

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 695 281 A5**

(51) Int. Cl.: **G02B 5/20 (2006.01)**
A61N 5/08 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

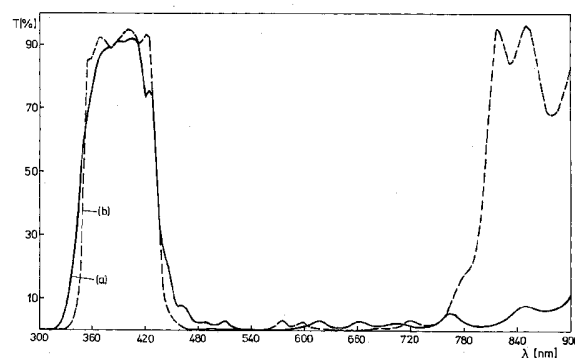
(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Gesuchsnummer: 01025/93
(22) Anmeldedatum: 02.04.1993
(24) Patent erteilt: 28.02.2006
(45) Patentschrift veröffentlicht: 28.02.2006

(73) Inhaber:
Balzers Aktiengesellschaft
9496 Balzers (LI)
(72) Erfinder:
Buchholz, Jürgen, Sevelen (CH)
Wierer, Peter, Dr., Bludenz (AT)
(74) Vertreter:
Troesch Scheidegger Werner AG,
Siewerdtstrasse 95 Postfach
8050 Zürich (CH)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Filters, danach hergestellte optische Schicht, optisches Bauelement mit einer derartigen Schicht und Bräunungsanlage mit einem solchen Element.**

(57) Ausgehend vom Bedürfnis, an Therapie- oder Kosmetik-UV-Anlagen den UVB- und UVC-Spektralbereich einerseits, den visuellen und nahen Infrarot-Spektralbereich andererseits auszufiltern und damit am optischen Ausgang im Wesentlichen nur UVA-Strahlung zu erhalten, wird die Filterkante gegen kürzere Wellenlängen hin, also im Wesentlichen zwischen UVB- und UVA-Bereich, durch die Absorptionskante eines Schichtmaterials realisiert. Dabei wird erkannt, dass an einem solchen Schichtmaterial sich die Absorptionskante durch Selektion der Materialzusammensetzung an erwünschte Spektrallage schieben lässt. An einem Filter, dessen Filterkante gegen grössere Wellenlängen hin durch Interferenz an dünnen Schichten realisiert ist und bei welchem das Material, dessen Absorptionskante ausgenützt wird, gleichzeitig als Interferenzschichtmaterial genutzt wird, ergibt sich durch Veränderung der Zusammensetzung des genannten Materials und damit dessen Absorptionskante eine Verschiebung (a, b) der Filterkante gegen kürzere Wellenlängen hin.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft:

- (a) ein Verfahren zur Herstellung eines Filters nach dem Oberbegriff von Anspruch 1;
- (b) eine optische Filter-Schicht, hergestellt nach dem erwähnten Verfahren, gemäss Anspruch 16;
- (c) ein optisches Bauelement mit einer solchen Schicht, nach Anspruch 26;
- (d) eine Bräunungsanlage mit einem solchen Bauelement.

[0002] In Geräten für die Erzeugung von Kosmetikeffekten (Bräunung) sowie Therapieeffekten werden u.a. UV-Hochdruckbrenner verwendet. Neben der für den erwünschten Bräunungseffekt notwendigen UVA-Strahlung emittieren solche Brenner auch im UVC-, UVB- sowie im sichtbaren und im nahen Infrarotbereich. Die erwähnten Bereiche sind wie folgt definiert:

UVC:	$100 \text{ nm} \leq \lambda \leq 280 \text{ nm};$
UVB:	$280 \text{ nm} \leq \lambda \leq 315 \text{ nm};$
UVA:	$315 \text{ nm} \leq \lambda \leq 380 \text{ nm};$
sichtbare Strahlung (VIS):	$380 \text{ nm} \leq \lambda \leq 780 \text{ nm};$
nahe Infrarotstrahlung (NIR):	$780 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1,4 \text{ }\mu\text{m}.$

[0003] Aus Gesundheitsgründen sind UVC-, UVB-Strahlungen unerwünscht, aus Komfortgründen eine zu starke Strahlung im visuellen und im nahen Infrarotbereich. Deshalb ist es üblich, die Strahlung der erwähnten UV-Brenner zu filtern, dabei den erwünschten UVA-Strahlungsbereich bei maximaler Transmission zu übertragen.

[0004] Es ist bekannt, für solche Filter verschiedene, sog. UV-Gläser einzusetzen, beispielsweise Uvisol oder M-UG 2 der Firma Deutsche Spezialglas AG. Beim Einsatz solcher UV-Gläser muss zur ausreichenden Abblockung der Erythem-auslösenden UVB-Strahlung, welche unmittelbar an den auszunützbaren UVA-Strahlungsbereich angrenzt, ein Klarglas mit entsprechender Absorptionskante eingesetzt werden.

[0005] Der Nachteil solcher UV-Gläser ist neben einer gewissen Solarisation, d.h. Verschiebung des Transmissionsverhaltens aufgrund von Strahlungseinflüssen, die geringe Transmission für die auszunützbare UVA-Strahlung. Die Solarisation des Klarglases führt zu einer Verschiebung seiner Absorptionskante hin zu längeren Wellenlängen, wodurch, im Betrieb, der UVA-Anteil zusätzlich noch unkontrolliert abnehmen kann. Wegen der relativ geringen UVA-Transmission ist weiter die Verwendung von UV-Lampen mit sehr hoher Leistung, beispielsweise 2- bis 4kW-Brennern, notwendig. Damit verbunden ist auch ein sehr hoher Aufwand für die Kühlung des Gerätes sowie ein hoher Energieverbrauch.

[0006] Seit einiger Zeit stehen beispielsweise von der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung entwickelte Vielschichtinterferenz-Filter zur Verfügung, bestehend aus Wechselschichten mit hohen und tiefen Brechungswerten, wie beispielsweise aus Ta_2O_5 einerseits und SiO_2 andererseits. Sie ergeben als UVA-Filter eine wesentlich höhere UVA-Transmission.

[0007] Aufgrund der Verwendung dünner Metalloxidschichten bei derartigen Interferenzfiltern tritt keine Solarisierung auf. Ein weiterer wesentlicher Vorteil derartiger Interferenzfilter bezüglich UV-Gläsern ist, dass die Schichtmaterialien nahezu absorptionsfrei sind, wodurch sehr hohe UVA-Transmissionen erhalten werden und dabei die Filterkanten gegen das sichtbare Licht einerseits und gegen die UVB-Strahlung andererseits, durch Ausnützung der Interferenzerscheinungen, sehr steil ausgelegt werden können. Durch Änderung der Schichtdicke ist es zudem möglich, die Filterkanten spektral so zu legen, dass die Faltung der Transmissionskurve mit der Pigmentierungskurve maximal wird, was zu optimaler Bräunungswirkung führt, und die Faltung mit der Erythemkurve minimal, wodurch Sonnenbrand vermieden wird.

[0008] Bezüglich der Definition der genannten Pigmentierungskurven und der Erythemkurven sei auf DIN 5031 Teil 10 und auf DIN 5050 verwiesen.

[0009] Durch Einsatz derartiger Interferenzfilter und zusätzlicher Verwendung von beschichteten UVA-Reflektoren konnten die Anschlussleistungen gewisser UV-Bestrahlungsgeräte wesentlich verringert werden, u.a. aufgrund der hohen UVA-Transmission.

[0010] Bei solchen Interferenzfiltern wird beidseitig des Glassubstrates ein Vielschichtensystem aufgebracht. Das eine dient der Abblockung der UVB- und UVC-Strahlung, das andere der Abblockung der sichtbaren Strahlung und der nahen Infrarotstrahlung. Daraus resultiert, als Nachteil derartiger Systeme, wegen der beidseitigen Beschichtung, dass gesamthaft eine relativ grosse Anzahl von Schichten vorgesehen werden muss, ca. 70, was zu einem relativ hohen Herstellungspreis führt.

[0011] Die vorliegende Erfindung geht von der Aufgabe aus, diesen Nachteil zu beheben.

[0012] Dies wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch dessen Ausbildung nach dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 erreicht.

[0013] Obwohl die oben erwähnte Aufgabe von den Bedürfnissen bei Bräunungs- und Therapiegeräten ausgeht, bei denen vornehmlich Transmissionsfilter eingesetzt werden, kann das erfindungsgemässe Verfahren grundsätzlich in Anwendungsbereichen eingesetzt werden, wo zwischen den genannten Spektralbereichen eine Filterkante zu legen ist, um den einen Bereich zu transmittieren bzw. zu reflektieren und dabei den anschliessenden Bereich auszufiltern.

[0014] Gegenüber den erwähnten vorbekannten Filterverfahren mittels reiner Interferenzfilter wird erfindungsgemäss die Filterkante im Wesentlichen nicht durch Ausnützung von Interferenzerscheinungen realisiert, sondern durch eine materialinhärente Absorptionskante, welche zwischen dem zu transmittierenden bzw. zu reflektierenden und dem abzublockenden Spektralbereich liegt.

[0015] Zur Realisierung der erwähnten Filterkante wird beim erfindungsgemässen Vorgehen, in Minimalkonfiguration, das Vorsehen nur einer einzigen Schicht eines entsprechend selektionierten Materials bzw. Materialgemisches notwendig. Bei der Realisierung von Filterelementen, welche weiteren spektralen Bedürfnissen Rechnung tragen müssen, wie insbesondere beim Einsatz für Therapie- bzw. Bräunungsgeräte, zur Abblockung des sichtbaren Strahlungs- sowie des nahen Infrarotbereiches, ergibt die erfindungsgemäss genutzte materialinhärente Absorptionskante eine wesentliche Reduktion der Interferenzschichtenzahl, welche im Wesentlichen nurmehr aus den weiteren zu erfüllenden spektralen Bedürfnissen resultiert. Dadurch werden die entsprechend realisierten optischen Filterelemente, seien dies z.B. Transmissionsfilter, selektive Spiegel etc., wesentlich wirtschaftlicher herstellbar.

[0016] Bei reinen Interferenzfiltern kann die exakte spektrale Lage der Filterkante durch Bemessung der Interferenzschichtdicken eingestellt werden.

[0017] Bei der Lösung der eingangs genannten Aufgabe, bei welcher eine Filterkante zwischen zu transmittierendem oder zu reflektierendem Spektralbereich und auszufilterndem Spektralbereich im Wesentlichen durch die Ausnützung der spektralen Absorptionskante eines Materials oder Materialgemisches realisiert wird, wurde nun erkannt, dass sich die genannte Lage durch Variation des Anteilverhältnisses am genannten Materialgemisch exakt einstellen lässt, gemäss Wortlaut von Anspruch 2.

[0018] In einer Ausführungsform nach Anspruch 3 ergibt sich ein Bandpassfilter, welcher wesentlich weniger aufwendig ist als Bandpassfilter, welche ausschliesslich auf Interferenz basieren, weil dadurch wesentlich weniger Interferenzschichten vorzusehen sind.

[0019] Dabei hat sich gezeigt, dass bevorzugterweise, ohne dass im heutigen Zeitpunkt ausgeschlossen werden könnte, dass sich auch andere Materialien hierzu eignen, ein Oxid, Oxinitrid, Sulfid oder Fluorid eines Metalles oder einer Metalllegierung als Material oder als eine Komponente des Materials eingesetzt wird, gemäss Anspruch 4.

[0020] Dem Wortlaut von Anspruch 5 folgend, hat sich dabei gezeigt, dass bevorzugterweise die Einstellung der spektralen Lage der Absorptionskante des Materials durch Variation des Legierungsverhältnisses und/oder des Anteilverhältnisses mindestens eines Oxides und/oder Oxinitrides und/oder Sulfides und/oder Fluorides und/oder des Verhältnisses y/x des Stickstoffes zum Sauerstoff eines Oxinitrides eines Metalles oder einer Metalllegierung vornehmen lässt.

[0021] Wenn von Komponenten des Materials gesprochen wird, deren Anteilsverhältnis ausgenützt wird, um die spektrale Lage der Absorptionskante einzustellen, so ist darunter sowohl eine mehrphasige Mischung des Materials zu verstehen, indem beispielsweise unterschiedliche Kristalle nebeneinander im Material vorhanden sind oder indem, einphasig, Mischkristalle, beispielsweise bei Oxiden der Formel $(Me_1, Me_2)_xO_x$ vorliegen.

[0022] Insbesondere für das Legen der Absorptionskante des erwähnten Materials im Wesentlichen zwischen den UVB- und den UVA-Bereich wird in einer bevorzugten Ausführungsvariante nach dem Wortlaut der Ansprüche 6 bis 9 vorgegangen.

[0023] Nebst Ta_2O_5 eignen sich mit einiger Wahrscheinlichkeit zur Feineinstellung der Absorptionskante an einem Material, das mindestens zu einem wesentlichen, vorzugsweise zu einem überwiegenden Anteil aus Nb_2O_5 besteht, auch folgende Materialien:

[0024] HfO , Al_2O_3 , SiO_2 , Y_2O_3 , ZrO_2 , ScO_2 , MgF_2 , ZnS oder weitere Fluoride oder Sulfide.

[0025] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante, insbesondere zum Einstellen der Absorptionskante, im Wesentlichen zwischen den UVB- und den UVA-Spektralbereich, wird vorgeschlagen, nach dem Wortlaut von Anspruch 10 vorzugehen. Wird nämlich zu einem wesentlichen Anteil, vorzugsweise zu einem überwiegenden des erwähnten Materials, mindestens ein Oxinitrid eingesetzt, vorzugsweise $TaO N_x$, $HfO N_x$ oder $ZrO N_x$, so kann vorzugsweise mit dem Verhältnis y/x die spektrale Lage der Absorptionskante eingestellt werden und/oder gegebenenfalls auch durch Wahl eines Mischungsverhältnisses mindestens eines Oxinitrides mit einem weiteren Material, wie beispielsweise einem Oxid.

[0026] Bei Einsatz von $HfO N_x$ mindestens als wesentlichen, vorzugsweise überwiegenden Anteil des Materials wurde dabei gefunden, dass zur Einstellung der Absorptionskante zwischen UVB- und UVA-Bereich das Verhältnis $\frac{y}{x+y}$ vor-

zugsweise gewählt wird, wie in Anspruch 11 spezifiziert.

[0027] Grundsätzlich hat sich auch gezeigt, dass, gemäss Wortlaut der Ansprüche 12 bis 14, Zirkonoxinitrid, Tantaloxinitrid, Titanoxid oder Zinksulfid ausgezeichnet geeignet sind, um je einzeln oder in selektiv gewähltem Mischungsverhältnis mit anderen Materialien die Lage der Absorptionskante des erwähnten Materials einzustellen, insbesondere auch zwischen den UVA- und UVB-Bereich.

[0028] Die optische Filterschicht, hergestellt nach dem erwähnten Verfahren, zeichnet sich nach dem Kennzeichen von Anspruch 16 aus.

[0029] Bevorzugte Ausführungsvarianten der erwähnten optischen Filterschicht sind in den Ansprüchen 17 bis 25 spezifiziert.

[0030] Bevorzugte Ausführungsvarianten der erwähnten optischen Bauelemente zeichnen sich nach den Ansprüchen 27 bis 32 aus.

[0031] Aufgrund der Tatsache dass sich durch das erfindungsgemässe Vorgehen bzw. die daraus resultierenden optischen Bauelemente ein verringerter Fertigungs- und Materialaufwand zur Strahlungsfilterung ergibt, ergibt sich damit eine erfindungsgemässe Bräunungsanlage nach Anspruch 33, welche, entsprechend, günstiger hergestellt werden kann, d.h. einen wesentlichen kommerziellen Vorteil aufweist, wobei gleichzeitig UV-Strahler relativ geringer Leistung eingesetzt werden können.

[0032] Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert.

[0033] Es zeigen:

- Fig. 1 den Verlauf der Transmission über der Lichtwellenlänge eines erfindungsgemäss bevorzugterweise mit seiner Absorptionskante für die UVB-/UVA-Trennung genutzten Materials, nämlich von Nb_2O_5 auf Quarzglas (HERASIL);
- Fig. 2 den Verlauf der Transmission von Quarzglas (HERASIL);
- Fig. 3 in einer Darstellung wie in Fig. 1, die Transmissionskurve eines weiteren, bevorzugterweise erfindungsgemäss genutzten Materials, nämlich eines Materialgemisches aus ca. 70 Gew.-% Nb_2O_5 und ca. 30 Gew.-% Ta_2O_5 auf BK-7-Glas;
- Fig. 4 die Transmissionskurve von BK-7-Glas;
- Fig. 5(a) den Transmissionsverlauf eines erfindungsgemässen, als Transmissionsfilter ausgelegten optischen Bauelementes, speziell ausgelegt für die Bedürfnisse an Bräunungsanlagen;
- (b) den Verlauf eines ausschliesslich auf Interferenz basierenden, bekannten Filterelementes der Anmelderin, zum Vergleich;
- Fig. 6 den Transmissionsverlauf des erfindungsgemässen optischen Transmissionsfilters gemäss Fig. 5(a) sowie, gestrichelt, die durch geändertes Mischungsverhältnis am erfindungsgemäss eingesetzten Material verschobene, im Wesentlichen durch die Absorptionskante des Mischmaterials festgelegte Filterkante zwischen dem UVA- und UVB-Bereich;
- Fig. 7 die Transmissionskurve von Klarglas (SOLADUR);
- Fig. 8 die Verteilung der 50% Transmissionspunkte und der 10% Transmissionspunkte für HfO_2N_y und ZrO_2N_y bei variierendem y/x-Verhältnis so, vergleichsweise von Nb_2O_5 und Nb_2O_5 (70%)/ Ta_2O_5 (30%);
- Fig. 9a–c drei Transmissionsverläufe an HfO_2N_y -Schichten mit verschiedenen Verhältnissen

[0034] In Fig. 1 ist der Transmissionsverlauf an einem bevorzugterweise eingesetzten Material, nämlich an Nb_2O_5 , dargestellt. Die Transmissionskurve wurde an einer Nb_2O_5 -Einzelschicht der Dicke $d = 200$ nm aufgenommen, auf einem Substrat aus Quarzglas. Aus Übersichtsgründen sind über der Wellenlängenchse in Fig. 1 die eingangs definierten Spektralbereiche eingetragen.

[0035] Daraus ist nun ersichtlich, dass die materialinhärente Absorptionskante K von Nb_2O_5 bei Licht einer Wellenlänge von ca. 348 nm durch den 50%-Wert durchläuft, d.h. bei 348 nm ist die Absorption und Restreflexion ca. 50%. Für Nb_2O_5 wird eine Mindestschichtdicke von 10 nm, vorzugsweise eine Dicke von über 200 nm vorgeschlagen.

[0036] Wird das erfindungsgemässe Material als Material zweier oder mehrerer Schichten in einem Mehrschichtsystem eingesetzt, so gelten diese Dickenangaben für die Summe der Dicken der vorgesehenen Schichten aus dem genannten Material.

[0037] Weiter ist ersichtlich, dass aufgrund des materialinhärenten Absorptionsverhaltens von Nb_2O_5 bereits eine gute Sperrung des UVB-Spektralbereiches bei hoher Transmission im UVA-Bereich erreicht wird. Beim wie oben definiert festgelegten Grenzwert zwischen UVA- und UVB-Bereich, nämlich bei 315 nm, ist die verbleibende Transmission weniger als 8%, entsprechend einer Absorption und Restreflexion von mehr als 92%, bei einer Wellenlänge von 370 nm ist die Transmission ca. 88%, entsprechend einer verbleibenden Absorption und Restreflexion von ca. 12%.

[0038] In Fig. 2 ist die Transmission des verwendeten Substrates Quarzglas (HERASIL) dargestellt.

[0039] In Fig. 3 ist die Transmission analog zur Darstellung von Fig. 1 eines bevorzugterweise für die UVB-/UVA-Trennung eingesetzten Materialgemisches aus ca. 70% Nb_2O_5 und ca. 30% Ta_2O_5 dargestellt, wiederum bei senkrechtem Lichteinfall an einer Einzelschicht der Dicke 300 nm, aufgebracht auf BK-7-Glas, aufgenommen. Es ist erkenntlich, dass bei der Grenzwellenlänge von 315 nm die Absorption und Restreflexion ca. 96% beträgt, die minimale Absorption und Restreflexion, entsprechend höchster Transmission, ca. 89% beträgt bei einer Wellenlänge von ca. 390 nm. Der 50%-Transmissions- bzw. Absorptions- und Restreflexionspunkt liegt hier bei ca. 338 nm.

[0040] Mit diesem Materialgemisch wird eine Mindestschichtdicke von 10 nm, vorzugsweise von über 250 nm vorgeschlagen.

[0041] Wird das erfindungsgemässe Material als Material zweier oder mehrerer Schichten in einem Mehrschichtsystem eingesetzt, so gelten diese Dickenangaben für die Summe der Dicken der vorgesehenen Schichten aus dem genannten Material.

[0042] Fig. 4 zeigt den Transmissionsverlauf von BK-7-Glas.

[0043] Mit dem erfindungsgemäss bevorzugten Material aus ca. 70% Nb_2O_5 und ca. 30% Ta_2O_5 wurde nun ein Transmissionsfilter auf Klarglas Soladur der Firma Desag aufgebaut, dessen spektrale Transmissionscharakteristik in Fig. 7 dargestellt ist. Das Transmissionsfilter wurde speziell für die Anforderungen bei UV-Kosmetik- bzw. Therapie-Bräunungsanlagen ausgelegt, d.h. es wurde, nebst einer Abblockung des UVB- und UVC-Bereiches, eine Abblockung der Strahlung im visuellen Bereich und im nahen Infrarotbereich angestrebt. Das Soladur-Glassubstrat wurde nur einsei-

tig beschichtet und das erfindungsgemäss mit seiner materialinhärenten Absorptionskante genutzte Material zur Bildung der Filterkante zwischen UVB- und UVA-Bereich gleichzeitig als Interferenzschichtmaterial höheren Brechungsindex eingesetzt, mit Schichten tieferen Brechungsindex aus SiO_2 . Das Filter ist, ausgehend vom Glassubstrat, wie folgt aufgebaut:

[0044] Substrat: Soladur (Fig. 7)

A: erfindungsgemässes Material (70% Nb_2O_5 , 30% Ta_2O_5)
B: SiO_2

Aufbau:

[0045]

Material	Dicke	Wiederholfaktor
Substrat		
A	64,5 nm	1 ×
B	90 nm	
A	53,8 nm	4 ×
B	85 nm	
A	58 nm	1 ×
B	95 nm	
A	64 nm	5 ×
B	108 nm	
A	71 nm	1 ×
B	135 nm	
A	85 nm	4 ×
B	138 nm	
A	68 nm	1 ×
B	53 nm	

Luft

[0046] Hergestellt wurden die Interferenzfilterschichten durch Elektronenstrahlverdampfen einerseits des Materialgemisches (Nb_2O_5 , Ta_2O_5), anderseits des SiO_2 .

[0047] An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Technik zum Ablegen der Interferenzschichten, auch deren aus dem erfindungsgemässen Material, im Rahmen des dem Fachmann Geläufigen wenig kritisch ist. Die Schichten können abgelegt werden durch

- Verdampfen: – aus Schiffchen– Elektronenstrahlverdampfen aus Tiegel, bevorzugt ionenunterstützt
- Sputtern: mit AC, DC oder AC + DC ion-beam
- ion plating etc.

oder durch CVD-, PECVD-Verfahren oder Mischformen.

[0048] Die Schichten können dabei reaktiv hergestellt werden oder, wie im angeführten Beispiel, nichtreaktiv.

[0049] Materialgemische können weiter durch Vorsehen getrennter Quellen für die Mischmaterialien realisiert werden oder, wie im angeführten Beispiel, durch Vorsehen einer Mischmaterialquelle.

[0050] In Fig. 5 bezeichnet die ausgezogene Kurve (a) die Transmission des erfindungsgemässen Filters. Daran ist die Bandpass-Filterkante zwischen dem UVA-Bereich und UVB-Bereich im wesentlichen durch die Absorptionskante des eingesetzten Nb_2O_5 –, Ta_2O_5 – Gemisches gemäss Fig. 3 gegeben, während die Filterkante, welche den UVA-Bereich gegen den visuellen Bereich hin abgrenzt, durch Interferenzwirkung der oben angegebenen Schichtabfolge realisiert ist. An einem solchen optischen Bandpasselement wird mithin erfindungsgemäss die Filterkante gegen kleinere Wellenlängen hin im Wesentlichen durch die Absorptionskante des eingesetzten Materials, hier des erwähnten Gemisches, festgelegt, während die Filterkante gegen höhere Wellenlängen hin durch Interferenzwirkung erzielt ist. Dabei wird oder werden erfindungsgemäss eine oder mehrere Schichten aus dem erwähnten Material, dessen Absorptionskante genutzt wird, vorzugsweise gleichzeitig als Interferenzschicht(en) eingesetzt, vorzugsweise als Interferenzschicht(en) höherbrechenden Materials.

[0051] Es ist aber durchaus und erfindungsgemäss möglich, für ein Interferenzschichtsystem zwei Materialien einzusetzen, die mit dem erfindungsgemäss genutzten nicht zwingend übereinstimmen, und mindestens eine zusätzliche

Schicht aus dem erfindungsgemässen Material vorzusehen, deren Dicke so bemessen ist, dass die Sperrung das geforderte Mass erreicht.

[0052] In Fig. 5 ist gestrichelt (b) die Transmissionskurve eines bekannten UV-Filters dargestellt, welches aufgebaut ist aus zwei Mehrschichtsystemen beidseitig des verwendeten Substrates, wie eingangs beschrieben wurde. Das bekannte Vergleichsfilter gemäss (b) ist wie folgt aufgebaut:

Stand der Technik (Dicken in nm)

[0053]

A: Ta_2O_5
B: SiO_2

Substrat eine Seite		Substrat an der Seite	
Dicke	Rep.Fakt.	Dicke	Rep.Fakt.
A 18		A 70	
B 46		B 83	
A 36	1	A 62	1
B 43		B 83	
A 35	7	A 57	6
B 50		B 83	
A 34		A	65
B 43	1	B 72	
A 34			
B 98			
		A 69	
		B 99	
		A 77	1
		B 119	
		A 82	6
		B 119	
		A 66	1
		B 52	
		Luft	

[0054] In Fig. 6 ist, ausgezogen, die Transmissionscharakteristik (a) gemäss Fig. 5(a) des erfindungsgemässen Filters dargestellt.

[0055] Gestrichelt ist in Fig. 6 der Transmissionsverlauf dargestellt, wenn, ausgehend vom bereits oben definierten Filter, als Material ca. 60 Gew.-% Nb_2O_5 und ca. 40% Ta_2O_5 eingesetzt wird. Deutlich ist die Verschiebung der aus der materialinhärenten Absorptionskante resultierenden Filterkante zwischen UVA und UVB ersichtlich, welche mit Bezug auf das Filter (a) gemäss Fig. 5 zu grösseren Wellenlängen hin (b) verschoben ist.

[0056] Durch gezielte Optimierung des erwähnten Materialgemisches kann eine Maximierung der UVA-Transmission und dabei eine Minimierung der UVB-Transmission realisiert werden. Misst man an beiden Filtern gemäss Fig. 5, d.h. dem herkömmlichen nach (b) und dem erfindungsgemässen nach (a), jeweils die transmittierte Leistung im UVB-Bereich, im UVA-Bereich sowie im nahen Infrarotbereich und gewichtet dabei die im UVA-Bereich transmittierte Leistung mit der Pigmentierungskurve nach DIN 5031 Teil 10, so ergibt sich, dass die erreichte Pigmentierung mit dem erfindungsgemässen Filter etwas besser ist als mit dem bekannten Vergleichsfilter nach (b) von Fig. 5, dass weiter die transmittierte Leistung im UVB-Bereich beim erfindungsgemässen Filter ca. 25% geringer ist als beim Vergleichsfilter, und dass weiter die transmittierte Leistung beim erfindungsgemässen Filter im nahen Infrarot ca. 20% geringer ist.

[0057] Damit ist es erfindungsgemäss möglich, Filter und insbesondere UV-Filter für Bräunungsgeräte kostengünstiger herzustellen, welche mindestens den gleichen Anforderungen genügen wie herkömmliche Interferenz-UV-Filter mit beidseitig des Substrates vorgesehenen Interferenzschichtsystemen.

[0058] In Fig. 7 ist die Transmission von Klarglas (SOLADUR) dargestellt.

[0059] Es wurden nun weiter Schichten aus HfO_xN_y sowie ZrO_xN_y untersucht. Beispielsweise sind in folgender Tabelle die untersuchten HfO_xN_y zusammengestellt:

HfO_xN_y-Schichten auf Quarzglas**[0060]**

Nr	10%-Tr bei	50%-Tr bei	y/(x+y) (n ₂ -Anteil)	Dicke
A	262 nm	300 nm	ca. 25/100	400 nm
B	287 nm	340 nm	ca. 35/100	300 nm
C	356 nm	400 nm	ca. 45/100	300 nm

[0061] Die resultierenden 10% und 50% Transmissionswerte der erwähnten HfO_xN_y-Schichten sind in Fig. 8 eingetragen. Desgleichen sind die 10%/50% Transmissionswerte, erhalten bei ZrO_xN_y bei variierendem Stickstoffanteil in der Schicht eingetragen und als Vergleichswerte diejenigen von Nb₂O₅ gemäss Fig. 1 und von Nb₂O₅/Ta₂O₅ gemäss Fig. 3.

[0062] Daraus ist ersichtlich, dass insbesondere zur Trennung des UVB-Spektralbereiches vom UVA-Spektralbereich Oxinitride eingesetzt werden können, woran die Lage der Absorptionskante durch das Verhältnis y/x feineingestellt wird. Selbstverständlich können für andere Filterbedürfnisse in anderen Spektralbereichen andere Materialien, insbesondere Oxide, Sulfide, Fluoride und Oxinitride, eingesetzt werden bzw. Mischungen solcher Substanzen oder von Mischungen einzelner solcher Substanzen mit anderen Materialien.

[0063] Fig. 8 zeigt aber deutlich, wie erfindungsgemäss durch Variation der Materialkomponenten, hier Stickstoff- zu Sauerstoffanteil, die materialinhärente Absorptionskante feinabgestimmt werden kann.

Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung eines Filters mit einem Schichtsystem, bestehend aus mindestens einer Schicht und mit einer Filterkante zwischen einem zu transmittierenden oder zu reflektierenden Spektralbereich und einem auszufilternden Spektralbereich, dadurch gekennzeichnet, dass die Filterkante im Wesentlichen durch Ausnützung der spektralen Absorptionskante eines Materials am Schichtsystem realisiert wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man die Filterkante durch eine Absorptionskante eines ein- oder mehrphasigen Materials realisiert und ihre spektrale Lage durch Einstellung des Anteilverhältnisses von mindestens zwei Komponenten des Materials festlegt, wovon eine Komponente, eine Absorptionskante oberhalb, die andere unterhalb der Lage ergäbe.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass man die Filterkante gegen kürzere Wellenlängen im Wesentlichen durch die materialinhärente Absorptionskante des Materials festlegt und die Filterkante gegen grössere Wellenlängen hin mittels Dünnschichtinterferenz.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Oxid, Oxinitrid, Sulfid oder Fluorid eines Metalls oder einer Metalllegierung als Material oder als eine Komponente des Materials einsetzt.
- Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass man die Einstellung der spektralen Lage der Absorptionskante durch Variation des Legierungsverhältnisses und/oder des Anteilverhältnisses mindestens eines Oxides und/oder Oxinitrides und/oder Sulfides und/oder Fluorides und/oder durch das Verhältnis y/x des Stickstoffes zum Sauerstoff an einem Oxinitrid.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als Material mindestens zu einem wesentlichen Anteil, vorzugsweise zu einem überwiegenden, Nb₂O₅ eingesetzt wird, insbesondere zur Realisierung der Absorptionskante im Bereich zwischen UVB- und UVA-Bereich.
- Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass man der Materialkomponente Nb₂O₅ mindestens eine weitere aus Ta₂O₅ beimischt.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens 50 Gew.-% Nb₂O₅ im Material vorsieht, vorzugsweise mindestens 6W und weiter vorzugsweise gar mindestens 70 Gew.-%, und vorzugsweise im Übrigen auch Ta₂O₅ vorsieht, dies vorzugsweise zum überwiegenden Restanteil.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass man insbesondere zur Realisation der Absorptionskante im Bereich zwischen UVA- und UVB-Bereich als Material ein Materialgemisch mit ca. 70 Gew.-% Nb₂O₅ und ca. 30 Gew.-% Ta₂O₅ einsetzt.
- Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man als wesentlichen Anteil, vorzugsweise als überwiegenden des Materials mindestens ein Oxinitrid einsetzt, vorzugsweise TaO_xN_y, HfO_xN_y, ZrO_xN_y und vorzugsweise mit dem Verhältnis y/x die spektrale Lage der Absorptionskante des Materials einstellt und/oder gegebenenfalls durch ein Mischungsverhältnis mindestens eines Oxinitrides mit einem weiteren Material.
- Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens als wesentlichen, vorzugsweise überwiegenden Anteil am Material HfO_xN_y einsetzt und dabei y/(x + y) wie folgt wählt:
 $0,2 \leq y/(x + y) \leq 0,5$,
 vorzugsweise $0,25 \leq y/(x + y) \leq 0,45$,
 dabei weiter vorzugsweise $y/(x + y) = \text{ca. } 0,35$, dies insbesondere zum Legen der Absorptionskante in den Bereich

zwischen UVA- und UVB-Bereich.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man zu einem wesentlichen Anteil, vorzugsweise zu einem überwiegenden, am Material $ZrO_x N_y$ einsetzt, insbesondere für das Legen der Absorptionskante des Materials in den Bereich zwischen UVB und UVA.
13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens als wesentlichen, vorzugsweise überwiegenden Anteil des Materials $TaO_x N_y$ einsetzt, insbesondere für das Legen der Absorptionskante in den Bereich zwischen UVB und UVA.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man mindestens zu einem wesentlichen Anteil am Material TiO_2 und/oder ZnS vorsieht.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zu reflektierende oder zu transmittierende Spektralbereich der UVA-Bereich, der auszufilternde der UVB-Bereich ist.
16. Optische Filter-Schicht, hergestellt nach dem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorptionskante ihres Materials in einem Bereich zwischen einem ersten Spektralbereich und einem zweiten Spektralbereich liegt und die Schicht Strahlung aus dem zweiten Bereich transmittiert und aus dem ersten Bereich absorbiert.
17. Optische Schicht nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die spektrale Lage der Absorptionskante des Schichtmaterials durch das Anteilsverhältnis von mindestens zwei Komponenten des ein- oder mehrphasigen Schichtmaterials an die erwünschte Spektrallage gelegt ist und die eine Komponente eine Absorptionskante unterhalb, die andere oberhalb der Lage ergäbe.
18. Optische Schicht nach einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Spektralbereich der UVB-, der zweite der UVA-Bereich ist.
19. Optische Schicht nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Material mindestens zu einem wesentlichen, vorzugsweise zu einem überwiegenden Anteil Nb_2O_5 ist, insbesondere zur Erzeugung einer Absorptionskante im Bereich zwischen UVB und UVA.
20. Optische Schicht nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Material zum überwiegenden Teil Nb_2O_5 umfasst und der Restanteil Ta_2O_5 vorzugsweise in überwiegender Masse umfasst.
21. Optische Schicht nach einem der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Material mindestens 50 Gew.-% Nb_2O_5 umfasst, vorzugsweise mindestens 60 Gew.-%, dabei insbesondere vorzugsweise mindestens 70 Gew.-%, und dass der verbleibende Materialanteil vorzugsweise Ta_2O_5 umfasst, dabei vorzugsweise in überwiegendem Anteil.
22. Optische Schicht nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Schichtmaterial zu einem wesentlichen, vorzugsweise zu einem überwiegenden Anteil ein Oxid, Oxinitrid, Sulfid oder Fluorid eines Metalls oder einer Metalllegierung umfasst.
23. Optische Schicht nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die spektrale Lage der Absorptionskante des Schichtmaterials durch das Legierungsverhältnis und/oder das Anteilverhältnis mindestens eines Oxides und/oder Oxinitrides und/oder Sulfides und/oder Fluorides und/oder durch das Verhältnis y/x des Stickstoff- zu Sauerstoffanteils eines Oxinitrides festgelegt ist.
24. Optische Schicht nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Material mindestens im Wesentlichen, vorzugsweise überwiegenden Anteil $HfO_x N_y$ ist und dabei gilt: $0,2 \leq y/(x + y) \leq 0,5$,
vorzugsweise $0,25 \leq y/(x + y) \leq 0,45$,
vorzugsweise $y/(x + y) = \text{ca. } 0,35$.
25. Optische Schicht nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht zu einem wesentlichen, vorzugsweise überwiegenden Anteil aus $ZrO_x N_y$ und/oder $TaO_x N_y$ und/oder TiO_2 und/oder ZnS besteht.
26. Optisches Bauelement mit mindestens einer Filter-Schicht nach einem der Ansprüche 16 bis 25.
27. Optisches Bauelement nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass es Interferenzschichten aufweist und vorzugsweise das Material zur Festlegung der Spektrallage einer Filterkante gleichzeitig das Material mindestens einer der Interferenzschichten ist.
28. Optisches Bauelement nach einem der Ansprüche 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass Interferenzschichten vorgesehen sind und dass die Interferenz an den Interferenzschichten die spektrale Charakteristik des Bauelementes spektral abseits der erwähnten Filterkante im Wesentlichen festlegt.
29. Optisches Bauelement nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Transmissions-Bandpassfilter ist, im UVA-Bereich transmittiert, mit der Absorptionskante den UVB-Bereich abblockt und dass weiter Interferenzschichten vorgesehen sind, welche Strahlung im visuellen und oder im nahen Infrarot-Spektralbereich abblocken.
30. Optisches Bauelement nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorptionskante im Bereich zwischen UVB und UVA liegt, seine Transmission bei 315 nm höchstens 1% beträgt, bei 340 nm, d.h. Maximum der direkten Pigmentierungskurve, mindestens 40%, vorzugsweise mindestens 42% beträgt.

31. Optisches Bauelement nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Transmission bei 450 nm höchstens 15%, vorzugsweise höchstens 12% beträgt und vorzugsweise mindestens bis zu Wellenlängen von 900 nm unterhalb dieses Wertes liegt.
32. Optisches Bauelement nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Absorptionskante des Materials bei 315 nm höchstens 10% Transmission definiert, vorzugsweise höchstens 8%, weiter vorzugsweise höchstens 4%, und eine maximale Transmission von mindestens 85%, vorzugsweise von mindestens 88%, vorzugsweise gar von mindestens 89% innerhalb des UVA-Spektralbereiches, vorzugsweise bei 370 nm, vorzugsweise unter 400 nm definiert.
33. Bräunungsanlage mit mindestens einem optischen Bauelement nach einem der Ansprüche 26 bis 32 im Strahlungspfad zwischen UV-Strahler und optischem Anlageausgang.

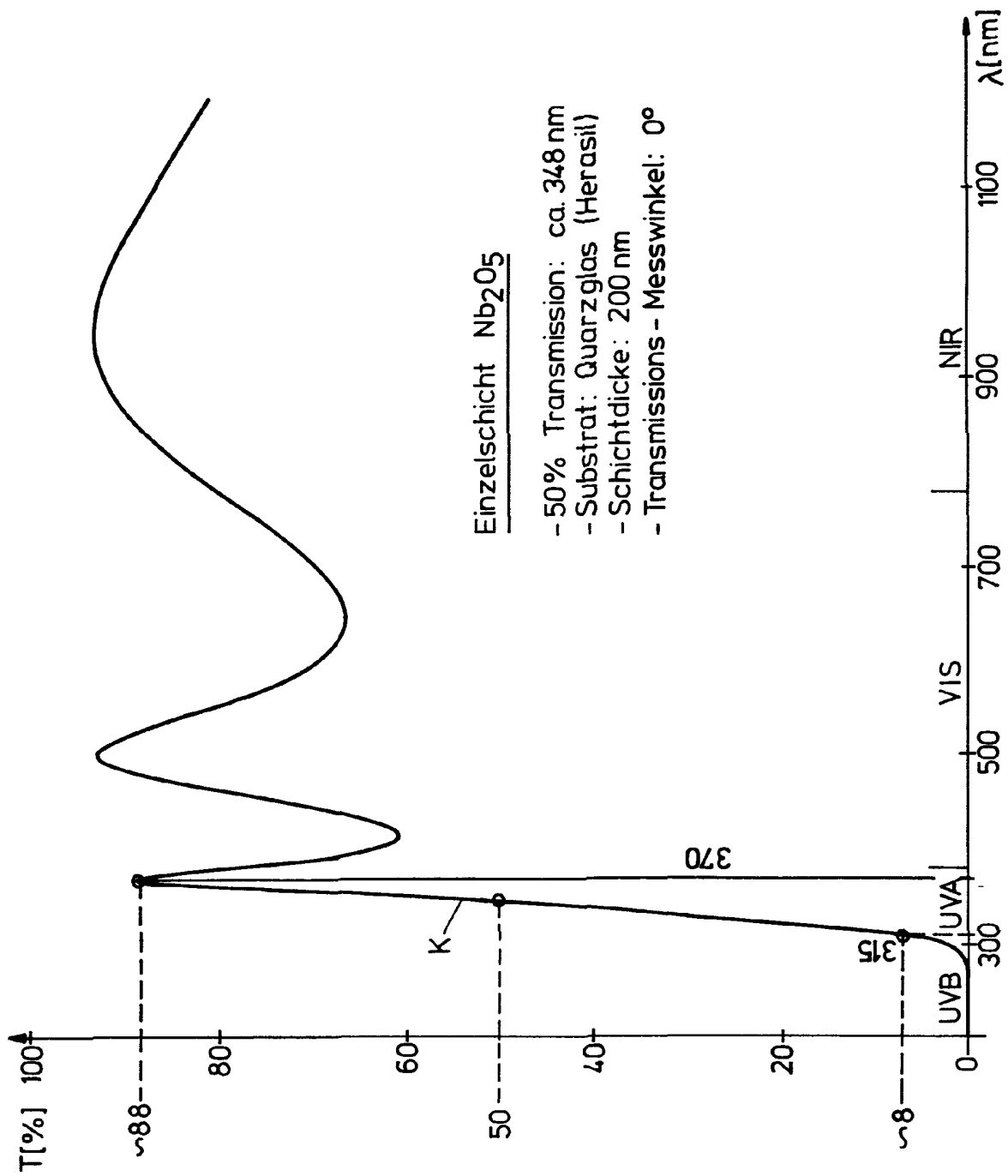
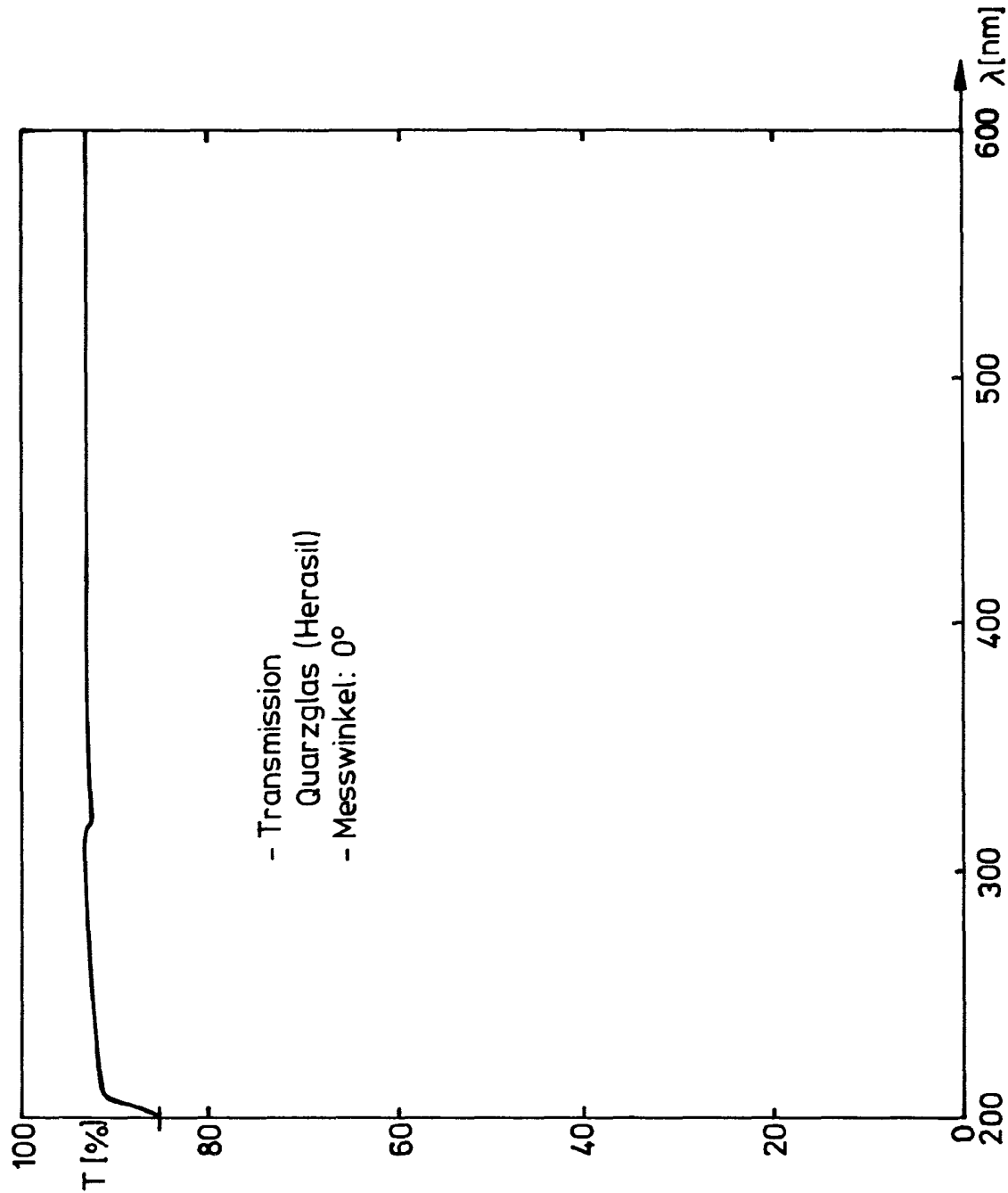


FIG.1

Einzelschicht Nb₂O₅
- 50% Transmission: ca. 348 nm
- Substrat: Quarzglas (HeraSil)
- Schichtdicke: 200 nm
- Transmissions - Messwinkel: 0°

FIG. 2



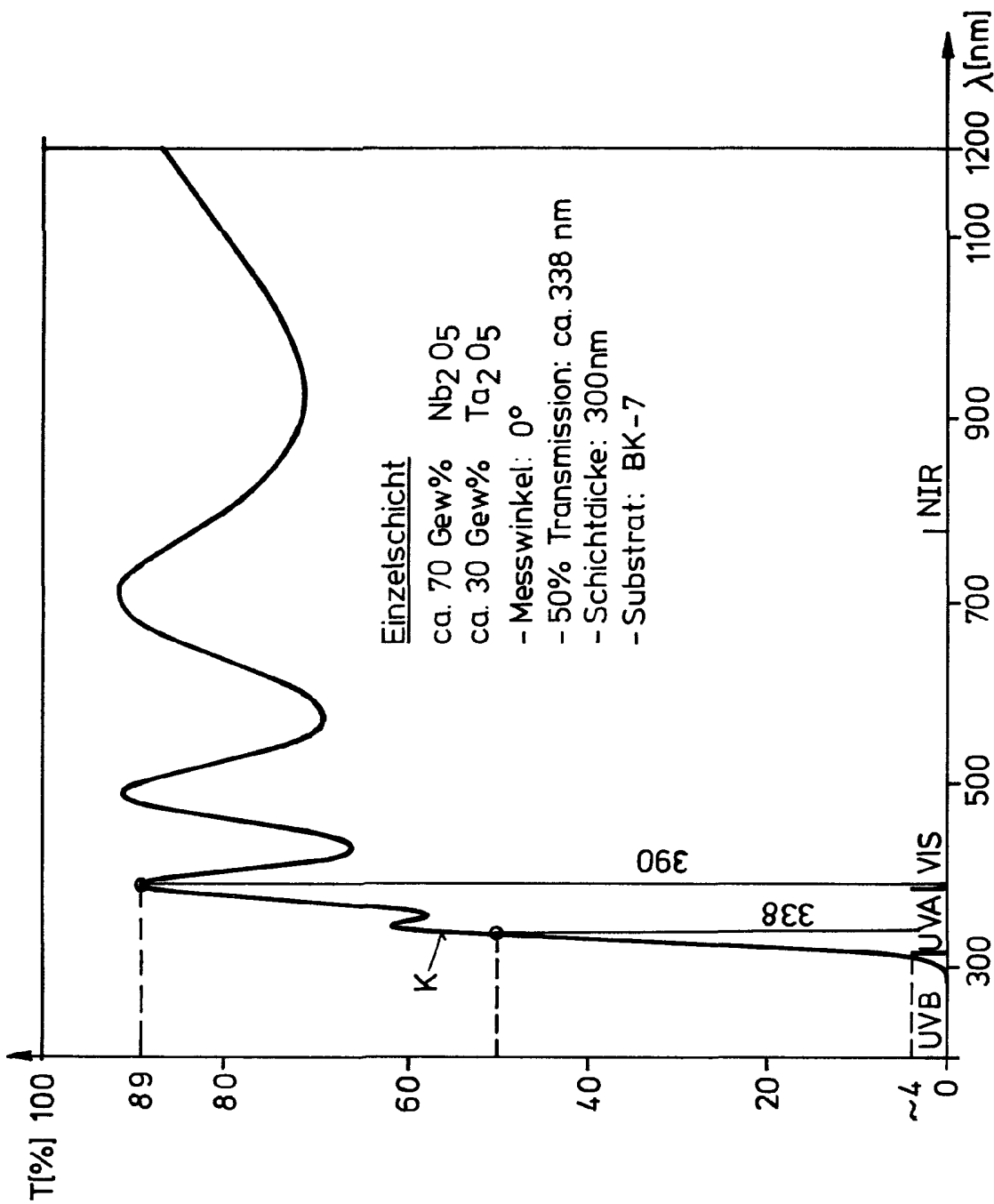


FIG. 3

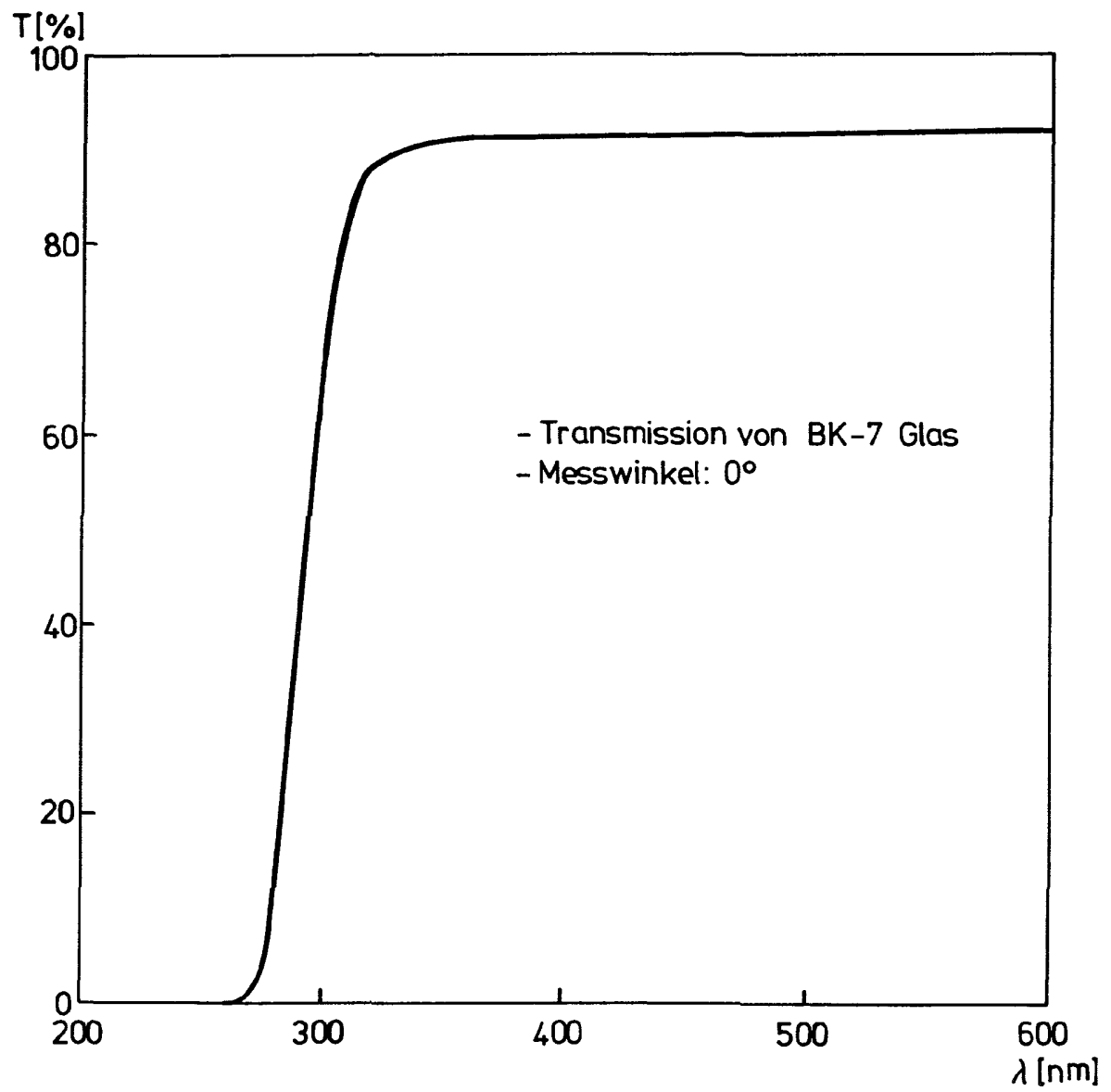
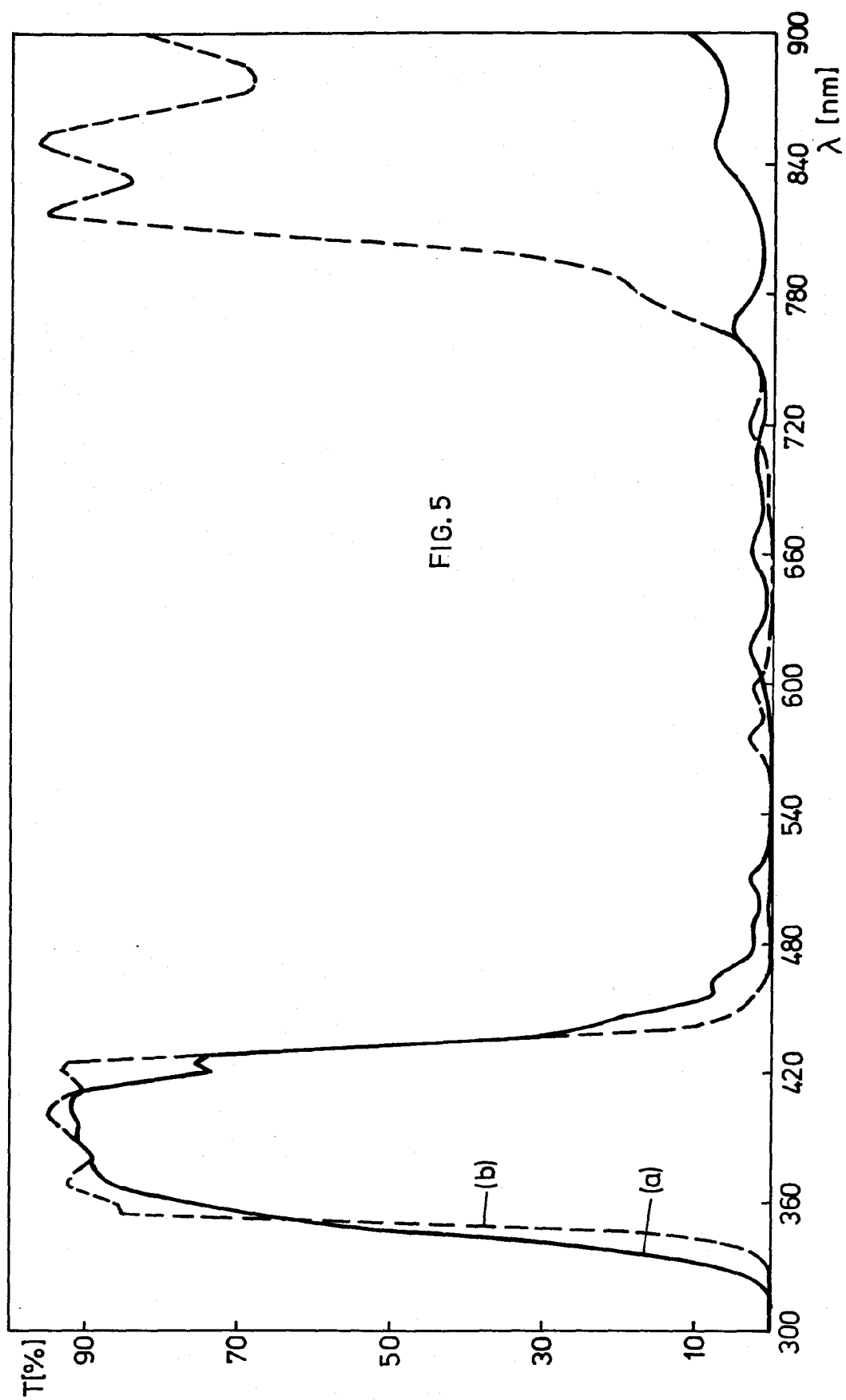
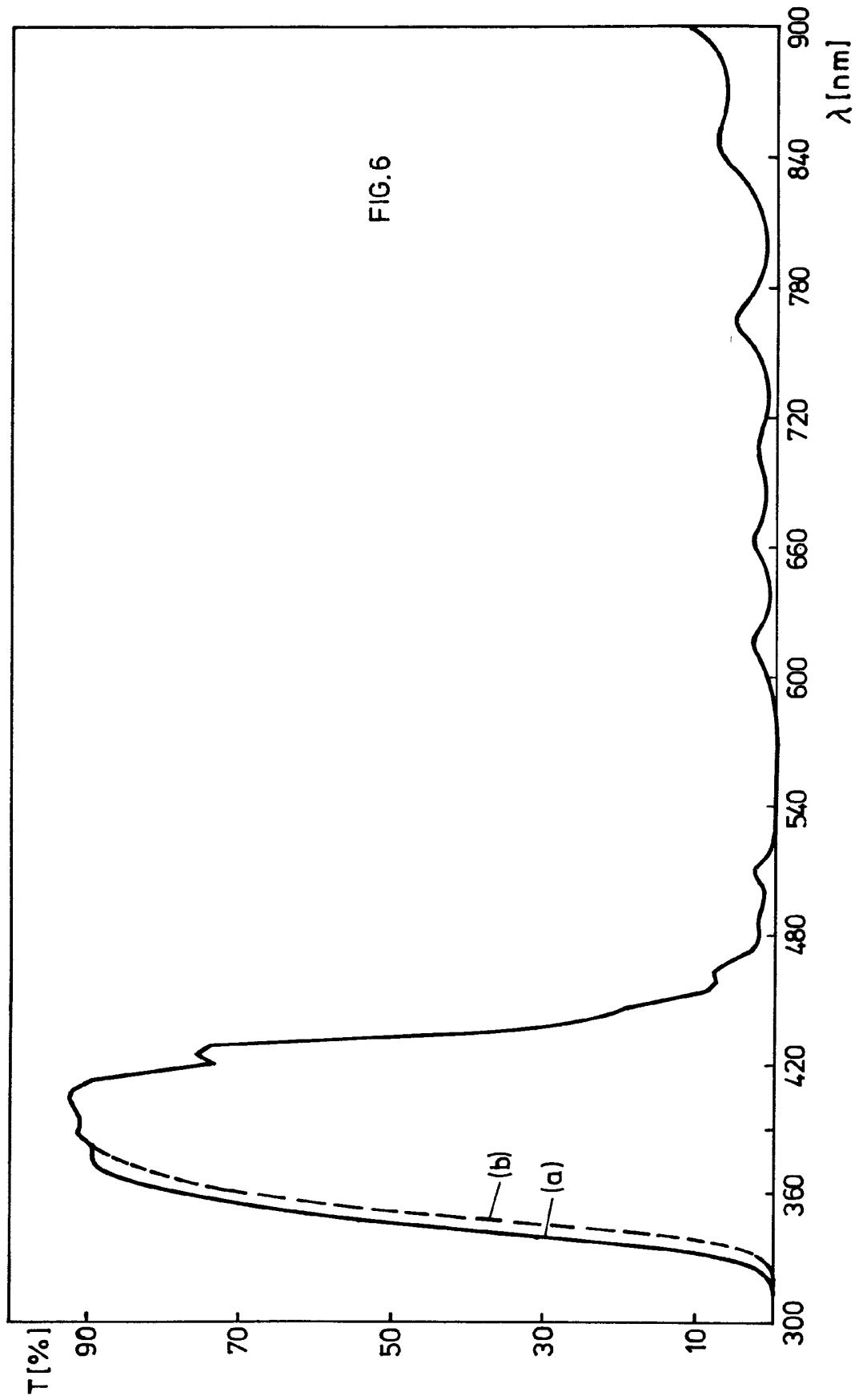


FIG. 4





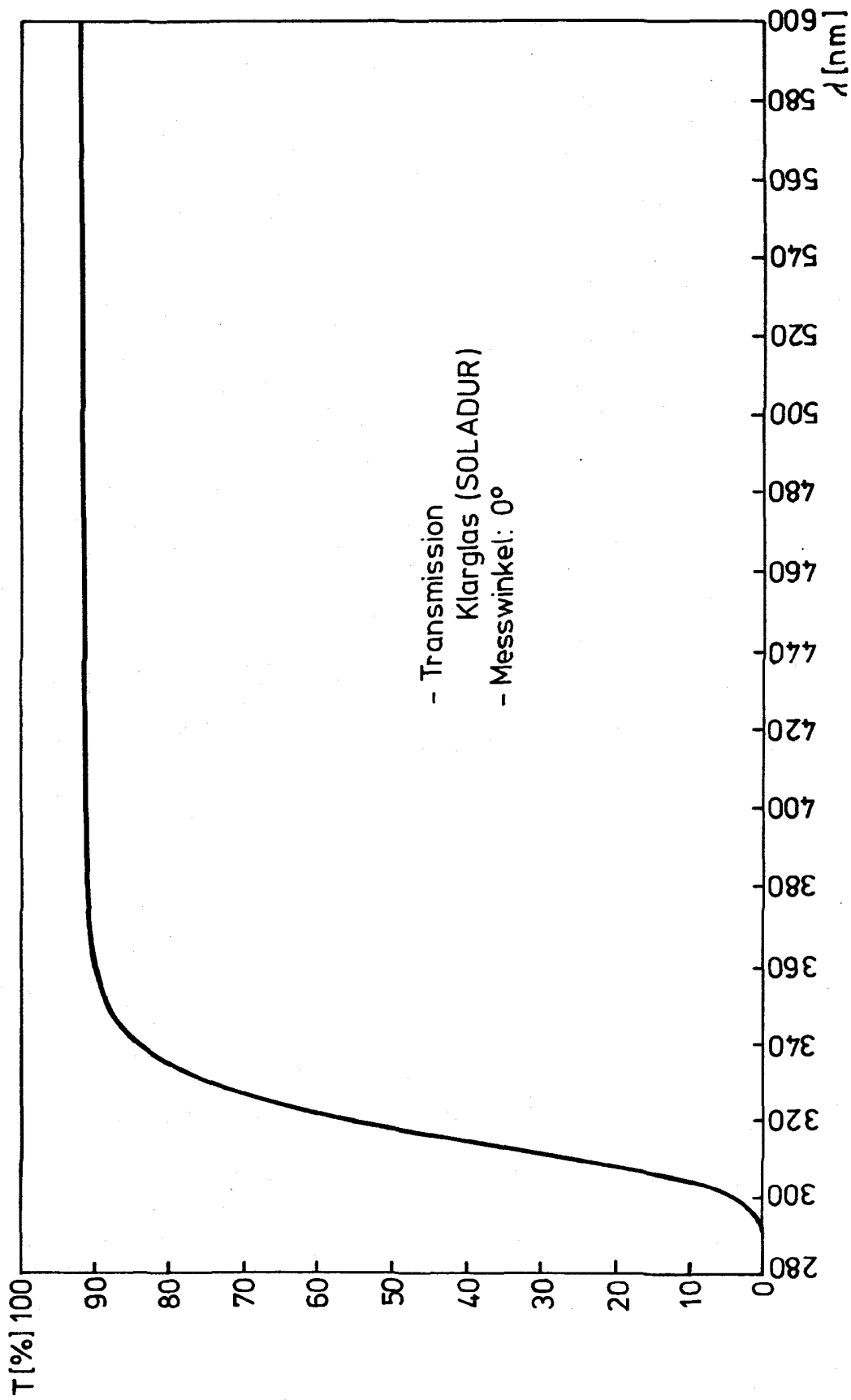


FIG.7

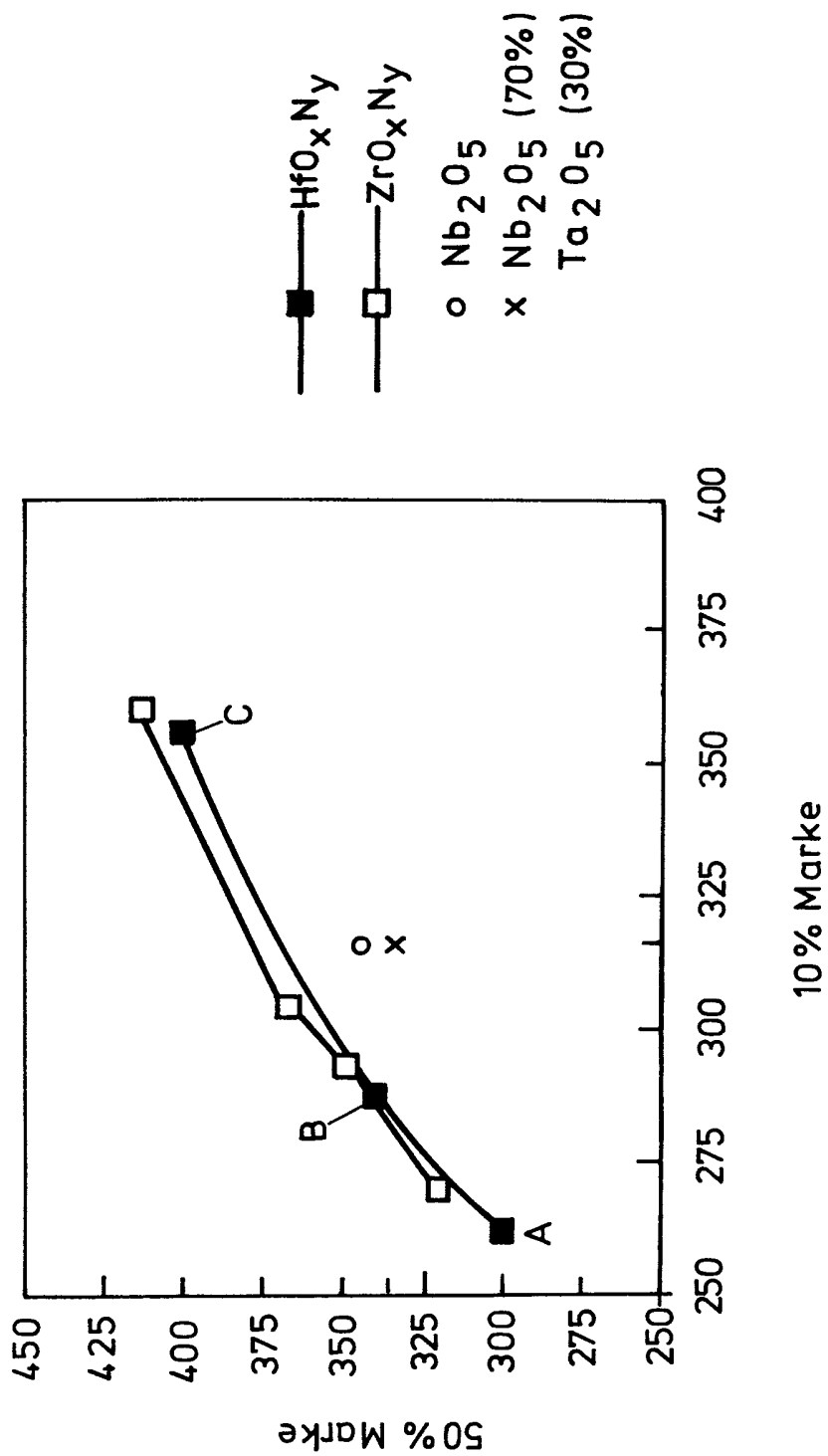
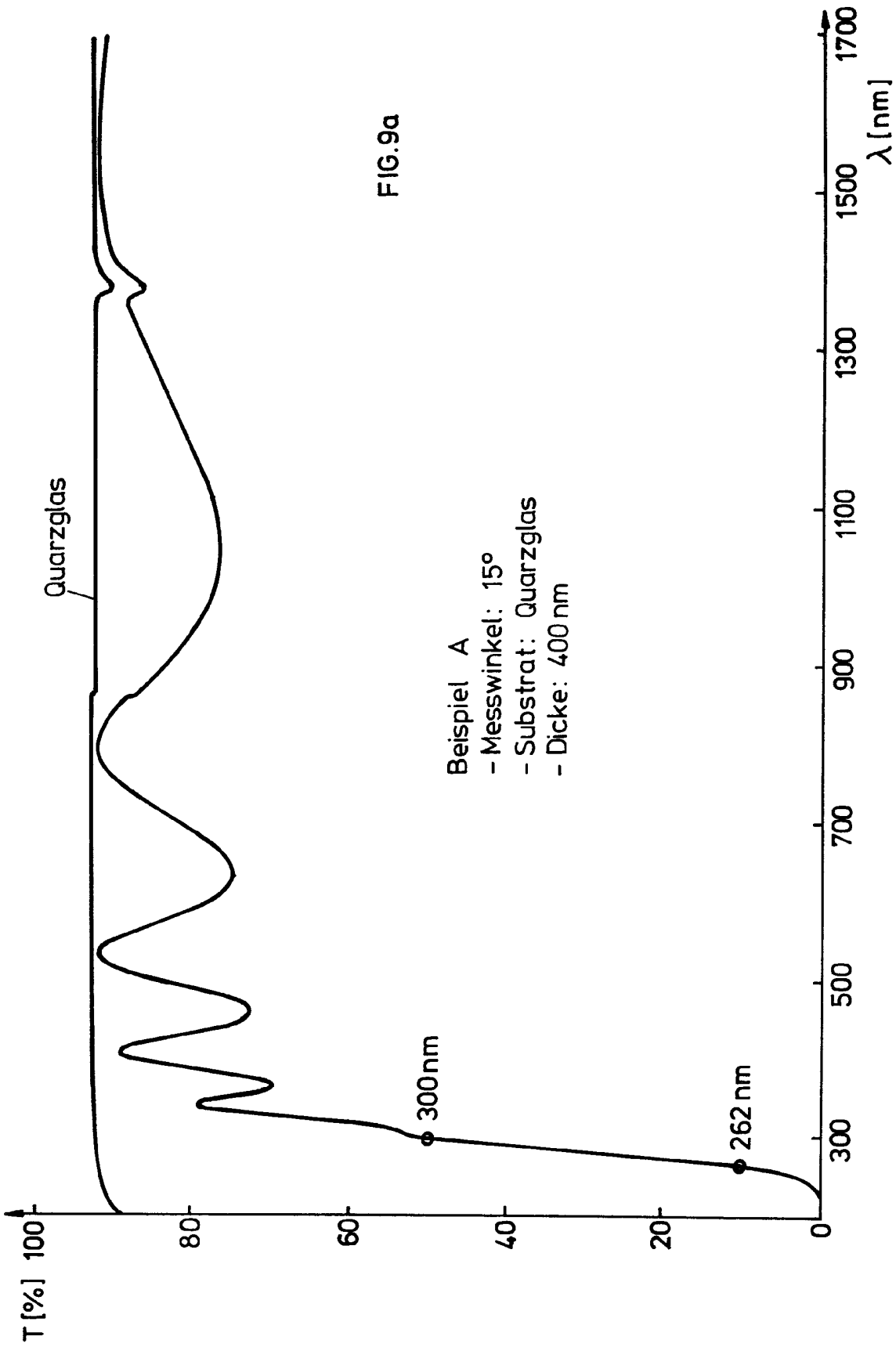


FIG. 8



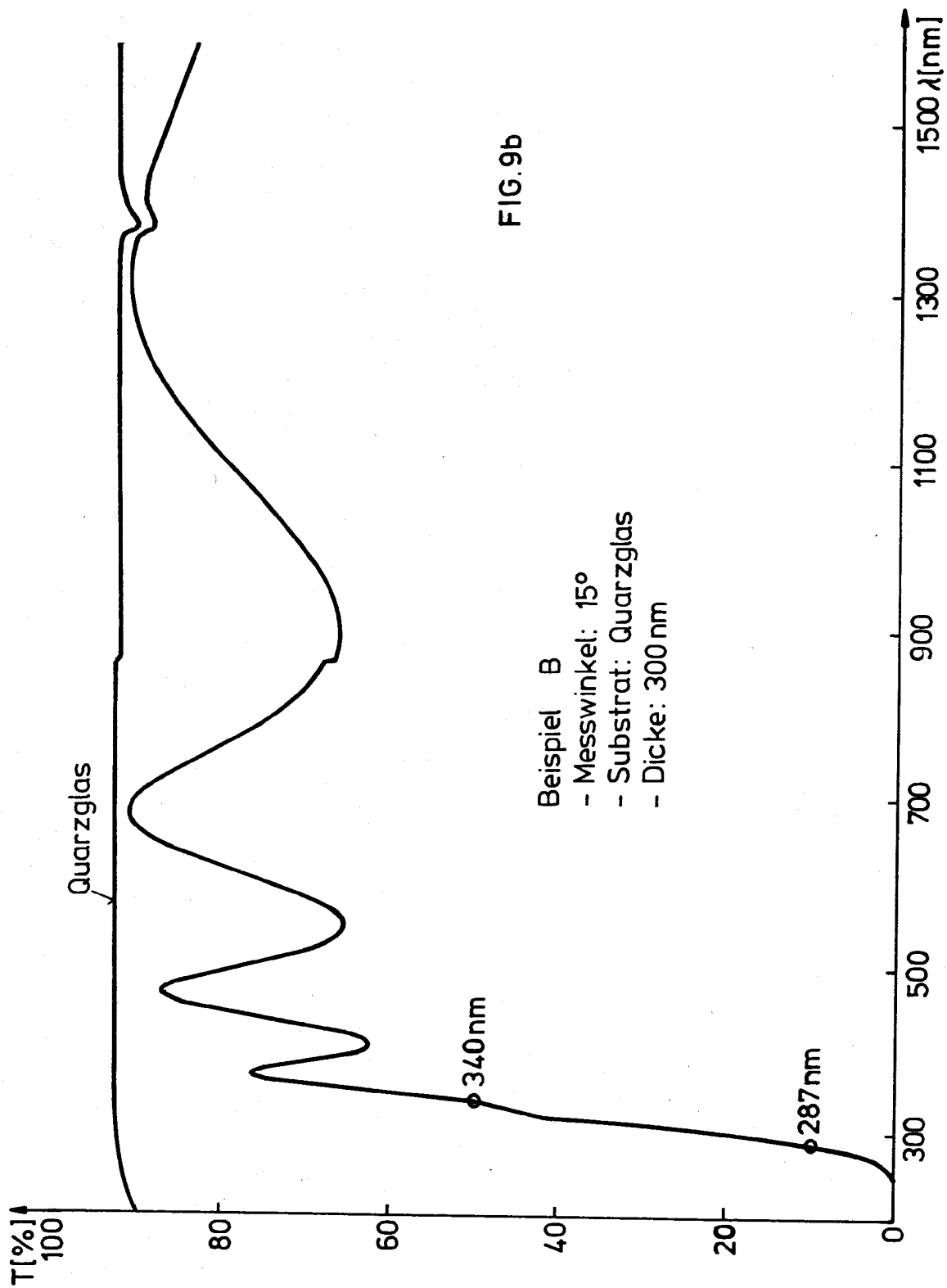


FIG. 9b

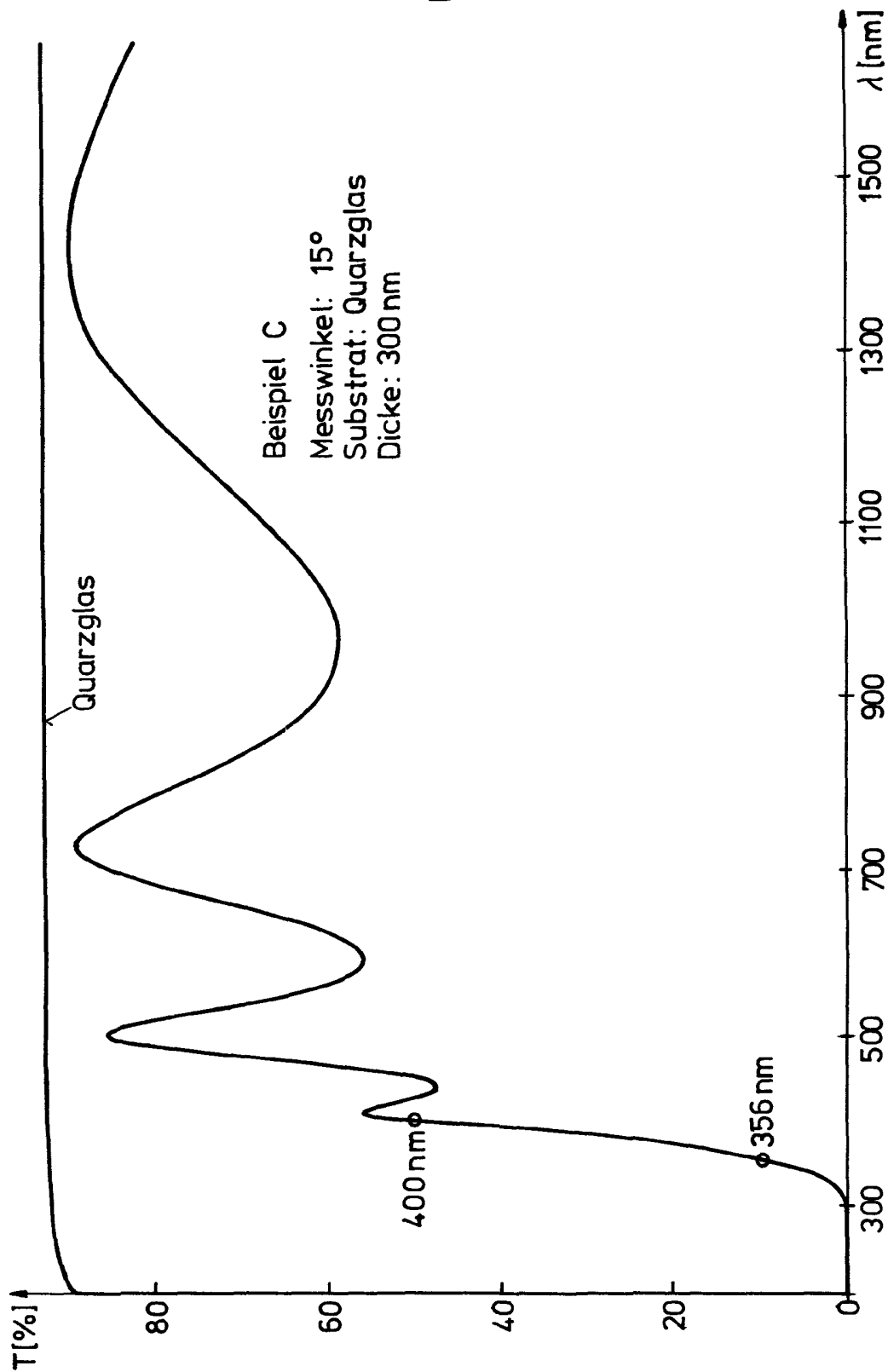


FIG. 9c