



(11) **EP 2 219 168 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.08.2010 Patentblatt 2010/33

(51) Int Cl.:
G09F 3/03 (2006.01) B42D 15/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10000465.4**

(22) Anmeldetag: **19.01.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **Giesecke & Devrient GmbH**
81677 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Bähr, Annett**
83253 Rimsting (DE)
• **Lochbihler, Hans**
80333 München (DE)

(30) Priorität: **13.02.2009 DE 102009008853**

(54) **Durchsichtssicherheitselement**

(57) Die Anmeldung betrifft ein Durchsichtssicherheitselement (40) für Sicherheitspapiere, Wertdokumente und dergleichen mit einem Dünnschichtelement (42)

mit Farbkippeffekt, das genau eine Metallschicht (44) und zumindest eine Dielektrikumsschicht (46) enthält, wobei die Metallschicht (44) semitransparent ausgebildet ist.

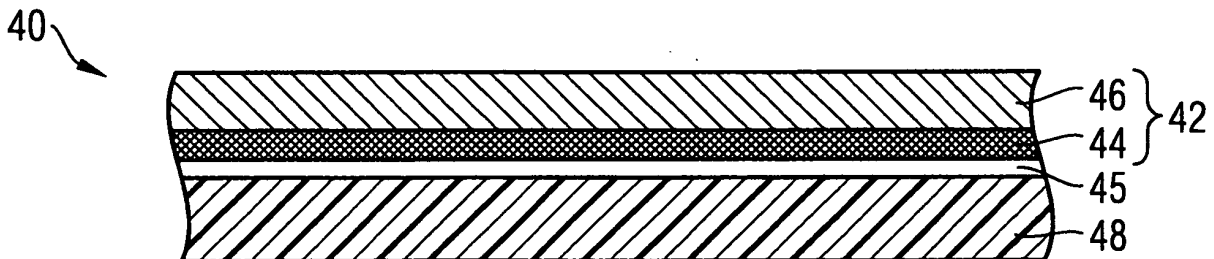


Fig. 4

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Durchsichtssicherheitselement für Sicherheitspapiere, Wertdokumente und dergleichen, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Durchsichtssicherheitselements sowie einen mit einem solchen Durchsichtssicherheitselement 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. Die Sicherheitselemente können beispielsweise in Form eines in eine Banknote eingebetteten Sicherheitsfadens, eines Aufreißfadens für Produktverpackungen, eines aufgebracht Sicherheitsstreifens, einer Abdeckfolie für eine Banknote mit einer durchgehenden Öffnung oder eines selbsttragenden Transferelements ausgebildet sein, wie etwa einem Patch oder einem Etikett, das nach seiner Herstellung auf ein Wertdokument aufgebracht wird.

[0003] Seit einigen Jahren haben sich Durchsichtsfenster als attraktive Sicherheitselemente in Polymer- und neuerdings auch in Papier-Banknoten erwiesen, da sie den Einsatz einer Vielzahl von Sicherheitsmerkmalen gestatten. 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 Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt nun darin, ein gattungsgemäßes Durchsichtssicherheitselement anzugeben, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesondere soll das Durchsichtssicherheitselement ein ansprechendes visuelles Erscheinungsbild mit hoher Fälschungssicherheit verbinden.

[0005] Diese Aufgabe wird durch das Durchsichtssicherheitselement, das Herstellungsverfahren und den Datenträger mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Gemäß der Erfindung weist ein Durchsichtssicherheitselement der eingangs genannten Art ein Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt auf, das genau eine Metallschicht und zumindest eine Dielektrikumsschicht enthält, wobei die Metallschicht semitransparent ausgebildet ist. Unter "Semitransparenz" ist dabei Transluzenz zu verstehen, insbesondere eine Lichtdurchlässigkeit zwischen 3 % und 80 %.

[0007] Wie nachfolgend genauer erläutert, weist das Durchsichtssicherheitselement im Auflicht einen metallisch spiegelnden und im Durchlicht einen farbigen visuellen Eindruck auf. Insbesondere erscheint das Durchsichtssicherheitselement im Auflicht metallisch spiegelnd und farbneutral und erscheint im Durchlicht farbig. Besonders bevorzugt ist die farbige Transmission mit einem Farbkippeffekt kombiniert, so dass das Durchsichtssicherheitselement im Durchlicht je nach Betrachtungswinkel mit einer unterschiedlichen Farbe erscheint und so einen semitransparenten Farbkippeffekt aufweist.

[0008] Die Farbigkeit transmittierten bzw. reflektierten Lichts kann durch Angabe eines Farborts in einem Farbsystem quantifiziert werden. Im Rahmen dieser Anmeldung wird die Farbigkeit F durch den Abstand der Normfarbwertanteile x , y der Farbe zum Weißpunkt ($x = y = 1/3$) im CIE-Normvalenzsystem angegeben.

[0009] Dabei weist das erfindungsgemäße Durchsichtssicherheitselement im Auflicht bei senkrechter Betrachtung bevorzugt eine Farbigkeit $F < 0,10$, besonders bevorzugt $F < 0,05$ auf. Das Durchsichtssicherheitselement zeigt dann im Auflicht nur schwache, fast vollständig entsättigte Farben, die vor dem Hintergrund der metallischen Reflexion der semitransparenten Metallschicht visuell kaum auffallen.

[0010] Mit Vorteil bleibt der Farbeindruck beim Kippen des Durchsichtssicherheitselements stets schwach, wobei das Durchsichtssicherheitselement vorzugsweise im Auflicht im Winkelbereich zwischen 0° und 60° stets eine Farbigkeit $F < 0,10$ aufweist.

[0011] Anders als die Reflexion ist die Transmission des Durchsichtssicherheitselements farbig, wobei das Durchsichtssicherheitselement im Durchlicht bei senkrechter Betrachtung bevorzugt eine Farbigkeit $F > 0,05$, besonders bevorzugt $F > 0,10$ aufweist. Mit Vorteil bleibt der starke Farbeindruck für einen weiten Bereich der im Durchlicht sichtbaren Farbe bzw. des im Durchlicht sichtbaren Farbkippeffekts erhalten. Insbesondere weist das Durchsichtssicherheitselement im Durchlicht im Winkelbereich zwischen 0° und 40° stets eine Farbigkeit $F > 0,05$, vorzugsweise $F > 0,10$ auf.

[0012] Die Schichtdicke der semitransparenten Metallschicht liegt vorzugsweise zwischen 5 nm und 70 nm, wobei für Silberschichten der Dickenbereich zwischen 15 nm und 50 nm, für Aluminiumschichten der Dickenbereich zwischen 5 nm und 15 nm und für Goldschichten der Dickenbereich zwischen 30 nm und 70 nm besonders bevorzugt ist. Neben den Metallen Silber, Aluminium und Gold kann die semitransparente Metallschicht insbesondere auch aus Chrom, Nickel, Kupfer, Kalium, Wolfram oder einer Legierung dieser Metalle gebildet sein. Eine besonders farbtensive Transmission lässt sich mit semitransparenten Metallschichten aus Silber, Aluminium, Gold, Kalium oder Kupfer erreichen.

[0013] Allgemein kommen für die semitransparente Metallschicht vor allem solche Metalle infrage, deren Plasmafrequenz im ultravioletten, sichtbaren oder nahinfraroten Spektralbereich liegt. Die Plasmafrequenz ω_p ist dabei die Fre-

quenz der longitudinalen Schwingungen des Elektrongases gegenüber den Ionenrümpfen. Beispielsweise entspricht die Plasmafrequenz von Silber einer Wellenlänge von 311 nm (Ultraviolett), die Plasmafrequenz von Gold einer Wellenlänge von 560 nm (Sichtbar) und die Plasmafrequenz von Aluminium einer Wellenlänge von 830 nm (nahes Infrarot).

[0014] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die semitransparente Metallschicht homogen, also insbesondere nicht in Form von metallischen Inseln bzw. Clustern ausgebildet, und ermöglicht so ein einfaches Aufbringen, beispielsweise durch Aufdampfen in einem Vakuumbeschichtungsverfahren.

[0015] Die semitransparente Metallschicht bildet insbesondere ein im sichtbaren Spektralbereich selektiv absorbierendes optisches Element. Wie in der gegenwärtigen Erfindung erkannt, kann durch eine Kombination einer oder mehrerer dielektrischer Schichten mit einem selektiv absorbierenden optischen Element ein semitransparentes Durchsichtssicherheitselement geschaffen werden, dessen Transmissions- und Reflexionsfarben nicht komplementär zueinander sein müssen. Die dielektrischen Schichten und das selektiv absorbierende optische Element können vielmehr mit Vorteil so aufeinander abgestimmt werden, dass das Durchsichtssicherheitselement in Reflexion im Wesentlichen farbneutral erscheint und in Transmission einen kräftigen Farbeindruck erzeugt. Dabei hängt der Farbton des transmittierten Lichts nicht empfindlich von der Schichtdicke der semitransparenten Metallschicht ab, so dass dieser Parameter bei der Herstellung nicht kritisch ist.

[0016] In einer vorteilhaften Erfindungsvariante ist das Dünnschichtelement des Durchsichtssicherheitselements ein zweischichtiges Dünnschichtelement, das neben der semitransparenten Metallschicht genau eine Dielektrikumsschicht enthält.

[0017] Bei einer anderen ebenfalls vorteilhaften Erfindungsvariante ist das Dünnschichtelement ein dreischichtiges Dünnschichtelement, das neben der semitransparenten Metallschicht zwei auf gegenüberliegenden Seiten der Metallschicht angeordnete Dielektrikumsschichten enthält. Die beiden Dielektrikumsschichten sind dabei mit Vorteil hochbrechend mit einem Brechungsindex $n \geq 1,8$.

[0018] Nach einer weiteren ebenfalls vorteilhaften Erfindungsvariante ist das Dünnschichtelement ein dreischichtiges Dünnschichtelement, das neben der semitransparenten Metallschicht zwei übereinander auf derselben Seite der Metallschicht angeordnete Dielektrikumsschichten enthält. Dabei ist mit Vorteil die direkt auf der semitransparenten Metallschicht angeordnete erste Dielektrikumsschicht niedrigbrechend mit einem Brechungsindex $n < 1,8$ und die auf der ersten Dielektrikumsschicht angeordnete zweite Dielektrikumsschicht hochbrechend mit einem Brechungsindex $n \geq 1,8$.

[0019] Allgemein sind bei der oder den direkt auf der semitransparenten Metallschicht angeordnete(n) Dielektrikumsschicht(en) die Schichtdicke d und der Brechungsindex n vorzugsweise so aufeinander abgestimmt, dass das Produkt $d \cdot n$ zwischen 300 nm und 800 nm liegt. Die auf der ersten Dielektrikumsschicht angeordnete zweite Dielektrikumsschicht weist mit Vorteil eine Schichtdicke zwischen 30 nm und 100 nm auf.

[0020] Beispiele für hochbrechende Dielektrikumsschichten sind ZnS-Schichten oder TiO₂-Schichten niedrigbrechende Dielektrikumsschichten können beispielsweise aus SiO₂ oder MgF₂ gebildet sein.

[0021] In allen Ausgestaltungen kann die semitransparente Metallschicht Aussparungen in Form von Mustern, Zeichen oder Codierungen aufweisen, um beispielsweise eine zusätzliche Information in dem Durchsichtssicherheitselement darzustellen. Weiter kann das Dünnschichtelement in allen Ausgestaltungen mit einer diffraktiven Beugungsstruktur kombiniert sein, wobei die semitransparente Metallschicht die Metallisierungsschicht der Beugungsstruktur bildet. Die diffraktive Beugungsstruktur kann insbesondere ein Hologramm, ein holographisches Gitterbild, eine geblazete Beugungsstruktur, ein computergeneriertes Hologramm (CGH) oder eine andere hologrammähnliche Beugungsstruktur darstellen. Daneben kommen auch andere Kombinationen, etwa mit Jalousiestrukturen oder mit achromatischen Strukturen, wie etwa einer Mattstruktur, einer Mikrospiegelanordnung, einem Blazegitter mit einem sägezahnartigen Furchenprofil oder einer Fresnellinsen-Anordnung und/ oder einer mikrooptischen Reliefstruktur infrage.

[0022] Die Erfindung enthält auch ein Verfahren zum Herstellen eines Durchsichtssicherheitselements der beschriebenen Art, bei dem ein Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt erzeugt wird, indem genau eine semitransparente ausgebildete Metallschicht mit zumindest einer Dielektrikumsschicht kombiniert wird. Die semitransparente Metallschicht und die zumindest eine Dielektrikumsschicht werden dabei zweckmäßig auf einen Träger, beispielsweise ein Foliensubstrat, aufgebracht, insbesondere durch ein Vakuumbeschichtungsverfahren aufgedampft. Das Foliensubstrat kann dabei mit einer gewünschten Relief- oder Prägestruktur versehen und beispielsweise mit einem Primer/Haftvermittler beschichtet sein. Nach dem Übertragen des Durchsichtssicherheitselements auf ein Zielsubstrat kann der Träger von dem Sicherheitselement abgelöst werden.

[0023] Die Erfindung enthält ferner einen Datenträger mit einem Durchsichtssicherheitselement der oben beschriebenen Art, wobei das Durchsichtssicherheitselement insbesondere in oder über einem transparenten Fensterbereich oder einer durchgehenden Öffnung des Datenträgers angeordnet ist. Bei dem Datenträger kann es sich insbesondere um ein Wertdokument, wie eine Banknote, insbesondere eine Papierbanknote, eine Polymerbanknote oder eine Folienverbundbanknote, handeln, oder um eine Ausweiskarte, wie etwa eine Kreditkarte, Bankkarte, Barzahlungskarte, Berechtigungskarte, einen Personalausweis oder eine Passpersonalisierungsseite handeln.

[0024] 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. Die verschiedenen Ausführungsbeispiele sind nicht auf die Verwendung in der konkret beschriebenen Form beschränkt, sondern können auch untereinander kombiniert werden.

[0025] Es zeigen:

- 5 Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem erfindungsgemäßen Durchsichtssicherheitselement,
- Fig. 2 schematisch einen Schnitt entlang der Linie II-II von Fig.1 bei Betrachtung im Auflicht,
- 10 Fig. 3 schematisch einen Schnitt entlang der Linie II-II von Fig.1 bei Betrachtung im Durchlicht,
- Fig. 4 ein Durchsichtssicherheitselement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem zweischichtigen Dünnschichtelement,
- 15 Fig. 6 ein erfindungsgemäßes Durchsichtssicherheitselement mit einem Dünnschichtelement mit Dreischichtaufbau,
- Fig. 7 die Verwendung einer Variante des Durchsichtssicherheitselements der Fig. 6 zur Abdeckung einer durchgehenden Öffnung einer Banknote,
- 20 Fig. 8 die Ergebnisse einer numerischen Simulation für dünne Silberschichten ($d = 5 \text{ nm}$ bis 40 nm) in einer dielektrischen Umgebung mit Brechungsindex $n = 1,5$ bei senkrechter Betrachtung in Reflexion ((a), (b), (c)) bzw. in Transmission ((d), (e), (f)), wobei
- 25 (a) und (d) jeweils die CIE-xy-Farbtafel,
 (b) und (e) den Anteil des reflektierten Lichts R bzw. transmittierten Lichts T in Abhängigkeit von der Schichtdicke d der Silberschicht, und
 (c) und (f) die Farbigkeit F des reflektierten bzw. transmittierten Lichts in Abhängigkeit von der Schichtdicke d der Silberschicht zeigen,
- 30 Fig. 9 die Ergebnisse einer numerischen Simulation für eine dünne Silberschicht ($d = 25 \text{ nm}$), die über einer niedrigbrechenden Dielektrikumsschicht in Form einer 500 nm dicken MgF_2 -Schicht, einer hochbrechenden Dielektrikumsschicht in Form einer 50 nm dicken ZnS -Schicht und einem Dielektrikum mit $n = 1,5$ angeordnet ist, bei Betrachtung in Reflexion ((a), (b), (c)) bzw. in Transmission ((d), (e), (f)), wobei
- 35 (a) und (d) jeweils die CIE-xy-Farbtafel,
 (b) und (e) den Anteil des reflektierten Lichts R bzw. transmittierten Lichts T in Abhängigkeit von der Lichteinfallrichtung θ , und
 (c) und (f) die Farbigkeit F des reflektierten bzw. transmittierten Lichts in Abhängigkeit von der Lichteinfallrichtung θ zeigen,
- 40 Fig. 10 eine Polymerbanknote mit einem erfindungsgemäßen Durchsichtssicherheitselement,
- Fig. 11 schematisch einen Schnitt entlang der Linie XI-XI von Fig. 10,
- 45 Fig. 12,13 zwei Varianten, bei denen erfindungsgemäße Durchsichtssicherheitselemente mit Hybridsubstraten kombiniert sind, und
- Fig. 14,15 zwei Varianten, bei denen erfindungsgemäße Durchsichtssicherheitselemente bei Karten eingesetzt sind.

50 **[0026]** Die Erfindung wird nun am Beispiel von Sicherheitselementen für Banknoten erläutert. Fig.1 zeigt dazu eine schematische Darstellung einer Banknote 10 mit einer durchgehenden Öffnung 14, die mit einem Durchsichtssicherheitselement 12 in Form eines Streifens abgedeckt ist. Die Figuren 2 und 3 zeigen die Banknote 10 entlang der Linie II-II von Fig.1 im Querschnitt bei der Betrachtung im Auflicht (Fig. 2) bzw. Durchlicht (Fig. 3).

55 **[0027]** Das Durchsichtssicherheitselement 12 zeigt bei der Betrachtung einen visuell attraktiven Auflicht/Durchlicht-Effekt, der das Sicherheitselement gegenüber herkömmlichen metallisierten Prägehologrammen optisch aufwertet und auch erheblich schwieriger nachstellbar macht. Wird das Durchsichtssicherheitselement 12 im Auflicht betrachtet, etwa vor einem dunklen Untergrund 20 (Fig. 2), so zeigt das Durchsichtssicherheitselement 12 sowohl bei senkrechter Betrachtung 22 als auch bei schräger Betrachtung 24 ein spiegelndes, farbneutrales metallisches Hologramm 16. Die

Semitransparenz des Durchsichtssicherheitselements 12 tritt in Aufsicht nicht in Erscheinung.

[0028] Wird die Banknote dagegen im Durchlicht 30 betrachtet, wie in Fig. 3 schematisch gezeigt, so tritt das im Aufsicht dominierende Hologramm 16 visuell zurück und es erscheint ein ausgeprägter semitransparenter Farbkippeffekt, bei dem sich ein kräftiger Farbeindruck mit dem Betrachtungswinkel ändert, beispielsweise von Magenta bei schräger Betrachtung 34 zu Grün bei senkrechter Betrachtung 32.

[0029] Ein solcher Aufsicht/Durchlicht-Effekt steht im Gegensatz zu dem visuellen Erscheinungsbild bekannter optischer Interferenzbeschichtungen mit Farbkippeffekt, wie etwa den in der Druckschrift WO 03/070482 A1 beschriebenen semitransparenten Interferenzelementen. Die Interferenzelemente der WO 03/070482 A1 zeigen stets sowohl auf der Vorderseite als auch auf der Rückseite einen Farbkippeffekt. Wie auf Seite 8 des genannten Dokuments erläutert, treten die Beugungseffekte bei Betrachtung in Aufsicht, also wenn das Dokument beispielsweise auf einem Untergrund aufliegt, optisch besonders hervor. Bei Betrachtung im Durchlicht treten die Beugungseffekte deutlich zurück, der Farbkippeffekt ist jedoch im Aufsicht wie im Durchlicht ausgeprägt.

[0030] Das erfindungsgemäße Durchsichtssicherheitselement kann, muss jedoch nicht unbedingt ein Hologramm aufweisen. Wichtig ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung lediglich, dass das Durchsichtssicherheitselement im Aufsicht im Wesentlichen farbneutral und ohne Farbkippeffekt metallisch spiegelnd und im Durchlicht mit einem semitransparenten Farbkippeffekt erscheint.

[0031] Als Ausführungsbeispiel ohne Hologramm zeigt Fig. 4 den Schichtaufbau eines erfindungsgemäßen Durchsichtssicherheitselements 40 im Querschnitt. Das Durchsichtssicherheitselement 40 enthält ein Dünnschichtelement 42 mit Farbkippeffekt, das genau eine Metallschicht 44 und genau eine Dielektrikumsschicht 46 enthält.

[0032] Die Metallschicht 44 ist semitransparent mit einer Lichtdurchlässigkeit zwischen 3 % und 70 % ausgebildet und kann insbesondere aus Silber, Aluminium, Gold, Chrom, Nickel, Kupfer, Kalium, Wolfram oder einer Legierung dieser Metalle gebildet sein. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 ist die Metallschicht 44 eine 30 nm dicke Silberschicht. Bei der Dielektrikumsschicht 46 kann es sich um eine niedrigbrechende Dielektrikumsschicht mit einem Brechungsindex $n < 1,8$, wie etwa SiO_2 oder MgF_2 , oder um eine hochbrechende Dielektrikumsschicht mit einem Brechungsindex $n \geq 1,8$, wie etwa TiO_2 oder ZnS , handeln. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 4 ist die Dielektrikumsschicht 46 eine 525 nm dicke SiO_2 -Schicht.

[0033] Wird das Durchsichtssicherheitselement 40 der Fig. 4 im Aufsicht betrachtet, so ist nur das metallisch spiegelnde Erscheinungsbild der Metallschicht 44, jedoch kein Farbkippeffekt zu erkennen. Bei Betrachtung im Durchlicht zeigt das Durchsichtssicherheitselement einen semitransparenten Farbkippeffekt, beispielsweise von Magenta zu Grün. Das Durchsichtssicherheitselement 40 weist mit dem zweischichtigen Dünnschichtelement 42 einerseits einen einfachen Aufbau auf, und zeigt andererseits einen sich von herkömmlichen Dünnschichtelementen mit Farbkippeffekt abhebenden Aufsicht/Durchsicht-Effekt, der den Wiedererkennungswert und die Fälschungssicherheit des Durchsichtssicherheitselements erhöht.

[0034] Zur Herstellung eines Durchsichtssicherheitselements der in Fig. 4 gezeigten Art wird ein Foliensubstrat 48, beispielsweise eine PET-Folie, mit einem Primer/Haftvermittler 45 versehen. Dann wird die semitransparente Metallschicht 44 in Form einer im Allgemeinen 25 nm bis 35 nm dicken Silberschicht und anschließend die Dielektrikumsschicht 46 in Form einer im Allgemeinen 500 nm bis 550 nm dicken SiO_2 -Schicht aufgedampft. Die Reihenfolge der Beschichtung kann auch umgekehrt werden, so dass auf die Primerschicht 45 zunächst eine 500 nm bis 550 nm dicke SiO_2 -Schicht und dann eine 25 nm bis 30 nm dicke Silberschicht aufgedampft wird. Der visuelle Eindruck ändert sich durch die Umkehrung der Schichtreihenfolge nicht.

[0035] Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem ein nur zweischichtiges Dünnschichtelement 52 neben einer semitransparenten Metallschicht 54 eine hochbrechende Dielektrikumsschicht 56 enthält.

[0036] Das Foliensubstrat 58 des Durchsichtssicherheitselements 50 enthält in diesem Ausführungsbeispiel eine Prägelackschicht 55 mit einer Hologrammprägestruktur. Nach dem Aufbringen einer Primerschicht wurde auf das Foliensubstrat zunächst die Dielektrikumsschicht 56 in Form einer 325 nm bis 350 nm dicken ZnS -Schicht aufgedampft und anschließend die semitransparente Metallschicht 54 in Form einer etwa 30 nm dicken Silberschicht aufgedampft.

[0037] Bei Betrachtung im Aufsicht zeigt das Durchsichtssicherheitselement 50 ein opakes Metallhologramm ohne Farbkippeffekt. Im Durchlicht zeigt sich ein semitransparenter Farbkippeffekt, der nur in der Hologrammprägung sichtbar wird. Das Durchsichtssicherheitselement 50 verbindet somit einen einfachen Zweischichtaufbau des Dünnschichtelementes 52 mit einem neuartigen Aufsicht/ Durchsicht-Effekt.

[0038] Das in Fig. 6 gezeigte Durchsichtssicherheitselement 60 weist ein Dünnschichtelement 62 mit einem Dreischichtaufbau auf, das im Durchlicht einen Farbkippeffekt mit sehr kräftigen Farben erzeugt.

[0039] Das Durchsichtssicherheitselement 60 enthält ein Foliensubstrat 68 mit oder ohne Prägestruktur, eine Primerschicht 65 und ein Dünnschichtelement 62 mit einem Dreischichtaufbau mit der Schichtfolge: semitransparente Metallschicht 74, niedrigbrechende Dielektrikumsschicht 76, hochbrechende Dielektrikumsschicht 78. Die semitransparente Metallschicht 74 wurde im Ausführungsbeispiel in Form einer etwa 30 nm dicken Silberschicht aufgedampft, die niedrigbrechende Dielektrikumsschicht 76 in Form einer 500 nm bis 550 nm dicken SiO_2 -Schicht und die hochbrechende Dielektrikumsschicht 78 in Form einer etwa 50 nm dicken ZnS -Schicht. Der visuelle Eindruck des Durchsichtssicher-

heitselements 60 entspricht weitgehend dem des Durchsichtssicherheitselements 40 der Fig. 4, allerdings führt die zusätzlich vorgesehene hochbrechende Dielektrikumsschicht 78 zu einem Farbkippereffekt mit besonders kräftigen Farben.

[0040] Dies ist nach gegenwärtigem Verständnis darauf zurückzuführen, dass die die Grenzfläche der dielektrischen Schichten 76, 78 jeweils einen Lichtanteil zurück zur Metallschicht 74 reflektiert und so eine mehrfache Absorption innerhalb eines Lichtpfads bewirkt. Für kräftige Farben ist dabei ein großer Brechungsindexunterschied, wie beispielsweise zwischen ZnS als hochbrechender Dielektrikumsschicht und MgF₂ als niedrigbrechender Dielektrikumsschicht, vorteilhaft.

[0041] Fig. 7 zeigt die Verwendung einer Variante des Durchsichtssicherheitselements der Fig. 6 zur Abdeckung einer durchgehenden Öffnung einer Banknote 10. Das dargestellte Durchsichtssicherheitselement 80 weist ein Foliensubstrat 88 mit einer Prägelschicht 85 mit einer Hologrammprägestruktur auf. Auf das Foliensubstrat 88 ist ein Dünnschichtelement 82 mit einem Dreischichtaufbau wie in Fig. 6, also mit der Schichtfolge: semitransparente Metallschicht 94, niedrigbrechende Dielektrikumsschicht 96 und hochbrechende Dielektrikumsschicht 98, aufgebracht. Wie in Fig. 7 gezeigt, kann die semitransparente Metallschicht 94 auch nur bereichsweise vorliegen. Das Dünnschichtelement 62 ist weiter mit einer Schutzlackschicht 84 versehen und über einer Kleberschicht 86 im Bereich der Öffnung 14 auf die Banknote 10 aufgebracht.

[0042] Bei Betrachtung im Auflicht zeigt das Durchsichtssicherheitselement 80 ein opakes Metallhologramm ohne Farbkippereffekt, wie bei Fig. 2 beschrieben.

Im Durchlicht zeigt sich ein semitransparenter Farbkippereffekt mit sehr kräftigen Farben, wie grundsätzlich bei Fig. 3 beschrieben.

[0043] Ohne dadurch an eine bestimmte Erklärung gebunden sein zu wollen, kommt die farbige Transmission bei im Wesentlichen farbneutraler Reflexion nach gegenwärtigem Verständnis wie folgt zustande: Dielektrische Schichten können Bereiche des sichtbaren Spektrums in der Transmission blockieren, so dass die Reflexion farbig erscheint. Da kein Licht absorbiert wird, beinhaltet die Transmission die Komplementärfarbe der Reflexion. Wird nun eine dielektrische Schicht mit einem selektiv absorbierenden optischen Element kombiniert, das einen Teil des sichtbaren Spektralbereichs absorbiert, so muss die Reflexion nicht mehr farblich komplementär zur Transmission sein. Eine solche Kombination kann vielmehr in Reflexion farbneutral erscheinen, in Transmission dagegen eine Farbe besitzen.

[0044] Das selektiv absorbierende optische Element wird erfindungsgemäß durch eine sehr dünne Metallschicht einer Dicke unterhalb von 100 nm gebildet. Die selektive optische Absorption im sichtbaren Spektralbereich beruht dabei nach gegenwärtigem Verständnis anders als bei herkömmlichen farbkippenden Strukturen nicht auf der Interferenz von mehrfach reflektierten Lichtstrahlen, sondern auf einer intrinsischen Eigenschaft von Metallen, nämlich der Tatsache, dass Metalle für Licht mit einer höheren Frequenz als der Plasmafrequenz des Metalls transparent werden.

[0045] Der Einfluss auf die Transmission im sichtbaren Spektralbereich ist dabei umso größer, je näher die Plasmafrequenz am sichtbaren Bereich liegt. Licht, dessen Frequenz der Plasmaresonanz entspricht, wird verstärkt absorbiert und die Transmission für denselben Wellenlängenbereich erhöht. Der Farbeffekt der Metallschicht alleine ist dabei annähernd unabhängig vom Einfallswinkel des Lichtes bzw. vom Betrachtungswinkel des Beobachters. Auch verändert sich die transmittierte Farbe kaum, wenn die Schichtdicke der Metallschicht geändert wird. Eine Änderung der Schichtdicke hat in erster Linie nur Einfluss auf die Farbintensität.

[0046] Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse numerischer Simulationen der Transmission dünner Metallschichten (d = 5 nm bis 60 nm). Angegeben ist dabei der jeweils der Farbeindruck der Metallschicht, der Abstand der Farbe vom Weißpunkt W in der CIE-xy-Farbtabelle bei 10% Intensität (siehe Fig. 8), sowie die Wellenlängen maximaler Transmission T_{max} und des Absorptionspeaks P_{abs}.

Tabelle 1:

Metall	Farbe	Farbabstand	T _{max}	P _{abs}
Ag	blau	0,11	330nm	240-280 nm
Al	blau	0,07	950 nm	830 nm
Au	gelb	0,09	540 - 600 nm	-
Cr	leicht blau	0,03	-	600 nm
Ni	leicht blau	0,04	370 nm	-
Cu	rötlich	0,05	590 nm	250 nm
K	blau	0.07	im Blauen	im Blauen
W	rötlich	0,01	rot	blau

[0047] Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, sind die Metalle Silber, Gold, Aluminium, Kalium und Kupfer besonders farbtensiv (großer Farbabstand zum Weißpunkt).

[0048] Die Verwendung einer Kombination von dielektrischen Schichten mit einem selektiv absorbierenden optischen Element bietet insbesondere den Vorteil, dass der Farbton anders als bei Interferenzschichtstrukturen nicht empfindlich von der Schichtdicke abhängt, so dass dieser Parameter bei der Herstellung nicht kritisch ist. Auch ist die Herstellung homogener Metallschichten weniger aufwendig als beispielsweise die Herstellung von Clusterschichten, die grundsätzlich ebenfalls als selektive Absorber infrage kommen.

[0049] Fig. 8 zeigt die Ergebnisse einer numerischen Simulation für dünne Silberschichten ($d = 5 \text{ nm}$ bis 40 nm) in einer dielektrischen Umgebung mit Brechungsindex $n = 1,5$ bei senkrechter Betrachtung in Reflexion (linke Figurenhälfte, Fig. 8(a), (b), (c)) bzw. in Transmission (rechte Figurenhälfte, Fig. 8(d), (e), (f)). Für die numerische Berechnung wurde das Emissionsspektrum einer D65-Lampe verwendet, das in etwa dem Farbspektrum des Tageslichts entspricht.

[0050] Dabei zeigen die Figuren 8(a) und (d) jeweils die CIE-xy-Farbtabelle, bei der der Spektralfarbenzug 100, auf dem Spektralfarben liegen, alle für das menschliche Auge wahrnehmbaren Farbarten, gegeben jeweils durch Buntton und Sättigung, für eine bestimmte Helligkeit einschließt. Zur Orientierung sind auf dem Spektralfarbenzug 100 die Farben Rot bei 630 nm , Gelb bei 570 nm , Grün bei 520 nm und Blau bei 480 nm durch Angabe der Wellenlänge markiert. Geschlossen wird der Spektralfarbenzug 100 durch die Purpurgerade 102. Die Farben auf dem Spektralfarbenzug 100 weisen jeweils maximale Sättigung auf. Bei Annäherung an den Unbuntpunkt oder Weißpunkt W nimmt die Sättigung ab, bis sie am Weißpunkt ($x=1/3$; $y=1/3$) vollständig entsättigt sind.

[0051] Die Figuren 8(b) und (e) zeigen in Abhängigkeit von der Schichtdicke d der Silberschicht den Anteil des reflektierten Lichts R bzw. transmittierten Lichts T in Prozent. Die Reflexion bzw. die Transmission wurde bereits mit der Empfindlichkeit des menschlichen Auges gewichtet und entspricht daher dem L-Wert des Lab-Farbraumes. Schließlich zeigen die Figuren 8(c) und (f) in Abhängigkeit von der Schichtdicke d der Silberschicht die Farbigkeit F des reflektierten bzw. transmittierten Lichts, ausgedrückt durch den Abstand des jeweiligen Farborts vom Weißpunkt W in der CIE-xy-Farbtabelle.

[0052] Mit Bezug zunächst auf die Figuren 8(b) und (e) zeigen die Kurven 104 und 106 den Anteil des reflektierten Licht bzw. des transmittierten Lichts. Dabei steigt der Anteil des reflektierten Lichts von etwa 8% bei einer Schichtdicke von $d = 5 \text{ nm}$ bis zu über 80% bei einer Schichtdicke von $d = 40 \text{ nm}$ an (Kurve 104). Entsprechend fällt der Anteil des transmittierten Lichts von etwa 90% bei einer Schichtdicke von $d = 5 \text{ nm}$ auf etwa 10% bei einer Schichtdicke von $d = 40 \text{ nm}$ ab (Kurve 106).

[0053] Gleichzeitig steigt die Farbigkeit des transmittierten Lichts mit der Schichtdicke von etwa $0,025$ bei einer Schichtdicke von $d = 5 \text{ nm}$ auf etwa $0,10$ bei einer Schichtdicke von $d = 40 \text{ nm}$ an, wie durch die Kurve 110 in Fig. 8(f) gezeigt. Der Farbort des transmittierten Lichts ist durch die Kurve 114 in Fig. 8(d) dargestellt. Mit zunehmender Schichtdicke bewegt sich der Farbort der Transmission vom Weißpunkt W ins Blaue, etwa in Richtung auf die Markierung für 480 nm am Spektralfarbenzug 100, so dass das transmittierte Licht bei einer Schichtdicke oberhalb von 25 nm deutlich blau erscheint.

[0054] Dagegen fällt die Farbigkeit des reflektierten Lichts mit zunehmender Schichtdicke von etwa $0,07$ bei einer Schichtdicke von $d = 5 \text{ nm}$ auf etwa $0,02$ bei einer Schichtdicke von $d = 40 \text{ nm}$ ab, wie durch die Kurve 108 in Fig. 8(c) gezeigt. Der Farbort des reflektierten Lichts ist durch die Kurve 112 in Fig. 8(a) angegeben. Ausgehend von einem leicht orangenen Farbort bei $d = 5 \text{ nm}$ nähert sich die Reflexionsfarbe dem Weißpunkt W an, so dass das reflektierte Licht bei einer Schichtdicke oberhalb von 25 nm im Wesentlichen farbneutral erscheint.

[0055] Der Effekt der Farberzeugung durch eine sehr dünne Metallschicht als selektiv absorbierendes optisches Element wird erfindungsgemäß mit dielektrischen Schichten kombiniert, um einerseits die Farbe zu verstärken und andererseits zusätzlich einen Farbkippeffekt zu realisieren. Besonders starke Effekte werden dabei erreicht, wenn zwei unterschiedliche dielektrische Schichten mit einer dielektrischen Grenzfläche vorgesehen werden, die einen Teil des Licht möglichst effizient zurück auf die Metallschicht lenkt, um eine mehrfache Absorption in einem Lichtpfad zu bewirken, wie beispielsweise bei den oben in Zusammenhang mit den Figuren 6 und 7 beschriebenen Gestaltungen.

[0056] Fig. 9 zeigt dazu die Ergebnisse einer numerischen Simulation für eine dünne Silberschicht ($d = 25 \text{ nm}$), die über einer niedrigbrechenden Dielektrikumsschicht in Form einer 500 nm dicken MgF_2 -Schicht, einer hochbrechenden Dielektrikumsschicht in Form einer 50 nm dicken ZnS -Schicht und einem Dielektrikum mit $n = 1,5$ angeordnet ist. Der der Simulation zugrundeliegende Aufbau entspricht weitgehend dem Durchsichtssicherheitselement 60 der Fig. 6, allerdings mit umgekehrter Schichtenfolge des Dünnschichtelements 62, so dass die Aufsicht auf die dünne Silberschicht erfolgt.

[0057] Die Figuren 9(a) bis (f) stellen die Helligkeit und Farbigkeit dieser Schichtenfolge in Abhängigkeit von der Lichteinfallrichtung, ausgedrückt durch den Polarwinkel θ für Betrachtung in Reflexion (linke Figurenhälfte, Fig. 9(a), (b), (c)) bzw. in Transmission (rechte Figurenhälfte, Fig. 9(d), (e), (f)) dar.

[0058] Wie bei Fig. 8 zeigten die Figuren 9(a) und (d) jeweils den Farbort in der CIE-xy-Farbtabelle, die Figuren 9(b) und (e) den Anteil des reflektierten Lichts R bzw. transmittierten Lichts T und die Figuren 9(c) und (f) die Farbigkeit F des reflektierten bzw. transmittierten Lichts, ausgedrückt durch den Abstand des jeweiligen Farborts vom Weißpunkt W

in der CIE-xy-Farbtafel.

[0059] Mit Bezug zunächst auf die Figuren 9(b) und (e) geben die Kurven 124 und 126 den Anteil des reflektierten Lichts bzw. des transmittierten Lichts an. Der Anteil des reflektierten Lichts liegt dabei für Einfallswinkel zwischen 0° (senkrechter Einfall) und 60° stets zwischen 70 % und 80 % (Kurve 124), der Anteil des transmittierten Lichts liegt

zwischen 15 % und etwas über 25 % (Kurve 126).
[0060] Die Farbigekeit des transmittierten Lichts und der Farbkippereffekt ist aus den Figuren 9(d) und (f) zu erkennen. Der in Fig. 9(d) durch die Kurve 134 angegebene Farbort ändert sich von dem Anfangspunkt 136 im Blauen, der senkrechter Einfallstrichtung ($\theta = 0^\circ$) entspricht, mit zunehmendem Kippwinkel über die Purpur- und Rottöne bis zum Endpunkt 138 im gelben Spektralbereich, der einer schrägen Betrachtungsrichtung ($\theta = 60^\circ$) entspricht. Wie aus der Farbabstandskurve 130 der Fig. 9(f) zu erkennen, ist der Farbabstand des transmittierten Lichts vom Weißpunkt W dabei bis zu einem Kippwinkel von etwa 45° stets größer als 0,10, in Teilbereichen sogar größer als 0,15. Die angegebene Schichtenfolge zeigt daher in Transmission kräftige Farben und einen deutlich ausgeprägten Farbkippereffekt.

[0061] Dagegen sind die Farbigekeit und die Farbänderung des reflektierten Lichts deutlich geringer, wie in den Figuren 9(a) und (c) gezeigt. Der in Fig. 9(a) durch die Kurve 132 angegebene Farbort ändert sich von einem entsättigten orangen Farbort bei senkrechter Einfallstrichtung mit zunehmendem Kippwinkel über schwache Grüntöne bis zu einem blassen Blau nahe des Weißpunkts W bei schräger Betrachtungsrichtung. Wie aus der Farbabstandskurve 128 der Fig. 9(c) zu erkennen, ist der Farbabstand des reflektierten Lichts vom Weißpunkt W dabei stets kleiner als 0,08, zum größten Teil sogar kleiner als 0,05. Die angegebene Schichtenfolge zeigt daher in Reflexion nur sehr schwache, fast vollständig entsättigte Farben, die vor dem Hintergrund der metallischen Reflexion visuell kaum auffallen. Aufgrund der geringen Abweichung der Farborte vom Weißpunkt tritt auch die Farbänderung der entsättigten Farben beim Kippen praktisch nicht in Erscheinung.

[0062] Weitere Einsatzmöglichkeiten erfindungsgemäßer Durchsichtssicherheitselemente werden nunmehr mit Bezug auf die Figuren 10 bis 15 kurz beschrieben.

[0063] Fig. 10 zeigt eine Polymerbanknote 140 mit einem Druckbereich 142 und einem transparenten Bereich 144, in dem ein erfindungsgemäßes Durchsichtssicherheitselement 150 mit dem oben beschriebenen Auflicht/Durchlicht-Effekt aufgebracht ist.

[0064] Mit Bezug insbesondere auf die Fig. 11, die einen Schnitt durch die Polymerbanknote 140 der Fig. 10 entlang der Linie XI-XI zeigt, weist das Durchsichtssicherheitselement 150 ein releasefähiges Foliensubstrat 158 auf, das mit einer Prägelschicht 155 mit einer Hologrammprägestruktur und einem Dünnschichtelement 152 versehen ist. Das Dünnschichtelement 152 weist einen Dreischichtaufbau auf mit der Schichtfolge: semitransparente Metallschicht 164, beispielsweise aus Aluminium oder Silber, niedrigbrechende Dielektrikumsschicht 166, beispielsweise aus MgF_2 oder SiO_2 , und hochbrechende Dielektrikumsschicht 168, beispielsweise aus ZnS.

[0065] Die semitransparente Metallschicht 164 kann auch Aussparungen 162 in Form von Mustern, Zeichen oder einer Codierung, beispielsweise der in Fig. 10 gezeigten Buchstabenfolge "PL", aufweisen. Das Dünnschichtelement 152 ist mit einer Schutzlackschicht 154 versehen und über eine Kleberschicht 156 im transparenten Bereich 144 auf die Polymerbanknote 140 aufgebracht. Nach dem Transfer wird das Foliensubstrat 158 abgezogen, wie durch das Bezugszeichen 160 angedeutet.

[0066] Die Figuren 12 und 13 zeigen zwei Varianten, bei denen erfindungsgemäße Durchsichtssicherheitselemente mit Hybridsubstraten, wie etwa Folienverbundbanknoten, kombiniert sind. Fig. 12 zeigt eine Folienverbundbanknote 170 mit einer ersten PET-Folie 172, einer Papierlage 174 und einer zweiten PET-Folie 176. Ein Durchsichtssicherheitselement 180 der oben beschriebenen Art ist in einem Fensterbereich 178 der Folienverbundbanknote 170 in die Papierlage 174 eingebettet.

[0067] Bei der in Fig. 13 gezeigten Variante ist das Durchsichtssicherheitselement 180 im Bereich des Fensters 178 auf die zweite PET-Folie 176 der Folienverbundbanknote 170 aufgebracht. Das Durchsichtssicherheitselement 180 enthält ein releasefähiges Foliensubstrat 182, das nach dem Transfer abgezogen wird, wie durch das Bezugszeichen 184 angedeutet.

[0068] Erfindungsgemäße Durchsichtssicherheitselemente können auch bei Karten eingesetzt werden, sofern diese zumindest teilweise transparent sind. Fig. 14 zeigt dazu eine Karte 190, bei der ein Durchsichtssicherheitselement 180 der oben beschriebenen Art in einem transparenten Bereich auf die Oberfläche der Karte 190 aufgebracht ist. Das releasefähige Foliensubstrat 182 des Durchsichtssicherheitselements 180 wird nach dem Transfer abgezogen (Bezugszeichen 184). In anderen Gestaltungen kann ein erfindungsgemäßes Durchsichtssicherheitselement 192 auch in eine innere Schicht 194 der Karte 190 eingebettet sein, wie in Fig. 15 gezeigt.

[0069] In den beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde das erfindungsgemäße Durchsichtssicherheitselement zumeist beispielhaft mit einer Hologrammstruktur kombiniert. Es versteht sich jedoch, dass diese Variante nur der Illustration dient und dass auch Kombinationen mit anderen diffraktiven Mikrostrukturen, wie etwa holographischen Gitterbildern oder hologrammähnlichen Beugungsstrukturen, infrage kommen, oder mit mikrooptischen Reliefstrukturen, wie etwa geblazten Gittern, Fresnel-Strukturen, Linsen- oder Mikrospiegelstrukturen. Neben Mikroreliefstrukturen in der Größenordnung der Lichtwellenlänge kommen auch Mikrostrukturen mit kleineren Strukturelementen für eine solche

Kombination in Betracht, wie etwa Subwellenlängengitter oder Mottenaugenstrukturen, deren Strukturelemente auch kleiner als 100 nm sein können.

5 **Patentansprüche**

1. Durchsichtssicherheitselement für Sicherheitspapiere, Wertdokumente und dergleichen mit einem Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt, das genau eine Metallschicht und zumindest eine Dielektrikumsschicht enthält, wobei die Metallschicht semitransparent ausgebildet ist.
- 10 2. Durchsichtssicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchsichtssicherheitselement im Auflicht metallisch spiegelnd und farbneutral, und im Durchlicht farbig erscheint.
- 15 3. Durchsichtssicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchsichtssicherheitselement im Durchlicht farbig mit einem semitransparenten Farbkippeffekt erscheint.
- 20 4. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchsichtssicherheitselement im Auflicht bei senkrechter Betrachtung eine Farbigkeit $F < 0,10$, vorzugsweise $F < 0,05$ aufweist, wobei die Farbigkeit F durch den Abstand der Normfarbwertanteile x , y der Farbe zum Weißpunkt im CIE-Normvalenzsystem gegeben ist.
- 25 5. Durchsichtssicherheitselement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchsichtssicherheitselement im Auflicht im Winkelbereich zwischen 0° und 60° stets eine Farbigkeit $F < 0,10$ aufweist.
- 30 6. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchsichtssicherheitselement im Durchlicht bei senkrechter Betrachtung eine Farbigkeit $F > 0,05$, vorzugsweise $F > 0,10$ aufweist, wobei die Farbigkeit F durch den Abstand der Normfarbwertanteile x , y der Farbe zum Weißpunkt im CIE-Normvalenzsystem gegeben ist.
- 35 7. Durchsichtssicherheitselement nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchsichtssicherheitselement im Durchlicht im Winkelbereich zwischen 0° und 40° stets eine Farbigkeit $F > 0,05$, vorzugsweise $F > 0,10$ aufweist.
- 40 8. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichtdicke der semitransparenten Metallschicht zwischen 5 und 70 nm liegt.
- 45 9. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die semitransparente Metallschicht aus einem Metall gebildet ist, dessen Plasmafrequenz im ultravioletten, sichtbaren oder nahinfraroten Spektralbereich liegt.
- 50 10. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die semitransparente Metallschicht homogen ist.
- 55 11. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die semitransparente Metallschicht aus Silber, Aluminium, Gold, Chrom, Nickel, Kupfer, Kalium, Wolfram oder einer Legierung dieser Metalle gebildet ist.
12. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die semitransparente Metallschicht ein im sichtbaren Spektralbereich selektiv absorbierendes optisches Element bildet.
13. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dünnschichtelement ein zweischichtiges Dünnschichtelement ist, das neben der Metallschicht genau eine Dielektrikumsschicht enthält.
14. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dünnschichtelement ein dreischichtiges Dünnschichtelement ist, das neben der Metallschicht zwei auf gegenüberliegenden Seiten der Metallschicht angeordnete Dielektrikumsschichten enthält.

15. Durchsichtssicherheitselement nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei auf gegenüberliegenden Seiten der Metallschicht angeordneten Dielektrikumsschichten hochbrechend mit einem Brechungsindex $n \geq 1,8$ sind.
- 5 16. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dünnschichtelement ein dreischichtiges Dünnschichtelement ist, das neben der Metallschicht zwei übereinander auf derselben Seite der Metallschicht angeordnete Dielektrikumsschichten enthält.
- 10 17. Durchsichtssicherheitselement nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die direkt auf der Metallschicht angeordnete erste Dielektrikumsschicht niedrigbrechend mit einem Brechungsindex $n < 1,8$ ist und die auf der ersten Dielektrikumsschicht angeordnete zweite Dielektrikumsschicht hochbrechend mit einem Brechungsindex $n \geq 1,8$ ist.
- 15 18. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der oder den direkt auf der Metallschicht angeordnete(n) Dielektrikumsschicht(en) die Schichtdicke d und der Brechungsindex n so aufeinander abgestimmt sind, dass das Produkt $d \cdot n$ zwischen 300 nm und 800 nm liegt.
- 20 19. Durchsichtssicherheitselement nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auf der ersten Dielektrikumsschicht angeordnete zweite Dielektrikumsschicht eine Schichtdicke zwischen 30 nm und 100 nm aufweist.
- 25 20. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die semitransparente Metallschicht Aussparungen in Form von Mustern, Zeichen oder Codierungen aufweist.
- 30 21. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dünnschichtelement mit einer diffraktiven Beugungsstruktur kombiniert ist, wobei die semitransparente Metallschicht die Metallisierungsschicht der Beugungsstruktur bildet.
- 35 22. Durchsichtssicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dünnschichtelement mit einer mikrooptischen Reliefstruktur kombiniert ist.
- 40 23. Verfahren zum Herstellen eines Durchsichtssicherheitselements nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 22, bei dem ein Dünnschichtelement mit Farbkippeffekt erzeugt wird, indem genau eine semitransparent ausgebildete Metallschicht mit zumindest einer Dielektrikumsschicht kombiniert wird.
- 45 24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die semitransparente Metallschicht und die zumindest eine Dielektrikumsschicht auf einen Träger aufgedampft werden.
- 50 25. Datenträger mit einem Durchsichtssicherheitselement nach einem der Ansprüche 1 bis 22.
- 55 26. Datenträger nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Durchsichtssicherheitselement in oder über einem transparenten Fensterbereich oder einer durchgehenden Öffnung des Datenträgers angeordnet ist.
27. Datenträger nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Datenträger ein Wertdokument, wie eine Banknote, insbesondere eine Papierbanknote, eine Polymerbanknote, eine Folienverbundbanknote oder Ausweiskarte ist.

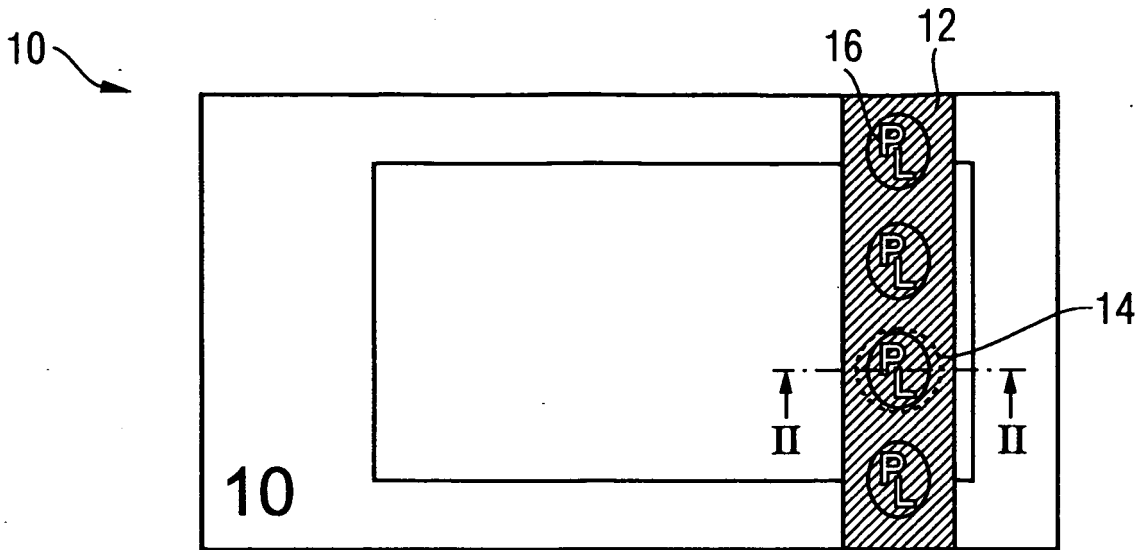


Fig. 1

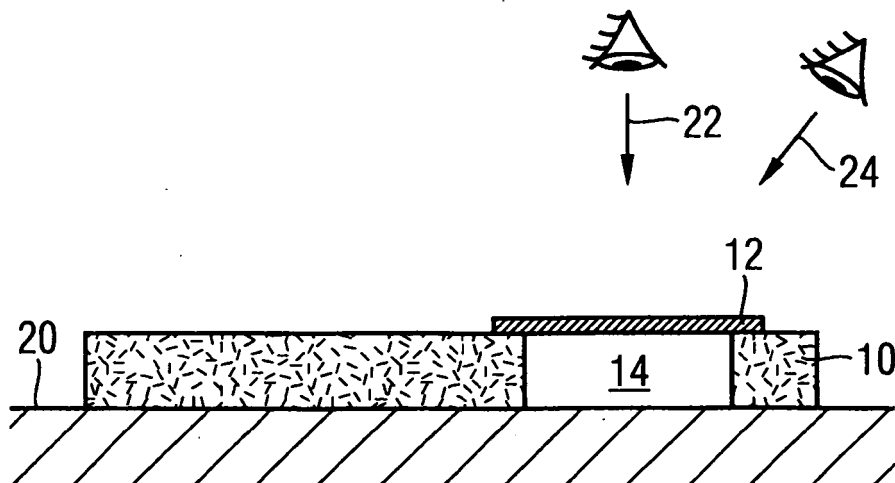


Fig. 2

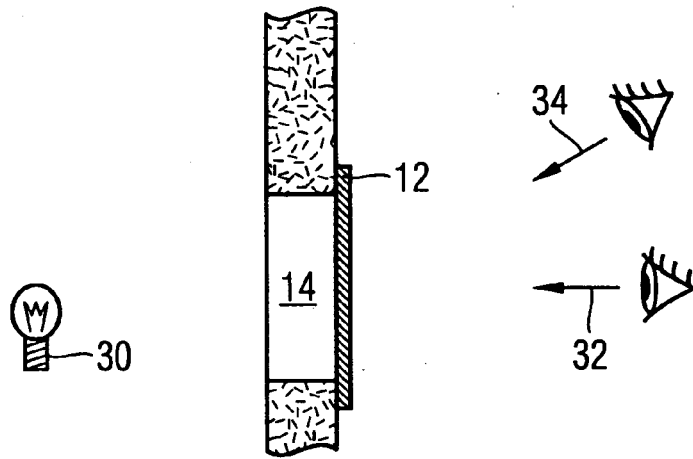


Fig. 3

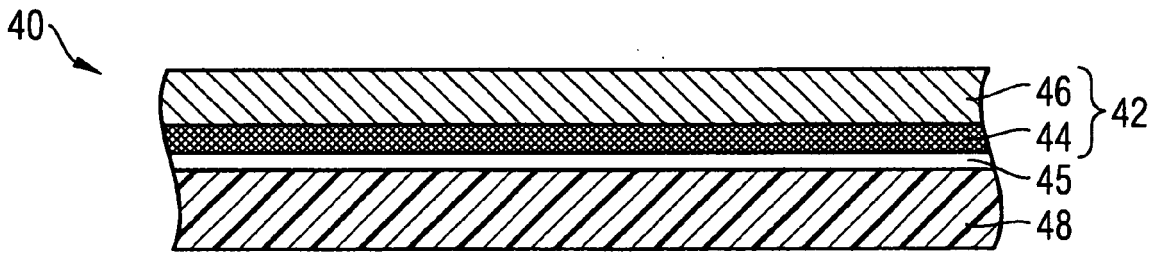


Fig. 4

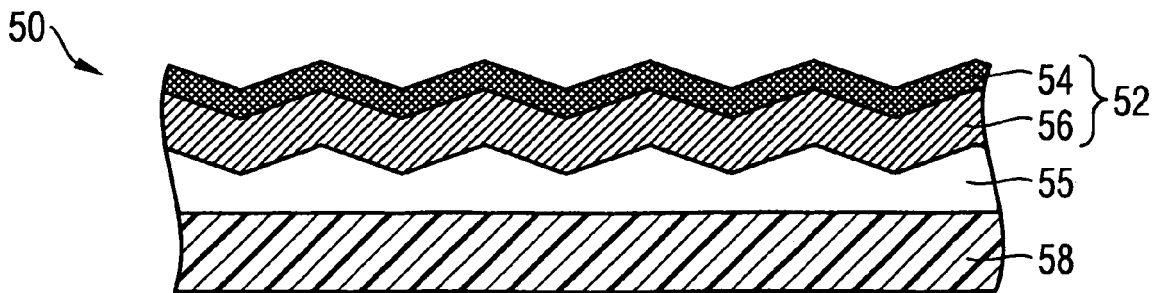


Fig. 5

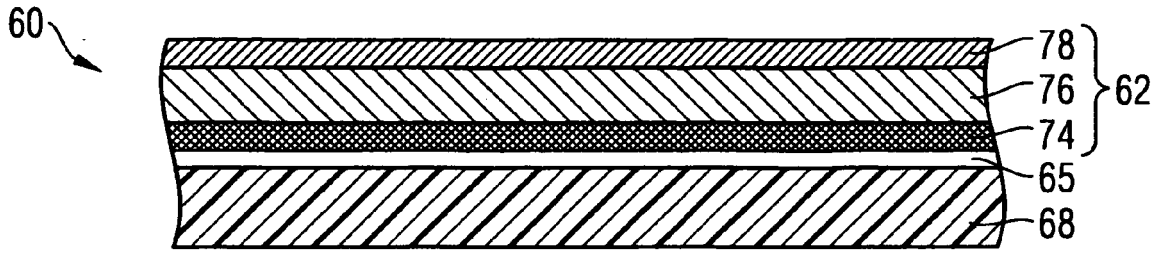


Fig. 6

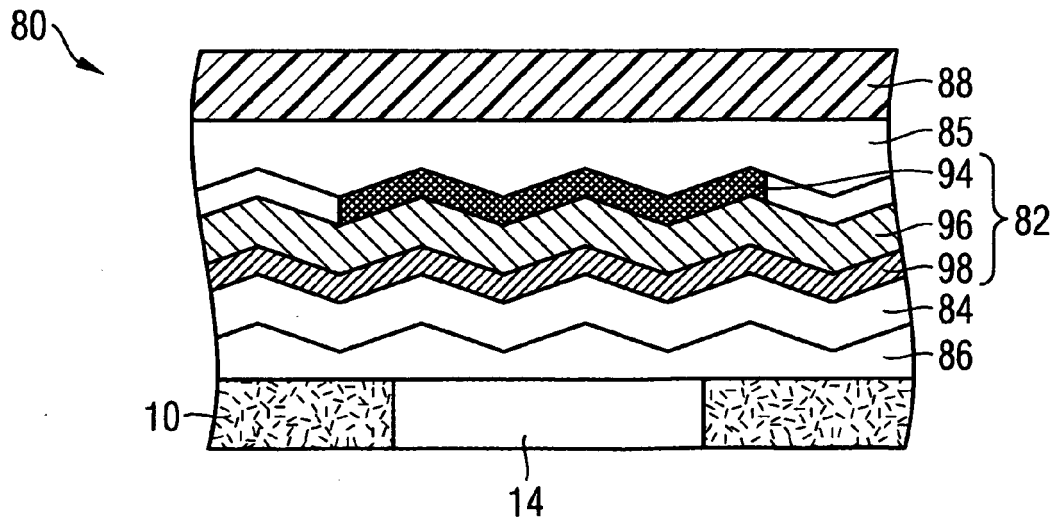


Fig. 7

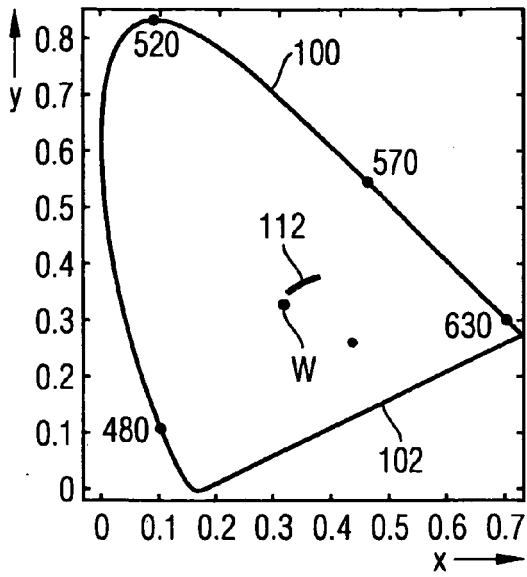


FIG 8a

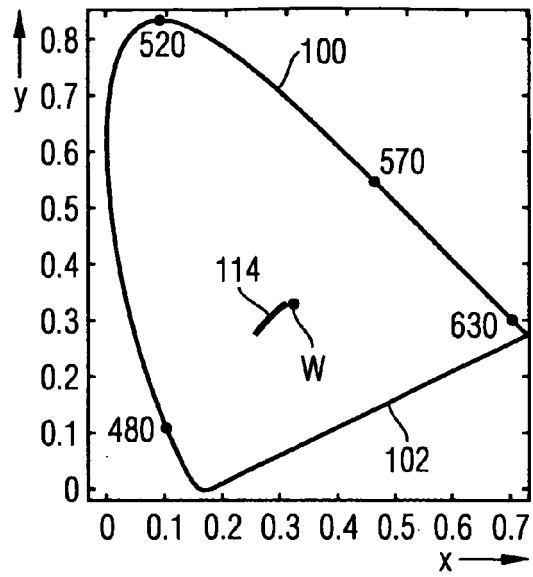


FIG 8d

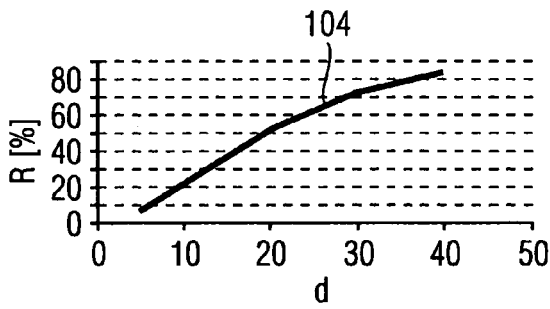


FIG 8b

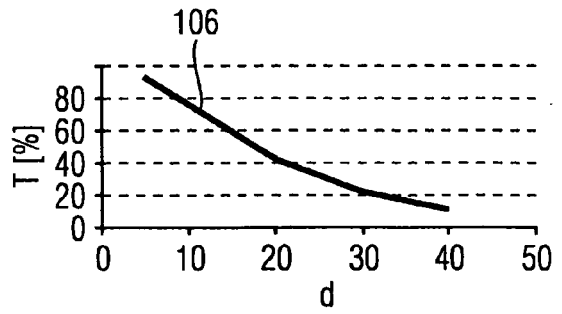


FIG 8e

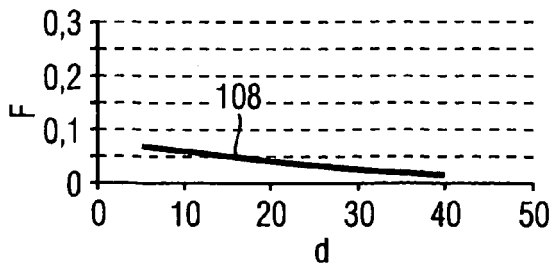


FIG 8c

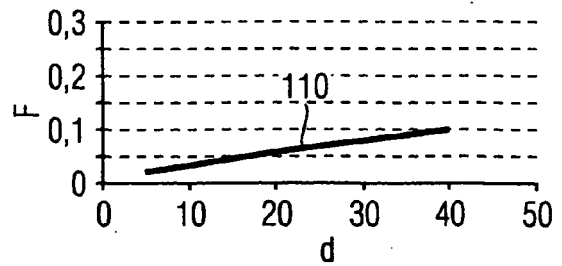


FIG 8f

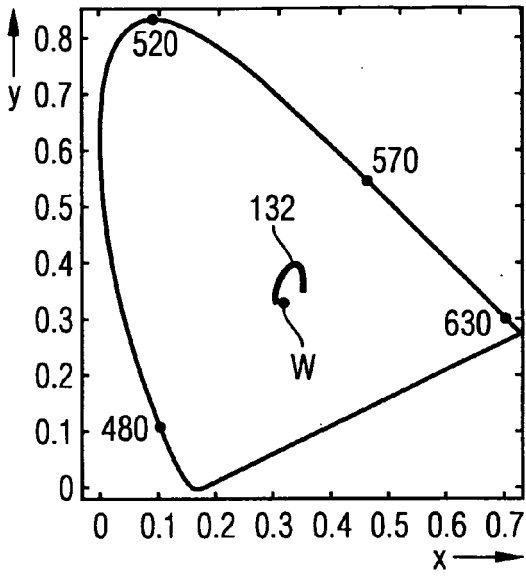


FIG 9a

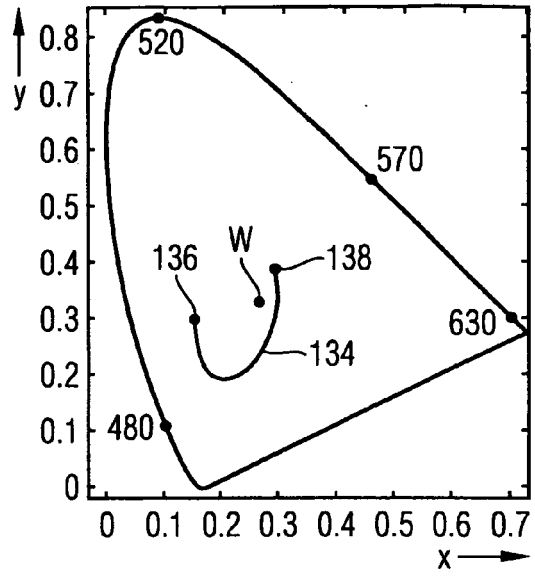


FIG 9d

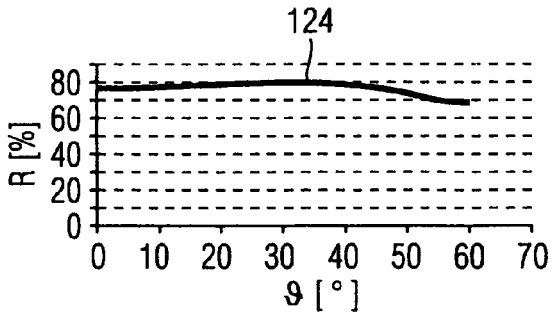


FIG 9b

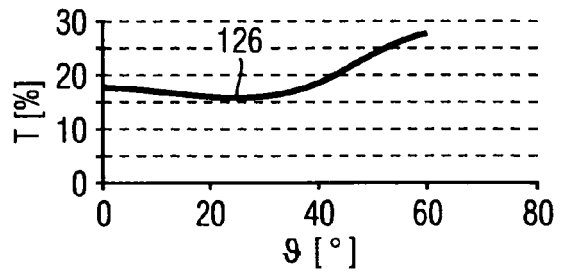


FIG 9e

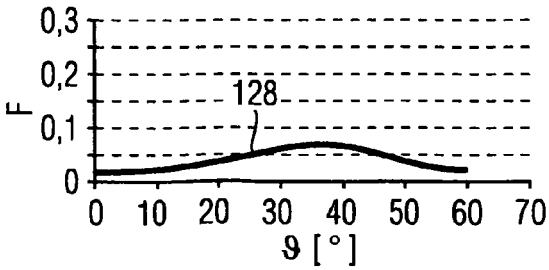


FIG 9c

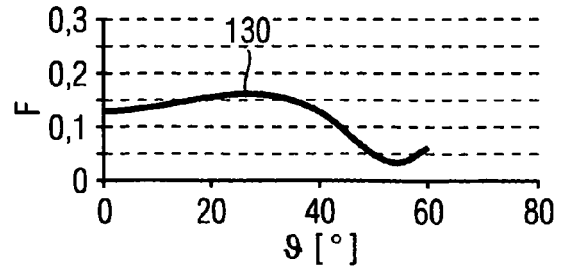


FIG 9f

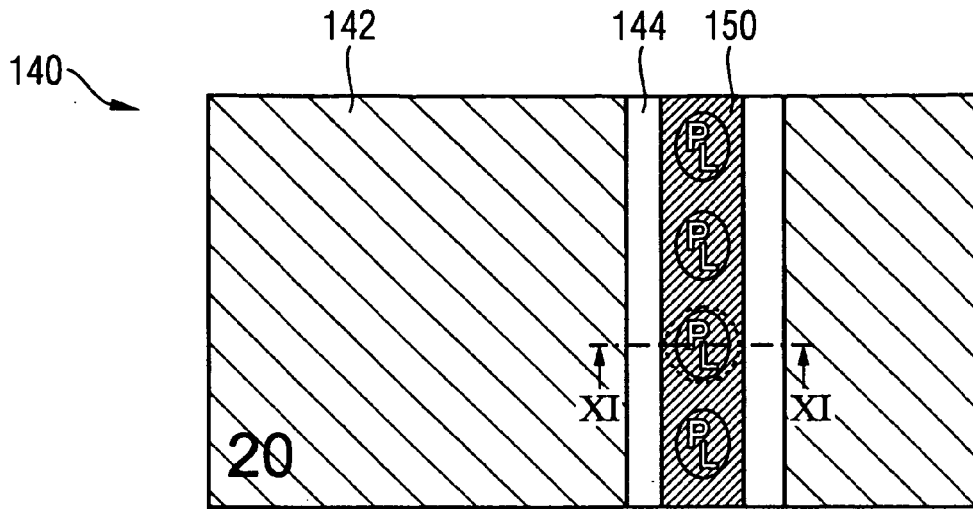


Fig. 10

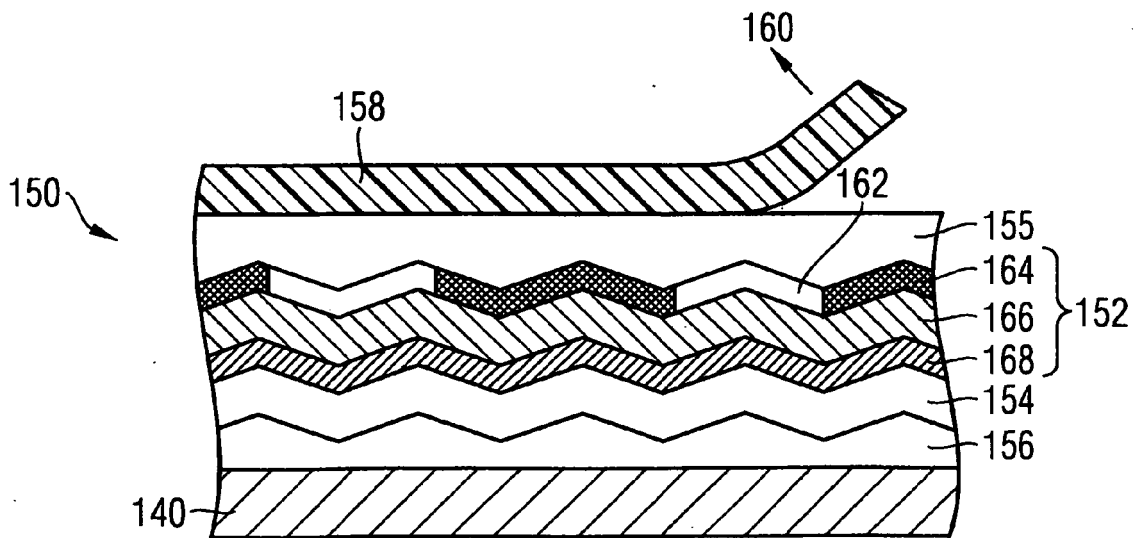


Fig. 11

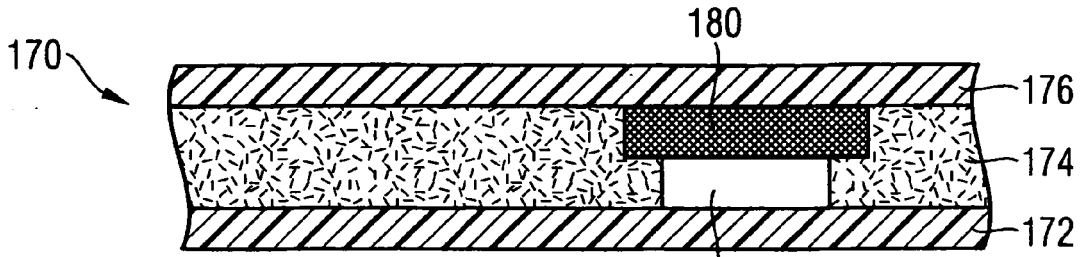


FIG 12

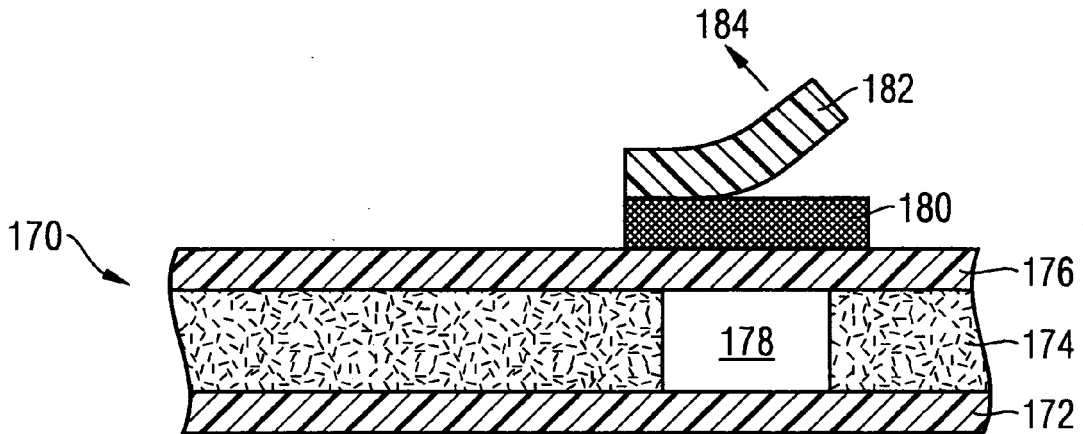


FIG 13

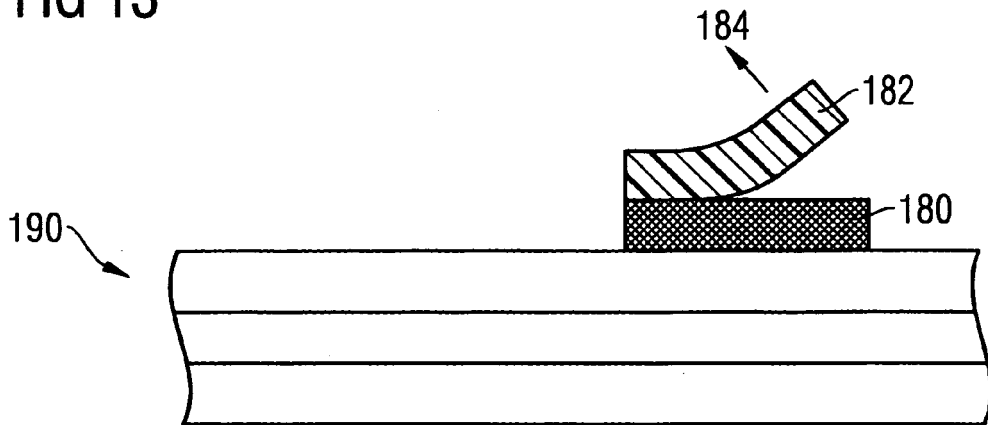


FIG 14

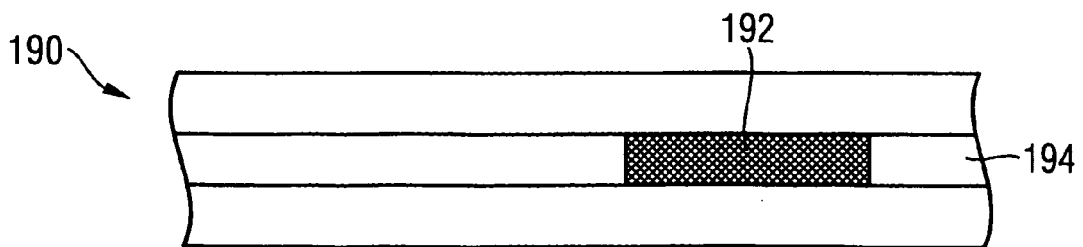


FIG 15

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

- WO 03070482 A1 [0029]