise durch die Primärfarben Cyan 83, Magenta 81, Gelb 82 (C, M, Y) gebildet werden. Auch hierbei decken die als Sichtbarrieren ausgebildeten planen flachen Ebenenstrukturen 41, 51, 61, 71 abhängig von der Betrachtungsrichtung 140, 150, 160, 170 unterschiedliche Farbbereiche ab. Beispielfhaft sind die planen flachen Ebenenstrukturen der Sichtbarrieren 41, 51 nicht senkrecht, sondern unter einem anderen Winkel zur Ebene der farbigen Bereiche orientiert. Wie oben zu Fig. 6a beschrieben, lassen sich auch in der Ausführungsform der Fig 6b unterschiedliche Graustufen realisieren.

[0059] Neben schachbrettartigen Mustern können weitere Muster, z.B. eine Wabenstruktur oder eine Lini-

enstruktur vorteilhaft sein. Es können auch mehrere unterschiedlich ausgestaltete Muster in einem Dokumentkörper kombiniert werden.

[0060] Es versteht sich für den Fachmann, dass hier lediglich beispielhafte exemplarische Dokumentkörper beschrieben sind. Die einzelnen Merkmale der unterschiedlichen Ausführungsformen können in Kombination genutzt werden, um komplizierte ausgebildete Sicherheitsmerkmale auszubilden. So können Dokumentkörper mehr oder weniger eingefärbte Bereiche umfassen. Ferner können über oder unter den eingefärbten Bereichen, jeweils bezogen auf die eine Außenfläche, weitere transparente Materialschichten angeordnet sein. Zusätzlich zu dem hier beschriebenen Sicherheitsmerkmal, welches über die inneren ausgebildeten mittels eines Lasers hergestellten Materialveränderungen gebildet sind, können in den Dokumentkörpern andere Sicherheitsmerkmale und -elemente ausgebildet sein.

Bezugszeichenliste

[0061]

1	Dokumentkörper
2	Oberseite
3	Unterseite
10	Sicherheitsdokument
12	eine Außenfläche
13	gegenüberliegende Außenfläche
15	Oberflächennormale
20	transparenter Volumenbereich
21	gelb eingefärbter (transparenter) Bereich
22	cyan eingefärbter (transparenter) Bereich
23	magenta eingefärbter (transparenter) Bereich
30	opaker Volumenbereich
32	Oberseite des opaken Volumenbereichs
41	(plane) flache Ebenenstruktur
42	zusätzliche (plane) flache Ebenenstruktur
51	(plane) weitere flache Ebenenstruktur
52	zusätzliche (plane) weitere flache Ebenenstruktur
61	plane flache Ebenenstruktur
71	plane flache Ebenenstruktur
80	farbige Bereiche
81	erster farbige Bereiche
82	zweiter farbige Bereiche
83	dritter farbige Bereiche
84	vierter farbige Bereiche
100	betrachtungsrichtungsabhängiges Sicherheitsmerkmal
140	eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung
150	weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung
160	Betrachtungsrichtung
170	Betrachtungsrichtung
500	Materialveränderungen
541	auffhellende Materialveränderungen im gelb eingefärbten Bereich
542	auffhellende Materialveränderungen im cyan ein-

	gefärbten Bereich
543	auffhellende Materialveränderungen im magenta eingefärbten Bereich
551	opak verfärbende Materialveränderungen im gelb eingefärbten Bereich
552	opak verfärbende Materialveränderungen im cyan eingefärbten Bereich
553	opak verfärbende Materialveränderungen im magenta eingefärbten Bereich

Patentansprüche

1. Sicherheitsdokument (10) mit betrachtungsrichtungsabhängigem Sicherheitsmerkmal, wobei das Sicherheitsdokument (10) einen Dokumentkörper (1) mit einem sich zumindest bis an eine Außenfläche (12) erstreckenden transparenten Volumenbereich (20) aufweist, in dem der Dokumentkörper (1) aus einem transparenten Material gebildet ist, in dessen Inneren lokalisierte laserinduzierte Materialveränderungen (500) ausgebildet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
die laserinduzierten Materialveränderungen (500) in unterschiedlichen Abständen bezogen auf die Außenfläche (12) im transparenten Volumenbereich (20) ausgebildet sind.
2. Sicherheitsdokument (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Vielzahl der laserinduzierten Materialveränderungen (500) eine plane oder halbplane flache Ebenenstruktur (41) aufspannen, deren Ebenenstrukturstärke in der Größenordnung der Ausdehnung der die flache Ebenenstruktur (41) aufspannenden einzelnen Materialveränderungen (500) liegt.
3. Sicherheitsdokument (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (41) mindestens eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung (140) korrespondiert, wobei die mindestens eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung (140) relativ zu dem Dokumentkörper (1) definiert ist, und von der einen flachen Ebenenstruktur (41) zumindest in einem Abschnitt nur eine Ebenenstrukturstärke bei einer Betrachtung aus der ausgezeichneten Betrachtungsrichtung des Dokumentkörpers (1) erfassbar ist.
4. Sicherheitsdokument (10) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die mindestens eine plane oder halbplane flache Ebenenstruktur (41) zumindest in dem einen Abschnitt durch eine Spurkurve des einen Abschnitts der planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (41) mit einer Spurebene im Innern des Volumenbereichs (20) und die mindestens eine zu dem mindestens einen Ab-

schnitt korrespondierende ausgezeichnete Betrachtungsrichtung (140) approximieren lässt, indem die Spurkurve parallel zu der einen ausgezeichneten Betrachtungsrichtung (140) extrudiert wird.

5. Sicherheitsdokument (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine weitere Vielzahl der laserinduzierten Materialveränderungen (500) eine weitere plane oder halbplane flache Ebenenstruktur (51) aufspannen, deren Ebenenstrukturstärke in der Größenordnung der Ausdehnung der die weitere plane oder halbplane flache Ebenenstruktur (51) aufspannenden einzelnen Materialveränderungen (500) liegt.
6. Sicherheitsdokument (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit der einen weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (51) mindestens eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung (150) korrespondiert, wobei die mindestens eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung (150) relativ zu dem Dokumentkörper (1) definiert ist, und von der einen weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (51) zumindest in einem Abschnitt nur eine Ebenenstrukturstärke bei einer Betrachtung des Dokumentkörpers (1) aus der einen weiteren ausgezeichneten Betrachtungsrichtung (150) erfassbar ist.
7. Sicherheitsdokument (10) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine ausgezeichnete Betrachtungsrichtung (140) und die mindestens eine weitere ausgezeichnete Betrachtungsrichtung (150) voneinander verschieden sind und jeweils nicht parallel zu einer Oberflächennormalen der Außenfläche des Dokumentkörpers (1) orientiert sind.
8. Sicherheitsdokument (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem einen sich zumindest bis an die eine Außenfläche (12) erstreckenden transparenten Volumenbereichs (20) oder unterhalb des einen sich zumindest bis an die eine Außenfläche (12) erstreckenden transparenten Volumenbereichs (20) und jeweils beabstandet von der einen Außenfläche (12) ein oder mehrere farbige Bereiche (80, 81-84) ausgebildet sind, so dass eine Verdeckung des einen farbigen Bereichs (81) oder zumindest eines der mehreren farbigen Bereiche (81-84) durch die Vielzahl von Materialveränderungen (500) der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (41) oder weitere Vielzahl von Materialveränderungen (500) der weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (51) jeweils abhängig von der Betrachtungsrichtung (140, 150) variiert.

9. Sicherheitsdokument (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der eine sich zumindest bis an die eine Außenfläche (12) erstreckende transparente Volumenbereich (20) unterschiedlich eingefärbte Bereiche (21-23) umfasst und zumindest ein Teil der laserinduzierten Materialveränderungen (500) in einem oder mehreren der unterschiedlich eingefärbten Bereiche (21-23) ausgebildet ist, um hierdurch den lokalen Farbeindruck im Innern des Sicherheitsdokuments (10) zu verändern.
10. Sicherheitsdokument (10) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren farbigen Bereiche ein Grundmuster bilden und relativ hierzu die Vielzahl von Materialveränderungen (500) der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (41) und/oder die weitere Vielzahl von Materialveränderungen (500) der weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (51) und/oder mindestens eine zusätzliche Vielzahl von Materialveränderungen mindestens einer zusätzlichen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur angeordnet sind, so dass unter unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen unterschiedliche Muster erfassbar sind, die sich dadurch voneinander unterscheiden, dass unterschiedliche der farbigen Bereiche des Grundmusters durch die Vielzahl der Materialveränderungen der einen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (41) und/oder der weiteren planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur (51) und oder einer oder mehreren der mindestens einen zusätzlichen planen oder halbplanen flachen Ebenenstruktur verdeckt und/oder unverdeckt sind.
11. Verfahren zum Erzeugen eines Sicherheitsdokumentkörpers (1) eines Sicherheitsdokuments (10) mit einem betrachtungsrichtungsabhängigen Sicherheitsmerkmal umfassend die Schritte:

Bereitstellen des Dokumentkörpers (1) mit einem sich zumindest bis an eine Ausfläche erstreckenden transparenten Volumenbereichs (20), in dem der Dokumentkörper (1) aus einem transparenten Material gebildet ist,

Erzeugen von Materialveränderungen (500) mittels eines Lasers im Innern des transparenten Volumenbereichs (20),

dadurch gekennzeichnet, dass die laserinduzierten Materialveränderungen (500) in unterschiedlichen Abständen bezogen auf die Außenfläche (12) im transparenten Volumenbereich (20) ausgebildet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Materialveränderungen (500) mittels ultrakurzen Laserpulsen ausgeführt werden, dessen Licht mit einer von dem Dokumentkörper (1)

getrennt ausgebildeten Optik mit einer numerischen Apertur $NA > 0,4$ im Innern des Dokumentkörpers (1) fokussiert wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, ⁵
dadurch gekennzeichnet, dass die laserinduzierten Materialveränderungen (500) Hohlvolumina und/oder Verfärbungen sind.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

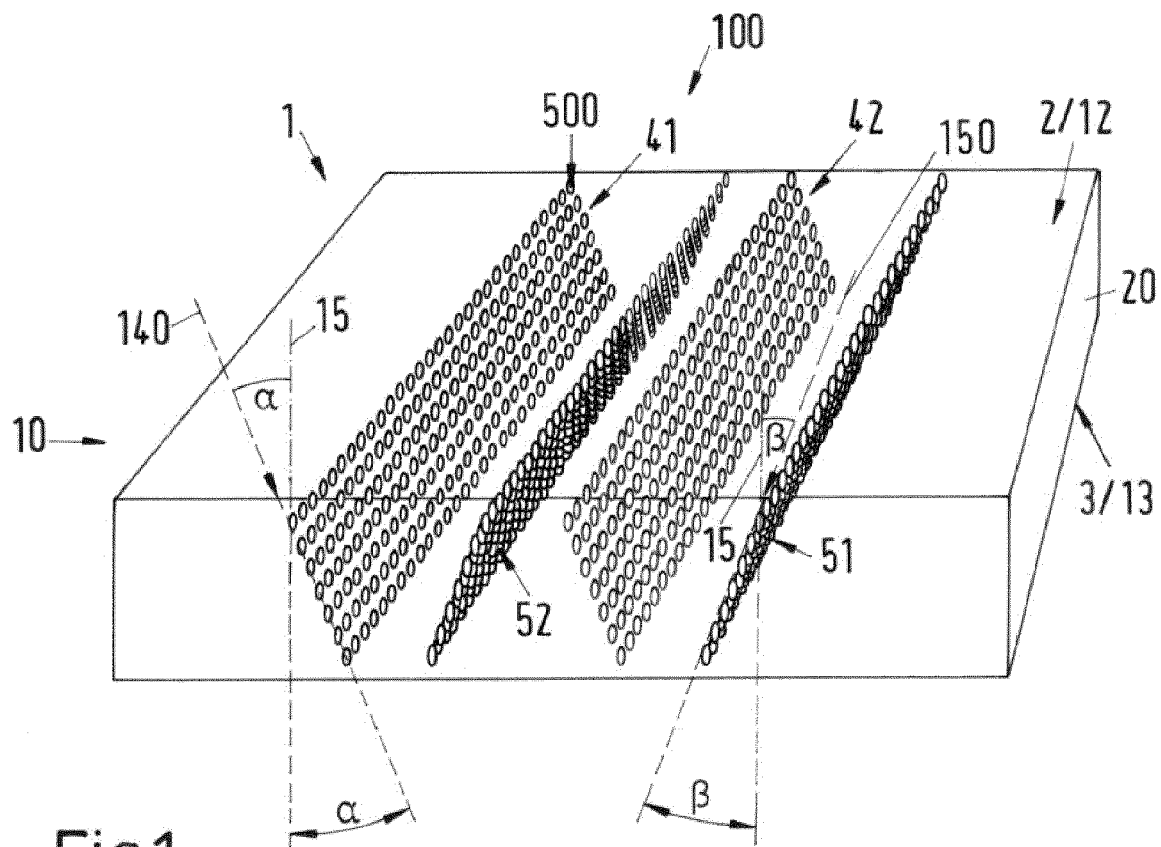


Fig.1

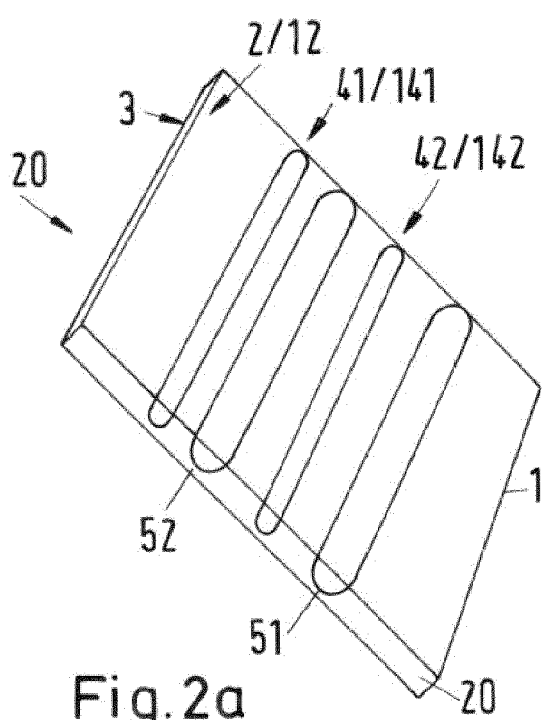


Fig.2a

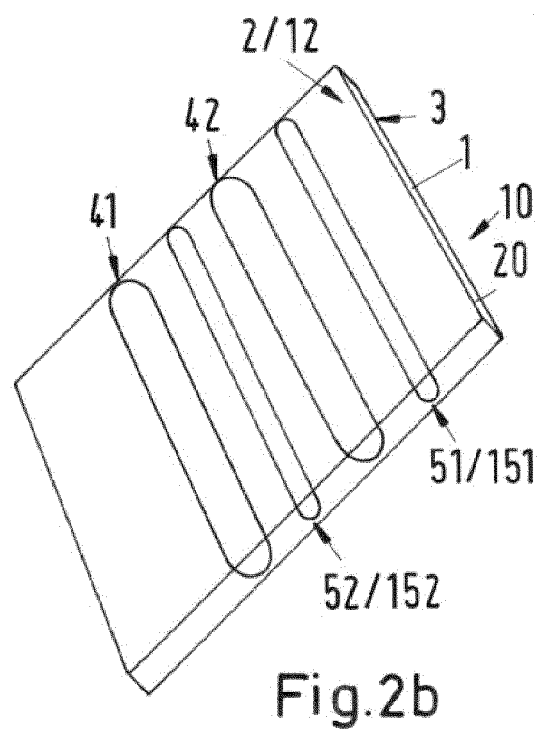
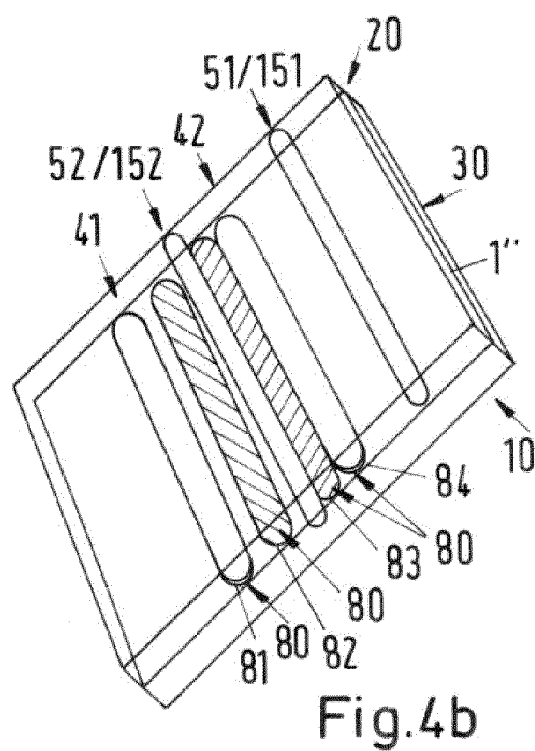
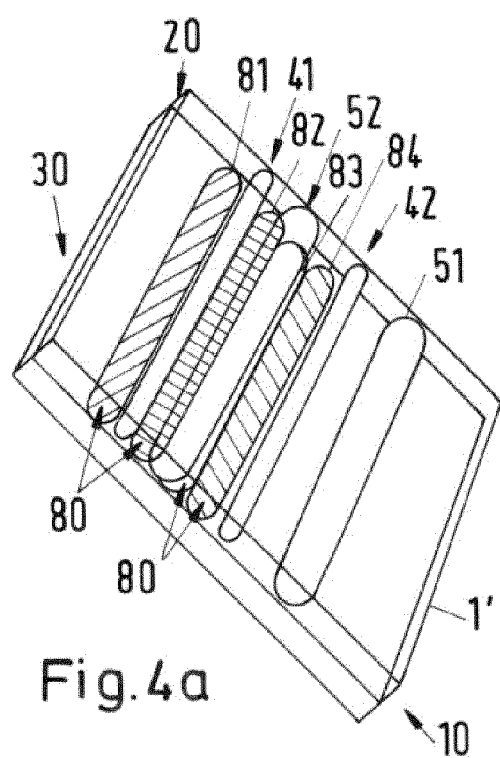
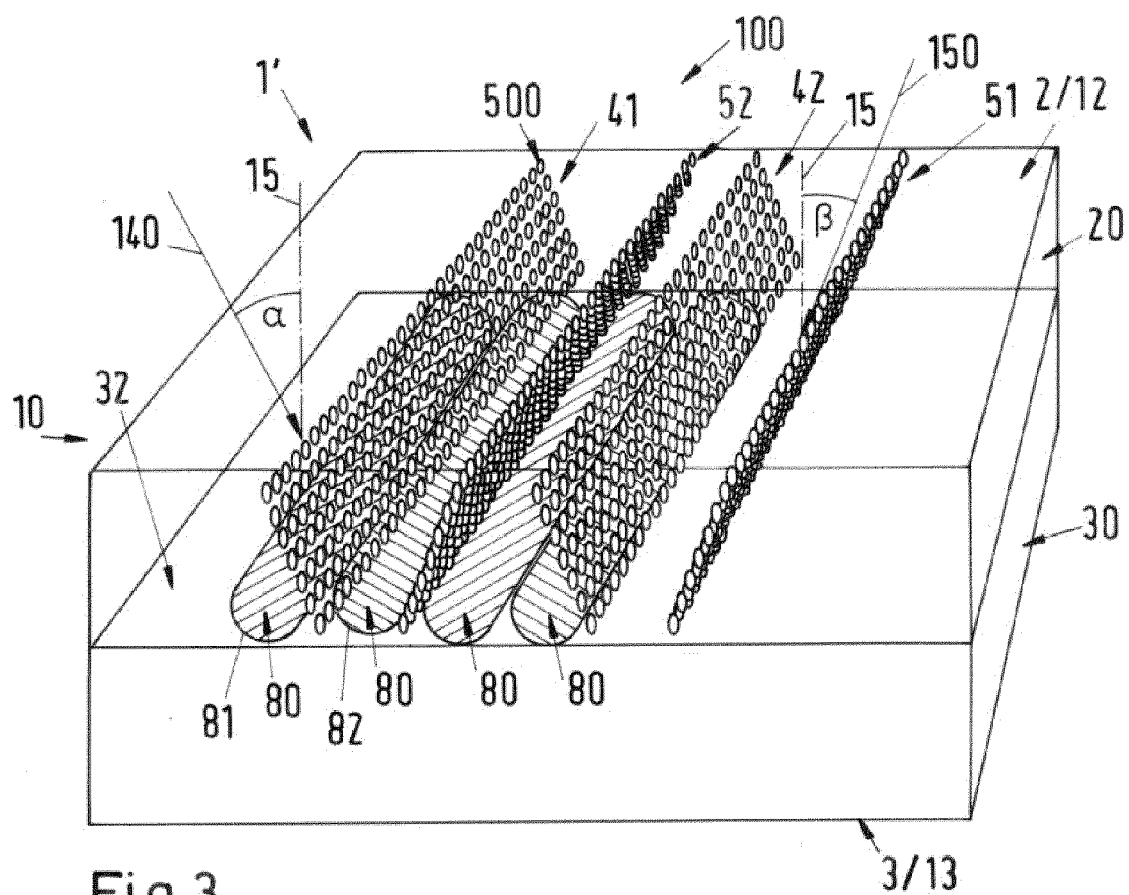


Fig.2b



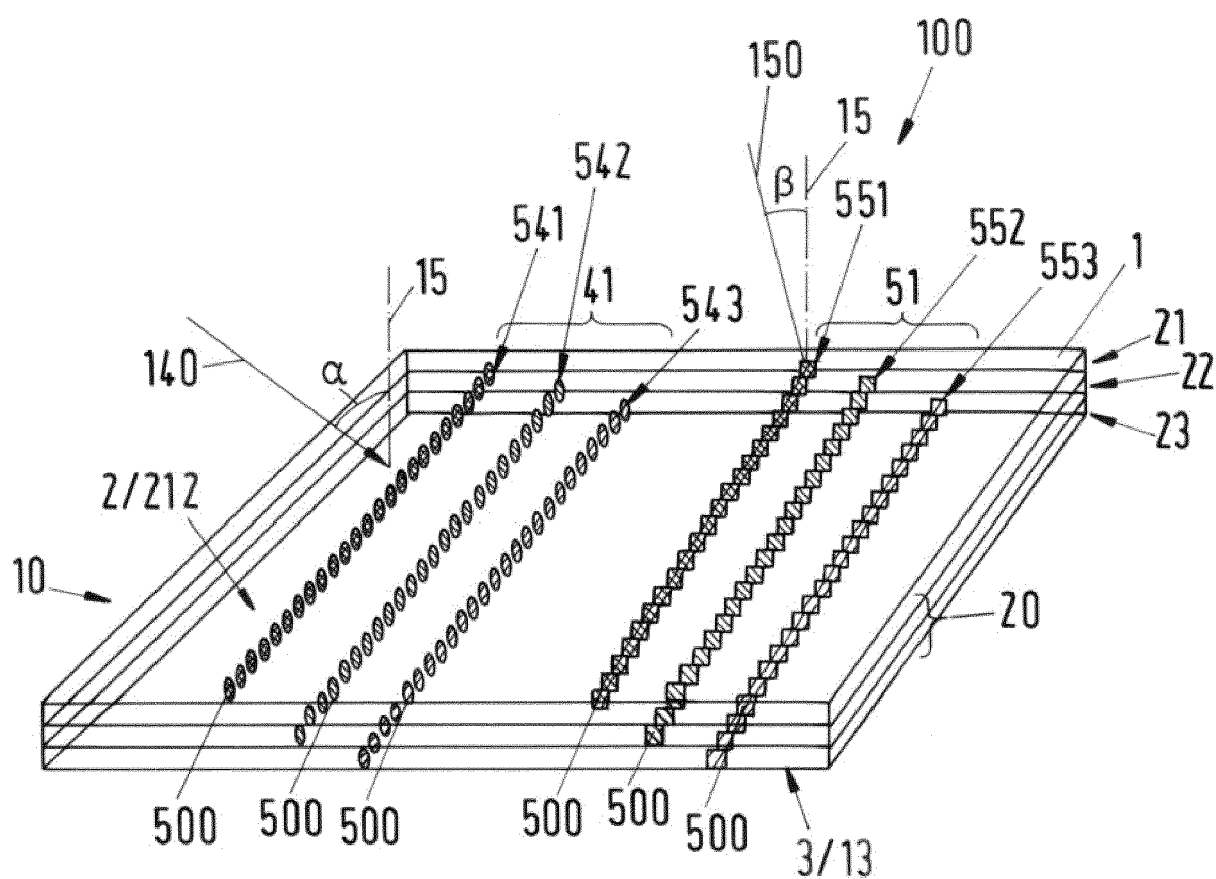


Fig.5

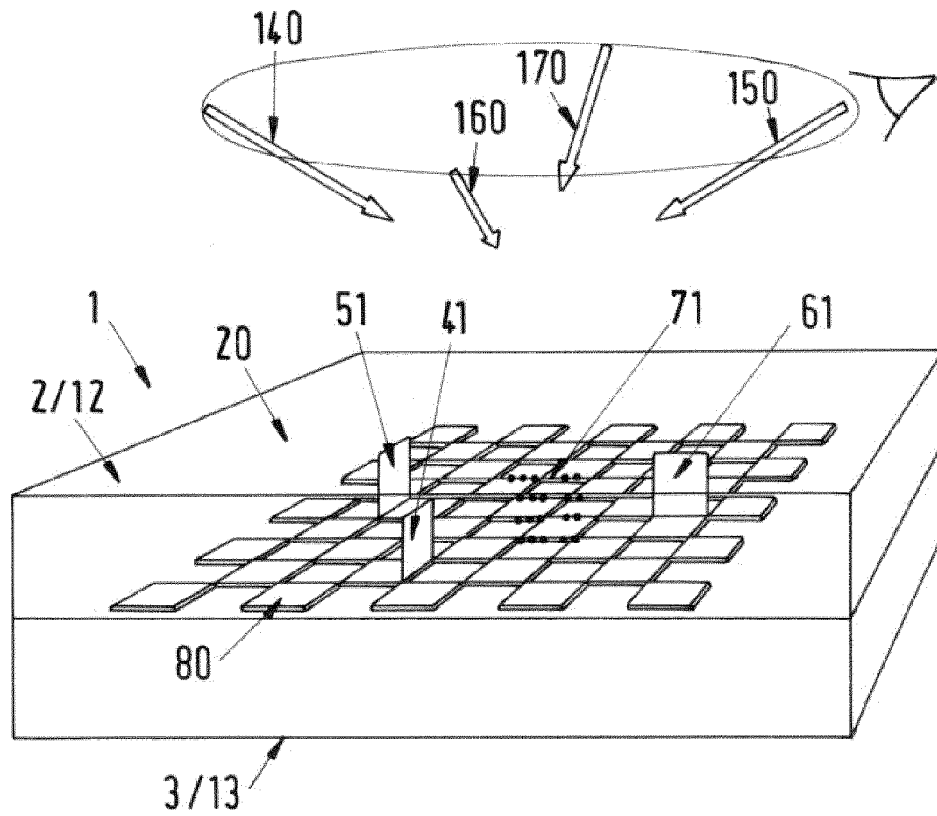


Fig.6a

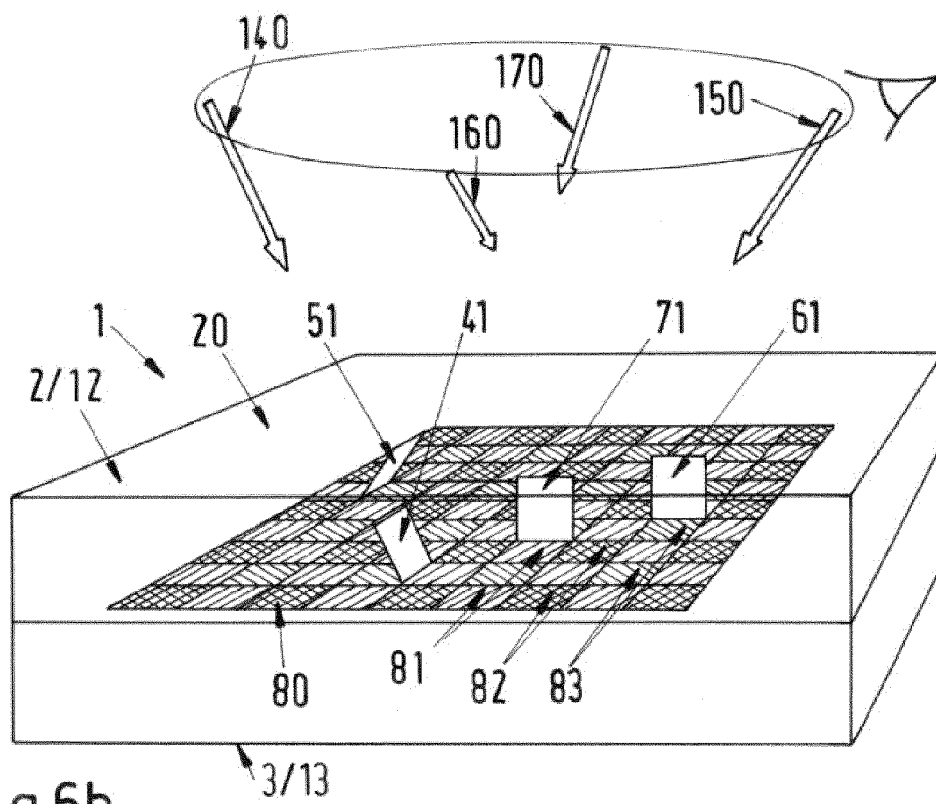


Fig.6b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 19 0349

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 3 508 350 A1 (TOPPAN PRINTING CO LTD [JP]) 10. Juli 2019 (2019-07-10)	1-9, 11-13	INV.
A	* Seite 31, Zeile 15 - Seite 35, Zeile 39; Abbildungen 49-59 *	10	B42D25/351 B42D25/41 B42D25/45

X	EP 2 236 308 A1 (GEMALTO SA [FR]) 6. Oktober 2010 (2010-10-06)	1	
	* Absätze [0018] - [0022]; Abbildung 2 *		

X	EP 2 875 963 A1 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE]) 27. Mai 2015 (2015-05-27)	1	
	* Absätze [0051], [0056], [0059]; Ansprüche 11, 12; Abbildung 1 *		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B42D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 2. Februar 2022	Prüfer Achermann, Didier
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 : nichtschriftliche 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	

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

EP 21 19 0349

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

02-02-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3508350 A1	10-07-2019	AU 2017321840 A1	28-03-2019
		CN 109689394 A	26-04-2019
		EP 3508350 A1	10-07-2019
		JP 2022000349 A	04-01-2022
		JP WO2018043749 A1	24-06-2019
		KR 20190050977 A	14-05-2019
		US 2021300106 A1	30-09-2021
		WO 2018043749 A1	08-03-2018
EP 2236308 A1	06-10-2010	DK 2414172 T3	15-01-2018
		EP 2236308 A1	06-10-2010
		EP 2414172 A1	08-02-2012
		NO 2414172 T3	10-03-2018
		WO 2010112528 A1	07-10-2010
EP 2875963 A1	27-05-2015	DE 102013223660 A1	21-05-2015
		EP 2875963 A1	27-05-2015

EPO FORM P0461

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