

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 092 220**
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
04.12.85

(51)

Int. Cl.⁴: **H 01 J 61/44**

(21)

Anmeldenummer: **83103743.7**

(22)

Anmeldetag: **18.04.83**

(54)

Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen Pflanzenwachstums.

(30)

Priorität: **20.04.82 DE 3214550**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.10.83 Patentblatt 83/43

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
04.12.85 Patentblatt 85/49

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(56)

Entgegenhaltungen:
US - A - 4 055 781

(73)

Patentinhaber: **Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH, Hellabrunner Strasse 1, D-8000 München 90 (DE)**

(72)

Erfinder: **Hoffmann, Roland, Dipl.-Phys., Luitpoldstrasse 46, D-8900 Augsburg (DE)**
Erfinder: **Händler, Lothar, Dipl. Kaufmann, Schanzstrasse 9, D-8031 Gernlinden (DE)**

EP 0 092 220 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen Pflanzenwachstums, bei der die auf die Innenwand des Lampenkolbens aufgetragene Leuchtstoffmischung drei Komponenten enthält, wobei als erste Komponente ein manganaktiviertes Magnesium-Fluorogermanat mit einem Emissionsmaximum bei 660 nm und als zweite Komponente ein zinnaktiviertes Strontium-Magnesium-Orthophosphat mit einem Emissionsmaximum bei 626 nm verwendet wird.

Für Leuchtstofflampen zum Zweck der Pflanzen-, Blüten- und Zierfischbestrahlung sind bisher verschiedene Leuchtstoffmischungen vorgeschlagen worden, deren Emission auf die unterschiedliche Absorption der Pflanzen bei den einzelnen Wellenlängen, insbesondere des sichtbaren Spektralbereiches abgestimmt ist. In der Praxis werden hierzu vielfach Leuchtstoffmischungen verwendet, die sich etwa zu 55 Gew.-% aus einem Calcium-Wolframat und zu 45 Gew.-% aus einem mit Mangan aktivierten Magnesium-Fluorogermanat zusammensetzen. Das Magnesium-Fluorogermanat ist jedoch sehr teuer, weshalb schon seit langem andere Leuchtstoffmischungen ohne bzw. mit einem wesentlich reduzierten Anteil dieser teuren Komponente gesucht werden, ohne daß die spektralen Emissionseigenschaften der Leuchtstofflampe negativ beeinflußt werden. So ist z. B. aus der US-A-4 055 781 bekannt, den Anteil des Magnesium-Fluorogermanat-Leuchtstoffes mit seiner dunkelroten Emission auf 10 Gew.-% bis 30 Gew.-%, vorzugsweise 20 Gew.-% zu reduzieren. Zur Erhaltung der Energien in den für die Pflanze wesentlichen Spektralbereichen wurde es jedoch erforderlich, der Leuchtstoffmischung neben dem Magnesium-Fluorogermanat drei weitere Leuchtstoffkomponenten mit unterschiedlichen Emissionseigenschaften hinzuzufügen. Zwar konnte mit Hilfe dieser Maßnahmen der Materialpreis der verwendeten Leuchtstoffmischung auf ein Drittel des ursprünglichen Preises gesenkt werden, doch ist zur Erzielung eines definierten Farbortes der aus insgesamt vier Leuchtstoffen bestehenden Mischung die genaueste Einhaltung sämtlicher Fertigungstoleranzen erforderlich. Der Grund besteht darin, daß eine aus vier Leuchtstoffkomponenten bestehende Mischung kein ausreichendes Kriterium für eine Farbortbestimmung darstellt. Zwar ist die Farborteinstellung hierbei durch verschiedene Mischungsverhältnisse möglich, jedoch verschieben sich dann die Strahlungseigenschaften der Lampe.

Ein weiterer Nachteil der in der Praxis verwendeten, aus Calcium-Wolframat und Magnesium-Fluorogermanat bestehenden Leuchtstoffmischung liegt in der Notwendigkeit, die Beschlämmung der Lampenkolben mit einer organischen Binder enthaltenden Suspension vornehmen zu müssen. Als Binder werden z. B. verdünnte Lösungen einer hochviskosen Nitrozellulose in Butylacetat verwendet. Außer einer bei der Verarbeitung von mit diesen organischen Bindern aufbereiteten Leuchtstoffsuspensionen auftretenden Geruchsbelästigung ist auch der Aufwand zur Verhütung von Umweltschäden mit solchen Lösungsmitteln recht beträchtlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine für Pflanzenbestrahlung geeignete Leuchtstoffmischung zu schaffen, die billig in der Herstellung sowie leicht verarbeitbar ist und für die die umweltfreundliche, kostengünstige Wasserbeschlämmung angewendet werden kann. Die für die pflanzenphysiologischen wesentlichen charakteristischen Wellenlängenbereiche sollten außerdem in ihrer Wirkung möglichst dem des natürlichen Sonnenlichts angeglichen werden.

Die Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen Pflanzenwachstums mit den im Oberbegriff des Hauptanspruchs genannten Merkmalen ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Komponente ein mit zweiwertigem Europium aktiviertes Barium-Magnesium-Aluminat mit einem Emissionsmaximum bei 447 nm ist. Das mit Mangan aktivierte Magnesium-Fluorogermanat ist dabei nur zu 10 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise mit 20 Gew.-% vom Gesamtgewicht der Leuchtstoffmischung enthalten. Bei mehr als 25 Gew.-% würde der Preisvorteil nicht mehr ausreichend attraktiv ausfallen, während bei weniger als 10 Gew.-% bestimmte Farben visuell unzureichend wiedergegeben werden. Das billige, mit Zinn aktivierte Strontium-Magnesium-Orthophosphat ist mit 55 bis 80 Gew.-%, vorzugsweise mit 65 Gew.-% und das mit zweiwertigem Europium aktivierte Barium-Magnesium-Aluminat ist mit 10 bis 20 Gew.-%, vorzugsweise mit 15 Gew.-% an dem Gesamtgewicht der Leuchtstoffmischung enthalten.

Die erfindungsgemäße Leuchtstoffmischung ist um ca. zwei Drittel billiger als die bisher verwendete Mischung. Die neue Leuchtstoffmischung ist darüber hinaus leicht herstellbar und für die Verarbeitung in einer Massenfertigung gut geeignet. Durch die Verwendung von nur drei Komponenten ist der Zielfarbort ein eindeutiges Kriterium für die Leuchtstoffzusammensetzung. Der Normfarbwertanteil der Vorzugsmischung liegt für x bei 0,339 und für y bei 0,247; die Lampe emittiert somit zwar in einem bei Pflanzenbeleuchtung üblichen violetten Farbton, bei dem Pflanzen und Zierfische ein besonders ansehnliches Aussehen zeigen, doch ist der Farbort um ca. 30 SWE (Schwellenwerteinheiten) in Richtung auf den Unbunt-Punkt verschoben. Dadurch wird es möglich, eine solche Leuchtstofflampe auch als Raumbelichtung in Gewächshäusern und entsprechenden Verkaufsräumen einzusetzen.

Aufgrund der nur noch zu einem geringen Anteil verwendeten Germanat-Komponente ist der Übergang von der bisher verwendeten Leuchtstoffsuspension mit organischem Binder auf die billigere, umweltfreundliche Wasserbeschlämmung möglich. Mit dem neuartigen Leuchtstoff und gleichzeitiger Verwendung von Lampenkolben mit einem auf 26 mm reduzierten Kolbendurchmesser lassen sich bei einem etwa verdoppelten Lichtstrom zusätzlich ca. 10% der elektrischen Energiekosten einsparen.

Außerdem werden mit der dadurch verbundenen Materialeinsparung die Endkosten für den Leuchtstoff auf ca. ein Viertel der Ursprungskosten reduziert.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Figuren näher erläutert.

Fig. 1a zeigt die relative spektrale Wirkungsfunktion $s(\lambda)_{sy, rel}$ der Photosynthese.

Fig. 1b zeigt die relative spektrale Wirkungsfunktion $s(\lambda)_{ch, rel}$ der Chlorophyllsynthese.

Fig. 1c zeigt die relative spektrale Wirkungsfunktion $s(\lambda)_{tr, rel}$ des Phototropismus.

Fig. 1d zeigt die relative spektrale Wirkungsfunktion $s(\lambda)_{mo, rel}$ der Photomorphogenese.

Fig. 2 zeigt das Emissionsspektrum einer Leuchtstofflampe, die mit einer herkömmlichen Leuchtstoffmischung beschlämmt wurde.

Fig. 3 zeigt das Emissionsspektrum einer Leuchtstofflampe, die mit der erfindungsgemäßen Leuchtstoffmischung beschlämmt wurde.

In den Fig. 1a bis 1d sind entsprechend DIN 5031 die unterschiedlichen Verläufe der pflanzenphysiologischen Wirkungsfunktionen dargestellt. Die Photosynthese (Fig. 1a) und die Chlorophyllsynthese (Fig. 1b) zeigen jeweils Maxima bei 445 nm sowie 660 nm. Der Phototropismus (Fig. 1c) zeigt einen breiten Kurvenverlauf mit Maxima bei 440 nm und 470 nm und die Photomorphogene (Fig. 1d) zeigt ein schmales Induktionsmaximum (Kurve A) bei 660 nm sowie ein etwas breiteres Reversionsmaximum (Kurve B) bei ca. 730 nm. Im grünen Spektralbereich (510 bis 610 nm) zeigen die Pflanzen nur eine geringere photosynthetische Effektivität und eine schwache morphogenetische Aktivität. Strahlung der Wellenlängen oberhalb 1000 nm, sofern die Pflanze diese überhaupt absorbiert, wird ohne Störung der biochemischen Prozesse von der Pflanze in Wärme umgewandelt. Eine für die Pflanzenbestrahlung verwendete Leuchtstofflampe soll mit ihrer Gesamtemission deshalb zumindest in den oben angegebenen Maxima der pflanzenphysiologischen Reaktionskurven ebenfalls ein Maximum aufweisen. Bei der Pflanzenaufzucht hat sich aber auch gezeigt, daß bestimmte Pflanzen nicht nur mit den Strahlungsanteilen in den Bereichen ca. 400 nm bis ca. 500 nm (blau) sowie ca. 600 nm bis ca. 700 nm (rot) gedeihen, sondern darüber hinaus auch einen gewissen Anteil an Tageslicht, insbesondere dessen grün-gelben Strahlungsanteil im Bereich ca. 550 nm bis 580 nm für die Synthese von Enzymen und anderen Stoffen benötigen.

In den Fig. 2 und 3 ist das jeweilige Emissionsspektrum einer mit einer herkömmlichen und einer erfindungsgemäßen Leuchtstoffmischung beschichteten Leuchtstofflampe vergleichend dargestellt. Das Emissionsspektrum der Fig. 2 stammt dabei von einer 40-W-Leuchtstofflampe mit einem Kolbendurchmesser von 38 mm, wobei deren Leuchtstoffmischung zu ca. 55 Gew.-% aus dem blau emittierenden Calciumwolframat und zu ca. 45 Gew.-% aus dem teuren, rot emittierenden, mit Mangan aktivierten Magnesium-Fluorogermanat besteht. Die Leuchtstoffmischung ist in einer verdünnten Lösung einer hochviskosen Nitrozellulose in Butylacetat gelöst. Nach erfolgter Beschlämmung wird der Lampenkolben in einem Ausheizofen ausgeheizt, wobei sich die organischen Bestandteile der Suspension verflüchtigen.

Das Emissionsspektrum der Fig. 3 stammt von einer 36-W-Leuchtstofflampe mit einem Kolbendurchmesser von 26 mm. Die Leuchtstoffmischung enthält gemäß der Erfindung nur 20 Gew.-% des teuren, rot emittierenden, mit Mangan aktivierten Magnesium-Fluorogermanat. Der dadurch fehlende Rotanteil der Mischung wurde durch Zugabe von 65 Gew.-% des wesentlich billigeren, rot-orange emittierenden, mit Zinn aktivierten Strontium-Magnesium-Orthophosphat-Leuchtstoffes aufgefüllt. Den erforderlichen Blauanteil erhält die Leuchtstofflampe, indem der Leuchtstoffmischung 15 Gew.-% eines mit zweiwertigem Europium aktivierten Barium-Magnesium-Aluminat-Leuchtstoffes zugegeben sind. Das Spektrum zeigt neben einer Optimierung im blauen Bereich auch die Ausgewogenheit der Blau- und Rotemission. Ebenso konnte — verglichen mit dem Spektrum einer herkömmlichen Leuchtstofflampe — der grün-gelbe Strahlungsanteil (550 nm—580 nm) deutlich angehoben werden. Hierdurch wird neben einer Förderung der Synthese von Enzymen auch gleichzeitig eine Verschiebung des Farbortes in Richtung auf den Unbunt-Punkt bewirkt, wodurch wiederum die Farbwiedergabe verbessert und die Verwendung der Bestrahlungslampen auch in Gewächshäusern und deren Verkaufsräumen ermöglicht wird. Aus dem Emissionsspektrum ergibt sich in der Normfarbtafel nach DIN 5033 ein Farbort mit den Normfarbwertanteilen $x=0,339$ und $y=0,247$. Die mit der erfindungsgemäßen Leuchtstoffmischung beschichtete Leuchtstofflampe wird auf bekannte Weise wie herkömmliche Leuchtstofflampen gefertigt, wobei die Leuchtstoffmischung jedoch anstatt in einem organischen Lösungsmittel in dem wesentlich umweltfreundlicheren Wasser gelöst war.

Wie nachfolgende Tabelle 1 zeigt, liegen die auf die Chlorophyllsynthese normierten Strahlungsanteile der erfindungsgemäßen Leuchtstoffmischung im Vergleich zu einer in der bisherigen Praxis verwendeten Mischung eines Calcium-Wolframats und eines mit Mangan aktivierten Magnesium-Fluorogermanats deutlich günstiger, wenn das Sonnenlicht als Bezugsquelle herangezogen wird. Insbesondere konnte der Wert der Metamorphose bei 730 nm gegenüber den bisher verwendeten Leuchtstofflampen für Pflanzenbestrahlung verdreifacht und damit dem Sonnenlicht sehr viel mehr angenähert werden. Der höhere Wert der Photosynthese bewirkt zusätzlich eine verstärkte Produktion der Biomasse.

Tabelle 1
Relative Strahlungsanteile

5	Wirkungsfunktionen	Sonnenlicht	Leuchtstoffmischung	
			herkömmlich	erfindungsgemäß
	Photosynthese	1,5	1,5	1,8
10	Chlorophyllsynthese	1,0	1,0	1,0
	Phototropismus	1,2	0,4	0,6
	Photomorphogenese 660 nm	0,7	0,9	0,8
15	Photomorphogenese 730 nm	0,6	0,06	0,2

20 Der Tabelle 2 ist zu entnehmen, wieviel Prozent der von der Lampe aufgenommenen elektrischen Leistung auf die einzelnen für die Pflanze verfügbaren Strahlungsanteile entfallen.

Tabelle 2
Verfügbarkeit der eingesetzten elektrischen Energie

25	Wirkungsfunktionen	Leuchtstofflampe	
		herkömmlich	erfindungsgemäß
30	Photosynthese	11%	15%
	Chlorophyllsynthese	8%	8%
	Phototropismus	3%	5%
35	Photomorphogenese 660 nm	6%	6%
	Photomorphogenese 730 nm	0,5%	2%

40 Patentansprüche

45 1. Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen Pflanzenwachstums, bei der die auf die Innenwand des Lampenkolbens aufgetragene Leuchtstoffmischung drei Komponenten enthält, wobei als erste Komponente ein manganaktiviertes Magnesium-Fluorogermanat mit einem Emissionsmaximum bei 660 nm und als zweite Komponente ein zinnaktiviertes Strontium-Magnesium-Orthophosphat mit einem Emissionsmaximum bei 626 nm verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die dritte Komponente ein mit zweiwertigem Europium aktiviertes Barium-Magnesium-Aluminat mit einem Emissionsmaximum bei 447 nm ist.

50 2. Leuchtstofflampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnesium-Fluorogermanat mit 10 bis 25 Gew.-%, das Strontium-Magnesium-Orthophosphat mit 55 bis 80 Gew.-% und das Barium-Magnesium-Aluminat mit 10 bis 20 Gew.-% von der Gesamtmenge der Leuchtstoffmischung enthalten ist.

55 3. Leuchtstofflampe nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnesium-Fluorogermanat mit 20 Gew.-%, das Strontium-Magnesium-Orthophosphat mit 65 Gew.-% und das Barium-Magnesium-Aluminat mit 15 Gew.-% von der Gesamtmenge der Leuchtstoffmischung enthalten ist.

60 Claims

65 1. A fluorescent lamp for stimulating a balanced plant growth in which the phosphor blend applied to the inner wall of the lamp envelope comprises three components, the first component used being a manganeseactivated magnesium fluorogermanate with an emission maximum at 660 nm and the second component used being a tin-activated strontium magnesium orthophosphate with an emission maximum at 626 nm, characterized in that the third component is a barium magnesium aluminate

activated with divalent europium and having an emission maximum at 447 nm.

2. A fluorescent lamp as claimed in claim 1, characterized in that the magnesium fluorogermanate is present in a quantity of from 10 to 25 weight percent, the strontium magnesium orthophosphate in a quantity of from 55 to 80 weight percent, and the barium magnesium aluminate in a quantity of from 10 to 20 weight percent of the total quantity of the phosphor blend.

3. A fluorescent lamp as claimed in claims 1 and 2, characterized in that the magnesium fluorogermanate is present in a quantity of 20 weight percent, the strontium magnesium orthophosphate in a quantity of 65 weight percent and the barium magnesium aluminate in a quantity of 15 weight percent of the total quantity of the phosphor blend.

Revendications

1. Lampe fluorescente pour stimuler une végétation uniforme, dans laquelle le mélange fluorescent déposé à la face interne de l'ampoule de cette lampe renferme trois composants dont le premier est un fluorogermanate de magnésium activé au manganèse, ayant un maximum d'émission à 660 nm, le deuxième composant étant un orthophosphate de magnésium-strontium activé à l'étain, ayant un maximum d'émission à 626 nm, caractérisé par le fait que le troisième composant est un aluminat de magnésium-baryum activé à l'euporium bivalent, ayant un maximum d'émission à 447 nm.

2. Lampe fluorescente selon la revendication 1, caractérisée par le fait que le fluorogermanate de magnésium représente de 10 à 25% en poids, l'orthophosphate de magnésium-strontium représente de 55 à 80% en poids et l'aluminat de magnésium-baryum représente de 10 à 20% en poids de la quantité totale du mélange fluorescent.

3. Lampe fluorescente selon les revendications 1 et 2, caractérisée par le fait que le fluorogermanate de magnésium représente 20% en poids, l'orthophosphate de magnésium-strontium représente 65% en poids et l'aluminat de magnésium-baryum représente 15% en poids de la quantité totale du mélange fluorescent.

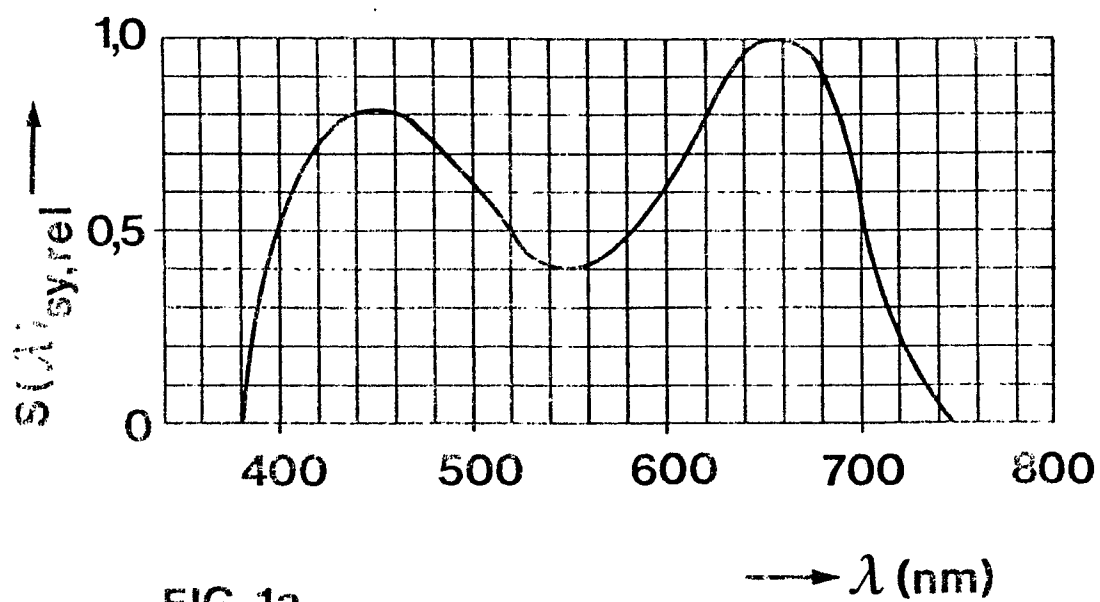


FIG. 1a

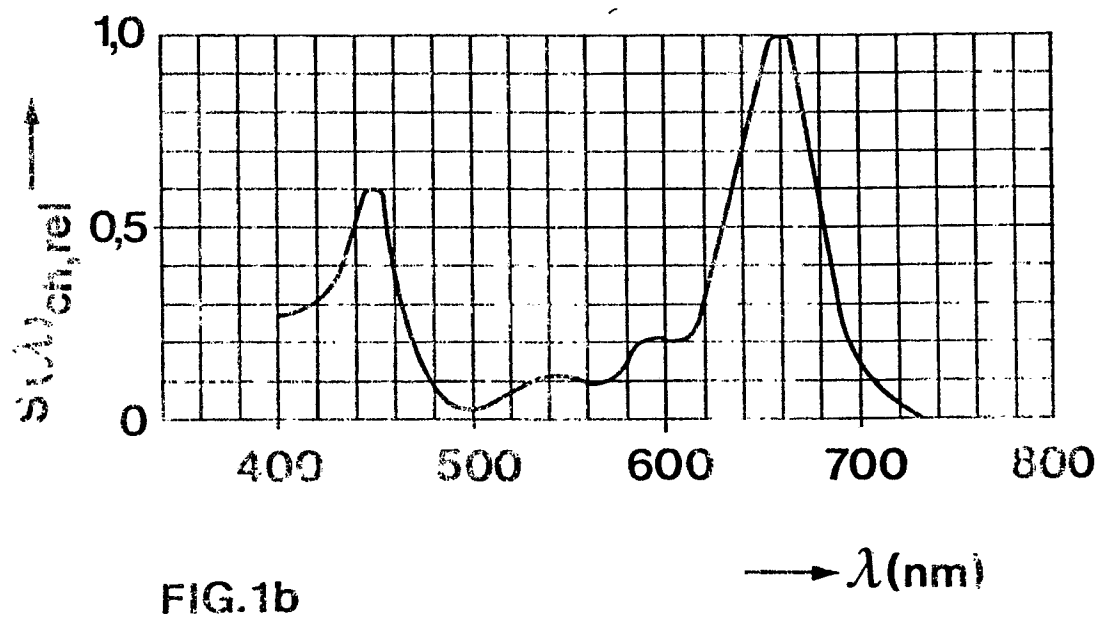


FIG. 1b

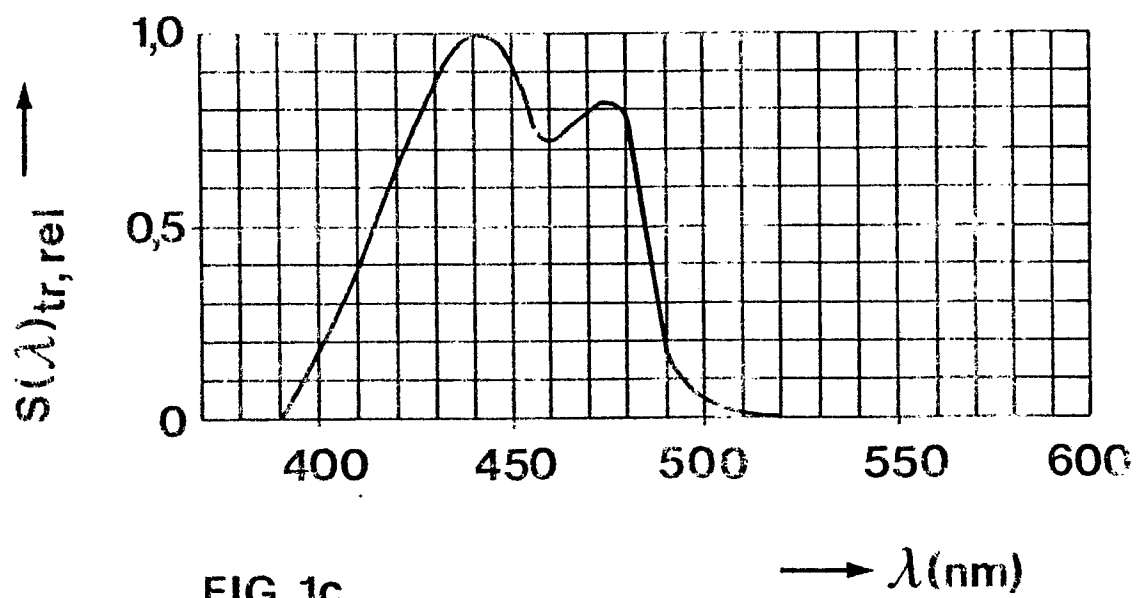


FIG. 1c

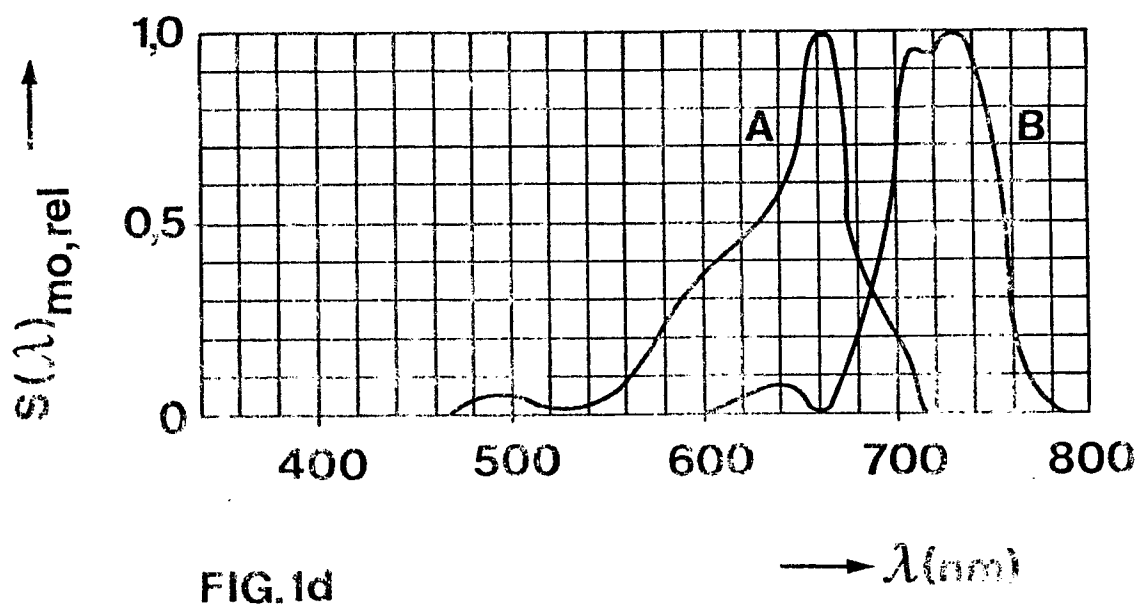


FIG. 1d

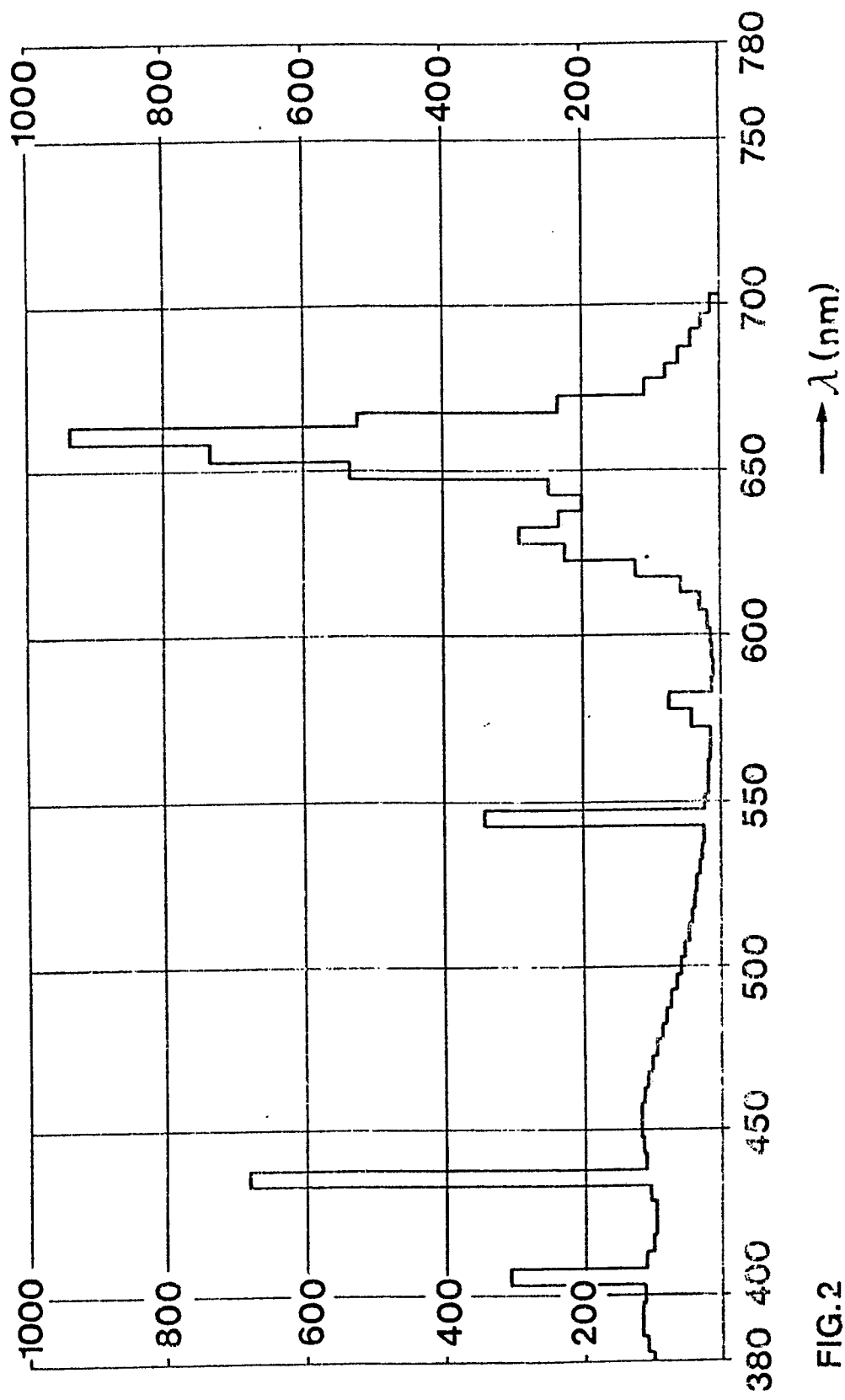


FIG.2

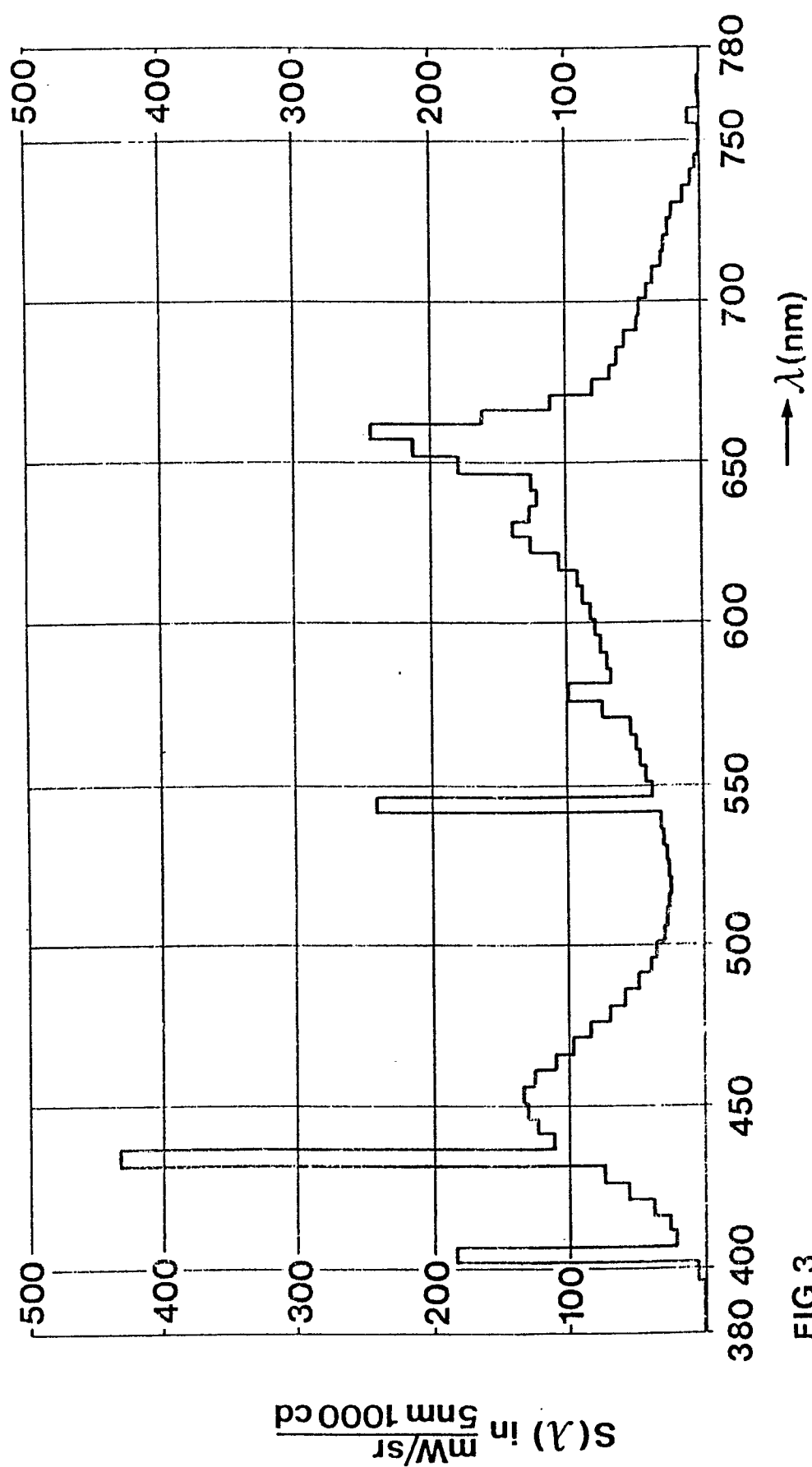


FIG.3