



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 10 932 T2** 2006.12.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 366 380 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 10 932.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP02/01586**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 719 839.9**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/073250**
(86) PCT-Anmeldetag: **14.02.2002**
(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **19.09.2002**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.12.2003**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **26.04.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.12.2006**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 5/22** (2006.01)
C09C 1/00 (2006.01)
B42D 15/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
01105952 **09.03.2001** **EP**

(73) Patentinhaber:
Sicpa Holding S.A., Prilly, CH

(74) Vertreter:
PAe Reinhard, Skuhra, Weise & Partner GbR,
80801 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(72) Erfinder:
SETO, Myron, CH-1018 Lausanne, CH; TILLER,
Thomas, CH-1030 Bussigny, CH; MÜLLER, Edgar,
CH-1700 Fribourg, CH; DESPLAND, Claude Alain,
CH-1018 Lausanne, CH

(54) Bezeichnung: **MAGNETISCHE DÜNNSCHICHT-INTERFERENZVORRICHTUNG ODER -PIGMENT UND ZUGEHÖRIGES HERSTELLUNGSVERFAHREN, DRUCKTINTEN- ODER ANSTRICH-ZUSAMMENSETZUNG, SICHERHEITSDOKUMENT UND VERWENDUNG EINER SOLCHEN MAGNETISCHEN DÜNNSCHICHT-INTERFERENZVORRICHTUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Erfindungsgebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der optisch variablen Pigmente. Insbesondere beschreibt sie eine magnetische Dünnschichtinterferenzanordnung, ein Verfahren zum Herstellen einer derartigen magnetischen Dünnschichtinterferenzanordnung, ein magnetisches Dünnschichtinterferenzpigment, eine Drucktinte oder eine Beschichtungszusammensetzung, ein Sicherheitsdokument und die Verwendung einer derartigen magnetischen Dünnschichtinterferenzanordnung, alle gemäß der Definition der Patentsprüche.

Allgemeiner Stand der Technik

[0002] Optisch variable Einrichtungen verschiedener Arten werden als effiziente Antikopiermittel auf Banknoten und Sicherheitsdokumenten verwendet. Ein großer Teil der auf der ganzen Welt gedruckten Währungen basiert auf solchen optisch variablen Kopierschutzanordnungen, und unter diesen haben sich Merkmale, die mit optisch variabler Tinte (OVI™ – optically variable ink) gedruckt werden, seit ihrem ersten Erscheinen auf Währungen im Jahre 1987 eine hervorragende Position errungen.

[0003] Optisch variables Pigment (OVP) zeigt ein vom Betrachtungswinkel abhängiges Farbaussehen, das durch Farbkopiergeräte nicht reproduziert werden kann. Heute sind verschiedene unterschiedliche Arten von OVP-Materialien im Handel erhältlich.

[0004] Sehr brillante Farben werden mit einer durch physikalische Dampfabscheidung hergestellten ersten Art von OVP erhalten. Diese Art von OVP ist als ein dampfabgeschiedener Fabry-Perot-Dünnschicht-Resonatorstapel aufgebaut. Im Stand der Technik werden Einfachsandwich-Metall-Dielektrikum-Metall- sowie Doppelsandwich-Metall-Dielektrikum-Metall-Dielektrikum-Metall-Schichtfolgen beschrieben. Der oder die oberen Metallschichten müssen teilweise reflektierend/teilweise transparent sein, so daß Licht in den Fabry-Perot-Resonatorstapel eingekoppelt und aus diesem herausgekoppelt werden kann.

[0005] Das optisch variable Dünnschichtmaterial wird als kontinuierlicher Bogen auf einer Trägerfolie erhalten. Es kann später von seinem Träger abgelöst und zu einem Pigment zerkleinert werden, das aus Flocken mit einem Durchmesser von 20 bis 30 µm und einer Dicke von etwa 1 µm besteht. Dieses Pigment kann zu Tinten oder Beschichtungszusammensetzungen formuliert werden, bevorzugt für Siebdruck- oder Tiefdruckanwendungen.

[0006] Die optische Variabilität der Pigmente basiert auf einem Interferenzeffekt. Auf eine OVP-Flocke des

Metall-Dielektrikum-Metall-Typs einfallendes Licht wird an der oberen Metallschicht teilweise reflektiert und teilweise durchgelassen, wobei es sich durch die dielektrische Schicht ausbreitet und an der unteren Metallschicht zurückreflektiert wird. Beide reflektierten Teile des einfallenden Lichts rekombinieren schließlich und interferieren miteinander. Je nach der Dicke der dielektrischen Schicht und der Wellenlänge des einfallenden Lichts kommt es zu konstruktiver oder destruktiver Interferenz. Im Fall von weißem einfallendem Licht werden einige der weißen Lichtkomponenten mit bestimmten Wellenlängen reflektiert, wohingegen andere Komponenten mit anderen Wellenlängen nicht reflektiert werden. Dies führt zu einer Spektralauswahl und somit zu dem farblichen Aussehen.

[0007] Die Wegdifferenz zwischen dem oben reflektierten und dem unten reflektierten Teil des Lichts hängt bemerkenswerterweise von dem Einfallswinkel ab, wie auch die resultierende Interferenzfarbe.

[0008] Eine weitere, zweite Art von OVP basiert auf beschichteten Aluminiumflocken. Mechanisch geglättete Aluminiumteilchen werden über chemische Dampfabscheidung (CVD) oder durch naßchemische Verfahren mit einer dielektrischen Schicht und einer nachfolgenden Metall- oder zweiten dielektrischen Schicht beschichtet. Interferenzfarben ergeben sich durch den gleichen Effekt wie oben beschrieben. Diese Art von OVP ist bei der Herstellung preiswerter als die erste Art, sie weist aber auch weniger brillante Farben und eine weniger winkelabhängige Farbverschiebung als die erste Art auf.

[0009] Große Mengen an „optisch variablen“ und „irisierendem“ Pigment werden lediglich für dekorative Zwecke hergestellt (Kraftfahrzeugfarben, Lacke, Spielzeuge und dergleichen) und stehen deshalb der Allgemeinheit in Form von Beschichtungszusammensetzungen zur Verfügung. Das Sicherheitspotential von optisch variablen Tintenmerkmalen auf Banknoten wird erheblich gesenkt, wenn keine klare Unterscheidung zwischen „Sicherheits-OVP“ und „dekorativem OVP“ hergestellt werden kann. Ein Fälscher könnte bemerkenswerterweise Banknoten auf einem Farbkopierer reproduzieren und die fehlenden optisch variablen Merkmale mit Hilfe einer im Handel erhältlichen dekorativen Farbe oder eines im Handel erhältlichen dekorativen Sprays hinzufügen.

[0010] Aus diesen und weiteren Gründen müssen Sicherheits-OVP so ausgeführt werden, daß sie sich von den lediglich dekorativen, im Handel erhältlichen Arten von OVP wesentlich unterscheiden. Ein effektiver Weg dazu besteht darin, das Sicherheits-OVP mit einem verborgenen magnetischen Merkmal zu dotieren. Das „magnetische OVP“ gestattet bemerkenswerterweise die Implementierung verschiedener Sicherheitsstufen in entsprechend markierte Dokumen-

te i) ein einfaches Merkmal „magnetisch präsent/nicht präsent“; ii) Identifikation der magnetischen Charakteristiken des Merkmals; iii) ein gedrucktes Muster aus magnetischen und nicht-magnetischen Merkmalen und iv) einen magnetischen Datenträger, der die magnetische Speicherung von Informationen in dem gedruckten magnetischen OVP-Merkmal gestattet.

[0011] Ein derartiges magnetisches OVP wurde in US 4,838,648 vorgeschlagen. Ein bestimmtes magnetisches Material wird zu diesem Zweck in das OVP-Design eingearbeitet. Das OVP von US 4,838,648 ist vom Metall-(Reflektor)-Dielektrikum-Metall-(Absorber)-Mehrschicht-Fabry-Pérot-Typ und weist bevorzugt eine magnetische Kobalt-Nickel-Legierung 80:20 als die Reflektorschicht auf. Alternativ, aber weniger bevorzugt, kann die magnetische Legierung auch als die Absorberschicht vorliegen. Die Einrichtung nach US 4,838,648 weist bemerkenswerterweise die folgenden Mängel auf: i) sie zeigt eine verschlechterte optische Leistung, insbesondere eine geringere Chromatizität, insbesondere aufgrund des niedrigeren Reflexionsgrads der Kobalt-Nickel-Legierung im Vergleich zu Aluminium, und ii) es mangelt an Freiheit, das magnetische Material zu wählen. Letzteres muß bemerkenswerterweise gleichzeitig mit den Funktionen eines Magneten und eines guten optischen Reflektors entsprechen, und es gibt nur sehr wenige Materialien, die beide Bedingungen erfüllen.

[0012] Ein erstes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Sicherheits-OVP, das so ausgeführt ist, daß es durch das Einarbeiten bestimmter magnetischer Eigenschaften wesentlich vom dekorativen OVP verschieden ist.

[0013] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Einarbeitung der magnetischen Eigenschaften in das OVP ohne Verschlechterung der Chromatizität des OVP und der Farbverschiebungseigenschaften.

[0014] Ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung des magnetischen OVP mit einer größtmöglichen Freiheit zum Auswählen des magnetischen Materials.

[0015] Noch ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Sicherheits-OVP, das unter Verwendung des gleichen Geräts und des gleichen Prozesses hergestellt werden kann, die für die Produktion eines „gewöhnlichen“ nicht-magnetischen OVP verwendet werden, ohne die Produktionskosten signifikant zu erhöhen.

Kurze Darstellung der Erfindung

[0016] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf

eine magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung, hergestellt aus OVP, das ein vom Betrachtungswinkel abhängiges Farbaussehen zeigt. Das OVP ist aus einem mehrschichtigen Stapel hergestellt, der mindestens eine lichtreflektierende Reflektorschicht, mindestens eine lichtdurchlässige dielektrische Schicht, mindestens eine lichtabsorbierende Absorberschicht und mindestens eine magnetische Schicht enthält. Die magnetische Schicht ist durch eine Reflektorschicht von einer dielektrischen Schicht getrennt.

[0017] Gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP ist die magnetische Schicht innerhalb zweier Reflektorschichten angeordnet. Die magnetische Schicht ist symmetrisch innerhalb zweier Reflektorschichten beschränkt, was zu gleichen optischen Eigenschaften des magnetischen OVP entlang zweier Reflektorschichtseiten führt.

[0018] Gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP befindet sich die magnetische Schicht neben nur einer Reflektorschicht, was zu einem asymmetrisch magnetischen OVP mit optischen Eigenschaften entlang ausschließlich einer Reflektorschichtseite führt.

[0019] Das magnetische OVP gemäß der vorliegenden Erfindung hat den besonderen Vorteil, das durch Verwendung der offenbarten Schichtfolge die Farbe und die Winkelfarbenverschiebung eines entsprechenden nichtmagnetischen OVP präzise anzupassen und gleichzeitig ein OVP mit einer großen Vielfalt von magnetischen Eigenschaften bereitzustellen.

[0020] Die magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung kann zerkleinert werden, um ein magnetisches Dünnschichtinterferenzpigment zu erhalten. Das magnetische Dünnschichtinterferenzpigment kann in eine Drucktinte oder Beschichtung und/oder auf einem Sicherheitsdokument integriert werden.

[0021] Die Erfindung wird durch Zeichnungen und Beispiele näher dargestellt:

[0022] [Fig. 1](#) zeigt eine herkömmliche OVP-Flocke mit einem fünfschichtigen Design.

[0023] [Fig. 2](#) zeigt den Querschnitt durch eine erste Ausführungsform eines magnetischen OVP gemäß der Erfindung mit magnetischen Eigenschaften. Es wird ein siebenschichtiges Design verwendet.

[0024] [Fig. 3](#) zeigt den Querschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines magnetischen OVP gemäß der Erfindung mit magnetischen Eigenschaften. Es wird ein vierschichtiges Design verwendet.

[0025] [Fig. 1](#) zeigt einen Querschnitt durch ein OVP der ersten Art, oben mit einem fünfschichtigen De-

sign beschrieben. Ein derartiges Pigment besteht aus Flocken, deren Größe in der Größenordnung von 20 bis 30 μm liegt und die etwa 1 μm dick sind. Die Flocke weist eine symmetrische „Absorber/Dielektrikum/Reflektor/Dielektrikum/Absorber“-Schichtstruktur auf, um auf beiden Seiten gleiche optische Eigenschaften bereitzustellen. Die Absorberschichten **1**, **1'** sind bevorzugt dünne (zum Beispiel in der Größenordnung von 3 bis 5 nm) Schichten aus Chrom oder einem ähnlichen korrosionsfesten Metall, die als Strahlteiler dienen und dabei Teile des einfallenden Lichts reflektieren und durchlassen. Die dielektrischen Schichten **2**, **2'** sind bevorzugt aus einem Material mit einer niedrigen Dielektrizitätskonstanten wie etwa Magnesiumfluorid (MgF_2 , $n = 1,38$) oder Siliziumdioxid, um eine stark winkelabhängige Farbverschiebung zu ermöglichen. Die Dicke der dielektrischen Schichten **2**, **2'** bestimmt die Farbe des OVP und liegt in der Größenordnung von 200 bis 800 nm (zum Beispiel Gold-zu-Grün: 440 nm MgF_2 , Grün-zu-Blau: 385 nm MgF_2). Eine mittlere, ganz lichtreflektierende Reflektorschicht **3** besteht bevorzugt aus Aluminium oder aus einem beliebigen anderen stark reflektierenden Metall oder einer entsprechenden Metallegierung und weist eine Dicke in der Größenordnung von 10 bis 100 nm auf.

[0026] [Fig. 2](#) zeigt die schematische Schichtfolge einer ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP gemäß der vorliegenden Erfindung. Das magnetische OVP umfaßt zwei Absorberschichten **1**, **1'**, zwei dielektrische Schichten **2**, **2'** und zwei Reflektorschichten **3**, **3'**. Mindestens eine magnetische Schicht **4** aus magnetischem Material ist innerhalb der Reflektorschichten **3**, **3'** angeordnet, was zu einem symmetrischen „Absorber/Dielektrikum/Reflektor/magnetisch/Reflektor/Dielektrikum/Absorber“ eines siebenschichtigen Designs führt.

[0027] [Fig. 3](#) zeigt die schematische Schichtfolge einer zweiten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP gemäß der vorliegenden Erfindung. Das magnetische OVP umfaßt eine Absorberschicht **1**, wobei sich eine dielektrische Schicht **2** und mindestens eine Magnetschicht **4** neben einer Reflektorschicht **3** befindet. Bei dieser Ausführungsform wird ein vierschichtiges Design benötigt. Bevorzugt ist auf einer mit einer Trennschicht R versehenen Trägerfolie C eine Absorberschicht **1** aus Chrom abgeschieden, gefolgt von einer dielektrischen Schicht **2** aus Magnesiumfluorid und einer Reflektorschicht **3** aus Aluminium. Eine magnetische Schicht **4** aus magnetischem Material wird schließlich abgeschieden. Die Einrichtung wird danach auf ein Substrat aufgebracht, wobei die magnetische Schicht dem Substrat zugewandt ist, zum Beispiel durch Verwendung eines entsprechenden Klebers.

[0028] Die magnetische Schicht **4** kann von einer beliebigen Art von magnetischem Material sein, zum

Beispiel Eisen, Kobalt, Nickel; magnetischen Legierungen wie etwa Ni-Co oder Nd-Fe-B; anorganischen Oxidverbindungen wie etwa Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , Chromdioxid CrO_2 , Ferriten MFe_2O_4 (wobei M ein Ion oder ein Cocktail von Ionen ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Zn^{2+} usw.), Granaten $\text{A}_3\text{B}_5\text{O}_{12}$ (mit A = ein dreiwertiges Seltenerdion oder ein Cocktail von dreiwertigen Seltenerdionen und B ein Ion oder ein Cocktail von Ionen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ga^{3+} , Bi^{3+} usw.), Hexaferriten $\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$, mit M ausgewählt aus der Gruppe von zweiwertigen Ionen Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} usw., Perowskiten.

[0029] Im Kontext der vorliegenden Erfindung kann bemerkenswerterweise jede Art von nicht-diamagnetischem Material verwendet werden, um dem magnetischen OVP eine bestimmte magnetische Eigenschaft zu verleihen. Die magnetische Eigenschaft kann beispielsweise sein: starker (Super-) Paramagnetismus; Ferromagnetismus; Ferrimagnetismus; Antiferromagnetismus; Antiferromagnetismus usw. Das Material kann vom weichmagnetischen Typ mit niedriger Koerzitivfeldstärke, mittlerer Koerzitivfeldstärke oder vom hartmagnetischen Typ sein, oder es kann für die Detektion durch den Barkhausen-Effekt ausgelegt sein. Die magnetische Eigenschaft kann weiterhin zu einer Restmagnetisierung führen, die zwischen 0 Oersted und bis zu 10.000 Oersted liegt.

[0030] Die Abscheidung des magnetischen Materials wird über das gleiche Verfahren durchgeführt, wie es für die Abscheidung der dielektrischen Schicht oder der Metallschichten eines nichtmagnetischen OVP der oben erwähnten ersten Art verwendet wird. MgF_2 , Chrom oder Aluminium können bemerkenswerterweise durch elektronenstrahlunterstützte thermische Verdampfung abgeschieden werden. Magnetische Legierungen wie etwa Kobalt-Nickel oder Eisen-Kobalt-Bor sind hinsichtlich Schmelzpunkt und Verdampfungscharakteristiken mit Chrom vergleichbar und können deshalb auf ähnliche Weise abgeschieden werden, sofern die Abscheidung bei Quellentemperaturen über der Curie- oder Neel-Temperatur des Materials durchgeführt wird. Für die Abscheidung von Oxidmaterialien werden im allgemeinen höhere Abscheidungstemperaturen benötigt, doch selbst diese Materialien können über Elektronenstrahltechniken abgeschieden werden. Für die Abscheidung von komplexeren chemischen Zusammensetzungen können ionenstrahlunterstützte Aufdampfungsverfahren verwendet werden.

[0031] Die magnetische Schicht **4** ist von einer Reflektorschicht **3**, **3'** bedeckt, die aus einem guten lichtreflektierenden Material wie etwa Aluminium, Aluminiumlegierung, Chrom, Silber, Gold usw. hergestellt ist. Dadurch kann das magnetische OVP gleichzeitig im Hinblick auf eine gute optische Leistung sowie

auch für kundenspezifisch zugeschnittene magnetische Eigenschaften optimiert werden. Auf diese Weise können verschiedene Varietäten eines Sicherheits-OVP produziert werden, die alle genau die gleichen Eigenschaften hinsichtlich Farbaussehen und Farbverschiebung, aber verschiedene magnetische Eigenschaften aufweisen. Bei Verwendung einer entsprechenden magnetischen Detektierungseinrichtung, dem Fachmann bekannt, können sie leicht voneinander sowie von einem nicht-magnetischen OVP mit dem gleichen optischen Aussehen unterschieden werden.

[0032] Es ist weiterhin möglich, das primär erhaltene, optisch variable und magnetische Dünnschichtprodukt direkt als eine optisch variable Sicherheitsfolie zu verwenden, die, bevorzugt durch Heißstempeln oder Kaltstempeln oder verwandte Auftragsverfahren, auf ein Dokument oder einen Gegenstand aufgebracht werden kann.

[0033] Eine weitere Eigenschaft, die für Sicherheitszwecke vorteilhafterweise ausgenutzt werden kann, ist die bestimmte Form der Magnetisierung oder Hystereseurve von magnetischen Dünnschichtmaterialien. Aufgrund ihrer eingeschränkten dritten Dimension zeigen solche Materialien oftmals eine sehr hohe Rechteckigkeit ihrer Hystereseurve zusammen mit einem variablen Koerzitivfeldstärkenwert, der bemerkenswerterweise von der Schichtdicke und von den bei den abscheidenden magnetischen Schicht verwendeten Parametern abhängt. Solche Materialien können auch so ausgelegt werden, daß sie einen ausgeprägten Barkhausen-Effekt zeigen, der ihre Detektion durch Techniken ermöglicht, die aus Anwendungen der elektronischen Artikelüberwachung (EAS – electronic article surveillance) bekannt sind. Alternativ können nichtlineare Magnetisierungseffekte durch die Wahl der entsprechenden magnetischen Materialien etwa amorpher magnetischer Legierungen oder magnetischer Granate mit einer geringen magnetischen Sättigung für die Detektierung ausgenutzt werden. Somit ist ein weites Feld für das Ausführen eines OVP offen, das magnetische Effekte und Eigenschaften zeigt, die lediglich auf der Basis des Mischens herkömmlicher OVP mit herkömmlichen magnetischen Materialien sehr schwer zu fälschen sind.

[0034] Das siebenschichtige magnetische OVP bzw. das vierschichtige magnetische OVP kann bemerkenswerterweise unter Verwendung der gleichen Art von Vakuumabscheidungsgerät hergestellt werden, wie es für die Herstellung des herkömmlichen unmagnetischen fünfschichtigen OVP erforderlich ist.

[0035] In dem magnetischen OVP kann mehr als eine Schicht aus magnetischem Material vorliegen. Im Fall von mehreren Schichten aus magnetischem Material können die Schichten entweder aus dem

gleichen oder aus verschiedenen magnetischen Materialien bestehen; die Schichten aus magnetischem Material können zudem benachbart sein oder voneinander durch Schichten aus unmagnetischen Materialien getrennt sein. Bei der magnetischen Schicht **4** kann es sich um mehrschichtige Stapel handeln, bevorzugt geschichtete Supergitter. Es hat sich gezeigt, daß geschichtete Supergitter unübliche elektromagnetische Effekte zeigen, wie etwa einen Riesenmagnetowiderstand, eine nichtlineare Hochfrequenzantwort, unübliche Kernresonanzsignaturen usw.

[0036] Das magnetische OVP gemäß der Erfindung kann zudem zusätzliche offene oder verborgene Eigenschaften besitzen, wie etwa Angaben, Mikrotexur, Lumineszenz, Hochfrequenz- oder Mikrowellenresonanzabsorption usw.

Beispiele

[0037] Bei der ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP, in [Fig. 2](#) dargestellt, ist die magnetische Schicht **4** innerhalb von zwei totalen Reflektorschichten **3**, **3'** des OVP-Status enthalten. Um optimale Bedingungen sowohl für die optische als auch die magnetische Funktion bereitzustellen, wird zum Implementieren der optischen Funktion die „standardmäßige“ OVP-Schichtfolge Chrom/Magnesiumfluorid/Aluminium verwendet. Die Aluminiumschicht wird „in zwei aufgeteilt“, um die magnetische Funktionalität in ihrem Inneren in Form einer zusätzlichen Schicht aus einem beliebigen gewünschten magnetischen Element, einer beliebigen gewünschten magnetischen Legierung oder Verbindung aufzunehmen.

[0038] Auf einer mit einer Trennschicht R beschichteten Trägerfolie C wird eine erste Absorberschicht **1** aus Chrom abgeschieden, gefolgt von einer ersten dielektrischen Schicht **2** aus Magnesiumfluorid und einer ersten Reflektorschicht **3** aus Aluminium. Dann wird die magnetische Schicht **4** aus magnetischem Material abgeschieden, gefolgt von einer zweiten Reflektorschicht **3'** aus Aluminium. Eine zweite dielektrische Schicht **2'** aus Magnesiumfluorid und eine zweite Absorberschicht **1'** aus Chrom werden dann abgeschieden, um den magnetischen mehrschichtigen OVP-Stapel zu vervollständigen.

[0039] Der Fachmann bemerkt, daß eine beliebige Art von magnetischem Material, amorph oder kristallin, wie etwa ein magnetisches Metall wie Eisen, Kobalt, Nickel usw.; oder eine magnetische Legierung wie etwa Kobalt-Nickel, Kobalt-Chrom, Terbium-Eisen, Neodym-Eisen-Bor usw. oder eine magnetische feuerfeste Verbindung wie etwa ein einfaches oder ein komplexes Oxid aus der Klasse von Ferriten, Hexaferriten, Granaten, Perowskiten usw. als die mittlere magnetische Schicht zwischen zwei Aluminium-Reflektorschichten verwendet werden kann.

1. Weichmagnetisches Grün-zu-Blau-OVP

[0040] Bei einer ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP wurde weichmagnetisches Eisen als der magnetische Funktionsträger verwendet. Eine siebenschichtige Folge wurde durch elektronenstrahlunterstützte thermische Aufdampfung wie folgt auf einer mit einer Trennschicht R versehenen Trägerfolie C abgeschieden:

1. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (erste Absorberschicht **1**)
2. MgF_2 , 385 nm dick (erste dielektrische Schicht **2**)
3. Aluminium-Metall, 40 nm dick (erste Reflektorschicht **3**)
4. Eisen-Metall, 200 nm dick (magnetische Schicht **4**)
5. Aluminium-Metall, 40 nm dick (zweite Reflektorschicht **3'**)
6. MgF_2 , 385 nm dick (zweite dielektrische Schicht **2'**)
7. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (zweite Absorberschicht **1'**)

Gesamter Lichtweg bei orthogonalem Einfall: 530 nm.

[0041] Nach dem Abschluß des Abscheidens wurde das Dünnschichtprodukt von der Trägerfolie C entfernt, zu einem Pigment zerkleinert und Tinten und Beschichtungszusammensetzungen verwendet.

[0042] Bei einer Variante der ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP wurde die magnetische Schicht **4** aus Nickel-Metall hergestellt, um ein optisch variables Pigment mit niedriger Koerzitivfeldstärke zu erhalten.

[0043] Bei einer weiteren Variante der ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP wurde die magnetische Schicht **4** aus Kobalt-Metall hergestellt, um ein optisch variables Pigment mit einer mittleren Koerzitivfeldstärke zu erhalten, das weiterhin für eine Detektierung durch Kernspinresonanz über Kobalt-59 im Bereich von 214 MHz empfindlich ist.

[0044] Bei noch einer weiteren Variante der ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP wurde die magnetische Schicht **4** aus Gadolinium-Metall hergestellt, um ein optisch variables Pigment zu erhalten, das unter 16°C, der Curie-Temperatur von Gadolinium-Metall, ferromagnetisch ist.

2. Gold-zu-Grün-OVP mit niedriger Koerzitivfeldstärke

[0045] Bei einer weiteren Variante der ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP

wurde als der magnetische Funktionsträger ein amorphes, Barkhausenaktives EAS-Material mit niedriger Koerzitivfeldstärke mit der Zusammensetzung $\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ verwendet. Eine siebenschichtige Folge wurde über elektronenstrahlunterstützte thermische Aufdampfung wie folgt auf eine mit einer Trennschicht R versehene Trägerfolie C aufgebracht:

1. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (erste Absorberschicht **1**)
2. MgF_2 , 440 nm dick (erste dielektrische Schicht **2**)
3. Aluminium-Metall, 40 nm dick (erste Reflektorschicht **3**)
4. $\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$, 500 nm dick (magnetische Schicht **9**)
5. Aluminium-Metall, 40 nm dick (zweite Reflektorschicht **3'**)
6. MgF_2 , 440 nm dick (zweite dielektrische Schicht **2'**)
7. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (zweite Absorberschicht **1'**)

Gesamter Lichtweg bei orthogonalem Einfall: 605 nm.

[0046] Die komplexe amorphe $\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ -Legierung kann auch vorteilhafterweise über argonionenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen abgeschieden werden.

[0047] Nach dem Abschluß des Abscheidens wurde das Dünnschichtprodukt von dem Träger entfernt, zu einem Pigment zerkleinert und in Tinten und Beschichtungszusammensetzungen verwendet.

[0048] Dieses Material zeigt bei einer Magnetisierungsänderung im Magnetfeldbereich unter 1 Oersted eine scharfe Barkhausen-Diskontinuität.

3. Grün-zu-Blau-OVP mit mittlerer Koerzitivfeldstärke

[0049] Bei einer weiteren Variante der ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP wurde ein Kobaltferrit mit mittlerer Koerzitivfeldstärke mit der Zusammensetzung CoFe_2O_4 als der magnetische Funktionsträger verwendet. Eine siebenschichtige Folge wurde durch elektronenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen wie folgt auf einer mit einer Trennschicht (R) versehenen Trägerfolie (C) abgeschieden:

1. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (erste Absorberschicht **1**)
2. MgF_2 , 385 nm dick (erste dielektrische Schicht **2**)
3. Aluminium-Metall, 40 nm dick (erste Reflektorschicht **3**)
4. CoFe_2O_4 , 100 nm dick (magnetische Schicht **4**)
5. Aluminium-Metall, 40 nm dick (zweite Reflektorschicht **3'**)
6. MgF_2 , 385 nm dick (zweite dielektrische Schicht **2'**)

7. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (zweite Absorberschicht 1')
Gesamter Lichtweg bei orthogonalem Einfall: 530 nm.

[0050] Das CoFe_2O_4 -Ferritmaterial kann vorteilhafterweise auch durch argonionenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen abgeschieden werden.

[0051] Nach dem Abschluß des Abscheidens wurde das Dünnschichtprodukt von dem Träger entfernt, zu einem Pigment zerkleinert und Tinten und Beschichtungszusammensetzungen verwendet.

[0052] Ein optisch variabler Fleck, der gemäß dieser Ausführungsform hergestelltes magnetisches OVP enthielt, wurde erfolgreich als eine Spur für die magnetische Speicherung von Sicherheitsinformationen verwendet, wie etwa die versteckten Gegenprobeinformationen bei Transporthickets, Bankkarten, Kredit- oder Zugangskarten.

[0053] 4. Grün-zu-Blau-OVP mit hoher Koerzitivfeldstärke

[0054] Bei einer weiteren Variante der ersten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP wurde ein Bariumferrit-Material mit hoher Koerzitivfeldstärke mit der Zusammensetzung $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ als der magnetische Funktionsträger verwendet. Eine siebenschichtige Folge wurde durch elektronenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen auf einer mit einer Trennschicht (R) versehenen Trägerfolie (C) wie folgt abgeschieden:

1. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (erste Absorberschicht 1)
 2. MgF_2 , 385 nm dick (erste dielektrische Schicht 2)
 3. Aluminium-Metall, 40 nm dick (erste Reflektorschicht 3)
 4. $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, 300 nm dick (magnetische Schicht 9)
 5. Aluminium-Metall, 40 nm dick (zweite Reflektorschicht 3')
 6. MgF_2 , 385 nm dick (zweite dielektrische Schicht 2')
 7. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (zweite Absorberschicht 1')
- Gesamter Lichtweg bei orthogonalem Einfall: 530 nm.

[0055] Das $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ -Ferritmaterial kann vorteilhafterweise auch über argonionenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen abgeschieden werden.

[0056] Nach dem Abschluß des Abscheidens wurde das Dünnschichtprodukt von dem Träger entfernt, zu einem Pigment zerkleinert und in Tinten und Beschichtungszusammensetzungen verwendet.

[0057] Ein optisch variabler Fleck, der gemäß dieser Variante der bevorzugten Ausführungsform hergestelltes magnetisches OVP enthielt, wurde erfolgreich als eine Spur für das irreversible Schreiben magnetischer Sicherheitsinformationen, zum Beispiel versteckter Authentifizierungsinformationen in einer Kredit- oder Zugangskarte, verwendet. Um das Bariumferrit-Metall mit einer Koerzitivfeldstärke von 3.000 Oersted zu magnetisieren, um die Sicherheitsinformationen zu schreiben, wurde eine spezielle, nicht üblicherweise erhältliche Hardware benötigt.

[0058] Das OVP gemäß den obigen Ausführungsformen kann in Tinten oder Beschichtungszusammensetzungen eingearbeitet und durch ein beliebiges Druck- oder Beschichtungsverfahren auf Gegenstände aufgebracht werden, wie etwa Tiefdruck, Siebdruck oder Transferdruck; alternativ können sie geformt oder in Kunststoffmaterial laminiert werden.

[0059] Die vorliegende Erfindung offenbart auch optisch variable Folien mit magnetischen Eigenschaften, die gemäß den gleichen Prinzipien wie die optisch variablen Pigmente aufgebaut sind. Solche Folien umfassen bemerkenswerterweise einen zumindest vierschichtigen Stapel, der einen optischen Teil und mindestens eine zusätzlich magnetische Schicht darauf umfaßt.

[0060] Mehr als eine magnetische Schicht 4 aus magnetischem Material kann in der optisch variablen Folie vorliegen. Im Fall von mehreren magnetischen Schichten 4 können sich die Schichten nebeneinander befinden oder durch Schichten aus unmagnetischem Material getrennt sein. Die magnetischen Schichten 4 können weiterhin entweder aus dem gleichen oder aus anderen magnetischen Materialien bestehen. Die optisch variable Folie gemäß der Erfindung kann zudem zusätzliche offene oder verborgene Eigenschaften besitzen, wie etwa Angaben, Mikrotextrur, Lumineszenz, Hochfrequenz- oder Mikrowellenresonanzabsorption usw.

[0061] Die magnetische Schichtseite der Folie wird unter Verwendung einer geeigneten Transfertechnik wie etwa Heiß- oder Kaltstempeln in Verbindung mit einem entsprechenden Kleber auf ein Substrat aufgebracht.

5. Gold-zu-Grün-OVP-Folie mit mittlerer Koerzitivfeldstärke

[0062] Bei einer zweiten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP wird ein Eisenoxid mit mittlerer Koerzitivfeldstärke als der magnetische Funktionsträger in einer OVP-Folie verwendet. Eine vierschichtige Folge wurde durch elektronenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen wie folgt auf einer mit einer Trennschicht R versehenen Trägerfolie C abgeschieden:

1. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (Absorberschicht **1**)
 2. MgF_2 , 440 nm dick (dielektrische Schicht **2**)
 3. Aluminium-Metall, 40 nm dick (Reflektorschicht **3**)
 4. Fe_2O_3 , 500 nm dick (magnetische Schicht **4**)
- Gesamter Lichtweg bei orthogonalem Einfall: 605 nm.

[0063] Das Fe_2O_3 -Material kann auch vorteilhafterweise durch argonionenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen abgeschieden werden.

[0064] Nach Abschluß des Abscheidens wurde die Folie mit einer Heißschmelzkleberzusammensetzung beschichtet und unter Verwendung eines Heißstempelwerkzeugs länglicher Form auf Sicherheitsdokumente aufgebracht, um eine optisch variable magnetische Spur auszubilden. Authentifizierungsinformationen wurden dann magnetisch in die Sicherheitsspur geschrieben.

6. Aktivierbare/deaktivierbare Grün-zu-Blau-EAS-Folie-OVP

[0065] Bei einer Variante der zweiten bevorzugten Ausführungsform eines magnetischen OVP wurde ein mehrschichtiges magnetisches Material als der magnetische Funktionsträger verwendet. Die Einrichtung besteht aus einer Barkhausen-aktiven EAS-Schicht aus $\text{Fe}_{60}\text{Co}_{15}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$, gefolgt von einer Nickelschicht mit niedriger Koerzitivfeldstärke. Die folgende Sequenz wurde durch elektronenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen wie folgt auf eine mit einer Trennschicht R versehene Trägerfolie C aufgebracht:

1. Chrom-Metall, 3,5 nm dick (Absorberschicht **1**)
 2. MgF_2 , 385 nm dick (dielektrische Schicht **2**)
 3. Aluminium-Metall, 40 nm dick (Reflektorschicht **3**)
 4. $\text{Fe}_{60}\text{Co}_{15}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$, 200 nm dick (erste magnetische Schicht **4**)
 5. Nickel-Metall, 200 nm dick (zweite Magnetische Schicht **4**)
- Gesamter Lichtweg bei orthogonalem Einfall: 530 nm.

[0066] Das $\text{Fe}_{60}\text{Co}_{15}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ -Material kann vorteilhafterweise auch durch argonionenstrahlunterstütztes thermisches Aufdampfen abgeschieden werden.

[0067] Nach dem Abschluß des Abscheidens wurde die Folie unter Verwendung eines vorbedruckten, UV-aktivierten Kleberflecks und eines Kaltstempelwerkzeugs in Form von optisch variablen magnetischen Sicherheitssiegeln auf Sicherheitsdokumente aufgebracht.

[0068] Falls sich die Nickelschicht in einem magne-

tisierten Zustand befindet, reagiert die $\text{Fe}_{60}\text{Co}_{15}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ -Schicht nicht auf das Barkhausen-Abfragefeld, das ein magnetisches Wechselfeld mit einer größten Feldstärke unter 5 Oersted ist. Am Ende eines Endmagnetisierungszyklus jedoch kann das Barkhausen-aktive Material durch sein eigenes charakteristisches Verhalten detektiert werden. Durch eine Neumagnetisierung der Nickelschicht wird es dann wieder geschützt.

Patentansprüche

1. Magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung, die ein vom Betrachtungswinkel abhängiges Farbaussehen zeigt, mit einem mehrschichtigen Stapel, der mindestens eine lichtreflektierende Reflektorschicht (**3**, **3'**), mindestens eine lichtdurchlässige dielektrische Schicht (**2**, **2'**), mindestens eine lichtabsorbierende Absorberschicht (**1**, **1'**) und mindestens eine magnetische Schicht (**4**) enthält, wobei die magnetische Schicht (**4**) durch eine Reflektorschicht (**3**) von einer dielektrischen Schicht (**2**) getrennt ist.

2. Magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach Anspruch 1, wobei die magnetische Schicht (**4**) innerhalb zweier Reflektorschichten (**3**, **3'**) angeordnet ist.

3. Magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die magnetische Schicht (**4**) aus einem magnetischen Metall oder einer magnetischen Metallegierung besteht, die ein chemisches Element der Gruppe bestehend aus Eisen, Kobalt, Nickel, Gadolinium umfaßt.

4. Magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die magnetische Schicht (**4**) eine anorganische Oxidverbindung und/oder ein Ferrit der Formel MFe_2O_4 ist, wobei M ein Element oder ein Cocktail von Elementen ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus doppelt geladenen Ionen von {Mg, Mn, Co, Fe, Ni, Cu, Zn} und/oder ein Granat der Formel $\text{A}_3\text{B}_5\text{O}_{12}$, wobei A ein Element oder ein Cocktail von Elementen ist ausgewählt aus der Gruppe von dreifach geladenen Ionen von {Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu oder Bi} und B ein Element oder ein Cocktail von Elementen ist ausgewählt aus der Gruppe von dreifach geladenen Ionen von {Fe, Al, Ga, Ti, V, Cr, Mn oder Co}.

5. Magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Reflektorschicht (**3**, **3'**) ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Aluminium, Aluminiumlegierungen, Chrom, Nickel, Silber, Gold.

6. Magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die magnetische Schicht (**4**) ein magnetischer mehrschichtiger

Stapel ist, bevorzugt ein geschichtetes Supergitter.

7. Magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach Anspruch 6, wobei der mehrschichtige Stapel mindestens zwei verschiedene magnetische Materialien oder mindestens ein magnetisches und mindestens ein unmagnetisches Material enthält.

8. Verfahren zum Herstellen einer magnetischen Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach Anspruch 1, hergestellt aus optisch variablen Pigmenten, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfaßt:

- a) Abscheiden einer dielektrischen Schicht (2, 2') auf einer Seite einer Absorberschicht (1, 1')
- b) Abscheiden einer Reflektorschicht (3, 3') auf der dielektrischen Schicht (2, 2') und
- c) Abscheiden einer magnetischen Schicht (4) auf der Reflektorschicht (3, 3').

9. Verfahren zum Herstellen einer magnetischen Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach Anspruch 8, mit den folgenden Schritten:

- d) Abscheiden einer zweiten Reflektorschicht (3') auf der magnetischen Schicht (4),
- e) Abscheiden einer zweiten dielektrischen Schicht (2') auf der zweiten Reflektorschicht (3') und
- f) Abscheiden einer zweiten Absorberschicht (1') auf der zweiten dielektrischen Schicht (2').

10. Magnetisches Dünnschichtinterferenzpigment, das ein vom Betrachtungswinkel abhängiges Farbaussehen zeigt, mit einem mehrschichtigen Stapel, der mindestens eine lichtreflektierende Reflektorschicht (3, 3'), mindestens eine lichtdurchlässige dielektrische Schicht (2, 2'), mindestens eine lichtabsorbierende Absorberschicht (1, 1') und mindestens eine magnetische Schicht (4) enthält, wobei die magnetische Schicht (4) durch eine Reflektorschicht (3) von einer dielektrischen Schicht (2) getrennt ist, erhalten durch Zerkleinern der magnetischen Dünnschichtinterferenzeinrichtung eines der Ansprüche 1 bis 7.

11. Drucktinte oder Beschichtungszusammensetzung, die magnetisches Dünnschichtinterferenzpigment nach Anspruch 10 enthält.

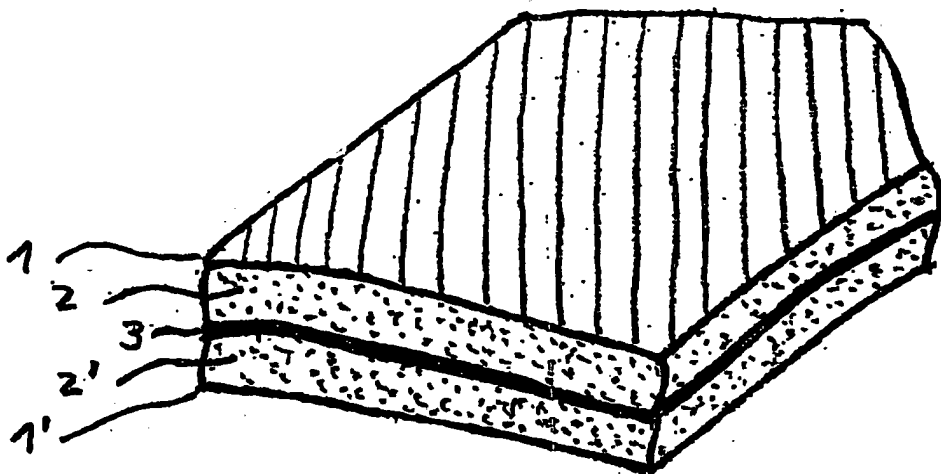
12. Sicherheitsdokument, das eine magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 umfaßt, wobei die magnetische Dünnschichtinterferenzeinrichtung durch eine Druck- oder eine Beschichtungstechnik oder durch eine Übertragungstechnik, bevorzugt Heißstempeln oder ein Kaltstempeln, auf ein Substrat aufgebracht wird.

13. Verwendung der Dünnschichtinterferenzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 oder 10 zum Authentifizieren eines Gegenstands über seine optischen Interferenzeigenschaften und über seine magnetischen Eigenschaften.

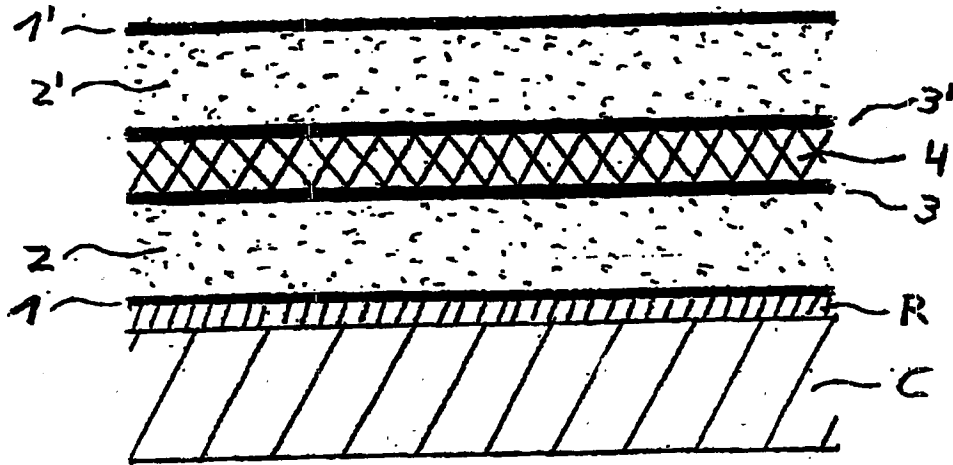
14. Verwendung nach Anspruch 13, wobei die Interferenzeinrichtung Teil einer Beschichtungszusammensetzung oder einer Beschichtung ist

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

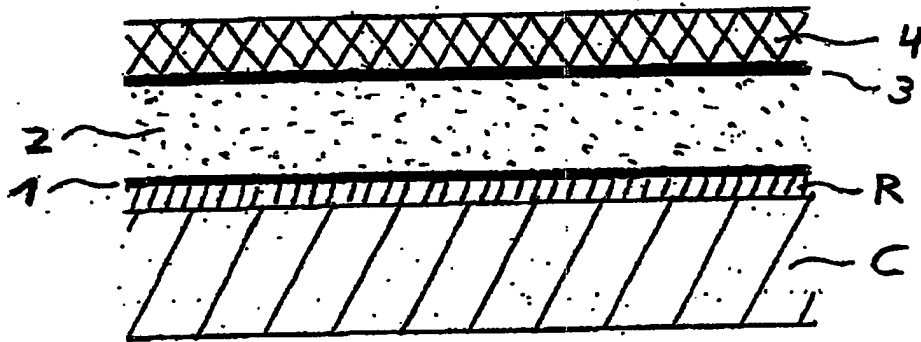
Anhängende Zeichnungen



Figur 1



Figur 2



Figur 3