



(11)

EP 4 494 893 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.01.2025 Patentblatt 2025/04

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B42D 25/324^(2014.01) B42D 25/351^(2014.01)
B42D 25/36^(2014.01) B42D 25/41^(2014.01)

(21) Anmeldenummer: **24188428.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B42D 25/324; B42D 25/351; B42D 25/36;
B42D 25/41

(22) Anmeldetag: **12.07.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Schinabeck, Josef**
83703 Gmund am Tegernsee (DE)
• **Scherer, Maik Rudolf Johann**
83703 Gmund am Tegernsee (DE)
• **Scherer, Kai Herrmann**
83703 Gmund am Tegernsee (DE)

(30) Priorität: **19.07.2023 DE 102023119133**

(74) Vertreter: **Giesecke+Devrient IP**
Prinzregentenstraße 161
81677 München (DE)

(71) Anmelder: **Giesecke+Devrient Currency**
Technology GmbH
81677 München (DE)

(54) OPTISCH VARIABLES SICHERHEITSELEMENT, DATENTRÄGER UND HERSTELLUNGSVERFAHREN

(57) Die Erfindung betrifft ein optisch variables Sicherheitselement (12) zur Absicherung von Sicherheitspapieren, Wertdokumenten und anderen Datenträgern (10), mit einem Linsenrasterbild, das aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen zumindest zwei unterschiedliche Erscheinungsbilder (14A, 14B) zeigt. Dabei ist vorgesehen, dass das Linsenrasterbild ein Linsenraster (22) aus einer Mehrzahl von Mikrolinsen (24) und eine von dem Linsenraster (22) beabstandet angeordnete strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht (30) enthält, die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht (30) eine Vielzahl von durch Strahlungseinwirkung erzeugten Modifikationsbereichen (40) enthält, die jeweils passergenau zu den Mikrolinsen des Linsenrasters angeordnet sind, die nicht modifizierten Originalbereiche (42) und die Modifikationsbereiche (40) der strahlungssensitiven Motivschicht (30) ein unterschiedliches visuelles Erscheinungsbild aufweisen, die Modifikationsbereiche (40) in Form eines vorgegebenen Motivs angeordnet sind, das bei Betrachtung des Sicherheitselements aus einer vorgegebenen Betrachtungsrichtung durch das Linsenraster (22) sichtbar ist, und wobei die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht (30) ein dreilagiges Schichtsystem mit einer unteren metallischen Reflexionsschicht (32), einer mittleren dielektrischen Abstandsschicht (34) und einer oberen semitransparenten Schicht (36) aus einem Phasenwechselmaterial enthält, welches in kristallinem und amorphem Materialzustand einen unterschiedlichen Brechungsindex

aufweist, und wobei das Phasenwechselmaterial in den Modifikationsbereichen (40) in amorphem Materialzustand vorliegt und in den Originalbereichen (42) in kristallinem Materialzustand vorliegt, oder umgekehrt.

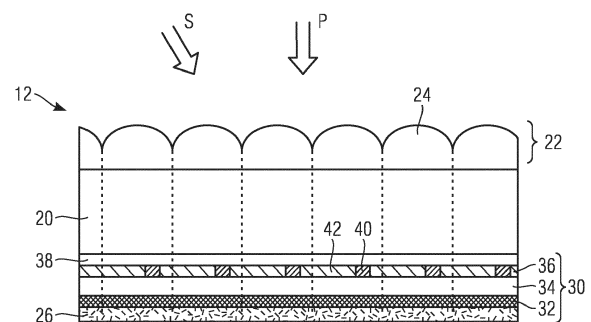


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optisch variables Sicherheitselement zur Absicherung von Sicherheitspapieren, Wertdokumenten und anderen Datenträgern, mit einem Linsenrasterbild, das aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen zumindest zwei unterschiedliche Erscheinungsbilder zeigt. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Sicherheitselements und einen mit einem derartigen Sicherheitselement ausgestatteten Datenträger.

[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. 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.

[0003] In diesem Zusammenhang ist es bekannt, die Datenträger zur Absicherung mit lasergravierten Kippbildern zu versehen. Dabei werden zwei oder mehr verschiedene Kennzeichnungen, beispielsweise eine Seriennummer und ein Ablaufdatum, unter unterschiedlichen Winkeln durch eine Anordnung zylindrischer Linsen in den Datenträger lasergraviert. Die Laserstrahlung erzeugt dabei eine lokale Schwärzung des Datenträgerkörpers, die die eingravierten Kennzeichnungen visuell sichtbar macht. Bei der Betrachtung ist je nach Blickwinkel nur die jeweils aus dieser Richtung eingravierte Kennzeichnung sichtbar, so dass durch eine Verkipfung des Datenträgers senkrecht zur Achse der Zylinderlinsen ein optisch variabler Kippeffekt entsteht.

[0004] Bekannte Linsenkippbilder basieren oft auf Linsenfolien, die auf der den Linsen gegenüberliegenden Seite einen Motivdruck in Farbe und eine vollflächige Metallisierung aufweisen, wobei der Farbdruck und die Metallisierung zusammen ein Motiv bilden. Wird eine solche Linsenfolie aus einem bestimmten Winkel mit Laserstrahlung beaufschlagt, so wird der Laserstrahl durch die fokussierende Wirkung der Linsen in einen Brennfleck in der Ebene des Motivdrucks gebündelt und ein Teil der Farbe und/oder der Metallisierung ablatiert.

[0005] Eine Schwierigkeit besteht dabei allerdings darin, dass die Laserintensität so eingestellt werden muss, dass in einem Teilbereich nur das Metall ablatiert wird, während in einem anderen Teilbereich das Metall zusammen mit der Farbe ablatiert werden soll. Eine an die jeweiligen Gegebenheiten angepasste Modulation der

Laserenergie ist nicht möglich. Auch muss die verwendete Farbe geeignet angepasst werden, um die Laserstrahlung möglichst gut zu absorbieren.

[0006] In der Folge kommt es bei dieser Art der Herstellung von Linsenkippbildern teilweise zu einer nicht vollständigen Ablation der Farbe bzw. des Metalls und dadurch zu einem unbefriedigenden visuellen Eindruck. Auch wird das Metall an den Rändern des Laserstrahls oft nicht ablatiert, sondern in seiner Struktur so verändert, dass es nicht mehr entfernt werden kann und einen unschönen Perlschnureffekt zeigt.

[0007] Ein Beispiel für ein herkömmliches Linsenkippbild mit metallischer und gedruckter Darstellung ist in der Druckschrift WO 2017/097430 A1 beschrieben.

[0008] Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein optisch variables Sicherheitselement der eingangs genannten Art mit attraktivem visuellen Erscheinungsbild anzugeben. Die Erfindung soll auch ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Sicherheitselements und einen mit einem derartigen Sicherheitselement ausgestatteten Datenträger bereitstellen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Gemäß der Erfindung ist bei einem gattungsgemäßen optisch variablen Sicherheitselement vorgesehen, dass das Linsenrasterbild ein Linsenraster aus einer Mehrzahl von Mikrolinsen und eine von dem Linsenraster beabstandet angeordnete strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht enthält.

[0011] Die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht enthält ihrerseits eine Vielzahl von durch Strahlungseinwirkung erzeugten Modifikationsbereichen, die jeweils passergenau zu den Mikrolinsen des Linsenrasters angeordnet sind, sowie nicht modifizierte Originalbereiche.

[0012] Die nicht modifizierten Originalbereiche, also die nicht durch Strahlungseinwirkung modifizierten Bereiche der strahlungssensitiven, farbkippenden Motivschicht, und die Modifikationsbereiche der strahlungssensitiven Motivschicht weisen dabei ein unterschiedliches visuelles Erscheinungsbild auf. Darüber hinaus sind die Modifikationsbereiche in Form eines vorgegebenen Motivs angeordnet, das bei Betrachtung des Sicherheitselements aus einer vorgegebenen Betrachtungsrichtung durch das Linsenraster sichtbar ist.

[0013] Die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht enthält ein dreilagiges Schichtsystem mit einer unteren metallischen Reflexionsschicht, einer mittleren dielektrischen Abstandsschicht und einer oberen semitransparenten Schicht aus einem Phasenwechselmaterial, welches in kristallinem und amorphem Materialzustand einen unterschiedlichen Brechungsindex aufweist. Das Phasenwechselmaterial liegt in den Modifikationsbereichen in amorphem Materialzustand vor und in den Originalbereichen in kristallinem Materialzustand vor, oder umgekehrt.

[0014] Wie weiter unten genauer erläutert, übernimmt

die Schicht aus dem Phasenwechselmaterial dabei die Rolle der teildurchlässigen Absorberschicht in einem herkömmlichen Dreischichtsystem und erlaubt durch ihre besonderen Eigenschaften die Erzeugung von Bildmotiven besonders hoher Kantenschärfe.

[0015] Mit besonderem Vorteil ist vorgesehen, dass die Schicht aus dem Phasenwechselmaterial außerhalb der Fokusebene der Mikrolinsen liegt. Dies bedeutet insbesondere, dass der Abstand der Schicht aus dem Phasenwechselmaterial von der Fokusebene zwischen 5% und 30% der Brennweite der Mikrolinsen beträgt. Da das Phasenwechselmaterial bei der zur Erzeugung der Modifikationsbereiche vorteilhaft verwendeten Laserbeaufschlagung nicht ablatiert, sondern nur in die Schmelze aufgeheizt und dadurch zum Phasenübergang gebracht werden soll, ist eine Lage im Fokus nicht erforderlich. Vielmehr ermöglicht der durch die Defokussierung wesentlich geringere Energieeintrag in die Phasenwechselmaterialschicht die Erzeugung von scharf definierten Modifikationsbereichen und damit im Ergebnis die Erzeugung kantenscharfer Motivbilder.

[0016] Der Brechungsindexunterschied des Phasenwechselmaterials in kristallinem und amorphem Zustand ist vorteilhaft größer als 0,2 insbesondere größer als 0,4 oder sogar größer als 0,6. Mit einem solchen Brechungsindexunterschied lässt sich ein guter Kontrast bzw. Farbunterschied zwischen den Originalbereichen und den Modifikationsbereichen erzeugen.

[0017] Das Phasenwechselmaterial enthält mit Vorteil GeSbTe oder AgInSbTe, insbesondere $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ oder $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$. Es können grundsätzlich allerdings auch andere Phasenwechselmaterialien, wie etwa VO_x , NbO_x , GeTe, GeSb, GaSb, InSb, InSbTe, InSe, SbTe, TeGeSbS, AgSbSe, SbSe, GeSbMnSn, AgSbTe, AuSbTe, oder AlSb eingesetzt werden.

[0018] Das Phasenwechselmaterial liegt bevorzugt in einer Schichtdicke zwischen 3 nm und 100 nm, insbesondere zwischen 3 nm und 20 nm vor. Mit einer solchen Schichtdicke ist die Phasenwechselmaterialschicht einerseits gut geeignet, als Absorberschicht in dem farbkippenden Dreischichtaufbau zu wirken, und zeigt andererseits in seinen beiden Materialzuständen auch einen ausreichend großen Unterschied im Erscheinungsbild.

[0019] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass das Linsenraster eine eindimensionale Anordnung von Mikrolinsen, insbesondere von Zylinderlinsen aufweist oder darstellt. Ebenfalls mit Vorteil kann vorgesehen sein, dass das Linsenraster eine zweidimensionale Anordnung von Mikrolinsen, insbesondere von sphärischen oder asphärischen Linsen aufweist oder darstellt.

[0020] Als Mikrolinsen werden im Rahmen dieser Beschreibung Linsen bezeichnet, deren Größe in zumindest einer lateralen Richtung unterhalb der Auflösungsgrenze des bloßen Auges liegt. Die Mikrolinsen können dabei insbesondere zylindrisch ausgebildet sein, aber auch der Einsatz von sphärischen oder asphärischen Linsen kommt in Betracht. Letztere haben vorzugsweise

einen Durchmesser zwischen 5 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 10 μm und 50 μm , besonders bevorzugt zwischen 15 μm und 20 μm . Mikro-Zylinderlinsen haben vorzugsweise eine Breite zwischen 5 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 10 μm und 50 μm , besonders bevorzugt zwischen 15 μm und 20 μm . Die Länge der Mikro-Zylinderlinsen ist beliebig, sie kann beispielsweise beim Einsatz in Sicherheitsfäden oder Transfer-elementen auch der Gesamtbreite des Fadens bzw. Transferelements entsprechen und mehrere Millimeter oder mehrere Zentimeter betragen.

[0021] Es können auch mehrere verschiedene Motive für unterschiedliche Betrachtungswinkel bei dem optisch variablen Sicherheitselement vorgegeben sein. Entsprechend kann die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht dann mehrere Gruppen von Modifikationsbereichen enthalten, die jeweils aus der zugehörigen vorgegebenen Betrachtungsrichtung sichtbar sind und das zugehörige vorgegebene Motiv erzeugen.

[0022] Die Erfindung enthält auch ein Verfahren zum Herstellen eines optisch variablen Sicherheitselements der beschriebenen Art, bei dem

- ein Linsenrasterbild mit einem Linsenraster und einer beabstandet angeordneten strahlungssensitiven, farbkippenden Motivschicht bereitgestellt wird, wobei die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht ein dreilagiges Schichtsystem mit einer unteren metallischen Reflexionsschicht, einer mittleren dielektrischen Abstandsschicht und einer oberen semitransparenten Schicht aus einem Phasenwechselmaterial enthält, und wobei das Phasenwechselmaterial in der semitransparenten Schicht entweder (i) vollständig in amorphem Materialzustand oder (ii) vollständig in kristallinem Materialzustand vorliegt, und
- die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht durch das Linsenraster hindurch mit Laserstrahlung beaufschlagt wird, um Modifikationsbereiche in dem Phasenwechselmaterial zu erzeugen, in denen der Materialzustand des Phasenwechselmaterials im Fall (i) von dem amorphen in den kristallinen Materialzustand und im Fall (ii) von dem kristallinen in den amorphen Materialzustand überführt wird.

[0023] Zweckmäßig wird dabei die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht in Form eines vorgewählten Motivs aus einer vorgegebenen Betrachtungsrichtung mit der Laserstrahlung beaufschlagt.

[0024] Mit besonderem Vorteil ist der Laser bei der Erzeugung der Modifikationsbereiche bezogen auf die Ebene des Phasenwechselmaterials defokussiert, wobei sich insbesondere eine Defokussierung des Lasers von 0,25 mm bis 3 mm bewährt hat. Konkret kann beispielsweise mit Vorteil eine Defokussierung von 0,5 mm bis 1 mm, aber auch eine starke Defokussierung von 1,5 mm bis 3 mm für die Erzeugung der Modifikationsbereiche

gewählt sein.

[0025] Für die Laserbeaufschlagung zur Erzeugung der Modifikationsbereiche haben sich Laserparameter in den nachfolgend genannten Bereichen besonders gut bewährt:

- eine Laserleistung von 0,38 bis 1,15 W,
- eine Pulsdauer von 85 ns bis 250 ns,
- eine Rayleighlänge von 0,35 mm bis 1,05 mm,
- ein Fokusbereich von 0,01 mm bis 0,03 mm, und
- eine Defokussierung von 0,25 mm bis 3 mm, insbesondere von 0,5 mm bis 1 mm.

[0026] Alternativ oder zusätzlich zur Defokussierung des Lasers kann die Schicht aus dem Phasenwechselmaterial außerhalb der Fokusebene der Mikrolinsen angeordnet werden, wobei der Abstand der Schicht aus dem Phasenwechselmaterial von der Fokusebene insbesondere zwischen 5% und 30% der Brennweite der Mikrolinsen beträgt.

[0027] Die Erfindung umfasst auch einen Datenträger, insbesondere ein Werdokument, ein Sicherheitspapier, eine Ausweiskarte, einen Markenartikel oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement der beschriebenen Art.

[0028] 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.

[0029] Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem erfindungsgemäßen optisch variablen Sicherheitselement,
- Fig. 2 schematisch den Schichtaufbau des Sicherheitselements der Fig. 1 im Querschnitt, und
- Fig. 3 stark schematisiert die Laserbeaufschlagung des Sicherheitselements der Fig. 1 zur Erzeugung der Modifikationsbereiche in der Phasenwechselmaterialschicht.

[0030] Die Erfindung wird nun am Beispiel von Sicherheitselementen für Banknoten erläutert. Figur 1 zeigt dazu eine schematische Darstellung einer Banknote 10, die mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement 12 in Form eines aufgeklebten Transferelements versehen ist. Figur 2 zeigt schematisch den Schichtaufbau des erfindungsgemäßen Sicherheitselements 12 im Querschnitt.

[0031] Das Sicherheitselement 12 stellt im Ausführungsbeispiel ein Linsenrasterbild mit einem Kippbild dar, das je nach Betrachtungsrichtung eines von zwei unterschiedlichen Erscheinungsbildern 14A, 14B zeigt. Bei senkrechter Betrachtung (Betrachtungsrichtung P in

Figuren 1 und 2) zeigt das Sicherheitselement 12 ein gleichförmiges, metallisch glänzendes Erscheinungsbild 14A. Beim Kippen 16 des Sicherheitselements wird in einem gewissen Winkelbereich um eine schräge Betrachtungsrichtung (Betrachtungsrichtung S) ein motivhaltiges Erscheinungsbild 14B sichtbar, das im Ausführungsbeispiel die Wertzahl "10" vor einem gleichförmigen metallisch glänzenden Hintergrund zeigt. Beim Hin- und Her-Kippen 16 des Sicherheitselements 12 tritt zudem ein leichter Farbkippeffekt in der reflektierten metallisch glänzenden Farbe auf.

[0032] Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf die zur Illustration gezeigten Transferelemente bei Banknoten beschränkt ist, sondern beispielsweise auch bei Sicherheitsfäden, breiten Sicherheitsstreifen oder Abdeckfolien eingesetzt werden kann. Auch können erfindungsgemäße Sicherheitselemente in der Praxis als Bildmotive nicht nur alphanumerischen Zeichenfolgen, sondern auch komplexere Motive, wie etwa geometrische Muster, Portraits, Codierungen, Nummerierungen, architektonische, technische oder Naturmotive zeigen.

[0033] Zurückkommend auf die Darstellung der Fig. 2 enthält das Sicherheitselement 12 eine transparente Trägerfolie 20, beispielsweise eine etwa 20 µm dicke Polyethylenterephthalat(PET)-Folie. Die Trägerfolie 20 weist gegenüberliegende erste und zweite Hauptflächen auf, wobei die erste Hauptfläche mit einem Linsenraster 22 aus einer Mehrzahl von in eine Prägelackschicht geprägten Mikrolinsen 24 versehen ist.

[0034] Die geprägten Mikrolinsen 24 können beispielsweise als Stab-, Zylinder- oder Kugellinsen ausgeführt sein, die in einem hexagonalen oder rechteckigen Linsenraster vorliegen. Zur Herstellung der Mikrolinsen 24 kann insbesondere ein Heiß- oder UV-Prägeprozess eingesetzt werden.

[0035] Auf der zweiten Hauptfläche der Trägerfolie 20 ist eine lasersensitive, farbkippende Motivschicht 30 angeordnet, die ein dreilagiges Schichtsystem mit einer unteren metallischen Reflexionsschicht 32, einer mittleren dielektrischen Abstandsschicht 34 und einer oberen semitransparenten Schicht 36 aus einem Phasenwechselmaterial enthält. Die Bezeichnungen "unten" und "oben" beziehen sich dabei auf die intendierte Betrachtungsrichtung der Motivschicht der Oberseite des Sicherheitselements 12, also durch das Linsenraster 22 hindurch.

[0036] Die metallische Reflexionsschicht 32 ist im Ausführungsbeispiel opak und bildet einen Vollspiegel mit metallischem Glanz. Die Reflexionsschicht 32 kann beispielsweise aus Aluminium oder Silber bestehen und eine Dicke von 10 nm oder mehr, vorteilhaft von 20 nm oder mehr aufweisen.

[0037] Die dielektrische Abstandsschicht 34 ist vorteilhaft aus SiO₂ gebildet, kann aber auch aus ZnS, MgF₂, TiO₂, ZnO, oder Al₂O₃ bestehen. Die Schichtdicke der dielektrischen Abstandsschicht 34 bestimmt im Wesentlichen den Farbeindruck der farbkippenden Motivschicht 30 und liegt typischerweise zwischen 100 nm und 500

nm.

[0038] Die oberste Schicht 36 des Dreischichtsystems ist als Besonderheit durch eine dünne Schicht eines Phasenwechselmaterials gebildet, welches in kristallinem und amorphem Materialzustand einen unterschiedlichen Brechungsindex aufweist.

[0039] Als Phasenwechselmaterial kann beispielsweise GeSbTe oder AgInSbTe , insbesondere $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ oder $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$ eingesetzt werden. Die Schichtdicke der Phasenwechselmaterialschicht liegt typischerweise zwischen 3 nm und 100 nm, vorzugsweise zwischen 3 nm und 20 nm. Die Phasenwechselmaterialschicht spielt dabei die Rolle einer teildurchlässigen Absorberschicht, die in herkömmlichen farbkippenden Dünnschichtsystemen meist von einer dünnen Chromschicht übernommen wird.

[0040] Im gezeigten Ausführungsbeispiel liegt das Phasenwechselmaterial im Ausgangszustand in einem amorphen Materialzustand vor, der durch Wärmeeinwirkung, konkret durch Beaufschlagung mit einem Laserstrahl, in einen kristallinen Materialzustand überführt werden kann. Die Änderung des Materialzustands ist dabei von einer Änderung des Brechungsindex des Phasenwechselmaterials und dadurch einer Änderung der von dem Dreischichtsystem erzeugten Interferenzfarbe begleitet.

[0041] Um bei der Betrachtung das gewünschte Bildmotiv 14B aus der gewünschten Betrachtungsrichtung anzeigen zu können, wurde das Sicherheitselement 12 aus der Betrachtungsrichtung S, aus der später das Bildmotiv 14B sichtbar sein soll, mit Laserstrahlung in Form des gewünschten Bildmotivs, vorliegend der Wertzahl "10" beaufschlagt. Die Form des Bildmotivs kann beispielsweise durch eine Maske oder durch ein Abfahren der gewünschten Form vorgegeben werden.

[0042] Aufgrund der fokussierenden Wirkung der Mikrolinsen 24 wird das Phasenwechselmaterial durch die Laserstrahlung lokal über seinen Schmelzpunkt erhitzt und dadurch in kleinen Modifikationsbereichen 40 in seine kristalline Form überführt. Da die Laserbeaufschlagung durch die Mikrolinsen 24 hindurch erfolgt, sind die entstehenden Modifikationsbereiche 40 passergenau zu den Mikrolinsen 24 des Linsenrasters angeordnet.

[0043] Durch den veränderten Brechungsindex weist das Dreischichtsystem aus Reflexionsschicht 32, dielektrischer Abstandsschicht 34 und Phasenwechselmaterialschicht 36 nach der Laserbeaufschlagung in den Modifikationsbereichen 40 ein visuelles Erscheinungsbild auf, das sich von dem visuellen Erscheinungsbild der nicht modifizierten Originalbereiche 42 unterscheidet. Aus der Betrachtungsrichtung S ist die von den Modifikationsbereichen 40 gebildete Wertzahl "10" daher vor dem von den nicht modifizierten Originalbereichen 42 gebildeten Hintergrund gut erkennbar (Motivbild 14B).

[0044] Bei senkrechter Betrachtung (Betrachtungsrichtung P) und bei anderen schrägen Betrachtungswinkeln blickt der Betrachter durch die Mikrolinsen 24 jeweils ausschließlich auf nicht modifizierte Originalbereiche, so

dass das Sicherheitselement 12 aus diesen Betrachtungsrichtungen homogen erscheint (Motivbild 14A), dabei allerdings den Farbkippeffekt des Dreischichtsystems 32, 34, 36 zeigt. Es versteht sich, dass in gleicher Weise auch mehrere Motivbilder in der Motivschicht 30 erzeugt werden können, die aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen sichtbar werden.

[0045] Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Gestaltung besteht darin, dass der zur Kristallisation des Phasenwechselmaterials erforderliche Energieeintrag durch die Laserbeaufschlagung wesentlich geringer ist als der für eine Ablation einer Metallschicht erforderliche Energieeintrag. Verglichen mit herkömmlichen Gestaltungen, deren Motiverzeugung auf der Ablation einer Metallschicht basiert, lassen sich dadurch Motive mit einer deutlich höheren Kantenschärfe erzeugen. Beim Kippen 16 des Sicherheitselements 12 sieht der Betrachter daher einen Motivflip, der perfekt mit einem metallisch anmutenden Farbflip gepasst ist.

[0046] Noch mit Bezug auf Fig. 2 kann das Sicherheitselement 12 zwischen der Trägerfolie 20 und der Phasenwechselmaterialschicht 36 zusätzlich eine Barrierschicht 38 gegen Sauerstoff oder Wasser enthalten. Die Barrierschicht 38 kann beispielsweise durch eine dünne Dielektrikumsschicht aus SiO_2 mit einer Schichtdicke zwischen 3 nm und 50 nm gebildet sein. Auf seiner Unterseite kann das Sicherheitselement 12 weitere Schichten, beispielsweise eine Primerschicht oder eine Kleberschicht 26 für die Verbindung des Sicherheitselements mit einem Zielsubstrat, wie etwa der Banknote 10, enthalten.

[0047] Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, die Phasenwechselmaterialschicht 36 außerhalb der Fokusebene der Mikrolinsen 22 anzuordnen. Figur 3 zeigt hierzu stark schematisiert die Laserbeaufschlagung des Sicherheitselements 12 zur Erzeugung der Modifikationsbereiche 40 in der Phasenwechselmaterialschicht 36. Die Fokusebene 50 der Mikrolinsen 24 liegt dabei außerhalb der Phasenwechselmaterialschicht 36, so dass die Laserstrahlung 52 in der Ebene des Phasenwechselmaterials leicht defokussiert ist. Die Defokussierung lässt sich beispielsweise über die Wahl der Brennweite der Mikrolinsen 24 oder des Abstandes zwischen den Mikrolinsen 24 und der Phasenwechselmaterialschicht 36 erreichen. Der Abstand der Phasenwechselmaterialschicht 36 von der Fokusebene 50 beträgt dabei insbesondere zwischen 5% und 30% der Brennweite der Mikrolinsen 24.

[0048] Anders als bei herkömmlichen, auf der bereichsweisen Ablation einer Metallschicht beruhenden Gestaltungen, ist eine Fokussierung des Laserstrahls in der Ebene des Phasenwechselmaterials bei den erfindungsgemäßen Gestaltungen nicht erforderlich, da das Phasenwechselmaterial nicht ablatiert, sondern nur in die Schmelze aufgeheizt und dadurch zum Phasenübergang gebracht werden soll.

[0049] Hierzu kann alternativ oder zusätzlich auch der Laser als solcher defokussiert sein. Durch den daraus

resultierenden geringeren Energieeintrag in die Phasenwechsellaterialschicht 36 (und damit dem Aufheizen des Phasenwechsellaterials nur in die Schmelze) lassen sich ebenfalls scharf definierte Modifikationsbereiche erzeugen. In einem Ausführungsbeispiel wurden zur Erzeugung der Modifikationsbereiche folgende Laserparameter eingesetzt:

- eine Laserleistung von 0,76 W,
- eine Pulsdauer von 170 ns,
- eine Rayleighlänge von 0,7 mm,
- ein Fokusedurchmesser von 0,02 mm, und
- eine Defokussierung von im Bereiche von +0,5 bis 1,0 mm.

Bezugszeichenliste

[0050]

10	Banknote
12	Sicherheitselement
14A, 14B	Erscheinungsbilder
16	Kipprichtung
20	Trägerfolie
22	Linsenraster
24	Mikrolinsen
30	strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht
32	metallische Reflexionsschicht
34	dielektrische Abstandsschicht
36	Phasenwechsellaterialschicht
38	Barrierschicht
40	Modifikationsbereiche
42	nicht modifizierte Originalbereiche
50	Fokusebene
52	Laserstrahlung

Patentansprüche

1. Optisch variables Sicherheitselement (12) zur Absicherung von Sicherheitspapieren, Wertdokumenten und anderen Datenträgern (10), mit einem Linsenrasterbild, das aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen zumindest zwei unterschiedliche Erscheinungsbilder zeigt (14A, 14B), wobei
 - das Linsenrasterbild ein Linsenraster (22) aus einer Mehrzahl von Mikrolinsen (24) und eine von dem Linsenraster (22) beabstandet angeordnete strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht (30) enthält,
 - die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht (30) eine Vielzahl von durch Strahlungseinwirkung erzeugten Modifikationsbereichen (40) enthält, die jeweils passergenau zu den Mikrolinsen des Linsenrasters angeordnet sind,
 - die nicht modifizierten Originalbereiche (42) und die Modifikationsbereiche (40) der strah-

lungssensitiven Motivschicht (30) ein unterschiedliches visuelles Erscheinungsbild aufweisen,

- die Modifikationsbereiche (40) in Form eines vorgegebenen Motivs angeordnet sind, das bei Betrachtung des Sicherheitselements aus einer vorgegebenen Betrachtungsrichtung durch das Linsenraster (22) sichtbar ist, und wobei
- die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht (30) ein dreilagiges Schichtsystem mit einer unteren metallischen Reflexionsschicht (32), einer mittleren dielektrischen Abstandsschicht (34) und einer oberen semitransparenten Schicht (36) aus einem Phasenwechsellaterial enthält, welches in kristallinem und amorphem Materialzustand einen unterschiedlichen Brechungsindex aufweist, und
- wobei das Phasenwechsellaterial in den Modifikationsbereichen (40) in amorphem Materialzustand vorliegt und in den Originalbereichen (42) in kristallinem Materialzustand vorliegt, oder umgekehrt.

2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht aus dem Phasenwechsellaterial außerhalb der Fokusebene der Mikrolinsen liegt, wobei der Abstand der Schicht aus dem Phasenwechsellaterial von der Fokusebene insbesondere zwischen 5% und 30% der Brennweite der Mikrolinsen beträgt.
3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brechungsindexunterschied des Phasenwechsellaterials in kristallinem und amorphem Zustand größer als 0,2 insbesondere größer als 0,4 oder sogar größer als 0,6 ist.
4. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Phasenwechsellaterial GeSbTe oder AgInSbTe, insbesondere $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ oder $\text{Ag}_3\text{In}_4\text{Sb}_{76}\text{Te}_{17}$ enthält.
5. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Phasenwechsellaterial in einer Schichtdicke zwischen 3 nm und 100 nm, insbesondere zwischen 3 nm und 20 nm vorliegt.
6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die untere metallische Reflexionsschicht opak ist.
7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die untere metallische Reflexionsschicht aus Aluminium oder Silber besteht und/oder eine Schichtdicke von 10 nm oder mehr, insbesondere von 20 nm oder

mehr aufweist.

8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere dielektrische Abstandsschicht aus SiO₂ gebildet ist und/oder eine Schichtdicke zwischen 100 nm und 500 nm aufweist. 5
9. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Linsenraster und die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht auf gegenüberliegenden Seiten einer Trägerfolie, insbesondere einer transparenten Kunststoffolie angeordnet sind. 10
10. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Trägerfolie und der Schicht aus dem Phasenwechselmaterial eine Barrierschicht, vorzugsweise eine dünne Dielektrikumsschicht mit einer Schichtdicke zwischen 3 nm und 50 nm angeordnet ist. 15
11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement mehrere verschiedene Motive für unterschiedliche Betrachtungswinkel enthält, wobei die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht mehrere Gruppen von Modifikationsbereichen enthält, die jeweils aus der zugehörigen vorgegebenen Betrachtungsrichtung sichtbar sind und das zugehörige Motiv erzeugen. 20
12. Verfahren zum Herstellen eines optisch variablen Sicherheitselements (12) mit einem Linsenrasterbild, das aus unterschiedlichen Betrachtungsrichtungen zumindest zwei unterschiedliche Erscheinungsbilder (14A, 14B) zeigt, wobei bei dem Verfahren 25
 - ein Linsenrasterbild mit einem Linsenraster (22) und einer beabstandet angeordneten strahlungssensitiven, farbkippenden Motivschicht (30) bereitgestellt wird, wobei die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht ein dreilagiges Schichtsystem mit einer unteren metallischen Reflexionsschicht (32), einer mittleren dielektrischen Abstandsschicht (34) und einer oberen semitransparenten Schicht (36) aus einem Phasenwechselmaterial enthält, wobei das Phasenwechselmaterial in der semitransparenten Schicht vollständig entweder (i) in amorphem Materialzustand oder (ii) in kristallinem Materialzustand vorliegt, und 35
 - die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht (30) durch das Linsenraster (22) hindurch mit Laserstrahlung (52) beaufschlagt wird, um Modifikationsbereiche (4) in dem Pha- 40

senwechselmaterial zu erzeugen, in denen der Materialzustand des Phasenwechselmaterials im Fall (i) von dem amorphen in den kristallinen Materialzustand und im Fall (ii) von dem kristallinen in den amorphen Materialzustand überführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die strahlungssensitive, farbkippende Motivschicht in Form eines vorgewählten Motivs aus einer vorgegebenen Betrachtungsrichtung mit der Laserstrahlung beaufschlagt wird. 45
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Laser bezogen auf die Ebene des Phasenwechselmaterials defokussiert ist. 50
15. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schicht aus dem Phasenwechselmaterial außerhalb der Fokusebene der Mikrolinsen angeordnet wird, wobei der Abstand der Schicht aus dem Phasenwechselmaterial von der Fokusebene insbesondere zwischen 5% und 30% der Brennweite der Mikrolinsen beträgt. 55
16. Datenträger mit einem optisch variablen Sicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

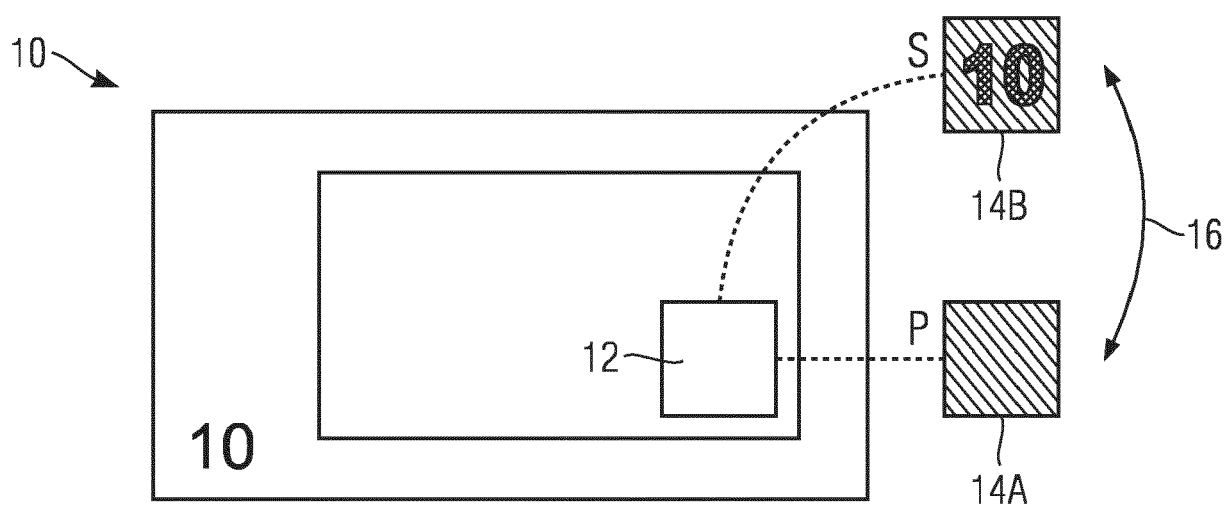


Fig. 1

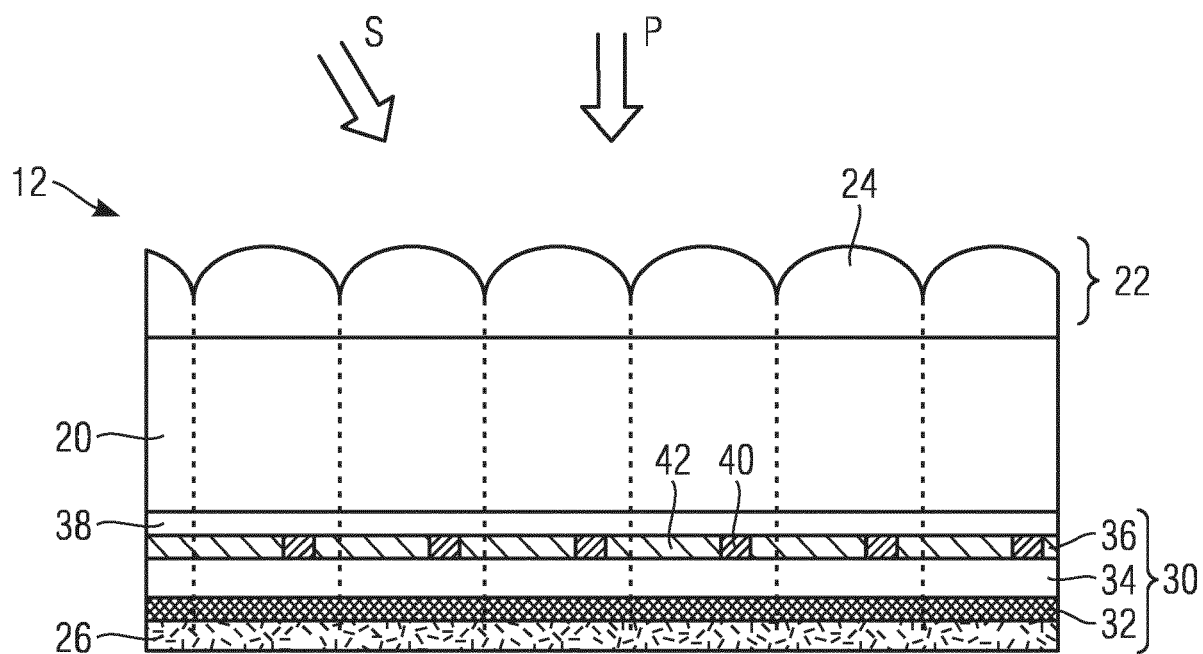


Fig. 2

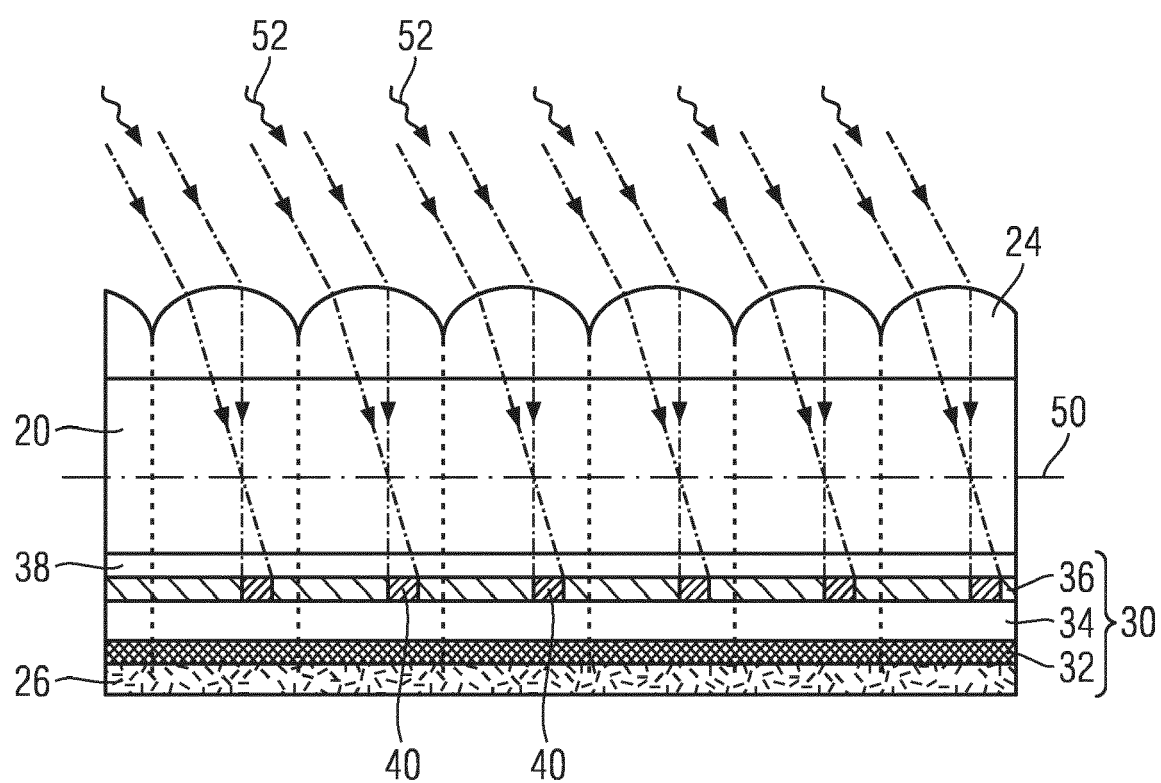


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 24 18 8428

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 3 967 508 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 16. März 2022 (2022-03-16) * Absätze [0008] - [0017], [0025] * -----	1 - 16	INV. B42D25/324 B42D25/351 B42D25/36 B42D25/41
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B42D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. November 2024	Prüfer Achermann, Didier
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 24 18 8428

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25 - 11 - 2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 3967508 A1	16-03-2022	DE 102020005522 A1	10-03-2022
15			EP 3967508 A1	16-03-2022

20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- WO 2017097430 A1 [0007]