



(10) **DE 10 2008 005 019 B4** 2010.08.05

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 005 019.9**

(22) Anmeldetag: **17.01.2008**

(43) Offenlegungstag: **23.07.2009**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **05.08.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B44F 1/12** (2006.01)  
**B42D 15/10** (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**OVD Kinegram AG, Zug, CH**

(74) Vertreter:

**LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg**

(72) Erfinder:

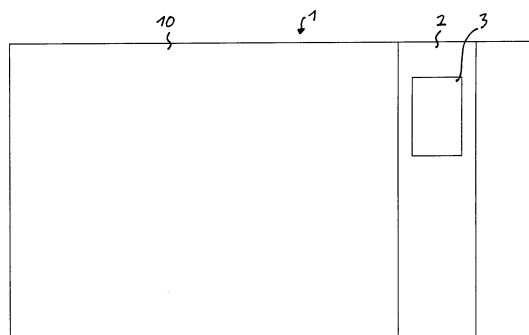
**Tompkin, Wayne Robert, Dr., Baden, CH; Schilling,  
Andreas, Dr., Hagendorn, CH**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>US</b>	<b>48 74 213</b>	<b>A</b>
<b>WO</b>	<b>02/00 445</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>01/03 945</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Folienelement sowie die Verwendung dieses Folienelements**

(57) Hauptanspruch: Folienelement (1, 4, 7) mit einer Replizierschicht (23, 43), wobei in einer ersten Oberfläche der Replizierschicht eine optisch wirksame Oberflächenstruktur (27) abgeformt ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenstruktur (27) in zumindest einem ersten Bereich (31, 35, 73) des Folienelements von einem ersten diffraktiven Oberflächenrelief (46) gebildet ist, welches aus einer Vielzahl aufeinanderfolgender, einer ersten Hüllkurve (28, 47) folgender Elemente besteht, wobei die Elemente jeweils aus einer parallel zu den Elementflächen der anderen Elemente angeordneten Elementfläche (29, 48) und mindestens einer an die benachbarte Elementfläche oder Elementflächen anschließenden Flanke bestehen, die Elementflächen (29, 48) benachbarter Elemente in einer senkrecht zu den Elementflächen stehenden Richtung beabstandet sind mit einem ersten optischen Abstand oder einem Vielfachen des ersten optischen Abstands, wobei der erste optische Abstand zwischen 150 nm und 800 nm beträgt, die erste Hüllkurve (28, 47) eine Spatialfrequenz zwischen 100 L/mm und 2000 L/mm und eine optische Tiefe von mehr als 450...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Folienelement mit einer Replizierschicht, in die eine optisch wirksame Oberflächenstruktur abgeformt ist.

**[0002]** Derartige Folienelemente werden häufig dazu genutzt, um das Kopieren, Fälschen oder eine Manipulation von Sicherheitsdokumenten und den Mißbrauch solcher Dokumente zu erschweren oder möglichst zu verhindern. Solche Folienelemente finden häufig Verwendung zur Sicherung von beispielsweise Banknoten, Kreditkarten, Geldkarten, ID-Dokumenten, Tickets, Software-Zertifikaten und dergleichen. Weiter können solche Folienelemente auch im Markenschutzbereich eingesetzt werden, beispielsweise indem diese Folienelemente auf Gegenstände, Etiketten oder Verpackungen von Produkten aufgebracht bzw. integriert werden, um so beispielsweise die Herkunft des Produktes zu autentisieren.

**[0003]** Um das Kopieren, Fälschen oder die Manipulation von Sicherheitsdokumenten zu erschweren ist es bekannt, ein diffraktives Oberflächenrelief, welches durch Diffraction eine optisch variable Information bereit stellt, mit einem Dünnschichtsystem zu überlagern, welches mittels Interferenz einen optisch variablen Farbeindruck generiert. So wird beispielsweise in WO 01/03945 A1 ein Sicherheitsprodukt beschrieben, das ein durchsichtiges Substrat aufweist, auf dessen einer Seite ein Dünnschichtsystem angeordnet ist. Das Dünnschichtsystem besteht aus einer Absorptionsschicht, die auf dem durchsichtigen Substrat aufgebracht ist und einer Distanzschicht, welche aus einem dielektrischen Material besteht. Bei entsprechender Wahl der Schichtdicke der Distanzschicht wird durch Interferenz ein blickwinkelabhängiger Farbverschiebungseffekt generiert. Auf der dem Dünnschichtsystem gegenüber liegenden Seite oder auch auf seiten des Dünnschichtsystems ist in das transparente Substrat weiter ein diffraktives Oberflächenrelief abgeformt, welches beispielsweise die Illusion eines dreidimensionalen Bildes für den Betrachter generiert. Der durch das Dünnschichtsystem mittels Interferenz erzeugte optische Farbeffekt und die durch Diffraction am Oberflächenrelief erzeugten optischen Effekte überlagern sich, wodurch sich ein optischer Effekt ergibt, der schwer nachzuahmen und zu kopieren ist. Ein ähnliches optisches Sicherheitselement wird auch in WO 02/00445 A1 beschrieben.

**[0004]** Weiter wird in US 4874213 A ein Verfahren beschrieben, den durch ein Volumen-Hologramm erzielbaren optischen Effekt mittels eines in einer Oberfläche abgeprägten Reliefprofils zu erzielen. Hierzu wird das Volumen-Hologramm in eine photosensitive Schicht kopiert und sodann die Bragg'schen Ebenen des Volumen-Hologramms durch ein Öffnungs-Holo-

gramm in einem vorzugsweise regelmäßigen Muster geöffnet, so daß durch Reflexion an den geöffneten Flächen und Interferenz das Volumen-Hologramm sichtbar wird. Um eine Verfälschung der Darstellung des Volumen-Hologramms durch das Öffnungs-Hologramm möglichst zu vermeiden, wird dieses so gewählt, daß dessen Diffraktionseffizienz ein Maximum im Bereich der nullten Ordnung besitzt.

**[0005]** Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Folienelement anzugeben, welches einen optisch variablen, farbigen Eindruck vermittelt und kostengünstig zu fertigen ist.

**[0006]** Diese Aufgabe wird von einem Folienelement mit einer Replizierschicht gelöst, in die eine optisch wirksame Oberflächenstruktur abgeformt ist, wobei die Oberflächenstruktur in zumindest einem ersten Bereich des Folienelements von einem ersten diffraktiven Oberflächenrelief gebildet ist, welches eine Vielzahl aufeinander folgender, einer ersten Hüllkurve folgender Elemente besteht, wobei die Elemente jeweils aus einer parallel zu den Elementflächen der anderen Elemente angeordneten Elementflächen und mindestens einer an die benachbarte Elementfläche oder Elementflächen anschließenden Flanke bestehen, die Elementflächen benachbarter Elemente in einer senkrecht zu den Elementflächen stehenden Richtung beabstandet sind mit einem ersten optischen Abstand oder einem Vielfachen des ersten optischen Abstands, wobei der erste optische Abstand zwischen 150 nm und 800 nm, bevorzugt zwischen 150 nm und 400 nm, beträgt, die erste Hüllkurve eine Spatialfrequenz zwischen 100 L/mm und 2000 L/mm, bevorzugt zwischen 200 L/mm und 1000 L/mm, und eine optische Tiefe von mehr als 450 nm aufweist und die Reliefform und die Spatialfrequenz der Hüllkurve so gewählt ist, daß das einfallende Licht in ein oder mehrere erste Richtungen zur Darstellung einer ersten Information gebeugt wird, wobei deren Farbwert weiter durch den ersten optischen Abstand bestimmt ist.

**[0007]** Durch die Erfindung können Sicherheitsmerkmale bereit gestellt werden, welche auch durch holographische Verfahren, beispielsweise mittels eines Volumen-Hologramms, nicht nachgeahmt werden können. Die von einem erfindungsgemässen Folienelement bereit gestellten Sicherheitsmerkmale können so – wie weiter unten verdeutlicht – beispielsweise einen vollfarbigen optisch variablen Eindruck vermitteln oder einen optisch variablen, einen Farbwechsel zeigenden Eindruck vermitteln. Solche Effekte können auch nicht durch Kombination eines Dünnschichtsystems mit einer diffraktiven Struktur nachgeahmt werden. Im Weiteren kann das erfindungsgemäße Folienelement mit weniger Prozessen und ohne Einsatz kostspieliger Materialien gefertigt werden. So sind beispielsweise deutlich weniger Prozessschritte notwendig als bei der Herstel-

lung eines Sicherheitselements, welches ein Dünnschichtsystem enthält. Durch die Erfindung wird ein Folienelement geschaffen, welches einen nur schwer nachahmbaren optisch variablen Eindruck zeigt und im weiteren sehr kostengünstig zu fertigen ist.

**[0008]** Durch die Substrukturierung der Hüllkurve, durch welche die erste Information im wesentlichen durch Beugung des Lichts in der ersten oder minus-ersten Beugungsordnung generiert wird, wird der Farbwert des gebeugten Lichts zusätzlich durch Interferenz beeinflusst, so daß sich ein farbiger optisch variabler Eindruck ergibt, der sich signifikant von einem normalen Regenbogenfarbeindruck unterscheidet.

**[0009]** Unter optischem Abstand und optischer Tiefe wird der um den optischen Brechungsindex korrigierte, d. h. mit dem Brechungsindex multiplizierte geometrische Abstand bzw. geometrische Tiefe verstanden, wobei hierbei der Brechungsindex bezogen ist auf das Material, welches im Fall eines in Reflexion wirkenden Folienelements in Richtung des einfallenden Lichts oberhalb der Oberfläche der Replizierschicht, in die das Oberflächenrelief abgeformt ist, bzw. oberhalb einer auf diese Oberfläche aufgetragenen Reflexionsschicht vorgesehen ist. Fällt das Licht von Seiten der Replizierschicht auf diese Oberfläche bzw. auf die Reflexionsschicht ein, so ist der Brechungsindex der Replizierschicht für die Bestimmung des geometrischen Abstands aus dem optischen Abstand maßgebend. Im Fall eines in Transmission wirkenden Folienelements ergibt sich der optische Abstand und die optische Tiefe aus dem geometrischen Abstand bzw. der geometrischen Tiefe multipliziert mit der Differenz der Brechungsindizes der an das Oberflächenrelief angrenzenden Schichten.

**[0010]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen bezeichnet.

**[0011]** Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung besitzt die Hüllkurve ein asymmetrisches Reliefprofil. Hierdurch lassen sich zahlreiche, sehr interessante optische Effekte generieren, bei denen bei Drehung des Folienelements ein Farb-/Kipp-Effekt oder eine Veränderung des Farbeindrucks dahingehend generiert wird, daß ein vorher farblos (reflektiv) erscheinender Bereich oder holographische Darstellung bei Drehung des Folienelements in einem vordefinierten Farbwert erscheint. Weiter lassen sich so auch Bewegungseffekte generieren, bei denen die Farbe eines (dreidimensional erscheinenden) Objekts sich im Laufe der Bewegung verändert.

**[0012]** Ein asymmetrisches Reliefprofil hat eine asymmetrische, d. h. nicht symmetrische Reliefform.

Der Grad der Asymmetrie wird hierbei vorzugsweise dadurch bestimmt, wie weit der Abstand von einem lokalen Maxima des Reliefprofils zu dem nächstliegenden lokalen Minima in der einen Richtung von dem Abstand zu dem nächstliegenden lokalen Minima in der gegenüberliegenden Richtung abweicht. Der Abstand zwischen zwei benachbarten lokalen Minima des Reliefprofils beträgt beispielsweise  $d$ . Der Abstand von dem einen lokalen Minima zu dem zwischen den beiden lokalen Minima liegenden lokalen Maxima des Reliefprofils beträgt beispielsweise  $d_1$ , der von dem anderen lokalen Minima zu dem dazwischen liegenden lokalen Maxima  $d_2$ , wobei  $d = d_1 + d_2$ . Das Verhältnis des größeren der beiden Abstände  $d_1$  und  $d_2$  zu dem Abstand  $d$  bestimmt den Symmetriefaktor  $S$ , wobei in dem Fall, in dem  $d_1 \leq d_2$  ist,  $S = d_1:d$ , und in dem anderen Fall  $S = d_2:d$  ist. Falls es sich bei dem Reliefprofil um ein periodisches Reliefprofil handelt, entspricht  $d$  der Periodenlänge, d. h. dem Abstand, in dem sich die (gleichartigen) Strukturelemente, aus denen sich das Reliefprofil zusammensetzt, wiederholen. Vorzugsweise setzt sich ein solches asymmetrisches Reliefprofil aus dreieckförmigen Strukturelementen oder einem Dreieck angenäherten Strukturelementen zusammen, die durch die geometrischen Faktoren  $d$ ,  $S$  sowie durch die optische Tiefe der Reliefstruktur bestimmt werden. Damit kann die Hüllkurve durch diese Parameter definiert werden.

**[0013]** Vorzugsweise liegt hierbei der Symmetriefaktor  $S$  im Bereich von 70% bis 100 %, weiter bevorzugt im Bereich von 85% bis 95%. Bei Einhaltung dieser Bedingungen zeigt sich ein klarer, einprägsamer Farbwechseleffekt mit großer Reinheit der Farben beim Verdrehen des Folienelements.

**[0014]** Weiter ist es auch möglich, daß die Hüllkurve von einer computergenerierten diffraktiven Struktur, beispielsweise einem Kinegram®, gebildet wird, welche in Abhängigkeit vom Blickwinkel unterschiedliche Darstellungen zeigt. Bevorzugt weist die Hüllkurve in einer ersten Raumrichtung eine erste konstante Spatalfrequenz auf. Bei der Hüllkurve kann es sich so auch um ein eindimensionales Gitter handeln. Auch bei solchen Strukturen zeigen sich bei Drehung des Folienelements Farbveränderungseffekte, die sich von den durch Dünnschichtsysteme erzielbaren Farbeffekten sowie von einem normalen Regenbogenfarbeindruck deutlich unterscheiden. Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung weist die Hüllkurve in einer zweiten, zur ersten Raumrichtung unterschiedlichen zweiten Raumrichtung eine zweite konstante Spatalfrequenz auf, die sich von der ersten konstanten Spatalfrequenz unterscheidet. Auch auf diese Weise lassen sich mittels der Erfindung Sicherheitselemente herstellen, welche in Abhängigkeit vom Drehwinkel einen unterschiedlichen Farbeindruck vermitteln.

**[0015]** Bevorzugt weist der erste Bereich in zumindest einer Richtung eine erste Abmessung von mehr als 50  $\mu\text{m}$ , insbesondere mehr als 100  $\mu\text{m}$  auf. Die Elementflächen werden bevorzugt größer als 100 nm gewählt und nehmen bevorzugt zwischen 10% und 50%, insbesondere zwischen 10% und 33% jedes Elements ein. Die Hüllkurve weist bevorzugt eine optische Tiefe zwischen dem 3-fachen und dem 10-fachen des ersten optischen Abstands auf, wobei der erste optische Abstand im Fall eines in Reflexion wirkenden Folienelements in etwa der halben Wellenlänge des Farbwerts bei einer bestimmten Betrachtungsrichtung entsprechen soll und bei Wirkung in Transmission in etwa der Wellenlänge dieses Farbwerts entsprechen soll. Die Hüllkurve hat weiter bevorzugt eine optische Tiefe von weniger als dem vierfachen des ersten optischen Abstands. Durch die Wahl derartiger Parameter ist es möglich, die Darstellung der ersten Information zu verbessern und zu vermeiden, daß die Substrukturierung die Darstellung der ersten Information negativ beeinflusst.

**[0016]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der erste Bereich musterförmig, insbesondere in Form eines Symbols oder eines Portraits ausgeformt. Hierdurch wird der Schutz gegen Nachahmungen weiter verbessert.

**[0017]** Weiter ist es auch möglich, daß in den einen oder mehreren ersten Bereichen das den optischen Abstand und die optische Tiefe bestimmende Material, welches in Bezug auf das einfallende Licht oberhalb der Oberflächenstruktur bzw. oberhalb der Reflexionsschicht vorgesehen ist (sh. oben), lediglich musterförmig auf dem ersten Bereich/den ersten Bereichen angebracht ist bzw. bereichsweise unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Brechungsindizes aufgebracht sind. So ist es möglich, in dem mindestens einen ersten Bereich durch bereichsweises Aufdrucken von Materialien mit unterschiedlichem Brechungsindex bereichsweise in dem mindestens einem ersten Bereich einen unterschiedlichen optischen Abstand bzw. eine unterschiedliche optische Tiefe zu erzielen und auf diese Weise zu erreichen, daß sich in mindestens einem ersten Bereich bereichsweise ein unterschiedlicher Farbeindruck zeigt. Die Bereiche sind hierbei vorzugsweise musterförmig, insbesondere in Form eines Symbols oder eines Portraits ausgeformt.

**[0018]** Von besonderem Vorteil ist es, daß in mindestens einem zweiten Bereich die Oberflächenstruktur von einem zweiten, sich von dem ersten Oberflächenrelief unterscheidenden Oberflächenrelief gebildet ist, welches eine zweite Information darstellt. Durch Anwendung dieses Prinzips lassen sich eine Vielzahl von Sicherheitsmerkmalen generieren, welche nicht oder nur sehr schwer durch andere Technologien nachahmbar sind und optisch überraschende und einprägsame Effekte zeigen. Vorteilhaft

ist es hierbei weiter, daß der mindestens eine zweite Bereich an den mindestens einen ersten Bereich oder die ersten Bereiche angrenzt. Weiter ist es vorteilhaft, wenn der erste Bereich den zweiten Bereich oder der zweite Bereich den ersten Bereich oder die ersten Bereiche vollständig umschließt. Ein besonders hoher Nachahmungsschutz läßt sich weiter dadurch erreichen, daß der erste und/oder der zweite Bereich musterförmig, insbesondere in Form einer dritten bzw. vierten Information ausgeformt ist und/oder daß die erste und zweite Information und/oder die dritte und die vierte Information sich ergänzende Informationen darstellen. Durch das Ineinandergreifen dieser durch verschiedene Effekte generierten Informationen wird ein besonders hoher Manipulationsschutz erzielt.

**[0019]** Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist in dem mindestens einen zweiten Bereich ein zweites Oberflächenrelief und/oder eine Schicht oder ein Schichtgebilde vorgesehen, welche einen anderen Farbeffekt als die erste Oberflächenstruktur zeigen. Als Schicht oder Schichtgebilde kann in dem mindestens einen zweiten Bereich hier beispielsweise ein Dünnschichtsystem, eine vernetzte cholesterische Flüssigkristallschicht, eine Beugungsstruktur nullter Ordnung oder eine einen Regenbogeneffekt zeigende diffraktive Struktur, beispielsweise ein Beugungsgitter mit einer Spatalfrequenz zwischen 100 L/mm und 2000 L/mm vorgesehen sein. So ist es beispielsweise möglich, selbstreferenzierende Farbflächen zu schaffen. In einer ersten Betrachtungsposition stimmen die sich in dem ersten Bereich/ersten Bereichen zeigende Farbe und die sich in dem zweiten Bereich/zweiten Bereichen zeigende Farbe überein, in einer zweiten Betrachtungsposition unterscheiden sie sich jedoch. Auch so können mittels der Erfindung einprägsame Sicherheitsmerkmale zur Verfügung gestellt werden.

**[0020]** Bei dem zweiten Oberflächenrelief handelt es sich vorzugsweise um ein diffraktives Oberflächenrelief, insbesondere ein Beugungsgitter, ein Kinegram<sup>®</sup> oder ein Hologramm. Es ist weiter auch möglich, daß es sich bei dem zweiten Oberflächenrelief um ein achromatisches Oberflächenrelief, insbesondere eine Mattstruktur, eine Makrostruktur oder ein Blaze-Gitter handelt. Der so vom ersten Bereich generierte optische Effekt ist sehr einprägsam und kann nicht oder nur sehr schwer durch holographische Verfahren, beispielsweise mittels eines Volumen-Hologramms, nachgeahmt werden. Eine einzige Schicht des Folienelements zeigt in verschiedenen Bereichen deutlich unterschiedliche optische Effekte, die als solches neuartig sind oder lediglich durch unterschiedliche Herstellungstechnologien und Überlagerung mehrerer unterschiedlicher Schichten generiert werden können.

**[0021]** Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist in dem mindestens einen zweiten Bereich ein zweites Oberflächenrelief und/oder eine Schicht oder ein Schichtgebilde vorgesehen, welche einen anderen Farbeffekt als die erste Oberflächenstruktur zeigen. Als Schicht oder Schichtgebilde kann in dem mindestens einen zweiten Bereich hier beispielsweise ein Dünnschichtsystem, eine vernetzte cholesterische Flüssigkristallschicht, eine Beugungsstruktur nullter Ordnung oder eine einen Regenbogeneffekt zeigende diffraktive Struktur, beispielsweise ein Beugungsgitter mit einer Spatalfrequenz zwischen 100 L/mm und 2000 L/mm vorgesehen sein. So ist es beispielsweise möglich, selbstreferenzierende Farbflächen zu schaffen. In einer ersten Betrachtungsposition stimmen die sich in dem ersten Bereich/ersten Bereichen zeigende Farbe und die sich in dem zweiten Bereich/zweiten Bereichen zeigende Farbe überein, in einer zweiten Betrachtungsposition unterscheiden sie sich jedoch. Auch so können mittels der Erfindung einprägsame Sicherheitsmerkmale zur Verfügung gestellt werden.

rungsbeispiels der Erfindung besteht das zweite Oberflächenrelief ebenfalls aus einer Vielzahl aufeinander folgender, einer zweiten Hüllkurve folgender Elemente, wobei die Elemente jeweils aus einer im wesentlichen parallel zu einer Grundfläche angeordneten Elementfläche und mindestens einer an die benachbarte Elementfläche oder Elementflächen anschließenden Flanke bestehen, die Elementflächen benachbarter Elemente in einer senkrecht zur Grundebene stehenden Richtung beabstandet sind mit einem zweiten optischen Abstand oder einem Vielfachen des zweiten optischen Abstands, wobei der zweite optische Abstand eine optisch wirksame Tiefe zwischen 150 nm und 800 nm, bevorzugt zwischen 150 nm und 400 nm besitzt, die zweite Hüllkurve eine Spatalfrequenz zwischen 100 L/mm und 2000 L/mm und eine optische Tiefe von mehr als 450 nm aufweist und die Reliefform und Spatalfrequenz der zweiten Hüllkurve so gewählt sind, daß das einfallende Licht in einer oder mehreren zweiten Richtungen zur Darstellung der zweiten Information gebeugt wird, deren Farbwert weiter durch den zweiten Abstand bestimmt ist.

**[0022]** Hierbei lassen sich zum einen interessante Effekte dadurch erzielen, daß der erste optische Abstand von dem zweiten optischen Abstand sich um mehr als 15 nm, bevorzugt um mehr als 25 nm, unterscheidet, wobei es auch möglich ist, daß hierbei die erste und die zweite Hüllkurve als solche übereinstimmen. Hierdurch lassen sich unterschiedliche Farbeffekte nebeneinander generieren und, wie bei weiter unten erläutert, auch ein Mehrfarben-Hologramm generieren, was durch holographische Technik, beispielsweise mittels eines Volumen-Hologramms, als solches nicht möglich ist.

**[0023]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform handelt es sich bei der ersten Hüllkurve und bei der zweiten Hüllkurve um unterschiedliche Hüllkurven die das einfallende Licht in unterschiedliche Richtungen beugen.

**[0024]** Hierbei ist es möglich, daß der erste Abstand und der zweite Abstand übereinstimmen, aber auch möglich, daß der erste Abstand und der zweite Abstand nicht übereinstimmen. Vorzugsweise unterscheidet sich hierbei die Spatalfrequenz und/oder der Azimutwinkel der ersten und zweiten Hüllkurve voneinander, insbesondere ist es von Vorteil, wenn die Azimutwinkel der ersten und zweiten Hüllkurve rechtwinklig zueinander ausgerichtet sind. Hierdurch lassen sich interessante optische Effekte generieren, wie dies weiter unten noch erläutert werden wird.

**[0025]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn sich die Reliefform der ersten und zweiten Hüllkurve unterscheidet, insbesondere die erste Hüllkurve symmetrisch und die zweite Hüllkurve asymmetrisch ist oder

umgekehrt, oder die erste und zweite Hüllkurve zueinander spiegelverkehrt asymmetrische Reliefformen aufweisen. Hierdurch zeigen die Bereiche beim Verdrehen unterschiedliche Farbwechsel-Effekte mittels derer besonders einprägsame Sicherheitsmerkmale bereit gestellt werden können.

**[0026]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein Bereich der Oberflächenstruktur in eine Vielzahl aneinander grenzender Domänen unterteilt, die in zumindest eine Richtung eine Abmessung von weniger als 300 µm besitzen (unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges bei normalem Betrachtungsabstand), wobei in den Domänen einer ersten Gruppe von Domänen jeweils ein erster Bereich, d. h. ein Bereich mit einem ersten Oberflächenrelief, und ein zweiter Bereich, d. h. ein Bereich mit einem zweiten Oberflächenrelief, vorgesehen ist. Hierbei ist es möglich, daß jede der Domänen einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich aufweist. Weiter ist auch möglich, daß in den Domänen einer zweiten Gruppe von Domänen jeweils ein erster Bereich, aber kein zweiter Bereich und in den Domänen einer dritten Gruppe von Domänen jeweils ein zweiter Bereich aber kein erster Bereich vorgesehen ist. Der Bereich zeigt so ein optisch variables Sicherheitsmerkmal, welches je nach Blickrichtung unterschiedliche Informationen in unterschiedlichen Farbeindrücken zeigt. Hierbei ist es möglich, daß der erste und der zweite Abstand sich voneinander unterscheiden und die erste und die zweite Hüllkurve übereinstimmen oder nicht übereinstimmen, so daß sich für den menschlichen Betrachter eine mehrfarbige, optisch variable Darstellung in dem Bereich zeigt. Hierdurch ist es beispielsweise möglich, daß sich für den Betrachter in dem Bereich der Eindruck einer mehrfarbigen, optisch variablen Darstellung ergibt.

**[0027]** Weiter ist es auch möglich, daß Domänen weitere Bereiche aufweisen, die eine den Oberflächenstrukturen der ersten und zweiten Bereiche entsprechende Oberflächenstruktur aufweisen, die in ihrer Hüllkurve mit der ersten und zweiten Hüllkurve übereinstimmt und sich in ihrem optischen Abstand von dem ersten und zweiten optischen Abstand unterscheidet. Hierdurch lassen sich weitere (Primär-)Farbwerte darstellen.

**[0028]** Vorzugsweise wird hierbei der Flächenanteil der ersten und/oder zweiten Bereiche und/oder der ein oder mehreren weiteren Bereiche in den Domänen variiert, wodurch die Anzahl der in dem Bereich darstellbaren Farbwerte erhöht werden kann. Vorzugsweise unterscheiden sich weiter die erste und die zweite Hüllkurve voneinander und beugen das einfallende Licht in voneinander unterschiedliche erste und zweite Richtungen. Hierdurch lassen sich interessante Bewegungseffekte erzielen, bei denen sich nicht nur die Lage, Form oder Größe eines Objekts

beim Drehen oder Kippen verändert, sondern sich auch dynamisch dessen Farbwert verändert.

**[0029]** Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung weisen die Domänen weiter dritte und vierte Bereiche auf, in denen jeweils einer dem ersten Oberflächenprofil bzw. dem zweiten Oberflächenprofil entsprechendes Oberflächenprofil die Oberflächenstruktur bildet. Das dritte und das vierte Oberflächenprofil unterscheiden sich lediglich dahingehend von dem ersten Oberflächenprofil bzw. von dem zweiten Oberflächenprofil, daß sich deren jeweiliger Abstand von dem ersten Abstand bzw. dem zweiten Abstand unterscheidet. Zusätzlich ist es weiter auch möglich, daß die Domänen noch weitere Bereiche aufweisen, deren Oberflächenprofil sich wie die dritten und vierten Bereiche in dem jeweiligen Abstand von dem ersten bzw. zweiten Oberflächenprofil unterscheiden oder die eine sich von der ersten und zweiten Hüllkurve unterscheidende Hüllkurve aufweisen und ansonsten wie die ersten und zweiten Oberflächenprofile substrukturiert sind. Durch diese Maßnahmen ist es möglich, in dem Bereich für den menschlichen Betrachter den Eindruck eines Vollfarben-Hologramms zu generieren. Dieser Eindruck ist durch holographische Methoden, beispielsweise mittels eines Volumen-Hologramms, nicht nachahmbar.

**[0030]** Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist auf die erste Oberfläche der Replizierschicht eine Reflexionsschicht aufgebracht, insbesondere eine metallische Reflexionsschicht aufgebracht. Es ist jedoch weiter möglich, daß auf die erste Oberfläche der Replizierschicht eine optische Trennschicht, insbesondere eine HRI-Schicht, aufgebracht wird, so daß der durch die Oberflächenstruktur generierte optische Effekt nicht nur in Reflexion sondern auch in Transmission sichtbar ist. Hierbei ist es möglich, daß die Dicke der optischen Trennschicht kleiner oder auch größer als der erste bzw. der zweite optische Abstand ist. Weiter ist es auch möglich, daß die Replizierschicht bereits einen hohen Brechungsindex besitzt, beispielsweise indem Nanopartikel in den Replizierlack eingebracht werden oder ein entsprechender Replizierlack mit hohem Brechungsindex verwendet wird. Weiter ist es auch möglich, die oben ausgeführten Varianten miteinander zu kombinieren und so beispielsweise eine HRI-Schicht und eine Metallschicht auf der Oberfläche der Replizierschicht vorzusehen. Weiter ist es auch möglich, daß die Reflexionsschicht bzw. die optische Trennschicht jeweils nur bereichsweise musterförmig auf der ersten Oberfläche der Replizierschicht aufgebracht ist. Durch entsprechende musterförmige Aufbringung von ein oder mehreren der oben angeführten Beschichtungen oder entsprechende musterförmige Aufbringung oder Dotierung der Replizierschicht ist es hierbei insbesondere möglich, den für den ersten bzw. zweiten optischen Abstand maßgeblichen Brechungsindex bereichsweise

zu verändern und so die bereits oben beschriebenen Effekte zu erzielen.

**[0031]** Bei dem Folienelement handelt es sich vorzugsweise um eine Laminierfolie oder eine Transferfolie, die weiter eine Trägerfolie aufweist, die auf seiten der der ersten Oberfläche abgekehrten zweiten Oberfläche der Replizierschicht angeordnet ist. Weiter ist es auch möglich, daß das Folienelement derart auf einem Trägersubstrat eines Sicherheitsdokuments angeordnet ist, daß es eine fensterförmige Durchbrechung des Trägersubstrats zumindest teilweise überdeckt. Wie bereits oben ausgeführt, kann der von dem Folienelement generierte optische Effekt bei entsprechender Ausgestaltung nicht nur in Reflexion sondern auch in Transmission von dem menschlichen Beobachter betrachtet werden, so daß sich hierdurch ein Sicherheitsmerkmal mit hohem Nachahmungsschutz ergibt.

**[0032]** Im folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft erläutert.

**[0033]** [Fig. 1](#) zeigt eine Draufsicht auf ein Sicherheitselement mit einem erfindungsgemässen Folienelement.

**[0034]** [Fig. 2](#) zeigt einen Querschnitt des Folienelements nach [Fig. 1](#).

**[0035]** [Fig. 3](#) zeigt eine schematische, nicht maßstabsgetreue Schnittdarstellung eines Bereiches des Folienelements nach [Fig. 2](#).

**[0036]** [Fig. 4](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Bereich des Folienelements nach [Fig. 2](#).

**[0037]** [Fig. 5](#) zeigt eine schematische, nicht maßstabsgetreue Schnittdarstellung eines erfindungsgemässen Folienelements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0038]** [Fig. 6a](#) zeigt eine Draufsicht eines Bereiches eines erfindungsgemässen Folienelements bei einer ersten Licht-Einfallrichtung.

**[0039]** [Fig. 6b](#) zeigt eine Draufsicht des Folienelements nach [Fig. 6a](#) bei einer zweiten Licht-Einfallrichtung.

**[0040]** [Fig. 7a](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Bereich eines erfindungsgemässen Folienelements bei einer ersten Licht-Einfallrichtung.

**[0041]** [Fig. 7b](#) zeigt eine Draufsicht auf den Bereich nach [Fig. 7a](#) bei einer zweiten Licht-Einfallrichtung.

**[0042]** [Fig. 8a](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Be-

reich eines erfindungsgemässen Folienelements bei einer ersten Licht-Einfallrichtung.

[0043] [Fig. 8b](#) zeigt eine Draufsicht auf den Bereich nach [Fig. 8a](#) bei einer zweiten Licht-Einfallrichtung.

[0044] [Fig. 9a](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Bereich eines erfindungsgemässen Folienelements bei einer ersten Licht-Einfallrichtung.

[0045] [Fig. 9b](#) zeigt eine Draufsicht auf den Bereich nach [Fig. 9a](#) bei einer zweiten Licht-Einfallrichtung.

[0046] [Fig. 10a](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Bereich eines erfindungsgemässen Folienelements bei einer ersten Licht-Einfallrichtung.

[0047] [Fig. 10b](#) zeigt eine Draufsicht auf den Bereich nach [Fig. 10a](#) bei einer zweiten Licht-Einfallrichtung.

[0048] [Fig. 11](#) zeigt eine Draufsicht auf einen Bereich eines erfindungsgemässen Folienelements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0049] [Fig. 1](#) zeigt ein Sicherheitsdokument **1** mit einem Trägersubstrat **10** und einem auf dem Trägersubstrat **10** applizierten Folienelement **2**. Bei dem Sicherheitsdokument **1** handelt es sich beispielsweise um eine Banknote, ein Geldersatzmittel, um ein Identifikationsdokument oder um ein Zertifikat, Label oder Etikett, beispielsweise für den Produktschutz. Es ist weiter auch möglich, daß es sich bei dem Sicherheitsdokument **1** um eine Kreditkarte, Bankkarte oder dergleichen handelt. Weiter ist es auch möglich, daß das Folienelement auf ein Verpackungsmaterial oder eine Umverpackung für ein Produkt oder auf dem Produkt selbst appliziert ist.

[0050] Das Trägersubstrat **10** besteht vorzugsweise aus einem Papiersubstrat, beispielsweise einer Dicke zwischen 50 und 100 µm. Es ist jedoch auch möglich, daß das Trägersubstrat **10** aus einem Kunststoffmaterial oder aus einem Verbundwerkstoff aus einer oder mehreren Papier- und/oder Kunststoff-Lagen besteht. Das Trägersubstrat **10** ist weiter vorzugsweise mit einer oder mehreren Farbschichten bedruckt, und mit einem oder mehreren weiteren Sicherheitselementen versehen. Wie in [Fig. 1](#) angedeutet, ist das Folienelement **2** streifenförmig ausgeformt und über die gesamte Breite des Trägersubstrats geführt. Es ist jedoch auch möglich, daß das Folienelement **2** patch-förmig ausgeformt ist oder auch nicht über die gesamte Breite des Trägersubstrats **10** geführt ist. Das Folienelement **2** weist einen Bereich **3** auf, in dem in eine Replizierschicht des Folienelements **2** eine optische wirksame Oberflächenstruktur abgeformt ist. Vorzugsweise ist der Bereich **3** hierbei innerhalb einer in das Trägersubstrat **10** eingebrachten fensterförmigen Durchbrechung angeordnet oder

überdeckt eine solche Durchbrechung zumindest teilweise.

[0051] Weiter ist es auch möglich, daß das Folienelement **2** neben dem Bereich **3** noch einen oder mehrere weitere Bereiche aufweist, in denen weitere optische Sicherheitsmerkmale für den Betrachter generiert werden und welche beispielsweise ebenfalls eine in eine Replizierschicht des Folienelements **2** abgeformte optisch wirksame Oberflächenstruktur, ein Dünnschichtsystem, eine vernetzte Flüssigkristallschicht und/oder eine Schicht enthaltend optisch variable Pigmente aufweist. Wie bereits oben erläutert, können so Bereiche geschaffen werden, in denen unterschiedliche Farbeffekte zur Generierung eines Sicherheitsmerkmals zusammenwirken, beispielsweise in Form von selbstreferenzierenden Farbflächen. Weiter ist es auch möglich, daß das Folienelement **2** weiter noch ein oder mehrere Farbschichten aufweist, die beispielsweise in Form eines Logos oder eines Bildes ausgeformt sind und neben oder in Überlappung zu dem Bereich **3** vorzugsweise zur Ausbildung eines gemeinsamen Sicherheitsmerkmals vorgesehen sind.

[0052] Im folgenden wird der Aufbau des Folienelements **2** anhand der Figuren [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) erläutert.

[0053] Bei dem Folienelement **2** kann es sich um einen Abschnitt einer auf dem Trägersubstrat **10** applizierten Laminierfolie oder um einen Abschnitt einer Übertragungslage einer Transferfolie handeln, welcher auf dem Trägersubstrat **10** abgeprägt worden ist.

[0054] Das Folienelement **2** weist eine Trägerfolie **21**, eine optionale Haft-Vermittlungsschicht **22**, eine Replizierschicht **23**, eine Reflexionsschicht **24** und eine Schutzlackschicht **25** sowie eine Kleberschicht **26** auf. Auf die Haft-Vermittlungsschicht **22** und die Schutzlackschicht **25** könnte auch verzichtet werden. Weiter ist es auch möglich, daß das Folienelement **2** neben diesen Schichten noch eine oder mehrere weitere Schichten aufweist, die das optische Erscheinungsbild des Folienelements **2** in dem Bereich **3** verändern oder die Haftung zwischen den Schichten verbessern.

[0055] Handelt es sich bei dem Folienelement **2** um die Transferlage einer Transferfolie, so könnte auch auf die Trägerfolie **21** verzichtet werden. In diesem Falle ist es vorteilhaft, anstelle der Haft-Vermittlungsschicht **22** eine Schutzlackschicht vorzusehen. Weiter wäre in diesem Fall vorzugsweise zwischen einer Trägerfolie der Transferfolie und dem aus den Schichten **23** bis **26** bestehenden Schichtstapel noch eine Ablöseschicht vorzusehen, welche das Ablösen der Transferlage von der Trägerfolie erleichtert.



**[0056]** Bei der Trägerfolie **21** handelt es sich um eine Kunststoffolie, beispielsweise aus PET oder BOPP, einer Dicke zwischen 8 und 24 µm. Bei der Replizierschicht **23** handelt es sich um eine Schicht aus einem thermoplastischen Replizierlack oder aus einem UV-härtbaren Replizierlack, welcher eine Schichtdicke zwischen 2 und 5 µm aufweist. Weiter ist es auch möglich, daß es sich bei der Replizierschicht **23** um eine Kunststoffolie, beispielsweise um die als Trägerfolie **21** verwendete Kunststoffolie handelt.

**[0057]** Bei der Kleberschicht **26** handelt es sich um eine Schicht aus einem thermisch aktivierbaren Heißkleber. Es ist jedoch auch möglich, daß die Kleberschicht **26** aus einem Kaltkleber oder aus einem UV-aktivierbaren Kleber besteht.

**[0058]** Im Bereich **3** ist in die Replizierschicht **23** eine optisch wirksame Oberflächenstruktur **27** abgeformt. Das Abformen der Oberflächenstruktur **27** erfolgt hierbei vorzugsweise mittels thermischer Replikation, indem ein beheiztes Prägewerkzeug, beispielsweise eine Prägewalze, gegen die in Richtung der Kleberschicht **26** orientierte Oberfläche der Replizierschicht **23** gepreßt wird und so mittels Hitze und Druck die Oberflächenstruktur **27** in dem Bereich **3** in diese Oberfläche der (thermoplastischen) Replizierschicht **23** eingebracht wird. Weiter ist es auch möglich, daß die Oberflächenstruktur **27** mittels UV-Replikation in die Oberfläche der Replizierschicht eingebracht wird. In diesem Fall wird vorzugsweise direkt nach Aufbringen der Replizierschicht **23** mittels eines Werkzeugs die Oberflächenstruktur in die Replizierschicht **23** abgeformt und vorzugsweise parallel hierzu die Replizierschicht durch UV-Bestrahlung ausgehärtet. Weiter ist es auch möglich, daß die Oberflächenstruktur **27** mittels Ablation in die Replizierschicht **23** abgeformt wird.

**[0059]** Weiter ist es auch möglich, daß auf die Replizierschicht weiter bereichsweise ein HRI-Material, beispielsweise musterförmig durch ein Druckverfahren, aufgebracht ist. Weiter ist es möglich, daß die Oberflächenstruktur **27** für die Durchlichtbetrachtung ausgelegt ist und so zumindest im Bereich **3** eine fensterförmige Durchbrechung in dem Substrat **10** vorgesehen ist bzw. das Substrat **10** in diesem Bereich transparent ausgebildet ist.

**[0060]** Der Bereich **3** ist in mehrere Bereiche **31**, **32**, **33** und **34** unterteilt, in denen die Oberflächenstruktur **27** jeweils von einem unterschiedlichen Oberflächenrelief gebildet wird. So ergibt sich für den menschlichen Betrachter bei Betrachtung des Bereichs **3** dabei beispielsweise das in [Fig. 4](#) verdeutlichte optische Erscheinungsbild. So ist der Bereich **31** beispielsweise in Form eines Baumes **31** ausgeformt und mit einem ersten Oberflächenrelief belegt, welches eine holographische Darstellung eines Baumes

in grüner Farbe bewirkt. Der Bereich **32** ist in Form eines Hintergrundes zu dem Bereich **31** ausgeformt und umschließt den Bereich **31** vollständig. In dem Bereich **32** wird die Oberflächenstruktur **27** von einem zweiten Oberflächenrelief gebildet, welches einen holographisch wirkenden Hintergrund zu der holographischen Darstellung, die durch den Bereich **31** bewirkt wird, generiert, und zwar in einer zu dem Bereich **31** kontrastierenden Farbe, beispielsweise in blauer Farbe. Die Bereiche **33** sind in Form von Symbolen, hier in Form der Ziffern "100", ausgeformt. In den Bereichen **33** wird die Oberflächenstruktur **27** von einem dritten Oberflächenrelief gebildet, welches die Bereiche **33** von einer zentralen Betrachtungsposition aus achromatisch weiß erscheinen läßt. Die Bereiche **34** umschließen jeweils die Bereiche **33** und bilden jeweils einen Randbereich zu den Bereichen **33** aus. In den Bereichen **34** wird die Oberflächenstruktur **27** von einem vierten Oberflächenrelief gebildet, welches von einer zentralen Betrachtungsposition aus in Regenbogenfarben erscheint und bei Verdrehen des Sicherheitselements **2** einen im wesentlichen achromatischen Bewegungseffekt simuliert, durch den die Ziffern "100" sich beim Verdrehen zu verbreitern und wieder zusammen zu ziehen scheinen.

**[0061]** Der Aufbau des ersten Oberflächenreliefs, welcher in dem Bereich **31** abgeformt ist, wird nun im folgenden beispielhaft anhand von [Fig. 3](#) erläutert.

**[0062]** [Fig. 3](#) zeigt eine nicht maßstabsgetreue Darstellung eines Schnitts durch das Sicherheitselement **2** in einem Teilbereich des Bereichs **31**. [Fig. 3](#) zeigt das Sicherheitselement **2** mit der Trägerfolie **21**, der Haft-Vermittlungsschicht **22**, der Replizierschicht **23**, der Reflexionsschicht **24**, der Schutzlackschicht **25** und der Kleberschicht **26**. Hierbei ist es auch möglich, daß auf die Schutzlackschicht **25** verzichtet wird oder die Schutzlackschicht **25** und die Kleberschicht **26** aus demselben Material bestehen. Die Oberflächenstruktur **27** wird in dem Bereich **31** von einem diffraktiven Oberflächenrelief gebildet, welches – wie in [Fig. 3](#) dargestellt ist – aus einer Vielzahl aufeinander folgender, einer Hüllkurve **28** folgender Elemente besteht, welche jeweils aus einer im wesentlichen parallel zu einer Grundfläche angeordneten Elementflächen **29** und mindestens einer an die benachbarten Elementflächen **29** anschließenden Flanke bestehen. Die optische Tiefe der Hüllkurve beträgt hierbei vorzugsweise das 3- bis 4-fache des optischen Abstands zwischen den Elementflächen. Die Hüllkurve **28**, die in [Fig. 3](#) durch eine gestrichelte Linie verdeutlicht ist, weist in diesem Ausführungsbeispiel eine Spatalfrequenz zwischen 100 L/mm und 1000 L/mm auf und beugt so das Licht vorwiegend in die erste oder minus-erste Beugungsordnung. Die Strukturelemente der Hüllkurve **28** bzw. deren lokale Ausrichtung und lokale Spatalfrequenz innerhalb des oben beschriebenen Spatalfrequenz-Bereichs sind hierbei



so gewählt, daß sie – wie oben beschrieben – eine holographische Darstellung eines Baumes generieren. Bei der Hüllkurve **28** handelt es sich um ein Reliefprofil, beispielsweise ein Regenbogen-Hologramm, ein holographisches Gitter, das durch die Interferenz von zwei oder mehr Lichtstrahlen erzeugt ist, ein holographisches Gitter, das durch Interferenz eines Referenzstrahls und eines von einem Objekt reflektierten Strahls generiert ist, oder um ein Hologramm, das durch optisches Kopieren von einem Master-Hologramm erzeugt ist. Weiter kann es sich bei diesem Reliefprofil auch um eine mathematische Funktion handeln, welche solch ein holographisches Reliefprofil repräsentiert und welche dazu verwendet wird, die letztendlich mittels Elektronenstrahl-Lithographie umgesetzte Oberflächenstruktur zu berechnen. Bei der Hüllkurve **28** in dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 3](#) handelt es sich so beispielsweise um ein Reliefprofil, welches einem Regenbogen-Hologramm, beispielsweise einem computer-generierten Hologramm (beispielsweise Dot-Matrix-Hologramm) eines Baumes entspricht. Das für die Hüllkurve verwendete Reliefprofil wird weiter gegenüber dem üblichen Reliefprofil eines Regenbogen-Hologramms dahingehend modifiziert, daß es in der senkrecht zur Grundebene liegenden Richtung um den Faktor 3 bis 10 gestreckt wird, so daß die Hüllkurve nicht mehr eine Profiltiefe zwischen 0,1 und 0,3 µm, wie bei einem üblichen Regenbogen-Hologramm, sondern eine deutlich höhere Profiltiefe zwischen 1 und 2 µm aufweist. Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, ist die Hüllkurve **28** weiter durch die Elementflächen **29** substrukturiert, wodurch weiter der Farbwert des gebeugten Lichts durch Interferenz beeinflusst wird. Die Elementflächen **29** sind hierbei in einem ersten optischen Abstand oder einem Vielfachen des ersten optischen Abstands voneinander beabstandet, wobei der sich durch Division durch den Brechungsindex ergebende erste geometrische Abstand zwischen 50 nm und 400 nm, vorzugsweise zwischen 80 nm und 200 nm beträgt und in diesem Ausführungsbeispiel 80 nm für einen blauen Farbton, bei Vorsehen einer ZnS-Schicht, 220 nm für einen roten Farbton in normalem Kunststoff und 325 nm für einen roten Farbton bei Ausführungen gegen Luft beträgt.

**[0063]** Das in dem Bereich **32** abgeformte zweite Oberflächenrelief ist ähnlich wie das anhand von [Fig. 3](#) verdeutlichte erste Oberflächenrelief ausgeformt, mit dem Unterschied, daß die Hüllkurve **28** von einem Reliefprofil gebildet wird, welches durch Beugung in die  $\pm$  erste Beugungsordnung die oben erläuterte holographische Hintergrundinformation generiert. Im weiteren unterscheidet sich die Substrukturierung der Hüllkurve von der des ersten Oberflächenreliefs dahingehend, daß die Elementflächen in einem unterschiedlichen optischen Abstand, hier beispielsweise in einem optischen Abstand von 325 nm voneinander beabstandet sind und so der Farbwert des gebeugten Lichts durch Interferenz in einer ande-

ren Weise beeinflusst wird, wodurch sich der unterschiedliche Farbeindruck der Bereiche **31** und **32** ergibt.

**[0064]** Bei dem dritten Oberflächenrelief, welches in den Bereichen **33** abgeformt ist, handelt es sich um eine Mattstruktur oder um ein Blaze-Gitter, beispielsweise mit einer Spatialfrequenz von 1000 L/mm und einer im wesentlichen dreieckförmigen Profilform.

**[0065]** Bei dem vierten Oberflächenrelief, welches in den Bereichen **34** abgeformt ist, handelt es sich um ein Kinegram®, welches den oben beschriebenen Bewegungseffekt bewirkt.

**[0066]** Die Oberflächenstruktur **27** zeichnet sich so vor allem dadurch aus, daß sie in den Bereichen **31** bis **34** von gänzlich unterschiedlichen Oberflächenreliefs gebildet wird, die sich insbesondere in ihrer Profiltiefe deutlich voneinander unterscheiden. So weist die Oberflächenstruktur **27** in den Bereichen **31** oder **32** ein Oberflächenrelief mit einer optisch wirkenden Relieftiefe zwischen 1 und 2 µm auf, wohin gegen die Oberflächenstruktur **27** in den Bereichen **33** und **34** eine optisch wirksame Relieftiefe zwischen 0,1 und 0,3 µm aufweist.

**[0067]** Es wird ein einziges Replizierwerkzeug verwendet, um die Oberflächenstruktur **27** in die Replizierschicht **23** abzuformen. Zur Herstellung des Replizierwerkzeugs wird das Oberflächenrelief **27** entsprechend der oben dargelegten Grundsätze berechnet und sodann in eine Trägerschicht, beispielsweise eine dünne Glasschicht, mittels Elektronenstrahl-Lithographie eingebracht.

**[0068]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun anhand von [Fig. 5](#) erläutert.

**[0069]** [Fig. 5](#) zeigt eine nicht maßstabsgetreue Schnittdarstellung eines Teilbereichs eines Folienelements **4**. Das Folienelement **4** wird in dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 5](#) von einer Transferfolie, insbesondere einer Heißprägefolie, gebildet. Es ist jedoch auch möglich, daß es sich bei dem Folienelement **4** um eine Laminierfolie oder um einen auf ein Trägersubstrat applizierten Teil einer Laminier- oder Transferfolie handelt. Das Folienelement **4** weist eine Trägerschicht **41**, eine Ablöse- und/oder Schutzlackschicht **42**, eine Replizierschicht **43**, eine Reflexionsschicht **44** und eine Kleberschicht **45** auf. Bei der Trägerfolie **41** handelt es sich um eine Kunststoffolie, beispielsweise um eine PET-Folie einer Dicke zwischen 12 und 56 µm. Die Replizierschicht **43** besteht, wie oben bereits in Bezug auf die Replizierschicht **23** erläutert, aus einer Replizierlackschicht aus einem thermoplastischen Lack oder einem UV-härtbaren Lack. Bei der Reflexionsschicht **44** handelt es sich um eine dünne metallische Schicht, beispielsweise aus Aluminium, Silber, Gold, Kupfer oder aus einer

Legierung dieser Metalle. Weiter ist es auch möglich, daß anstelle der Reflexionsschicht **44** eine optische Trennschicht, beispielsweise eine HRI-Schicht, insbesondere eine anorganische HRI-Schicht (HRI = High Refraction Index) auf die Replizierschicht **43** aufgebracht wird, welche eine Dicke aufweist, die in einer ersten Ausführungsform geringer als der erste und/oder zweite optische Abstand und in einer zweiten Ausführungsform dicker als der erste und/oder zweite optische Abstand ist oder diesem entspricht. Weiter ist es auch möglich, daß die Reflexionsschicht **44** aus einer HRI-Schicht und einer metallischen Schicht besteht, wobei vorzugsweise die Replizierschicht **43** zuerst mit der HRI-Schicht beschichtet wird und sodann die die Metallschicht auf die HRI-Schicht aufgebracht wird.

**[0070]** Sowohl die Reflexionsschicht **44** als auch die optische Trennschicht können hierbei partiell und musterförmig auf die Replizierschicht **43** aufgebracht sein. Hierdurch wird beispielsweise erreicht, daß das Licht in unterschiedlichen Bereichen ein Medium mit unterschiedlichem Brechungsindex durchläuft und sich so der von dem Brechungsindex abhängige optische Abstand bereichsweise unterscheidet.

**[0071]** [Fig. 5](#) zeigt nun weiter jeweils einen Teilbereich zweier aneinander grenzender Bereiche **35** und **36**. In den Bereichen **35** und **36** sind in die Replizierschicht **43** zwei unterschiedliche Oberflächenreliefs, nämlich ein Oberflächenrelief **46** und ein Oberflächenrelief **49**, abgeformt. Wie in [Fig. 5](#) angedeutet wird das Oberflächenrelief **46** von einer Vielzahl aufeinander folgender, einer Hüllkurve **47** folgender Elemente gebildet, welche jeweils aus einer im wesentlichen parallel zu einer Grundfläche angeordneten Elementfläche **48** und mindestens einer an die benachbarte Elementfläche **48** oder benachbarten Elementflächen **48** anschließenden Flanke besteht. Bei der Hüllkurve **47** handelt es sich um eine asymmetrische Hüllkurve, d. h. die Strukturelemente, aus denen sich die Hüllkurve **47** zusammensetzt, haben einen asymmetrischen Querschnitt. Im einfachsten Fall handelt es sich bei der Hüllkurve **47** um ein regelmäßiges, aus dreieckförmigen Strukturelementen zusammengesetztes Gitter mit einer Spatalfrequenz zwischen 100 L/mm und 2000 L/mm, vorzugsweise zwischen 100 L/mm und 1000 L/mm, und einem Symmetriefaktor im Bereich von 70% bis 100%. bevorzugt von 85% bis 95%. Wie in [Fig. 5](#) angedeutet ist die Hüllkurve **47** durch die Elementflächen **48** substrukturiert, und zwar so, daß die benachbarten Elementflächen **48** in einer senkrecht zur Grundebene stehenden Richtung mit einem Abstand oder einem Vielfachen eines Abstands beabstandet sind, welcher eine optisch wirksame Tiefe zwischen 150 nm und 400 nm besitzt. So wird auch hier das von dem Oberflächenrelief **46** gebeugte Licht mit durch die Substrukturierung bewirkten Interferenz-Effekten überlagert, welche den Farbwert des von dem Ober-

flächenrelief gebeugten Lichts beeinflussen. Diese Art von Oberflächenrelief zeigt eine Vielzahl interessanter Eigenschaften: In Abhängigkeit von dem Betrachtungs- oder Beleuchtungswinkel innerhalb der Grundebene und u. U. in Abhängigkeit von dem Kippwinkel, d. h. dem Winkel senkrecht zur Grundebene, zeigt dieses Oberflächenrelief unterschiedliche Farben. Handelt es sich bei der Hüllkurve beispielsweise um ein eindimensionales Gitter, so wird der Farbeindruck von der Winkellage zu dem Azimutwinkel des Gitters bestimmt. Weiterhin zeichnet sich diese Art von Oberflächenrelief durch eine besonders hohe Lichtstärke und Trennschärfe zwischen den bei den verschiedenen Winkellagen generierten Farbwerten aus, die bei weitem höher als die durch ein monochromatisches Volumen-Hologramm erzielbaren Werte liegen.

**[0072]** So ist es beispielsweise möglich, daß das Oberflächenrelief **46** beugungsoptische eine holographische Darstellung eines Objekts, beispielsweise ein Portrait, zeigt, wobei durch die oben geschilderten Effekte in der ersten und minus-ersten Beugungsordnung das von dem Oberflächenrelief **46** gebeugte Licht unterschiedliche Farbwerte aufweist und so das Objekt bei Drehung um 180° weiter auch seinen Farbwert ändert. Ein solcher Effekt ist durch ein Volumen-Hologramm nicht erzielbar.

**[0073]** An das Oberflächenrelief **46** schließt das Oberflächenrelief **49** an, welches in dem Bereich **36** in die Replizierschicht **43** abgeformt ist. Bei dem Oberflächenrelief **49** handelt es sich um ein optisch wirksames Oberflächenrelief, welches nicht durch Elementflächen substrukturiert ist. Es handelt sich bei dem Oberflächenrelief **49** somit um ein Beugungsgitter, um eine Hologramm oder auch um ein achromatisches Oberflächenrelief, beispielsweise eine Mattstruktur, eine Makrostruktur oder ein Blazegitter. Wie in [Fig. 5](#) angedeutet, unterscheidet sich hierbei die Relieftiefe des Reliefprofils **49** und des Reliefprofils **46** deutlich voneinander.

**[0074]** Bereits bei der Auswahl von einfachen Reliefprofilen für die Hüllkurve **47** können – insbesondere bei Kombination mit gleichartigen Strukturen oder mit Reliefstrukturen, die der Reliefstruktur **49** entsprechen – interessante optische Effekte realisiert werden:

So zeigen die Figuren [Fig. 6a](#) und [Fig. 6b](#) eine Draufsicht auf einen Abschnitt eines Folienelements, wobei in einem Bereich **51** ein erstes Oberflächenrelief und in dem Bereich **52** ein zweites Oberflächenrelief in eine Replizierschicht abgeformt ist. Das erste und zweite Oberflächenrelief sind wie das Oberflächenrelief **46** nach [Fig. 5](#) ausgeformt. Als Hüllkurve **47** wird ein eindimensionales Gitter verwendet. Die Oberflächenreliefs in den Bereichen **51** und **52** unterscheiden sich nur dahingehend voneinander, daß die Azimutwinkel ihrer Hüllkurven um 180° gegeneinan-

der verdreht sind. Die Hüllkurven sind so beispielsweise durch folgende geometrische Faktoren gekennzeichnet: Asymmetrisches Beugungsgitter (Symmetriefaktor: 100%) mit einer Periode von 4  $\mu\text{m}$  (250 L/mm). Der Abstand zwischen den Elementflächen beträgt 190 nm (optischer Abstand 285 nm; Brechungsindex der Replizierschicht: 1,5). Die geometrische Profiltiefe des Oberflächenreliefs beträgt 1,14  $\mu\text{m}$ , d. h. das 6-fache des geometrischen Abstands. Bei Betrachtung von einer Standard-Betrachtungsposition aus ([Fig. 6a](#)) erscheint der Bereich **52** in roter Farbe und der Bereich **51** in grüner Farbe. Wird das Folienelement um 180° gedreht ([Fig. 6b](#)) so erscheint der Bereich **52** für den menschlichen Betrachter in grüner Farbe und der Bereich **51** in roter Farbe.

**[0075]** In dem Ausführungsbeispiel nach den Figuren [Fig. 7a](#) und [Fig. 7b](#) sind in den Bereichen **53** und **54** eines Folienelements unterschiedliche Oberflächenprofile abgeformt, welche jeweils wie das Oberflächenprofil **46** ausgeformt sind. Die Hüllkurven des in den Bereich **54** abgeformten Oberflächenprofils ist ein einfaches lineares Gitter, welche sich aus asymmetrischen Strukturelementen, beispielsweise dreieckförmigen Strukturelementen, zusammensetzen. Die Hüllkurve des im Bereich **53** abgeformten Oberflächenreliefs ist die einer anisotropen, vorzugsweise holographisch erzeugten Mattstruktur, deren Strukturelemente ebenfalls eine asymmetrische Formgebung besitzen und die das einfallende Licht gerichtet streut. Die Hüllkurven schließen einen Azimutwinkel von 0° ein. Der optische Abstand zwischen den Elementflächen beträgt im Bereich **54** 285 nm (geometrischer Abstand 190 nm). Der optische Abstand zwischen den Elementflächen beträgt im Bereich **53** ca. 315 nm (geometrischer Abstand 210 nm).

**[0076]** Bei Betrachtung aus der Standard-Betrachtungsposition ([Fig. 7a](#)) erscheint der Bereich **54** in roter Farbe, wohin gegen der Bereich **53** in grüner Farbe erscheint. Bei Drehung des Folienelements um 180° erscheint der Bereich **54** in grüner Farbe, wohin gegen der Bereich **53** farblos erscheint.

**[0077]** [Fig. 8a](#) und [Fig. 8b](#) zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Folienelements, wobei hier in einem Bereich **55** ein Reliefprofil nach [Fig. 3](#) mit einer symmetrischen Hüllkurve und in einem Bereich **56** ein Reliefprofil nach [Fig. 5](#) mit einer asymmetrischen Hüllkurve abgeformt ist. Die Hüllkurve des Reliefprofils im Bereich **55** ist beispielsweise durch folgende geometrische Parameter definiert:

Zweidimensionales beugungsoptisches Gitter (symmetrisches Beugungsgitter mit einer Periode von 4  $\mu\text{m}$  (250 L/mm), beispielsweise ein Kreuzgitter, ein Gitter mit kreisförmigen oder hexagonalen Gitterlinien.

**[0078]** Der geometrische Abstand der Elementflächen im Bereich **55** beträgt 195 nm (optischer Abstand 290 nm) bei einer geometrischen Strukturtiefe von 780 nm, d. h. dem 4-fachen des geometrischen Abstands.

**[0079]** Die Hüllkurve des Reliefprofils im Bereich **56** ist ein symmetrisches Beugungsgitter mit einer Periode von 4  $\mu\text{m}$  (250 L/mm). Der geometrische Abstand der Elementflächen im Bereich **56** beträgt 81 nm (optischer Abstand 270 nm) bei einer geometrischen Strukturtiefe von 720 nm, d. h. dem 4-fachen des geometrischen Abstands.

**[0080]** Bei Betrachtung aus einer Standard-Betrachtungsposition ([Fig. 8a](#)) erscheint der Bereich **56** rot und der Bereich **55** grün. Bei Drehung des Folienelements um 180° erscheint der Bereich **56** blau und der Bereich **55** erscheint weiter in grün.

**[0081]** Die Figuren [Fig. 9a](#) und [Fig. 9b](#) zeigen einen Bereich **60** eines weiteren erfindungsgemässen Folienelements. Bei einer Standard-Betrachtungsposition ([Fig. 9a](#)) erscheint dem menschlichen Betrachter ein Bereich **62** in roter Farbe und ein Bereich **61** in grüner Farbe. Bei Drehung des Folienelements um 90° erscheint ein Bereich **64** in roter Farbe und ein Bereich **63** in grüner Farbe. Wie in den [Fig. 9a](#) und [Fig. 9b](#) dargestellt, unterscheidet sich hierbei die Formgebung der Bereiche **61** und **63** bzw. **62** und **64**.

**[0082]** Dies wird dadurch realisiert, daß der Bereich **60** in eine Vielzahl von Domänen unterteilt ist, die sich jeweils über die gesamte Länge des Bereichs **60** erstrecken und die jeweils eine Breite von 100  $\mu\text{m}$  besitzen. Weiter sind die Domänen jeweils in einen ersten Teilbereich und einen zweiten Teilbereich unterteilt, die sich ebenfalls jeweils über die gesamte Länge des Bereichs **60** erstrecken. Vier unterschiedliche Reliefprofile sind hierbei in dem Bereich **60** in die Replizierschicht des Folienelements abgeformt: Zum einen ein erstes Reliefprofil, welches dem Reliefprofil nach [Fig. 3](#) entspricht und eine symmetrische Hüllkurve aufweist. Die Hüllkurve des ersten Reliefprofils wird hier von einem linearen Gitter mit einer Spatialfrequenz von 200 L/mm (5  $\mu\text{m}$  Periode) und einer (geometrischen) Profiltiefe von 733 nm gebildet (4-fache des geometrischen Abstands). Der optische Abstand zwischen den Elementflächen beträgt 275 nm (geometrischer Abstand 182 nm bei Brechungsindex 1,5). Das zweite Reliefprofil unterscheidet sich lediglich dahingehend gegenüber dem ersten Reliefprofil, daß der Azimutwinkel des zweiten Reliefprofils um 90° gegenüber dem des ersten Reliefprofils verdreht ist. Das dritte Reliefprofil unterscheidet sich lediglich dahingehend gegenüber dem ersten Reliefprofil, daß der geometrische Abstand zwischen den Elementflächen 220 nm beträgt. Das vierte Reliefprofil unterscheidet sich lediglich dahingehend gegenüber dem dritten Reliefprofil, daß der Azimutwinkel des

dritten Reliefprofils gegenüber dem Azimutwinkel des vierten Reliefprofils um 90° verdreht ist.

**[0083]** In den Bereichen der ersten Unterbereiche der Domänen, welche sich mit dem Bereich **61** überschneiden, ist das erste Reliefprofil in die Replizierschicht abgeformt. In den Bereichen der ersten Unterbereiche der Domänen, welche sich mit dem Bereich **62** überschneiden, ist das dritte Reliefprofil in die Replizierschicht abgeformt. In den Bereichen der zweiten Unterbereiche der Domänen, welche sich mit dem Bereich **63** überschneiden, ist das vierte Reliefprofil in die Replizierschicht abgeformt. In den Bereichen der zweiten Unterbereiche der Domänen, welche sich mit dem Bereich **64** überschneiden, ist das zweite Reliefprofil in die Replizierschicht abgeformt.

**[0084]** Weiter ist es auch möglich, daß die Domänen sich nicht über die gesamte Länge sondern über die gesamte Breite des Bereichs **60** erstrecken und/oder daß die Breite der Domäne anders gewählt ist, wobei die Breite der Domäne zwischen 300 µm und 10 µm zu wählen ist.

**[0085]** [Fig. 10a](#) und [Fig. 10b](#) zeigen einen Bereich **65** eines weiteren erfindungsgemässen Folienelements. Der Bereich **65** ist wie der Bereich **60** nach [Fig. 9a](#) und [Fig. 9b](#) ausgebildet, mit dem Unterschied, daß lediglich in den Bereichen der ersten Unterbereiche der Domänen, welche sich mit einem Bereich **67** überschneiden, das erste Reliefprofil in die Replizierschicht abgeformt ist und in den Bereichen der Domänen, welche sich mit einem Bereich **69** überschneiden das vierte Reliefprofil in die Replizierschicht abgeformt ist. Bei einer Standard-Betrachtungssituation ([Fig. 10a](#)) erscheint der Bereich **67** dem menschlichen Betrachter in grüner Farbe, wohingegen der Bereich **66** farblos erscheint. Wird das Folienelement um 90° gedreht ([Fig. 10b](#)), so erscheint der Bereich **69** dem menschlichen Betrachter in roter Farbe und der Bereich **68** erscheint farblos.

**[0086]** [Fig. 11](#) verdeutlicht ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, mittels dem ein Mehrfarben-Hologramm verwirklicht werden kann.

**[0087]** [Fig. 11](#) zeigt einen Bereich **71** eines Folienelements **7**. Der Bereich **71** ist in eine Vielzahl von Domänen **72** unterteilt. Die Domänen **72** besitzen vorzugsweise jeweils die gleichen Abmessungen. Zumindest in eine Richtung ist die Abmessung der Domänen **72** kleiner als 300 µm. In dem in [Fig. 11](#) dargestellten Ausführungsbeispiel besitzen die Domänen **72** sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung eine Abmessung von weniger als 300 µm, in dem in [Fig. 11](#) dargestellten Ausführungsbeispiel eine Abmessung von 100 × 100 µm.

**[0088]** Die Domänen weisen jeweils einen oder mehrere der Bereiche **73**, **74**, **75** und **76** auf, wobei in

jedem der Bereiche **73** bis **76** ein unterschiedliches Oberflächenprofil in eine Replizierschicht des Folienelements **7** abgeformt ist. Die Reliefprofile sind hierbei nach [Fig. 3](#) ausgestaltet, wobei die Hüllkurve der Reliefprofile in den Bereichen **73** und **75** einerseits und **74** und **76** andererseits übereinstimmt. Im weiteren unterscheidet sich jedoch der optische Abstand der Elementflächen der Oberflächenprofile in den Bereichen **73** und **75** einerseits und **74** und **76** andererseits.

**[0089]** Die Spatalfrequenz und der Azimutwinkel der Hüllkurven der Oberflächenreliefs in den Bereichen **73** und **75** einerseits und **74** und **76** andererseits ist hierbei so gewählt, daß das in diesen Bereichen einfallende Licht in der ersten (und minus-ersten) Beugungsordnung in unterschiedliche Richtungen gebeugt wird, so daß die von den Bereichen **73** und **75** generierte Darstellung unter einem ersten Raumwinkel und die von den Bereichen **74** und **76** generierte Darstellung unter einem zweiten, hiervon unterschiedlichen Raumwinkel sichtbar ist. Durch den Flächenanteil der Bereiche **73** und **75** in der jeweiligen Domäne wird weiter der Farbwert und die Helligkeit des jeweiligen Bildpunktes in der unter dem ersten Raumwinkel sichtbaren Darstellung bestimmt. Entsprechendes gilt für den Flächenanteil der Bereiche **74** und **76** für die unter dem zweiten Raumwinkel sichtbare Darstellung.

**[0090]** Weiter ist es auch möglich, daß neben den Bereichen **73** bis **76** noch weitere Bereiche in den Domänen **72** vorgesehen werden, die entweder weiteren Raumwinkeln zugeordnet sind oder die sich in der Beabstandung der Elementflächen unterscheiden.

## Patentansprüche

1. Folienelement (**1**, **4**, **7**) mit einer Replizierschicht (**23**, **43**), wobei in einer ersten Oberfläche der Replizierschicht eine optisch wirksame Oberflächenstruktur (**27**) abgeformt ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Oberflächenstruktur (**27**) in zumindest einem ersten Bereich (**31**, **35**, **73**) des Folienelements von einem ersten diffraktiven Oberflächenrelief (**46**) gebildet ist, welches aus einer Vielzahl aufeinanderfolgender, einer ersten Hüllkurve (**28**, **47**) folgender Elemente besteht, wobei die Elemente jeweils aus einer parallel zu den Elementflächen der anderen Elemente angeordneten Elementfläche (**29**, **48**) und mindestens einer an die benachbarte Elementfläche oder Elementflächen anschließenden Flanke bestehen, die Elementflächen (**29**, **48**) benachbarter Elemente in einer senkrecht zu den Elementflächen stehenden Richtung beabstandet sind mit einem ersten optischen Abstand oder einem Vielfachen des ersten optischen Abstands, wobei der erste optische Abstand zwischen 150 nm und 800 nm beträgt, die erste Hüllkurve (**28**, **47**) eine Spatalfre-



quenz zwischen 100 L/mm und 2000 L/mm und eine optische Tiefe von mehr als 450 nm aufweist, und die Reliefform und die Spatalfrequenz der Hüllkurve (**28**, **47**) so gewählt ist, daß das einfallende Licht in eine oder mehrere erste Richtungen zur Darstellung einer ersten Information gebeugt wird, deren Farbwert weiter durch den ersten optischen Abstand bestimmt ist.

2. Folienelement (**2**, **4**, **7**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Bereich (**31**, **34**, **73**) eine kleinste Abmessung von mehr als 50 µm, bevorzugt von mehr als 100 µm, besitzt.

3. Folienelement (**2**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Bereich (**31**) musterförmig, insbesondere in Form eines oder mehrerer Symbole oder eines Portraits ausgeformt ist.

4. Folienelement (**4**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hüllkurve (**47**) ein asymmetrisches Reliefprofil besitzt.

5. Folienelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hüllkurve ein Kinegram<sup>®</sup> ist.

6. Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hüllkurve in einer ersten Raumrichtung eine erste konstante Spatalfrequenz aufweist.

7. Folienelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hüllkurve in einer zweiten, zur ersten Raumrichtung unterschiedlichen zweiten Raumrichtung eine zweite konstante Spatalfrequenz aufweist, die sich von der ersten konstanten Spatalfrequenz unterscheidet.

8. Folienelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hüllkurve ein eindimensionales Gitter ist.

9. Folienelement (**2**, **4**, **7**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens einem zweiten Bereich (**32**, **33**, **34**, **36**, **74**) die Oberflächenstruktur von einem zweiten, sich von dem ersten Oberflächenrelief unterscheidenden Oberflächenrelief (**49**) gebildet ist, welches eine zweite Information darstellt.

10. Folienelement (**2**, **4**) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine zweite Bereich (**32**, **33**, **36**) an den ersten Bereich (**31**, **35**) oder die ersten Bereiche angrenzt.

11. Folienelement (**2**) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Bereich den zweiten Bereich oder der zweite Bereich (**32**) den

ersten Bereich vollständig umschließt.

12. Folienelement (**2**) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und/oder der zweite Bereich (**31**, **34**) musterförmig in Form einer dritten bzw. vierten Information ausgeformt ist.

13. Folienelement nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Information und/oder die dritte und die vierte Information sich ergänzende Informationen darstellen.

14. Folienelement (**2**, **4**) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Oberflächenrelief ein diffraktives Oberflächenrelief, insbesondere ein Beugungsgitter, ein Kinegram<sup>®</sup> oder ein Hologramm ist.

15. Folienelement (**2**) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Oberflächenelement ein achromatisches Oberflächenrelief, insbesondere eine Mattstruktur, eine Makrostruktur oder ein Blaze-Gitter ist.

16. Folienelement (**2**, **4**, **7**) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Oberflächenrelief (**32**, **74**) aus einer Vielzahl aufeinanderfolgender, einer zweiten Hüllkurve folgender Elemente besteht, wobei die Elemente jeweils aus einer im wesentlichen parallel zu den Elementflächen der anderen Elemente angeordneten Elementfläche und mindestens einer an die benachbarte Elementfläche oder Elementflächen anschließenden Flanke bestehen, die Elementflächen benachbarter Elemente in einer senkrecht zu den Elementflächen stehenden Richtung beabstandet sind mit einem zweiten optischen Abstand oder einem Vielfachen des zweiten optischen Abstands, wobei der zweite optische Abstand zwischen 150 nm und 800 nm beträgt, die zweite Hüllkurve eine Spatalfrequenz zwischen 100 L/mm und 2000 L/mm und eine optische Tiefe von mehr als 450 nm aufweist und die Reliefform und die Spatalfrequenz der zweiten Hüllkurve so gewählt ist, daß das einfallende Licht in einer oder mehreren zweiten Richtungen zur Darstellung der zweiten Information gebeugt wird, deren Farbwert weiter durch den zweiten Abstand bestimmt ist.

17. Folienelement (**2**, **7**) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hüllkurve und die zweite Hüllkurve unterschiedliche Hüllkurven sind und das einfallende Licht in unterschiedliche Richtungen beugen.

18. Folienelement (**7**) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Spatalfrequenz und/oder der Azimutwinkel der ersten und zweiten

Hüllkurve unterscheidet.

19. Folienelement nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Azimutwinkel der ersten und der zweiten Hüllkurve rechtwinklig zueinander ausgerichtet sind.

20. Folienelement nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Relief-form der ersten und zweiten Hüllkurve unterscheidet, insbesondere daß die Reliefform der ersten Hüllkurve symmetrisch ist und die zweite Hüllkurve asymmetrisch ist oder umgekehrt.

21. Folienelement nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Hüllkurve zueinander spiegelverkehrte asymmetrische Profilformen aufweisen.

22. Folienelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Hüllkurve übereinstimmen.

23. Folienelement (7) nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß sich der erste optische Abstand von dem zweiten optischen Abstand um mehr als 25 nm unterscheidet.

24. Folienelement (7) nach einem der Ansprüche 16 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein Bereich (60, 65, 71) der Oberflächenstruktur in eine Vielzahl aneinander grenzender Domänen (72) unterteilt ist, die in zumindest eine Richtung eine Abmessung von weniger als 300 µm besitzen und daß in den Domänen (72) einer ersten Gruppe von Domänen jeweils ein erster Bereich (73) und ein zweiter Bereich (74) vorgesehen ist.

25. Folienelement nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß in den Domänen einer zweiten Gruppe von Domänen jeweils ein erster Bereich, aber kein zweiter Bereich, und in den Domänen einer dritten Gruppe von Domänen jeweils ein zweiter Bereich, aber kein erster Bereich vorgesehen ist.

26. Folienelement (7) nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Domänen (72) einen ersten Bereich (73) und einen zweiten Bereich (74) aufweist.

27. Folienelement nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Flächenanteil der ersten und/oder der zweiten Bereiche (73, 74) in den Domänen (72) variiert ist.

28. Folienelement nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und die zweite Hüllkurve übereinstimmen und der erste und der zweite optische Abstand sich voneinander unterscheidet, so daß für den menschlichen Betrach-

ter eine mehrfarbige, optisch variable Darstellung in dem Bereich generiert wird.

29. Folienelement (7) nach Anspruch 17 und einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Domänen (72) weitere Bereiche (75) aufweisen, in denen jeweils ein dem ersten Oberflächenprofil entsprechendes Oberflächenprofil die Oberflächenstruktur bildet, die Domänen (72) weitere Bereiche (76) aufweisen, in denen jeweils ein dem zweiten Oberflächenprofil entsprechendes Oberflächenprofil die Oberflächenstruktur bildet und das dritte Oberflächenprofil sich lediglich dahingehend von dem ersten Oberflächenprofil unterscheidet, daß sich deren optischer Abstand von dem ersten optischen Abstand unterscheidet und das vierte Oberflächenprofil sich lediglich dahingehend von dem zweiten Oberflächenprofil unterscheidet, daß sich deren optischer Abstand von dem zweiten optischen Abstand unterscheidet.

30. Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elementflächen jeweils größer als 100 nm sind.

31. Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elementflächen zwischen 10% und 50% der Fläche jedes Elements einnehmen.

32. Folienelement (2, 4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf die erste Oberfläche der Replizierschicht (23, 43) eine Reflexionsschicht (24, 44), insbesondere eine metallische Reflexionsschicht, aufgebracht ist.

33. Folienelement nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß auf die erste Oberfläche der Replizierschicht eine optische Trennschicht, insbesondere eine HRI-Schicht, aufgebracht ist.

34. Folienelement nach einem der Ansprüche 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflexionsschicht oder die optische Trennschicht bereichsweise musterförmig auf der ersten Oberfläche der Replizierschicht aufgebracht ist.

35. Folienelement (2, 4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Folienelement eine Laminierfolie oder eine Transferfolie ist und weiter eine Trägerfolie (21, 41) aufweist, die auf Seiten der ersten Oberfläche abgekehrten zweiten Oberfläche der Replizierschicht (23, 43) angeordnet ist.

36. Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder der zweite optische Abstand zwischen 150 nm und 400 nm beträgt.



37. Verwendung eines Folienelements nach einem der vorhergehenden Ansprüche auf einem Trägersubstrat eines Sicherheitsdokuments, wobei, das Folienelement derart auf einem Trägersubstrat eines Sicherheitsdokuments angeordnet wird, daß es eine fensterförmige Durchbrechung des Trägersubstrats zumindest teilweise überdeckt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

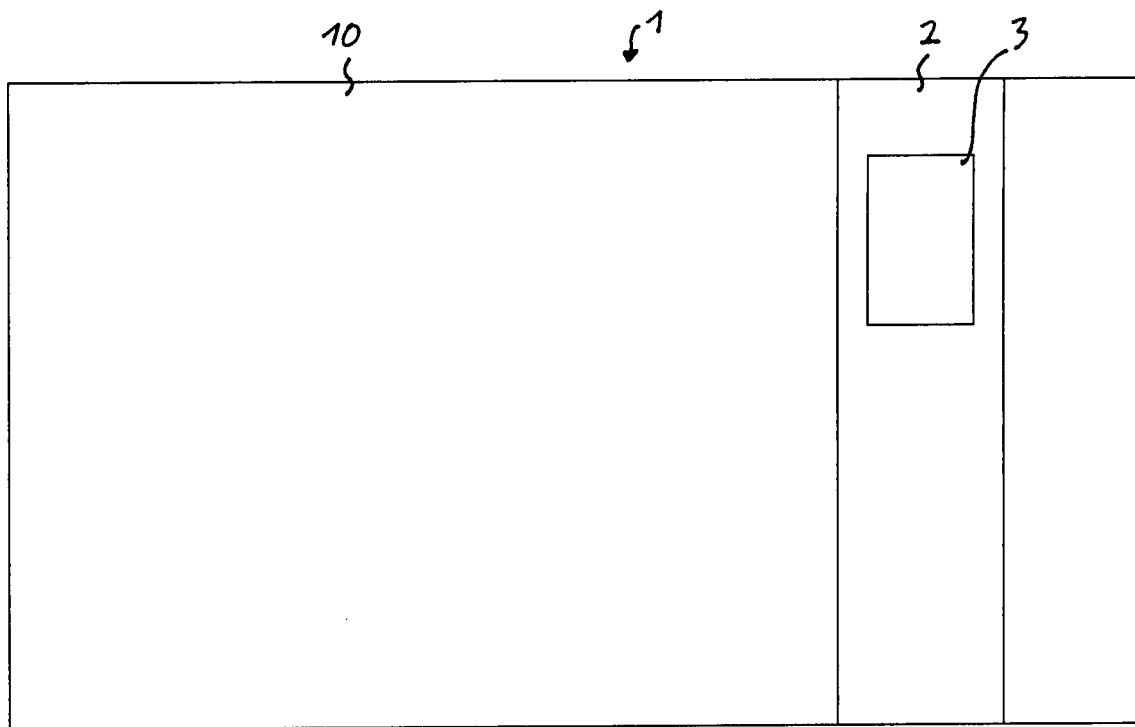


Fig. 1

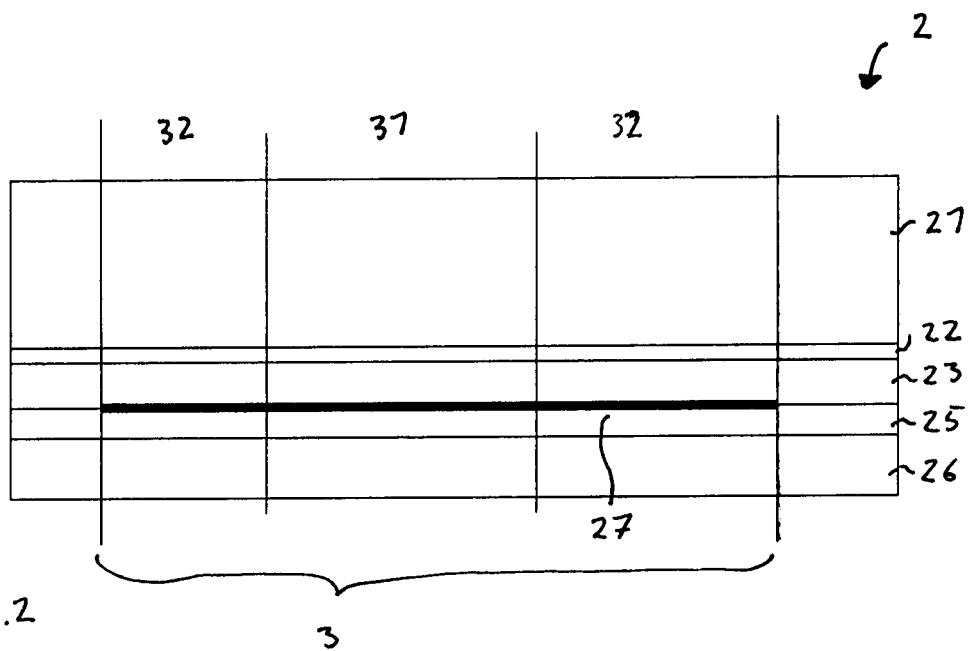


Fig. 2

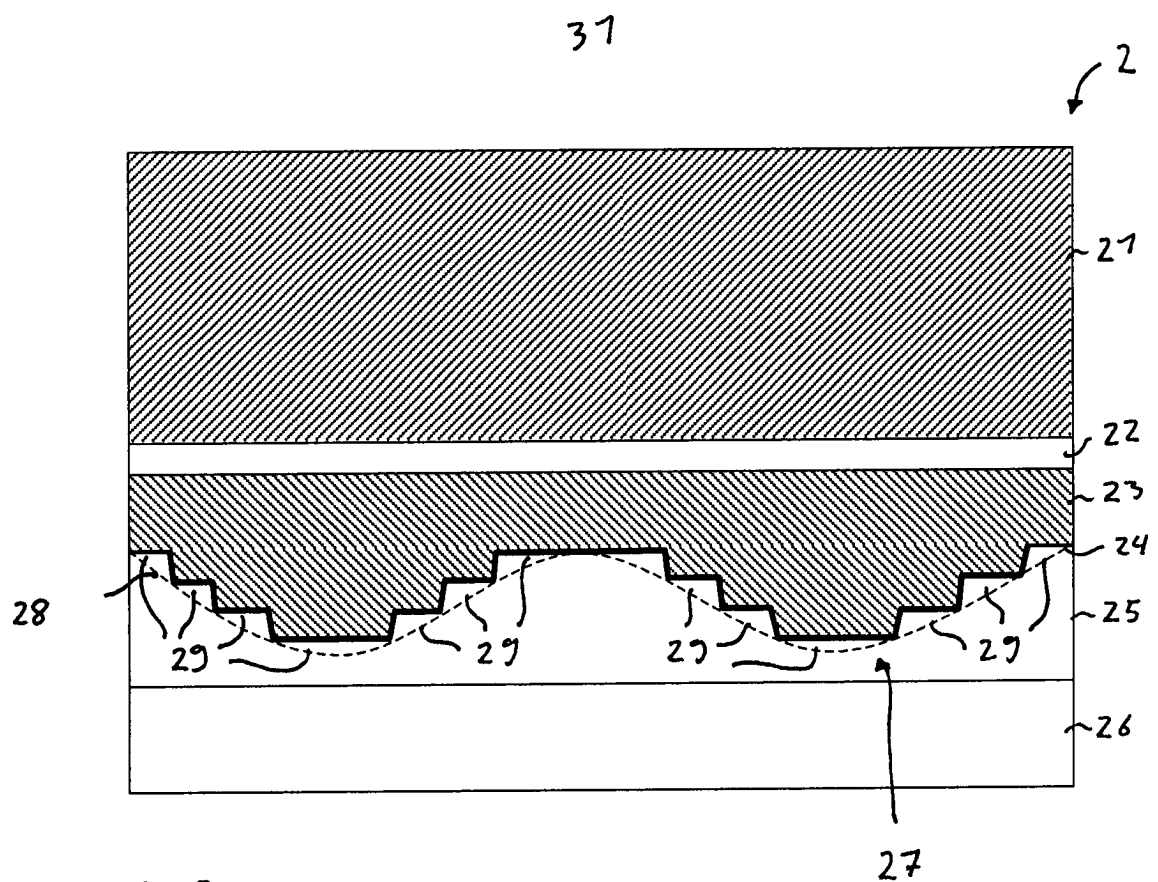


Fig. 3

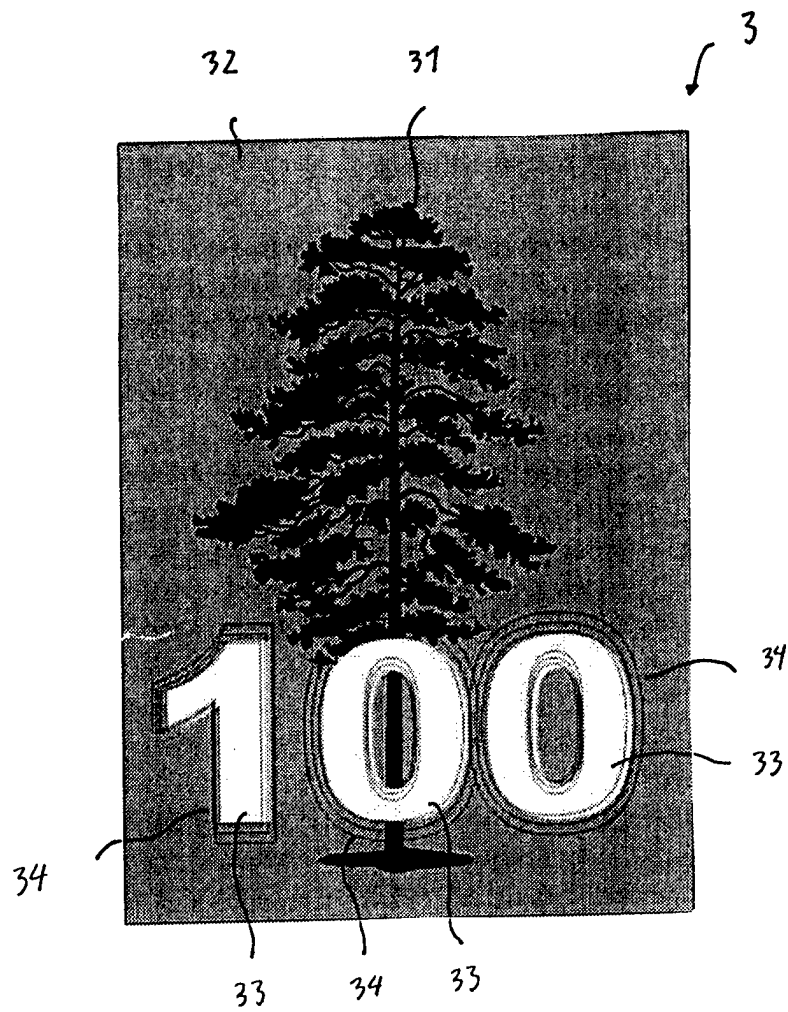


Fig. 4

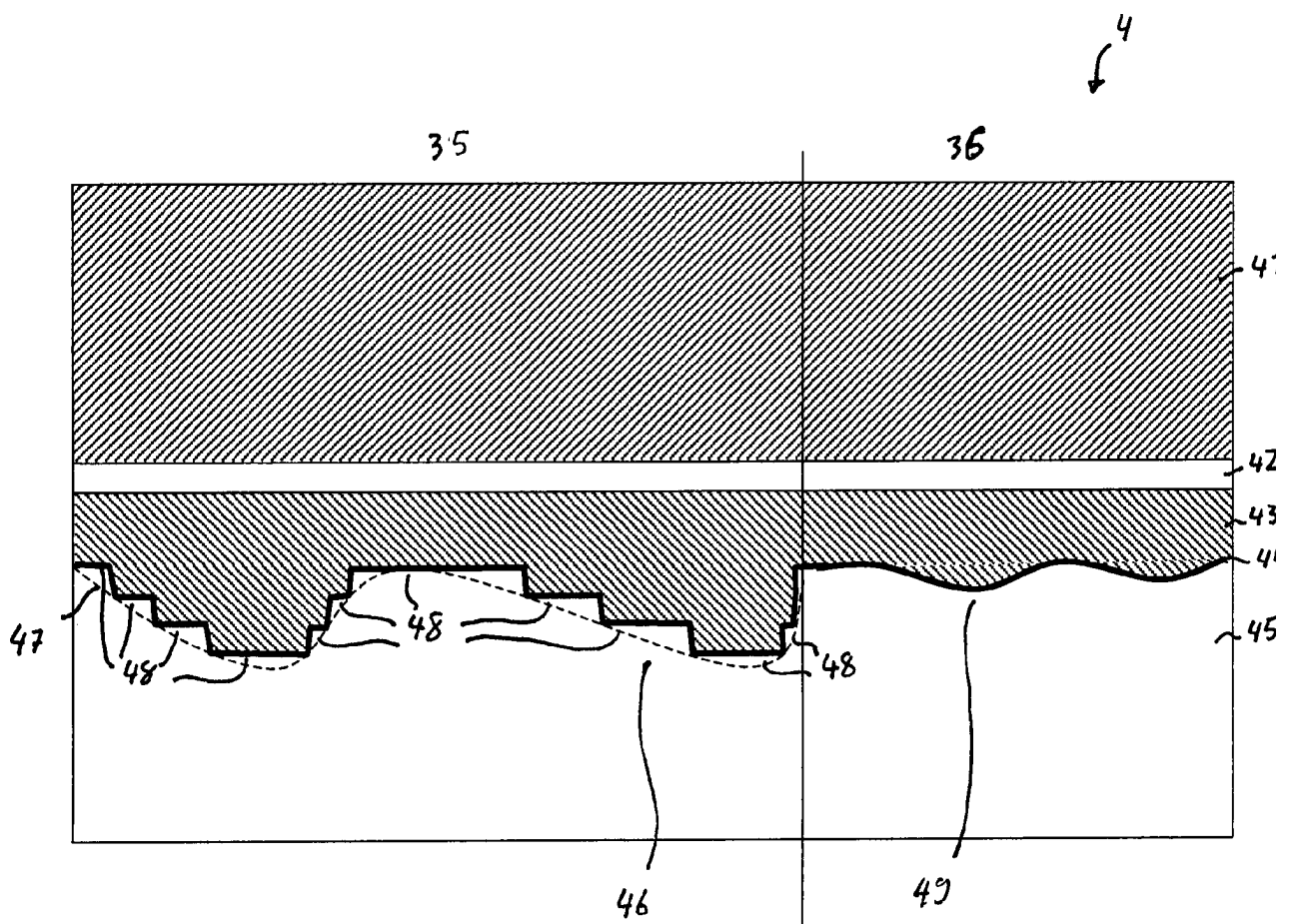


Fig. 5

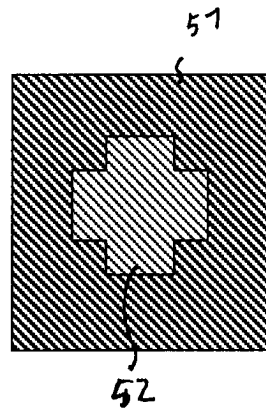


Fig. 6a

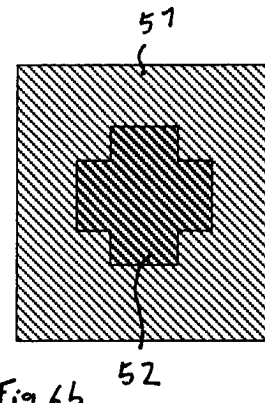


Fig. 6b

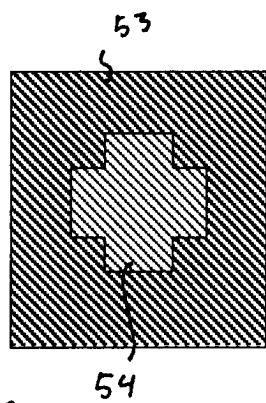


Fig. 7a

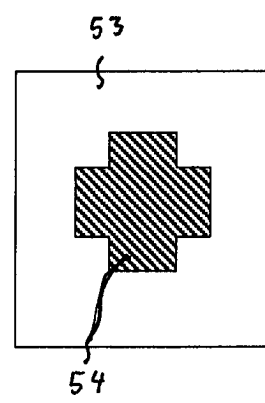


Fig. 7b

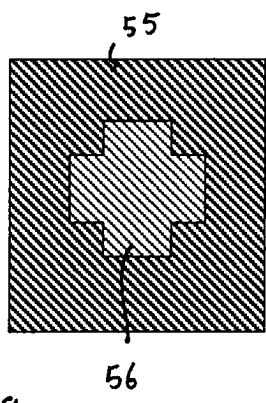


Fig. 8a

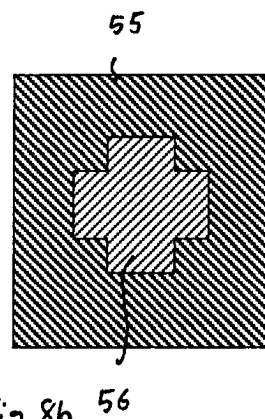
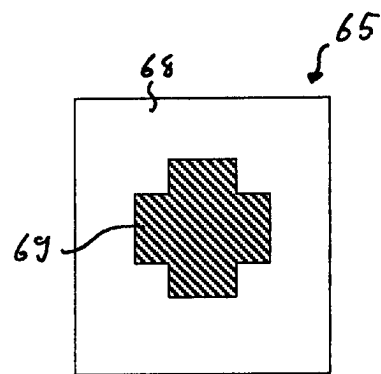
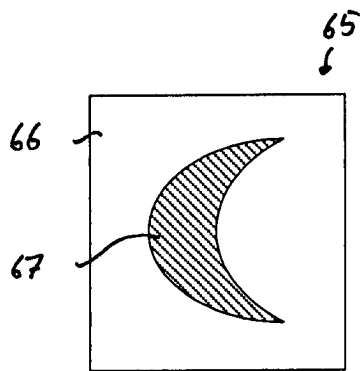
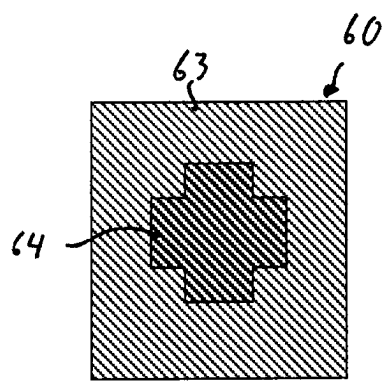
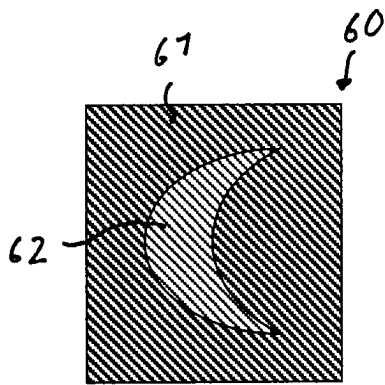


Fig. 8b





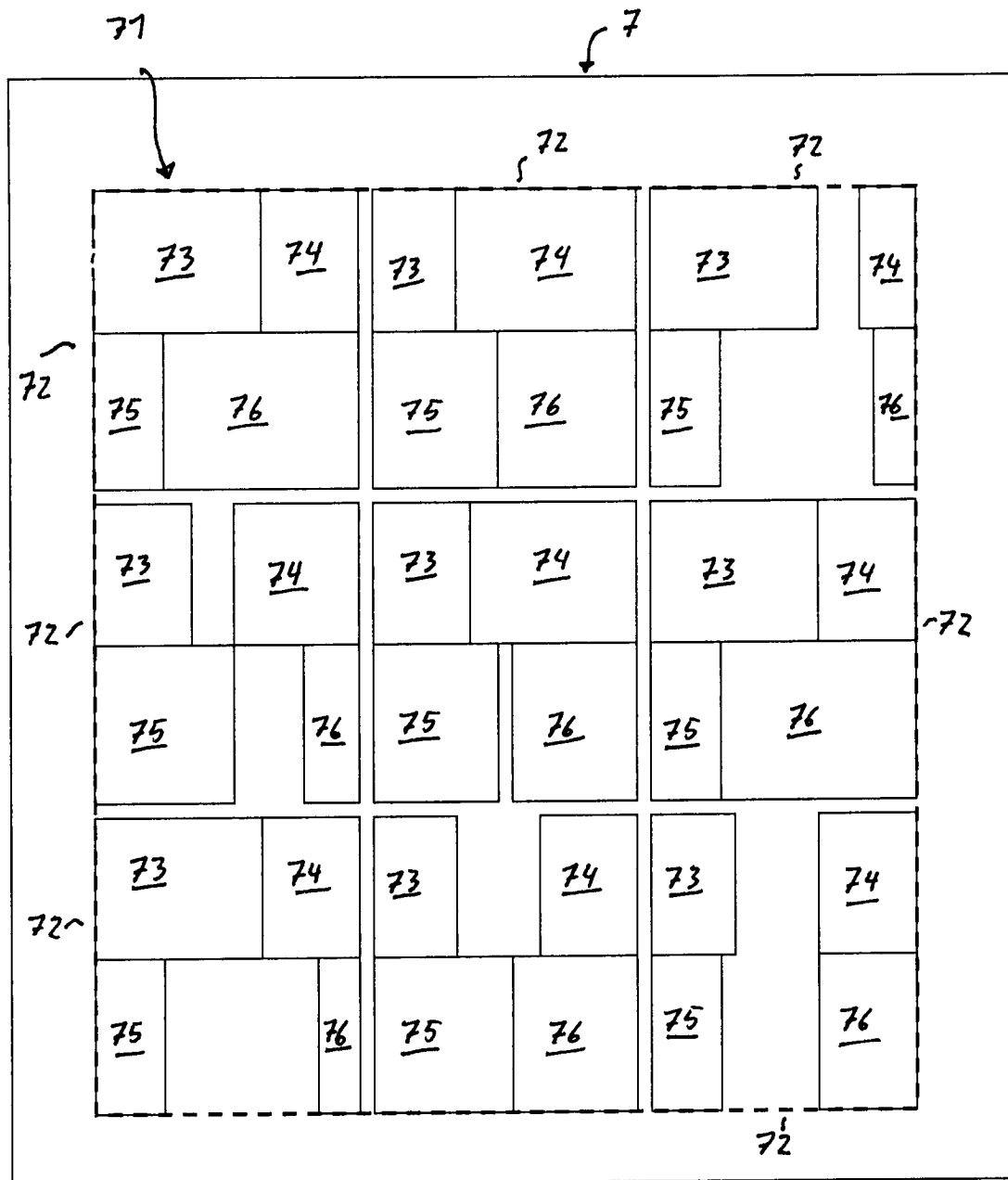


Fig. 17