

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : **2 631 486**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **89 03146**

(51) Int Cl<sup>4</sup> : H 01 J 65/04.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 10 mars 1989.

(30) Priorité : US, 14 mars 1988, n° 168,032.

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 46 du 17 novembre 1989.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(71) Demandeur(s) : *GENERAL ELECTRIC COMPANY.* — US.

(72) Inventeur(s) : Harald Ludwig Witting.

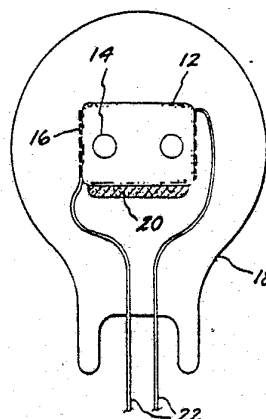
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Alain Catherine, General Electric France.

(54) Lampe à décharge de haute intensité sans électrodes.

(57) Une lampe à décharge de haute intensité sans électrodes  
emploie une bobine d'excitation 16 constituée d'un métal à  
haute température, tel que le tungstène ou le molybdène,  
enroulée directement sur l'enveloppe en quartz chaud du tube  
à arc 12 à l'intérieur de l'enveloppe en verre 18 de la lampe,  
nécessitant un courant et une tension plus faibles de la part  
de l'alimentation que dans le cas des lampes comportant des  
bobines d'excitation extérieures, tout en émettant un bruit  
électromagnétique plus faible. Les pertes de la bobine sont  
comparables à celles des bobines d'excitation extérieures des  
lampes à décharge à arc de haute intensité ne comportant pas  
d'électrodes.

Application aux lampes à décharge.



FR 2 631 486 - A1

D

La présente invention concerne des lampes à décharge de haute intensité et, plus particulièrement, une lampe à décharge de haute intensité sans électrodes employant une bobine d'excitation à haute température.

5 Dans une lampe à décharge de haute intensité ne comportant pas d'électrodes, la décharge à arc en forme d'anneau émetteur de lumière est provoquée dans un tube contenant un gaz ou renfermant un plasma par un courant électrique de haute fréquence circulant dans une bobine  
10 d'excitation qui entoure le tube. Il faut des températures élevées (supérieures à 1000°C) dans le tube à arc pour éviter que le gaz ne se condense, alors que la bobine ne doit pas être soumise à des températures se rapprochant de son point de fusion. Les bobines à induction des lampes à  
15 décharge de haute intensité construites dans l'art antérieur, généralement en cuivre, ne doivent pas être exposées à des températures s'élevant à environ plus de 200°C au-dessus de la température ambiante de façon à éviter des pertes résistives excessives dans la bobine et à empêcher son oxy-  
20 dation dans l'air ambiant. Cela est obtenu en procédant au refroidissement de la bobine. Cependant, les conditions de

refroidissement sont difficiles à satisfaire dans une lampe commerciale dont le coût, les dimensions et la puissance d'entrée doivent être limités. Une bobine froide doit également comporter une isolation convenable entre le tube à arc et la bobine ; dans le cas contraire, la charge thermique appliquée à la bobine peut devenir excessive, et la température du tube tombera vraisemblablement au-dessous d'environ 1000°C, d'où la condensation des vapeurs dans le tube à arc. Par conséquent, la bobine à induction d'une lampe à décharge de haute intensité de l'art antérieur est située à l'extérieur de l'enveloppe de la lampe, et l'enveloppe est séparée du tube par des couches isolantes. Ces couches isolantes intermédiaires se traduisent par un diamètre effectif de la bobine qui est très supérieur à celui de l'arc, d'où un mauvais couplage et des courants intenses dans la bobine provoquant des pertes de puissance élevées dans celle-ci et le ballast d'alimentation.

Par conséquent, la présente invention a pour objet une lampe à décharge de haute intensité sans électrodes, comportant une bobine d'excitation pouvant fonctionner à la température élevée du tube à arc sans qu'il y ait des pertes résistives excessives.

La présente invention a pour autre objet, pour une lampe à décharge de haute intensité sans électrodes, une bobine d'excitation ne nécessitant aucun refroidissement séparé.

L'invention a encore pour objet une lampe perfectionnée à décharge de haute intensité sans électrodes, comportant une bobine d'excitation qui nécessite un courant et une tension d'alimentation de valeur minimale.

L'invention a aussi pour objet une lampe perfectionnée à décharge de haute intensité sans électrodes équipée d'une bobine d'excitation se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe en verre de la lampe.

Une lampe à décharge de haute intensité sans élec-

trodes comporte une enveloppe extérieure qui renferme un tube à arc contenant un matériau de remplissage capable de former un plasma émetteur de lumière sous l'effet de son excitation. Une bobine d'excitation entourant le tube produit dans son intérieur un champ magnétique qui agit avec le matériau de remplissage pour produire une décharge à arc en forme d'anneau, émettant de la lumière. La bobine d'excitation est structurée de manière à minimiser le blocage de la lumière émise par l'arc en forme d'anneau, tout en optimisant le flux magnétique produit entre la bobine et la décharge à arc. De plus, la présente invention minimise les pertes résistives de puissance dans la bobine, réduisant par conséquent les pertes résistives dans la lampe.

Dans un mode de réalisation préféré de la présente invention, la bobine d'excitation est enroulée directement autour de l'enveloppe du tube à arc, et constituée d'un conducteur ayant une surface relativement petite en section transversale. En utilisant un métal à faible pression de vapeur, basse résistivité, point de fusion élevé comme conducteur, aucun refroidissement séparé n'est nécessaire pour la bobine. En plaçant la bobine à un endroit très proche du tube à arc, son diamètre peut être de faible valeur, ce qui permet de minimiser les pertes de puissance dans la bobine et par conséquent dans la lampe.

La description qui va suivre se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement :

Figure 1, une vue en coupe latérale d'un mode de réalisation d'une lampe à décharge de haute intensité sans électrodes comportant une bobine d'excitation extérieure en forme de sablier ; et

Figure 2, une vue en coupe transversale d'une lampe perfectionnée à décharge de haute intensité sans électrodes comportant une bobine d'excitation à haute température enroulée directement sur le tube de la lampe.

En figure 1, on représente une lampe à arc

du type décrit et revendiqué dans la demande de brevet des Etats-unis d'Amérique n° 138 005, incorporée ici à titre de référence . La lampe qui est représentée en figure 1 comporte un tube à arc 2, généralement en quartz,  
5 quartz, monté à l'intérieur d'une enveloppe en verre 8 qui est entourée d'une bobine d'induction 6 à noyau d'air. La bobine a la forme d'un sablier de manière à minimiser le blocage de la lumière provenant de l'arc en forme d'anneau. Le volume renfermé par le tube à arc 2 contient une certaine  
10 quantité d'au moins un gaz, tel qu'un halogénure métallique, dans lequel un plasma de décharge 4 est induit en réponse à la circulation d'un courant de haute fréquence dans la bobine d'excitation 6. Le courant HF est produit par une source d'alimentation (non représentée) connectée à la  
15 bobine 6. Un gaz inerte peut également être incorporé dans le tube à arc de manière à servir de barrière de diffusion et éviter les pertes de chaleur aux parois du tube 2. En général, le plasma 4, constituant la source lumineuse, a la forme d'un tore, ou d'un "haltère". La bobine à induction 6  
20 est constituée d'un matériau ayant une conductivité élevée, tel que le cuivre, de manière à minimiser les pertes résistives dans la bobine. Se trouvant à l'extérieur de l'enveloppe 8, la bobine fonctionne à une température légèrement supérieure à la température ambiante. Une couche d'un  
25 isolant 10 peut être incorporée à l'extérieur du tube le long des côtés et sur sa surface inférieure, de manière à réduire les pertes calorifiques depuis l'intérieur du tube.

Une condition fondamentale de la réalisation des bobines selon la demande des Etats-Unis d'Amérique n° 138 005 déposée le  
30 28 Décembre 1987 (figure 1) est qu'il y a lieu de procéder au refroidissement de la bobine pour éviter que sa température ne s'élève à des valeurs de plus d'environ 200°C au-dessus de la température ambiante. Ce refroidissement empêche des pertes résistives excessives dans la bobine et est particulièrement efficace car la résistivité de la  
35 bobine augmente avec la température. Le refroidissement

inhibe aussi l'oxydation de la bobine 6 dans l'air ambiant.

Dans la lampe représentée en

figure 1, le fait d'avoir à refroidir la bobine 6 nécessite une isolation convenable entre le tube 2 et la bobine, car si la charge thermique appliquée à la bobine devient excessive, elle provoquera une augmentation de sa résistivité, et de plus la température du tube tombera à une valeur suffisamment basse pour provoquer la condensation des vapeurs dans le tube. C'est pour cette raison que la bobine à induction 6 est située à l'extérieur de l'enveloppe 8 et que l'enveloppe 8 est de préférence séparée du tube 2 par une couche d'isolant 10, tel que la laine de verre. Cependant, ces diverses couches intermédiaires se traduisent par des diamètres effectifs des bobines qui sont beaucoup plus grands que celui de la bobine de l'arc 4 de la décharge, d'où un mauvais couplage inductif et des courants élevés dans la bobine. Par exemple, pour un arc d'un diamètre de 12 mm dans un tube ayant un diamètre extérieur de 20 mm, le diamètre effectif de la bobine 6 est généralement de 38 mm. Cette valeur élevée du diamètre de la bobine provoque le passage de courants intenses, ce qui se traduit par des pertes de puissance élevée dans la bobine ainsi que dans le ballast (non représenté) de l'alimentation.

Dans le mode de réalisation préféré de la présente invention, tel qu'il est représenté en figure 2, un courant HF ayant une fréquence comprise entre 1 et 100 MHz dans une bobine à induction 16 ayant un noyau gazeux induit une décharge 14 à plasma en forme d'anneau à l'intérieur d'un tube cylindrique 12 qui est généralement en quartz et enferme un matériau de remplissage constitué d'au moins un gaz, tel qu'un halogénure métallique. Dans ce mode de réalisation, un ruban de métal à haute température (c'est-à-dire présentant un point de fusion supérieur à 1000°C et une pression de vapeur inférieure à  $131.10^{-8}$  Pa à 1000°C), ayant une résistivité inférieure à  $50 \times 10^{-6}$  ohm-cm à 1000°C, est

enroulé directement autour du tube 12 sous forme de spirale de manière à servir de bobine d'excitation 16 pour la lampe. Un métal approprié qu'on peut utiliser dans la bobine à induction 16 est généralement un métal réfractaire tel que le tungstène ou le molybdène.

Le tube à arc 12 et la bobine d'excitation 16 à haute température sont enfermés dans une enveloppe extérieure en verre 18. Les connexions électriques classiques peuvent être effectuées par l'intermédiaire de fils 22 à la base de la lampe (non représentée). Un élément 20 de protection contre la chaleur, par exemple en laine de verre, peut être fixé à la partie inférieure du tube 12, le cas échéant. Cependant, l'élément de protection contre la chaleur ne sera vraisemblablement pas nécessaire sur les côtés du tube 12 car la chaleur résistive dégagée par la bobine 16 aidera au maintien d'une température élevée dans le tube à l'intérieur de la zone qui, comme on l'a souligné précédemment, est indispensable pour éviter que le gaz du tube ne se condense. La lumière est émise principalement à partir de la partie supérieure du tube 12.

La bobine d'excitation à haute température 16 a un diamètre beaucoup plus petit que celui de la bobine à induction de l'art antérieur qu'on emploie dans la lampe représentée en figure 1. Par exemple, pour une décharge à arc 14 d'un diamètre de 12 mm dans la lampe de la figure 2, le diamètre de la bobine 16 peut être identique au diamètre extérieur, 20 mm, du tube 12. L'épaisseur du ruban de la bobine n'a pas besoin d'être beaucoup plus élevée que la profondeur de la peau (inférieure à 0,1 mm à une fréquence de 13,56 MHz, par exemple).

La bobine 16 empêche des pertes résistives excessives même si, à une température de 1000°C, la résistivité du métal à haute température qu'on emploie ici est très supérieure à celle du cuivre utilisé dans les bobines d'excitation des lampes de l'art antérieur où de telles

bobines fonctionnent de préférence à des températures très peu supérieures à la température ambiante. Par exemple, la résistivité de 32 microohms-cm du tungstène à une température de 1000°C dépasse la résistivité de 1,7 microhm-cm du cuivre à 22°C suivant un facteur presque égal à 19. Si les autres effets sont identiques, la résistivité plus élevée de la bobine d'excitation à haute température conduira à des pertes résistives inacceptables. Cependant, dans la bobine à haute température, ce facteur presque égal à 19 dans la résistivité plus élevée est plus que compensé par trois effets qui réduisent les pertes résistives par rapport à celles des bobines de l'art antérieur. Ces trois effets sont la profondeur de peau, l'efficacité du couplage et la longueur de la bobine. La résistivité plus élevée de la bobine à haute température 16 augmente la profondeur de peau, et par conséquent réduit la résistance de la bobine. Le diamètre plus petit qu'on peut obtenir avec la bobine à haute température permet d'augmenter l'efficacité du couplage et donc de réduire le courant traversant la bobine et les pertes dans celle-ci. Cette réduction du diamètre se traduit par une diminution de la longueur de la bobine et par conséquent par une réduction de sa résistance.

On peut illustrer les effets de la profondeur de peau, de l'efficacité du couplage et de la longueur de la bobine dans un exemple approprié en comparant une bobine d'excitation de l'art antérieur (par exemple la bobine 6 représenté en figure 1) à la bobine d'excitation à haute température 16 pour la lampe illustrée en figure 2. Dans les deux cas, on obtient une décharge à arc d'un diamètre effectif de 12 mm lorsqu'on fait fonctionner la bobine à une fréquence d'excitation de 13,56 MHz et une puissance de 120 watts (24V à 5A) dans un tube de 20 mm de diamètre extérieur et de 17 mm de haut. La bobine de l'art antérieur ainsi que la bobine à haute température comportent cinq spires et chaque spire a une largeur effective (mesurée suivant la



cote axiale de la bobine) de 2 mm. La séparation entre spires adjacentes de la bobine à haute température est d'environ 0,5 mm. La bobine de l'art antérieur a un diamètre effectif de 38 mm, alors que la bobine à haute température a un diamètre de 20 mm et une résistivité qui est approximativement 19 fois celle de la bobine de l'art antérieur.

La profondeur de peau dans un conducteur est proportionnelle à la racine carrée de la résistivité. Par conséquent, la profondeur de peau de la bobine à haute température 16 est plus grande que celle de l'art antérieur suivant le facteur  $\sqrt{19} = 4,3$ , et la résistance de la bobine à haute température est plus petite du même facteur.

Le courant nécessaire dans la bobine est déterminé par l'obligation de fournir au plasma par induction une tension suffisante pour maintenir la tension de décharge. Cela nécessite une intensité spécifique du champ magnétique à une fréquence donnée. Le courant dans la bobine nécessaire pour produire ce champ magnétique spécifique est proportionnel au diamètre effectif de la bobine. La perte résistive de puissance dans la bobine est proportionnelle au carré du courant, c'est-à-dire au carré du diamètre de la bobine. Par conséquent, la perte de puissance dans la bobine à haute température est inférieure, suivant le facteur  $(38/20)^2 = 3,6$ , à celle de la bobine de l'art antérieur grâce au meilleur couplage de la bobine que présente la bobine à haute température. Comme la résistance de la bobine est directement proportionnelle à son diamètre, la bobine à haute température présente aussi une résistance plus petite, suivant le facteur  $(38/20) = 1,9$ , grâce à son diamètre plus petit.

En combinant les facteurs déterminés ci-dessus, le rapport entre la dissipation de la puissance résistive dans la bobine à haute température et dans la bobine de l'art antérieur est égal à 1 (rapport de résistivité)/(rapport des pertes de puissance) (rapport de profondeur de peau) (rapport des résistances) où  $19/(3,6)(4,3)(1,9) = 0,63$ . Ce rap-

port de la dissipation de la puissance résistive montre que la bobine d'excitation à haute température dissipe une puissance résistive 37 % moins de puissance résistive que la bobine d'excitation de l'art antérieur.

5           La bobine d'excitation 16 à haute température, représentée en figure 2, non seulement conduit un courant réduit par rapport à la bobine d'excitation de l'art antérieur, mais encore a une tension très réduite grâce à son plus faible courant dans la bobine et à son inductance plus  
10 petite. Ces effets réduisent considérablement le coût et la dissipation de puissance de l'alimentation de la lampe, ainsi que le bruit électromagnétique rayonné.

          On vient de décrire une lampe à décharge à haute intensité sans électrodes comportant une bobine d'excitation  
15 située à l'intérieur de l'enveloppe en verre de la lampe et pouvant fonctionner à la température élevée du tube sans perte excessive de puissance résistive pour la bobine et sans nécessité de faire appel à un refroidissement séparé pour celle-ci. Cela facilite la réalisation d'une lampe en  
20 une pièce qui combine la lampe et la bobine à l'intérieur d'une enveloppe en verre, avec les connexions classiques à la base. La lampe n'a besoin que d'un courant et d'une tension de valeur minimale fournis par son alimentation.

REVENDICATIONS

1. Lampe à décharge de haute intensité sans électrodes, caractérisée en ce qu'elle comprend :
- 5           une enveloppe extérieure transparente (18) ;  
          un tube à arc (12) transmettant la lumière, situé à l'intérieur de l'enveloppe en étant espacé de celle-ci ;  
          une bobine d'excitation (16) placée à l'intérieur de l'enveloppe et entourant le tube ;
- 10           le tube renfermant un matériau de remplissage capable de former une décharge à arc en plasma émetteur de lumière par excitation prédéterminée de la bobine ; et  
          des moyens conducteurs (22) assurant la connexion électrique entre l'extérieur de l'enveloppe et la bobine d'excitation.
- 15           2. Lampe à décharge selon la revendication 1, caractérisée en ce que la bobine (16) est enroulée directement sur le tube à arc (12).
3. Lampe à décharge selon la revendication 2, caractérisée en ce que la bobine (16) est constituée d'un
- 20           conducteur en forme de ruban.
4. Lampe à décharge selon la revendication 3, caractérisée en ce que le conducteur est constitué d'un métal à haute température.
- 25           5. Lampe à décharge selon la revendication 4, caractérisée en ce que le métal est constitué d'un métal choisi dans le groupe comprenant le tungstène et le molybdène.
6. Lampe à décharge selon la revendication 2, caractérisée en ce que la bobine (16) est enroulée autour
- 30           des côtés du tube (12) de manière à ne pas gêner la lumière sortant de la partie supérieure du tube, la lampe comprenant en outre un moyen de protection (20) à la partie inférieure du tube.
- 35           7. Lampe à décharge selon la revendication 6,

caractérisée en ce que la bobine (16) est constituée d'un conducteur en forme de ruban.

8. Lampe à décharge selon la revendication 7, caractérisée en ce que le conducteur est constitué d'un  
5 métal à haute température.

9. Lampe à décharge selon la revendication 8, caractérisée en ce que le métal présente une résistivité inférieur à  $50 \times 10^{-6}$  ohm-cm à une température de  $1000^{\circ}\text{C}$ .

FIG. 1

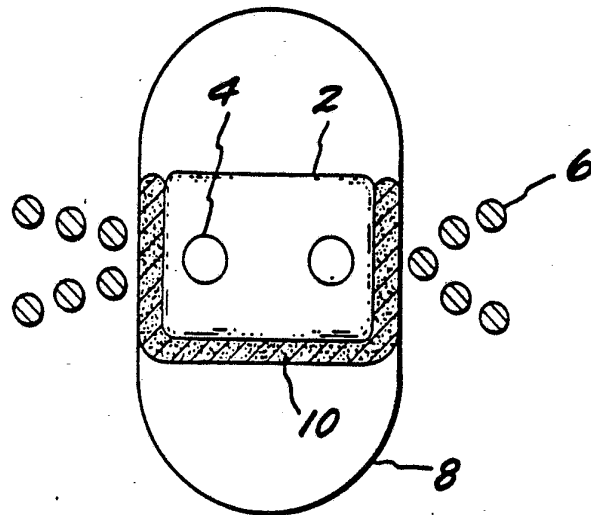


FIG. 2

