

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 628 987 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94108096.2**

(51) Int. Cl.⁵: **H01J 61/40, H01J 61/82,
H01J 61/35, H01J 9/24**

(22) Anmeldetag: **25.05.94**

(30) Priorität: **07.06.93 DE 4318905**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.12.94 Patentblatt 94/50

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT NL

(71) Anmelder: **Patent-Treuhand-Gesellschaft für
elektrische Glühlampen mbH
Hellabrunner Strasse 1
D-81543 München (DE)**

(72) Erfinder: **Heider, Jürgen, Dr.
Säbenerstrasse 116
D-81547 München (DE)
Erfinder: Henger, Ulrich, Dr.
Ringstrasse 28
D-51688 Wipperfürth (DE)
Erfinder: Woizan, Günter
Clemensstrasse 18
D-80803 München (DE)
Erfinder: Kotter, Stefan
Lochhausenerstrasse 82
D-82178 Puchheim (DE)**

(54) **Metallhalogenidentladungslampe und Verfahren zu ihrer Herstellung.**

(57) Metallhalogenidentladungslampen sind an der Außenoberfläche des Entladungsgefäßes (2) mit Oxiden des Titans oder Cers beschichtet (9). Die Temperatur der Schicht beträgt im Betrieb der Lampe mindestens 600 °C, ihr Schichtgewicht typisch 0,30 mg/cm². Die Beschichtung erfolgt als Zwischenschritt bei der Herstellung des Entladungsgefäßes.

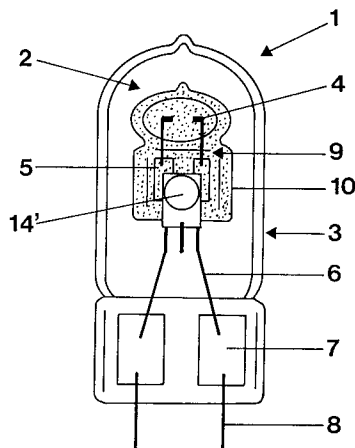


FIG. 1

EP 0 628 987 A2

Die Erfindung geht aus von einer Metallhalogenidentladungslampe gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Diese Lampen eignen sich für die Allgemeinbeleuchtung und für Film- und Fernsehaufnahmen wie auch für Projektionszwecke.

Eine derartige Lampe ist aus der US-PS 5 003 214 bekannt, wobei die Außenoberfläche des Entladungsgefäßes vollständig mit einem wärmereflektierenden Material matt beschichtet ist, dessen Transmission im sichtbaren Spektralbereich mindestens 90 % beträgt. Als Material wird SiO_2 bevorzugt, mit Schichtdicken zwischen 0,1 und 10 μm . Damit läßt sich bei kleinwattigen Lampen, wie für Mattierungen allgemein aus der DE-PS 26 19 674 bekannt, eine Farbtemperaturerniedrigung von etwa 250 K bei WDL-Lampen (Farbtemperatur ca. 3000 K) erzielen. Als theoretische Alternative wird u.a. auch TiO_2 erwähnt.

Zum Auftragen der Beschichtung wird ein Pulverbeschichtungsverfahren mit einer Gasflamme und ein Tauchverfahren angegeben.

Aus der US-PS 4 985 275 ist ein Herstellverfahren für Quarzglaskolben für Entladungslampen (insbesondere Xenonlampen) bekannt, bei der die Innenwand eines Kolbenrohres bis zu einer Tiefe von 10 μm mit Titanoxid dotiert wird, das zuerst als Schicht aufgetragen und dann durch Wärmebehandlung in die innere Oberfläche eindiffundiert wird. Durch diese TiO_2 -haltige Schicht werden UV-Strahlen mit einer Wellenlänge kleiner 200 nm vollständig absorbiert.

In den EP-A 383 634 und 389 717 wird eine Beschichtung aus Zinkoxid oder aus einer Mischung von Zinkoxid und Titanoxid ebenfalls zur Absorption von UV-Strahlung verwendet. Eine reine TiO_2 -Schicht ist hier unerwünscht, weil sie eine Absorption im sichtbaren (insbesondere blauen) Spektralbereich zur Folge hätte, was die Farbwiedergabe verschlechtert. Das hauptsächliche Anwendungsgebiet der Beschichtungen sind Leuchtstofflampen, bei denen bekanntlich Kolbentemperaturen von ca. 50 °C auftreten. Die Beschichtung wird hier mittels eines Sprühverfahrens auf die Außenfläche des Kolbens aufgetragen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, Metallhalogenidlampen entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 zu schaffen, bei denen eine Metalloxidschicht mit eingeschränkter Transmission im kurzwelligen Bereich des sichtbaren Spektrums, insbesondere im blauen Bereich (kleiner als 450 nm), zur Verbesserung der Lampeneigenschaften verwendet wird. Insbesondere sollen die Farbeigenschaften dieser Lampen verbessert werden. Weiterhin sollen die Nachteile natriumhaltiger Füllungen eliminiert werden. Eine weitere Aufgabe ist es, die UV-Transmission von gattungsgemäßen Lampen zu regulieren. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Lampe anzugeben.

Diese Aufgaben werden durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. 12 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

Die Erfindung basiert auf der überraschenden Einsicht, daß die bisher als unerwünscht betrachtete Filterwirkung einer TiO_2 - (bzw. CeO_2 -)Beschichtung im kurzwelligen sichtbaren Spektralbereich, vornehmlich im violetten und blauen Spektralbereich unterhalb 450 nm, zur Verbesserung der Farbeigenschaften, insbesondere Farbort und Farbwiedergabe, bei bestimmten Lampen genutzt werden kann.

Dies wird insbesondere erleichtert durch eine gezielte Ausnutzung einer besonderen Eigenschaft dieser beiden Oxide. Bei hohen Temperaturen verschiebt sich deren Absorptionskante nämlich zu höheren Wellenlängen. Das bedeutet, daß z.B. die Schichtdicken bei Berücksichtigung dieses Effektes reduziert werden können, so daß sich die Transmission der Schicht erhöht, während bestimmte Lampeneigenschaften (z.B. Lichtausbeute) kaum verschlechtert oder sogar verbessert werden. Während die IR- und UV-absorbierenden Eigenschaften der Oxide des Titans und des Cer schon lange im Lampenbau genutzt werden, ist die mangelhafte Transmission im Sichtbaren bisher stets nachteilig betrachtet worden (siehe EP-A 389 717).

Die Erfindung nutzt die besondere Filterwirkung dieser Oxide im kurzwelligen Spektralbereich bei hohen Temperaturen (> 600 °C) aus. Dieser Effekt tritt sowohl bei klaren als auch matten Beschichtungen auf.

Durch Verändern der Schichtdicke und/oder Schichtart (klar/matt) kann die Absorption der kurzwelligen Strahlung gezielt verändert werden. Diese Absorption vermindert nicht nur den Anteil der UV-Strahlung, sondern auch den kurzwelligen Anteil der sichtbaren Strahlung (vornehmlich unter 450 nm, aber auch längerwellige Strahlung), und senkt damit die Farbtemperatur.

Die Erfindung ermöglicht es insbesondere, vorgegebene Farbeigenschaften auch beim Betrieb mit verminderter Leistung beizubehalten. Beispielsweise kann eine ursprüngliche 70 W-Lampe ohne Beschichtung bei Verwendung einer geeigneten Beschichtung mit 50 W betrieben werden ohne daß sich die Farbeigenschaften verschlechtern.

Das Konzept der erfindungsgemäßen Beschichtung kann umgekehrt auch zur Änderung der Farbtemperatur bei gleicher Leistung verwendet werden. Es ist so extrem leistungsfähig, daß es nicht nur möglich ist, die Farbtemperatur innerhalb einer Lichtfarbe bequem zu erniedrigen (z.B. um 500 K innerhalb der Lichtfarbe WDL, die einer Farbtemperatur von ca. 2600 - 3300 K entspricht), sondern auch von einer Lichtfarbe auf die andere abzusenken (z.B. von NDH auf WDL; erstere entspricht Farbtemperaturen von ca.

3600 - 4500 K) und trotzdem dafür ein einheitliches Füllungssystem zu verwenden. Es lassen sich sogar Farbtemperaturerniedrigungen von mehr als 1200 K durch diese Beschichtung erzeugen. Dies hat weitreichende Konsequenz im Hinblick auf die besonders problematischen Natriumhalogenide in den Füllungsbestandteilen. Aus den "Technisch-wissenschaftlichen Abhandlungen der OSRAM-Gesellschaft" (TWAOG),
 5 Band 12, Springer Verlag, Heidelberg, 1986, S. 11ff, insbesondere S. 14 und 15, ist bekannt, daß Na-Ionen durch das Quarzglas des Kolbens nach außen diffundieren. Ursache ist das Auslösen von Elektronen an Gestellteilen im Außenkolben durch Photoeffekt. Bei natriumhaltigen Füllungen kann daher eine akzeptable Lebensdauer nur durch aufwendige Maßnahmen erzielt werden. Während bisher nur bei hohen Farbtemperaturen (etwa 5300 K entsprechend der Lichtfarbe D) auf NaJ verzichtet werden kann und statt dessen eine
 10 CsJ-haltige Füllung verwendet wird, ist es bisher nicht gelungen, bei niedrigeren Farbtemperaturen (insbesondere bei den wärmeren Lichtfarben WDL und NDL, entsprechend einer Farbtemperatur von ca. 3000 K bzw. 4300 K) auf NaJ zu verzichten.

Die Erfindung ermöglicht es insbesondere, Farbtemperaturen der Lichtfarbe NDL mit CsJ-haltigen Füllungen unter Verzicht auf NaJ zu verwirklichen, was einen Durchbruch in der Fortentwicklung von
 15 Metallhalogenidlampen mit NDL-Lichtfarben gleichkommt. Bekannte Füllungen für eine tageslichtähnliche Lichtfarbe D (z.B. Jodide des Cs und des Tl und die Metalle Dy, Ho und Tm) können daher aufgrund einer entsprechenden Beschichtung für niedrige Farbtemperaturen (Lichtfarbe NDL) eingesetzt werden.

Weitere Vorteile ergeben sich insbesondere bei natriumhaltigen Füllungen (für WDL und evtl. NDL). Bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Beschichtung steht hier im Vordergrund, daß das für den
 20 Photoeffekt verantwortliche Licht kurzer Wellenlängen von der Beschichtung weitgehend absorbiert wird, so daß die Lebensdauer verlängert wird, da der Na-Verlust verzögert wird und so die Füllung kaum noch aufgezehrt wird. Zudem läßt sich jetzt auch bei niedrigen Farbtemperaturen der Natriumanteil an der Füllung reduzieren, so daß die bisher nur für hohe Farbtemperaturen verwendeten Seltenen Erd-(SE)-Halogenide (insbesondere Dy, Ho, Tm) eingesetzt werden können. Dadurch wird die Farbwiedergabe
 25 verbessert.

Die erfindungsgemäße Beschichtung läßt sich grundsätzlich auf zwei Arten realisieren, nämlich durch matte Schichten, bei denen ausschließlich die Absorption im blauen Spektralbereich im Vordergrund steht, oder durch klare Schichten mit zusätzlich besonders effektiver UV-Absorption.

Eine sehr effektive Möglichkeit ist die Verwendung matter Schichten, die neben der Filterwirkung
 30 zusätzlich lichtstreuende Eigenschaften aufweisen. Diese Schichten können durch ein unten näher erläutertes Verfahren wischfest auf die Außenoberfläche des Entladungsgefäßes aufgebracht werden. Das typische Schichtgewicht, bezogen auf TiO_2 , liegt dabei vorteilhaft zwischen 0,05 und 0,3 mg/cm^2 , entsprechend einer Schichtdicke von grob geschätzt 0,2 bis 1,3 μm . Entsprechende Wert für Cer-haltige Schichten lassen sich aus dem Vergleich der Atomgewichte ermitteln.

Der besondere Clou matter Schichten ist, daß sich durch die dabei auftretende Vielfachreflexion die Weglänge effektiv vergrößert. Dadurch steigt die Betriebstemperatur des Brenners. Dadurch steigt der Halogendampfdruck, wodurch die Lichtausbeute erhöht wird, was die Absorption, die mit der Dicke der Schicht zunimmt, wieder kompensieren kann. Eine matte Schicht verbessert darüberhinaus die Gleichmäßigkeit der Lichtabstrahlung und gleichzeitig die Farbmischung. Damit ist gemeint, daß verschiedene Zonen
 40 im Entladungsbogen verschiedene Farbeindrücke hervorrufen würden, die jetzt durch die Vielfachstreuung vermischt werden. Eine derartige Eigenschaft ist besonders beim Einsatz in Leuchten wichtig.

Durch die Erhöhung des Dampfdruckes infolge der erhöhten Betriebstemperatur sinkt die Farbtemperatur, während die Lichtausbeute steigt. Bei geeigneter Abstimmung kann daher eine Mattierung trotzdem insgesamt zu einer Verbesserung der Lichtausbeute führen, wenn die temperaturbedingte Verbesserung der
 45 Lichtausbeute die Absorptionsverluste übersteigt.

Eine zweite Möglichkeit ist die Verwendung klarer Schichten, was im Endergebnis einer Dotierung der randnahen Schichten der Außenoberfläche des Quarzglases entspricht. Dadurch werden im Vergleich zur US-PS 4 985 275 (abgesehen von der anderen Zielsetzung) drei gravierende Nachteile vermieden:

- a) die Herstellung wird vereinfacht, da die Außenoberfläche des Kolbenrohres leichter zugänglich ist;
- 50 b) das Aufheizen der Kolbenwand erfolgt im Betrieb gleichmäßiger und effektiver, da die Strahlung erst durch die Kolbenwand dringt und dann absorbiert wird und nicht bereits an der Innenseite der Kolbenwand abgeblockt wird;
- c) schließlich wird eine Reaktion der Beschichtung mit dem Füllmaterial vermieden, was besonders bei natriumhaltigen Füllungen ein Problem darstellt.

55 Ein typisches Schichtgewicht bei klaren Schichten liegt zwischen 0,05 und 0,60 mg/cm^2 , entsprechend einer Schichtdicke von grob geschätzt 0,2 bis 2,6 μm . Es kann im Einzelfall jedoch auch höher liegen. Das bevorzugte maximale Schichtgewicht bei matten Schichten (0,4 mg/cm^2) wird durch die zunehmende Absorption bzw. bei klaren Schichten durch die bei der Dotierung auftretende Obergrenze festgelegt. Das

minimale Schichtgewicht ergibt sich durch den Verlust einer merklichen Filterwirkung. Die Beschichtungen lassen sich sowohl bei einseitigen als auch bei zweiseitigen Metallhalogenidlampen, unabhängig von der Wattstufe, einsetzen. Häufig wird dabei ein zusätzlicher Außenkolben zur Vermeidung von Wärmeverlusten verwendet. Die Schichtdicke im Einzelfall wird von der Betriebstemperatur an der Außenoberfläche des Entladungsgefäßes mit bestimmt. Um mit möglichst dünnen -und daher im kurzwelligen Teil des sichtbaren Spektralbereiches nur schwach absorbierenden- Schichten trotzdem eine möglichst hohe Filterwirkung durch die Temperaturverschiebung der Absorptionskante zu erreichen, ist eine Mindesttemperatur der Schicht von 600 °C erwünscht. Als praktische Obergrenze ergeben sich derzeit etwa 980 °C, da oberhalb dieses Wertes das Quarzglas des Entladungsgefäßes entglast.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist es, daß unter Umständen, je nach Schichtverteilung und Füllungsart, auf die üblichen separaten Wärmestau-Kalotten aus ZrO_2 oder ähnlichem Material verzichtet werden kann, was die Herstellung weiter vereinfacht und die Abstrahlcharakteristik verbessert.

Bevorzugt ist die Beschichtung auf der gesamten Aussenoberfläche des Entladungsgefäßes, zumindest aber bei Verwendung von zwei Wärmestaukalotten- zwischen den einander gegenüberliegenden Rändern der beiden Kalotten angebracht. Die TiO_2 -Schicht kann aber auch problemlos auf die ZrO_2 -Wärmestauschichten aufgetragen werden.

Die Herstellung der hier vorgestellten Beschichtungen ist grundsätzlich auf mehrere Arten möglich: zum einen kann die Beschichtung nachträglich auf das bereits gefüllte und verschlossene Entladungsgefäß außen aufgetragen werden.

In an sich bekannter Weise wird hierzu eine Suspension eines oxidischen Pulvers (titan- bzw. cerhaltig) in einem Nitrocellulosebinder hergestellt. Die primäre Korngrößenverteilung des Pulvers hat z.B. ihren Schwerpunkt bei 30 nm entsprechend einer BET-Oberfläche von 50 m²/g.

Das fertige Entladungsgefäß wird in die Suspension getaucht oder damit besprüht. Anschließend wird das Entladungsgefäß bei hoher Temperatur eingebrannt, wobei außerdem der Binder verdampft. Damit lassen sich matte, aber nicht besonders wischfeste Beschichtungen realisieren.

Eine vorteilhafte Alternative besteht darin, das oxidische Pulver (ohne Binder) mittels eines Pulverspritzverfahrens auf das Entladungsgefäß aufzubringen. Es handelt sich dabei um ein Flamspritzverfahren, bei dem das Pulver direkt auf den Kolben aufgebracht wird. Auf den Einbrennvorgang kann daher verzichtet werden. Damit lassen sich matte Beschichtungen erzeugen, die zudem sehr gut wischfest sind.

Besonders vorteilhaft ist jedoch folgendes Aufbringverfahren:

bei der modernen rationellen Lampenherstellung erfolgt die Herstellung der Entladungsgefäßes auf hochgradig automatisierten Körperformmaschinen. Hierzu wird ausdrücklich auf die EP-A 369 370 und 369 371 bezug genommen. Dabei wird aus glatten Rohren durch Stauchen und Formblasen das Entladungsgefäß geformt. Vorteilhaft erfolgt die Beschichtung der Außenoberfläche als Zwischenschritt vor der Fertigstellung des Entladungsgefäßes.

Dabei kann der glatte Rohrabchnitt zunächst beschichtet werden. Dies geschieht wie beim fertigen Entladungsgefäß durch Sprühen, Spritzen, Tauchen, Drucken oder wieder mittels eines Pulverspritzverfahrens. Dabei ist darauf zu achten, daß die Rohrenden frei bleiben, da hier später die Molybdänfolien-Einquetschung erfolgt.

Das anschließende Stauchen und Formblasen des Rohres bei hohen Temperaturen (bis 2000 °C) führt implizit den Einbrennvorgang mit aus und führt zu Entladungsgefäßes mit klaren Schichten.

Alternativ wird zunächst das Stauchen und Formblasen des glatten Rohres durchgeführt und anschließend das vorgeformte Rohr, insbesondere durch Spritzen oder mittels Pulverspritzverfahren, beschichtet und zwar lediglich im geformten Bereich des Rohlings. Vorteilhaft wird die Beschichtung noch zu einem Zeitpunkt aufgetragen, an dem der Rohling noch aufgeheizt ist, also z.B. direkt nach dem Vorformen.

Eine matte Beschichtung wird nun erzielt, indem der beschichtete Rohling bei ca. 500 °C gesintert wird. Eine klare Beschichtung wird erreicht, indem der beschichtete Rohling bei hohen Temperaturen (ca. 1200 - 1500 °C) aufgeschmolzen wird, so daß die Oxidschicht in die Außenoberfläche des Rohlings eindiffundiert, wobei das Quarzglas eine graduelle Dotierung erhält. Anschließend kann, falls gewünscht, das endgültige Formblasen erfolgen. Anschließend wird der Rohling zum Entladungsgefäß weiterverarbeitet, indem der Rohling gefüllt und abgedichtet wird.

Durch die angegebenen Verfahren lassen sich relativ dünne Schichten erzeugen, die dennoch hochgradig wirksam sind. Insbesondere bleibt der Entladungsraum frei von TiO_2 bzw. Ce_2O_3 . Auch die Quarzglaseigenschaften entsprechen denen von undotiertem bzw. unbeschichtetem Quarzglas, was gerade bei der Anwendung bei Metallhalogenidentladungslampen von großem Vorteil ist.

Die Erfindung wird anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine einseitig gequetschte Metallhalogenidentladungslampe mit erfindungsgemäßer Beschichtung

- Figur 2 eine zweiseitig gequetschte Metallhalogenidentladungslampe mit erfindungsgemäßer Beschichtung
- Figur 3 den Farbort als Funktion der Schichtdicke für Lampen gemäß Figur 2
- Figur 4 ausgewählte Lampeneigenschaften als Funktion der Schichtdicke für Lampen gemäß Figur 2
- 5 Figur 5 die Transmission (in Prozent) verschiedener Beschichtungen als Funktion der Wellenlänge (in nm) in Abhängigkeit von der Temperatur
- Figur 6 den Vergleich des Spektrums eines Entladungsgefäßes mit und ohne Beschichtung für matte (6a) und klare Schichten (6b)
- Figur 7 den Vergleich der Strahlungsleistung für verschiedene kurzwellige Strahlungsbereiche bei klaren und matten Schichten.

Die in Figur 1 gezeigte einseitig gequetschte Metallhalogenidentladungslampe 1 mit einer Leistung von 150 W und der Lichtfarbe WDL besteht aus einem einseitig gequetschten Entladungsgefäß 2 aus Quarzglas, das eng von einem ebenfalls einseitig gequetschten Außenkolben 3 aus Hartglas umgeben ist. Der Raum zwischen den beiden Gefäßen 2 und 3 ist evakuiert und enthält einen Getter 14'. Das Innenvolumen des Entladungsgefäßes enthält zwei abgewinkelte Elektroden 4, die über Folien 5 in der Quetschung 10 mit Stromzuführungen 6 im Innenraum des Außenkolbens verbunden sind. Diese enden wiederum an Folien 7 in der Quetschung des Außenkolbens, von denen wiederum äußere Stromzuführungen 8 zur externen Stromversorgung nach außen geführt sind. Das Entladungsgefäß 2 ist fast vollständig mit einer matten Beschichtung 9 aus TiO_2 ummantelt, deren Temperatur im Betrieb der Lampe bei etwa 20 930 °C liegt.

Die Füllung besteht beispielsweise aus einem Natrium-Selten Erd-System (Na-SE) mit folgenden Metallhalogeniden (Angaben in Gew.-%): 40 % NaJ, 20 % TmJ_3 , 15 % DyJ_3 , 20 % TlJ und 5 % HfJ_4 . Der Einfluß der TiO_2 -Beschichtung wird durch einen Vergleich der Lichtwerte für ein Entladungsgefäß (ohne Außenkolben) gemäß Tabelle 1 eindrucksvoll dokumentiert. Der Farbwiedergabeindex (Ra) verbessert sich 25 von 41 auf 70, wobei sich gleichzeitig sogar der Lichtstrom von ca. 12 000 auf ca. 13 000 lm verbessert (Versuchsreihe a und b von Tabelle 1). Durch den Einbau in einen Außenkolben verbessern sich die Werte noch weiter (Versuchsreihe c).

Tabelle 1

30

150 W-Lampe/WDL/einseitig					
Versuchsreihe	Lichtstrom (lm)	Farbtemp. (K)	Ra	TiO_2 -Schichtgewicht (mg/cm^2)	Außen-Kolben
a	12 250	5750	41	-	ohne
b	13 000	3450	70	0,30	ohne
c	13 300	2950	91	0,30	mit

35

40 Durch die Konvektionskühlung erreicht das freibrennende Entladungsgefäß (Versuch a) nur sehr mangelhafte Farbeigenschaften bei sehr hoher Farbtemperatur. Durch die Beschichtung, z.B. mittels Tauchen, gelingt eine starke Farbtemperaturerniedrigung, verbunden mit einer Verbesserung der Farbwiedergabe (Versuch b). In der fertigen Lampe mit Außenkolben (Versuch c) werden durch die nochmals verbesserte Thermik lichttechnische Daten erreicht, die bisher unerreichbar waren.

45 Die Filterwirkung im kurzwelligen Bereich des Spektrums zeigt sich vornehmlich unterhalb 450 nm, in geringerem Umfang auch bis 560 nm. Dafür tritt umgekehrt eine Erhöhung der Strahlungsleistung im langwelligen Bereich auf, von dem vor allem der Rotanteil (von 5 % auf 16,4 %) profitiert. Er verbessert sich bei dem im Außenkolben evakuiert angebrachten Entladungsgefäß (Zeile c von Tabelle 1) noch weiter auf 24,5 %.

50 Die in Figur 2 dargestellte 70 W-Lampe 11 besteht aus einem zweiseitig gequetschten Entladungsgefäß 12 aus Quarzglas, das von einem zweiseitig gesockelten evakuierten Außenkolben 13 umgeben ist. Die Elektroden 14, 15 sind mittels Folien 16, 17 gasdicht in das Entladungsgefäß 12 eingeschmolzen und über die Stromzuführungen 18, 19, die Dichtungsfolien 20, 21 des Außenkolbens 13 und über weitere kurze Stromzuführungen mit den elektrischen Anschlüssen der Keramiksockel 22, 23 verbunden. In eine Quetschung des Entladungsgefäßes 12 ist zusätzlich -über ein Drahtstück- ein auf einem Metallplättchen aufgebracht

55 Gettermaterial 24 potentialfrei eingeschmolzen. Die Enden 25, 26 des Entladungsgefäßes 12 sind bis zu einem Teil der Quetschung mit einem wärmereflektierenden Belag aus ZrO_2 in Gestalt zweier Kalotten versehen, deren gegenseitiger Abstand 9 mm beträgt. Der dazwischenliegende faßförmige,

zentrale Abschnitt 27 des Entladungsgefäßes ist mit einer matten TiO_2 -Beschichtung 27a versehen. Die Trennlinie zwischen den Schichten ist lediglich gestrichelt dargestellt, da sie mit bloßem Auge nicht zu erkennen ist.

Eine Alternative ist ein Entladungsgefäß, bei dem auf separate, an den Enden befindliche Wärmestaubeläge vollständig verzichtet wird und statt dessen die TiO_2 -Beschichtung das gesamte Entladungsgefäß (wieder bis zu einem Teil der Quetschung, vergl. Figur 2) umfaßt (vgl. Tabelle 3, Versuchsreihe c). Dabei wird der Vorteil der einfacheren Herstellung durch einen Verzicht auf eine verbesserte Farbwiedergabe ermöglicht.

Bei einer dritten, relativ einfach herzustellenden Ausführungsform ist das Entladungsgefäß zusätzlich zu den ZrO_2 -Wärmestaubelägen vollständig mit TiO_2 beschichtet. Diese Variante entspricht ebenfalls der Darstellung in Figur 2, wobei die TiO_2 -Beschichtung 27a, 27b, 27c auf dem zentralen Abschnitt 27 sowie auf den Wärmestaubelägen an den Enden 25, 26 einschließlich einem Teil der Quetschung aufgetragen ist. Für diese Konstellation, mit einem Kalottenabstand von 9 mm, zeigt Figur 3 den Farbort der Lampe als Funktion einer TiO_2 -Schichtdicke zwischen 0 (Meßpunkt a) und $0,30 \text{ mg/cm}^2$ (Meßpunkt e). Damit kann die ursprüngliche Farbtemperatur von etwa 3800 K auf unter 3000 K gesenkt werden (gestrichelte Linie). Der optimale Farbort, der auf der Planckkurve P (durchgezogene Linie) liegt und einer Farbtemperatur von 3300 K entspricht, wird durch ein Schichtgewicht von etwa $0,08 \text{ mg/cm}^2$ erreicht und entspricht den Farbkoordinaten $x = 0,417$ und $y = 0,396$.

In Tabelle 2 sind die Schichtgewichte der in Figur 3 eingetragenen Meßpunkte zusammengefaßt.

Tabelle 2

Meßpunkt	Schichtgewicht (mg/cm^2)
a	0
b	0,10
c	0,19
d	0,24
e	0,30

In Figur 4 sind verschiedene Parameter des Ausführungsbeispiels aus Figur 2 als Funktion des Schichtgewichts dargestellt. Es zeigt sich, daß es möglich ist, den UV-Anteil (Figur 4a zeigt den UV-A-Anteil) und den Anteil der kurzwelligen sichtbaren Strahlung (Figur 4b zeigt den Anteil bis 545 nm) bereits bei Schichtgewichten von $0,10 \text{ mg/cm}^2$ TiO_2 erheblich zu reduzieren, während der Rotanteil (Figur 4c) und die x- bzw. y-Koordinate des Farbortes (Figur 4d und 4e) sich erhöhen. Die Lichtausbeute η (Figur 4f) nimmt zwar bei hohen Schichtgewichten (mehr als $0,15 \text{ mg/cm}^2$) merklich ab, beim optimalen Wert von $0,08 \text{ mg/cm}^2$ ist die Einbuße jedoch noch vernachlässigbar.

In Tabelle 3 sind weitere Messungen mit dem System gemäß Figur 2 zusammengefaßt. Es verwendet eine an sich bekannte Natrium-Seltenerd-Füllung (als Seltene Erden werden Ho, Tm, Dy verwendet), die zusätzlich TI enthält, wobei als Halogen nur Jod verwendet wird. Die Füllung enthält folgende Metallhalogenide (in Gew.-%): NaJ 32,5 %, DyJ_3 19,5 %, HoJ_3 19,5 %, TmJ_3 19,5 % und TIJ 9,0 %. Normalerweise wird damit die Lichtfarbe NDJ entsprechend einer Farbtemperatur in der Größenordnung von ca. 4200 - 4500 K erzeugt, wenn keine TiO_2 -Beschichtung verwendet wird. Durch die Änderung des Abstandes der beiden ZrO_2 -Kalotten kann die Farbtemperatur leicht variiert werden (erste Messung bei den Versuchsreihen a bzw. b der Tabelle 3). Wird eine TiO_2 -Beschichtung mit einem Gewicht von $0,19 \text{ mg/cm}^2$ aufgetragen, kann das gleiche Füllungssystem für die Lichtfarbe WDL bei einer Farbtemperatur von ca. 3050 K verwendet werden, entsprechend einer Absenkung um ca. 1200 K (zweite Messung bei den Versuchsreihen a bzw. b). Bei einer weiteren Versuchsreihe (Messung c) wurden die Wärmestaubeläge vollständig durch eine TiO_2 -Beschichtung ersetzt, wobei die Farbtemperatur ähnlich stark absinkt. Die Betriebstemperatur der Beschichtung bleibt dabei konstant bei ca. 930°C . In Figur 5 ist dieser Effekt für eine vorgegebene TiO_2 -Schichtdicke von $0,30 \text{ mg/cm}^2$ für Temperaturen der Schicht von 25°C und 930°C (matt bzw. klar) schematisch dargestellt. Er läßt sich indirekt aus dem Spektrum der Lampen bestimmen. Außerdem ist dieser Effekt für eine klare Schicht, die aus CeO_2 und TiO_2 im Verhältnis 4:1 besteht, bei Raumtemperatur und 800°C dargestellt.

Das unterschiedliche Verhalten klarer und matter Schichten läßt sich ebenfalls an diesem Ausführungsbeispiel demonstrieren, wobei das Entladungsgefäß vollständig mit TiO_2 beschichtet ist, ohne Wärmestaukalotten.

Diese Lampe verhält sich gemäß Tabelle 4 unterschiedlich, je nachdem ob sie mit einer klaren oder matten TiO_2 -Beschichtung versehen wird. Die Farbtemperaturabsenkung ist bei einer klaren Schicht wesentlich geringer ($\Delta T_n = -200 \text{ K}$) als bei einer matten Schicht $\Delta T_n = -1000 \text{ K}$.

Dies liegt daran, daß die Absorptionskante für die klar eingebrannte Schicht (Versuch a) bei etwa 450 nm endet, während sie für die matte Schicht (nicht eingebrannt) bei ca. 550 nm endet. Demgemäß ist der Einfluß der matten Schicht auf die spektrale Strahlungsleistung stärker (Figur 6a) als bei der klaren Schicht (Figur 6b). Der Farbwert wird gemäß Tabelle 4 zu höheren x- und y-Werten verschoben. Der Lichtstrom Φ wird kleiner. Die Farbwiedergabe (R_a) bleibt in beiden Fällen praktisch unverändert gut ($R_a = 80$ bzw. 86). Der Einfluß der unterschiedlichen Absorptionskante bei klarer und matter Schicht ist auch bei einem Vergleich der Strahlungsanteile sehr deutlich erkennbar. In Figur 7 sind die Strahlungsanteile (in Watt) für Wellenlängen kleiner 545 nm (Figur 7a) bzw. für das UV-A, UV-B und UV-C (Figur 7b - 7d) in Abhängigkeit vom Schichtgewicht für matte Schichten (durchgezogene Linie) und klare Schichten (gestrichelte Linie) gezeigt. Während im UV-Bereich sich beide Schichten praktisch identisch verhalten, ist die matte Schicht bei der Absorption des blauen Spektralbereiches (Figur 7a) deutlich effektiver, in Übereinstimmung mit der weiter ins Langwellige reichenden Absorptionskante. Mit den hier beschriebenen Filtern läßt sich eine typische Reduktion des kurzwelligen Strahlungsanteils um 20 - 30 % erreichen.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit der erfindungsgemäßen Beschichtung wird anhand der Tabelle 5 demonstriert. Dabei wird die bekannte WDL-Füllung, die beim ersten Ausführungsbeispiel beschrieben ist, für eine zweiseitige 70 W-Lampe verwendet. Die Beschichtung wird dabei im wesentlichen nur zur Verbesserung der Lebensdauer eingesetzt, indem der Na-Verlust durch die Filterwirkung der Beschichtung für kurzwellige Strahlung eingeschränkt wird. Abhängig von der Schichtdicke steigt die Lebensdauer dieser Lampe von ursprünglich 6000 Stunden um bis zu 50 % an, wobei auf eine Verbesserung des R_a -Wertes verzichtet wird. Diese Anwendung ist in kommerzieller Hinsicht auch deswegen besonders interessant, weil sich damit extrem niedrige Farbtemperaturen (2700 K), wie sie bisher für diesen Lampentyp unerreichbar schienen, erzielen lassen.

Der Mechanismus der Lebensdauerverbesserung beruht konkret auf zwei Effekten:

Am Lebensdaueranfang der Lampe kommt es darauf an, die UV-C-Strahlung möglichst effektiv abzuschirmen, da diese die Elektronenaustrittsarbeit für die Molybdän-Stromzuführungen (4,15 eV) übersteigt. Durch die unvermeidliche Diffusion des Natriums in den Außenkolben lagern sich Natrium-Ionen auf den Molybdän-Stromzuführungen ab. Dadurch wird die effektive Austrittsarbeit auf 2,2 eV (ca. 540 nm) verringert. Es ist daher während des Betriebes der Lampe (insbesondere gegen Ende der Lebensdauer) genauso wichtig, die längerwellige Strahlung bis in den blauen Spektralbereich zu absorbieren. Dies gelingt erstmals durch die erfindungsgemäße Beschichtung ohne Einbußen bei anderen Lampeneigenschaften.

Eine interessante Anwendungsmöglichkeit ist auch, die Beschichtung für Lampen mit bekannten NaSc- oder NaSn- Füllungssystemen zu verwenden. Bei derartigen Systemen empfiehlt sich eine Wandtemperatur von ca. 700 - 750 °C, so daß hier die Absorptionskante der Beschichtung weniger weit in den langwelligen Spektralbereich hineinreicht.

Gemäß der Erfindung können also gezielt verschiedene Füllungssysteme mit unterschiedlichen Kolbenwandtemperaturen und dementsprechend unterschiedlichem Absorptionsverhalten der Beschichtung entwickelt werden. Zusätzliche Parameter sind dabei die Schichtdicke und die Verwendung klarer oder matter Schichten.

Ceroxid (Ce_2O_3 , unter Umständen auch CeO_2) verhält sich sehr ähnlich wie TiO_2 . Die dabei anzuwendenden Schichtdicken stimmen daher weitgehend mit den für TiO_2 geltenden Empfehlungen überein. Die entsprechenden Schichtgewichte müssen jedoch ca. doppelt bis dreifach so hoch angesetzt werden.

Analoges gilt für Mischungen aus beiden Schichtarten.

50

55

Tabelle 3

70 W-Lampe/NDL/zweiseitig							
Lichtstrom (lm)		Farbort		Farbtemperatur (K)	Ra	TiO ₂ -Schicht	Kalottenabstand
		x	y				
a)	5853	.361	.370	4500	72	ohne	10,5 mm
	5570	.439	.416	3050	82	mit	10,5 mm
b)	6141	.369	.364	4200	79	ohne	9 mm
	5457	.437	.411	3050	87	mit	9 mm
c)	7181	.385	.365	3800	85	ohne	9 mm
	5342	.437	.426	3150	80	mit	ohne

Tabelle 4

HQI-TS 70 W/NDL (zweiseitig)						
		x	y	Tn(K)	Ra	Ø(lm)
a)	Mit TiO ₂ -Schicht klar	.408	.401	3500	80	5900
	unbeschichtet	.391	.377	3700	81	6500
	Differenz	.017	.024	-200	-1	-600
b)	Mit TiO ₂ -Schicht matt	.455	.420	2800	86	5300
	unbeschichtet	.386	.366	3800	86	6500
	Differenz	.069	.054	-1000	0	-1200

Tabelle 5

70 W-Lampe/WDL/zweiseitig						
Lichtstrom (lm)	Farbort		Farbtemp. (K)	Ra	TiO ₂ -Schichtgewicht	Lebensdauer (Std.)
	x	y				
6500	.428	.402	3200	83	-	6000
6600	.430	.424	3270	80	0,1 mg/cm ²	8100
5600	.470	.433	2723	81	0,23 mg/cm ²	8700

Patentansprüche

1. Metallhalogenidentladungslampe mit einem Entladungsgefäß (2; 12) aus Quarzglas, in das zwei Elektroden (4; 14, 15) gasdicht eingeführt sind und dessen Entladungsvolumen eine Füllung aus Zündgas, Quecksilber und weiteren Zusätzen, darunter mindestens ein Metallhalogenid, enthält, wobei zumindest ein Teil der Außenoberfläche des Entladungsgefäßes eine Beschichtung (9; 27a, 27b) aus Oxiden des Titan und/oder Cers besitzt, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung einer Filterwirkung im kurzwelligen Bereich des sichtbaren Spektrums die Beschichtung im Betrieb der Lampe eine Temperatur von mindestens 600 °C aufweist und das Gewicht der Beschichtung maximal 0,60 mg/cm² beträgt, bezogen auf eine Schicht aus TiO₂.

2. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung aus Titandioxid (TiO_2) besteht.
- 5 3. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht derart aufgetragen ist, daß die Filterwirkung vornehmlich im Wellenlängenbereich unter 450 nm auftritt.
4. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung matt ist und das Gewicht der Beschichtung maximal $0,40 \text{ mg/cm}^2$ beträgt.
- 10 5. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gewicht der Beschichtung mindestens $0,05 \text{ mg/cm}^2$ beträgt.
6. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung auf der gesamten Außenoberfläche der Wand des Entladungsvolumens aufgetragen ist.
- 15 7. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenoberfläche zusätzlich Wärmestaubeschichtungen aufweist.
8. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß (2) von einem Außenkolben (3) umgeben ist.
- 20 9. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Farbtemperatur von ca. 4300 K (Lichtfarbe NDL) mittels einer Halogenid-Füllung erzielt wird, die Cäsium als Alkalimetall enthält.
- 25 10. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die einer Farbtemperatur von größenordnungsmäßig 3000 K entsprechende Lichtfarbe WDL mittels einer Halogenid-Füllung erzielt wird, die Seltene Erden und als Alkalimetall Natrium enthält.
- 30 11. Metallhalogenidentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung lichtstreuende Eigenschaften besitzt.
12. Verfahren zur Herstellung von Lampen gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung der Außenoberfläche des Entladungsgefäßes als Zwischenschritt bei der Herstellung des Entladungsgefäßes aus einem Glasrohr erfolgt.
- 35 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung durch Pulverspritzen aufgebracht und dann bei ca. 500°C angesintert wird, wodurch eine matte Schicht entsteht.
- 40 14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschichtung durch Pulverspritzen aufgebracht und dann bei ca. $1200 - 1700^\circ \text{C}$ angeschmolzen wird, wodurch eine klare Schicht entsteht, bei der das Oxid als Dotierung in die äußeren Schichten des Glasrohres eindringt.

45

50

55

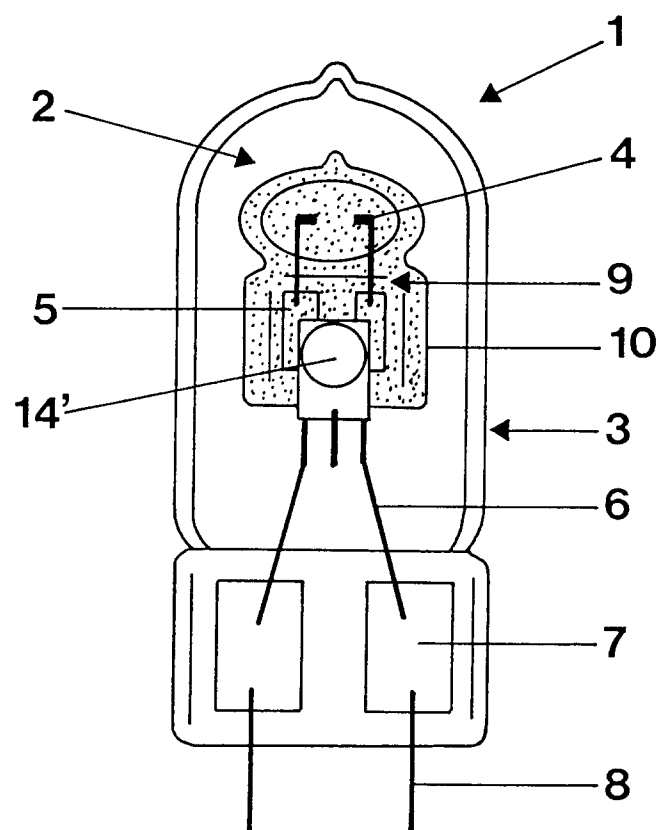


FIG. 1

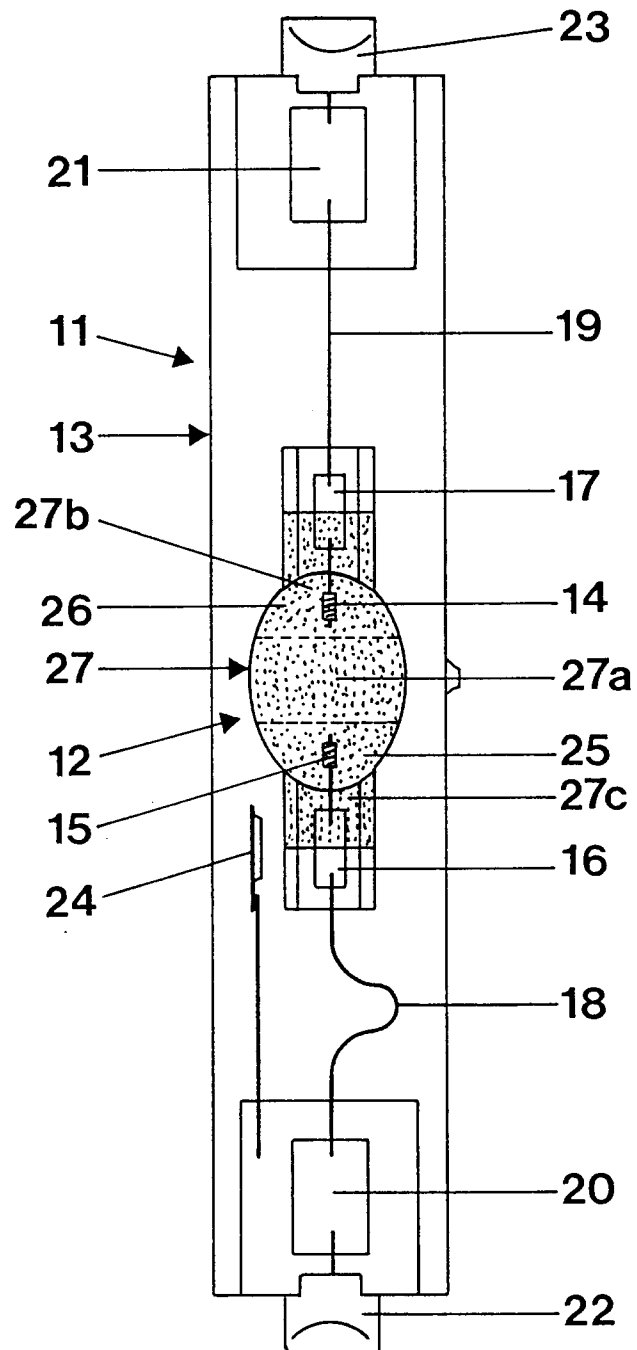


FIG. 2

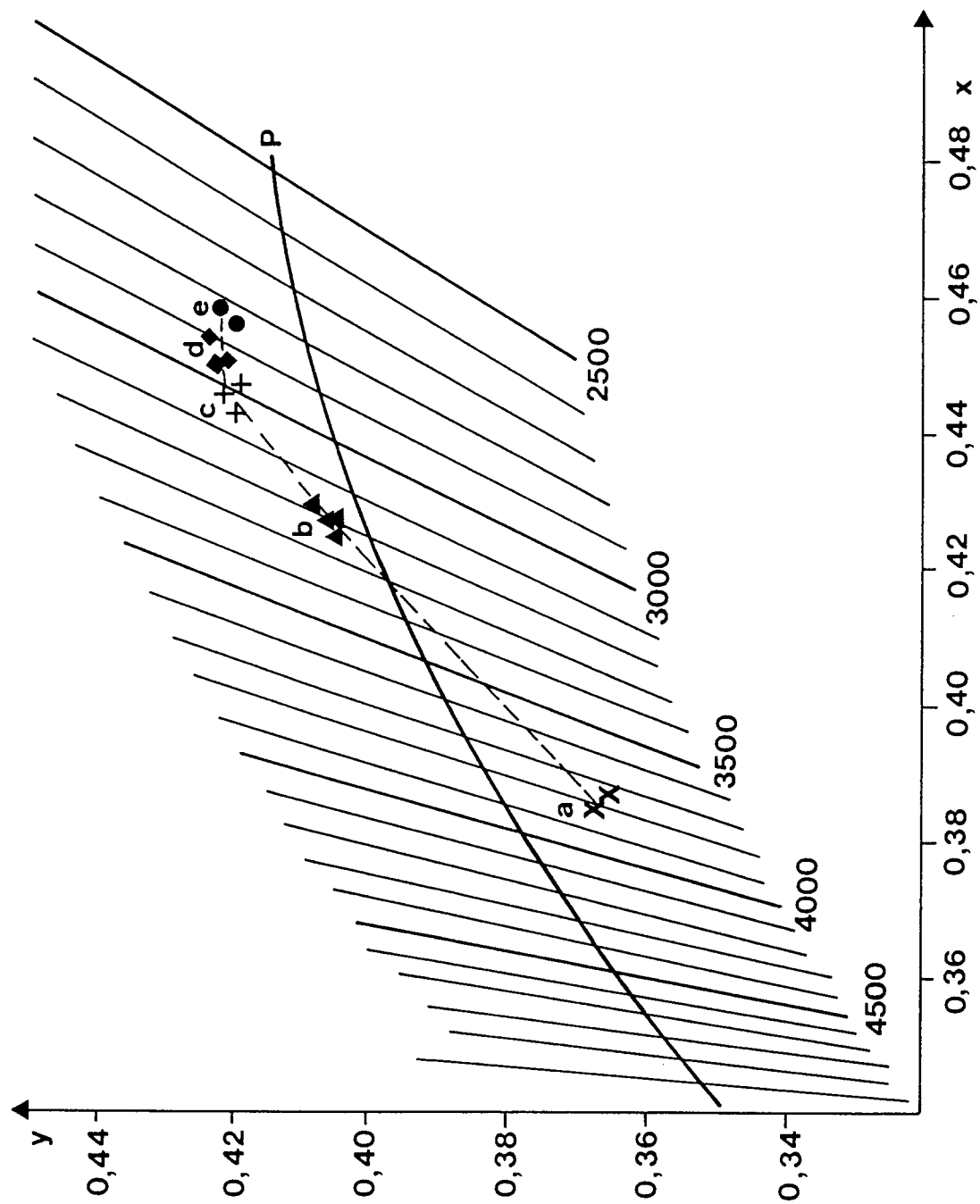


FIG. 3

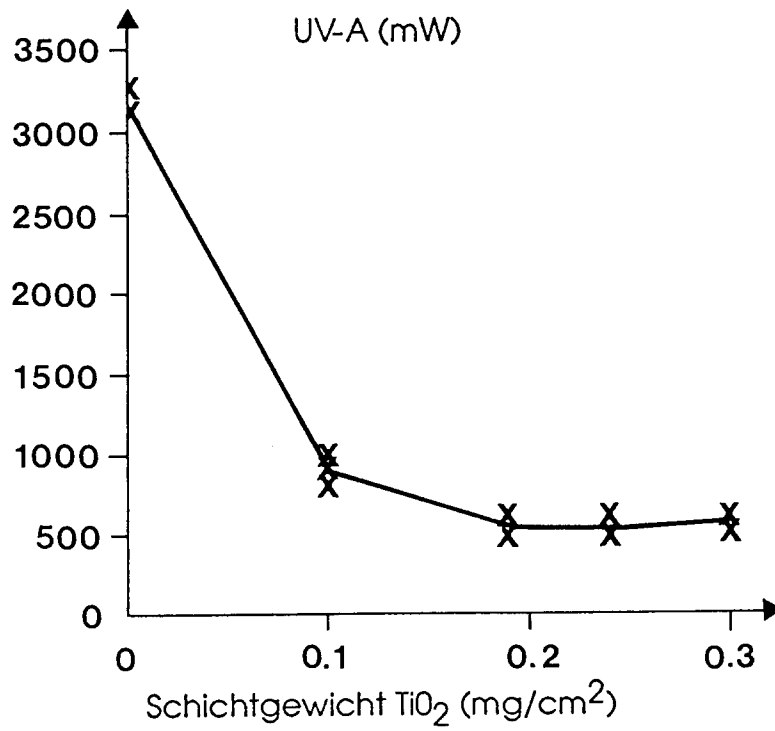


FIG. 4a

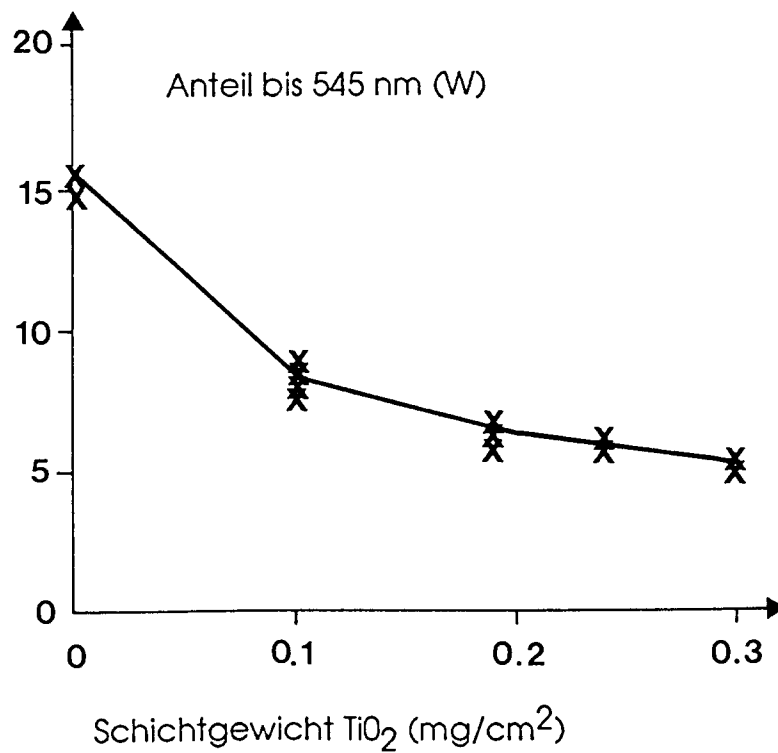


FIG. 4b

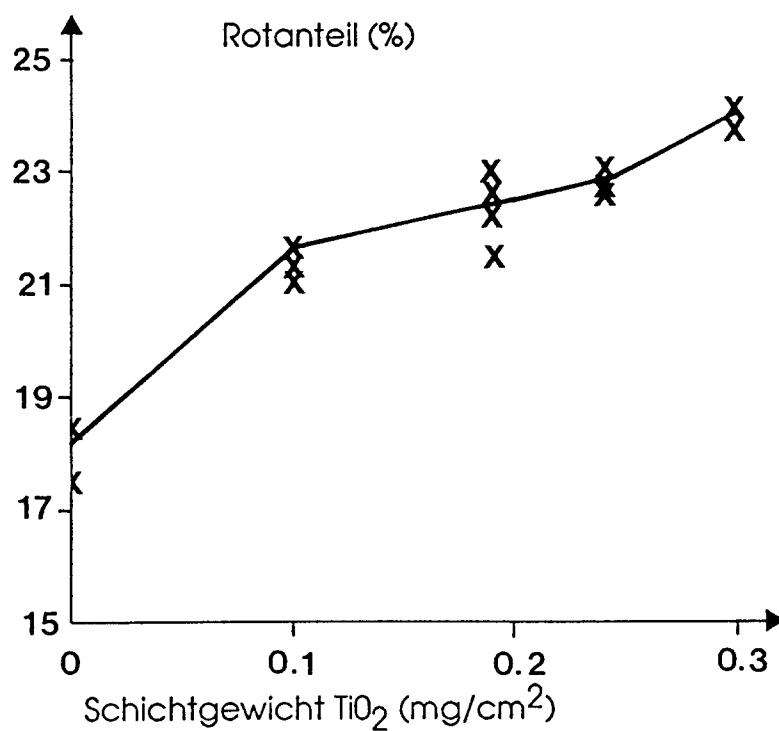


FIG. 4c

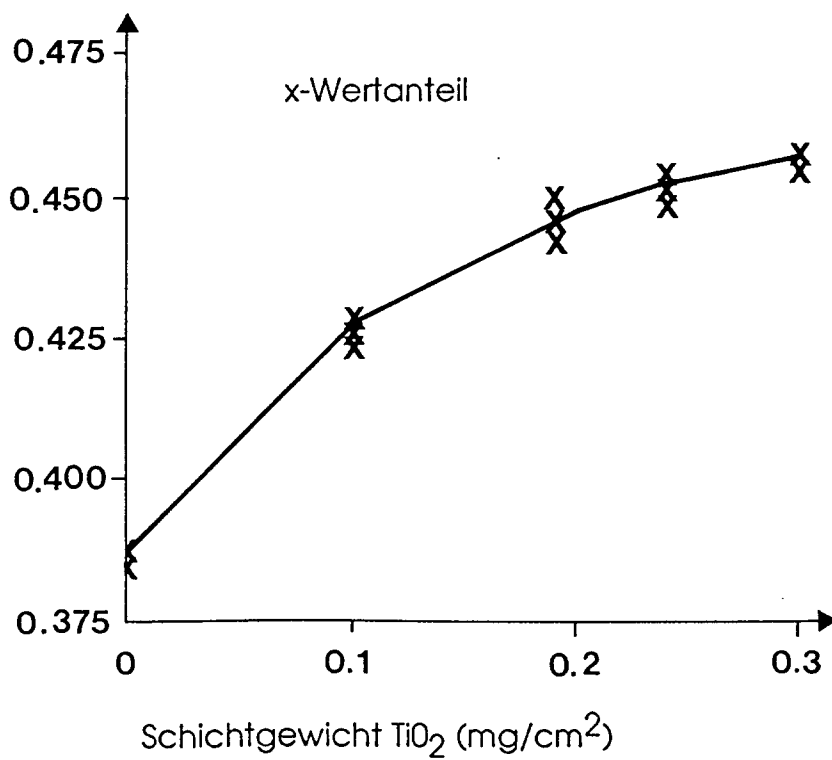


FIG. 4d

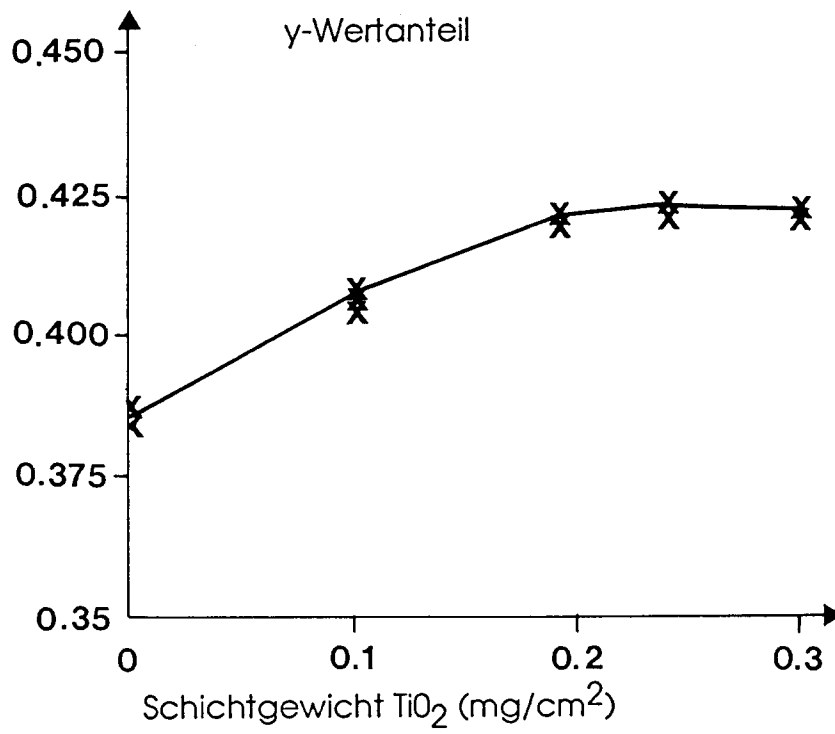


FIG. 4e

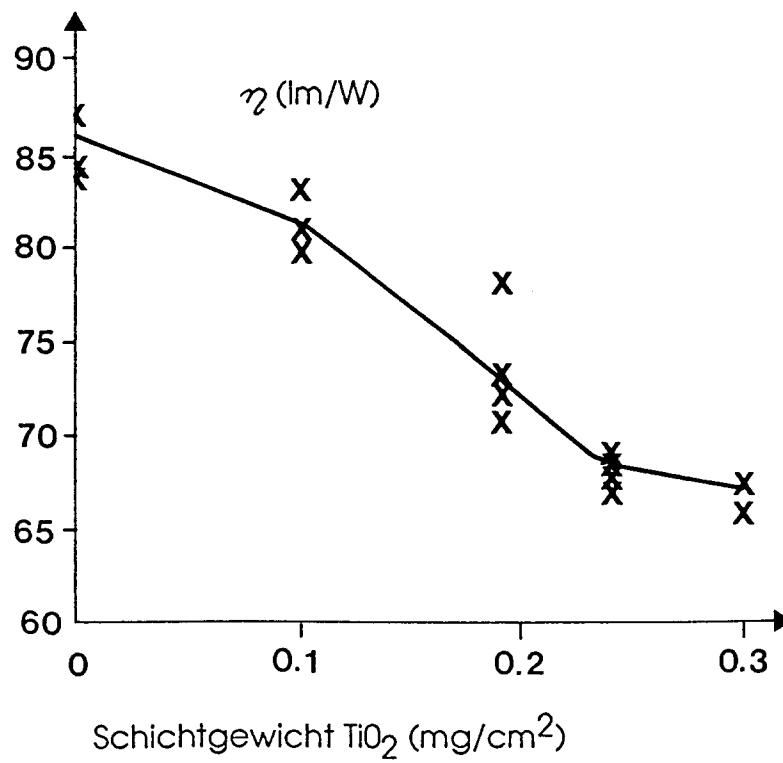


FIG. 4f

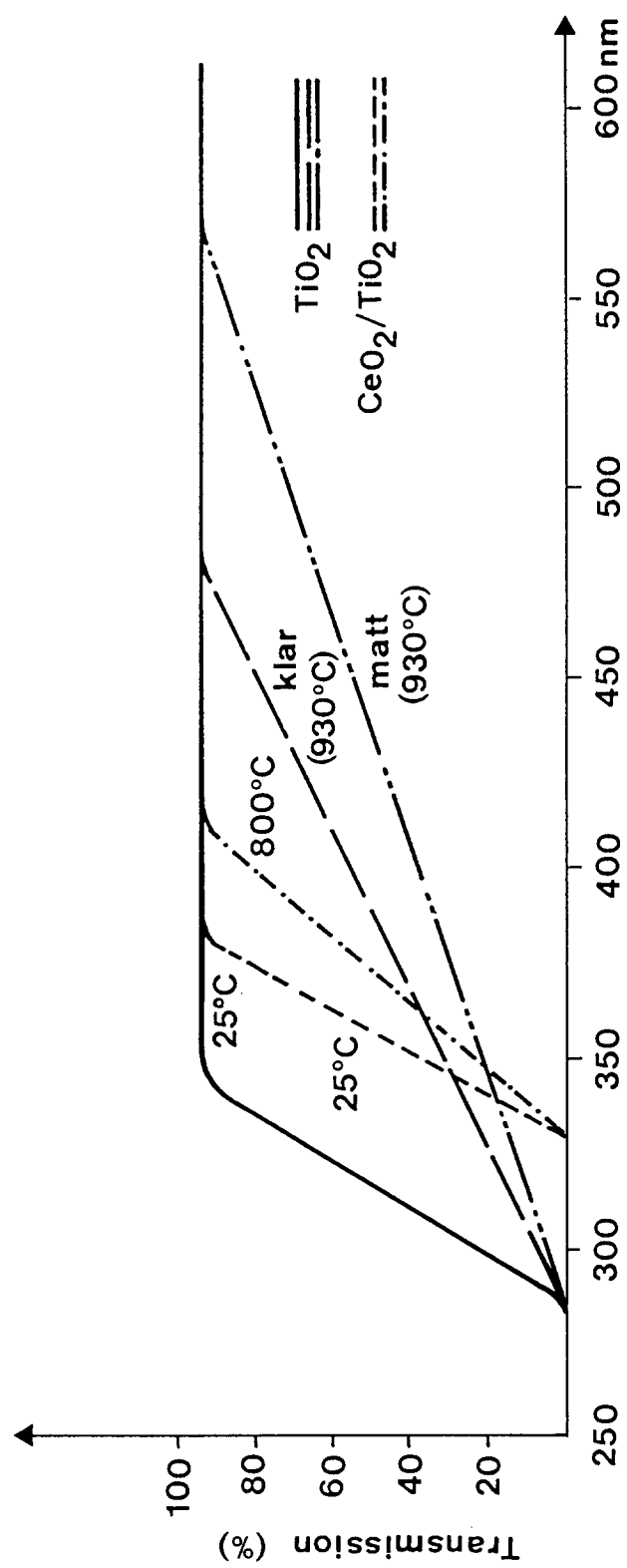
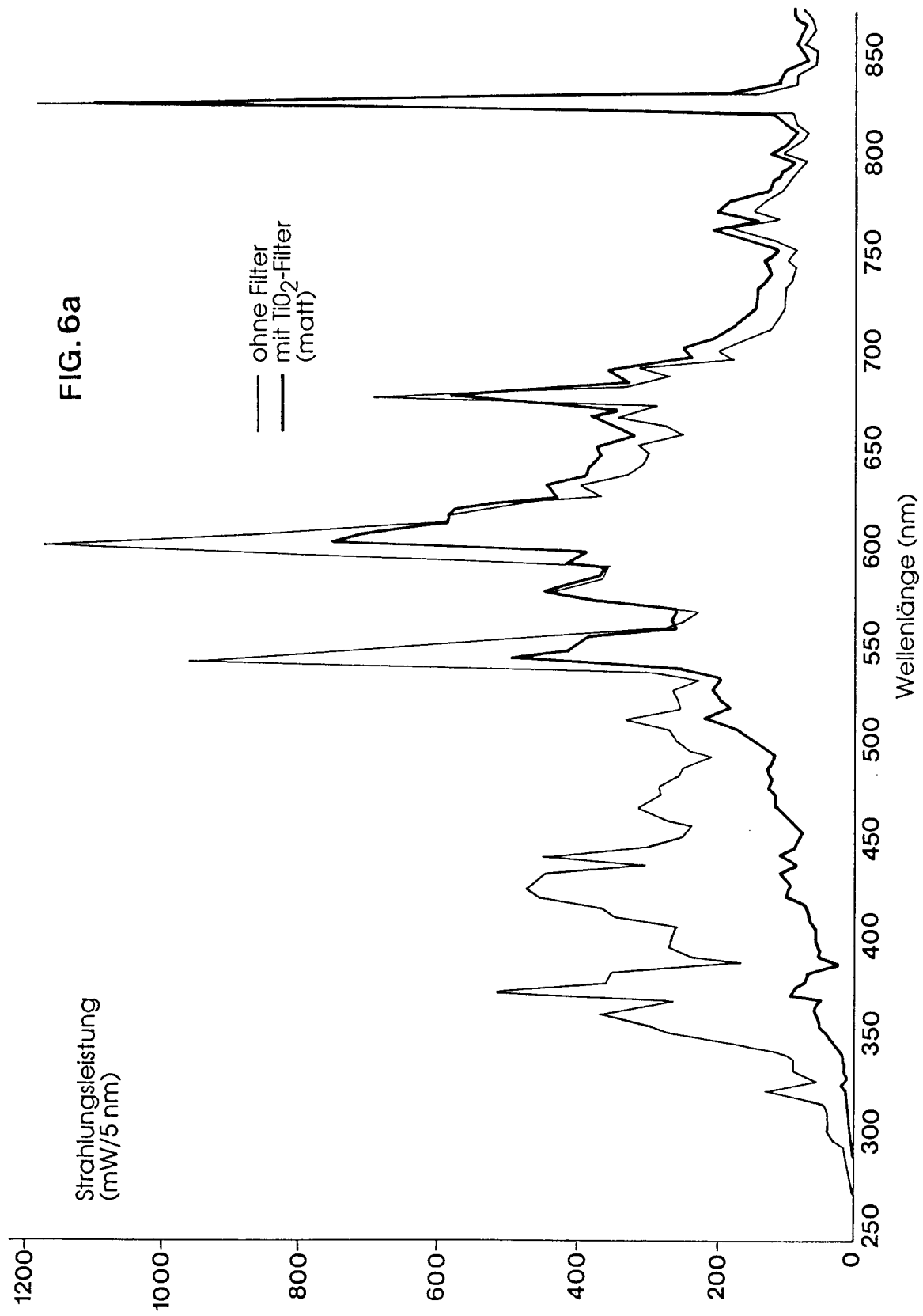
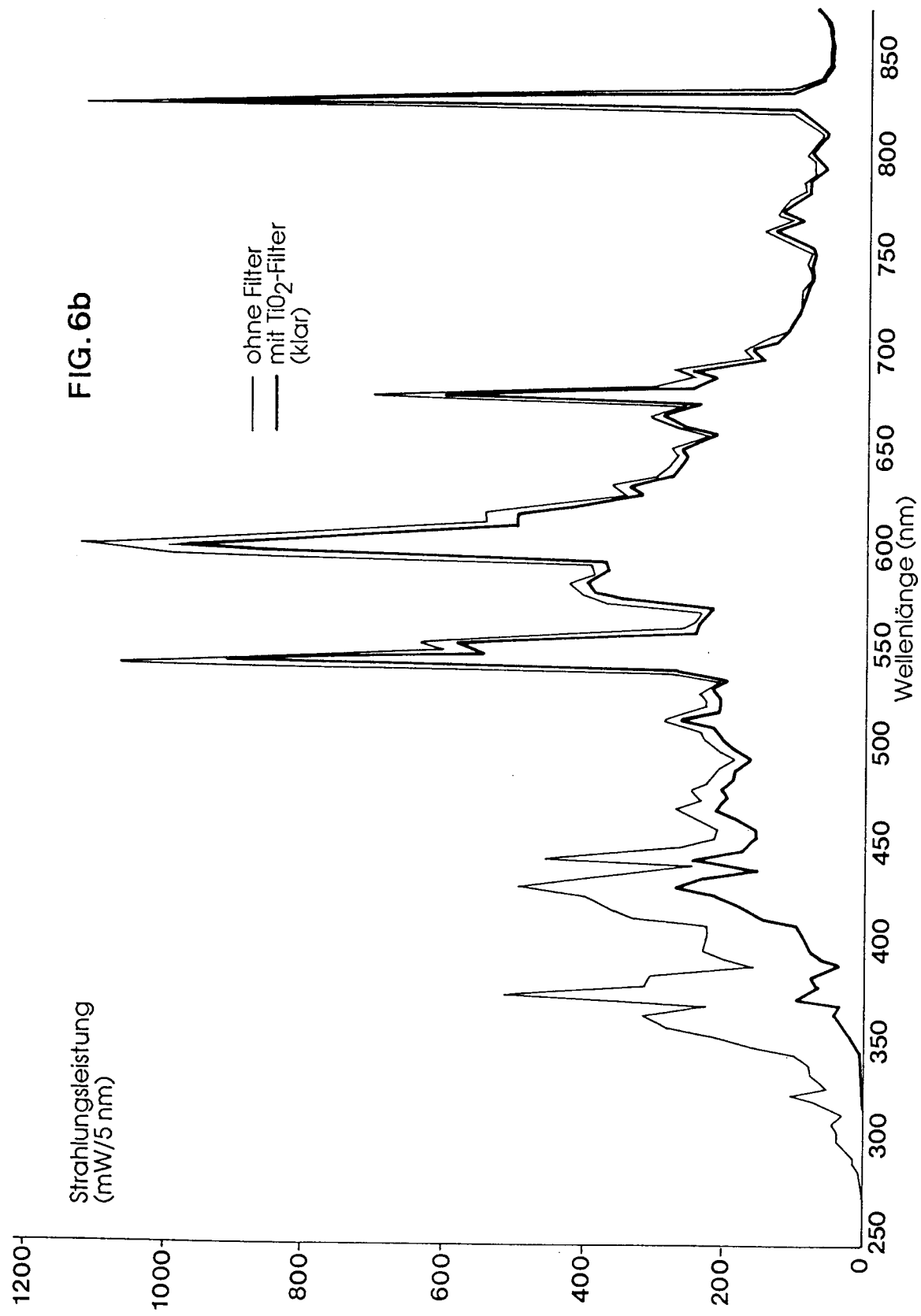


FIG. 5





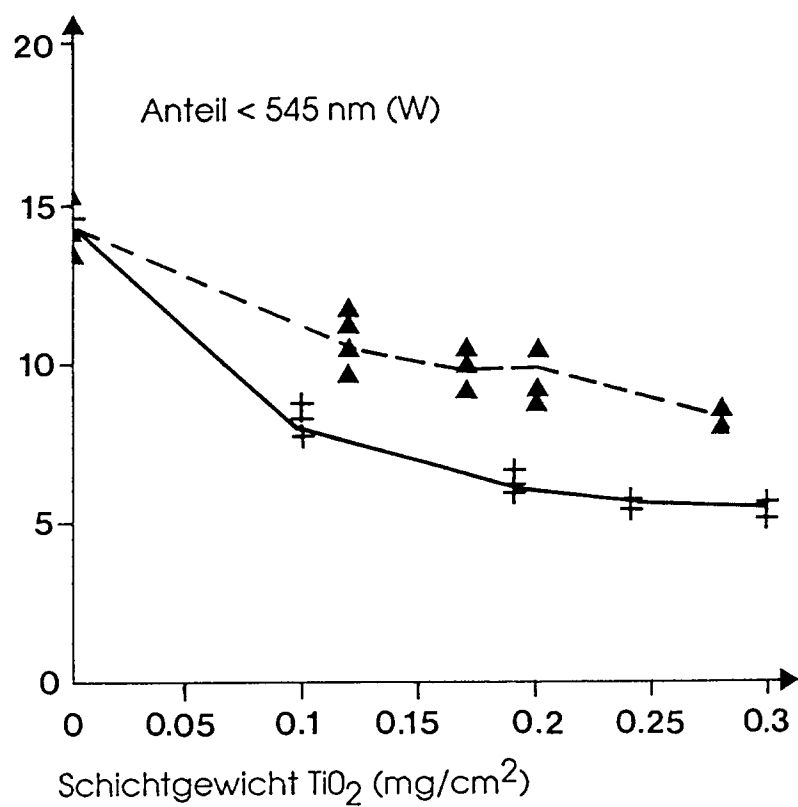


FIG. 7a

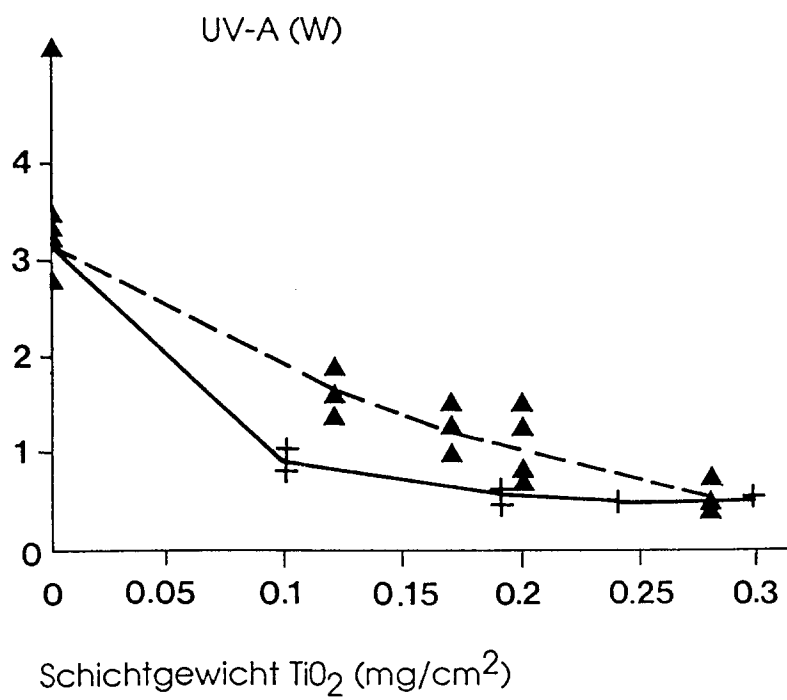


FIG. 7b

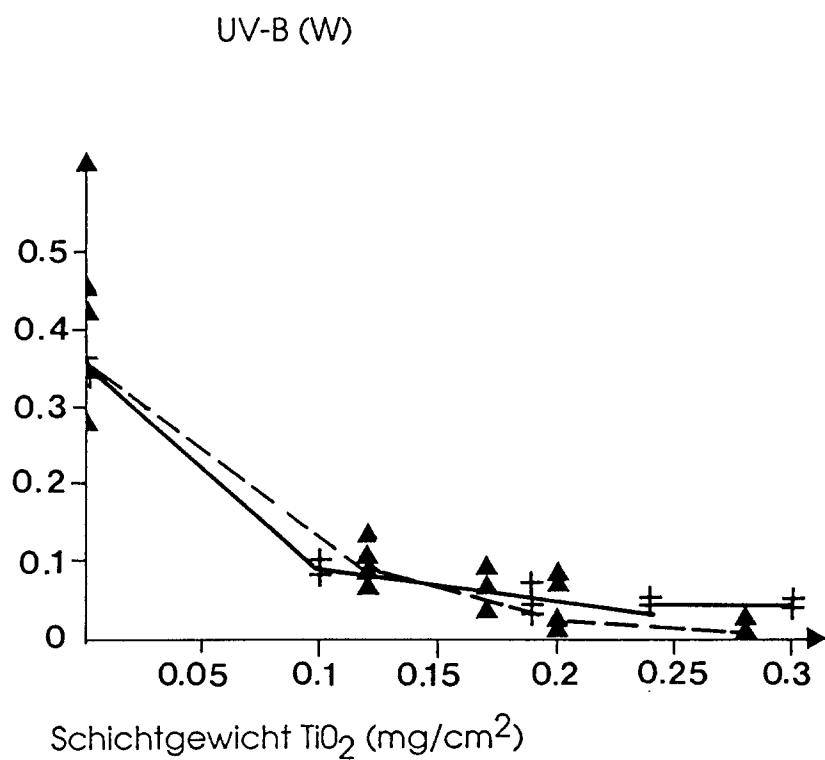


FIG. 7c

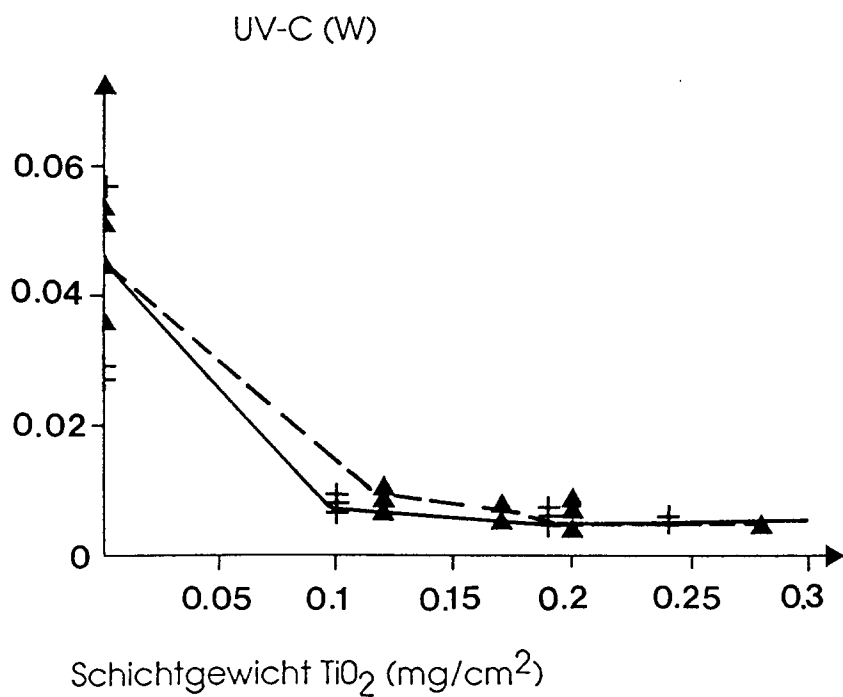


FIG. 7d