



12

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt : 92402350.0

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : H05G 1/10

22 Date de dépôt : 27.08.92

30 Priorité : 03.09.91 FR 9110888

43 Date de publication de la demande :  
10.03.93 Bulletin 93/10

84 Etats contractants désignés :  
DE ES GB IT NL

71 Demandeur : GENERAL ELECTRIC CGR S.A.  
100, rue Camille-Desmoulins  
F-92130 Issy les Moulineaux (FR)

72 Inventeur : Sireul, Jacques, Cabinet

BALLOT-SCHMIT

7 rue Le Sueur

F-75116 Paris (FR)

Inventeur : Jedlitschka, Hans, Cabinet

BALLOT-SCHMIT

7 rue Le Sueur

F-75116 Paris (FR)

Inventeur : Poincloux, Dominique, Cabinet

BALLOT-SCHMIT

7 rue Le Sueur

F-75116 Paris (FR)

74 Mandataire : Ballot, Paul Denis Jacques et al  
Cabinet Ballot-Schmit, 7, rue le Sueur  
F-75116 Paris (FR)

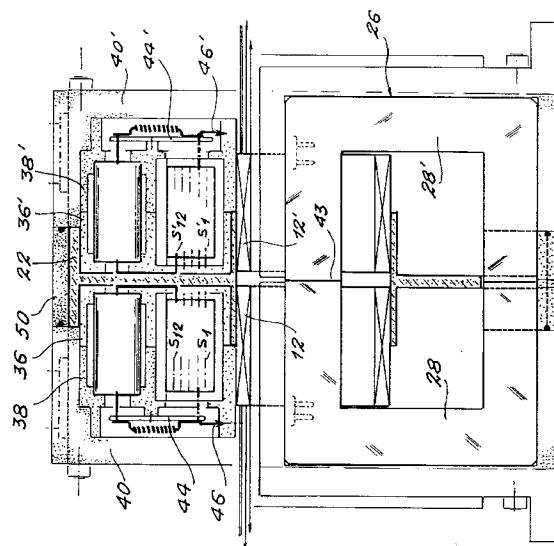
### 54 Dispositif et bloc d'alimentation haute tension pour tube à rayons X.

57 L'invention concerne les tubes à rayons X et, plus particulièrement leurs dispositifs d'alimentation haute tension.

L'invention réside dans le fait qu'un seul circuit magnétique 26 permet de coupler un circuit primaire (12, 12') à deux circuits secondaires séparés qui comprennent chacun une série d'enroulements secondaires (S1, S12, S'1, S'12) connectés chacun à un circuit redresseur-doubleur constitué de diodes, portés par un circuit imprimé (44, 44') et de condensateurs portés par un compartiment alvéolé (36, 38, 36', 38').

Ceci permet, notamment, de doubler la haute tension de sortie ou d'obtenir des hautes tensions parfaitement symétriques sous un encombrement réduit.

FIG. 6



L'invention concerne les dispositifs électriques qui sont utilisés pour alimenter les tubes à rayons X.

Un tube à rayons X comprend une cathode du type à filament qui émet un faisceau d'électrons en direction d'une anode ou anticathode. L'anode est constituée d'un matériau tel que le tungstène ou le molybdène qui émet des rayons X lorsqu'il est bombardé par le faisceau d'électrons provenant de la cathode. Pour obtenir un faisceau d'électrons de grande énergie, les électrons sont accélérés par un champ électrique intense créé entre la cathode et l'anode. A cet effet, l'anode est portée à un potentiel positif de plusieurs dizaines de kilovolts par rapport à la cathode, ce potentiel pouvant dépasser cent kilovolts et atteindre cent quarante kilovolts.

De telles tensions sont fournies par des dispositifs d'alimentation dits haute tension qui comprennent, comme le montre la figure 1, un transformateur 10 qui est connecté à des circuits redresseur-doubleur de tension 11. Plus précisément, le transformateur 10 comporte un seul enroulement primaire 12 auquel est appliquée une tension alternative et un circuit secondaire 13 qui est connecté aux circuits redresseur-doubleur de tension 11. Chaque circuit redresseur-doubleur de tension 11 consiste, de manière classique, en un enroulement secondaire 14, deux diodes D1 et D2 et deux condensateurs C1 et C2 qui sont connectés entre eux selon le schéma de la figure 1. Chaque circuit redresseur-doubleur de tension est connecté au suivant de manière que leurs tensions de sortie s'additionnent, ce qui permet d'obtenir une tension très élevée sur le dernier circuit doubleur de montage.

De manière plus précise, le transformateur 10 comprend un enroulement primaire 12 et douze enroulements secondaires S1, S5, S6 et S12. De même, il comprend vingt-quatre diodes de redressement identiques D1, D2, D3 ... D12, D13, D14 ... D22, D23, D24. Bien entendu, chaque diode peut être remplacée par plusieurs diodes en série pour tenir compte de la tension inverse tenue par les diodes.

Il comprend également vingt-quatre condensateurs de filtrage C1 à C24 dont on n'a représenté que les éléments C1, C2, C3 ... C12, C13, C14 ... C23, C24.

Chaque enroulement secondaire S1 à S12 comporte deux bornes de sortie. L'ensemble des bornes de sortie portent les références B1 à B24, seules les bornes B1, B2, B3 ... B5, B6, B7, B8 ... B23, B24 ayant été représentées.

Sur la figure 1, le point commun du condensateur C1 et de la diode D1 constitue la borne de sortie haute tension 46 HT au travers d'une résistance R tandis que le point commun du condensateur C24 et de la diode D24 constitue la borne de sortie masse à laquelle est associé un éclateur 9.

Pour mesurer l'amplitude de la haute tension, la borne de sortie haute tension 46 est connectée à un

dispositif de mesure (non représenté) branché au point M par l'intermédiaire d'une résistance R et d'un condensateur variable C. Le point M est connecté à la masse par un éclateur 8.

5 Dans un exemple de réalisation typique, chaque circuit redresseur-doubleur a une tension de sortie de six kilovolts de sorte qu'à la sortie du douzième circuit redresseur-doubleur, la tension est de soixante-douze kilovolts.

10 On remarquera que, pour obtenir une différence de potentiels de l'ordre de 140 kilovolts entre la cathode et l'anode d'un tube à rayon X, il suffit de connecter la cathode à un potentiel négatif de 70 kilovolts par rapport à la masse et l'anode à un potentiel positif de 70 kilovolts par rapport à la masse. A cet effet, on utilise deux dispositifs d'alimentation identiques à celui de la figure 1.

15 On comprend que la réalisation d'un dispositif d'alimentation haute tension selon le schéma de la figure 1 conduise à des problèmes d'isolation qui sont souvent résolus en écartant les uns des autres les conducteurs à potentiels très différents et en interposant entre eux un milieu isolant tel que de l'huile qui sert en même temps de liquide de refroidissement. 20 On aboutit alors à des dispositifs de grandes dimensions qui sont encombrants.

25 Par ailleurs, les tubes à rayons X sont de plus en plus utilisés en régime impulsionnel suivant des fréquences de répétition de plus en plus grandes. Dans le circuit de la figure 1, cela signifie que l'enroulement primaire est alimenté par une tension alternative de fréquence élevée, de l'ordre de plusieurs dizaines de kilohertz. Dans ces nouvelles conditions de fonctionnement, les performances du circuit de la figure 1 sont limitées par les capacités et selfs parasites des conducteurs et des enroulements du transformateur dont les valeurs sont difficiles à connaître et à compenser.

30 Dans la demande de brevet français publiée N° 2 643 534 déposée le 2 février 1989 et intitulée : "DISPOSITIF D'ALIMENTATION HAUTE TENSION POUR TUBE A RAYONS X", la demanderesse a décrit un dispositif d'alimentation dans lequel les positions relatives des différents éléments tendent à minimiser les capacités et selfs parasites et contribuent à diminuer l'encombrement de l'ensemble tout en présentant une grande facilité de montage.

35 En outre, par la réalisation du circuit secondaire sous la forme d'enroulements concentriques, seule la capacité parasite entre le premier enroulement secondaire et la masse a une influence car les autres capacités parasites entre les enroulements secondaires entre eux n'interviennent pas car elles sont à une tension alternative.

40 45 50 55 Afin de limiter les longueurs des conducteurs de connexion qui relient les bornes de sortie B1 à B24 des enroulements secondaires S1 à S12, d'une part, aux diodes D1 à D24 et, d'autre part, aux condensa-

teurs C1 à C24, l'invention décrite dans la demande de brevet précitée prévoit en premier lieu de réaliser des enroulements secondaires dont les bornes de sortie similaires de rang impair B1, B3 ... B23, sont disposées sur un premier côté latéral des enroulements tandis que les bornes de sortie de rang pair B2, B4 ... B24 sont disposées sur l'autre ou deuxième côté latéral des enroulements secondaires. Il est prévu ensuite de grouper les diodes D1 à D24 sur un même support qui est disposé du côté des bornes de sortie B1, B3 ... B23 des enroulements secondaires et d'effectuer leurs connexions, d'une part, aux diodes D1 à D24 sur le premier côté latéral des enroulements secondaires et, d'autre part, aux bornes de sortie B2, B4 ... B24 sur le deuxième côté latéral des enroulements secondaires.

Eu égard aux puissances mises en jeu, le dispositif d'alimentation haute tension décrit dans la demande de brevet précitée est placé dans une enceinte remplie d'un fluide de refroidissement isolant et l'ensemble constitue ce qui est appelé un bloc haute tension.

Pour refroidir un tel dispositif d'alimentation comportant un enroulement primaire, des enroulements secondaires et d'autres composants tels que les diodes, un volume important de liquide de refroidissement, de 15 à 20 litres environ, est nécessaire, volume qui conduit à un bloc haute tension assez encombrant.

Pour diminuer l'encombrement d'un tel bloc haute tension, il a été proposé de disposer le circuit primaire et le circuit magnétique à l'extérieur de l'enceinte contenant le liquide de refroidissement, ladite enceinte ne contenant alors que les circuits secondaires et composants associés qui sont portés à des tensions élevées de plusieurs kilovolts alors que le circuit primaire est à une tension relativement basse de quelques centaines de volts.

Un tel bloc de haute tension a été décrit dans la demande de brevet français publiée N°2 635 231 déposée le 24 novembre 1989 et intitulée : BLOC A HAUTE TENSION POUR TUBE A RAYON X AVEC CUVE DE REFROIDISSEMENT INTEGREE AU CIRCUIT SECONDAIRE.

Un tel bloc de haute tension, outre sa réduction en volume, présente des caractéristiques électriques satisfaisantes pour la plupart des applications actuelles et permet ainsi d'atteindre des hautes tensions supérieures à cent kilovolts.

Cependant, comme la tendance est d'appliquer au tube à rayons X des hautes tensions encore plus élevées et d'augmenter la puissance délivrée par les tubes à rayons X, un tel bloc haute tension présente certaines limitations dues à l'échauffement des circuits secondaires et des diodes de redressement.

En outre, les circuits magnétiques qui peuvent être utilisés sont du type résultant de la combinaison d'un premier circuit en forme de la lettre C ou en for-

me de fer à cheval et d'un second circuit en forme de la lettre I qui ferme le premier circuit. Or, la surface maximale de la fenêtre de passage de tels circuits magnétiques est limitée, ce qui limite la surface disponible pour les bobinages.

Enfin, si les circuits secondaires sont connectés de manière à appliquer une haute tension positive sur l'anode et une haute tension négative sur la cathode, de l'ordre de 75 kilovolts chacune, il est difficile, sinon impossible, d'obtenir une symétrie parfaite entre les deux hautes tensions. En effet, comme le point milieu correspond à l'un des enroulements secondaires, la haute tension négative correspondra, par exemple à des enroulements proches du circuit magnétique tandis que la haute tension positive correspondra à des enroulements éloignés du circuit magnétique. De cette disposition, il résulte que les enroulements de la haute tension positive sont soumis à un flux magnétique plus faible que ceux de la haute tension négative. On peut évidemment corriger cette dissymétrie en prévoyant un nombre de spires plus petit pour les enroulements de la haute tension négative (couches internes) que pour les enroulements de la haute tension positive (couches externes). De telles corrections compliquent la réalisation d'un tel bloc haute tension à hautes tensions symétriques sans pour autant atteindre la symétrie parfaite.

Un but de la présente invention est donc de réaliser un dispositif haute tension et, plus particulièrement un bloc haute tension, qui peut fournir au moins une puissance double par rapport aux dispositifs et blocs décrits dans les demandes de brevets précitées.

Un autre but de la présente invention est de réaliser un bloc haute tension qui peut fournir des hautes tensions parfaitement symétriques.

Ces différents buts sont atteints en utilisant deux circuits secondaires séparés qui sont couplés à au moins un circuit primaire par l'intermédiaire d'un circuit magnétique dont la fenêtre de passage est doublée en surface par la combinaison de deux circuits magnétiques en forme de la lettre C ou en fer à cheval disposés face à face.

Le fait d'utiliser deux circuits secondaires séparés permet de doubler le nombre de diodes, ce qui favorise une meilleure tenue en tension lorsque les deux circuits secondaires sont connectés en série ou une augmentation du courant lorsque les deux circuits secondaires sont connectés en parallèle.

Dans le cas où les deux circuits secondaires sont identiques, on peut obtenir des hautes tensions parfaitement symétriques par rapport à la masse en connectant en série les circuits secondaires et connectant à la masse le point de connexion.

L'invention concerne un dispositif d'alimentation haute tension pour tube à rayons X comprenant un transformateur qui comporte au moins un enroulement primaire, une pluralité d'enroulements secon-

daires et un circuit magnétique de couplage entre le dit enroulement primaire et lesdits enroulements secondaires, les deux bornes de sortie de chacun des dits enroulements secondaires étant connectés à un circuit redresseur-doubleur de tension qui est constitué de deux diodes et de deux condensateurs de filtrage, lesdits circuits redresseur-doubleur étant connectés entre eux de manière que leurs tensions de sortie s'additionnent, les enroulements primaires et secondaires étant réalisés par des bobines concentriques, les bornes de sortie des dits enroulements secondaires étant réparties sur chaque côté latéral des dites bobines, les condensateurs étant disposés sur la périphérie externe des bobines et les diodes étant disposées sur un côté latéral desdites bobines, caractérisé en ce que :

- la pluralité desdits enroulement secondaires est scindée en deux séries (S1 à S12 et S'1 à S'12) qui correspondent chacune à un circuit secondaire séparé,
- les bobines des dits enroulements secondaires (S1 à S12) d'une série étant séparées axialement des bobines des enroulements secondaires (S'1 à S'12) de l'autre série,
- lesdits condensateurs de filtrage de chaque circuit secondaire séparé sont disposés à la périphérie externe desdites bobines de la série, et
- lesdites diodes sont disposées sur un côté latéral desdites bobines de la série.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un exemple particulier de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma électrique classique d'un dispositif d'alimentation haute tension pour tube à rayons X,
- la figure 2 est une vue en coupe éclatée d'une partie du dispositif d'alimentation selon l'invention suivant un axe longitudinal X'X passant par l'axe de symétrie des bobines des enroulements du transformateur,
- la figure 3 est une vue éclatée en perspective cavalière d'une partie des éléments constituant le dispositif d'alimentation selon l'invention,
- la figure 4 est une vue de dessus de l'élément sur lequel sont disposées et connectées électriquement les diodes de redressement des tensions secondaires,
- la figure 5 est une vue de dessus, en partie arrachée, montrant notamment les alvéoles de rangement des condensateurs de filtrage des tensions secondaires redressées par les diodes,
- la figure 6 est une vue en coupe de l'ensemble du dispositif d'alimentation selon l'invention suivant l'axe longitudinal X'X et passant par le circuit magnétique du transformateur.

Dans les différentes figures, les mêmes référen-

ces désignent des éléments identiques.

La figure 1, qui est le schéma électrique classique d'un dispositif d'alimentation haute tension pour tube à rayons X ne sera pas décrite à nouveau mais fait partie intégrante de la description de l'invention. En effet, suivant l'aspect purement fonctionnel de l'invention, celle-ci consiste à réaliser deux circuits secondaires identiques chacun à celui du schéma électrique de la figure 1 et à coupler magnétiquement leurs enroulements à un circuit primaire par l'intermédiaire d'un circuit magnétique. Pour des raisons de clarté, les éléments d'un premier circuit secondaire seront référencés par celles de la figure 1 tandis que les éléments identiques du deuxième circuit secondaire seront référencés par des références "primés" comme cela est indiqué par les références entre parenthèses. Les différents éléments mécaniques de support et de maintien des différents composants des deux circuits secondaires et du circuit primaire ainsi que leurs connexions électriques entre eux seront décrits en relation avec les figures 2 à 6.

L'élément central est constitué de deux cylindres 20 et 22 qui sont creux et concentriques et sont maintenus solidaires entre eux par une cloison médiane 24. Deux enroulements primaires 12 et 12' sont placés à la périphérie interne du cylindre creux 20, l'espace intérieur resté libre étant occupé par la branche interne d'un circuit magnétique 26. Le circuit magnétique 26 est réalisé par deux circuits magnétiques élémentaires identiques 28 et 28' en forme de lettre C ou de fer à cheval qui sont accolés par leur ouverture.

Sur les figures 1, 2, 3 et 6, on a supposé qu'il y avait deux enroulements primaires 12 et 12' ; cependant, dans la plupart des applications, seul un enroulement primaire sera de préférence utilisé.

Les deux cylindres 20 et 22 définissent entre eux, de part et d'autre de la cloison médiane 24, un compartiment annulaire 30 et 30' qui sert de logement à des éléments de support de chaque circuit secondaire. Les enroulements secondaires S1 à S12 (ou S'1 à S'12) sont bobinés sur un mandrin annulaire 32 (ou 32') fermé par un couvercle cylindrique 34 (ou 34'). Ce mandrin 32 (ou 32') vient s'emboîter sur la périphérie externe du cylindre 20 dans le compartiment annulaire 30 (ou 30').

Les condensateurs C1 à C24 (ou C'1 à C'24) sont disposés dans des alvéoles telles que celles référencées 35 (ou 35') qui sont, par exemple, réalisées par l'assemblage de deux compartiments annulaires 36, 38 (ou 36', 38') qui présentent chacun des logements ayant la forme des condensateurs C1 à C24 (ou C'1 à C'24). Le compartiment annulaire 38 (ou 38'), le plus éloigné de la cloison médiane 24, est maintenu en assemblage par tous moyens connus et, notamment, par un couvercle 40 (ou 40') en forme d'anneau qui vient s'emboîter sur la périphérie externe des compartiments alvéolés 36, 38 (ou 36', 38'). Notamment, un espace annulaire 42 (42') est laissé libre en-

tre, d'une part, le fond du couvercle 40 (ou 40') et, d'autre part, et le mandrin 32 (ou 32') et le compartiment alvéolé 38 (ou 38'), pour la mise en place des diodes de redressement D1 à D24 (ou D'1 à D'24'). Ces diodes sont fixées sur un circuit imprimé 44 (ou 44') en forme de secteur annulaire (figure 4) qui est solidaire, par exemple, du compartiment alvéolé 38 (ou 38'). Ce circuit imprimé 44 (ou 44') réalise les connexions des diodes D1 à D24 (ou D'1 à D'24) entre elles, avec une des bornes des condensateurs C1 à C24 (ou C'1 à C'24) et avec les bornes de sortie de rang impair B1, B3 ... B23 (ou B'1, B'3 ... B'23) conformément au schéma électrique de la figure 1.

C'est ainsi que, à titre d'exemple, sur la figure 4, la diode D1 (ou D'1) a sa cathode qui est connectée à la borne B1 (ou B'1) de l'enroulement S1 (ou S'1) et son anode qui est connectée à une des bornes du condensateur C1 (ou C'1). Par ailleurs, la borne B1 (ou B'1) est connectée à la diode D2 (ou D'2) dont la cathode est connectée, d'une part, à l'anode de la diode D3 (ou D'3) et, d'autre part, à une borne des condensateurs C2 et C3 (ou C'2 et C'3), et à ce dernier par un conducteur imprimé CI1 (ou CI'1). On remarquera que les autres conducteurs imprimés CI2 à CI11 (ou CI'2 à CI'11) connectent les autres points communs de diodes équivalentes à D2, D3 (ou D'2, D'3) aux condensateurs équivalents à C3 (ou C'3).

Du côté de la cloison médiane 24, il est également prévu suffisamment d'espace pour effectuer les connexions électriques entre l'autre borne de rang pair B2 à B24 (ou B'2 à B'24) des enroulements secondaires S1 à S12 (ou S'1 à S'12) avec l'autre borne des condensateurs associés. Dans la figure 5, on n'a représenté que les conducteurs de connexion CC5 à CC10 (ou CC'5 à CC'10) entre les bornes B6, B8 et B10 (ou B'6, B'8 et B'10) et les condensateurs associés C5 et C6 (ou C'5 et C'6), C7 et C8 (ou C'7 et C'8) et C9, C10 (ou C'9, C'10). Bien entendu ces conducteurs CC5 à CC10 (ou CC'5 à CC'10) peuvent être réalisés sous la forme de conducteurs d'un circuit imprimé analogue au circuit imprimé 44 (ou 44') portant les diodes ou sous forme de barrettes.

La haute tension qui est fournie par chaque circuit secondaire est prise sur une borne 46<sub>1</sub> (ou 46'<sub>1</sub>) du circuit imprimé 44 (ou 44').

Afin de permettre le passage de la branche externe du circuit magnétique 26, certains éléments de support des circuits primaire et secondaires, savoir, la cloison 24, le cylindre 22, les demi-coquilles 36,38,36',38', les pièces annulaires 44,44' et les couvercles 40,40', doivent présenter une encoche 48 (ou 48').

Les différents éléments qui viennent d'être décrits sont assemblés par emboîtement les uns dans les autres et leur assemblage peut être maintenu par deux tirants selon la réalisation décrite dans la demande de brevet français N° 2 643 534 précitée, puis l'ensemble qui résulte de cet assemblage y compris

le circuit primaire et le circuit magnétique, peut être disposé dans un circuit rempli d'un liquide isolant et réfrigérant.

Cependant, il est préférable d'effectuer cet assemblage selon la réalisation décrite dans la demande de brevet N° 2 655 231 également précitée, c'est-à-dire en laissant le circuit primaire et le circuit magnétique à l'extérieur de l'enceinte de refroidissement.

A cet effet, on utilise les mêmes demi-coquilles 58 et 58' que celles de la demande citée au paragraphe précédent qui réalisent les supports des couvercles 40 et 40' et on ajoute un élément intermédiaire 50 pour tenir compte de l'allongement résultant de la présence d'un circuit secondaire supplémentaire. Cet élément intermédiaire 50 supporte l'élément central constitué par les cylindres concentriques 20 et 22 solidarisés par la cloison 24, comme le montrent les figures 3 et 6.

Ces deux demi-coquilles 58 et 58' sont assemblées entre elles par l'intermédiaire de l'élément 50 à l'aide de tirants (non représentés) traversant des trous tels que ceux référencés 52, 52', 52i percés respectivement dans les demi-coquilles 58, 58' et l'élément intermédiaire 50. Des joints, tels que celui référencé 53 sur l'élément 50, sont prévus pour assurer l'étanchéité de l'assemblage des demi-coquilles 58 et 58' et de l'élément 50.

Comme indiqué ci-dessus, chaque demi-coquille 58, 58' est conformée sensiblement de la même manière pour servir de support de montage à un certain nombre d'éléments. Ainsi chaque demi-coquille 58 (ou 58') comporte respectivement une paroi de fond 83 (ou 83') et des parois latérales 84 ou 84', 85 (ou 85'), 86 (ou 86'), 87 (ou 87'). Chaque paroi de fond comporte un cylindre central creux (trou 88 (ou 88')) qui traverse chaque demi-coquille 58 (ou 58') et vient abuter sur un bord du cylindre 20 lors de l'assemblage par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité (non représenté).

Chaque demi-coquille 58 (ou 58') présente une encoche 90 (ou 90') en forme de L dont le bras vertical est situé sur la paroi de fond 83 (ou 83') tandis que le bras horizontal est situé sur la paroi latérale 87 (ou 87'). L'encoche du bras vertical a une profondeur inférieure à celle de l'épaisseur de la demi-coquille et l'encoche du bras horizontal a une profondeur inférieure à la distance du cylindre creux à la paroi latérale 87 (ou 87').

L'élément intermédiaire 50 présente également une encoche 56 en vis-à-vis des encoches 90 et 90'.

Ces différentes encoches 90, 90' et 56 servent à loger l'une des branches longitudinales du circuit magnétique 26, l'autre branche étant logée dans les cylindres creux 88, 88' et à l'intérieur du cylindre 20 de l'élément intermédiaire 50.

Le volume intérieur de chaque demi-coquille comporte des alvéoles pour permettre la mise en place

ce et le maintien des éléments du circuit secondaire ainsi que d'autres éléments qui seront indiqués ci-après.

C'est ainsi qu'une première alvéole 91 (ou 91') est prévue autour du cylindre creux 88 (ou 88') pour le support et le maintien des enroulements secondaires SI à S12 (ou S'1 à S'12) disposés dans le mandrin 32 (ou 32') et des condensateurs C1 à C24 (ou C'1 à C'24) disposés dans les compartiments alvéolés 36, 38 (ou 36', 38'). L'alvéole 91 (ou 91') est suffisamment profonde pour le logement du circuit imprimé 44 (ou 44') sur lequel sont fixées les diodes D1 à D24 (ou D'1 à D'24). Une deuxième alvéole 92 (ou 92') est réalisée dans la demi-coquille 58 (ou 58') pour mettre en place un connecteur de sortie haute tension 93 (ou 93') dont l'une des bornes est connectée à la borne haute tension 46 (ou 46') (Figure 1).

Chaque connecteur 93 (ou 93') est réalisé de manière classique par un manchon dont une extrémité fermée porte les plots de connexion situés dans l'alvéole 92 (ou 92') à proximité de la borne de sortie haute tension 46 (ou 46').

L'autre extrémité du manchon du connecteur est ouverte et sert de passage des conducteurs de sortie par l'intermédiaire d'une prise mâle non représentée et montée hermétiquement dans un orifice dans la paroi latérale 85 (ou 85') à l'aide d'un joint et d'une plaque (non représentée) vissée sur la paroi latérale.

Une quatrième alvéole 96, disposée par exemple dans la demi-coquille 58, permet la mise en place d'un vase 97 rempli d'air pour absorber les dilatations du milieu isolant et réfrigérant. L'intérieur de ce vase de dilatation communique avec l'extérieur de la cuve par un conduit 98.

Une cinquième alvéole 96', disposée dans la demi-coquille 58', permet la mise en place d'un circuit électrique 99 de mesure de tension. Ce circuit électrique est constitué, comme on l'a indiqué en relation avec la figure 1, d'une résistance R et d'un condensateur variable C en parallèle et d'un éclateur 9.

Une sixième alvéole 100 dans la coquille 58 est prévue pour mettre en place et maintenir un premier transformateur 101 pour alimenter un premier filament de la cathode du tube.

Une septième alvéole 100' dans la demi-coquille 58' est prévue pour mettre en place et maintenir un transformateur 101' pour alimenter un deuxième filament de la cathode du tube.

Les différentes alvéoles qui viennent d'être décrites sont séparées par des parois, telles que celle référencée 102 (ou 102'), dont les formes épousent celles des éléments qu'ils doivent maintenir. Ces parois sont percées d'orifices tels que celui référencé 103' dans la paroi 102' pour permettre l'écoulement du liquide isolant et réfrigérant.

Pour le remplissage de la cuve, formée par l'assemblage des deux demi-coquilles 58, 58' et de l'élément intermédiaire 50, par le liquide isolant et réfrigérant, il est prévu deux orifices 104 et 104' percés respectivement dans les parois latérale 85 et 85' et munis respectivement de bouchons 105 et 105'.

Il peut être prévu d'autres orifices d'entrée et de sortie dans le cas où l'on prévoit une circulation du milieu isolant et réfrigérant.

Après montage et câblage des différents éléments des circuits secondaires dans les demi-coquilles 58 et 58' et l'élément intermédiaire 50, ce dernier est assemblé avec les demi-coquilles de manière à réaliser une cuve étanche sur laquelle sont montés à l'intérieur les différents éléments du circuit primaire et du circuit magnétique.

Ainsi le ou les enroulements primaires 12 et 12' sont disposés à l'intérieur du cylindre 20 et des cylindres creux des demi-coquilles 58 et 58' tandis que les branches internes horizontales des demi-circuits magnétiques 28 et 28' traversent le cylindre 20 et les cylindres creux 88 et 88' à l'intérieur du ou des enroulements primaires 12 ou 12' de manière à abuter l'une contre l'autre selon la ligne 43 sur leurs faces en regard.

Les branches externes horizontales des circuits magnétiques viennent se loger dans les encoches 90, 90' et 56. Les branches verticales des circuits magnétiques viennent se loger dans les parties verticales des encoches 90 et 90'.

Pour maintenir entre eux les différents éléments du circuit magnétique 26, il est prévu des moyens (non représentés sur les figures) à la portée de l'homme de métier, tels que des plaques qui s'appliquent sur les branches verticales du circuit magnétique et qui sont fixées sur les demi-coquilles 58 et 58'. Ces plaques peuvent également servir de support à un ventilateur (non représenté) pour refroidir l'enroulement primaire et le circuit magnétique en effectuant un écoulement forcé et rapide de l'air à l'intérieur des cylindres creux 88 et 88' et du cylindre 20.

Comme dans la demande de brevet N° 2 655 231, les demi-coquilles 58, 58' et l'élément intermédiaire 50 sont réalisés en un matériau isolant tel qu'une matière plastique. Afin de réaliser une protection électrique, la paroi extérieure des éléments 58, 58' et 50 est revêtue d'une enveloppe métallique ou d'une couche conductrice qui est réalisée de manière à ne pas court-circuiter les enroulements secondaires. L'enveloppe métallique ou la couche conductrice est connectée à la masse.

Avec le dispositif et le bloc d'alimentation haute tension qui viennent d'être décrits, l'utilisation d'un circuit magnétique 26 réalisé par deux demi-circuits magnétiques 28 et 28' en forme de fer à cheval (lettre C) permet de doubler la surface de la fenêtre et donc de coupler deux circuits secondaires avec le ou les circuits primaires par l'intermédiaire du même circuit magnétique.

Ces deux circuits secondaires peuvent être connectés en parallèle ou en série. Dans une

connexion en parallèle, le nombre de tours de chaque enroulement peut être réparti sur les deux bobines, ce qui permet l'augmentation de la section du fil conducteur et donc l'augmentation de la puissance.

Dans une connexion en série, un circuit secondaire est affecté à produire la tension positive tandis que l'autre circuit secondaire est affecté à produire la tension négative, ce qui double la tension à courant constant.

Dans le cas d'une connexion en série des deux circuits secondaires en un seul point qui constitue leur point milieu relié à la masse, la rigidité diélectrique intrinsèque de l'ensemble est égale à celle d'un seul circuit secondaire, du fait de l'indépendance de chacun des circuits secondaires. En conséquence, vue de l'extérieur, la tension de sortie peut être doublée sans affecter les marges sur la tenue en tension.

Comme les circuits secondaires peuvent être construits de manière identique et sont positionnés dans les mêmes conditions de flux et de géométrie par rapport au circuit magnétique, le dispositif de l'invention permet d'obtenir des hautes tensions parfaitement égales aux bornes de chaque circuit secondaire et donc des hautes tensions parfaitement symétriques dans le cas de la connexion en série des circuits secondaires.

## Revendications

1. Dispositif d'alimentation haute tension pour tube à rayons X comprenant un transformateur (10) qui comporte au moins un enroulement primaire (12, 12'), une pluralité d'enroulements secondaires (S1 à S12, S'1 à S'12) et un circuit magnétique (26) de couplage, les deux bornes de sortie de chacun des dits enroulements secondaires étant connectés à un circuit redresseur-doubleur de tension qui est constitué de deux diodes et de deux condensateurs de filtrage, lesdits circuits redresseur-doubleur étant connectés entre eux de manière que leur tensions de sortie s'additionnent, les enroulements primaire et secondaires étant réalisés par des bobines concentriques, les bornes de sortie des dits enroulements secondaires étant réparties sur chaque côté latéral des dites bobines, les condensateurs étant disposés sur la périphérie externe des dites bobines et les diodes étant disposées sur un côté latéral des dites bobines, caractérisé en ce que :

- la pluralité d'enroulements secondaires est scindée en deux séries (S1 à S12 et S'1 à S'12) qui correspondent chacune à un circuit secondaire séparé,
- les bobines des enroulements secondaires S1 à S12 d'une série étant séparés axialement des bobines des enroulements secondaires (S'1 à S'12) de l'autre série,

- lesdits condensateurs de filtrage de chaque circuit secondaire séparé sont disposés à la périphérie externe des dites bobines de la série, et

- lesdites diodes sont disposées sur un côté latéral des dites bobines de la série.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les bobines des enroulements secondaires d'une série sont séparées des bobines des enroulements secondaires de l'autre série par une cloison (24) électriquement isolante qui est disposée perpendiculairement à l'axe des dites bobines.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite cloison isolante est annulaire et sert de support à deux cylindres, l'un (20) disposé à l'intérieur de l'anneau formant cloison (24) et l'autre (22) disposé à l'extérieur du dit anneau, lesdits cylindres définissant de part et d'autre de la cloison (20) un espace annulaire (30, 30'), chaque espace annulaire servant à loger les bobines des enroulements secondaires (S1 à S12, S'1 à S'12) et les condensateurs (C1 à C24, C'1 à C'24).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le ou les enroulements primaires ainsi qu'une branche dudit circuit magnétique sont disposés à l'intérieur de cylindre interne (20) de la cloison annulaire (24).

5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que les enroulements secondaires (S1 à S12, S'1 à S'12) d'une série sont bobinés sur un même mandrin (32, 32') dont la périphérie est fermée par un couvercle (34).

6. Dispositif selon la revendication 3, 4 ou 5, caractérisé en ce que lesdits condensateurs de chaque série sont disposés et maintenus dans des alvéoles réalisées dans deux demi-coquilles concentriques (36, 38, 36', 38') qui s'emboîtent l'une dans l'autre, l'ensemble des deux demi-coquilles s'emboîtant d'un côté dans ledit espace annulaire (30, 30') et de l'autre dans un couvercle (40, 40') creux de forme annulaire.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque couvercle (40, 40') présente une surface interne qui est conformée de manière à définir un espace annulaire pour disposer une pièce annulaire (44, 44') servant de support auxdites diodes (D1 à D24, D'1 à D'24).

8. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que la cloison 24, le cylindre 22, les demi-coquilles (36, 38, 36', 38'), les pièces an-

nulaires (44, 44') et les couvercles (40, 40') présentent une encoche pour le passage d'une autre branche du circuit magnétique 26.

9. Dispositif selon l'une des revendications précédentes 1 à 8, caractérisé en ce que le cylindre creux (22), les couvercles (40 et 40') sont portés chacun par une structure extérieure (50, 58, 58'), lesdites structures extérieures étant prévues pour s'assembler entre elles de manière étanche. 5  
10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

8

1  
FIG.

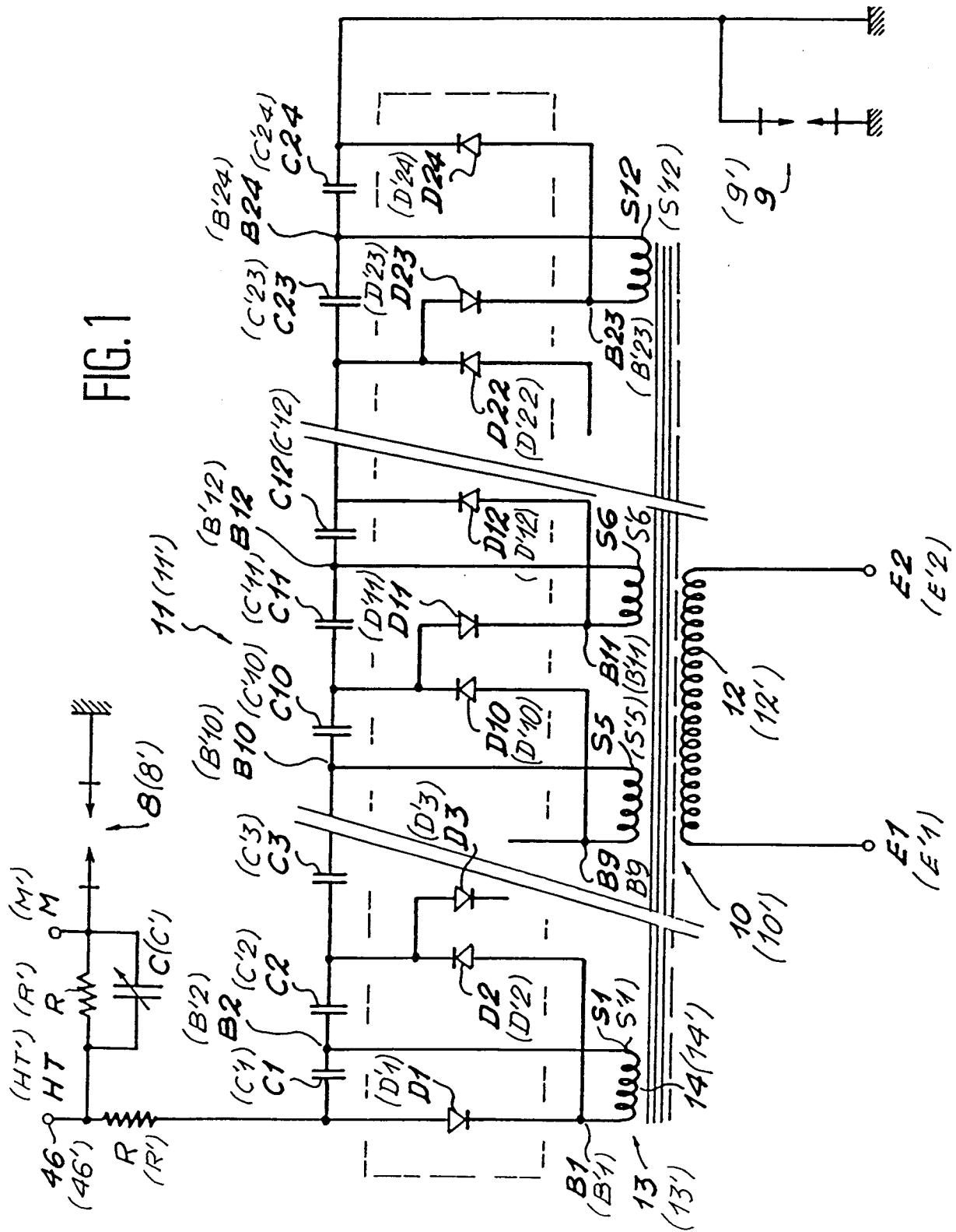
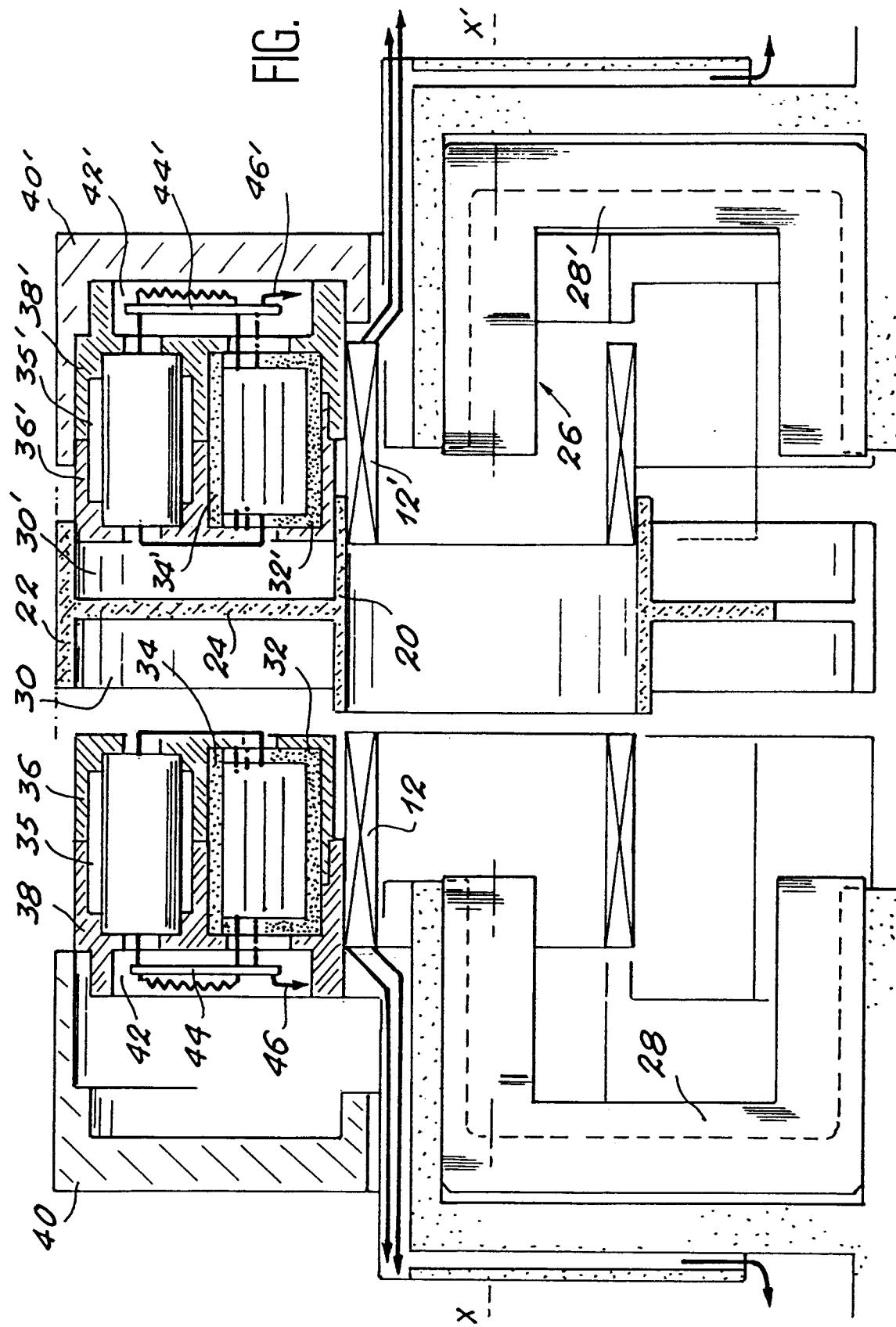
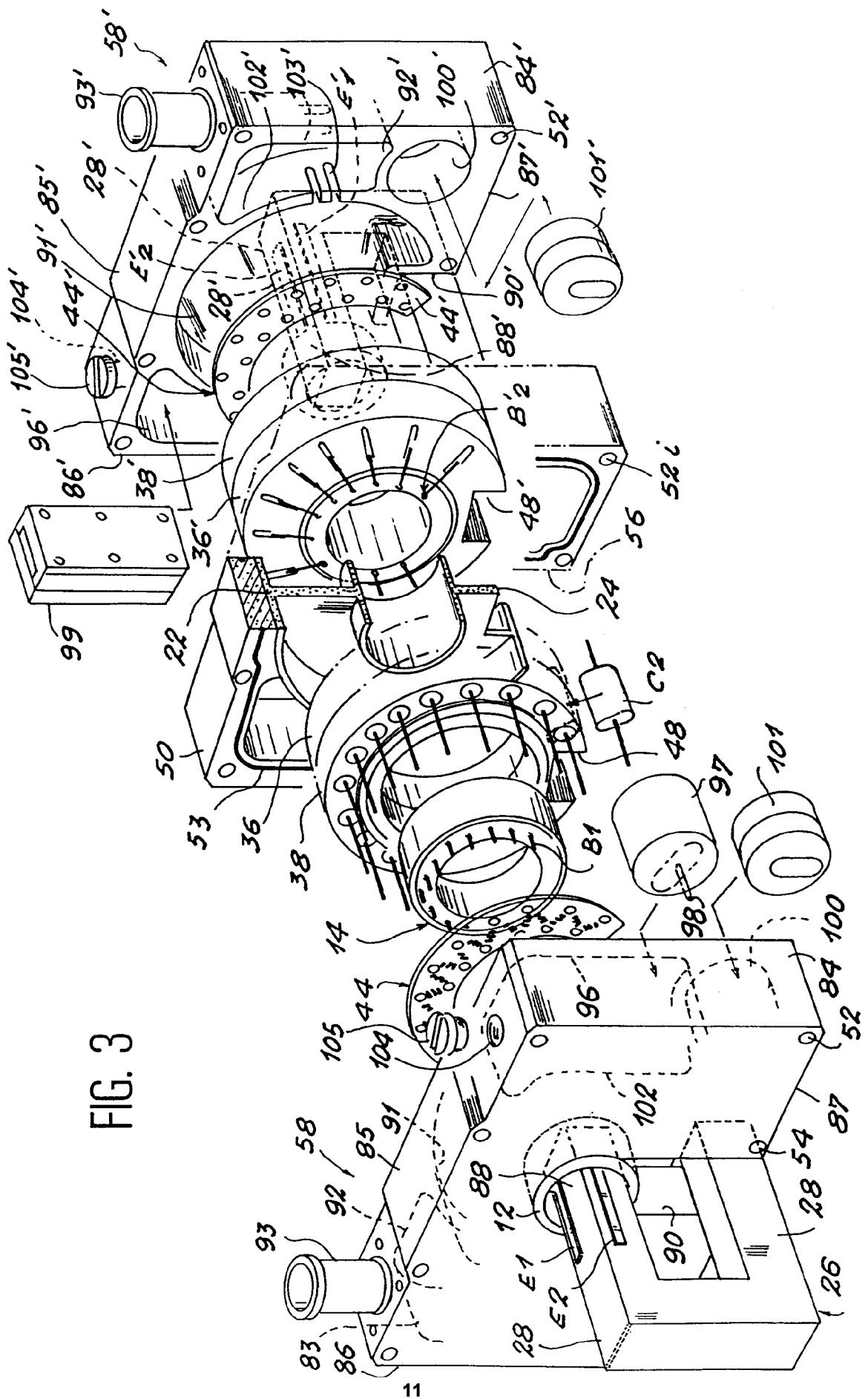


FIG. 2



3



5  
FIG.

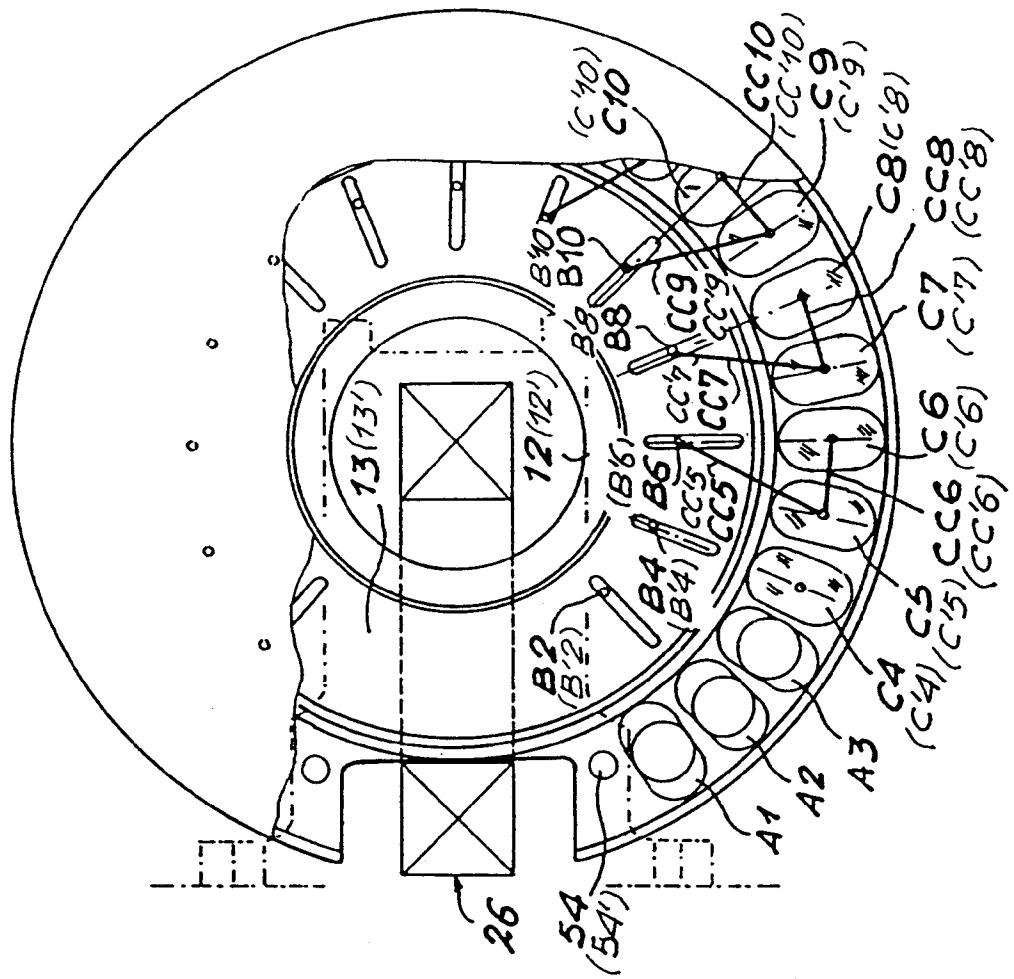


FIG. 4

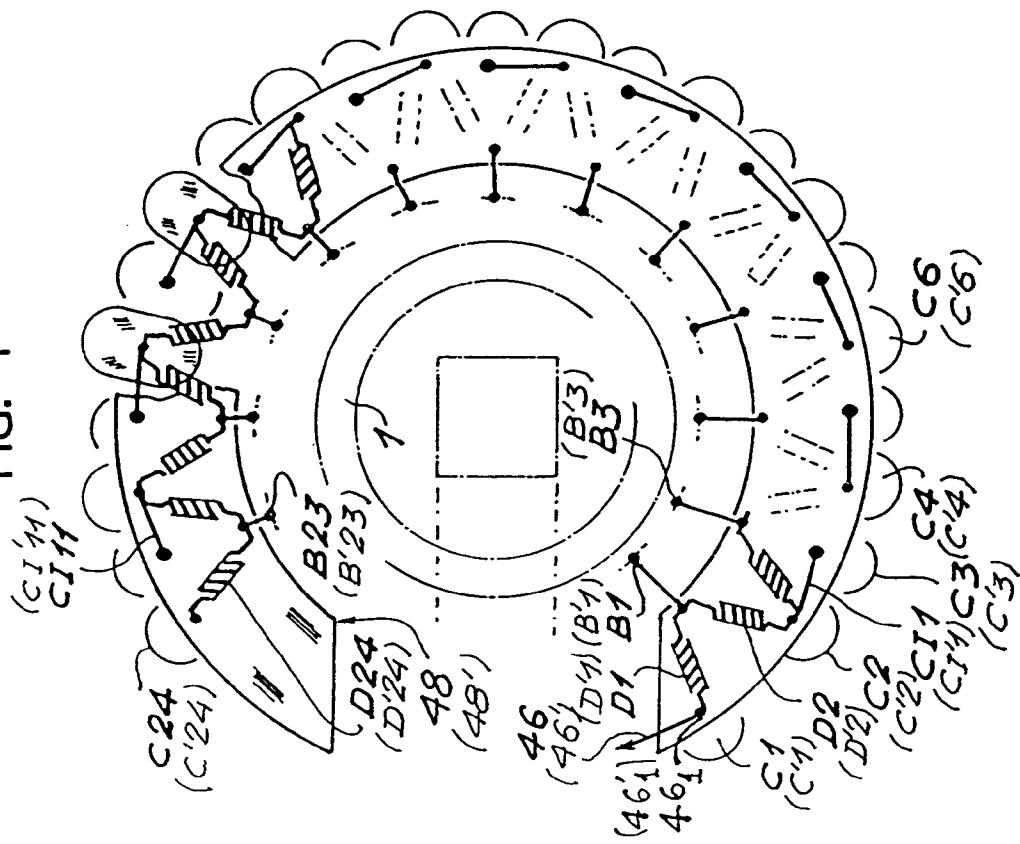
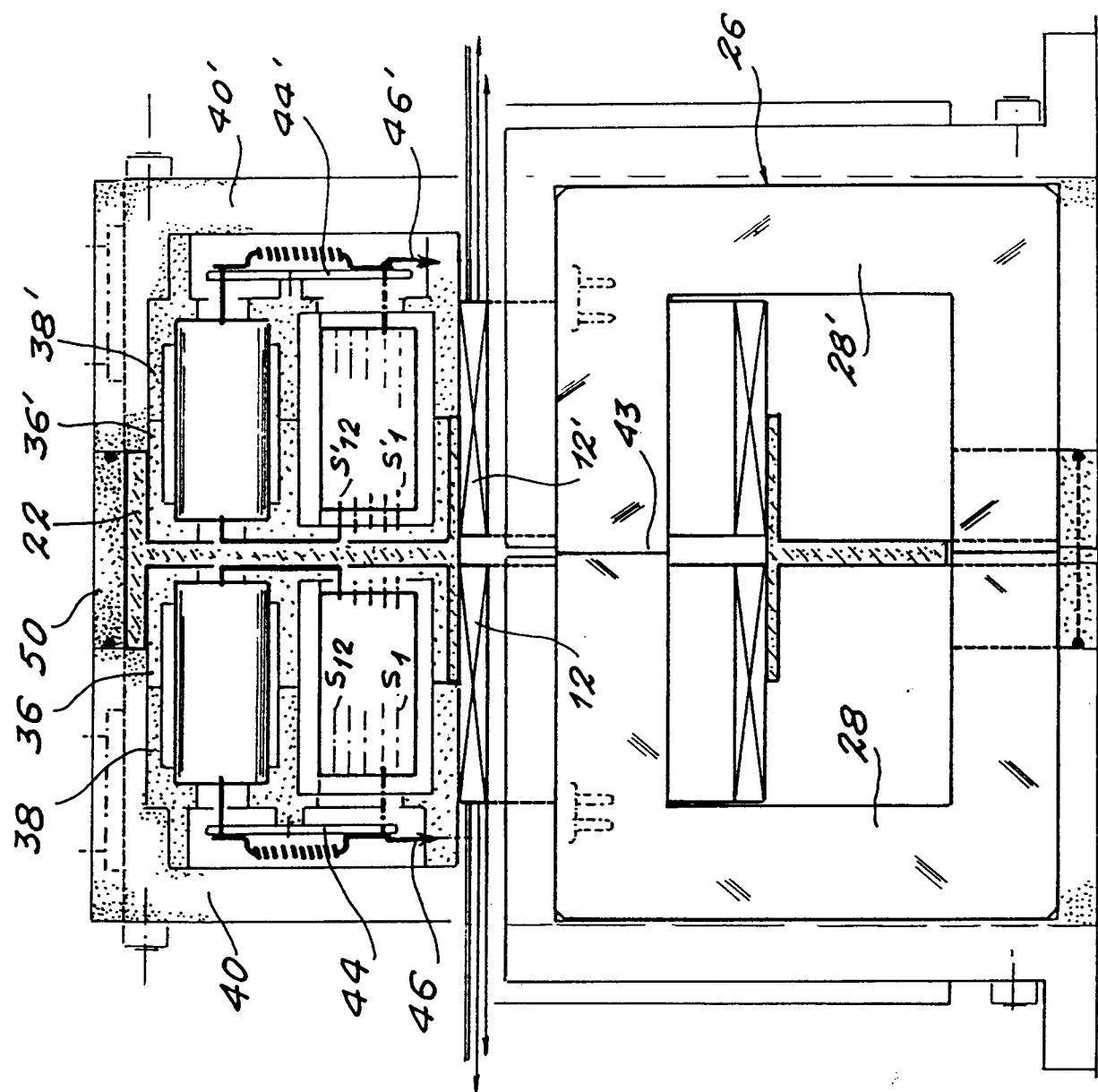


FIG. 6





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 92 40 2350

| 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.5)          |  |  |
| A   | EP-A-0 430 755 (GENERAL ELECTRIC CGR S.A.)<br>* colonne 7, ligne 34 - colonne 10, ligne 6; figures 1-8 *       | 1                       | H05G1/10                                      |  |  |
| A, D  | FR-A-2655231<br>---  |                         |   |  |  |
| A   | US-A-3 611 032 (B. SKILLICORN)<br>* colonne 2, ligne 38 - ligne 72; figures 1,2 *                              | 1                       |   |  |  |
| A   | US-A-4 338 657 (V.N. LISIN ET AL.)<br>* abrégé *<br>* colonne 4, ligne 47 - colonne 5, ligne 15; figures 3,4 * | 1                       |   |  |  |
| A   | US-A-3 541 424 (H. TADA ET AL.)<br>* colonne 4, ligne 31 - colonne 5, ligne 62; figures 1-3,8 *                | 1                       |   |  |  |
| A   | WO-A-8 606 892 (BUDAPESTI MÜSZAKI EGYETEM)<br>* page 5, ligne 8 - page 7, ligne 31; figures 1,2 *              | 1                       | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int. Cl.5) |  |  |
| A   | EP-A-0 116 996 (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN)<br>* abrégé; figures 2,6,8,9 *                             | 1                       | H01F<br>H02M<br>H05G                          |  |  |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                            |  |                         |   |  |  |
| Lieu de la recherche  | Date d'achèvement de la recherche  | Examinateur             |   |  |  |
| LA HAYE   | 04 DECEMBRE 1992   | HORAK G. I.             |   |  |  |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES   |  |                         |   |  |  |
| X : particulièrement pertinent à lui seul   | T : théorie ou principe à la base de l'invention   |                         |   |  |  |
| Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie | E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date                           |                         |   |  |  |
| A : arrière-plan technologique  | D : cité dans la demande   |                         |   |  |  |
| O : divulgation non-écrite  | L : cité pour d'autres raisons   |                         |   |  |  |
| P : document intercalaire   | & : membre de la même famille, document correspondant  |                         |   |  |  |