



(11) **EP 1 535 307 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
19.06.2013 Bulletin 2013/25

(51) Int Cl.:
H01J 61/56 ^(2006.01) **H01J 61/52** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **03761657.0**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2003/002002

(22) Date de dépôt: **27.06.2003**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/003964 (08.01.2004 Gazette 2004/02)

(54) **SOURCE DE RAYONNEMENT, NOTAMMENT ULTRAVIOLET, A DECHARGES**

ENTLADUNGSSTRAHLUNGSQUELLE INSBESONDERE FÜR UV-STRahlung

DISCHARGE RADIATION SOURCE, IN PARTICULAR UV RADIATION

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

- **POUVESLE, Jean-Michel**
F-45750 Saint-Pryve-Saint-Mesmin (FR)
- **ROBERT, Eric**
F-45100 Orléans (FR)
- **VILADROSA, Raymond**
F-45150 Darvoy (FR)

(30) Priorité: **28.06.2002 FR 0208149**

(43) Date de publication de la demande:
01.06.2005 Bulletin 2005/22

(74) Mandataire: **Domenego, Bertrand et al**
Cabinet Lavoix
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(73) Titulaires:

- **CENTRE NATIONAL DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)**
75016 Paris (FR)
- **Université d'Orleans**
45067 Orleans Cedex 2 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 887 836

(72) Inventeurs:

- **CACHONCINLLE, Christophe**
F-45000 Orleans (FR)
- **DUSSART, Rémi**
F-45750 St-Pryve-Saint Mesmin (FR)
- **FLEURIER, Claude**
F-45240 Marcilly en Vilette (FR)

- **ROBERT ET AL.: "Spectroscopic and energetic
investigation of capillary discharges devoted to
EUV production for new lithography generation"
EMERGING LITHOGRAPHIC TECHNOLOGIES V,
PROCEEDINGS OF SPIE, vol. 4343, août 2001
(2001-08), pages 566-575, XP008018784
Bellingham, USA cité dans la demande**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 535 307 B1

Description

[0001] L'invention concerne une source de rayonnement, et notamment une source de rayonnement dans le domaine spectral ultraviolet ou ultraviolet extrême.

[0002] Un domaine d'application de l'invention concerne la production de rayonnement ultraviolet utilisé dans la fabrication par lithographie de circuits intégrés.

[0003] L'augmentation de la densité d'intégration des circuits intégrés implique nécessairement une diminution des dimensions de leurs parties constitutives.

[0004] Ainsi, on souhaite réaliser des circuits ayant des parties constitutives de dimensions inférieures à 70 nanomètres en utilisant des sources de rayonnement ultraviolet, d'où la nécessité de diminuer à des valeurs inférieures la longueur d'onde du rayonnement ultraviolet produit par celles-ci, par exemple à 13,5 nanomètres.

[0005] Il existe plusieurs types de sources pouvant émettre dans le domaine extrême ultraviolet : des sources synchrotrons, des sources de rayonnement produites par laser et des sources produites par décharges électriques.

[0006] Le document "Spectroscopic and energetic investigation of capillary discharges devoted to EUV production for new lithography generation" de Eric Robert, Branimir Blagojevic, Rémi Dussart, Smruti R. Mohanty, Moulay M. Idrissy, Dunpin Hong, Raymond Viladrosa, Jean-Michel Pouvesle, Claude Fleurier et Christophe Cachoncinlle, « Emerging Lithographic Technologies V, Proceedings of SPIE » Vol. 4343 (2001) décrit une source de rayonnement dans le domaine extrême ultraviolet, par décharges électriques.

[0007] La décharge se produit entre une anode et une cathode dans un espace rempli de gaz. La décharge excite les molécules de gaz qui émettent un rayonnement pour se désexciter.

[0008] L'un des inconvénients des sources de rayonnement à décharge est leur faible quantité d'énergie rayonnée.

[0009] L'invention vise à obtenir une source de rayonnement par décharge permettant d'augmenter la quantité d'énergie rayonnée.

[0010] A cet effet, l'invention a pour objet une source de rayonnement, selon la revendication 1.

[0011] Les inventeurs ont découvert que dans les sources connues la liaison du conduit d'introduction du gaz dans l'espace de décharge à la cathode était la cause de l'apparition d'un grand nombre de décharges dans le gaz situé dans le conduit d'introduction et non dans l'espace de décharge, diminuant ainsi d'autant plus la quantité d'énergie rayonnée. La demande de brevet EP 0887836 A divulgue un dispositif chambre à réaction générant une décharge à gaz.

[0012] Grâce à l'invention, le nombre de décharges électriques parasites dans le gaz se trouvant dans le conduit d'introduction est diminué voire éliminé, ce qui augmente le nombre de décharges ayant lieu dans l'espace de décharge et par conséquent la quantité d'énergie

rayonnée.

[0013] Suivant d'autres caractéristiques de l'invention,

- le potentiel fixe et l'anode sont à la masse et le conduit d'introduction de gaz est relié électriquement à la cathode ;
- la source comporte en outre un système de refroidissement de l'anode ;
- le système de refroidissement est à circulation de fluide de refroidissement dans ou sur l'anode ;
- le fluide de refroidissement comprend de l'eau ;
- ou le fluide de refroidissement comprend de l'air ;
- ou le fluide de refroidissement comprend de l'huile ;
- l'impédance électrique formée par le conduit d'amenée de gaz comprend une inductance électrique ;
- entre sa partie reliée au potentiel fixe et sa partie reliée au conduit d'introduction de gaz, le conduit d'amenée de gaz comprend un matériau conducteur de l'électricité et est enroulé pour former ladite inductance ;
- le conduit d'amenée de gaz est enroulé contre et à distance d'une pièce électriquement isolante d'assemblage de la source ;
- les moyens de création de décharge dans l'espace de décharge comportent au moins un condensateur de stockage de charge relié électriquement par une première borne à la cathode et par une deuxième borne à une première borne d'au moins un condensateur de commutation relié électriquement par sa deuxième borne à l'anode, des moyens de commutation électrique étant prévus entre les première et deuxième bornes du au moins un condensateur de commutation et une source de tension de charge étant prévue entre les première et deuxième bornes du au moins un condensateur de commutation ;
- les moyens de commutation comprennent un interrupteur piloté en mode mono-coup ;
- ou les moyens de commutation comportent un interrupteur piloté en mode pulsé à une fréquence de répétition inférieure ou égale à 10 kHz ;
- la source de tension de charge et les moyens de commutation sont tels que le au moins un condensateur de stockage de charge est chargé par la source de tension de charge peu avant la commutation des moyens de commutation ;
- une pluralité de condensateurs de stockage de charge sont prévus, la cathode comporte une partie annulaire connectée à une partie centrale reliée à l'espace de décharge, et les condensateurs de stockage de charge sont répartis autour de la partie centrale en étant reliés par leur première borne à la partie annulaire et par leur deuxième borne à un anneau conducteur connecté électriquement à la première borne du au moins un condensateur de commutation ;
- l'anode comporte un trou tronconique de passage du rayonnement émis dans l'espace de décharge, le trou étant raccordé par sa petite base à l'espace

de décharge et par sa grande base vers l'extérieur pour le passage vers l'extérieur du rayonnement émis dans l'espace de décharge ;

- ou l'anode comporte un trou central cylindrique de passage du rayonnement émis dans l'espace de décharge, le trou étant raccordé à l'espace de décharge pour le passage vers l'extérieur du rayonnement émis dans l'espace de décharge ;
- la cathode comporte un trou central tronconique de passage de gaz, dont la petite base est raccordée à l'espace de décharge et dont la grande base est raccordée au conduit d'introduction de gaz ;
- ou la cathode comporte un trou central cylindrique de passage de gaz, raccordé d'une part à l'espace de décharge et d'autre part au conduit d'introduction de gaz.

[0014] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement en coupe axiale une source de rayonnement suivant l'invention ;
- la figure 2 représente schématiquement la source suivant la figure 1 vue de l'arrière; et
- la figure 3 représente schématiquement en vue de côté la source suivant les figures 1 et 2.

[0015] Aux figures, la source 1 de rayonnement suivant l'invention comporte une anode 2 et une cathode 3, toutes deux conductrices de l'électricité et séparées l'une de l'autre par un espace 4 de décharge électrique.

[0016] L'anode 2 est par exemple formée par une pièce de forme générale cylindrique circulaire métallique d'axe longitudinal 5, tandis que la cathode 3 est par exemple formée par une pièce métallique en forme de chapeau, comportant une partie centrale 6 en forme de pot cylindrique circulaire d'axe 5, dont le fond 7 est tourné vers l'espace 4 de décharge et dont la partie ouverte est raccordée à une partie annulaire 8 d'axe 5. L'anode et/ou la cathode sont en des matériaux conducteurs ayant un point de fusion élevé, par exemple en tungstène thorié, par exemple à 3%.

[0017] L'espace 4 de décharge est par exemple formé par un capillaire dirigé suivant l'axe 5 et délimité transversalement à l'axe 5 par un disque 9 électriquement isolant monté entre le fond 7 de la partie 6 et l'anode 2. L'anode 2 comporte en son centre un trou tronconique 10, par exemple de demi-angle au sommet égal à 25°, dont la petite base est raccordée à l'espace 4 de décharge et dont la grande base 11, éloignée de l'espace 4 de décharge et du disque 9, s'ouvre vers l'extérieur pour laisser passer le rayonnement émis par la décharge dans l'espace 4. Le fond 7 de la cathode 3 comporte également un trou tronconique 12, par exemple de demi-angle au sommet égal à 25°, dont la petite base est raccordée à

l'espace 4 de décharge et dont la grande base est dirigée vers la partie annulaire 8. Les trous 10 et 12 peuvent également être cylindriques d'axe 5. Le disque 9 est par exemple en céramique et d'une épaisseur longitudinale de 0.1 à 40 mm et par exemple égale à 10 mm.

[0018] Un anneau 13 conducteur de l'électricité et d'axe 5 est fixé autour de la partie centrale 6, à distance de la partie annulaire 8, de manière électriquement isolante de la partie 6. Une pluralité de condensateurs 14 de stockage de charge est disposée autour de la partie centrale 6 en étant connecté par leur première borne électrique 15 à la partie annulaire 8 et par leur deuxième borne électrique 16 à l'anneau 13. En outre, l'anneau 13 est relié, sur une partie de son côté éloigné du côté de connexion aux bornes 16, à un conducteur 17 de connexion à une première borne électrique 18 d'un ou de plusieurs condensateurs 19 de commutation reliés par sa ou leur deuxième borne électrique 20 à un anneau 21 conducteur, par exemple en acier, au centre duquel est montée l'anode 2, l'anode 2 étant en contact électrique avec la face intérieure 22 de l'anneau 21 par l'intermédiaire d'une pièce 23 de contact.

[0019] Le circuit électrique pour créer des décharges dans l'espace 4 est par exemple du type Blumlein, ainsi que cela est connu.

[0020] Entre les bornes 18 et 20 de la capacité 19 de commutation sont prévus des moyens de commutation électrique non représentés pour les relier entre elles, ceux-ci comprenant par exemple un thyatron ou tout autre commutateur adéquat et étant par exemple pilotés par un générateur externe délivrant des impulsions de courant à des fréquences de répétition pouvant aller de 1 Hz à 10 kHz, notamment de 1 Hz à 5 kHz, et par exemple égale à 1 kHz.

[0021] Entre les bornes 18 et 20 du condensateur 19 de commutation est prévue, en parallèle avec les moyens de commutation, une source de tension, par exemple continue d'une valeur pouvant aller jusqu'à 30 kV ou pulsé suivant une fréquence comprise entre 0,1 et 1 kHz et par exemple égale à 1 kHz.

[0022] A la figure 2, six condensateurs 14 de stockage de charge sont représentés, chacun d'une valeur de 4 nF pouvant supporter 20 kV. Toutefois, un nombre quelconque de condensateurs 14 peut être prévu pour une capacité globale comprise entre quelques nF et quelques dizaines de nF, et par exemple un seul condensateur 14.

[0023] Un anneau 24 de centrage électriquement isolant est monté entre l'anneau 21 et le disque 9 autour de l'anode 2. Devant et au centre de l'anneau 21 est montée une pièce cylindrique 25 d'axe 5, comportant une ouverture extérieure 26 laissant passer le rayonnement venant du trou 10.

[0024] Un conduit 30 d'introduction de gaz de décharge dans l'espace 4 de décharge est monté sur la cathode 3, à l'intérieur de sa partie centrale 6. Le conduit 30 d'introduction de gaz comporte une paroi longitudinale 31 délimitant un espace 32 cylindrique circulaire longitudinal de passage de gaz, qui aboutit d'une part de manière

étanche au gaz au trou 12 et qui est obturé d'autre part de manière étanche au gaz par un bouchon 33 fixé de manière étanche au gaz, par exemple vissé, à l'intérieur de la paroi 31.

[0025] Un anneau 34 électriquement isolant est monté contre la partie annulaire 8, et est traversé en son centre par le conduit 30 d'introduction de gaz. Les anneaux 21 et 34 sont fixés l'un à l'autre par l'intermédiaire de tiges 35 disposées autour des éléments mentionnés ci-dessus et électriquement isolantes, par exemple en PVC. Chaque tige 35 est fixée sur l'anneau 34 et l'anneau 21 par des vis 36, respectivement 37 de compression longitudinale. Les anneaux 21 et 34 sont comprimés longitudinalement l'un vers l'autre par les tiges 35 afin que les liaisons entre le conduit 30 d'introduction de gaz et la cathode 3, la cathode 3 et l'espace 4 de décharge, l'espace 4 de décharge et l'anode 2 soient rendues étanches au gaz.

[0026] La paroi 31 du conduit 30 d'introduction de gaz comporte un trou traversant transversal 41, qui débouche d'une part dans l'espace 32 de passage de gaz et dans lequel est inséré d'autre part de manière étanche au gaz un raccord 42 d'un conduit 43 d'amenée de gaz de décharge.

[0027] Le conduit 43 d'amenée de gaz comporte une partie 44, éloignée du raccord 42 et reliée à un potentiel électrique fixe.

[0028] Le conduit 43 d'amenée de gaz est relié, en amont de ou en sa partie 44 à une source 50 de gaz de décharge, pour envoyer le gaz par le conduit 43, le raccord 42, l'espace 32 de passage et le trou 12 dans l'espace 4 de décharge. Le raccord 42 est conducteur de l'électricité et métallique. La charge préalable des condensateurs 14 de stockage puis la commande adéquate des moyens de commutation provoque l'apparition d'une décharge électrique dans le gaz présent dans l'espace 4 de décharge et l'émission d'un rayonnement dans celui-ci vers le trou 10 et l'ouverture 26. Le gaz est par exemple du xénon, de l'oxygène de l'azote, de l'argon ou du krypton. Le gaz est par exemple choisi pour produire par décharges un rayonnement ultraviolet extrême ayant une longueur d'onde comprise entre 10 et 50 nm et par exemple de 13,5 nm.

[0029] Le conduit 43 d'amenée de gaz est tel qu'il définit, entre sa partie 44 reliée au potentiel fixe et sa partie 42 reliée au conduit 30 d'introduction de gaz une impédance électrique faisant obstacle à la création de décharges électriques à l'intérieur du conduit 30 d'introduction de gaz.

[0030] Par exemple, ce potentiel fixe est à la masse de même que l'anode, tandis que la cathode est à un potentiel inférieur à celui de la masse, ce qui permet avantageusement de prévoir un système de refroidissement par circulation de tout fluide de refroidissement dans le corps de l'anode 2 ou sur le corps de celle-ci, que le fluide de refroidissement soit conducteur de l'électricité ou non. A la figure 1, le système de refroidissement de l'anode 2 comprend un évidement 45 dans le corps

de celle-ci, dans lequel circule le fluide de refroidissement. L'invention offre ainsi la possibilité d'utiliser un fluide de refroidissement bon caloporteur, tel que l'eau, qui conduit l'électricité et qui est bon marché. Le fluide de refroidissement peut être ou comprendre de l'eau, de l'air ou de l'huile.

[0031] L'impédance formée par le conduit 43 d'amenée de gaz entre sa partie 42 et sa partie 44 comprend par exemple une inductance électrique, formée par l'enroulement du conduit 43 partiellement ou entièrement en matériau conducteur de l'électricité entre ses parties 42 et 44. Cet enroulement est par exemple formé par un peu plus d'un tour du conduit 43 à partir de la partie 42 vers la partie 44 autour du conduit 30. Le conduit 43 se trouve à distance de l'anneau 34 et des autres parties de la source 1, et est entouré transversalement et à distance par les tiges 35 et les vis 36. La disposition du conduit 43 d'amenée de gaz à distance et contre l'anneau 34 permet de diminuer son encombrement.

[0032] L'enroulement du conduit 43 d'amenée de gaz est en spirale, ainsi que représenté à la figure 3, avoir sa partie intérieure 45 et radialement proche du conduit 30 d'introduction de gaz plus proche longitudinalement de l'anneau 34 que ne l'est sa partie radialement extérieure 46 et éloignée du conduit 30.

[0033] Ainsi l'inductance électrique formée par le conduit 43 d'amenée de gaz a-t-elle une valeur permettant d'annihiler les décharges électriques dans le conduit 30 d'introduction de gaz. Le conduit 43 d'amenée de gaz permet à la fois d'empêcher les décharges électriques d'apparaître dans le conduit 30 d'introduction de gaz et d'alimenter en gaz ce dernier, en faisant l'économie de composants électriques supplémentaires.

[0034] Ainsi, l'énergie électrique alimentant les condensateurs 14 de stockage pour les charger n'est-elle plus gaspillée en décharges électriques parasites dans le conduit 30 d'introduction de gaz, augmentant ainsi le rendement énergétique d'émission de rayonnement de la source, à alimentation électrique égale.

[0035] En outre, ce rendement est encore augmenté en ne chargeant les condensateurs 14 de stockage qu'immédiatement ou peu avant chaque commutation des moyens de commutation. Cette commutation peut être effectuée en mode mono-coup ou en mode pulsé jusqu'à 10 kHz.

Revendications

1. Source de rayonnement, comportant :

- une anode (2),
- une cathode (3, 8),
- un espace (4) de décharge électrique entre l'anode (2) et la cathode (3),
- des moyens (13 à 23) pour créer dans le gaz présent dans l'espace (4) de décharge une décharge électrique provoquant l'émission du

rayonnement vers l'extérieur, une pièce (34) électriquement isolante d'assemblage de la source,

- un conduit (30) d'introduction de gaz dans l'espace (4) de décharge, le conduit (30) d'introduction de gaz étant relié électriquement à l'anode (2) ou à la cathode (3, 8), et étant alimenté en gaz par un conduit (43) d'amenée de gaz **caractérisée en ce que** le conduit d'amenée de gaz est agencé pour former entre sa partie (42) reliée au conduit (30) d'introduction de gaz et une autre (44) de ses parties, reliée à un potentiel fixe, une impédance électrique, et que entre

la partie (44) reliée au potentiel fixe et la partie (42) reliée au conduit (30) d'introduction de gaz, le conduit (43) d'amenée de gaz comprend un matériau conducteur de l'électricité et est enroulé en spirale contre et à distance de la pièce (34) électriquement isolante, de sorte à empêcher la création de décharges électriques à l'intérieur du conduit (30) d'introduction de gaz.

2. Source de rayonnement suivant la revendication 1, **caractérisée en ce que** le potentiel fixe et l'anode (2) sont à la masse et le conduit (30) d'introduction de gaz est relié électriquement à la cathode (3, 8).
3. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'elle** comporte en outre un système (45) de refroidissement de l'anode (2).
4. Source de rayonnement suivant les revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** le système (45) de refroidissement est à circulation de fluide de refroidissement dans ou sur l'anode (2).
5. Source de rayonnement suivant la revendication 4, **caractérisée en ce que** le fluide de refroidissement comprend de l'eau.
6. Source de rayonnement suivant la revendication 4, **caractérisée en ce que** le fluide de refroidissement comprend de l'air.
7. Source de rayonnement suivant la revendication 4, **caractérisée en ce que** le fluide de refroidissement comprend de l'huile.
8. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens (13 à 23) de création de décharge dans l'espace (4) de décharge comportent au moins un condensateur (14) de stockage de charge relié électriquement par une première borne (15) à la cathode (3, 8) et par une deuxième borne (16) à une première borne (17) d'au moins un condensateur

(19) de commutation relié électriquement par sa deuxième borne (20) à l'anode (2), des moyens de commutation électrique étant prévus entre les première et deuxième bornes (18, 20) du au moins un condensateur (19) de commutation et une source de tension de charge étant prévue entre les première et deuxième bornes (18, 20) du au moins un condensateur (19) de commutation.

9. Source de rayonnement suivant la revendication 8, **caractérisée en ce que** les moyens de commutation comprennent un interrupteur piloté en mode mono-coup.
10. Source de rayonnement suivant la revendication 8, **caractérisée en ce que** les moyens de commutation comportent un interrupteur piloté en mode pulsé à une fréquence de répétition inférieure ou égale à 10 kHz.
11. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisée en ce que** la source de tension de charge et les moyens de commutation sont tels que le au moins un condensateur (14) de stockage de charge est chargé par la source de tension de charge peu avant la commutation des moyens de commutation.
12. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce qu'une** pluralité de condensateurs (14) de stockage de charge sont prévus, la cathode (3, 8) comporte une partie annulaire (8) connectée à une partie centrale (6) reliée à l'espace (4) de décharge, et les condensateurs (14) de stockage de charge sont répartis autour de la partie centrale (6) en étant reliés par leur première borne (15) à la partie annulaire (8) et par leur deuxième borne (16) à un anneau (13) conducteur connecté électriquement à la première borne (18) du au moins un condensateur (19) de commutation.
13. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'anode (2) comporte un trou (10) tronconique de passage du rayonnement émis dans l'espace (4) de décharge, le trou étant raccordé par sa petite base à l'espace (4) de décharge et par sa grande base vers l'extérieur pour le passage vers l'extérieur du rayonnement émis dans l'espace (4) de décharge.
14. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** l'anode (2) comporte un trou central cylindrique de passage du rayonnement émis dans l'espace (4) de décharge, le trou étant raccordé à l'espace (4) de décharge pour le passage vers l'extérieur du rayonnement émis dans l'espace (4) de décharge.

15. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la cathode (3, 8) comporte un trou central (12) tronconique de passage de gaz, dont la petite base est raccordée à l'espace (4) de décharge et dont la grande base est raccordée au conduit (30) d'introduction de gaz.
16. Source de rayonnement suivant l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisée en ce que** la cathode (3, 8) comporte un trou central cylindrique de passage de gaz, raccordé d'une part à l'espace (4) de décharge et d'autre part au conduit (30) d'introduction de gaz.

Patentansprüche

1. Strahlungsquelle, aufweisend:

eine Anode (2),
 eine Kathode (3, 8),
 einen Raum (4) für elektrische Entladung zwischen der Anode (2) und der Kathode (3),
 Mittel (13 bis 23) zum Erzeugen einer elektrischen Entladung innerhalb des Gases, welches in dem Entladungsraum (4) vorliegt, welche eine Emission von Strahlung nach außen verursacht, ein Teil (34), welches elektrisch isolierend gegenüber der Quellvorrichtung ist,
 einen Kanal (30) zum Einbringen von Gas in den Entladungsraum (4), wobei der Kanal (30) zum Einbringen von Gas elektrisch mit der Anode (2) oder der Kathode (3, 8) verbunden ist, durch einen Gaszuführungskanal (43) mit Gas versorgt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gaszuführungskanal dazu eingerichtet ist, zwischen seinem mit dem Kanal (30) zum Einbringen von Gas verbundenen Teil (42) und einem anderen (44) seiner Teile, welches mit einem festen Potenzial verbunden ist, eine elektrische Impedanz auszubilden, und dass der Gaszuführungskanal (43) zwischen dem Teil (44), welcher mit dem festen Potenzial verbunden ist, und dem Teil (42), welcher mit dem Kanal (30) zum Einbringen von Gas verbunden ist, ein Material aufweist, welches elektrischen Strom leitet, und zu einer Spirale gegenüber dem elektrisch isolierenden Teil (34) und mit einem Abstand zu ihm aufgewickelt ist, um die Erzeugung von elektrischen Entladungen im Innern des Kanals (30) zum Einbringen von Gas zu verhindern.

2. Strahlungsquelle gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das feste Potenzial und die Anode (2) an der Masse sind und der Kanal (30) zum Einbringen von Gas elektrisch mit der Kathode (3, 8) verbunden ist.

3. Strahlungsquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner ein Anodenkühlsystem (45) aufweist.

4. Strahlungsquelle gemäß Anspruch 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Anodenkühlsystem (45) ein Kühlfluid durch die oder auf der Anode (2) zirkuliert.

5. Strahlungsquelle gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlfluid Wasser aufweist.

6. Strahlungsquelle gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlfluid Luft aufweist.

7. Strahlungsquelle gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Kühlfluid Öl aufweist.

8. Strahlungsquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (13 bis 23) zum Erzeugen einer elektrischen Entladung im Entladungsraum (4) mindestens einen Ladungsspeicherkondensator (14) aufweisen, welcher mittels eines ersten Anschlusses (15) mit der Kathode (3, 8) und mittels eines zweiten Anschlusses (16) mit einem ersten Anschluss (17) mindestens eines Schaltkondensators (19), welcher mittels seines zweiten Anschlusses (20) mit der Anode (2) elektrisch verbunden ist, elektrisch verbunden ist, wobei die elektrischen Schaltmittel zwischen dem ersten und dem zweiten Anschluss (18, 20) des mindestens einen Schaltkondensators (19) und einer Ladespannungsquelle, welche zwischen dem ersten und dem zweiten Anschluss (18, 20) des mindestens einen Schaltkondensators (19) vorgesehen ist, vorgesehen ist.

9. Strahlungsquelle gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltmittel einen Schalter aufweisen, welcher auf Einzelschuss-Art gesteuert ist.

10. Strahlungsquelle gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltmittel einen Schalter aufweisen, welcher auf Pulsart mit einer Wiederholfrequenz von kleiner oder gleich 10 kHz gesteuert ist.

11. Strahlungsquelle gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ladespannungsquelle und die Schaltmittel derart sind, dass der mindestens eine Ladungsspeicherkondensator (14) durch die Ladespannungsquelle kurz vor der Schaltung der Schaltmittel geladen wird.

12. Strahlungsquelle gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Ladungsspeicherkondensatoren (14) vorgesehen ist, die Kathode (3, 8) einen ringförmigen Be-

reich (8) aufweist, welcher mit einem zentralen Bereich (6) verbunden ist, der mit dem Entladungsraum (4) verbunden ist, und die Ladungsspeicherkondensatoren (14) um den zentralen Bereich herum verteilt sind, indem sie mit ihrem ersten Anschluss (15) mit dem ringförmigen Bereich (8) und mit ihrem zweiten Anschluss (16) mit einem leitenden Ring (13), welcher elektrisch mit dem ersten Anschluss (18) des mindestens einen Schaltkondensators (19) verbunden ist, verbunden sind.

13. Strahlungsquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anode (2) eine kegelstumpfförmige Öffnung (10) für einen Durchtritt von Strahlung, welche im Entladungsraum (4) emittiert wird, aufweist, wobei die Öffnung für einen Durchtritt der im Entladungsraum (4) emittierten Strahlung nach außen mit ihrer Deckfläche mit dem Entladungsraum (4) und mit ihrer Grundfläche in Richtung zur Außenseite verbunden ist.

14. Strahlungsquelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anode (2) eine zentrale zylindrische Öffnung für einen Durchtritt von Strahlung, welche im Entladungsraum (4) emittiert wird, aufweist, wobei die Öffnung für einen Durchtritt der im Entladungsraum (4) emittierten Strahlung nach außen mit dem Entladungsraum (4) verbunden ist.

15. Strahlungsquelle gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathode (3, 8) eine zentrale kegelstumpfförmige Öffnung (12) für einen Durchtritt von Gas aufweist, bei welcher die Deckfläche mit dem Entladungsraum verbunden ist, und bei welcher die Grundfläche mit dem Kanal (30) zum Einbringen von Gas verbunden ist.

16. Strahlungsquelle gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathode (3, 8) eine zentrale zylindrische Öffnung für einen Durchtritt von Gas aufweist, welche mit einem Teil mit dem Entladungsraum und mit dem anderen Teil mit dem Kanal (30) zum Einbringen von Gas verbunden ist.

Claims

1. Radiation source comprising:

- an anode (2),
- a cathode (3, 8),
- an electrical discharge space (4) between the anode (2) and the cathode (3),
- means (13 to 23) for creating, in the gas present

in the discharge space (4), an electrical discharge causing the emission of the radiation towards the outside, an electrically insulating piece (34) for assembling the source,

- a pipe (30) for introducing gas into the discharge space (4), the gas-introduction pipe (30) being electrically connected to the anode (2) or to the cathode (3, 8), and being supplied with gas by a gas-delivery pipe (43), **characterised in that** the gas-delivery pipe is arranged to form, between its part (42) connected to the gas-introduction pipe (30) and another (44) of its parts, connected to a fixed potential, an electrical impedance, and **in that**, between the part (44) connected to the fixed potential and the part (42) connected to the gas-introduction pipe (30), the gas-delivery pipe (43) comprises an electrically conductive material and is wound in a spiral against and at a distance from the electrical insulating piece (34), so as to prevent the creation of electrical discharges in the gas-introduction pipe (30).

2. Radiation source according to claim 1, **characterised in that** the fixed potential and the anode (2) are earthed and the gas-introduction pipe (30) is electrically connected to the cathode (3, 8).

3. Radiation source according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it also comprises a system (45) for cooling the anode (2).

4. Radiation source according to claims 2 and 3, **characterised in that** the cooling system (45) is of the type with circulation of cooling fluid in or on the anode (2).

5. Radiation source according to claim 4, **characterised in that** the cooling fluid comprises water.

6. Radiation source according to claim 4, **characterised in that** the cooling fluid comprises air.

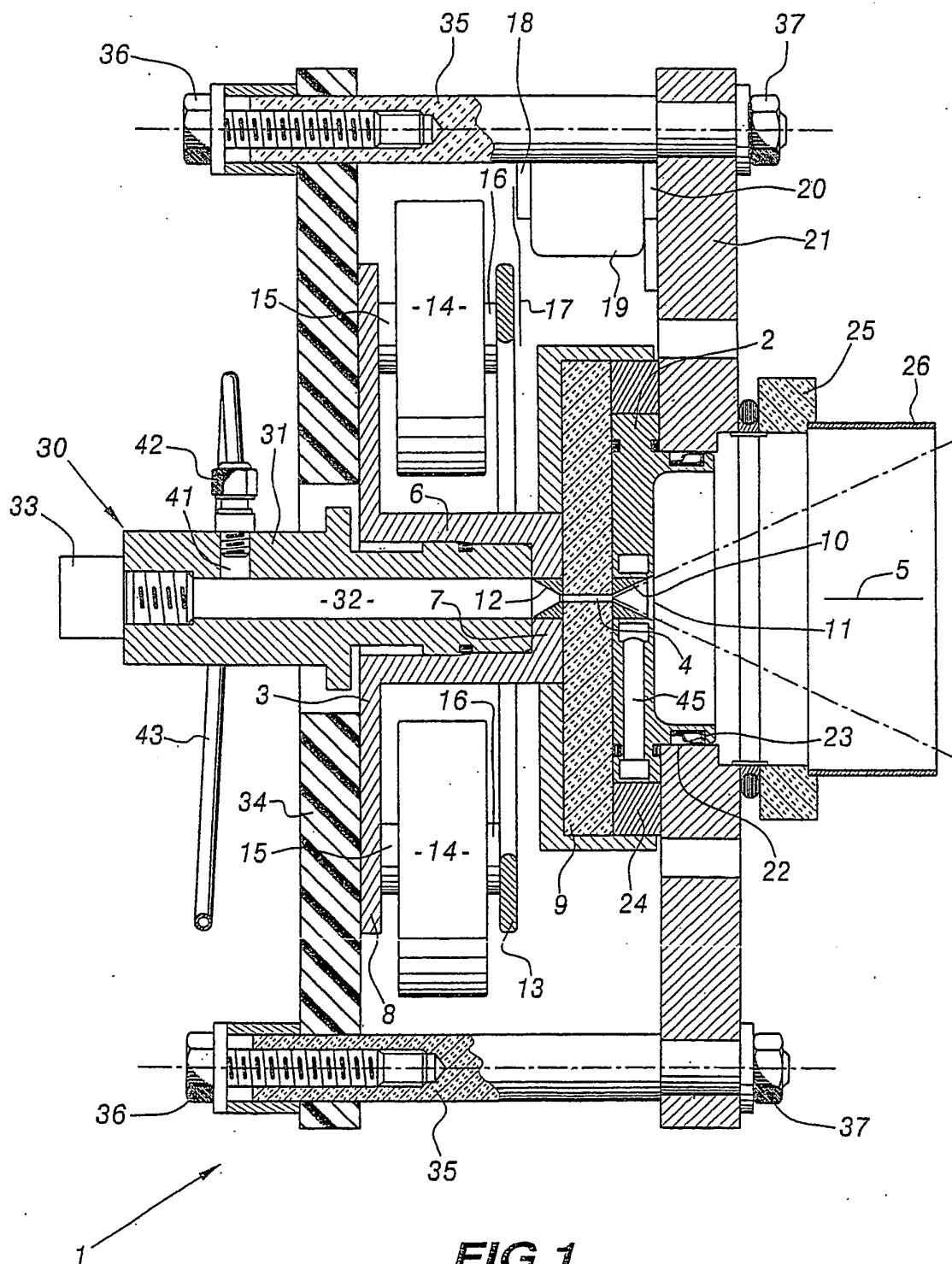
7. Radiation source according to claim 4, **characterised in that** cooling fluid comprises oil.

8. Radiation source according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the means (13 to 23) of creating a discharge in the discharge space (4) comprise at least one charge storage capacitor (14) electrically connected by a first terminal (15) to the cathode (3, 8) and by a second terminal (16) to a first terminal (17) of at least one switching capacitor (19) electrically connected by its second terminal (20) to the anode (2), electrical switching means being provided between the first and second terminals (18, 20) of the at least one switching capacitor (19) and a charge voltage source being provided between

the first and second terminals (18, 20) of the at least one switching capacitor (19).

nected on the one hand to the discharge space (4) and on the other hand to the gas introduction pipe (30).

9. Radiation source according to claim 8, **characterised in that** the switching means comprise a switch controlled in single-stroke mode. 5
10. Radiation source according to claim 8, **characterised in that** the switching means comprise a switch controlled in pulse mode at a repetition frequency of less than or equal to 10 kHz. 10
11. Radiation source according to any one of claims 8 to 10, **characterised in that** the charge voltage source and the switching means are such that the at least one charge storage capacitor (14) is charged by the charge voltage source a little before the switching of the switching means. 15
12. Radiation source according to any one of claims 8 to 11, **characterised in that** a plurality of charge storage capacitors (14) are provided, the cathode (3, 8) comprises an annular part (8) connected to a central part (6) connected to the discharge space (4), and the charge storage capacitors (14) are distributed around the central part (6) while being connected by their first terminal (15) to the annular part (8) and by their second terminal (16) to a conductive ring (13) electrically connected to the first terminal (18) of the at least one switching capacitor (19). 20
25
30
13. Radiation source according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the anode (2) comprises a frustoconical hole (10) for passage of the radiation emitted in the discharge space (4), the hole being connected by its small base to the discharge space (4) and by its large base to the outside for passage to the outside of the radiation emitted in the discharge space (4). 35
40
14. Radiation source according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** the anode (2) comprises a cylindrical central hole for passage of the radiation emitted in the discharge space (4), the hole being connected to the discharge space (4) for passage to the outside of the radiation emitted in the discharge space (4). 45
15. Radiation source according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the cathode (3, 8) comprises a frustoconical central gas-passage hole (12), the small base of which is connected to the discharge space (4) and the large base of which is connected to the gas-introduction pipe (30). 50
55
16. Radiation source according to any one of claims 1 to 14, **characterised in that** the cathode (3, 8) comprises a cylindrical central gas-passage hole con-



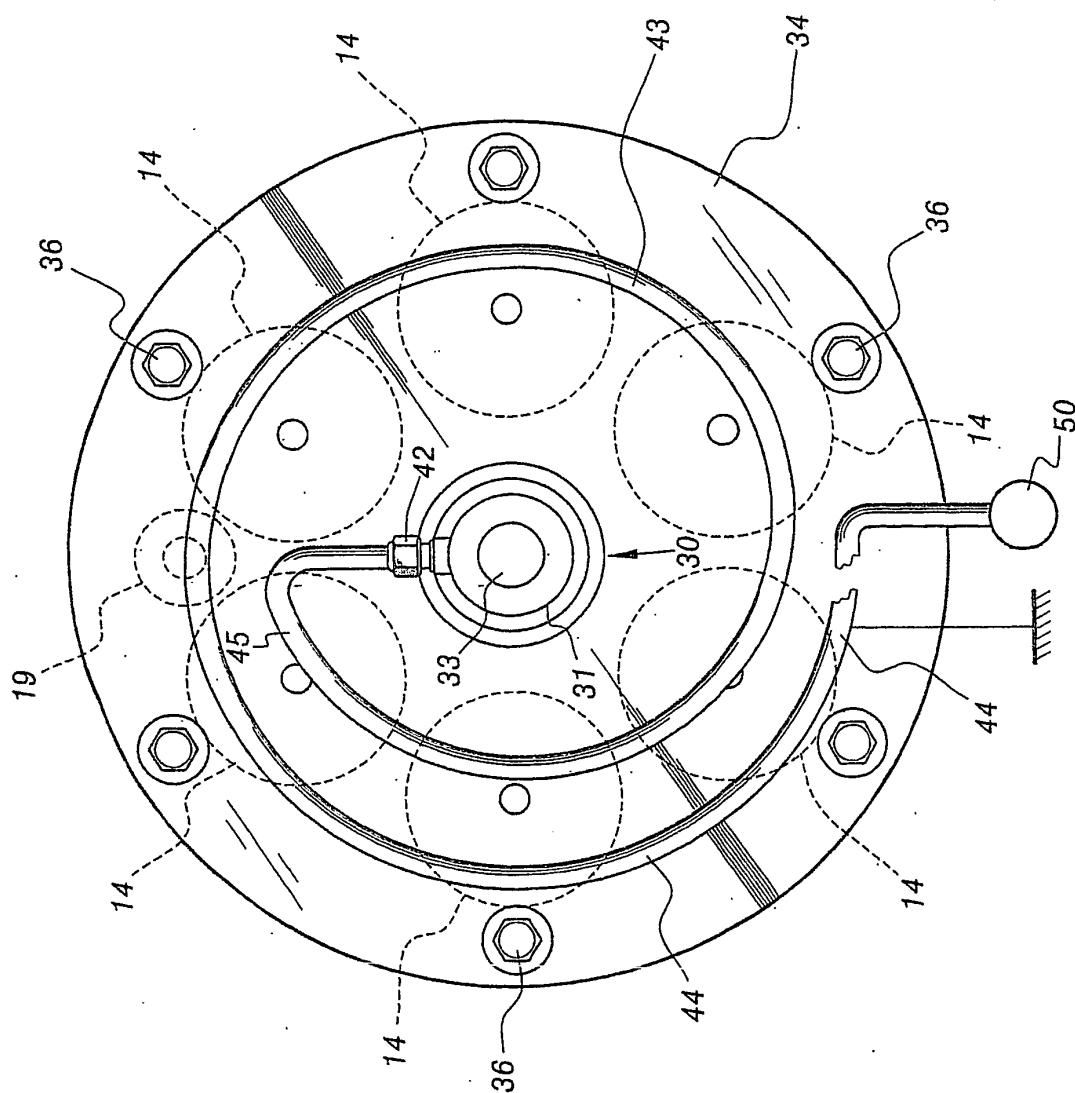


FIG. 2

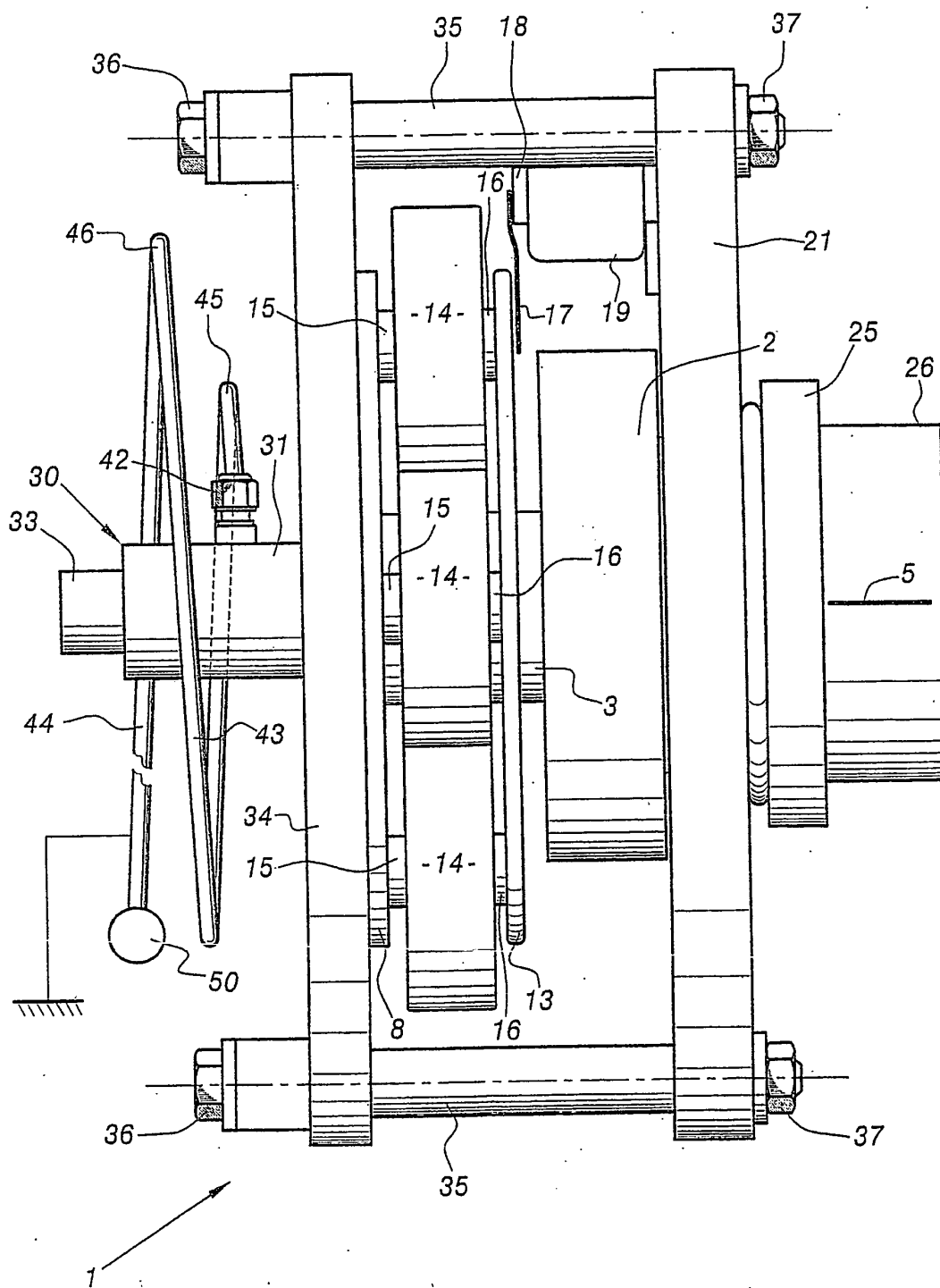


FIG. 3

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0887836 A [0011]

Littérature non-brevet citée dans la description

- ERIC ROBERT ; BRANIMIR BLAGOJEVIC ; RÉMI DUSSART ; SMRUTI R. MOHANTY ; MOULAY M. IDRISY ; DUNPIN HONG ; RAYMOND VILADROSA ; JEAN-MICHEL POUVESLE ; CLAUDE FLEURIER ; CHRISTOPHE CA-CHONCINLLE. Spectroscopic and energetic investigation of capillary discharges devoted to EUV production for new lithography generation. *Emerging Lithographic Technologies V, Proceedings of SPIE*, 2001, vol. 4343 [0006]