

(19)



(11)

EP 2 889 152 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2020 Patentblatt 2020/12

(51) Int Cl.:
B42D 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14004282.1**

(22) Anmeldetag: **18.12.2014**

(54) **Sicherheitselement zur Darstellung zumindest einer optisch variablen Information**

Security element for displaying at least one optically variable item of information

Élément de sécurité destiné à représenter au moins une information variable optiquement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **20.12.2013 DE 102013021806**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.07.2015 Patentblatt 2015/27

(73) Patentinhaber: **Giesecke+Devrient Currency
Technology GmbH
81677 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Imhof, Martin
81927 München (DE)**

- **Franz, Peter
85567 Pienzenau/Bruck (DE)**
- **Dörfler, Walter
81373 München (DE)**
- **Huynh, Thanh-Hao
83052 Bruckmühl (DE)**
- **Heine, Astrid
85551 Kirchheim (DE)**
- **Bornschlegl, Alexander
81735 München (DE)**
- **Fuhse, Christian
83624 Otterfing (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-02/20280 WO-A1-2014/012667
DE-A1-102009 004 128 US-A- 5 503 902
US-A1- 2013 154 250**

EP 2 889 152 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Sicherheitselemente zur Darstellung zumindest einer optisch variablen Information, Verfahren zur Herstellung solcher Sicherheitselemente und einen Datenträger mit derartigen Sicherheitselementen.

[0002] Datenträger, wie Wert- oder Ausweisdokumente, aber auch andere Wertgegenstände, wie etwa Markenartikel, werden zur Absicherung oft mit Sicherheitselementen versehen, die eine Überprüfung der Echtheit des Datenträgers gestatten und die zugleich als Schutz vor unerlaubter Reproduktion dienen.

[0003] Eine besondere Rolle bei der Echtheitsabsicherung spielen Sicherheitselemente mit betrachtungswinkelabhängigen Effekten, da diese selbst mit modernsten Kopiergeräten nicht reproduziert werden können. Die Sicherheitselemente werden dabei mit optisch variablen Elementen ausgestattet, die dem Betrachter unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln einen unterschiedlichen Bildeindruck vermitteln und beispielsweise je nach Betrachtungswinkel einen anderen Farb- oder Helligkeitseindruck und/oder ein anderes graphisches Motiv zeigen.

[0004] Die Druckschrift US 2013/0154250 A2 befasst sich mit personalisierten Sicherheitsartikeln, die als Sicherheitsmerkmal ein zusammengesetztes Bild enthalten, das über oder unter der Folie zu schweben scheint. Der personalisierte Sicherheitsartikel umfasst dabei eine Folie mit wenigstens einer partiellen Schicht aus Mikrolinsen, und eine daran angrenzende Materialschicht. Das zusammengesetzte Bild wird durch eine in der Materialschicht erzeugte, wenigstens als Teilbild vorliegende und mit der Anordnung von Mikrolinsen zusammenwirkende Vielzahl von Bildern gebildet.

[0005] Aus der Druckschrift WO 2014/012667 A1 ist ein Sicherheitselement bekannt, das ein Substrat mit mehreren, in einem Muster angeordneten Mikroreflektoren und mehreren Mikrostrukturen aufweist, die zusammen mit den Mikroreflektoren ein von einem Betrachter wahrnehmbares Bild erzeugen. Jede Mikrostruktur ist dabei als reflektives Gitter ausgebildet und einem der Mikroreflektoren zugeordnet, wodurch Gitterreflektoren bestehend aus jeweils einem Mikroreflektor und mindestens einem Gitter gebildet sind. Zur Erzeugung des Bilds variiert innerhalb des Musters mindestens eine von vorgegebenen Eigenschaften der Gitterreflektoren.

[0006] Davon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitselement der eingangs genannten Art mit hoher Nachahmungssicherheit und attraktivem visuellem Erscheinungsbild anzugeben, das idealerweise auch von Laien einfach auf Echtheit geprüft werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Nach einem ersten Aspekt der Erfindung enthält ein Sicherheitselement der eingangs genannten Art

- ein Trägersubstrat mit gegenüberliegenden ersten und zweiten Hauptflächen,
- eine auf der ersten Hauptfläche angeordnete Reflexionsschicht, und
- ein in oder über der Reflexionsschicht vorliegendes Raster optisch wirksamer Elemente, die durch Prägeelemente identischer Grundform gebildet sind,
- wobei das Raster optisch wirksamer Elemente zumindest eine, bei gerichteter Beleuchtung ohne Hilfsmittel in Reflexion erkennbare, optisch variable Information enthält, die durch eine Teilmenge der Prägeelemente gebildet ist, bei der in die identische Grundform zumindest ein lokaler Defekt eingebracht ist, durch den das optische Erscheinungsbild des defektbehafteten Prägeelements betrachtungswinkelabhängig verändert ist.

[0009] Die Forderung, dass die Prägeelemente identische Grundform aufweisen bedeutet dabei, dass die defektfreie Grundform der Prägeelemente identisch ist, lässt aber zu, dass die Prägeelemente unterschiedliche Größe aufweisen. Die Grundformen der Prägeelemente sind im mathematischen Sinn daher ähnlich zueinander aber nicht notwendigerweise kongruent. In vorteilhaften Gestaltungen sind die Grundformen der Prägeelemente allerdings sogar kongruent, weisen neben identischer Form also auch gleiche Größe auf. In anderen Gestaltungen weisen die Prägeelemente bei identischer Grundform beispielsweise eine zufällige Größenverteilung innerhalb eines bestimmten Größenintervalls auf. Wie weiter unten genauer erläutert skaliert in diesem Fall die Größe der lokalen Defekte vorzugsweise mit der Größe der Prägeelemente, so dass die relativen Proportionen trotz unterschiedlicher absoluter Größen erhalten sind.

[0010] Die optisch wirksamen Elemente können als reflektive oder refraktive optische Elemente ausgebildet sein. Insbesondere sind die optisch wirksamen Elemente so ausgebildet, dass sie keine optisch diffraktive Wirkung aufweisen.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die optisch wirksamen Elemente durch gewölbte Strukturen gebildet, insbesondere durch konkav gewölbte oder konvex gewölbte Strukturen. Die gewölbten Strukturen bilden dabei zusammen mit der Reflexionsschicht mit Vorteil Hohlspiegel (konkav gewölbte Spiegel) oder Wölbspiegel (konvex gewölbte Spiegel). Die gewölbten Strukturen können insbesondere sphärisch gekrümmt, astigmatisch oder rinnenförmig ausgebildet sein. Die Rinnen können dabei geradlinig oder gekrümmt verlaufen. Auch die Ausbildung der gewölbten Strukturen als Fresnelstrukturen kommt in Betracht. Die Defekte sind in diesem Fall mit Vorteil auf einem oder mehreren der

ringförmigen Bereiche der Fresnelstruktur angeordnet. Daneben können die optisch wirksamen Elemente auch durch pyramidenförmige Strukturen gebildet sein. Die Grundfläche eines pyramidenförmigen optisch wirksamen Elements kann ein beliebiges Polygon, insbesondere ein Dreieck, Viereck oder Sechseck sein. Alle genannten Formen können als Vertiefungen oder Erhebungen ausführt sein.

[0012] In zweckmäßigen Gestaltungen sind die Prägeelemente durch Vertiefungen gebildet. Dabei kann es sich in manchen Gestaltungen anbieten, die defektbehafteten Prägeelemente zusätzlich von der Grundfläche abzusenken, um die optisch variable Information deutlicher, beispielsweise in Form einer Konturlinie sichtbar zu machen. Entsprechend können bei der Ausbildung als Erhebungen die defektbehafteten Prägeelemente zusätzlich gegenüber der Grundfläche erhöht sein.

[0013] In einer anderen, ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltung sind die optisch wirksamen Elemente durch über der Reflexionsschicht angeordnete Linsen gebildet, wobei die Linsen vorzugsweise im Abstand von im Wesentlichen einer halben Fokallänge über der Reflexionsschicht angeordnet sind. Die lokalen Defekte sind dabei vorteilhaft in die Linsenoberfläche integriert. Die Reflexionsschicht ist bei dieser Ausgestaltung mit Vorteil eben und bildet einen Planspiegel. Wie weiter unten genauer erläutert, kann ein derartiges Sicherheitselement wesentlich dünner als herkömmliche Linsengestaltungen mit vergleichbarem optischem Eindruck ausgebildet werden, da durch die Spiegelebene die fokale Ebene der Linse auf der Linse selbst liegt.

[0014] In zweckmäßigen Gestaltungen weisen die Prägeelemente Vertiefungen auf, die mit einem transparenten oder transluzenten Material, insbesondere einem transparenten oder transluzenten Lack aufgefüllt sind. Das transparente oder transluzente Material kann auch in Form einer der Reflexionsschicht vollständig bedeckenden Deckschicht vorliegen. Die Befüllung der Vertiefungen erfolgt vorzugsweise drucktechnisch, insbesondere im Siebdruck- oder Flexodruckverfahren, wobei mit Vorteil ein bei erhöhter Temperatur oder unter UV-Bestrahlung aushärtender Lack verwendet wird.

[0015] Die lokalen Defekte sind in einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung jeweils durch eine Auswölbung, eine Einwölbung, eine Aussparung, insbesondere eine Demetallisierung, oder eine Modifikation der Oberflächenstruktur der Grundform der Prägeelemente gebildet. Die Modifikation kann beispielsweise in einer Schwärzung oder einer anderen Verfärbung, oder in einer Änderung der Reflexionseigenschaften (glatt/rau, höhere/ niedrigere Reflektivität) bestehen. Auch durch das lokale Vorsehen von Mikro- oder Nanostrukturen, wie etwa Hologrammen, Mottenaugenstrukturen oder Subwellenlängengittern kann eine Modifikation der Oberflächenstruktur erreicht werden.

[0016] Mit besonderem Vorteil stellen die lokalen Defekte Prägesubstrukturen innerhalb der Prägeelemente dar, die vorzugsweise gleichzeitig mit den Prägeelementen erzeugt worden sind. Dies ermöglicht eine besonders effektive Herstellung, da die Erzeugung der Prägeelemente und der lokalen Defekte dann nur einen Arbeitsschritt erfordert. Zudem ist eine perfekte Passierung von Prägeelementen und Defekten sichergestellt, selbst wenn beispielsweise herstellungsbedingte Dimensionsschwankungen im Prägeelementraster auftreten.

[0017] In vorteilhaften Gestaltungen nehmen die lokalen Defekte nur einen kleinen Teil der Oberfläche der Grundform der Prägeelemente ein, insbesondere weniger als 33%, vorzugsweise sogar weniger als 10%. Dadurch wird zum einen ein scharf definierter Sichtbarkeitsbereich für die optisch variable Information geschaffen, zum anderen können auch mehrere verschiedene optisch variable Informationen in einem Prägeelementraster untergebracht werden.

[0018] Die lokalen Defekte sind vorzugsweise von der Grundfläche der Prägeelemente beabstandet, so dass alle Prägeelemente einen an die Grundfläche angrenzenden, umlaufenden defektfreien Bereich aufweisen. Dadurch wird insbesondere sichergestellt, dass die optisch variable Information nicht bereits ohne gerichtete Beleuchtung oder aus allen Betrachtungswinkeln sichtbar ist. Die optische Variabilität und der Kopierschutzeffekt werden auf diese Weise verstärkt.

[0019] Weiter sind die lokalen Defekte vorteilhaft azentrisch innerhalb der Grundform angeordnet. Insbesondere sind die lokalen Defekte außerhalb des Mittelpunkts der Grundform auf einer der Flanken der Grundform angeordnet.

[0020] In vorteilhaften Gestaltungen ist die Form der lokalen Defekte in allen Prägeelementen der Teilmenge gleich und/ oder sind die lokalen Defekte in allen Prägeelementen der Teilmenge an derselben Stelle der Grundform der Prägeelemente eingebracht. Neben der Form kann dabei auch die Größe der lokalen Defekte gleich sein, nämlich insbesondere dann, wenn die Größe der Prägeelemente der Teilmenge gleich ist. Variiert dagegen die Größe der Prägeelemente, so skaliert vorzugsweise die Größe der lokalen Defekte mit der Größe der Prägeelemente, so dass die relativen Proportionen von Defekten und Prägeelementen unverändert bleiben.

[0021] Alternativ kann sich auch die Gestalt oder Farbe der Defekte über die Fläche des Prägeelementrasters langsam verändern. Auch in diesem Fall skaliert die Größe der Defekte vorteilhaft mit der Größe der Prägeelemente. Weiter kann auch vorgesehen sein, dass sich die Defektposition innerhalb der Grundform langsam verändert, so dass sich auch die Betrachtungsrichtung, aus der die Defekte sichtbar sind, langsam verändert. Eine langsame Veränderung bedeutet dabei, dass sich die Betrachtungsrichtung, aus der ein Defekt sichtbar ist, von einem Prägeelement zum nächsten nur um einen kleinen Winkel, nämlich um 4° oder weniger, vorzugsweise sogar nur um 2° oder weniger verändert. Je nach Art der Positionsänderung werden die an unterschiedlichen Positionen angeordneten Defekte nacheinander beim Kippen oder Drehen des Sicherheitselements sichtbar.

[0022] Die Prägeelemente der Teilmenge und die lokalen Defekte können auch jeweils in einem periodischen Raster

angeordnet sein, deren Rasterperioden sich geringfügig unterscheiden und/oder die gegeneinander gedreht sind, so dass Schwebungseffekte und/oder Moiréeffekte entstehen können. Dabei unterscheiden sich die Rasterperioden mit Vorteil um weniger als 10%, insbesondere weniger als 5% oder sogar weniger als 2%. Sind die Raster gegeneinander gedreht, beträgt die Verdrehung mit Vorteil weniger als 5°, insbesondere weniger als 2° oder sogar weniger als 1°.

[0023] Die lokalen Defekte sind vorzugsweise in Form von Zeichen oder Mustern ausgebildet.

[0024] In vorteilhaften Gestaltungen beträgt der Abstand benachbarter optisch wirksamer Elemente zumindest in einer Raumrichtung nicht mehr als 20%, vorzugsweise nicht mehr als 10%, besonders bevorzugt nicht mehr als 5% der kleinsten Abmessung der Grundfläche der Prägeelemente.

[0025] Die Grundfläche der Prägeelemente weist je nach Anwendung typischerweise eine kleinste Abmessung von 2 μm bis 2000 μm auf. Ist die Prägeschicht, also die Schicht, in der das Raster der Prägeelemente ausgebildet ist, eine Folie oder folienbasiert, liegt die kleinste Abmessung vorzugsweise zwischen 5 μm und 500 μm , insbesondere zwischen 10 μm und 300 μm . Die Prägetiefe, bzw. im Fall von Erhebungen die Prägehöhe, liegt typischerweise zwischen 3 μm und 200 μm .

[0026] In einer vorteilhaften Ausgestaltung weisen die optisch wirksamen Elemente unterschiedliche Größe auf, wobei vorzugsweise die Größe der lokalen Defekte in der Teilmenge der Prägeelemente mit der Größe der Grundform der Prägeelemente skaliert. Die Größe der optisch wirksamen Elemente kann dabei regelmäßig oder auch unregelmäßig, beispielsweise gemäß einer Zufallsverteilung variieren.

[0027] Das Sicherheitselement kann auch mehrere optisch variable Informationen darstellen, die jeweils durch eine mit Defekten versehene Teilmenge der Prägeelemente gebildet sind. Dabei sind vorzugsweise in unterschiedlichen Teilmengen unterschiedliche Defekte vorgesehen und/oder sind in unterschiedlichen Teilmengen Defekte an unterschiedlichen Stellen der Grundform der Prägeelemente eingebracht. Beispielsweise können zwei Informationen durch an gegenüberliegenden Flanken der Prägeelemente angeordnete Defekte kodiert werden, so dass die jeweiligen Informationen nur aus im Wesentlichen gegenüberliegenden Betrachtungsrichtungen sichtbar sind.

[0028] Neben Kippbildern mit sich abwechselnden Bildmotiven lassen sich auf diese Weise auch Bewegungsbilder erzeugen, bei denen sich ein Bildmotiv beim Kippen oder Drehen des Sicherheitselements zu bewegen oder zu verändern, beispielsweise zu vergrößern oder verkleinern scheint. Eindrucksvoll sind auch Gestaltungen, bei denen ein Bildmotiv beim Kippen oder Drehen des Sicherheitselements entgegen der Intuition seine Position beizubehalten scheint. In diesem Fall führt das Bildmotiv eine in dem Raster kodierte Bewegung aus, die die Bewegung des Sicherheitselements durch das Kippen oder Drehen gerade kompensiert, so dass das Bildmotiv im Ergebnis ortsfest zu bleiben scheint.

[0029] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung enthält das Trägersubstrat ein Stichtiefdruckmerkmal, das passergenau zu dem Raster optisch wirksamer Elemente angeordnet ist. Wie weiter unten erläutert, lässt sich dies durch die Erzeugung von Stichtiefdruckmerkmal und Prägeelement raster in einem gemeinsamen Druck- und Prägeschritt erreichen.

[0030] Das Trägersubstrat kann aus Papier, insbesondere Baumwollvelinpapier, Kunststoff oder einem aus verschiedenen Materialien bestehenden Verbund bestehen.

[0031] Die Reflexionsschicht weist eine möglichst hohe Reflexion auf, wobei vorzugsweise 30% oder mehr der reflektierten Intensität auf die gerichtete Reflexion entfällt. Die Reflexionsschicht kann insbesondere durch eine Schicht mit metallischen Pigmenten, beispielsweise Silberpigmenten, in einem Bindemittel gebildet sein. Die Reflexionsschicht wird in diesem Fall vorzugsweise mittels Siebdruck aufgebracht. Die Reflexionsschicht kann auch durch eine metallische oder metallbedampfte Folie gebildet sein, oder durch einen applizierten Metallpatch in Form einer metallisierten, z. B. mit Aluminium oder Silber bedampften Kalt- oder Heißprägefolie. Auch ein- oder mehrschichtige hochreflektierende Schichten oder farbige Schichten hoher Oberflächengüte können reflektierend wirken und damit erfindungsgemäß als Reflexionsschicht eingesetzt werden.

[0032] Das Raster der optisch wirksamen Elemente ist vorzugsweise in zumindest einer Raumrichtung periodisch. Die Symmetrie des Rasters ist vorteilhaft ausgewählt aus der Gruppe Quadrat-Gitter, Rechteck-Gitter, Rauten-Gitter, Sechseck-Gitter und Parallelogramm-Gitter.

[0033] Bei periodischen Anordnungen haben benachbarte optisch wirksame Elemente in einer Gitterrichtung einen festen Mittelpunktsabstand a (Abstand der Mittelpunkte der benachbarten optisch wirksamen Elemente). Neben solchen periodischen Anordnungen kommen auch aperiodische Anordnungen der optisch wirksamen Elemente in Betracht, bei denen der Mittelpunktsabstand benachbarter Elemente durch $a + \text{rnd}(b,c)$ gegeben ist, wobei $\text{rnd}(b,c)$ eine Zufallszahl im Intervall $[b, c]$ bezeichnet. Beispielsweise kann $a = 325 \mu\text{m}$ und die Zufallszahl aus dem Intervall $[-20 \mu\text{m}, + 50 \mu\text{m}]$ gewählt sein, so dass der Mittelpunktsabstand benachbarter Elemente zufällig im Bereich $[305 \mu\text{m}, 375 \mu\text{m}]$ variiert.

[0034] Weiter kann der Mittelpunktsabstand benachbarter optisch wirksamer Elemente in einer Gitterrichtung auch selbst mit dem Ort variieren, $a = a(x,y)$. Periodische Variationen des Mittelpunktsabstands führen dabei zu Übergittern, die auch als Schwebung der Gitterperiode betrachtet werden kann. Ist beispielsweise

$$a = a_0 + a_1 \sin(2\pi x / (10 \cdot a_0))$$

5 so ändert sich der Mittelpunktsabstand a benachbarter Elemente in x -Richtung periodisch zwischen $(a_0 - a_1)$ und $(a_0 + a_1)$ und zwar im vorstehenden Beispiel mit einer Übergitterperiode von $a_{UG} = 10 \cdot a_0$. Vorzugsweise ist a_1 viel kleiner als a_0 und a_0 viel kleiner als a_{UG} . Viel kleiner bedeutet dabei einen Faktor von 3 oder mehr, insbesondere von 5 oder mehr, bei der Übergitterperiode sogar vorteilhaft von 10 oder mehr. Es versteht sich, dass auch andere Übergitterperioden in Betracht kommen, ebenso gleiche oder unterschiedliche Übergitterperioden in verschiedenen Gitterrichtungen.

10 **[0035]** Die Erfindung enthält auch ein Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements zur Darstellung zumindest einer optisch variablen Information, bei dem

- ein Trägersubstrat mit gegenüberliegenden ersten und zweiten Hauptflächen bereitgestellt wird,

15 - auf der ersten Hauptfläche eine Reflexionsschicht angeordnet wird,

- in oder über der Reflexionsschicht ein Raster optisch wirksamer Elemente erzeugt wird, die durch Prägeelemente identischer Grundform gebildet werden, und

20 - eine Teilmenge der Prägeelemente mit zumindest einem lokalen Defekt in der identischen Grundform versehen wird, durch den das optische Erscheinungsbild des defektbehafteten Prägeelements betrachtungswinkelabhängig verändert ist, so dass das Raster optisch wirksamer Elemente zumindest eine, bei gerichteter Beleuchtung ohne Hilfsmittel in Reflexion erkennbare, optisch variable Information aufweist.

25 **[0036]** Die Reflexionsschicht kann drucktechnisch, vorzugsweise im Flexodruck- oder Siebdruckverfahren, auf das Trägersubstrat aufgebracht werden. Das Trägersubstrat kann ein raues Substrat, etwa ein Papier- oder Baumwollvelinpapiersubstrat, aber auch auf ein glattes Substrat, wie etwa ein Polymersubstrat oder eine Folie eines mehrschichtigen Verbunds, insbesondere eines Verbunds mehrerer unterschiedlicher Folien oder eines Papier-Folien Verbunds, sein.

30 **[0037]** Die Prägung der Prägeelemente bzw. Prägestrukturen erfolgt vorzugsweise im Stichtiefdruck, insbesondere durch Blindprägung. Durch gleichzeitige Verwendung von farbführendem Stichtiefdruck und einer farblosen Blindprägung an derselben Stichmaschine ist es möglich, auf dem Trägersubstrat verschiedene Designs in verschiedenen Teilbereichen des Substrats passergenau zu integrieren. Insbesondere ist es möglich, die in dieser Anmeldung beschriebenen, in Blindprägung erzeugten Prägeelemente ohne Passerschwankungen zu weiteren Designs oder Sicherheitsmerkmalen des Trägersubstrats zu erzeugen. Eine solche passergenaue Anordnung ist nicht nachstellbar, wenn die Produktionsschritte getrennt ablaufen und verleiht dem Sicherheitselement daher eine außerordentlich hohe Fälschungssicherheit.

35 **[0038]** In einer vorteilhaften Verfahrensvariante stellen die Defekte Prägesubstrukturen dar, die in einem Prägeschritt gleichzeitig mit den Prägeelementen erzeugt werden. In einer anderen, ebenfalls vorteilhaften Verfahrensvariante werden die Defekte durch Laserbeaufschlagung defektfreier Prägeelemente erzeugt.

[0039] In einem zweiten Aspekt der Erfindung enthält ein Sicherheitselement der eingangs genannten Art

40 - ein zumindest bereichsweise transparentes oder transluzentes Trägersubstrat, und

- ein in einem transparenten oder transluzenten Bereich des Trägersubstrats vorliegendes Raster refraktiver optischer Elemente, die durch Prägeelemente identischer Grundform gebildet sind,

45 - wobei das Raster refraktiver optischer Elemente zumindest eine, bei Durchleuchtung mit einem selbstleuchtenden Display ohne Hilfsmittel erkennbare, optisch variable Information enthält, die durch eine Teilmenge der Prägeelemente gebildet ist, bei der in die identische Grundform zumindest ein lokaler Defekt eingebracht ist, durch den das optische Erscheinungsbild des defektbehafteten Prägeelements betrachtungswinkelabhängig verändert ist.

50 **[0040]** Das zumindest bereichsweise transparente oder transluzente Trägersubstrat kann aus einer transparenten oder transluzenten Folie bestehen, oder auch aus Papier, das partiell ausgespart und mit einer transparenten oder transluzenten Folie verschlossen ist. Als transparente oder transluzente Folie kommt beispielsweise eine Folie aus Polyamid, Polyester, Polyethylen oder biaxial orientiertem Polypropylen in Betracht. Die Folie kann auch gefärbt sein.

55 **[0041]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten Erfindungsaspekts sind die refraktiven optischen Elemente durch gewölbte Strukturen gebildet, insbesondere durch konkav gewölbte oder konvex gewölbte Strukturen. Die gewölbten Strukturen können dabei insbesondere sphärisch gekrümmt, astigmatisch oder rinnenförmig ausgebildet sein. Die Rinnen können dabei geradlinig oder gekrümmt verlaufen. Auch die Ausbildung der gewölbten Strukturen als Fres-

nelstrukturen kommt in Betracht. Die Defekte sind in diesem Fall mit Vorteil auf einem oder mehreren der ringförmigen Bereiche der Fresnelstruktur angeordnet. Daneben können die refraktiven optischen Elemente auch durch pyramidenförmige Strukturen gebildet sein. Die Grundfläche eines pyramidenförmigen refraktiven optischen Elements kann ein beliebiges Polygon, insbesondere ein Dreieck oder ein Viereck sein. Alle genannten Formen können als Vertiefungen oder Erhebungen ausführt sein.

[0042] In zweckmäßigen Gestaltungen weisen die Prägeelemente Vertiefungen auf, die mit einem transparenten oder transluzenten Material, insbesondere einem transparenten oder transluzenten Lack aufgefüllt sind. Das transparente oder transluzente Material kann, muss aber nicht denselben Brechungsindex wie der transparente oder transluzente Bereich des Trägersubstrats haben. Die Befüllung der Vertiefungen erfolgt vorzugsweise drucktechnisch, insbesondere im Siebdruck- oder Flexodruckverfahren, wobei mit Vorteil ein bei erhöhter Temperatur oder unter UV-Bestrahlung aushärtender Lack verwendet wird.

[0043] Bezüglich der Form, Größe, Eigenschaften und Herstellung der lokalen Defekte gelten die im Zusammenhang mit dem ersten Erfindungsaspekt gemachten Ausführungen. Insbesondere sind die lokalen Defekte mit Vorteil jeweils durch eine Auswölbung, eine Einwölbung, eine Aussparung, oder eine Modifikation der Oberflächenstruktur der Grundform der Prägeelemente gebildet. Mit besonderem Vorteil stellen die lokalen Defekte Prägesubstrukturen innerhalb der Prägeelemente dar, die insbesondere gleichzeitig mit den Prägeelementen erzeugt sind.

[0044] Auch für die Form, Größe, Eigenschaften und Herstellung der Prägeelemente und die Möglichkeit, mehrere optisch variable Informationen in dem Sicherheitselement vorzusehen, gelten die im Zusammenhang mit dem ersten Erfindungsaspekt gemachten Ausführungen.

[0045] Im zweiten Erfindungsaspekt enthält die Erfindung weiter ein Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements zur Darstellung zumindest einer optisch variablen Information, bei dem

- ein zumindest bereichsweise transparentes oder transluzentes Trägersubstrat bereitgestellt wird,
- in einem transparenten oder transluzenten Bereich des Trägersubstrats ein Raster refraktiver optischer Elemente erzeugt wird, die durch Prägeelemente identischer Grundform gebildet werden, und
- eine Teilmenge der Prägeelemente mit zumindest einem lokalen Defekt in der identischen Grundform versehen wird, durch den das optische Erscheinungsbild des defektbehafteten Prägeelements betrachtungswinkelabhängig verändert ist, so dass das Raster refraktiver optischer Elemente zumindest eine, bei Durchleuchtung mit einem selbstleuchtenden Display ohne Hilfsmittel erkennbare, optisch variable Information aufweist.

[0046] Für die Prägung der Prägeelemente, die Erzeugung der Defekte und die Auffüllung von Vertiefungen mit einem transparenten oder transluzenten Material gelten ebenfalls die im Zusammenhang mit dem ersten Erfindungsaspekt gemachten Ausführungen.

[0047] Die Erfindung enthält weiter einen Datenträger mit einem Sicherheitselement der beschriebenen Art. Bei dem Datenträger kann es sich insbesondere um ein Wertdokument, wie eine Banknote, insbesondere eine Papierbanknote, eine Polymerbanknote oder eine Folienverbundbanknote, aber auch um eine Ausweiskarte, wie etwa eine Kreditkarte, eine Bankkarte, eine Barzahlungskarte, eine Berechtigungskarte, einen Personalausweis oder eine Passpersonalisierungsseite handeln. Das Sicherheitselement kann in einer vorteilhaften Erfindungsvariante insbesondere in oder über einem Fensterbereich oder einer durchgehenden Öffnung des Datenträgers angeordnet sein.

[0048] Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert, bei deren Darstellung auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Wiedergabe verzichtet wurde, um die Anschaulichkeit zu erhöhen.

[0049] Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine Banknote mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement zur Darstellung einer optischen variablen Information,

Fig. 2 schematisch eine Aufsicht auf ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement,

Fig. 3 schematisch das Sicherheitselement der Fig. 2 im Querschnitt,

Fig. 4 einige Grundformen von Prägeelementen, die geeignete optisch wirksame Elemente bilden können,

Fig. 5 einige Ausgestaltungen der in die Grundform der Prägeelemente eingebrachten lokalen Defekte,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die in der Reflexionsschicht vorliegenden Prägeelemente

durch Pyramiden mit quadratischer Grundfläche gebildet sind,

Fig. 7 ein Sicherheitselement nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, in dem zwei unterschiedliche optisch variable Informationen kodiert sind, wobei in (a) und (b) jeweils nur die ersten bzw. zweiten lokalen Defekte dargestellt sind, und (c) das Raster der Prägeelemente mit beiden lokalen Defekten zeigt,

Fig. 8 in (a) bis (e) einige Ausgestaltungen periodischer Raster für die Anordnung der optisch wirksamen Elemente,

Fig. 9 ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement, das eine transparente Folie als Trägersubstrat aufweist,

Fig. 10 ein Sicherheitselement nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 11 ein Sicherheitselement, bei dem die optisch wirksamen Elemente durch Linsen gebildet sind,

Fig. 12 ein Sicherheitselement nach einem weiteren Erfindungsaspekt, das mithilfe eines selbstleuchtenden Displays verifiziert werden kann,

Fig. 13 eine Banknote mit einem Papiersubstrat und einer durchgehenden Öffnung, die mit einem Sicherheitselement der in Fig. 12 gezeigten Art einseitig verschlossen ist, und

Fig. 14, 15 schematische Aufsichten auf Sicherheitselemente nach weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung.

[0050] Die Erfindung wird nun am Beispiel von Sicherheitselementen für Banknoten erläutert. Figur 1 zeigt dazu eine Banknote 10 mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement 12 zur Darstellung einer optischen variablen Information. Bei gerichteter Beleuchtung des Sicherheitselements 12, etwa mit Tageslicht oder dem Licht einer Taschenlampe, erscheint für einen Betrachter 14 aus einer vorbestimmten Betrachtungsrichtung 16 eine in dem Sicherheitselement kodierte Information 18, im Ausführungsbeispiel die Buchstabenfolge "PL". Aus anderen Betrachtungsrichtungen erscheint das Sicherheitselement 12 dagegen mit einem homogenen metallisch reflektierenden Erscheinungsbild. Durch dieses betrachtungswinkelabhängige Erscheinungsbild stellt das Sicherheitselement 12 einen wirksamen Kopierschutz dar, da sein Erscheinungsbild mit heutigen Kopiergeräten nicht reproduziert werden kann.

[0051] Der Aufbau und die Funktionsweise eines Sicherheitselements 12 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun mit Bezug auf Figuren 2 und 3 näher erläutert, wobei Fig. 2 schematisch eine Aufsicht und Fig. 3 einen Querschnitt des Sicherheitselements 12 zeigen.

[0052] Das Sicherheitselement 12 enthält ein Trägersubstrat 20 mit einer ersten Hauptfläche 22 und einer gegenüberliegenden zweiten Hauptfläche 24. Im Ausführungsbeispiel besteht das Trägersubstrat 20 aus Papier, es kann jedoch in anderen Gestaltungen auch durch eine Folie oder einen Papier-Folien-Verbund gebildet sein. Auf der ersten Hauptfläche 22 ist eine metallisch glänzende Spiegelschicht 26 angeordnet, die beispielsweise durch eine mittels Siebdruck aufgetragene Schicht aus silberfarbenen Pigmenten gebildet ist. Alternativ kann die Spiegelschicht beispielsweise auch durch eine farbige Beschichtung hoher Oberflächengüte gebildet sein, welche ebenfalls reflektierend wirkt.

[0053] In der Spiegelschicht 26 wurde dann durch einen Prägeschritt ein Raster optisch wirksamer Elemente erzeugt, die durch Prägeelemente 30, 32 mit jeweils identischer Grundform gebildet sind. Die Prägeelemente 30, 32 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel Hohlkugelabschnitte, so dass zusammen mit der Spiegelschicht 26 ein Raster aus Hohlspiegeln identischer Grundform gebildet ist. Im Ausführungsbeispiel weisen die Prägeelemente 30, 32 jeweils einen Durchmesser von 300 µm, eine Prägetiefe von etwa 75 µm auf, und sind in einem Quadratraster mit einer Rasterweite R_w (Fig. 8) von 325 µm angeordnet. Der Abstand zwischen benachbarten Prägeelementen ergibt sich dabei aus der Differenz der Rasterweite R_w des Quadratrasters und des Durchmessers der Prägeelemente 30, 32 (der hier der kleinsten Abmessung der Grundfläche der Prägeelemente 30, 32 entspricht) und beträgt im Ausführungsbeispiel 25 µm.

[0054] In eine Teilmenge von Prägeelementen, nämlich in die in den Figuren 2 und 3 mit dem Bezugszeichen 32 bezeichneten Prägeelemente, wurde durch Laserdemetallisierung jeweils auf einer Flanke lokale Defekte 34 eingebracht, durch die das optische Erscheinungsbild der Prägeelemente 32 betrachtungswinkelabhängig verändert ist. Im Ausführungsbeispiel verringert die Demetallisierung lokal das Reflexionsvermögen der verspiegelten Flanken signifikant, so dass die Prägeelemente 32 je nach Betrachtungsrichtung mit deutlich unterschiedlicher Helligkeit erscheinen. Wie insbesondere aus Fig. 2 erkennbar, bildet die Teilmenge der defektbehafteten Prägeelemente 32 die gewünschte optisch variable Information, vorliegend die Buchstabenfolge "PL". Im Ausführungsbeispiel sind die lokalen Defekte 34 dabei in allen Prägeelementen 32 der Teilmenge gleich und sind zudem alle an derselben Stelle innerhalb der Grundform der Prägeelemente 32 eingebracht.

[0055] Aus der Betrachtungsrichtung 16 nimmt der Betrachter 14 die auf der linken Flanke der Prägeelemente 32

eingebrachten Defekte 34 kollektiv wahr, so dass die defektbehafteten Prägeelemente 32 einen Kontrast mit den defektfreien Prägeelementen 30 bilden und die optisch variable Information "PL" sichtbar machen. Aus anderen Betrachtungsrichtungen, wie etwa der Betrachtungsrichtung 36 blickt der Betrachter 14 dagegen auch bei den defektbehafteten Prägeelementen 32 auf unveränderte Bereiche der Grundform, so dass aus diesen Richtungen kein Kontrast zwischen den defektbehafteten Prägeelementen 32 und den defektfreien Prägeelementen 30 entsteht und die optisch variable Information nicht sichtbar ist. Beim Wechsel der Betrachtungsrichtung bzw. beim Drehen oder Kippen des Sicherheitselements 12 entsteht so ein leicht erkennbarer und sicher abrufbarer Informationswechsel.

[0056] Zum Schutz der Prägeelemente 30, 32 vor Verschmutzung und Abformung sind die Vertiefungen der Prägeelemente darüber hinaus mit einem transparenten Lack 38 aufgefüllt.

[0057] Figur 4 zeigt zur Illustration einige Grundformen von Prägeelementen, die geeignete optisch wirksame, insbesondere reflektive oder refraktive optische Elemente bilden können. Es versteht sich, dass in einem Sicherheitselement nicht nur ein Prägeelement, sondern jeweils ein Raster aus einer Vielzahl solcher Prägeelemente vorgesehen ist und dass eine Teilmenge der Prägeelemente zusätzlich mit lokalen Defekten versehen ist. Die Prägeelemente der Fig. 4 sind in eine Prägeschicht 40 eingeprägt, die beispielsweise durch ein mit einer Reflexionsschicht versehenes Träger-substrat, durch eine transparente oder transluzente Folie oder durch eine auf einer Reflexionsschicht vorliegende Prägelackschicht gebildet sein kann.

[0058] Die Prägeelemente 42 wurden bereits bei den Figuren 2 und 3 beschrieben und sind durch kugelabschnittsförmige Vertiefungen in der Prägeschicht 40 gebildet. Die Prägeelemente 44, 46 stellen ebenfalls Vertiefungen in der Prägeschicht 40 dar, allerdings mit parabelförmigem statt kugelförmigem Vertiefungsquerschnitt. Das Prägeelement 44 illustriert eine rotationssymmetrische Gestaltung mit kreisförmiger Grundfläche, während das Prägeelement 46 eine rinnenförmige Gestaltung zeigt. Die Rinnen können dabei geradlinig oder gekrümmt verlaufen. Auch Prägeelemente mit elliptischer Grundfläche und parabelförmigem Vertiefungsquerschnitt sind möglich. Die Prägeelemente 44-K, 46-K sind Abwandlung der Prägeelemente 44, 46, bei denen der parabelförmige Vertiefungsquerschnitt in eine Richtung verkippt ist, so dass eine asymmetrische Gestaltung entsteht. Der Verkippfungswinkel liegt dabei mit Vorteil zwischen 5° und 40°, insbesondere zwischen 5° und 30°.

[0059] Neben gerundeten Grund- und Seitenflächen kommen auch polygonale Grund- und Seitenflächen für die Prägeelemente in Betracht, wie beispielhaft anhand des pyramidenförmigen Prägeelements 48 gezeigt. Die Grundfläche eines pyramidenförmigen Prägeelements 48 kann dabei ein beliebiges Polygon, insbesondere ein Dreieck oder ein Viereck sein, während die Seitenflächen jeweils durch Dreiecke gebildet sind.

[0060] Die Prägeelemente können nicht nur Vertiefungen bilden, sondern auch durch Erhebungen aus der Prägeschicht 40 gebildet sein, wie durch das halbkugelförmige Prägeelement 50 illustriert. Als Erhebungen kommen in invertierter Form dieselben geometrischen Formen wie für die Vertiefungen in Frage. Alle gezeigten Formen können auch in einer abgeschnittenen Geometrie vorliegen, beispielsweise in Form eines abgeschnittenen Kugelabschnitts oder eines abgeschnittenen Paraboloids, oder auch in Form eines Kegel- oder Pyramidenstumpfes. Die Schnittebene kann dabei parallel zur Grundfläche des Prägeelements liegen, kann aber auch mit dieser einen Winkel einschließen, der typischerweise zwischen 15° und 45° liegt.

[0061] Die Grundfläche der Prägeelemente weist je nach Anwendung typischerweise ein kleinste Abmessung von 2 µm bis 300 µm, in manchen Anwendungen auch bis 2000 µm auf. Ist die Prägeschicht eine Folie oder folienbasiert, liegt die kleinste Abmessung vorzugsweise zwischen 5 µm und 50 µm, insbesondere zwischen 10 µm und 30 µm. Die Prägertiefe, bzw. im Fall von Erhebungen die Prägöhe, liegt typischerweise zwischen 3 µm und 200 µm.

[0062] In einer reflektierenden Prägeschicht 40 werden durch die Prägeelemente 42 bis 50 gewölbte Spiegel als reflektive optische Elemente gebildet, wobei die Prägeelemente 42-48 Hohlspiegel und die Prägeelemente 50 Wölbspiegel darstellen. Rinnenförmige Prägeelemente, wie etwa die Prägeelemente 46 und 46-K erzeugen zylindrische Hohl- oder Wölbspiegel, die insbesondere für die praktisch wichtigen Kipp- oder Bewegungseffekte eingesetzt werden können, bei denen nur ein Kippen um eine Achse vorgesehen ist.

[0063] Figur 5 illustriert einige Ausgestaltungen der in die Grundform der Prägeelemente eingebrachten lokalen Defekte. Der einfacheren Darstellung halber geht Fig. 5 dabei wie Fig. 3 von Prägeelementen mit halbkugelförmigen Vertiefungen aus, die in einer Reflexionsschicht 26 vorliegen. Dabei ist das erste Prägeelement 60 mit einer lokalen Auswölbung 62 versehen, das zweite Prägeelement 64 mit einer lokalen Einwölbung 66, das dritte Prägeelement 68 mit einer lokalen Aussparung 70 in Form einer Demetallisierung der metallischen Reflexionsschicht 26, und das vierte Prägeelement 72 mit einem lokalen Modifikationsbereich 74, in dem das visuelle Erscheinungsbild der Reflexionsschicht 26 verändert ist. Der Modifikationsbereich 74 kann beispielsweise durch eine Schwärzung oder eine andere Verfärbung gebildet sein, oder auch durch einen Bereich mit unterschiedlichen Reflexionseigenschaften, beispielsweise aufgrund unterschiedlicher lokaler Rauigkeit der Reflexionsschicht. Im Modifikationsbereich 74 können auch Mikro- oder Nanostrukturen vorliegen, wie etwa Hologramme, Mottenaugenstrukturen oder Subwellenlängengitter, die ebenfalls das Erscheinungsbild des Modifikationsbereichs 74 lokal verändern.

[0064] Bei allen Prägeelementen 60, 64, 68, 72 erstrecken sich die lokalen Defekte 62, 66, 70, 74 jeweils nicht bis zur Grundfläche 76 der Prägeelemente, so dass alle Prägeelemente einen an die Grundfläche 76 angrenzenden, um-

laufenden defektfreien Bereich 78 aufweisen.

[0065] Die lokalen Defekte weisen meist einen Durchmesser bzw. eine kleinste Abmessung von 10 μm oder mehr auf. Typischerweise liegt der Durchmesser bzw. die kleinste Abmessung bei 5 μm bis 100 μm , wobei sich versteht, dass die Größe der Defekte in der Regel auf die Größe der Prägeelemente abgestimmt ist. Vorzugsweise nimmt jeder

der lokalen Defekte weniger als 33% oder sogar weniger als 10% der Oberfläche der Grundform der Prägeelemente ein.

[0066] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 6 sind die in der Reflexionsschicht 26 vorliegenden Prägeelemente 80 durch Pyramiden mit quadratischer Grundfläche gebildet. Eine Teilmenge von Prägeelementen 82 weist als lokale Defekte in einer der Seitenflächen 84 eine Riffelung 86 auf, die zu einer starken Streuung des Lichts führt. Die anderen Seitenflächen 88 sind glatt und reflektieren das Licht daher gerichtet. Durch das unterschiedliche Reflexionsverhalten bilden die defektbehafteten Prägeelemente 82 aus der Betrachtungsrichtung 90 einen deutlichen Kontrast mit den defektfreien Prägeelementen 80 und machen dadurch die gewünschte optisch variable Information sichtbar.

[0067] Indem für unterschiedliche Informationen verschiedene Seitenflächen genutzt werden, können in einem solchen Raster aus jeder der vier Himmelsrichtungen unterschiedliche optisch variable Informationen sichtbar werden. Allgemein können in einer Pyramide mit n-eckiger Grundfläche bis zu n unterschiedliche optisch variable Informationen kodiert sein, die aus einer jeweils unterschiedlichen Raumrichtung sichtbar werden. Die defektfreien Pyramiden bilden dabei den Hintergrund, vor dem die defektbehafteten Pyramiden zur Bildung der optisch variablen Information jeweils mit Kontrast erscheinen.

[0068] In einer weiteren, hier nicht gezeigten Ausgestaltung erstrecken sich die als Riffelung 86 in der Seitenfläche 84 einer Teilmenge von Prägeelementen 82 vorliegenden lokalen Defekte jeweils nicht bis zur Grundfläche der Prägeelemente, so dass die Prägeelemente der Teilmenge einen an die Grundfläche angrenzenden, umlaufenden defektfreien Bereich aufweisen.

[0069] Figur 7 zeigt ein Sicherheitselement 100 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, in dem zwei unterschiedliche optisch variable Informationen kodiert sind. Das Sicherheitselement 100 ist dabei grundsätzlich wie das Sicherheitselement 12 der Figuren 2 und 3 aufgebaut, insbesondere weist eine erste Teilmenge von Prägeelementen 32 auf einer Flanke erste lokale Defekte 34 auf, die zusammen die erste optisch variable Information, vorliegend die Buchstabenfolge "PL" ergeben (Fig. 7(a)). Zusätzlich sind in einer zweiten Teilmenge von Prägeelementen 102 auf der gegenüberliegenden Flanke zweite lokale Defekte 104 eingebracht, durch die das optische Erscheinungsbild der Prägeelemente 102 betrachtungswinkelabhängig verändert ist. Die Teilmenge von defektbehafteten Prägeelementen 102 bildet dabei eine andere optisch variable Information, vorliegend die Wertzahl "10" (Fig. 7(b)). Auch die zweiten lokalen Defekte 104 sind in allen Prägeelementen 102 der zweiten Teilmenge gleich und sind zudem alle an derselben Stelle innerhalb der Grundform der Prägeelemente 102 eingebracht.

[0070] Der Deutlichkeit halber sind in Fig. 7(a) und 7(b) jeweils nur die ersten bzw. zweiten lokalen Defekte 34 bzw. 104 und die dadurch gebildete optisch variable Information dargestellt. Figur 7(c) zeigt das Raster der Prägeelemente mit beiden lokalen Defekten 34 und 104.

[0071] Aufgrund der Anordnung der lokalen Defekte 34, 104 an gegenüberliegenden Flanken der Prägeelemente 32, 102 nimmt der Betrachter die Defekte 34, 104 jeweils aus gegenüberliegenden Betrachtungsrichtungen 16, 106 kollektiv wahr, wobei die Defekte 34, 104 jeweils einen Kontrast mit den defektfreien Prägeelementen 30 bilden und die optisch variable Information "PL" (aus Richtung 16) bzw. "10" (aus Richtung 106) sichtbar machen. Aus anderen Betrachtungsrichtungen blickt der Betrachter auch in den defektbehafteten Prägeelementen 32, 102 auf unveränderte Bereiche der Grundform, so dass aus diesen Richtungen kein Kontrast zwischen den defektbehafteten Prägeelementen 32, 102 und den defektfreien Prägeelementen 30 entsteht und die optisch variablen Informationen somit nicht sichtbar sind. Es versteht sich, dass wegen der ebenen Darstellung der Zeichnung dort, anders als in einem realen, dreidimensionalen Sicherheitselement, aufgrund der fehlenden räumlichen Tiefe und der dadurch fehlenden Abhängigkeit des visuellen Eindrucks von der Betrachtungsrichtung stets beide Defekte 34, 104 gleichzeitig zu sehen sind.

[0072] Wie aus Fig. 7(c) auch hervorgeht, müssen die erste und zweite Teilmenge nicht disjunkt sein, sondern können gemeinsame Elemente aufweisen, so dass es Prägeelemente 108 gibt, die sowohl mit einem ersten Defekt 34, als auch mit einem zweiten Defekt 104 versehen sind.

[0073] Die optisch wirksamen Elemente sind in vorteilhaften Ausgestaltungen in einem periodischen Raster angeordnet. Figur 8(a) zeigt zur Illustration ein einfaches Quadratraster, das aus einer Vielzahl quadratischer Kacheln 110 besteht. Jede Kachel 110 enthält ein Prägeelement 112, im Ausführungsbeispiel ein Prägeelement mit kreisförmiger Grundfläche, so dass auch die Prägeelemente 112 in einem Quadratraster angeordnet sind. Der klareren Darstellung halber ist nur in den Figuren 8(a) und (b) jeweils eines der Prägeelemente 112 eingezeichnet. Die Größe der Kacheln 110 bestimmt die Rasterweite R_w des Quadratrasters der Prägeelemente 112, beispielsweise beträgt die Rasterweite des in Fig. 2 gezeigten Quadratrasters $R_w = 325 \mu\text{m}$. Die in Fig. 8 eingezeichnete Linienumrandung der Kacheln dient nur der Veranschaulichung der Form und Größe der Kacheln und entspricht in der Regel keiner physikalischen Struktur des Sicherheitselements.

[0074] Die Erfindung ist nicht auf Quadratraster beschränkt. Beispielsweise zeigt Fig. 8(b) ein Rechteckraster aus einer Vielzahl rechteckiger Kacheln 116, wobei jede Kachel 116 im Ausführungsbeispiel ein Prägeelement 118 mit

elliptischer Grundfläche enthält. Wieder ist nur eines der Prägeelemente 118 dargestellt. Neben rechtwinkligen Rastern kommen beispielsweise auch hexagonale Raster mit hexagonalen Kacheln 120 in Betracht, wie in Fig. 8(c) gezeigt. Auch dreieckige Kacheln 122 sind möglich, wie in Fig. 8(d) illustriert. Schließlich kommen auch komplexere Kachelformen in Betracht, wie etwa die kreuzförmigen Kacheln 124 der Fig. 8(e). Die Kachelform legt dabei nicht die Form der enthaltenen Prägeelemente bzw. der Grundfläche der Prägeelemente fest. Diese kann vielmehr im Rahmen der Erfindung frei gewählt werden.

[0075] Figur 14 zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel ein Sicherheitselement 220, bei dem die lokalen Defekte 34 der defektbehafteten Prägeelemente 32 in Form von Zeichen oder Mustern ausgebildet sind. Die Prägeelemente 30, 32 sind in diesem Ausführungsbeispiel halbkugelförmige Hohlkugeln, die in einem regelmäßigen Raster, hier einem Quadratraster der Rasterperiode R_P angeordnet sind. Die lokalen Defekte 34 sind im Ausführungsbeispiel in Form der Buchstabenfolge "PL" ausgebildet. Wie in Fig. 14 dargestellt, bilden auch die lokalen Defekte ein regelmäßiges Quadratraster, dessen Rasterperiode R_D allerdings geringfügig, beispielsweise 2% größer als die Rasterperiode R_P der Prägeelemente ist. Entsprechend verändert sich die relative Position der lokalen Defekte 34 auf den Prägeelementgrundformen langsam mit dem Ort. Durch die beiden leicht unterschiedlichen Raster der Prägeelemente und der lokalen Defekte ändert sich die Betrachtungsrichtung, aus der ein lokaler Defekt 34 sichtbar ist, somit ebenfalls langsam mit dem Ort und es entstehen visuell eindrucksvolle Moiréeffekte.

[0076] Das Sicherheitselement 230 der Fig. 15 zeigt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels der Fig. 14. Auch bei dem Sicherheitselement 230 sind die lokalen Defekte 34 der defektbehafteten Prägeelemente 32 in Form der Buchstabenfolge "PL" ausgebildet und in einem geringfügig vom Prägeelementraster abweichenden Defektraster angeordnet, so dass sich die relative Position der lokalen Defekte 34 auf den Prägeelementen 32 langsam verschiebt. Zusätzlich weisen die Prägeelemente 32 des Sicherheitselements 230 eine zufällige Größenverteilung in einem bestimmten Größenintervall auf. Wie in Fig. 15 illustriert, skalieren die lokalen Defekte 34 mit den Grundformen der Prägeelemente 32, so dass die relativen Proportionen von Defekten 34 und Grundformen von der Größenvariation nicht beeinflusst wird.

[0077] Figur 9 zeigt eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels der Figuren 2 und 3, wobei das Sicherheitselement 130 der Fig. 9 im Unterschied zu der oben beschriebenen Gestaltung eine transparente Folie 132 als Trägersubstrat aufweist. Über der Reflexionsschicht 26 mit den Prägeelementen 30, 32 kann optional zudem eine transparente Lack-schicht 134 aufgebracht sein, die auch die Vertiefungen der Prägeelemente ausfüllt. Auf diese Weise ist das Raster der Prägeelemente 30, 32 mit den Defekten 34 sowohl von der Oberseite als auch von der Unterseite des Sicherheitselements 130 her sichtbar, wobei die Prägeelemente für die Betrachtungsrichtung auf der Oberseite als Hohlspiegel und für die Betrachtungsrichtung auf der Unterseite als Wölbspiegel wirken.

[0078] Die Teilmenge der defektbehafteten Prägeelemente 32 erzeugt eine optisch variable Information, die sowohl auf der Oberseite als auch auf der Unterseite jeweils aus bestimmten Betrachtungsrichtungen, hier aus den Betrachtungsrichtung 16 bzw. 136, gegen den Hintergrund der defektfreien Prägeelemente 30 erkennbar ist. Ein derartiges Sicherheitselement 130 kann beispielsweise in einem Fensterbereich oder einer durchgehenden Öffnung einer Banknote oder eines anderen Wertdokuments vorgesehen sein.

[0079] Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung ist in Fig. 10 dargestellt. Das Sicherheitselement 140 enthält ein Trägersubstrat 20 aus Papier, dessen erste Hauptfläche mit einer ebenen, metallisch glänzenden Spiegelschicht 142 versehen ist. Auf der Spiegelschicht 142 ist eine Prägelackschicht 144 angeordnet, in die ein Raster von Prägeelementen 146 in Form halbkugelförmiger Vertiefungen eingeprägt ist. Die Vertiefungen der Prägelackschicht 144 sind mit einem transparenten Lack 148 gefüllt, dessen Brechungsindex sich von dem Brechungsindex der Prägelackschicht 144 um $\Delta n = 0,1$ oder mehr unterscheidet. Aufgrund des Brechungsindexunterschieds ist die Grenzfläche der Lack-schichten 144, 148 optisch wirksam. Ähnlich wie beim Ausführungsbeispiel der Figuren 2 und 3 wurden in einer Teilmenge von Prägeelementen, nämlich in die in den Figuren mit dem Bezugszeichen 150 bezeichneten Prägeelemente, lokale Defekte 152 eingebracht, beispielsweise durch Laserbeaufschlagung, durch die das optische Erscheinungsbild der Prägeelemente 150 betrachtungswinkelabhängig verändert ist.

[0080] Bei dem in Fig. 11 gezeigten Sicherheitselement 160 sind die optisch wirksamen Elemente nicht durch Spiegel, sondern durch Linsen 162 gebildet, die über einer auf dem Trägersubstrat 20 aufgetragenen ebenen Reflexionsschicht 164 angeordnet sind. Die Linsen 162 wurden in dem gewünschten Raster in eine Prägelackschicht 166 eingeprägt, wobei eine Teilmenge von Linsen 168 an der Linsenfläche mit lokalen Defekten 170 versehen wurde, welche in Fig. 11 schematisch durch Punkte eingezeichnet sind. Die Defekte 170 können insbesondere durch Prägesubstrukturen in den Linsenoberflächen 168 gebildet sein, so dass die Gestalt der Defekte 170 bereits bei der Origination in die Prägeform für die Linsen 162, 168 geschrieben werden kann.

[0081] Die Schichtdicke der Prägelackschicht 166 ist dabei so gewählt und auf die Linsenform abgestimmt, dass die Linsen 162, 168 einen Abstand einer halben Fokallänge $f/2$ zur ebenen Reflexionsschicht 164 aufweisen. Die ebene Reflexionsschicht 164 bildet einen Planspiegel, durch den die Linsen 162, 168 ihre Linsenoberfläche selbst abbilden und dadurch das Vorhandensein oder Fehlen der Defekte 170 in den jeweiligen Linsen betrachtungswinkelabhängig erkennbar machen. Die Faltung des Strahlengangs durch den Planspiegel 164 ist für senkrechte Betrachtung durch den Strahlengang 172 in Fig. 11 veranschaulicht.

[0082] Zudem kann durch die Integration der Defekte 170 in die Linsen 168 selbst eine perfekte Passierung zwischen den Linsen und den Defekten erreicht werden. Dadurch sinken die Anforderungen an die Dimensionsstabilität des Linsenrasters, da Schwankungen im Abstand bzw. der geometrischen Anordnung der Linsen die perfekte Passierung von Linsen und Defekten nicht beeinflussen. Darüber hinaus kann durch die Integration der Defekte in die Linsen gegenüber Gestaltungen, bei denen Linsen und Bildinformationselemente separat geprägt werden, ein Prägeschritt eingespart werden, so dass auch das Herstellungsverfahren einfach und kostengünstig umgesetzt werden kann.

[0083] In einem weiteren Aspekt der Erfindung ist das Sicherheitselement auf eine Verifikation mithilfe eines selbstleuchtenden Displays, wie etwa dem Display eines Smartphones oder eines Computermonitors eingerichtet.

[0084] Mit Bezug auf das Ausführungsbeispiel der Fig. 12 weist das dort gezeigte Sicherheitselement 180 ein transluzentes Trägersubstrat 182 in Form einer Polyesterfolie auf, die optional gefärbt sein kann. In das Trägersubstrat 182 wurde durch einen Prägeschritt ein Raster refraktiver optischer Elemente geprägt, die durch Prägeelemente 184, 186 identischer Grundform gebildet sind. Ähnlich wie die oben beschriebenen reflektierenden Ausgestaltungen enthält das Raster refraktiver optischer Elemente 184, 186 zumindest eine, hier allerdings bei Durchleuchtung mit einem selbstleuchtenden Display 200 ohne Hilfsmittel erkennbare, optisch variable Information. Die optisch variable Information ist durch eine Teilmenge von Prägeelementen 186 gebildet, bei denen in die identische Grundform zumindest ein lokaler Defekt 188 eingebracht ist, durch den das optische Erscheinungsbild des defektbehafteten Prägeelements 186 betrachtungswinkelabhängig verändert ist. Die Vertiefungen der Prägeelemente 184, 186 sind mit einem transparenten Lack 190 aufgefüllt, der auch einen anderen Brechungsindex als das Trägersubstrat 182 aufweisen kann.

[0085] Wird das Sicherheitselement 180 auf ein selbstleuchtendes Display 200 aufgelegt, so führen die Defekte 188 durch die Veränderung der vom Display 190 ausgehenden Lichtstrahlen zu einem Ausblenden und/oder einer Veränderung der Displayanzeige, durch die auf die Echtheit des Sicherheitselements geschlossen werden kann.

[0086] Figur 13 zeigt eine Banknote 210 mit einem Papiersubstrat 212 und einer durchgehenden Öffnung 214, die mit einem Sicherheitselement 180 der in Fig. 12 gezeigten Art einseitig verschlossen ist. Zur Verifikation wird die Banknote 210 auf ein selbstleuchtendes Display 200 aufgelegt und die optisch variable Information dadurch abgerufen.

Bezugszeichenliste

[0087]

10	Banknote
12	Sicherheitselement
14	Betrachter
16	Betrachtungsrichtung
20	Trägersubstrat
22, 24	Hauptflächen
26	Spiegelschicht
30, 32	Prägeelemente
34	lokale Defekte
36	Betrachtungsrichtung
40	Prägeschicht
42, 44, 46, 48, 50	Prägeelemente
44-K, 46-K	Prägeelemente
60, 64, 68, 72	Prägeelemente
62	Auswölbung
66	Einwölbung
70	Aussparung
74	Modifikationsbereich
80, 82	Prägeelemente
84, 88	Seitenflächen
86	Riffelung
90	Betrachtungsrichtung
100	Sicherheitselement
102, 108	Prägeelemente
104	lokale Defekte
106	Betrachtungsrichtung
110	quadratische Kacheln
112	Prägeelement
116	rechteckige Kacheln

	118	Prägeelement
	120, 122, 124	hexagonale, dreieckige, kreuzförmige Kacheln
	130	Sicherheitselement
	132	transparente Folie
5	134	transparente Lackschicht
	136	Betrachtungsrichtung
	140	Sicherheitselement
	142	Spiegelschicht
	144	Prägelackschicht
10	146, 150	Prägeelemente
	148	transparenter Lack
	152	lokale Defekte
	160	Sicherheitselement
	162, 168	Linse
15	164	Reflexionsschicht
	166	Prägelackschicht
	168	Linsoberfläche
	170	lokale Defekte
	172	Strahlengang
20	180	Sicherheitselement
	182	transluzentes Trägersubstrat
	184, 186	Prägeelemente
	188	lokale Defekte
	190	transparenter Lack
25	200	selbstleuchtendes Display
	210	Banknote
	212	Papiersubstrat
	214	durchgehende Öffnung
	220	Sicherheitselement
30	230	Sicherheitselement
	R_W	Rasterweite
	R_P, R_D	Rasterperiode

35 Patentansprüche

1. Sicherheitselement (12) zur Darstellung zumindest einer optisch variablen Information, mit

- einem Trägersubstrat (20) mit gegenüberliegenden ersten und zweiten Hauptflächen (22, 24),
- einer auf der ersten Hauptfläche angeordneten Reflexionsschicht (26), und
- einem in oder über der Reflexionsschicht (26) vorliegenden Raster optisch wirksamer Elemente, die durch Prägeelemente (30, 32) identischer Grundform gebildet sind,
- wobei das Raster optisch wirksamer Elemente zumindest eine, bei gerichteter Beleuchtung ohne Hilfsmittel in Reflexion erkennbare, optisch variable Information enthält, die durch eine Teilmenge (32) der Prägeelemente gebildet ist, bei der in die identische Grundform zumindest ein lokaler Defekt (34) eingebracht ist, durch den das optische Erscheinungsbild des defektbehafteten Prägeelements (32) betrachtungswinkelabhängig verändert ist.

2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch wirksamen Elemente so ausgebildet sind, dass sie keine optisch diffraktive Wirkung aufweisen.

3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch wirksamen Elemente durch gewölbte Strukturen gebildet sind, insbesondere durch konkav oder konvex gewölbte Strukturen.

4. Sicherheitselement nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gewölbten Strukturen sphärisch gekrümmt, astigmatisch oder rinnenförmig ausgebildet sind, und/oder durch Fresnel-Strukturen gebildet sind.

5. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch wirksamen Elemente

durch über der Reflexionsschicht angeordnete Linsen gebildet sind, wobei die Linsen vorzugsweise im Abstand von im Wesentlichen einer halben Fokusslänge über der Reflexionsschicht angeordnet sind.

- 5 6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prägeelemente Vertiefungen aufweisen, die vorzugsweise mit einem transparenten oder transluzenten Material aufgefüllt sind.
- 10 7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokalen Defekte jeweils durch eine Auswölbung, eine Einwölbung, eine Aussparung, insbesondere eine Demetallisierung, oder eine Modifikation der Oberflächenstruktur der Grundform der Prägeelemente gebildet sind.
- 15 8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokalen Defekte Prägesubstrukturen innerhalb der Prägeelemente darstellen.
- 20 9. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokalen Defekte jeweils weniger als 33%, vorzugsweise weniger als 10% der Oberfläche der Grundform der Prägeelemente einnehmen.
- 25 10. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die lokalen Defekte von der Grundfläche der Prägeelemente beabstandet sind, so dass alle Prägeelemente einen an die Grundfläche angrenzenden, umlaufenden defektfreien Bereich aufweisen.
- 30 11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form der lokalen Defekte in allen Prägeelementen der Teilmenge gleich ist und/oder dass die lokalen Defekte in allen Prägeelementen der Teilmenge an derselben Stelle der Grundform der Prägeelemente eingebracht sind.
- 35 12. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prägeelemente der Teilmenge und die lokalen Defekte jeweils in einem periodischen Raster angeordnet sind, deren Rasterperioden sich geringfügig unterscheiden und/oder die gegeneinander gedreht sind.
- 40 13. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lokalen Defekte in Form von Zeichen oder Mustern ausgebildet sind.
- 45 14. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstand benachbarter optisch wirksamer Elemente zumindest in einer Raumrichtung nicht mehr als 20%, vorzugsweise nicht mehr als 10%, besonders bevorzugt nicht mehr als 5% der kleinsten Abmessung der Grundfläche der Prägeelemente beträgt.
- 50 15. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch wirksamen Elemente unterschiedliche Größe aufweisen, wobei vorzugsweise die Größe der lokalen Defekte in der Teilmenge der Prägeelemente mit der Größe der Grundform der Prägeelemente skaliert.
- 55 16. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement mehrere optisch variable Informationen darstellt, die jeweils durch eine mit Defekten versehene Teilmenge der Prägeelemente gebildet sind, wobei vorzugsweise in unterschiedlichen Teilmengen unterschiedliche Defekte vorgesehen sind und/oder in unterschiedlichen Teilmengen Defekte an unterschiedlichen Stellen der Grundform der Prägeelemente eingebracht sind.
17. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägersubstrat ein Stichtiefdruckmerkmal enthält, das passergenau zu dem Raster optisch wirksamer Elemente angeordnet ist.
18. Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselements (12) zur Darstellung zumindest einer optisch variablen Information, bei dem
 - ein Trägersubstrat (20) mit gegenüberliegenden ersten und zweiten Hauptflächen (22, 24) bereitgestellt wird,
 - auf der ersten Hauptfläche eine Reflexionsschicht (26) angeordnet wird, und
 - in oder über der Reflexionsschicht (26) ein Raster optisch wirksamer Elemente erzeugt wird, die durch Prä-

geelemente (30, 32) identischer Grundform gebildet werden,

- eine Teilmenge (32) der Prägeelemente mit zumindest einem lokalen Defekt (34) in der identischen Grundform versehen wird, durch den das optische Erscheinungsbild des defektbehafteten Prägeelements (32) betrachtungswinkelabhängig verändert ist, so dass das Raster optisch wirksamer Elemente zumindest eine, bei gerichteter Beleuchtung ohne Hilfsmittel in Reflexion erkennbare, optisch variable Information aufweist.

19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Defekte Prägesubstrukturen darstellen, die in einem Prägeschritt gleichzeitig mit den Prägeelementen erzeugt werden, oder **dass** die Defekte durch Laserbeaufschlagung defektfreier Prägeelemente erzeugt werden.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prägung der Prägeelemente und gegebenenfalls der Prägesubstrukturen im Stichtiefdruckverfahren erfolgt.

21. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 18 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trägersubstrat mit einem Stichtiefdruckmerkmal versehen wird, das in einem Druck- und Prägeschritt gleichzeitig und passergenau mit den Prägeelementen und gegebenenfalls den Prägesubstrukturen erzeugt wird.

22. Sicherheitselement (180) zur Darstellung zumindest einer optisch variablen Information, mit

- einem zumindest bereichsweise transparenten oder transluzenten Trägersubstrat (182), und
- einem in einem transparenten oder transluzenten Bereich des Trägersubstrats vorliegenden Raster refraktiver optischer Elemente, die durch Prägeelemente (184, 186) identischer Grundform gebildet sind,
- wobei das Raster refraktiver optischer Elemente zumindest eine, bei Durchleuchtung mit einem selbstleuchtenden Display (200) ohne Hilfsmittel erkennbare, optisch variable Information enthält, die durch eine Teilmenge (186) der Prägeelemente gebildet ist, bei der in die identische Grundform zumindest ein lokaler Defekt (188) eingebracht ist, durch den das optische Erscheinungsbild des defektbehafteten Prägeelements (186) betrachtungswinkelabhängig verändert ist.

23. Datenträger mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Anspruch 1 bis 17 oder 22.

24. Datenträger nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement in oder über einem Fensterbereich oder einer durchgehenden Öffnung des Datenträgers angeordnet ist.

Claims

1. A security element (12) for depicting at least one piece of optically variable information, having

- a carrier substrate (20) having opposing first and second main surfaces (22, 24),
- a reflection layer (26) arranged on the first main surface and,
- present in or over the reflection layer (26), a grid of optically effective elements that are formed by embossing elements (30, 32) of identical base form,
- the grid of optically effective elements including at least one piece of optically variable information that, under directional illumination, is perceptible in reflection without auxiliary means and that is formed by a subset (32) of the embossing elements in which there is introduced into the identical base form at least one local defect (34) by which the optical appearance of the defect-marked embossing element (32) is changed viewing-angle dependently.

2. The security element according to claim. 1, **characterized in that** the optically effective elements are developed in such a way that they have no optically diffractive effect.

3. The security element according to claim 1 or 2, **characterized in that** the optically effective elements are formed by arched structures, especially by concavely or convexly arched structures.

4. The security element according to claim 3, **characterized in that** the arched structures are developed to be spherically curved, astigmatic or trough-shaped, and/ or are formed by Fresnel structures.

5. The security element according to claim 1 or 2, **characterized in that** the optically effective elements are formed

by lenses arranged over the reflection layer, the lenses preferably being arranged at a distance of substantially half a focal length above the reflection layer.

- 5 6. The security element according to at least one of claims 1 to 5, **characterized in that** the embossing elements comprise depressions that are preferably filled with a transparent or translucent material.
- 10 7. The security element according to at least one of claims 1 to 6, **characterized in that** the local defects are each formed by an outward arch, an inward arch, a gap, especially a demetalization, or a modification of the surface structure of the base form of the embossing elements.
- 15 8. The security element according to at least one of claims 1 to 7, **characterized in that** the local defects constitute embossing substructures within the embossing elements.
- 20 9. The security element according to at least one of claims 1 to 8, **characterized in that** the local defects each occupy less than 33%, preferably less than 10% of the surface of the base form of the embossing elements.
- 25 10. The security element according to at least one of claims 1 to 9, **characterized in that** the local defects are spaced apart from the base area of the embossing elements, such that all embossing elements comprise a circumferential defect-free region that adjoins the base area.
- 30 11. The security element according to at least one of claims 1 to 10, **characterized in that** the form of the local defects is the same in all embossing elements in the subset and/or **in that** the local defects are introduced at the same location in the base form of the embossing elements in all embossing elements in the subset.
- 35 12. The security element according to at least one of claims 1 to 11, **characterized in that** the embossing elements in the subset and the local defects are each arranged in a periodic grid, the grating periods of which differ slightly and/or are rotated against each other.
- 40 13. The security element according to at least one of claims 1 to 12, **characterized in that** the local defects are developed in the form of characters or patterns.
- 45 14. The security element according to at least one of claims 1 to 13, **characterized in that** the distance between adjacent optically effective elements is, at least in one spatial direction, no more than 20%, preferably no more than 10%, particularly preferably no more than 5% of the smallest dimension of the base area of the embossing elements.
- 50 15. The security element according to at least one of claims 1 to 14, **characterized in that** the optically effective elements have different sizes, the size of the local defects in the subset of the embossing elements preferably scaling with the size of the base form of the embossing elements.
- 55 16. The security element according to at least one of claims 1 to 15, **characterized in that** the security element constitutes multiple pieces of optically variable information, each of which is formed by a subset of the embossing elements that is furnished with defects, with different defects preferably being provided in different subsets and/ or with defects being introduced at different locations in the base form of the embossing elements in different subsets.
17. The security element according to at least one of claims 1 to 16, **characterized in that** the carrier substrate includes an intaglio feature that is arranged in perfect register with the grid of optically effective elements.
18. A method for manufacturing a security element (12) for depicting at least one piece of optically variable information, in which
 - a carrier substrate (20) having opposing first and second main surfaces (22, 24) is provided,
 - a reflection layer (26) is arranged on the first main surface, and
 - in or over the reflection layer (26) is produced a grid of optically effective elements that are formed by embossing elements (30, 32) of identical base form,
 - a subset (32) of the embossing elements is furnished with at least one local defect (34) in the identical base form, by which the optical appearance of the defect-marked embossing element (32) is changed viewing-angle dependently such that the grid of optically effective elements comprises at least one piece of optically variable information that, under directional illumination, is perceptible in reflection without auxiliary means.

19. The method according to claim 18, **characterized in that** the defects constitute embossing substructures that are produced simultaneously with the embossing elements in an embossing step, or **in that** the defects are produced by laser impingement of defect-free embossing elements.

20. The method according to claim 18 or 19, **characterized in that** the embossing of the embossing elements and, if applicable, of the embossing substructures is done in the intaglio process.

21. The method according to at least one of claims 18 to 20, **characterized in that** the carrier substrate is furnished with an intaglio feature that is produced simultaneously and in perfect register with the embossing elements and, if applicable, the embossing substructures in a printing and embossing step.

22. A security element (180) for depicting at least one piece of optically variable information, having

- a carrier substrate (182) that is transparent or translucent at least in some regions and,
- present in a transparent or translucent region of the carrier substrate, a grid of refractive optical elements that are formed by embossing elements (184, 186) of identical base form,
- the grid of refractive optical elements including at least one piece of optically variable information that is perceptible without auxiliary means when transilluminated with a self-illuminated display (200) and that is formed by a subset (186) of the embossing elements in which there is introduced into the identical base form at least one local defect (188) by which the optical appearance of the defect-marked embossing element (186) is changed viewing-angle dependently.

23. A data carrier having a security element according to at least one of claims 1 to 17 or 22.

24. The data carrier according to claim 23, **characterized in that** the security element is arranged in or over a window region or a through opening in the data carrier.

Revendications

1. Élément de sécurité (12), destiné à représenter au moins une information optiquement variable, comprenant

- un substrat porteur (20), pourvu d'une première et deuxième surfaces principales (22, 24) opposées,
- une couche réfléchissante (26), placée sur la première surface principale
- une trame d'éléments optiquement actifs, qui sont conçus en des éléments gaufrés (30, 32) de forme de base identique, présente dans ou au-dessus de la couche réfléchissante (26),
- la trame d'éléments optiquement actifs contenant au moins une information optiquement variable, identifiable en réflexion sans moyen auxiliaire sous un éclairage dirigé, qui est formée d'une quantité partielle (32) des éléments gaufrés, dans laquelle dans la forme de base identique est ménagé au moins un défaut (34) local, par lequel l'apparence optique de l'élément gaufré (32) frappé d'un défaut est modifiée en fonction de l'angle d'observation.

2. Élément de sécurité selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments optiquement actifs sont conçus de sorte à ne faire preuve d'aucun effet optique diffractif.

3. Élément de sécurité selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les éléments optiquement actifs sont formés par des structures bombées, notamment par des structures bombées concaves ou convexes.

4. Élément de sécurité selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les structures bombées sont conçues en étant courbées de forme sphérique, astigmatique, ou en forme de gouttière, et/ou par des structures de Fresnel.

5. Élément de sécurité selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les éléments optiquement actifs sont formés de lentilles placées au-dessus de la couche réfléchissante, les lentilles étant placées de préférence avec un écart de sensiblement une demi longueur focale au-dessus de la couche réfléchissante.

6. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les éléments gaufrés comportent des creux qui sont remplis de préférence d'une matière transparente ou translucide.

7. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les défauts locaux sont formés d'une convexité, d'une concavité, d'un évidement, notamment d'une démétallisation, ou d'une modification de la structure superficielle de la forme de base des éléments gaufrés.
- 5 8. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les défauts locaux représentent des substructures gaufrées à l'intérieur des éléments gaufrés.
9. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** les défauts locaux occupent moins de 33 %, de préférence moins de 10 % de la surface de la forme de base des éléments gaufrés.
- 10 10. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les défauts locaux sont écartés de la surface de base des éléments gaufrés, de sorte que tous les éléments gaufrés comportent une zone exempte de défauts, périphérique, adjacente à la surface de base.
- 15 11. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la forme des défauts locaux dans tous les éléments gaufrés est égale à la quantité partielle et/ou **en ce que** les défauts locaux dans tous les éléments gaufrés de la quantité partielle sont ménagés au même endroit de la forme de base des éléments gaufrés.
- 20 12. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les éléments gaufrés de la quantité partielle et les défauts locaux sont respectivement placés dans une trame périodique, dont les périodes de trame se différencient légèrement et/ ou qui sont tournées les unes vers les autres.
- 25 13. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** les défauts locaux sont conçus sous la forme de caractères ou de motifs.
- 30 14. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** l'écart entre des éléments optiquement actifs voisins dans une direction spatiale ne correspond de préférence à pas plus de 20 %, de préférence à pas plus de 10 %, de manière préférentielle, à pas plus de 5 % de la plus petite dimension de la surface de base des éléments gaufrés.
- 35 15. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** les éléments optiquement actifs présentent différentes tailles, de préférence la taille des défauts locaux dans la quantité partielle des éléments gaufrés étant à l'échelle de la taille de la forme de base des éléments gaufrés.
- 40 16. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** l'élément de sécurité représente plusieurs informations optiquement variables, qui sont formées chacune d'une quantité partielle des éléments gaufrés munie de défauts, de préférence, dans différentes quantités partielles étant prévus différents défauts et/ ou dans différentes quantités partielles, des défauts étant ménagés en différents endroits de la forme de base des éléments gaufrés.
- 45 17. Élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 16, **caractérisé en ce que** le substrat porteur comprend une caractéristique en surimpression en taille douce, qui est placée en adaptation parfaite à la trame d'éléments optiquement actifs.
- 50 18. Procédé, destiné à fabriquer un élément de sécurité (12) pour représenter au moins une information optiquement variable, lors duquel
- on met à disposition un substrat porteur (20), pourvu d'une première et deuxième surfaces principales (22, 24) opposées,
 - on place sur la première surface principale une couche réfléchissante (26), et
 - on crée dans ou au-dessus de la couche réfléchissante (26) une trame d'éléments optiquement actifs qui sont formés d'éléments gaufrés (30, 32) de forme de base identique,
 - on munit une quantité partielle (32) des éléments gaufrés d'au moins un défaut (34) local dans la forme de
- 55 base identique, par lequel l'apparence optique de l'élément gaufré (32) frappé d'un défaut est modifiée en fonction de l'angle d'observation, de telle sorte que la trame d'éléments optiquement actifs comporte au moins une information optiquement variable identifiable en réflexion sans moyen auxiliaire, sous un éclairage dirigé.

19. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** les défauts représentent des substructures gaufrées que l'on crée en une étape de gaufrage, simultanément avec les éléments gaufrés ou **en ce que** l'on crée les défauts en exposant au laser des éléments gaufrés exempts de défauts.

5 20. Procédé selon la revendication 18 ou 19, **caractérisé en ce que** le gaufrage des éléments gaufrés et le cas échéant, des substructures gaufrées s'effectue par procédé de surimpression en taille douce.

10 21. Procédé selon au moins l'une quelconque des revendications 18 à 20, **caractérisé en ce que** l'on munit le substrat porteur d'une caractéristique de surimpression en taille douce, que l'on crée dans une étape d'impression et de gaufrage, simultanément et en parfaite adaptation avec les éléments gaufrés et le cas échéant, les substructures gaufrées.

22. Élément de sécurité (180), destiné à représenter au moins une information optiquement variable, comprenant

15 - un substrat porteur (182), transparent ou translucide, au moins par endroits et
 - une trame d'éléments optiques réfractifs, qui sont formé par des éléments gaufrés (184, 186) de forme de base identique, présente dans la zone transparente ou translucide
 - la trame d'éléments optiques réfractifs contenant au moins une information optiquement variable, identifiable sans moyen auxiliaire, lors d'une transillumination avec un écran auto-éclairant (200), qui est formée d'une
 20 quantité partielle (186) des éléments gaufrés, dans laquelle est ménagé dans la forme de base identique au moins un défaut (188) local, par lequel l'apparence optique de l'élément gaufré (186) frappé d'un défaut est modifiée en fonction de l'angle d'observation.

25 23. Support de données, pourvu d'un élément de sécurité selon au moins l'une quelconque des revendications 1 à 17 ou 22.

24. Support de données selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** l'élément de sécurité est placé dans ou au-dessus d'une zone de fenêtre ou d'une ouverture continue dans le support de données.

30

35

40

45

50

55

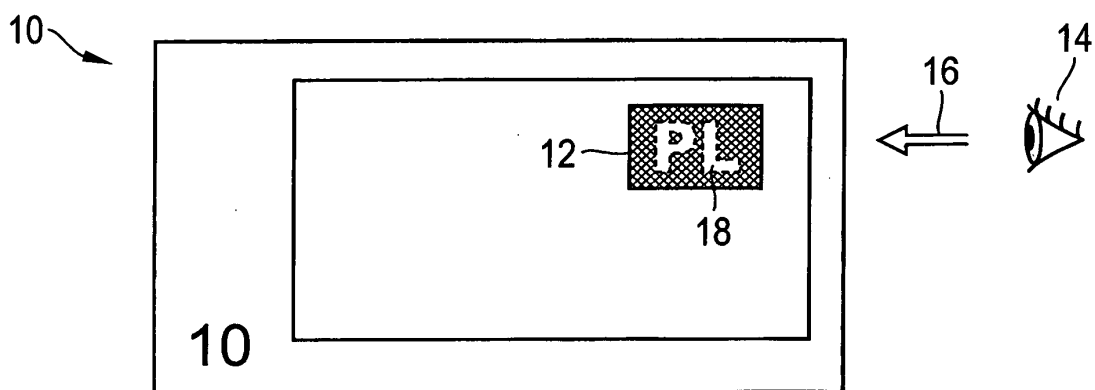


Fig. 1

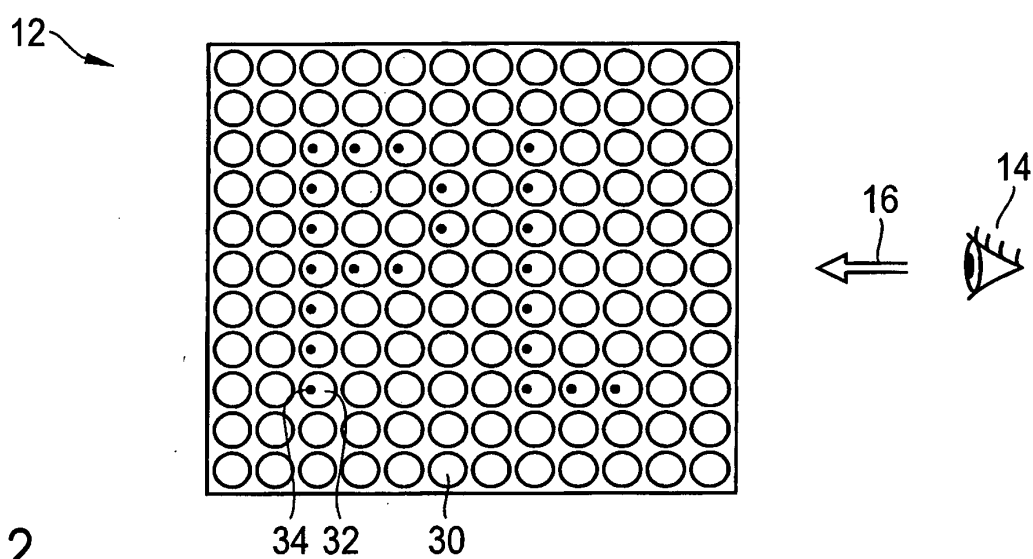


Fig. 2

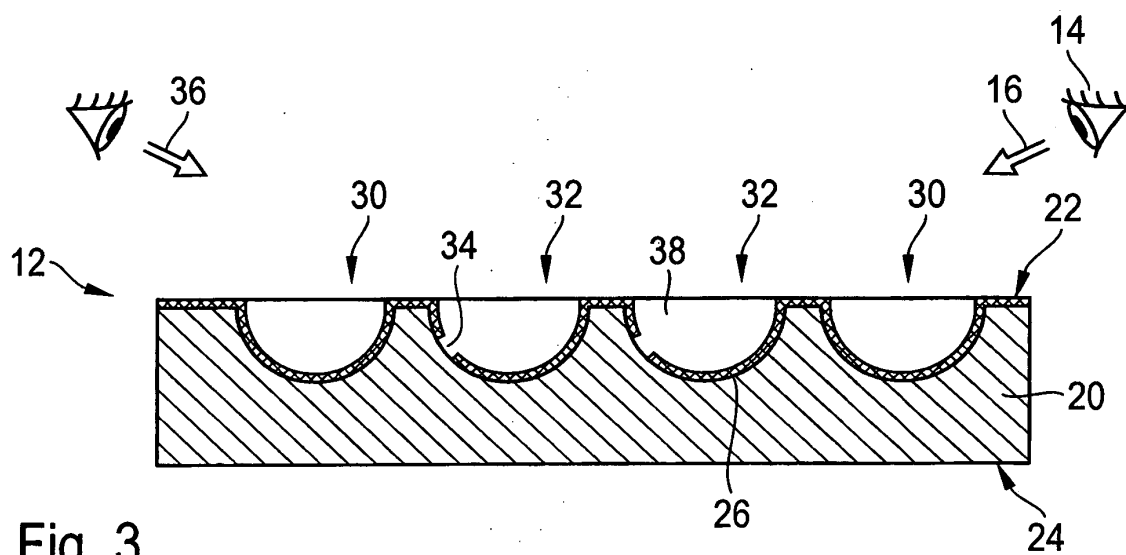


Fig. 3

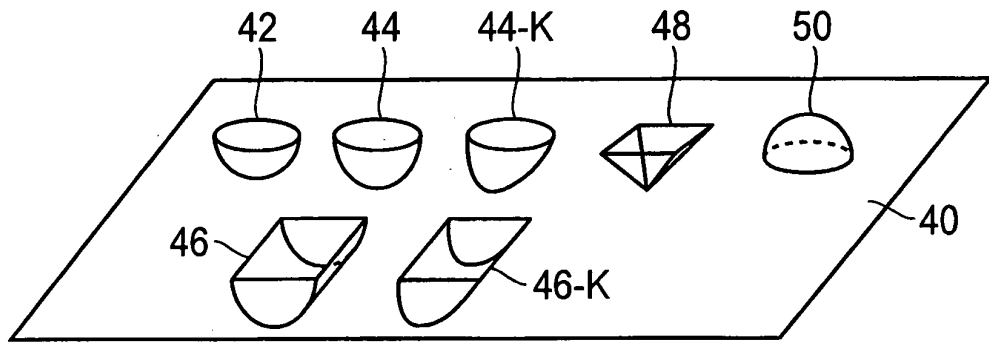


Fig. 4

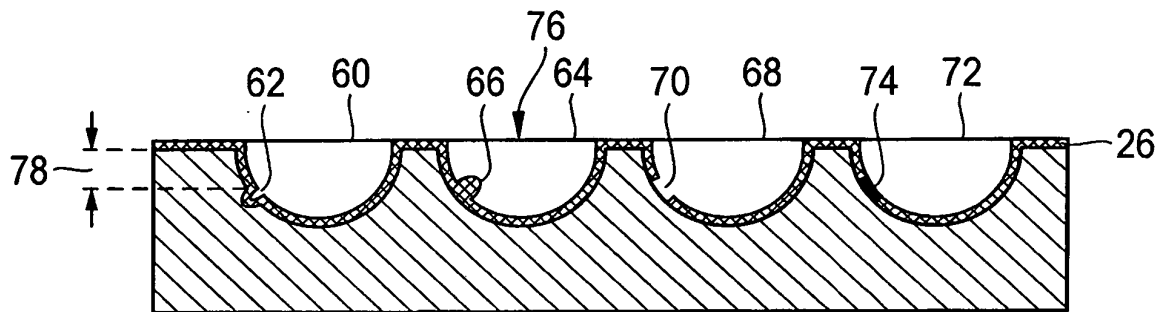


Fig. 5

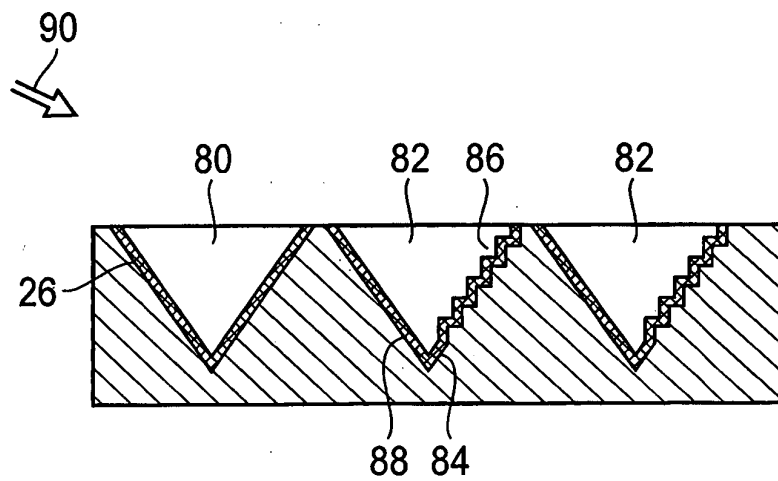


Fig. 6

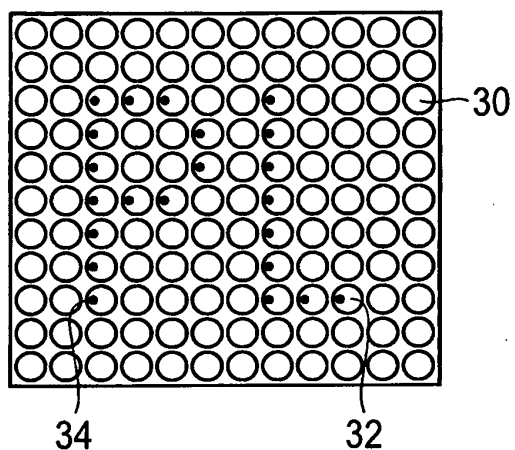


Fig. 7a

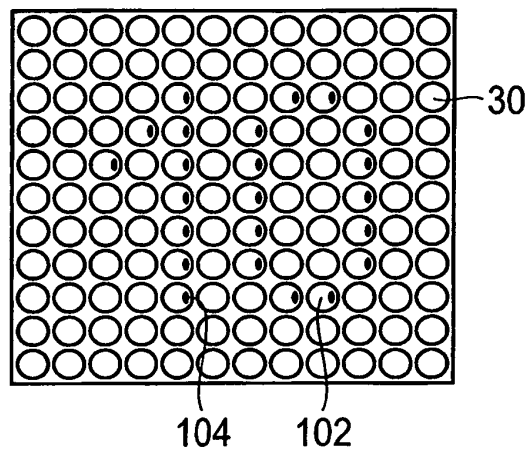


Fig. 7b

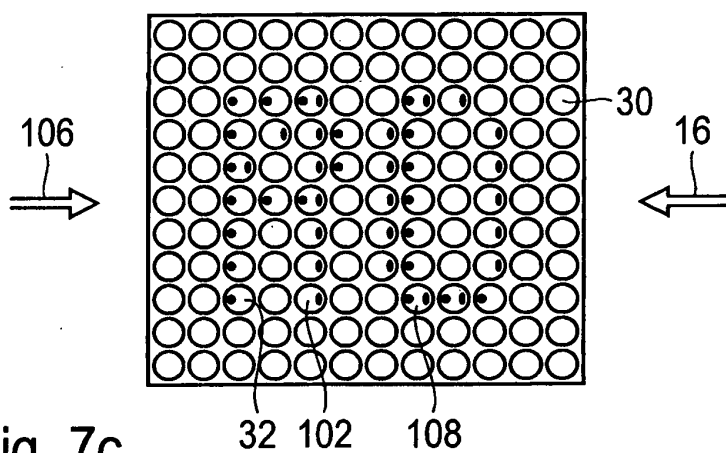


Fig. 7c

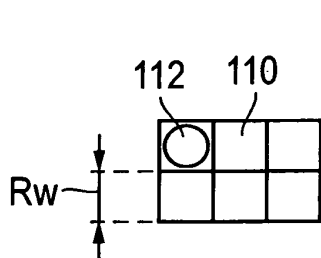


Fig. 8a

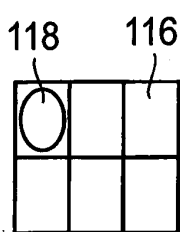


Fig. 8b

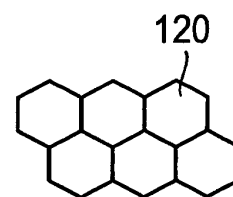


Fig. 8c

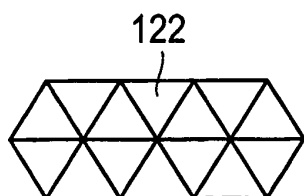


Fig. 8d

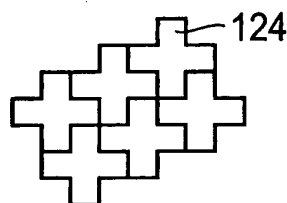


Fig. 8e

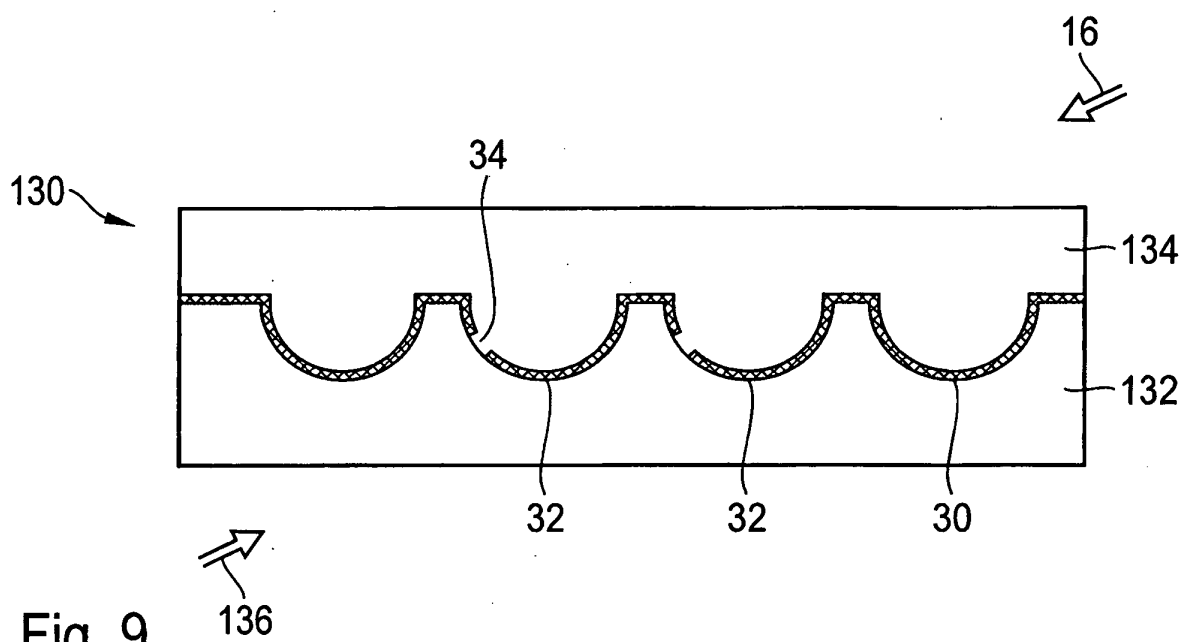


Fig. 9

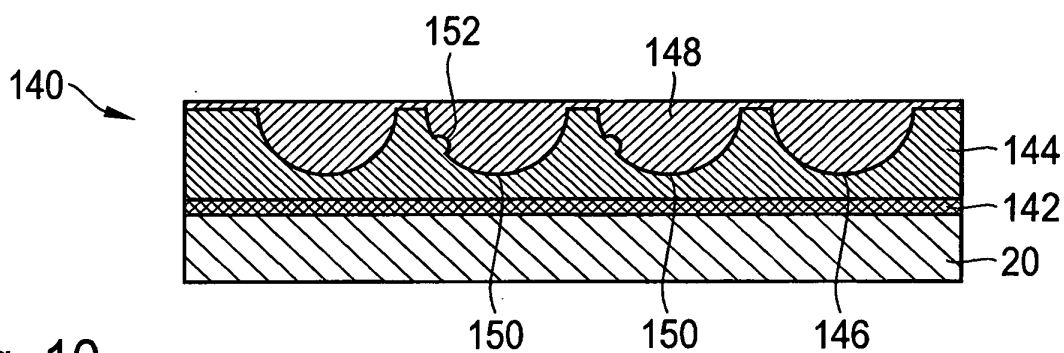


Fig. 10

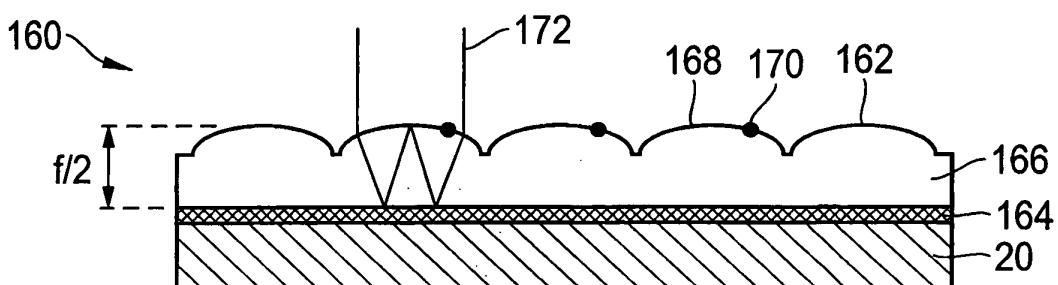


Fig. 11

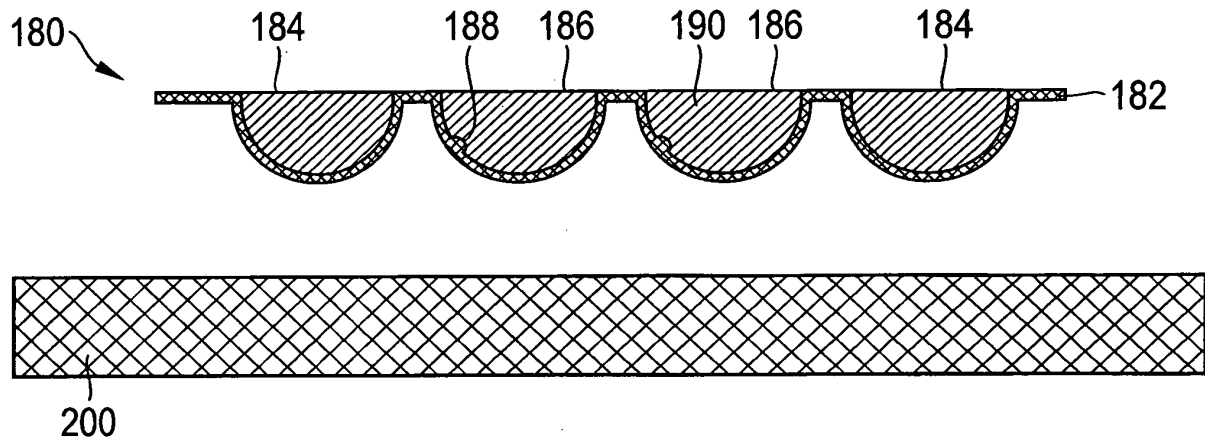


Fig. 12

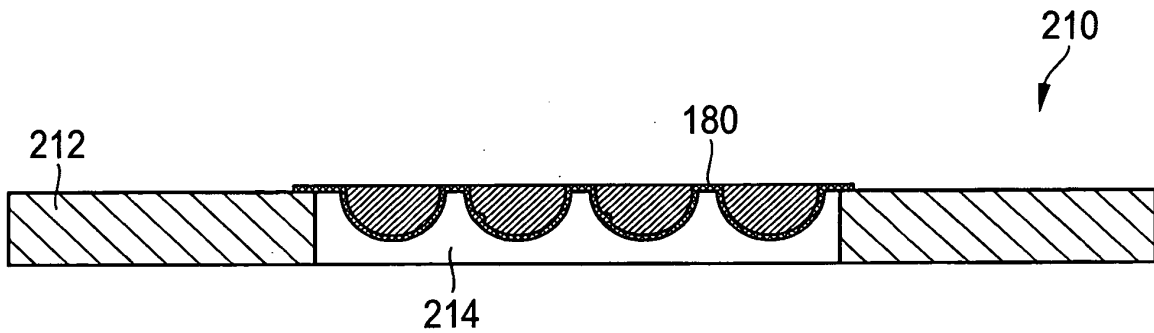


Fig. 13

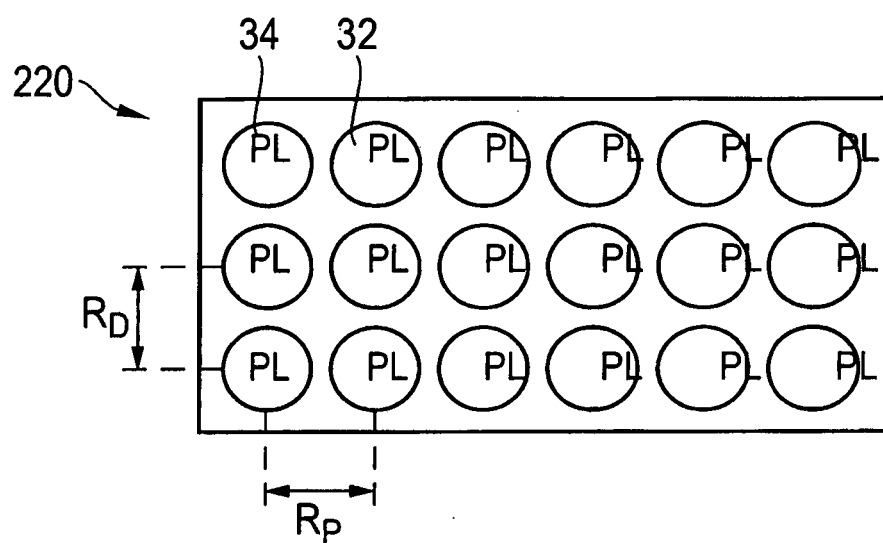


Fig. 14

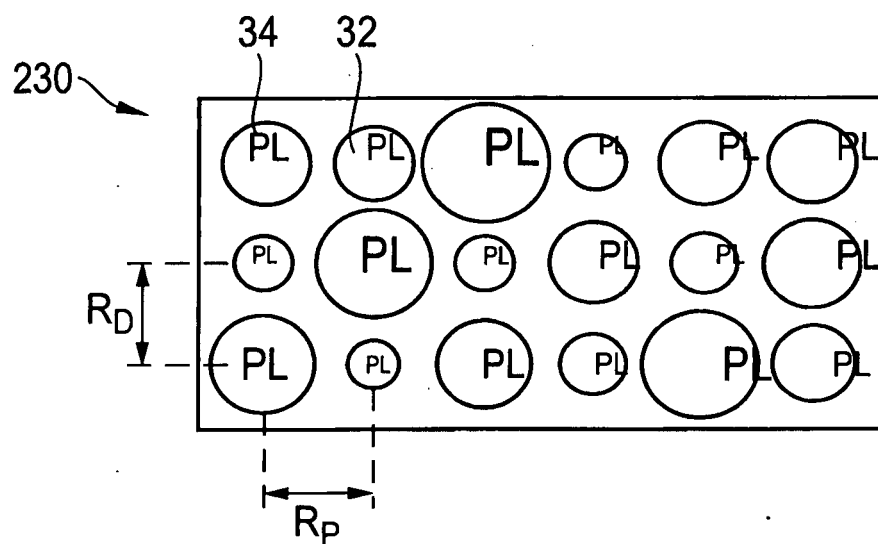


Fig. 15

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20130154250 A2 [0004]
- WO 2014012667 A1 [0005]