

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 88201173.7

(51) Int. Cl.4: **H01J 27/02** , **H01J 27/08** ,
H01J 49/12

(22) Date de dépôt: 08.06.88

(30) Priorité: 12.06.87 FR 8708196

(43) Date de publication de la demande:
21.12.88 Bulletin 88/51

(84) Etats contractants désignés:
CH DE FR GB LI NL

(71) Demandeur: **Société d'Etudes et de
Realisations Nucléaires - SODERN**
1, avenue Descartes
F-94450 Limeil-Brevannes(FR)

(84) FR

(71) Demandeur: **N.V. Philips'**
Gloeilampenfabrieken
Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven(NL)

(84) CH DE GB LI NL

(72) Inventeur: **Bernardet, Henri**
Societe Civile S.P.I.D. 209 rue de l'Université
F-75007 Paris(FR)

(74) Mandataire: **Chaffraix, Jean et al**
Société Civile S.P.I.D. 209, rue de l'Université
F-75007 Paris(FR)

(54) Source d'ions à quatre électrodes.

(57) Source d'ions à arc sous vide comportant une anode (2 ou 3) et une cathode (1) disposées en vis à vis, portées à des potentiels différents et dont le plasma (7) est émis perpendiculairement à la surface de la cathode. La projection de ce plasma est obtenue au moyen de deux gâchettes autonomes (4 et 5) convenablement polarisées.

Application à l'implantation d'ions métalliques.

EP 0 295 743 A1

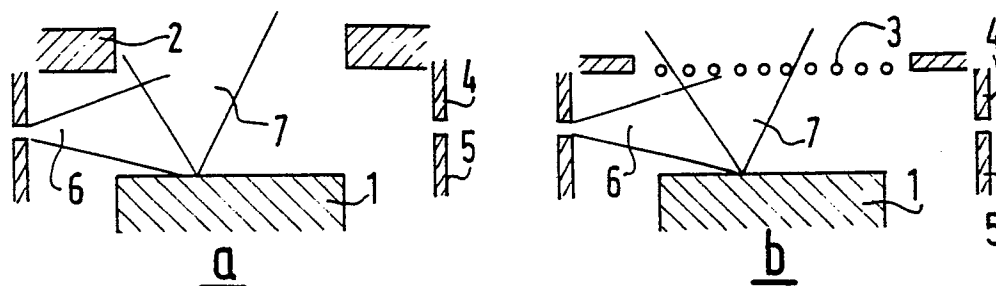


FIG.1

Source d'ions à quatre électrodes

L'invention concerne une source d'ions à arc sous vide comportant une anode et une cathode disposées en vis à vis, polarisées à des potentiels différents et dont l'arc principal conduisant à la formation d'un plasma dirigé perpendiculairement à la surface de la cathode est initié par la projection d'un autre plasma entre ladite anode et ladite cathode pendant une courte durée par rapport à la longueur d'impulsion d'arc.

Lorsqu'on fait jaillir un arc entre deux électrodes placées sous vide, le matériau des électrodes est localement vaporisé sous l'effet de l'échauffement. Il en résulte la formation d'un plasma, c'est-à-dire d'un mélange ions-électrons à charge totale nulle.

L'émission de ce plasma projeté avec une énergie moyenne de quelques dizaines d'électrons-volts est faite à partir de points très brillants et de très faibles dimensions appelés spots cathodiques et la quantité d'ions dans le plasma représente quelques pourcents (5 à 10 %) de la charge électrique transportée par l'arc.

La projection a la forme d'un cône. Les ions peuvent être extraits au moyen d'une électrode d'accélération portée à une tension négative et d'une électrode d'extraction, cette dernière pouvant être par exemple le système anti-micro-projections de particules.

Les sources d'ions sont utilisées pour créer des ions dans les séparateurs isotopiques, les spectromètres de masse, les implanteurs, les machines à plasma, les accélérateurs, les tubes à neutrons etc... Elles utilisent en général l'ionisation d'un gaz injecté dans un volume quasi fermé.

Par rapport à de telles sources à décharge gazeuse comme la source Penning, les sources à arc sous vide présentent les avantages suivants :

- faibles dimensions pour la production du plasma,
- grand débit d'ions métalliques permettant l'utilisation de grandes surfaces d'extraction,
- fonctionnement sous vide et par conséquent ne nécessitant pas des systèmes de pompage différentiel de grand débit pour diminuer la pression de gaz dans la zone d'accélération des ions.

Les sources d'ions à arc sous vide du genre mentionné dans le préambule sont de structure à trois électrodes : anode, cathode et gâchette de commande de l'arc. Un exemple de structure couramment utilisée est donné dans l'article "Metal Vapor Vacuum Arc Ion Source" par T.G.Brown et al., publié dans Review of Scientist Instruments, volume 57, No.6, juin 1986, pages 1069-1084.

Le but de l'invention est d'accroître :

- la facilité de commande électrique par un générateur susceptible d'être indépendant sous l'aspect

polarisation électrique,

- la simplicité de montage de la cathode de la source d'ions, montage rendu indépendant de la gâchette, et qui ne nécessite plus de tolérances mécaniques réduites comme dans le document référencé ci-dessus,

- la durée de fonctionnement et la fiabilité de la source d'ions en augmentant la partie active des gâchettes et en les éloignant de la cathode, dont la surface est fortement érodée et souvent déformée par les spots cathodiques (risque de court-circuits consécutifs à des fusions locales ou à des métallisations excessives).

A cet effet, la source d'ions de l'invention est remarquable en ce que la projection du plasma initial est obtenue au moyen de deux gâchettes autonomes, l'une dite gâchette cathodique pouvant être proche de l'anode, l'autre dite gâchette anodique pouvant être proche de la cathode et convenablement polarisées par rapport à ladite anode et à ladite cathode.

Ces gâchettes sont constituées par exemple, par la superposition de deux couronnes circulaires concentriques, séparées l'une de l'autre, l'anode et la cathode étant disposées dans la zone centrale desdites couronnes et symétriquement par rapport à leur axe.

La description suivante en regard des dessins annexés, le tout donné à titre d'exemple, fera bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 montre en coupe le schéma de principe d'une source d'ions selon l'invention.

La figure 2 montre un mode particulier de réalisation d'une telle source.

La figure 3 présente les schémas de quelques types d'électrodes d'extraction.

Sur le schéma en coupe de la figure 1 une cathode 1 de forme cylindrique est disposée en face d'une anode.

Cette anode peut être un disque métallique 2 percé d'une ouverture circulaire en son centre tel que représenté sur la figure 1a, ou une grille métallique 3 telle que représentée sur la figure 1b.

Deux gâchettes autonomes superposées 4 et 5 en forme de couronnes circulaires concentriques entourent la partie active de l'anode et la cathode. Ces couronnes sont constituées :

- soit de deux électrodes métalliques, massives, toriques, séparées par un espace de faible dimension,
- soit d'une couche métallique avec ou sans hydrogène déposée sur un support isolant et sur laquelle on a tracé un sillon qui assure leur séparation,
- soit d'une couche semiconductrice avec émission de plasma par conduction (par exemple couche de

carbone) et délimitée de même par le tracé d'un sillon.

Ces diverses électrodes (anode, cathode et gâchettes autonomes) sont convenablement polarisées par des sources non représentées. L'initiation d'un arc entre les gâchettes 4 et 5 engendre un plasma 6 dit plasma de commande. Le plasma de commande se comporte comme un conducteur électrique de forme extensible ; lors de son passage entre la cathode et l'anode de la source d'ions, il y a court-circuit entre ces deux électrodes : les électrons du plasma de commande sont attirés par l'anode et les ions par la cathode. En fait, physiquement, le processus est le suivant : les électrons du plasma ont une mobilité très supérieure aux ions et le plasma de commande (par respect de sa neutralité globale électrique) va prendre le potentiel de l'anode 2 ou 3. Dans ces conditions, il apparaît entre la plasma et la cathode 1 la différence de potentiel appliquée à la source d'ions et les ions du plasma sont extraits en créant une gaine cathodique dont la hauteur sera fonction de la densité ionique du plasma. Le champ électrique résultant sur la cathode est très élevé et, suivant les paramètres de réglage de la gâchette (courant gâchette, durée d'application : quelques centaines de nanosecondes à quelques microsecondes, distance gâchette cathode-anode), il peut y avoir (ou non) amorçage de l'arc. Dans ces conditions, si le courant d'électrons entre anode et cathode est suffisamment élevé pour échauffer et vaporiser localement la cathode, la vapeur métallique ainsi produite est ionisée par les électrons et il se forme un plasma cathodique 7 à partir de points très brillants et de très faibles dimensions (spots cathodiques). L'amorçage d'arc entre les deux gâchettes facilite notablement la commande de la source conformément à l'invention.

La figure 2 montre un mode de réalisation avantageux de l'invention.

Une pièce métallique 8 percée d'une ouverture centrale 9 sert de support à l'ensemble du dispositif. Sur cette pièce est monté le support 10 de l'anode 2 servant également à sa polarisation. Une couronne isolante 11 solidaire du support 10 assure la fixation des gâchettes 4 et 5. La cathode 1 montée sur une tige métallique 12 traversant l'ouverture centrale 9 est réglable longitudinalement au moyen du soufflet 13 ; elle est isolée des gâchettes par la couronne 14 également solidaire du support 8. La sortie 15 de polarisation des gâchettes est effectuée à travers une autre ouverture 16 pratiquée de même dans le support 8. Le plasma cathodique 7 est engendré comme indiqué ci-dessus.

La figure 3 présente quelques exemples d'électrode d'extraction, limitant le volume d'expansion du plasma cathodique 7 ; la forme et la

structure de cette électrode sont fonction du mode d'accélération des ions retenu, comme le font apparaître les schémas ci-dessous :

- figure 3a : structure à simple orifice de type ponctuel 17 conduisant à des faisceaux extraits limités en débit et projetés sur une cible 19 à travers une électrode d'accélération 18,
- figure 3b : structure à grille simple de grande transparence 20 utilisée par exemple pour le bombardement d'une électrode 19,
- figure 3c : structure à un (ou plusieurs) orifice(s) d'extraction 21 de forme compatible avec les électrodes d'accélération 22 et conduisant à une définition du (ou des) faisceau(x) extrait(s) parfaitement maîtrisée,
- figure 3d : structure type "nid d'abeille" 23 permettant d'atténuer à l'extraction les variations de densité des flux de plasma cathodique.

Ces types de structure peuvent être appliqués en particulier au mode de réalisation de la source d'ions représenté à titre d'exemple sur la figure 2.

Revendications

1. Source d'ions à arc sous vide comportant une anode et une cathode disposées en vis à vis, polarisées à des potentiels différents et dont l'arc principal conduisant à la formation d'un plasma dirigé perpendiculairement à la surface de la cathode est initié par la projection d'un autre plasma entre ladite anode et ladite cathode pendant une courte durée par rapport à la longueur d'impulsion d'arc, caractérisée en ce que la projection de cet autre plasma est obtenue au moyen de deux gâchettes autonomes, l'une dite gâchette cathodique, l'autre dite gâchette anodique et convenablement polarisées par rapport à ladite anode et à ladite cathode.
2. Source d'ions selon la revendication 1, caractérisée en ce que ladite gâchette anodique et ladite gâchette cathodique sont constituées par la superposition de deux couronnes circulaires concentriques et séparées l'une de l'autre.
3. Source d'ions selon les revendications 1 à 2, caractérisée en ce que lesdites couronnes sont constituées de deux électrodes métalliques, massives, toriques, séparées par un espace de faible dimension.
4. Source d'ions selon les revendications 1 à 2, caractérisée en ce que lesdites couronnes sont constituées d'une couche métallique avec ou sans hydrure déposée sur un support isolant et délimitées par un sillon tracé sur ladite couche.
5. Source d'ions selon les revendications 1 à 2, caractérisée en ce que lesdites couronnes sont constituées d'une couche semiconductrice avec

émission de plasma par conduction (par exemple couche de carbone) et délimitées par un sillon tracé sur ladite couche.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

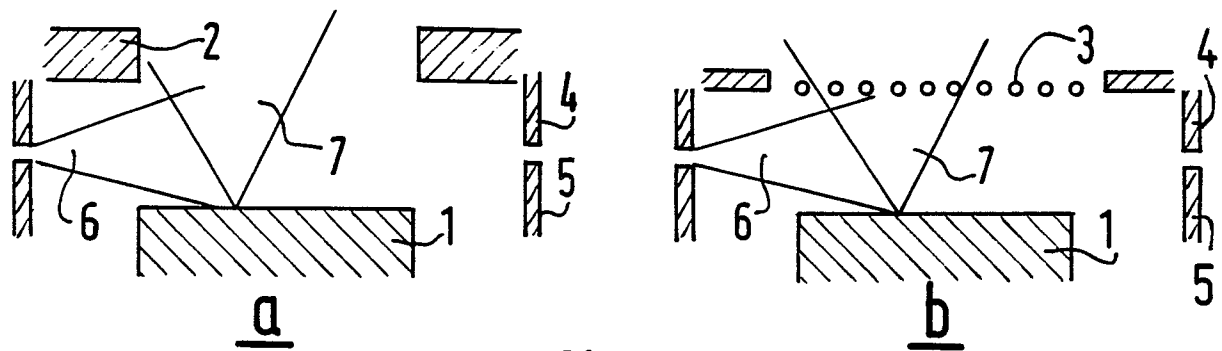


FIG. 1

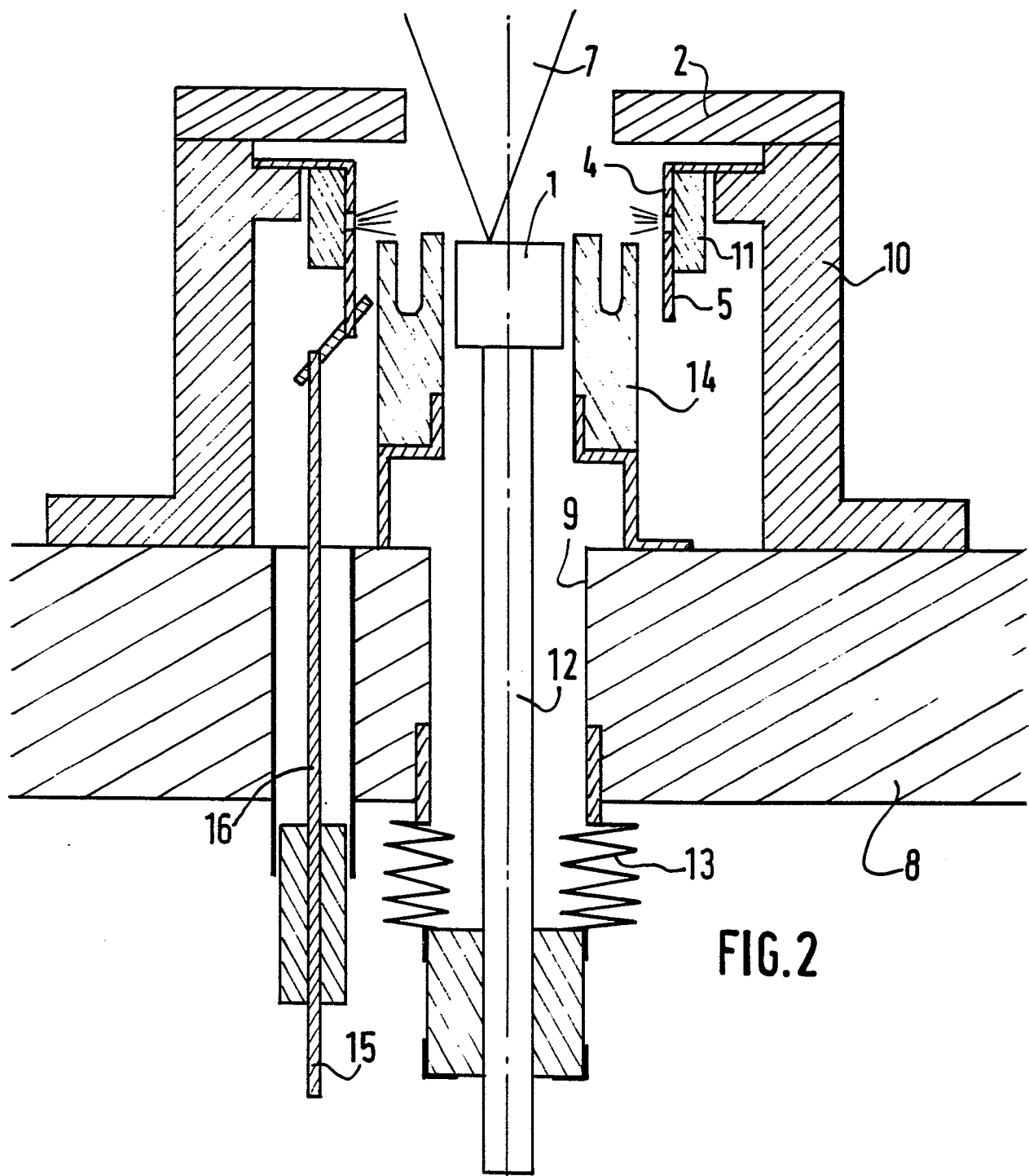


FIG. 2

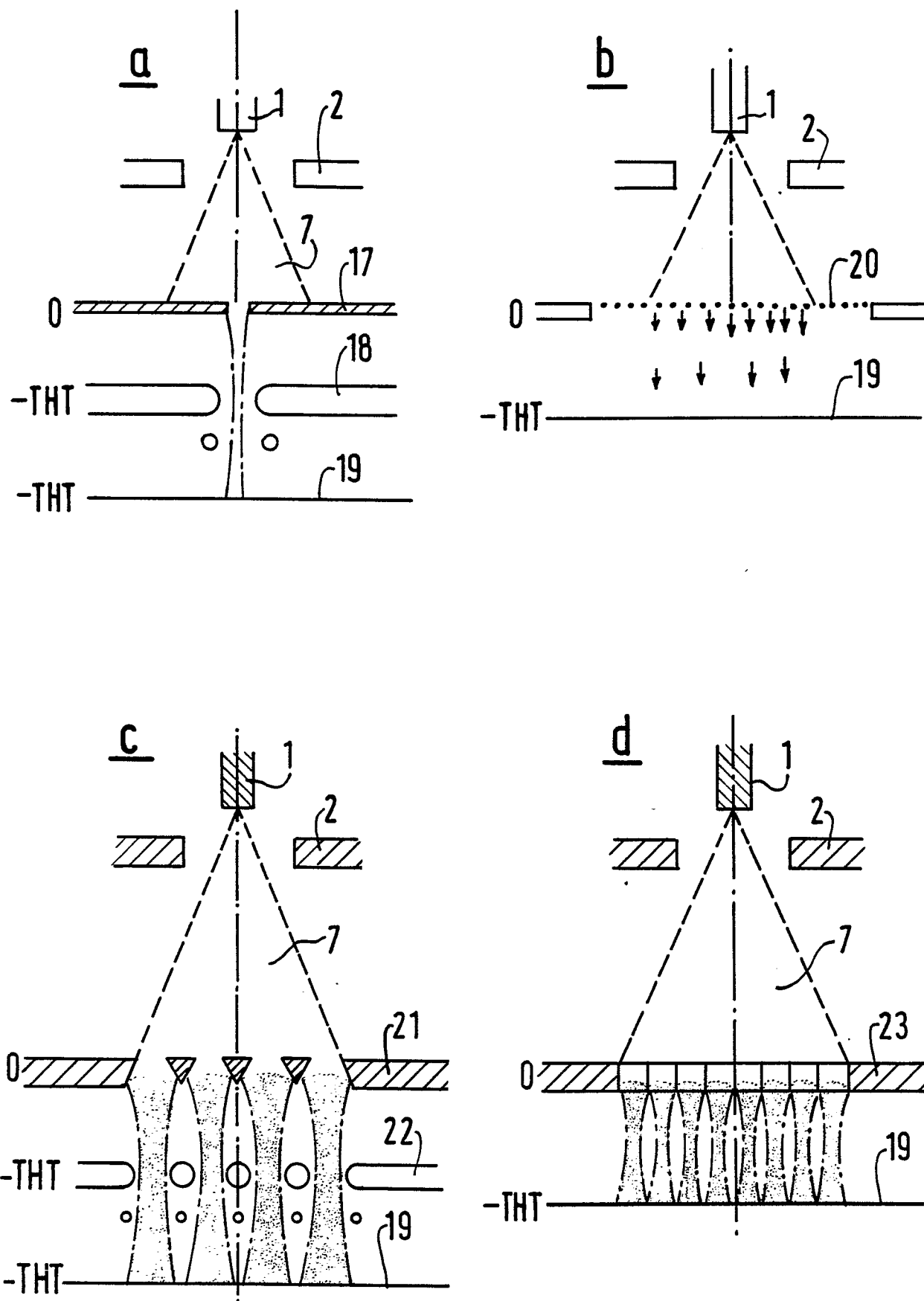


FIG.3



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A,D	REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, vol. 57, no. 6, juin 1986, pages 1069-1084, American Institute of Physics, New York, US; I.G. BROWN et al.: "Metal vapor vacuum arc ion source" * Page 1073, paragraphe III.A.2: "Triggering" * ---	1	H 01 J 27/02 H 01 J 27/08 H 01 J 49/12
A	US-A-4 301 391 (R.L. SELIGER et al.) * Abrégé; colonne 3, ligne 57 - colonne 4, ligne 11; figure 1 * ---	1	
A	GB-A-1 129 888 (ASSOCIATED ELECTRICAL INDUSTRIES LTD) * Page 3, lignes 16-45; figures * -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 J H 05 H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29-08-1988	Examineur WINKELMAN, A. M. E.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			