

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 127 367 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
17.09.2003 Patentblatt 2003/38

(21) Anmeldenummer: **99971579.0**

(22) Anmeldetag: **29.10.1999**

(51) Int Cl.7: **H01J 61/22, H01J 61/82**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP99/08205

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/026940 (11.05.2000 Gazette 2000/19)

(54) **HOCHDRUCKNATRIUMDAMPFLAMPE**

HIGH PRESSURE SODIUM DISCHARGE LAMP

LAMPE A VAPEUR DE SODIUM A HAUTE PRESSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **02.11.1998 DE 19850345**
11.11.1998 DE 19851955

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.08.2001 Patentblatt 2001/35

(73) Patentinhaber: **FLOWIL INTERNATIONAL
LIGHTING (HOLDING) B.V.**
NL-1077 ZX Amsterdam (NL)

(72) Erfinder:
• **GEENS, Rudy, E., A.**
B-3550 Heusden-Zolder (BE)

• **VLEKKEN, Carlo, J., M.**
B-3060 Bertem (BE)

(74) Vertreter: **Lemke, Jörg-Michael, Dipl.-Ing.**
Jung HML
Patentanwälte
Hofmarkstrasse 10 - Arnhofen
86447 Aindling (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 360 326 EP-A- 0 364 014
EP-A- 0 680 073 FR-A- 2 387 510
US-A- 5 150 017

• **KAUFMAN J E: "NONVISUAL EFFECTS OF
RADIANT ENERGY" , US,NEW YORK, I.E.S.,
PAGE(S) 19-1-19-23 XP002036318 Seiten 19-22 -
19-23**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 127 367 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einem Brenner aus polykristallinem Aluminiumoxid (PCA), einer Füllung aus Natrium und Quecksilber, sowie Xenon als Füllgas.

[0002] Hochdrucknatriumdampflampen dieses Typs sind für ihre hohe Lichtausbeute im Bereich des sichtbaren Spektrums bekannt. Dies ist dadurch begründet, daß die Lichtemission dieser Lampen in einem Spektralbereich stattfindet, der dem Maximum der Augenempfindlichkeitskurve entspricht. Die meisten kommerziell verfügbaren Hochdrucknatriumdampf-(HPS-)Lampen sind deshalb bezüglich eines maximalen Lichtstroms optimiert.

[0003] Ferner verfügen HPS-Lampen über eine lange Lebensdauer und über einen sehr geringen Lichtstromabfall.

[0004] Die hohe Lichtausbeute und lange Lebensdauer machen HPS-Lampen ferner auch für die Anwendung zur Pflanzenwachstumsförderung besonders geeignet, trotz der Tatsache, daß ihr Spektrum für das menschliche Auge optimiert ist und nicht für die Begünstigung bzw. Verstärkung des Pflanzenwachstumsprozesses.

[0005] Aus der EP 0 364 014 ist ein Verfahren bekannt, den blauen Teil des Spektrums einer HPS-Lampe zu optimieren. Es ist bekannt, daß dies wichtig ist, um Pflanzen daran zu hindern, spindeldürr und mit kleinen Blättern zu wachsen. Nun ist es jedoch so, daß in Gewächshäusern bereits eine ausreichende Menge an blauem Licht der Sonne vorhanden ist, und zwar selbst dann, wenn es im Winter wolkig ist.

[0006] Die erwähnte europäische Patentanmeldung beschreibt eine bezüglich der Photosynthese in Pflanzen optimierte HPS-Lampe und offenbart ein optimales Na/Hg-Amalgamverhältnis und erläutert, daß der PCA-Brenner kürzer und weiter gemacht werden muß, um diese Lampe mit vorhandenen Vorschaltgeräten elektrisch kompatibel zu machen. Es wurde jedoch festgestellt, daß bei dem Versuch, in diesem Sinne zu verfahren, der Brenner derart kurz wird, daß an den Brennerenden erhöhte Wärmeverluste offensichtlich werden und daß demzufolge die Verbesserung des Wirkungsgrades hinsichtlich der Photosynthese verloren geht. Darüber hinaus kann die geringe Länge des Brenners in einigen für das Pflanzenwachstum vorgesehenen Leuchten zu unerwünschten Änderungen in der Lichtverteilung führen. Dies bedeutet, daß die beschriebene, bekannte Lampe nur in Verbindung mit speziell ausgelegten Betriebssystemen anwendbar ist.

[0007] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird darin gesehen, eine Hochdrucknatriumdampflampe der eingangs genannten Art zu schaffen, die bezüglich des Wirkungsgrades der Photosynthese in Pflanzen optimiert ist, mit vorhandenen Lampen austauschbar, sowie mit vorhandenen Vorschalt- und Zündgeräten und Leuchten kompatibel ist und schließlich auch noch im Vergleich mit einer herkömmlichen HPS-Lampe einen Gewinn an photosynthetischer Wirkung liefert.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Hochdrucknatriumdampflampe gemäß Anspruch 1.

[0009] Um die Wärmeverluste zu den Wänden des Brenners hin zu minimieren, wurde es als wirksam erkannt, den Brenner mit einem Xenondruck zu füllen, der so hoch wie möglich ist, ohne die einwandfreie Zündung der Lampen mit den dafür spezifizierten Zündgeräten zu gefährden. Dies führte zu einer etwa 10%igen Erhöhung der Lichtausbeute. Bei der Lampe nach der Erfindung soll der Xenondruck auf einen Wert gebracht werden, der so hoch wie möglich ist und es doch noch der Lampe erlaubt, von den für den entsprechenden Lampentyp spezifizierten Zündgeräten einwandfrei gezündet zu werden. In der Praxis sind dies gewöhnlich Überlagerungszündgeräte, die eine in Abhängigkeit von der Lampenleistung spezifizierte Mindest-Spitzenspannung aufweisen.

[0010] Ferner sollte die Entladungslänge der erfindungsgemäßen Lampe von der Entladungslänge der herkömmlichen HPS-Lampe gleicher Leistung um nicht mehr als 25 % abweichen. Richtet man sich danach, so ist die optische Kompatibilität mit vorhandenen Leuchten sichergestellt. Die Wandbelastung (Lampenleistung dividiert durch die Wandoberfläche des Brenners zwischen den Elektroden) ist bei herkömmlichen HPS-Lampen optimiert. Mit höherer Belastung vergrößert sich zwar die abgestrahlte Leistung, jedoch muß zur Sicherstellung einer langen Lebensdauer die Wandbelastung unter einem bestimmten Wert gehalten werden. Dieser Wert entspricht gewöhnlich einer maximalen Brennertemperatur von 1200°C und liegt zwischen 15 und 25 W/cm² in Abhängigkeit von der Lampennennleistung. Bei der Lampe nach der vorliegenden Erfindung darf die Wandbelastung maximal 10 % von dem Wert der entsprechenden herkömmlichen HPS-Lampe abweichen.

[0011] Die beabsichtigte Erhöhung des Photosynthese-Wirkungsgrades wird sodann durch die Optimierung der Zusammensetzung des Na/Hg-Amalgams und des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 13 nm (130 Å) bis etwa 20 nm (200 Å) realisiert. Diese Variablen werden derart ausgewählt, daß der Photosynthese-Wirkungsgrad der Lampe optimiert wird. Der Photosynthese-Wirkungsgrad wird definiert als

$$\eta_{PS} = \Phi_{PS}/P_{1a}$$

wobei

$\Phi_{PS} = K \int V_{PS}(\lambda) P_{\lambda} d\lambda$ der in Phytolumen ausgedrückte photosynthetisch wirksame Strahlungsanteil, sowie P_{1a} die in der Lampe verteilte Leistung ist.

$K = 1088.4 \text{ Phyto-lm} \cdot \text{W}^{-1}$

V_{PS} ist die in Fig. 1 angegebene spektrale Wirkfunktion für die Photosynthese in Pflanzen und

P_λ ist das Lampenspektrum.

[0012] Es wird der Vergleich mit dem Lampenwirkungsgrad durchgeführt. Der Lampenwirkungsgrad ist definiert als

$\eta = \Phi/P_{la}$, wobei

$\Phi K_m \int V_\lambda P_\lambda \delta\lambda$ der in Lumen ausgedrückte Lichtstrom und

$K_m = 683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$, sowie

V_λ der spektrale Empfindlichkeitsgrad nach DIN 5031, Teil 2 ist.

[0013] Es zeigt:

Fig. 1 die photosynthetische spektrale Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge;

Fig. 2 den photosynthetischen Wirkungsgrad der Na-Hochdrucklampe in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie;

Fig 3 die Lichtausbeute der Na-D-Hochdrucklampe in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie;

Fig. 4 den Verlauf des für Photosynthese und allgemeine Beleuchtungsanwendungen optimalen Bereichs bei einer Na-Hochdrucklampe mit 12 bis 20 Gewichtsprozenten Na im Amalgam in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie.

[0014] Es wurde die Abhängigkeit des Photosynthese-Wirkungsgrades von der Amalgamzusammensetzung und des erwähnten Kuppenabstandes im Falle einer 400W-Lampe geprüft, wie in Fig. 2 gezeigt. Die in Fig. 2 angegebenen Daten wurden durch die Herstellung von Lampen mit unterschiedlichen Amalgam-Zusammensetzungen und Messung ihrer photosynthetisch wirksamen Strahlungsanteile als Funktion des Kuppenabstandes erhalten. Die Daten wurden während der Anlaufphase der Lampen mittels eines Referenzvorschaltheizgeräts aufgenommen. Aus Fig. 2 läßt sich auf einfache Weise ableiten, daß es für sämtliche Amalgamzusammensetzungen eine ganz klare Beziehung zwischen dem Kuppenabstand und dem Photosynthese-Wirkungsgrad gibt.

[0015] Fig. 2 zeigt, daß der Photosynthese-Wirkungsgrad (in Phytolumen pro Watt), abhängig vom Na-Gewicht im Amalgam, bei Werten des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie zwischen 13 nm und 20 nm (130 und 200 Å) ein Maximum erreicht. Dabei verschiebt sich das Maximum mit steigendem Na-Gehalt zu höheren Werten des Kuppenabstandes. Aus Fig. 2 läßt sich für jede Zusammensetzung des Natriumamalgams ein Bereich für den maximalen Wirkungsgrad der Photosynthese erkennen.

[0016] In Fig. 3 ist die Lichtausbeute (in Lumen pro Watt) für verschiedene Natriumgewichte als Funktion des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie aufgetragen. Auch hier erkennt man für jeden Na-Anteil ein Maximum der Lichtausbeute, das allerdings eine geringere Abhängigkeit vom Na-Anteil zeigt als der Photosynthese-Wirkungsgrad.

[0017] Die Meßergebnisse sind in der untenstehenden Tabelle 1 und in Fig. 4 zusammengefaßt. Die Tabelle enthält die numerischen Werte des Photosynthese-Wirkungsgrades und der Lichtausbeute in Abhängigkeit vom Na-Gewichtsanteil im Amalgam. In Fig. 4 sind diese Werte graphisch dargestellt.

[0018] Aus Fig. 4 kann man klar erkennen, daß für den gleichen Na-Gehalt von 12 bis 20 % der Bereich des maximalen Wirkungsgrades der Photosynthese im Vergleich zur Lichtausbeute durch höhere Kuppenabstände der Na-D-Linie gekennzeichnet ist.

[0019] Der gewünschte Kuppenabstand der Na-D-Linie kann in der Praxis durch Erhöhung der Cold Spot Temperatur des Brenners erreicht werden, entweder durch Veränderung des Abstandes der Elektrodenspitze von der Stirnfläche des Brenners oder durch Anbringung von Wärmestaubändern an der Außenseite der beiden Brennerenden. Bei unveränderten Brennerabmessungen wird dadurch die Lampenbrennspannung erhöht. Dabei ist darauf zu achten, daß die Lampenbrennspannung niedrig genug ist, um eine ausreichende Lebensdauer der Lampe zu gewährleisten. Falls der Wert der Lampenbrennspannung zu hoch sein sollte, läßt sich eine Korrektur auf den gewünschten Wert auch bei konstantem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie dadurch erreichen, daß die Länge des Entladungsbogens reduziert und der Brennerdurchmesser derart erhöht wird, daß die Wandbelastung des Brenners pro Quadratzentimeter konstant bleibt. Dabei ist darauf zu achten, daß, wie erwähnt, die Bogenlänge um nicht mehr als 25% verändert wird.

Tabelle 1

% Na	Photosynthese Wirkungsgrad (Phytolumen/W)	Lichtausbeute (1m/W)
12	110-160	80-100
14	120-170	85-105
16	130-180	90-110
18	140-190	90-110
20	150-200	95-115

[0020] Es wurde für den Fall einer 400W-Lampe ein Beispiel ausgeführt.

[0021] Der Brenner hatte dabei die folgenden Abmessungen:

Innere Brennerlänge: 107 mm

Innerer Brennerdurchmesser: 8,1 mm

Bogenlänge: 84,6 mm

Wandstärke: 0,75 mm

[0022] Die Amalgam-Zusammensetzung wies 16 Gewichtsprozent Natrium auf. Der kalte Xenondruck im Brenner betrug 308 Torr. Die Cold Spot Temperatur wurde durch die Einstellung des Abstandes zwischen Elektrodenspitze und der Brennerstirnfläche auf einen Wert von 17,0 mm auf 120 V gesetzt.

[0023] In der nachfolgenden Tabelle 2 werden die gemessenen Charakteristika dieser Lampe mit denen einer herkömmlichen HPS-Lampe mit erhöhtem Fülldruck verglichen. Mit dem Begriff "herkömmlich" ist eine kommerziell verfügbare Na-Hochdrucklampe für allgemeine Beleuchtungsanwendungen gemeint. Eine solche Lampe entspricht dem SYLVANIA Typ SHP-TS 400W.

Tabelle 2

Vergleich Lampenbeispiel nach der Erfindung - Herkömmliche HPS- Lampe mit erhöhtem Fülldruck		
	Lampenbeispiel	Herkömmliche Hochdrucknatriumlampe
Kuppenabstand (Å)	130	109
Brennspannung (V)	120	98
Lampenleistung (W)	424	392
Lichtstrom (lm)	58028	53473
Phytolumen (lm)	128729	115648
PAR (µmol/s)	715	644
Pblau (W)	11,4	9,6
Prot (W)	17,3	14,5

[0024] Die oben als Beispiel beschriebene Lampe nach der Erfindung wurde in der Praxis getestet. Dabei wurden vier verschiedene Gurkensorten in einem gegenüber dem Tageslicht abgedichteten Raum mit Lampen bestrahlt und aufgezogen, die dem oben gegebenen Beispiel entsprachen. Die Bestrahlungsdauer betrug dabei täglich sechzehn Stunden und die Dauer des Wachstums einen Monat. Zum Vergleich wurden die gleichen Gurkenpflanzensorten unter den gleichen Bedingungen bei einer Bestrahlung aufgezogen, die von herkömmlichen HPS-Lampen herrührte, wie sie oben bereits genannt wurden, nämlich vom Typ SYLVANIA SHP-TS 400W. Die größere Lichtabgabe der Lampen nach der Erfindung wurde dabei durch Vergrößerung des Abstandes zwischen den Lampen und den Pflanzen kompensiert, um auf dem Level des Pflanzenwachstums bzw. am Substrat die gleiche photosynthetisch wirksame Strahlungsintensität zu erhalten wie im Falle der herkömmlichen Lampen.

[0025] In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die Versuchsergebnisse aufgeführt, die sich bei dieser Aufzucht der Gurkenpflanzen ergeben haben. Aus Tabelle 3 wird deutlich, daß die mit den Lampen nach der Erfindung erzielte Bestrahlung das Wachstum der Gurkenpflanzen signifikant verbessert, was sich aus den ermittelten Pflanzenabmessungen, Pflanzengewichten und Blattgrößen ergibt.

Tabelle 3

Gurkensorte	erfindungsgemäße Lampe				herkömmliche HPS-Lampe			
	Länge cm	Blattzahl	Blattgröße cm	Gewicht g	Länge cm	Blattzahl	Blattgröße cm	Gewicht g
Sabrina	128	11,6	21,6/28,7	140,3	116,4	10,6	20,1/26	112,6
Dugan	133,7	12,1	21,5/27,2	143	113,2	10,8	19,3/24,1	105,4
Korinda	121	11,9	21,8/28,2	139,9	106,7	10,7	19,5/24,4	104,1
Bellissima	123,9	11,4	21,3/27	139,4	104,7	10	18,7/23,1	101,1

[0026] Von jeder der vier genannten Gurkensorten wurden jeweils 18 Stück von den erfindungsgemäßen Lampen und 22 Stück von den herkömmlichen Lampen bestrahlt.

[0027] Es versteht sich, daß die von ganzen Zahlen abweichenden Blattzahl- und Gewichtsangaben, die somit Dezimalbrüche darstellen, infolge Durchschnittsbildung zustandegekommen sind. Die Durchschnittsgewichte wurden jeweils am Ende des Wuchsmonats ohne Wurzeln ermittelt. Ein Gurkenansatz ist zu diesem frühen Zeitpunkt noch nicht zu erwarten.

Patentansprüche

1. Hochdrucknatriumdampflampe zur Pflanzenwachstumsförderung mit einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon in einem Brenner mit einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen 240 mbar (180 Torr) und 466,6 mbar (350 Torr), mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von 12 % bis 20 %, und mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums zwischen 11 nm bis 20 nm (110 Å bis 200 Å), sowie mit einem Strahlungsanteil zwischen 14 % und 18 % im roten Wellenlängenbereich 635 nm bis 750 nm und mit einem Strahlungsanteil zwischen 7 % und 10 % im blauen Wellenlängenbereich 380 nm bis 500 nm, jeweils der Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich 380 nm bis 780 nm.
2. Hochdrucknatriumdampflampe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Natriumgewichtsanteil im Amalgam zwischen 14 % und 18 % und der Kuppenabstand zwischen 12 nm und 19 nm (120 Å und 190 Å) beträgt.
3. Hochdrucknatriumdampflampe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Natriumgewichtsanteil im Amalgam 16 % und der Kuppenabstand zwischen 13 nm und 18 nm (130 Å und 180 Å) beträgt.

Claims

1. High pressure sodium vapour lamp for promotion of plant growth having a fill consisting of sodium, mercury and xenon in an arc tube having a xenon filling pressure in the cold state between 240 mbar (180 Torr) and 466,6 mbar (350 Torr) with a sodium weight portion within the sodium-mercury-amalgam of 12 % to 20 %, having a D-line reversal width (distance of the tops of both wings of the sodium-D-line of the radiation spectrum) of between 11 nm and 20 nm (110 Å and 200 Å), and having between 14 % and 18 % radiation portion in the red wave lengths range 635 nm to 750 nm and having between 7 % and 10 % radiation portion in the blue wave lengths range 380 nm to 500 nm, in each case of the radiation power in the wave length range 380 nm to 780 nm.
2. High pressure sodium vapour lamp according to claim 1, **characterized in that** the sodium weight portion in the amalgam is between 14 % and 18 % and the D-line reversal width is between 12 nm and 19 nm (120 Å and 190 Å).
3. High pressure sodium vapour lamp according to claim 2, **characterized in that** the sodium weight portion in the amalgam is 16 % and the D-line reversal width is between 13 nm and 18 nm (130 Å and 180 Å).

Revendications

1. Lampe à vapeur de sodium à haute pression pour l'accélération de la croissance des plantes avec un remplissage

EP 1 127 367 B1

de sodium, de mercure et de xénon dans un brûleur avec une pression de remplissage de xénon à l'état froid entre 250 mbar (180 torr) et 466,6 mbar (350 torr), avec une quantité en poids de sodium dans l'amalgame Na/Hg de 12 % à 20 %, et avec une distance des sommets des deux ailes de la ligne Na-D du spectre de rayonnement entre 11 nm à 20 nm (110 Å à 200 Å) ainsi qu'avec une quantité de rayonnement entre 14 % et 18 % dans le domaine du rouge des longueurs d'onde 635 nm à 75 nm et avec une quantité de rayonnement entre 7 % et 10 % dans le domaine du bleu des longueurs d'onde 380 nm à 500 nm, chaque fois la puissance de rayonnement étant dans le domaine des longueurs d'onde de 380 nm à 780 nm.

2. Lampe à vapeur de sodium à haute pression selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la quantité en poids de sodium dans l'amalgame est entre 14 % et 18 % et l'intervalle de couplage étant entre 12 nm et 19 nm (120 Å et 190 Å).
3. Lampe à vapeur de sodium à haute pression selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** la quantité en poids de sodium dans l'amalgame est de 16 % et l'intervalle de couplage étant entre 13 nm et 18 nm (130 Å et 180 Å).

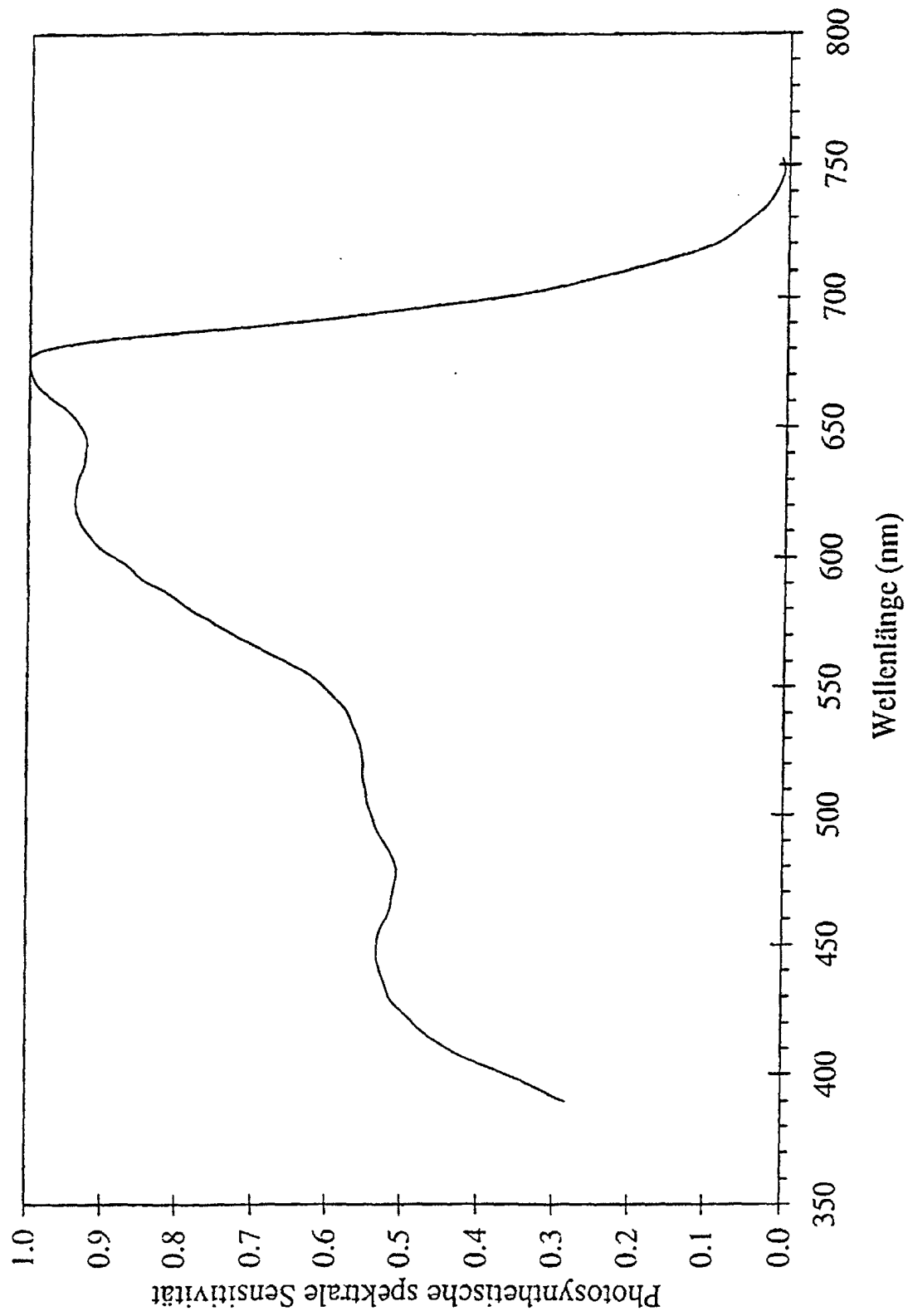


Fig. Nr.1

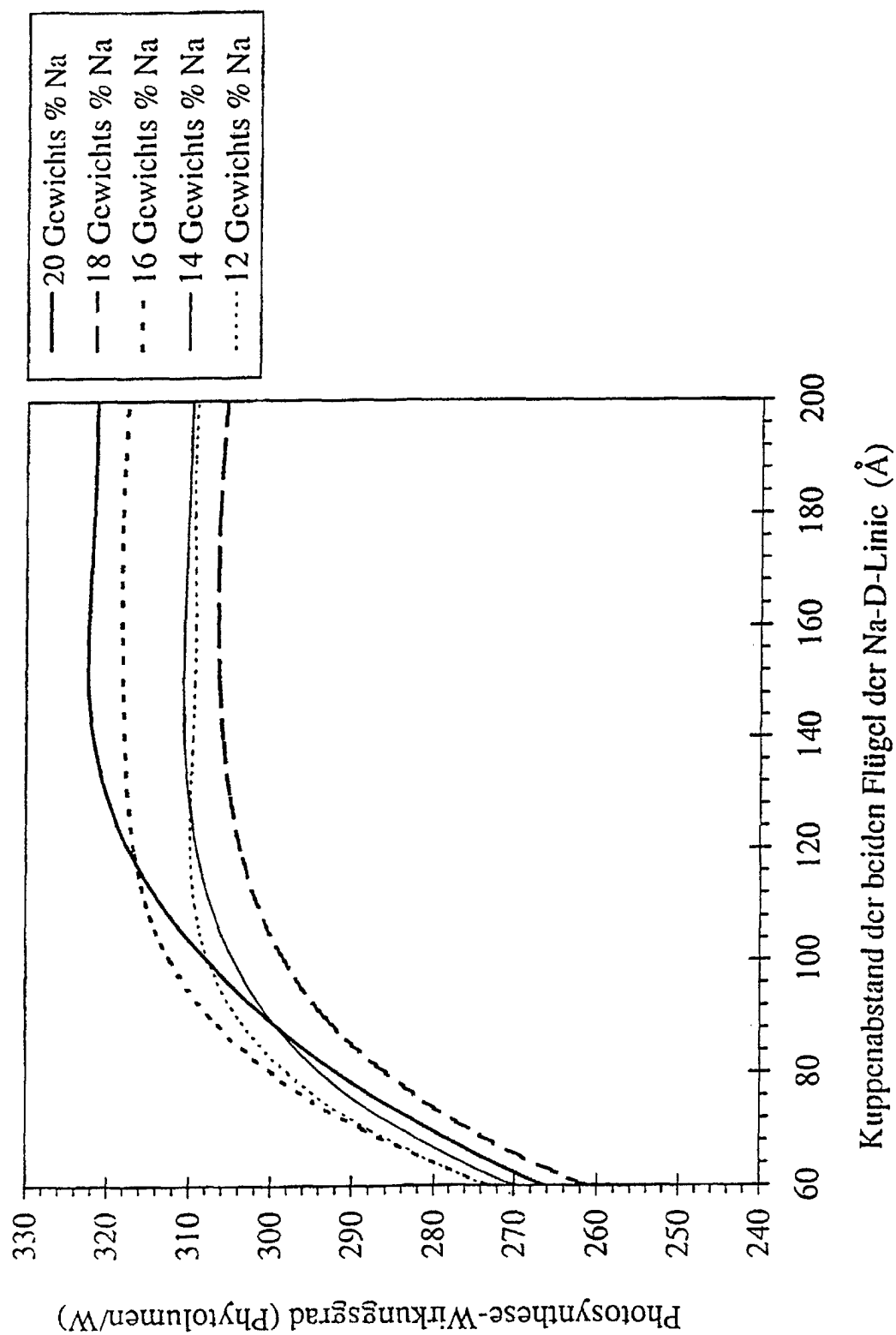


Fig. Nr.2

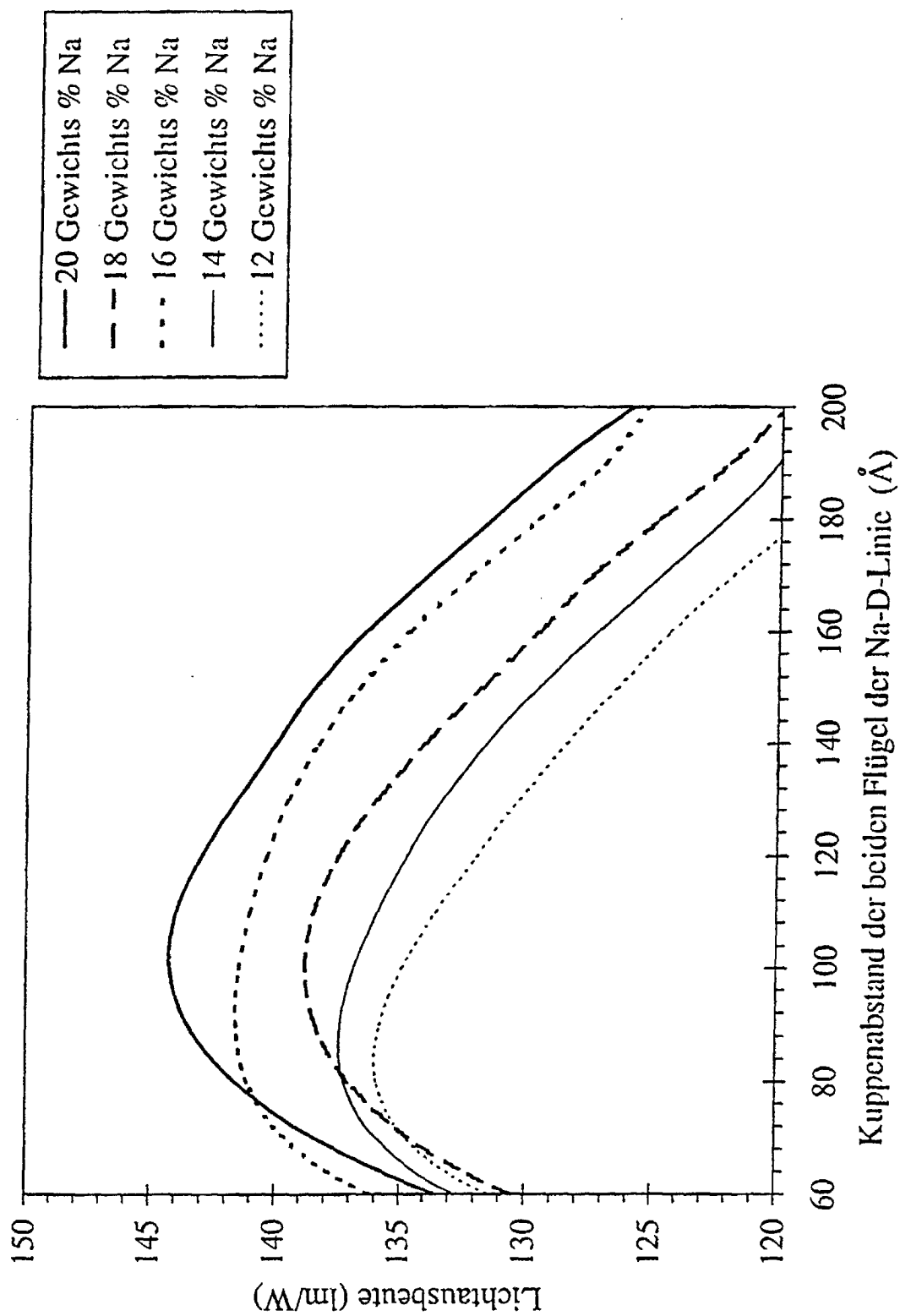


Fig. Nr.3

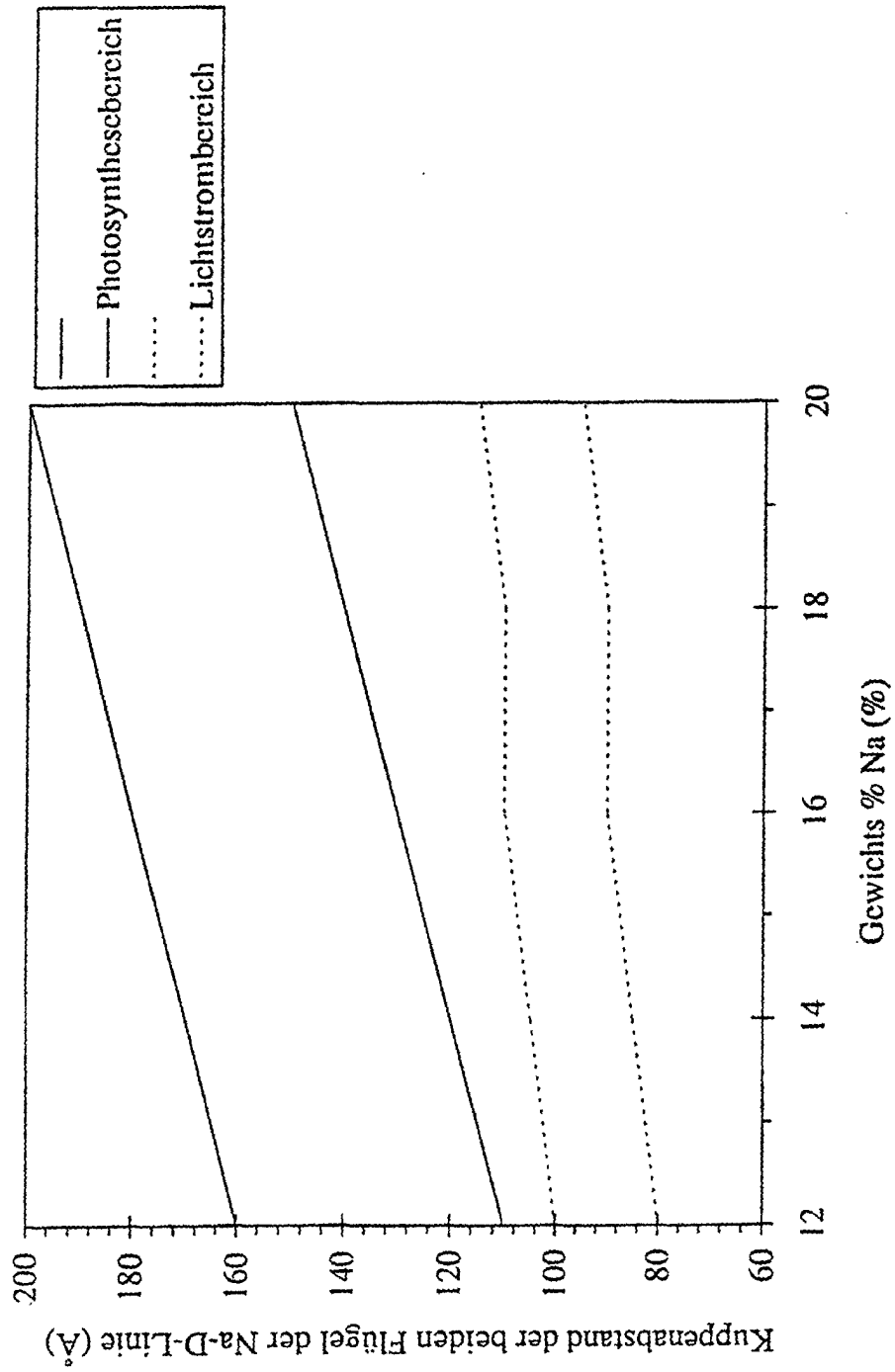


Fig. Nr.4