



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 11 680 T2 2004.06.03**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 941 458 B1

(51) Int Cl.⁷: **G01J 1/04**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 11 680.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/PL97/00033**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 948 040.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 98/29715**

(86) PCT-Anmeldetag: **29.12.1997**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **09.07.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.09.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.04.2002**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.06.2004**

(30) Unionspriorität:

31774696 30.12.1996 PL

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

Kuklinski, Jan, Warschau/Warszawa, PL

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(74) Vertreter:

Jannig & Repkow Patentanwälte, 86199 Augsburg

(54) Bezeichnung: **OPTISCHE ANORDNUNG ZUR UMWANDLUNG VON UV-STRÄHLUNG**

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 eingereicht, 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

[0001] Die vorliegende Erfindung ist ein optisches Array zur Umwandlung ultravioletter Strahlung, die insbesondere im Sonnenlicht enthalten ist. Die Spektralcharakteristik der Transmission des Filters ist ähnlich der Empfindlichkeit der menschlichen Haut für Sonnenbrand. Diese Empfindlichkeit wird durch den weit anerkannten Diffey-Standard beschrieben, der auch als die Erythemen-Wirkung bezeichnet wird.

[0002] Das Robertson-Berger-UV-Meßgerät wird seit zwei Jahrzehnten zum Messen von UV in guter Annäherung an das Diffey/Erythemen-Spektralverhalten verwendet. Dieses stationäre Gerät basiert auf einem Leuchtstoffkonverterschirm als Hauptmittel zum Erhalten eines Spektralverhaltens, das in der Nähe der Erythemen/Diffey-Kurve liegt.

[0003] Inzwischen sind auf dem Markt einige handgehaltene UV-Meßgeräte bekannt, die auf die Überwachung von UV-Strahlung zum Vermeiden eines Sonnenbrands abzielen:

[0004] CASIO Computer Ltd. stellt ein als „CASIO UC-120 UV“ bezeichnetes Gerät her, das ein optisches Array mit Absorptionsfiltern, die aus einem Schott UG-11 ähnlichen Material bestehen, und eine Fotodiode enthält. Die Spektralcharakteristik des Geräts entspricht nicht dem Diffey-Standard. Das vom Sonnenlicht beleuchtete Gerät ist für UVA, das nur wenig Sonnenbrand verursacht, zu empfindlich.

[0005] US-Patent 5,196,705 beschreibt ein Gerät, das die Intensität und Dosis von UV mißt. Das Gerät weist ein optisches Array auf, das folgendes enthält: ein Absorptionsfilter, das aus einem Material ähnlich Schott UG-11 hergestellt ist, ein photolumineszentes Material und eine Fotodiode. Die Spektralcharakteristik des Geräts entspricht nicht dem Diffey-Standard. Das Gerät ist verglichen mit seiner Empfindlichkeit für UVB zu empfindlich für UVA.

[0006] Es wurden auch mehrere andere Lösungen für biologisch ausgerichtete Überwachungsvorrichtungen für UV-Strahlung erörtert, unter anderem:

[0007] US-Patent 5,036,311 beschreibt ein UV-Überwachungssystem, bei dem ein Lichtmeßelement unter einem gekrümmten optischen Element mit auf seiner Oberfläche angeordneten Interferenzfiltern angeordnet wird.

[0008] US-Patent 5,401,970 beschreibt ein UV-Überwachungsgerät, das einen UVB-Sensor und einen VIS-Sensor enthält. Der darin enthaltene UVB-Detektor wird als auf einem Leuchtstoffkonverterschirm basierend beschrieben.

Beschreibung der Erfindung

[0009] Die Erfindung löst das Problem des Konstruierens eines Geräts, das mit einem optischen Array zur Umwandlung ultravioletter, sichtbarer und infraroter Strahlung ausgestattet ist, das die Spektralcharakteristik der Übertragung aufweist, die dem Diffey-Standard ähnelt.

[0010] Definition der relativen internen Transmission eines Satzes von Filtern:

$$T_{int}^{rel}(\lambda) = T_{int}(\lambda)/T_{int}(310) \quad (1)$$

wobei:

λ Wellenlänge in Nanometern

$T_{int}^{rel}(\lambda)$ relative interne Transmission für Wellenlänge λ

$T_{int}(\lambda)$ interne Transmission für Wellenlänge λ

$T_{int}(310)$ interne Transmission für Wellenlänge 310 Nanometer.

[0011] Man beachte, daß die interne Gesamttransmission des Satzes von Absorptionsfiltern gleich dem Produkt interner Transmissionen jedes aufeinanderfolgenden Filters ist.

[0012] Definition der relativen Transmission eines Satzes von Filtern:

$$T^{rel}(\lambda) = T(\lambda)/T(310) \quad (2)$$

wobei:

λ Wellenlänge in Nanometern

$T^{rel}(\lambda)$ relative Transmission für Wellenlänge λ

$T(\lambda)$ Transmission für Wellenlänge λ

$T(310)$ Transmission für Wellenlänge 310 nm.

[0013] Die Diffey-Spektralcharakteristiken werden als $D(\lambda)$ (3) bezeichnet, wobei:

λ Wellenlänge in Nanometer

[0014] In der ersten Lösung enthält das Array ein System von Absorptionsfiltern zur Blockierung der sichtbaren und infraroten Strahlung, ein System aus Interferenzfiltern zur Modifizierung der Transmission von ultravioletter Strahlung und/oder zur Blockierung der sichtbaren und infraroten Strahlung und einen Zerstreuern nach

Anspruch 1.

[0015] Bei der zweiten Lösung gemäß Anspruch 3 enthält das Array ein erstes System von Absorptionsfiltern zur teilweisen Blockierung von UVA, ein zweites System von Absorptionsfiltern zur Blockierung sichtbarer und infraroter Strahlung und kann streuende Elemente und oder ein System/Systeme von Interferenzfilter(n) enthalten.

[0016] Das erste System von Absorptionsfiltern weist eine relative interne Transmission $T_{int}(\lambda)$ auf: zwischen 0 und 0,2 für $\lambda = 290$ nm, zwischen 0,34 und 0,7 für $\lambda = 300$ nm, zwischen 0,5 und 0,8 für $\lambda = 320$ nm, zwischen 0,04 und 0,36 für $\lambda = 330$ nm, zwischen $10E-3$ und 0,1 für $\lambda = 340$ nm, zwischen $7*10E-6$ und 0,02 für $\lambda = 350$ nm, zwischen $2*10E-7$ und $7*10E-3$ für $\lambda = 360$ nm, zwischen $2*10E-7$ und $7*10E-3$ für $\lambda = 370$ nm, zwischen $2*10E-5$ und 0,03 für $\lambda = 380$ nm, zwischen $2*10E-3$ und 0,14 für $\lambda = 390$ nm. Die gesamte optische Dicke des ersten Systems von Absorptionsfiltern liegt bevorzugt zwischen 0,5 und 2 mm.

[0017] Das zweite System von Absorptionsfiltern weist eine relative interne Transmission $T_{int}^{rel}(\lambda)$ auf: zwischen 0 und 0,3 für $\lambda = 290$ nm, zwischen 0,7 und 0,8 für $\lambda = 300$ nm, zwischen 1 und 1,3 für $\lambda = 320$ nm, zwischen 1 und 1,4 für $\lambda = 330$ nm, zwischen 1 und 1,3 für $\lambda = 340$ nm, zwischen 1 und 1,12 für $\lambda = 350$ nm, zwischen 0,6 und 0,8 für $\lambda = 360$ nm, zwischen 0,14 und 0,3 für $\lambda = 370$ nm, zwischen $10E-3$ und 0,015 für $\lambda = 380$ nm, zwischen $10E-10$ und $10E-6$ für $\lambda = 390$ nm. Die gesamte optische Dicke des zweiten Systems von Absorptionsfiltern liegt bevorzugt zwischen 0,5 und 10 mm.

[0018] Am Anfang des optischen Pfades ist ein Zerstreuer angeordnet, um eine ungerichtete Charakteristik des Arrays zu erzielen. Der Zerstreuer kann aus PTFE hergestellt sein. Im optischen Pfad können ein oder mehrere zusätzliche Systeme von Interferenzfiltern angeordnet sein, um sichtbare und infrarote Strahlung zu blockieren und/oder die Transmission im UV-Bereich zu modifizieren.

[0019] Die vorliegende Erfindung gestattet die Herstellung eines preiswerten und einfachen optischen Arrays mit einer Spektralcharakteristik im UVA- und UVB-Bereich, die der durch den Diffey-Standard beschriebenen Empfindlichkeit der menschlichen Haut folgt. Der Zerstreuer stellt eine ungerichtete Charakteristik des Arrays sicher.

[0020] Es ist leicht, anderen Standards der Hautempfindlichkeit gegenüber Sonnenbrand durch UVA und UVB zu folgen.

[0021] Die Erfindung wird in den Blockdiagrammen dargestellt, wobei **Fig. 1** den Aufbau der Version 1 des optischen Arrays, **Fig. 2** den Aufbau einer anderen Variante der in **Fig. 1** dargestellten Erfindung, **Fig. 3** den Aufbau der Version 2 des optischen Arrays, **Fig. 4** den Aufbau der Version 3 des optischen Arrays darstellt. **Fig. 5** stellt $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ für das optische Array aus **Fig. 2** im Vergleich zum Diffey-Standard $D(\lambda)$ dar. **Fig. 6** stellt $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ für das optische Array aus **Fig. 3** im Vergleich zum Diffey-Standard $D(\lambda)$ dar, **Fig. 7** stellt $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ für das optische Array aus **Fig. 4** im Vergleich zum Diffey-Standard $D(\lambda)$ dar.

Beschreibung der Version 1

[0022] Das Array enthält: die Schicht **1**, die Licht streut, einen Kollimator **2**, ein Absorptionsfilter **3**, das ein System von Absorptionsfiltern ergibt, einen Satz von Interferenzfiltern **4**, der ein System von Interferenzfiltern ergibt. Das Absorptionsfilter **3** ist aus einem Material hergestellt, das für UV transparent ist und sichtbare und infrarote Strahlung blockiert. Diese Eigenschaft weist das Material M1 auf, mit einer Charakteristik, die in der untenstehenden Tabelle dargestellt ist.

[0023] In diesem Beispiel ist ein Zerstreuer **1** aus PTFE hergestellt, und das Absorptionsfilter **3** ist eine planparallele Platte mit einer Dicke von 8 mm, aus M1-Material ähnlich Schott UG-11 hergestellt. Der Satz von Interferenzfiltern **4**, der auf der Oberfläche des Absorptionsfilters **3** angeordnet ist, besteht aus 38 Schichten aus Hafniumoxid und/oder Zirconiumoxid und Siliziumoxid.

[0024] Der Zerstreuer **1** stellt eine ungerichtete Charakteristik des Arrays sicher. Der Kollimator **2** formt den Lichtstrahl. Um die gewünschten Spektralcharakteristiken zu erzielen, tritt der Lichtstrahl durch das Absorptionsfilter **3** und das Interferenzfilter **4**.

[0025] Bei der anderen Variante der Version **1**, die in **Fig. 2** gezeigt ist, enthält das Array: die Schicht **5**, die Licht streut, einen Kollimator **6**, ein Absorptionsfilter **7**, das ein System von Absorptionsfiltern ergibt, und einen ersten Satz von Interferenzfiltern **8** und einen zweiten Satz von Interferenzfiltern **9**, die beide ein System von Interferenzfiltern ergeben. Das Absorptionsfilter **7** ist aus einem Material hergestellt, das für UV transparent ist und sichtbare und infrarote Strahlung blockiert. Diese Eigenschaft weist Material M1 mit einer in der untenstehenden Tabelle dargestellten Charakteristik auf.

[0026] In diesem Beispiel ist ein Zerstreuer **5** aus PTFE hergestellt, und das Absorptionsfilter **7** ist eine planparallele Platte mit einer Dicke von 8 mm, die aus M1-Material ähnlich Schott UG-11 hergestellt ist. Der erste Satz von Interferenzfiltern **8** und der zweite Satz von Interferenzfiltern **9** werden auf der Oberfläche des Absorptionsfilters **7** angeordnet und bestehen zusammen aus 62 Schichten aus Hafniumoxid und/oder Zirconiumoxid und Siliziumoxid.

[0027] Der Zerstreuer **5** stellt eine ungerichtete Charakteristik des Arrays sicher. Der Kollimator **6** formt den

Lichtstrahl. Um die gewünschten Spektralcharakteristiken zu erzielen, tritt der Lichtstrahl durch das erste Interferenzfilter **8**, das Absorptionsfilter **7** und das zweite Interferenzfilter **9**.

[0028] In der graphischen Darstellung von **Fig. 5** ist die Charakteristik $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ des Arrays als eine gestrichelte Linie und der Diffey-Standard als eine durchgezogene Linie aufgetragen. In der graphischen Darstellung liegen, die beiden Kurven im Bereich 310–325 nm nahe beieinander.

Beschreibung der Version 2

[0029] Das Array enthält: die Schicht **10**, die Licht streut, ein erstes Absorptionsfilter **11**, das ein erstes System von Absorptionsfiltern ergibt, ein zweites Absorptionsfilter **12**, das ein zweites System von Absorptionsfiltern ergibt. Das erste Absorptionsfilter **11** ist aus einem Material hergestellt, das für UV transparent ist, wobei die Transmission abnimmt, wenn die Wellenlänge von 320 auf 350 nm geändert wird, das zweite Absorptionsfilter **12** ist aus einem Material hergestellt, das für UV transparent ist und sichtbare und infrarote Strahlung blockiert. Diese Eigenschaft weisen die Materialien M2 bzw. M1 mit in der untenstehenden Tabelle dargestellten Charakteristiken auf.

[0030] Bei diesem Beispiel ist ein Zerstreuer **10** aus PTFE hergestellt, das erste Absorptionsfilter **11** ist eine planparallele Platte mit einer Dicke von 1,5 mm, die aus M2-Material ähnlich Schott GG-19 hergestellt ist, das zweite Absorptionsfilter **12** ist eine planparallele Platte mit einer Dicke von 8 mm, die aus M1-Material ähnlich Schott UG-11 hergestellt ist.

[0031] Der Zerstreuer **10** stellt die ungerichtete Charakteristik des Arrays sicher. Um gewünschte Spektralcharakteristiken zu erzielen, tritt der Lichtstrahl durch das erste Absorptionsfilter **11** und das zweite Absorptionsfilter **12** hindurch.

[0032] In der graphischen Darstellung von **Fig. 6** ist die Charakteristik $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ des Arrays als eine gestrichelte Linie und der Diffey-Standard als eine durchgezogene Linie aufgetragen.

Beschreibung der Version 3

[0033] Das Array enthält: ein erstes Absorptionsfilter **13**, das ein erstes System von Absorptionsfiltern ergibt, ein zweites Absorptionsfilter **14**, das ein zweites System von Absorptionsfiltern ergibt, und einen ersten Satz von Interferenzfiltern **15** und einen zweiten Satz von Interferenzfiltern **16**, die beide ein System von Interferenzfiltern ergeben. Das erste Absorptionsfilter **13** ist aus einem Material hergestellt, das gegenüber UV transparent ist, wobei die Transmission abnimmt, wenn die Wellenlänge von 320 auf 350 nm geändert wird, das zweite Absorptionsfilter **14** ist aus einem Material hergestellt, das für UV transparent ist und sichtbare und infrarote Strahlung blockiert. Diese Eigenschaft weisen die Materialien M2 bzw. M1 mit in der untenstehenden Tabelle dargestellten Charakteristiken auf. Interferenzfilter sind so aufgebaut, daß sie sichtbare und infrarote Strahlung blockieren und/oder die Transmissionscharakteristiken in UV modifizieren.

[0034] Bei diesem Beispiel ist das erste Absorptionsfilter **13** eine planparallele Platte mit einer Dicke von 1,5 mm, die aus M2-Material ähnlich Schott GG-19 hergestellt ist. Das zweite Absorptionsfilter **14** mit auf den Oberflächen des Filters **14** angeordneten Interferenzfiltern **15**, **16** werden von Schott zusammen als Schott DUG-11-Filter hergestellt.

[0035] Um die gewünschten Spektralcharakteristiken zu erzielen, tritt der Lichtstrahl durch das erste Absorptionsfilter **13**, das erste Interferenzfilter **15**, das zweite Absorptionsfilter **14** und das zweite Interferenzfilter **16** hindurch.

[0036] In der graphischen Darstellung von **Fig. 7** ist die Charakteristik $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ des Arrays als eine gestrichelte Linie und der Diffey-Standard als eine durchgezogene Linie aufgetragen.

TABELLE der relativen internen Transmission $T_{int}^{rel}(\lambda)$

λ (nm)		290	300	310	320	330	340	350
Glas M1, 8 mm dick	Mindestwert	0	0,7	1	1,0	1,0	1,0	1,0
	Höchstwert	0,3	0,8	1	1,3	1,4	1,3	1,12
Glas M2, 1,5 mm dick	Mindestwert	0	0,34	1	0,5	0,04	10E-3	7*10E-6
	Höchstwert	0,2	0,7	1	0,8	0,36	0,1	0,02

λ (nm)		360	370	380	390
Glas M1, 8 mm dick	Mindestwert	0,6	0,14	10E-3	10E-10
	Höchstwert	0,8	0,3	0,015	10E-6
Glas M2, 1,5 mm dick	Mindestwert	2*10E-7	2*10E-7	2*10E-5	2*10E-3
	Höchstwert	7*10E-3	7*10E-3	0,03	0,14

[0037] Die Daten in den obigen Tabellen sind die Charakteristiken $T_{int}^{rel}(\lambda)$ von aus M1, M2 hergestellten planparallelen Platten mit gegebener Dicke.

[0038] Die präzisen Werte von $T_{int}^{rel}(\lambda)$ werden in den beispielhaften Konstruktionen beschrieben. Diese Daten sind Beispieldaten, und es ist offensichtlich, daß die Erfindung nicht auf sie beschränkt ist.

[0039] Das optische Array in den beispielhaften Konstruktionen weist die Spektralcharakteristiken auf, die der Empfindlichkeit menschlicher Haut gegenüber in Sonnenlicht enthaltenem UV ähnlich sind. **Fig. 5** stellt die graphische Darstellung von $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ für das optische Array von **Fig. 2** im Vergleich mit dem Diffey-Standard $D(\lambda)$ dar, **Fig. 6** stellt die graphische Darstellung von $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ für das optische Array von **Fig. 3** im Vergleich mit dem Diffey-Standard $D(\lambda)$ dar, **Fig. 7** stellt die graphische Darstellung von $T^{rel}(\lambda)*D(310)/T^{rel}(310)$ für das optische Array von **Fig. 4** im Vergleich mit dem Diffey-Standard $D(\lambda)$ dar. Die größten Diskrepanzen zwischen den Charakteristiken und dem Diffey-Standard existieren für UV-C, das im Sonnenlicht fehlt, und UVA, das im Vergleich zur Gesamtbrennleistung von Sonnen-UV eine minimale Brennleistung aufweist.

Patentansprüche

1. Optisches System zur Umwandlung ultravioletter, sichtbarer und infraroter Strahlung, die insbesondere im Sonnenlicht enthalten ist, mit Spektralcharakteristiken nach dem Diffey-Standard, mit einem System von Absorptionsfiltern (3: **Fig. 1**; 7: **Fig. 2**) zur Modifizierung von Transmissionscharakteristiken im UV-Bereich und/oder zur Blockierung der sichtbaren und infraroten Strahlung, welches **dadurch gekennzeichnet** ist, daß die interne Transmission für eine gegebene Wellenlänge, geteilt durch die interne Transmission für 310 nm Licht in folgendem Bereich liegt: zwischen 0 und 0,3 für $\lambda = 290$ nm, zwischen 0,7 und 0,8 für $\lambda = 300$ nm, zwischen 1 und 1,3 für $\lambda = 320$ nm, zwischen 1 und 1,4 für $\lambda = 330$ nm, zwischen 1 und 1,3 für $\lambda = 340$ nm, zwischen 1 und 1,12 für $\lambda = 350$ nm, zwischen 0,6 und 0,8 für $\lambda = 360$ nm, zwischen 0,14 und 0,3 für $\lambda = 370$ nm, zwischen 10E-3 und 0,0015 für $\lambda = 380$ nm, zwischen 10E-10 und 10E-6 für $\lambda = 390$ nm, einem System von Interferenzfiltern (4: **Fig. 1**; 8, 9: **Fig. 2**) zur Modifizierung von Transmissionscharakteristiken im UV-Bereich und/oder zur Blockierung der sichtbaren und infraroten Strahlung, einem Zerstreuer (1: **Fig. 1**; 5: **Fig. 2**), am Anfang des optischen Pfades, um ungerichtete spektrale Transmissionscharakteristiken des Systems zu erreichen.

2. System nach Anspruch 1, mit einem im optischen Pfad angeordneten Kollimator (2: **Fig. 1**; 6: **Fig. 2**) zur Erzeugung eines Lichtbündels, das durch das System durchtritt, wobei die Kollimatorfläche Licht stark absorbiert sollte.

3. Optisches System zur Umwandlung ultravioletter, sichtbarer und infraroter Strahlung, die insbesondere im Sonnenlicht enthalten ist, mit Spektralcharakteristiken nach dem Diffey-Standard; mit einem ersten System von Absorptionsfiltern (11: **Fig. 3**; 13: **Fig. 4**) zur Modifizierung von Transmissionscharakteristiken im UV-Bereich und/oder zur Blockierung der sichtbaren und/oder der infraroten Strahlung, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß die interne Transmission für eine gegebene Wellenlänge, geteilt durch

die interne Transmission für 310 nm Licht in folgendem Bereich liegt: zwischen 0 und 0,2 für $\lambda = 290$ nm, zwischen 0,34 und 0,7 für $\lambda = 300$ nm, zwischen 0,5 und 0,8 für $\lambda = 320$ nm zwischen 0,04 und 0,36 für $\lambda = 330$ nm, zwischen $10E-3$ und 0,1 für $\lambda = 340$ nm, zwischen $7*10E-6$ und 0,02 für $\lambda = 350$ nm, zwischen $2*10E-7$ und $7*10E-3$ für $\lambda = 360$ nm, zwischen $2*10E-7$ und $7*10E-3$ für $\lambda = 370$ nm, zwischen $2*10E-5$ und 0,03 für $\lambda = 380$ nm, zwischen $2*10E-3$ und 0,14 für $\lambda = 390$ nm,

einem zweiten System von Absorptionsfiltern (**12: Fig. 3; 14: Fig. 4**) zur Modifizierung von Transmissionscharakteristiken im UV-Bereich und/oder zur Blockierung der sichtbaren und/oder der infraroten Strahlung, wobei die interne Transmission für eine gegebene Wellenlänge, geteilt durch die interne Transmission für 310 nm Licht in folgendem Bereich liegt: zwischen 0 und 0,3 für $\lambda = 290$ nm, zwischen 0,7 und 0,8 für $\lambda = 300$ nm, zwischen 1 und 1,3 für $\lambda = 320$ nm, zwischen 1 und 1,4 für $\lambda = 330$ nm, zwischen 1 und 1,3 für $\lambda = 340$ nm, zwischen 1 und 1,12 für $\lambda = 350$ nm, zwischen 0,6 und 0,8 für $\lambda = 360$ nm, zwischen 0,14 und 0,3 für $\lambda = 370$ nm, zwischen $10E-3$ und 0,0015 für $\lambda = 380$ nm, zwischen $10E-10$ und $10E-6$ für $\lambda = 390$ nm.

4. System nach Anspruch 3, mit einem Zerstreuer (**10: Fig. 3**) am Anfang des optischen Pfades, um ungerichtete spektrale Transmissionscharakteristiken des Systems zu erreichen.

5. System nach Anspruch 3, mit zusätzlichen Interferenzfiltern (**15, 16: Fig. 4**).

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

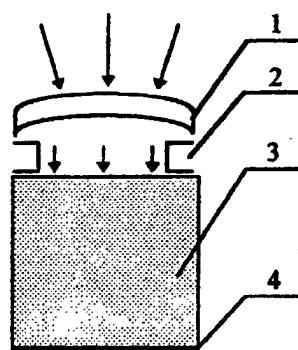


Fig. 1

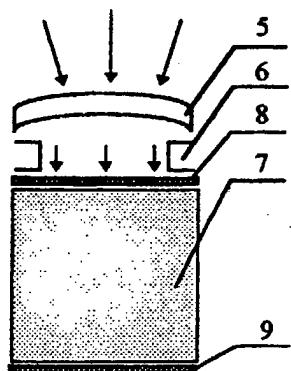


Fig. 2

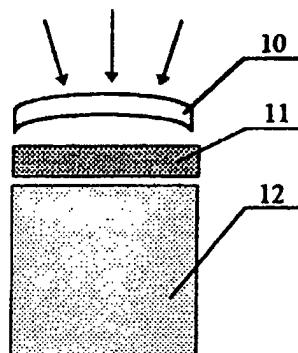


Fig. 3

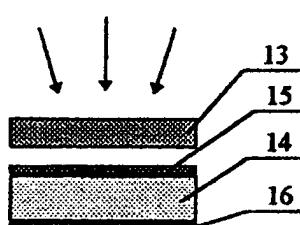


Fig. 4

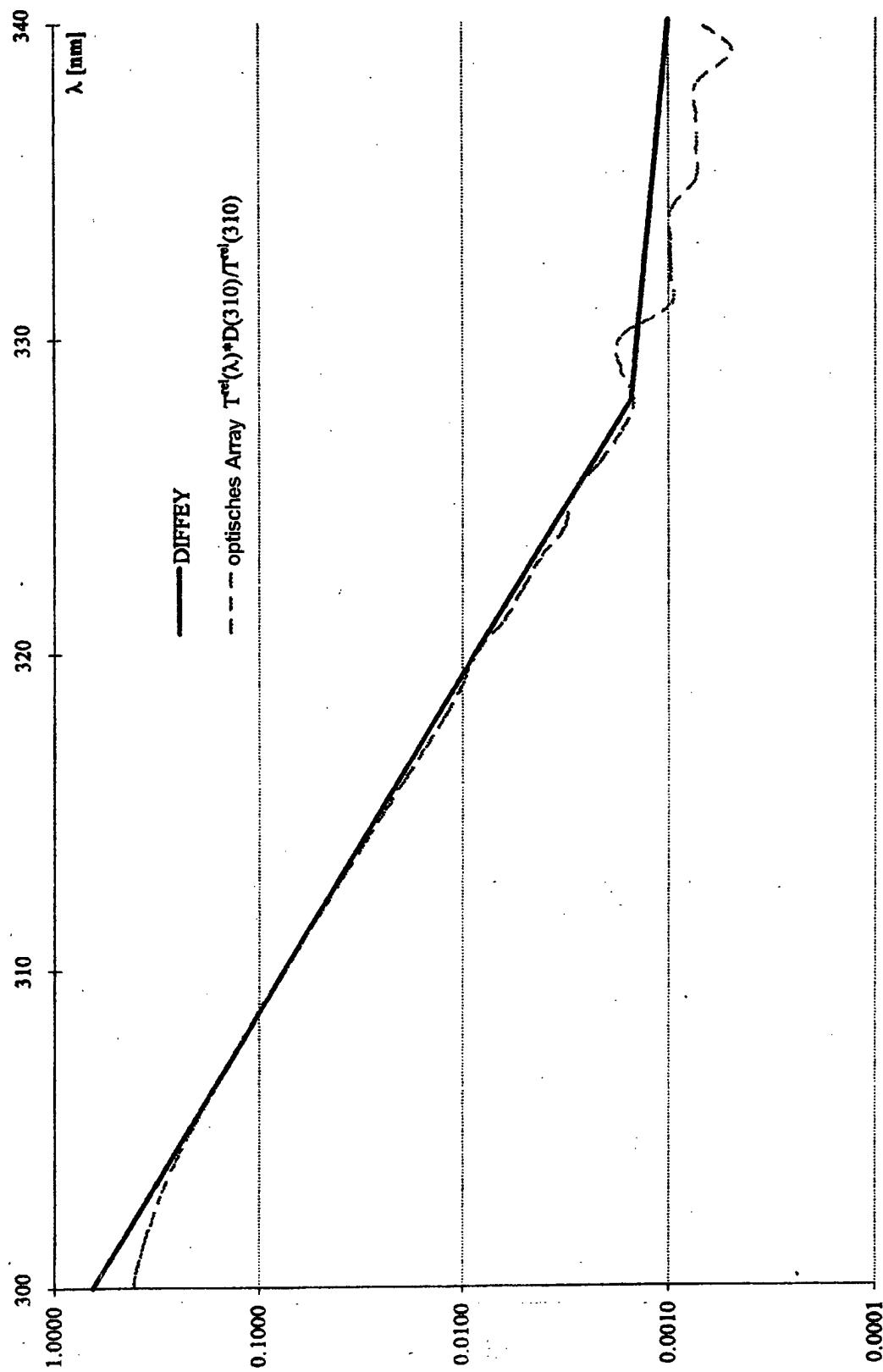


Fig. 5

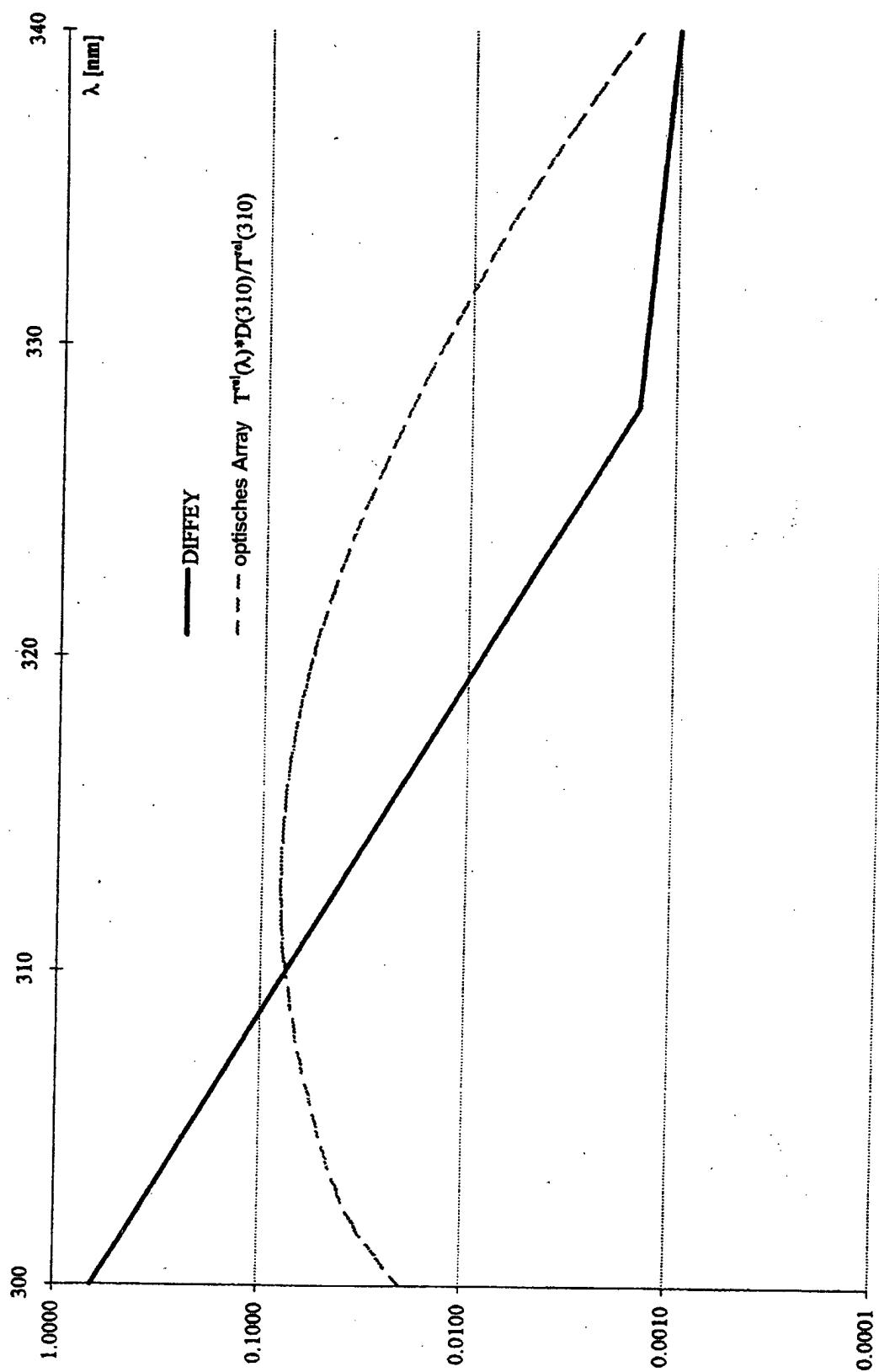


Fig. 6

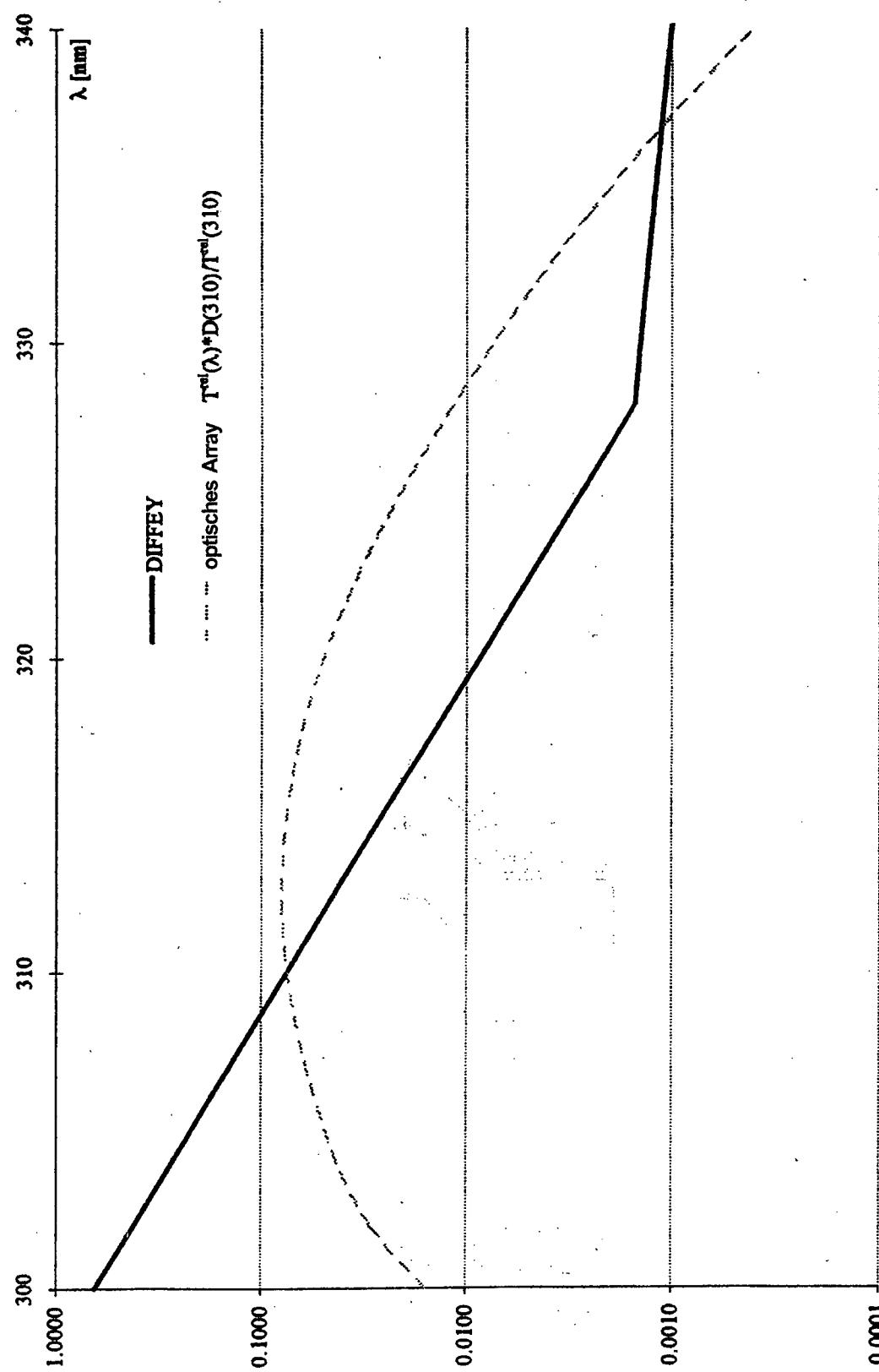


Fig. 7