

⑤④ Générateur de flashes lumineux.

②② Date de dépôt : 13.11.19.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *PHOXENE Société à responsabilité
limitée — FR.*

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 14.05.21 Bulletin 21/19.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 21.04.23 Bulletin 23/16.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : PLANTIN Aurélien et VERNAY Lionel.

⑦③ Titulaire(s) : PHOXENE Société à responsabilité
limitée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET LAURENT ET CHARRAS.



Description

Titre de l'invention : Générateur de flashes lumineux

Domaine technique

- [0001] L'invention concerne un générateur de flashes lumineux et, plus particulièrement, de flashes lumineux ultraviolets, c'est-à-dire un dispositif générant des flashes lumineux dont au moins une partie de la longueur d'onde est comprise dans la bande de longueurs d'onde des ultraviolets, entre 120 et 380 nanomètres.
- [0002] L'invention vise plus particulièrement un générateur de flashes lumineux germicides, dans la bande de longueurs d'onde 240 à 300 nanomètres.
- [0003] En effet, il est bien connu que les flashes ultraviolets de cette bande de longueurs d'onde peuvent détruire les pathogènes présents sur un support ou sur un organisme lorsque la puissance lumineuse émise par les flashes est suffisante.
- [0004] Pour obtenir la puissance lumineuse requise, l'invention concerne plus précisément un générateur de flashes lumineux comportant au moins une lampe au xénon.

Art antérieur

- [0005] Une lampe au xénon est classiquement constituée d'un tube hermétique, généralement réalisé en quartz, intégrant du xénon et deux électrodes : une anode et une cathode. Des flashes lumineux sont obtenus en générant un arc électrique de décharge entre les deux électrodes et à travers un plasma de xénon qui réalise la transformation de l'énergie électrique en énergie lumineuse.
- [0006] Pour créer cet arc électrique de décharge, la distance entre les deux électrodes est un facteur déterminant puisque, plus la distance entre les deux électrodes est importante, plus la tension imposée aux bornes des deux électrodes pour obtenir l'arc électrique de décharge doit être importante.
- [0007] Par exemple, pour obtenir un éclair lumineux d'une durée comprise entre 250 et 350 microsecondes, le document FR 2 890 233 décrit l'utilisation d'une lampe au xénon avec une distance inter-électrodes comprise entre 150 et 200 millimètres, une tension de décharge comprise entre 2500 et 3500 Volts et une tension additionnelle comprise entre 22 000 et 26 000 Volts.
- [0008] Cette tension de décharge est obtenue par la décharge d'un condensateur disposé dans un circuit électrique de décharge assurant la charge et la décharge du condensateur. Ainsi, avant la génération de l'arc électrique de décharge, le condensateur est chargé par le circuit électrique de décharge et l'arc électrique de décharge ne peut être généré que lorsque la tension aux bornes du condensateur est suffisante pour créer l'arc électrique de décharge.
- [0009] Pour réduire la tension nécessaire afin de créer cet arc électrique de décharge, il est

connu d'utiliser une phase d'ionisation transformant le xénon en plasma avant la phase de génération de l'arc électrique de décharge. Cette phase d'ionisation résulte d'un premier arc électrique d'ionisation généré entre les deux électrodes au moyen d'une troisième électrode d'ionisation. Cet arc électrique d'ionisation présente une très faible énergie comparativement à celle de l'arc électrique de décharge. Typiquement, l'arc électrique d'ionisation peut être généré pendant une durée comprise entre 10 et 100 microsecondes.

- [0010] Certaines lampes au xénon utilisent, ainsi, une alternance entre un arc électrique d'ionisation et un arc électrique de décharge pour créer des flashes lumineux successifs. En outre, certaines lampes au xénon utilisent également un ou plusieurs pré-arcs électriques entre l'arc électrique d'ionisation et l'arc électrique de décharge. Ces pré-arcs électriques présentent des valeurs d'énergie intermédiaires entre l'arc électrique d'ionisation et l'arc électrique de décharge de sorte à améliorer le délai d'amorçage de l'arc électrique de décharge.
- [0011] Au lieu d'utiliser un ou plusieurs pré-arcs électriques, il est également connu d'appliquer un courant constant dans le plasma, appelé courant « simmer » dans les literatures françaises et anglo-saxonne. Ce courant *simmer* est obtenu à partir d'un générateur de courant connecté entre les deux électrodes de la lampe au xénon.
- [0012] Il vise à maintenir le niveau d'ionisation du plasma après la formation de l'arc électrique d'ionisation. Ainsi, des arcs électriques de décharge successifs peuvent être réalisés tout en maintenant ce courant *simmer*, et dès lors sans avoir à générer un autre arc électrique d'ionisation avant de générer chacun des arcs électriques de décharge. En outre, ce courant *simmer* permet également de limiter le délai d'amorçage et d'obtenir des flashes lumineux cadencés à moins de 200 nanosecondes.
- [0013] Il est également connu d'utiliser un mode dit « pseudo-*simmer* » dans lequel le courant *simmer* est appliqué pendant une durée limitée, pour chaque arc électrique de décharge, entre un arc électrique d'ionisation et un arc électrique de décharge.
- [0014] L'intensité de ce courant *simmer* dépend directement du diamètre interne du tube de la lampe au xénon. Par exemple :
 - pour un diamètre interne du tube compris entre 2 et 4 millimètres, le courant *simmer* est typiquement compris entre 100 et 300 mA,
 - pour un diamètre interne du tube compris entre 4 et 8 millimètres, le courant *simmer* est classiquement fixé autour de 500 mA ; et
 - pour un diamètre interne du tube supérieur à 8 millimètres, le courant *simmer* est généralement fixé proche de 700 mA.
- [0015] Le diamètre interne du tube a également une influence importante pour déterminer l'énergie lumineuse générée par la lampe au xénon.
- [0016] En effet, la transformation d'énergie électrique en énergie lumineuse entraîne une

expansion du volume occupé par le plasma à l'intérieur du tube. Ce faisant, plus le diamètre interne du tube est important, et plus il est possible d'obtenir une expansion importante du volume plasma sans toucher les bords internes du tube.

[0017] Cependant, le plasma est particulièrement chaud lors de cette transformation, typiquement proche de 100 000 K et, si ce plasma touche les bords internes du tube, il abrase l'intérieur du tube et réduit la durée de vie de la lampe au xénon, même pour des tubes particulièrement résistants réalisés en quartz.

[0018] En outre, dans le cadre de l'application de la présente invention, et pour des flashes lumineux dans la bande de longueurs d'onde 240 à 300 nanomètres, il est recherché une très forte densité de courant dans le plasma, et cette forte densité de courant entraîne également une augmentation de la température du plasma et un risque d'abrasion de la paroi interne du tube, et donc corollairement une réduction de la durée de vie de la lampe.

[0019] Pour résoudre ce problème de durée de vie des lampes au xénon, il est possible d'utiliser des tubes au xénon avec de faibles diamètres internes, typiquement inférieur à 3 millimètres, pour lesquels il a été constaté que le plasma se place naturellement au centre du diamètre interne du tube. Cependant, pour certaines applications, le faible diamètre interne du tube limite l'énergie lumineuse générée pour obtenir l'effet germicide recherché.

[0020] Pour pouvoir obtenir des expansions plus importantes du plasma, il a été proposé des tubes avec des diamètres internes allant jusqu'à 6 millimètres, et pour lesquels l'expansion du plasma vient toucher la paroi interne du tube. Pour éviter l'abrasion du tube et garantir la durée de vie de ces lampes au xénon, le document FR 2 951 949 propose d'utiliser un refroidissement actif de la paroi interne au moyen d'un fluide caloporteur. Ce refroidissement est particulièrement complexe à mettre en œuvre et très énergivore.

[0021] Le problème technique de l'invention est donc d'obtenir un générateur de flashes lumineux permettant de générer une grande quantité d'énergie lumineuse tout en garantissant la durée de vie du tube de la lampe à décharge.

Exposé de l'invention

[0022] L'invention est issue de l'observation selon laquelle la problématique d'abrasion de la paroi interne du tube provient de problèmes de centrage du plasma à l'intérieur du tube lors de la formation de l'arc électrique de décharge. En effet, dans les tubes présentant un diamètre interne supérieur à 3 millimètres, il a été constaté que le plasma n'est plus automatiquement placé au centre du tube et peut se déplacer au voisinage de la paroi interne, si bien que son expansion vient naturellement abraser le quartz constitutif du tube.

- [0023] Pour pallier cette difficulté, l'invention propose de déplacer magnétiquement le plasma à l'intérieur du tube avant de générer l'arc électrique de décharge, de sorte à placer ce plasma sensiblement sur l'axe de révolution du tube. Ainsi, il est possible de créer une grande expansion du plasma avec un tube de fort diamètre interne, par exemple supérieur à 7 millimètres, en prenant cependant soin de stopper l'arc électrique de décharge avant que celui-ci n'entraîne une expansion trop importante du volume de plasma qui engendrerait une abrasion de la paroi interne du tube.
- [0024] A cet effet, l'invention concerne un générateur de flashes lumineux comprenant :
- une lampe à décharge constituée d'un tube cylindrique hermétique intégrant du xénon, deux électrodes de décharge scellées respectivement à chacune des extrémités dudit tube ;
 - une électrode d'ionisation ;
 - un circuit électrique de décharge comportant une source de stockage d'énergie électrique de forte capacité, des moyens de charge de ladite source de stockage d'énergie électrique, et des moyens de décharge de cette source de stockage d'énergie électrique entre les deux électrodes de décharge de la lampe à décharge de sorte à former un arc électrique de décharge entre les deux électrodes de décharge ;
 - un circuit électrique d'ionisation comportant une source de stockage d'énergie électrique de faible capacité, des moyens de charge de cette source de stockage d'énergie électrique, et des moyens de décharge de cette source de stockage d'énergie électrique sur l'électrode d'ionisation de sorte à former au moins un arc électrique d'ionisation entre les deux électrodes de décharge et transformer le xénon en plasma ;
- et
- un circuit d'alimentation *simmer* comportant un générateur de courant connecté entre les deux électrodes de décharge de la lampe à décharge et configuré pour générer un courant d'intensité constante dans la lampe à décharge et conserver le plasma formé par l'arc électrique d'ionisation.
- [0025] L'invention se caractérise en ce que le générateur de flashes lumineux comporte également au moins un générateur de champ magnétique disposé à l'extérieur du tube et configuré pour déplacer le plasma sensiblement jusqu'à l'axe de révolution du tube avant la génération d'au moins un arc électrique de décharge.
- [0026] En centrant le plasma, l'invention permet de mettre en œuvre une lampe au xénon avec un diamètre interne du tube supérieur à 6 millimètres, par exemple un tube en quartz dont le diamètre interne est compris entre 7 et 9 millimètres, sans nécessiter de quelconque dispositif de refroidissement complexe, et en utilisant uniquement la convection dans l'air ambiant extérieur dans lequel est située la lampe. En effet, selon l'invention, la durée de l'arc de décharge peut être déterminée pour que l'expansion du plasma n'atteigne pas la paroi interne du tube de la lampe à décharge. En outre, la

convection dans l'air ambiant peut être améliorée par un dispositif de refroidissement par convection forcée.

[0027] Avec une lampe au xénon dont le diamètre interne du tube est important, il est ainsi possible d'obtenir un générateur de flashes lumineux ultraviolets avec une plus grande puissance lumineuse que les lampes de plus faible diamètres. Si le générateur est configuré pour générer des flashes dans la bande de longueurs d'onde 240 à 300 nanomètres, il est également possible d'obtenir des propriétés germinicides significativement améliorées au regard de celles résultant des générateurs de l'art antérieur, pour une durée de vie de lampe équivalente.

[0028] Pour obtenir le centrage recherché du plasma, l'invention présente deux variantes, une variante avec un mode *simmer* et une variante avec un mode pseudo-*simmer*.

[0029] L'application de l'une ou l'autre de ces deux variantes est préférentiellement obtenue par un organe de supervision qui commande les moyens de décharge des circuits électriques de décharge et d'ionisation ainsi que le générateur de courant du circuit d'alimentation *simmer* pour cadencer leurs fonctionnements.

[0030] Le mode *simmer* correspond au maintien du courant pour plusieurs arcs électriques de décharge consécutifs.

[0031] Dans ce mode de réalisation, les déplacements du plasma sont réalisés par un champ magnétique de confinement, préférentiellement obtenu par plusieurs générateurs de champ magnétique régulièrement disposés autour du tube de la lampe au xénon. Les différents générateurs de champ magnétique forment des champs magnétiques selon plusieurs directions radiales par rapport à l'axe de révolution du tube afin que le plasma soit confiné sensiblement sur l'axe de révolution. Ce mode de réalisation permet de déplacer le plasma sans avoir à estimer la position du plasma au cours du temps.

[0032] La variante pseudo *simmer* vise à utiliser, avant chaque arc électrique de décharge, un arc d'ionisation et un déplacement du plasma au moyen du générateur de champ magnétique lors de l'application du courant *simmer* jusqu'à ce que le plasma soit sensiblement disposé sur l'axe de révolution du tube.

[0033] En connaissant la localisation initiale du plasma, il est possible de disposer le générateur de champ magnétique de sorte que celui-ci déplace le plasma dans une direction perpendiculaire à l'axe de révolution du tube. Lorsque la durée de déplacement du plasma est suffisante pour que celui-ci atteigne l'axe de révolution du tube, l'arc électrique de décharge est généré. Le courant *simmer* est stoppé avant ou après la génération de cet arc électrique de décharge. Ainsi, pour générer un nouvel arc électrique de décharge, un nouvel arc d'ionisation et un nouveau déplacement du plasma doivent être réalisés.

[0034] Bien entendu, la durée nécessaire pour déplacer le plasma dépend de plusieurs

facteurs et il convient d'estimer cette durée au cas par cas pour obtenir un déplacement du plasma sensiblement jusqu'à l'axe de révolution du tube. En effet, cette durée de déplacement dépend évidemment du diamètre interne du tube, mais également de l'intensité magnétique de l'au moins un générateur de champ magnétique et l'intensité du courant *simmer*. En outre, le plasma subit également l'influence de la gravité et il a tendance à s'élever dans le tube lorsque sa température augmente. Il convient donc de prendre en compte ces différents facteurs pour déterminer pratiquement l'intensité magnétique et le temps d'application du courant *simmer* nécessaires pour obtenir un centrage du plasma. Typiquement, la durée de déplacement du plasma est comprise entre 2 et 20 millisecondes.

[0035] Pour obtenir l'application d'un courant pseudo-*simmer* tout en formant le plasma dans une localisation prédéterminée, il est possible d'utiliser trois modes de réalisation. Les deux premiers modes de réalisation utilisent une ionisation par connexion du circuit d'ionisation sur une électrode linéaire externe à la lampe alors que le troisième mode de réalisation utilise une ionisation par connexion du circuit d'ionisation sur une électrode de décharge de la lampe à décharge.

[0036] Dans un premier mode de réalisation, l'électrode d'ionisation est constituée d'un fil électrique conducteur disposé à l'extérieur du tube hermétique et connecté au circuit électrique d'ionisation, le fil électrique conducteur s'étendant le long du tube hermétique de sorte à guider l'ionisation générée par le circuit électrique d'ionisation à proximité du fil électrique conducteur.

[0037] Ce mode de réalisation permet de guider l'ionisation par le rayonnement électrique produit par le fil électrique. Pour ce faire, deux régions d'ionisation indépendantes se forment respectivement dans le tube entre les deux électrodes de décharge et la partie du fil électrique la plus proche de chaque électrode de décharge. Au cours de la phase d'ionisation, ces deux régions d'ionisation s'étirent et se rapprochent pour finir par former l'arc d'ionisation entre les deux électrodes de décharge.

[0038] Dans un second mode de réalisation, l'électrode d'ionisation est constituée d'une lame métallique disposée à l'extérieur du tube hermétique et connectée au circuit électrique d'ionisation, la lame métallique s'étendant le long du tube hermétique de sorte à guider l'ionisation générée par le circuit électrique d'ionisation à proximité de la lame métallique conductrice. Ce mode de réalisation permet de générer l'arc d'ionisation par le rayonnement électrique produit par la lame métallique de la même manière que pour le premier mode de réalisation.

[0039] Dans un troisième mode de réalisation, l'électrode d'ionisation est constituée de l'une des deux électrodes de décharge de la lampe à décharge connectée au circuit électrique d'ionisation, le générateur de flashes lumineux comportant également une lame métallique ou un fil électrique conducteur s'étendant le long du tube hermétique

et à l'extérieur de ce dernier de sorte à guider l'ionisation générée par le circuit électrique d'ionisation à proximité de la lame métallique ou du fil électrique conducteur.

- [0040] La lame métallique ou le fil électrique conducteur utilisés dans le troisième mode de réalisation peuvent être connectés à une référence de tension électrique, par exemple à la masse, ou à l'électrode de décharge qui n'est pas connectée au circuit électrique d'ionisation.
- [0041] Dans ce troisième mode de réalisation, l'ionisation est formée entre l'électrode connectée au circuit d'ionisation et la partie de la lame métallique ou du fil électrique conducteur la plus proche de cette électrode. Au cours de la phase d'ionisation, cette ionisation s'étend le long de cette lame métallique ou du fil électrique conducteur jusqu'à atteindre la seconde électrode de décharge de la lampe à décharge et former l'arc d'ionisation.
- [0042] En outre, il est possible de combiner ce troisième mode de réalisation avec le premier ou le second mode de réalisation en connectant le circuit d'ionisation à la fois à l'une des électrodes de décharge et à la lame métallique ou au fil électrique conducteur. Ce mode de réalisation permet, dans certains cas, de modifier la formation de l'arc d'ionisation.
- [0043] Quel que soit le mode de réalisation utilisé, le plasma formé par l'arc d'ionisation, initialement contre la paroi interne du tube sensiblement au plus proche du fil ou de la lame électrique, est ensuite déplacé pour atteindre l'axe de révolution du tube par au moins un champ magnétique. Ce champ magnétique est généré par un aimant permanent ou par un électro-aimant.

Description sommaire des figures

- [0044] La manière de réaliser l'invention ainsi que les avantages qui en découlent, ressortiront bien des modes de réalisation qui suivent, donnés à titre indicatif mais non limitatif, à l'appui des figures annexées dans lesquelles :
- [0045] [fig.1] La figure 1 est une vue schématique en perspective d'une lampe à décharge selon un premier mode de réalisation de l'électrode d'ionisation ;
- [0046] [fig.2] La figure 2 est une représentation schématique d'un générateur de flashes lumineux intégrant la lampe de la figure 1 selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0047] [fig.3a] Les figures 3a-3e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 1 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0048] [fig.3b] Les figures 3a-3e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 1 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0049] [fig.3c] Les figures 3a-3e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 1 pour former un arc de décharge selon l'invention ;

- [0050] [fig.3d] Les figures 3a-3e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 1 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0051] [fig.3e] Les figures 3a-3e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 1 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0052] [fig.4] La figure 4 est une représentation schématique en section des champs magnétiques créés autour de la lampe à décharge de la figure 1 selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0053] [fig.5] La figure 5 est une vue schématique en perspective d'une lampe à décharge intégrée dans un boîtier selon un second mode de réalisation de l'électrode d'ionisation ;
- [0054] [fig.6a] Les figures 6a-6b représentent deux vues schématiques en section du boîtier de la figure 5, avec (figure 6b) et sans (figure 6a) les champs magnétiques créés autour de la lampe à décharge ;
- [0055] [fig.6b] Les figures 6a-6b représentent deux vues schématiques en section du boîtier de la figure 5, avec (figure 6b) et sans (figure 6a) les champs magnétiques créés autour de la lampe à décharge ;
- [0056] [fig.7] La figure 7 est une représentation schématique d'un générateur de flashes lumineux intégrant la lampe de la figure 5 selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0057] [fig.8a] Les figures 8a-8e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 5 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0058] [fig.8b] Les figures 8a-8e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 5 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0059] [fig.8c] Les figures 8a-8e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 5 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0060] [fig.8d] Les figures 8a-8e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 5 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0061] [fig.8e] Les figures 8a-8e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 5 pour former un arc de décharge selon l'invention ;
- [0062] [fig.9] La figure 9 est une représentation schématique d'un générateur de flashes lumineux intégrant une lampe à décharge selon un troisième mode de réalisation de l'électrode d'ionisation ; et
- [0063] [fig.10a] Les figures 10a-10e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 9 pour former un arc de décharge selon l'invention.
- [0064] [fig.10b] Les figures 10a-10e représentent schématiquement cinq réactions obtenues

dans la lampe à décharge de la figure 9 pour former un arc de décharge selon l'invention.

[0065] [fig.10c] Les figures 10a-10e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 9 pour former un arc de décharge selon l'invention.

[0066] [fig.10d] Les figures 10a-10e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 9 pour former un arc de décharge selon l'invention.

[0067] [fig.10e] Les figures 10a-10e représentent schématiquement cinq réactions obtenues dans la lampe à décharge de la figure 9 pour former un arc de décharge selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0068] La figure 1 illustre une lampe à décharge **11** formée par un tube cylindrique hermétique **14** intégrant du xénon. À l'intérieur de ce tube **14**, la lampe à décharge **11** comporte deux électrodes : une anode **12** et une cathode **13**. En outre, une troisième électrode d'ionisation **16** est formée autour de la lampe à décharge **11** au moyen d'un fil électrique conducteur disposé le long de la surface extérieure de cette lampe à décharge **11** et maintenu par quatre boucles **23** de ce même fil électrique **16** enroulées autour du tube **14**.

[0069] Tel qu'illustré sur la figure 2, cette lampe à décharge **11** peut être montée dans un générateur de flashes lumineux **10a** conforme à l'invention en utilisant un circuit de décharge **Cd** connecté aux deux électrodes **12** et **13**, lesdites électrodes étant scellées aux deux extrémités du tube **14**.

[0070] Ce circuit de décharge **Cd** comporte une source de stockage d'énergie électrique de forte capacité **Ch**, typiquement un condensateur de capacité comprise entre 200uF et 30mF. Une première borne de ce condensateur **Ch** est reliée à l'anode **12** par l'intermédiaire d'un interrupteur **I1** et une seconde borne de ce condensateur **Ch** est directement connectée à la cathode **13**. En outre, ce condensateur **Ch** est également relié à des moyens de charge **Th**, par exemple une source de courant **I** limitée en tension.

[0071] Les électrodes **12** et **13** du tube **14** sont également reliées à un circuit d'alimentation *simmer***Cs** comportant un générateur de courant constant **Gc**. Par exemple, le courant constant appliqué par le circuit d'alimentation *simmer***Cs** dans la lampe à décharge **11** est compris entre 100 et 300 milliAmpères.

[0072] En outre, le fil électrique **16** constituant l'électrode d'ionisation est relié à un circuit d'ionisation **Ci** comportant une source de stockage d'énergie **CI**, par exemple un condensateur, dont la capacité est comprise entre 47nF et 1uF. Une première borne de ce condensateur **CI** est reliée au fil électrique **16** par l'intermédiaire d'un interrupteur

I2 et une seconde borne de ce condensateur **CI** est directement connectée à la cathode **13**. En outre, ce condensateur **CI** est également relié à des moyens de charge **TI**, par exemple une source de courant **I** limitée en tension.

- [0073] Le générateur de flashes lumineux **10a** comporte également au moins un générateur de champ magnétique **30-36**. Par exemple, la figure 2 illustre un seul aimant permanent **30** disposé sous le fil électrique **16** avec un champ magnétique configuré pour repousser le plasma **P** à l'intérieur du tube **14**. En variante, le générateur de champ magnétique **30-36** peut fonctionner en attirant le plasma **P** et ce générateur de champ magnétique **30-36** peut être formé par un ou plusieurs aimants ou électro-aimants. Par exemple, tel qu'illustré sur la figure 4, deux aimants permanents **31** et **32** peuvent être disposés sous le tube pour former un champ magnétique sensiblement uniforme dans le diamètre du tube **14**, alors qu'en utilisant un seul aimant, la forme du champ magnétique est classiquement hémisphérique.
- [0074] Ce générateur de flashes lumineux **10a** permet de générer un arc de décharge **A4** au moyen d'un mode pseudo *simmer* illustré sur les figures 3a à 3e.
- [0075] Ce mode pseudo *simmer* peut être contrôlé par un organe de supervision, non représenté, permettant de commander l'ordonnancement des interrupteurs **I1** et **I2** et le fonctionnement du générateur de courant **Gc**. Par exemple, l'organe de supervision peut être constitué d'un microcontrôleur ou d'un microprocesseur exécutant une suite d'instructions logiques.
- [0076] Dans une première étape, un arc d'ionisation **A3** est formé entre les deux électrodes **12** et **13** au moyen de la décharge du condensateur **CI** sur le fil électrique **16**. Lors de cette phase d'ionisation, l'ionisation peut générer deux premiers arcs **A1** et **A2** formés entre les électrodes **12** et **13** et la paroi interne du tube **14** la plus proche du fil électrique **16**, tel qu'illustré sur la figure 3a. Au cours de la décharge du condensateur **CI**, tel qu'illustré sur la figure 3b, les deux premiers arcs **A1** et **A2** se rapprochent l'un de l'autre. Dans le même temps, un plasma **P** commence à être formé à l'intérieur du tube **14** au niveau de la paroi la plus proche du fil électrique **16**.
- [0077] À la fin de la phase d'ionisation, tel qu'illustré sur la figure 3c, les deux premiers arcs **A1** et **A2** se rejoignent pour former un seul arc d'ionisation **A3** entre les deux électrodes **12** et **13** et cet arc d'ionisation **A3** s'étend sur le plasma **P** qui demeure formé le long de la paroi interne du tube **14** proche du fil électrique **16**.
- [0078] Après la phase d'ionisation, le circuit d'alimentation *simmerCs* est activé pour injecter un courant constant dans le tube **14** entre les deux électrodes **12** et **13**. Ce circuit d'alimentation *simmerCs* a pour effet de maintenir l'ionisation du plasma **P** et l'arc d'ionisation **A3** si bien que, tant que le circuit d'alimentation *simmerCs* est activé, le générateur de champ magnétique **30** déplace le plasma **P** et l'arc d'ionisation **A3** à l'intérieur du tube **14**. Ainsi, tel qu'illustré sur la figure 3d, le circuit

d'alimentation *simmerCs* est activé pour que le plasma **P** et l'arc d'ionisation **A3** aient le temps de se déplacer depuis la paroi interne du tube **14** la plus proche du fil électrique **16** pour atteindre sensiblement l'axe de révolution **Ar** du tube **14**. Pour ce faire, il convient donc de déterminer le temps d'activation du circuit d'alimentation *simmerCs* pour obtenir le déplacement recherché en prenant en compte le diamètre interne du tube **14**, l'intensité magnétique du champ dans lequel est plongé le tube **14**, ainsi que la gravité ou encore la force d'élévation subie par ce plasma **P**.

- [0079] Par exemple, la durée de déplacement du plasma **P** peut être comprise entre 2 et 20 millisecondes et le circuit d'alimentation *simmerCs* est donc activé pendant cette durée avant d'actionner le circuit de décharge **Cd**.
- [0080] À l'issue de la phase de déplacement du plasma **P**, un arc de décharge **A4** est formé entre les deux électrodes **12** et **13**, tel qu'illustré sur la figure **3e**. Cet arc de décharge **A4** est obtenu par la décharge du condensateur **Ch** en fermant l'interrupteur **I1**. La durée de cet arc de décharge **A4** est déterminée pour éviter que l'expansion du plasma **P** n'entre en contact avec la paroi interne du tube **14** et abrase les parois internes de celui-ci.
- [0081] Typiquement, avec un tube **14** dont le diamètre interne est compris entre 7 et 9 millimètres, l'arc de décharge **A4** peut être généré pendant une durée comprise entre 100 et 350 microsecondes avec une partie de la lumière contenue dans la bande de longueurs d'onde 240 à 300 nanomètres pour obtenir un effet germinicide.
- [0082] Bien entendu, le générateur de flashes lumineux peut comporter plusieurs lampes à décharge **11**. Par exemple, la figure 5 illustre un générateur **10b** comportant trois lampes à décharge juxtaposées, dont une seule est représentée. En outre, ce mode de réalisation de la figure 5 illustre également une variante de formation de l'électrode d'ionisation au moyen d'une lame métallique **15** connectée à un réflecteur **17**. Ce réflecteur **17** permet classiquement de renvoyer la lumière générée en direction du fond d'un boîtier **18** intégrant la lampe à décharge **11** vers une fenêtre optique **19**, généralement formée par une plaque de verre, montée au-dessus du boîtier **18**.
- [0083] Dans ce mode de réalisation, l'électrode d'ionisation correspond à la lame métallique **15** et le circuit d'ionisation **Ci** est connecté sur le réflecteur **17**, lui-même connecté électriquement à la lame métallique **15**. Tel qu'illustré sur les figures 6a et 6b, quatre aimants permanents **33-36** sont juxtaposés dans des rainures ménagées au fond du boîtier **18** de sorte à former un champ magnétique sensiblement rectiligne à l'intérieur du réflecteur **17** et, plus particulièrement, à l'intérieur des trois lampes à décharge **11** juxtaposées. Le champ magnétique sensiblement rectiligne est également obtenu en disposant des plaques en acier, non représentées, entre les aimants permanents **33-36** pour canaliser le champ magnétique.
- [0084] La figure 7 illustre le schéma électrique correspondant à celui de la figure 2. La seule

différence réside dans le fait que le circuit ionisation **Ci** est connecté non plus sur un fil électrique **16**, mais sur la lame métallique **15** au moyen du réflecteur **17**. En outre, l'aimant permanent **30** est remplacé par les quatre aimants permanents **33-36**. Tel qu'illustré sur les figures 8a à 8e, l'ionisation réalisée depuis cette lame métallique **15** est identique à celle obtenue par le fils métallique **16**, et permet d'obtenir un phénomène similaire de formation de l'arc d'ionisation **A3** en passant par deux premiers arcs **A1** et **A2**.

[0085] Un autre mode d'ionisation possible consiste à utiliser une lame métallique **15** proche du tube **14** et à connecter le circuit ionisation **Ci** directement sur l'une des électrodes du tube **14**.

[0086] Par exemple, le générateur **10c** illustré sur la figure 9 est obtenu en reliant le circuit ionisation **Ci** à l'anode **12** du tube **14**, alors que la lame métallique **15** n'est connectée à aucun circuit. Tel qu'illustré sur les figures 10a à 10e, ce mode de réalisation diffère des deux modes de réalisation précédents en ce que l'arc d'ionisation **A3** est formé par un seul premier arc **A1** qui s'étend le long du tube **14** au niveau de la paroi la plus proche de la lame métallique **15** jusqu'à atteindre l'anode **13** du tube **14**. Lors de la formation de l'arc d'ionisation **A3**, le plasma **P** est toujours formé au même endroit, c'est-à-dire au niveau de la paroi interne du tube **14** la plus proche de la lame métallique **15**. Ainsi, pour ces deux générateurs **10b** et **10c**, le plasma **P** peut être déplacé de manière identique au premier mode de réalisation concernant le générateur **10a** jusqu'à ce que ce plasma **P** atteigne sensiblement l'axe de révolution **Ar** du tube **14**.

[0087] Il est également possible de réaliser l'invention en configurant l'organe de supervision pour fonctionner en mode *simmer*, c'est-à-dire dans un mode selon lequel plusieurs arcs de décharge **A4** peuvent être générés successivement sans avoir à repasser par une phase de génération d'un arc d'ionisation **A3** et de déplacement du plasma **P**. Pour ce faire, l'invention propose d'utiliser un champ magnétique de confinement du plasma **P** en disposant des générateurs de champ magnétique régulièrement tout autour du tube **14**.

[0088] Par exemple, la disposition des générateurs de champ magnétique peut correspondre à celle décrite dans le document EP 0 209 469, dans lequel il est réalisé un champ magnétique de confinement au moyen d'aimants disposés régulièrement sur la circonférence d'un tube cylindrique. De préférence, dans ce mode de réalisation, les générateurs de champ magnétique sont constitués par des électroaimants, de sorte que seuls des fils électriques sont disposés autour du tube **14** pour limiter l'impact de ces générateurs de champ magnétique sur la lumière émanant des lampes à décharge **11**.

[0089] Dans ce mode *simmer*, une première étape consiste donc à générer un arc d'ionisation **A3** tel que décrit dans l'un des trois modes de réalisation précédents. Suite à la génération de cet arc d'ionisation **A3**, le circuit d'alimentation *simmer***Cs** est activé

et le champ magnétique de confinement entraîne le plasma **P** pour atteindre sensiblement l'axe de révolution **Ar** du tube **14**.

- [0090] Lorsque le plasma **P** a atteint cette position, le circuit d'alimentation *simmerCs* est maintenu et le circuit de décharge est activé pour réaliser plusieurs arcs de décharge **A4** consécutifs. En outre, ce mode de réalisation permet de déplacer plus facilement le plasma **P** puisqu'il n'est pas nécessaire d'estimer la durée de déplacement du plasma **P** pour atteindre l'axe de révolution **Ar** et qu'il est possible d'attendre une durée de stabilisation du plasma **P**.
- [0091] Quelle que soit la solution utilisée pour déplacer le plasma **P**, l'invention permet, à durée de vie identique, de former des flashes lumineux plus intenses avec notamment, des propriétés germinicides plus importantes.

Revendications

[Revendication 1]

Générateur de flashes lumineux (10a-10c) comprenant :

- une lampe à décharge (11) constituée d'un tube cylindrique hermétique (14) intégrant du xénon et deux électrodes de décharge (12-13) scellées respectivement à chacune des extrémités dudit tube (14) ;
- une électrode d'ionisation (12, 13, 15-16) ;
- un circuit électrique de décharge (Cd) comportant une source de stockage d'énergie électrique de forte capacité (Ch), des moyens de charge (Th) de ladite source de stockage d'énergie électrique (Ch), et des moyens de décharge (I1, I2) de cette source de stockage d'énergie électrique (Ch) entre les deux électrodes de décharge (12-13) de la lampe à décharge (11) de sorte à former un arc électrique de décharge (A4) entre les deux électrodes de décharge (11, 12) ;
- un circuit électrique d'ionisation (Ci) comportant une source de stockage d'énergie électrique de faible capacité (Cl), des moyens de charge (Tl) de cette source de stockage d'énergie électrique (Cl), et des moyens de décharge (I2) de cette source de stockage d'énergie électrique (Cl) sur l'électrode d'ionisation (12, 13, 15-16) de sorte à former au moins un arc électrique d'ionisation (A3) entre les deux électrodes de décharge (12-13) et transformer le xénon en plasma (P) ;
- et
- un circuit d'alimentation *simmer* (Cs) comportant un générateur de courant (Gc) connecté entre les deux électrodes de décharge (12-13) de la lampe à décharge (11) et configuré pour générer un courant d'intensité constante dans la lampe à décharge (11) et conserver le plasma (P) formé par l'arc électrique d'ionisation (A3) ;

caractérisé en ce que le générateur de flashes lumineux (10a-10c) comporte également au moins un générateur de champ magnétique (30-36) disposé à l'extérieur du tube (14) et configuré pour déplacer le plasma (P) sensiblement jusqu'à l'axe de révolution (Ar) du tube (14) avant la génération d'au moins un arc électrique de décharge (A4) ;

et en ce que le tube hermétique (14) est réalisé en quartz avec un diamètre interne compris entre 7 et 9 millimètres ;

et en ce que le générateur de flashes lumineux comporte un organe de supervision connecté aux moyens de décharge (I1, I2) des circuits électriques de décharge (Cd) et d'ionisation (Ci) ainsi qu'au générateur

de courant (Gc) du circuit d'alimentation *simmer* (Cs), l'organe de supervision comportant des moyens de commande d'un mode pseudo-*simmer* dans lequel, avant chaque arc électrique de décharge (A4), l'organe de supervision commande la génération d'un moins un arc d'ionisation (A3) et un déplacement du plasma (P) au moyen de l'au moins un générateur de champ magnétique (30-36) lors de l'application du courant *simmer* jusqu'à ce que le plasma (P) soit sensiblement disposé sur l'axe de révolution (Ar) du tube (14).

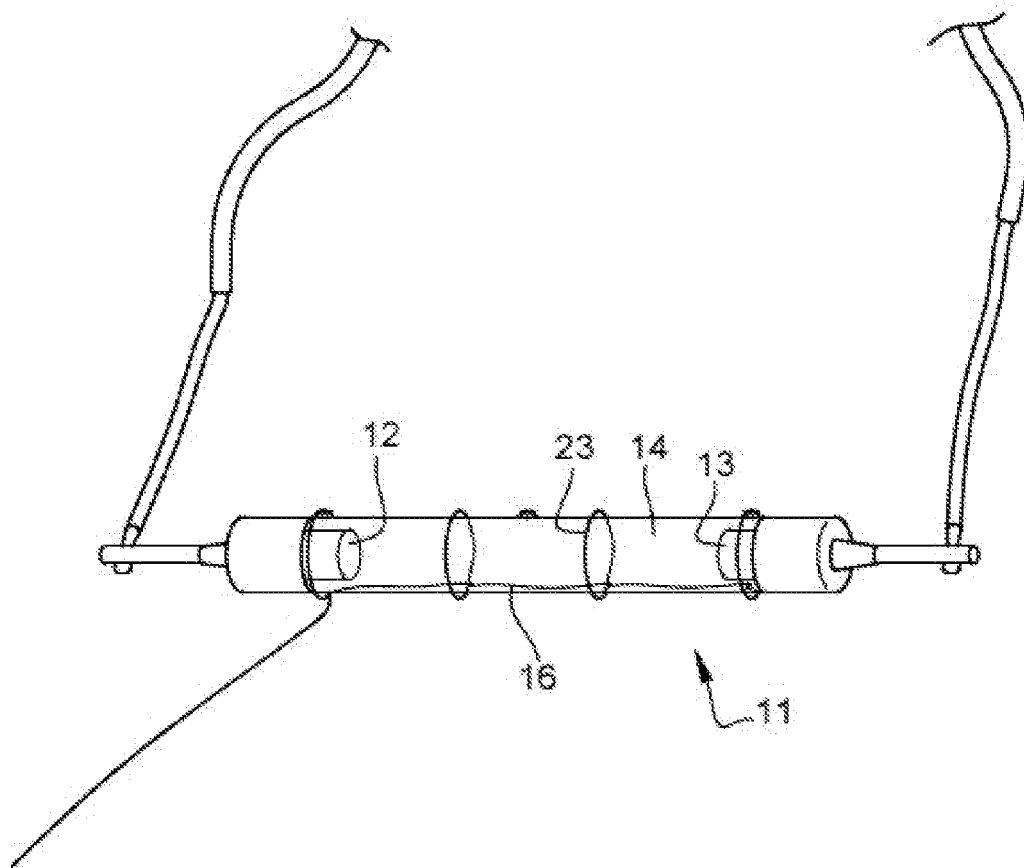
- [Revendication 2] Générateur de flashes lumineux selon la revendication 1, **dans lequel** la durée de déplacement du plasma (P) est comprise entre 2 et 20 milli-secondes.
- [Revendication 3] Générateur de flashes lumineux selon la revendication 1 et 2, **dans lequel** l'électrode d'ionisation est constituée d'un fil électrique conducteur (16) disposé à l'extérieur du tube hermétique (14) et connecté au circuit électrique d'ionisation (Ci), le fil électrique conducteur (16) s'étendant le long du tube hermétique (14) de sorte à guider l'ionisation générée par le circuit électrique d'ionisation (Ci) à proximité du fil électrique conducteur (16).
- [Revendication 4] Générateur de flashes lumineux selon la revendication 1 et 2, **dans lequel** l'électrode d'ionisation est constituée d'une lame métallique (15) disposée à l'extérieur du tube hermétique (14) et connectée au circuit électrique d'ionisation (Ci), la lame métallique (15) s'étendant le long du tube hermétique (14) de sorte à guider l'ionisation générée par le circuit électrique d'ionisation (Ci) à proximité de la lame métallique (15).
- [Revendication 5] Générateur de flashes lumineux selon la revendication 1 et 2, **dans lequel** l'électrode d'ionisation est constituée de l'une des deux électrodes de décharge (12, 13) de la lampe à décharge (14) connectée au circuit électrique d'ionisation (Ci), le générateur de flashes lumineux comportant également un fil électrique conducteur (16) ou une lame métallique (15) s'étendant le long du tube hermétique (14) et à l'extérieur de ce dernier de sorte à guider l'ionisation générée par le circuit électrique d'ionisation (Ci) à proximité du fil électrique conducteur (16) ou de la lame métallique (15).
- [Revendication 6] Générateur de flashes lumineux selon la revendication 1, **dans lequel** le générateur de flashes lumineux comporte un organe de supervision connecté aux moyens de décharge (I1, I2) des circuits électriques de décharge (Cd) et d'ionisation (Ci) ainsi qu'au générateur de courant

(Gc) du circuit d'alimentation *simmer* (Cs), l'organe de supervision comportant des moyens de commande d'un mode *simmer* dans lequel plusieurs arcs électriques de décharge (A4) consécutifs sont générés à partir d'un seul arc d'ionisation (A3) et en maintenant l'application du courant *simmer*, les déplacements du plasma (P) étant réalisés par un champ magnétique de confinement.

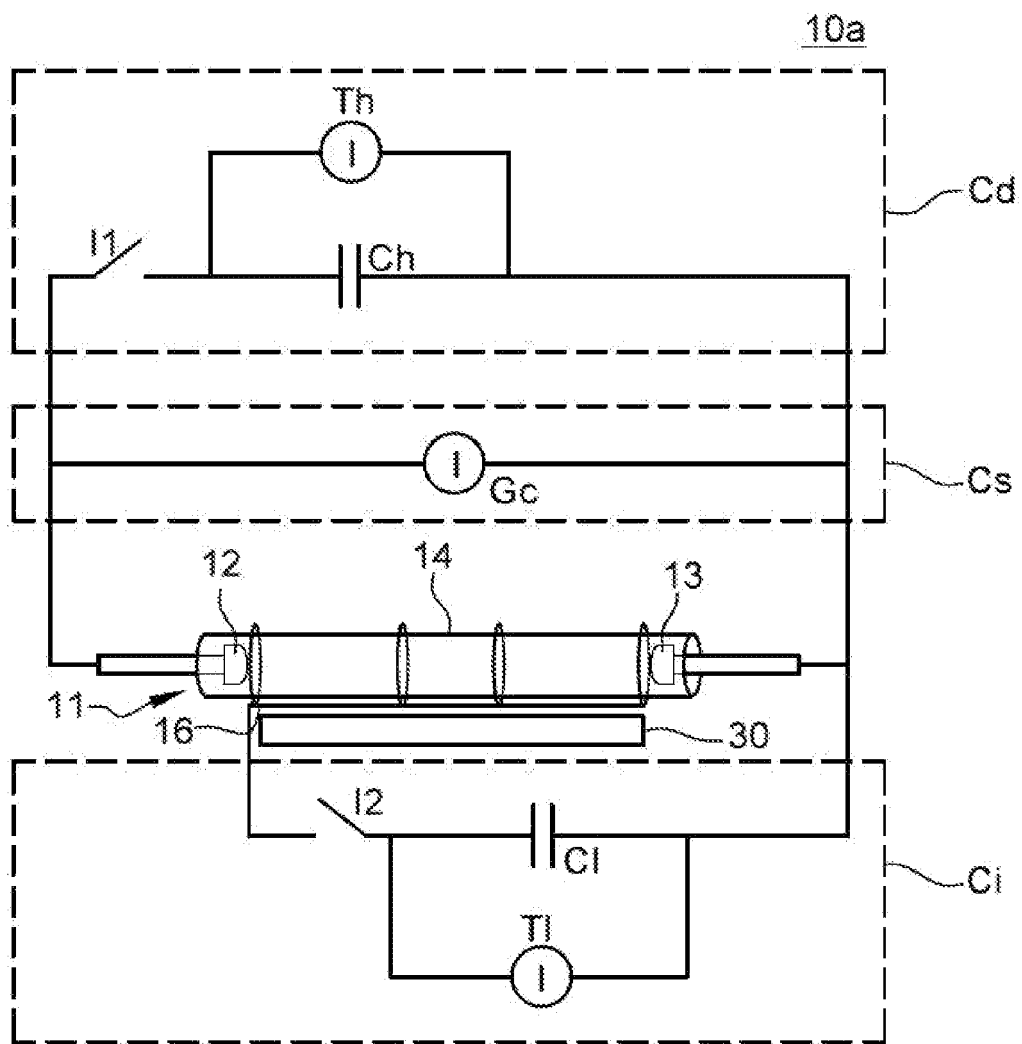
[Revendication 7] Générateur de flashes lumineux selon l'une des revendications 1 à 5, ***dans lequel*** l'au moins un générateur de champ magnétique (30-36) est constitué d'un aimant ou d'un électro-aimant.

[Revendication 8] Générateur de flashes lumineux selon l'une des revendications 1 à 6, ***dans lequel*** le générateur de flashes lumineux (10a-10c) est configuré pour générer des flashes dans la bande de longueurs d'onde comprises entre 240 et 300 nanomètres.

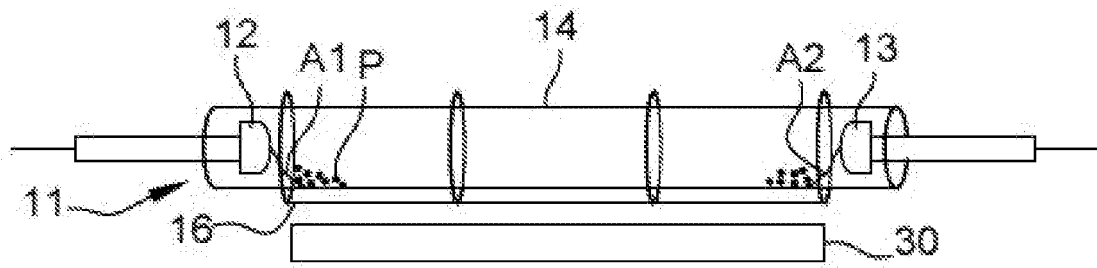
[Fig. 1]



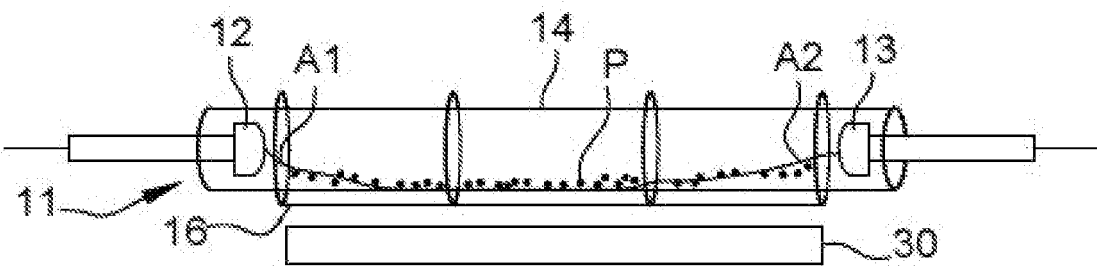
[Fig. 2]



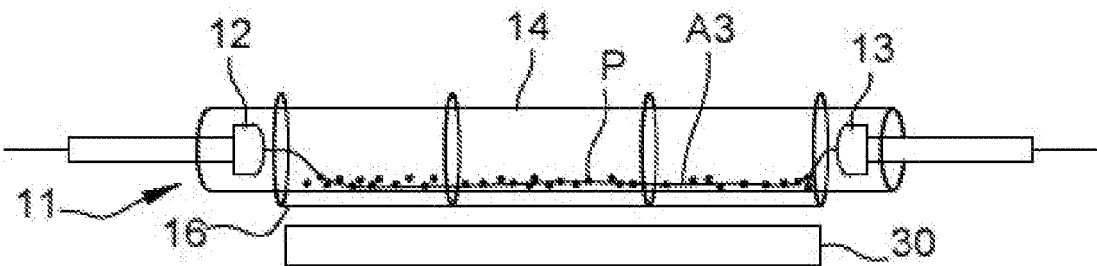
[Fig. 3a]



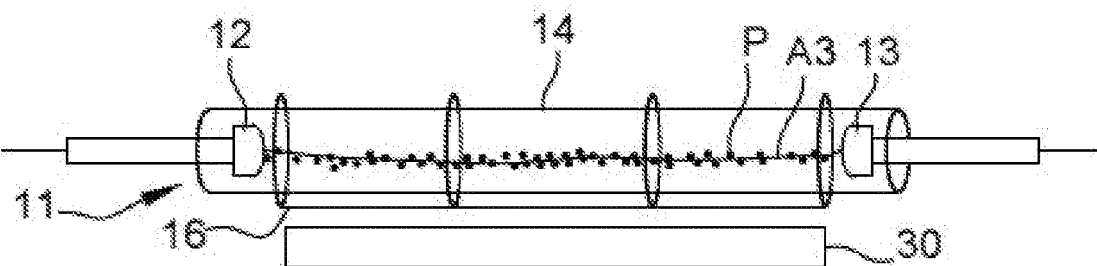
[Fig. 3b]



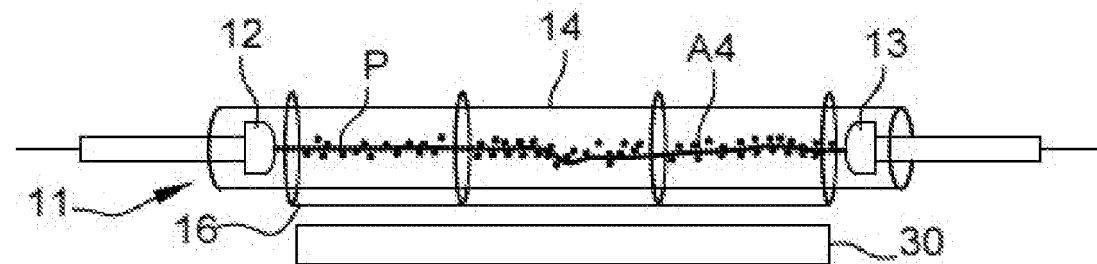
[Fig. 3c]



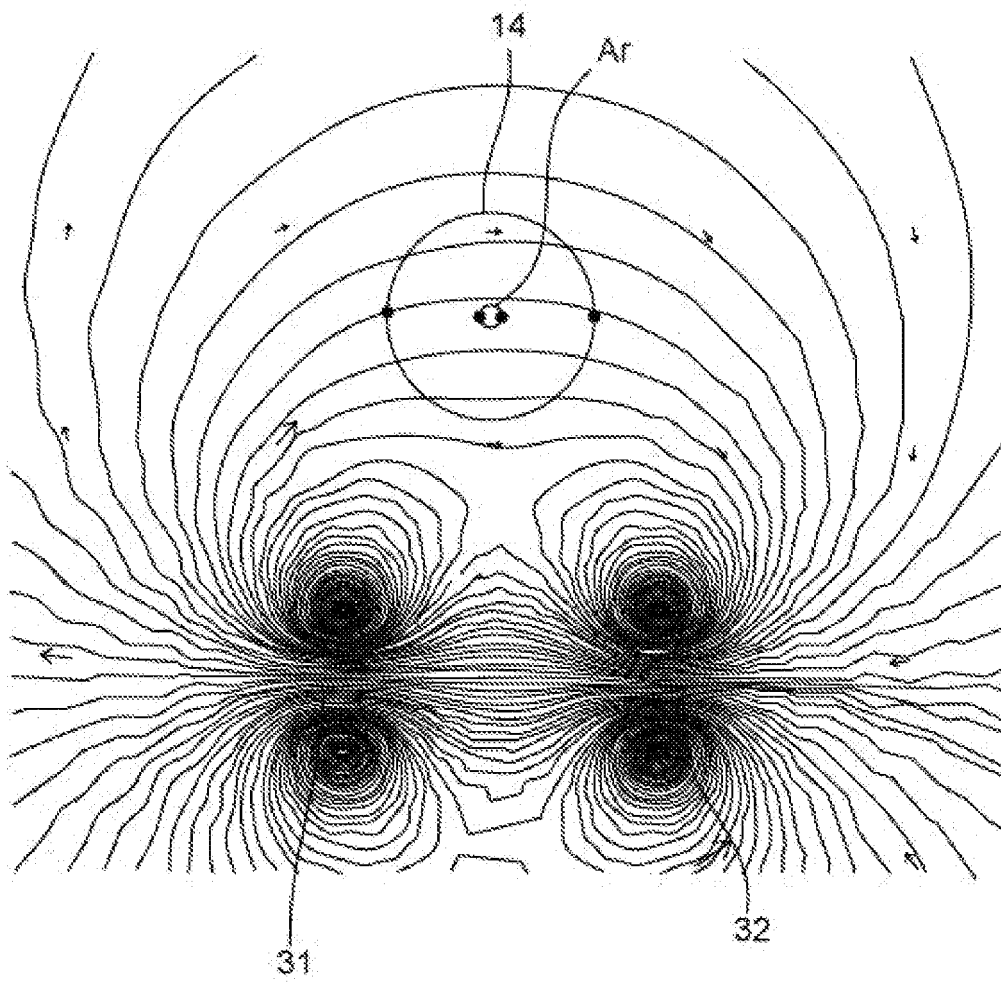
[Fig. 3d]



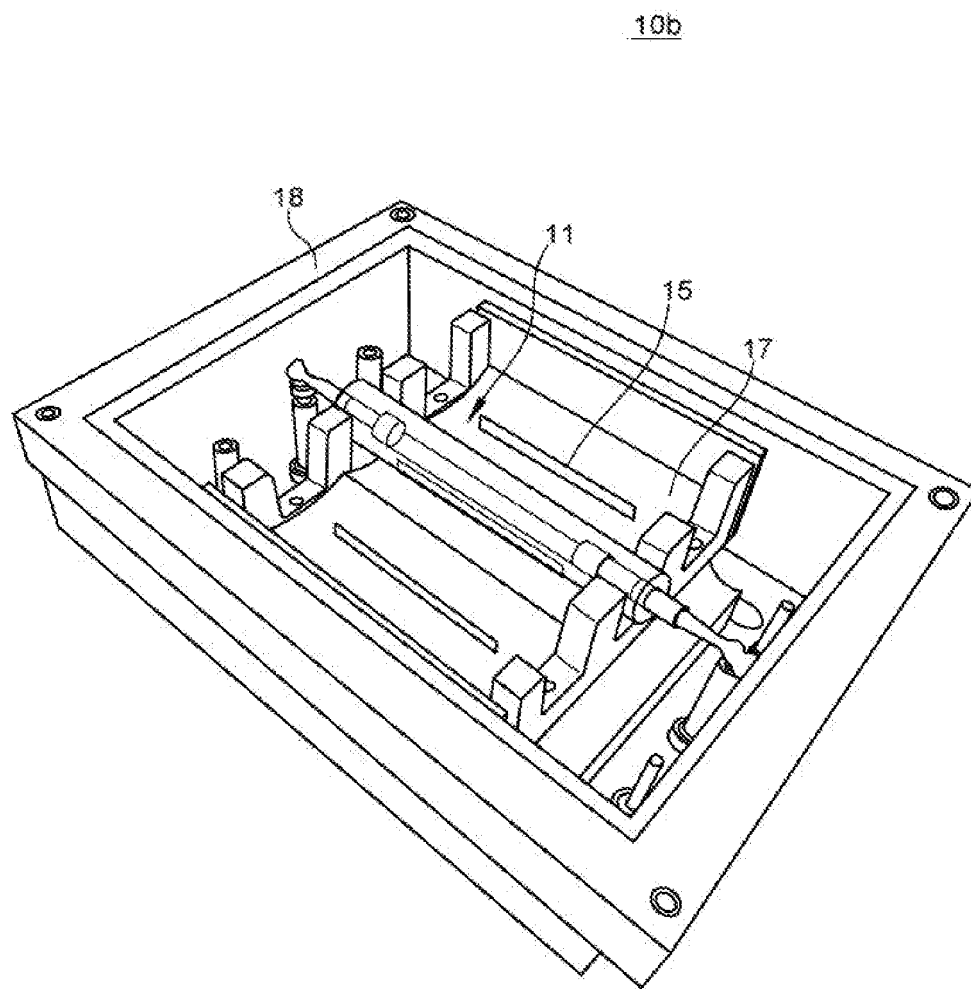
[Fig. 3e]



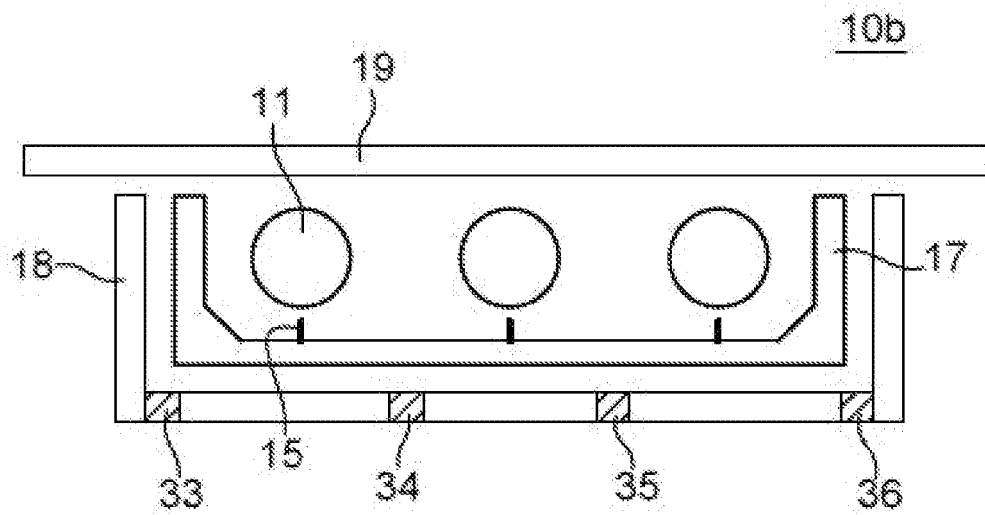
[Fig. 4]



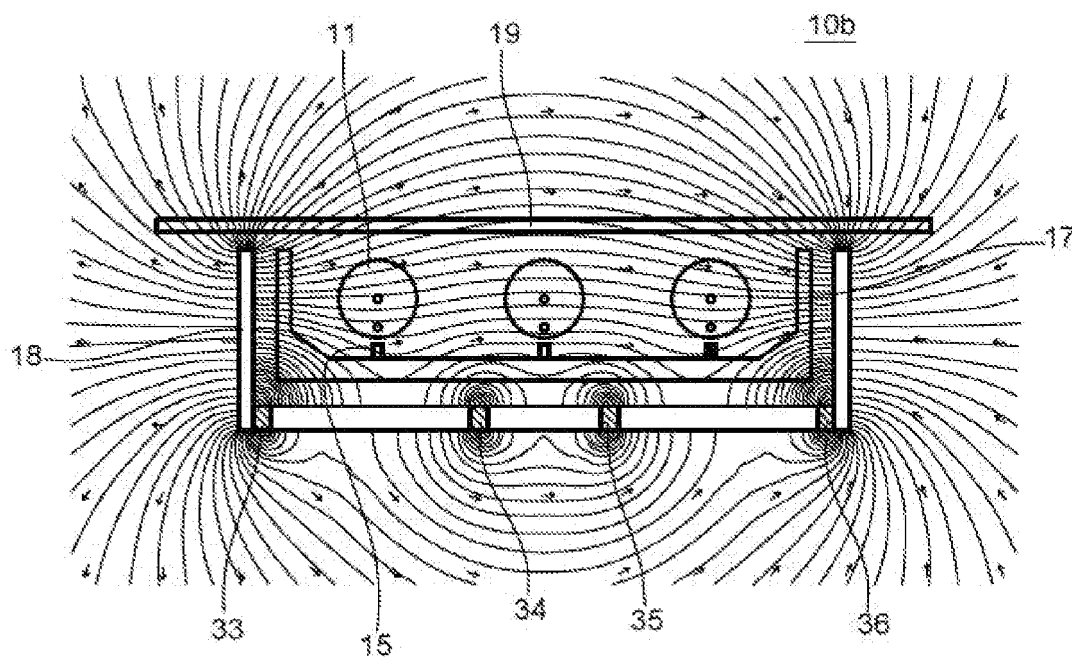
[Fig. 5]



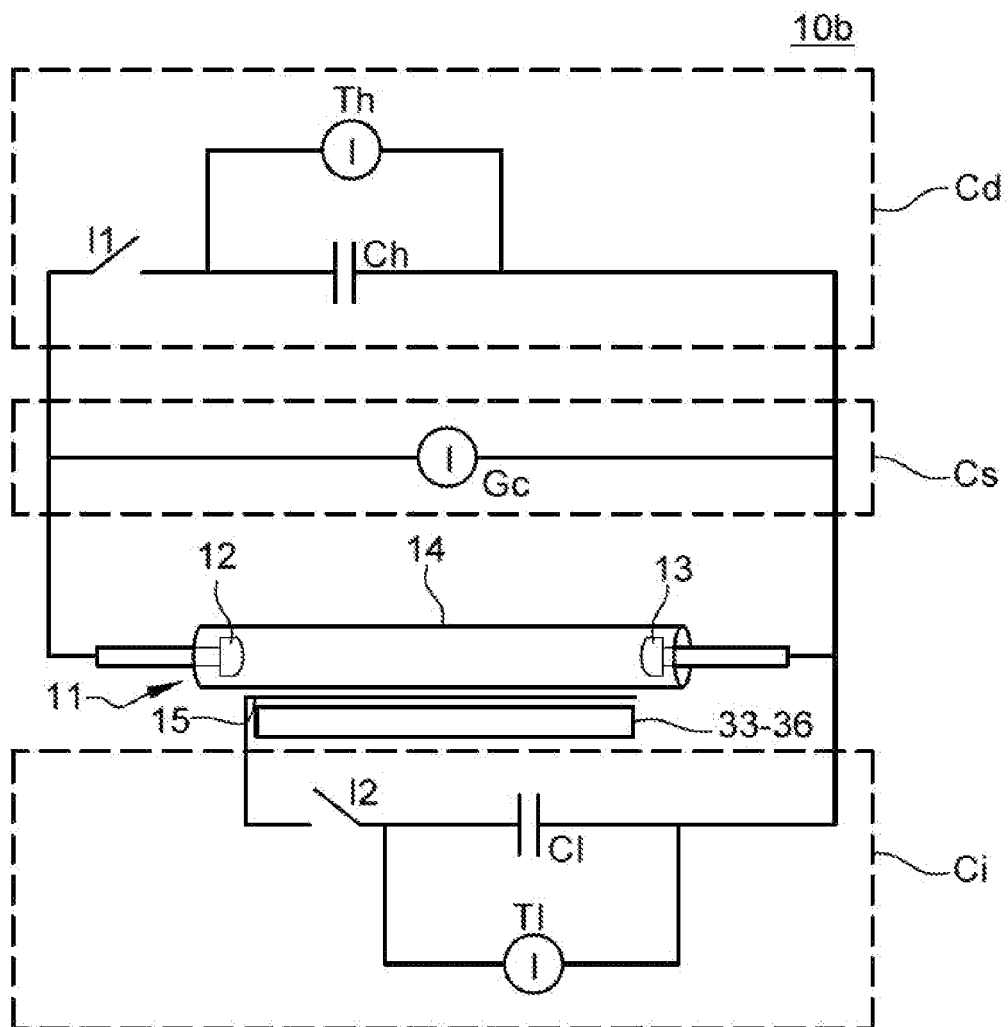
[Fig. 6a]



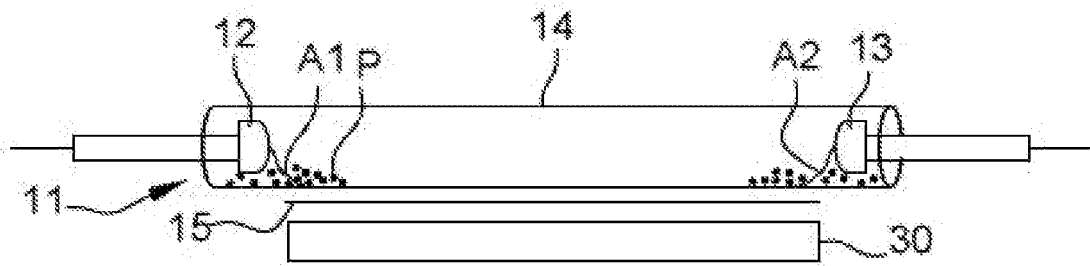
[Fig. 6b]



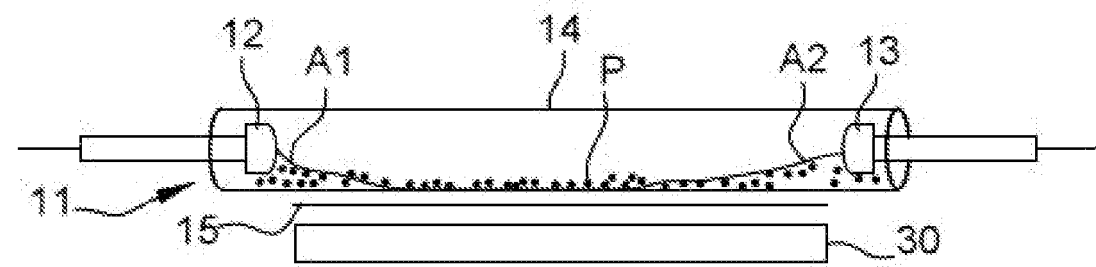
[Fig. 7]



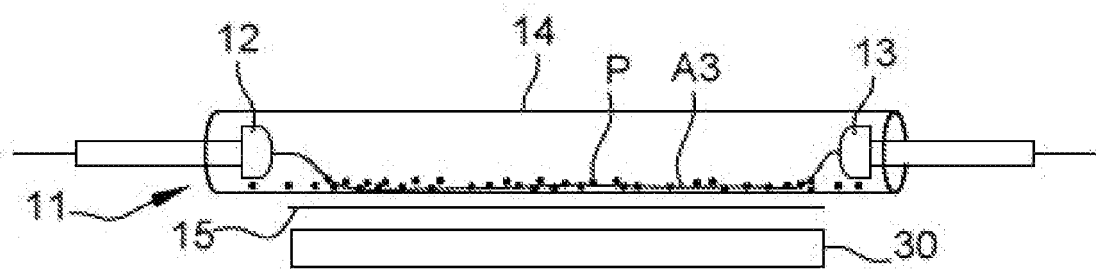
[Fig. 8a]



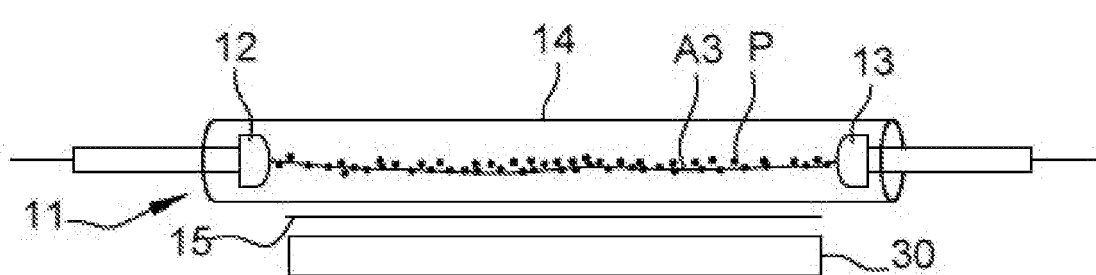
[Fig. 8b]



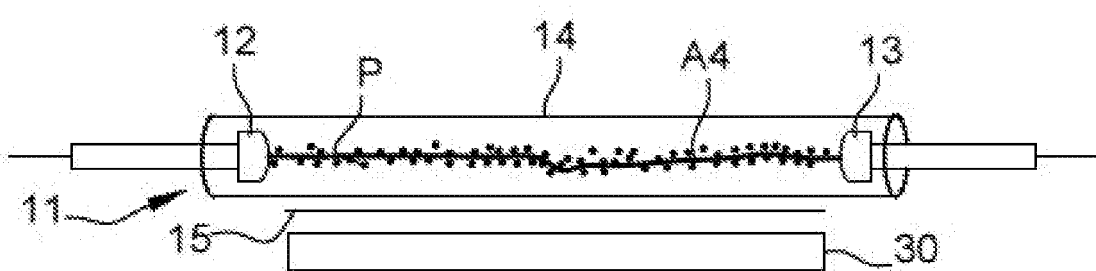
[Fig. 8c]



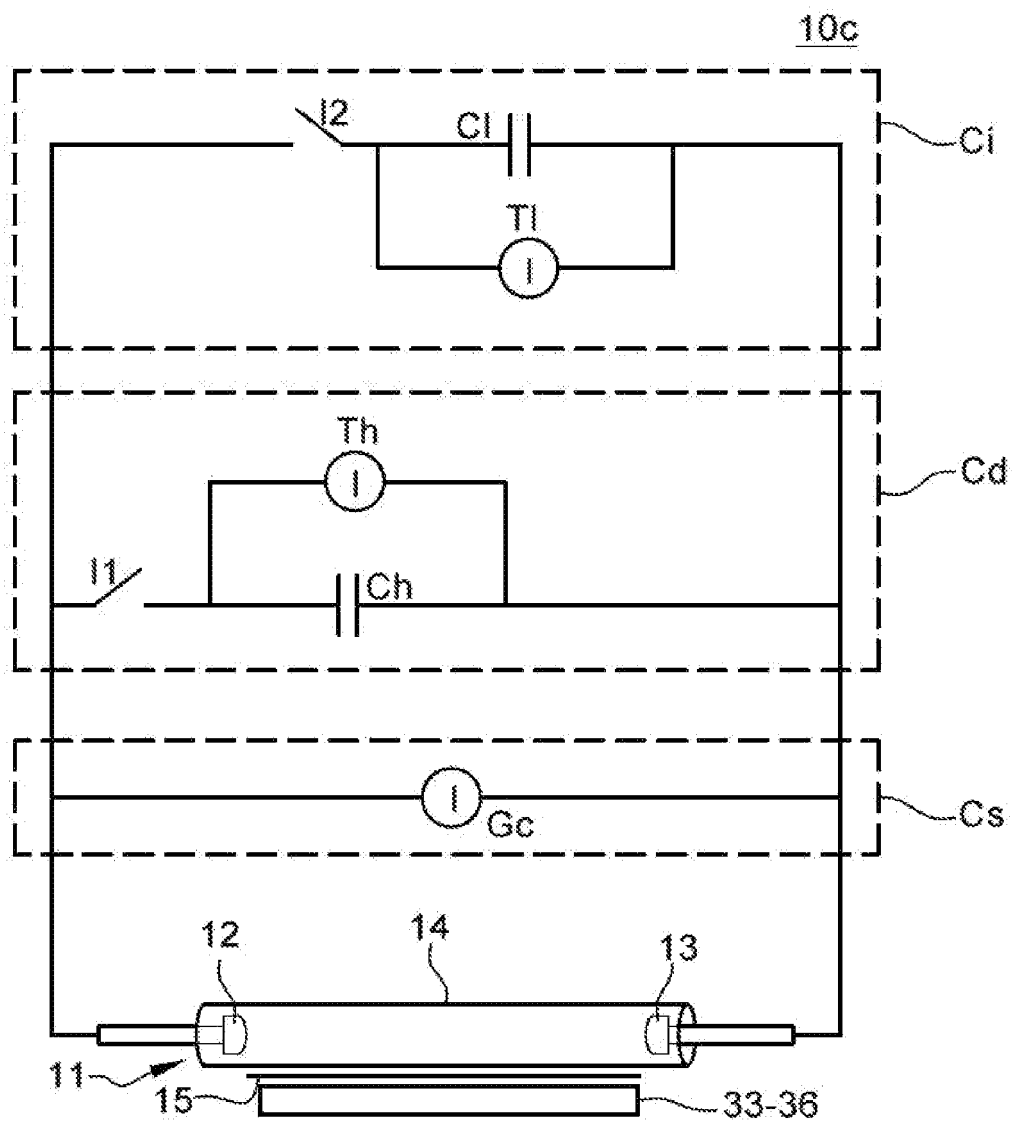
[Fig. 8d]



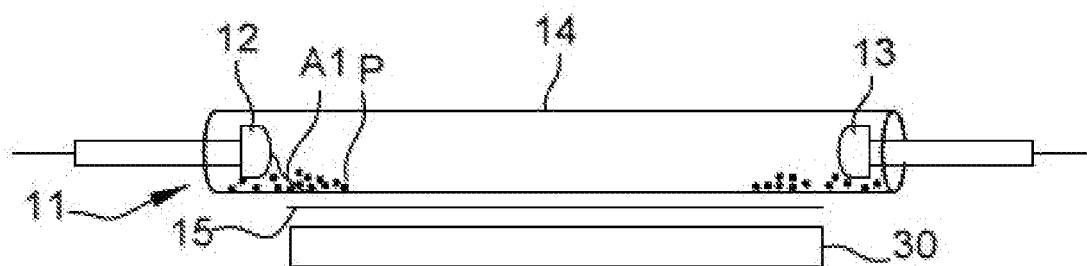
[Fig. 8e]



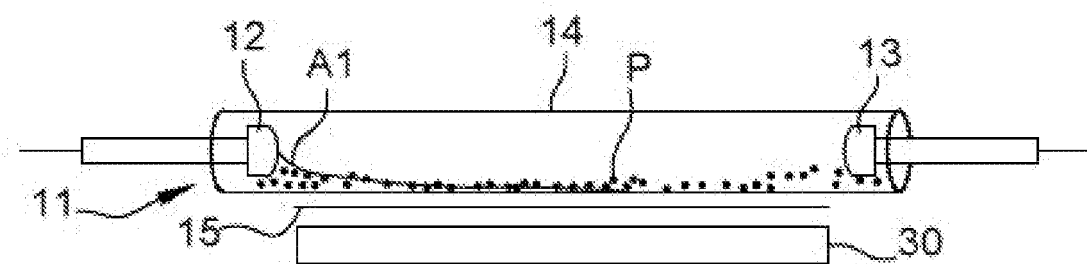
[Fig. 9]



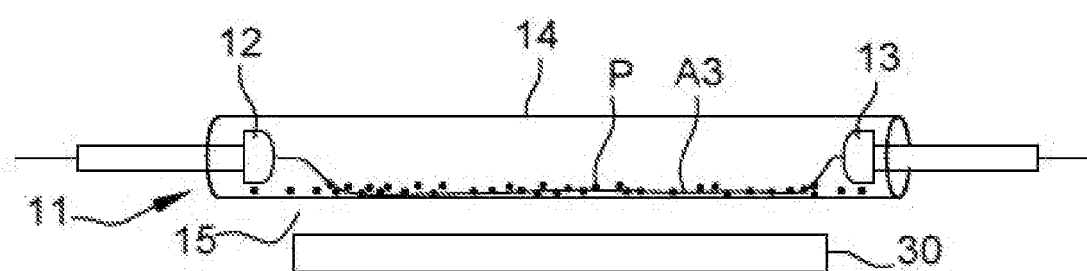
[Fig. 10a]



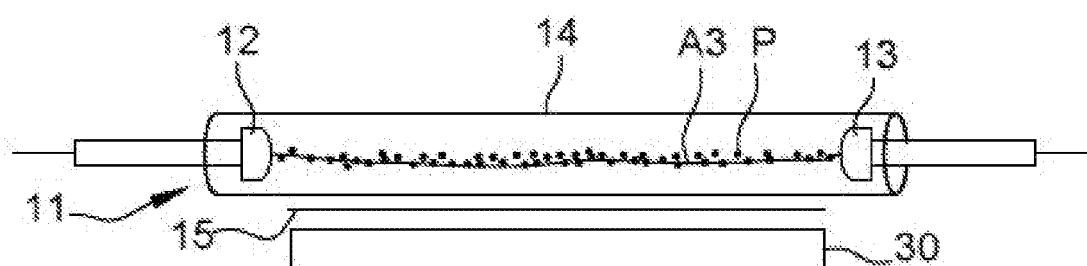
[Fig. 10b]



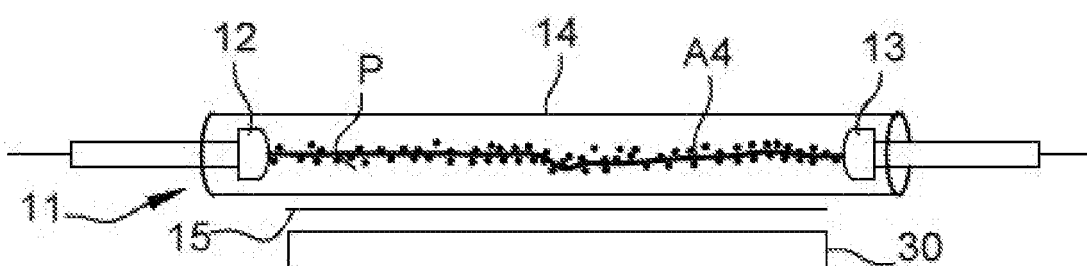
[Fig. 10c]



[Fig. 10d]



[Fig. 10e]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2007/046167 A1 (LANTIS ROBERT M [US] ET
AL) 1 mars 2007 (2007-03-01)

JP 2007 109508 A (USHIO ELECTRIC INC)
26 avril 2007 (2007-04-26)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT