



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 50 293 B4** 2005.05.12

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 50 293.1**  
(22) Anmeldetag: **12.10.2001**  
(43) Offenlegungstag: **30.04.2003**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **12.05.2005**

(51) Int Cl.7: **B44F 1/12**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**OVD Kinegram AG, Zug, CH**

(72) Erfinder:  
**Schilling, Andreas, Dr., Zug, CH; Staub, René,  
Cham, CH; Tompkin, Wayne Robert, Baden, CH**

(74) Vertreter:  
**LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg**

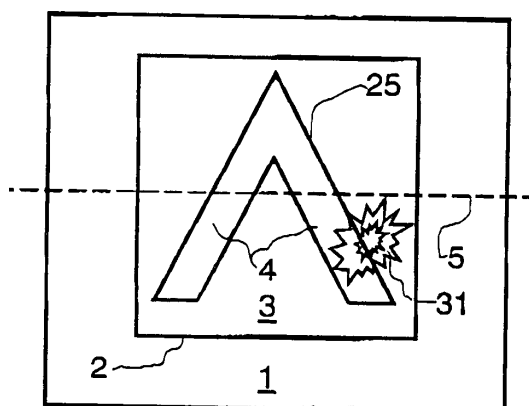
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 44 10 431 A1**

(54) Bezeichnung: **Sicherheitselement**

(57) Hauptanspruch: Sicherheitselement (2) mit einem Muster (25) aus Teilflächen und in Form eines Schichtverbunds (6) zum Beglaubigen eines Dokuments (1), der wenigstens eine transparente Schutzschicht (7), eine transparente Lackschicht (9) und eine Klebeschicht (8) umfasst, wobei die Lackschicht (9) zwischen der Schutzschicht (7) und der Klebeschicht (8) angeordnet ist und sich der Brechungsindex an der Grenzfläche zwischen der Klebeschicht (8) und der Lackschicht (9) sprunghaft ändert, und sich die Teilflächen des Musters (25) aus Hintergrundflächen (3) und Musterelementen (4) zusammensetzen, dadurch gekennzeichnet,

dass im Bereich der Hintergrundflächen (3) die Lackschicht (9) glatt und eben geformt ist und im Bereich der Musterelemente (4) Reliefstrukturen (14) mit einer vorbestimmten optisch wirksamen Strukturtiefe (h) in die Lackschicht (9) abgeformt sind,

dass die Hintergrundflächen (3) für in den Schichtverbund (6) einfallendes Licht (10) ebene Spiegelflächen sind und dass die Reliefstrukturen (14) aus Basisgittern mit Perioden ( $d_x$ ;  $d_y$ ) gebildete Kreuzgitter sind und die...



### Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein optisch diffraktives Sicherheitselement gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Solche Sicherheitselemente werden zur Beglaubigung von Dokumenten, wie Wertpapiere, Cheques, Banknoten, Kreditkarten, Ausweisen aller Art, Eintrittsbillette, Fahrscheine usw., eingesetzt, wobei die Sicherheitselemente beispielsweise als dünner Schichtverbund auf das Dokument geklebt sind.

**[0003]** Moderne Kopiergeräte für Farbkopien stellen für drucktechnisch hergestellte Dokumente ein erhebliches Gefahrenpotential dar, weil die visuellen Unterschiede zwischen dem Original und der Kopie so gering sind, dass nur ein mit den entsprechenden Hilfsmitteln ausgerüsteter Fachmann das Original von der Kopie unterscheiden kann, wobei oft andere Kriterien, wie Intagliodruck, Wasserzeichen, Fluoreszenz, optisch variable Sicherheitselemente mit Beugungsstrukturen usw., als das Aussehen des Druckbilds herangezogen werden müssen.

### Stand der Technik

**[0004]** Aus der EP 0 522 217 B1 ist bekannt, dass auf einem Dokument angeordnete, spiegelnde Folienstücke einen guten Schutz gegen unerlaubtes Kopieren solcher Dokumente bewirken. Der Unterschied zwischen dem Original mit den spiegelnden Folienstücken und einer Kopie ist klar erkennbar, da die Kopiermaschinen spiegelnde Flächen schwarz wiedergeben. Allerdings sind spiegelnde Folien im Handel leicht erhältlich. Die schwarzen Flächen in solchen Kopien sind daher leicht mit spiegelnder Folie zu überkleben, um die Kopie echter aussehen zu lassen.

**[0005]** Die DE 44 10 431 A1 beschreibt Weiterentwicklungen der oben beschriebenen Folienstücke. Das Sicherheitselement ist ein aus einem Schichtverbund geschnittenes Folienstück mit einer ebenen, spiegelnden Reflexionsschicht. In Flächenteilen, die eine individuelle Kennung auf der Fläche des Folienstücks bilden, ist die Reflexionsschicht entfernt, so dass eine unter der Reflexionsschicht angeordnete schwarze Schicht sichtbar wird. Auf der von der Kopiermaschine hergestellten Kopie verschwindet die schwarze Kennung in der Wiedergabe der verbliebenen Spiegelfläche, da die Flächenteile, in denen die Reflexionsschicht entfernt ist, und die verbliebene Spiegelfläche in der Kopie gleichmässig schwarz erscheinen. Ein anderes Sicherheitselement weist anstelle der ebenen Spiegelflächen eine Hologrammstruktur mit der Kennung auf und verhält sich beim Kopieren wie die im nächsten Absatz abgehandelten Beugungsstrukturen. In der Kopie ist die Kennung im kopierten Bild des Hologramms daher erkennbar.

**[0006]** Es ist auch z.B. aus GB 2 129 739 B bekannt, wertvolle Dokumente mit einem optisch variablen Sicherheitselement mit Beugungsstrukturen (z.B.

**[0007]** Hologramme, mosaikartige Flächenmuster aus diffraktiven Flächenelementen beispielsweise gemäss EP 0 105 099 A1, EP 0 330 738 A1, EP 0 375 833 A1, usw.) auszurüsten. Diese Sicherheitselemente weisen ein Muster oder Bild auf, das sich abhängig von der Betrachtungsbedingung ändert. Für Unbefugte sind diese Sicherheitselemente nur mit grossem Aufwand nachzumachen. Leider sind in der Farbkopie des Dokuments eines der Muster bzw. Bildes des Sicherheitselementes wiedergeben, das im Original unter der Betrachtungsbedingung sichtbar ist, die im Kopiergerät für die Abbildung festgelegt ist. Natürlich ist in der Kopie keine Veränderung des Musters oder Bildes beim Verändern der Betrachtungsbedingung mehr zu erkennen, aber bei Unaufmerksamkeit des Empfängers kann leicht eine Kopie für das echte Dokument gehalten werden.

**[0008]** Ausführungen des Schichtverbunds für die Sicherheitselemente und dazu verwendbare Materialien beschreiben die EP 0 401 466 A1 und US 4 856 857 A.

### Aufgabenstellung

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kostengünstiges optisch variables Sicherheitselement zu schaffen, das von einem Kopiergerät nicht wiedergegeben werden kann und auch nicht mit holographischen Methoden kopiert werden kann.

**[0010]** Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0011] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

#### Ausführungsbeispiel

[0012] Es zeigen: [Fig. 1](#) ein Dokument,

[0013] [Fig. 2](#) das um eine Achse gekippte Dokument ,

[0014] [Fig. 3](#) ein Sicherheitselement im Querschnitt,

[0015] [Fig. 4](#) die Grenzfläche einer Reliefstruktur,

[0016] [Fig. 5](#) eine erste Beobachtungsbedingung,

[0017] [Fig. 6](#) eine zweite Beobachtungsbedingung,

[0018] [Fig. 7a](#), [Fig. 7b](#) und [Fig. 8](#) Sicherheitselemente mit Graustufen

[0019] In der [Fig. 1](#) bedeuten 1 ein Dokument, 2 ein Sicherheitselement, 3 eine Hintergrundfläche, 4 ein Musterelement und 5 eine gedachte, in der Ebene des Dokuments 1 liegende Kippachse. Das Dokument 1 ist im gerichteten Kunstlicht seitlich und schräg von oben beleuchtet und senkrecht von oben betrachtet. Auf dem Dokument 1 ist das Sicherheitselement 2 befestigt. Das Sicherheitselement 2 weist zur Identifizierung ein Muster 25 aus den Musterelementen 4 auf, die von den Hintergrundflächen 3 umgeben sind. Um die Zeichnung der [Fig. 1](#) übersichtlich zu gestalten, besteht das Muster 25 aus einem einzigen Musterelement 4 und bildet ein einfaches "V"-Zeichen. In einer praktischen Ausführung sind mehrere der Hintergrundflächen 3 und der Musterelemente 4 zum Muster 25 angeordnet. Unter den genannten Beleuchtungs- und Betrachtungsbedingungen ist für einen Beobachter das Muster 25 nicht sichtbar, da zwischen dem Musterelement 4 und der Hintergrundfläche 3 kein Kontrast vorhanden ist und beide Flächen, sowohl die Hintergrundfläche 3 als auch das Musterelement 4, erscheinen dunkel, beispielsweise metallisch matt. Im diffusen Tageslicht oder bei diffuser Raumbelichtung hingegen und bei weiter unten genannten, bestimmten Beleuchtungsbedingungen hebt sich das Musterelement 4 dunkel von der hellen Hintergrundfläche 3 ab und ist daher für den Beobachter gut sichtbar.

[0020] Ist, wie die [Fig. 2](#) zeigt, das Dokument 1 mit dem Sicherheitselement 2 um die Kippachse 5 derart gekippt, dass die Hintergrundfläche 3 Licht in das Auge des Beobachters spiegelt, erkennt der Beobachter das Muster 25, da das Musterelement 4 dunkel bleibt und sich mit hohem Kontrast von der Hintergrundfläche 3 abhebt. Unter diesen Beobachtungsbedingung ist die Reflexionsbedingung für den Beobachter erfüllt. Eine Drehung des Sicherheitselements 2 in seiner Ebene verändert für den Beobachter das Aussehen des Musters 25 in der Reflexionsbedingung nicht, d.h. eine azimutale Ausrichtung des Sicherheitselements 2 ist nicht vorzunehmen.

[0021] Die [Fig. 3](#) zeigt das Sicherheitselement 2 ([Fig. 2](#)) im Querschnitt, wobei die Schnittebene beispielsweise die Kippachse 5 ([Fig. 2](#)) enthält. Das Sicherheitselement 2 besteht aus einem Schichtverbund 6 aus einer Vielzahl von Schichten 7, 8, 9 und 11. Beispiele für den Aufbau des Schichtverbunds 6 und die für den Schichtverbund 6 geeigneten Materialien sind der EP 0 401 466 A1 und der US 4 856 857 A zu entnehmen.

[0022] Im einfachsten Fall umfasst der Schichtverbund 6 wenigstens eine Schutzschicht 7, eine Klebeschicht 8, eine zwischen der Schutzschicht 7 und der Klebeschicht 8 angeordnete Lackschicht 9. Die Klebeschicht 8 verbindet das Sicherheitselement 2 mit dem Dokument 1. Eine Grenzfläche zwischen der Klebeschicht 8 und der Lackschicht 9 reflektiert durch die Schutzschicht 7 und die Lackschicht 9 einfallendes Licht 10, wenn sich der Brechungsindex an der Grenzschicht beim Übergang von der Lackschicht 9 in die Klebeschicht 8 sprunghaft ändert. Mit den Materialien in der Tabelle 6 der US 4 856 857 A fällt die Differenz in den Brechzahlen zu klein aus, um eine starke Reflexion zu erhalten. Das Reflexionsvermögen wird daher durch eine an der Grenzfläche angeordnete Reflexionsschicht 11 erhöht, die eine dünne Schicht (< 0,4 Mikrometer) aus einem Metall oder aus einem mit einer geeigneten anorganischen dielektrischen Schicht überzogenen Metall ist, wobei die dielektrische Schicht auf der dem einfallenden Licht 10 zugewandten Seite des Metalls angeordnet ist.

[0023] Die Materialien für die Reflexionsschicht 11 sind in den Tabellen 1 bis 5 der US 4 856 857 A enthalten; die Tabellen 1 bis 6 sind ausdrücklich in diese Beschreibung eingeschlossen. Das in der Tabelle 5 nicht er-

wähnte Tellur eignet sich auch für die Reflexionsschicht **11**. Mit dem einfallenden Licht **10** ist Tageslicht oder visuell sichtbares polychromatisches Licht mit Wellenlängen zwischen 380 nm und 780 nm gemeint.

**[0024]** In einer Ausführung des Schichtverbunds **6** ist die von der Lackschicht **9** abgewandte Oberfläche der Schutzschicht **7** des Schichtverbunds **6** mittels einer Trennschicht **12** mit einem Trägerband **13** verbunden, um den Transfer des fragilen Schichtverbunds **6** auf das Dokument **1** zu erleichtern. Das Trägerband **13** aus Papier oder einer Kunststoffolie, z.B. PC oder PETP, lässt sich nach dem Aufkleben des Schichtverbunds **6** entfernen, so dass das Muster **25** (**Fig. 2**) durch die Schutzschicht **7** und die Lackschicht **9** hindurch sichtbar ist. Hierzu wird auf die bereits eingangs erwähnte GB 2 129 739 B verwiesen.

**[0025]** Wie aus der **Fig. 3** ersichtlich, ist in die Lackschicht **9** im Bereich der Musterelemente **4** eine Reliefstruktur **14** mit einer geometrischen Profiltiefe  $p$  abgeformt. Im Bereich der Hintergrundflächen **3** ist die Lackschicht **9** eben und glatt geformt und ist parallel zu den anderen Schichten des Schichtverbunds **6**.

**[0026]** Das Material der Klebeschicht **8** verfüllt die Vertiefungen der Reliefstruktur **14**. Die Grenzfläche mit oder ohne zusätzliche Reflexionsschicht **11** folgt sowohl der Reliefstruktur **14** als auch Spiegelebenen der Hintergrundflächen **3**.

**[0027]** Die Reliefstruktur **14** ist ein Kreuzgitter aus zwei Basisgittern mit Perioden  $d$  kleiner als eine Grenzwellenlänge  $\lambda$  am kurzwelligen Ende im Spektrum des sichtbaren Lichts, d.h.  $\lambda = 380 \text{ nm}$  bis  $\lambda = 420 \text{ nm}$  und weist eine optisch wirksame Strukturtiefe  $h$ , das ist die Profiltiefe  $p$  multipliziert mit dem Brechungsindex der Lackschicht **9**, vorzugsweise im Bereich von  $h = 50 \text{ nm}$  bis  $h = 500 \text{ nm}$  auf. Solche Reliefstrukturen **14** absorbieren fast alles auf die Musterelemente **4** einfallende sichtbare Licht **10** und streuen einen kleinen Bruchteil des einfallenden Lichts **10** in den Halbraum über dem Musterelement **4** zurück. Der Prozentsatz des absorbierten Lichts **10** hängt in nicht linearer Weise von der Strukturtiefe  $h$  ab und kann mittels der Wahl der Strukturtiefe  $h$  im oben genannten Bereich zwischen 50% und etwa 99 % gesteuert werden, wobei gilt, je flacher die Reliefstruktur **14** desto mehr einfallendes Licht **10** wird rückgestreut und desto weniger Licht **10** wird absorbiert. Die angegebenen Prozentsätze gelten für die Reliefstruktur **14** mit einer Reflexionsschicht **11** aus beispielsweise Aluminium. Aneinanderstossende Bereiche der Musterelemente **4** mit verschiedenen Strukturturen  $h$  zeigen daher eine Graustufung.

**[0028]** Die in der **Fig. 4** gezeigte Ausführung der Reliefstruktur **14** ist ein durch zwei rechtwinklig sich kreuzende, sinusförmige Basisgitter gebildetes Kreuzgitter. Die sich längs der Koordinate  $x$  ausdehnende Sinusfunktion des ersten Basisgitters weist eine Periode  $d_x$  und eine Amplitude  $h_x$  auf, während die sich längs der Koordinate  $y$  ausdehnende Sinusfunktion des zweiten Basisgitters eine Periode  $d_y$  und eine Amplitude  $h_y$  hat. Über der durch die Koordinaten  $x$  und  $y$  aufgespannten Ebene folgt die durch das Kreuzgitter geformte Grenzfläche  $h(x, y)$  im Schichtverbund **6** (**Fig. 3**) beispielsweise der Funktion

$$h(x, y) = [h_x + h_y] \cdot \sin^2(\pi x/d_x) \cdot \sin^2(\pi y/d_y).$$

**[0029]** In anderen Ausführungen sind  $h(x, y) = h_x \cdot \sin^2(\pi x/d_x) + h_y \cdot \sin^2(\pi y/d_y)$ , Rechteck- oder Pyramidenstrukturen als Grenzfläche  $h(x, y)$  verwendet.

**[0030]** In einer Ausführung sind die beiden Perioden  $d_x, d_y$  und die Strukturturen  $h_x, h_y$  gleich, in andern Ausführungen verschieden. Die Strukturtiefe  $h = [h_x + h_y]$  kann grösser als die Periode  $d$  gewählt werden, jedoch ist die Reliefstruktur **14** mit den heutigen Herstellmethoden schwierig herzustellen. Die Grenzfläche  $h(x, y)$  gleicht einem Eierkarton und ist in der **Fig. 4** dargestellt.

**[0031]** Anhand der **Fig. 5** ist das optische Verhalten des Sicherheitselements **2** bei einer ersten Beobachtungsbedingung erklärt. Das einfallende Licht **10** bildet mit einer Normalen **15** zur Ebene des Sicherheitselements **2** einen Winkel von etwa  $40^\circ$ . In einem Beispiel absorbieren die Musterelemente **4** mit der vorbeschriebenen Reliefstruktur **14** im sichtbaren Bereich bis zu 95% des einfallenden Lichts **10**, der Rest wird gestreut. Die spiegelnde Hintergrundfläche **3** hingegen absorbiert nur etwa 10% des einfallenden Lichts **10** und reflektiert das übrige. Da Flächenteile der Musterelemente **4** an die spiegelnde Hintergrundflächen **3** angrenzen, ergibt sich für den Beobachter daher ein so starker Kontrast, dass die auf einer vorgegebenen Hintergrundfläche **3** des Sicherheitselements **2** im vorbestimmten Muster **25** angeordneten Musterelemente **4** leicht als Information erkennbar sind. Das Muster **25** stellt ein Logo, einen Text, ein Bild oder ein anderes graphisches Zeichen dar.

**[0032]** Die Zeichnung der **Fig. 5** entspricht den Beleuchtungsverhältnissen im Kopiergerät. Je nach Modell

des Kopiergeräts bildet das gerichtete, auf das Dokument **1** und das Sicherheitselement **2** einfallende Licht **10** des Kopiergeräts mit der Normalen **15** den Einfallswinkel  $\alpha$  im Bereich von etwa  $40^\circ$  bis  $50^\circ$ . Das Dokument **1** streut das einfallende Licht **10** in den ganzen Halbraum. Dadurch gelangt gestreutes Licht in einen in Richtung der Normalen **15** angeordneten Lichtempfänger **16** des Kopiergeräts. Im Gegensatz dazu wird das von der Hintergrundfläche **3** reflektierte Licht **17** nach dem Reflexionsgesetz mit dem gleichen Winkel  $\alpha$  in eine Blickrichtung **18** des Beobachters **19** abgelenkt und gelangt nicht in den Lichtempfänger **16**. Fällt das Licht **10** unter dem gleichen Einfallswinkel  $\alpha$  auf das Musterelement **4**, wird das einfallende Licht **10** hingegen praktisch absorbiert; sowohl der Lichtempfänger **16** als auch der Beobachter **19** registrieren kein Licht vom Musterelement **4**. Das Musterelement **4** ist daher dunkel.

**[0033]** Die Hintergrundflächen **3** bilden für das in den Schichtverbund **6** einfallende Licht **10** die ebenen Spiegelflächen des Musters **25**, während die Musterelemente **4** als Absorberflächen das einfallende Licht **10** zum grössten Teil verschlucken. Daher erkennt der Beobachter **19** im reflektierten Licht **17** die Hintergrundflächen **3** als intensiv helle Teilflächen und die Musterelemente **4** als dunkle Teilflächen des Musters **25**. In anderen Richtungen als die des reflektierten Lichts **17** streut das Sicherheitselement **2** nur einen geringen Teil des einfallenden Lichts **10**. Die Intensitäten pro Flächeneinheit des an den Hintergrundflächen **3** und den Musterelementen **4** gestreuten Lichts sind praktisch gleich gross, so dass kein Kontrast zwischen den Hintergrundflächen **3** und den Musterelementen **4** vorhanden ist. Bei der Beleuchtung mit dem gerichtet einfallenden Licht **10** ist das aus den Hintergrundflächen **3** und den Musterelementen **4** gebildete Muster **25** im Gegensatz zu einem drucktechnisch hergestellten Schwarz-Weissbild nur in dem bei Spiegelreflexion reflektierten Licht **17** erkennbar.

**[0034]** Im Kopiergerät werfen die Hintergrundfläche **3** und das Musterelement **4** einen so kleinen Anteil des einfallenden Lichts **10** in den Lichtempfänger **16**, dass das Kopiergerät das Hintergrundfeld **3** und das Musterelement **4** unterschiedslos als schwarze Flächen wiedergibt. Der Vorteil dieses Sicherheitselements **2** liegt darin, dass das Kopiergerät die durch das Musterelement **4** dargestellte Information nicht wiedergeben kann, während der Beobachter **19**, der bei gerichtet einfallenden Licht **10** fast automatisch das Sicherheitselement **2** so kippt, dass er die Hintergrundfläche **3** in Reflexion betrachtet, die Information des Musterelements **4** mit grossem Kontrast vor der Hintergrundfläche **3** erblickt. Das Sicherheitselement **2** ist auf diese Weise von einem aufmerksamen Beobachter leicht von spiegelnden Metallfolien auf guten Farbkopien des Dokuments **1** zu unterscheiden. Ein weiterer Vorteil bildet die Verwendung der Reliefstruktur **14** im Sicherheitselement **2** mit den Perioden  $d_x$  (Fig. 4),  $d_y$  (Fig. 4), die kürzer sind als die Wellenlängen der für holographische Kopiermethoden nutzbaren kohärenten Lichtquellen; eine Kopie des Sicherheitselements **2** ist mit den holographischen Methoden daher nicht herstellbar.

**[0035]** In der Fig. 6 ist eine für die beiden Beobachter **19**, **20** des Sicherheitselements **2** zweite Beleuchtungsbedingung dargestellt. Eine polychromatische Strahlungsquelle **21**, z.B. Halogenlampe, Glühlampe usw., ist über dem zweiten Beobachter **20** angeordnet und sendet das einfallende Licht **10** unter einem grossen Einfallswinkel  $\alpha$  von etwa  $60^\circ$  bis  $80^\circ$  auf das Musterelement **4**. Der erste Beobachter **19** erkennt das Muster **25** (Fig. 2) der Musterelemente **4** vor dem Hintergrund **3** (Fig. 5) unter dem Reflexionswinkel  $\alpha$ , wie oben ausgeführt. Falls die Perioden  $d_x$  (Fig. 4),  $d_y$  (Fig. 4) der Reliefstruktur **14** im Bereich einer halben und einer ganzen Grenzwellenlänge  $\lambda$  liegen; d.h.  $\lambda \geq d \geq \lambda/2$ , wobei  $d = d_x$  bzw.  $d_y$  ist, wird ein Teil des einfallenden Lichts **10** unter einem grossen Beugungswinkel  $\beta$  in die minus erste Ordnung als gebeugtes Licht **22** abgelenkt. Der zweite Beobachter **20** vermag das gebeugte Licht **22** zu erkennen. Das gebeugte Licht **22** umfasst den kurzwelligen Teil des visuell sichtbaren Spektrums der elektromagnetischen Strahlung. Das gebeugte Licht **22** ist daher abhängig vom Beugungswinkel  $\beta$  und den Perioden  $d_x$ ,  $d_y$  in einer blaugrünen bis violetten Farbe. Die unter einem vorbestimmten Beugungswinkel  $\beta$  zur Normalen **15** beobachtete Farbe des gebeugten Lichts **22** hängt in der Intensität auch vom Azimut ab. Anmerkung: In der obigen Betrachtung ist der refraktive Einfluss der Schutzschicht **7** ausser acht gelassen worden.

**[0036]** Der erste Beobachter **19** hingegen blickt in die Richtung des reflektierten Lichts **17** und erkennt die Hintergrundflächen **3** als glänzend helle Teilflächen und die Musterelemente **4** als dunkle Teilflächen des Musters **25**.

**[0037]** Ist die Periode  $d_x$ , bzw.  $d_y$  kleiner als  $\lambda/2$ , kann in der Richtung der Koordinate  $x$  bzw.  $y$  das gebeugte Licht **22** vom zweiten Beobachter **20** nicht mehr gesehen werden, da die Reliefstruktur **14** kein sichtbares Licht **22** mehr beugt. Der erste Beobachter **19**, der das Sicherheitselement **2** unter dem Reflexionswinkel  $\alpha$  beobachtet, erblickt unter diesen Bedingungen die Musterelemente **4** unverändert in einer dunkelbraunen bis schwarzen Farbe.

**[0038]** Die Farbe der unter dem Reflexionswinkel  $\alpha$  sichtbaren Musterelemente **3** hängt von der Beschaffenheit der Reflexionsschicht **11** ab, da verschiedene Kombinationen der Materialien in und an der Reflexionsschicht **11** das einfallende Licht **10** nicht im ganzen Spektralbereich der sichtbaren elektromagnetischen Strahlung gleichmässig reflektieren. Tief schwarze Musterelemente **3** weisen mit Vorteil einen allmählichen Uebergang der Brechzahl von der Lackschicht **9** zur Reflexionsschicht **11** auf; der Uebergang ist mittels wenigstens einer Schicht eines anorganischen Dielektrikum **23** zwischen der Lackschicht **9** und einer Metallschicht **24** der Reflexionsschicht **11** erzeugt. Für die ebene Spiegelfläche der Hintergrundflächen **3** wirkt sich die aus dem Dielektrikum **23** und der Metallschicht **24** gebildete Reflexionsschicht **11** nicht merkbar aus. Bei der Reliefstruktur **14** hingegen bewirkt diese Reflexionsschicht **11** infolge von Interferenzen eine nahezu vollständige Auslöschung des einfallenden Lichts **10**, die vor allem gleichmässig über dem ganzen Spektralbereich der sichtbaren elektromagnetischen Strahlung erfolgt. Ein Beispiel weist eine 50 nm dicke Schicht des Dielektrikums **23** aus ZnS und 100 nm Aluminium als Metallschicht **24** auf. Ein weiterer Vorteil ist die durch den hohen Brechungsindex für ZnS von  $n = 2,4$  gegenüber dem Brechungsindex der Lackschicht **9** von  $n = 1,5$  vergrösserte Strukturtiefe  $h$  bei gleichbleibender Profiltiefe  $p$  der Reliefstruktur **14**.

**[0039]** Neben den Grauabstufungen mit Musterelementen **4** mit verschiedenen Strukturturen  $h$  sind in einer Ausführung des Sicherheitselements **2** die Grauabstufung mittels verschieden dichter Rasterung mit Rasterpunkten von weniger als 0,4 mm Abmessung erzeugt. Dabei ist es unerheblich, ob die Rasterpunkte als Hintergrundfeld **3** in einem Musterelement **4** oder als Musterelement **4** im Hintergrundfeld **3** angeordnet sind.

**[0040]** In den [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) sind weitere Beispiele zur Erzeugung von Graustufen innerhalb eines Sicherheitselements **2** vom dunklen Musterelement **4** bis zum hellglänzenden Hintergrundfeld **3** gezeigt. In der [Fig. 7a](#) sind in einem fixen Raster von maximal 0,5 mm Abstand entsprechend der Graustufe verschieden grosse Rasterpunkte eingesetzt. In einer leicht aufgehellten Zone **26** berühren sich die Rasterpunkte, in einer aufgehellten Zone **27** weisen die Rasterpunkte eine mittlere Abmessung von etwa 0,25 mm auf, während in einer leicht abgedunkelten Zone **28** die Rasterpunkte etwa 0,15 mm aufweisen. In der [Fig. 7b](#) ist anstelle des Punktrasters ein Linienraster mit maximal 0,5 mm Abstand eingesetzt. Eine entsprechende Linienbreite bewirkt hier die Grauabstufung in den Zonen **26** ([Fig. 7a](#)) bis **28** ([Fig. 7a](#)).

**[0041]** In einer der Zonen **26** bis **28** weisen die Rasterpunkte der Musterflächen **4** die gleichen Abmessungen auf. Ein sehr feine Grauabstufung wird mittels der entsprechend abgestuften Strukturturen  $h$  in den Reliefstrukturen **14** ([Fig. 6](#)) erreicht, die für die Wiedergabe eines Schwarz-Weiss-Photos ausreichend ist.

**[0042]** In der [Fig. 8](#) sind zwei Muster **25** des Sicherheitselements **2** als einfaches Beispiel gezeigt. In der oberen Hälfte des Sicherheitselements **2** besteht das Muster **25** aus einem Band **29** mit einem Stern **30**. Das Band **29** ist aus dem dunklen Musterelement **4** gebildet. Die Umgebung des Bands **29** und der Stern **30** bilden die hellen Hintergrundflächen **3**. Ohne Einschränkung des bisher Beschriebenen sind die Hintergrundflächen **3** und die Musterelemente **4** vertauschbar, wie dies in der unteren Hälfte des Sicherheitselements **2** dargestellt ist.

**[0043]** Das Sicherheitselement **2** in [Fig. 1](#) wird noch schwieriger nachzumachen, wenn das Muster **25** einen Hintergrund für ein mosaikartiges Flächenmuster **31** mit Beugungsstrukturen bildet, deren Spatialfrequenzen Werte im Bereich **300** Linien pro mm bis 2000 Linien pro mm aufweisen. Solche mosaikartige Flächenmuster **31** sind aus den eingangs erwähnten EP 0 105 099 A1, EP 0 330 738 A1, EP 0 375 833 A1 bekannt. Der Inhalt dieser Patentschriften ist hiermit in die Beschreibung eingeschlossen.

1	Dokument	31	Flächenmuster
2	Sicherheitselement	32	
3	Hintergrundfläche	33	
4	Musterelement	34	
5	Kippachse	35	
6	Schichtverbund	36	
7	Schutzschicht	37	
8	Klebeschicht	38	
9	Lackschicht	39	
10	einfallendes Licht	40	
11	Reflexionsschicht	41	
12	Trennschicht	42	
13	Trägerband	43	
14	Reliefstruktur	44	
15	Normale	45	
16	Lichtempfänger (Kopiergerät)	46	
17	reflektiertes Licht	47	
18	Blickrichtung	48	
19	erster Beobachter	49	
20	zweiter Beobachter	50	
21	Strahlungsquelle	51	
22	gebeugtes Licht	52	
23	Dielektrikum	53	
24	Metallschicht	54	
25	Muster	55	
26	leicht aufgehellte Zone	$\lambda$	Grenzwellenlänge
27	aufgehellte Zone	h	Strukturtiefe
28	leicht abgedunkelte Zone	$\alpha$	Einfallswinkel
29	Band	d	Periode
30	Stern	$\beta$	Beugungswinkel

### Patentansprüche

1. Sicherheitselement (2) mit einem Muster (25) aus Teilflächen und in Form eines Schichtverbunds (6) zum Beglaubigen eines Dokuments (1), der wenigstens eine transparente Schutzschicht (7), eine transparente Lackschicht (9) und eine Klebeschicht (8) umfasst, wobei die Lackschicht (9) zwischen der Schutzschicht (7) und der Klebeschicht (8) angeordnet ist und sich der Brechungsindex an der Grenzfläche zwischen der Klebeschicht (8) und der Lackschicht (9) sprunghaft ändert, und sich die Teilflächen des Musters (25) aus Hintergrundflächen (3) und Musterelementen (4) zusammensetzen, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der Hintergrundflächen (3) die Lackschicht (9) glatt und eben geformt ist und im Bereich der Musterelemente (4) Reliefstrukturen (14) mit einer vorbestimmten optisch wirksamen Strukturtiefe (h) in die Lackschicht (9) abgeformt sind, dass die Hintergrundflächen (3) für in den Schichtverbund (6) einfallendes Licht (10) ebene Spiegelflächen sind und dass die Reliefstrukturen (14) aus Basisgittern mit Perioden ( $d_x$ ;  $d_y$ ) gebildete Kreuzgitter sind und die Perioden ( $d_x$ ;  $d_y$ ) kürzer als eine vorbestimmte Grenzwellenlänge ( $\lambda$ ) am kurzwelligen Ende im Spektrum des sichtbaren Lichts (10) sind, so dass die Musterelemente (4) das einfallende Licht (10) absorbieren und streuen, wobei in jeder Reliefstruktur (14) das Verhältnis des absorbierten und des gestreuten Lichts von der in der Reliefstruktur (14) herrschenden optisch wirksamen Strukturtiefe (h) abhängig ist.

2. Sicherheitselement (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kreuzgitter der Reliefstrukturen (14) aus zwei im wesentlichen rechtwinklig zueinander angeordneten Basisgittern mit den Perioden ( $d_x$ ;  $d_y$ ) zusammengesetzt ist.

3. Sicherheitselement **(2)** nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisgitter sinusförmig sind.
4. Sicherheitselement **(2)** nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Perioden ( $d_x$ ;  $d_y$ ) länger als die halbe Grenzwellenlänge ( $\lambda$ ) aber kürzer als die Grenzwellenlänge ( $\lambda$ ) ist.
5. Sicherheitselement **(2)** nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzwellenlänge ( $\lambda$ ) im Bereich zwischen 380 nm und 420 nm gewählt ist.
6. Sicherheitselement **(2)** nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Perioden ( $d_x$ ;  $d_y$ ) der beiden Basisgitter denselben Wert aufweisen.
7. Sicherheitselement **(2)** nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Werte für die optisch wirksame Strukturtiefe ( $h$ ) der Reliefstrukturen **(14)** im Bereich von  $h = 50$  nm bis  $h = 500$  nm gewählt sind.
8. Sicherheitselement **(2)** nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzfläche zwischen der Klebeschicht **(8)** und der Ladeschicht **(9)** eine aufweist, die ein Metall aus der Gruppe Aluminium, Silber, Gold, Chrom, Kupfer, Nickel und Tellur enthält.
9. Sicherheitselement **(2)** nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Reflexionsschicht **(11)** eine Metallschicht **(24)** und auf deren der Lackschicht **(9)** zugewandten Seite wenigstens eine Schicht eines anorganischen Dielektrikums **(23)** aufweist.
10. Sicherheitselement **(2)** nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht des anorganischen Dielektrikums **(23)** aus ZnS und die Metallschicht **(24)** aus Aluminium besteht.
11. Sicherheitselement **(2)** nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Muster **(25)** Zonen **(26; 27; 28)** mit Graustufen aufweist, und dass sich die Musterelemente **(4)** der Zonen **(26; 27; 28)** mit verschiedenen Graustufen durch die optisch wirksame Strukturtiefe ( $h$ ) der Reliefstrukturen **(14)** unterscheiden.
12. Sicherheitselement **(2)** nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Muster **(25)** Zonen **(26; 27; 28)** mit Graustufen aufweist, dass die Musterelemente **(4)** gleiche Werte der optisch wirksamen Strukturweiten ( $h$ ) aufweisen, und dass sich die Zonen **(26; 27; 28)** durch verschieden dichte Rasterung von Rasterpunkten mit Abmessungen von weniger als 0,4  $\mu\text{m}$  unterscheiden.
13. Sicherheitselement **(2)** nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Muster **(25)** einen Hintergrund für ein mosaikartiges Flächenmuster **(31)** aus Beugungsstrukturen mit Spatialfrequenzen im Bereich von 300 Linien pro mm bis 2000 Linien pro mm bildet.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



Fig. 1

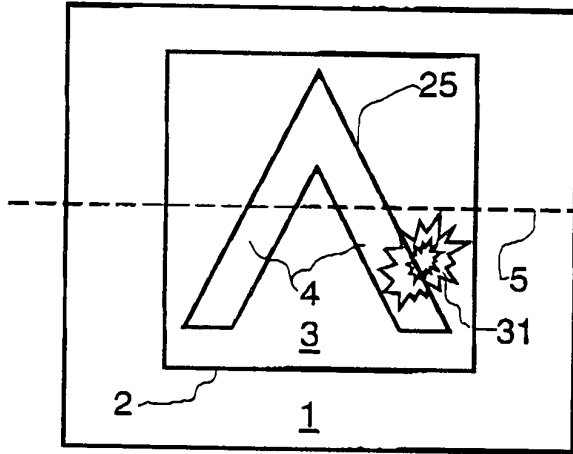


Fig. 2

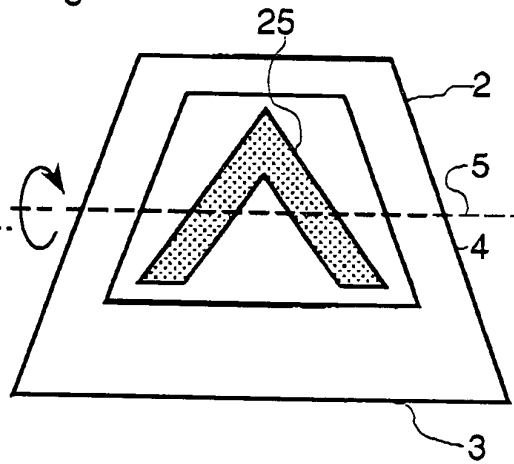


Fig. 3

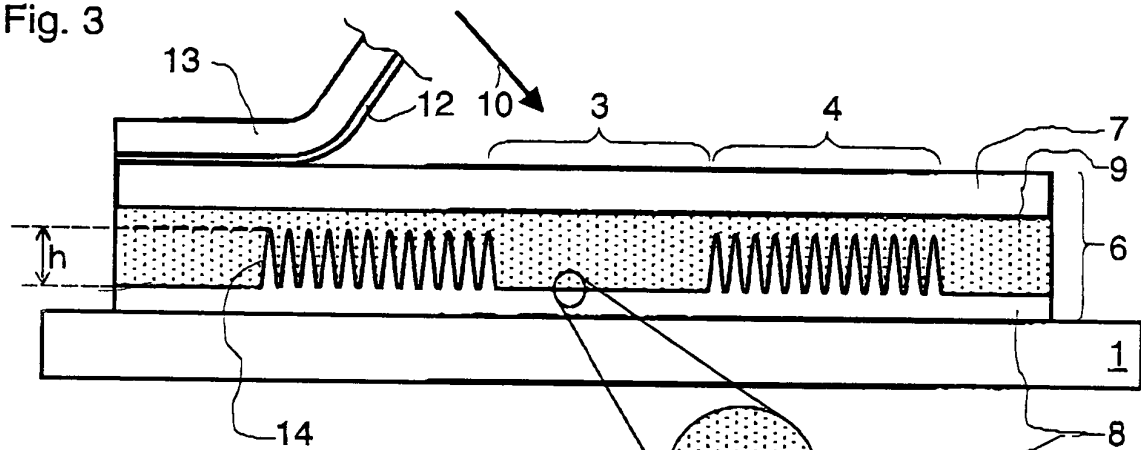


Fig. 4

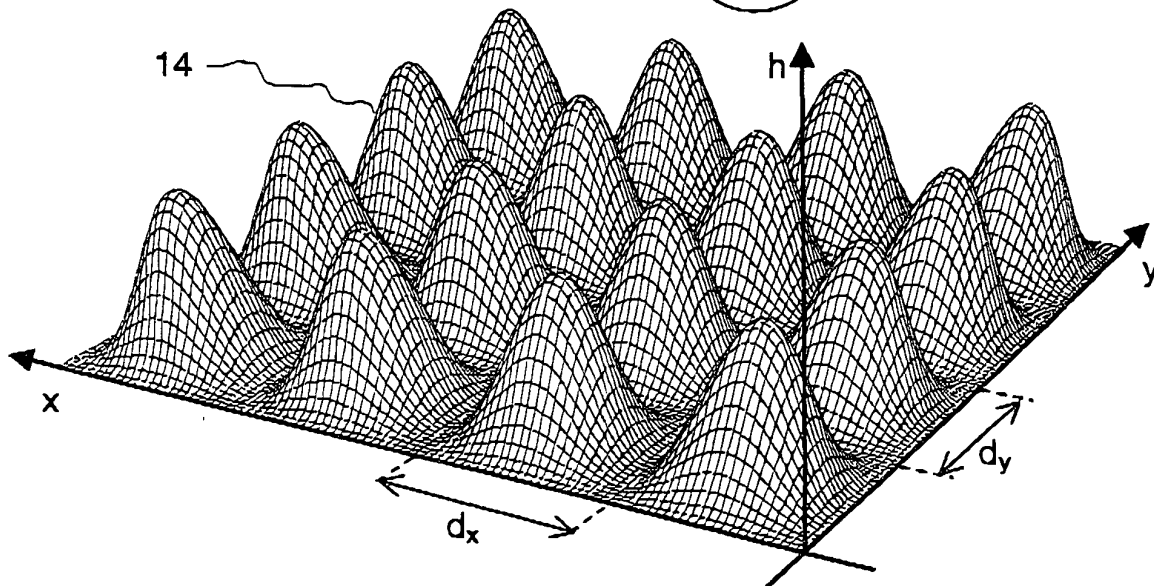


Fig. 5

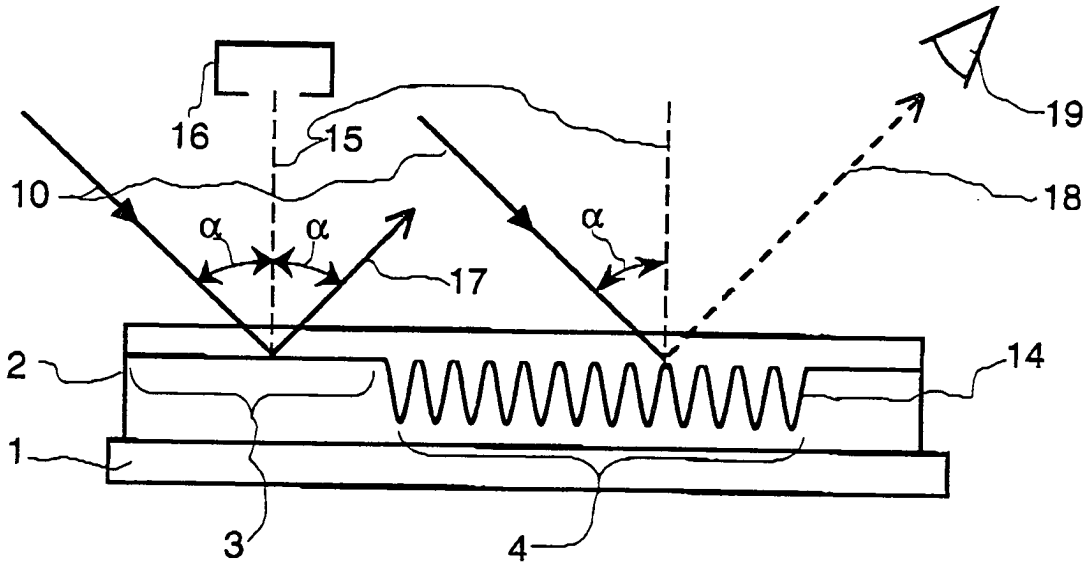


Fig. 6

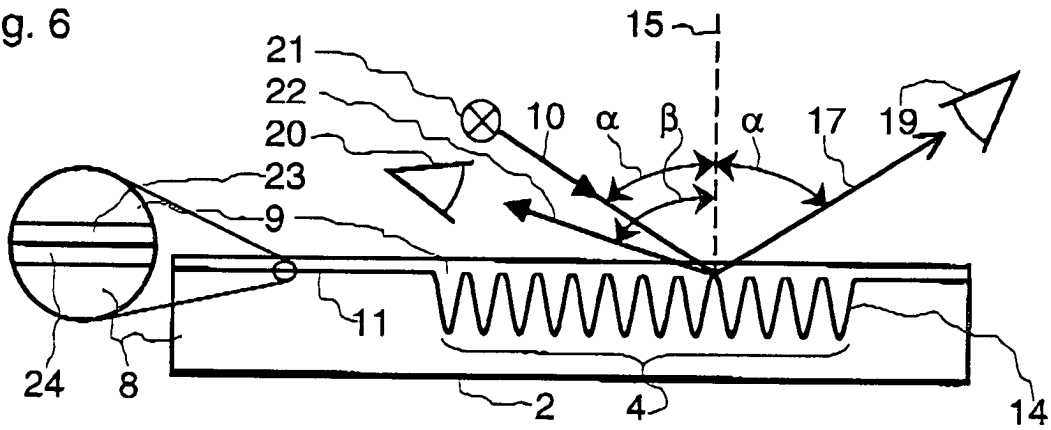


Fig. 7a

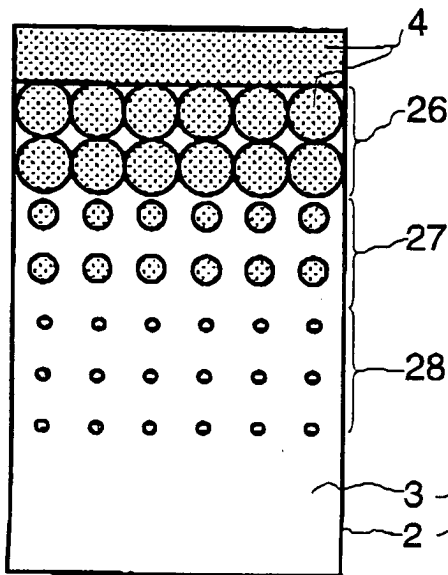


Fig. 7b

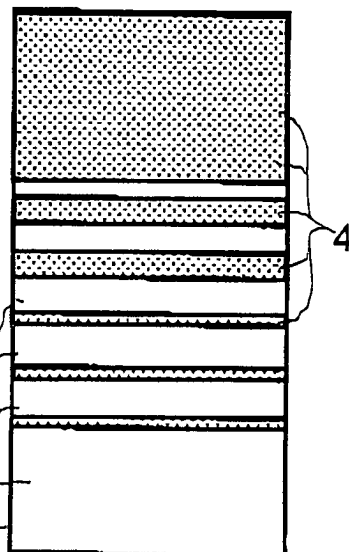


Fig. 8

