



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 08 327 A1** 2004.09.09

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 08 327.8**  
(22) Anmeldetag: **26.02.2003**  
(43) Offenlegungstag: **09.09.2004**

(51) Int Cl.7: **B44F 1/12**  
**G08B 13/14, G09F 3/03**

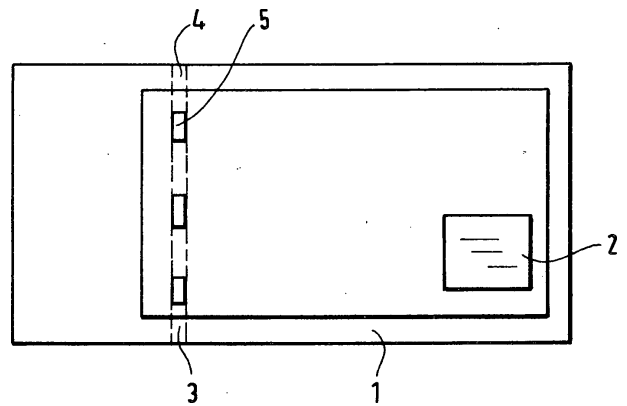
(71) Anmelder:  
**Giesecke & Devrient GmbH, 81677 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Kaule, Wittich, Dr., 82275 Emmering, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Sicherheitselement**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Gitterstruktur zur Absicherung von Wertgegenständen. Sie weist wenigstens einen ersten Teilbereich mit einer Gitterkonstanten auf, die kleiner ist als die Wellenlänge, bei welcher der Teilbereich betrachtet wird, und liegt in diesem Teilbereich in Form einer Reliefstruktur mit einer definierten Reliefehöhe vor, so dass bei Betrachtung in einem bestimmten Spektralbereich ein Nullte-Ordnung-Gitterbild beobachtbar ist. Dieser Teilbereich weist in wenigstens einer Richtung eine Ausdehnung kleiner 0,5 mm auf.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gitterstruktur zur Absicherung von Wertgegenständen, die wenigstens einen ersten Teilbereich mit einer Gitterkonstante aufweist, die kleiner als ist als die Wellenlänge, bei welcher der Teilbereich betrachtet wird, wobei die Gitterstruktur in diesem Teilbereich in Form einer Reliefstruktur mit einer definierten Relieffhöhe vorliegt, so dass bei Betrachtung in einem bestimmten Spektralbereich ein Nullte-Ordnung-Gitterbild beobachtbar ist. Die Erfindung betrifft ferner ein Sicherheitselement sowie ein Sicherheitsdokument mit einer derartigen Gitterstruktur.

## Stand der Technik

[0002] Optisch variable Elemente, wie Hologramme oder Beugungsgitterbilder werden aufgrund ihrer mit dem Betrachtungswinkel variierenden optischen Eigenschaften häufig als Fälschungs- bzw. Kopierschutz für Wertdokumente, wie Kreditkarten, Banknoten oder dergleichen, aber auch zur Produktsicherung beliebiger Produktverpackungen verwendet.

[0003] Die Beugungsgitterbilder können in der Praxis in Nullte-Ordnung-Gitterbilder und Erste-Ordnung-Gitterbilder unterteilt werden. Die Erste-Ordnung-Gitterbilder haben Gitterkonstanten, die größer sind als die Wellenlänge, bei welcher das Erste-Ordnung-Gitterbild betrachtet werden soll. Da die Gitterbilder in aller Regel im visuellen Spektralbereich betrachtet werden, liegen die Gitterkonstanten hierbei in der Größenordnung von 1  $\mu\text{m}$ . Bei diesen Beugungsgittern entspricht die nullte Ordnung dem klassischen reflektierten Strahl. D.h., bei Betrachtung des Beugungsgitters mit weißem Licht sind in der nullten Ordnung keine scharfen Informationen zu erkennen, da alle Wellenlängen reflektiert werden und sich überlagern. Die Aufnahmegeometrie wird für Erste-Ordnung-Gitterbilder daher so gewählt, dass bei weit gehend senkrechter Betrachtung die erste Ordnung des Beugungsgitters erkannt wird. Die Farbvariabilität entsteht dabei durch die unterschiedliche Lage der ersten bzw. n-ten Beugungsordnungen für die einzelnen Wellenlängen. Der optische, als Echtheitsmerkmal genutzte Effekt beruht bei Erste-Ordnung-Gitterbildern somit in erster Linie auf der Gitterkonstanten, während das Gitterprofil bzw. die Tiefe des Gitterprofils unwesentlich sind. Diese Parameter beeinflussen lediglich die Intensität.

[0004] Im Gegensatz hierzu ist für den optischen Effekt von Nullte-Ordnung-Gitterbildern gerade das Gitterprofil bzw. die Tiefe des Profils ausschlaggebend für die Farbvariabilität. Denn bei Nullte-Ordnung-Gitterbildern liegt die Gitterkonstante vorzugsweise unterhalb des visuellen Spektralbereichs. Üblicherweise wird sie < 400 nm gewählt. Wie bereits erwähnt, gibt es innerhalb der nullten Ordnung keine Farbvariabilität aufgrund der unterschiedlichen Lage der Beugungsmaxima. Die Farbvariabilität entsteht vielmehr

durch einen zusätzlichen Interferenzeffekt, der als Interferenz „dünner Plättchen“ bekannt ist. Hierbei ist die Tiefe des Beugungsstrukturreliefs ausschlaggebend, da aufgrund des Gangunterschiedes der an den unterschiedlichen Oberflächen des Reliefs reflektierten Lichtstrahlen für einzelne Wellenlängen destruktive Interferenz auftritt. Diese Wellenlängen fehlen damit im reflektierten Strahl der nullten Ordnung, so dass für das Auge die Mischfarbe der übrigen reflektierten Lichtwellenlängen sichtbar ist. Dieser Effekt wird umso deutlicher, wenn die Reliefstruktur der Beugungsstrukturen in einem dielektrischen Material mit einem großen Brechungsindex, beispielsweise  $n = 2$  eingebracht ist, und diese Reliefstruktur in ein Kunststoffmaterial mit niedrigem Brechungsindex, beispielsweise  $n = 1,5$  eingebettet wird. [0005] Mit diesen Nullte-Ordnung-Gitterbildern können farbige Flächen erzeugt werden, die beim Drehen innerhalb der Ebene des Dokuments um  $90^\circ$  oder beim Kippen des Dokuments einen ausgeprägten Farbumschlag zeigen.

[0006] Die bekannten Nullte-Ordnung-Gitterbilder sind großflächig und bestehen aus sehr einfachen geometrischen Mustern, die relativ einfach zu imitieren sind.

## Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Fälschungsschutz von Nullte-Ordnung-Gitterbildern zu erhöhen.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Gemäß der Erfindung wird der Fälschungsschutz von Nullte-Ordnung-Gitterbildern dadurch erhöht, dass die zugehörige Gitterstruktur wenigstens einen Teilbereich aufweist, der im Umriss fein strukturiert ist. D.h., der Teilbereich weist in wenigstens einer Richtung eine Ausdehnung < 0,5 mm auf. Vorzugsweise liegt die Ausdehnung dieses Teilbereichs unterhalb des Auflösungsvermögens des Auges, insbesondere unterhalb 0,2 mm.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Gitterstruktur eine Vielzahl von fein strukturierten Teilbereichen auf, die vorzugsweise die Form einer Linie aufweisen. Mithilfe dieser Linien kann ein beliebiges Linienmotiv erzeugt werden, das unter bestimmten Betrachtungsbedingungen in einer oder mehreren Farben erscheint. Die Gitterstruktur weist vorzugsweise weitere Linienmotive auf, die ebenfalls mit Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen belegt sind und so ausgebildet sind, dass beim Drehen oder Kippen der Gitterstruktur die mit den unterschiedlichen Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen belegten Linienmotive nacheinander aufleuchten. Damit können auch bewegte bzw. pulsierende Motive simuliert werden.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Teilbereiche der Gitterstruktur die Form

eines Rasterelements, wie eines Punktes, Dreieckszeichens etc. aufweisen. Beispielsweise können die Rasterelemente, deren Abmessungen zumindest in einer Richtung unterhalb des Auflösungsvermögens des Auges liegen, mit unterschiedlichen Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen belegt werden. Die Wahl der einzelnen Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen sowie deren Anordnung kann dabei wieder so gewählt werden, dass sie zusammen ein Motiv bilden, das beim Drehen oder Kippen seine Farbe bzw. den Informationsgehalt wechselt.

[0012] Die einzelnen Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen können sich dabei hinsichtlich der Gitterkonstanten, des Profils und insbesondere der Profiltiefe unterscheiden.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Gitterstruktur wenigstens eine Gruppe von unterschiedlichen Teilbereichen auf, die unter einer bestimmten Betrachtungsrichtung die Grundfarben erzeugen und die so zusammengesetzt sind, dass diese Gruppe eine farbige, visuell erkennbare Information darstellt. D.h., man wählt beispielsweise drei Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen, die unter einer bestimmten Betrachtungsrichtung jeweils die Grundfarben Rot, Grün, Blau erzeugen. Durch entsprechendes Zusammensetzen dieser Elemente können beliebige nach dem RGB-System in der Natur vorkommende Farbschattierungen erzeugt werden.

[0014] Die Gitterstruktur kann jedoch auch so ausgebildet sein, dass beim Kippen bzw. Drehen der Gitterstruktur jeweils eine Ansicht eines Gegenstandes auftritt. Die Ansicht ist dabei so gewählt, dass ein Stereoeffekt auftritt, d.h., der dargestellte Gegenstand wirkt dreidimensional. Bei einer speziellen Ausführungsform ist die Gitterstruktur so ausgelegt, dass beim Kippen um jeweils  $13^\circ$  eine dieser Ansichten des Gegenstandes auftritt, da bei normalem Betrachtungsabstand von ca. 30 cm zwischen den menschlichen Augen ein Winkel von ca.  $30^\circ$  liegt.

[0015] Wenn der Kippwinkel größer als  $13^\circ$  ist, kann die Gitterstruktur mit beiden Augen gleichzeitig mit einer Lupe betrachtet werden, z.B. für eine dreifache Lupe ist ein Kippwinkel von  $35^\circ$  optimal.

[0016] Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen polarisieren einfallendes Licht je nach Azimutwinkel unterschiedlich. Dieser Effekt kann ebenfalls zur Erzeugung eines Stereoeffekts genutzt werden. Zu diesem Zweck wird, wie bereits erläutert, die für das eine Auge (z.B. das linke Auge) bestimmte Ansicht des darzustellenden Gegenstandes bzw. Bildes mit dem Azimutwinkel  $0^\circ$  und die für das andere Auge (z.B. das rechte) bestimmte Ansicht mit dem Azimutwinkel  $90^\circ$  erzeugt. Bei Betrachtung dieses Bildes mit einer Stereobrille, die links ein Polarisationsfilter für  $0^\circ$  und rechts eines für  $90^\circ$  aufweist, erscheint die Gitterstruktur bzw. das Bild dreidimensional.

[0017] Neben den bereits beschriebenen Teilbereichen, die mit einer entsprechenden Nullten-Ordnung-Beugungsstruktur belegt sind, kann die Gitterstruktur auch Teilbereiche aufweisen, die eine Ers-

te-Ordnung-Beugungsstruktur aufweisen. Auch diese Teilbereiche können eine Ausdehnung aufweisen, die in wenigstens einer Richtung kleiner als 0,5 mm ist und in Form von Linien oder beliebigen Rasterelementen ausgeführt sein. Bei diesen Erste-Ordnung-Beugungsstrukturen kann es sich beispielsweise um kinegrammartige Beugungsgitterstrukturen, echte Hologramme oder dergleichen handeln.

[0018] Die erfindungsgemäßen Gitterstrukturen werden vorzugsweise in Form einer Reliefstruktur auf Prägwerkzeugen vorbereitet, die anschließend in eine beliebige Schicht, wie beispielsweise eine thermoplastische Schicht oder eine Lackschicht, insbesondere eine UV-härtbare Lackschicht, geprägt werden. Die prägbare Schicht befindet sich vorzugsweise auf einem Trägermaterial, wie einer Kunststoffolie. Je nach Verwendungszweck kann die Kunststoffolie zusätzliche Schichten oder Sicherheitsmerkmale aufweisen. So kann die Kunststoffolie als Sicherheitsfaden oder Sicherheitsetikett eingesetzt werden. Alternativ kann die Kunststoffolie als Transfermaterial, wie beispielsweise in Form einer Heißprägefolie ausgestaltet sein, die zum Übertrag einzelner Sicherheitselemente auf zu sichernde Gegenstände dient.

[0019] Die Gitterstrukturen werden vorzugsweise zur Absicherung von Wertdokumenten, wie Banknoten, Ausweiskarten, Pässen und dergleichen benutzt. Selbstverständlich können sie auch für andere zu sichernde Waren, wie CDs, Bücher, Flaschen etc., eingesetzt werden.

[0020] Die Herstellung derartiger Nullte-Ordnung-Gitterbilder erfolgt vorzugsweise mithilfe der Elektronenstrahlolithographie, mit der Gitterlinien in der geforderten Feinheit erzeugt werden können. Besonders vorteilhaft lassen sich hierbei die in der DE 102 26115.6 und DE 102 26112.1 beschriebenen Verfahren anwenden, auf die hier ausdrücklich Bezug genommen wird.

[0021] Bei diesen Verfahren wird unter Berücksichtigung des darzustellenden Motivs und der zu verwendenden Gitterparameter ein Datensatz erstellt, mit welchem der Elektronenstrahl gesteuert wird. Das Schreiben bzw. Belichten der einzelnen Gitterlinien mit dem Elektronenstrahl erfolgt hierbei in vorgegebenen Arbeitsfeldern, deren Lage und Aneinanderreihung abhängig von den jeweiligen Datensätzen der Gitterstruktur gewählt wird, so dass möglichst wenig Diskontinuitäten in den einzelnen Gitterlinien auftreten. Denn diese Diskontinuitäten beeinträchtigen die Qualität der beobachtbaren Gitterstruktur. Die Belichtung erfolgt üblicherweise in einem Photoresist. Man unterscheidet hierbei Positivresist- und Negativresistschichten.

[0022] Der Begriff „Photoresist“ bezeichnet daher im Sinne der Erfindung ein strahlungsempfindliches Material, dessen chemische Eigenschaften, insbesondere dessen Löslichkeitsverhalten, sich durch Einwirkung von Licht- oder Teilchenstrahlung ändert.

[0023] Als „Positiv-Resist“ werden Photoresistmaterialien bezeichnet, die durch photochemischen Ab-

bau oder Umwandlung von funktionellen Gruppen leicht löslich werden. D.h., die belichteten Partien werden bei der Weiterbehandlung weggelöst, die unbelichteten Partien dagegen bleiben stehen.

[0024] Als „Negativ-Resist“ werden Photoresistmaterialien bezeichnet, die durch Vernetzung oder Photopolymerisation schwer löslich bis unlöslich werden. D.h., die unbelichteten Partien werden bei der Weiterbehandlung weggelöst, während die belichteten Partien stehen bleiben.

[0025] Weitere Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung werden anhand der Figuren erläutert.

[0026] Es zeigen:

[0027] **Fig. 1** ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement,

[0028] **Fig. 2** ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement in Form eines Sicherheitsfadens im Querschnitt,

[0029] **Fig. 3** ein erfindungsgemäßes Transfermaterial im Querschnitt,

[0030] **Fig. 4** eine erfindungsgemäße Gitterstruktur in Aufsicht,

[0031] **Fig. 5** Ausschnitt a aus der Gitterstruktur gemäß **Fig. 4**,

[0032] **Fig. 6** weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Gitterstruktur in Aufsicht,

[0033] **Fig. 7a–7c** Einzeldarstellung von Gruppen von Teilbereichen mit der gleichen Beugungsstruktur der Gitterstruktur gemäß **Fig. 6**,

[0034] **Fig. 8a – 8d** Verfahrensschritte zur Herstellung der Gitterstruktur gemäß

[0035] **Fig. 6** unter Verwendung eines Negativ-Resist.

[0036] **Fig. 1** zeigt ein erfindungsgemäßes Sicherheitsdokument **1**, hier eine Banknote, die ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement **2** aufweist. Das Sicherheitselement **2** ist im gezeigten Beispiel in Form eines Patches auf die Banknote **1** aufgebracht. Selbstverständlich kann das Sicherheitselement **2** jede beliebige andere Form aufweisen. So kann es beispielsweise in Form eines Streifens, der über die gesamte Breite der Banknote verläuft, ausgebildet sein.

[0037] Alternativ kann das erfindungsgemäße Sicherheitselement **2** auch in Form eines Sicherheitsfadens in das Sicherheitsdokument eingebracht sein. Das Sicherheitsdokument **1** in **Fig. 1** weist ebenfalls einen derartigen Sicherheitsfaden **3** auf, der entweder eine erfindungsgemäße Gitterstruktur oder aber beliebige andere Sicherheitsmerkmale aufweisen kann. Der Sicherheitsfaden **3** wird vorteilhafterweise in Form eines so genannten „Fenstersicherheitsfadens“ in das Sicherheitspapier der Banknote **1** quasi eingewebt. Die im Sicherheitspapier liegenden Bereiche **4** des Sicherheitsfadens **3** sind strichliert angeordnet, während die Fensterbereich **5** des Sicherheitsfadens **3** mit durchgezogenen Linien dargestellt sind.

[0038] Den prinzipiellen Schichtaufbau eines erfindungsgemäßen Sicherheitsfadens **3** zeigt **Fig. 2** im

Querschnitt. Er besteht im Wesentlichen aus einer Trägerschicht **6**, vorzugsweise einer Kunststoffolie, auf welcher der Schichtaufbau **7** des Sicherheitselements aufgebracht ist. Der Sicherheitsfaden **3** kann selbstverständlich weitere Schichten oder Echtheits- bzw. Sicherheitsmerkmale, wie beispielsweise Lumineszenzstoffe, magnetische oder elektrisch leitfähige Merkmale aufweisen. Diese sind jedoch in der Figur nicht dargestellt.

[0039] Ist das Sicherheitselement **2** dagegen in Form eines Patches oder Streifens auf den zu sichernden Gegenstand, wie hier die Banknote **1**, aufgebracht, so wird es vorzugsweise in Form von Etikettenmaterial oder eines Transfermaterials vorbereitet, aus dem das Patch anschließend in der gewünschten Form ausgelöst und auf den zu sichernden Gegenstand übertragen wird.

[0040] **Fig. 3** zeigt ein Beispiel für ein derartiges Transfermaterial **8**. Das Transfermaterial **8** weist eine Trägerschicht **9**, vorzugsweise eine Kunststoffolie, auf, auf welche der Schichtaufbau **7** des Sicherheitselements **2** in ablösbarer Form aufgebracht ist. Unter Umständen kann es notwendig sein, eine Trennschicht **10** zwischen dem Schichtaufbau **7** des Sicherheitselements **2** und der Trägerschicht **9** vorzusehen. Auf dem Schichtaufbau des Sicherheitselements **2** schließlich ist eine Kleberschicht **11** vorgesehen, mit welcher das Sicherheitselement **2** auf dem zu sichernden Gegenstand befestigt wird. Beim Übertrag wird das Transfermaterial **8** mit der Klebstoffschicht **11** auf den zu sichernden Gegenstand aufgelegt und das Sicherheitselement **2** in der gewünschten Form übertragen. Handelt es sich um eine Heißprägefolie, so wird eine Heißschmelzkleberschicht **11** verwendet, die in den zu übertragenden Bereichen durch Wärme aktiviert wird. Anschließend wird das Transfermaterial von dem zu sichernden Gegenstand entfernt und nur der Schichtaufbau **7** des Sicherheitselements **2** verbleibt auf dem Gegenstand.

[0041] Sofern das Sicherheitselement **2** in Form von Etikettenmaterial vorliegt, besitzt es prinzipiell den gleichen Aufbau wie das Transfermaterial **8**. Es unterscheidet sich lediglich dadurch, dass es keine Trennschicht **10** aufweist, und der Schichtaufbau **7** des Sicherheitselements **2** unlösbar mit der Trägerschicht **9** verbunden ist. Das Etikettenmaterial kann jedoch auf der klebstoffbeschichteten Seite mit einer Folie abgedeckt sein, die unter Umständen ebenfalls eine Trennschicht, z.B. eine Silikonschicht, trägt.

[0042] Der Schichtaufbau **7** des Sicherheitselements **2** kann gemäß der Erfindung ein- oder mehrschichtig sein. Im einfachsten Fall besteht der Schichtaufbau **7** lediglich aus einer Kunststoffschicht, wie beispielsweise einer Lackschicht, in welcher die erfindungsgemäße Gitterstruktur in Form einer Reliefstruktur vorliegt. Diese Schicht kann z.B. mit einer reflektierenden Schicht aus Metall oder hochbrechendem Material kombiniert sein.

[0043] Selbstverständlich kann auch das Transfer-

material bzw. Etikettenmaterial weitere Schichten aufweisen, in denen beispielsweise weitere Sicherheitsmerkmale angeordnet sind.

[0044] In **Fig. 4** ist schematisch die Gitterstruktur **15** eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements **2** in Aufsicht dargestellt. Die Gitterstruktur **15** setzt sich im gezeigten Beispiel aus fein strukturierten Guillochelinien **12** zusammen, deren Breite kleiner 0,5 mm ist. Bei dieser Gitterstruktur **15** sind die einzelnen Guillochelinien **12** durch unterschiedliche Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen dargestellt. Diese unterschiedlichen Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen können sich hinsichtlich ihrer Beugungsgitterparameter so unterscheiden, dass unter einem bestimmten Betrachtungswinkel lediglich ein Teil der Guillochelinien **12** zu erkennen ist, und die sichtbaren Guillochelinien **12** unterschiedliche Farbe zeigen. Beim Ändern des Betrachtungswinkels werden andere Guillochelinien **12** sichtbar und die Farben der einzelnen Guillochelinien **12** ändern sich. Die Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen können jedoch auch so ausgestaltet sein, dass alle Guillochelinien **12** unter jedem Betrachtungswinkel erkennbar sind und sich nur hinsichtlich ihrer Farbe unterscheiden. In diesem Fall tritt beim Ändern des Betrachtungswinkels lediglich ein Farbwechselfpiel auf.

[0045] In **Fig. 5** ist der Ausschnitt a gemäß **Fig. 4** in starker Vergrößerung dargestellt, so dass die einzelnen Beugungsgitterlinien **16, 17** der einzelnen Guillochelinien **12** zu erkennen sind. Die Länge der Beugungsgitterlinien **16, 17** bestimmt dabei die Breite  $b$  der einzelnen Guillochelinien **12**. Im gezeigten Beispiel haben die Guillochelinien **12** alle die gleiche Breite  $b$ . Diese Breite ist erfindungsgemäß kleiner 0,5 mm, vorzugsweise liegt die Breite der Guillochelinien **12** jedoch unterhalb des Auflösungsvermögens des Auges, insbesondere unterhalb von 0,2 mm.

[0046] In **Fig. 6** ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Gitterstruktur **18** in Aufsicht dargestellt. Diese Gitterstruktur **18** weist die Umrissform des Buchstabens „P“ auf. Diese Gitterstruktur **18** zeigt beim Drehen oder Kippen der Gitterstruktur einen so genannten „Pumpeffekt“, d.h. das „P“ dehnt sich aus oder zieht sich zusammen und wechselt dabei gegebenenfalls die Farbe.

[0047] Um diesen visuellen Effekt zu erreichen, wird die Gitterstruktur **18** aus unterschiedlichen Teilbereichen **19, 20, 21** zusammengesetzt, die jeweils mit unterschiedlichen Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen belegt sind.

[0048] Diese Teilbereiche **19, 20, 21** sind aus Gründen der Anschaulichkeit nochmals in den **Fig. 7a** bis **7c** einzeln dargestellt. Die in den Teilbereichen **19, 20, 21** angeordneten Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen unterscheiden sich dabei hinsichtlich ihrer Gitterkonstante und/oder dem Azimutwinkel und/oder der Profilform und/oder der Profiltiefe.

[0049] Gemäß einem konkreten Beispiel können die Teilbereiche **19** mit einer Nullte-Ordnung-Beugungsstruktur belegt sein, die eine Gitterkonstante von 400

nm, einen Azimutwinkel von  $0^\circ$  sowie ein trapezförmiges Profil mit ca.  $3^\circ$  Seitenschräge und einer Profiltiefe von 200 nm aufweist. Die Teilbereiche **20** dagegen werden mit einer Nullte-Ordnung-Beugungsstruktur belegt, die eine Gitterkonstante von 350 nm, einen Azimutwinkel von  $30^\circ$  sowie eine Profiltiefe von 150 nm aufweist. Das Profil ist ebenfalls trapezförmig und weist eine Seitenschräge von ca.  $3^\circ$  auf. Der Teilbereich **21** schließlich weist die gleichen Gitterparameter auf, die auch für die Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen der Teilbereiche **20** gewählt wurden. Sie unterscheiden sich lediglich hinsichtlich des Azimutwinkels, der für den Teilbereich **21** minus  $30^\circ$  bzw.  $330^\circ$  beträgt.

[0050] Die Herstellung dieser Gitterstruktur **18** wird schematisch anhand der **Fig. 8a** bis **8d** erläutert. In einem ersten Verfahrensschritt wird ein elektronischer Datensatz erzeugt, der Informationen über die Umrissform der einzelnen Teilbereiche **19, 20** und **21** enthält, sowie über die Beugungsgitterparameter der den einzelnen Teilbereichen **19, 20, 21** zugeordneten Nullte-Ordnung-Beugungsstrukturen. Dieser Datensatz wird für die Belichtung mit einem Elektronenstrahl bereitgestellt. Für die Belichtung wird, wie in **Fig. 8a** dargestellt, eine mit einer 20 nm dicken Chromschicht besputterte Glasplatte **22** mit einer Negativresistschicht **23** von 200 nm Dicke beschichtet. Durch Tests wird ermittelt, bei welchen Elektronenstrahlparametern (Spannung, Stromfokussierung etc.) eine Flankensteilheit von ca.  $3^\circ$  bei durchbelichteter Resistschicht entsteht. Mit den so gefundenen Elektronenstrahlparametern wird nunmehr der Negativ-Resist **23** belichtet, wobei der Elektronenstrahl **24** entsprechend dem zu den Teilbereichen **19** (**Fig. 7a**) gehörenden Datensatz gesteuert wird. Die belichteten Bereiche der Negativresistschicht **23** sind in **Fig. 8a** als strichlierte Bereiche **25** dargestellt.

[0051] Der Negativ-Resist **23** wird anschließend entwickelt, wobei die nicht belichteten Bereiche weg gelöst werden und lediglich die belichteten Bereiche **25** auf der Glasplatte **22** verbleiben. Dies ist in **Fig. 8b** dargestellt. Die belichteten Bereiche **25** haben ein trapezförmiges Profil mit einer Flankensteilheit  $\alpha$  sowie eine Profiltiefe  $t_1$ . Der Abstand der einzelnen belichteten Bereiche **25** bildet die Gitterkonstante  $g_1$ . Im Falle des oben genannten konkreten Beispiels beträgt  $\alpha$  ca.  $10^\circ$ ,  $t_1$  200 nm und  $g_1$ , wie für die Teilbereiche **19** vorgesehen, 400 nm.

[0052] Im nächsten Schritt wird eine zweite Negativresistschicht **26** mit einer Schichtstärke von 150 nm auf die Glasplatte **22** sowie die belichteten Bereiche **25** aufgebracht. Wie in **Fig. 8c** dargestellt, wird dieser Negativ-Resist **26** ebenfalls mit dem Elektronenstrahl **24** belichtet, wobei der Elektronenstrahl hierbei gemäß den Datensätzen gesteuert wird, die zu den Teilbereichen **20** bzw. **21** gehören. Auch hier sind die belichteten Bereiche durch strichlierte Bereiche **27** angedeutet. Nach der Entwicklung dieser zweiten Negativresistschicht **26** verbleiben auch hier lediglich die belichteten Bereiche **27** auf der Glasplatte **22**. Sie

weisen ebenfalls ein trapezförmiges Profil mit einer Flankensteilheit  $\alpha$  von  $3^\circ$  auf. Die Gitterkonstante  $g_2$  sowie die Profiltiefe  $t_2$  unterscheiden sich allerdings von den Parametern der belichteten Bereiche **25**. Gemäß dem vorgegebenen Datensatz beträgt die Gitterkonstante  $g_2$  350 nm und die Profiltiefe  $t_2$  150 nm. Die auf diese Weise behandelte Glasplatte **22** ist in **Fig. 8d** dargestellt und bildet den Resistmaster der erfindungsgemäßen Gitterstruktur **18**.

[0053] Von diesem Resistmaster wird üblicherweise ein Nickelgalvanik-Shim erzeugt, das zum Prägen einer verformbaren Lack- oder Kunststoffschicht benutzt wird. Von dieser geprägten Schicht werden weitere Nickel-Shims hergestellt, die für die Herstellung der erfindungsgemäßen Sicherheitselemente verwendet werden. Dabei wird mit dem Nickel-Shim ebenfalls eine Kunststoffschicht, wie beispielsweise eine Lackschicht, geprägt. Anschließend wird diese geprägte Kunststoffschicht vorzugsweise mit hochbrechendem Material, wie beispielsweise Zinksulfid, oder einem Metall, wie beispielsweise Aluminium, bedampft. Gegebenenfalls kann die aufgedampfte Schicht nochmals überlackiert werden. Wie bereits erläutert, kann das Sicherheitselement entsprechend seinem Verwendungszweck weitere Schichten aufweisen.

[0054] Selbstverständlich kann das oben beschriebene Verfahren auch mithilfe eines Positiv-Resist durchgeführt werden. Das oben beschriebene Herstellungsverfahren hat dabei den Vorteil, dass hiermit auch fein strukturierte Teilbereiche mit einer Ausdehnung kleiner 0,2 mm mit einer Nullte-Ordnung-Beugungsstruktur belegt werden können.

### Patentansprüche

1. Gitterstruktur zur Absicherung von Wertgegenständen, die wenigstens einen ersten Teilbereich mit einer Gitterkonstante aufweist, die kleiner ist als die Wellenlänge, bei welcher der Teilbereich betrachtet wird, wobei die Gitterstruktur in diesem Teilbereich in Form einer Reliefstruktur mit einer definierten Reliefhöhe vorliegt, so dass bei Betrachtung in einem bestimmten Spektralbereich ein Nullte-Ordnung-Gitterbild beobachtbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilbereich in wenigstens einer Richtung eine Ausdehnung kleiner 0,5 mm aufweist.

2. Gitterstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Nullte-Ordnung-Gitterbild im visuellen Spektralbereich beobachtbar ist.

3. Gitterstruktur nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterkonstante kleiner als 450 nm ist.

4. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilbereich in wenigstens einer Richtung eine Ausdehnung aufweist, die unterhalb des Auflösungsver-

mögens des Auges, vorzugsweise unterhalb 0,2 mm liegt.

5. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterstruktur mehrere Teilbereiche aufweist, die in wenigstens einer Richtung eine Ausdehnung kleiner 0,5 mm aufweisen.

6. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterstruktur wenigstens einen zweiten Teilbereich aufweist, in dem eine Erste-Ordnung-Beugungsstruktur angeordnet ist.

7. Gitterstruktur nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teilbereich ebenfalls in wenigstens einer Richtung eine Ausdehnung kleiner 0,5 mm, vorzugsweise unterhalb des Auflösungsvermögens des Auges, insbesondere unterhalb 0,2 mm aufweist.

8. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder zweite Teilbereich die Form einer Linie aufweisen.

9. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterstruktur mehrere erste und/oder zweite Teilbereiche in Form einer Linie aufweist, die unter einem bestimmten Betrachtungswinkel unterschiedliche Farben aufweisen.

10. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder zweite Teilbereich die Form eines Rasterelements, wie eines Punktes, Dreiecks, Zeichens etc. aufweisen.

11. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterstruktur wenigstens eine Gruppe von ersten und/oder zweiten Teilbereichen aufweist, die eine visuell erkennbare Information darstellt.

12. Gitterstruktur nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich wenigstens zwei der Teilbereiche hinsichtlich eines oder mehrerer beugungsopischer Parameter unterscheiden.

13. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterstruktur wenigstens eine Gruppe von unterschiedlichen ersten und/oder zweiten Teilbereichen aufweist, die unter einer bestimmten Betrachtungsrichtung die Grundfarben erzeugen, und die so zusammengesetzt sind, dass diese Gruppe eine farbige visuell erkennbare Information darstellt.

14. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und/oder zweiten Teilbereiche beim Kippen oder Drehen der Gitterstruktur ihre Farbe ändern.

15. Gitterstruktur nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterstruktur wenigstens zwei Gruppen von ersten Teilbereichen aufweist, die jeweils die Teilansicht eines Gegenstandes darstellen, wobei die Teilbereiche so angeordnet sind, dass der dargestellte Gegenstand beim Kippen der Gitterstruktur dreidimensional wirkt.

16. Transfermaterial, insbesondere Heißprägefolie mit wenigstens einem Gitterbild gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15.

17. Sicherheitselement mit einer Gitterstruktur gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15.

18. Sicherheitselement nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitselement ein Sicherheitsfaden, ein Etikett oder ein Transferelement ist.

19. Sicherheitspapier mit einer Gitterstruktur gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15.

20. Sicherheitspapier mit einem Sicherheitselement gemäß Anspruch 17 oder 18.

21. Sicherheitsdokument mit einer Gitterstruktur gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15.

22. Sicherheitsdokument mit einem Sicherheitselement gemäß Anspruch 17 oder 18.

23. Sicherheitsdokument mit einem Sicherheitspapier gemäß Anspruch 19 oder 20.

24. Verfahren zur Herstellung einer Gitterstruktur gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilbereich mit einem Elektronenstrahl erzeugt wird, der anhand eines Datensatzes gesteuert wird, der Informationen über die Umrissform des Teilbereichs sowie über die Gitterparameter der innerhalb dieser Umrissform angeordneten Nullte-Ordnung Beugungsstruktur enthält.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Teilbereiche mit unterschiedlichen Nullte-Ordnungs-Beugungsstrukturen erzeugt werden.

26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass für die Erzeugung der unterschiedlichen Teilbereiche auf ein Substrat eine erste Photoresistschicht mit einer ersten Schichtdicke aufgebracht wird, in welche die Nullte-Ord-

nung-Beugungsstrukturen wenigstens eines Teilbereichs belichtet werden, und dass nach der Entwicklung der ersten Photoresistschicht wenigstens eine zweite Photoresistschicht mit einer zweiten Schichtdicke auf das Substrat aufgebracht wird, in welche die Nullte-Ordnungs-Beugungsstruktur wenigstens eines zweiten Teilbereichs belichtet wird.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

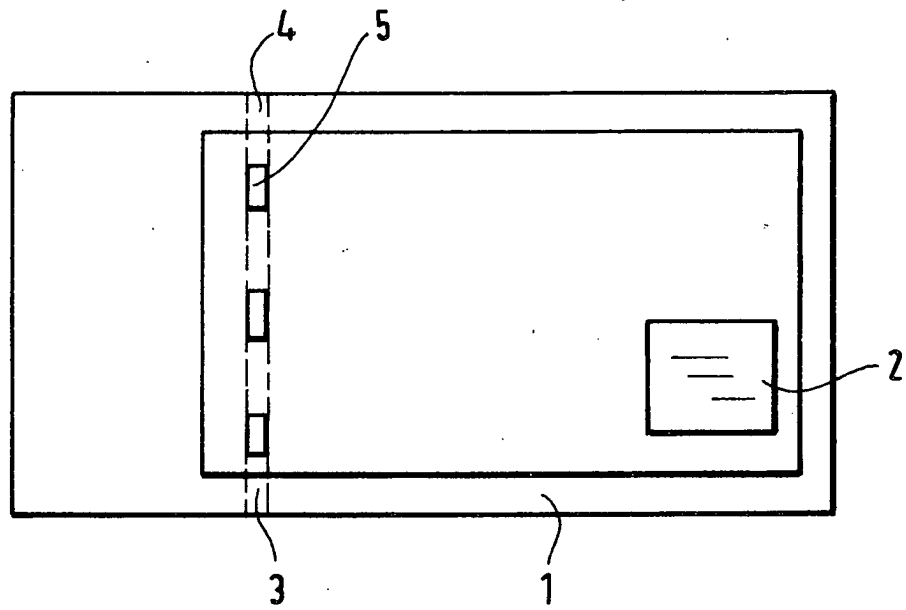


FIG. 1

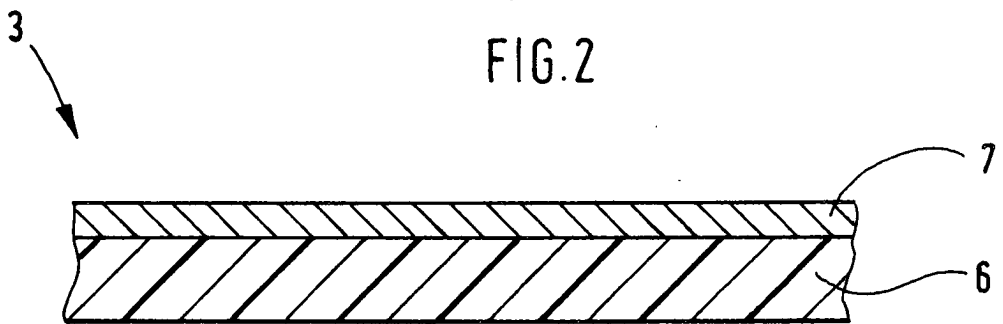


FIG. 2

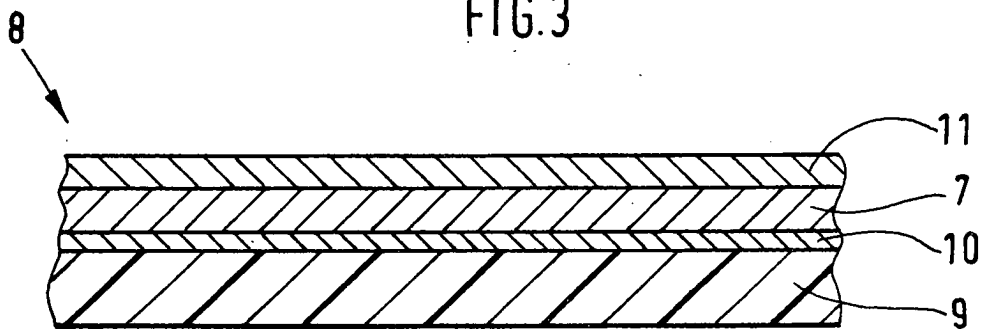
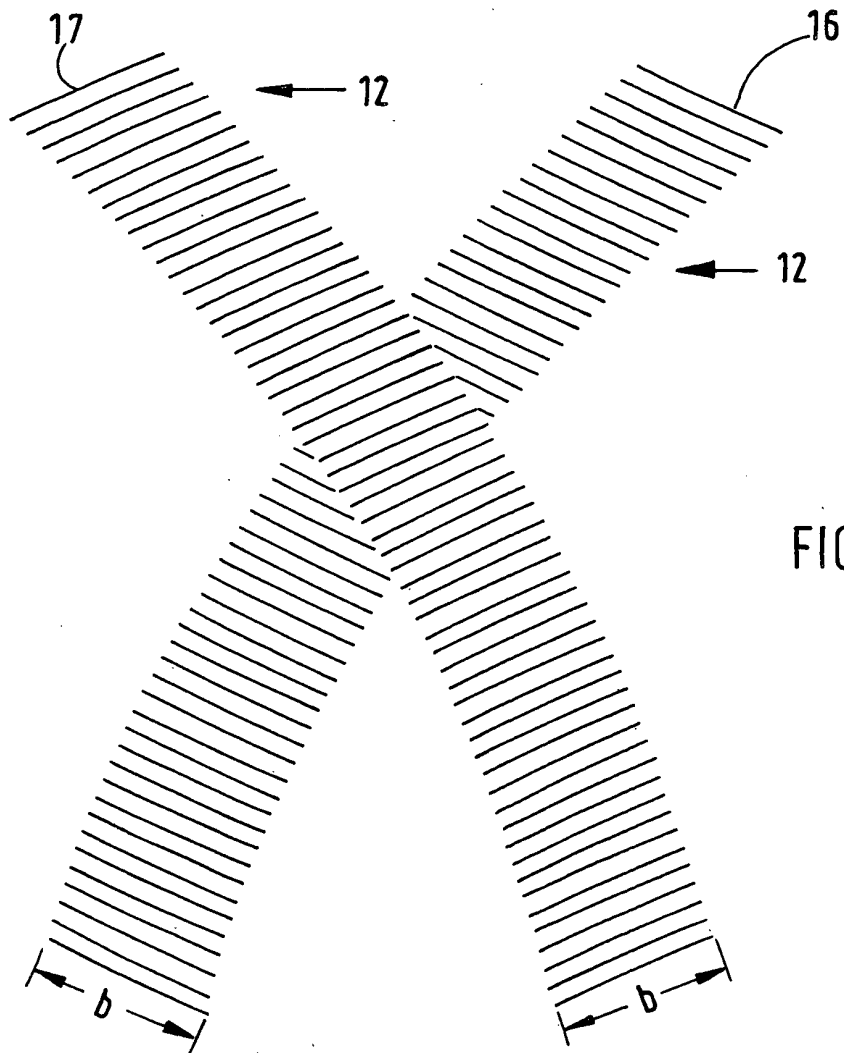
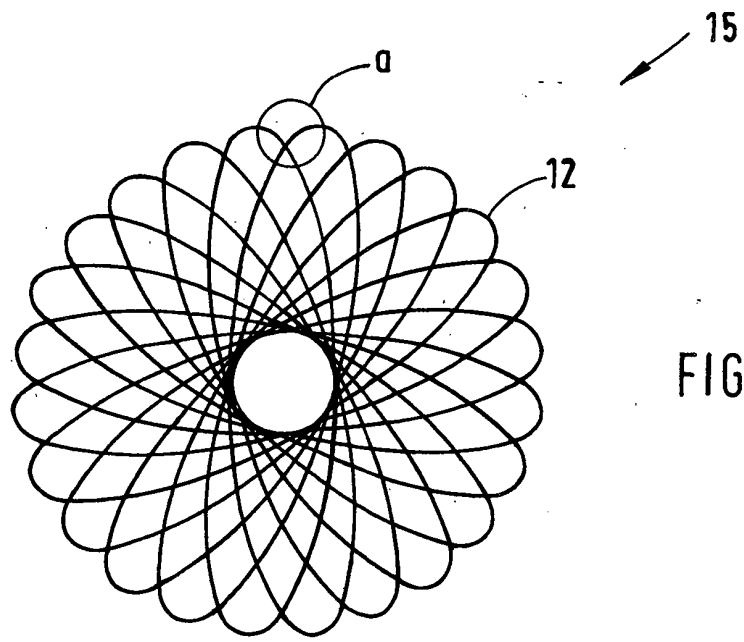


FIG. 3





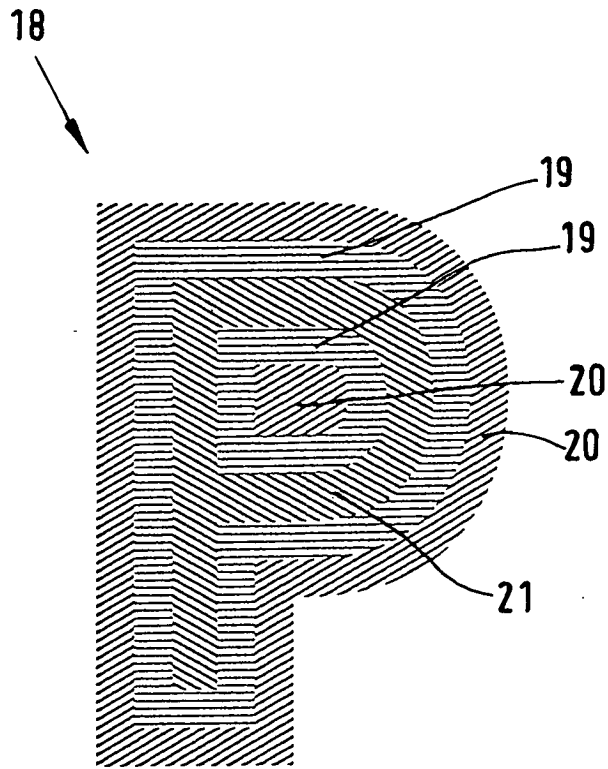


FIG. 6

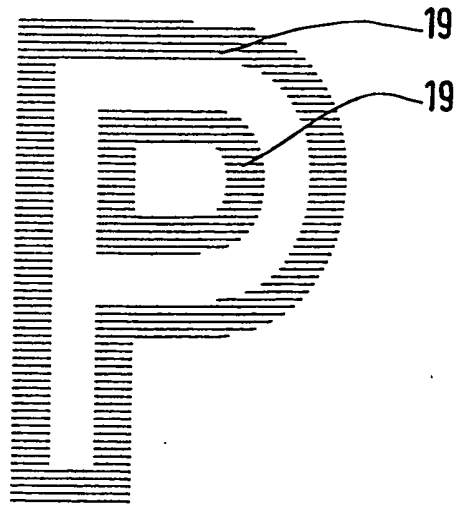


FIG. 7a

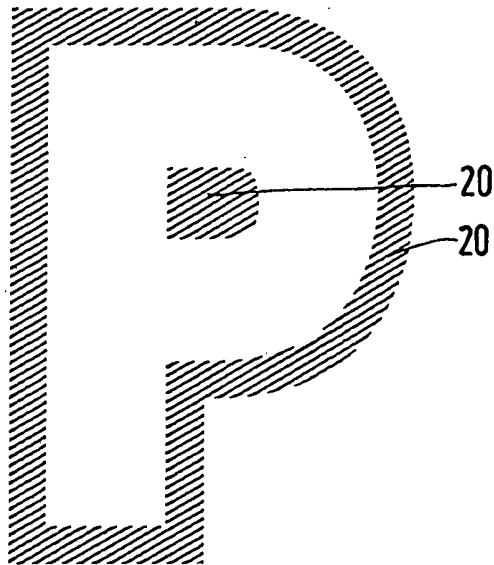


FIG. 7b

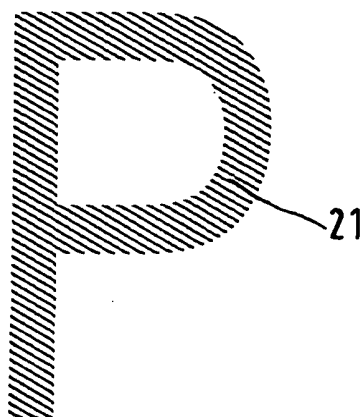


FIG. 7c

FIG. 8a

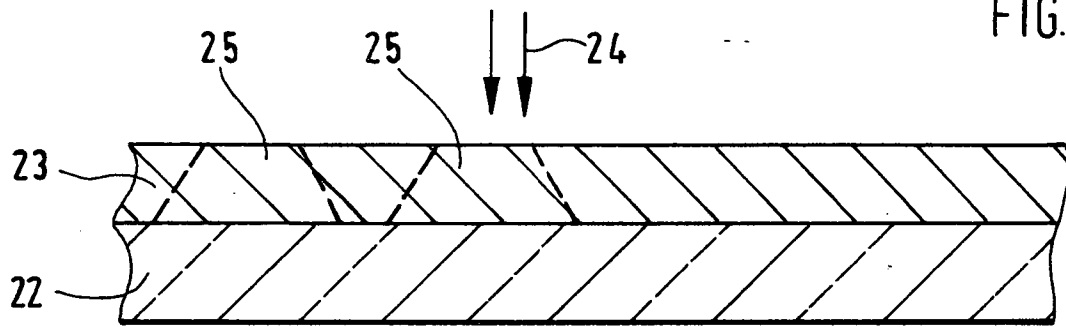


FIG. 8b

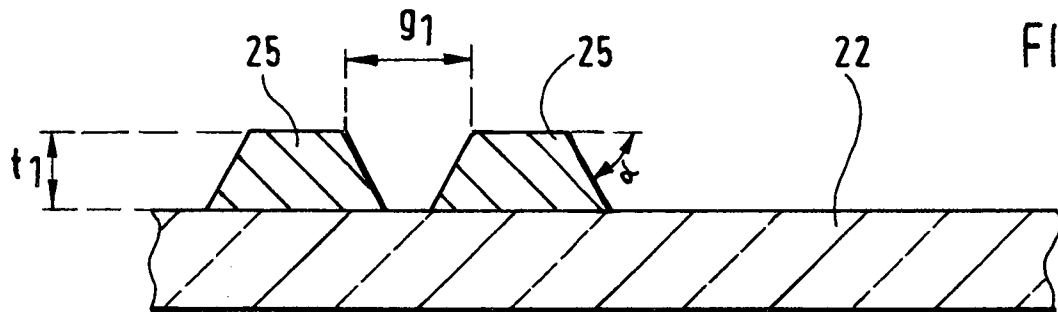


FIG. 8c

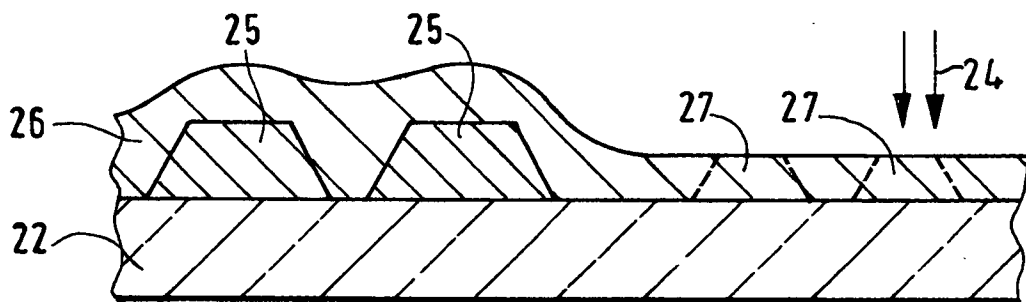


FIG. 8d

