

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 80 22695**

---

⑤4 Appareil à décharge électrique à cathode creuse.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). H 01 J 27/08.

⑫② Date de dépôt..... 23 octobre 1980.

⑫③ ⑫② ⑫① Priorité revendiquée : *Japon, 23 octobre 1979, n° 136 626/79, et 23 juin 1980, n° 84898/80.*

④1 Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 18 du 30-4-1981.

---

⑦1 Déposant : Société dite : TOKYO SHIBAURA DENKI KK, résidant au Japon.

⑦2 Invention de : Osami Morimiya, Setsuo Suzuki et Shigeki Monma.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,  
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

---

La présente invention concerne un appareil à décharge électrique, et plus particulièrement, un appareil à décharge à arc comportant une cathode creuse.

La cathode creuse d'un appareil à décharge à arc offre une grande longévité et peut produire un courant relativement intense entre elle et une anode de sorte qu'elle a été récemment utilisée dans des sources ioniques à haute puissance, des appareils à décharge à laser etc. Cependant, sa configuration ne permet pas facilement d'émettre des électrons de sa surface au moment du déclenchement d'une décharge, et une grande puissance électrique est nécessaire pour obtenir une décharge permanente après avoir provoqué une décharge initiale. Pour résoudre ce problème, il est de pratique courante de disposer un filament chauffant dans la cathode creuse et de chauffer préalablement cette cathode en mettant sous tension le filament afin que des électrons puissent être émis facilement au moment du déclenchement de la décharge. Mais, dans une cathode creuse comportant un filament, il n'est pas facile de chauffer la cathode pour émettre un grand nombre d'électrons thermiques et les ruptures du filament sont fréquentes. En outre, il faut un temps considérable pour que la cathode creuse soit suffisamment chauffée par le filament de manière à démarrer la décharge.

L'invention a donc pour objet de proposer un appareil à décharge à cathode creuse avec lequel la décharge peut être produite facilement et le passage de la décharge initiale à la décharge permanente peut être obtenu de façon stable et sûre.

Un appareil à décharge selon l'invention comporte donc une enveloppe sous vide, une anode et une cathode creuse, ces électrodes étant disposées dans l'enveloppe sous vide, un dispositif destiné à alimenter un arc pour maintenir une décharge par arc entre l'anode et la cathode creuse, un dispositif destiné à vider l'enveloppe, un dispositif destiné à introduire un gaz à basse pression dans l'enveloppe par la cathode creuse, un dispositif destiné

à restreindre le passage du gaz à basse pression introduit dans l'enveloppe par la cathode creuse afin de maintenir une pression dans la cathode creuse supérieure à la pression dans l'enveloppe et un dispositif destiné à produire  
5 une décharge dans la cathode creuse.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre de plusieurs exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

10 La figure 1 représente schématiquement un mode de réalisation d'un appareil à décharge à cathode creuse selon l'invention,

la figure 2 représente schématiquement un autre mode de réalisation d'un appareil à décharge à cathode  
15 creuse selon l'invention,

la figure 3 illustre un autre exemple de l'électrode 30 du mode de réalisation de la figure 2,

la figure 4 représente schématiquement un autre mode encore de réalisation d'un appareil à décharge à  
20 cathode creuse selon l'invention,

la figure 5 représente schématiquement un autre mode de réalisation d'un appareil à décharge à cathode creuse selon l'invention, et

25 la figure 6 est une représentation schématique partielle d'une modification des modes de réalisation des figures 4 et 5.

La figure 1 représente donc schématiquement un mode de réalisation d'un appareil à décharge selon l'invention, destiné à constituer une source de production  
30 d'ions. Comme le montre la figure, une cathode creuse 2 et une anode cylindrique 4 sont disposées dans une enveloppe sous vide, vidée par une pompe 8. Une extrémité ouverte de la cathode creuse 2 est fermée par un disque 10 percé d'un orifice 12 et un gaz, par exemple de l'hydrogène, sous une pression de quelques tores, est fourni  
35 par une source de gaz 7 à la cathode creuse 2 et il passe par l'orifice 12 vers l'enveloppe sous vide 0. La pression du gaz dans la cathode creuse 2 est maintenue supé-

rieure à la pression dans l'enveloppe sous vide 6. Par exemple, la pression du gaz dans la cathode creuse 2 est maintenue entre 1. et  $10^{-1}$  torr et la pression du gaz dans l'enveloppe 6 est maintenue entre  $10^{-2}$  et  $10^{-4}$  torr.

5 La cathode creuse 2 est faite d'un métal réfractaire, par exemple en tungstène, en tantale ou en molybdène et elle comporte sur sa surface intérieure un émetteur d'électrons d'une matière à faible fonction de travail, par exemple BaO ou La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Une source d'alimentation d'arc 14 pour la  
10 décharge, un commutateur d'alimentation 15 et une résistance 16 destinée à limiter le courant de décharge entre l'anode 4 et la cathode creuse 2 sont connectés en série entre l'anode cylindrique 4 et la cathode creuse 2. D'une façon générale, une tension suffisamment inférieure à la  
15 tension de décharge déterminée par la loi de Paschen est appliquée au moment du déclenchement de la décharge entre la cathode creuse 2 et l'anode 4 par la source d'alimentation 14, par le commutateur 15 qui est fermé à ce moment. Selon l'invention, la cathode creuse 2 contient un  
20 dispositif d'amorçage de décharge qui produit un grand nombre d'électrons produisant une décharge entre la cathode et l'anode. La raison d'être de ce dispositif est la suivante.

Selon la loi de Paschen, la tension nécessaire pour  
25 provoquer une décharge est d'autant plus basse que la pression du gaz dans lequel la décharge doit se faire est plus élevée, et qui est inférieure à une valeur prédéterminée. Etant donné que la pression du gaz dans la cathode creuse 2 est maintenue au-dessus de la pression dans  
30 le volume entre la cathode creuse et l'anode 4 par l'orifice 12, la tension élevée nécessaire pour provoquer la décharge dans la cathode 2 est plus basse. Autrement dit, une décharge intérieure peut être provoquée dans la cathode creuse 2 sans nécessiter une tension très élevée.  
35 La décharge intérieure provoquée dans la cathode creuse 2 produit un plasma qui diffuse dans l'enveloppe 6 et qui entraîne une décharge entre la cathode creuse 2 et l'anode 4.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, ce dispositif d'amorçage de décharge consiste en un filament chauffant 18. Ce filament 18 est connecté entre deux tiges 20 et 22 qui sont isolées électriquement de la cathode 2 et qui sortent à l'extérieur. Une source d'alimentation 24 qui fournit un courant de chauffage au filament 18 est connectée entre les deux tiges 20 et 22. L'une des tiges 20, 22 est connectée par un commutateur d'allumage 26 à la borne de polarité négative de la source d'allumage 28 et la cathode creuse 2 est connectée à la borne de polarité positive de cette source 28.

Dans ce mode de réalisation, le courant de chauffage est fourni par la source de chauffage 24 au filament 18 et la surface intérieure de la cathode creuse 2 est chauffée par le filament 18 de manière à émettre facilement des électrons. Quand le commutateur 26 est fermé sans qu'aucun gaz ne soit introduit dans la cathode creuse 2, le filament 18 émet des électrons. Ces électrons bombardent la surface intérieure de la cathode creuse 2 et l'échauffent donc. La puissance de la source de chauffage 24 peut donc être relativement réduite. Lorsque la source de gaz 7 fournit un gaz à la cathode creuse 2, avec le commutateur 26 maintenu fermé, un arc de décharge s'amorce entre la cathode creuse 2 et le filament 18. Le plasma qui se produit dans la cathode 2 diffuse vers l'anode 4 en passant par l'orifice 12. Il en résulte qu'un arc de décharge est déclenché à coup sûr entre la cathode creuse 2 et l'anode 4, avec le commutateur 26 maintenu fermé, si la tension de la source 14 d'alimentation d'arc est inférieure à la tension de rupture déterminée par la pression du gaz entre l'anode 4 et le disque 10.

Lorsqu'elle est déclenchée entre la cathode creuse 2 et l'anode 4, la décharge se maintient même si le commutateur 26 est ouvert. Pour que le déclenchement d'un arc de décharge soit plus sûr, la pression du gaz dans la cathode creuse 2 peut être élevée par

introduction d'un gaz dans cette cathode, le débit du gaz au démarrage étant supérieur au débit pendant les autres périodes.

Par ailleurs, si le bombardement par les électrons n'est pas effectué sur la cathode creuse 2 et si la source d'amorçage 28 est utilisée uniquement pour déclencher un arc, les polarités de la source d'amorçage 28 peuvent être inversées par rapport à celles représentées sur la figure 1.

La figure 2 illustre un autre mode de réalisation d'un appareil à décharge selon l'invention qui sera maintenant décrit. Dans le mode de réalisation de la figure 2, une électrode 30 en forme de disque est disposée à l'intérieur de la cathode creuse 2 au lieu du filament chauffant 18 du mode de réalisation de la figure 1. Contrairement au précédent mode de réalisation, dans le présent cas, la cathode creuse 2 est connectée à la borne de polarité négative de la source d'amorçage 28 tandis que l'électrode 30 en forme de disque est connectée par une tige 32 qui la supporte et le commutateur d'amorçage 26 à la borne de polarité positive de la source 28. Dans ce mode de réalisation, quand le commutateur 26 est fermé, une tension d'amorçage de décharge est appliquée entre la surface intérieure de la cathode creuse 2 et la surface intérieure de l'électrode 30 en forme de disque, par la source d'amorçage 28 pour provoquer une décharge, c'est-à-dire pour provoquer l'émission d'électrons par la surface intérieure de la cathode creuse 2, ces électrons se dirigeant vers l'électrode 30 qui est maintenue à un potentiel positif. Cette décharge dans la cathode creuse 2 est provoquée par une tension inférieure à celle qui est appliquée entre l'anode 4 et la cathode creuse 2, selon la loi de Paschen déjà mentionnée. De l'hydrogène est introduit dans la cathode creuse 2. Quand la pression du gaz dans la cathode 2 atteint une valeur de l'ordre de  $10^{-1}$  torr, une décharge par effluve se produit dans la cathode entre l'électrode 30 et les surfaces intérieures de la cathode 2 et du disque 10. Il en résulte qu'un plasma est produit

dans la cathode creuse 2. La surface intérieure de la cathode 2 et la surface intérieure du disque 10 sont fortement chauffées par le bombardement ionique, suffisamment pour émettre des électrons. Quand le plasma devient suffisamment dense, il diffuse vers l'anode 4 par l'orifice 12 de sorte qu'une décharge par arc se produit entre la cathode creuse 2 et l'anode 4. Quand la décharge entre la cathode 2 et l'anode 4 est stabilisée, elle ne s'interrompt plus même si le commutateur 26 est ensuite ouvert.

Le disque 30 du mode de réalisation de la figure 2 peut être remplacé par un cylindre 33 représenté sur la figure 3 ou par une pièce de forme différente. En outre, pour faciliter l'émission des électrons par la cathode creuse 2, c'est-à-dire pour faciliter la décharge entre le disque 30 ou le cylindre 33 et la cathode creuse 2, un émetteur électronique de faible fonction de travail, par exemple contenant de l'oxyde de baryum, peut recouvrir la surface intérieure de la cathode creuse 2.

Les figures 4, 5 et 6 illustrent d'autres modes de réalisation. Dans ces modes de réalisation, le disque 10 comportant l'orifice 12, est réalisé en un métal conducteur et il est monté sur une extrémité ouverte de la cathode creuse 2 par l'intermédiaire d'une bague isolante 34 d'une matière susceptible de résister aux hautes températures, par exemple en nitrure de bore BN. Pour éviter la dissipation de chaleur depuis la cathode creuse 2 vers l'extérieur, cette cathode est placée dans un carter 36 d'isolement thermique, en étant isolée électriquement. Le carter 36 d'isolement thermique est réalisé en un métal conducteur de l'électricité et il est connecté au disque 10. De préférence, un filament chauffant 38 destiné à chauffer la cathode 2 est disposé sur la périphérie extérieure de cette dernière. En outre, dans le mode de réalisation de la figure 4, la cathode creuse 2 est faite d'une matière émettant des électrons susceptible d'émettre facilement des électrons. Deux tiges 21 et 23 d'alimenta-

tion reliées au filament 38 et sortant du carter 36 vers l'extérieur, sont connectées à la source de chauffage 24. La cathode creuse 2 est supportée par une bague 41 fixée sur un cylindre 42 en métal conducteur dans le carter 36 en en étant isolée, et elle est connectée électriquement par la bague support 41 et un cylindre 42 en métal conducteur à la borne de polarité négative de la source d'amorçage 28 ainsi qu'à la borne de polarité négative de la source 14 d'alimentation d'arc. Le carter 36 est connecté par une résistance 44 et un commutateur d'amorçage 20 à la borne de polarité positive de la source d'amorçage 28. Le carter 36 comporte un tube d'arrivée de gaz destiné à introduire du gaz à basse pression dans la cathode creuse 2. Dans le mode de réalisation de la figure 5, l'électrode en disque 46 est disposée dans la cathode creuse 2 et elle est connectée par une tige 45 qui la supporte et une résistance 48 aux bornes de polarité négative des sources 28 et 14 d'amorçage et d'alimentation d'arc. De préférence, une couche 47 d'émission d'électrons est prévue sur la surface de l'électrode en disque 46. Il est possible de remplacer l'électrode 46 du mode de réalisation de la figure 5 par une électrode d'une autre forme. Dans ce mode de réalisation, contrairement à celui de la figure 4, l'électrode 46 peut être positionnée par rapport au disque 10 et être ainsi située dans une position prédéterminée, dans laquelle la tension d'amorçage de décharge déterminée par la loi de Paschen est minimale. La cathode creuse 2 peut être faite d'une matière émettant des électrons comme dans le mode de réalisation de la figure 4.

Dans les modes de réalisation des figures 4 et 5, la décharge est provoquée entre le disque 10 et la cathode creuse 2 ou l'électrode 46 et peut être convertie avec sécurité en une décharge entre la cathode creuse 2 et l'anode 4. Plus particulièrement, la cathode creuse 2 est chauffée par le filament 38 qui la fait passer dans un état susceptible d'émettre facilement des électrons et, par la fermeture ultérieure du commutateur 20, une déchar-



ne peut être facilement provoquée entre le disque 10 et la cathode creuse 2 ou l'électrode 46. Cette décharge produit un plasma dans l'électrode creuse 2 qui en chauffe la surface intérieure. Quand le commutateur 15 est fermé une haute tension est appliquée entre la cathode creuse 2 et l'anode 4 et une décharge par arc est produite entre ces électrodes et se stabilise.

La figure 6 illustre une variante de l'appareil à décharge selon l'invention, qui ne diffère des modes de réalisation des figures 4 et 5 que par le fait qu'un second orifice 49 est prévu. Le second orifice 49 est un trou percé dans l'isolant 34 situé entre une extrémité de la cathode creuse 2 et le disque 10 conducteur de l'électricité. L'isolant 34 est fait d'une matière résistant aux hautes températures, par exemple  $Al_2O_3$  ou BN.

En raison des deux orifices 12 et 49, la résistance au gaz qui passe dans la cathode creuse 2 et l'enveloppe vers la pompe 8 augmente, ce qui augmente la pression du gaz dans la cathode creuse 2 même si un gaz lui est fourni avec le même débit. En outre, étant donné que l'orifice 49 est délimité par l'isolant 34, le champ électrique produit par le disque 10 peut pénétrer facilement dans la cathode creuse 2 par l'isolant 34. Cela facilite l'amorçage d'un arc de décharge.

Dans tous les modes de réalisation des figures 1 à 6, l'arc de décharge peut être déclenché plus facilement et plus sûrement si un gaz est fourni par la source à la cathode creuse avec un débit plus élevé au début de l'écoulement, puis avec un débit plus bas lorsqu'une décharge stable est maintenue.

Le gaz fourni par la source de gaz n'est pas limité à l'hydrogène. D'autres gaz, par exemple des gaz rares et des vapeurs métalliques peuvent aussi convenir.

Comme cela a été expliqué ci-dessus, et selon l'invention, une décharge est d'abord provoquée dans la cathode creuse dans laquelle cette décharge peut être facilement provoquée, puis la décharge est déclenchée entre la cathode creuse et l'anode. Il est ainsi

possible d'obtenir des décharges permanentes avec sécurité sans imposer une grande puissance au moment du démarrage.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux modes de réalisation  
5 décrits et illustrés à titre d'exemples nullement limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1 - Appareil à décharge électrique, caractérisé en ce qu'il comporte une enveloppe sous vide (0), une anode (4) et une cathode creuse (2) disposées dans ladite enveloppe sous vide, un dispositif (14) destiné à  
5 fournir une tension d'arc pour maintenir une décharge par arc entre ladite anode et ladite cathode creuse, un dispositif (8) pour mettre ladite enveloppe sous vide, un dispositif (7) destiné à fournir du gaz à basse pression dans ladite enveloppe en passant par ladite cathode  
10 creuse, un dispositif (12) destiné à restreindre le passage du gaz à basse pression de ladite cathode creuse vers ladite enveloppe de manière à maintenir la pression du gaz dans ladite cathode creuse plus élevée que la pression du gaz dans ladite enveloppe, et un dispositif  
15 destiné à provoquer une décharge dans ladite cathode creuse.

2 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif fournissant du gaz délivre le gaz avec un débit plus élevé au début de sa fourniture,  
20 puis ensuite avec un débit faible pendant une décharge stable.

3 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif produisant une décharge comporte un filament chauffant (18) dans ladite cathode  
25 creuse et isolé de cette cathode, un dispositif (24) qui fournit un courant de chauffage audit filament et un dispositif (28) qui fournit une tension d'amorçage entre ladite cathode creuse et ledit filament pour produire une décharge entre ladite cathode creuse et ledit filament.

30 4 - Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit dispositif (28) fournissant une tension d'amorçage applique une tension positive à ladite cathode creuse.

5 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif produisant une décharge  
35 comporte une électrode (30, 33) disposée dans ladite ca-

thode creuse et un dispositif (28) qui applique une tension d'amorçage entre ladite électrode et ladite cathode creuse pour provoquer une décharge entre ladite électrode et ladite cathode creuse.

5           6 - Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite électrode (30) a la forme d'un disque.

7 - Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite électrode (33) a la forme d'un cylindre.

10           8 - Appareil selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit dispositif (28) qui fournit une tension d'amorçage applique une tension positive à ladite électrode.

15           9 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite cathode creuse (2) est faite d'une matière qui émet des électrons.

20           10 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif qui restreint le passage du gaz consiste en une plaque conductrice (10) placée sur une extrémité ouverte de ladite cathode creuse et comportant un orifice (12), ledit dispositif produisant une décharge comportant un dispositif (28) qui délivre une tension d'amorçage appliquée entre ladite plaque conductrice et la surface intérieure de ladite cathode creuse pour provoquer une décharge entre ladite plaque conductrice et la-  
25           dite cathode creuse.

11 - Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce que ladite cathode creuse (2) est faite d'une matière qui émet des électrons.

30           12 - Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit dispositif (28) qui produit une tension d'amorçage applique une tension positive à ladite plaque conductrice (10).

35           13 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un écran thermique (38) sur la surface extérieure de ladite cathode creuse afin de réduire au minimum la dissipation de chaleur par ladite cathode creuse.

14 - Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un filament chauffant (38) sur la périphérie extérieure de ladite cathode creuse pour la chauffer, et un dispositif (24) qui fournit un  
5 courant de chauffage audit filament.

15 - Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit dispositif qui restreint le passage dudit gaz consiste en une plaque conductrice (10) placée sur une extrémité ouverte de ladite cathode creuse et comportant  
10 un orifice (12) ledit dispositif produisant une décharge comportant une électrode (30, 33) disposée à l'intérieur de ladite cathode creuse et un dispositif (28) qui fournit une tension d'amorçage entre ladite plaque conductrice et  
15 ladite électrode pour produire une décharge entre ladite plaque conductrice et ladite électrode.

16 - Appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce que ladite électrode (30, 33) porte une couche émettrice d'électrons sur sa surface.

17 - Appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce que ledit dispositif (28) fournissant une tension d'amorçage applique une tension positive à ladite plaque  
20 conductrice.

18 - Appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte un écran thermique (30) à la périphérie extérieure de ladite cathode creuse (2) pour réduire au minimum la dissipation thermique de ladite cathode creuse.  
25

19 - Appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un filament chauffant (38) sur la périphérie intérieure de ladite cathode creuse (2) pour la chauffer, et un dispositif (24) fournissant  
30 un courant de chauffage audit filament chauffant.

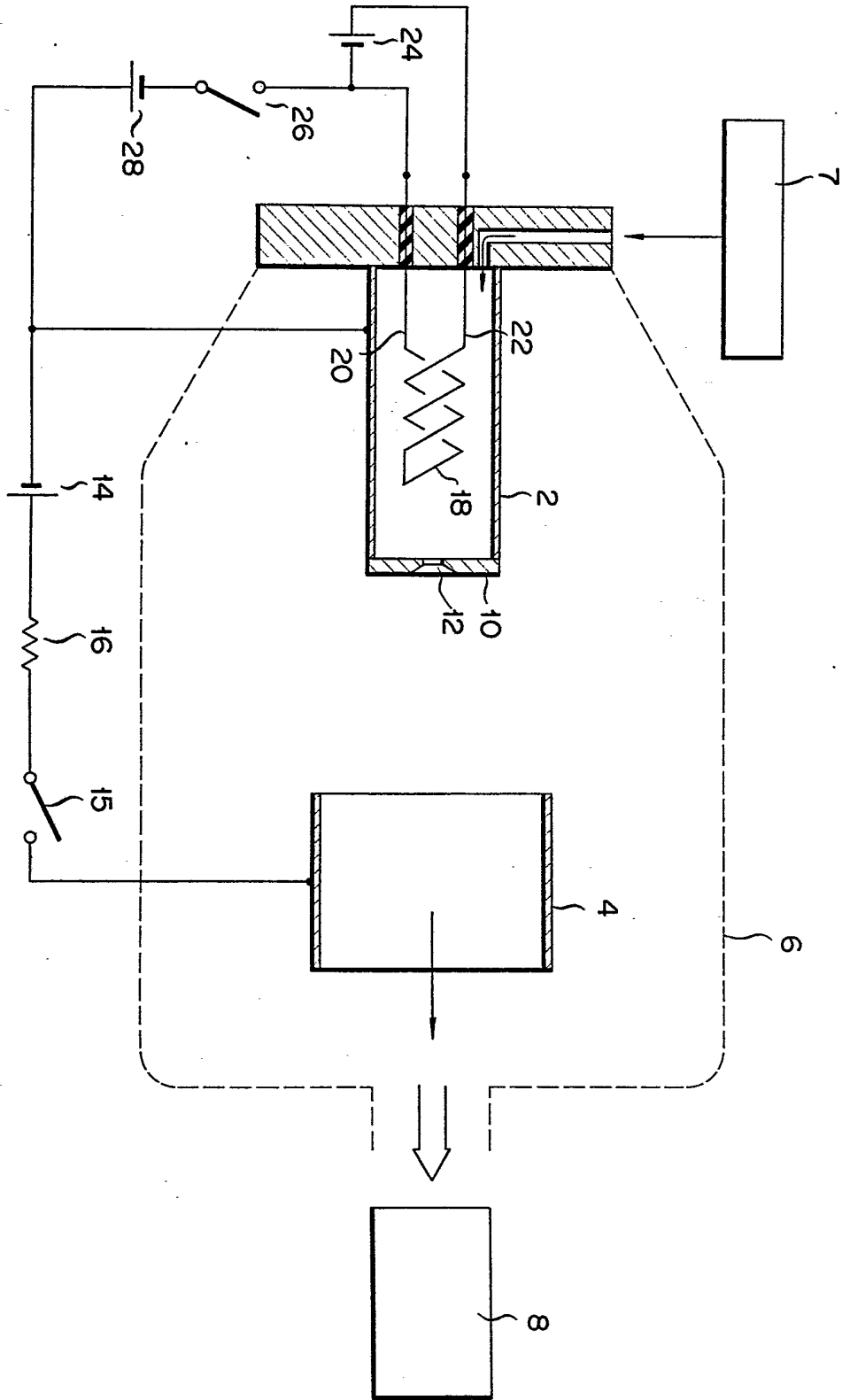


FIG. 1

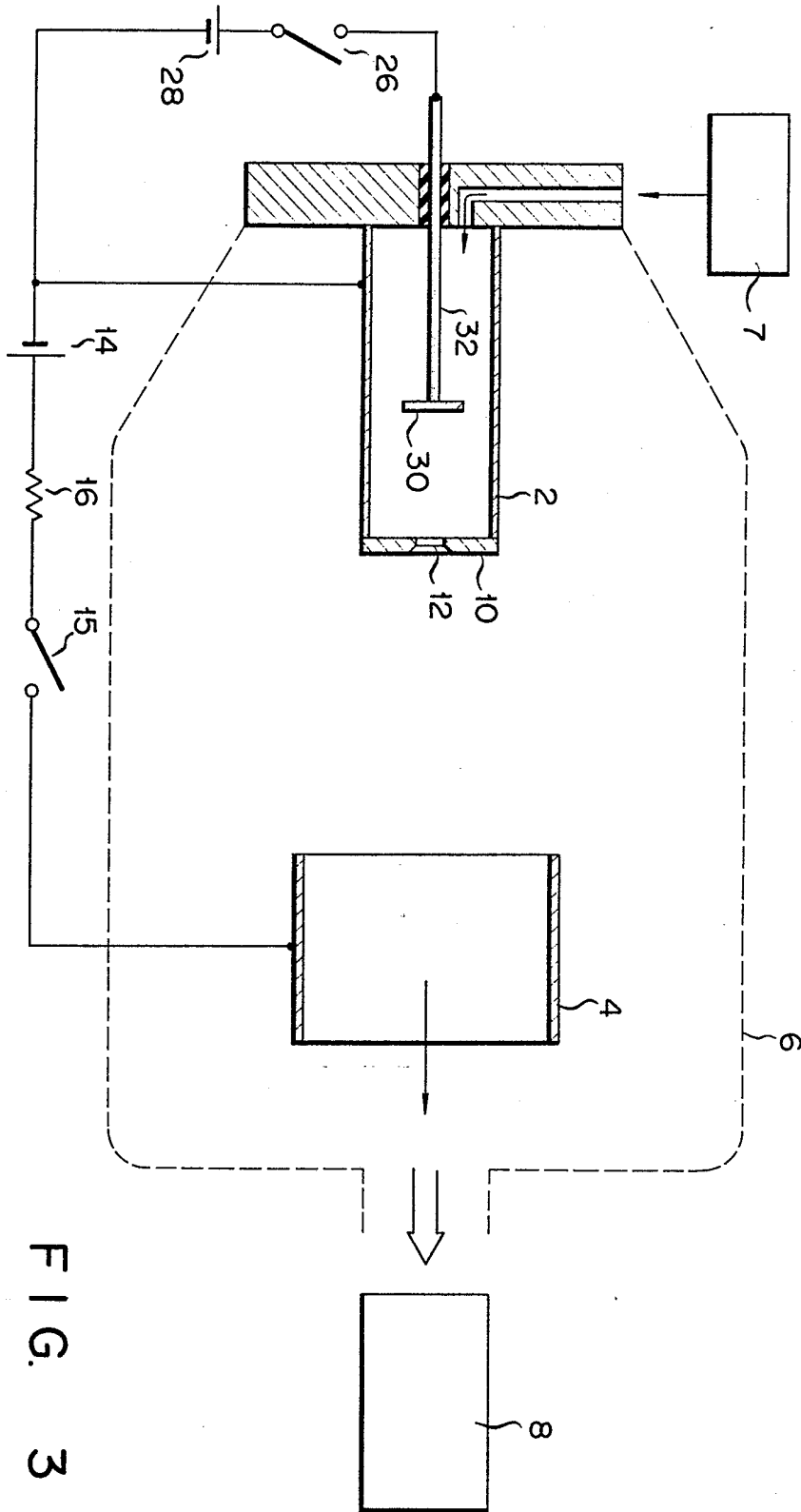
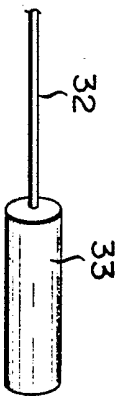


FIG. 2

FIG. 3



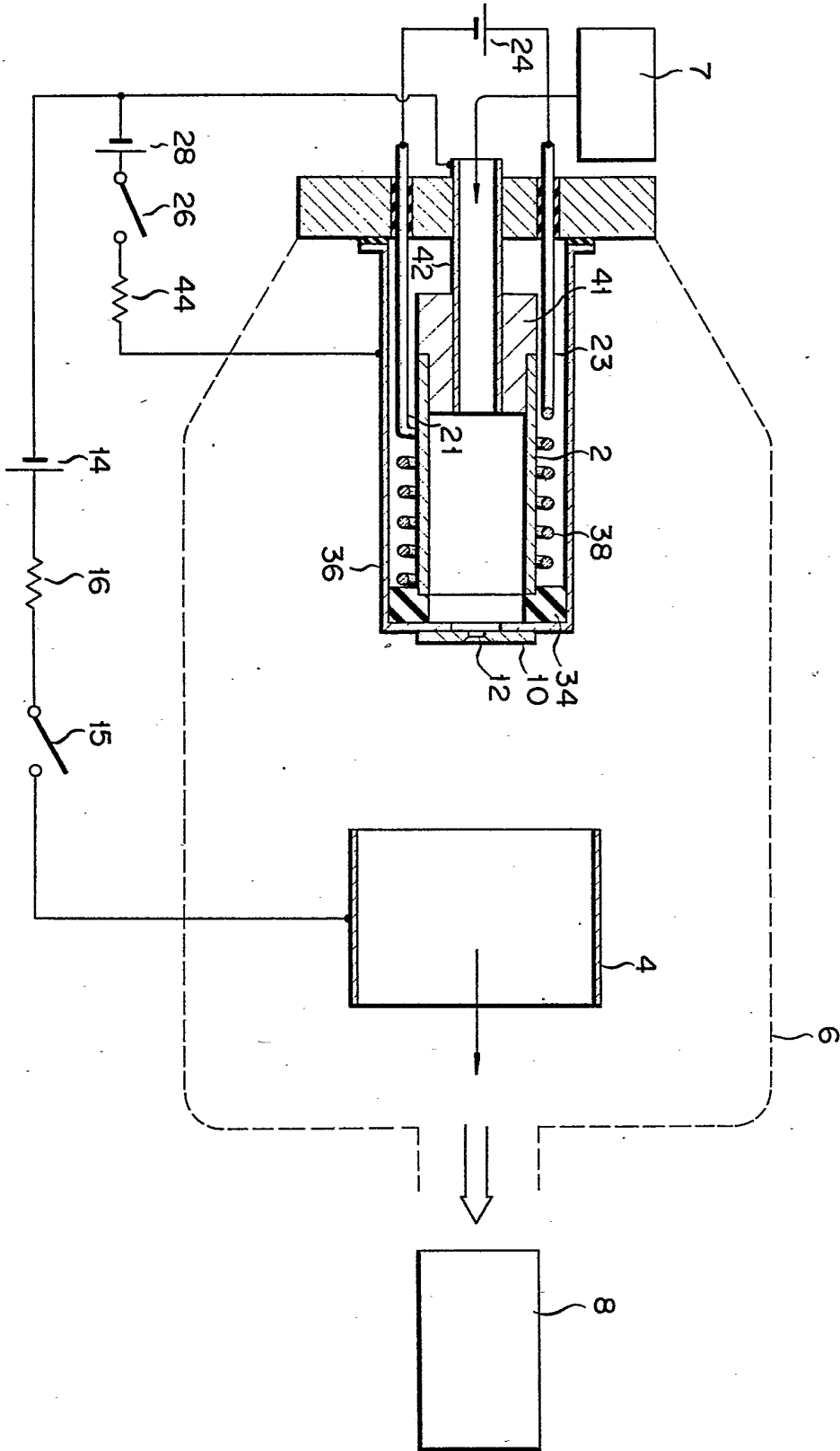


FIG. 4



FIG. 5

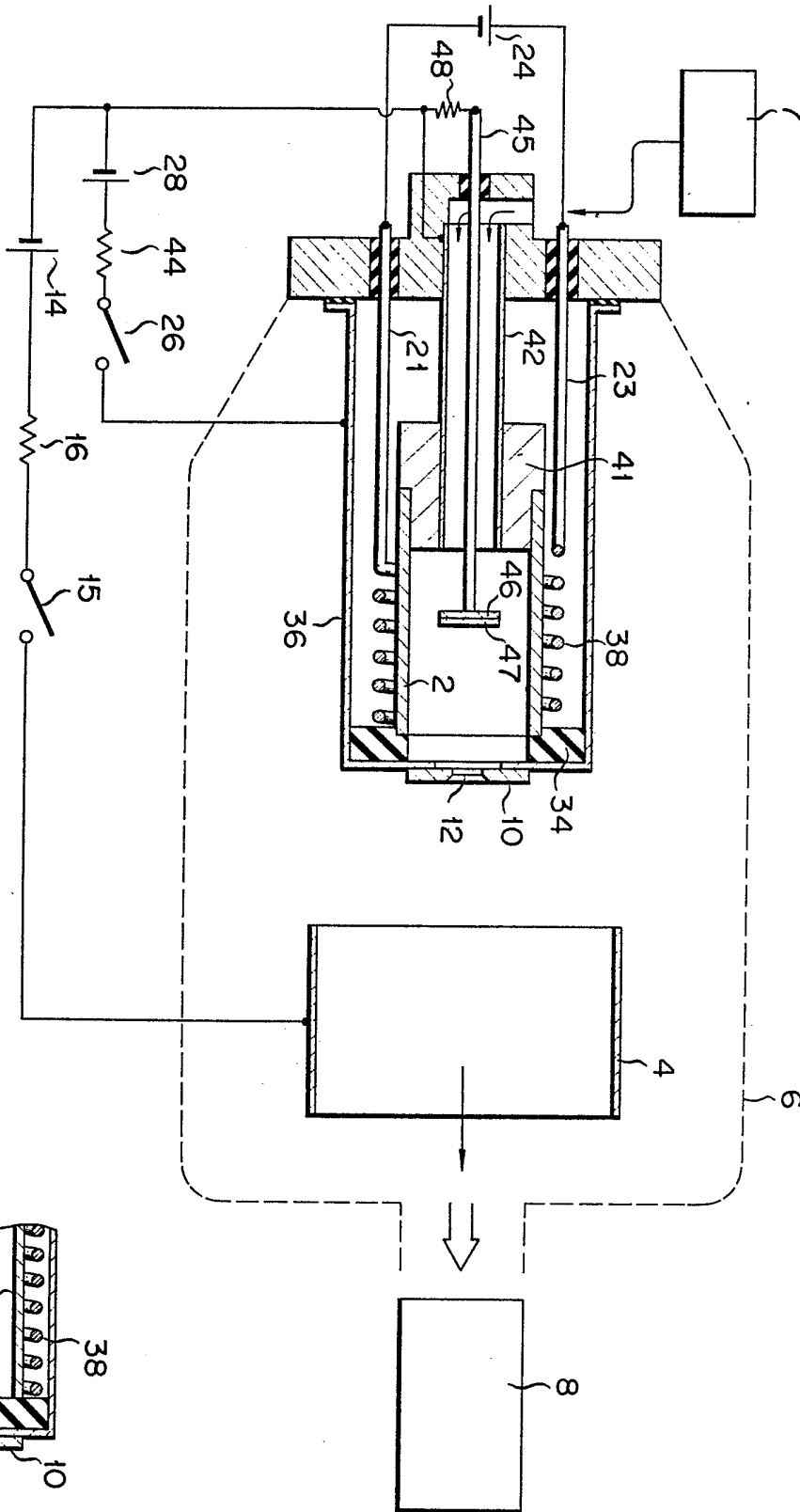


FIG. 6

