

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Numéro de publication: **0 357 133 B1**

12

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

45 Date de publication de fascicule du brevet: **04.05.94** 51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H05H 3/06**

21 Numéro de dépôt: **89202146.0**

22 Date de dépôt: **24.08.89**

54 **Dispositif de protection des tubes neutroniques.**

30 Priorité: **26.08.88 FR 8811259**

43 Date de publication de la demande:  
**07.03.90 Bulletin 90/10**

45 Mention de la délivrance du brevet:  
**04.05.94 Bulletin 94/18**

84 Etats contractants désignés:  
**DE FR GB NL**

56 Documents cités:  
**DE-A- 1 589 699**  
**DE-C- 714 343**  
**FR-A- 2 179 527**  
**US-A- 2 988 671**  
**US-A- 3 364 355**

**PROC. SYMP. PULSED NEUTRON RESEARCH,**  
**Karlsruhe, 10-15 mai 1965, vol. 2, pages**  
**609-622; C.W. ELENGA et al.: "The generation**  
**of neutron pulses and modulated neutron**  
**fluxes with sealed-off neutron tubes"**

73 Titulaire: **SOCIETE ANONYME D'ETUDES ET**  
**REALISATIONS NUCLEAIRES - SODERN**  
**1 Avenue Descartes**  
**F-94451 Limeil Brevannes Cédex(FR)**

84 Etats contractants désignés:  
**FR**

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

84 Etats contractants désignés:  
**DE GB NL**

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

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

74 Mandataire: **Charpail, François et al**  
**Société Civile S.P.I.D.**  
**156, Boulevard Haussmann**  
**F-75008 Paris (FR)**

**EP 0 357 133 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

**INTERNATIONAL JOURNAL OF APPLIED RADIATION AND ISOTOPES**, vol. 34, no. 1, janvier 1983, pages 269-272, Pergamon Press Ltd, Oxford, GB; L.A. SHOPE et al.: "The operation and life of the zetatron neutron tube in a borehole logging application"

**Physica IV** no. 11, Décembre 1937, pages 1190-1199 ; F.M. PENNING et J.H.A. MOUBIS : "Un tube neutronique sans pompage".

---

## Description

L'invention concerne un dispositif de protection d'un tube neutronique comportant une source d'ions dont l'anode est portée à un potentiel positif par rapport à la cathode au moyen d'une alimentation source et dont le faisceau ionique accéléré vient frapper une cible disposée sur un support isolant électrique et portée à un potentiel négatif fourni par une alimentation HT, ledit dispositif de protection étant constitué par des éléments de limitations électriques du courant tube et/ou de la tension cible.

Dans leur application courante, les tubes neutroniques fonctionnent dans des conditions compatibles avec les possibilités de dissipation thermique, en particulier de la cible et de son support.

Leurs définitions sont par ailleurs prévues pour des modes de fonctionnement à large dynamique :

- le fonctionnement en mode continu nécessite un dimensionnement en conséquence des isolements électriques et thermiques,
- le fonctionnement en mode pulsé et à récurrence rapide conduit à des structures d'extraction permettant des courants d'ions relativement élevés.

Les sources d'ions elles-mêmes, souvent de type Penning, sont munies d'orifices d'extraction d'assez grandes dimensions afin de permettre l'obtention d'un rendement d'extraction élevé à une pression de fonctionnement faible. Par ailleurs, elles peuvent travailler en régime de décharge de type arc pour des valeurs de pression encore compatibles avec un fonctionnement du tube et les très hautes tensions applicables sur ces tubes peuvent permettre d'extraire des courants d'ions importants pendant des temps courts.

L'ensemble de ces considérations montre, qu'en particulier pour des tubes de faibles dimensions, il est possible d'utiliser un tube neutronique largement au-delà de son usage nominal pour, par exemple, une utilisation à flux neutronique pulsé intense. Ceci peut être obtenu par :

- augmentation du courant tube au moyen d'un accroissement du courant de décharge de la source d'ions en régime d'arc avec une tension anode plus élevée,
- augmentation possible de la tension cible d'un facteur voisin de 1,5.

Les limitations électriques habituellement montées sur les circuits d'alimentation de l'anode de la source d'ions et de la cible à des fins de protection de l'alimentation et du tube peuvent être éliminées et remplacées par de nouveaux éléments adaptés à une nouvelle utilisation.

Un tel montage limiteur est connu notamment de la publication : PHYSICA IV n°11, décembre 1937, pages 1190-1199, de l'article : "Un tube

neutronique sans pompage" par F.M. PENNING et J.H.A. MOUBIS.

Le but de l'invention est de fournir au constructeur du tube, un moyen de prévention contre de tels changements.

A cet effet, l'invention est remarquable en ce que lesdites limitations sont rendues inaltérables en incluant lesdits éléments à l'intérieur du tube neutronique de telle sorte que toute tentative de modification des paramètres électriques fixant les conditions nominales de fonctionnement du tube nécessite l'ouverture dudit tube.

Lesdits éléments de limitation du courant tube comportent une résistance connectée entre la borne positive de l'alimentation source et l'anode de la source d'ions, ainsi qu'un limiteur de tension à une valeur légèrement supérieure à la valeur spécifiée, connecté entre ladite borne positive et la borne négative de l'alimentation source reliée à la masse.

La résistance et le limiteur de tension peuvent être placés à l'intérieur d'un boîtier étanche alimenté par des passages étanches ou dans une ampoule de verre scellée. Ils peuvent être réalisés en technologie sérigraphiée ou constitués par des montages mixtes d'éléments sérigraphiés et de composants discrets compatibles avec la qualité de vide nécessaire au tube neutronique.

La tension cible est limitée par une résistance connectée entre la borne négative de l'alimentation HT et la cible et un limiteur de tension connecté entre ladite borne négative et la borne positive de l'alimentation HT reliée à la masse. Ladite résistance peut être réalisée sous l'une des formes suivantes :

- résistance sérigraphiée disposée en hélice sur la face externe d'un cylindre isolant électrique servant de support à la cible ;
- fil résistif isolé électriquement (technologie haute température) et bobiné spire à spire ou en galette ;
- éléments résistifs haute tension en série disposés à l'intérieur d'une enveloppe d'alumine (ou tout autre isolant électrique compatible avec la technologie tube et les contraintes THT) pouvant être soit en communication avec le tube soit sous atmosphère de gaz selon la technologie desdits éléments résistifs (tenue en température, dégazage), le mode de liaison et d'assemblage (champ électrique au niveau des résistances et des fils de raccordement) et le niveau maximum de chute de tension accepté dans la résistance par le constructeur.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de quelques modes de réalisation de dispositifs donnés à titre d'exemple non limitatifs, ladite description étant accompagnée de dessins qui représentent :

- figure 1, le schéma de principe des alimentations du tube neutronique munies des éléments de limitation de courant et de tension,
- figures 2a, 2b et 2c, quelques modes de réalisation des éléments de limitation du courant tube,
- figures 3 et 4 respectivement, un premier et un second exemple de disposition des éléments de limitation de courant dans le tube neutronique,
- figure 5, un exemple de disposition des éléments de limitation de la tension cible autour du support cible,
- figure 6, un autre exemple de disposition des éléments de limitation de la tension cible à l'intérieur d'une enveloppe électriquement isolante.

Les éléments qui se correspondent sur ces figures sont indiqués par les mêmes chiffres de référence.

Le tube neutronique représenté sur la figure 1 comporte une source d'ions obtenus à partir d'un mélange deutérium-tritium contenu dans le réservoir 1 et dans laquelle on retrouve une anode 2, une cathode 3 et un aimant permanent 4 qui établit un champ magnétique axial. Le faisceau ionique issu de cette source est accéléré par l'électrode d'accélération 5 et frappe la cible 6. L'enveloppe du tube est constituée d'une partie conductrice 7 mise à la masse et d'une partie électriquement isolante 8 entourant le support cible 9 solidaire de l'électrode d'accélération.

La description ci-dessus porte sur un tube de type Penning, mais elle peut être aisément étendue aux autres types de tubes (confinement électrostatique, "multi-cusp", etc...).

L'alimentation de la source d'ions est assurée par le générateur de tension continue 10 de valeur  $V_{aa}$  dont le pôle négatif est relié à la masse du tube et dont le pôle positif est relié à l'anode 2 à travers la résistance 11 de valeur  $R_a$ .

Schématiquement, le courant de décharge dans le tube neutronique peut être subdivisé en deux régimes :

- un régime basse pression pour lequel le courant de décharge  $I_d$  varie en fonction de la pression  $P_{DT}$  à l'intérieur du tube et de la tension anode-cathode  $V_{ak}$  suivant la relation :

$$I_d \propto P_{DT}^{\gamma} V_{ak}^{\nu}$$

avec  $\gamma$  et  $\nu$  voisins de 1. Cette relation montre que l'augmentation du courant de décharge est obtenue par une augmentation de la pression  $P_{DT}$  avec une limite supérieure corres-

pondant au régime d'arc ou par augmentation de la tension anode-cathode  $V_{ak}$  ; dans ce dernier cas, il est nécessaire d'augmenter le champ magnétique  $B$  de façon à garder un rapport  $V_{ak}/B$  constant.

- un régime fort courant correspondant au régime d'arc ; dans ce cas, le courant de décharge est pratiquement limité par le circuit d'alimentation externe et la tension aux bornes de la structure anode-cathode  $V_{ak0}$  est presque constante. On a donc :

$$V_{aa} = R_a I_d + V_{ak0}$$

Le courant  $I_d$  est alors donné par :

$$I_d = \frac{V_{aa} - V_{ak0}}{R_a}$$

Dans les deux régimes, le courant  $I_d$  est limité par la tension d'alimentation  $V_{aa}$  et par la résistance  $R_a$ .

Les dispositifs objets de l'invention permettront donc d'agir sur ces deux paramètres et comprendront la résistance 11 de valeur  $R_a$  compatible avec le flux maximum instantané prévu par le constructeur et un limiteur de tension 12 (éclateur, varistance, diode à gaz,...) d'impédance  $Z_a$ , connecté aux bornes de l'alimentation 10, limitant la tension de fonctionnement à une valeur légèrement supérieure à la tension d'alimentation voulue par le constructeur et garantissant une bonne fiabilité du tube.

Compte tenu de l'évolution rapide de l'émission neutronique en fonction de la tension cible, un système de même principe que celui utilisé sur l'anode est possible ; il comporte le générateur de tension continue 13 de valeur  $V_{ac}$  dont le pôle positif est mis à la masse et dont le pôle négatif est connecté à l'électrode d'accélération à travers la résistance 14 de valeur  $R_c$ . Cette limitation du courant cible  $I_c$  peut être complétée par une limitation de tension au moyen d'un limiteur 15 (éclateur ou varistance) d'impédance  $Z_c$ , connecté aux bornes du générateur de courant 13.

Les dispositifs de limitation schématisés sur la figure 1 peuvent être utilisés simultanément ou séparément ; ils sont de deux types :

- limitation du courant tube par limitation du courant de la source d'ions,
- limitation de la tension cible par limitation de la tension d'alimentation de la cible.

Les structures correspondantes sont fonction de la structure du tube et les descriptions données (types de composants, exemples de localisation) ne constituent que des illustrations non limitatives.

Un point commun à l'ensemble des solutions retenues est leur compatibilité avec les contraintes en particulier thermiques résultant de la technologie de réalisation des tubes.

Avant de détailler quelques exemples de dispositifs de limitation des deux types on rappelle que l'émission neutronique instantanée  $Q_n$  est reliée globalement aux paramètres électriques courant tube  $I_{TU}$  et tension cible  $V_c$  par une relation du type

$$Q_n = k I_{TU} V_c^\beta$$

avec  $0,3 < k < 1$  et  $3 < \beta < 4$  pour  $80 \text{ kV} < V_c < 150 \text{ kV}$ . Ceci est valable pour  $I_{TU}$  exprimé en ampères,  $V_c$  en kilovolts,  $Q_n$  en neutrons/seconde et pour des pressions du mélange de gaz hydrogéné inférieures ou égales à  $7,5 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$  ( $10^{-2} \text{ torr}$ ).

Les éléments de limitation du courant tube peuvent être montés de manière à ne former qu'un seul ensemble limiteur 16. Les figures 2a, 2b et 2c montrent quelques exemples de montages.

Sur la figure 2a, la résistance 11 et le limiteur de tension 12 sont disposés dans un boîtier étanche BO alimenté par des passages étanches PAS1 et PAS2.

Sur la figure 2b la résistance 11 et le limiteur de tension 12 sont placés dans un tube scellé TU.

Sur la figure 2c, la résistance 11 et le limiteur de tension par claquage 12 sont réalisés en technologie sérigraphiée et doivent être compatibles avec la qualité de vide indispensable au tube neutronique. La résistance 11 est constituée d'une barrette sérigraphiée B entre les plots d'alimentation  $P_1$  et  $P_2$  ; l'éclateur 12 est constitué par le sillon situé entre le plot  $P_1$  et le plot  $P_3$  ou entre la barrette B et le plot. L'ensemble est déposé sur la plaquette isolante PL (alumine, verre) et est compatible avec la technologie du tube (haute température et faible taux de dégazage).

Les figures 3 et 4 montrent deux exemples de disposition de l'ensemble limiteur du courant d'anode à l'intérieur même du tube neutronique conformément à l'invention.

Sur la figure 3, l'anode 2 est maintenue mécaniquement par la paroi électriquement isolante 17 côté source d'ions. Le boîtier étanche 16 contenant les éléments de limitation 11 et 12 est muni de sorties électriquement isolées 18 et 19 servant respectivement à son alimentation en tension et à son raccordement à l'anode ; ce raccordement est protégé par un manchon isolant 20.

Sur la figure 4, l'anode est montée directement sur le boîtier étanche 16 par l'intermédiaire du support électriquement isolant 21 à travers lequel est effectuée la liaison de la résistance de limita-

tion 11 à l'anode 2 ; l'éclateur (ou varistance) 12 est relié à l'alimentation en tension à travers le passage isolé 22. Le boîtier 16 est raccordé au support du réservoir 23 et à l'armature du tube 7 par une soudure "trois lèvres" 24.

L'ensemble de limitation 16 peut être réalisé en utilisant différentes natures de composants, par montage direct de composants discrets (résistance, éclateur) assemblés en parallèle dans le pied du tube ; la technologie de ces composants doit être compatible avec l'ultra-vide. Des montages mixtes d'éléments sérigraphiés et de composants discrets peuvent également être assemblés en fonction de leur compatibilité à l'ultra-vide.

Compte tenu de l'évolution rapide de l'émission neutronique en fonction de la tension cible, un système de même principe que celui utilisé sur l'anode est mis en oeuvre au moyen d'une résistance haute tension pouvant être réalisée sous différentes formes.

Sur la figure 5 une résistance 14 est disposée sur l'extérieur du cylindre électriquement isolant 9 servant de support à la cible 6 ; l'extrémité située à la base du cylindre est connectée au pôle négatif de l'alimentation haute tension et l'extrémité située au sommet du cylindre est connectée à l'électrode d'accélération 5.

Cette résistance 14 peut être constituée par exemple d'éléments sérigraphiés déposés sur l'extérieur du cylindre 9 sous forme d'hélice ou de fil résistif isolé électriquement suivant la technologie haute température et bobiné spire à spire ou en galette.

L'électrode d'accélération 5 est maintenue par le support électriquement isolant 26.

Sur la figure 6, la résistance 14 est formée de résistances en série et déposée à l'intérieur d'une enveloppe d'alumine 27 servant de support à l'électrode d'accélération 5 reliée à l'extrémité supérieure de la résistance, la cible 6 étant supportée par la paroi électriquement isolante du tube 8.

Cette limitation de courant au moyen de la résistance 14 peut être complétée par une limitation de tension au moyen d'un éclateur (ou d'une varistance) 28 disposé à l'intérieur de l'enveloppe d'alumine et connecté entre la masse et la soudure "trois lèvres" 29 reliée au pôle négatif de l'alimentation HT de cible.

L'intérieur de l'enveloppe d'alumine 27 pourra être mise soit en communication avec le tube, soit en atmosphère de gaz selon que l'orifice 30 se trouvera ouvert ou fermé. La solution dépendra de la compatibilité des varistances et résistances à l'ultra-vide et de la technologie des résistances (tenue en température, dégazage). On pourrait par exemple placer les éléments de limitation de la tension cible sous gaz contrôlé de type hexafluorure de soufre sous la pression de un à quelques

bars.

### Revendications

1. Dispositif de protection d'un tube neutronique comportant une source d'ions dont l'anode (2) est portée à un potentiel positif par rapport à la cathode (3) au moyen d'une alimentation source (10) et dont le faisceau ionique accéléré vient frapper une cible (6) disposée sur un support isolant électrique (9) et portée à un potentiel négatif fourni par une alimentation HT, ledit dispositif de protection étant constitué par des éléments de limitations électriques du courant tube (11, 12) et/ou de la tension cible (15), caractérisé en ce que lesdites limitations sont rendues inaltérables en incluant lesdits éléments à l'intérieur du tube neutronique de telle sorte que toute tentative de modification des paramètres électriques fixant les conditions nominales de fonctionnement du tube nécessite l'ouverture dudit tube. 5  
10  
15  
20
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits éléments de limitation du courant tube comportent une résistance (11) connectée entre la borne positive de l'alimentation source (10) et l'anode (2) de la source d'ions, ainsi qu'un limiteur de tension (12) à une valeur légèrement supérieure à la valeur spécifiée, connecté entre ladite borne positive et la borne négative de l'alimentation source reliée à la masse. 25  
30
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits éléments de limitation du courant tube sont placés à l'intérieur d'un boîtier étanche (16) alimenté par des passages étanches (PAS1, PAS2). 35  
40
4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits éléments de limitation du courant tube (11, 12) sont placés dans une ampoule de verre scellée (TU). 45
5. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits éléments de limitation du courant tube (11, 12) sont réalisés en technologie sérigraphiée compatible avec la qualité de vide nécessaire au tube neutronique, ladite résistance étant constituée d'une barrette sérigraphiée (B) et ledit limiteur étant constitué par un sillon séparant ladite barrette (B) d'un autre élément sérigraphié, l'ensemble étant disposé sur plaquette isolante (PL) (alumine, verre, etc...). 50  
55

6. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits éléments de limitation du courant tube (11, 12) sont constitués par des montages mixtes d'éléments sérigraphiés et de composants discrets en fonction de leur compatibilité à l'ultra-vide.
7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite tension cible est limitée par une résistance (14) connectée entre la borne négative de l'alimentation HT (13) et la cible (6) et un limiteur de tension (15) connecté entre ladite borne négative et la borne positive de l'alimentation HT reliée à la masse.
8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite résistance (14) est une résistance sérigraphiée disposée en hélice sur la face externe d'un cylindre isolant électrique servant de support à la cible.
9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite résistance est constituée de fil résistif isolé électriquement (technologie haute température) et bobiné spire à spire ou en galette.
10. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite résistance (14) est formée de résistances haute tension en série et disposées à l'intérieur d'une enveloppe d'alumine (27) pouvant être soit en communication avec le tube soit sous atmosphère de gaz selon la technologie desdites résistances (tenue en température, dégazage), le mode de liaison et d'assemblage (champ électrique au niveau des résistances et des fils de raccordement) et le niveau maximum de chute de tension accepté dans la résistance par le constructeur.

### Claims

1. A protection device for a neutron tube, comprising a ion source whose anode (2) is brought to a positive potential relative to the cathode (3) by means of a source supply (10) and whose accelerated ion beam strikes a target (6) disposed on an electrically insulating support (9) and brought to a negative potential supplied by a high-voltage supply, said protection device being composed of electric elements for limiting the tube current (11, 12) and/or the target voltage (15), characterized in that these limiters are made unalterable by enclosing said elements inside the neutron tube, so that any attempt to modify the electrical parameters determining the nominal operating conditions of the tube necessitates the

opening of said tube.

2. A device as claimed in Claim 1, characterized in that said tube current limiter elements comprise a resistor (11) connected between the positive terminal of the source supply (10) and the anode (2) of the ion source, as well as a limiter (12) for limiting the voltage to a value slightly higher than the specified value, connected between said positive terminal and the negative terminal of the grounded source supply. 5
3. A device as claimed in Claim 2, characterized in that said tube current limiter elements are placed inside a leaktight casing (16) fed through leaktight passages (PAS1, PAS2). 10
4. A device as claimed in Claim 2, characterized in that said tube current limiter elements (11, 12) are placed in a sealed glass envelope (TU). 15
5. A device as claimed in Claim 2, characterized in that said tube current limiter elements (11, 12) are produced by screen printing technology compatible with the quality of the vacuum required for the neutron tube, said resistor being composed of a screen printed bar (B) and said limiter being composed of a groove separating said bar (B) from another screen printed element, the whole arrangement being disposed on an insulating plate (PL) (alumina, glass, etc.). 20
6. A device as claimed in Claim 2, characterized in that said tube current limiter elements (11, 12) are composed of mixed arrangements of screen printed elements and discrete components, depending on their compatibility with ultrahigh vacuum. 25
7. A device as claimed in Claim 1, characterized in that said target voltage is limited by a resistor (14) connected between the negative terminal of the high-voltage supply (13) and the target (16), and by a voltage limiter (15) connected between said negative terminal and the positive terminal of the grounded high-voltage supply. 30
8. A device as claimed in Claim 7, characterized in that said resistor (14) is a screen printed resistor disposed helically on the outer face of an electrically insulating cylinder serving as support for the target. 35

9. A device as claimed in Claim 7, characterized in that said resistor is composed of electrically insulated resistive wire (high temperature technology) wound turn-to-turn or in the form of a pane coil. 40

10. A device as claimed in Claim 7, characterized in that said resistor (14) is composed of high-voltage resistors connected in series and disposed inside an alumina envelope (27) which may either be in communication with the tube or in a gas atmosphere, depending on the technology of said resistors (temperature characteristics, degassing), the method of connection and assembly (electric field at the level of the resistors and connection wires), and the maximum level of voltage drop accepted in the resistor by the manufacturer. 45

#### 20 Patentansprüche

1. Schutzanordnung für eine Neutronenröhre mit einer Ionenquelle, deren Anode (2) gegen die Kathode (3) mit Hilfe einer Quelleversorgung (10) auf ein positives Potential gebracht wird, und dieses beschleunigte Ionenbündel landet auf ein Target (6), das auf einem elektrischen Isolierträger (9) angebracht und auf ein negatives von einer Hochspannungsversorgung geliefertes Potential gebracht wird, wobei die Schutzanordnung aus elektrischen Elementen (11,12;15) besteht, die den Röhrenstrom und/oder die Targetspannung begrenzen, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungen durch Aufnehmen der Elemente in die Neutronenröhre unveränderbar gemacht wird, so daß ein Versuch zum Ändern der elektrischen Parameter mm Bestimmen der Nennbetriebsbedingungen der Röhre das Öffnen der Röhre erforderlich macht. 50
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhrenstrombegrenzer-elemente einen Widerstand (11), der zwischen der positiven Klemme der Quellenspeisung (10) und der Anode (2) der Ionenquelle angeschlossen ist, und einen Spannungsbegrenzer (12) auf einen etwas höheren Wert als der spezifizierte Wert enthält, der zwischen der positiven Klemme und der negativen Klemme der mit Masse verbundenen Quellenspeisung angeschlossen ist. 55
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhrenstrombegrenzer-elemente in einem durch die leckdichten Durchgänge (PAS1, PAS2) gespeisten leckfreien Gehäuse (16) an-

geordnet sind.

4. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhrenstrombegrenzelemente (11, 12) in einem abgedichteten Glaskolben (TV) angeordnet ist. 5
  
5. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhrenstrombegrenzelemente (11, 12) in mit der erforderlichen Vakuumqualität der Neutronenröhre kompatibler Siebdrucktechnologie verwirklicht sind, wobei der Widerstand aus einem Siebdruckbalken (B) besteht und der Begrenzer durch eine Rille gebildet wird, die den Balken (B) von einem anderen Siebdruckelement trennt, wobei die Einheit auf einer Isolierplatte (PL)(Aluminiumoxid, Glas, usw....) angebracht wird. 10  
15  
20
  
6. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Röhrenstrombegrenzelemente (11, 12) aus Aufstellungen gemischter Siebdruckelementen und diskreter Bauteile abhängig von ihrer Kompatibilität mit dem Ultravakuum bestehen. 25
  
7. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Targetspannung durch einen Widerstand (14) zwischen der negativen Hochspannungsspeiseklemme (13) und dem Target (6) und einen Spannungsbegrenzer (15) zwischen der negativen Klemme und der an Masse gelegten positiven Hochspannungsspeiseklemme begrenzt wird. 30  
35
  
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstand (14) ein Siebdruckwiderstand ist, der in Wendelform auf der äußeren Oberfläche eines elektrisch isolierenden Zylinders als Targetträger angebracht ist. 40
  
9. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstand aus elektrisch isoliertem Widerstandsdraht (Hochtemperaturtechnologie) zusammengesetzt und Windung für Windung gewickelt oder als Platte hergestellt ist. 45  
50
  
10. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstand (14) aus reihengeschalteten und in einer Aluminiumoxidhülle (27) angeordneten Hochspannungswiderständen gebildet wird, die mit der Röhre in Verbindung oder unter einer Gasatmosphäre nach der Technologie der Widerstände (auf Temperatur Halten, Entgasung), der Verbindungswei-

se und dem Zusammenbau (elektrisches Feld auf dem Pegel der Widerstände und der Anschlußdrähte) und dem vom Hersteller durch den Widerstand zugelassenen höchsten Spannungsabfallpegel stehen kann.



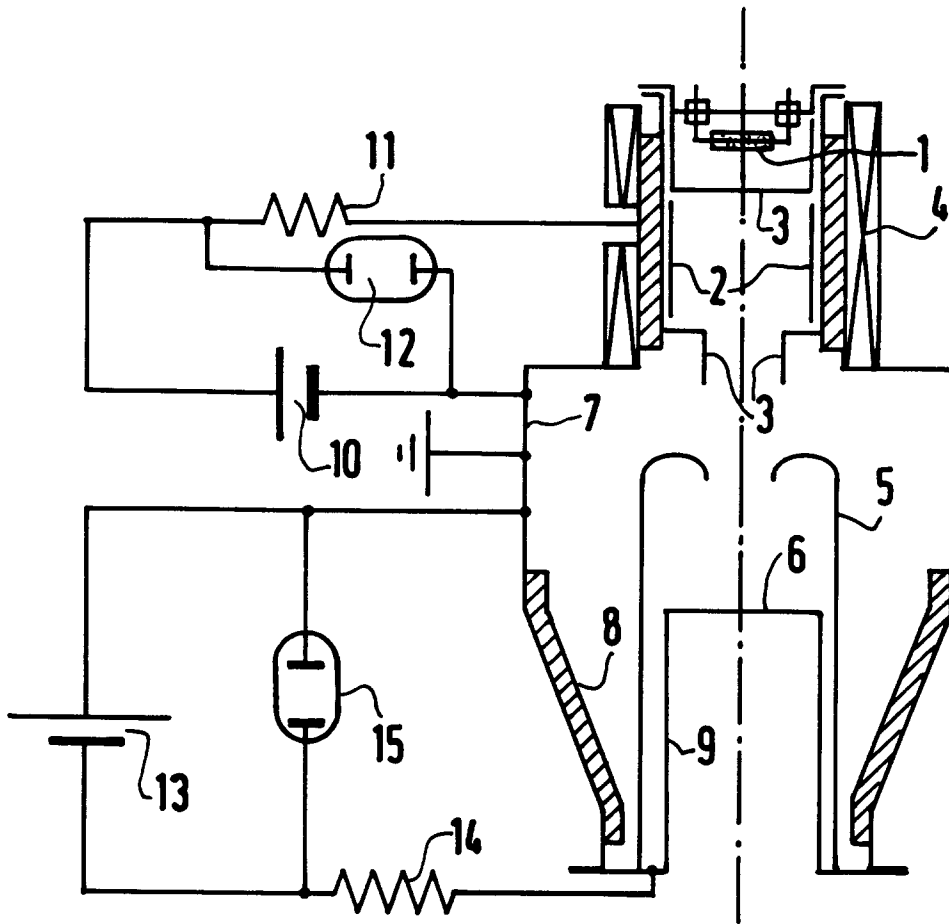
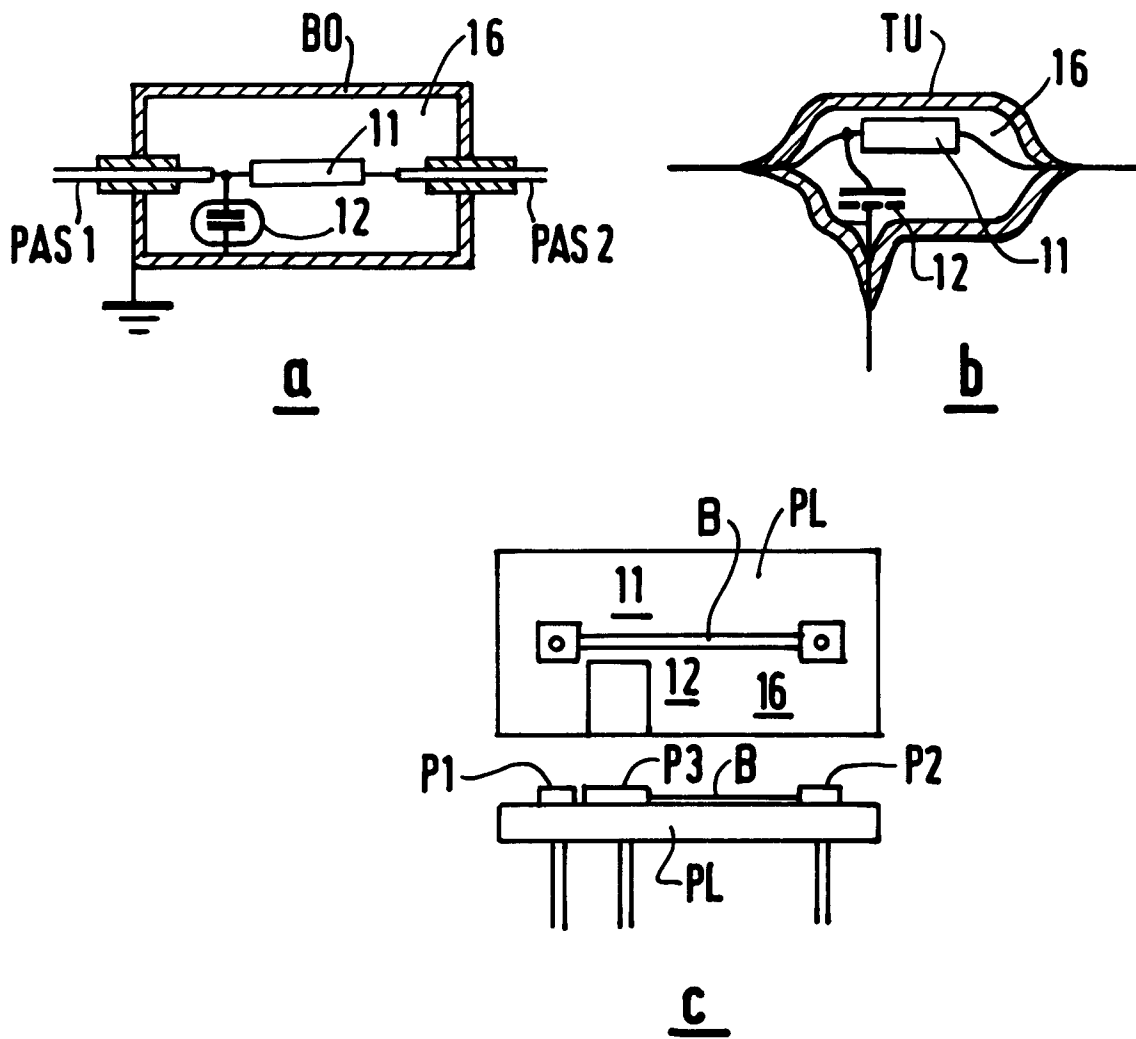
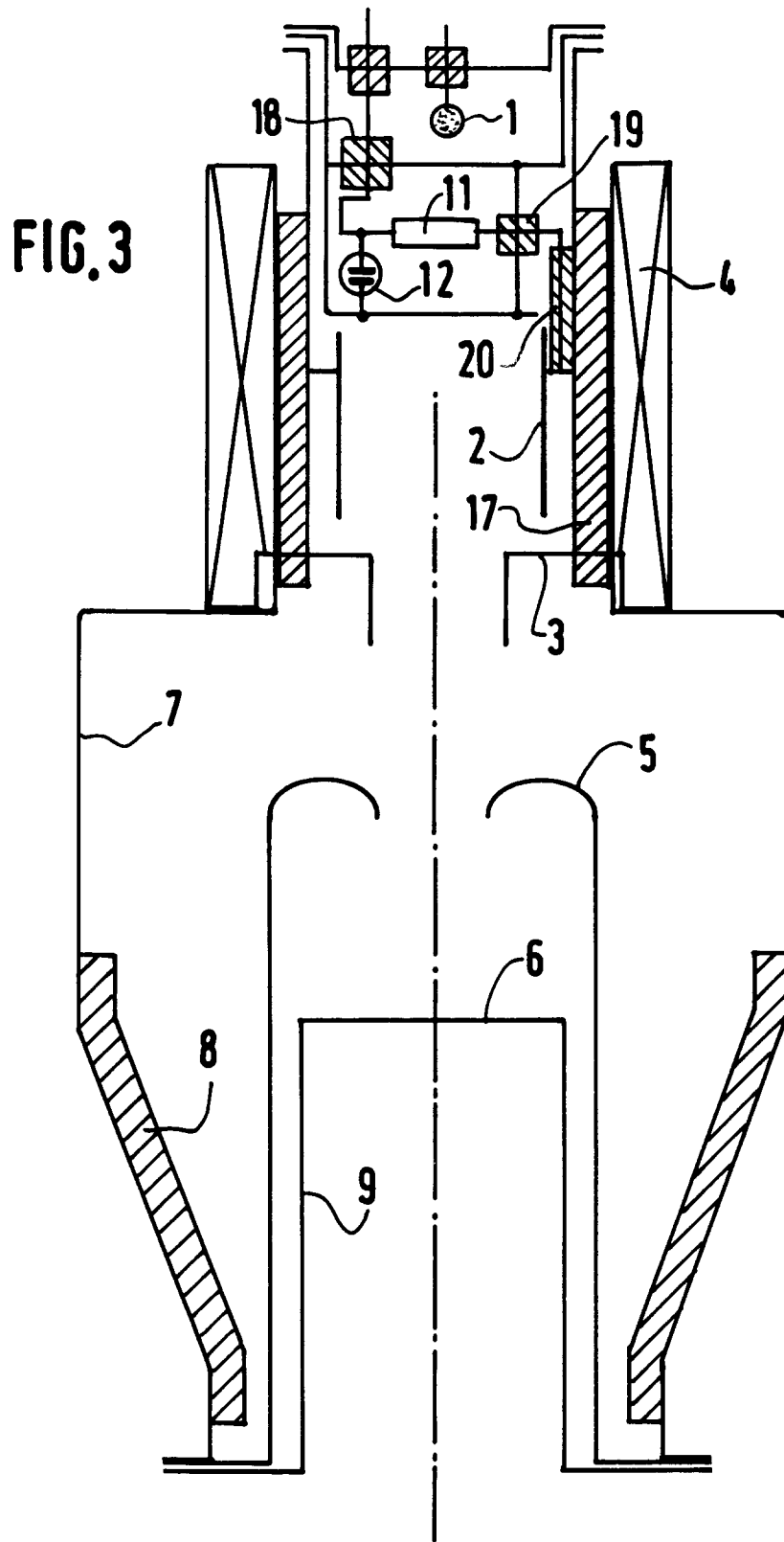


FIG. 1

FIG. 2





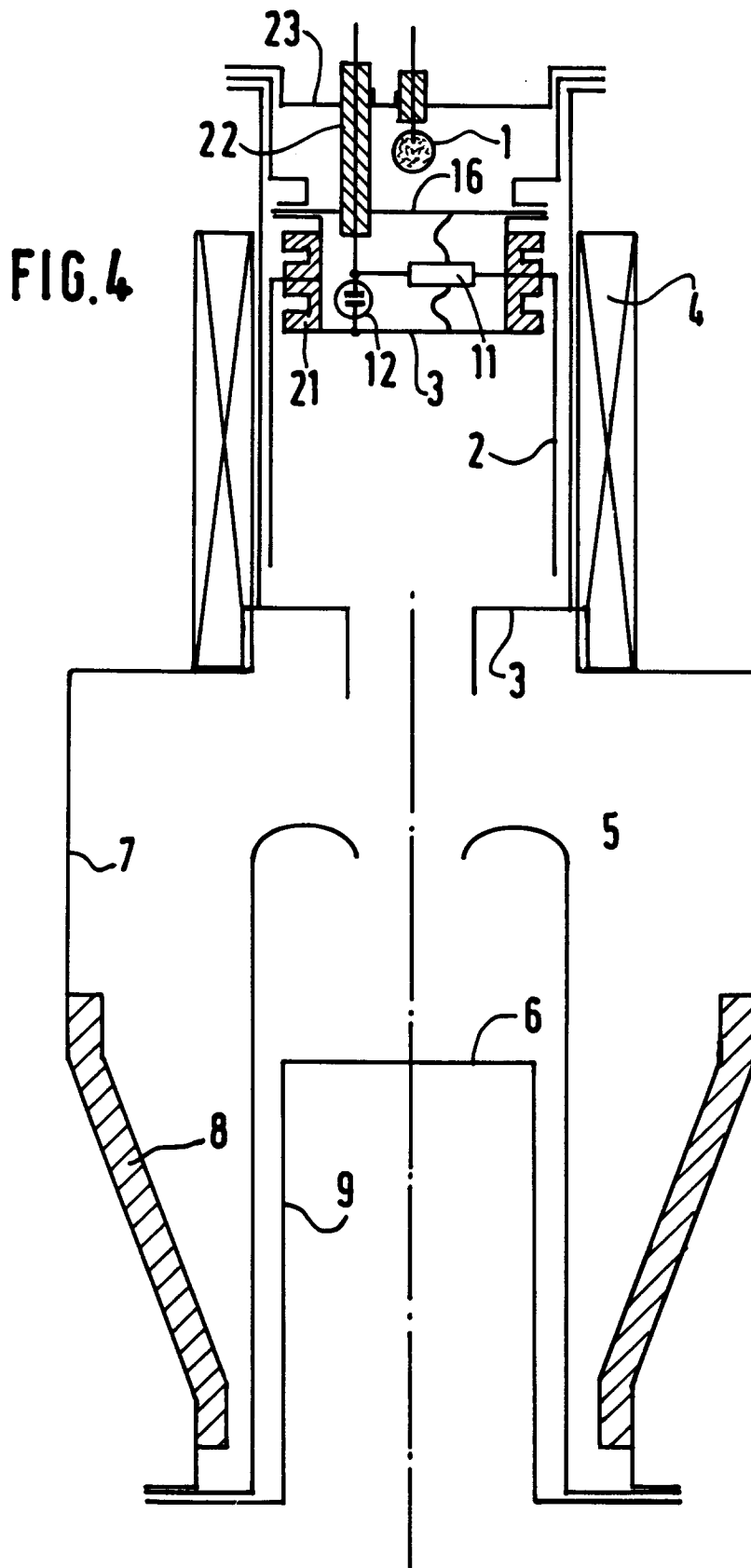


FIG. 5

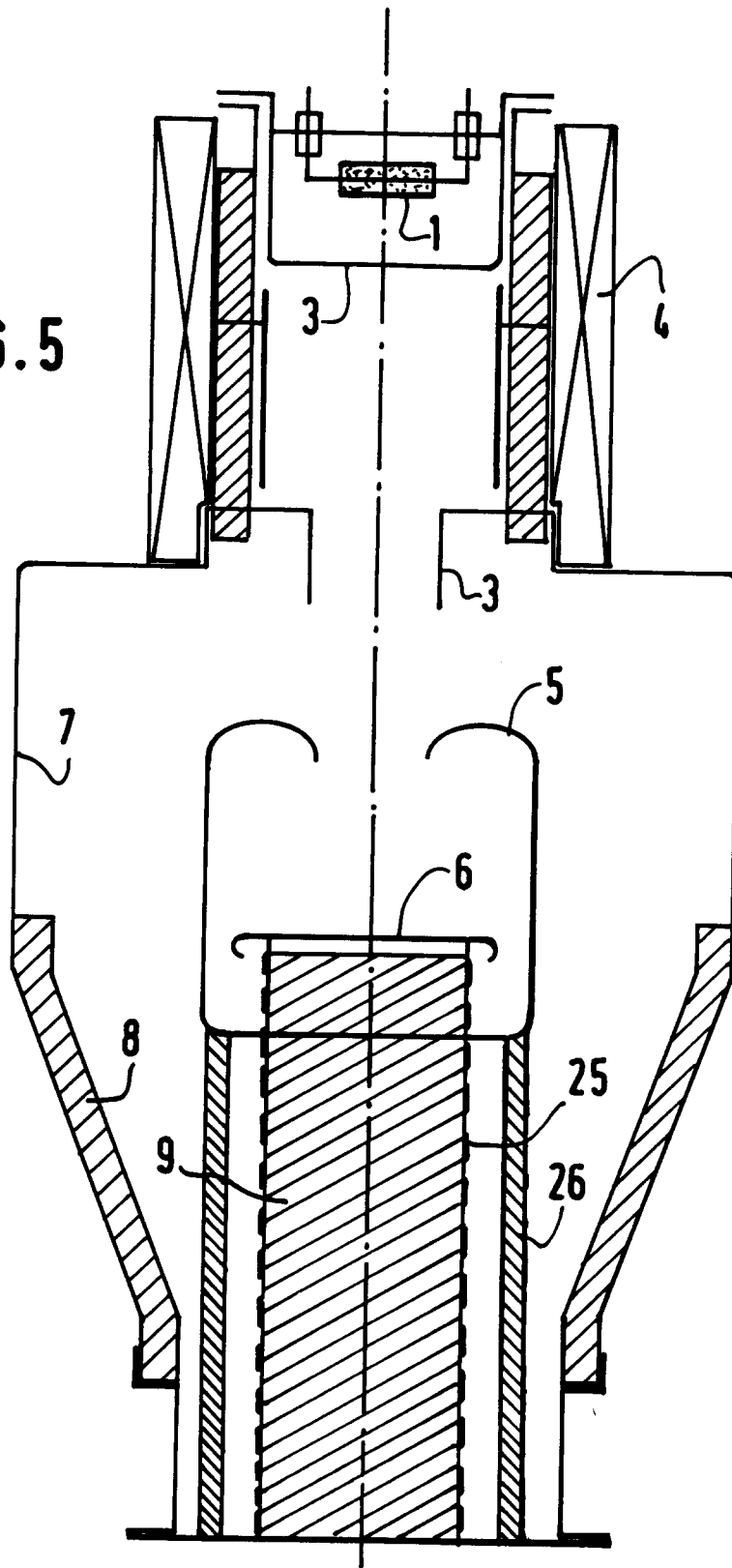


FIG. 6

