

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. November 2003 (20.11.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/095657 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **C12N 15/87**,
13/00, A61K 48/00, 47/00, G01N 33/50

(74) **Anwalt: ZINSINGER, Norbert**; Louis . Pöhlau .
Lohrentz, Postfach 30 55, 90014 Nürnberg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/01483

(81) **Bestimmungsstaaten (national)**: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Mai 2003 (09.05.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 21 491.3 14. Mai 2002 (14.05.2002) DE

(84) **Bestimmungsstaaten (regional)**: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)**: **LEONHARD KURZ GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Schwabacher Strasse 482, 90763 Fürth (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

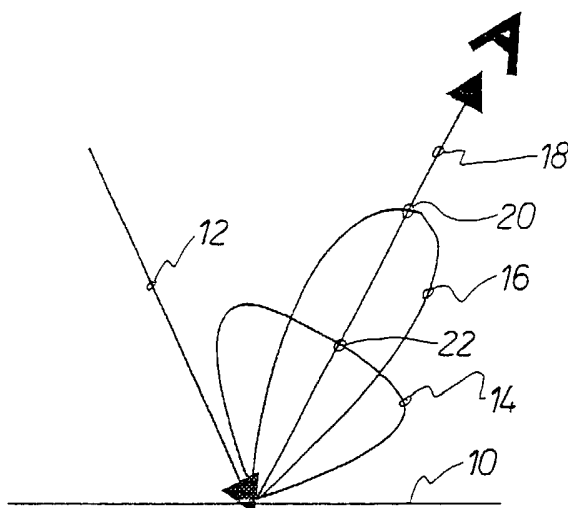
(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US)**: **SCHILLING, Andreas** [DE/CH]; Flurstrasse 20, CH-6332 Hagendorn (CH). **TOMPKIN, Wayne, Robert** [US/CH]; Oesterliwaldweg 2, CH-5400 Baden (CH). **STAUB, René** [CH/CH]; Hofmatt 24, CH-6332 Hagendorn (CH).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) **Title**: OPTICALLY VARIABLE ELEMENT

(54) **Bezeichnung**: OPTISCH VARIABLES ELEMENT



(57) **Abstract**: Disclosed is an optically variable element comprising partial surfaces which have achromatic surface structures and different diffusion, diffraction, and reflection properties. Said partial surfaces are combined with a thin-film structure, creating the impression of a defined, almost discrete change of colors to the observer during turning or tilting thereof rather than a continuous transition between colors.

(57) **Zusammenfassung**: Es wird ein optisch variables Element mit Teilflächen mit achromatischen Oberflächenstrukturen und unterschiedlichen Streu-, Beugungs-, und Reflexionscharakteristika beschrieben, die mit einer Dünnschichtstruktur kombiniert sind, wodurch für den Betrachter beim Drehen oder Kippen nicht der Eindruck eines kontinuierlichen Farbübergangs sondern eines definierten, fast diskreten Farbwechsels bewirkt wird.

WO 03/095657 A2

5

10 Optisch variables Element

15 Für bestimmte Anwendungen wie dem Dokumenten-Sicherheitsbereich gilt das Ziel,
zur Echtheitserkennung definierte und leicht erkenn- und erklärbare
Sicherheitsmerkmale anzubieten.

Beispielsweise beschreibt die WO 97/19821 ein optisch variables Flächenmuster mit
mindestens einer Repräsentation einer graphischen Konfiguration. Jeder
20 Repräsentation sind Oberflächenbereiche einer bestimmten Art zugeordnet. Bei einer
Beleuchtung mit sichtbarem Licht werden die Repräsentationen in Gestalt von Bildern
sichtbar, die unter verschiedenen Blickwinkeln helle und dunkle Punkte aufweisen.
Die genannten Oberflächenbereiche weisen Gitterstrukturen auf, deren Linienzahl
größer ist als 250 Linien/mm, so daß sich im sichtbaren Bereich deutlich sichtbare
25 Beugungseffekte ergeben.

Ein Dokument mit einem beugungsoptischen Sicherheitselement ist beispielsweise aus
der EP 0 105 099 B1 bekannt. Das Sicherheitselement weist eine Beugungsstruktur
auf, die durch Beugung des einfallenden Lichtes mindestens ein Farbmuster erzeugt,
30 das ein visuell nachprüfbares Echtheitsmerkmal darstellt. Die Beugungsstruktur ist

derartig ausgebildet, daß sich das bei einer gegebenen Beleuchtungs- und Beobachtungsrichtung einstellende Farbmuster mit lokal vorbestimmter Geschwindigkeit entlang einer vorbestimmten Bahn bewegt, wenn das Substrat in seiner Ebene in einem bestimmten Drehsinn und mit einer bestimmten
5 Geschwindigkeit gedreht wird.

Die EP 0 375 833 B1 offenbart ein optisch variables Flächenmuster mit einer graphischen Darstellung, wobei das Flächenmuster in m-Rasterfelder eingeteilt ist, die optisch aktive Beugungselemente mit mehr als 10 Linien/mm enthalten. Bei diesem
10 bekannten optisch variablen Flächenmuster weist jedes Rasterfeld eine größte Abmessung von weniger als 0,3 mm und eine Einteilung in N-Feldanteile mit je einem Beugungselement auf. Jedes Beugungselement entspricht einem vorbestimmten Pixel einer von N-Darstellungen. Die Parameter einer Reliefstruktur sind in jedem der N-Beugungselemente durch die Zugehörigkeit zu einer Teilfläche vorbestimmt, so daß
15 jede der N-Darstellungen in einer vorbestimmten Betrachtungsrichtung des Flächenmusters sichtbar ist.

Ein optisches Interferenzsicherheitselement beschreibt die US-A 3 858 977. Dieses bekannte Element weist ein Substrat und ein Filter auf, das mindestens eine optische
20 Interferenzschicht aufweist. Die optische Interferenzschicht besitzt eine bekannte Charakteristik ihrer Spektralreflektanz und eine davon verschiedene bekannte Spektraltransmittanz, die beide mit dem Lichteinfallswinkel variieren. Das Substrat, das einen Flächenbereich eines Wergedokumentes, wie einer Banknote, bilden kann, weist einen Oberflächenabschnitt auf, der zum Filter benachbart und gefärbt ist, um
25 einen Teil des durch das Filter transmittierten Lichtes zu absorbieren.

Optisch variable Flächenmuster, die wie die oben beschriebenen optisch variablen Flächenmuster ausgestaltet sind, können je nach Design- und Technologiewahl in Abhängigkeit vom Blickwinkel unterschiedliche visuelle, optisch-variable Effekte wie
30 eine Dreidimensionalität bzw. Perspektivität, Bewegungseffekte, Bild-Flips o.dgl.

erzeugen. Beim Drehen oder Kippen des Flächenmusters bzw. des mit einem solchen Flächenmuster versehenen Elementes um bestimmte Raumachsen erscheinen viele Designelemente in den typischen Regenbogenfarben.

- 5 Dieser quasi kontinuierliche Übergang über das gesamte Regenbogenspektrum ist nun bei einigen Sicherheitsanwendungen mit Nachteilen behaftet. Er steht dem Ziel, zur Echtheitserkennung möglichst definierte und leicht erkenn- und erklärbare Sicherheitsmerkmale vorzusehen, im Gegensatz. Ein solcher kontinuierlicher Farbübergang bzw. Farbwechsel stellt nämlich ein Definitionsproblem dar. Außerdem
- 10 ist eine klare Abgrenzung von Merkmalen bezüglich der Funktionalität und des Erscheinungsbildes zwischen Sicherheitsanwendung und kommerziellen Anwendungen notwendig, um Verwechslungen durch einfache Imitation oder durch den Transfer kommerzieller Merkmale auf Sicherheitsdokumente usw. zu unterbinden.

- 15 Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein optisch variables Element zu schaffen, das für den Betrachter beim Drehen oder Kippen nicht den Eindruck eines kontinuierlichen Farbübergangs sondern eines definierten, fast diskreten Farbwechsels bewirkt.

- 20 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß Teilflächen eines optisch variablen Flächenmusters achromatische Oberflächenstrukturen mit unterschiedlichen Streu-, Reflexions- oder Beugungscharakteristiken aufweisen und übereinanderliegend mit einer Dünnschichtstruktur kombiniert sind. Die Aufgabe wird weiter durch ein
- 25 Sicherheitselement gelöst, das ein optisch variables Flächenmuster mit zwei oder mehr Teilflächen aufweist, die achromatische Oberflächenstrukturen mit unterschiedlichen Streu-, Reflexions- oder Beugungscharakteristiken besitzen und übereinanderliegend mit einer Dünnschichtstruktur kombiniert sind.

Achromatische Oberflächenstrukturen sind hierbei Oberflächenstrukturen, die für den Betrachter im Wesentlichen farblos erscheinen. Beispiele für achromatische Oberflächenstrukturen sind Makrostrukturen, achromatische Blaze-Strukturen (asymmetrische Strukturen), symmetrische Strukturen, zum Beispiel Sinusgitter, 5 Mattstrukturen oder Kinoforms. Bei diesen unterschiedlichen Arten von achromatischen Oberflächenstrukturen wird das achromatische Verhalten jeweils durch eine unterschiedliche Gestaltung der Oberflächenstruktur erreicht. Beispiele für achromatische Strukturen sind in der eingangs zitierten WO 97/19821 offenbart.

10 Bei achromatischen Blaze-Strukturen, wie beispielsweise Sägezahngritter, und achromatischen symmetrischen Strukturen, wie beispielsweise Sinusgitter, ist die Periode der Oberflächenstruktur nicht kürzer als $1,5\ \mu\text{m}$. Blaze-Strukturen zeichnen sich dadurch aus, daß sie bereichsweise jeweils als lineare Funktionen beschreibbar sind (Sägezahnform, Rechteckform) und somit wie gekippte Spiegel wirken.

15 Ein bevorzugter Bereich der Größe der Einzelstrukturen der Oberflächenstruktur ist der Bereich von $2\ \mu\text{m}$ bis $10\ \mu\text{m}$. Die typische Tiefe dieser Oberflächenstrukturen liegt in dem Bereich von $500\ \text{nm}$ bis $2\ \mu\text{m}$. Strukturen aus diesem Größenbereich sind aus herstellungstechnischer Sicht noch größeren Strukturen vorzuziehen.

20 Damit liegen diese achromatischen Strukturen in einem Bereich, in dem Beugungserscheinungen die optischen Eigenschaften nur noch gering beeinflussen und die Strukturen im Wesentlichen wie gekippte Spiegel wirken. Beispiele für den Aufbau achromatischer Blaze-Strukturen können dem Artikel „Non-standard Diffraction 25 Structures for OVD's“ von Renen Staub et al., SPIE Vol. 3314, Seiten 194 bis 202, 1998 entnommen werden.

Makrostrukturen wirken ebenfalls im Wesentlichen durch Reflexion. Eine Makrostruktur läßt sich durch eine stückweise stetige und differenzierbare Funktion $M(x,y)$ der Koordinaten x und y einer gedachten Referenzebene darstellen. Die 30

Funktion $M(x, y)$ beschreibt eine wenigstens in Teilbereichen gekrümmte Fläche, wobei in dem Teilbereich $\Delta M(x, y) = 0$ gilt, und die Funktion $M(x, y)$ keine periodische Dreiecks- oder Rechtecksfunktion ist. Eine Makrostruktur hat eine dreidimensionale Reliefform, die als komplexes Muster gestaltet sein kann und
5 beispielsweise in Form eines Logos oder eines Symbols ausgeformt ist. Benachbarte Extremwerte einer Makrostruktur sind üblicherweise wenigstens 0,1 mm voneinander entfernt.

Mattstrukturen sind durch ein stochastisches Oberflächenprofil charakterisiert, wobei
10 die mittleren Tiefen und die lateralen Größen der Strukturen durch statistische Kenngrößen beschreibbar sind. Hierbei können in verschiedenen Vorzugsrichtungen verschiedene Strukturparameter vorkommen. Wichtige Strukturparameter sind beispielsweise die mittlere Tiefe und die Korrelationslänge. Derartige Mattstrukturen sind durch Prozesse herstellbar, die eine statistische Charakteristik aufweisen. Bei
15 diesen Prozessen handelt es sich z.B. um Naßätzen, Schmirgeln, Sandstrahlen o.dgl..

Typische Zahlenwerte für den Mittenrauwert von Mattstrukturen sind 20 nm bis 2000 nm, vorzugsweise 50 nm bis 500 nm. Typische Zahlenwerte für die Korrelationslänge von Mattstrukturen sind 200 nm bis 50.000 nm, vorzugsweise 500 nm bis 10.000 nm.

20

Kinoforms sind Strukturen, die mittels Beugungseffekten ein benutzerdefiniertes Streuverhalten erzeugen.

Verwendung findet das erfindungsgemäße optisch variable Flächenmuster
25 insbesondere bei Sicherheitselementen wie Dokumenten, Banknoten, Kreditkarten o.dgl.. Die Sicherheitselemente bestehen aus einer Kombination von Dünnschichtstrukturen mit achromatischen diffraktiven Oberflächenstrukturen, wodurch die visuellen Effekte der Dünnschichtstruktur und die visuellen Effekte der diffraktiven Oberflächenstruktur besonders gut aufeinander abgestimmt werden können.

30

Bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmusters sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Eine bevorzugte Ausführungsform des optisch variablen Flächenmusters besteht darin,
5 daß die achromatischen Oberflächenstrukturen als Mattstrukturen ausgebildet sind,
die unterschiedliche Streucharakteristiken aufweisen.

Eine besonders interessante Möglichkeit besteht hierbei darin, die Mattstrukturen so zu gestalten, daß sich die Streucharakteristiken der Teilflächen bezüglich Farb- und
10 Kontrastwechsel unterscheiden. Der dadurch erreichte optische Effekt ermöglicht eine besonders gute Abgrenzung der optischen Merkmale.

Weitere vorteilhafte optische Effekte können dadurch erreicht werden, daß die Mattstrukturen sich in ihrer mittleren Tiefe und/oder in ihrer Korrelationslänge
15 unterscheiden. Mittels der Parameter mittlere Tiefe und Korrelationslänge läßt sich die Breite des Streukegels und die Form des Streukegels bestimmen. Durch Teilflächen mit Mattstrukturen, die sich in Bezug auf obige Parameter unterscheiden, wird so erreicht, daß die Teilflächen unterschiedlich geformte Streukegel besitzen.

20 Mattstrukturen können als isotrope Mattstrukturen ausgebildet sind. Isotrop bedeute hierbei, daß die Streucharakteristik der Mattstruktur nicht abhängig vom Drehwinkel in der Ebene ist. Solche isotropen Mattstrukturen sind hierbei insbesondere dann anzuwenden, wenn Drehwinkeländerungen nicht zu einer Änderung der optischen Wirkung des variablen optischen Elements führen sollen.

25 Um zusätzliche optische Effekte zu erzielen, können Mattstrukturen als anisotrope Mattstrukturen ausgebildet werden. Hierdurch können dynamische Effekte, beispielsweise eine Änderung der Helligkeit oder des Grauwertes in Abhängigkeit vom Drehwinkel, erreicht werden.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen optisch variablen Flächenmusters besteht darin, daß die achromatischen Oberflächenstrukturen als Makrostrukturen oder Blaze-Strukturen ausgebildet sind, die unterschiedliche Reflexionscharakteristika aufweisen.

5

Die Größe der Einzelstrukturen der Oberflächenstruktur von Blaze-Strukturen liegt im Bereich von 2 µm bis 10 µm. Die typische Tiefe dieser Oberflächenstrukturen liegt in dem Bereich von 500 nm bis 2 µm. Die Größe von Makrostruktur befindet sich bevorzugt im Bereich von 20 µm bis 30 µm. Die Strukturhöhe einer Makrostruktur ist bevorzugt kleiner als 5µm, kann jedoch auch 40 µm betragen. Makrostrukturen und Blaze-Strukturen wirken im Wesentlichen durch Reflexion. Durch die Wahl unterschiedlicher Reflexionscharakteristika läßt sich hierbei eine Vielzahl unterschiedlicher optischer Effekte erzielen.

10

Bei der Dimensionierung der Makrostrukturen sind der Flankenabstand und die Flankensteilheit der Einzelelemente möglichst so zu wählen, daß Beugungseffekte im sichtbaren Bereich nicht auftreten. Weiter ist die Dünnschichtstruktur bevorzugt auf der Makrostruktur anzuordnen, d. h. in Richtung des Betrachters anzuordnen.

15

Einfache Makrostrukturen sind für Teilflächen durch mathematische Funktionen beschreibbar, beispielsweise durch $M(x, y) = a \times (1 + \sin(2\pi F_y \times y))$ für eine periodische Makrostruktur. F_y ist hierbei die Raumfrequenz der periodischen Makrostruktur $M(x, y)$ in Richtung der Koordinatenachse y . Weiter ist es auch möglich, daß die Makrostruktur aus einem vorbestimmten Ausschnitt einer anderen mathematisch Funktion periodisch zusammengesetzt ist. Die Raumfrequenz F_y weist einen Wert von höchstens 10 Linien/mm auf und liegt vorzugsweise unter einem Wert von 3 Linien/mm.

20

25

Besonders vorteilhaft ist es hierbei, die Oberflächenstruktur einer Teilfläche als Sägezahnstruktur (Blaze-Struktur) auszubilden. Weitere vorteilhafte geometrische

30

Strukturen sind beispielsweise Mikrolinsenstrukturen und Wellenstrukturen (Makrostrukturen).

Je nach Anwendungsbereich ist es vorteilhaft, eine Dünnschichtstruktur mit einer
5 Dünnschicht mit einem hohen Brechungsindex zu wählen oder eine
Dünnschichtstruktur mit einem niedrigen Brechungsindex zu wählen. Ein hoher
Brechungsindex wird bevorzugt von einem Brechungsindex größer als 2 gebildet,
beispielsweise von einem Brechungsindex von 2.3 oder 2.4. Ein niedriger
Brechungsindex wird bevorzugt von einem Brechungsindex kleiner als 1.5 gebildet,
10 beispielsweise von einem Brechungsindex von 1.4.

Dünnschichtstrukturen können hierbei auf unterschiedliche Art und Weise gebildet
werden. Zum einen ist es möglich, diese aus einer geradzahligen oder ungeradzahligen
Anzahl von Dielektrizitäts-Schichten mit unterschiedlichen Brechungsindizes
15 aufzubauen, beispielsweise aus 5 oder 10 solcher Schichten. Es ist weiter möglich, eine
Dünnschichtstruktur aus einer Absorptionsschicht und einer Abstandsschicht ($\lambda/4$ oder
 $\lambda/2$) aufzubauen, an die eine Reflexionsschicht oder eine optische (transmissive)
Trennschicht anschließt.

20 Weiter ist es vorteilhaft, ein erfindungsgemäßes optisch variables Flächenmuster mit
weiteren Sicherheitsmerkmalen zu überlagern. So ist es möglich, das optisch variable
Flächenmuster mit einer nur partiell vorhandenen Reflexionsschicht zu kombinieren
oder mit einer diffraktiven Struktur, beispielsweise einem Kinegram, zu überlagern.
Weiter ist es auch möglich, ein mosaikartiges Flächenmuster herzustellen.

25 Die Erfindung wird im Folgenden anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter
zur Hilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein optisch variables Flächenmuster bei gerichteter Weißlicht-
Beleuchtung zur Verdeutlichung der Wirkung der Kombination einer
Dünnschichtstruktur mit zwei isotropen Mattstrukturen,

5 Fig. 2 eine der Figur 1 ähnliche Darstellung, wobei das optisch variable
Flächenmuster jedoch – im Vergleich mit Figur 1 – gekippt worden
ist, und

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer asymmetrischen achromatischen
10 Struktur mit einer Dünnschichtstruktur, und einer ebenen
Dünnschichtstruktur.

Figur 1 zeigt ein Substrat 10 mit einem Flächenmuster, das eine Kombination einer
15 Dünnschichtstruktur mit zwei isotropen Mattstrukturen aufweist. Der gegen das Substrat
10 gerichtete Pfeil 12 verdeutlicht eine gerichtete Weißlicht-Beleuchtung. Eine solche
gerichtete Beleuchtung liegt beispielsweise vor, wenn das Licht von einer einzigen
Lichtquelle kommt, die vom Substrat 10 relativ weit beabstandet ist.

20 Die beiden Mattstrukturen des Substrates 10 unterscheiden sich in ihrer mittleren Tiefe
und/oder in ihrer Korrelationslänge, so daß die eine Mattstruktur das gerichtet
einfallende Weißlicht über einen größeren Winkelbereich streut als die andere
Mattstruktur. Der Streukegel der Mattstruktur mit dem größeren Winkelbereich ist mit
der Bezugsziffer 14 und der Streukegel der anderen Mattstruktur ist mit der
25 Bezugsziffer 16 bezeichnet.

Unter der Annahme, daß die Eigenschaften des Dünnschichtfilms und die Eigenschaften der
Mattstrukturen voneinander näherungsweise unabhängig sind, ergibt sich der Vorteil,
daß der charakteristische Farbumschlag bei einer gerichteten Beleuchtung für den

Benutzer leichter zu erkennen ist, da sich der Farbumschlag nicht nur im Spiegelreflex erschließt.

Mit der Bezugsziffer 18 ist die Beobachtungsrichtung, d.h. die Blickrichtung des Benutzers auf das Substrat 10, bezeichnet. Der Betrachter muß das Substrat 10 kippen und so positionieren, daß die Lichtquelle im Spiegelreflex erscheint. Durch die Überlagerung der Dünnfilmstruktur mit den beiden Mattstrukturen werden die Betrachtungsbereiche, in denen der Dünnfilmeffekt erkennbar ist, in vorteilhafter Weise vergrößert. Gemäß Figur 1 ist beispielsweise die Teilfläche des Substrates 10, die mit der Mattstruktur mit dem Streukegel 16 belegt ist, in hellroter Farbe, d.h. in der Dünnfilmfarbe Rot mit entsprechend großer Intensität, sichtbar. Diejenige Teilfläche, die mit der den Streukegel 14 aufweisenden Mattstruktur belegt ist, erscheint zwar ebenfalls in roter Farbe, sie ist jedoch aufgrund des größeren Streubereichs dunkler, weil die Intensität in der durch den Pfeil 18 bezeichneten Beobachtungsrichtung entsprechend reduziert ist. Das ist durch die Punkte 20 und 22 verdeutlicht.

Beim Kippen des Substrates 10 – wie es in Figur 2 gezeichnet ist – erfolgt ein Wechsel der vom Dünnfilm reflektierten gerichteten Weißlicht-Beleuchtung 12 beispielsweise nach Grün, was durch den Pfeil 23 angedeutet ist. Die durch den Pfeil 12 angedeutete gerichtete Weißlicht-Beleuchtung und die durch den Pfeil 18 verdeutlichte Beobachtungsrichtung bleiben unverändert.

Aufgrund der unterschiedlichen Streucharakteristiken entsprechend dem Streukegel 14 und dem Streukegel 16 der beiden Mattstrukturen erscheint zudem die vorher hellere Teilfläche gemäß dem Punkt 20 in Figur 1 nun dunkler und die vorher gemäß dem Punkt 22 dunklere Teilfläche nun – dem Punkt 22' in Figur 2 entsprechend – heller. Die konkrete Farbgestaltung ist hierbei durch den Dünnfilm vorgegeben. Der Farbwechsel von Rot nach Grün ist selbstverständlich nur beispielhaft angegeben. Neben dem Farbwechsel erfolgt in vorteilhafter Weise auch ein Kontrastwechsel in

der relativen Helligkeit. Diese beiden Effekte des Farb- und Kontrastwechsels können vorteilhaft zur Referenzierung herangezogen werden und erlauben somit für den Betrachter eine einfache Kommunikation.

- 5 Die Figur 3 verdeutlicht schematisch eine Kombination einer Dünnfilmstruktur 24 mit einer asymmetrischen achromatischen Struktur. Dabei ist mit der Bezugsziffer 26 ein Flächenmuster, bestehend aus zwei verschiedenen Flächenelementen 28 und 30, die aneinander angrenzen, schematisch dargestellt. Der Bereich 32 verdeutlicht eine Anordnung mit einer sägezahnartig gekippten Dünnfilmstruktur und der Bereich 34
- 10 verdeutlicht schematisch eine ebene Dünnfilmstruktur. Die unterschiedlichen optischen Wirkungen der beiden Dünnfilmstrukturen 32 und 34 kommen im Wesentlichen dadurch zustande, daß für die gekippte Dünnfilmstruktur 32 zwischen der für den optischen Effekt ausschlaggebenden Dünnfilmdicke D_{eff} und der physikalisch aufgedampften Schichtdicke D_{phys} ein Unterschied besteht. Im
- 15 Gegensatz hierzu besteht bei der ebenen Dünnfilmstruktur 34 zwischen der für den optischen Effekt ausschlaggebenden Dünnfilmdicke D_{eff} und der physikalisch aufgedampften Schichtdicke D_{phys} kein Unterschied. Mit einer solchen Dünnfilmstruktur 24 lassen sich in vorteilhafter Weise zwei verschiedene Effekte erzeugen – je nachdem, ob für den Dünnfilm ein Material mit einem hohen
- 20 Brechungsindex oder mit einem niedrigen Brechungsindex gewählt wird. Optische Eigenschaften von Dünnschichten sind z.B. in dem Buch „Optical properties of thin solid films“ von O. S. Heavens, London, Butterworths Scientific Publications, 1955, Seiten 154 ff. beschrieben.
- 25 Bei einem Dünnfilmmaterial mit hohem Brechungsindex ist realisierbar, daß die Teilflächen verschiedene Farben haben und diese Farben über einen relativ großen Kippwinkelbereich stabil sind. Bei einem Dünnfilmmaterial mit niedrigem Brechungsindex ist ein asymmetrischer Farb-Flip realisierbar, d.h. eine Teilfläche 28 bzw. 30 zeigt bei einer Kippung beispielsweise einen Farbumschlag von Rot nach
- 30 Grün, während die andere Teilfläche 30 bzw. 28 einen Farbumschlag von Grün nach

Rot zeigt. Das Rot der einen und das Rot der anderen Teilfläche sind nach einer solchen Kippung jedoch nicht identisch, sondern leicht unterschiedlich. Entsprechendes gilt für die grüne Farbe bzw. für andere Farben entsprechend.

- 5 Damit wird ein achromatisch diffraktiver Effekt von einem Dünnschicht-Interferenzeffekt mit einem vorbestimmten Farb-Flip überlagert, wodurch ein definierter Farbwechsel sicher gestellt wird. Die bei einem bekannten kontinuierlichen Farbwechsel vorhandenen bzw. nur erschwerte auszuschließenden Definitionsprobleme werden durch den erfindungsgemäß bewirkten definierten Farbwechsel beseitigt.

5

Ansprüche :

1. Optisch variables Element,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß Teilflächen des optisch variablen Elements mit achromatischen
 Oberflächenstrukturen, die unterschiedliche Streu-, Reflexions-, oder
 Beugungscharakteristiken aufweisen, übereinanderliegend mit einer
 Dünnschichtstruktur kombiniert sind.
- 15 2. Optisch variables Element nach Anspruch 1,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß die achromatischen Oberflächenstrukturen als Mattstrukturen ausgebildet
 sind, die unterschiedliche Streueigenschaften aufweisen.
- 20 3. Optisch variables Element nach Anspruch 2,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß die Streueigenschaften bezüglich Farb- und Kontrastwechsel in der relativen
 Helligkeit unterschiedlich sind.
- 25 4. Optisch variables Element nach Anspruch 2,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß die Mattstrukturen sich in ihrer mittleren Tiefe und/oder in ihrer
 Korrelationslänge unterscheiden.

30

5. Optisch variables Element nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Mattstrukturen als isotrope Mattstrukturen ausgebildet sind.
- 5 6. Optisch variables Element nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Mattstrukturen als anisotrope Mattstrukturen ausgebildet sind.
- 10 7. Optisch variables Element nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die achromatischen Oberflächenstrukturen als achromatische Blaze-Strukturen
und/ oder als Makrostrukturen ausgebildet sind, die unterschiedliche
Reflexionscharakteristika aufweisen.
- 15 8. Optisch variables Element nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Oberflächenstruktur einer Teilfläche als Sägezahnstruktur ausgebildet ist.
- 20 9. Optisch variables Element nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Dünnfilmstruktur eine Dünnfilmschicht mit einem hohen Brechungsindex,
insbesondere mit einem Brechungsindex über 2, aufweist.
- 25 10. Optisch variables Element nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Dünnfilmstruktur eine Dünnfilmschicht mit einem niedrigen
Brechungsindex, insbesondere mit einem Brechungsindex unter 1.5, aufweist.
- 30 11. Sicherheitselement mit einem optisch variablen Element nach einem der
vorhergehenden Ansprüche.

