



(11) **EP 3 284 612 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

(51) Int Cl.:
B42D 25/324^(2014.01)

(21) Anmeldenummer: **17001368.4**

(22) Anmeldetag: **10.08.2017**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

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

(72) Erfinder:
• **Hoffmüller, Winfried**
83646 Bad Tölz (DE)
• **Teufel, Björn**
83700 Weißach (DE)
• **Engelmann, Patrick**
83727 Schliersee (DE)

(30) Priorität: **18.08.2016 DE 102016010078**

(54) **OPTISCH VARIABLES SICHERHEITSELEMENT MIT DÜNNSCICHTELEMENT**

(57) Die Erfindung betrifft ein optisch variables Sicherheitselement (20) zur Absicherung von Wertgegenständen, das in einem Merkmalsbereich mit einem Dünnschichtelement (40) mit Farbkippeffekt versehen ist, welches einen Interferenzschichtaufbau (42) mit zumindest einer aufgedruckten dielektrischen Abstandsschicht (46) aufweist. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass - das Sicherheitselement (20) im Merkmalsbereich eine Prägestruktur (26) mit steilen Flanken (28) und ebenen Flächenabschnitten (32, 34) auf zumindest zwei Höhen-

stufen aufweist,
- wobei die lateralen Abmessungen der ebenen Flächenabschnitte (32, 34) in zumindest einer Raumrichtung unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges liegen, und dass
- die aufgedruckte dielektrische Abstandsschicht (26) in den ebenen Flächenabschnitten (32, 34) unterschiedlicher Ebenenhöhe unterschiedliche große Schichtdicke (e_1, e_2) aufweist und so unterschiedliche Interferenzfarben erzeugt.

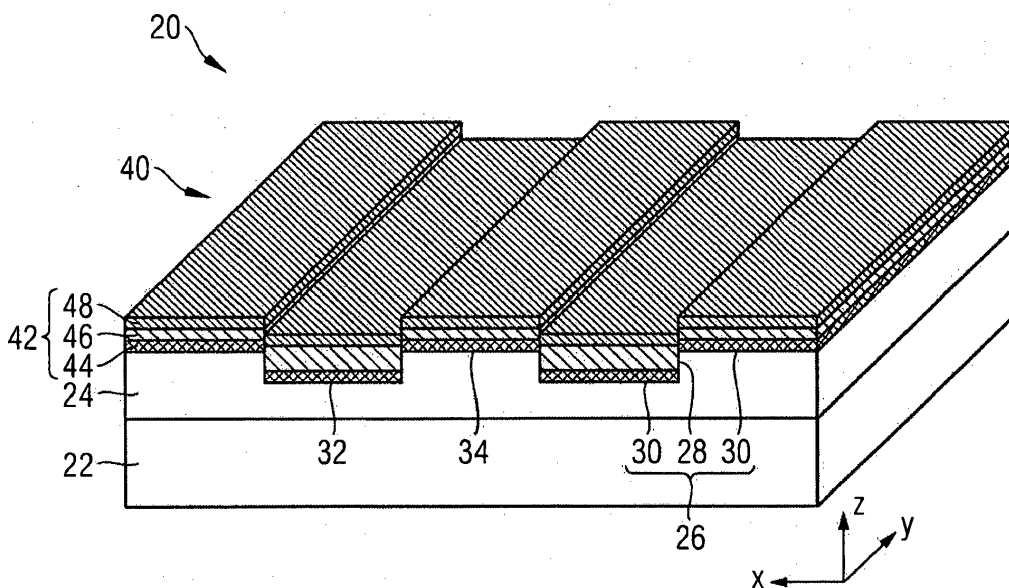


Fig. 2

EP 3 284 612 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optisch variables Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, das in einem Merkmalsbereich mit einem Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt versehen ist, welches einen Interferenzschichtaufbau mit zumindest einer aufgedruckten dielektrischen Abstandsschicht aufweist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Sicherheitselements und einen entsprechend ausgestatteten Datenträger.

[0002] Datenträger, wie etwa Wert- oder Ausweisdokumente, oder andere Wertgegenstände, wie etwa Markenartikel, werden zur Absicherung oft mit Sicherheitselementen versehen, die eine Überprüfung der Echtheit der Datenträger 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] Dabei werden oft Sicherheitselemente mit mehrschichtigen Dünnschichtelementen eingesetzt, deren Farbeindruck sich für den Betrachter mit dem Betrachtungswinkel ändert (im Folgenden als Farbkippeffekt bezeichnet). Als für den Farbeffekt hauptsächlich verantwortliche Schicht enthalten die Dünnschichtelemente eine ultradünne Dielektrikumsschicht, die typischerweise zwischen einer Absorberschicht und einer Reflexionsschicht angeordnet ist. Aufgrund der Interferenzbedingungen zeigen die Dünnschichtelemente als Interferenzfarben im Wesentlichen nur Spektralfarben. Auch in Fällen, in denen zwei Reflexionsmaxima im sichtbaren Spektralbereich liegen, stehen die Wellenlängen dieser Reflexionsmaxima in einem physikalisch vorgegebenen Abstand bzw. Verhältnis zueinander und können nicht nach Wunsch eingestellt werden.

[0004] Bei der Herstellung der Dünnschichtelemente stellt die Erzeugung der nur wenige hundert Nanometer dünnen Dielektrikumsschicht die wesentliche technologische Herausforderung dar. Die übliche Herstellung der dünnen Dielektrikumsschichten durch ein Vakuumverdampfungsverfahren ist ein zeitaufwendiger und teurer Prozess. Es gibt daher seit einiger Zeit umfangreiche Versuche, gedruckte dielektrische Abstandsschichten einzusetzen. Großflächig kann dabei durch die Wahl des Druckzylinders und des Festkörpers des Lacks eine gewünschte Schichtdicke eingestellt werden. Durch geeignete Zylinderauslegung kann die Schichtdicke des gedruckten Dielektrikums makroskopisch, also auf einer Längenskala von einigen Millimetern variiert werden. Durch eine solche Variation der Schichtdicke kann aber auch der Farbeindruck nur auf einer makroskopischen Längenskala verändert werden.

[0005] Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitselement der eingangs genannten Art mit verbesserter Farbdarstellung anzugeben, und das insbesondere Farbänderungen auf engstem Raum und auch die Erzeugung von Mischfarben ermöglicht.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Gemäß der Erfindung ist bei einem gattungsgemäßen Sicherheitselement vorgesehen, dass

- das Sicherheitselement im Merkmalsbereich eine Prägestruktur mit steilen Flanken und ebenen Flächenabschnitten auf zumindest zwei Höhenstufen aufweist,
- wobei die lateralen Abmessungen der ebenen Flächenabschnitte in zumindest einer Raumrichtung unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges liegen, und dass
- die aufgedruckte dielektrische Abstandsschicht in den ebenen Flächenabschnitten unterschiedlicher Ebenenhöhe unterschiedliche große Schichtdicke aufweist und so unterschiedliche Interferenzfarben erzeugt.

[0008] Durch das Vorsehen einer Prägestruktur mit unterschiedlichen Ebenenhöhen können die eingangs genannten Auflösungsbeschränkungen überwunden werden, da sich durch geeignetes Aufdrucken Dickenvariationen der dielektrischen Abstandsschicht auf einer Längenskala erzeugen lassen, die durch die Abmessungen der Prägestruktur gegeben sind und daher im Mikrometerbereich liegen können.

[0009] Mit Vorteil weist die aufgedruckte dielektrische Abstandsschicht in den tiefer liegenden ebenen Flächenabschnitten eine größere Schichtdicke auf als in den höher liegenden ebenen Flächenabschnitten. Dabei gilt mit besonderem Vorteil die Beziehung, dass für zwei ebene Flächenabschnitte mit einer Höhendifferenz Δ die Schichtdicke der dielektrischen Abstandsschicht des tiefer liegenden Flächenabschnitts um $k \cdot \Delta$ größer ist als die Schichtdicke der dielektrischen Abstandsschicht des höher liegenden Flächenabschnitts, wobei k einen Schrumpfungsfaktor für die Schrumpfung der dielektrischen Abstandsschicht beim Trocknen ist, der zwischen 0,05 und 1 liegt.

[0010] Diese Beziehung gilt insbesondere auch dann wenn die Prägestruktur ebene Flächenabschnitte auf mehr als zwei unterschiedlichen Höhenstufen enthält. Beispielsweise erfüllen die Schichtdicken e_1 , e_2 , e_3 der dielektrischen

Abstandsschichten auf ebenen Flächenabschnitten mit Höhen $h_1 < h_2 < h_3$ dann die Beziehungen:

$$e_2 - e_1 = k^*(h_2 - h_1),$$

$$e_3 - e_2 = k^*(h_3 - h_2),$$

$$e_3 - e_1 = k^*(h_3 - h_1),$$

jeweils mit demselben Wert für den Schrumpfungsfaktor k .

[0011] Besonders bevorzugt ist die Prägestruktur zumindest in einem Teilbereich durch eine Binärstruktur oder eine Multilevelstruktur mit n verschiedenen Höhenstufen gebildet, wobei n vorzugsweise zwischen 3 und 8 liegt.

[0012] Die Flanken der Prägestruktur sind vorteilhaft unbeschichtet oder sind mit einem nicht-interferenzfähigen Schichtaufbau beschichtet. Beispielsweise kann eine Reflexionsschicht nach dem Aufbringen in einem Ätzschritt von den Flanken entfernt oder so umgewandelt werden, dass auf den Flanken kein interferenzfähiger Schichtaufbau mehr entsteht.

[0013] Die lateralen Abmessungen der ebenen Flächenabschnitte liegen mit Vorteil in zumindest einer Raumrichtung unterhalb von $150 \mu\text{m}$, insbesondere zwischen etwa $5 \mu\text{m}$ und etwa $100 \mu\text{m}$. In einer vorteilhaften Ausgestaltung liegen die lateralen Abmessungen der ebenen Flächenabschnitte sogar in beiden lateralen Raumrichtungen unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges, bevorzugt unterhalb von $150 \mu\text{m}$, insbesondere zwischen etwa $5 \mu\text{m}$ und etwa $100 \mu\text{m}$. Die ebenen Flächenabschnitte bilden mit Vorteil langgestreckte Streifen oder rechteckige Pixelelemente.

[0014] Die Höhenunterschiede zwischen zwei ebenen Flächenabschnitten liegen zweckmäßig zwischen 50 nm und 5000 nm , bevorzugt zwischen 300 nm und 3000 nm . Die Schichtdicke der Prägelschicht liegt mit Vorteil zwischen 500 nm und $10 \mu\text{m}$, bevorzugt zwischen 1500 nm und 6000 nm .

[0015] Die dielektrische Abstandsschicht ist vorteilhaft durch einen thixotropen Lack gebildet, also einen Lack, dessen Viskosität durch mechanische Beanspruchung reduziert wird und nach Beendigung der Beanspruchung mit einer gewissen Zeitkonstante wieder zunimmt. Der Lack kann hierzu Additive enthalten, die das thixotrope Verhalten erzeugen oder verstärken oder der Einstellung der Zeitkonstante dienen, mit der die Viskosität wieder zunimmt. Als Lacke kommen insbesondere Nitrocelluloselacke, etwa der Produktlinie Senocell® von Weilburger in Betracht, die bereits ohne Additive thixotropes Verhalten zeigen. Als Additive können insbesondere Verlaufsadditive eingesetzt werden, die die Oberflächenspannung des Lacks reduzieren. Beispiele solcher Verlaufsadditive sind Additive auf Basis von Polyacrylat, wie etwa Byk 361N von Byk Additives & Instruments, oder auch Silikon-Oberflächenadditive, wie polyethermodifiziertes Dimethylpolysiloxan oder polyethermodifiziertes Polydimethylsiloxan.

[0016] Der Interferenzschichtaufbau des Dünnschichtelements kann eine Abfolge dielektrischer Schichten mit unterschiedlichem Brechungsindex sein oder kann auch als metallisch/ dielektrische Mehrlagenstruktur ausgebildet sein. Besonders bevorzugt sind derzeit Gestaltungen, bei denen der Interferenzschichtaufbau eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und eine zwischen der Reflexionsschicht und der Absorberschicht angeordnete dielektrische Abstandsschicht umfasst. Dabei ist die Schichtreihenfolge beliebig, es kann also sowohl die Reflexionsschicht als auch die Absorberschicht zuerst auf der Prägestruktur aufgebracht sein.

[0017] Die Schichtdicken der aufgedruckten dielektrischen Abstandsschicht liegen vorteilhaft zwischen 100 nm und 1000 nm , bevorzugt zwischen 300 nm und 600 nm . Wie weiter unten genauer beschrieben, kann dabei zunächst ein thixotroper Lack in einer höheren Schichtdicke aufgebracht werden. Die genannten Schichtdicken ergeben sich nach der Trocknung und gegebenenfalls Schrumpfung des Lacks als Schichtdicken der fertigen dielektrischen Abstandsschicht.

[0018] In einer vorteilhaften Erfindungsvariante bilden die von den ebenen Flächenabschnitten erzeugten unterschiedlichen Interferenzfarben bei Betrachtung des Merkmalsbereichs zumindest eine Mischfarbe. Als Mischfarben oder Echtfarben werden im Rahmen dieser Beschreibung Farben bezeichnet, die sich durch Mischung von zwei oder mehr Grundfarben ergeben.

[0019] In einer ebenfalls vorteilhaften Erfindungsvariante stellen die ebenen Flächenabschnitte Mikrobildelemente in einer mikrooptischen Darstellungsanordnung, insbesondere einer Moire-Vergrößerungsanordnung, oder Bildelemente in einem Linsenrasterbild dar.

[0020] Die Prägestruktur kann einen Teilbereich mit vier oder mehr unterschiedlichen Höhenstufen enthalten, in dem sich die Interferenzfarben bei Betrachtung ohne Hilfsmittel zu einem nicht-farbigem, insbesondere silbrigen Erscheinungsbild ergänzen. Mit einer starken Lupe oder einem Mikroskop können die einzelnen Interferenzfarben allerdings sichtbar gemacht werden, so dass der Teilbereich als Sicherheitsmerkmal höherer Stufe eingesetzt werden kann.

[0021] Die Prägestruktur kann auch einen Teilbereich mit Antireflexionselementen, wie etwa Mottenaugenstrukturen

enthalten, in dem die Reflexion stark unterdrückt ist und der daher bei Betrachtung dunkel erscheint.

[0022] Weiter kann die Prägestruktur einen reliefreien, flachen Teilbereich enthalten, in dem ein herkömmlicher Interferenzschichtaufbau ausgebildet ist. Der reliefreie Teilbereich kann insbesondere mit einer Binär- oder Multilevelstruktur der oben beschriebenen Art so kombiniert sein, dass der reliefreie Teilbereich und die Binär- oder Multilevelstruktur bei normaler Beleuchtung, wie etwa Tageslicht, dieselbe Farbe, allerdings mit unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung, zeigen. Durch Beleuchtung mit einer Lichtquelle besonderer spektraler Signatur, beispielsweise einer Leuchtstofflampe oder LED-Lampe, oder bei Betrachtung durch ein Farbfilter erscheinen die Farben des reliefreien Teilbereichs bzw. der Binär- oder Multilevelstruktur dagegen aufgrund ihrer unterschiedlichen spektralen Zusammensetzung unterschiedlich. Der reliefreie Teilbereich und der Bereich der Binär- oder Multilevelstruktur können dabei insbesondere in Form von Mustern, Zeichen oder einer Codierung angeordnet sein und ein verstecktes Sicherheitsmerkmal bilden.

[0023] Die Erfindung enthält auch ein Verfahren zum Herstellen eines optisch variablen Sicherheitselements zur Absicherung von Wertgegenständen, bei dem

- in einem Merkmalsbereich des Sicherheitselements eine Prägestruktur mit steilen Flanken und ebenen Flächenabschnitten auf zumindest zwei Höhenstufen erzeugt wird, wobei die lateralen Abmessungen der ebenen Flächenabschnitte in zumindest einer Raumrichtung unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges liegen,
- die Prägestruktur mit einem Dünnschichtelement mit Farbkippeneffekt versehen wird, wobei das Dünnschichtelement mit einem Interferenzschichtaufbau erzeugt wird und dabei zumindest eine dielektrische Abstandsschicht aufgedruckt wird, und
- die aufgedruckte dielektrische Abstandsschicht verlaufen gelassen wird, so dass sich die Schichtdicken in den ebenen Flächenabschnitten unterschiedlicher Höhenstufe einander angleichen.

[0024] Vorzugsweise wird dabei zum Aufdrucken der dielektrischen Abstandsschicht ein thixotroper Lack eingesetzt, der gegebenenfalls mit Additiven versehen ist. Konkrete Beispiele für geeignete Lacke und Additive sind weiter oben bereits genannt.

[0025] Um die Viskosität des Lacks zu verringern wird der thixotrope Lack bei einer vorteilhaften Verfahrensführung vor dem Aufdrucken mechanisch beansprucht, beispielsweise gerührt. Der thixotrope Lack bleibt nach der mechanischen Beanspruchung für eine gewisse Zeit dünnflüssig und verläuft nach dem Aufdrucken wie gewünscht von den höher liegenden Flächenabschnitten in die tiefer liegenden Flächenabschnitte. Nach Beendigung der mechanischen Beanspruchung nimmt die Viskosität mit einer bestimmten Zeitkonstante wieder zu, die durch den Zusatz von Additiven in weitem Bereich eingestellt werden kann. Konkret wird die Zeitkonstante dabei mit Vorteil so eingestellt, dass sich nach dem Aufdrucken die Schichtdicken in den ebenen Flächenabschnitten unterschiedlicher Höhenstufe möglichst weitgehend einander angleichen können bevor der Lack seine Fließfähigkeit verliert. Nach dem Verlaufenlassen wird der Lack der dielektrischen Abstandsschicht mit Vorteil getrocknet und dadurch die Schichtdicke der dielektrischen Abstandsschicht in den ebenen Flächenabschnitten der Prägestruktur reduziert. Die Dickenreduktion beim Trocknen hängt maßgeblich vom Festkörperanteil des Lacks ab. Mit Vorteil liegt der Festkörperanteil des dielektrischen Abstandsschicht bildenden Lacks zwischen 3% und 100%, insbesondere zwischen 5% und 50%.

[0026] Der verwendete Lack kann physikalisch trocknend, aber auch vernetzbar sein. Es ist auch möglich, dass der Lack nach dem Verlaufen durch Bestrahlung einen Viskositätsanstieg erfährt und erst danach eine vollständige physikalische Trocknung durchgeführt wird. Der Lack kann ein Einkomponentensystem, ein Zweikomponentensystem oder auch ein Mehrkomponentensystem sein. Der Lack kann durch eine Vernetzungsreaktion aushärten, insbesondere durch Bestrahlung, beispielsweise mit UV-Licht.

[0027] Der verwendete Lack ist mit Vorteil metallisierbar, so dass eine metallische Reflexions- oder Absorberschicht auf den aufgedruckten und getrockneten Lack aufgebracht werden kann.

[0028] Das Aufdrucken des Lacks für die dielektrische Abstandsschicht kann durch beliebige Druckverfahren, beispielsweise im Tiefdruckverfahren oder durch Aufdüsen des Lacks erfolgen.

[0029] Die Erfindung enthält schließlich auch einen Datenträger mit einem Sicherheitselement der beschriebenen Art oder mit einem Sicherheitselement, das nach einem beschriebenen Verfahren herstellbar ist. Bei dem Datenträger kann es sich insbesondere um ein Wertdokument, wie eine Banknote, insbesondere eine Papierbanknote, eine Polymerbanknote oder eine Folienverbundbanknote, um eine Aktie, eine Anleihe, eine Urkunde, einen Gutschein, einen Scheck, eine hochwertige Eintrittskarte, aber auch um eine Ausweiskarte, wie etwa eine Kreditkarte, eine Bankkarte, eine Barzahlungskarte, eine Berechtigungskarte, einen Personalausweis oder eine Passpersonalisierungsseite handeln.

[0030] 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.

[0031] Es zeigen:

- Fig.1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement in Form eines aufgeklebten Transferelements mit Farbkippeffekt,
- 5 Fig. 2 ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement in perspektiver Ansicht,
- Fig. 3 in (a) bis (e) Zwischenschritte bei der Herstellung des Sicherheitselements der Fig. 2, und
- 10 Fig. 4 und 5 jeweils einen Teilbereich von Sicherheitselementen nach weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung im Querschnitt.

[0032] Die Erfindung wird nun am Beispiel von Sicherheitselementen für Banknoten erläutert. Fig. 1 zeigt dazu eine schematische Darstellung einer Banknote 10, die mit einem erfindungsgemäßen Sicherheitselement 12 in Form eines aufgeklebten Transferelements mit Farbkippeffekt versehen ist. Das Sicherheitselement 12 zeigt als Besonderheit einen Farbkippeffekt zwischen zwei Mischfarben (im Rahmen dieser Beschreibung auch Echtfarben genannt) und ist, anders als herkömmliche Farbkippelemente, nicht auf einen Farbwechsel zwischen Spektralfarben oder bestimmten, festen Kombinationen von Spektralfarben beschränkt.

[0033] Es versteht sich, dass die Erfindung nicht auf Transferelemente und Banknoten beschränkt ist, sondern bei allen Arten von Sicherheitselementen eingesetzt werden kann, beispielsweise bei Etiketten auf Waren und Verpackungen oder bei der Absicherung von Dokumenten, Ausweisen, Pässen, Kreditkarten, Gesundheitskarten und dergleichen. Bei Banknoten und ähnlichen Dokumenten kommen neben Transferelementen beispielsweise auch Sicherheitsfäden oder Sicherheitsstreifen in Betracht.

[0034] Der Aufbau eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements und das Zustandekommen des Farbkippeffekts mit Mischfarben werden nun mit Bezug auf die Fig. 2 näher erläutert, die ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement 20 in perspektiver Ansicht zeigt.

[0035] Das Sicherheitselement 20 enthält ein Substrat 22, beispielsweise eine PET-Folie, auf der in einem Merkmalsbereich eine Prägelackschicht 24 aufgebracht und mit einer Prägestruktur 26 versehen wurde. Die Prägestruktur 26 stellt im Ausführungsbeispiel eine Binärstruktur dar, die im Wesentlichen senkrechte Flanken 28 und ebene Flächenabschnitte 30 auf zwei unterschiedlichen Höhenstufen aufweist. Die laterale Abmessung der ebenen Flächenabschnitte beträgt in einer Raumrichtung, die in Fig. 2 als x-Richtung bezeichnet ist, nur jeweils 10 μm , liegt also weit unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges. In der zweiten lateralen Raumrichtung, die in Fig. 2 als y-Richtung bezeichnet ist, beträgt die Abmessung der ebenen Flächenabschnitte 30 mehrere Millimeter oder sogar Zentimeter. Die ebenen Flächenabschnitte 30 bilden im Ausführungsbeispiel daher langgestreckte, schmale Streifen.

[0036] Auf die Prägestruktur 26 ist ein Dünnschichtelement 40 mit einem Interferenzschichtaufbau 42 aufgebracht, der im Wesentlichen nur die ebenen Flächenabschnitte 30, nicht aber die steilen Flanken 28 beschichtet, so dass von den Flanken 28 im fertigen Sicherheitselement keine störende Reflexion ausgeht. Der Interferenzschichtaufbau 42 besteht im Ausführungsbeispiel aus einer aufgedampften Aluminium-Reflexionsschicht 44, einer aufgedruckten dielektrischen Abstandsschicht 46 und einer aufgedampften Chrom-Absorberschicht 48. Während die Reflexionsschicht 44 und die Absorberschicht 48 im gesamten Merkmalsbereich des Sicherheitselements dieselbe Schichtdicke aufweisen, ist die dielektrische Abstandsschicht 46 in den auf unterschiedlicher Höhe liegenden ebenen Flächenabschnitten 32, 34 mit unterschiedlich großer Schichtdicke ausgebildet.

[0037] Konkret beträgt die Schichtdicke der dielektrischen Abstandsschicht 46 im Ausführungsbeispiel in den tiefer liegenden ebenen Flächenabschnitten 32 rund 700 nm, während sie in den höher liegenden ebenen Flächenabschnitten 34 nur rund 500 nm beträgt. Da die Interferenzfarbe eines Dünnschichtelements im Wesentlichen durch die Schichtdicke der dielektrischen Abstandsschicht gegeben ist, erzeugt der Interferenzschichtaufbau 42 in den ebenen Flächenabschnitten 32 und 34 unterschiedliche Interferenzfarben. Wegen der geringen Breite der Flächenabschnitte 32, 34 von nur 10 μm können diese unterschiedliche Interferenzfarben bei der Betrachtung ohne Hilfsmittel jedoch nicht als Einzelfarben aufgelöst werden, sondern bilden durch additive Farbmischung eine einheitliche Mischfarbe.

[0038] Durch reine Drucktechnik lassen sich auf einer Längenskala von etwa 10 μm unterschiedlichen Schichtdicken der dielektrischen Abstandsschicht nicht gezielt erzeugen. Zur Herstellung des Sicherheitselements 20 der Fig. 2 wird daher eine geeignet ausgelegte Prägestruktur 26 eingesetzt, die zur Erzeugung der unterschiedlich dicken dielektrischen Abstandsschicht mit einem Lack mit gutem Verlauf bedruckt wird, wie mit Bezug auf Fig. 3 nunmehr näher erläutert.

[0039] Zunächst wird auf das Substrat 22 des Sicherheitselements 20 eine Prägelackschicht 24 aufgebracht und in diese die bereits beschriebene Prägestruktur 26 in Form einer Binärstruktur eingepreßt. Der Höhenunterschied der jeweils 10 μm breiten ebenen Flächenabschnitte 32, 34 beträgt im Ausführungsbeispiel dabei $\Delta = 1 \mu\text{m}$. Die Prägestruktur 26 wird mit einer Reflexionsschicht 44, beispielsweise einer 50 nm dicken Aluminium-Reflexionsschicht bedampft, wie in Fig. 3(a) dargestellt.

[0040] In der Praxis müssen die Flanken 28 der Prägestruktur 26 nicht perfekt senkrecht auf den ebenen Flächenabschnitten 32, 34 stehen. Vielmehr genügt ein ausreichend steiler Winkel, beispielsweise 70° oder mehr oder 80° oder mehr, der bei einer Bedampfung zu einer signifikant geringeren Schichtdicke auf den Flanken führt. Eine eventuelle Flankenbeschichtung kann zudem durch einen Ätzschritt entfernt oder so umgewandelt werden kann, dass das Erscheinungsbild des fertigen Sicherheitselements 20 nicht durch Reflexionen von den Flanken 28 gestört wird.

[0041] Anschließend wird auf die beschichtete Prägestruktur zur Bildung der dielektrischen Abstandsschicht ein Lack 50 aufgebracht, der ein thixotropes Verhalten zeigt, der also nach dem Aufbringen für einen gewissen Zeitraum dünnflüssig ist und gut verläuft, dessen Viskosität dann aber stark ansteigt und schließlich ein weiteres Verfließen verhindert. Der thixotrope Lack 50 wird beispielsweise vor dem Aufdrucken gerührt, so dass durch die dabei auftretenden Scherkräfte die Viskosität des Lacks 50 stark reduziert wird. Der nunmehr dünnflüssige Lack 50 wird rasch in einem Druckverfahren oder mittels Düsenauftrag mit konstanter Flächendichte auf die mit der Reflexionsschicht 44 bedampfte Prägestruktur 26 aufgebracht, wie in Fig. 3(b) dargestellt. Die aufgebrachte nominelle Schichtdicke des Lacks 50 beträgt im Ausführungsbeispiel $d = 3 \mu\text{m}$.

[0042] Nach dem Aufbringen verläuft der noch dünnflüssige Lack 50 von den höher liegenden zu den tiefer liegenden Flächenabschnitten (Pfeile 52) und gleicht dadurch die Höhenunterschiede zwischen den ebenen Flächenabschnitten 32, 34 aus, wie in Fig. 3(c) dargestellt. Da die Flächenabschnitte 32, 34 im Ausführungsbeispiel die gleiche Breite von $10 \mu\text{m}$ aufweisen, ergibt sich nach dem Verlaufen des Lacks 50 in den höher liegenden Flächenabschnitten 34 eine Schichtdicke des verlaufenen Lacks von nur noch $d_1 = 2,5 \mu\text{m}$, während die Schichtdicke in den tiefer liegenden Flächenabschnitten 32 auf $d_2 = 3,5 \mu\text{m}$ angestiegen ist. Es versteht sich, dass sich durch das Tastverhältnis der Flächenabschnitte 32, 34 und den Höhenunterschied Δ auch andere, praktisch beliebige Schichtdicken d_1, d_2 bzw. Schichtdickenverhältnisse nach dem Verlaufen des Lacks 50 einstellen lassen.

[0043] Dem thixotropen Lack 50 wird ausreichend Zeit zu Verlaufen und zur Wiederherstellung der ursprünglichen, höheren Viskosität gegeben. Nach Ablauf der Wartezeit ist der Lack 50 praktisch nicht mehr fließfähig, so dass es bei der nachfolgenden Änderung der Schichtdicke durch den Trocknungsvorgang zu keinem Ausgleich mehr kommt.

[0044] Der verlaufene Lack 50 wird nunmehr physikalisch getrocknet, wodurch die Schichtdicke des Lacks 50 in beiden Flächenabschnitten 32,34 gleichmäßig reduziert wird. Das Ausmaß der Dickenreduktion hängt maßgeblich vom Festkörperanteil des Lacks, aber auch von der Dichte des Lacks vor und nach der Trocknung ab. Beispielsweise beträgt der Festkörperanteil im Ausführungsbeispiel 20%, so dass die nach dem Verlauf vorliegende Schichtdicke d_1 bzw. d_2 beim Trocknungsprozess auf etwa $1/5$ reduziert wird. Im Ausführungsbeispiel ergibt sich so eine dielektrische Abstandsschicht 46, die in den höher liegenden Flächenabschnitten 34 eine Schichtdicke von $e_1 = d_1/5 = 500 \text{ nm}$ und in den tiefer liegenden Flächenabschnitten 32 eine Schichtdicke von $e_2 = d_2/5 = 700 \text{ nm}$ aufweist, wie in Fig. 3(d) dargestellt.

[0045] Anschließend wird eine Absorberschicht 48 aus Chrom auf die dielektrische Abstandsschicht 46 aufgedampft, wie in Fig. 3(e) gezeigt, um die Interferenzschichtaufbauten in den Flächenbereichen 32, 34 fertigzustellen.

[0046] Auf die beschriebene Art und Weise können trotz des Aufbringens der dielektrischen Abstandsschicht mit nur einem Druckschritt und in nur einer nominellen Schichtdicke zwei oder mehr unterschiedliche Zielschichtdicken erzeugt werden. Anstelle einer Binärstruktur kann die Reliefstruktur 26 auch eine Multilevelstruktur mit drei, vier oder mehr unterschiedlichen Höhenstufen und gleichen oder unterschiedlich großen Höhendifferenzen aufweisen. Der Schrumpfungsgrad des Lacks kann durch den Festkörperanteil in weitem Bereich eingestellt werden. Lediglich die durchschnittliche Dicke der dielektrischen Abstandsschicht ist durch die Flächendichte des aufgetragenen Lacks festgelegt. Insgesamt erhält der Designer auf diese Weise eine große Freiheit bei der Auswahl und Kombination unterschiedlicher Farbkippeffekte mit Mischfarben.

[0047] Sind in einem Bereich viele, insbesondere vier oder mehr unterschiedliche Höhenstufen bzw. Höhendifferenzen beteiligt, so können sich die auf engem Raum erzeugten individuellen Interferenzfarben zu einem nicht-farbigem, insbesondere silbrigen Erscheinungsbild ergänzen, wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 gezeigt. Bei dem Sicherheitselement 60 ist auf dem Substrat 22 eine Prägelackschicht 24 mit einer Prägestruktur in Form einer Multilevelstruktur 62 mit jeweils $20 \mu\text{m}$ breiten ebenen Streifen 64-1, 64-2, 64-3, 64-4 auf vier unterschiedlichen Höhenstufen Höhen $h_1 < h_2 < h_3 < h_4$ vorgesehen.

[0048] Entsprechend bilden sich nach dem Aufdampfen der Aluminium-Reflexionsschicht 44, dem Aufbringen eines gut verlaufenden Lacks, dem Verlaufenlassen des Lacks und dem anschließenden Trocknen des Lacks vier unterschiedliche Schichtdicken e_i für die dielektrische Abstandsschicht 46 aus. Wie oben erläutert sind die Schichtdicken e_i nicht unabhängig voneinander. Vielmehr gilt für $i, j = 1, \dots, 4$ und $i < j$

$$e_j - e_i = k \cdot (h_j - h_i)$$

mit demselben Wert für den Schrumpfungsfaktor k . Nach der Vervollständigung durch eine Chrom-Absorberschicht 48 entstehen auf engstem Raum 66 jeweils vier unterschiedliche Interferenzschichtfarben, die sich für einen Betrachter zu einem nicht-farbigem, silbrig glänzenden Erscheinungsbild mischen.

[0049] Mit einer starken Lupe oder einem Mikroskop können die individuellen Farben der kleinen Interferenzschichtaufbauten der Streifen 64-1, 64-2, 64-3, 64-4 allerdings sichtbar gemacht und so von einem rein metallisch erscheinenden Sicherheitselement unterschieden werden. Die Feinstruktur des Sicherheitselements 60 kann so als Sicherheitsmerkmal höherer Stufe verwendet werden. Die konkrete Ausgestaltung und Anordnung der Streifen kann auch eine Information darstellen, die bei normaler Betrachtung verborgen ist und nur unter starker Vergrößerung sichtbar wird.

[0050] Durch eine Kombination der beschriebenen Prägestruktur mit herkömmlichen Dünnschichtgestaltungen können weitere optische Effekte erzeugt werden. Beispielsweise kann durch geeignete Abstimmung ein Dünnschichtelement mit nebeneinander liegenden metameren Farben erzeugt werden, die beispielsweise bei Tageslicht identisch aussehen, sich bei Kunstlicht oder unter einem Farbfilter aber deutlich voneinander unterscheiden.

[0051] Fig. 5 zeigt hierzu ein Sicherheitselement 70, auf dessen Substrat 22 eine Prägelackschicht 24 aufgebracht ist, die in einem ersten Teilbereich 72 in der oben beschriebenen Art eine geprägte Binärstruktur mit zwei ebenen Flächenabschnitten 74-1, 74-2 auf zwei Höhenstufen aufweist. In einem zweiten Teilbereich 76 ist die Prägelackschicht ohne Relief flach ausgebildet.

[0052] Nach dem Erzeugen des bereits beschriebenen Interferenzschichtaufbaus 42 mit Reflexionsschicht 44, aufgedruckter dielektrischer Abstandsschicht 46 und Absorberschicht 48 ergibt sich so im ersten Teilbereich 72 als Interferenzfarbe eine Mischfarbe und im zweiten Teilbereich 76 eine Spektralfarbe, beispielsweise ein Grün. Die relative Breite der ebenen Flächenabschnitte 74-1, 74-2 und der Höhenunterschied zwischen den Flächenabschnitten kann nun so gewählt werden, dass sich bei Tageslichtbetrachtung im ersten Teilbereich 72 ebenfalls das Grün des zweiten Teilbereichs 76 zeigt, diesmal allerdings nicht als Spektralfarbe, sondern als Mischfarbe von Blau (Interferenzfarbe in den Flächenabschnitten 74-1) und Gelb (Interferenzfarbe in den Flächenabschnitten 74-2).

[0053] Da das menschliche Auge für die spektrale Zusammensetzung der Farbe nicht empfindlich ist, erscheinen die Teilbereiche 72 und 76 bei Tageslicht mit Farbton Grün. Die unterschiedliche spektrale Zusammensetzung kann allerdings durch eine Beleuchtung des Sicherheitselements 70 mit einer Lichtquelle mit anderer spektraler Signatur, beispielsweise mit einer Leuchtstofflampe oder einer LED-Lampe, oder auch durch Betrachten durch ein Farbfilter sichtbar gemacht werden. Die Teilbereiche 72, 76 erscheinen dann mit unterschiedlicher Farbe oder Helligkeit und können vom Betrachter klar unterschieden werden und beispielsweise zuvor verborgene Muster, Zeichen oder Codierungen zeigen.

Bezugszeichenliste

[0054]

10	Banknote
12	Sicherheitselement
20	Sicherheitselement
22	Substrat
24	Prägelackschicht
26	Prägestruktur
28	Flanken
30, 32, 34	ebene Flächenabschnitte
40	Dünnschichtelement
42	Interferenzschichtaufbau
44	Reflexionsschicht
46	dielektrische Abstandsschicht
48	Absorberschicht
50	thixotroper Lack
52	Verlaufen des Lacks
60	Sicherheitselement
62	Multilevelstruktur
64-1, 64-2, 64-3, 64-4	ebene Streifen
70	Sicherheitselement
72	erster Teilbereich
74-1, 74-2	ebene Flächenabschnitte
76	zweiter Teilbereich

Patentansprüche

1. Optisch variables Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, das in einem Merkmalsbereich mit

einem Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt versehen ist, welches einen Interferenzschichtaufbau mit zumindest einer aufgedruckten dielektrischen Abstandsschicht aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Sicherheitselement im Merkmalsbereich eine Prägestruktur mit steilen Flanken und ebenen Flächenabschnitten auf zumindest zwei Höhenstufen aufweist,
- wobei die lateralen Abmessungen der ebenen Flächenabschnitte in zumindest einer Raumrichtung unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges liegen, und dass
- die aufgedruckte dielektrische Abstandsschicht in den ebenen Flächenabschnitten unterschiedlicher Ebenenhöhe unterschiedliche große Schichtdicke aufweist und so unterschiedliche Interferenzfarben erzeugt.

2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die aufgedruckte dielektrische Abstandsschicht in den tiefer liegenden ebenen Flächenabschnitten eine größere Schichtdicke aufweist als in den höher liegenden ebenen Flächenabschnitten.

3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prägestruktur zumindest in einem Teilbereich durch eine Binärstruktur oder eine Multilevelstruktur mit n verschiedenen Höhenstufen gebildet ist, wobei n vorzugsweise zwischen 3 und 8 liegt.

4. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flanken der Prägestruktur unbeschichtet oder mit einem nicht-interferenzfähigen Schichtaufbau beschichtet sind.

5. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die lateralen Abmessungen der ebenen Flächenabschnitte in beiden Raumrichtungen unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges liegen.

6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ebenen Flächenabschnitte langgestreckte Streifen oder rechteckige Pixelelemente bilden.

7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die dielektrische Abstandsschicht durch einen thixotropen Lack erzeugt ist.

8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Interferenzschichtaufbau des Dünnschichtelements eine Reflexionsschicht, eine Absorberschicht und die zwischen der Reflexionsschicht und der Absorberschicht angeordnete dielektrische Abstandsschicht umfasst.

9. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die von den ebenen Flächenabschnitten erzeugten unterschiedlichen Interferenzfarben bei Betrachtung des Merkmalsbereichs zumindest eine Mischfarbe bilden.

10. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ebenen Flächenabschnitte Mikrobildelemente in einer mikrooptische Darstellungsanordnung, insbesondere einer Moiré-Vergrößerungsanordnung, oder Bildelemente in einem Linsenrasterbild darstellen.

11. Verfahren zum Herstellen eines optisch variablen Sicherheitselements zur Absicherung von Wertgegenständen, bei dem

- in einem Merkmalsbereich des Sicherheitselements eine Prägestruktur mit steilen Flanken und ebenen Flächenabschnitten auf zumindest zwei Höhenstufen erzeugt wird, wobei die lateralen Abmessungen der ebenen Flächenabschnitte in zumindest einer Raumrichtung unterhalb der Auflösungsgrenze des menschlichen Auges liegen,
- die Prägestruktur mit einem Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt versehen wird, wobei das Dünnschichtelemente mit einem Interferenzschichtaufbau erzeugt wird und dabei zumindest eine dielektrischen Abstandsschicht aufgedruckt wird, und
- die aufgedruckte dielektrische Abstandsschicht verlaufen gelassen wird, so dass sich die Schichtdicken in den ebenen Flächenabschnitten unterschiedlicher Höhenstufe einander angleichen.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Aufdrucken der dielektrischen Abstandsschicht ein thixotroper Lack eingesetzt wird.

EP 3 284 612 A1

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der thixotrope Lack vor dem Aufdrucken mechanisch beansprucht wird, beispielsweise durch Rühren, um die Viskosität des Lacks zu verringern.
- 5 14. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lack der dielektrischen Abstandsschicht nach dem Verlaufenlassen getrocknet und deren Schichtdicke in den ebenen Flächenabschnitten der Prägestruktur dadurch reduziert wird.
- 10 15. Datenträger mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10 oder mit einem nach einem der Ansprüche 11 bis 14 herstellbaren Sicherheitselement.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

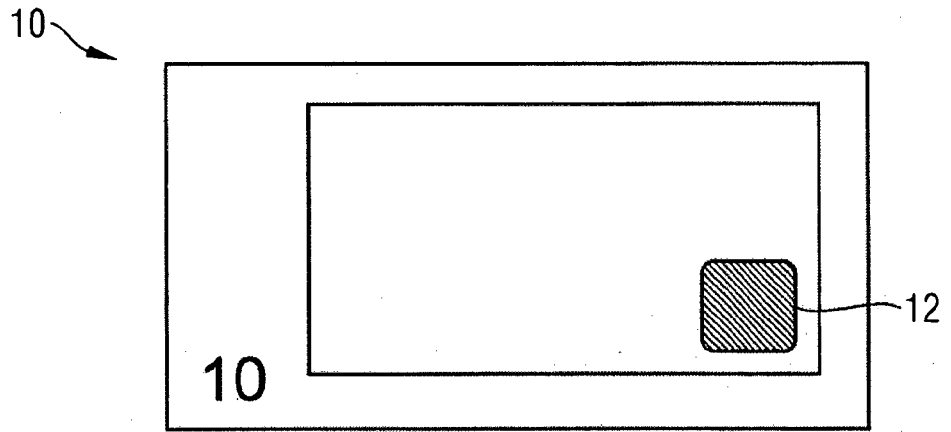


Fig. 1

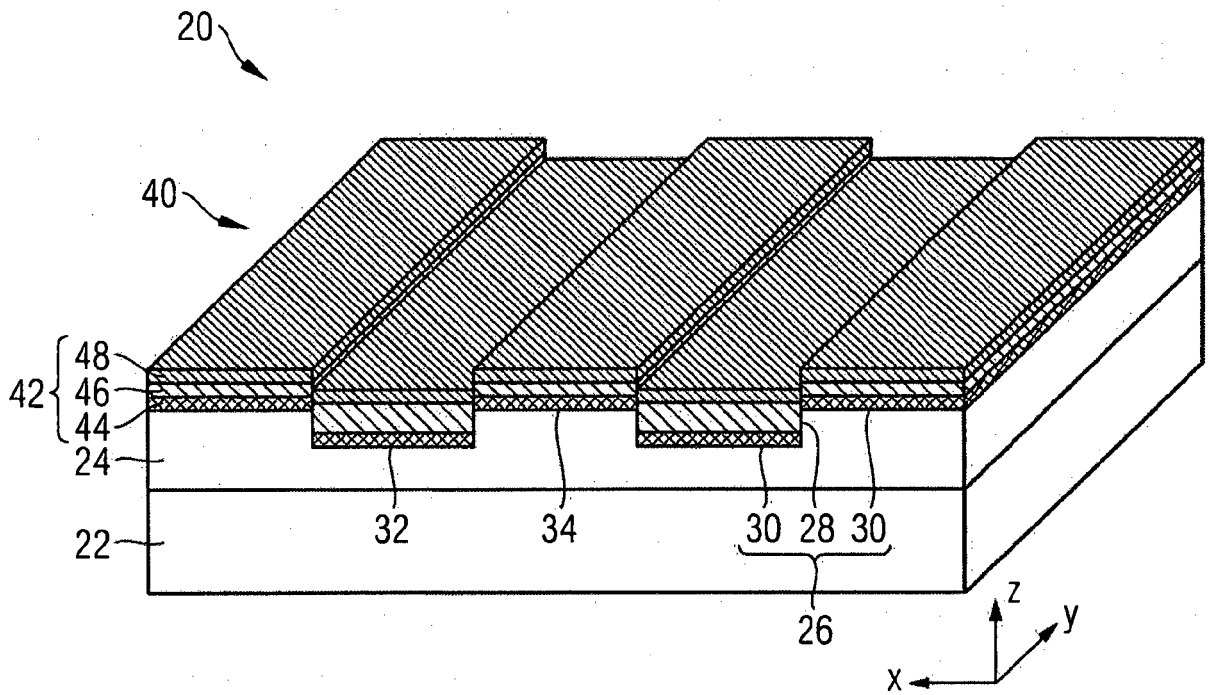


Fig. 2

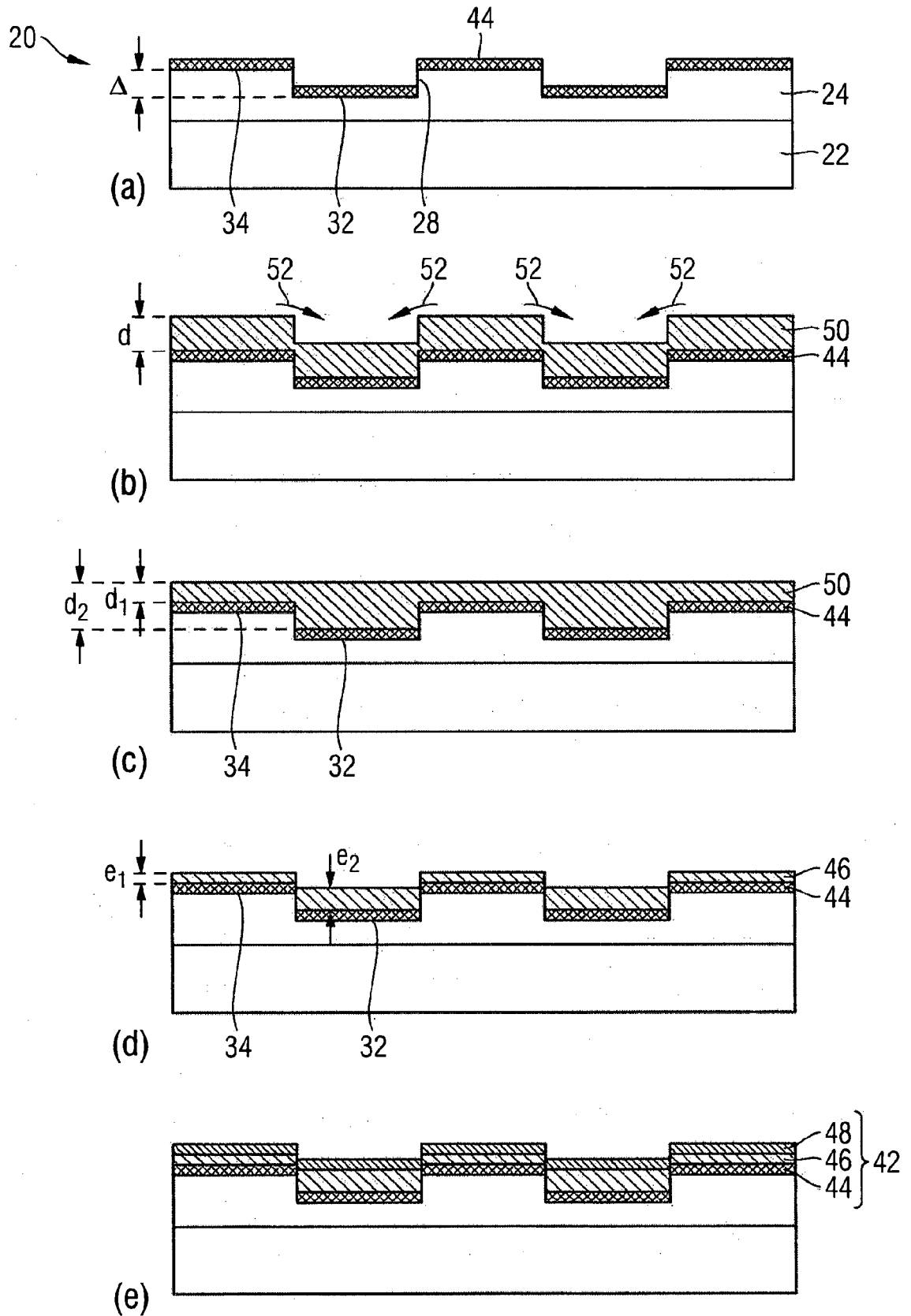


Fig. 3

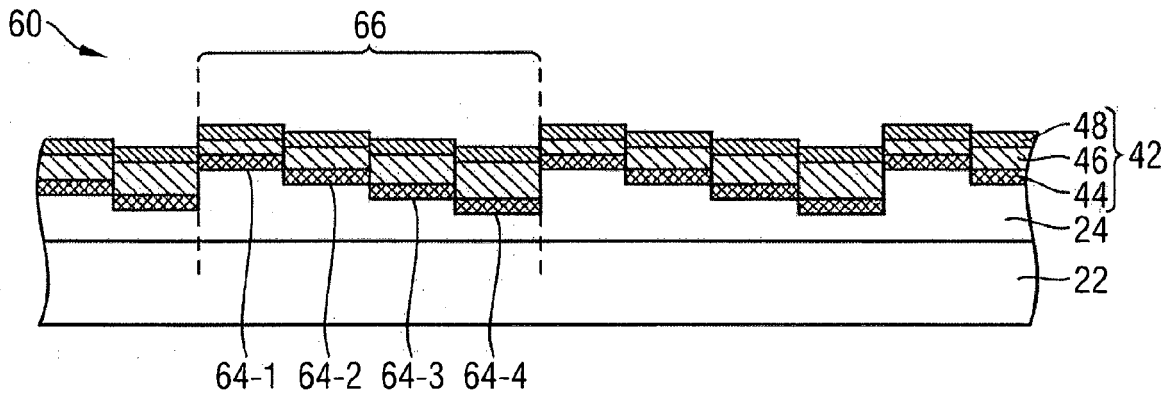


Fig. 4

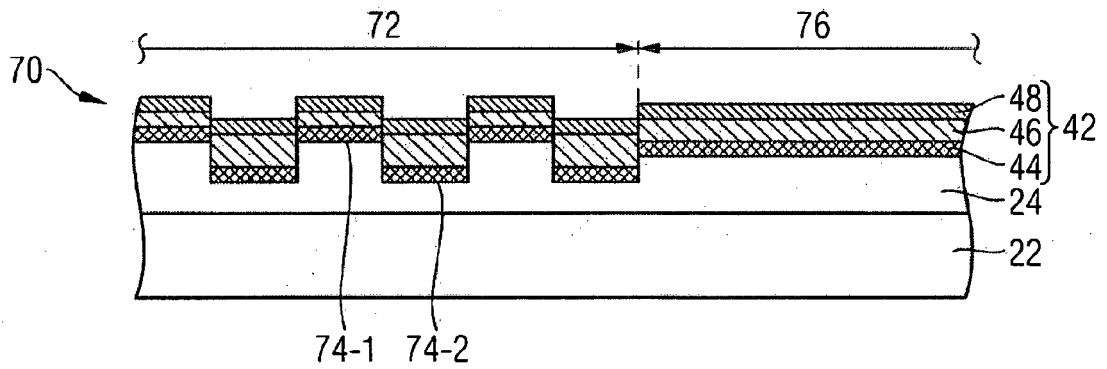


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 00 1368

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 2 538 247 A2 (JDS UNIPHASE CORP [US]) 26. Dezember 2012 (2012-12-26)	1-4,7,8, 11-15	INV. B42D25/324
Y	* Abbildung 7 *	5,6,9,10	
Y	US 2006/285184 A1 (PHILLIPS ROGER W [US] ET AL) 21. Dezember 2006 (2006-12-21) * Absatz [0070] - Absatz [0071] *	5,6,9	
Y	US 2015/198749 A1 (YE YAN [CN] ET AL) 16. Juli 2015 (2015-07-16) * Abbildung 12 *	10	
A	DE 102 32 245 A1 (KURZ LEONHARD FA [DE]) 5. Februar 2004 (2004-02-05) * Abbildung 1b *	1	
A	WO 2005/038136 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]; HEIM MANFRED [DE]; HOFFMUELLER WINFRIED) 28. April 2005 (2005-04-28) * Abbildung 3 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B42D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlussdatum der Recherche 27. September 2017	Prüfer Langbroek, Arjen
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 00 1368

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.

27-09-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2538247 A2	26-12-2012	CN 102837528 A	26-12-2012
		CN 107089067 A	25-08-2017
		EP 2538247 A2	26-12-2012
		US 2012326430 A1	27-12-2012
		US 2017087918 A1	30-03-2017

US 2006285184 A1	21-12-2006	AU 2006202315 A1	11-01-2007
		CA 2550190 A1	17-12-2006
		CN 1880980 A	20-12-2006
		EP 1747908 A1	31-01-2007
		JP 5037863 B2	03-10-2012
		JP 2006350355 A	28-12-2006
		KR 20060132471 A	21-12-2006
		TW 200706402 A	16-02-2007
		UA 92583 C2	25-11-2010
		US 2006285184 A1	21-12-2006

US 2015198749 A1	16-07-2015	CN 104981356 A	14-10-2015
		KR 20150038496 A	08-04-2015
		US 2015198749 A1	16-07-2015
		WO 2014019238 A1	06-02-2014

DE 10232245 A1	05-02-2004	AT 535387 T	15-12-2011
		AU 2003250772 A1	03-03-2004
		CN 1668479 A	14-09-2005
		DE 10232245 A1	05-02-2004
		EP 1521679 A2	13-04-2005
		JP 4256343 B2	22-04-2009
		JP 2005533290 A	04-11-2005
		RU 2317897 C2	27-02-2008
		US 2005175815 A1	11-08-2005
WO 2004016441 A2	26-02-2004		

WO 2005038136 A1	28-04-2005	DE 10349000 A1	19-05-2005
		EP 1682723 A1	26-07-2006
		WO 2005038136 A1	28-04-2005

EPO FORM P0461

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