

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
28 avril 2005 (28.04.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/038848 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **H01J 23/00**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2004/052484

(22) Date de dépôt international : 8 octobre 2004 (08.10.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03 11904 10 octobre 2003 (10.10.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US)
: THALES [FR/FR]; 45, rue de Villiers, F-92200
Neuilly-sur-Seine (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : BEL, Claude
[FR/FR]; Thales Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide
Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(74) Mandataires : ESSELIN, Sophie etc.; Thales Intellectual
Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil
(FR).

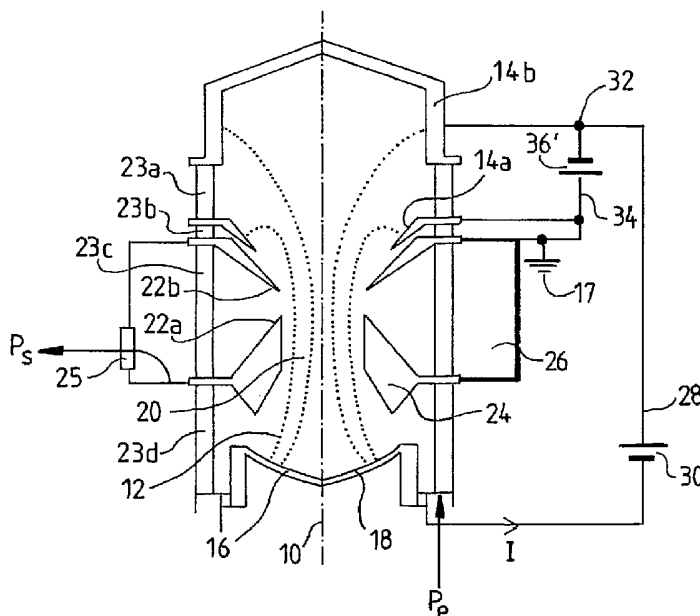
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: AMPLIFIER COMPRISING AN ELECTRONIC TUBE PROVIDED WITH COLLECTORS

(54) Titre : AMPLIFICATEUR AVEC TUBE ELECTRONIQUE A COLLECTEURS



(57) Abstract: The invention relates to an amplifier comprising an axial electron beam electronic tube provided with a cathode (16) and at least to collectors (14a, 14b) and at least two continuous voltage sources. Each collector (14a, 14b) is connected to the continuous voltage source whose potential difference is directly proportional to the distance between the collector and the cathode. Said invention is characterised in that the voltage sources are interconnected at a common point (32) which is arranged near the collector (14b) whose potential difference is lower than the potential difference of the other collector but is higher than zero.

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/038848 A2



SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention concerne un amplificateur comportant un tube électronique à faisceau d'électrons axial, avec une cathode (16) et au moins deux collecteurs (14a, 14b), l'amplificateur comportant en outre au moins deux sources de tension continue, chaque collecteur (14a, 14b) étant relié à une source de tension continue présentant une différence de potentiel telle que plus le collecteur est éloigné de la cathode, plus la différence de potentiel entre ce collecteur et la cathode est faible, caractérisé en ce que les sources de tension continue sont raccordées entre elles en un point commun (32) situé au niveau du collecteur (14b) dont la différence de potentiel avec la cathode est la plus faible mais non nulle.

AMPLIFICATEUR AVEC TUBE ELECTRONIQUE A COLLECTEURS

L'invention concerne un amplificateur qui comprend un tube électronique à faisceau d'électrons axial et des sources de tension ; le tube comporte au moins deux collecteurs, chaque collecteur étant relié à une source de tension.

Le domaine de l'invention est celui de l'amplification de puissance de signaux UHF, en particulier l'amplification des signaux de télévision analogique et numérique des émetteurs terrestres, au moyen de tubes à vide comportant un faisceau d'électrons axial.

On rappelle sommairement qu'un tube à vide utilise le principe de l'interaction entre un faisceau d'électrons et une onde électromagnétique, pour transmettre à l'onde une partie de l'énergie contenue dans le faisceau d'électrons, de manière à obtenir en sortie du tube une onde d'énergie plus grande que celle de l'onde injectée à l'entrée du tube.

Il existe plusieurs catégories de tubes à vide. Dans les tubes à ondes progressives (« TOP » ou « TWT » pour Traveling Wave Tube en anglais) et les klystrons, le faisceau d'électrons est modulé en vitesse. Dans les tubes à sortie inductive (« IOT » ou « Inductive Output Tube » en anglais) il est modulé en densité.

On va décrire le principe de cette interaction appliqué à un tube « IOT » représenté figure 1.

Il comporte une enceinte à vide allongée en partie constituée de plusieurs céramiques d'isolation 23a, 23b, 23c, 23d, avec à une première extrémité un canon à électrons émettant un faisceau d'électrons 12 et, à une deuxième extrémité, un premier collecteur 14a et un deuxième collecteur 14b. Le canon à électrons comprend une cathode 16 qui émet les électrons et une grille 18 qui contrôle le flux des électrons en fonction de la tension qui lui est appliquée.

Le signal à amplifier de puissance P_e est injecté entre la cathode 16 et la grille 18 et module ainsi la tension de la grille. Le faisceau d'électrons 12 qui traverse la grille est alors modulé en densité par la grille et les électrons sont émis sous forme de paquets ; la durée entre deux paquets est égale à la période du signal. Le faisceau 12 représenté sous forme de paquets d'électrons, est sensiblement cylindrique sur presque toute la

2

longueur du tube entre la cathode 16 et les collecteurs 14a et 14b. Cette forme cylindrique est obtenue grâce d'une part à la forme de la cathode 16, de l'anode 24 et de la grille 18 et d'autre part grâce à un champ magnétique axial qui maintient les électrons près de l'axe 10 du tube.

5 Un paquet d'électrons provenant de la grille est accéléré avant d'entrer dans un tube de glissement 20 puis dans un espace d'interaction situé entre deux becs d'interaction 22a, 22b ; cet espace d'interaction est relié à une cavité primaire de sortie 26 dans laquelle il génère un champ électrique. Quand un autre paquet d'électrons atteint cet espace
10 d'interaction, il rencontre ce champ électrique qui le freine. Lors de ce freinage, l'énergie cinétique des électrons est convertie en énergie électromagnétique ou hyperfréquence, c'est-à-dire en puissance de sortie Ps qui est dirigée vers l'utilisation par exemple par un coaxial à travers un isolant 25.

15 Pour un signal de télévision, le rendement énergétique est généralement de l'ordre de 20 à 40 % : il caractérise la partie de l'énergie du faisceau d'électrons convertie en énergie dans le signal amplifié.

 L'énergie restante dans le faisceau d'électrons après son passage dans la cavité primaire de sortie 26 est ensuite dissipée dans le collecteur.
20 Les électrons bombardent alors les parois du collecteur et transforment leur énergie cinétique en chaleur.

 Les électrons qui atteignent le collecteur ont des niveaux d'énergie très variables. Afin d'améliorer le rendement énergétique de ces tubes, le collecteur est divisé en deux collecteurs 14a et 14b isolés électriquement ;
25 chacun de ces collecteurs est porté à un potentiel correspondant à un des niveaux d'énergie des électrons. Le deuxième collecteur 14b est porté à un potentiel plus faible que le premier 14a, par rapport à la cathode 16 afin de ralentir les électrons qui percutent ce collecteur et ainsi diminuer la perte d'énergie sous forme de chaleur. On peut ainsi obtenir un rendement jusqu'à
30 trois fois supérieur au rendement d'un tube conventionnel.

 Des tubes comportant plus de deux collecteurs ont déjà été réalisés de même que des tubes comportant une électrode repousseuse en fond de collecteur, cette électrode étant généralement connectée à la cathode.

3

Le collecteur 14b est raccordé au pôle positif 28 d'une source de tension continue 30, par exemple de 26 kV. Le pôle négatif 32 de la source de tension continue 30 est raccordé à la cathode 16.

Le collecteur 14a est raccordé au pôle positif 34 d'une source de tension continue 36, par exemple de 34 kV. Le pôle négatif de la source de tension continue 36, commun à celui de la source de tension 30, est également raccordé à la cathode 16. Les deux sources ont donc un point commun 32 situé au niveau de la cathode. La cavité de sortie 26 est également raccordée au pôle positif 34 de la source de tension continue 36, éventuellement à travers un shunt de mesure entre la masse 17 et le corps du tube qui comprend l'anode 24 et les deux becs d'interaction ; ce shunt de mesure permet de mesurer le courant intercepté par le corps. La cavité de sortie 26 est raccordée à la masse.

On obtient un courant I de quelques Ampères (par exemple 2.5 A) issu de la cathode 16 dans le faisceau d'électrons 12.

Selon cette configuration, on utilise deux sources de tension 30 et 36 de plus de 26 kV, encombrantes et onéreuses compte tenu de la valeur de leur tension, des distances nécessaires à leur isolement ainsi que de leurs puissances respectives.

En outre la différence de potentiel entre les deux collecteurs 14a et 14b, aussi dénommée tension de dépression, ne doit pas excéder 12 kV sous peine d'endommager le tube, notamment la céramique 23a située entre les deux collecteurs. Or, dans ce type de source de tension, lorsque l'une est coupée rapidement par l'action des sécurités ou s'établit plus rapidement que l'autre lors de la mise sous tension, une tension différentielle pouvant atteindre 34 kV s'établit entre les deux collecteurs 14a et 14b provoquant des dommages éventuellement irréversibles. La nécessité de synchroniser ces sources de tension rend cette configuration très contraignante.

Un but important de l'invention est donc de pallier ces inconvénients en modifiant la façon d'alimenter les collecteurs et la cathode.

Pour atteindre ce but, l'invention propose un amplificateur comportant un tube électronique à faisceau d'électrons axial, avec une cathode et au moins deux collecteurs, l'amplificateur comportant en outre au moins deux sources de tension continue, chaque collecteur étant relié à une

source de tension continue présentant une différence de potentiel telle que plus le collecteur est éloigné de la cathode, plus la différence de potentiel entre ce collecteur et la cathode est faible, caractérisé en ce que les sources de tension continue sont raccordées entre elles en un point commun situé
5 au niveau du collecteur dont la différence de potentiel avec la cathode est la plus faible mais non nulle.

Cette configuration permet ainsi d'utiliser des sources de tension de plus faible valeur que dans l'art antérieur et de minimiser l'encombrement et le coût des sources de tension.

10 En outre, il n'est plus indispensable de synchroniser la mise en marche et les coupures des sources de tension car en aucun cas la différence de potentiel entre les collecteurs ne peut excéder celle de la source de tension de faible valeur. Ceci améliore la fiabilité de ce type de matériel et préserve le tube.

15 Selon une caractéristique de l'invention, les sources de tension sont variables.

De préférence, la (ou les) source(s) de tension définissant une tension de dépression entre deux collecteurs, est une source de tension à rabattement. L'utilisation de cette source de tension à rabattement est
20 particulièrement indiquée pour l'amplification de signaux de puissance moyenne variable comme dans le cas de la télévision analogique.

L'invention a aussi pour objet un émetteur comportant un tel amplificateur.

25 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 déjà décrite représente schématiquement un amplificateur avec un tube électronique à sortie inductive comportant deux
30 collecteurs et avec des sources de tension disposées selon l'art antérieur,

la figure 2 représente schématiquement un amplificateur avec un tube électronique à sortie inductive comportant deux collecteurs et avec des sources de tension disposées selon l'invention,

la figure 3 représente schématiquement un amplificateur avec un tube électronique à sortie inductive comportant trois collecteurs et avec des sources de tension disposées selon l'invention.

5 D'une figure à l'autre, les mêmes références sont utilisées pour désigner les mêmes éléments.

La figure 2 représente un exemple de réalisation d'un amplificateur mettant en œuvre l'invention ; il comprend un tube électronique à sortie inductive avec au moins deux collecteurs. Il comporte deux
10 collecteurs 14a et 14b dans l'exemple de la figure. L'invention s'applique également avec des tubes à ondes progressives ou des klystrons et plus généralement avec tout tube électronique à faisceau d'électrons axial.

Le collecteur 14b est raccordé au pôle positif 28 d'une source de tension continue 30, par exemple de 26 kV. Le pôle négatif de la source de
15 tension continue 30 est raccordé à la cathode 16.

Le collecteur 14a est raccordé au pôle positif 34 d'une source de tension continue 36', par exemple de 8 kV. Le pôle négatif de cette source de tension 36' est raccordé au collecteur 14b ; elle est en série avec la source de tension 30. Le point commun 32 de ces deux sources de tension 36' et 30
20 est au niveau du collecteur 14b, c'est-à-dire de celui qui est le plus éloigné de la cathode. La cavité de sortie 26 est également raccordée au pôle positif 34 de la source de tension continue 36', éventuellement par un shunt de mesure.

On retrouve bien une source de tension globale pour le collecteur
25 14a de 26 kV + 8 kV soit 34 kV. Cette configuration permet ainsi d'utiliser une source de tension de 26 kV et une source de tension de faible valeur par exemple de 8 kV au lieu des sources de tension de 34 kV et 26 kV utilisées dans l'exemple présenté figure 1. La faible valeur de la source de tension 36' permet d'utiliser un modèle compact qui minimise l'encombrement des
30 émetteurs neufs et rend possible à moindre coût l'incorporation du tube dans des émetteurs existants.

De plus, la différence de potentiel entre les deux collecteurs 14a et 14b, c'est-à-dire la tension de dépression ne peut excéder la tension de cette source 36', en l'occurrence 8 kV, alors qu'elle pouvait atteindre 34 kV dans
35 l'exemple de la figure 1. En effet, lorsque la source de tension 30 est coupée,

la tension de dépression est celle de la source de tension 36', soit 8 kV et lorsque la source de tension 36' est coupée, la tension de dépression est nulle. Il n'est donc plus indispensable de synchroniser la mise en marche et les coupures des sources de tension car en aucun cas la différence de
5 potentiel entre les collecteurs ne peut excéder celle de la source de tension de faible valeur. Ceci améliore la fiabilité de ce type de matériel et préserve le tube.

On utilise de préférence pour cette source de tension de faible valeur 36' une source de tension à rabattement. On rappelle qu'une source
10 de tension à rabattement est une source de tension stabilisée et bornée avec une consigne en tension et une consigne en courant : la source de tension fournit la tension la plus élevée possible pour que l'une au moins de ces consignes soit atteinte. Ainsi, en fonction du courant maximal admissible par le collecteur 14a, on utilise une source de tension à rabattement permettant
15 d'éviter une surdissipation de ce collecteur. L'utilisation de cette source de tension à rabattement est particulièrement indiquée pour l'amplification de signaux de puissance moyenne variable comme dans le cas de la télévision analogique. Dans ce cas en effet, la modulation d'amplitude de la porteuse du signal analogique se traduit par une modulation du courant du signal à
20 amplifier qui se répercute sur le courant obtenu dans ce collecteur 14a.

En cas de rabattement de la source de tension 36', c'est-à-dire en cas de rabattement de la tension de dépression, la source de tension 30 est de préférence asservie par une consigne établie par la mesure de tension cathode 16-masse 17 afin de maintenir cette tension constante.

25 On a représenté figure 3 un exemple de réalisation de l'invention dans le cas d'un tube comportant un troisième collecteur 14c en plus des deux collecteurs 14a et 14b de la figure précédente. La configuration électrique est la même que dans l'exemple de la figure 2, avec en plus une source de tension continue 38 par exemple de 6 kV, au pôle positif de
30 laquelle le collecteur 14c est raccordé. Le pôle négatif de cette source de tension 38 est raccordé au collecteur 14b. Cette source de tension continue 38 est en série avec la source de tension 30. Le point 32 commun aux trois sources de tension 38, 36' et 30 est situé au niveau du collecteur 14b, c'est-à-dire de celui qui est le plus éloigné de la cathode.

La source de tension globale pour le collecteur 14c est de 26 kV + 6 kV soit 32 kV. La différence de potentiel entre les deux collecteurs 14c et 14b, c'est-à-dire la tension de dépression ne peut excéder la tension de cette source 38, en l'occurrence 6 kV. On peut également utiliser pour cette source
5 de tension de faible valeur 38, une source de tension à rabattement.

L'invention s'applique à d'autres bandes de fréquences que la bande UHF comme par exemple les bandes de fréquences L (de 1 à 2 GHz), S (de 2 à 4 GHz), C (de 4 à 8 GHz), X (de 8 à 12.4 GHz), Ku (de 12.4 à 18 GHz), K (de 18 à 26.5 GHz), Ka (de 26.5 à 40 GHz), etc.

10 L'invention a aussi pour objet un émetteur comportant un tel amplificateur. Il s'agit par exemple d'un émetteur terrestre de signaux de télévision analogiques ou numériques.

REVENDICATIONS

1. Amplificateur comportant un tube électronique à faisceau d'électrons axial, avec une cathode (16) et au moins deux collecteurs (14a, 14b), l'amplificateur comportant en outre au moins deux sources de tension continue, chaque collecteur (14a, 14b) étant relié à une source de tension continue présentant une différence de potentiel telle que plus le collecteur est éloigné de la cathode, plus la différence de potentiel entre ce collecteur et la cathode est faible, caractérisé en ce que les sources de tension continue sont raccordées entre elles en un point commun (32) situé au niveau du collecteur (14b) dont la différence de potentiel avec la cathode est la plus faible mais non nulle.

2. Amplificateur selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les sources de tension (30, 36') sont variables.

15

3. Amplificateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la (ou les) source(s) de tension (36') définissant une tension de dépression entre deux collecteurs (14a, 14b), est une source de tension à rabattement.

20

4. Amplificateur selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'asservissement de la source de tension (30) située entre le point commun (32) et la cathode (16) afin de maintenir constante la source de tension (30) en cas de rabattement de la tension de dépression.

25

5. Amplificateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tube est destiné à fonctionner en bande UHF ou L ou S ou C ou X ou Ku ou K ou Ka.

30

6. Amplificateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tube est un tube à sortie inductive, ou un tube à ondes progressives ou un klystron.

7. Emetteur comportant un amplificateur selon l'une des revendications précédentes.

1/2

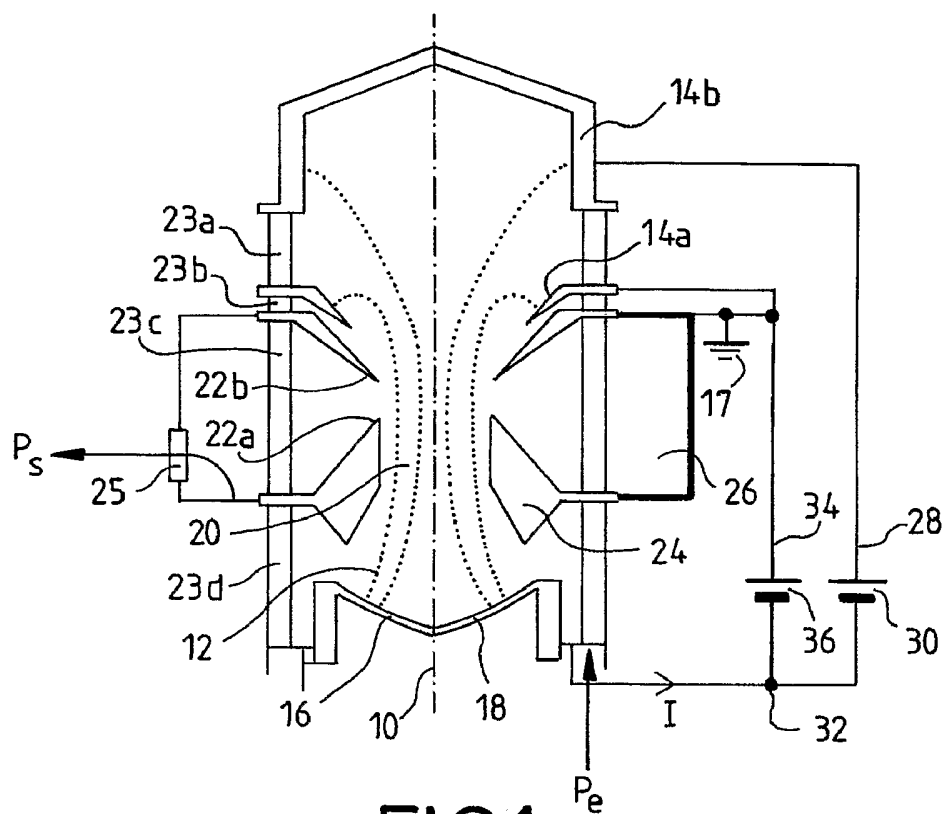


FIG. 1

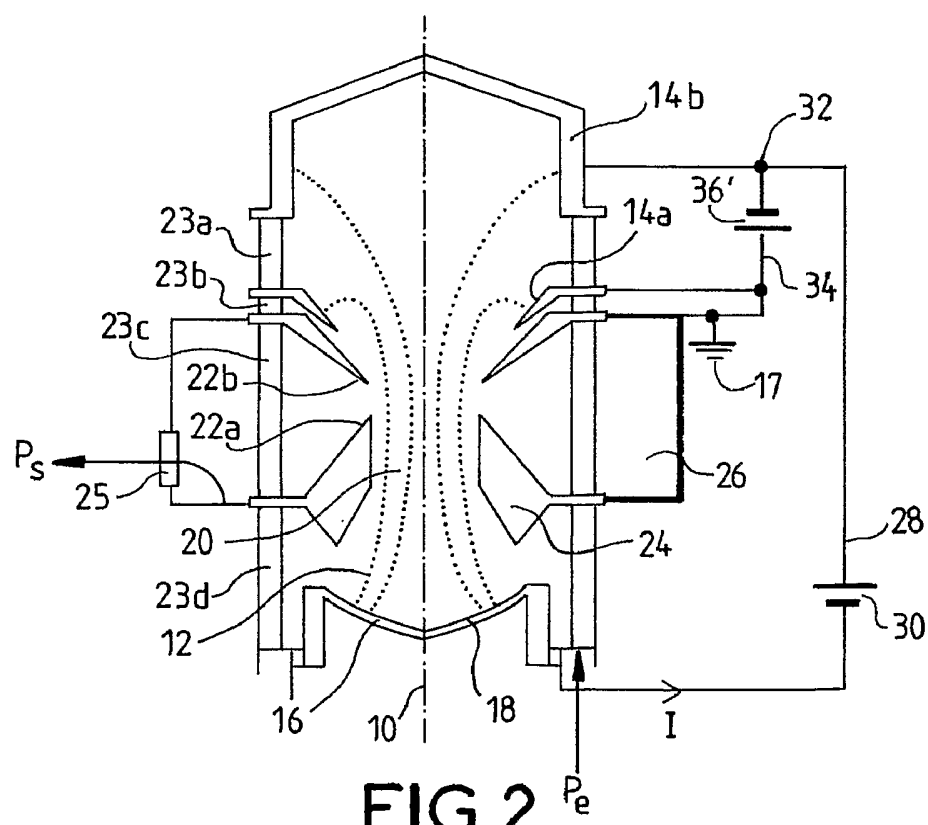


FIG. 2

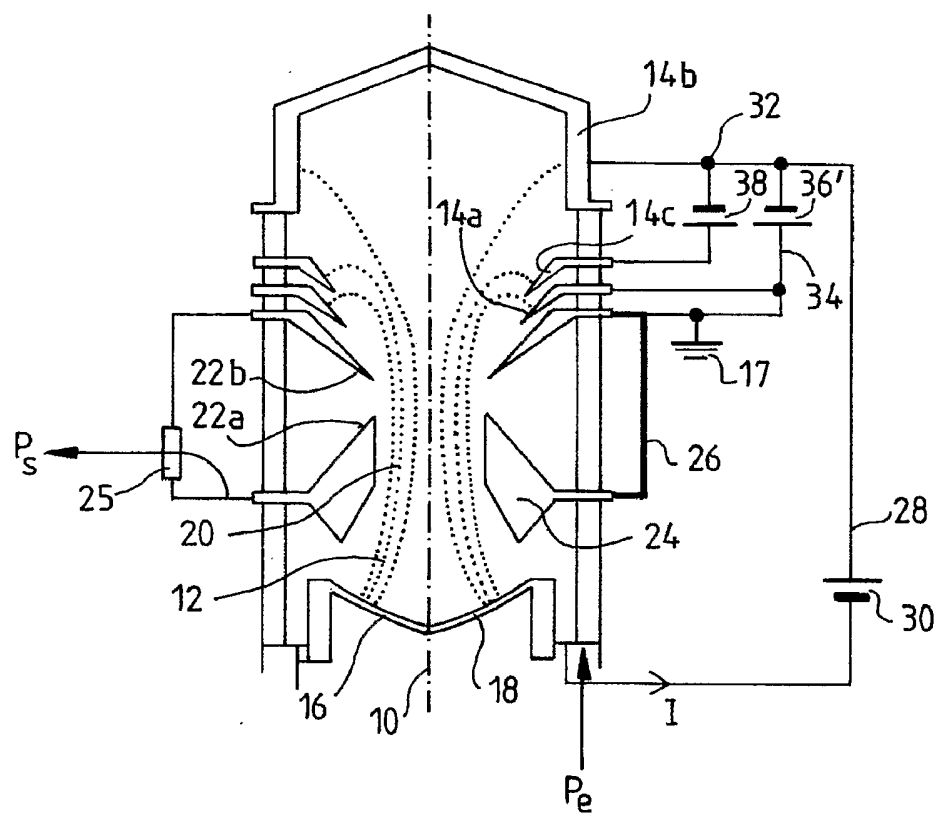


FIG.3