

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: **83103743.7**

Int. Cl.³: **H 01 J 61/44**

Anmeldetag: **18.04.83**

Priorität: **20.04.82 DE 3214550**

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

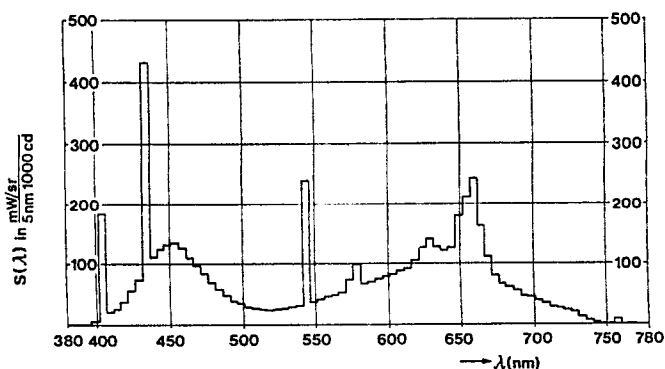
Veröffentlichungstag der Anmeldung: **26.10.83**
Patentblatt 83/43

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

Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT SE**

Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen Pflanzenwachstums.

Die Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen Pflanzenwachstums ist mit einer aus drei Komponenten bestehenden Leuchtstoffmischung beschichtet. Als Komponenten werden hierbei ein rot emittierendes, mit Mangan aktiviertes Magnesium-Fluorogermanat, ein rot-orange emittierendes, mit Zinn aktiviertes Strontium-Magnesium-Orthophosphat und ein blau emittierendes, mit zweiwertigem Europium aktiviertes Barium-Magnesium-Aluminat verwendet. Die Anteile der einzelnen Komponenten an der Gesamtmenge der Leuchtstoffmischung betragen 10 bis 25 Gew.-%, insbesondere 20 Gew.-% für das Magnesium-Fluorogermanat, 55 bis 80 Gew.-%, insbesondere 65 Gew.-% für das Strontium-Magnesium-Orthophosphat und 10 bis 20 Gew.-%, insbesondere 15 Gew.-% für das Barium-Magnesium-Aluminat. Die neuartige Leuchtstoffmischung bietet bei verbesserten pflanzen-physiologischen Eigenschaften eine wesentliche Kostenreduzierung sowie eine verbesserte Farbwiedergabe, so daß entsprechende Leuchtstofflampen auch als Raumbeleuchtung in Gewächshäusern oder deren Verkaufsräumen eingesetzt werden können.



Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH., München

Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen
Pflanzenwachstums

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
5 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.

10

Für Leuchtstofflampen zum Zweck der Pflanzen-, Blüten- und Zierfischbestrahlung sind bisher verschiedene Leuchtstoffmischungen vorgeschlagen worden, deren Emission auf die unterschiedliche Absorption der Pflanzen bei
15 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-
20 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
25 der Leuchtstofflampe negativ beeinflußt werden. So ist z.B. aus der US-PS 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 Leuchtstoff-

5 komponenten 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 Farb-

10 ortes 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 Farbort-

15 bestimmung darstellt. Zwar ist die Farborteinstellung hierbei durch verschiedene Mischungsverhältnisse möglich, jedoch verschieben sich dann die Strahlungseigenschaften der Lampe.

20 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

25 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

30 Verhütung von Umweltschäden mit solchen Lösungsmitteln recht beträchtlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine für Pflanzenbestrahlung geeignete Leuchtstoffmischung zu schaffen, die

35 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
5 möglichst dem des natürlichen Sonnenlichts angeglichen werden.

Die Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen Pflanzenwachstums mit den im Oberbegriff des Hauptan-
10 spruchs 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
15 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
20 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
25 der Leuchtstoffmischung enthalten.

Die erfindungsgemäße Leuchtstoffmischung ist um ca. zwei Drittel billiger als die bisher verwendete Mischung. Die neue Leuchtstoffmischung ist darüber hinaus leicht
30 herstellbar und für die Verarbeitung in einer Massenfertigung gut geeignet. Durch die Verwendung von nur drei Komponenten ist der Zielfarbtone ein eindeutiges Kriterium für die Leuchtstoffzusammensetzung. Der Normfarbwertanteil der Vorzugsmischung liegt für x bei
35 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 Farbtort um ca. 30 SWE (Schwellenwerteinheiten) in Richtung auf den
5 Unbunt-Punkt verschoben. Dadurch wird es möglich, eine solche Leuchtstofflampe auch als Raumbelichtung in Gewächshäusern und entsprechenden Verkaufsräumen einzusetzen.

- 10 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
15 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 End-
20 kosten für den Leuchtstoff auf ca. ein Viertel der Ursprungskosten reduziert.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Figuren näher erläutert:

25

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

Figur 1b zeigt die relative spektrale Wirkungsfunktion $s(\lambda)_{ch, rel}$ der Chlorophyllsynthese.
30

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

Figur 1d zeigt die relative spektrale Wirkungsfunktion $s(\lambda)_{mo, rel}$ der Photomorphogenese.
35

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

- 5 Figur 3 zeigt das Emissionsspektrum einer Leuchtstofflampe, die mit der erfindungsgemäßen Leuchtstoffmischung beschlämmt wurde.

In den Figuren 1a bis 1d sind entsprechend DIN 5031 die
10 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
15 Maxima bei 440 nm und 470 nm und die Photomorphogenese
(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 nm bis 610 nm) zeigen die Pflanzen nur eine gerin-
20 gere 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
25 die Pflanzenbestrahlung verwendete Leuchtstofflampe soll
mit ihrer Gesamtemission deshalb zumindest in den oben
angegebenen Maxima der pflanzenphysiologischen Reaktions-
kurven ebenfalls ein Maximum aufweisen. Bei der Pflanzenaufzucht
hat sich aber auch gezeigt, daß bestimmte
30 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
35 ca. 550 nm bis 580 nm für die Synthese von Enzymen und

und anderen Stoffen benötigen.

In den Figuren 2 und 3 ist das jeweilige Emissionsspektrum einer mit einer herkömmlichen und einer erfindungs-
5 gemäßen Leuchtstoffmischung beschichteten Leuchtstoff-
lampe vergleichend dargestellt. Das Emissionsspektrum
der Figur 2 stammt dabei von einer 40-W-Leuchtstoff-
lampe mit einem Kolbendurchmesser von 38 mm, wobei deren
Leuchtstoffmischung zu ca. 55 Gew.-% aus dem blau emit-
10 tierenden Calciumwolframat und zu ca. 45 Gew.-% aus dem
teuren, rot emittierenden, mit Mangan aktivierten Mag-
nesium-Fluorogermanat besteht. Die Leuchtstoffmischung
ist in einer verdünnten Lösung einer hochviskosen Nitro-
zellulose in Butylacetat gelöst. Nach erfolgter Be-
15 schlämmung wird der Lampenkolben in einem Ausheizofen
ausgeheizt, wobei sich die organischen Bestandteile der
Suspension verflüchtigen.

Das Emissionsspektrum der Figur 3 stammt von einer
20 36-W-Leuchtstofflampe mit einem Kolbendurchmesser von
26 mm. Die Leuchtstoffmischung enthält gemäß der Erfin-
dung nur 20 Gew.-% des teuren, rot emittierenden, mit
Mangan aktivierten Magnesium-Fluorogermanat. Der dadurch
fehlende Rotanteil der Mischung wurde durch Zugabe von
25 65 Gew.-% des wesentlich billigeren, rot-orange emit-
tierenden, mit Zinn aktivierten Strontium-Magnesium-
Orthophosphat-Leuchtstoffes aufgefüllt. Den erforder-
lichen Blauanteil erhält die Leuchtstofflampe, indem der
Leuchtstoffmischung 15 Gew.-% eines mit zweiwertigem
30 Europium aktivierten Barium-Magnesium-Aluminat-Leucht-
stoffes 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 -
35 der grün-gelbe Strahlungsanteil (550 nm - 580 nm) deut-

lich 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

Wirkungsfunktionen	Sonnenlicht	Leuchtstoffmischung	
		herkömml.	erf.gemäß
Photosynthese	1,5	1,5	1,8
Chlorophyllsynthese	1,0	1,0	1,0
Phototropismus	1,2	0,4	0,6
Photomorphogenese 660 nm	0,7	0,9	0,8
Photomorphogenese 730 nm	0,6	0,06	0,2

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

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

Wa/Mg

Wa

Patentansprüche

1. Leuchtstofflampe zur Anregung eines ausgeglichenen Pflanzenwachstums, bei der die auf die Innenwand des Lampenkolbens aufgetragene Leuchtstoffmischung drei Komponenten enthält, wobei als erste Komponente
5 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
10 dritte Komponente ein mit zweiwertigem Europium aktiviertes Barium-Magnesium-Aluminat mit einem Emissionsmaximum bei 447 nm ist.
2. Leuchtstofflampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnesium-Fluorogermanat mit 10
15 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.
20
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
25 15 Gew.-% von der Gesamtmenge der Leuchtstoffmischung enthalten ist.

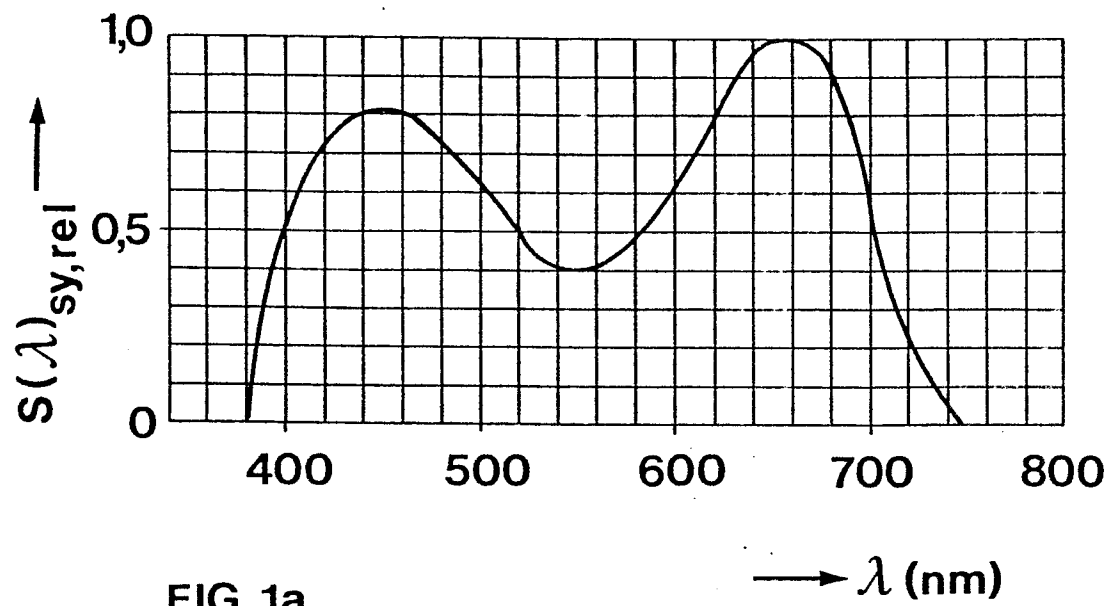


FIG. 1a

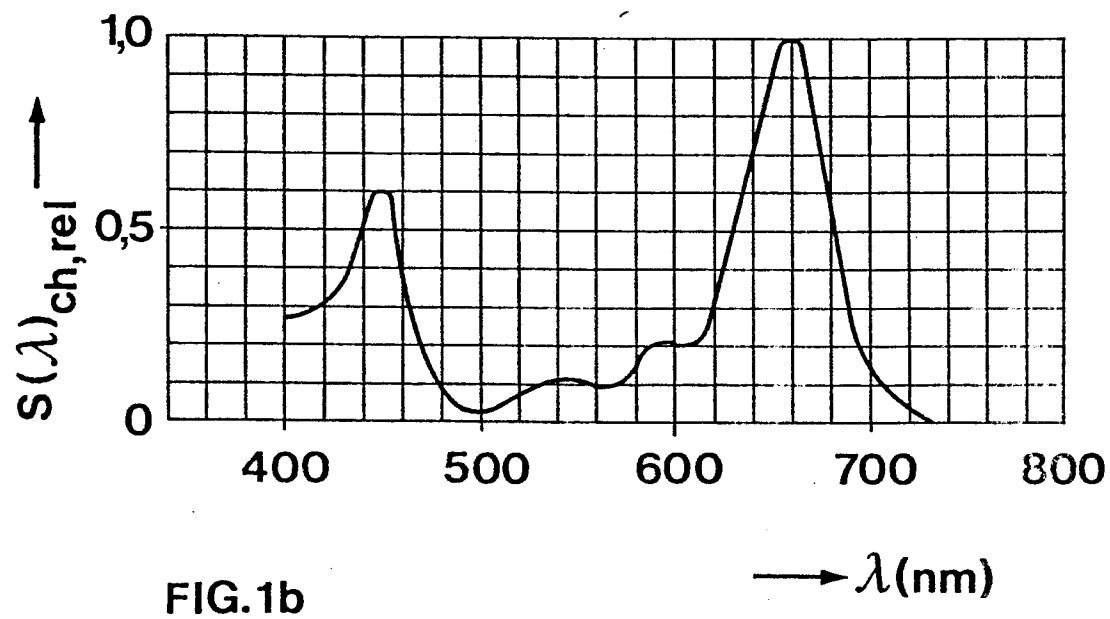


FIG. 1b

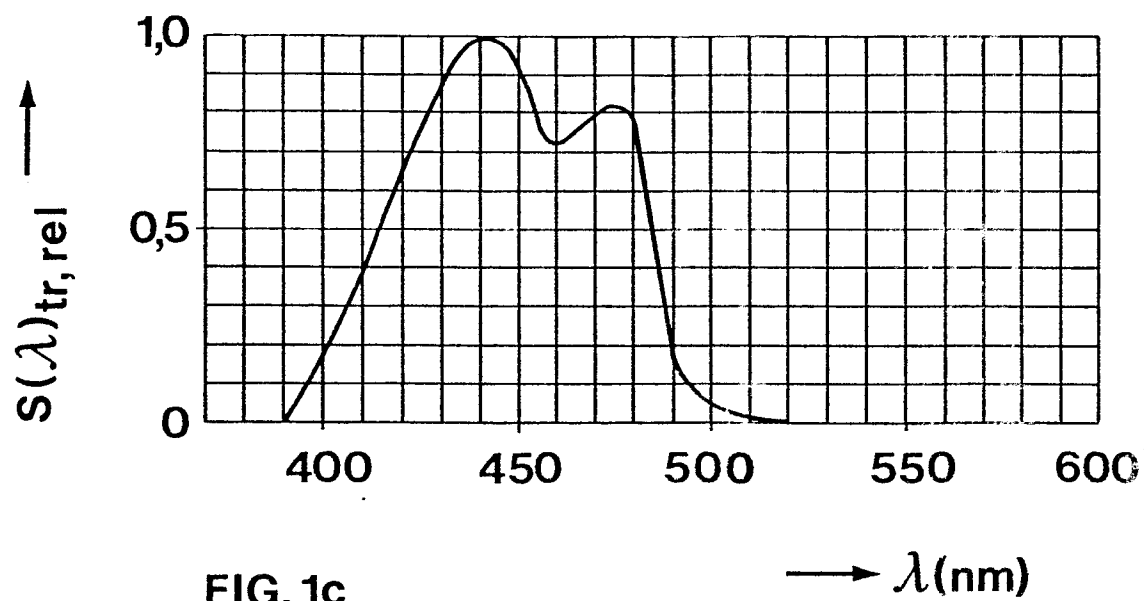


FIG. 1c

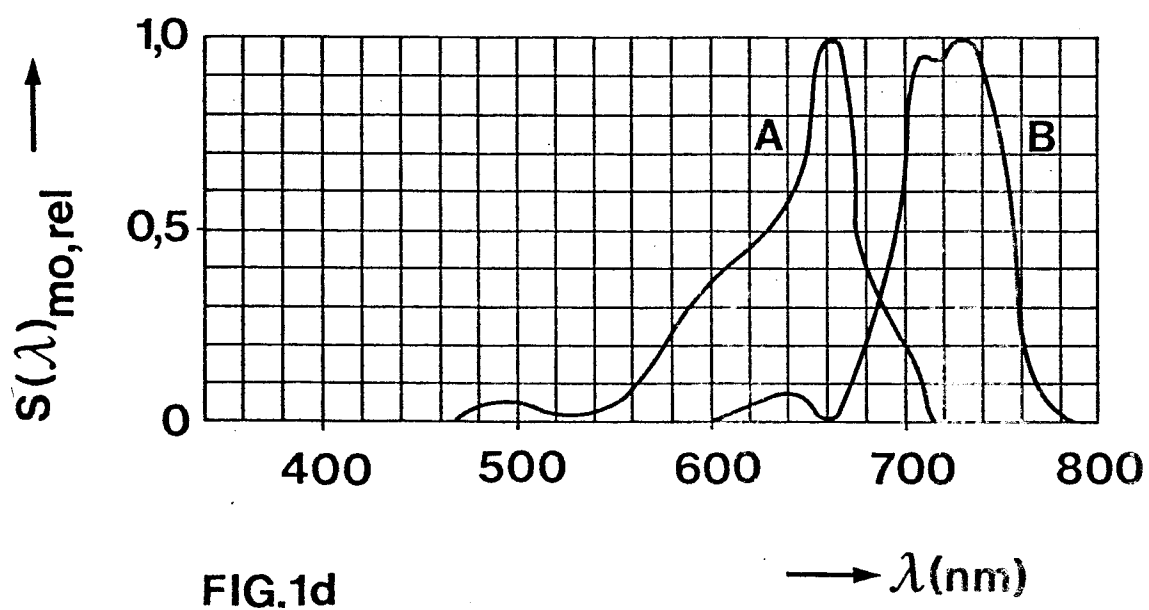


FIG. 1d

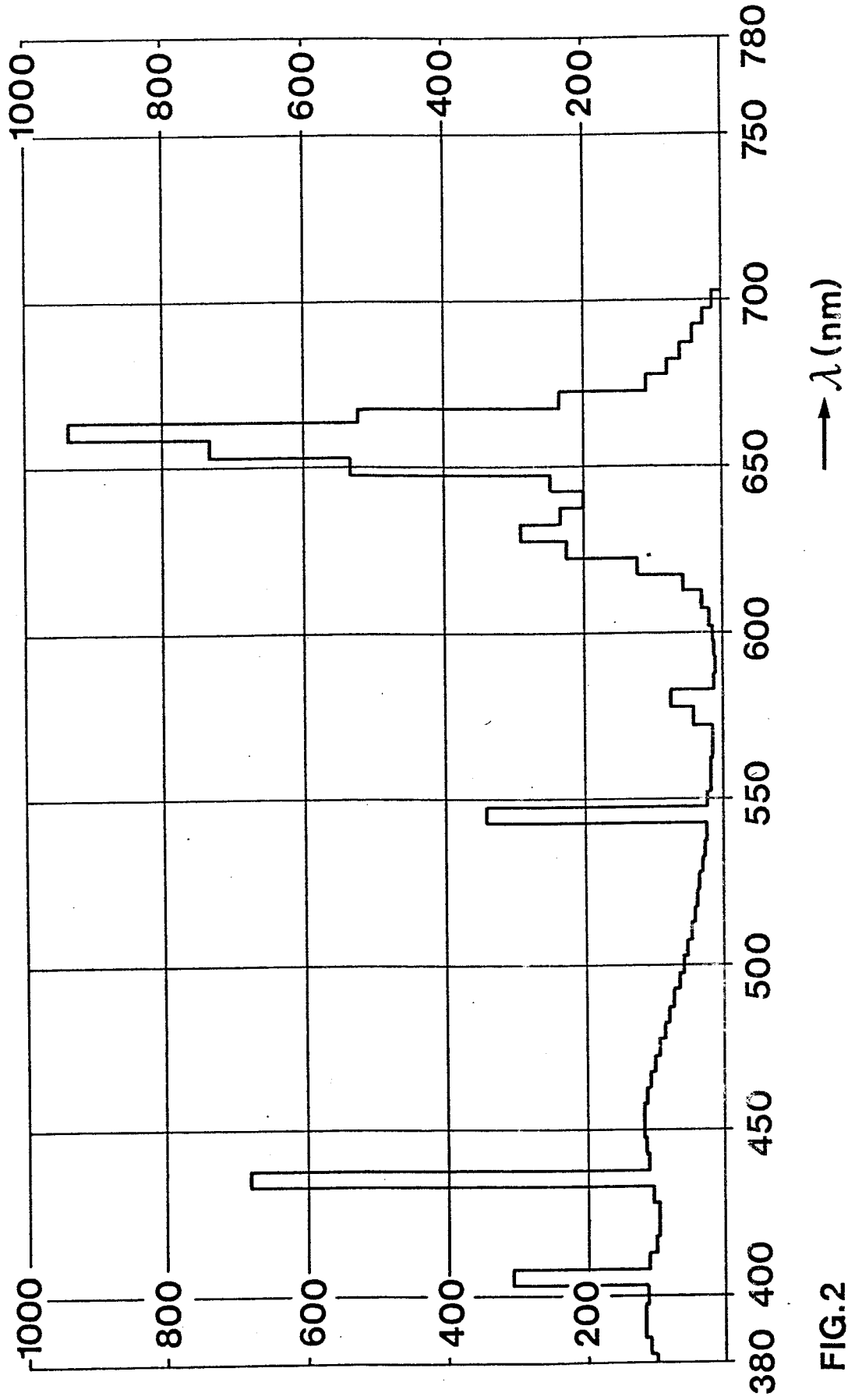


FIG.2

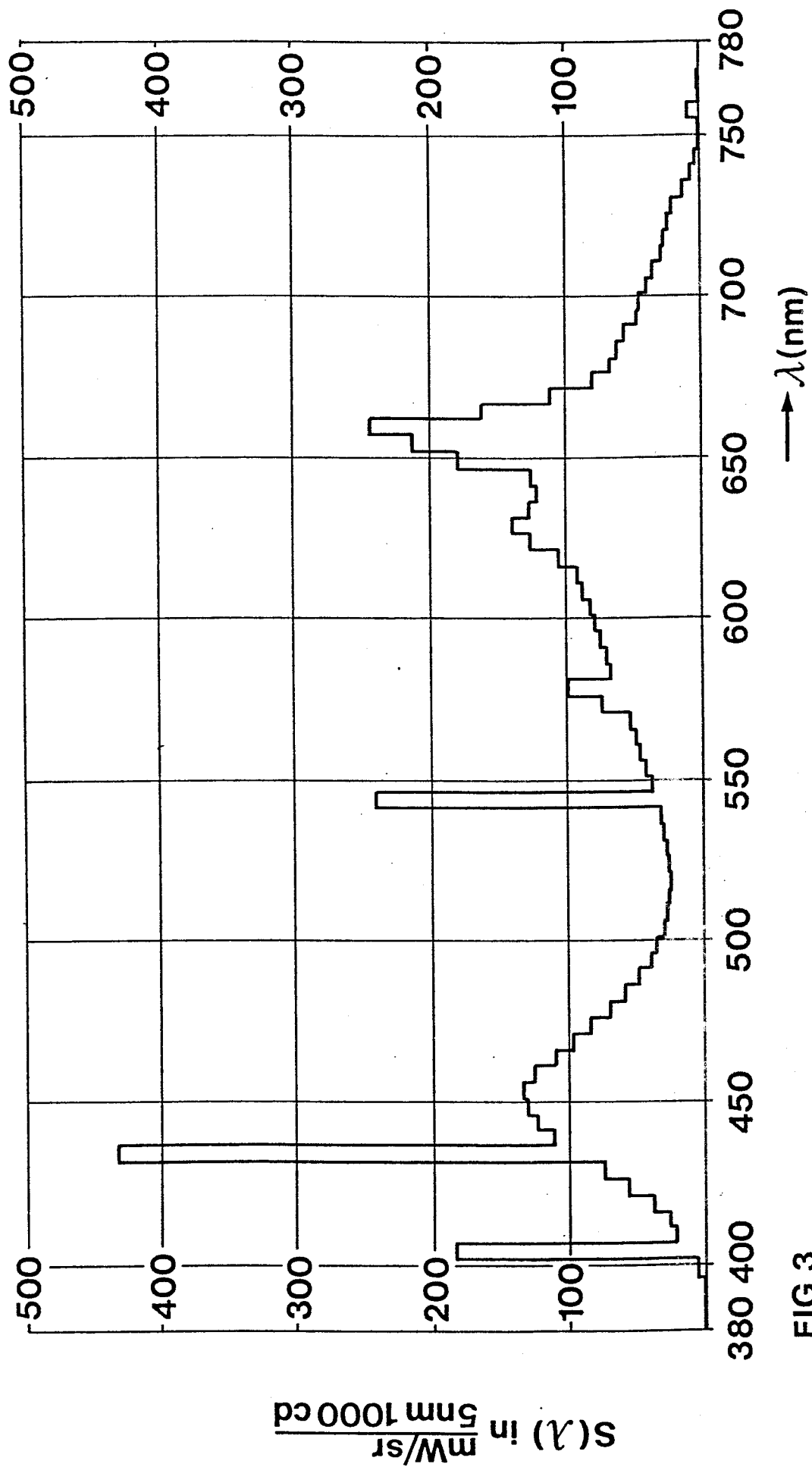


FIG.3