



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 103 28 759 B4** 2006.11.30

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 28 759.0**  
 (22) Anmeldetag: **25.06.2003**  
 (43) Offenlegungstag: **20.01.2005**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **30.11.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G02B 27/44** (2006.01)  
**B44F 1/12** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

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

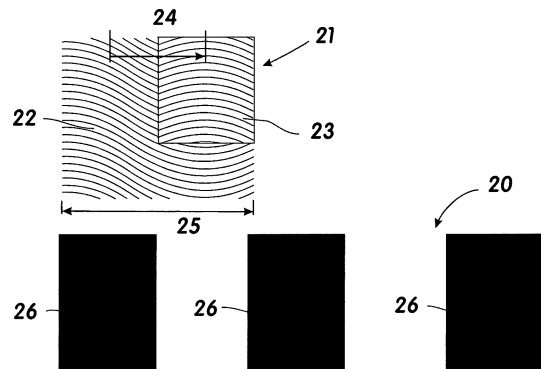
(74) Vertreter:  
**LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg**

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

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 195 16 741 A1**  
**US 59 99 280 A**  
**US 63 24 004 B1**  
**EP 09 92 020 B1**  
**WO 01/80 175 A1**  
**WO 0 39 225 A2**

(54) Bezeichnung: **Optisches Sicherheitselement und System zur Visualisierung von versteckten Informationen**

(57) Hauptanspruch: Optisches Sicherheitselement (1) mit einer Substratschicht (14), wobei in einem Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) der Substratschicht eine durch die Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatalfrequenz und Azimutwinkel definierte Reliefstruktur (17) zur Erzeugung eines optisch erkennbaren Effektes abgeformt ist, wobei ein oder mehrere der die Reliefstruktur (17) definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatalfrequenz und Azimutwinkel in dem Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) periodisch gemäss einer periodischen Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) variiert sind, wobei der Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) in ein oder mehrere Musterbereiche (23, 30, 29, 35, 502, 74, 67) und einen Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) geteilt ist, wobei ein oder mehrere der die Reliefstruktur (17) definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatalfrequenz und Azimutwinkel in dem Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) und den ein oder mehreren Musterbereichen (23, 30, 29, 35, 502, 74, 67) gemäß einer periodischen Parameter-Variations-Funktion...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein optisches Sicherheitselement mit einer Substratschicht, wobei in einem Bereich der Substratschicht eine durch die Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel definierte Reliefstruktur zur Erzeugung eines optisch erkennbaren Effektes ausgeformt ist, sowie ein System zur Visualisierung von versteckten Informationen mit einem derartigen optischen Sicherheitselement.

**[0002]** Aufgrund der immer besser werdenden Photokopieretechnik und der ständigen Weiterentwicklung von elektronischen Scann- und Druckvorrichtungen besteht ein zunehmender Bedarf an möglichst fälschungssicheren optischen Sicherheitselementen.

## Stand der Technik

**[0003]** US 6 351 537 B1 beschreibt nun ein optisches Sicherheitselement, das ein Hologramm und ein verstecktes Bild zur Erhöhung der Kopiersicherheit kombiniert. Bei dem verwendeten Hologramm handelt es sich um ein Tageslicht-Hologramm, das durch eine in einem Photopolymerfilm abgeformte beugungsoptische Struktur generiert wird und ohne Verwendung einer monochromatischen, kohärenten Lichtquelle sichtbar ist. Das versteckte Bild und das Hologramm sind vorzugsweise benachbart auf einem Substrat angeordnet. Das versteckte Bild wird mittels einer Decodiervorrichtung sichtbar gemacht. Als Decodiervorrichtung können hierbei digitale Kopierer oder Scanner, aber auch transparente Träger dienen, auf die ein Linienraster mit einem der gewünschten Abtastfrequenz entsprechenden Linienabstand aufgedruckt ist. Das versteckte Bild wird hierbei dadurch aus einem Ausgangsbild erzeugt, dass zuerst die Frequenz-Komponenten des Ausgangsbildes, die größer als die halbe Abtastfrequenz der Decodiervorrichtung sind, entfernt werden und die verbleibenden Frequenz-Komponenten sodann an der Frequenzachse gespiegelt werden, die der halben Abtastfrequenz entspricht.

**[0004]** Hierdurch wird von dem optischen Sicherheitselement ein erstes Sicherheitsmerkmal, nämlich das Hologramm, und ein zweites Sicherheitsmerkmal, nämlich das versteckte Bild, bereitgestellt. Dadurch erhöht sich die Fälschungssicherheit.

**[0005]** DE 195 16 741 A1 beschreibt eine Strukturordnung, bestehend aus mindestens eine beugungsoptisch wirksame Struktur aufweisenden Flächenbereichen für visuell identifizierbare optische Sicherheitselemente. Um ein Fälschen bzw. Kopieren einer solchen Strukturordnung zu erschweren, wird die Strukturordnung derart ausgebildet, dass zur Erzeugung bestimmter optischer Informationen in bestimmten Betrachtungsrichtungen in mindestens

einem Flächenbereich Teilbereiche vorgesehen sind, deren Strukturparameter bis auf die optische Tiefe identisch sind.

**[0006]** WO 03/009225 A2 offenbart ein Verfahren zur Erzeugung optisch diffraktiver Strukturen mittels Elektronenstrahlolithographie. Dem Betrachter werden mehrere, mit der Änderung des Betrachtungswinkels ineinander übergehende, diffraktive Bilder gezeigt. Jedes dieser Bilder setzt sich aus einer Vielzahl von Bildelementen zusammen, wobei die den verschiedenen diffraktiven Bildern zugeordneten Bildelemente gemeinsam in einem Flächenbereich angeordnet sind.

**[0007]** US 6,324,004 B1 beschreibt in einem Vordergrundbereich ein erstes Beugungsgitter  $B_B$  und in einem Hintergrundbereich ein zweites Beugungsgitter  $B_H$  anzuordnen. Die Beugungsgitter  $B_H$  und  $B_B$  werden jeweils aus der Überlagerung zweier Funktionen  $F_1$  und  $F_2$  gebildet, wobei für das Beugungsgitter  $B_H$  die Funktionen phasenverschoben überlagert werden. Die beiden Beugungsgitter  $B_B$  und  $B_H$  haben damit dieselbe Spatialfrequenz. Das eine Beugungsgitter besitzt eine symmetrische Profilform und beugt das Licht in die positiven und negativen Beugungsordnungen mit der gleichen Intensität, wohingegen das zweite Beugungsgitter eine asymmetrische Profilform besitzt und so beispielsweise die positiven Beugungsordnungen bevorzugt, so dass die positiven Beugungsordnungen heller als die negativen erscheinen.

**[0008]** WO 01/80175 A1 offenbart, eine fälschungs- und kopiersichere Beugungsstruktur zu schaffen, die aufgrund hoher Spatialfrequenz ein eindeutig erkennbares Muster zeigt. Hierzu wird in einem Flächenmuster neben Flächenbereichen mit beugenden und streuenden Eigenschaften ein Bereich vorgesehen, welcher mit einer Beugungsstruktur nullter Ordnung (ZOM-Struktur) versehen ist. Diese Beugungsstruktur nullter Ordnung kann hierbei gemäß einer Hüllkurve moduliert sein.

**[0009]** EP 0 992 020 B1 beschreibt ein Flächenmuster mit Beugungsstrukturen bzw. Beugungsgittern zur Erzeugung von optisch variablen Effekten, wobei die Profilhöhe eines Beugungsgitters mit einer Funktion zum Modulieren beschrieben ist, die sich im stetigen Bereich langsam im Vergleich zum Linienabstand ändert.

**[0010]** US 5 999 280 A beschreibt ein holographisches Verfahren zur Erhöhung der Fälschungssicherheit, bei dem in einem Hologramm ein verstecktes Muster geformt ist, das nur mittels einer speziellen Decodiereinrichtung erkennbar ist. Wenn die Decodiereinrichtung über das Hologramm bewegt wird, dann kann das versteckte Muster vom Betrachter optisch erfasst werden.

**[0011]** Ein derartiges Hologramm wird hierbei in einem Codier-Prozess aus einem Hintergrundbild und aus dem in dem Hologramm zu versteckenden Bild generiert. Das Hintergrundbild besteht aus einem Liniennraster mit einer Vielzahl paralleler, schwarzer Streifen. In dem Codier-Prozess werden nun diejenigen Teile des zu versteckenden Bildes, die über den schwarzen Streifen des Hintergrundbildes liegen, in weiß konvertiert. Diejenigen Teile des zu versteckenden Bildes, die über dem weißen Teil des Hintergrundbildes liegen, werden in schwarz belassen. Die Umsetzung in ein Hologramm erfolgt mittels klassischer holographischer Techniken, bei denen aufgrund des zugrundeliegenden physikalischen Prinzips Einschränkungen bezüglich der erzeugbaren Gitterstrukturen bestehen.

**[0012]** Hier ergibt sich jedoch der Nachteil, dass sich ein derartiges Sicherheitselement durch die Verwendung holographischer Techniken nachahmen lässt.

#### Aufgabenstellung

**[0013]** Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Fälschungssicherheit von optischen Sicherheitselementen zu verbessern und ein System zur Visualisierung von versteckten Informationen anzugeben, das ein hohes Maß an Fälschungssicherheit gewährleistet.

**[0014]** Diese Aufgabe wird von einem optischen Sicherheitselement mit einer Substratschicht gelöst, bei dem in einem Bereich der Substratschicht eine durch die Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel definierte Reliefstruktur zur Erzeugung eines optischen erkennbaren Effekts abgeformt ist, wobei ein oder mehrere der die Reliefstruktur definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel in dem Bereich periodisch gemäß einer periodischen Parameter-Variations-Funktion variiert sind, wobei der Bereich in ein oder mehrere Musterbereiche und einen Hintergrundbereich geteilt ist, wobei ein oder mehrere der die Reliefstruktur definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel in dem Hintergrundbereich und den ein oder mehreren Musterbereichen gemäß einer periodischen Parameter-Variations-Funktion periodisch variiert sind, wobei die Reliefstruktur ein Beugungsgitter ist und die Periode der Parameter-Variations-Funktion zwischen 20 µm und 300 µm beträgt, und wobei die ein oder mehreren der die Reliefstruktur definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel in den ein oder mehreren Musterbereichen gemäß einer gegenüber der Parameter-Variations-Funktion des Hintergrundbereichs phasenverschobenen Parameter-Variations-Funktion variiert sind.

**[0015]** Die Aufgabe wird weiter von einem System zur Visualisierung von versteckten Informationen mit einem derartigen optischen Sicherheitselement gelöst, das weiter ein Verifikationselement mit einem durch eine periodische Transmissions-Funktion definierten Verifikationsraster aufweist, dessen Periode der Periode der Parameter-Variations-Funktion entspricht.

**[0016]** Durch die Erfindung werden eine Vielzahl von Vorteilen erreicht: Zum einen ist es nicht möglich, die für die Erfindung notwendigen Reliefstrukturen mittels herkömmlicher holographischer Methoden zu generieren. Dies gilt ebenso für die durch ein erfindungsgemäßes optisches Sicherheitselement generierten optischen Effekte. Auch diese lassen sich nicht mittels herkömmlicher holographischer Methoden imitieren. Eine Nachbildung mittels herkömmlicher holographischer Methoden ist demnach nicht möglich. Weiter werden neuartige optische Effekte generiert, wenn ein erfindungsgemäßes optisches Sicherheitselement durch ein Verifizierungselement betrachtet wird oder ein Verifizierungselement über ein erfindungsgemäßes optisches Sicherheitselement bewegt wird. So ergeben sich bei der Bewegung und/oder bei der Betrachtung aus unterschiedlichen Betrachtungswinkeln markante Farb- und Helligkeitswechsel. Diese neuartigen visuellen Effekte sind der Reliefstruktur eines erfindungsgemäßen optischen Sicherheitselements immanent, so dass eine Nachahmung durch andere, leichter herzustellende Reliefstrukturen nicht möglich ist. Somit wird von einem erfindungsgemäßen optischen Sicherheitselement ein Sicherheitsmerkmal bereitgestellt, das sehr schwer zu kopieren oder zu imitieren ist, das andererseits jedoch von einem Benutzer einfach mittels eines zugeordneten Verifizierungselement verifiziert werden kann.

**[0017]** Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen bezeichnet.

**[0018]** Gemäss einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die Reliefstruktur hierbei von einem Beugungsgitter gebildet, dessen Azimutwinkel periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion in dem Flächenbereich variiert ist. Wird ein Verifikationselement auf einen Flächenbereich mit einer derartigen Reliefstruktur aufgebracht, so sind für den Betrachter zum einen abhängig von der Ausrichtung und Orientierung des Verifikationselements und zum anderen abhängig von der Betrachtungsrichtung unterschiedliche optische Effekte beobachtbar. Beispielsweise nimmt ein Betrachter einen mit einer derartigen Reliefstruktur versehenen Flächenbereich ohne Einsatz eines Verifizierungselements aus allen Betrachtungsrichtungen als homogenen Flächenbereich wahr. In einer ersten Ausrichtung des Verifizierungselements erscheinen Musterbereich und Hintergrundbereich je nach Betrachtungsrichtung

tungsrichtung in unterschiedlicher Helligkeit. In einer zweiten Ausrichtung oder bei Betrachtung aus einer anderen Betrachtungsrichtung ergibt sich der komplementäre Effekt.

**[0019]** Durch eine derartige Reliefstruktur wird demnach ein einfach erkennbares, aber sehr schwer nachahmbares Sicherheitsmerkmal in dem Flächenbereich generiert.

**[0020]** Die Parameter-Variations-Funktion kann den Azimutwinkel des Beugungsgitters hierbei abhängig von dem Wert der X-Achse periodisch variieren. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Parameter-Variations-Funktion den Azimutwinkel des Beugungsgitters hierbei derart variiert, dass sich das Beugungsgitter aus einer Vielzahl von schlangelinienförmigen Linien zusammensetzt. Durch den Einsatz derartiger Parameter-Variations-Funktionen ergeben sich bei Verdrehen des Verifizierungselements auf dem optischen Sicherheitselement interessante optische Effekte die als zusätzliches Sicherheitsmerkmal dienen können. Um derartige Effekte zu erzielen, ist es z.B. zweckmäßig, als Parameter-Variations-Funktion eine Sinusfunktion einzusetzen, die den Azimutwinkel des Beugungsgitters abhängig von dem Wert der X-Achse variiert.

**[0021]** Noch komplexere und damit noch schwerer nachahmbare Sicherheitsmerkmale lassen sich erzielen, wenn die Parameter-Variations-Funktion den Azimutwinkel des Beugungsgitters abhängig von dem Wert der X-Achse und abhängig von dem Wert der Y-Achse periodisch variiert. Hierdurch sind weitere Vorteile in Bezug auf die Fälschungssicherheit des erfindungsgemäßen optischen Sicherheitselements erzielbar.

**[0022]** Die Parameter-Variations-Funktion kann demnach Reliefparameter abhängig von dem Wert der X-Achse, abhängig von dem Wert der Y-Achse sowie abhängig von dem Wert der X-Achse und abhängig von dem Wert der Y-Achse variieren.

**[0023]** Das oben beschriebene Beugungsgitter, dessen Azimutwinkel periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion variiert wird, hat zweckmäßigerweise eine Spatialfrequenz von mehr als 300 Linien pro Millimeter, insbesondere 800 bis 1.200 Linien pro Millimeter, so dass klar erkennbare Helligkeitsunterschiede zu Tage treten. Weiter ist es vorteilhaft, die Parameter-Variations-Funktion derart zu wählen, dass der mittlere Azimutwinkel in Bezug auf das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges im Flächenbereich konstant ist. Dadurch wird ein homogenes Erscheinungsbild im Flächenbereich erzielt, solange kein Verifizierungselement auf den Flächenbereich aufgebracht wird.

**[0024]** Gemäss eines weiteren bevorzugten Aus-

führungsbeispiels der Erfindung ist die Reliefstruktur ein Beugungsgitter, dessen Spatialfrequenz periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion variiert ist. Hierdurch ist es möglich, dass der Flächenbereich unterschiedliche Farberscheinungen und Farbwechsel im Musterbereich und im Hintergrundbereich zeigt, sofern ein Verifizierungselement aufgelegt ist. Diese unterschiedlichen Farberscheinungen und Farbwechsel sind für den Betrachter leicht erkennbar und sind deshalb besonders gut als Sicherheitselement einsetzbar.

**[0025]** Besonders gut erkennbare Effekte lassen sich beim Einsatz einer Parameter-Variations-Funktion erzielen, bei der die Spatialfrequenz des Beugungsgitters abhängig von dem Wert der X-Achse periodisch zwischen einer Maximalfrequenz, vorzugsweise 1.200 Linien pro Millimeter, und einer Minimalfrequenz, vorzugsweise 800 Linien pro Millimeter, variiert ist. Als Parameter-Variations-Funktionen werden hierbei vorzugsweise Sägezahn-, Dreieck- oder Sinus-Funktionen eingesetzt.

**[0026]** Auch hier ist es natürlich möglich, Parameter-Variations-Funktionen zu verwenden, die die Spatialfrequenz nicht nur abhängig von der X-Achse, sondern auch abhängig von der Y-Achse periodisch variieren. Durch derart komplexe Reliefstrukturen lassen sich Sicherheitsmerkmale erzielen, die noch schwerer nachahmbar sind.

**[0027]** Weiter ist es auch hier vorteilhaft, die Parameter-Variations-Funktion derart zu Auflösungsvermögen des menschlichen Auges konstant ist, und damit der Flächenbereich ohne den Einsatz eines Verifizierungselements einen homogenen Farbeindruck für den menschlichen Betrachter ergibt.

**[0028]** Gemäss weiterer bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung variiert die periodische Parameter-Variations-Funktion das Profil der Reliefstruktur, variiert so beispielsweise die Profiltiefe, die Breite der Vertiefungen oder die Profilform. Durch den Einsatz derartiger Parameter-Variations-Funktionen lassen sich Sicherheitsmerkmale erzielen, die Farbänderungen oder Helligkeitsänderungen des Musterbereiches oder des Hintergrundbereiches bei Einsatz eines Verifizierungselements zeigen. Variiert die Parameter-Variations-Funktion die Profilform periodisch zwischen asymmetrischen, bevorzugt zueinander spiegelsymmetrischen Reliefformen, so zeigen sich beim Einsatz eines Verifizierungselements abhängig von der Ausrichtung des Verifizierungselements unterschiedliche, blickwinkelabhängige Effekte im Hintergrundbereich und im Musterbereich. Damit lassen sich auch durch die Variation derartiger Parameter leicht erkennbare und sehr schwer nachahmbare Sicherheitsmerkmale in dem Flächenbereich generieren. Weiter ist es auch möglich, als Reliefstruktur eine Mattstruktur zu verwenden, deren Reliefpara-

meter, beispielsweise Streuwinkel oder bevorzugte Streurichtung (bei anisotropen Mattstrukturen) gemäss der Parameter-Variations-Funktion variiert ist. Weiter ist es auch möglich, dass die Parameter-Variations-Funktion periodisch zwischen verschiedenartigen Reliefstrukturen, beispielsweise zwischen einer Mattstruktur und einem Beugungsgitter oder einer Makrostruktur, variiert.

**[0029]** Gemäss eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung ist es auch möglich, dass die Reliefstruktur eine Makrostruktur mit einer Spatialfrequenz von weniger als 300 Linien pro Millimeter ist. So wird beispielsweise das Licht abhängig von der Position des Verifizierungselements im Muster- und Hintergrundbereich in unterschiedliche Richtungen reflektiert, so dass eine ohne Einsatz eines Verifizierungselements homogene Fläche beim Einsatz eines Verifizierungselements blickwinkelabhängige Helligkeitsunterschiede von Muster- und Hintergrundbereich zeigt.

**[0030]** Natürlich ist es auch möglich, die oben aufgezeigten Möglichkeiten der Variation von Reliefparametern durch die Parameter-Variations-Funktion miteinander zu kombinieren und so beispielsweise mittels der periodischen Parameter-Variations-Funktion sowohl den Azimutwinkel als auch die Spatialfrequenz periodisch zu variieren. So lassen sich beispielsweise farb-, helligkeits- und blickwinkelabhängige Komponenten zu besonders eindrucksvollen Sicherheitsmerkmalen kombinieren.

**[0031]** Bei dem Sicherheitselement gemäß der Erfindung beträgt die Periode der Parameter-Variations-Funktion 20 bis 300  $\mu\text{m}$ . Sie ist insbesondere im Bereich von 20 bis 200  $\mu\text{m}$  zu halten. Hierdurch wird sichergestellt, dass ohne den Einsatz des Verifikationselements der Musterbereich von dem Hintergrundbereich vom menschlichen Betrachter nicht unterscheidbar ist.

**[0032]** Weitere Vorteile ergeben sich, wenn die Parameter-Variations-Funktion eine sowohl von der X-Achse als auch von der Y-Achse abhängige Funktion ist, die in mehr als eine Richtung periodisch ist, und weiter verschiedene Musterbereiche in Bezug auf verschiedene Periodizitäten phasenverschoben sind. Hierdurch ist es möglich, Bewegungseffekte beim Verdrehen des Verifizierungselements auf dem erfindungsgemässen optischen Sicherheitselement zu erzielen.

**[0033]** Als Verifikationselement wird im einfachsten Fall ein einfaches Linienraster mit einer der Periodizität der Parameter-Variations-Funktion entsprechenden Periode eingesetzt. Um die Fälschungssicherheit eines erfindungsgemässen Systems zur Visualisierung von versteckten Informationen weiter zu erhöhen, ist es hier auch möglich, ein komplexeres Li-

nienraster zu verwenden, das beispielsweise aus einer Vielzahl schlangelinienförmiger Linien oder aus einem zweidimensionalen Zufallsmuster besteht. Hierbei ist es dann auch erforderlich, die durch die Parameter-Variations-Funktion erzeugte mittlere Variation von Reliefparametern dem Flächenmuster dieses komplexeren Linienrasters anzupassen.

**[0034]** Weiter Verbesserungen der Fälschungssicherheit sind dadurch erzielbar, dass anstelle eines binären Verifikationsrasters ein Verifikationsraster verwendet wird, das durch eine nicht-binäre Transmissionsfunktion, beispielsweise durch eine sinusförmige Transmissionsfunktion, definiert ist. Die Visualisierung der versteckten Information erfordert demnach ein komplexes, individualisierbares Verifikationselement, wodurch sich die Fälschungssicherheit des Systems erhöht.

**[0035]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft erläutert.

**[0036]** [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Querschnitts durch ein erfindungsgemässes optisches Sicherheitselement.

**[0037]** [Fig. 2a](#) zeigt eine Funktionsskizze mit einer ausschnittswisen Darstellung eines Flächenbereiches eines erfindungsgemässen optischen Sicherheitselements nach Anspruch 1.

**[0038]** [Fig. 2b](#) zeigt einen Flächenbereich des erfindungsgemässen optischen Sicherheitselements nach [Fig. 1](#).

**[0039]** [Fig. 2c](#) zeigt eine Darstellung zur Verdeutlichung der prinzipiellen Funktionsweise des erfindungsgemässen optischen Sicherheitselements nach [Fig. 1](#).

**[0040]** [Fig. 3](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Flächenbereiches eines erfindungsgemässen optischen Sicherheitselements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0041]** [Fig. 4](#) zeigt eine schematische Darstellung eines Flächenbereiches eines erfindungsgemässen optischen Sicherheitselements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0042]** [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5c](#) zeigen Darstellungen möglicher Parameter-Variations-Funktionen für ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen optischen Sicherheitselements.

**[0043]** [Fig. 5d](#) zeigt eine Darstellung eines Flächenbereiches eines erfindungsgemässen optischen Sicherheitselements für ein weiteres Ausführungsbei-

spiel der Erfindung.

[0044] [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) zeigen eine Reliefstruktur bzw. einen Flächenbereich eines erfindungsgemäßen optischen Sicherheitselements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0045] [Fig. 7a](#) bis [Fig. 7e](#) zeigen Flächenbereiche bzw. Reliefstrukturen eines erfindungsgemäßen optischen Sicherheitselements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0046] [Fig. 8a](#) bis [Fig. 8e](#) zeigen einen Flächenbereich, einen Ausschnitt einer Parameter-Variations-Funktion und mehrere Reliefformen eines optischen Sicherheitselements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0047] [Fig. 9a](#) und [Fig. 9b](#) zeigen schematische Darstellungen von Reliefstrukturen eines optischen Sicherheitselements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0048] [Fig. 10a](#) bis [Fig. 10f](#) zeigen schematische Darstellungen verschiedener Verifizierungselements für ein erfindungsgemäßes System zur Visualisierung versteckter Informationen.

[0049] [Fig. 11](#) zeigt eine Funktionsskizze eines erfindungsgemäßen Systems zur Visualisierung von versteckten Informationen.

#### Ausführungsbeispiel

[0050] [Fig. 1](#) zeigt eine Prägefolie **1**, die eine Trägerfolie **11** und eine als optisches Sicherheitselement dienende Übertragungslage **12** aufweist. Die Übertragungslage **12** weist eine Ablöse- und/oder Schutzlackschicht **13**, eine Replizierschicht **14**, eine Reflexionsschicht **15** und eine Klebeschicht **16** auf. Die Trägerschicht **11** besteht beispielsweise aus einer Polyesterfolie einer Dicke von 12 µm bis 50 µm. Auf die Trägerfolie ist die Ablöse- und/oder Schutzlackschicht **13** in einer Dicke von 0,3 bis 1,2 µm sowie die Replizierschicht **14** aufgebracht. Auf die Ablöse- und/oder Schutzlackschicht **13** könnte hierbei auch verzichtet werden.

[0051] Bei der Replizierschicht **14** handelt es sich vorzugsweise um ein transparentes, thermoplastisches Kunststoffmaterial, das beispielsweise mittels eines Druckverfahrens auf den von der Trägerfolie **11** und der Schutzlack- und/oder Ablöseschicht **13** gebildeten Folienkörper aufgebracht wird. Nach Trocknung wird in die Replizierschicht mittels eines Prägewerkzeuges in dem Bereich **18** eine Reliefstruktur **17** repliziert. Es ist jedoch auch möglich, dass die Replikation mittels eines UV-Replikationsverfahrens durchgeführt wird, bei dem ein UV-Replizierlack auf den von der Trägerfolie **11** und der Ablöse- und/oder

Schutzlackschicht **13** gebildeten Folienkörper aufgetragen und anschließend zur Replikation der Reliefstruktur **17** partiell mit UV-Licht bestrahlt wird. Nach der Replikation der Reliefstruktur **17** in die Replizierschicht **14** erhärtet der Replizierlack durch Vernetzen oder in sonstiger Weise.

[0052] Auf die Replizierschicht **14** wird nun eine dünne Reflexionsschicht **15** aufgebracht. Bei der Reflexionsschicht **15** handelt es sich vorzugsweise um eine dünne, aufgedampfte Metallschicht oder um eine HRI-Schicht (HRI = High Refraction Index). Als Materialien für eine HRI-Schicht kommen beispielsweise  $\text{TiO}_2$ , ZnS oder  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  in Frage. Als Material für die Metallschicht kommt im wesentlichen Chrom, Aluminium, Kupfer, Eisen, Nickel, Silber, Gold oder eine Legierung mit diesen Materialien in Frage. Weiter kann anstelle einer derartigen metallischen oder dielektrischen Reflexionsschicht eine Dünnschichtfolge mit mehreren dielektrischen oder dielektrischen und metallischen Schichten eingesetzt werden.

[0053] Auf den so gebildeten Folienkörper wird nun die Klebeschicht **16** aufgebracht, die beispielsweise aus einem thermisch aktivierbaren Kleber besteht.

[0054] Zum Aufbringen des optischen Sicherheitselements auf einem Sicherheitsdokument oder einem sonstigen zu sichernden Gegenstand wird die Prägefolie mit der Übertragungslage **12** voran auf das Sicherheitsdokument bzw. den zu sichernden Gegenstand aufgebracht und dabei die Trägerfolie **11** von der Übertragungslage **12** abgezogen und entfernt.

[0055] Es ist natürlich auch möglich, dass ein erfindungsgemäßes optisches Sicherheitselement Teil einer Transfer-, Sticker- oder Laminierfolie ist oder von einer Präge-, Sticker-, Transfer- oder Laminierfolie gebildet wird. Weiter ist es natürlich auch möglich, dass ein erfindungsgemäßes optisches Sicherheitselement neben den in [Fig. 1](#) gezeigten Schichten **13**, **14**, **15** und **16** weitere Schichten aufweist. Derartige Schichten können beispielsweise (farbige) Dekorschichten oder Schichten eines Dünnschichtsystems ein, das blickwinkelabhängige Farbverschiebungen mittels Interferenz erzeugt.

[0056] Weiter ist es auch möglich, die Reflexionsschicht **15** nur partiell auszuführen oder auf sie ganz zu verzichten, so dass das optische Sicherheitselement als transparentes und nicht als reflektives optisches Sicherheitselement wirkt. Auch könnte auf die Klebeschicht **16** verzichtet werden.

[0057] Die genaue Form der Reliefstruktur **17** sowie die von der Reliefstruktur **17** erzeugten optischen Effekte werden nun im Folgenden anhand der Figuren [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) erläutert: [Fig. 2a](#) zeigt einen Teil-Flächenbereich **21** mit einem Musterbereich **23** und einem Hintergrundbereich **22**,

sowie einen Teilausschnitt eines Verifizierungselements **20** mit drei Linienrastern **26**. [Fig. 2b](#) zeigt einen Flächenbereich **27** mit einem Hintergrundbereich **28** und zwei Musterbereichen **29** und **30**, wobei der Teil-Flächenbereich **21** einen Ausschnitt aus dem Flächenbereich **27** zeigt.

**[0058]** Wie aus den Figuren [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) erkennbar, ist in dem Flächenbereich **27** bzw. in dem Teil-Flächenbereich **21** eine Reliefstruktur abgeformt, deren Azimutwinkel abhängig von dem Wert der X-Achse schlangelinienförmig variiert ist.

**[0059]** Die Reliefstruktur wird vorzugsweise mit einem Elektronenstrahl-Lithographiesystem, das Perioden im Sub-Mikron-Bereich bis Mikron-Bereich ermöglicht, oder mittels eines photolithographischen Prozesses, der Perioden kleiner als 1  $\mu\text{m}$  ermöglicht, in die Replizierschicht **14** abgeformt. Die Spatialfrequenz der Reliefstruktur beträgt hierbei etwa 1.000 Linien pro Millimeter. Die Periode der Parameter-Variations-Funktion, die den Azimutwinkel der Reliefstruktur **17** periodisch zwischen +40 Grad und -40 Grad variiert, beträgt vorzugsweise 20 bis 300  $\mu\text{m}$ . Bei der Parameter-Variations-Funktion handelt es sich um eine Sinus-Funktion. Es ist natürlich auch möglich, eine andere periodische Funktion als Parameter-Variations-Funktion zu verwenden oder andere minimale/maximale Azimutwinkel vorzusehen.

**[0060]** Weiter dienen die Darstellungen in [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) lediglich zur Erläuterung des Funktionsprinzips und sind nicht maßstäblich ausgeführt. Üblicherweise haben die Musterbereiche **23**, **30** und **29** Abmessungen, die einem Vielfachen der Periode der Parameter-Variations-Funktion entspricht und bewegen sich jedenfalls in einem Bereich, der für das menschliche Auge auflösbar ist.

**[0061]** Der Teilbereich **23** hat eine Breite, die der Länge einer Periode **25** der Parameter-Variations-Funktion entspricht, und so beispielsweise 100  $\mu\text{m}$  breit ist. Wie in [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) erkennbar, wird der Azimutwinkel der Reliefstruktur **17** in den Hintergrundbereichen **22** und **28** und den Musterbereichen **23**, **30** und **29** durch gegeneinander um 180 Grad phasenverschobene Parameter-Variations-Funktionen, die ansonsten identisch sind, variiert. Wie in [Fig. 2a](#) angedeutet, ist so die in dem Musterbereich **23** angewendete Parameter-Variations-Funktion gegenüber der im Hintergrundbereich **22** angewendeten Parameter-Variations-Funktion um eine halbe Periodenlänge **24**, also um 50  $\mu\text{m}$ , gegeneinander verschoben. Eine Phasenverschiebung von 180 Grad ermöglicht einen besonders großen Kontrast zwischen Musterbereich und Hintergrundbereich. Natürlich ist es hierbei auch möglich, von der Phasenverschiebung um 180 Grad etwas abzuweichen. Weiter kann es auch Vorteile mit sich bringen, in dem ein oder anderen Musterbereich erheblich von

einer Phasenverschiebung von 180 Grad abzuweichen und beispielsweise eine Phasenverschiebung von 45 Grad oder 135 Grad vorzusehen. So ist es beispielsweise möglich, versteckte Graustufenbilder zu realisieren, bei denen die Graustufe mittels der Phasenverschiebung kodiert ist.

**[0062]** Ohne Einsatz des Verifizierungselements **20** erscheint nun dem menschlichen Betrachter der Flächenbereich **27** homogen, da der mittlere, für das menschliche Auge auflösbare Azimutwinkel in den Musterbereichen **29** und **30** und in dem sie umgebenden Hintergrundbereich **28** konstant ist. Für den Betrachter ergibt sich dann in dem Flächenbereich **28** ein homogener, blickwinkelabhängiger optischer Effekt, der von dem von der Parameter-Variations-Funktion abgedeckten Azimutwinkelbereich sowie von der gewählten Spatialfrequenz der Reliefstruktur **17** abhängig ist.

**[0063]** [Fig. 2c](#) verdeutlicht nun die Situation, in der das Verifizierungselement **20** auf dem Teil-Flächenbereich **21** plaziert ist. Die Lichtquelle liegt in der Y-Z Ebene, so dass der k-Vektor des Lichts keine Y-Komponente besitzt.

**[0064]** [Fig. 2c](#) zeigt den Teil-Flächenbereich **21**, das Linienraster **26**, den Musterbereich **23** und den Hintergrundbereich **22**. Weiter zeigt [Fig. 2c](#) einen optischen Eindruck **31** eines Betrachters, der die Teilfläche **21** von der linken Seite betrachtet und einen optischen Eindruck **32** eines Betrachters, der den Teil-Flächenbereich von der rechten Seite betrachtet.

**[0065]** Wie in [Fig. 2c](#) gezeigt, decken die Rasterlinien **26** des Verifizierungselements **20** nur die Flächenbereiche des Hintergrundbereiches **22** mit negativen Azimutwinkeln und nur Flächenbereiche des Musterbereiches **21** mit positiven Azimutwinkeln ab. Wenn der Teil-Flächenbereich **21** von einem negativen Azimutwinkel, also von links betrachtet wird, ist demnach der Hintergrundbereich **22** dunkel und der Musterbereich **23** hell. Wenn der Teilbereich **21** von der positiven Azimutwinkel-Seite, also von rechts, betrachtet wird, ist der Hintergrundbereich **22** hell und der Musterbereich **23** dunkel.

**[0066]** Der optische Eindruck **31** zeigt somit eine Abdeckung **312** durch die Rasterlinie **26**, dunkle Bereiche **311** und **314** im Bereich des Hintergrundbereichs **22** und einen hellen Bereich **313** im Bereich des Musterbereichs **23**. Im Gegenzug zeigt der optische Eindruck eine Abdeckung **322** durch die Rasterlinie **26** und helle Bereiche **321** und **324** im Bereich des Hintergrundbereichs **22** und einen dunklen Bereich **323** im Bereich des Musterbereichs **23**.

**[0067]** Bei einer realen Betrachtung verschwinden die Abdeckungen **312** und **322**, da sich die Periode der Parameter-Variations-Funktion in einer Größen-

ordnung bewegt, die vom menschlichen Auge nicht mehr auflösbar ist. Demnach ergeben sich für den Betrachter von der linken Seite helle Musterbereiche und dunkle Hintergrundbereiche und für den Betrachter von der rechten Seite dunkle Musterbereiche und ein heller Hintergrundbereich. Wird das Verifizierungselement 20 um eine halbe Periode der Parameter-Variations-Funktion verschoben, so ergibt sich der gegenteilige Eindruck, also ein heller Hintergrundbereich und dunkle Musterbereiche bei der Betrachtung von der linken Seite und ein dunkler Hintergrundbereich und helle Musterbereiche bei der Betrachtung von der rechten Seite. Wird das optische Sicherheitselement demnach durch das Verifizierungselement 20 betrachtet, wird eine dynamische Kontrolle des Helligkeits-Kontrastes realisiert.

[0068] [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) zeigen nun zwei weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung, bei denen der Azimutwinkel der Reliefstruktur 17 durch eine periodische Parameter-Variations-Funktion variiert wird.

[0069] [Fig. 3](#) zeigt einen Flächenbereich 33 mit einem Hintergrundbereich 34 und einem Musterbereich 35 sowie einen Teilbereich des Verifizierungselements 20 mit mehreren Rasterlinien 26.

[0070] Die Periode der Parameter-Variations-Funktion nach [Fig. 3](#) beträgt 50  $\mu\text{m}$ , so dass der Linienabstand der Rasterlinien 26 hier auch 50  $\mu\text{m}$  beträgt. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, wird der Hintergrundbereich 34 von sechs Teilbereichen 341 bis 346 gebildet. Die Teilbereiche 341 bis 346 haben jeweils die Breite einer Periode der Parameter-Variations-Funktion, bei der es sich um eine periodisch aus parabolischen Teilstücken zusammengesetzte Funktion handelt. Der Musterbereich 35 wird von zwei Teilflächen 351 und 352 gebildet, die jeweils ebenfalls die Breite einer Periode der Parameter-Variations-Funktion besitzen.

[0071] Wie bei dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#), werden von den Rasterlinien 26 entweder die negativen Azimutwinkel-Bereiche des Hintergrundbereiches 34 und die positiven Azimutwinkel-Bereiche des Musterbereiches 35 oder die positiven Azimutwinkel-Bereiche des Hintergrundbereiches 34 und die negativen Azimutwinkel-Bereiche des Musterbereiches 35 abgedeckt. Damit ergibt sich der anhand von [Fig. 2c](#) erläuterte Effekt, wobei im Vergleich zu dem Flächenbereich 27 aufgrund der sich unterscheidenden Parameter-Variations-Funktion das Erscheinungsbild aus verschiedenen Betrachtungsrichtungen etwas unterschiedlich ist.

[0072] [Fig. 4](#) zeigt einen Flächenbereich 4, der sich aus mehreren Teilbereichen 40 bis 49 zusammensetzt. Die Flächenbereiche 40 bis 49 werden jeweils von identischen Beugungsstrukturen gebildet, die jeweils eine Vielzahl von kreisförmig um das Zentrum der jeweiligen Teilfläche angeordneten konzentri-

schon Ringe aufweisen. Die Breite und Höhe einer Teilfläche beträgt etwa 100  $\mu\text{m}$ , die Spatalfrequenz der Beugungsstruktur etwa 1.000 Linien pro Millimeter.

[0073] Damit zeigt [Fig. 4](#) ein Beispiel einer periodischen Parameter-Variations-Funktion, bei der der Azimutwinkel der Beugungsstruktur 17 abhängig von dem Wert der X- und Y-Achse periodisch variiert ist. Diese Funktion zeigt damit eine Periodizität sowohl in die X- als auch in die Y-Achse, so dass versteckte Informationen bei unterschiedlicher Orientierung des Verifizierungselements 20 auslesbar sind. Musterbereiche werden nun in dem Flächenbereich 4 nach der in [Fig. 3](#) gezeigten Art plaziert, so dass die Teilflächen 41 bis 46 von identischen, aber phasenverschobenen Teilflächen überdeckt werden. Hierbei ist eine Phasenverschiebung der Teilflächen eines möglichen Musterbereiches sowohl in X- als auch in Y-Richtung möglich, je nach Wahl dieser Phasenverschiebung ist der Musterbereich dann bei Ausrichtung des Gitters in Y-Richtung bzw. in X-Richtung auslesbar.

[0074] Im Folgenden wird anhand der Figuren [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5d](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert, bei dem die Reliefstruktur ein Beugungsgitter ist, dessen Spatalfrequenz periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion variiert ist.

[0075] [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5c](#) zeigen drei verschiedene Parameter-Variations-Funktionen 53, 54 und 55, die eine Spatalfrequenz 52 abhängig von einem Wert 51 der X-Achse des Flächenbereiches variieren. Der k-Vektor der in den [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5c](#) beschriebenen Reliefstrukturen ist in Richtung der Y-Achse orientiert, so dass die Rillen der Reliefstruktur parallel zur X-Achse orientiert sind. Die Rasterlinien 58 sind ebenfalls parallel zur X-Achse orientiert.

[0076] Die Parameter-Variations-Funktion 53 ist eine sägezahnförmige Funktion, die die Spatalfrequenz im Bereich von 800 Linien pro Millimeter bis 1.200 Linien pro Millimeter sägezahnförmig variiert. Die Periode der Parameter-Variations-Funktion beträgt 50  $\mu\text{m}$ . Bei den Minima der Parameter-Variations-Funktion 53, also bei einem Wert von 800 Linien pro Millimeter, ergibt sich ein roter Farbeindruck, der sich dann zum nächsten Maxima bei 1.200 Linien pro Millimeter linear in einen blauen Farbeindruck wandelt. Innerhalb einer Periode ändert sich demnach der Farbeindruck von rot nach blau. Die Farbeindrücke beziehen sich hierbei auf eine typische Beleuchtungs/Betrachtungswinkelkombination.

[0077] Die Parameter-Variations-Funktion 54 ist eine Dreieck-Funktion mit einer Periode von 100  $\mu\text{m}$ , die die Spatalfrequenz des Beugungsgitters von einem Minimalwert von 800 Linien pro Millimeter zu ei-



nem Maximalwert von 1.200 Linien pro Millimeter und zurück variiert. Damit ändert sich innerhalb einer Periode der Farbeindruck von rot zu blau und wieder zurück von blau nach rot.

**[0078]** Die Parameter-Variations-Funktion **55** ist eine Sinus-Funktion mit einer Periode von 100  $\mu\text{m}$ , die die Spatialfrequenz des Beugungsgitters abhängig vom Wert der X-Achse von einem Minimalwert von 800 Linien pro Millimeter in einen Maximalwert von 1.200 Linien pro Millimeter und zurück variiert. Damit ergibt sich innerhalb einer Periode ein Farbeindruck von rot nach blau und zurück nach rot.

**[0079]** Da die Perioden der Parameter-Variations-Funktionen **53** bis **55** unterhalb des Auflösungsvermögens des menschlichen Auges liegen, ergibt sich für den Betrachter innerhalb des Flächenbereiches ein einheitlicher Farbeindruck, der sich aus der Mischung des durch die Parameter-Variations-Funktion bestimmten Farbspektrums ergibt. Wird nun ein Verifizierungselement **57** mit den Rasterlinien **58**, die einen der Periode der Parameter-Variations-Funktion entsprechenden Linienabstand **56** besitzen, auf dieses Beugungsgitter aufgebracht, so wird jeweils von den Rasterlinien **58** ein bestimmter Teil des Farbspektrums abgedeckt, so dass sich der Farbeindruck bei Bewegung des Verifizierungselements über das Beugungsgitter ändert.

**[0080]** [Fig. 5d](#) zeigt nun einen Flächenbereich **50** mit einem Hintergrundbereich **501** und einem Musterbereich **502**. In dem Hintergrundbereich **501** ist die Spatialfrequenz der Reliefstruktur gemäss der Parameter-Variations-Funktion **54** variiert. In dem Musterbereich **502** ist die Spatialfrequenz der Reliefstruktur mit einer um eine halbe Periode, also um 50  $\mu\text{m}$ , phasenverschobene Parameter-Variations-Funktion **54** variiert. Wird nun das Verifikationselement **57** mit dem Linienraster-Abstand **56** über den Flächenbereich **50** bewegt, so werden in dem Hintergrundbereich **501** und dem Musterbereich **502** jeweils unterschiedliche Farbbereiche abgedeckt, so dass der Musterbereich **502** für den menschlichen Betrachter einen anderen Farbeindruck als der Hintergrundbereich **501** vermittelt. Wird so das Verifikationselement **57** über den Musterbereich **50** bewegt, so ergibt sich beispielsweise zuerst der Eindruck eines blauen Musterbereiches und eines roten Hintergrundbereiches, der dann mit Bewegung des Verifikationselements stetig in einen roten Musterbereich vor einem blauen Hintergrundbereich übergeht.

**[0081]** Wie bereits oben in Bezug auf die [Fig. 2b](#) ausgeführt, dient [Fig. 5d](#) lediglich zur Erläuterung des Funktionsprinzips. Üblicherweise haben Musterbereiche eine Ausdehnung, die eine Vielzahl von Perioden der Parameter-Variations-Funktion umfasst und in einer Größenordnung liegt, die für das menschliche Auge auflösbar ist.

**[0082]** Durch die Parameter-Variations-Funktion wird demnach zum einen der homogene Farbeindruck bestimmt, der sich in dem Fall ergibt, in dem kein Verifikationselement auf dem Flächenbereich **50** aufgelegt ist. Weiter wird durch die Parameter-Variations-Funktion bestimmt, wie sich die Farbe beim Verschieben des Verifikationselement über den Flächenbereich **50** ändert (z.B. abrupte Farbänderungen bei Verwendung der Parameter-Variations-Funktion **53**), was als zusätzliches Sicherheitsmerkmal dient.

**[0083]** Anhand von [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) wird nun ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert, bei dem die Reliefstruktur ein Beugungsgitter ist, dessen Profiltiefe periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion variiert ist.

**[0084]** [Fig. 6a](#) zeigt eine Reliefstruktur **61**, deren Profiltiefe bei konstanter Spatialfrequenz durch eine periodische Parameter-Variations-Funktion mit einer Periode **63** variiert ist.

**[0085]** Bei der Reliefstruktur **61** handelt es sich bevorzugt um eine Beugungsstruktur erster Ordnung (Spatialfrequenzbereich bewegt sich im Bereich der Wellenlänge) oder eine Beugungsstruktur nullter Ordnung (Linienabstand ist kleiner als die Wellenlänge des Lichtes). Die Profiltiefe wird durch die periodische Parameter-Variations-Funktion im Vergleich zu der Spatialfrequenz des Beugungsgitters langsamer abhängig von dem Wert der X-Achse oder abhängig von dem Wert der X- und Y-Achse verändert. Die Periode der Parameter-Variations-Funktion beträgt zwischen 10  $\mu\text{m}$  und 100  $\mu\text{m}$  und hat bevorzugt einen Wert um 100  $\mu\text{m}$ .

**[0086]** Die Reliefstruktur **61** nach [Fig. 6a](#) hat so beispielsweise eine Spatialfrequenz von 1.000 Linien pro Millimeter, der Linienabstand **62** beträgt so 1  $\mu\text{m}$ . Die Periode **63** beträgt 100  $\mu\text{m}$  und die Profiltiefe wird periodisch abhängig vom Wert einer Y-Achse **69** zwischen 0 nm und beispielsweise 150 nm variiert.

**[0087]** In [Fig. 6b](#) ist nun ein von einer X-Achse **68** und der Y-Achse **69** aufgespannter Flächenbereich **65** mit einem Hintergrundbereich **66** und einem Musterbereich **67** dargestellt, in dem die Reliefstruktur **61** wie in [Fig. 6a](#) dargestellt periodisch in Richtung der Y-Achse variiert ist. Wie in [Fig. 6b](#) gezeigt, ist in dem Musterbereich **67** die Parameter-Variations-Funktion um eine halbe Periode, also um 50  $\mu\text{m}$ , gegenüber der Parameter-Variations-Funktion des Hintergrundbereiches **66** verschoben.

**[0088]** Wird nun der Flächenbereich **65** durch ein Verifizierungselement mit einem Linienraster von 100  $\mu\text{m}$  betrachtet, so werden in dem Hintergrundbereich **66** und dem Musterbereich **67** Bereiche mit unterschiedlichen Profiltiefen abgedeckt, so dass der Mus-

terbereich **67** nicht mehr homogen erscheint. Beim Auflegen des Verifizierungselements ergibt sich somit ein Helligkeitskontrast zwischen Musterbereich und Hintergrundbereich, der sich bei Verschieben des Verifizierungselements ändert. Werden so von dem Linienraster die Bereiche des Hintergrundbereiches um 150 nm Profiltiefe abgedeckt, so erscheint der Hintergrundbereich dunkler, da der im Hintergrundbereich erzeugte optische Effekt durch Profiltiefen um die 0 nm bestimmt wird. Umgekehrt erscheint in dieser Position des Verifizierungselements der Musterbereich heller. Beim Verschieben des Verifizierungselements ändert sich dieser Effekt dann langsam in das Gegenteil, so dass der Hintergrundbereich heller und der Musterbereich dunkler erscheint.

[0089] Anhand der [Fig. 7a](#) bis [Fig. 7e](#) wird nun ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert, bei dem die Reliefform der Reliefstruktur periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion variiert ist.

[0090] [Fig. 7a](#) zeigt einen Flächenbereich **7** mit einem Musterbereich **74** und einem Hintergrundbereich **73**. Der Flächenbereich **7** weist weiter in Richtung der X-Achse eine periodische Abfolge von Teilbereichen **71** und **72** auf, wobei in Teilbereichen **71** im Hintergrundbereich eine Reliefform **76** und im Musterbereich eine Reliefform **75** sowie in Teilbereichen **72** im Hintergrundbereich die Reliefform **75** und im Musterbereich die Reliefform **76** abgeformt ist.

[0091] Die Breite der Teilbereiche **71** und **72** beträgt weniger als 300 µm, so dass die Teilbereiche **71** und **72** nicht vom menschlichen Auge auflösbar sind. Die Reliefformen **75** und **76** stellen asymmetrische, zueinander gespiegelte Strukturen dar, so dass die Profilform **76** auch als Reliefstruktur **75** betrachtet werden kann, bei der der Azimutwinkel um 180 Grad gegenüber der Reliefform **75** gedreht ist. Typische Spatialfrequenzen der Profilformen **75** und **76** liegen im Bereich von 1.200 Linien pro Millimeter bis 150 Linien pro Millimeter.

[0092] Die Breite der Teilbereiche **71** und **72** beträgt so beispielsweise jeweils 50 µm, so dass die Periode der Parameter-Variations-Funktion des Flächenbereichs **7** 100 µm beträgt. Die Spatialfrequenz der Profilformen **75** und **76** beträgt beispielsweise 1.150 Linien pro Millimeter.

[0093] Wird nun der Flächenbereich **7** ohne Verwendung eines Verifikationselementes betrachtet, ergibt sich im Flächenbereich **7** für den menschlichen Betrachter ein homogener Eindruck, der dem eines sinusförmigen Beugungsgitters mit einer Spatialfrequenz der Profilformen **75** und **76**, also von 1.150 Linien pro Millimeter, entspricht.

[0094] Wenn ein Verifizierungselement mit einer Periode, die der Periode der Parameter-Variations-Funktion entspricht oder nahezu entspricht, auf den Flächenbereich **7** aufgelegt wird, wird der Musterbereich **74** sichtbar. Je nachdem, ob die Rasterlinien die Profilformen **75** oder **76** des Musterbereiches **74** abdecken, ergibt sich für den Betrachter ein dunkler Musterbereich vor einem hellen Hintergrundbereich bzw. ein heller Musterbereich vor einem dunklen Hintergrundbereich. Wird der Flächenbereich um 180 Grad gedreht, ergibt sich für den Betrachter der komplementäre Eindruck.

[0095] So ergibt sich beispielsweise bei Abdeckung der Teilbereiche **71** durch Rasterlinien **77** im Flächenbereich **7** der in [Fig. 7d](#) dargestellte Effekt, dass der Musterbereich **74** dunkel und der Hintergrundbereich **73** hell erscheint. Wird der Flächenbereich **7** um 180 Grad gedreht, so ergibt sich die in [Fig. 7e](#) gezeigte Situation eines hellen Musterbereiches **74** vor einem dunklen Hintergrundbereich **73**. Da die Periode der Parameter-Variations-Funktion geringer als das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges ist, sind die Rasterlinien **77** für den Betrachter nicht sichtbar, so dass bei der Betrachtung des Flächenbereiches in der Situation nach [Fig. 7d](#) für den Betrachter der dunkle Flächenbereich **74** vor dem hellen Hintergrundbereich **73** und in der Situation nach [Fig. 7e](#) der helle Musterbereich **74** vor dem dunklen Hintergrundbereich **73** sichtbar ist. Dieser zusätzliche Kipp-Effekt bei Betrachtung aus um 180° gegeneinander gedrehten Richtungen bildet ein zusätzliches Sicherheitsmerkmal.

[0096] Natürlich ist es auch möglich, dass die Parameter-Variations-Funktion in den Teilbereichen **71** und **72** zwischen beliebigen anderen asymmetrischen Profilformen variiert ist. Weiter ist es auch möglich, dass die Parameter-Variations-Funktion keine binäre Funktion ist, die zwischen zwei unterschiedlichen Profilformen unterscheidet, sondern dass beispielsweise der Neigungswinkel der Profilform **75** linear gemäss einer Sinus-Funktion variiert ist. Auch hierdurch ergeben sich zusätzliche Sicherheitsmerkmale, die zur Erhöhung der Fälschungssicherheit beitragen.

[0097] Weiter ist auch allgemein die Verwendung von Parameter-Variations-Funktionen möglich, bei denen sich die Reliefform periodisch ändert. Das Reliefprofil kann so beispielsweise durch eine Funktion

$$f_3(x) = f_1(x) + f_2(x)$$

dargestellt werden, bei der

$$f_1(x) = b \sin \left( \frac{2\pi x}{d} \right)$$

$$f_2(x) = \frac{b}{2} \sin \left( \frac{2\pi x}{d/2} + \beta(x) \right)$$

**[0098]** So ist es weiter auch möglich, dass die Parameter-Variations-Funktion die Reliefform der Reliefstruktur periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion variiert, indem sie die Breite der Täler der Reliefstruktur periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion variiert.

**[0099]** Dies wird nun beispielhaft anhand der Figuren [Fig. 8a](#) bis [Fig. 8e](#) verdeutlicht.

**[0100]** In einem einer Periode der Parameter-Variations-Funktion entsprechenden Bereich **8** wird die Breite der Täler der Reliefstruktur bei konstanter Spatalfrequenz linear verkleinert. Wie in [Fig. 8b](#) dargestellt, wird so eine Breite **82** der Täler der Reliefstruktur entlang einer X-Achse **81** gemäss einer Funktion **83** variiert. Die Parameter-Variations-Funktion ist beispielsweise eine sägezahnförmige Funktion, die die Breite einer rechteckförmigen Reliefstruktur mit einem Linienabstand von 300 nm zwischen 230 und 70 nm variiert. Damit ergibt sich in einem Bereich a des Flächenbereiches **8** eine Profilform **84** ([Fig. 8c](#)), in einem Bereich b des Flächenbereiches **8** eine Profilform **85** ([Fig. 8d](#)) und in einem Bereich c des Flächenbereiches **8** eine Profilform **86** ([Fig. 8e](#)), wobei die Profilformen **84**, **85** und **86** einen Linienabstand **87** von 300 nm besitzen.

**[0101]** Gemäss der gewählten Spatalfrequenz werden in den Bereichen a, b und c optische Effekte unterschiedlicher Farbe und Helligkeit erzeugt, so dass sich bei Phasenverschiebung von Muster- und Hintergrundbereich die bereits oben angeführten optischen Überlagerungseffekte bei Verwendung eines Verifikationselements/ohne Verwendung eines Verifikationselements ergeben. Die Periode der Parameter-Variations-Funktion liegt hier vorzugsweise ebenfalls in dem Bereich von 40 bis 300 µm.

**[0102]** Gemäss eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung ist es auch möglich, als Reliefstruktur eine Makrostruktur von mehr als 300 Linien pro Millimeter zu verwenden. Typische Perioden einer derartigen Makrostruktur betragen 10 µm. Makrostrukturen wirken so im wesentlichen durch Reflexion und nicht durch Beugung. Zwei derartige Makrostrukturen sind in den Figuren [Fig. 9a](#) und [Fig. 9b](#) gezeigt, wobei die Figur [Fig. 9a](#) eine Makrostruktur **91** mit einer Periode **93** und Figur [Fig. 9b](#) eine Makrostruktur

**92** mit der Periode **93** beschreibt. Die Periode **93** beträgt beispielsweise 100 µm. Werden nun die Makrostrukturen **91** und **92** durch ein Verifikationselement mit einem der Periode **93** entsprechenden Linienabstand betrachtet, so sind je nach Lage des Verifikationselements unterschiedliche Bereiche der Makrostrukturen **91** und **92** sichtbar. In den Musterbereichen ist die Makrostruktur **91** nun gegenüber der Makrostruktur in dem Hintergrundbereich phasenverschoben, so dass im Hintergrundbereich und im Musterbereich bei Verwendung des Verifikationselements jeweils unterschiedliche Bereiche der Makrostrukturen **91** und **92** sichtbar sind. Wenn das Verifikationselement nicht aufgelegt ist, erscheint der gesamte Flächenbereich homogen. Bei Auflage des Verifikationselements ergibt sich ein Helligkeitskontrast zwischen dem Musterbereich und dem Hintergrundbereich.

**[0103]** Die Ausführungsbeispiele nach den Figuren [Fig. 1](#) bis [Fig. 9d](#) sind jeweils anhand der Verwendung eines linearen Linienrasters als Codierungsschema/Verifikationselement erläutert. Wie bereits oben ausgeführt, ist es jedoch auch möglich, neben einem linearen Linienraster auch weitere, insbesondere auch zweidimensionale Raster zu verwenden. [Fig. 10a](#) zeigt so ein lineares Linienraster **101** und die Figuren [Fig. 10b](#) bis [Fig. 10f](#) weitere Linienraster **102** bis **106**, die ebenfalls bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren [Fig. 1](#) bis [Fig. 9b](#) Verwendung finden können.

**[0104]** Weiter ist es auch möglich, in einem Flächenbereich Musterbereiche vorzusehen, die bei unterschiedlichen Rastern sichtbar werden. So ist in [Fig. 11](#) ein Flächenbereich **110** gezeigt, bei dem verschiedene Musterbereiche **113** vorgesehen sind, die jeweils bei einem bestimmten Neigungswinkel eines Verifikationselements **11** sichtbar werden. Wird nun das Verifikationselement **11** auf dem Flächenbereich **112** gedreht, so ergibt sich der Effekt eines sich bewegenden Bildes. Wird der Flächenbereich **112** ohne Verifikationselement **111** betrachtet, so ergibt sich der Eindruck eines homogenen Flächenbereichs **110**. Derartige Musterbereiche **113** sind mit den Ausführungsbeispielen nach den Figuren [Fig. 1](#) bis [Fig. 9b](#) realisierbar, wobei es natürlich auch möglich ist, unterschiedliche Ausführungsbeispiele miteinander zu kombinieren, um hier noch zusätzliche Farbercheinungen und betrachtungswinkelabhängige Sicherheitsmerkmale zu erzielen.

**[0105]** Weiter ist es möglich, ein Verifikationselement zu verwenden, dessen Raster nicht mit dem der Parameter-Variations-Funktion übereinstimmt. So kann das Verifikationselement beispielsweise eine Periode besitzen, die der zwei- oder mehrfachen Periode der Parameter-Variations-Funktion entspricht. Weiter kann das Verifikationselement auch ein hyperbolisches Muster einer der Periode der Parame-

ter-Variations-Funktion entsprechenden Periode ausformen.

**[0106]** Die oben beschriebenen Sicherheitsmerkmale können als allein stehende Sicherheitsmerkmale eingesetzt werden. Es ist jedoch auch möglich, diese Sicherheitsmerkmale mit weiteren Sicherheitsmerkmalen innerhalb eines Sicherheitsprodukts zu kombinieren. Sie können so Teil eines OVDs (Optical Variable Device), beispielsweise Kinegram® oder Trustseal® sein und so beispielsweise den Hintergrund eines Kinegram® bilden. Weiter ist es möglich, dass die oben beschriebenen Sicherheitsmerkmale mosaikartig in einem OVD angeordnet werden.

### Patentansprüche

1. Optisches Sicherheitselement (1) mit einer Substratschicht (14), wobei in einem Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) der Substratschicht eine durch die Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel definierte Reliefstruktur (17) zur Erzeugung eines optisch erkennbaren Effektes abgeformt ist, wobei ein oder mehrere der die Reliefstruktur (17) definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel in dem Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) periodisch gemäss einer periodischen Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) variiert sind, wobei der Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) in ein oder mehrere Musterbereiche (23, 30, 29, 35, 502, 74, 67) und einen Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) geteilt ist, wobei ein oder mehrere der die Reliefstruktur (17) definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel in dem Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) und den ein oder mehreren Musterbereichen (23, 30, 29, 35, 502, 74, 67) gemäss einer periodischen Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) periodisch variiert sind, wobei die Reliefstruktur (17) ein Beugungsgitter ist und die Periode der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) zwischen 20 µm und 300 µm beträgt, und wobei die ein oder mehreren der die Reliefstruktur (17) definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatialfrequenz und Azimutwinkel in den ein oder mehreren Musterbereichen (23, 29, 30, 35, 502, 74, 67) gemäss einer gegenüber der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) des Hintergrundbereiches (22, 28, 34, 501, 73, 66) phasenverschobenen Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) variiert sind.

2. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenverschiebung der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) zwischen Musterbereich (23, 29, 30, 35, 502, 74, 67) und Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) etwa 180 Grad beträgt.

3. Optisches Sicherheitselement nach einem der

vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenverschiebung der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) zwischen Musterbereich (23, 29, 30, 35, 502, 74, 67) und Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) gemäss des einzustellenden Kontrastes gewählt ist.

4. Optisches Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reliefstruktur (17) ein Beugungsgitter ist, dessen Azimutwinkel periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) variiert ist.

5. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der mittlere Azimutwinkel in Bezug auf das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges konstant ist.

6. Optisches Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) den Azimutwinkel des Beugungsgitters abhängig von dem Wert der X-Achse periodisch variiert.

7. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) den Azimutwinkel des Beugungsgitters derart variiert, dass sich das Beugungsgitter aus einer Vielzahl von schlangenlinienförmigen Linien zusammensetzt.

8. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (55) eine Sinusfunktion ist, die den Azimutwinkel des Beugungsgitters abhängig von dem Wert der X-Achse variiert.

9. Optisches Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) den Azimutwinkel des Beugungsgitters abhängig von dem Wert der X-Achse und dem Wert der Y-Achse periodisch variiert.

10. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) den Azimutwinkel des Beugungsgitters derartig variiert, dass das Beugungsgitter sich aus einer Vielzahl von in konzentrischen Kreisen angeordneten Linien zusammensetzt.

11. Optisches Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Beugungsgitter eine Spatialfrequenz von mehr als 300 Linien pro mm aufweist.

12. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Beugungsgitter eine Spatialfrequenz von 800 bis 1.200

Linien pro mm aufweist.

13. Optisches Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reliefstruktur (17) ein Beugungsgitter ist, dessen Spatalfrequenz periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) variiert ist.

14. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet dass die mittlere Spatalfrequenz in Bezug auf das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges konstant ist.

15. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) die Spatalfrequenz des Beugungsgitters abhängig von dem Wert der X-Achse periodisch zwischen einer Maximalfrequenz und einer Minimalfrequenz variiert.

16. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Maximalfrequenz 1.200 Linien pro mm und die Minimalfrequenz 800 Linien pro mm beträgt.

17. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) eine Sägezahn-Funktion (53), eine Dreieck-Funktion (54) oder eine Sinus-Funktion (55) ist.

18. Optisches Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reliefstruktur (17) ein Beugungsgitter ist, dessen Profiltiefe periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) variiert ist.

19. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) die Profiltiefes des Beugungsgitters abhängig von dem Wert der X-Achse periodisch zwischen einer Maximaltiefe und einer Minimaltiefe variiert.

20. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Maximaltiefe 300 nm und die Minimaltiefe 50 nm beträgt.

21. Optisches Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) eine Dreiecks-, Rechtecks- oder Sinus-Funktion ist.

22. Optisches Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Reliefform (75, 76) periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion (54, 54, 55) variiert ist.

23. Optisches Sicherheitselement nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Reliefform (75, 76) periodisch zwischen zwei asymmetrischen, zueinander spiegelsymmetrischen Reliefformen (75, 76) variiert ist.

24. Optisches Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite der Täler der Reliefstruktur (17) periodisch gemäss der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) variiert ist.

25. Optisches Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mittlere Azimutwinkel der Reliefstruktur (17) jeweils dem Azimutwinkel eines zugeordneten Verifikations-Rasters (101 bis 106) entspricht.

26. Optisches Sicherheitselement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Phasenverschiebung zwischen Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) und Musterbereich (23, 30, 29, 35, 502, 74, 67) von einer weiteren Funktionsänderung begleitet ist.

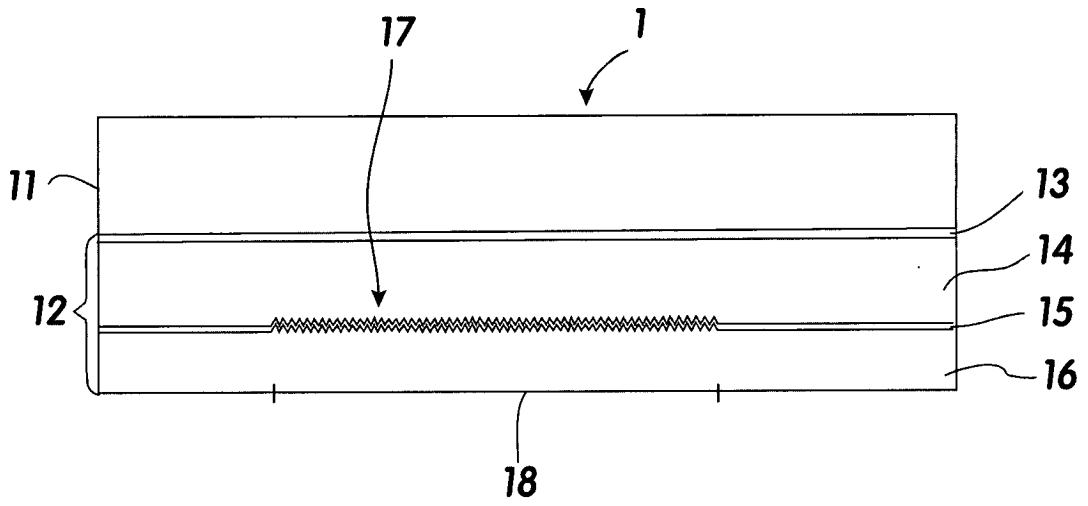
27. System zur Visualisierung von versteckten Informationen mit einem optischen Sicherheitselement (1), das eine Substratschicht (14) aufweist, in die in einem Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) der Substratschicht (14) eine durch die Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatalfrequenz und Azimutwinkel definierte Reliefstruktur (17) zur Erzeugung eines optisch erkennbaren Effekts abgeformt ist, wobei ein oder mehrere der die Reliefstruktur (17) definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatalfrequenz und Azimutwinkel in dem Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) periodisch gemäss einer periodischen Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) variiert sind, wobei der Bereich (21, 27, 33, 4, 50, 7, 65) in ein oder mehrere Musterbereiche (23, 30, 29, 35, 502, 74, 67) und einen Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) geteilt ist, wobei ein oder mehrere der die Reliefstruktur (17) definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatalfrequenz und Azimutwinkel in dem Hintergrundbereich (22, 28, 34, 501, 73, 66) und den ein oder mehreren Musterbereichen (23, 30, 29, 35, 502, 74, 67) gemäß einer periodischen Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) periodisch variiert sind, wobei die Reliefstruktur (17) ein Beugungsgitter ist und die Periode der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) zwischen 20 µm und 300 µm beträgt, wobei die ein oder mehreren der die Reliefstruktur (17) definierenden Reliefparameter Reliefform, Relieftiefe, Spatalfrequenz und Azimutwinkel in den ein oder mehreren Musterbereichen (23, 30, 29, 35, 502, 74, 67) gemäß einer gegenüber der Parameter-Variations-Funktion (53, 54, 55) des Hintergrundbereiches (22, 28, 34, 501, 73, 66) phasenverschobenen Parameter-Variations-Funktion

(**53, 54, 55**) variiert sind und wobei das System weiter ein Verifikationselement (**20, 57, 101**) aufweist, das ein durch eine periodische Transmissions-Funktion definiertes Verifikations-Raster besitzt, dessen Periode der Periode der Parameter-Variations-Funktion (**53, 54, 55**) entspricht.

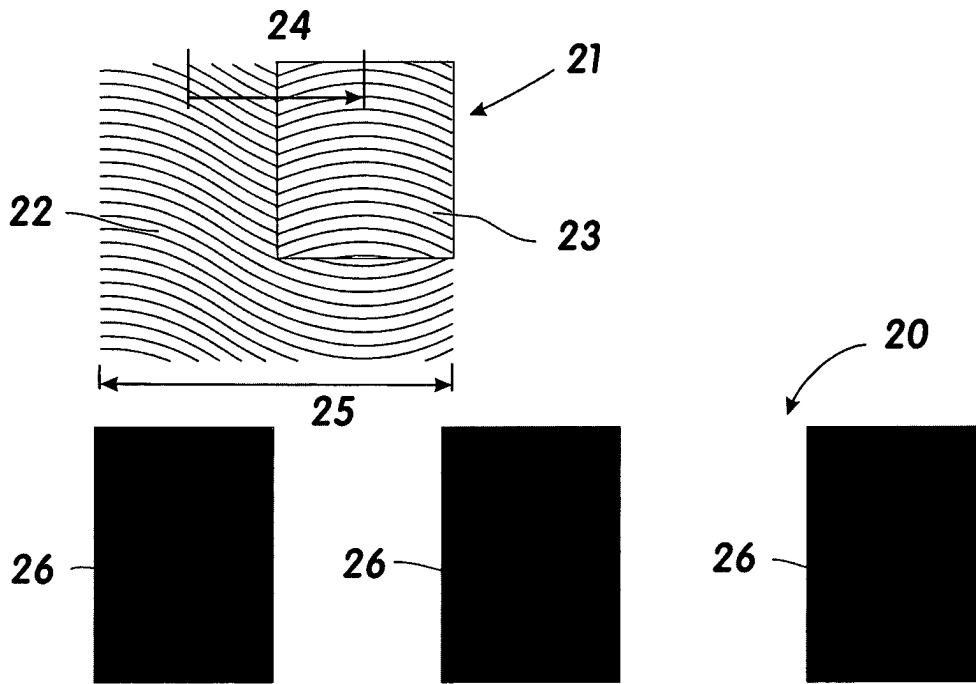
28. System nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Transmissions-Funktion eine nicht binäre Transmissions-Funktion ist.

29. System nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Transmissions-Funktion eine Sinus-Funktion ist.

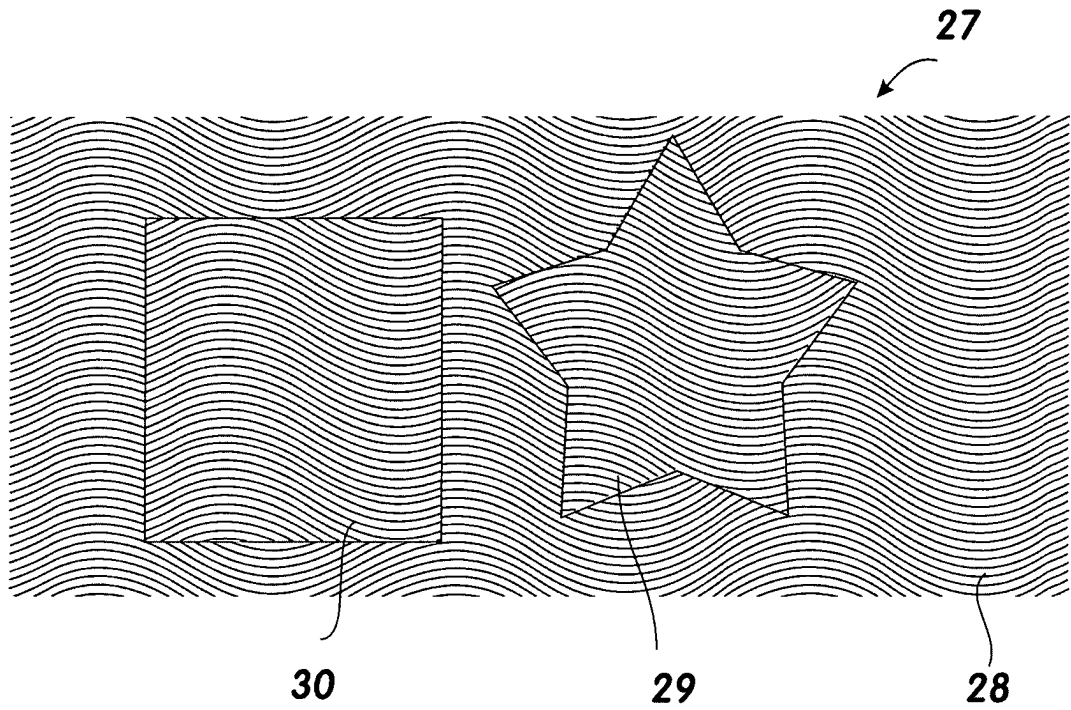
Es folgen 12 Blatt Zeichnungen



**FIG. 1**

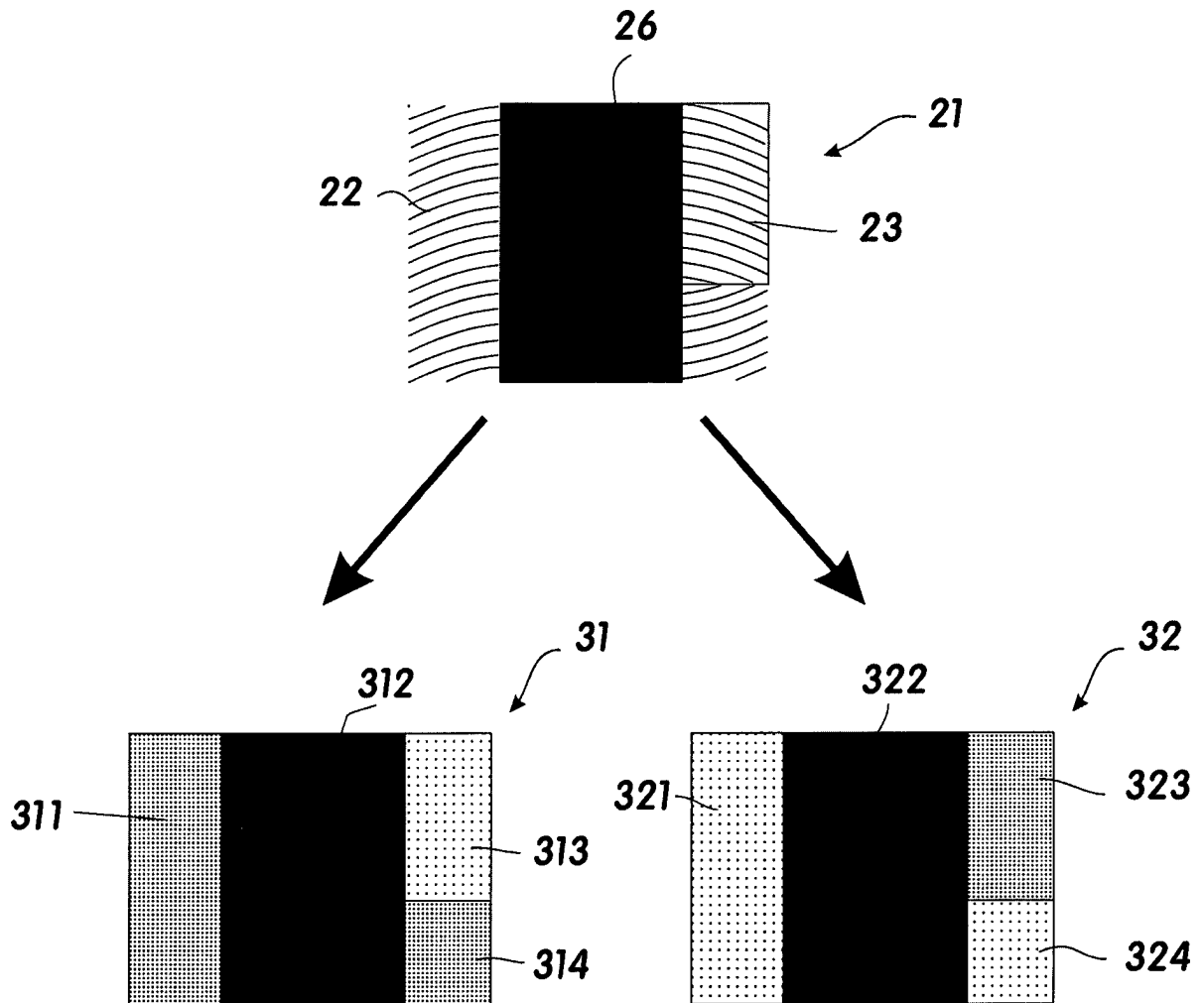


**FIG. 2a**

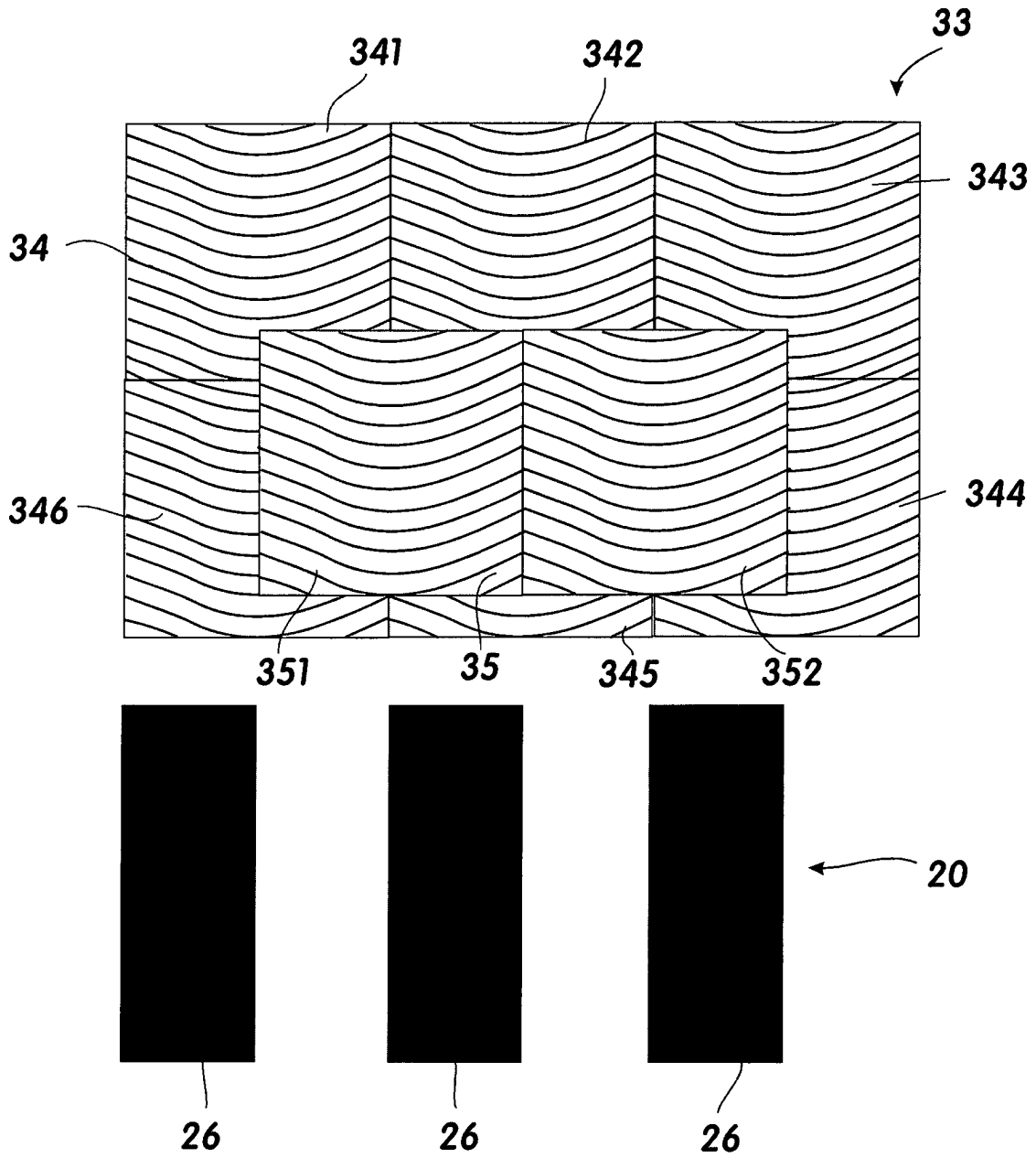


**FIG. 2b**

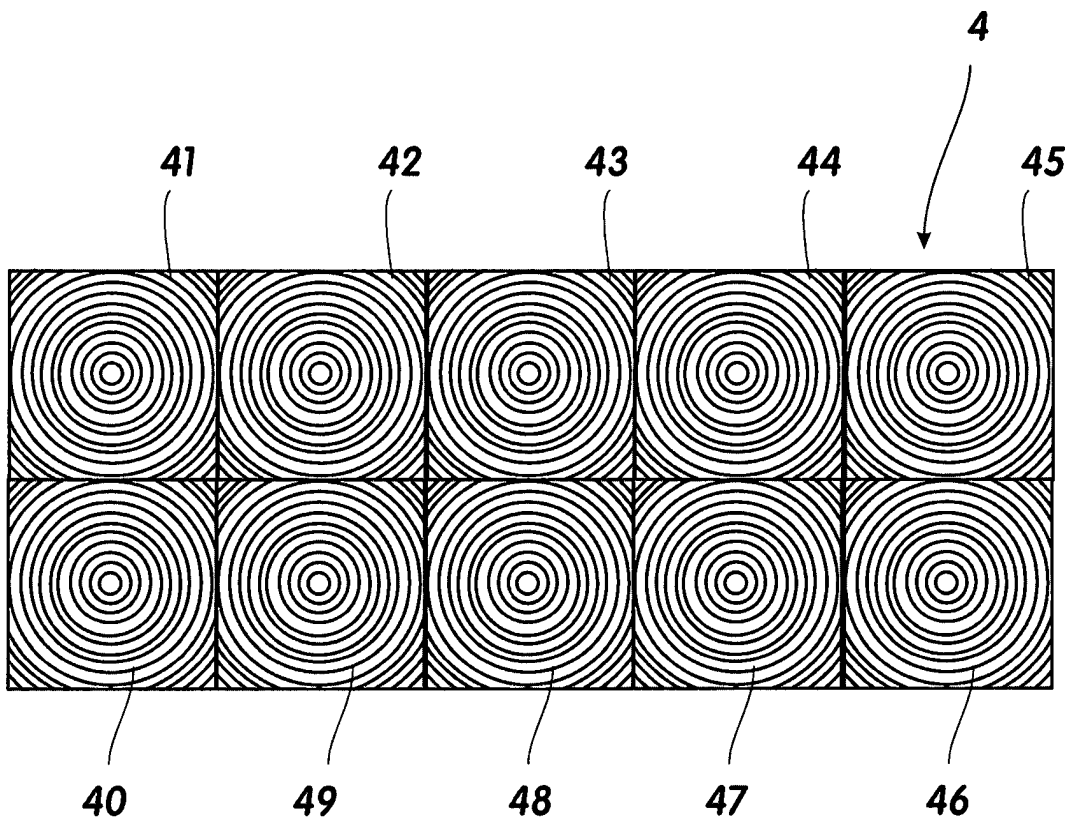




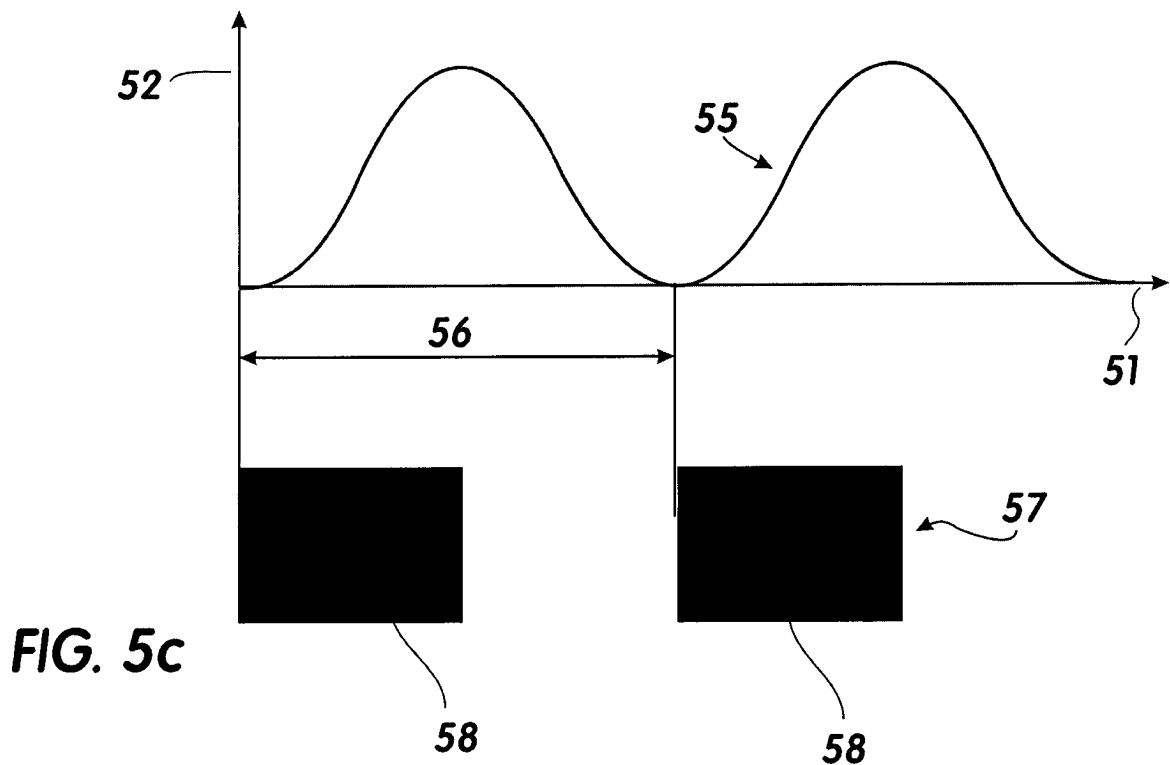
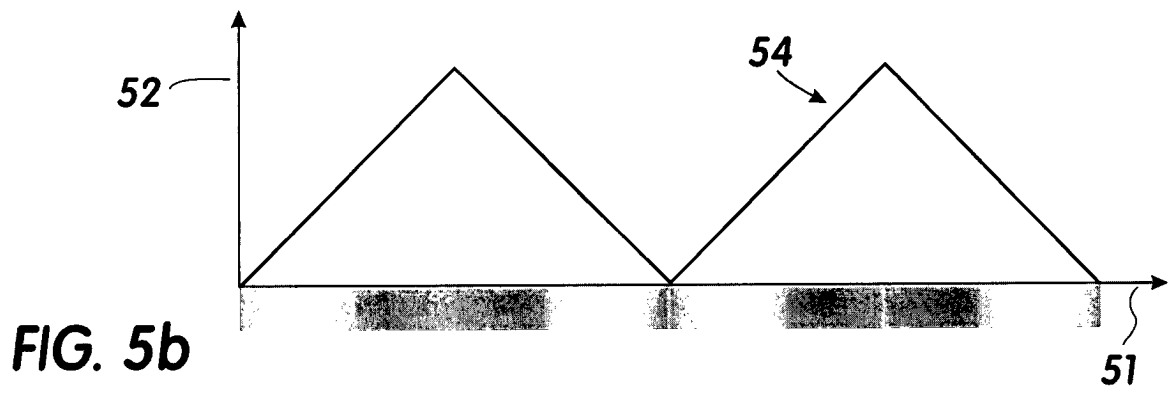
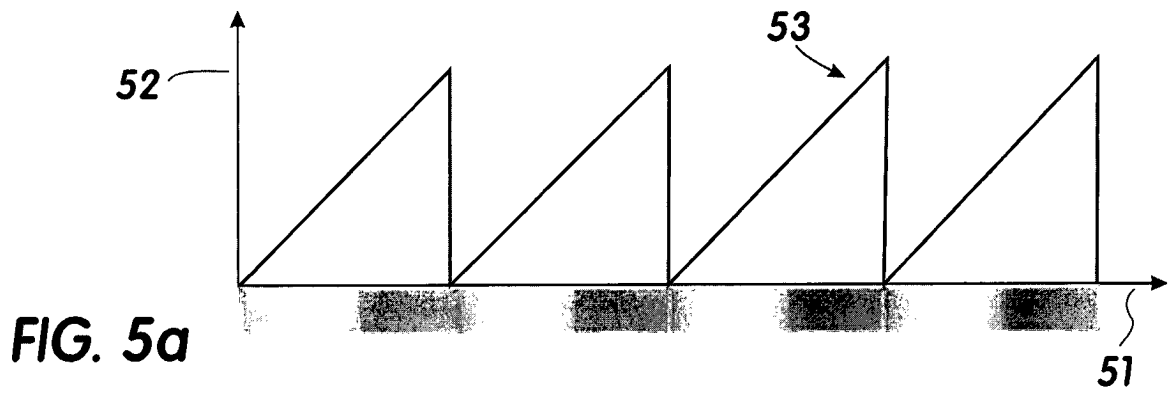
**FIG. 2c**

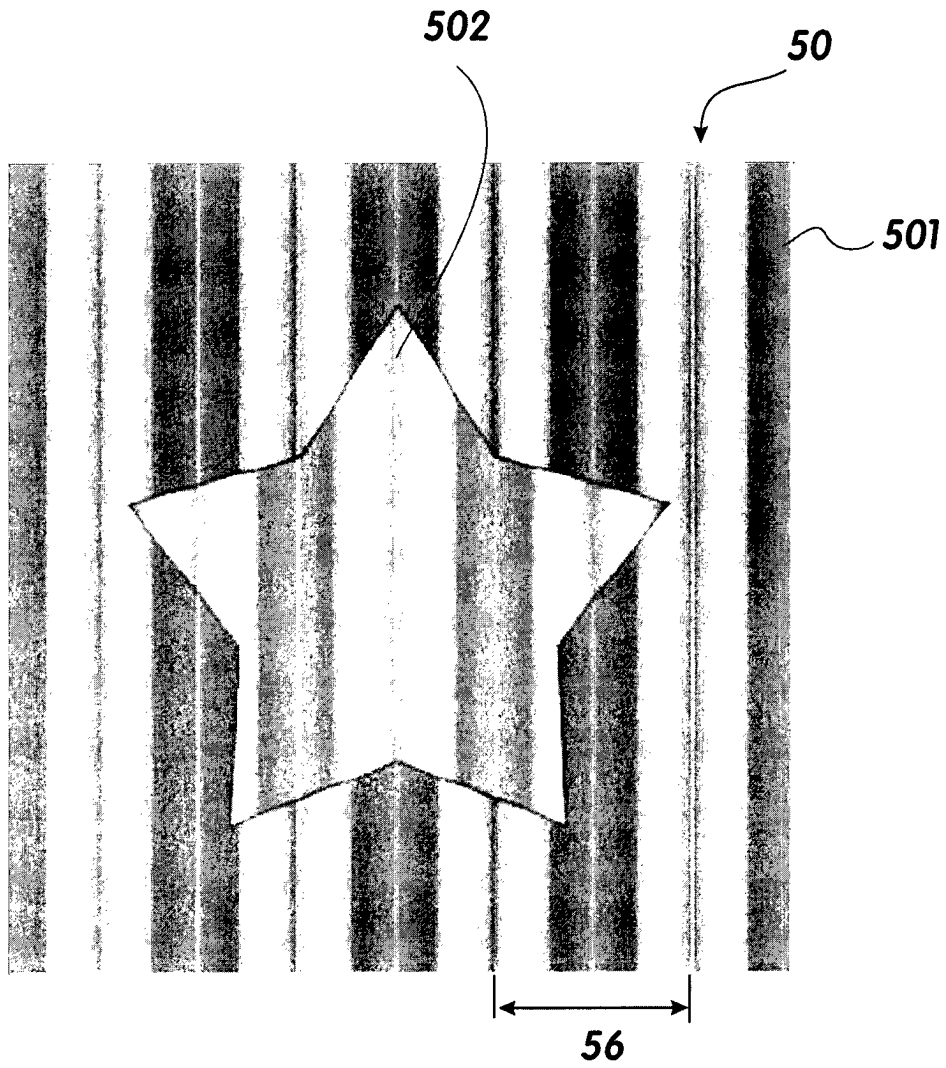


**FIG. 3**

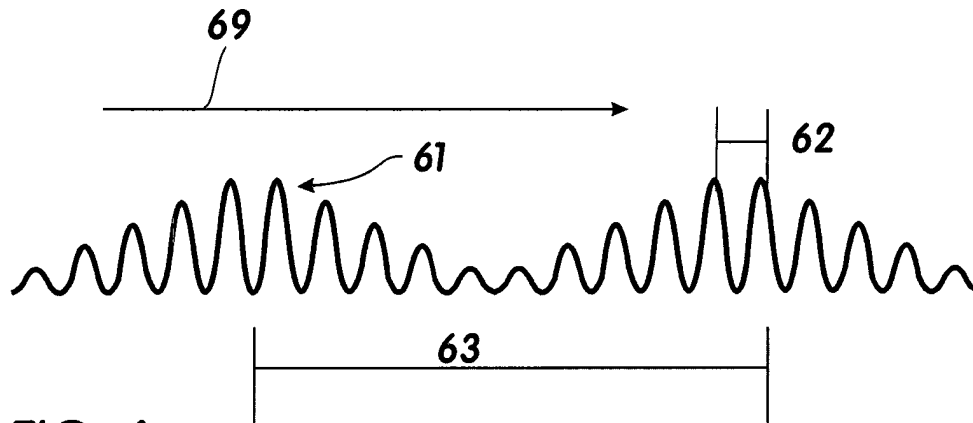


**FIG. 4**

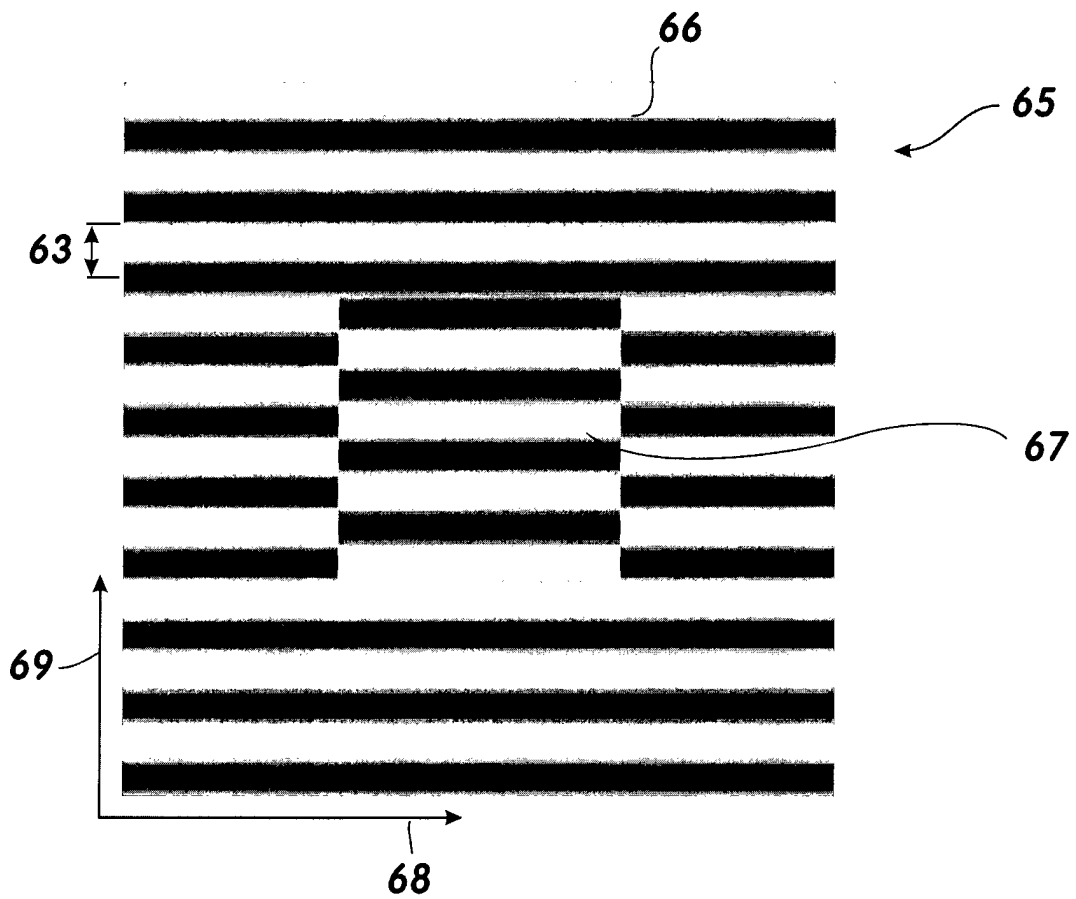




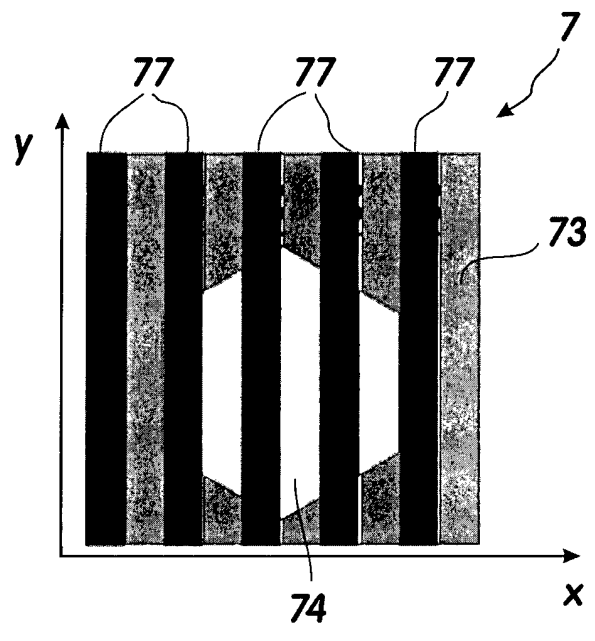
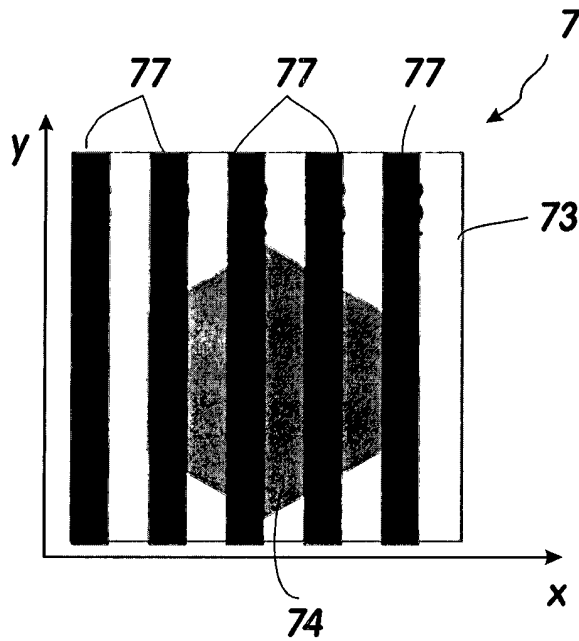
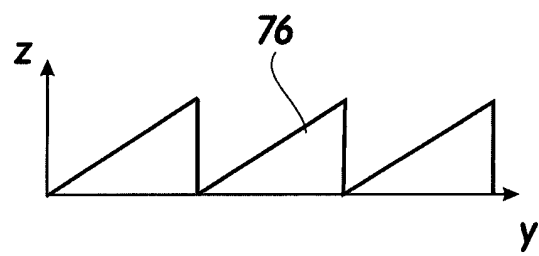
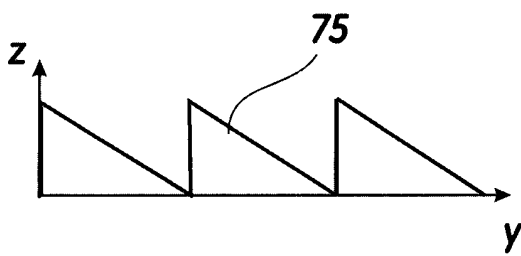
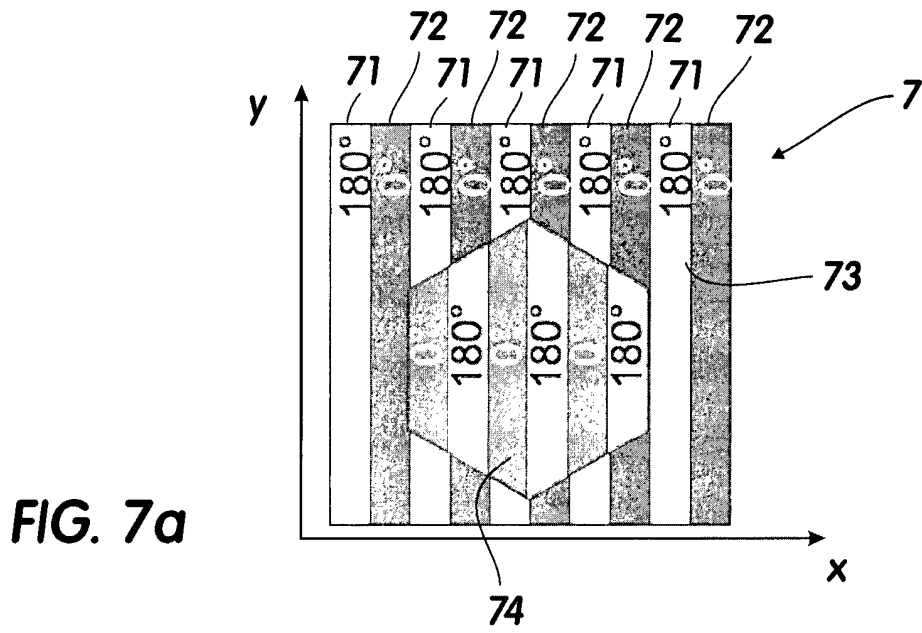
**FIG. 5d**



**FIG. 6a**



**FIG. 6b**



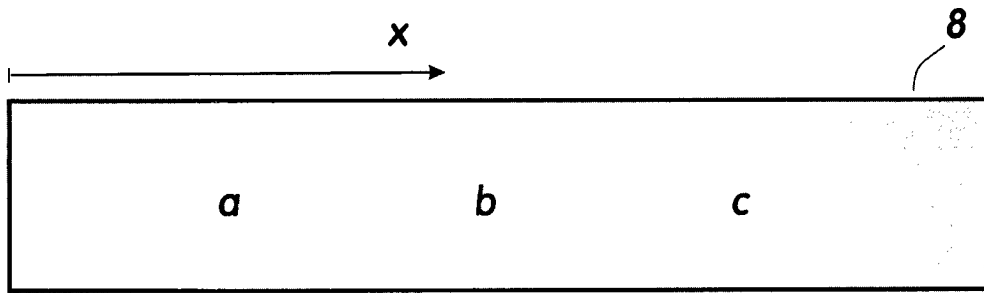


FIG. 8a

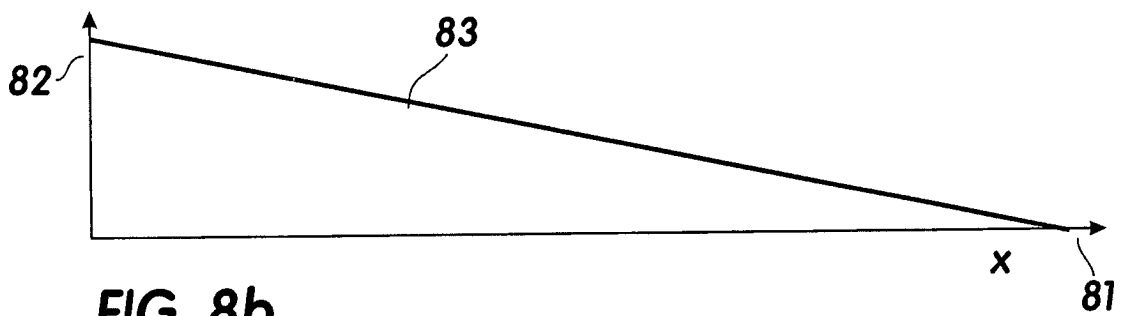


FIG. 8b

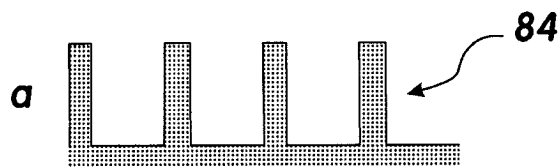


FIG. 8c

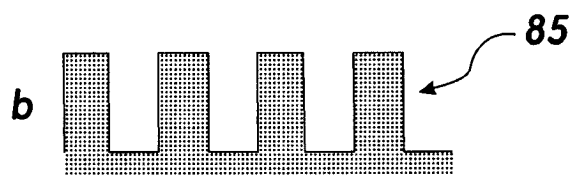


FIG. 8d

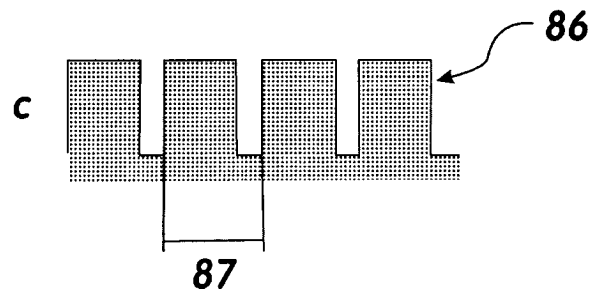
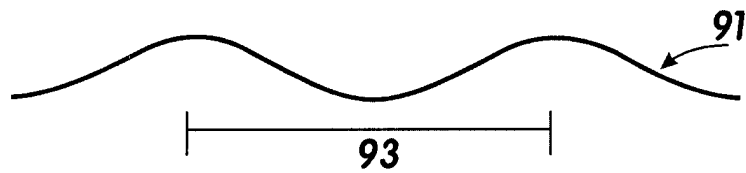


FIG. 8e

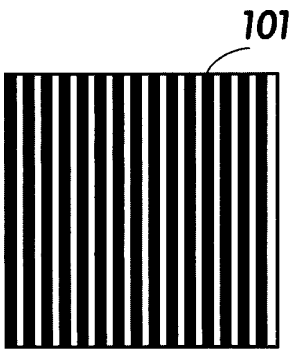




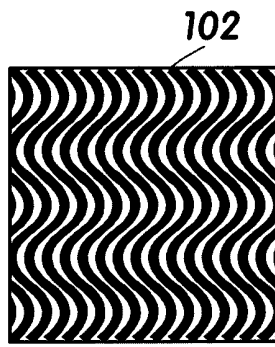
**FIG. 9a**



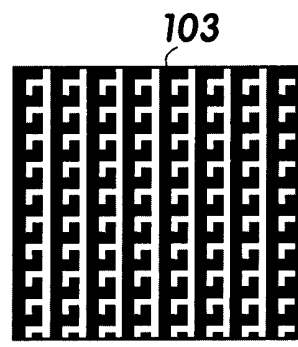
**FIG. 9b**



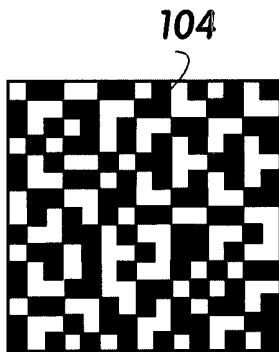
**FIG. 10a**



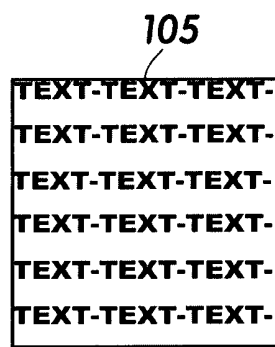
**FIG. 10b**



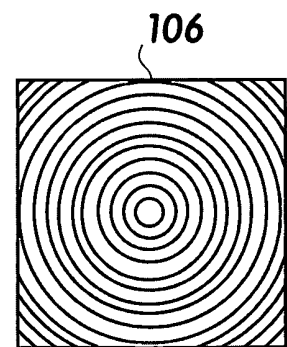
**FIG. 10c**



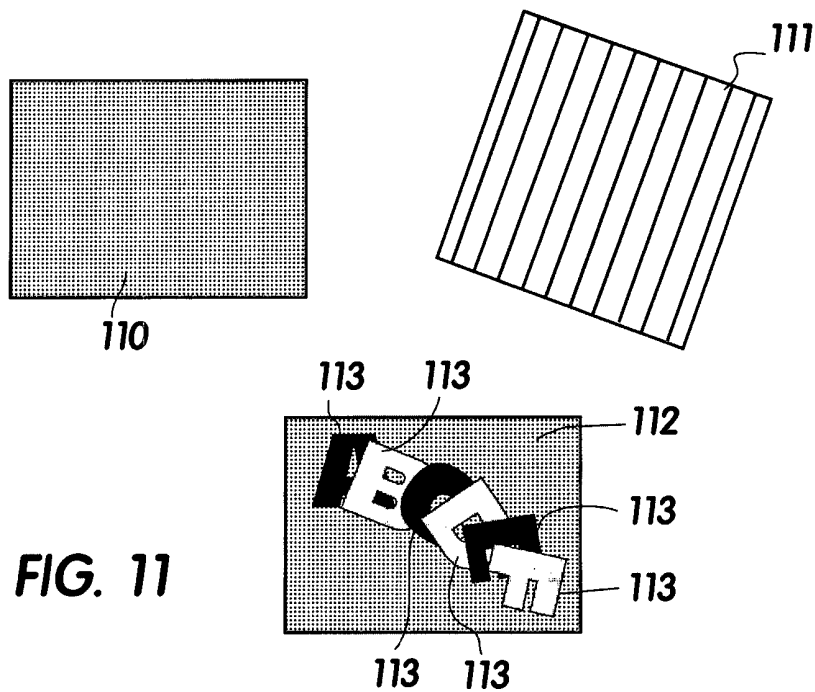
**FIG. 10d**



**FIG. 10e**



**FIG. 10f**



**FIG. 11**