

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 29 Absatz 1 des Patentgesetzes

ISSN 0433-6461

(11) 0153 511

Int.Cl.³

3(51) G 02 B 5/08

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP G 02 B/ 218 793

(22) 01.02.80

(45) 13.01.82

(71) siehe (72)

(72) DUMMERNIX, ERICH, DIPL.-PHYS.; WENDLER, SIGRID; TREBGE, ROSEMARIE; DD;

(73) siehe (72)

(74) VEB CARL ZEISS JENA, 6900 JENA, CARL-ZEISS-STR. 1

(54) INTERFERENZSPIEGEL MIT HOHER REFLEXION FUER MEHRERE SPEKTRALBAENDER

(57) Ziel ist es, Interferenzspiegel anzugeben, die gleichzeitig fuer mehrere getrennte Spektralbaender eine hohe Reflexion bei geringsten Absorptions- und Streuverlusten haben. Aufgabe der Erfindung ist es, durch geeignete Schichtanordnungen die Zunahme der Verluste durch Absorption und Streuung in den Spektralbaendern, die von tiefer gelegenen Interferenzschichten reflektiert werden, zu verhindern. Die erfindungsgemaesse Loesung der Aufgabe gelingt, indem jeweils zwischen zwei gleich oder verschieden aufgebauten nichtmetallischen Wechselschichtgruppen mit niedrigem Reflexionsgrad und breitem Reflexionsbereich eine oder mehrere nichtmetallische Kopplungsschichten angeordnet sind, deren optische Dicke ein ungeradzahliges oder geradzahliges Vielfaches der optischen Dicke der Einzelschichten in den Wechselschichtgruppen betraegt. Derartige Interferenzspiegel finden im optischen Geraetebau, insbesondere als Resonatorspiegel, Anwendung. - Fig.1 -

218793 -1-

Titel: Interferenzspiegel mit hoher Reflexion für
mehrere Spektralbänder

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung betrifft Interferenzspiegel, die für
5 mehrere getrennte Spektralbänder eine hohe Reflexion
haben und Licht in diesen Spektralbändern mit gering-
sten Absorptions- und Streuverlusten reflektieren. Der-
artige Spiegel finden im optischen Gerätebau vor allem
dann Anwendung, wenn es auf geringste Verluste für Licht
10 von mehreren stark getrennten Spektrallinien oder Spek-
tralbändern ankommt. Eine der bedeutendsten Anwendungen
ist der Einsatz als Resonatorspiegel in Gaslasern mit
mehreren Laserwellenlängen, wo bereits kleine Verluste
durch Absorption und Streuung beträchtlich die Ausgangs-
15 leistung der verschiedenen Wellenlängen reduzieren.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Es ist bekannt, hochreflektierende Spiegel, die nach dem
Interferenzprinzip wirken, aus einem Wechselschichtsys-
tem von vielen abwechselnd hoch- und niedrigbrechenden,
20 verlustarmen, nichtmetallischen Schichten, die auf der
Oberfläche von Spiegelkörpern übereinander angeordnet
sind, aufzubauen. Die Schichten haben eine optische Dicke
von $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge λ , die maximal reflektiert wer-
den soll, wobei die Anzahl der Schichten hoch sein muß,
25 um eine hohe Reflexion zu erhalten.

(Z.f. Physik 142, 21 bis 41, (1955)).

Derartige hochreflektierende Interferenzspiegel haben den Mangel, daß - abgesehen von höheren Interferenzordnungen - die angestrebte hohe Reflexion nur in einem engen Spektralbereich in der Umgebung der Wellenlänge λ_m erreichbar ist. Die gleichzeitige Reflexion Von Licht mit Wellenlängen außerhalb der unmittelbaren Umgebung von λ_m ist mit diesen Interferenzspiegeln nicht möglich.

Aus der gleichen Quelle sind auch Interferenzspiegel mit einer geringen Schichtenanzahl bekannt, die zwar einen breiteren Reflexionsbereich haben, deren Nachteil jedoch in einem niedrigen Reflexionsgrad besteht. Um Spiegel hoher Reflexion für erweiterte oder mehrere Spektralbänder gleichzeitig zu erhalten, ist es weiterhin bekannt, daß verschiedene Wechselschichtgruppen hoher Schichtenzahl und damit von hoher Reflexion entweder auf der Vorder- und Rückseite einer Glasplatte oder auf der Oberfläche einer Schichtunterlage übereinander angeordnet werden. Jede einzelne dieser Wechselschichtgruppen ist durch verschiedene Bemessung der optischen Dicken ihrer $\lambda/4$ -Teilschichten an ein anderes Spektralband mit maximal zu reflektierenden Wellenlängen $\lambda_{m_1}, \lambda_{m_2} \dots \lambda_{m_n}$ angepaßt. (Optics of Thin Films, John Wiley + Sons, London 1976, Seite 148 bis 157; SU-Urheberschein 141659; CH-Pat. 417997).

Von Nachteil ist hierbei jedoch die Tatsache, daß das Licht der Spektralbänder, das von zunehmend tiefer gelegenen Wechselschichtgruppen reflektiert wird, vor und nach der Reflexion erst noch durch die vielen Teilschichten der darüber liegenden Wechselschichtgruppen anderer Spektralbänder gehen muß, und dabei durch Absorption und Lichtstreuung beträchtliche Verluste erleidet im Vergleich zu dem Licht, das - auf die Lichteinfallsrichtung bezogen - bereits von der vordersten bzw. obersten Wechselschichtgruppe reflektiert wird. Dabei sind auf die-

se Weise mehrere Reflexionsbänder mit hoher Reflexion und geringen Absorptions- und Streuverlusten gleichzeitig nicht realisierbar.

5 Um eine genügende Breite des reflektierten Bandes und eine steile Kante zwischen Reflexions- und Durchlaßgebiet zu erhalten, sind Interferenzfilter bekannt, in denen zwischen zwei verschiedenen Wechschelschichtgruppen hoher Reflexionswirkung sogenannte Übergangsschichten angeordnet sind. (CH-Pat. 458780). Der wesentlichste
10 Mangel besteht jedoch darin, daß zwar breite Spektralbereiche niedriger Transmission ausgewiesen werden, die jedoch in der Praxis zu einem beträchtlichen Anteil auf Absorptionseffekten und nicht auf einer hohen Reflexion beruhen.

15 Weiterhin sind einfache und gekoppelte Bandpaßfilter bekannt, die aus rein dielektrischen Schichten oder aus einer Kombination von Metallschichten mit dielektrischen Schichten bestehen. (Optics of Thin Films; John Wiley + Sons, London 1976, Seite 162 bis 177). Diese Bandpaß-
20 filter haben die Aufgabe, einen Bandpaßbereich hoher Transmission zu erzeugen, der zu beiden Seiten durch Sperrbereiche geringer Transmission begrenzt wird. Auch hierbei ist es besonders nachteilig, daß die Sperrwirkung in den Sperrbereichen neben der Reflexion ebenfalls
25 auf der Absorptionswirkung der Schichten beruht. Im Zusammenhang mit der Herstellung und der Funktion von Bandpaßfiltern ergibt sich darüberhinaus keine Lehre, daß derartige Schichtsysteme im Vergleich zu den bekannten Interferenzspiegeln vorteilhaft als Spiegel für zwei
30 Spektralbänder eingesetzt werden können.

Zum Stand der Technik gehört es auch, Wechschelschichtanordnungen in höheren Interferenzordnungen zu nutzen, um mehrere Bereiche hoher Reflexion zu erhalten (Glas-
techn. Ber. 24, 147 bis 148, (1951); SU-Urheberschein
35 381 055). Dabei besteht der wesentliche Mangel darin, daß die Teilschichten entsprechend der Interferenzord-

nung von großer optischer Dicke sein müssen. Das führt zu einer für das Gesamtschichtsystem für die praktische Herstellung unvertretbar hohen Gesamtdicke, wobei die dicken Teilschichten erhöhte Verluste durch Absorption und Lichtstreuung bewirken. Außerdem ist die mechanische Haltbarkeit derartiger Schichtsysteme gering.

Ziel der Erfindung:

Die Erfindung hat zum Ziel, die Mängel der bekannten technischen Lösungen zu beseitigen. Es sollen Interferenzspiegel angegeben werden, die gleichzeitig für mehrere getrennte Spektralbänder eine hohe Reflexion bei geringsten Verlusten durch Absorption und Lichtstreuung haben.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Interferenzspiegel mit Schichtanordnungen zu schaffen, bei denen die Zunahme der Verluste durch Absorption und Lichtstreuung für die Spektralbänder, die von tiefer gelegenen Interferenzschichten reflektiert werden, verhindert werden, und bei denen die Gesamtdicke der Schichtanordnung möglichst gering ist.

Die erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe gelingt durch Interferenzspiegel mit hoher Reflexion für mehrere Spektralbänder, bestehend aus einer Unterlage, auf der Wechschichtgruppen aus 2 bis 9 nichtmetallischen optisch verlustarmen Einzelschichten übereinander so angeordnet sind, daß sich die Einzelschichten mit hohem und niedrigem Brechungsindex abwechseln, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten gleich oder verschiedenen aufgebauten Wechschichtgruppen eine oder mehrere nichtmetallische Kopplungsschichten angeordnet sind. Alle Wechschichtgruppen sind auf eine gleiche Maßwellenlänge λ_0 abgestimmt, indem die Einzelschichten aller Wechschichtgruppen eine optische Dicke von $\frac{1}{4}$ dieser Maßwellen-

länge λ_0 haben. Die optische Dicke der nichtmetallischen Kopplungsschichten beträgt ein ganzzahliges Vielfaches von $\lambda_0/4$.

Die Maßwellenlänge λ_0 ist dabei eine mittlere Wellenlänge des spektralen Anwendungsbereiches, in dem die Reflexionsbänder liegen sollen.

Ein weiteres Merkmal der Erfindung besteht darin, daß zwischen benachbarten Wechschichtgruppen eine Kopplungsschicht angeordnet ist, deren optische Dicke ein ungeradzahliges Vielfaches von $\lambda_0/4$ beträgt, oder daß zwischen benachbarten Wechschichtgruppen zwei Kopplungsschichten angeordnet sind, deren optische Dicke ein geradzahliges Vielfaches von $\lambda_0/4$ beträgt.

Zur Realisierung der erfindungsgemäßen Aufgabe ist es auch möglich, daß zwischen benachbarten Wechschichtgruppen eine Kopplungsschicht angeordnet ist, deren optische Dicke ein geradzahliges Vielfaches von $\lambda_0/4$ beträgt.

Bei den gemäß der Erfindung eingesetzten Wechschichtgruppen handelt es sich hierbei ausdrücklich um solche mit einer geringen Anzahl von Einzelschichten, so daß die einzelne Wechschichtgruppe für die Maßwellenlänge λ_0 keine hohe Reflexion, sondern nur eine Teilreflexion ermöglicht, die jedoch wegen der geringen Anzahl der Einzelschichten über einen breiten Spektralbereich wirksam ist, im Unterschied zu Wechschichtsystemen nach dem Stand der Technik mit hoher Anzahl von Einzelschichten für hohe Reflexion, die nur in einem relativ engen Spektralbereich wirken.

In den erfindungsgemäß eingesetzten Wechschichtgruppen mit niedriger, aber über einen relativ breiten Spektralbereich wirkenden Reflexion kann die geringe Anzahl der Einzelschichten in Abhängigkeit der jeweils wirkenden Brechungsindizes 2 bis 9 Einzelschichten betragen.

- Die trotz der Verwendung von Wechselschichtgruppen der beschriebenen Art erzielbare hohe Reflexion mit sehr geringen Absorptions- und Streuverlusten wird damit erklärt, daß durch die erfindungsgemäße Kopplung
- 5 mehrerer solcher Wechselschichtgruppen durch eine oder mehrere Kopplungsschichten die nicht hoch reflektierende Wirkung der einzelnen Wechselschichtgruppen innerhalb ihres breiten Reflexionsbereichs in mehreren Spektralbändern zu einer hohen Reflexion verstärkt
- 10 wird und im selben Maße die ohnehin geringen Absorptions- und Streuverluste solcher Wechselschichtgruppen weiter minimiert werden. Diese Effekte dürften darauf beruhen, daß das Licht in allen vorhandenen Spektral-
- 15 bändern bereits teilweise von der - auf die Lichteinfallrichtung bezogen - vorderen Wechselschichtgruppe bzw. den vorderen Wechselschichtgruppen weitgehend reflektiert wird. Zu den tiefer gelegenen Wechselschicht-
- 20 gruppen, die zur Erzielung einer hohen Reflexion jedoch offensichtlich unerläßlich sind, gelangt nur noch wenig Licht, so daß diese nicht maßgeblich zu weiteren Verlusten beitragen können.
- Die erfindungsgemäßen Schichtanordnungen können beispielsweise zweckmäßig nach dem Hochvakuumverfahren hergestellt werden, bei dem bekanntlich geeignete
- 25 Schichtsubstanzen verdampft werden, damit sie sich auf Oberflächen üblicher Unterlagen als Schichten niederschlagen können. Im nahen UV-, VIS- und nahen IR-Bereich können die bekannten Schichtsubstanzen hoher Brechzahl, wie z.B. Zinksulfid (ZnS), Titandioxid
- 30 (TiO_2), Tantalpentoxid (Ta_2O_5) und die bekannten Schichtsubstanzen niedriger Brechzahl, wie Kryolith (Na_3AlF_6), Magnesiumfluorid (MgF_2) oder Siliziumdioxid (SiO_2) u.a.m. verwendet werden.

Ausführungsbeispiele:

Die Erfindung soll anhand der nachfolgenden Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. In der dazugehörigen Zeichnung veranschaulicht:

- 5 Fig. 1, 2 und 3 die spektralen Reflexionskurven R (ausgezogene Kurven) und die spektralen Transmissionskurven T (gestrichelte Kurven) der in den Ausführungsbeispielen 1, 2 und 3 beschriebenen erfindungsgemäßen Interferenzspiegel.
- 10 Fig. 4 zum Vergleich die spektrale Reflexionskurve R (ausgezogene Kurve) und Transmissionskurve T (gestrichelte Kurve) eines Interferenzspiegels nach dem Stand der Technik.

In allen Ausführungsbeispielen gemäß der Erfindung ist die spektrale Lage der Reflexionsbänder und ihre Anzahl durch die Maßwellenlänge λ_0 und durch die Summe D der optischen Dicke einer Wechschelschichtgruppe D_w und der einer Kopplungsschicht D_K ($D = D_w + D_K$) festgelegt. Es gibt z.B. drei Reflexionsbänder mit hoher Reflexion und sehr geringen Absorptions- und Lichtstreuverlusten bei den Wellenlängen

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_0 \cdot D}{D + \lambda_0/2}$$

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_0 \cdot D}{D - \lambda_0/2}$$

$$\lambda_3 = \lambda_0$$

- 25 wenn die Kopplungsschichten eine optische Dicke von einem ungeradzahligen Vielfachen von $\lambda_0/4$ haben und zwischen benachbarten Wechschelschichtgruppen eine ungeradzahlige Anzahl von Kopplungsschichten angeordnet ist oder wenn die Kopplungsschichten eine optische Dicke
- 30 von einem geradzahligen Vielfachen von $\lambda_0/4$ haben und die Anzahl der Kopplungsschichten zwischen benachbarten Wechschelschichtgruppen geradzahlig ist.

Es gibt z.B. zwei Reflexionsbänder mit hoher Reflexion und geringen Absorptions- und Lichtstreuverlusten bei

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_0 \cdot D}{D + \lambda_0/4}$$

und

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_0 \cdot D}{D - \lambda_0/4}$$

- 5 wenn die Kopplungsschichten eine optische Dicke von einem geradzahligen Vielfachen von $\lambda_0/4$ haben und zwischen benachbarten Wechselschichtgruppen eine ungeradzahlige Anzahl von Kopplungsschichten angeordnet ist. Die spektralen optischen Einzelheiten eines gegebenen Schichtsystems können durch Messung an den hergestellten Interferenzspiegeln ermittelt werden.

Ausführungsbeispiel 1

- Mit Hilfe der Hochvakuumbedampfung wird ein Interferenzspiegel hergestellt, indem auf einem Grundkörper G (z.B. Glas) eine Anordnung aus Wechselschichtgruppen W_0 und Kopplungsschichten K_N und K_H aufgedampft wird, die sich durch die Formel

$$G/W_0 K_N K_H W_0 K_N K_H W_0 K_N K_H W_0 K_N K_H W_0$$

- veranschaulichen läßt. Bei W_0 handelt es sich um Wechselschichtgruppen mit geringer Anzahl von Einzelschichten, die auf die Maßwellenlänge λ_0 abgestimmt sind und die aus einer Wechselfolge von niedrigbrechenden (N_0) und hochbrechenden (H_0) Einzelschichten der optischen Dicke von $\lambda_0/4$ bestehen, wobei innerhalb von W_0 jeweils die Anordnung $N_0 H_0 N_0 H_0$ vorliegt.
- 25 Zwischen den Wechselschichtgruppen W_0 sind jeweils 2 Kopplungsschichten angeordnet, wobei $K_N = 2N_0$ und $K_H = 2H_0$ ist, d.h. in diesem Falle haben die Kopplungsschichten K_N und K_H eine optische Dicke von je $\lambda_0/2$. Als Brechzahlen wurden berücksichtigt für die Glasunterlage $n_G = 1,52$, für die niedrigbrechenden SiO_2 -Schichten (N_0) $n_N = 1,455$ und für die hochbrechenden TiO_2 -Schichten (H_0) die komplexe Brechzahl $n_H - ik_H = 2,315 - i \cdot 0,005$ ($i = \sqrt{-1}$) mit dem für die

- Absorption verantwortlichen Absorptionsindex $k_H = 0,005$. Der Absorptionsindex k_N der niedrigbrechenden SiO_2 -Schichten wurde entsprechend der praktischen Gegebenheiten vernachlässigt. Die Maßwellenlänge für die
- 5 $\lambda_0/4$ -Schichten beträgt $\lambda_0 = 520 \text{ nm}$, so daß entsprechend dem Aufbau der Wechschelschichtgruppen W_0 und der dazwischen angeordneten Kopplungsschichten K_N und K_H sich 3 Reflexionsbänder ergeben, die nach den angegebenen Beziehungen für λ_1 , λ_2 und λ_3 bei den Wellenlängen
- 10 $\lambda_1 = 693 \text{ nm}$, $\lambda_2 = 416 \text{ nm}$ und $\lambda_3 = \lambda_0 = 520 \text{ nm}$ liegen. In Fig. 1 ist die spektrale Reflexion R (ausgezogene obere Kurve) gegenläufig zur Transmission T (gestrichelte untere Kurve) dargestellt, so daß der schraffierte Bereich zwischen den Kurven ein Maß für die Absorptionsverluste ist. In den Reflexionsbändern betragen
- 15 die Reflexionsverluste im Arbeitsbereich der Minima nur etwa 1 bis 3% und sind damit nur etwa 2 bis 5 mal so groß wie für eine einzige $\lambda_0/4$ - TiO_2 -Schicht.

Ausführungsbeispiel 2

- 20 Unter Zugrundelegung der im Ausführungsbeispiel 1 beschriebenen Bedingungen und Definitionen wird ein Interferenzspiegel mit der Schichtanordnung

$$G/w_0 K_N W_0 K_N W_0 K_N W_0 K_N W_0$$

- hergestellt, wobei die Wechschelschichtgruppe w_0 die
- 25 Einzelschichtanordnung $H_0 N_0 H_0$ aufweist, und die Wechschelschichtgruppen W_0 aus der Schichtfolge $H_0 N_0 H_0 N_0 H_0$ bestehen. Die Kopplungsschichten K_N bestehen in diesem Falle aus 5 N_0 -Schichten, d.h. die Kopplungsschichten haben eine optische Dicke von
- 30 $5 \lambda_0/4$. Es kamen für den Grundkörper G und für die Schichten die gleichen Stoffe zur Anwendung wie im Beispiel 1.

- Die Maßwellenlänge für die $\lambda_0/4$ -Schichten beträgt $\lambda_0 = 520 \text{ nm}$, so daß entsprechend dem Aufbau der Wechschelschichtgruppen w_0 und W_0 und der dazwischen ange-
- 35

ordneten Kopplungsschichten K_N sich 3 Reflexionsbänder ergeben, die nach den oben angegebenen Beziehungen für λ_1 , λ_2 und λ_3 bei den Wellenlängen $\lambda_1 = 434 \text{ nm}$; $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ und $\lambda_3 = \lambda_0 = 520 \text{ nm}$ liegen.

Die spektralen Reflexions- und Transmissionseigenschaften sind in Fig. 2 in derselben Weise wie bei Beispiel 1 (Fig. 1) graphisch dargestellt. Die durch den schraffierten Differenzbereich zwischen der R- und T-Kurve veranschaulichten Reflexionsverluste betragen im Arbeitsbereich der Minima der Reflexionsbänder 1 bis 3%.

Ausführungsbeispiel 3

In Analogie zum Beispiel 1 wird ein Interferenzspiegel mit der Schichtanordnung

$G/W_0 K_N W_0 K_N W_0 K_N W_0 K_N W_0 K_N W_0$ hergestellt, wobei $W_0 = H_0 N_0 H_0$ und $K_N = 2N_0$ ist.

Auch hier gelten die gleichen Stoffparameter für G , N_0 und H_0 , wie im Beispiel 1.

Die Maßwellenlänge für die $\lambda_0/4$ -Schichten beträgt

$\lambda_0 = 520 \text{ nm}$, so daß sich entsprechend dem hier vorliegenden Aufbau der Schichtanordnung 2 Reflexionsbänder ergeben, die nach den oben angegebenen Beziehungen für die Hauptwellenlängen der Reflexionsbänder bei $\lambda_1 = 433 \text{ nm}$ und $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ liegen.

In Fig. 3 sind die resultierenden spektralen Reflexions- und Transmissionseigenschaften in derselben Weise wie in den vorangegangenen Beispielen graphisch dargestellt. Die durch den schraffierten Differenzbereich zwischen der R- und T-Kurve veranschaulichten Reflexionsverluste betragen im Arbeitsbereich der Minima der Reflexionsbänder 1 bis 2%.

Um den mit der erfindungsgemäßen Lösung der Aufgabenstellung erreichten Fortschritt zu verdeutlichen, werden zum Vergleich mit den Interferenzspiegeln gemäß der Erfindung in der Fig. 4 die spektralen Reflexions-

und Transmissionskurven eines Interferenzspiegels dargestellt, wie er nach dem Stand der Technik bekannt ist. Es handelt sich dabei um die Anordnung von zwei verschiedenen Wechschelschichtsystemen W_1 und W_2 hoher Schichtenzahl auf einem Glas-Grundkörper G , so daß

5 die Gesamtstruktur
 G/W_2W_1
 ergibt, wobei
 $W_1 = H_1N_1 \dots N_1H_1 = 17 \lambda_1/4$ Einzelschichten und
 10 $W_2 = H_2N_2 \dots H_2N_2 = 16 \lambda_2/2$ Einzelschichten bedeuten.
 Das innere direkt auf der Glasoberfläche angeordnete Wechschelschichtsystem W_2 ist an die Wellenlänge
 $\lambda_2 = 433$ nm angepaßt und das äußere Wechschelschichtsystem W_1 ist an die Wellenlänge $\lambda_1 = 650$ nm angepaßt.
 15 Zu seiner Herstellung wurden die gleichen Substanzen verwendet und dieselben Brechzahlen, wie in den Beispielen der Erfindung, bei der Berechnung zugrunde gelegt. Wie aus den schraffierten Bereichen der Fig. 5 ersichtlich ist, sind geringe Absorptionsverluste von
 20 etwa 1 bis 2% und damit hohe Reflexionswerte nur in einem Spektralband, und zwar in der Umgebung der Anpaßwellenlänge $\lambda_1 = 650$ nm möglich, weil nur dieses Spektralband von dem - auf die Lichteinfallsrichtung bezogen - vorderen Wechschelschichtsystem W_1 reflektiert wird. In dem zweiten Spektralband in der Umgebung der Wellenlänge $\lambda_2 = 433$ nm ist die Reflexion stark vermindert, da das Licht aus diesem Spektralband vor und nach der Reflexion vom Wechschelschichtsystem W_2 erst durch viele Schichten des darüber angeordneten
 25 Wechschelschichtsystems W_1 gehen muß und dabei beträchtliche Absorptionsverluste von 10 bis 30% erleidet, die damit etwa 10 mal höher liegen als bei den Interferenzspiegeln gemäß der Erfindung.

WZ2/UE/W1

3561

Erfindungsanspruch:

1. Interferenzspiegel mit hoher Reflexion für mehrere Spektralbänder, bestehend aus einer Unterlage, auf der Wechselschichtgruppen aus 2 bis 9 nichtmetallischen, optisch verlustarmen Einzelschichten übereinander so angeordnet sind, daß sich die Einzelschichten mit hohem und niedrigem Brechungsindex abwechseln, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen benachbarten gleich oder verschieden aufgebauten Wechselschichtgruppen eine oder mehrere nichtmetallische Kopplungsschichten angeordnet sind, wobei die Einzelschichten aller Wechselschichtgruppen eine optische Dicke von $\frac{1}{4}$ einer Maßwellenlänge λ_0 haben und die optische Dicke der nichtmetallischen Kopplungsschichten ein ganzzahliges Vielfaches von $\lambda_0/4$ beträgt.
2. Interferenzspiegel nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen benachbarten Wechselschichtgruppen eine Kopplungsschicht angeordnet ist, deren optische Dicke ein ungeradzahliges Vielfaches von $\lambda_0/4$ beträgt.
3. Interferenzspiegel nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen benachbarten Wechselschichtgruppen zwei Kopplungsschichten angeordnet sind, deren optische Dicke ein geradzahliges Vielfaches von $\lambda_0/4$ beträgt.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

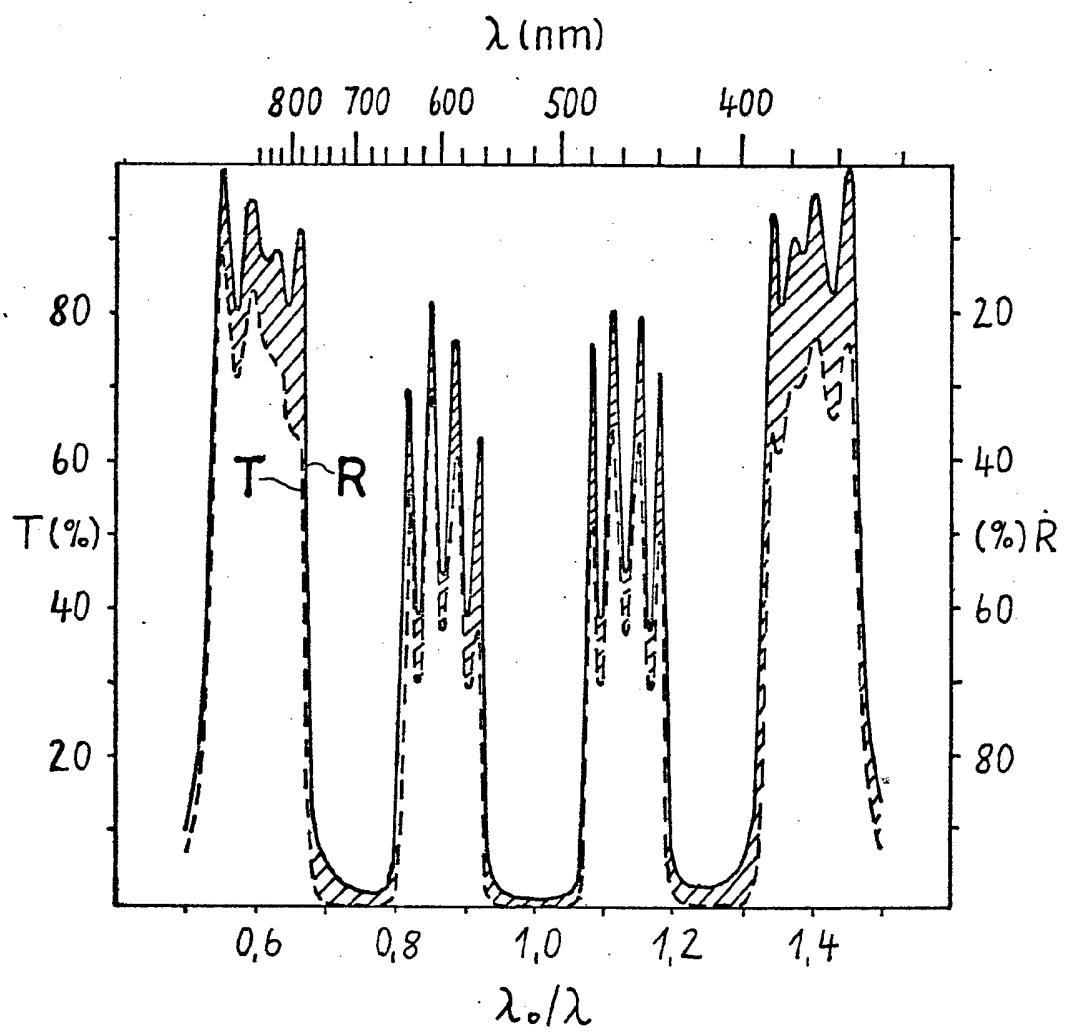


Fig. 1

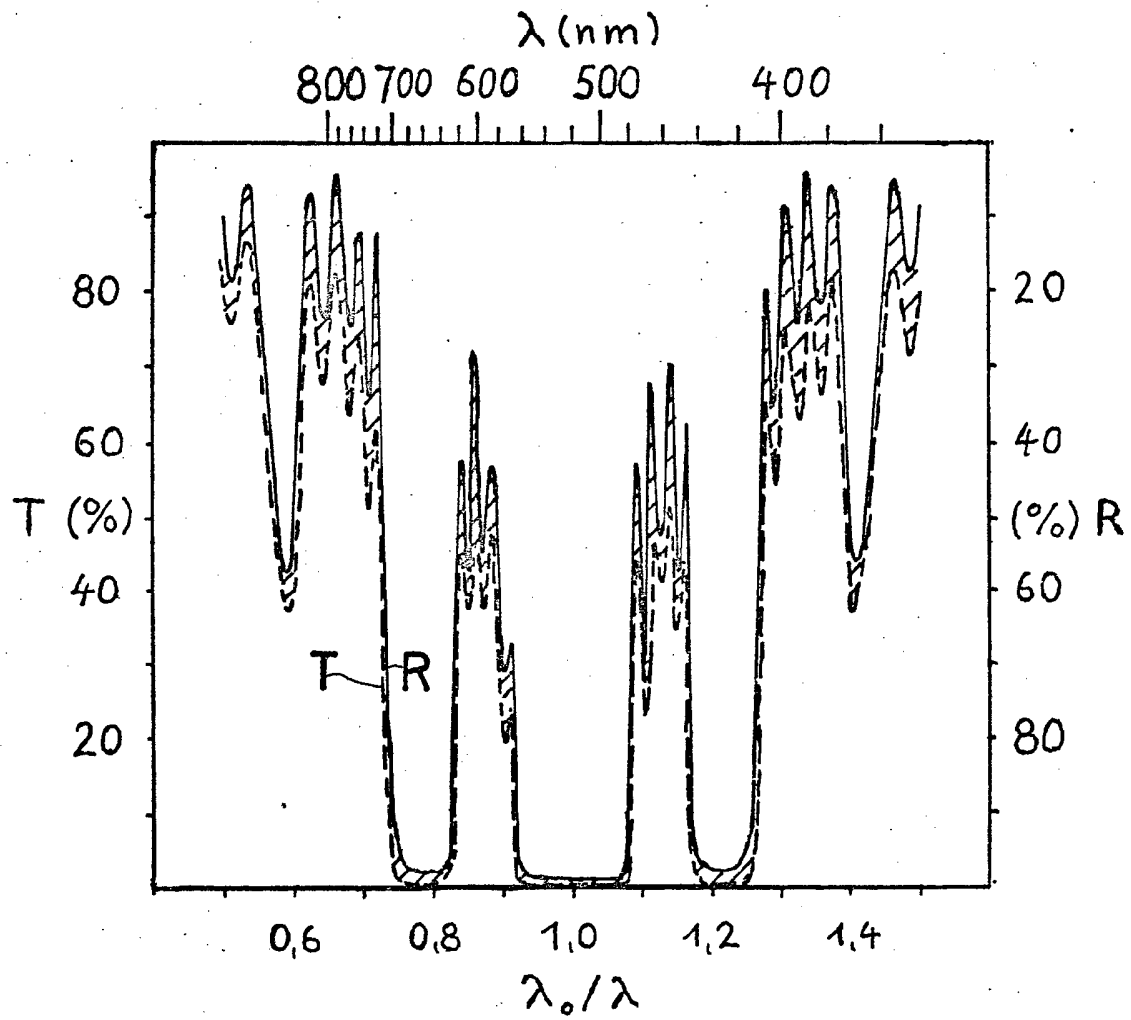


Fig. 2

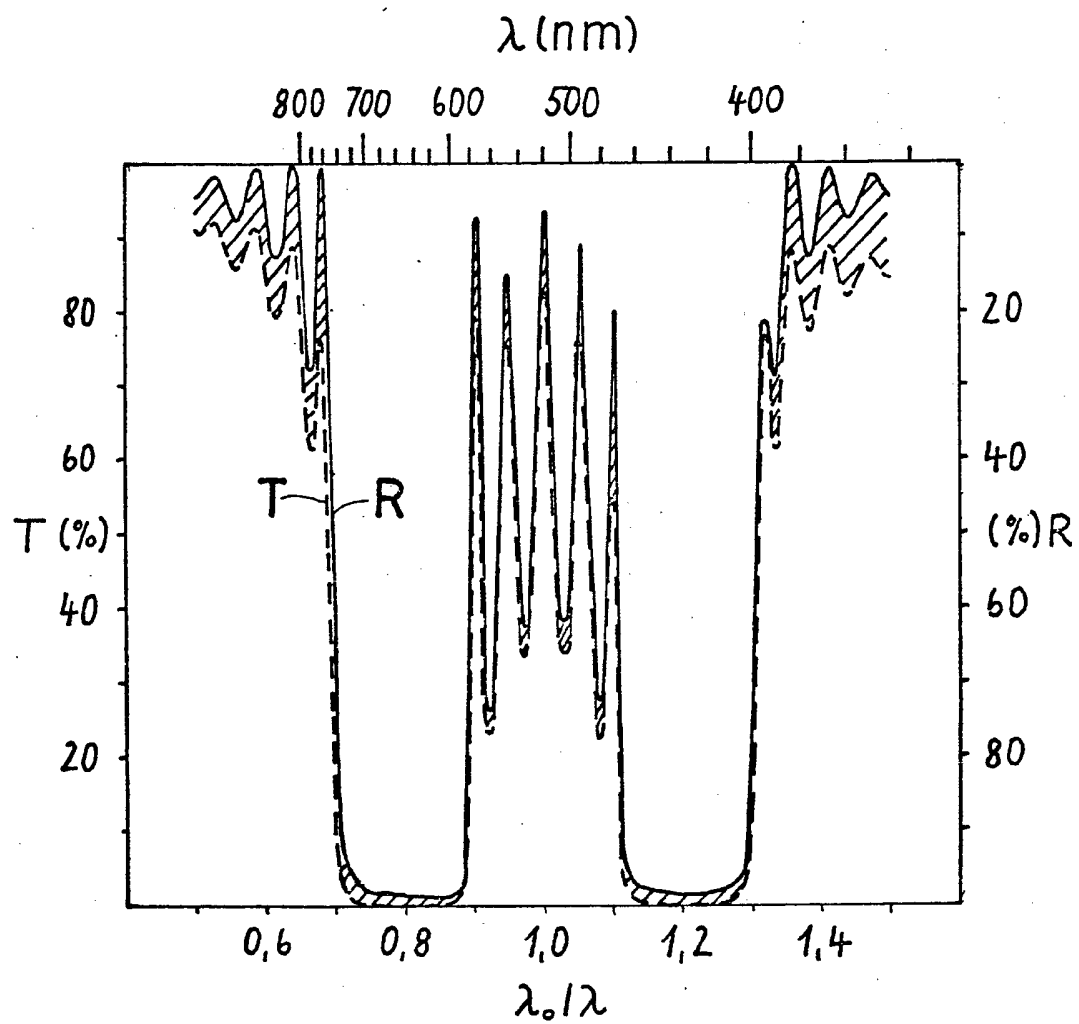


Fig. 3

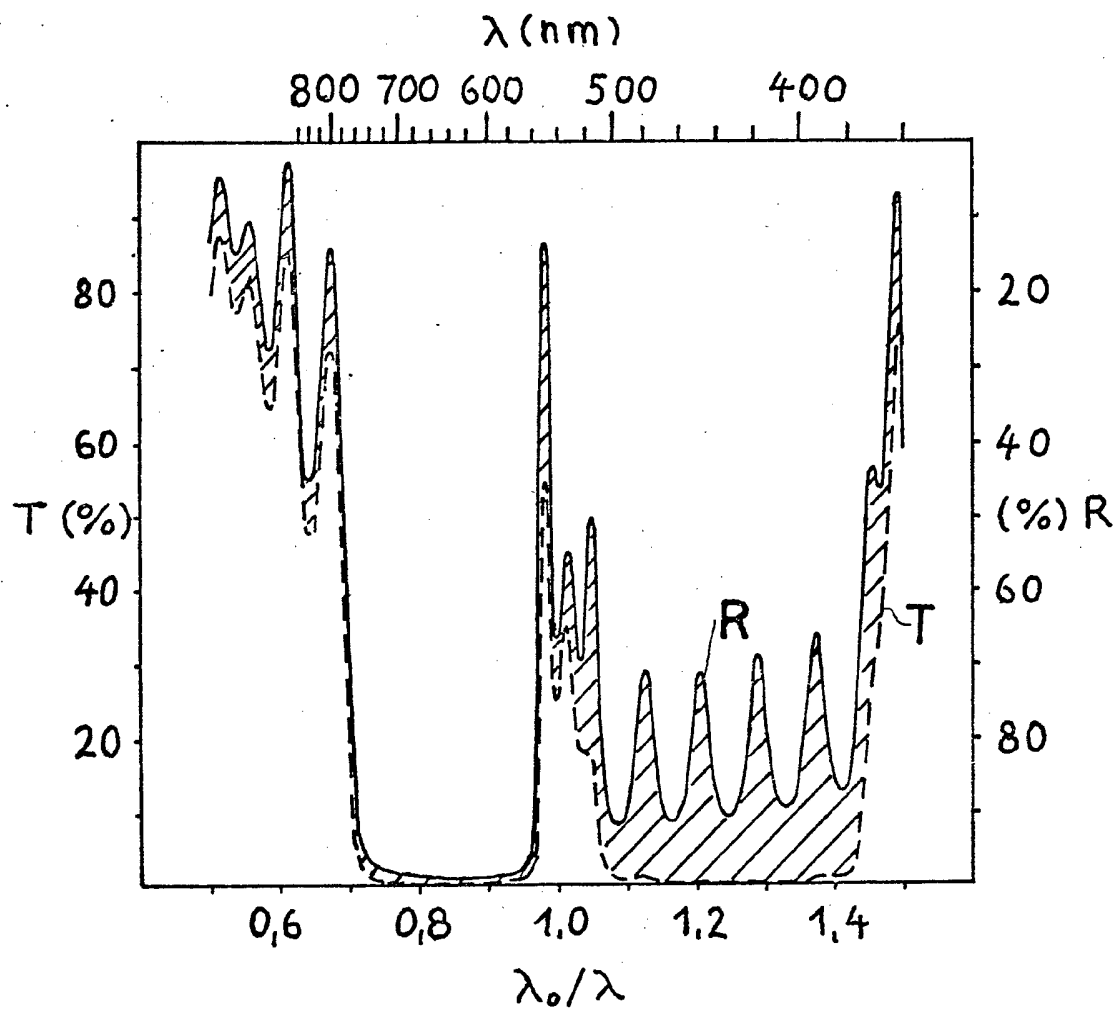


Fig. 4