

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Juni 2020 (25.06.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/126065 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B42D 25/30 (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/000339

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Dezember 2019 (13.12.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 132 516.9
17. Dezember 2018 (17.12.2018) DE

(71) Anmelder: **GIESECKE+DEVRIENT CURRENCY
TECHNOLOGY GMBH** [DE/DE]; Prinzregentenstr. 159,
81677 München (DE).

(72) Erfinder: **LOCHBIHLER, Hans**; Maistraße 38, 80337
München (DE).

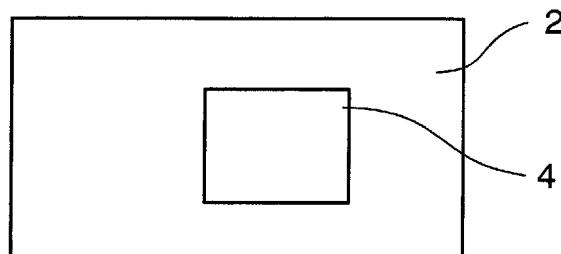
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,

(54) Title: SECURITY ELEMENT ACTIVE IN THE THZ RANGE AND METHOD FOR PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: IM THZ-BEREICH WIRKENDES SICHERHEITSELEMENT UND VERFAHREN ZU DESSEN
HERSTELLUNG

FIG. 1



(57) Abstract: The invention relates to a security element for producing security documents, such as bank notes, checks or the like, wherein a first layer is arranged in a first plane (10) in a dielectric (6) which is transparent to THz radiation, said first layer being formed from a layer material which is opaque to THz radiation and forming a first periodic or quasi-periodic line lattice structure (8) consisting of parallel longitudinal slots (20) which produce gaps in the first layer and being invisible to the naked eye, wherein a width of the longitudinal slots (20) is not greater than 1/5 of the period (p), preferably not greater than 1/10 of the period (p), wherein a second layer is arranged in a second plane (12) in the dielectric (10), which second plane is parallel to the first plane (10), said second layer also being formed from a layer material which is opaque to THz radiation and forming a second line lattice structure (14), which is inverse to the first line lattice structure (8).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement zur Herstellung von Wertasen, wie Banknoten, Schecks oder dergleichen, wobei in einem für THz-Strahlung transparenten Dielektrikum (6) in einer ersten Ebene (10) eine erste Schicht angeordnet ist, die aus einem für THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet ist und eine mit dem bloßen Auge nicht erkennbare, periodische oder quasiperiodische erste Liniengitterstruktur (8) aus parallel verlaufenden, in der ersten Schicht Lücken erzeugende Längsschlitze (20) bildet, wobei eine Breite der Längsschlitze (20) nicht größer als 1/5 der Periode (p), bevorzugt nicht größer als 1/10 der Periode (p) ist, wobei im Dielektrikum (10) in einer zweiten Ebene (12), die zur ersten Ebene (10) parallel ist, eine zweite Schicht angeordnet ist, die ebenfalls aus einem für THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet ist und eine zweite Liniengitterstruktur (14) bildet, die zur ersten Liniengitterstruktur (8) invers ist.

SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Im THz-Bereich wirkendes
Sicherheitselement und Verfahren zu
dessen Herstellung

5

Die Erfindung betrifft ein im THz-Bereich wirkendes Sicherheitselement zur Herstellung von ID-Ausweisen, Karten, Pässen oder Werdokumenten, wie Banknoten, Schecks oder dergleichen, das eine mit dem bloßen Auge nicht erkennbare Gitterstruktur aufweist, die z.B. durch eine Metallschicht gebildet ist. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Sicherheitselementes. Die Erfindung betrifft schließlich weiter ein Wertdokument mit einem solchen Sicherheitselement.

Zur Sicherung von Werdokumenten, wie Banknoten, Schecks oder dergleichen, gegen Fälschung werden Sicherheitselemente verwendet. Hierbei sind grundsätzlich zwei Arten von Sicherheitselementen zu unterscheiden, verdeckte Sicherheitselemente, die für einen Benutzer des Werdokumentes nicht ohne Weiteres zu erkennen sind und in der Regel einer maschinellen Echtheitsprüfung unterzogen werden, und offene Sicherheitselemente, die für einen Benutzer erkennbar sind. Ein Beispiel für offene Sicherheitselemente sind Hologramme. Es ist aber auch bekannt, ein Sicherheitsmerkmal so auszubilden, dass es sowohl ein offenes Sicherheitsmerkmal, also einen von einem Benutzer erkennbares Sicherheitsmerkmal, als auch ein verdecktes Sicherheitsmerkmal, das mit dem unbewaffneten Auge in der Regel nur mit einer Maschine überprüfbar ist und einem Benutzer eventuell gar nicht auffällt, aufweist. Neben Hologrammen werden im Stand der Technik gemäß DE 102015009584 A1 beispielsweise offene Sicherheitsmerkmale auf Basis metallisierter Sägezahnstrukturen oder Color-Shift-Beschriftungen oder Prägestrukturen, die mit einer dünnen Metallschicht überzogen sind, mit THz-Bereich wirkenden Gitterstrukturen kombiniert. Diese Gitterstrukturen haben eine Periode von ca. 20 μm – 100 μm und bestehen aus metallisierten

Streifen, welche durch schmale Schlitzbeabstandet sind. Solche Strukturen können auch mit metallischen Reliefstrukturen überlagert werden. Nachteilhaft ist, dass die schmalen Schlitzbe im Metallfilm durch einen zusätzlichen Ätzschritt oder durch Laserdemetallisierung realisiert werden müssen. Da
5 diese Schlitzbe bevorzugt eine Breite von ca. 1 µm haben, ist dieser Arbeitsgang in der industriellen Produktion herausfordernd.

Generell müssen Sicherheitselemente für Wertdokumente mehrere Anforderungen erfüllen. Zum einen sollen sie mit einfachen Mitteln schwer oder gar
10 nicht nachzubilden sein, d. h. der Aufwand für eine einmalige Herstellung sollte möglichst hoch liegen. Zum anderen sollte die Herstellung in der Serienproduktion dagegen möglichst wenig Aufwand bereiten.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein mit THz-Strahlung
15 erfassbares und somit verdecktes Sicherheitselement zu schaffen, welches noch günstigere Eigenschaften im THz-Bereich hat und wenig Zusatzaufwand in der Serienproduktion erfordert. Es sollte zudem mit offenen Sicherheitsmerkmalen besonders vorteilhaft kombiniert werden können.

20 Die Erfindung ist in den unabhängigen Ansprüchen definiert. Die abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Weiterbildungen.

Es ist vorgesehen ein Sicherheitselement zur Herstellung von Wertdokumenten, wie Banknoten, Schecks oder dergleichen, das eine mit dem bloßen Auge
25 nicht erkennbare Gitterstruktur aufweist, die in einer in einem Dielektrikum angeordneten, für THz-Strahlung opaken, ersten Schicht, bevorzugt einer Metallschicht, gebildet ist, wobei die erste Schicht in einer ersten Ebene liegt und z.B. eine Schichtdicke zwischen 6 nm und 1 µm aufweist. In der ersten Schicht sind für THz-Strahlung transparente, nebeneinanderliegende Längs-

- schlitze ausgebildet. Die erste Schicht ist in ein für THz-Strahlung transparentes Dielektrikum eingebettet. Die Längsschlitze sind nebeneinander periodisch oder quasiperiodisch mit einer Periode, z.B. zwischen 8 μm und 200 μm angeordnet. Die Breite der Längsschlitze ist nicht größer als $1/5$, bevorzugt $1/10$, der Periode. Bevorzugt sind die Schlitze mindestens 5-mal so lang wie die Periode. Im Dielektrikum ist weiter in einer zweiten Ebene, die zur ersten Ebene parallel ist, eine zweite Schicht angeordnet. Diese ist ebenfalls aus einem für THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet und weist eine zweite Liniengitterstruktur auf. Diese ist zur ersten Liniengitterstruktur invertiert ausgestaltet und um eine halbe Periode versetzt. Dadurch bildet die zweite Liniengitterstruktur Längsstege, welche in Draufsicht exakt die Lücken ausfüllen, welche von den ersten Längsschlitzen in der ersten Schicht gelassen werden.
- 15 Damit ist es insbesondere vorgesehen, die zweite Liniengitterstruktur aus parallel verlaufenden Längsstegen zu bilden, wobei unter jedem der Längsschlitze der ersten Schicht einer der Längsstege der zweiten Schicht liegt. Die übereinanderliegenden Paare aus Längsschlitze und Längsstege haben jeweils im Wesentlichen (d.h. im Rahmen von Fertigungstoleranzen, die z.B. 5-10% betragen können) die gleiche Breite, so dass die erwähnte Lückenfüllung realisiert ist.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung beträgt der Abstand zwischen erster und zweiter Ebene zwischen 50 nm und 100 μm , besonders bevorzugt zwischen 500 nm und 5 μm . Im gleichen Intervall liegt weiter bevorzugt die Periode.

Quasiperiodisch bedeutet, dass die Gitterperiode um einen Mittelwert schwankt. Bevorzugt kann diese Schwankung bis zu einer halben Periode,

besonders bevorzugt bis zu $1/10$ Periode betragen. Mit quasiperiodischer Anordnung sind insbesondere periodische Strukturen abgedeckt, bei denen die Periode fertigungsbedingt schwankt. Auch solche quasiperiodischen Anordnungen von Schlitz-Strukturen weisen eine erhöhte TM-Transmission in
5 THz-Bereich auf.

In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst die erste und/oder die zweite Schicht eine Color-Shift-Beschichtung. Hierdurch wird eine visuelle Erkennbarkeit verbessert – zusätzlich zur Maschinenauswertbarkeit, die im THz-
10 Bereich erfolgt.

Weiter sind die aus der DE 102015009584 A1 bekannten Kombinationen mit Sicherheitsmerkmalen, die mit dem bloßen Auge wahrnehmbar sind, möglich. Hierbei kommen insbesondere in Frage, Hologrammstrukturen, Subwellenlängengitter mit Perioden zwischen 200 nm und 500 nm, Sägezahnstrukturen etc. Der Offenbarungsgehalt der DE 102015009584 A1 wird dies-
15 bezüglich vollumfänglich hier eingebunden.

Das Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselementes erzeugt das beschriebene Sicherheitselement. Dazu wird in einem für THz-Strahlung transparentem Dielektrikum in einer ersten Ebene eine erste Schicht angeordnet, die aus einem für THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet wird. Sie weist eine mit dem bloßen Auge nicht erkennbare, periodische oder quasiperiodische, erste Liniengitterstruktur aus parallel verlaufenden Längsschlitz-
20 auf, die in der ersten Schicht Längsschlitze erzeugen. Eine Breite der Längsschlitze ist nicht größer als $1/5$ der Periode, bevorzugt nicht größer als $1/10$ der Periode. Im Dielektrikum wird in einer zweiten Ebene, die zur ersten Ebene parallel ist, eine zweite Schicht angeordnet, die ebenfalls aus einem für THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet wird. In der zweiten Schicht
25

wird eine zweite Liniengitterstruktur ausgebildet. Sie ist zur ersten Liniengitterstruktur invertiert und um eine halbe Periode versetzt. Hierdurch wird wiederum erreicht, dass die Längsstege, welche in der zweiten Schicht gebildet sind, in Draufsicht exakt die Längsschlitze füllen.

5

Die bereits genannten Ausgestaltungen des Sicherheitselementes können natürlich auch in Weiterbildungen des Verfahrens realisiert werden.

Schließlich ist weiter ein Wertdokument vorgesehen, das mit einem Sicherheitselement der genannten Eigenschaften versehen ist.

Das erfindungsgemäße Sicherheitselement ist im THz-Bereich überprüfbar, da die Schlitz-Struktur für THz-Strahlung mit TM-Polarisation transparent, für TE-Polarisation hingegen opak ist oder umgekehrt. Das Sicherheitsmerkmal wirkt auf Grund der Schlitz-Struktur als Polarisator, der THz-Strahlung mit einer Polarisation durchlässt. Ist die einfallende THz-Strahlung entsprechend polarisiert, tritt ein großer Anteil dieser Polarisationskomponente durch das Sicherheitselement hindurch. Das Sicherheitselement lässt sich somit sehr einfach einer maschinellen Echtheitsüberprüfung unterziehen. Dazu werden eine THz-Strahlungsquelle und ein THz-Detektor verwendet. Idealerweise ist die THz-Strahlung polarisiert, wobei das Sicherheitselement auch mit unpolarisierter THz-Strahlung erkannt werden kann. In diesem Fall ist dann zwingend vor dem Detektor ein Polarisator angeordnet, der als Analysator wirkt. Die Echtheitsüberprüfung lässt sich sowohl mit einer Messung in Transmission als auch in Reflexion durchführen. Im beispielhaften Fall der Transmission wirkt das Sicherheitselement als Polarisator, der die THz-Strahlung mit TM-Polarisation durchlässt. Ist die THz-Strahlung entsprechend linear polarisiert, so tritt diese Komponente zum Großteil durch das Sicherheitselement hindurch und wird bei gleicher Pola-

- risation des Analysators vollständig detektiert. Stehen die Polarisationsrichtungen von Strahlungsquelle und Detektor senkrecht aufeinander, so kann der triviale Fall eines Loches im Sicherheitselement ausgeschlossen werden. Dieser wäre auch visuell überprüfbar. Bei einer verdrehten Anordnung des
- 5 Sicherheitsmerkmals wird eine senkrecht polarisierte THz-Strahlung beim Hindurchtreten durch das Sicherheitselement gedreht und der Analysator mit waagerechter Polarisierung kann das THz-Signal empfangen. Durch die Aufnahme bei zwei oder mehreren unterschiedlichen Polarisationsrichtungen kann der Kontrast verstärkt werden. Die maschinelle Echtheitsüberprüfung
- 10 fang kann damit sowohl bei paralleler Orientierung der Polarisation von Strahlquelle und Detektor als auch bei gekreuzter Orientierung ausgeführt werden. Die Verdrehung des Sicherheitsmerkmals ist eine Rotation des Sicherheitsmerkmals in der Ebene, die von den periodisch bzw. quasiperiodisch nebeneinanderliegenden Längsschlitzen definiert wird.
- 15 Die Schlitz-Struktur ist mit dem bloßen Auge zumindest für einen ungeübten Betrachter und/oder in bloßer Draufsicht nicht erkennbar, da die Breite der Längsschlitze nicht größer als $1/5$ der Periode ist. Senkt man diese Obergrenze, wird die Schlitz-Struktur auch für einen geübten Beobachter, der
- 20 nach der Schlitz-Struktur sucht und/oder bei der Anwendung besonderer Betrachtungstechniken (beispielsweise bestimmtes Kippen und Drehen des Sicherheitselementes), nur sehr schwer oder gar nicht mehr erkennbar. Es ist besonders bevorzugt, dass die Breite der Längsschlitze nicht größer ist als $1/10$ der Periode, da dann die Schlitz-Struktur ein besonders gut verdecktes
- 25 Sicherheitsmerkmal erzeugt.

Durch die Doppelstruktur, welche unter den Schlitzen, die in der ersten Schicht ausgebildet sind, exakt zur Schlitzbreite passende Längsstege vor-

sieht, sind die Transmissions- und Reflexionseigenschaften im THz-Bereich verbessert.

In einer Weiterbildung ist das Sicherheitselement so ausgebildet, dass die

- 5 Schicht mehrere Felder umfasst, zwischen denen sich eine Längsrichtung der Längsschlitze unterscheidet. Die Felder haben also eine individuelle Winkelorientierung ihrer Richtungen der Längsschlitze. Solche einzelnen Felder erscheinen in Abhängigkeit von der Drehlage und/oder Orientierung zum THz-Detektor dann unterschiedlich hell.

10

Die Ausgestaltung der Gitterstruktur in der Schicht ist für das bloße Auge so gut wie nicht wahrnehmbar. Somit erhält ein potentieller Fälscher kein Indiz für das Vorhandensein eines solchen Sicherheitsmerkmals. Die Schicht unterscheidet sich in Reflexion und Transmission so gut wie nicht von einer

- 15 Schicht, die ohne die Längsschlitze ausgebildet ist. Insbesondere ist es möglich, das Sicherheitselement mit einer visuell sichtbaren Struktur kombiniert, z.B. indem die zwischen den Längsschlitzen liegenden Bereiche der Schicht zusätzlich mit einem weiteren Sicherheitsmerkmal versehen werden, das mit dem bloßen Auge wahrnehmbar ist. Auf diese Weise hat das Sicherheitselement verdeckte Eigenschaften, die mit THz-Strahlung erkennbar sind, und
20 zusätzliche, mit dem bloßen Auge erkennbare, d. h. offene Sicherheitseigenschaften. Das mit dem bloßen Auge wahrnehmbare weitere Sicherheitsmerkmal kann insbesondere ein metallisiertes Hologramm, ein Subwellenlängengitter mit Perioden von 200 nm bis 500 nm, eine Sägezahnstruktur
25 und/oder eine Color-Shift-Beschichtung sein.

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

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

Nachfolgend wird die Erfindung beispielshalber anhand der beigefügten Zeichnungen, die auch erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert ist. Es zeigen:

10

Fig. 1 eine Schemadarstellung einer Banknote mit einem Sicherheitselement,

15

Fig. 2A bis 2D Schnittdarstellungen durch das Sicherheitselement der Fig. 1 in verschiedenen Ausführungsformen,

20

Fig. 3A bis 7B Kurven zur Veranschaulichung der Wirkung des Sicherheitselementes der Fig. 2A bis 2D auf Strahlung im THz-Bereich,

Fig. 8 eine Draufsicht auf eine Ausführungsform des Sicherheitselementes mit Feldern unterschiedlicher Längsausrichtung einer THz-Strahlung beeinflussenden Struktur und

25

Fig. 9 verschiedene Ausführungsformen eines Feldes zur Codierung verdeckter Informationen mit einem der Sicherheitselemente der Figuren 2A bis 2D.

Fig. 1 zeigt in Draufsicht eine Banknote 2, die mit einem Sicherheitselement 4 versehen ist. Das Sicherheitselement 4 ist in allen Ausführungsformen so ausgestaltet, dass es Strahlung im THz-Bereich auf bestimmte Art und Weise filtert und zugleich so ausgebildet ist, dass es mit dem unbewaffneten Auge nicht erkennbar ist. Das Sicherheitselement 4 stellt somit ein verdecktes Sicherheitsmerkmal bereit, das mit einem entsprechenden Detektor ausgelesen werden kann. Damit das Sicherheitselement 4 hinsichtlich der Strukturen, die die Wirkung im THz-Bereich wirksam machen, visuell möglichst nicht wahrgenommen werden kann, um einem potentiellen Fälscher kein Indiz für das Vorhandensein einer im THz-Bereich wirksamen Struktur zu geben, ist die THz-Struktur im sichtbaren Wellenlängenbereich annähernd opak oder mindestens nicht zu erkennen. Dies schließt nicht aus, dass die Struktur mit einer visuell transparenten Struktur kombiniert oder überlagert ist, wie dies in den Ausführungsformen der Figuren 2B bis 2D der Fall ist.

Das Sicherheitselement 4 kann sowohl beidseitig offenliegend sein (z.B. bei der Verwendung als ein Fester überspannendes Element) als auch einseitig. Es kann zudem komplett in das für THz-Strahlung transparente Substrat eingebettet sein. Beispiele für das Substrat oder das Dielektrikum sind Papier oder Kunststoff.

20

Die Figuren 2A bis 2D zeigen in Schnittdarstellung das Sicherheitselement 4, das auf einem nicht näher bezeichneten Träger angeordnetes Dielektrikum 6 hat. In das für THz-Strahlung transparente Dielektrikum 6 ist eine erste Liniengitterstruktur 8 eingebettet, die aus einer THz-Strahlung absorbierenden Beschichtung aufgebaut ist, welche sich in einer ersten Ebene befindet. In einer parallel dazu um einen Abstand h tiefer liegenden zweiten Ebene 12 befindet sich im Dielektrikum 6 eine zweite Liniengitterstruktur 14, die ebenfalls aus einem THz-Strahlung absorbierenden Material aufgebaut ist, bevorzugt aus demselben Material, wie die erste Liniengitterstruktur 8.

Die erste und die zweite Liniengitterstruktur 8, 14 bilden ein Bi-Layer-Gitter 16. Die erste und die zweite Liniengitterstruktur 8, 14 sind invertiert zueinander ausgebildet. Die erste Liniengitterstruktur 8 besteht aus metallischen Streifen 18, die durch Längsschlitze 20 voneinander beabstandet sind. Diese Struktur ist gemäß einer Periode p angeordnet. Die zweite Liniengitterstruktur 14 ist dazu invertiert ausgebildet. Sie hat an denjenigen Stellen, in denen die erste Liniengitterstruktur 8 die Streifen 18 hat, Längsschlitze 24 und an den Stellen der Längsschlitze 20 Streifen 22. Die Schicht, welche die Streifen 18 ausbildet, hat beispielsweise eine Dicke t_1 , die Schicht, welche die Streifen 22 ausbildet, eine Dicke t_2 . Die Streifen 18, 22, und damit die Liniengitterstrukturen 8, 14, haben einen Brechungsindex n und sind vollständig von dem Dielektrikum 6 umgeben, das bevorzugt und optional oberhalb und unterhalb der Liniengitterstrukturen 8, 14 denselben Brechungsindex n hat. Die Brechungsindices im Dielektrikum 6 können auch variieren.

15

Wie zu sehen ist, hat die invertierte Form, die die zweite Liniengitterstruktur 14 zur ersten Liniengitterstruktur 8 hat, zur Folge, dass die Breite d der Streifen 18 der ersten Liniengitterstruktur 8 exakt der Breite der Längsschlitze 24 der zweiten Liniengitterstruktur 14 entspricht. Analoges gilt für die Breite s der Längsschlitze 20 der ersten Liniengitterstruktur 8 und der Streifen 22 der zweiten Liniengitterstruktur 14. Die invertierten Liniengitter sind darüber hinaus so um eine halbe Periode in der Ebene 10 bzw. 12 relativ verschoben, dass in Draufsicht auf das Sicherheitselement 4 (entsprechend der Sichtrichtung in Fig. 2A von oben nach unten) eine lückenlose Schicht durch die Streifen 18 und 22 gebildet wird.

25

In Fig. 2A ist gezeigt, dass eine ebene Welle unter einem Azimutwinkel ϕ_h und einem Elevationswinkel θ_h auf das Sicherheitselement 4 fällt. Diese einfallende Strahlung S wird teilweise als transmittierte Strahlung T transmit-

tiert und teilweise als reflektierte Strahlung R reflektiert. Die Eigenschaften dieser Wirkung auf Strahlung im THz-Bereich werden nachfolgend anhand der Figuren 3 bis 7 noch näher erläutert.

- 5 Die Ausführungsformen der Figuren 2B bis 2D unterscheiden sich von denen der Fig. 2A durch die Ausgestaltung der Streifen 18. Sie werden dazu genutzt, um zusätzlich einen visuell wahrnehmbaren Effekt zu erzeugen. Trotz dieses visuell wahrnehmbaren Effekts ist die im THz-Bereich wirksame Struktur nicht zu erkennen. Die verdeckte Sicherheitseigenschaft bleibt also
- 10 erhalten. In diesem Zusammenhang wird ausdrücklich auf die DE 102015009584 A1 verwiesen, deren Offenbarungsgehalt hinsichtlich der Kombination einer im THz-Bereich wirksamen Struktur und einer visuell wahrnehmbaren Struktur hier vollumfänglich eingebunden wird.
- 15 Die oben beschriebene Struktur zur Echtheitserkennung im THz-Bereich wird bevorzugt auf Folien-Substraten hergestellt und kann dann beispielsweise auf Banknoten 2 aufgebracht werden. Jedoch ist eine metallisch spiegelnde Fläche wenig attraktiv für einen Betrachter. Es ist zwar möglich, diese Fläche zu überdrucken. Jedoch ist es vorteilhaft, diese Struktur mit anderen
- 20 auf Folien-Elementen basierenden Sicherheitsmerkmalen zu überlagern. Denn es handelt sich bei bekannten metallisierten Sicherheitsfeatures, wie Hologrammen, Mikrospiegelanordnungen bzw. metallischen Subwellenlängengittern in erster Linie um Humanmerkmale, die sich nur schwierig maschinell auf Echtheit überprüfen lassen. Durch die Überlagerung dieser
- 25 Strukturen mit dem oben beschriebenen THz-Feature ist eine maschinelle Überprüfung dieser Strukturen im THz-Bereich möglich.

Eine Überlagerung mit verschiedenen, für sich bekannten metallisierten Sicherheitsfeatures ist deshalb vorteilhaft. Eine derartige Überlagerung kann

- mit Präge-Hologrammen erfolgen, wie in Fig. 2B schematisch dargestellt ist. In Fig. 2B bestehen die Streifen der ersten Liniengitterstruktur 8 aus einer Hologrammstruktur 26. Sie ist für THz-Strahlung opak, so dass die verdeckte Sicherheitseigenschaft des Sicherheitselementes 4 erhalten bleibt. Solche Hologramme bestehen aus Gitteranordnungen mit Perioden von etwa 500 nm bis 1500 nm. Bei bekannten Präge-Hologrammen hat das Gitterprofil eine Sinusform oder eine Rechteckform mit Ganghöhen von etwa 100 nm bis 300 nm. Die Struktur ist vollflächig metallisiert. Als Metalle werden bevorzugt Aluminium, Silber oder Kupfer mit Schichtdicken von ca. 30 nm bis 80 nm verwendet. Die Überlagerung mit der oben beschriebenen THz-Struktur bedeutet in diesem Fall, dass schmale periodisch Bereiche des Präge-Hologramms oder Spiegelstreifen auf der tieferen Ebene 12 liegen. Da die Periode der Hologramm-Gitter wesentlich kleiner als die Gitterperiode der THz-Struktur ist, tritt keine zusätzliche Wechselwirkung im THz-Bereich mit dieser Struktur auf. Denn die Periode des Hologramms ist um Größenordnungen kleiner als die Wellenlänge der THz-Strahlung. Es liegt daher eine vergleichbare Transmission im THz-Bereich wie bei dem oben beschriebenen Bi-Layer-Gitter 16 vor.
- In Fig. 2C umfassen die Streifen eine Color-Shift-Beschichtung 28, die optional zusätzlich auch auf den Streifen der zweiten Liniengitterstruktur 14 aufgebracht werden kann. Die Color-Shift-Beschichtungen 28, 30 erzeugen einen visuell wahrnehmbaren Effekt. Da sie eine Metallschicht oder eine andere für THz-Strahlung opake Beschichtung umfassen, ist auch hier die Wirkung des Sicherheitselementes 4 als verdecktes Sicherheitsmerkmal erhalten. Der Color-Shift-Aufbau besteht beispielsweise aus einer halbtransparenten Chromschicht, einer dielektrischen Abstandsschicht bevorzugt aus Siliziumdioxid und einer darunter befindlichen, metallischen Spiegelschicht, z. B. Aluminium. Dieser Schichtaufbau wird schließlich als Bi-Layer-Struktur 16 ausgebil-

det. Der Flächenanteil der tieferliegenden Struktur ist klein im Vergleich zur Gesamtfläche. Daher wird der visuelle Eindruck dieser Sicherheitsfeatures durch die Überlagerung mit der THz Struktur kaum beeinträchtigt.

- 5 In Fig. 2D sind die Streifen der ersten Liniengitterstruktur 8 als Sägezahnstruktur 32 ausgebildet. Es erfolgt also eine Überlagerung mit einer Sägezahnstruktur wie z. B. Fresnelstrukturen. Bekannte Sägezahnanordnungen haben eine laterale Ausdehnung zwischen 1 μm und 10 μm bei einer Höhe zwischen ca. 0.3 μm und 4 μm . Solche Anordnungen werden benutzt, um
- 10 Bewegungs- und räumliche Effekte in Reflexion zu erzeugen. Sie sind entweder mit einer einfachen Metallschicht überzogen oder sie sind mit einem sogenannten Color-Shift-Aufbau bedampft, um zusätzlich einen Farbeffekt zu erzeugen. Die metallisierte Struktur ist durch die periodische Anordnung der Längsschlitze 20 unterbrochen, unter denen die Streifen 22 auf der tiefe-
- 15 ren Ebene liegen. Im THz-Bereich wirkt sich nur diese Kombination auf die Transmission aus, da die Wechselwirkung mit der Sägezahnstruktur 32 selbst gering ist.

- Die Überlagerung kann auch mit (optischen) Subwellenlängen-Strukturen
- 20 vorgenommen werden. Hier handelt es sich um 1-dimensionale oder 2-dimensionale periodische Gitter mit Perioden zwischen 100 nm und 500 nm, welche metallisch bedampft sind. Es bleibt zu erwähnen, dass auch sogenannte metallische Mottenaugenstrukturen, die als absorbierender Untergrund dienen können, ebenfalls mit der oben erläuterten Struktur überlagert
- 25 werden können. Außerdem die metallisierten Stege erhöht anstelle wie in den obigen Zeichnungen vertieft sein. Die Transmission im THz-Bereich ist bei dieser vertikal gespiegelten Anordnung identisch.

Ferner sind die oben genannten, THz-Strahlung absorbierenden Beschichtungen nicht auf eine einfache Metallschicht oder Color-Shift-Aufbauten eingeschränkt. Es sind auch andere Multilayerschichten verwendbar, solange diese für THz-Strahlung opak sind – entweder in Kombination, oder auf
5 Grund eines absorbierenden Bestandteils oder einer Schicht.

Nachfolgend wird die Wirkung des Sicherheitselementes 4 auf Strahlung im THz-Bereich, also auf Strahlungen zwischen beispielsweise 1 und 12 THz, am Beispiel des Sicherheitselementes der Fig. 2A erläutert. Da die visuell
10 wahrnehmbaren Strukturen der Streifen der ersten Liniengitterstruktur 8 in den Ausführungsformen gemäß Fig. 2B bis 2D keine Auswirkung auf die Wirkung im THz-Bereich haben, gelten die Ausführungsformen analog auch hierfür.

15 Die folgenden Berechnungen beziehen sich auf ein Aluminium-Gitter mit rechteckigem Querschnitt. Der Brechungsindex des umgebenden Dielektrikums ist $n=1,4$. Fig. 3A-C zeigen die spektrale Transmission für TM- (Fig. 3A) und TE-Polarisationen (Fig. 3B) sowie den Polarisationsgrad für ein Bi-Layer-Gitter 16 mit unterschiedlich breiten Stegen $s=2; 4; 6 \mu\text{m}$ bei konstanter
20 Periode $d=50 \mu\text{m}$. Für die Frequenz 1 THz beträgt die Transmission bei TM-Polarisation 32%, 43% bzw. 49% für die Stegbreite $s=2 \mu\text{m}$, $4 \mu\text{m}$ bzw. $6 \mu\text{m}$. Für TE-Polarisation ist die Transmission für diese Stegbreiten annähernd Null. Die Dicke $t_1 = t_2$ der Beschichtung betrug 50 nm, der Abstand der Ebenen $h = 2 \mu\text{m}$. Der Kontrast der Transmission zwischen TM- und TE-
25 Polarisation ist in Fig. 3C) dargestellt. Hier ist jeweils der berechnete Polarisationsgrad $(T_{TM} - T_{TE}) / (T_{TM} + T_{TE})$ als Funktion der Frequenz aufgetragen. Je stärker diese Werte von Null verschieden sind, umso stärker ist die Polarisationswirkung des Bi-Layer-Gitters 16. Es zeigt sich, dass das Gitter im ge-

5 samten dargestellten Frequenzbereich ausgeprägte Polarisations-eigenschaften aufweist.

10 Nun wird der Einfluss des Höhenabstands h auf das Transmissionsverhalten im THz-Bereich erläutert. Fig. 4A–C zeigen die Transmission bei senkrechtem Einfall für ein Aluminiumgitter mit einer Periode $d=50\text{ }\mu\text{m}$, $s=2\text{ }\mu\text{m}$, $t=50\text{ nm}$ für die Höhenabstände $0,5\text{ }\mu\text{m}$, $1\text{ }\mu\text{m}$, $1,5\text{ }\mu\text{m}$ und $2\text{ }\mu\text{m}$. Die übrigen Parameter sind identisch mit denen von Fig. 3A–C. Wiederum zeigt die mit A bezeichnete Figur die Transmission für TM-Polarisation, die mit B bezeichnete Figur die Transmission für TE-Polarisation und die mit C bezeichnete Figur den Kontrast. Hier zeigt sich, dass eine Variation des Höhenabstands h sich nicht wesentlich auf das Transmissionsverhalten im THz-Bereich auswirkt. Die Polarisations-eigenschaften werden kaum beeinflusst. Dies bedeutet, dass das Prozessfenster bei einer Serienfertigung hinsichtlich dieses Parameters unkritisch ist.

20 Nun wird der Einfluss der Gitterperiode auf die Transmission im THz-Bereich untersucht. In Fig. 5A–C ist die Transmission für Gitter mit den Perioden $d=25\text{ }\mu\text{m}$, $50\text{ }\mu\text{m}$, $75\text{ }\mu\text{m}$ und $100\text{ }\mu\text{m}$ dargestellt. Das Verhältnis der Spaltbreite zur Periode ist dabei konstant und beträgt $s=0.04 \cdot d$. Aus Fig. 5A und 5B ist ersichtlich, dass die spektrale Charakteristik der Transmission für zunehmende Perioden zu niedrigen Frequenzen hin verschoben wird. Fig. 5C kann entnommen werden, dass sich die polarisierende Wirkung des Gitters für diese Perioden im gesamten dargestellten Spektralbereich sehr gut ist. Dies zeigt, dass die Transmissions-Charakteristik durch die entsprechende Wahl der Gitterperiode für das gewünschte Frequenzband angepasst werden kann. Es ist noch zu erwähnen, dass die hier dargestellten Transmissions- bzw. Polarisations-eigenschaften kaum beeinflusst werden, wenn das Gitterprofil von der idealen Rechteckform abweicht. Daher sind bei der Her-

stellung solcher Gitter keine hohen Anforderungen zu erfüllen, um den gewünschten Transmissions- bzw. Polarisations-Effekt im THz-Bereich zu erfüllen. Den Figuren liegt hier eine Höhe von $h=1,8\text{ }\mu\text{m}$ und eine Dicke der Metallschicht (hier Al) von $t=50\text{ nm}$ zugrunde.

5

Fig. 6 zeigt die berechnete spektrale Reflexion eines Bi-Layer-Gitters 16, eines einfachen Drahtgitters und eines glatten 60 nm dicken Aluminiumfilmes – im sichtbaren Spektralbereich. Alle Strukturen sind ein Dielektrikum mit Brechungsindex $1,52$ eingebettet. Das senkrecht einfallende Licht ist unpolarisiert. Die Reflexion in der nullten Ordnung beträgt für beide Gittertypen im Mittel ca. 73% gegenüber 82% einer glatten 60 nm dicken Aluminiumschicht, welche ebenfalls in ein Dielektrikum mit $n=1,52$ eingebettet ist. Für größere Perioden verringert sich der Unterschied zwischen der Reflexion am Bi-Layer-Gitter 16 und einer glatten Oberfläche zunehmend. Dies bedeutet, dass ein Bi-Layer-Gitter 16 mit Perioden $d>50\text{ }\mu\text{m}$ kaum mehr von einem Betrachter von einer glatten metallischen Oberfläche unterschieden werden kann. Dies ist umso weniger der Fall, wenn solche Bi-Layer-Gitter 16 mit anderen Strukturen wie Hologrammgitter überlagert sind.

20 Schließlich wurde ein metallisiertes Prägehologramm, das mit einem Bi-Layer-Gitter 16 überlagert ist, experimentell analysiert. Die Struktur entspricht schematisch der Zeichnung von Fig. 2B. Die Struktur umfasst einen 60 nm dicken Aluminiumfilm, der in UV-Lack zwischen zwei PET Folien eingebettet ist. Das Prägehologramm besteht aus Gittern unterschiedlicher
25 azimuthaler Orientierung mit Perioden zwischen 500 nm und $2\text{ }\mu\text{m}$. Die Profilform ist sinusförmig. Die Parameter des Bi-Layer Gitters sind: $d=50\text{ }\mu\text{m}$, $h=1,8\text{ }\mu\text{m}$, $s=2\text{ }\mu\text{m}$ und $t=60\text{ nm}$. Fig. 7A zeigt die spektrale Transmission im Bereich von $0,1$ bis 3 THz für TM- und TE-Polarisation. Daraus wurde der Polarisationsgrad berechnet und in Fig. 7B dargestellt. Die Struktur ist hier in

- einen UV-aushärtbaren Prägelack mit Brechungsindex von 1,4 eingebettet. Die Messung bestätigt die davor präsentierten Eigenschaften der Bi-Layer-Gitter 16. Die unerwartete hohe Transmission ist auch für überlagerte Gitterstrukturen vorhanden. Die Sperrwirkung für TE-Polarisation ist dieser
- 5 Probe etwas geringer. Dies liegt jedoch an kleinen Defekten der Probe, durch die die THz-Strahlung ungehindert hindurchdringt. Trotzdem ist der Polarisationsgrad der Probe hoch. Eine Detektion des im Hologramm überlagerten Bi-Layer-Gitters 16 kann zuverlässig erfolgen.
- 10 Wie bereits erwähnt, kommen die Überlagerungen, die aus der DE 102015009584 A1 (dort für ein anderes verdecktes Sicherheitsmerkmal) auch hier in Frage. Die Überlagerung eines Motivs mit der oben beschriebenen THz-Struktur wird anhand des Beispiels von Fig. 8 erläutert. Das Motiv „Schmetterling“ mit Zahl „25“ ist vor einem Hintergrund durch ein metalli-
- 15 sches Prägehologramm ausgebildet. Hier ist die gesamte Fläche mit einem Bi-Layer-Gitter 16 überlagert. Die Längsschlitze 20, 24 sind im Hintergrund 34 horizontal und in den Flächen 36–42 vertikal orientiert. Dieses Sicherheitselement 4 zeigt im THz-Bereich eine unterschiedliche Transmission in den Bereichen 34 einerseits und 36–42 andererseits. Mit einem ortauflösenden
- 20 Detektor kann das Motiv im THz-Bereich entsprechend nachgewiesen werden.

- Des Weiteren kann dieser Ansatz genutzt werden, um Informationen zu kodieren, welche im THz-Bereich maschinell ausgewertet werden können. Ein
- 25 Beispiel ist die Kodierung der Stückelung bzw. der Wert von Banknoten, z. B. 5, 10, 20, 50 und 100. Diese Zahlenwerte (oder andere Werte) können durch unterschiedlich orientierte Bereiche von Bi-Layer-Gittern, bevorzugt mit um 90° verdrehten Bereichen kodiert werden. Ein Beispiel mit vier Feldern 46, welche vor einem Hintergrund 48 mit horizontaler Längsschlitzrich-

tung mehrere Kodier-Felder 50–56 mit vertikaler Längsschlitzrichtung haben, zeigt Fig. 9.

Das Sicherheitselement 4 kann durch bekannte Verfahren großtechnisch hergestellt werden. Dabei sind die wesentlichen Schritte in der Herstellung:

- a) Prägen der Struktur in UV-Lack auf Folien,
- b) vollflächige gerichtete Metall-Bedampfung, wobei die Flanken der Stege nicht mit Metall bedeckt werden,
- c) Kaschierung mit Deckfolie.

Das Grundprinzip entspricht insofern dem aus der genannten DE 102015009584 A1, wobei nun der Vorteil erreicht ist, dass in den vertieft geprägten Längsschlitz 20 kein Metall entfernt werden muss. Die Längsschlitz 20 entstehen durch die entsprechende Prägestruktur als Vertiefungen, und auch in den Vertiefungen wird das Metall abgeschieden, um dort die Streifen 22 auszubilden.

Wie bereits im allgemeinen Teil der Beschreibung erläutert, kann das Sicherheitselement einfach einer Echtheitsüberprüfung unterzogen werden, indem seine Polarisationsseigenschaften auf Strahlung im THz-Spektralbereich untersucht werden. Mögliche Vorrichtungen zeigen die Fig. 13 und Fig. 14 der DE 102015009584 A1. Das Sicherheitsmerkmal 4 wirkt dabei als Polarisator, der THz-Strahlung mit TM-Polarisation durchlässt. Ist die THz-Strahlung entsprechend linear polarisiert, so tritt diese Komponente zum Großteil hindurch. Um linear polarisierte Strahlung mit TM-Polarisation auf das Sicherheitselement 4 zu richten, kann der THz-Quelle ein Polarisator nachgeordnet sein; dieser kann entfallen, wenn die THz-Quelle bereits die entsprechende polarisierte Strahlung abgibt. Nach Durchtritt durch das Sicherheitselement 4 ist z. B. ein Analysator vorgesehen, der die Polarisationsrichtung entsprechend für den THz-Detektor filtert. Durch die Aufnahme eines Signals aus

- zwei oder mehreren unterschiedlichen Polarisationsrichtungen kann der Kontrast verstärkt werden, d. h. die Vorrichtung ist zuerst in die Konfiguration mit gleicher Ausrichtung von Quellstrahlung und Detektor und dann mit zueinander orthogonaler Ausrichtung eingestellt. Hat das Sicherheitselement 4 Bereiche mit unterschiedlich orientierten Schlitz-Strukturen, misst ein ortsauflösender Detektor unterschiedliche Intensitäten für die einzelnen Bereiche. Dies erhöht die Zuverlässigkeit der Authentifizierung dieses Merkmals.
- 10 Zur Echtheitsprüfung des oben beschriebenen Sicherheitselementes 4 wird also eine THz-Strahlungsquelle und ein THz-Detektor verwendet, welche gegenüberliegend angeordnet sind. Das Sicherheitselement 4 befindet sich dazwischen und wird bevorzugt annähernd senkrecht bestrahlt. Bevorzugt ist die Strahlung der THz-Strahlquelle linear polarisiert und der Detektor ist ebenfalls polarisationsempfindlich. Das Sicherheitselement 4 ist so angeordnet, dass für mindestens einen Bereich des Bi-Layer-Gitters 16 TM-Polarisation vorliegt und dort die THz-Strahlung annähernd ungehindert zum Detektor gelangt. Dagegen wird die Transmission für die Gitterbereiche in TE-Polarisation blockiert. In einer alternativen Anordnung stehen die Polarisationsrichtungen von Strahlungsquelle und Detektor senkrecht aufeinander. So kann der triviale Fall eines Loches im Sicherheitselement ausgeschlossen werden, durch das die THz-Strahlung ebenfalls ungehindert passieren würde. Bei einer verdrehten Anordnung des THz-Gitters wird eine senkrecht polarisierte THz-Strahlung beim Hindurchtreten gedreht und der
- 20 Analysator mit waagerechter Polarisation kann das THz-Signal empfangen. Durch die Aufnahme eines Signals bei zwei oder mehreren unterschiedlichen Polarisationsrichtungen kann der Kontrast noch verstärkt werden.
- 25

Die THz-Analyse kann sowohl bei einer einzigen Frequenz oder in einem einzigen Frequenzband als auch für mehrere Frequenzen oder getrennte Frequenzbänder erfolgen. Die beiden letzteren Ausführungsformen verfeinern die Echtheitsüberprüfung.

Bezugszeichenliste

	2	Banknote
5	4	Sicherheitselement
	6	Dielektrikum
	8	erste Liniengitterstruktur
	10	erste Ebene
	12	zweite Ebene
10	14	zweite Liniengitterstruktur
	16	Bi-Layer-Gitter
	18, 22	Streifen
	20, 24	Längsschlitze
	26	Hologramm
15	28, 30	Color-Shift-Schicht
	32	Sägezahnstruktur
	34, 56	Hintergrund
	36–44, 46, 50–56	Feld
	S, T, R	Strahlung
20	h	Abstand
	p	Periode
	t1, t2	Dicke
	n, nM	Brechungsindex
	th	Elevationswinkel
25	ph	Azimutwinkel
	s, d	Breite

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Sicherheitselement zur Herstellung von Wertaspekten, wie Bank-
5 noten, Schecks oder dergleichen, wobei in einem für THz-Strahlung transpa-
renten Dielektrikum (6) in einer ersten Ebene (10) eine erste Schicht angeord-
net ist, die aus einem für THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet ist
und eine mit dem bloßen Auge nicht erkennbare, periodische oder quasipe-
riodische erste Liniengitterstruktur (8) aus parallel verlaufenden, in der ers-
10 ten Schicht Lücken erzeugende Längsschlitzte (20) bildet, wobei eine Breite
der Längsschlitzte (20) nicht größer als $1/5$ der Periode (p), bevorzugt nicht
größer als $1/10$ der Periode (p) ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
im Dielektrikum (10) in einer zweiten Ebene (12), die zur ersten Ebene (10)
15 parallel ist, eine zweite Schicht angeordnet ist, die ebenfalls aus einem für
THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet ist und eine zweite Lini-
gitterstruktur (14) bildet, die zur ersten Liniengitterstruktur (8) invers ist.
2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
20 die zweite Liniengitterstruktur (14) aus parallel verlaufenden Längsstegen
(22) gebildet ist, wobei unter jedem der Längsschlitzte (20) der ersten Lini-
gitterstruktur (8) einer der Längsstege (22) der zweiten Liniengitterstruktur
(14) liegt und die darüber liegenden Längsschlitzte (20, 24) und Längsstege
(18, 22) jeweils im Wesentlichen die gleiche Breite (d , s) haben, so dass die
25 Längsstege (24) der zweiten Liniengitterstruktur (14) in Draufsicht auf die
erste Ebene (10) die Längsschlitzte (20) in der ersten Liniengitterstruktur (8)
überdecken.
3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
30 dass ein Abstand (h) zwischen erster und zweiter Ebene (10, 12) zwischen
50 nm und 100 μm beträgt.

4. Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Periode (p) zwischen 10 μm und 100 μm beträgt.
- 5 5. Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass erste und/oder zweite Liniengitterstruktur (8, 14) eine für THz-Strahlung opake Multilayer-Beschichtung, insbesondere eine Color-Shift-Beschichtung (28, 30), aufweisen.
- 10 6. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselementes zur Herstellung von Wertdokumenten, wie Banknoten, Schecks oder dergleichen, wobei in einem für THz-Strahlung transparenten Dielektrikum (6) in einer ersten Ebene (10) eine erste Schicht angeordnet wird, die aus einem für THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet wird und mit einer mit dem bloßen Auge
- 15 nicht erkennbaren, periodischen oder quasiperiodischen, ersten Liniengitterstruktur (8) aus parallel verlaufenden, in der ersten Schicht Lücken erzeugenden Längsschlitze (20) versehen wird, wobei eine Breite der Längsschlitze (20) nicht größer als 1/5 der Periode (p), bevorzugt nicht größer als 1/10 der Periode (p) ist,
- 20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass im Dielektrikum (6) in einer zweiten Ebene (12), die zur ersten Ebene (10) parallel ist, eine zweite Schicht angeordnet wird, die ebenfalls aus einem für THz-Strahlung opaken Schichtmaterial gebildet wird und mit einer zweiten Liniengitterstruktur (14) versehen wird, die zur ersten Liniengitterstruktur
- 25 (8) invers ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Liniengitterstruktur (14) aus parallel verlaufenden Längsstegen (22) gebildet wird, wobei unter jedem der Längsschlitze (20) der ersten Liniengitterstruktur

tur (8) einer der Längsstege (22) der zweiten Liniengitterstruktur (14) angeordnet wird und die darüber liegenden Längsschlitze (20, 24) und Längsstege (18, 22) jeweils im Wesentlichen die gleiche Breite (d , s) haben, so dass die Längsstege (24) der zweiten Liniengitterstruktur (14) in Draufsicht auf die erste Ebene (10) die Längsschlitze (20) in der ersten Liniengitterstruktur (8) überdecken.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstand (h) zwischen erster und zweiter Ebene (10, 12) zwischen 50 nm und 100 μm beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Periode (p) zwischen 10 μm und 100 μm beträgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass erste und/oder zweite Liniengitterstruktur (8, 14) eine Color-Shift-Beschichtung (28, 30) aufweisen.

11. Werten dokument mit einem Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

1/7

FIG. 1

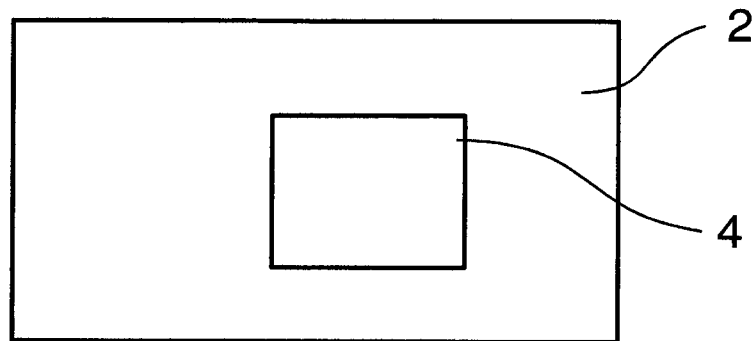


FIG. 2A

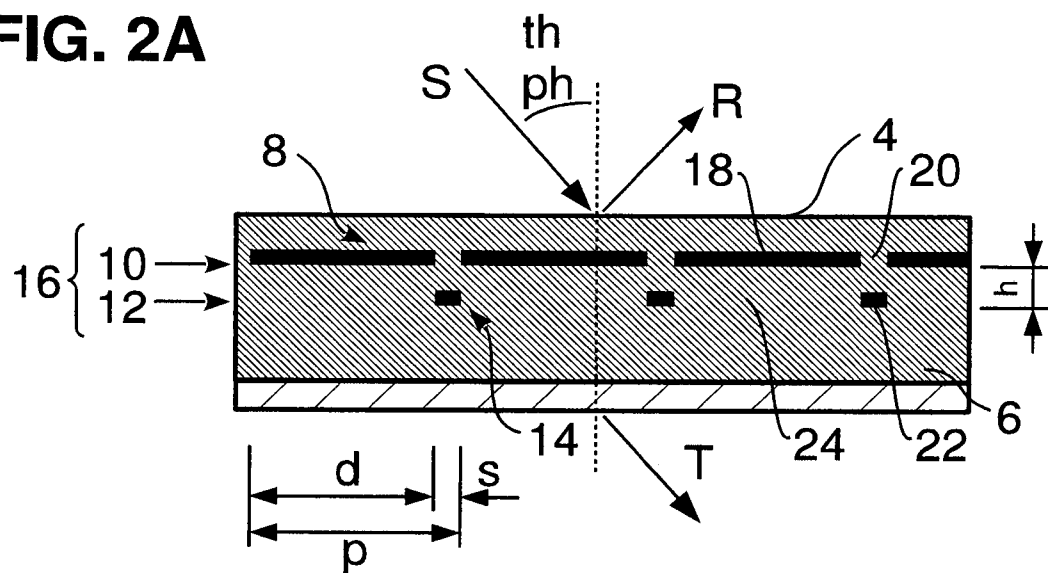


FIG. 2B

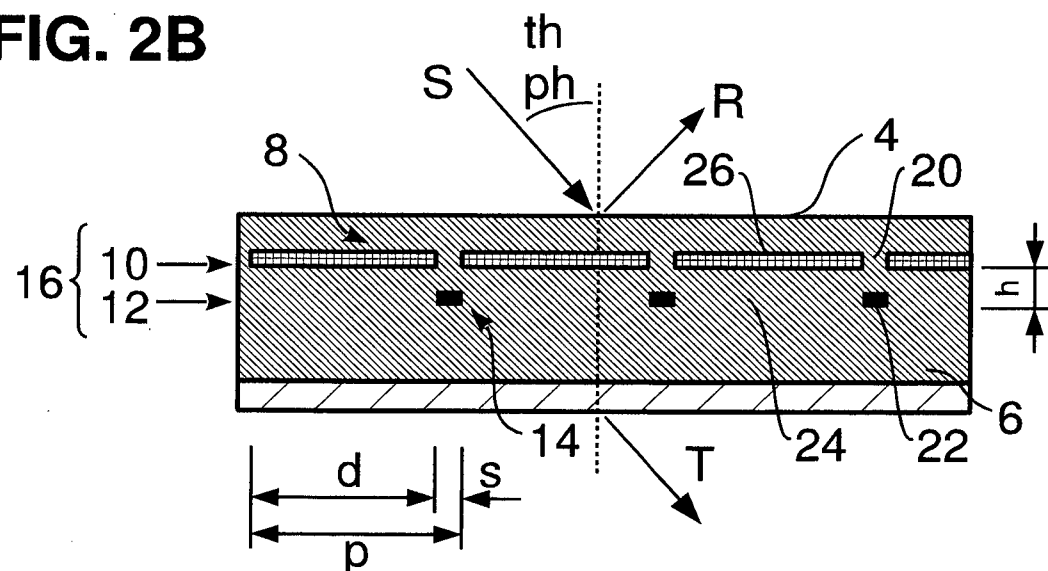


FIG. 2C

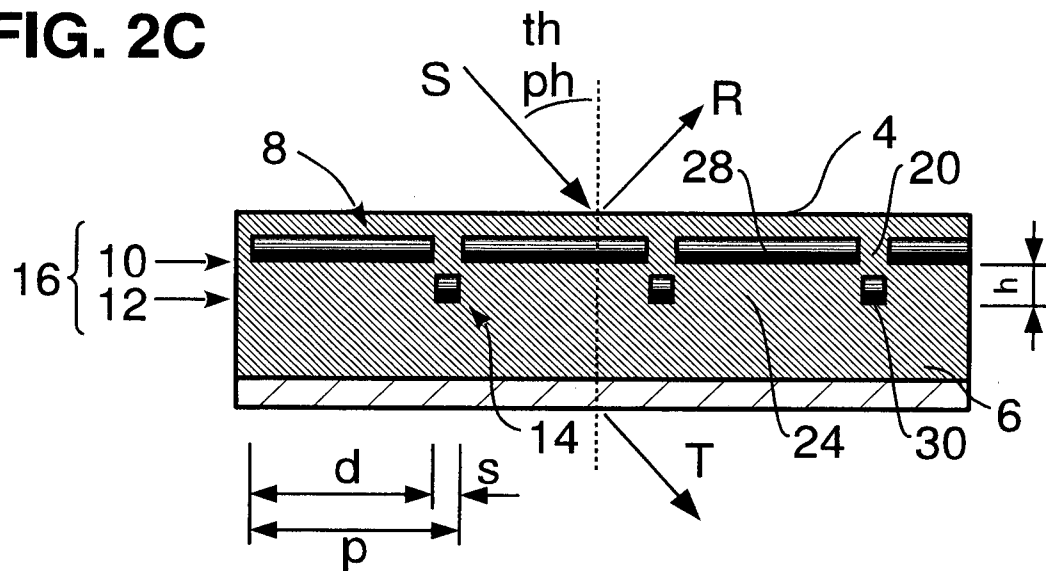
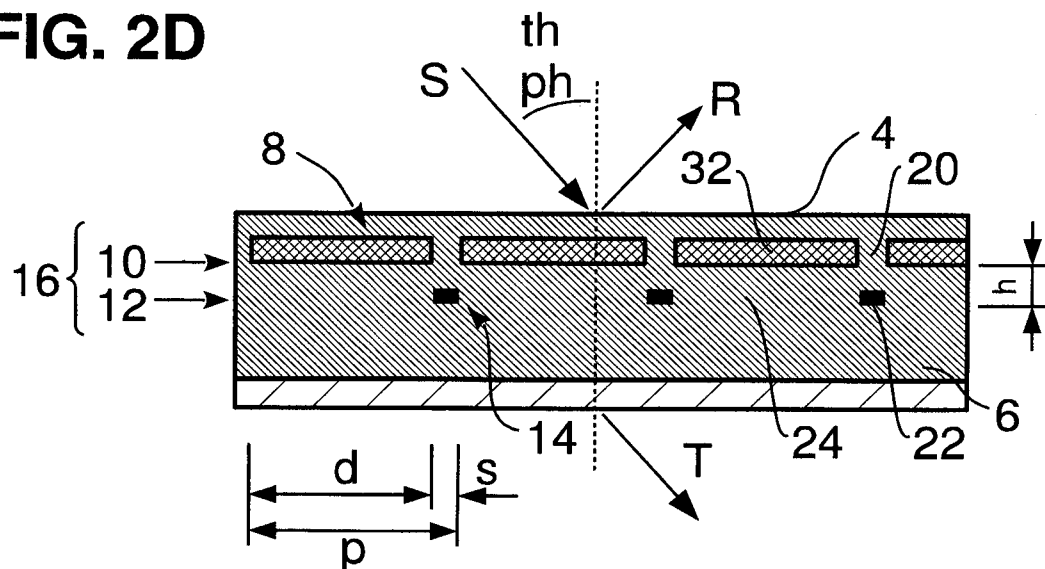


FIG. 2D



3/7

FIG. 3A

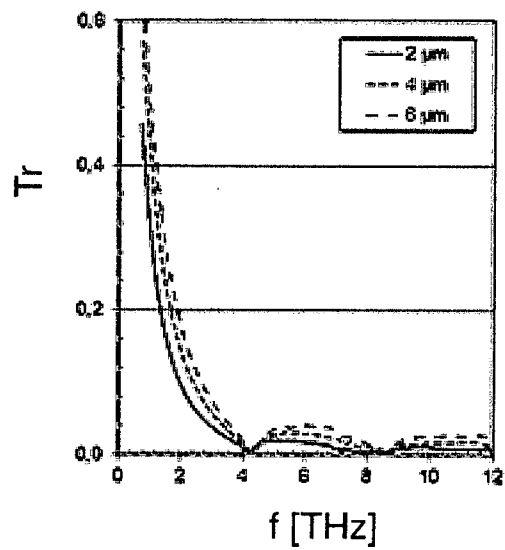


FIG. 3B

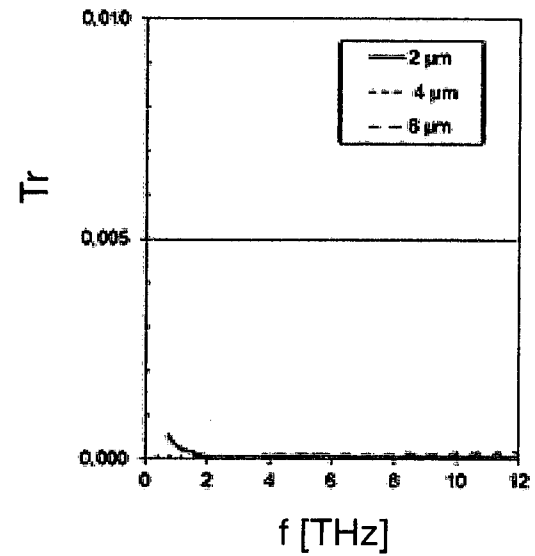
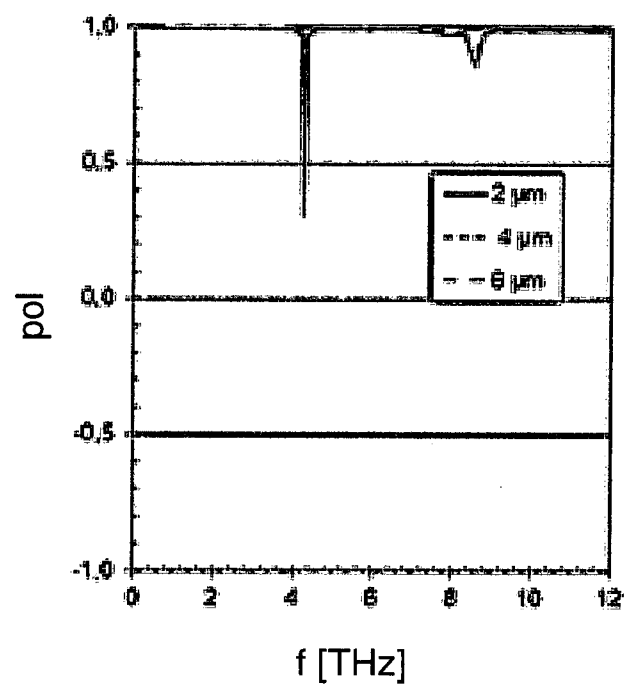


FIG. 3C



4/7

FIG. 4A

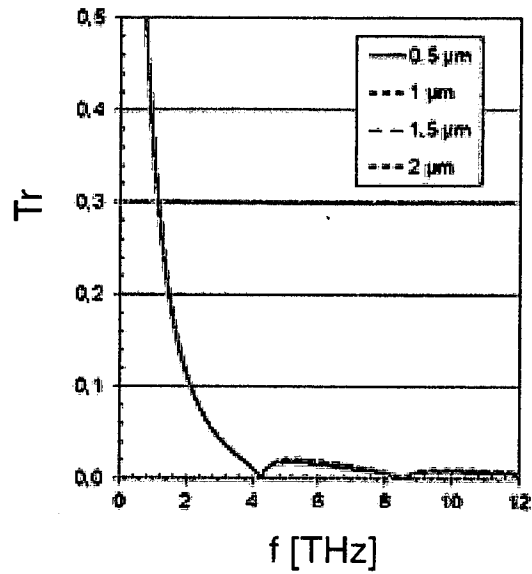


FIG. 4B

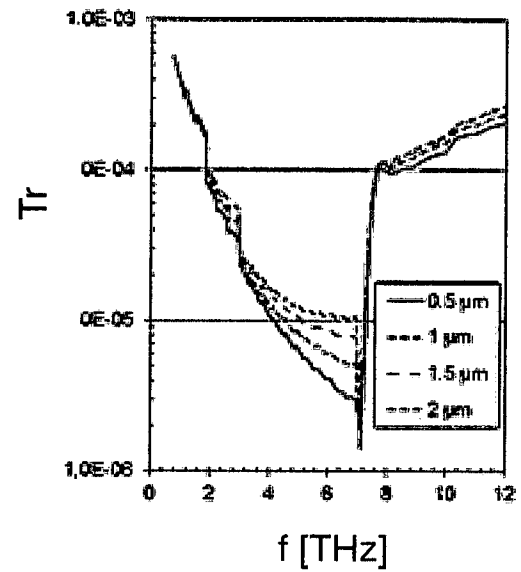
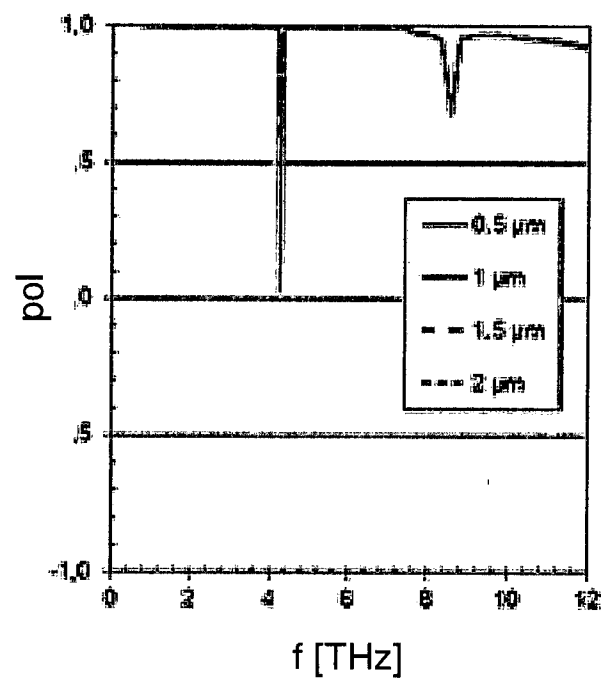


FIG. 4C



5/7

FIG. 5A

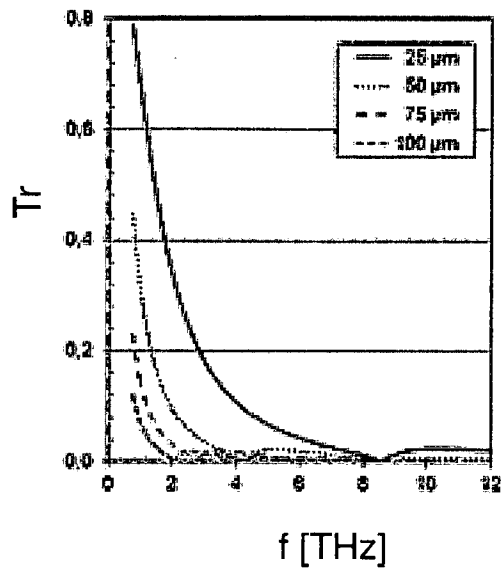


FIG. 5B

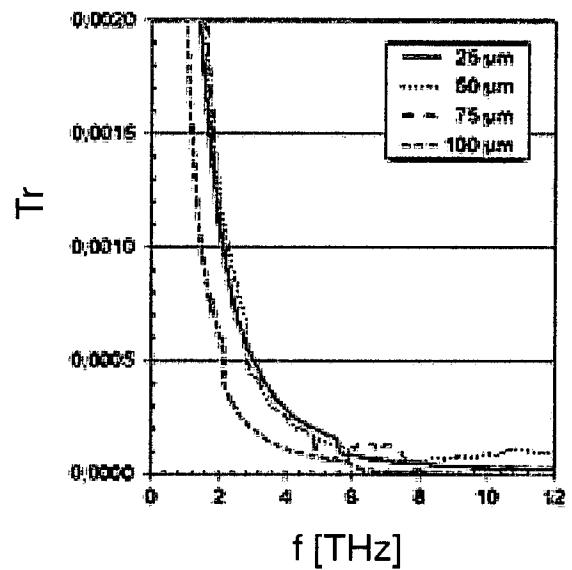
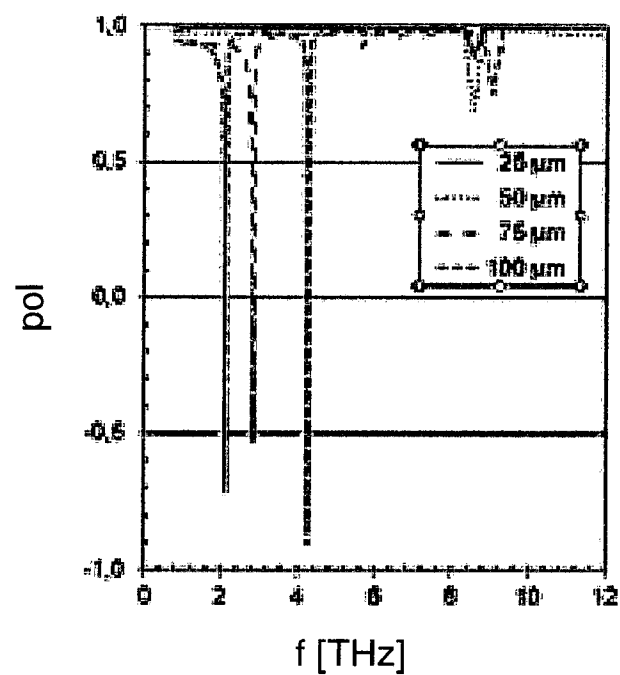


FIG. 5C



6/7

FIG. 6

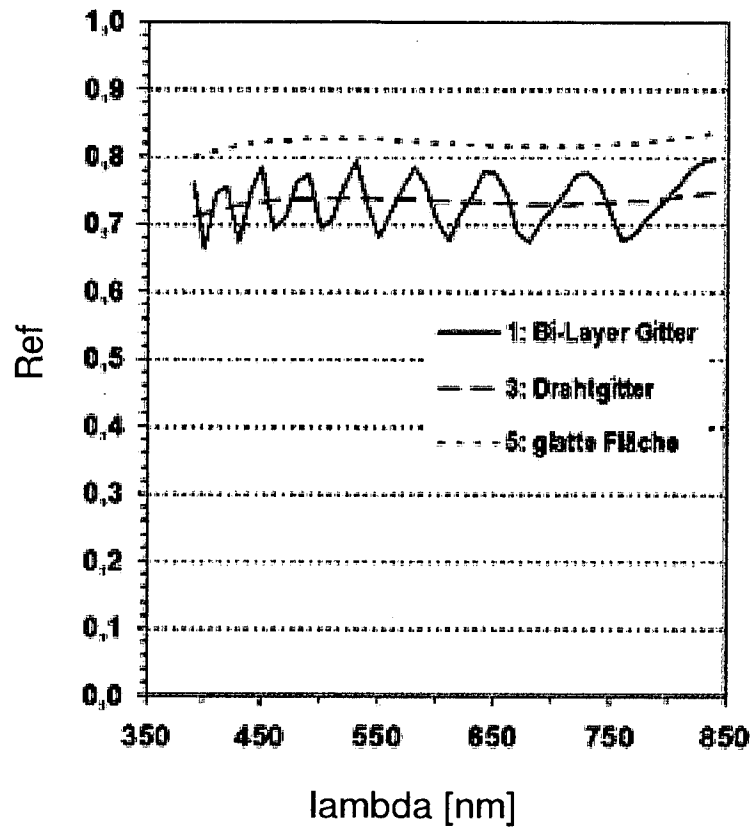


FIG. 7A

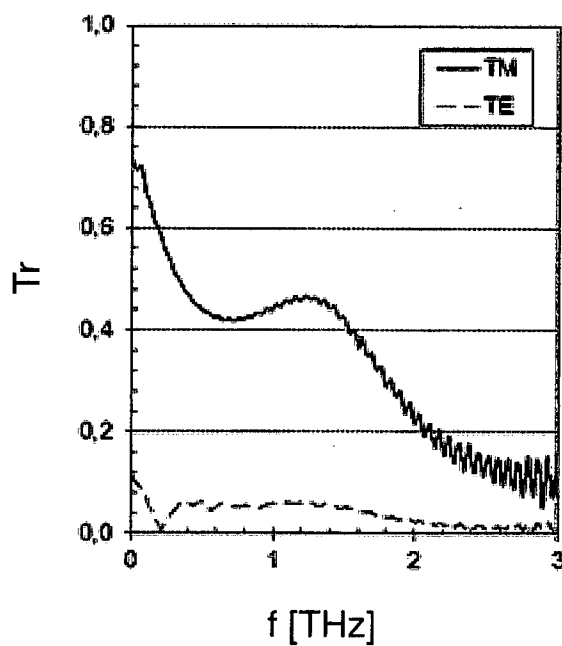
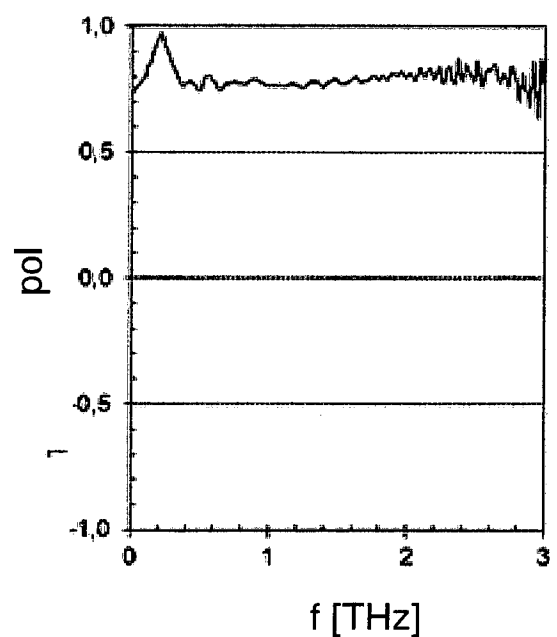


FIG. 7B



7/7

FIG. 8

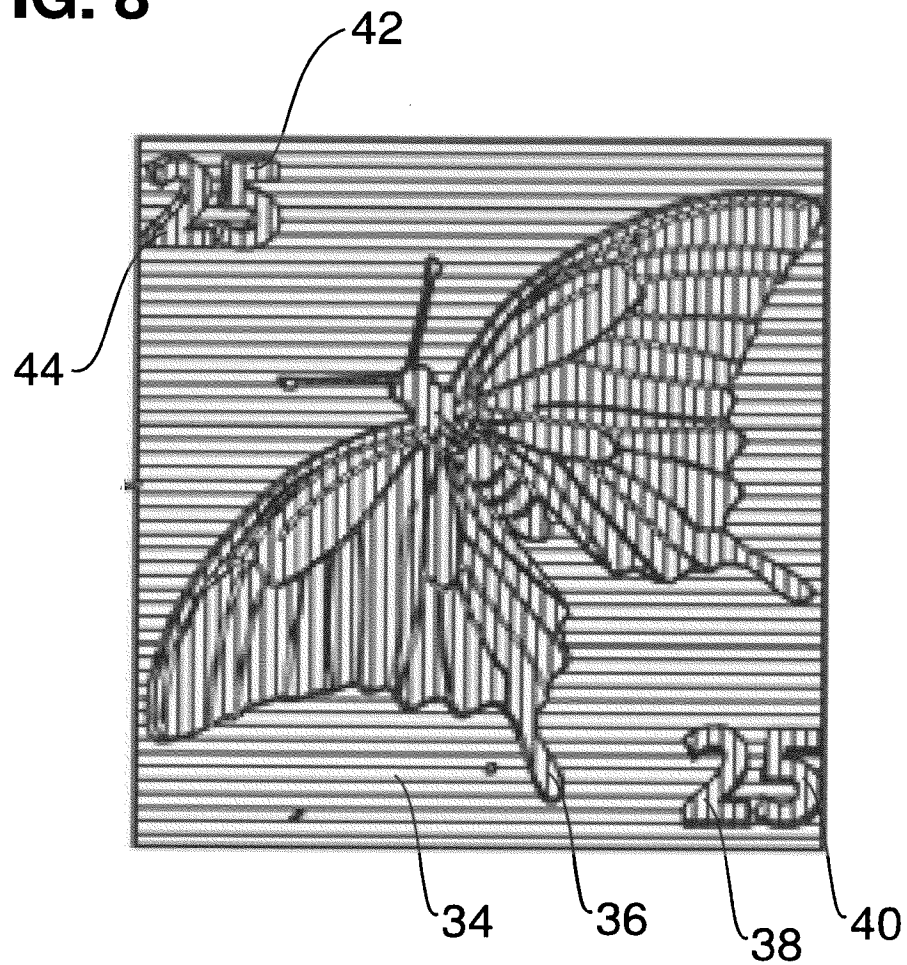
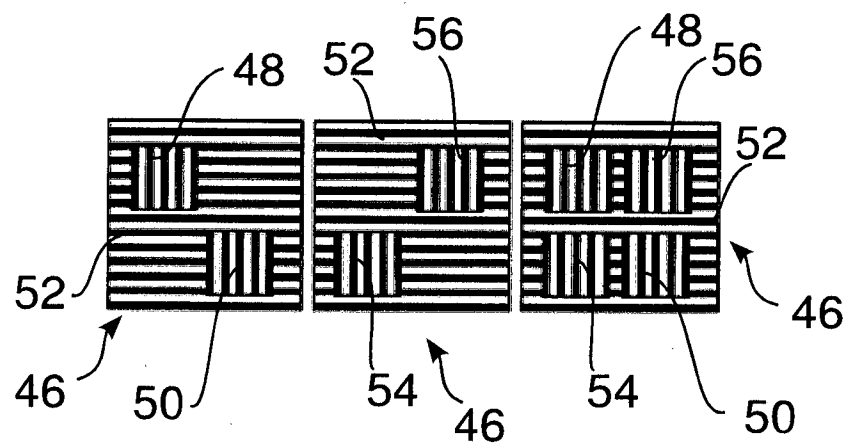


FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/000339**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****B42D 25/30**(2014.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B42D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102015009584 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 09 February 2017 (2017-02-09) cited in the application page 10 - page 12	1,6
A	WO 2017021000 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 09 February 2017 (2017-02-09) figure 1	1,6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 March 2020

Date of mailing of the international search report

26 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Langbroek, Arjen

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/000339

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102015009584	A1	09 February 2017	DE	102015009584	A1	09 February 2017
				EP	3325279	A1	30 May 2018
				WO	2017012699	A1	26 January 2017
WO	2017021000	A1	09 February 2017	CA	2993901	A1	09 February 2017
				CN	107949484	A	20 April 2018
				DE	102015010191	A1	09 February 2017
				EP	3331709	A1	13 June 2018
				JP	2018528486	A	27 September 2018
				KR	20180037970	A	13 April 2018
				WO	2017021000	A1	09 February 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B42D25/30
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B42D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2015 009584 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 9. Februar 2017 (2017-02-09) in der Anmeldung erwähnt Seite 10 - Seite 12 -----	1,6
A	WO 2017/021000 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 9. Februar 2017 (2017-02-09) Abbildung 1 -----	1,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. März 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/03/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Langbroek, Arjen

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/000339

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102015009584 A1	09-02-2017	DE 102015009584 A1	09-02-2017
		EP 3325279 A1	30-05-2018
		WO 2017012699 A1	26-01-2017

WO 2017021000 A1	09-02-2017	CA 2993901 A1	09-02-2017
		CN 107949484 A	20-04-2018
		DE 102015010191 A1	09-02-2017
		EP 3331709 A1	13-06-2018
		JP 2018528486 A	27-09-2018
		KR 20180037970 A	13-04-2018
		WO 2017021000 A1	09-02-2017
