



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 455 792 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- 45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **26.04.95** 51 Int. Cl.⁸: **B44F 1/04, G02B 1/10**
- 21 Anmeldenummer: **91900175.0**
- 22 Anmeldetag: **29.11.90**
- 86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE90/00916
- 87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 91/08118 (13.06.91 91/13)

54 DEKORIERTER GEGENSTAND.

- | | |
|---|--|
| <p>30 Priorität: 30.11.89 DE 3939519</p> <p>43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.11.91 Patentblatt 91/46</p> <p>45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
26.04.95 Patentblatt 95/17</p> <p>84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI NL</p> <p>56 Entgegenhaltungen:
DE-U- 8 628 629
GB-A- 2 121 075
US-A- 3 338 730
US-A- 3 645 600
US-A- 4 793 669</p> | <p>73 Patentinhaber: Biedermann, Andreas
Magenbuch 128
D-88356 Ostrach (DE)</p> <p>72 Erfinder: Biedermann, Andreas
Magenbuch 128
D-88356 Ostrach (DE)</p> <p>74 Vertreter: Patentanwälte Dipl.-Ing. E. Eisele
Dr.-Ing. H. Otten
Seestrasse 42
D-88214 Ravensburg (DE)</p> |
|---|--|

EP 0 455 792 B1

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).

BeschreibungTechnisches Gebiet

5 Die Erfindung bezieht sich auf Gegenstände, deren Form und deren Oberfläche zur Erzielung einer ästhetischen Wirkung in bestimmter Weise gestaltet sind.

Die Erfindung betrifft insbesondere einen dekorierten Gegenstand, welcher einen transparenten Körper bestimmter Form aufweist, auf dessen Oberfläche ein Schichtsystem zur Erzeugung von Interferenzeffekten vorgesehen ist.

10

Stand der Technik

Technische Anwendungen für optische Bauelemente sind bekannt und üblich. Beispiele sind Hochleistungsspiegel, Filter und Strahlteiler. Eine Übersicht ist enthalten in

15 H.A.M. Macleod, Thin Film Optical Devices, in "Active and passive thin film devices", Academic Press 1978 (D1).

Manche Bauelemente lassen sich nur mit Hilfe von Interferenzschichten realisieren. Man kann praktisch alle physikalisch nicht verbotenen optischen Eigenschaften mit Hilfe von Interferenzschichtsystemen züchten. Die Möglichkeiten reichen von der völligen Entspiegelung bis zu einem Spiegel, der stärker reflektiert als eine Silberoberfläche; von einem schmalbandigen Durchlaßfilter bis zu einem Bandpaß mit steilen Kanten. Die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften.

20

Durchlaß T und Reflektion R von der Wellenlänge hat zur Folge, daß das Schichtsystem farbig erscheint. Insbesondere ist es leicht, mit Interferenzschichtsystemen kräftige, farbige Reflektion zu erzielen, was mit anderen Mitteln nicht oder nur schwer möglich ist.

25

Übliche Färbung geschieht durch Zusatz von Stoffen, die einen bestimmten Wellenlängenbereich absorbieren. Der Gegenstand erscheint dann in der Farbe der nichtabsorbierten Wellenlängen.

Dieser Mechanismus geschieht hauptsächlich beim Durchlaß des Lichts, kaum in Reflektion. Absorbierende Färbung ist gekennzeichnet dadurch, daß ein Teil des Lichts vernichtet wird. Ein so gefärbter Gegenstand wirkt dunkel. Um so reiner und tiefer die Farbe ist, um so mehr Licht muß absorbiert werden und um so dunkler wirkt der Gegenstand. Dieser Effekt macht sich insbesondere dann nachteilig bemerkbar, wenn die Farbe als dekoratives Element zur Erzielung einer ästhetischen Wirkung eingesetzt werden soll. Die Absorption ist eine Eigenschaft der verwendeten Stoffe, so daß die verfügbaren Farben durch die Anzahl geeigneter Stoffe begrenzt wird. Da es sich um absorbierende Färbung handelt, ergibt die Mischung verschiedener Stoffe in der Regel schmutzige Mischfarbe.

30

Die Verwendung von absorptionsfreien Interferenzschichtsystemen bringt folgende Vorteile:

35

- Herstellung beliebiger, klarer Farben möglich,
- kräftige, farbige Reflektion,
- helle Farben, kein Lichtverlust.

Trotzdem werden bisher die absorptionsfreien Interferenzschichtsysteme nicht zur Dekoration genutzt.

40

Es ist anzunehmen, daß ausschlaggebend für die Nichtnutzung folgender Umstand ist: Die Farbwirkung von absorptionsfreien Interferenzschichtsystemen zeigt eine ausgeprägte Abhängigkeit von den Beleuchtungsverhältnissen. Insbesondere ist für eine Anwendung schädlich, daß unter üblicher, halbwegs gleichmäßiger, Beleuchtung, die Farbeffekte nahezu verschwinden.

Zur Erläuterung wird der Begriff "Farbtiefe" K verwendet.

45

Auf das Auge des Beobachters trifft Licht mit der Intensität I. Die Änderung der Intensität mit der Wellenlänge ist ausschlaggebend für das Farbempfinden. Es tritt maximale Intensität auf, I_{\max} , und minimale Intensität, I_{\min} , im sichtbaren Spektralbereich. Die Funktion $K = (I_{\max} - I_{\min}) / I_{\min}$ kann als Maß für die Farbtiefe genommen werden, vorausgesetzt, daß die Extrema nicht so dicht liegen, daß das Auge über die Wellenlänge integriert. Falls die Intensität nicht schwankt, $I_{\max} - I_{\min} = 0$, ergibt sich für K der Wert 0.

50

Tatsächlich erscheint das Licht in diesem Fall weiß (farblos). Das Auge "mißt" relativ, so daß in K das Verhältnis von Intensitäten berechnet wird. Ein großer Wert von I_{\min} verringert den Wert von K, damit wird berücksichtigt, daß eine bei allen Wellenlängen vorhandene Grundintensität die Farbe "verweißlicht".

Von der Färbung eines Gegenstandes, dessen Dekoration in der Färbung besteht, ist zu verlangen, daß die Farben unter vielen Beleuchtungsverhältnissen wirksam werden.

55

1. Fall: reine Reflektion

Im Falle reiner Reflektion zeigen Schichtsysteme und sogar Einfachschichten (Lüster, Seifenblasen) hohe Farbtiefe.

Das wird verursacht durch geringen Wert von I_{\min} . Es muß keine Mühe darauf angewandt werden, in

Reflektion ausreichende Farbtiefe zu erreichen. Reine Reflektion tritt aber sehr selten auf.

2. Fall: reine Transmission

In reiner Transmission ist akzeptable Farbtiefe erst mit Dreifachschichten zu erreichen (Tab.1). Es bereitet keine Schwierigkeit, durch Gestaltung des Schichtsystems beliebig hohe Farbtiefe zu erreichen.

5 Reine Transmission tritt eher auf als reine Reflektion. Es genügt meist, durch den Gegenstand hindurch eine Lichtquelle zu betrachten. Die Helligkeit einer Lichtquelle ist im Vergleich zur Umgebung oft so groß, daß näherungsweise von reiner Transmission gesprochen werden kann.

3. Fall: Reflektion und Transmission gleichzeitig

10 Die Farbtiefe ist in diesem Fall eine Funktion des Verhältnisses der verursachenden Intensitäten. Fig. 1 zeigt eine typische Beleuchtung. Ein transparenter Gegenstand G, der eine Interferenzschicht S aufweist, befindet sich oberhalb einer Unterlage U (z.B.: eines Tisches) und wird schräg von oben betrachtet (angedeutet durch das Augensymbol).

In Fig. 3 sind die Größen angegeben, die zur Berechnung der auf das Auge fallenden Intensität verwendet werden.

15 Die Intensität setzt sich zusammen aus von links einfallenden Intensität A, multipliziert mit dem Durchlaß T und der von rechts einfallenden Intensität B, multipliziert mit der Reflektion R.

$$I = AT + BR,$$

$$I = (1-R) + VR$$

20 $T = (1-R)$ für absorptionsfreie Schicht,

mit $V = B/A$ und $A = 1$.

In Tab. 2 ist die Farbtiefe K als Funktion von V und R für den Fig.1 betreffenden Fall angegeben. Die nicht beschichtete Rückseite des Gegenstandes wird vernachlässigt. Die maximale Reflektion 60%, 81%, 25 93%, 96% entspricht 3, 5, 7, und 9-fach Schichten (Tab.1). Aus Tab. 2 geht hervor, daß die Farbtiefe im Falle gleichmäßiger Ausleuchtung der Unterlage ($A = B$ bzw. $V = 1$) exakt Null ist. Dieses völlige Verschwinden der Farbe tritt auch unter realen Bedingungen auf. D.h. unabhängig von sonstigen Lichtquellen und Beleuchtungsverhältnissen im Raum, solange nur die Unterlage gleichmäßig ausgeleuchtet ist.

In Tab. 2 sind auch die Werte von K für nichtgleichmäßige Ausleuchtung angegeben. Der Durchschnitt von 30 K bei verschiedenen Werten V ist ein Maß für die dekorative Wirkung unter üblichen Beleuchtungsverhältnissen. Es ist interessant, daß, sich der Durchschnitt von K nicht wesentlich steigern läßt durch Einsatz großer Anzahl von Schichten.

Der Umstand, daß die Farbe unter üblichen Beleuchtungsverhältnissen schwach ist und zum Teil völlig verschwinden kann, ist ein erheblicher Mangel, der die Nutzung von Interferenzschichten zur Farbgebung 35 verhindert. Die Kenntnis dieses Mangels gehört zum Stand des Wissens. Es wurden verschiedentlich Vorschläge gemacht, den Mangel zu mildern:

European Patent Application, Appl. No.: 85304031.9, Publ. No.: 0 165 021 (D2) und DE-OS 3635567 (D3).

40 In D2 wird eine symbolerzeugende optische Interferenzvorrichtung zum Echtheitsnachweis vorgeschlagen. Der Gefahr, daß die Interferenzfarben nicht sichtbar sind, soll dadurch vorgebeugt werden, daß ganze Schichtsysteme übereinander aufgebracht werden. Tatsächlich steigt die durchschnittliche Farbtiefe mit steigender Schichtzahl (steigender maximaler Reflektion) etwas an, s. Tab. 2. Dafür wird aber ein großer Aufwand getrieben. Der Herstellungsaufwand steigt überproportional mit der Schichtzahl, weil sich Schichtfehler addieren. Der Gewinn an Farbtiefe ist sehr gering. Es kann, auch mit beliebig hoher Schichtzahl, nicht 45 verhindert werden, daß bei gleichmäßiger Beleuchtung ($V = 1$) die Farbe völlig verschwindet.

D3 liegt die Beobachtung zugrunde, daß bereits geringe Farbtiefen zur Dekoration ausreichen, wenn dafür gesorgt wird, daß unterschiedliche Farben gleichzeitig betrachtet werden. Es findet statt eine Vergrößerung des Kontrasts, und damit der dekorativen Wirkung, wenn zwei verschiedene Farben miteinander verglichen werden. Auch dann, wenn die jeweilige Farbtiefe recht gering ist. Die Vorschrift nach D3 50 setzt aber eine nicht verschwindende Farbtiefe voraus. Im Falle gleichmäßiger Ausleuchtung verschwinden alle Farben, so daß dann kein Vergleich verschiedener Farben mehr möglich ist. Auch die zu kleine Farbtiefe in der Nähe von $V = 1$ läßt sich durch die Vorschrift nach D3 kaum mildern.

Aus der gattungsbildenden DE-U-86 28 629 (D4) ist ein dekoriertes Gegenstand nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekanntgeworden. Bei diesem Gegenstand ist auf der Oberfläche eines transparenten 55 Hohlkörpers ein Schichtsystem mit ganz bestimmten Eigenschaften vorgesehen. Dabei besteht das Wesen dieses Gegenstandes darin, daß Oberflächenbereiche mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften angeordnet werden müssen. Mehrfachreflektionen an verschiedenen Stellen werden jedoch stark unterdrückt.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Gegenstand anzugeben, der mit Hilfe eines Schichtsystems und eines transparenten Körpers

5 (1) die Vorteile absorptionsfreier Färbung aufweist, insbesondere kräftige Farbreflexe entwickelt, beliebige Farbwahl gestattet und helle Färbung ohne Lichtverlust ermöglicht und

(2) den Mangel geringer, bzw. völlig verschwindender Farbtiefe bei üblicher Beleuchtung behebt.

Darstellung der Erfindung

10

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem dekorierten Gegenstand nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die kennzeichnenden Merkmale gelöst.

Die erfindungsgemäße Vorschrift setzt zwei unabhängige physikalische Mechanismen in Gang. Ein Mechanismus sorgt für die Entstehung von farbigen Reflexen, der zweite Mechanismus verstärkt die Farbtiefe und verhindert auch das völlige Verschwinden der Farbe unter üblichen Beleuchtungsverhältnissen.

Der Kern der Erfindung ist nur zugänglich experimenteller Messung oder mathematischer Analyse. Denn es ist auf den ersten Blick unverständlich, wieso eine farblos erscheinende Schicht durch eine zweite, ebenso farblos erscheinende Schicht hindurch betrachtet, dann farbig erscheint.

20 Zur Entstehung der farbigen Reflexe ist notwendig, daß die Flächennormalen in allen drei räumlichen Komponenten variiert werden und daß eine Schicht durch eine andere Schicht hindurch betrachtet wird. Während zur Verstärkung der Farbtiefe allein ausreichend ist, daß eine Schicht durch die andere Schicht betrachtet wird.

25 Mechanismus 1: Verstärkung der Farbtiefe, Verhindern des Verschwindens der Farbe unter üblicher Beleuchtung

Fig. 2 zeigt den bisher betrachteten Fall, daß ein Gegenstand G sich auf einer Unterlage U befindet und schräg von oben betrachtet wird. Im Gegensatz zu Fig. 1 weist der Gegenstand erfindungsgemäß zwei beschichtete Oberflächenbereiche auf. Fig. 4 gibt die Größen an, die zur Berechnung der Intensität verwendet werden. Mit T als Durchlaß und R als Reflektion ergibt sich die Intensität

$$I = ATT + BTRT + BR$$

$$I = (1-R)^2 + V(R(1-R)^2 + R).$$

35

und daraus mit

$$T = (1-R) \text{ und } V = B/A$$

$$A := 1$$

40

Es wird deutlich, daß kein Wert von V gefunden werden kann, für den die Intensität I unabhängig von R wird. D.h. es gibt nach Anordnung der Fig. 2 kein Beleuchtungsverhältnis, für das die Farben der Anordnung verschwinden. Darüberhinaus zeigt Tab. 3, daß die Farbtiefe im Durchschnitt verstärkt wird. Diese Farbtiefe ist zum Beispiel bereits für eine Dreifachschicht (Rmax = 60%) größer als für eine Neunfachschicht (Rmax = 96%) nach Tab. 2.

45

Mechanismus 2: Entstehen farbiger Reflexe und Ausführungsbeispiel

In Fig. 5 ist ein Gegenstand G dargestellt, beispielsweise ein Glaskörper mit gewölbter Oberfläche (Sektglas), auf dessen Kelchwände ein Schichtsystem S aufgetragen ist. Ein Betrachter, angedeutet durch das Augensymbol, blickt schräg von oben auf den Gegenstand. Er erblickt an der Stelle C einen Reflex, wenn sich auch schräg oben eine Lichtquelle befindet. Das ist sehr leicht möglich durch eine Lampe, eine helle Zimmerdecke, ein Fenster oder durch den Himmel. Es handelt sich um einen Reflex 2. Ordnung, der nur dadurch ermöglicht wird, daß sich x- und z- Komponenten der Flächennormalen auf verschiedenen Oberflächenbereichen der Schicht ändern. Für den vergleichsweise einfachen Fall eines Reflexes 2. Ordnung nach Fig. 5 wurde eine Berechnung ausgeführt. Es handelt sich um schrägen Lichteinfall, sodaß s- und p-Komponenten des Lichts berücksichtigt werden müssen. Der Strahlengang liegt nur in einer Ebene, deshalb wandeln sich s- und p-Komponenten nicht ineinander um, und es genügt s- und p-Komponente

55

während des gesamten Strahlenganges getrennt zu behandeln. Vorgaben für die Berechnung: Dreifachschicht, zweimalige Transmission durch das Schichtsystem unter 60° Einfallswinkel, zweimalige Reflektion unter 30° Einfallswinkel, Vernachlässigung der unbeschichteten Substratoberflächen. Es existieren mathematisch günstig aufbereitete Darstellungen der Interferenzeffekte an dünnen Schichten, beispielsweise D1, S. 326-334, die zur Berechnung der Intensität herangezogen werden können.

Die Ergebnisse der Berechnung und die genauen Daten des Schichtsystems sind in Fig. 6 dargestellt.

Die Erfindung ermöglicht, wie aus Fig. 6 ersichtlich,

1. eine beachtliche Farbtiefe selbst für das einfachste Schichtsystem und
2. einen erstaunlich hohen Wert für I_{\max} .

Der hohe Wert von I_{\max} entsteht durch die Nutzung der Winkelabhängigkeit der optischen Eigenschaften von Interferenzschichtsystemen. Wären die optischen Eigenschaften unabhängig von Einfallswinkel, dann ergäbe sich nach zweimaliger Transmission und zweimaliger Reflektion $I_{\max} = 6,25\%$. Der Wert von etwa 30% für I_{\max} aus Fig. 6 bezieht sich auf die Intensität des schräg einfallenden Lichts. Die Wirkung des Reflexes ist in der Regel größer als der berechnete Wert vermuten läßt. Denn es kann sich entweder um einen Reflex von einer Lichtquelle hoher Leuchtdichte handeln, oder es wird das Licht eines Winkelbereichs erfaßt und auf das Auge des Beobachters gebündelt. Die Bündelung ist in Fig. 5 durch drei Strahlengänge angedeutet.

Das Auftreten des Reflexes ist nicht an die spezielle Geometrie der Fig. 5 gebunden. Der Reflex tritt auch bei anderen Einfalls- und Betrachtungswinkeln auf. Einfallswinkel und Betrachtungswinkel müssen nicht gleich groß sein. Der Reflex wird dann in der Höhe am Glas verschoben.

D.h., es ergibt sich unter üblicher Beleuchtung häufig eine ganze Reflexlinie.

Bisher wurde der Reflex 2. Ordnung betrachtet. Es treten aber nach der erfindungsgemäßen Ausführung auch Reflexe höherer Ordnung auf. Zur Betrachtung ist es notwendig, alle drei räumlichen Komponenten des Strahlenganges zu berücksichtigen. Der in Fig. 5 dargestellte Gegenstand sei rotationssymmetrisch bezüglich der z-Achse. Dann ergibt sich für die x-y Ebene eine Darstellung nach Fig. 7 (Draufsicht). Ähnlich wie in Fig. 5 werde der einfallende Strahl im unteren Teil des Kelches umgelenkt. Dort ist der Radius des Kelches klein, entsprechend R_1 in Fig. 7. Im oberen Teil habe der Kelch konstant den Radius R_2 . In Fig. 7 ist eine Dreifachreflektion gezeichnet. Charakteristisch ist, daß alle Strahlen im Inneren des Kelches einen Kreis mit dem Radius R_B tangieren. Aus den Bedingungen

$$2\phi + 4\vartheta = 180^\circ, \quad R_B/R_1 = \sin \phi \quad \text{und} \quad R_B/R_2 = \sin \vartheta$$

ergibt sich genau eine physikalisch sinnvolle Lösung

$$R_B = -R_2^2/4R_1 + \sqrt{(R_2^2/4R_1)^2 + R_2^2/2}.$$

D.h. für den Betrachter erscheint in definierter Entfernung vom Reflex 2. Ordnung der Reflex 3. Ordnung. Wenn die verursachende Lichtquelle keine allzu große Ausdehnung hat, dann sind die Reflexe scharf voneinander getrennt. Ebenso werden Reflexe höherer Ordnung beobachtet, die deutlich voneinander getrennt sind.

Überstreicht der Einfallswinkel einen ganzen Bereich, dann bilden alle Ordnungen Reflexlinien.

Die Entstehung dieser Reflexe ist nicht trivial. Die Entstehung erfordert das erfindungsgemäße Zusammenwirken eines Interferenzschichtsystems mit einer bestimmten Formgebung. Es ist notwendig, daß die Flächennormalen in allen drei räumlichen Komponenten variieren. Ein transparenter Gegenstand erfindungsgemäßer Form, kann zwar auch ohne Interferenzschicht Reflexe höherer Ordnung bilden. Die Intensität dieser Reflexe ist aber derart gering, daß eine Beobachtung schwer fällt, geschweige denn eine Nutzung zur Dekoration des Gegenstandes möglich wäre.

Die Unterschiede in der Intensität sind drastisch. Beispielsweise ergeben sich für Strahlengang nach Fig. 5 beim Fehlen des Interferenzschichtsystems folgende Werte für die Intensität des Reflexes 2. Ordnung:

p-Komponente: 0,0731% s-Komponente: 0,250%

berechnet jeweils für eine Grenzfläche Glas-Luft. Verglichen mit dem Wert von I_{\max} aus Fig. 6 von etwa 30% ist hier die Intensität auf zum Teil weit weniger als ein Hundertstel gesunken. Der Unterschied läßt die Formulierung zu, daß erst durch die erfindungsgemäße Ausführung solche Reflexe höherer Ordnung auftauchen.

Die erfindungsgemäße Ausführung eignet sich sehr gut zur Dekoration transparenter Gegenstände. Die entstehenden Reflexe erzeugen in bisher nicht gekanntem Maße den Eindruck: "stark funkelnd".

	Schichtsystem	Rmax in %	Rmin in %	Farbtiefe K für Durchsicht
5	S H	30,64	4,25	0,380
	S H N H	61,18	4,25	1,466
10	S H N H N H	81,21	4,25	4,095
	S H N H N H N H	91,53	4,25	10,304
	S H N H N H N H N H	96,30	4,25	24,878

$$K = (I_{\max} - I_{\min}) / I_{\min} = (R_{\max} - R_{\min}) / (1 - R_{\max}) \quad \text{für Durchsicht}$$

20 S: Substrat, Brechzahl 1,52, absorbtionsfrei
H: hochbrechende Lambda/4 - Schicht, absorbtionsfrei,
Brechzahl 2,3
N: niedrigbrechende Lambda/4 - Schicht, absorbtionsfrei,
Brechzahl 1,5

25 senkrechter Lichteinfall

Rmax: maximale Reflektion (Wellenlänge gleich Lambda)
Rmin: minimale Reflektion (im gesamten Wellenlängenbereich)

30

TAB. 1

35

40

45

50

55

5

$$I = (1-R) + VR$$

$$K(R_{max}) = (I_{max} - I_{min})/I_{min} \text{ für } 0 < R < R_{max}$$

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

R in %	V=0,50	V=0,60	V=0,70	V=0,80	V=0,90	V=1,00	V=1,10	V=1,20	V=1,30	V=1,40	Durchschnitt K
0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3	98,50	98,80	99,10	99,40	99,70	100,00	100,30	100,60	100,90	101,20	101,20
6	97,00	97,60	98,20	98,80	99,40	100,00	100,60	101,20	101,80	102,40	102,40
9	95,50	96,40	97,30	98,20	99,10	100,00	100,90	101,80	102,70	103,60	103,60
12	94,00	95,20	96,40	97,60	98,80	100,00	101,20	102,40	103,60	104,80	104,80
15	92,50	94,00	95,50	97,00	98,50	100,00	101,50	103,00	104,50	106,00	106,00
18	91,00	92,80	94,60	96,40	98,20	100,00	101,80	103,60	105,40	107,20	107,20
21	89,50	91,60	93,70	95,80	97,90	100,00	102,10	104,20	106,30	108,40	108,40
24	88,00	90,40	92,80	95,20	97,60	100,00	102,40	104,80	107,20	109,60	109,60
27	86,50	89,20	91,90	94,60	97,30	100,00	102,70	105,40	108,10	110,80	110,80
30	85,00	88,00	91,00	94,00	97,00	100,00	103,00	106,00	109,00	112,00	112,00
33	83,50	86,80	90,10	93,40	96,70	100,00	103,30	106,60	109,90	113,20	113,20
36	82,00	85,60	89,20	92,80	96,40	100,00	103,60	107,20	110,80	114,40	114,40
39	80,50	84,40	88,30	92,20	96,10	100,00	103,90	107,80	111,70	115,60	115,60
42	79,00	83,20	87,40	91,60	95,80	100,00	104,20	108,40	112,60	116,80	116,80
45	77,50	82,00	86,50	91,00	95,50	100,00	104,50	109,00	113,50	118,00	118,00
48	76,00	80,80	85,60	90,40	95,20	100,00	104,80	109,60	114,40	119,20	119,20
51	74,50	79,60	84,70	89,80	94,90	100,00	105,10	110,20	115,30	120,40	120,40
54	73,00	78,40	83,80	89,20	94,60	100,00	105,40	110,80	116,20	121,60	121,60
57	71,50	77,20	82,90	88,60	94,30	100,00	105,70	111,40	117,10	122,80	122,80
60	70,00	76,00	82,00	88,00	94,00	100,00	106,00	112,00	118,00	124,00	124,00
63	68,50	74,80	81,10	87,40	93,70	100,00	106,30	112,60	118,90	125,20	125,20
66	67,00	73,60	80,20	86,80	93,40	100,00	106,60	113,20	119,80	126,40	126,40
69	65,50	72,40	79,30	86,20	93,10	100,00	106,90	113,80	120,70	127,60	127,60
72	64,00	71,20	78,40	85,60	92,80	100,00	107,20	114,40	121,60	128,80	128,80
75	62,50	70,00	77,50	85,00	92,50	100,00	107,50	115,00	122,50	130,00	130,00
78	61,00	68,80	76,60	84,40	92,20	100,00	107,80	115,60	123,40	131,20	131,20
81	59,50	67,60	75,70	83,80	91,90	100,00	108,10	116,20	124,30	132,40	132,40
84	58,00	66,40	74,80	83,20	91,60	100,00	108,40	116,80	125,20	133,60	133,60
87	56,50	65,20	73,90	82,60	91,30	100,00	108,70	117,40	126,10	134,80	134,80
90	55,00	64,00	73,00	82,00	91,00	100,00	109,00	118,00	127,00	136,00	136,00
93	53,50	62,80	72,10	81,40	90,70	100,00	109,30	118,60	127,90	137,20	137,20
96	52,00	61,60	71,20	80,80	90,40	100,00	109,60	119,20	128,80	138,40	138,40
99	50,50	60,40	70,30	80,20	90,10	100,00	109,90	119,80	129,70	139,60	139,60
K (60%) :	0,428	0,315	0,219	0,136	0,063	0,000	0,060	0,120	0,180	0,240	0,176
K (81%) :	0,680	0,479	0,321	0,193	0,088	0,000	0,081	0,162	0,243	0,324	0,257
K (93%) :	0,869	0,592	0,386	0,228	0,102	0,000	0,093	0,186	0,279	0,372	0,310
K (96%) :	0,923	0,623	0,404	0,237	0,106	0,000	0,096	0,192	0,288	0,384	0,325

TAB. 2

5

$$I = (1-R)^2 + V(R(1-R)^2 + R)$$

$$K(R_{max}) = (I_{max} - I_{min})/I_{min} \text{ für } 0 < R < R_{max}$$

10

15

20

25

30

35

40

45

50

R in %	V=0,50	V=0,60	V=0,70	V=0,80	V=0,90	V=1,00	V=1,10	V=1,20	V=1,30	V=1,40	Durchschnitt K
0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3	97,00	97,58	98,16	98,74	99,33	99,91	100,49	101,07	101,65	102,24	102,24
6	94,01	95,14	96,27	97,40	98,53	99,66	100,79	101,92	103,05	104,18	104,18
9	91,03	92,68	94,32	95,97	97,61	99,26	100,90	102,55	104,19	105,84	105,84
12	88,08	90,21	92,34	94,47	96,60	98,73	100,86	102,99	105,12	107,24	107,24
15	85,16	87,75	90,33	92,92	95,50	98,08	100,67	103,25	105,83	108,42	108,42
18	82,29	85,30	88,31	91,32	94,33	97,34	100,35	103,36	106,37	109,38	109,38
21	79,46	82,87	86,28	89,69	93,10	96,51	99,92	103,33	106,74	110,15	110,15
24	76,69	80,47	84,26	88,04	91,83	95,62	99,40	103,19	106,98	110,76	110,76
27	73,98	78,12	82,26	86,40	90,53	94,67	98,81	102,95	107,09	111,23	111,23
30	71,35	75,82	80,29	84,76	89,23	93,70	98,17	102,64	107,11	111,58	111,58
33	68,79	73,57	78,35	83,14	87,92	92,70	97,48	102,26	107,04	111,82	111,82
36	66,33	71,40	76,48	81,55	86,63	91,70	96,78	101,85	106,92	112,00	112,00
39	63,96	69,31	74,66	80,01	85,37	90,72	96,07	101,42	106,77	112,12	112,12
42	61,70	67,31	72,93	78,54	84,15	89,76	95,38	100,99	106,60	112,22	112,22
45	59,55	65,41	71,27	77,14	83,00	88,86	94,72	100,58	106,44	112,30	112,30
48	57,52	63,62	69,72	75,82	81,92	88,01	94,11	100,21	106,31	112,41	112,41
51	55,63	61,95	68,28	74,60	80,93	87,25	93,57	99,90	106,22	112,55	112,55
54	53,87	60,41	66,95	73,50	80,04	86,58	93,12	99,67	106,21	112,75	112,75
57	52,25	59,01	65,76	72,52	79,27	86,02	92,78	99,53	106,29	113,04	113,04
60	50,80	57,76	64,72	71,68	78,64	85,60	92,56	99,52	106,48	113,44	113,44
63	49,50	56,66	63,82	70,98	78,15	85,31	92,47	99,63	106,80	113,96	113,96
66	48,37	55,73	63,10	70,46	77,82	85,18	92,55	99,91	107,27	114,64	114,64
69	47,42	54,98	62,55	70,11	77,67	85,24	92,80	100,36	107,93	115,49	115,49
72	46,66	54,42	62,19	69,95	77,72	85,48	93,24	101,01	108,77	116,54	116,54
75	46,09	54,06	62,03	70,00	77,96	85,93	93,90	101,87	109,84	117,81	117,81
78	45,72	53,90	62,08	70,26	78,43	86,61	94,79	102,97	111,14	119,32	119,32
81	45,57	53,96	62,35	70,74	79,14	87,53	95,92	104,31	112,71	121,10	121,10
84	45,63	54,25	62,86	71,48	80,09	88,71	97,32	105,94	114,55	123,17	123,17
87	45,92	54,77	63,61	72,46	81,31	90,16	99,00	107,85	116,70	125,54	125,54
90	46,45	55,54	64,63	73,72	82,81	91,90	100,99	110,08	119,17	128,26	128,26
93	47,21	56,56	65,90	75,25	84,60	93,94	103,29	112,63	121,98	131,32	131,32
96	48,23	57,85	67,46	77,08	86,69	96,31	105,92	115,54	125,15	134,77	134,77
99	49,51	59,41	69,31	79,21	89,11	99,01	108,92	118,82	128,72	138,62	138,62
K (60%) :	0,968	0,731	0,545	0,395	0,271	0,168	0,090	0,038	0,071	0,134	0,341
K (81%) :	1,194	0,855	0,612	0,429	0,287	0,173	0,091	0,048	0,127	0,211	0,402
K (93%) :	1,194	0,855	0,612	0,429	0,287	0,173	0,116	0,131	0,219	0,313	0,433
K (96%) :	1,194	0,855	0,612	0,429	0,287	0,173	0,145	0,161	0,251	0,347	0,445

TAB. 3

55

Patentansprüche

1. Dekorierter Gegenstand, welcher einen transparenten Körper aufweist, auf dessen Oberfläche ein Schichtsystem zur Erzeugung von Interferenzeffekten vorgesehen ist, wobei das Schichtsystem eine

5 Folge von wenigstens drei Interferenzschichten wechselnder Brechzahl umfaßt und direkt auf den Oberflächenbereichen angeordnet ist, und wobei der transparente Körper derart gestaltet ist, daß bei üblicher Gebrauchslage des Körpers mindestens ein beschichteter Oberflächenbereich durch einen zweiten beschichteten Oberflächenbereich hindurch betrachtet werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des transparenten Körpers so gestaltet ist, daß Oberflächenbereiche vorhanden sind, deren Flächennormalen sich in allen drei räumlichen Komponenten unterscheiden.

10 2. Dekorierter Gegenstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schichtsystem eine Schicht, deren Brechzahl in Richtung der Flächennormale stetig variiert, umfaßt, welche Schicht näherungsweise als Folge von wenigstens drei Schichten wechselnder Brechzahl aufgefaßt werden kann.

15 3. Dekorierter Gegenstand nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Schichtsystem auf verschiedenen Oberflächenbereichen verschiedene optische Eigenschaften - hervorgerufen durch Änderungen des Aufbaus des Schichtsystems bezüglich Dicken und/oder Brechzahlen der Schichten - aufweist.

Claims

20 1. Decorated object, which comprises a transparent body, on the surface of which a layer system for generating interference effects is provided, wherein the layer system comprises a sequence of at least three interference layers having different refractive indices and is disposed directly on the surface regions, and wherein the transparent body is of such a form that, in the usual position of use of the body, at least one coated surface region can be viewed through a second coated surface region, characterized in that the surface of the transparent body is so formed that surface regions are present, the perpendiculars to the surface of which differ in all three spatial components.

25 2. Decorated object according to Claim 1, characterized in that the layer system comprises a layer, the refractive index of which varies continually in the direction of the perpendicular to the surface, which layer can be conceived approximately as a sequence of at least three layers having a varying refractive index.

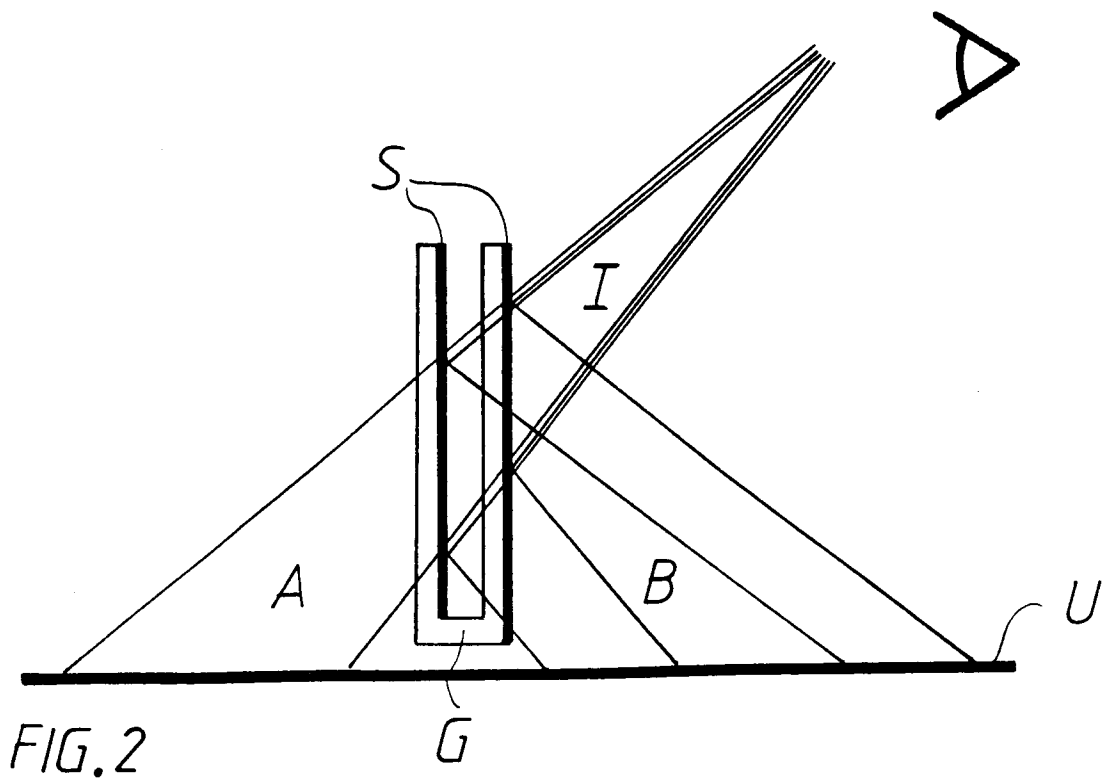
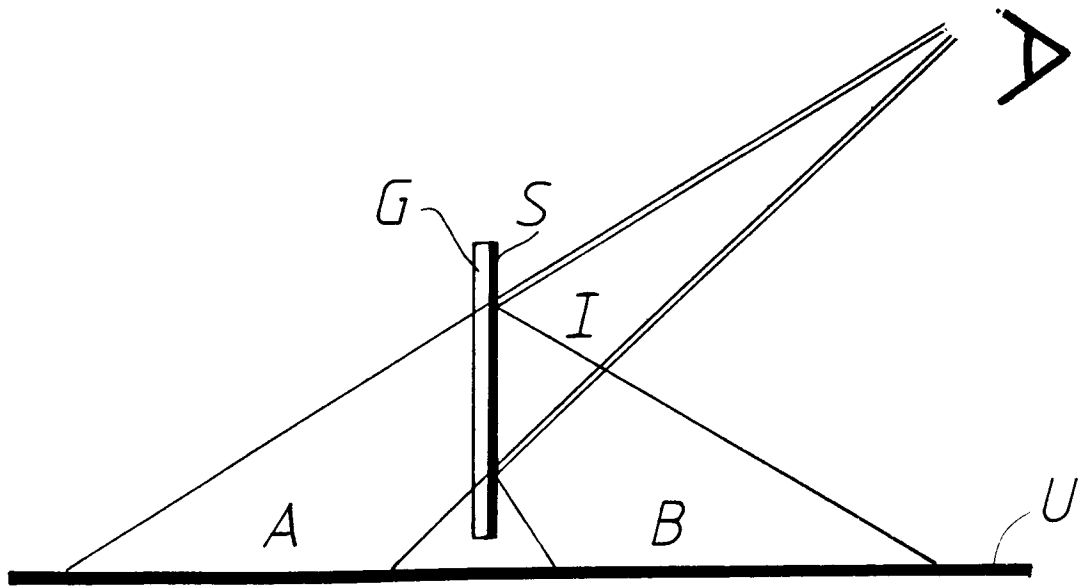
30 3. Decorated object according to Claim 1 or 2, characterized in that the layer system possesses, on different surface regions, different optical properties - created by changes in the construction of the layer system with regard to thicknesses and/or refractive indices of the layers.

Revendications

40 1. Objet décoratif, lequel présente un corps transparent, sur la surface duquel il est prévu un système de couches pour engendrer des effets d'interférences, le système de couches présentant une série d'au moins trois couches d'interférences d'indices de réfraction différents et étant agencé directement sur les zones de surface, et le corps transparent étant réalisé de sorte que, pour une position d'utilisation usuelle du corps, au moins une zone de surface enrobée peut être regardée à travers une seconde zone de surface enrobée, caractérisé en ce que la surface du corps transparent est réalisée de sorte que des zones de surface sont prévues dont les normales à la surface se différencient dans toutes les trois composantes spatiales.

45 2. Objet décoratif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système de couches comporte une couche dont l'indice de réfraction varie continuellement en direction de la normale à la surface, laquelle couche peut être considérée approximativement comme une série d'au moins trois couches d'indices de réfraction différents.

50 3. Objet décoratif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le système de couches présente, sur différentes zones de surface, différentes propriétés optiques, provoquées par des modifications de la structure du système de couches relativement aux épaisseurs et/ou aux indices de réfraction.



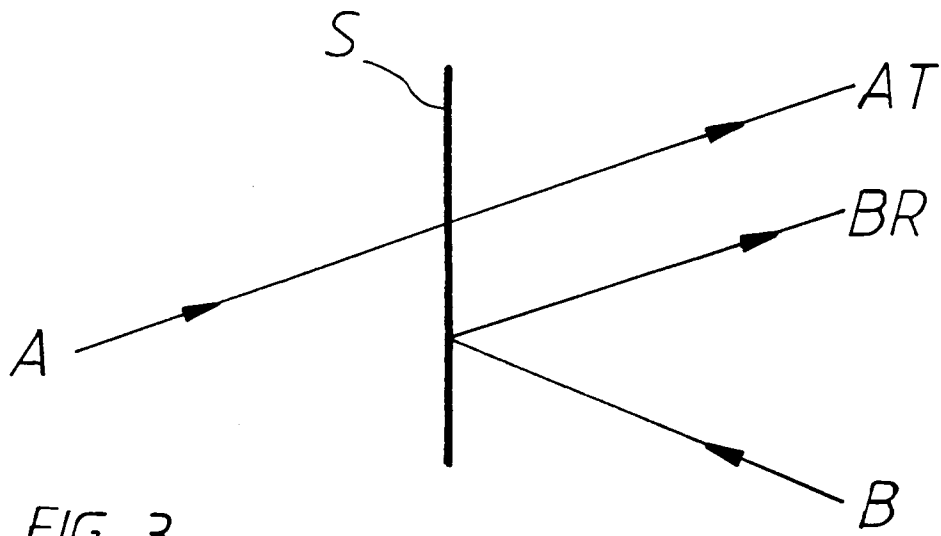


FIG. 3

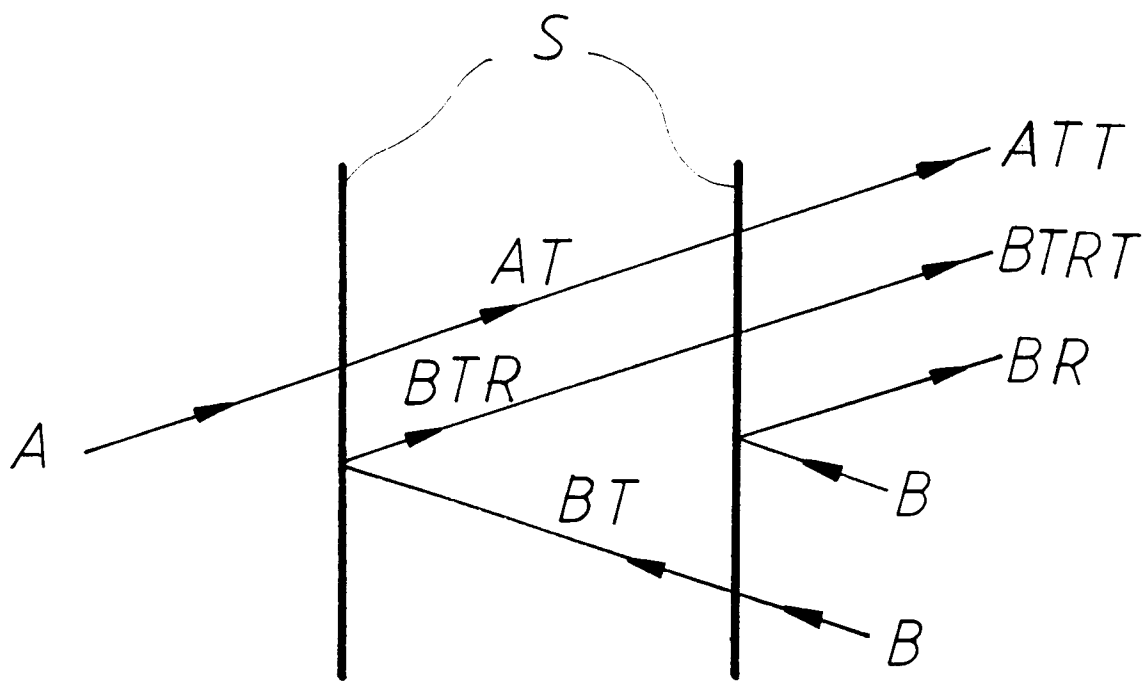


FIG. 4

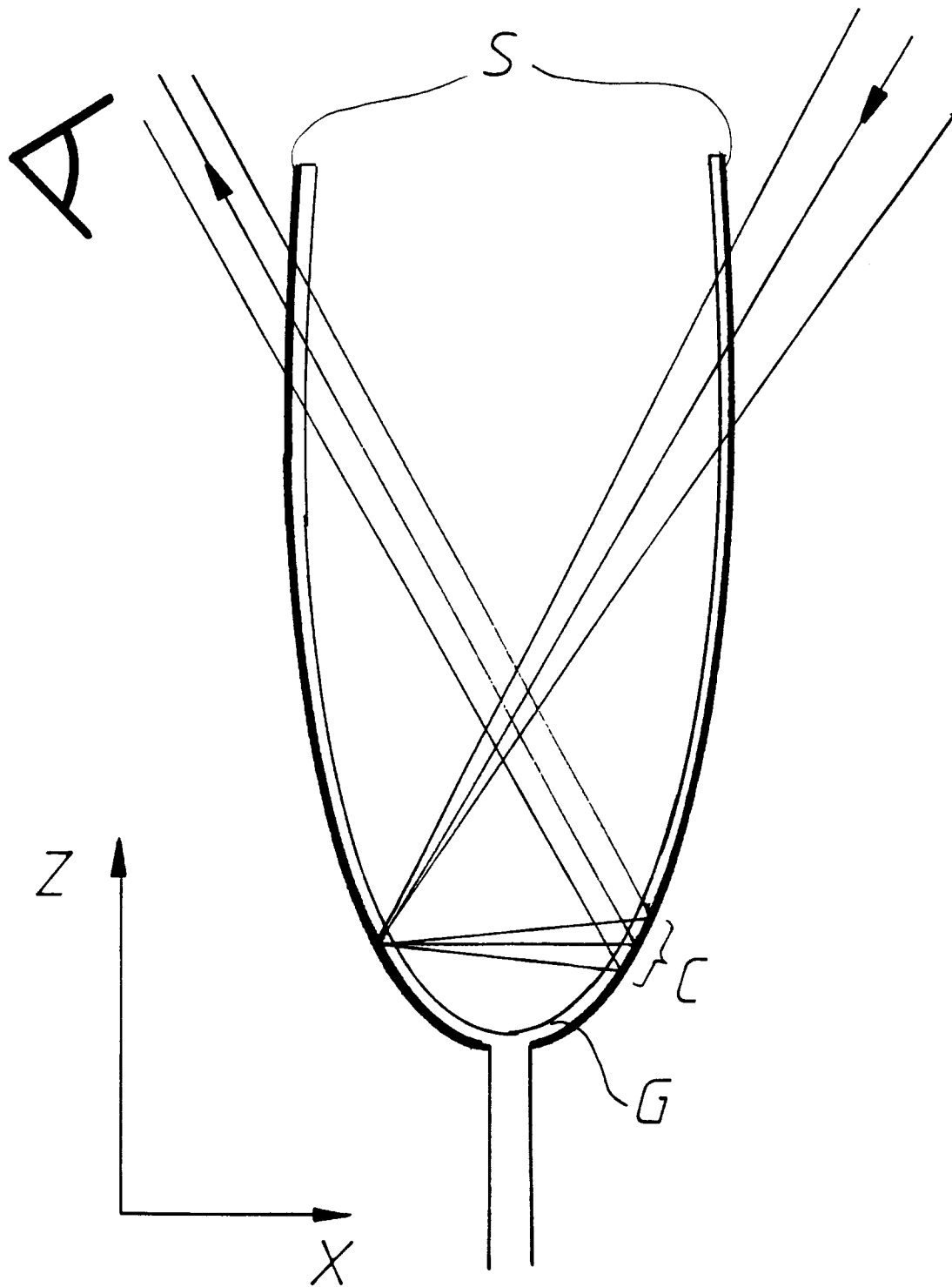
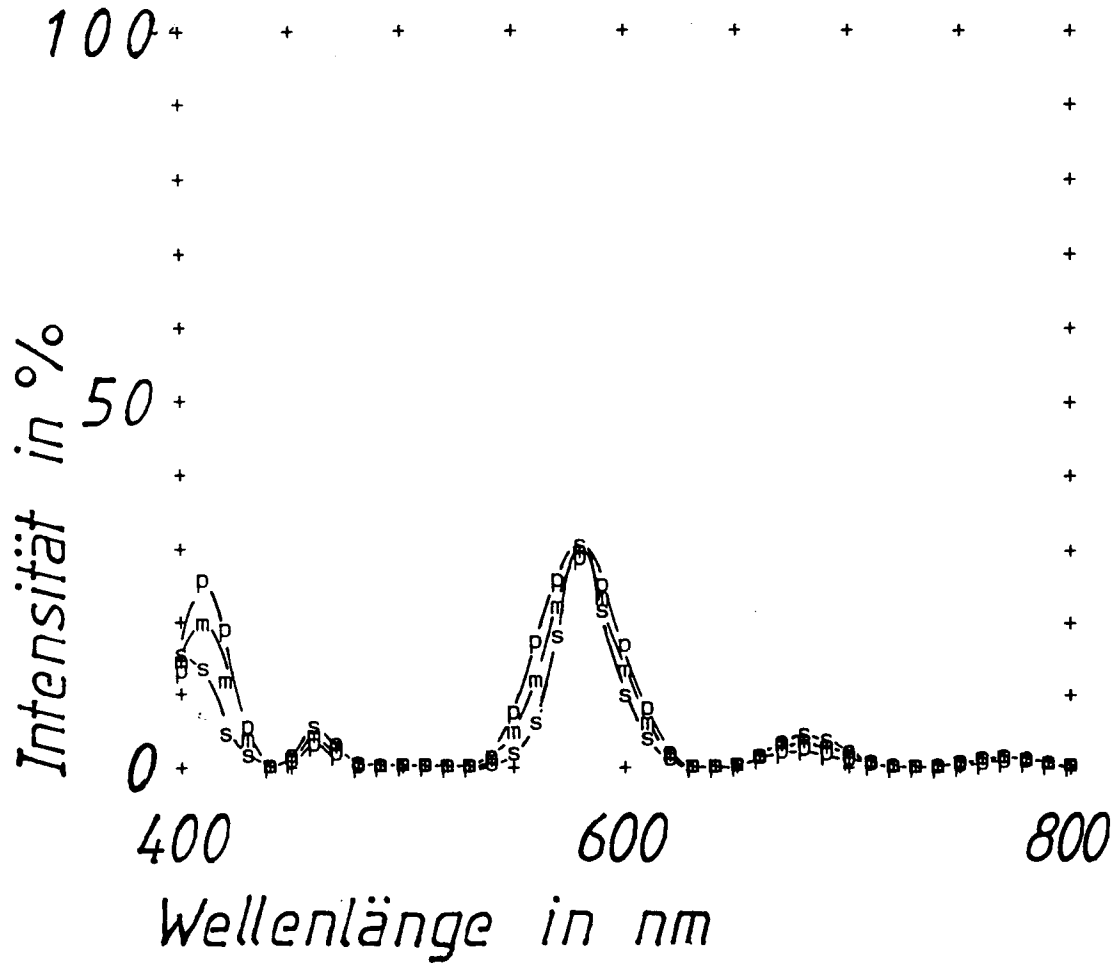


FIG. 5



Schichtzahl: 3

Einfallswinkel: 60°: 2 x Transmission, 30°: 2 x Reflektion

Polarisationswinkel: p: 0° s: 90° m: 45°

Schichtnr.	Brechzahl	Absorb.-Koeff.	Schichtdicke/nm
Umgebung	1		
1. Schicht	2.3	0	326
2. Schicht	1.5	0	500
3. Schicht	2.3	0	326
Substrat	1.52	0	

FIG. 6

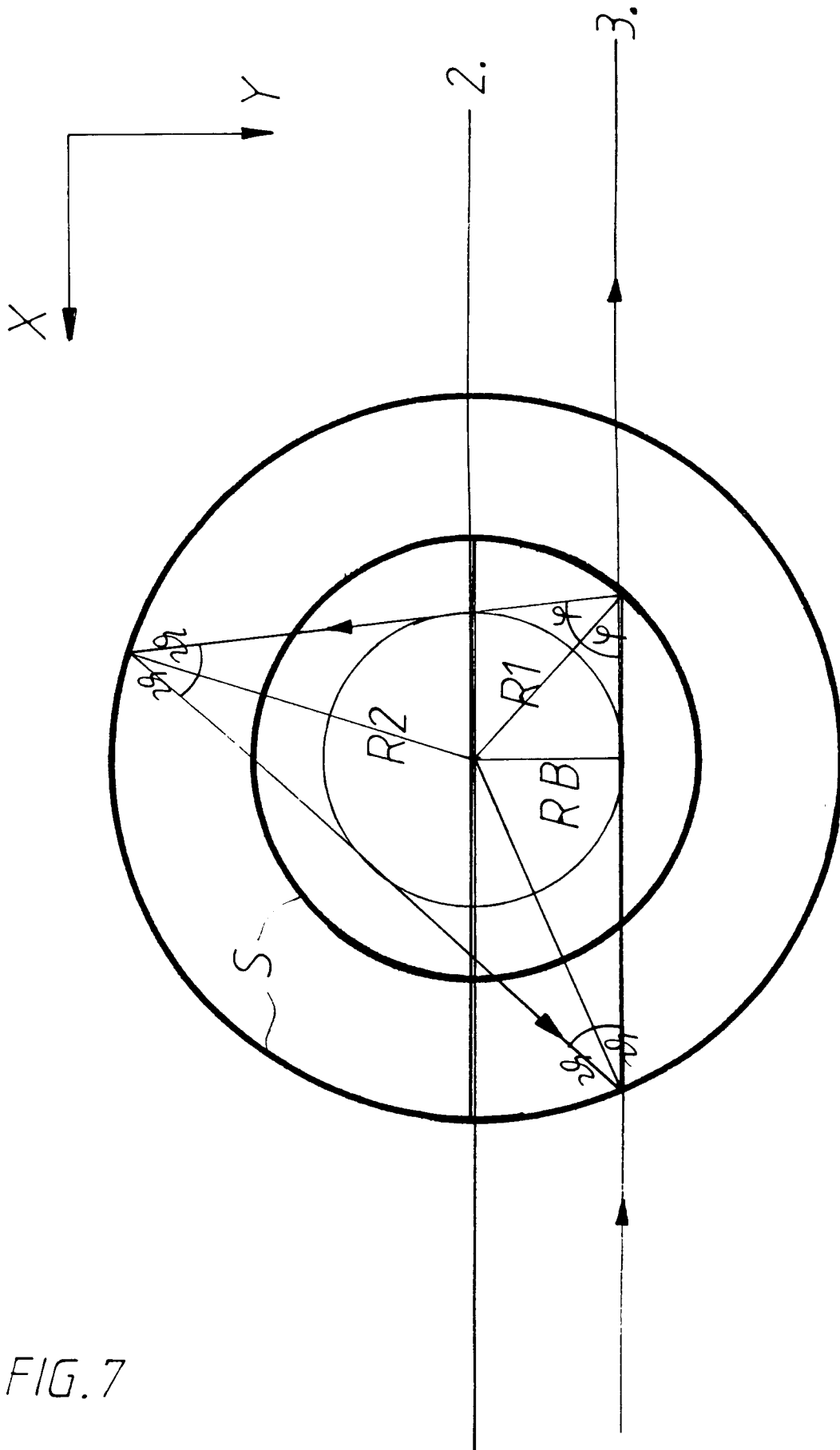


FIG. 7