

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 05288

(54) Lampe fluorescente à revêtement fluorescent perfectionné.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). H 01 J 61/44, 61/70.

(22) Date de dépôt..... 17 mars 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA*, 17 mars 1980, n° 130.997.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 18-9-1981.

(71) Déposant : GENERAL ELECTRIC COMPANY, résidant aux *EUA*.

(72) Invention de : William Weidman Piper.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Catherine, GETSCO,
42, av. Montaigne, 75008 Paris.

L'invention concerne, d'une manière générale, les lampes fluorescentes fonctionnant avec une densité de courant de décharge très élevée, et utilisant une ampoule transmettant la lumière qui peut être mise sous vide et est
5 revêtue d'un matériau fluorescent, l'ampoule contenant un milieu gazeux pouvant être ionisé pour exciter des atomes de mercure qui émettent des rayonnements ultraviolets ainsi que des rayonnements visibles de couleur bleue. Dans un tel type de lampe fluorescente, le milieu gazeux est ionisé par
10 couplage électromagnétique avec une source d'énergie haute fréquence, de préférence de l'ordre de 50 à 500 kHz. Un noyau en ferrite placé, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur de l'ampoule, permet de réaliser ce couplage électromagnétique, et la source d'énergie haute fréquence peut être
15 un circuit oscillant à l'état solide fournissant une tension relativement faible. Une lampe de ce type comporte une ampoule transmettant la lumière, pouvant être mise sous vide et revêtue de luminophore, avec un milieu gazeux contenant de la vapeur de mercure et émettant des rayonnements ultra-
20 violets ainsi que des rayonnements visibles de couleur notamment bleue lorsqu'il est excité par un champ électrique. Les caractéristiques de structure de telles lampes sont décrites dans les brevets des E.U.A. n° 4 017 764 et 4 176 296, ainsi que dans d'autres brevets E.U.A. cités en référence
25 dans cet exposé. Les principes de fonctionnement de telles lampes sont décrits dans les brevets des E.U.A. n° 3 500 118 et 3 521 120. Ce type de lampe est compact avec une ampoule en forme de globe ayant le même volume qu'une lampe à incandescence, la lampe fonctionnant sans électrodes, la décharge étant induite par le noyau magnétique avec une densité de
30 courant de décharge très élevée. Ces lampes sont destinées à remplacer les lampes à incandescence pour obtenir une meilleure production de lumière blanche. Dans le brevet des E.U.A. n° 3 521 120, par exemple, on décrit une lampe fluorescente sans électrodes de 30W dont l'efficacité lumineuse
35 est de 40 lumens par watt à une température de fonctionnement de 40°C, avec un revêtement fluorescent classique de

fluorophosphate de calcium, l'efficacité lumineuse étant environ trois fois celle d'une lampe à incandescence avec le même flux lumineux.

On sait également depuis longtemps que la température de fonctionnement d'une lampe fluorescente classique de forme tubulaire et à basse pression de mercure peut avoir un effet significatif sur l'efficacité lumineuse. Dans ces lampes fluorescentes classiques, le point le plus froid sur la paroi de l'ampoule détermine dans une large mesure la caractéristique de fonctionnement et constitue l'emplacement où le mercure en excès se condense. La température du "point froid" règle la pression de la vapeur de mercure à l'intérieur de l'ampoule en augmentant ou diminuant la quantité de rayonnements ultraviolets pouvant exciter le revêtement fluorescent. Ces lampes fluorescentes classiques sont généralement conçues pour un flux lumineux maximum à une température du point froid de l'ordre de 42°C, la pression de mercure étant de l'ordre de 7 millitorr à cette température. Au-dessus de cette valeur, il y a trop de vapeur de mercure dans l'ampoule, et une partie des rayonnements ultraviolets est ré-absorbée de manière efficace avec une réduction résultante de l'excitation du luminophore par unité de puissance d'entrée. Il n'est pas rare non plus de constater une perte d'efficacité lumineuse pouvant atteindre 15-25% et plus lorsque de telles lampes fonctionnent au-dessus de la température optimum du point froid. Toutefois, les rayonnements visibles de la vapeur de mercure traversant la paroi revêtue de luminophore de l'ampoule de ces lampes classiques constituent normalement moins de 10% des rayonnements totaux émis, et le point de couleur blanche de l'émission de la lampe ne varie pas de manière appréciable avec la température du point froid.

En opposition avec ce qui vient d'être décrit concernant les caractéristiques de fonctionnement des lampes classiques tubulaires, la partie de la puissance totale rayonnée par la partie visible du rayonnement de la décharge s'accroît lorsque la densité de courant de la décharge dans le mercure

augmente. On pense que cela est dû à une saturation partielle de l'émission ultraviolette des atomes de mercure alors que l'émission visible augmente d'une manière sensiblement plus linéaire. En conséquence, pour des densités de courant très élevées, les rayonnements visibles de la décharge peuvent atteindre 25 à 35% de l'émission visible totale. De plus, le rendement de conversion de l'énergie électrique en rayonnements visibles continue à s'accroître bien au-dessus de la pression précédemment mentionnée de 7 millitorr pour la vapeur de mercure. L'efficacité lumineuse totale pour une telle lampe atteint en conséquence une valeur maximale pour une pression de vapeur de mercure et une température du point froid qui sont beaucoup plus élevées. Il en résulte également que l'efficacité lumineuse globale de la lampe décroît à mesure que s'accroît la densité de courant. Et ce qui est encore plus important, le point de couleur de la lampe dépend dans une large mesure de la densité de courant de la décharge et de la température du point froid.

Il est également connu d'utiliser des combinaisons de luminophores différents dans les lampes classiques de forme tubulaire, sous forme d'un mélange des constituants de ces luminophores, ou sous forme de couches multiples de luminophores ou de mélanges de luminophores. Dans le brevet des E.U.A. n° 4 075 532 par exemple, on décrit un mélange utilisant un premier luminophore avec une bande d'émission relativement étroite dont le maximum se trouve dans la région des ondes courtes du rayonnement visible (bleu) et un second luminophore avec une bande d'émission relativement large dans la région 570-600 nm (jaune) du spectre visible, ce qui conduit à une amélioration de l'efficacité lumineuse pour ce type de structure de lampe fluorescente. On peut également citer, comme combinaison de luminophores émettant en lumière blanche avec une meilleure efficacité que les lampes fluorescentes classiques de forme tubulaire, type "de luxe", celle décrite dans le brevet des E.U.A. n° 4 079 287 et qui est constituée par un luminophore d'halo-apatite de strontium et un luminophore d'oxyde d'yttrium activé à

l'euporium. On peut de même citer, comme combinaison différente de luminophores émettant en lumière blanche chaude avec une efficacité élevée, celle décrite dans le brevet des E.U.A. n° 4 088 923 et qui est constituée par un mélange de
5 deux luminophores d'aluminate de magnésium à structure cristalline hexagonale, activé avec des ions de terres rares spécifiques, et d'un troisième luminophore d'oxyde d'yttrium activé à l'euporium trivalent.

La couleur blanc chaud généralement recherchée pour
10 ces lampes afin de remplacer directement les lampes à incandescence, avec une efficacité lumineuse beaucoup plus élevée, ne peut pas être obtenue avec des halophosphates classiques tels que le luminophore d'halo-apatite de calcium ou même avec les combinaisons de luminophores les plus récemment
15 développées utilisant divers composants luminophores d'halophosphate au-dessus d'un certain niveau de densité de courant de décharge. En premier lieu, ces luminophores manquent de points de couleur pouvant être ajustés pour compenser les forts rayonnements visibles de la vapeur de mercure émis par
20 ces lampes fluorescentes à forte densité de courant pour obtenir une émission en couleur blanc chaud. Si la température du point froid est réduite en dessous de la température de fonctionnement précédemment mentionnée afin d'obtenir un point de couleur blanc proche de la couleur blanc chaud, on
25 constate une diminution inacceptable de l'efficacité lumineuse. On constate également une plus forte dégradation du flux lumineux au cours de la vie de ces lampes, par rapport aux lampes fluorescentes utilisant les mêmes halophosphates, cet effet étant beaucoup plus prononcé avec une densité de
30 courant de décharge élevée. Il est souhaitable en conséquence de définir un luminophore amélioré permettant à une lampe fluorescente à densité de courant de décharge élevée, telle qu'une lampe sans électrodes, de fonctionner avec une efficacité lumineuse acceptable pendant toute sa vie et de fournir
35 plusieurs points de couleur blanche d'émission par réglage de la température du point froid en fonctionnement.

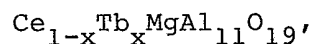
Il se trouve qu'on peut utiliser une combinaison

particulière de luminophores dans une lampe fluorescente à densité de courant de décharge élevée du type évoqué, afin d'obtenir une émission en lumière blanche de température de couleur plus faible pour une densité de courant de décharge donnée, et sans dépréciation de l'efficacité lumineuse. Le point de couleur de la lampe fluorescente conforme à l'invention peut être réglé, et on prévoit des moyens de réglage de la pression de vapeur de mercure dans la lampe pour régler la température de couleur de fonctionnement de cette lampe.

La combinaison de luminophores conforme à l'invention permet de plus le réglage du point de couleur d'émission de la lampe par variation de la température du point froid, afin d'obtenir des températures de couleur allant de 2600°K environ à 4500°K environ. Ces perfectionnements s'appliquent à une lampe fluorescente à densité de courant de décharge élevée, telle qu'une lampe sans électrodes, comportant une ampoule transmettant la lumière et pouvant être mise sous vide, l'ampoule étant revêtue d'un luminophore et contenant de la vapeur de mercure pouvant être ionisée par un champ électrique, pour une émission de rayonnements ultraviolets et de rayonnements visibles de couleur globale bleue; le luminophore est en fait un mélange constitué par un oxyde de terre rare activé à l'euporium et par un luminophore émettant dans une bande étroite verte, tel que l'aluminate de magnésium activé au cérium et au terbium, à structure cristalline hexagonale, cette combinaison conduisant à une émission composite en lumière blanche. On estime également intéressant l'utilisation de silicate de zinc activé au manganèse comme luminophore émettant dans une bande étroite verte centrée sur une fréquence de l'ordre de 527 nm. Le spectre d'émission souhaité pour le constituant émettant en lumière verte se situe dans une bande d'émission principale étroite dont la longueur d'onde moyenne, dans la partie verte du spectre, se situe entre 525 et 570 nm.

En modifiant la température du point froid en fonctionnement de cette lampe améliorée, on règle l'émission de couleur bleue résultant des rayonnements de vapeur de mercure

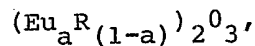
qui s'échappent de la lampe, de sorte qu'on peut obtenir efficacement une couleur blanc chaud d'émission ainsi que d'autres points de couleur blanche. On peut obtenir de la sorte des efficacités lumineuses de 70 lumens par watt et plus au point de couleur blanche souhaité, la dégradation de cette efficacité n'excédant pas ce qui est commercialement admis après plusieurs milliers d'heures de fonctionnement de la lampe. On peut de plus remarquer que ce luminophore amélioré peut fournir une température de couleur souhaitée pour un fonctionnement avec une densité de courant de décharge plus élevée par rapport aux luminophores commerciaux précédemment utilisés. On connaît des luminophores à base d'oxyde de terre rare activés à l'euporium pouvant être mis en oeuvre dans une lampe conforme à l'invention; par exemple, les luminophores décrits dans le brevet des E.U.A. n° 3 301 791 présentent un bon rendement quantique même à des températures élevées de l'ordre de 200-300°C ainsi qu'une efficacité lumineuse supérieure lorsqu'ils sont excités par des rayonnements ultraviolets émis par décharge dans de la vapeur de mercure. On trouvera, entre autres, dans le brevet des E.U.A. n° 4 088 923 précédemment mentionné, la description des luminophores pouvant être utilisés pour la mise en oeuvre de l'invention, à base d'aluminate de magnésium et de terre rare activé au cérium et au terbium, qui présentent des caractéristiques de fonctionnement correspondantes. Des performances satisfaisantes à température élevée sont des qualités nécessaires pour autant que la lampe fluorescente à densité de courant de décharge élevée fonctionne avec une température d'ampoule relativement élevée. On peut représenter par la formule suivante la classe de ces matériaux luminophores recommandés:



x se trouvant approximativement dans la gamme 0,2-0,5.

Ces luminophores ont tous une structure cristalline hexagonale et sont notamment décrits, avec leur préparation, dans la demande de brevet allemand publiée n° 7 214 862. Les luminophores utilisables à base d'oxyde de terre rare

activé à l'euporium peuvent également être représentés par une formule structurale comme suit:



R étant un élément de terre rare choisi entre l'yttrium et le gadolinium, et a se trouvant approximativement dans la gamme 0,02-0,07.

Dans un exemple recommandé de réalisation, on obtient un point de couleur d'émission adjacent ou intérieur à l'ovale "blanc chaud" avec un mélange uniforme d'environ 25-30% d'oxyde d'yttrium activé à l'euporium et de 70-75% en poids d'aluminate de magnésium activé au cérium et au terbium, donnant une efficacité de 70 lumens par watt au démarrage des essais dans une lampe sans électrodes de 35W, avec dépassement par la suite des spécifications d'efficacité établies pour ce type particulier de lampe. Le procédé de commande de cette structure de lampe, permettant de faire varier le point de couleur blanche d'émission, est décrit en détails dans ce qui suit.

La suite de la description se réfère aux dessins annexés qui représentent:

. figure 1, une vue en coupe longitudinale partielle d'une réalisation recommandée de lampe conforme à l'invention, avec noyau magnétique placé en totalité à l'intérieur de l'ampoule; et

. figure 2, un diagramme de chromaticité (X,Y) conforme aux normes de la C.I.E. illustrant les principes de fonctionnement de la lampe conforme à l'invention.

On a représenté figure 1 une lampe à champ électrique sinusoïdal classique, avec un noyau placé en totalité à l'intérieur de l'ampoule contenant le milieu de décharge gazeux. L'ampoule 11, qui est en verre et a sensiblement la forme d'un globe ou d'une goutte d'eau, est formée selon les techniques connues dans ce domaine. Une partie de l'ampoule définit un fond 11a que traversent deux tiges-soutiens métalliques 15 soudées de manière classique au verre en formant des scellements étanches 16. Un enroulement en matériau électriquement conducteur 17, pouvant être isolé avec un tissu

en fibre de verre par exemple, est raccordé entre les tiges-supports métalliques 15 et lié à un noyau magnétique en forme de tore 18 qui est ainsi supporté à l'intérieur de l'ampoule. Dans cet exemple, les extrémités d'enroulement 17a sont orientées de manière que l'axe du noyau 18 soit perpendiculaire au plan des tiges-supports. La configuration de l'enroulement est déterminée par la tension d'entrée de fonctionnement de la lampe. Classiquement, on choisit les enroulements de manière qu'ils fassent un tour sur le noyau par 5 V de tension d'entrée appliquée sur l'enroulement. L'ampoule contient un gaz ionisable 19 qui peut être chimiquement identique à celui utilisé dans les lampes fluorescentes classiques et peut être constitué par un mélange d'un gaz rare, tel que du krypton et/ou de l'argon, et de vapeur de mercure. La face interne de l'ampoule 11 et la surface extérieure du noyau 18 sont revêtues d'un matériau constitué par une combinaison 20 de luminophores conforme à l'invention. Lorsque le revêtement fluorescent est stimulé par les rayonnements ultraviolets émis par décharge dans la vapeur de mercure, des rayonnements visibles de couleur légèrement jaune sont émis avec un rendement élevé. De plus, dans cette structure de lampe, le milieu gazeux peut émettre des rayonnements légèrement bleus constituant environ 25-35% de l'émission lumineuse totale dans les lampes de conception courante de 35W.

Un puits thermique 21, métallique ou autre, est placé de manière à être en bon contact thermique avec une zone appropriée de l'ampoule 11, de sorte que par réglage de l'environnement thermique de ce puits, on peut régler sa température et en faire ainsi le point le plus froid de l'ampoule. Par réglage de la température de ce puits thermique, on peut régler la pression de la vapeur de mercure dans le milieu gazeux 19.

En modifiant la température du puits thermique, on peut donc régler le rapport entre l'énergie des rayonnements jaunes émis par le luminophore 20 et l'énergie des rayonnements bleus émis directement par décharge visible dans la

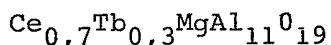
vapeur de mercure.

La source d'énergie électrique haute fréquence 22 est montée à l'extérieur de l'ampoule, de préférence dans l'embase de la lampe, et le noyau 18 est soumis au champ magnétique créé par circulation du courant envoyé dans l'enroulement 17 par l'intermédiaire des tiges-supports 15. Le noyau induit un courant électrique dans le gaz 19, ce qui ionise ce gaz et provoque l'émission de rayonnements ultraviolets, en premier lieu sur une longueur d'onde de 254 et 185 nm, le luminophore 20 étant ainsi excité et provoquant lui-même l'émission, dans le gaz 19, des rayonnements de mercure sur des longueurs d'onde visibles de 405, 436, 546 et 578 nm. Comme il est caractéristique dans les lampes à décharge classiques, le gaz ionisé présente une charge électrique d'impédance négative qui peut détruire une source d'énergie à faible impédance non protégée. Aussi une impédance de charge 24 peut-elle être montée, par exemple, en série entre la source d'énergie 22 et une tige-support 15; son impédance positive est suffisante pour compenser l'impédance négative du milieu gazeux, et la charge d'impédance positive qu'elle constitue pour la source d'énergie assure un fonctionnement stable. En variante, on peut prévoir des moyens limiteurs de courant dans la source d'énergie 22 pour créer une fonction de compensation de charge active. On trouvera une description plus détaillée d'une telle lampe à champ électrique sinusoïdal dans le brevet des E.U.A. n° 4 017 764 précédemment mentionné.

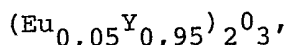
On a mis en évidence les améliorations obtenues en ce qui concerne le comportement à l'émission de la structure de lampe ci-dessus utilisée avec une combinaison de luminophores conforme à l'invention; à cette fin, on a construit plusieurs lampes de 35W, et on a comparé les variations du point de couleur d'émission en fonction des variations de la température du point froid en fonctionnement. Ces lampes ont été montées avec un poids moyen de revêtement de luminophores de l'ordre de 4 mg par cm² de zone revêtue, le milieu gazeux étant constitué par du krypton à environ 500 millitorr

de pression, avec environ 10 mg de mercure amalgamé à un alliage de bismuth, d'étain et de plomb destiné à abaisser la pression de vapeur de mercure pour une température de point froid donnée, et inséré sous la zone du point froid.

5 La combinaison de luminophores particulière utilisée lors des essais se composait d'un mélange uniforme de 74 parties en poids d'un premier luminophore répondant à la formule structurale suivante:



10 et de 26 parties en poids d'un deuxième luminophore répondant à la formule structurale suivante:



le mélange étant appliqué de manière usuelle sur la surface intérieure de l'ampoule de la lampe dont le diamètre est de 15 8,89 cm. On a représenté figure 2 une variation des points de couleur mesurée lors du fonctionnement des lampes essayées, par la méthode connue de la C.I.E. (Commission Internationale de l'Eclairage).

La figure 2 représente donc une partie du diagramme 20 de chromaticité C.I.E. y compris la ligne des lieux géométriques du corps noir, avec certains ovales de couleur blanche de définition A.N.S.I. (Institut national américain de normalisation) utilisés comme normes de couleur pour les lampes de type fluorescent, ainsi que certains points de 25 couleur mesurés sur les lampes en essai. On a également inclu dans ce diagramme les points de couleur pour les deux luminophores utilisés dans ces lampes avec le point de couleur des rayonnements visibles émis par de la vapeur de mercure. En établissant ces trois derniers points de couleur sur le 30 diagramme de chromaticité de la figure 2, on a défini de plus une relation effective entre ces points qui détermine l'étendue du glissement du point de couleur en fonction de la variation de la température du point froid de la lampe en fonctionnement. Plus précisément, cette relation effective est établie en localisant d'abord le point de couleur 35 sur la ligne de mélange 25 correspondant à la combinaison

des luminophores utilisés, puis en formant une seconde ligne de mélange 26 entre ce point de couleur et celui des rayonnements émis par la vapeur de mercure. Le glissement du point de couleur en fonction de la température du point froid se fait sur, ou à proximité de la ligne 26 qui, ainsi qu'on peut le remarquer, se trouve à proximité de tous les ovales de couleur blanche utilisés comme normes. On a également porté sur le diagramme quatre points de couleur pour les lampes en essai fonctionnant à des températures de point froid de 28°C, 62°C, 68°C et 83°C, respectivement. Il est donc possible, avec la combinaison de luminophores conforme à l'invention, non seulement d'obtenir des points de couleur se situant à l'intérieur d'un ovale de couleur blanc chaud, mais également de déplacer le point de couleur souhaité vers les autres ovales de couleur, sur une large gamme de températures se situant entre environ 2600°K et environ 4500°K.

On a donc défini une combinaison particulière de deux luminophores qui permet d'obtenir une température de couleur beaucoup plus faible par rapport aux matériaux luminophores classiques utilisés jusque là dans les lampes fluorescentes du type à forte densité de courant de décharge.

R E V E N D I C A T I O N S

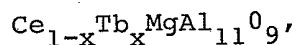
1. Lampe fluorescente comportant une ampoule (11) transmettant la lumière et pouvant être mise sous vide, cette ampoule étant revêtue d'un matériau fluorescent (20) et contenant un milieu gazeux (19) avec de la vapeur de mercure qui peut être excitée par un champ électrique afin d'émettre des rayonnements ultraviolets et des rayonnements visibles de couleur globale bleue, caractérisée en ce que le matériau fluorescent est fait d'un mélange uniforme d'un premier luminophore à base d'oxyde de terre rare activé à l'euporium et d'un second luminophore à bande d'émission principale étroite sur une longueur d'onde moyenne située dans la partie verte du spectre entre 525 et 570 nm, cette combinaison de luminophores fournissant une émission composite de couleur blanche.

2. Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le point de couleur de l'émission de couleur blanche est ajusté par réglage de la pression de vapeur de mercure dans la lampe.

3. Lampe selon la revendication 2, caractérisée en ce que la pression de vapeur de mercure dans la lampe est réglée par la température du point froid de fonctionnement de cette lampe.

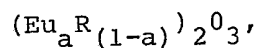
4. Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'ampoule (11) a la forme d'un globe, le champ électrique étant créé par un noyau magnétique (18).

5. Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le second luminophore est à base d'aluminate et répond à la formule:



x se situant approximativement dans la gamme 0,2-0,5.

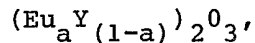
6. Lampe selon la revendication 1, caractérisée en ce que le luminophore à base d'oxyde de terre rare répond à la formule:



R étant un élément de terre rare choisi entre l'yttrium et

le gadolinium, et a se situant approximativement dans la gamme 0,02-0,07.

7. Lampe selon la revendication 5, caractérisée en ce que le mélange uniforme de luminophores comporte en poids
5 70-75 parties d'aluminate et 25-30 parties d'oxyde de terre rare répondant à la formule:



a se situant approximativement dans la gamme 0,02-0,07.

8. Lampe selon la revendication 1, caractérisée en
10 ce que le point de couleur de l'émission de couleur blanche se situe à l'intérieur d'un ovale de couleur blanc chaud normalisé.

