



(51) Classification internationale des brevets :
H01J 23/00 (2006.01) H01J 25/12 (2006.01)
H01J 25/10 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/053010

(22) Date de dépôt international :
10 mars 2010 (10.03.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0901184 13 mars 2009 (13.03.2009) FR

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

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
MARCHESIN, Rodolphe [FR/FR]; 14 allée du
Champréau, F-91190 Gif sur Yvette (FR). HAMARD,
Didier [FR/FR]; 20 rue Balzac, F-78470 Saint Remy Lès
Chevreuses (FR).

(74) Mandataires : LUCAS, Laurent et al.; Immeuble
Visium, 22, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil
Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CL, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : INTERACTION TIP FOR A POWER RF CAVITY

(54) Titre : BEC D'INTERACTION POUR CAVITÉ RF DE PUISSANCE

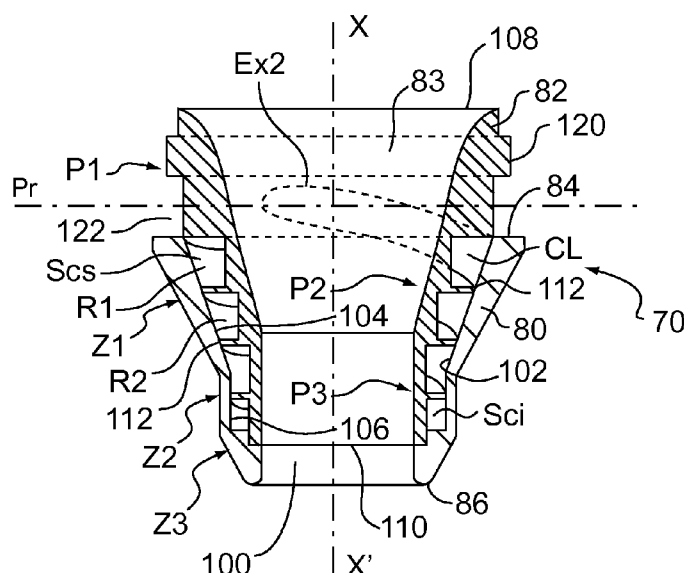


FIG.2a

(57) Abstract : The invention comprises an interaction
tip for a power RF cavity comprising at least one
opening (83) for the passage of an electron beam along
an axis XX'. The interaction tip comprises a body (70)
having two interlocked cylindrical elements, i.e. an
outer cylindrical element (80) and an inner cylindrical
element (82) inserted into a cylindrical passage (100) of
the inner cylindrical element with an axis XX' and
having a passage surface (102), each of the cylindrical
elements comprising two edges, i.e. a lower edge (86,
110) and an upper edge (84, 108), the inner cylindrical
element comprising the opening (83) in said XX' axis
for the passage of the electron beam, an outer surface
(112) having the same shape as the passage surface
(102) of the outer cylindrical element so as to be in
direct contact with said passage surface (102) of the
outer cylindrical element, the inner cylindrical element
(82) comprising at least two helical grooves on the
outer surface (112) thereof, i.e. a first groove (R1) and
a second groove (R2) wound in parallel to each other
between the two edges (108, 110) of said inner
cylindrical element (82), the first groove (R1) and the
second groove (R2) having one of the respective ends
(Ex1, Ex2) thereof on the side of the upper edge (108)
of the inner cylindrical element (82), the other two ends
of said two grooves (R1, R2) being connected on the

side of the lower edge (110) of the inner cylindrical element (82) so as to form, together with the passage surface (102) of the
outer cylindrical element (80), a flow channel (CL) for the coolant of the interaction tip. The invention can be used in microwave
tubes having a high average power, in klystrons, etc.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

L'invention comporte un bec d'interaction pour cavité RF de puissance comportant au moins une ouverture (83) pour le passage d'un faisceau d'électrons selon un axe XX'. Le bec d'interaction comporte un corps (70) ayant deux éléments cylindriques imbriqués, un élément cylindrique externe (80) et un élément cylindrique interne (82) inséré dans un passage (100) cylindrique, d'axe XX', de l'élément cylindrique interne ayant une surface de passage (102), chacun des éléments cylindriques comportant deux bords, un bord inférieur (86, 110) et un bord supérieur (84, 108), l'élément cylindrique interne comportant l'ouverture (83) dans ledit axe XX' pour le passage du faisceau d'électrons, une surface externe (112) de même forme que la surface du passage (102) de l'élément cylindrique externe pour être en contact direct avec ladite surface de passage (102) de l'élément cylindrique externe, l'élément cylindrique interne (82) comportant sur la surface externe (112) au moins deux rainures hélicoïdales, une première rainure (R1) et une seconde rainure (R2), s'enroulant parallèlement l'une à l'autre entre les deux bords (108, 110) dudit élément cylindrique interne (82), la première rainure (R1) et la seconde rainure (R2) ayant une de leurs extrémités respectives (Ex1, Ex2) du côté du bord supérieur (108) de l'élément cylindrique interne (82), les deux autres extrémités des deux dites rainures (R2, R2), étant raccordées, du côté du bord inférieur (110) de l'élément cylindrique interne (82), pour former, avec la surface de passage (102) de l'élément cylindrique externe (80), un canal (CL) de circulation d'un fluide de refroidissement du bec d'interaction. Applications: tubes hyperfréquences de forte puissance moyenne, klystrons, etc.

BEC D'INTERACTION POUR CAVITE RF DE PUISSANCE

5 La présente invention concerne un bec d'interaction pour cavité RF et notamment la cavité de sortie des tubes hyperfréquences de forte puissance moyenne (par exemple > 250kW).

10 Les tubes électroniques hyperfréquences de puissance tels que les klystrons conventionnels sont des amplificateurs comportant essentiellement une structure hyperfréquences destinée à amplifier une onde hyperfréquences appliquée à une entrée RF du tube. L'amplification s'effectue par transformation de l'énergie cinétique, d'un ou plusieurs faisceaux d'électrons traversant ladite structure, en énergie
15 électromagnétique.

La figure 1 montre un schéma simplifié d'un klystron de l'état de l'art monofaisceau comportant une enceinte à vide 10 selon un axe longitudinal XX', le klystron ayant :

- un canon à électrons 20 avec une cathode 22 polarisée émettant
20 un faisceau d'électrons 24 continu ou pulsé accélérés par une anode 26, dans l'axe XX',

- une cavité résonante d'entrée C1 pour moduler la densité des électrons du faisceau lorsqu'un signal radiofréquences (RF) y est injecté par une entrée RF 28 du tube,

25 - un circuit de focalisation 30 (ou de confinement) du faisceau d'électrons selon l'axe XX' réalisé, soit à partir d'aimants permanents, soit par des solénoïdes 32.

- un collecteur 40 d'électrons 44 du faisceau d'électrons permettant de recevoir la plus grande partie des électrons émis par la cathode 22 du tube et de dissiper leur énergie cinétique résiduelle après passage dans la structure hyperfréquence,
30

- un circuit résonnant 50, situé entre l'anode 26 et le collecteur 40 d'électrons, ayant pour fonctionnalité la conversion d'une partie de l'énergie cinétique des électrons du faisceau dans le circuit résonnant en énergie RF à
35 la fréquence de résonance du circuit. Le circuit résonnant 50 est aussi désigné structure d'interaction. Le circuit résonnant fait partie intégrante du

klystron et comporte une suite de cavités résonnantes C1, C2, C2, C4, C5 dans la structure hyperfréquences présentant chacune un ou deux dispositifs 66 dits « becs d'interaction ». Le nombre de cavités de la structure hyperfréquences peut être plus important, jusqu'à 12 cavités.

5 La cavité C5 à proximité du collecteur 40 du klystron, dite aussi cavité de sortie RF de puissance, comporte en outre, au moins une sortie RF 58 de puissance du tube, sous forme de guide d'onde.

Les cavités résonnantes C1, C2, C2, C4, C5 comportent, dans l'axe XX' de la structure hyperfréquences, une ouverture d'entrée 60 et une
10 ouverture de sortie 62 pour le passage du faisceau électronique. La cavité de sortie C5 comporte une autre ouverture 64 pour l'extraction de la puissance RF du tube.

Le bec d'interaction a un corps cylindrique solidaire du bord de l'ouverture de sortie.

15 La cavité de sortie C5 est soumise à des échauffements importants dus à des pertes hyperfréquences induites dans cette cavité. Le bec d'interaction subit aussi des échauffements dus aux pertes hyperfréquences et au bombardement électronique par les électrons s'écartant du faisceau.

Le bec d'interaction est conçu, de façon connue, pour réduire le
20 phénomène d'érosion en sortie de la cavité par les impacts des électrons s'écartant du faisceau

Pour éviter un échauffement trop important du bec de sortie, ce dernier est refroidi par un circuit hydraulique. .

L'extraction des calories est effectuée par la circulation d'un liquide
25 de refroidissement dans au moins deux évidements de refroidissement dans le corps du bec reliés par un conduit. Un des évidements de refroidissement comporte une entrée de liquide de refroidissement l'autre évidement une sortie de liquide de refroidissement.

Néanmoins, les becs d'interaction des cavités RF de puissance de
30 l'état de l'art ne présentent pas une efficacité de refroidissement suffisante. En effet, l'échange thermique entre le corps du bec d'interaction et le liquide de refroidissement pour une vitesse déterminé du liquide dans le circuit de refroidissement est insuffisant pour des cavités RF de très forte puissance moyenne. En outre un manque d'homogénéité dans le refroidissement

produit des températures trop élevées dans certaines zones du corps du bec d'interaction.

Pour améliorer la maîtrise de la température des cavités de puissance hyperfréquences, l'invention propose un bec d'interaction pour cavité RF de puissance comportant au moins une ouverture pour le passage d'un faisceau d'électrons selon un axe XX', un corps ayant deux éléments cylindriques imbriqués, un élément cylindrique externe et un élément cylindrique interne inséré dans un passage cylindrique d'axe XX' de l'élément cylindrique externe ayant une surface de passage, chacun des éléments cylindriques comportant deux bords, un bord inférieur et un bord supérieur, l'élément cylindrique interne comportant l'ouverture dans ledit axe XX' pour le passage du faisceau d'électrons, une surface externe de même forme que la surface du passage de l'élément cylindrique externe pour être en contact direct avec ladite surface de passage de l'élément cylindrique externe, l'élément cylindrique interne comportant sur la surface externe au moins deux rainures hélicoïdales, une première rainure et une seconde rainure, s'enroulant parallèlement l'une à l'autre entre les deux bords dudit élément cylindrique interne, la première rainure et la seconde rainure ayant une de leurs extrémités respectives du côté du bord supérieur de l'élément cylindrique interne, les deux autres extrémités des deux dites rainures, étant raccordées, du côté du bord inférieur de l'élément cylindrique interne, pour former, avec la surface de passage de l'élément cylindrique externe, un canal de circulation d'un fluide de refroidissement du bec d'interaction.

25

Avantageusement, le canal de circulation du fluide de refroidissement comporte, du côté du bord supérieur de l'élément cylindrique interne, au niveau de l'extrémité de la première rainure une entrée de fluide et, au niveau de l'extrémité de la seconde rainure une sortie de fluide de refroidissement.

30

Dans une réalisation, les extrémités respectives des rainures du côté du bord supérieur de l'élément cylindrique interne, sont dans un même plan perpendiculaire à l'axe XX', de part et d'autre dudit axe XX'.

35

Dans une autre réalisation, l'élément cylindrique externe comporte entre son bord supérieur et son bord inférieur, une première zone tronconique dont le plus grand diamètre forme le bord supérieur, la première zone tronconique étant raccordée, du côté de son plus petit diamètre, à une
5 deuxième zone circulaire, elle même raccordée à une troisième zone tronconique dont le plus petit diamètre forme le bord inférieur de l'élément cylindrique externe.

Dans une autre réalisation, la surface de passage de l'élément
10 cylindrique interne comporte du côté du bord supérieur, au niveau de la première zone tronconique de l'élément cylindrique interne, une surface interne de même forme tronconique que la première zone tronconique suivie d'une surface interne circulaire au niveau de la deuxième zone circulaire.

Dans une autre réalisation, l'élément cylindrique interne comporte,
15 entre son bord supérieur et son bord inférieur, une surface externe ayant une première partie circulaire formant, par un de ses côtés, le bord supérieur de l'élément cylindrique externe, l'autre côté de la première partie étant raccordé par une deuxième partie tronconique suivie d'une troisième partie circulaire
20 formant à son extrémité libre le bord inférieur de l'élément cylindrique interne.

Dans une autre réalisation, la surface de la section du canal de circulation de fluide de refroidissement du côté des bords inférieurs des éléments cylindriques est plus petite que la surface de la section du canal du
25 côté des bords supérieurs desdits éléments cylindriques de façon à augmenter la vitesse de circulation du fluide de refroidissement du côté desdits bord inférieurs.

L'invention concerne aussi une cavité RF de puissance comportant
30 une ouverture d'entrée de cavité et une ouverture de sortie de cavité pour le passage d'un faisceau d'électrons, caractérisée en ce que l'ouverture de sortie de cavité comporte un bec d'interaction selon l'invention.

L'invention concerne aussi un tube électronique hyperfréquences de
35 puissance choisi parmi les Klystrons, ou tout autre tube de puissance

comportant une structure hyperfréquences utilisant au moins une cavité RF, selon l'invention, comme résonateur.

Un principal objectif du bec d'interaction selon l'invention est de
5 pouvoir augmenter la puissance de sortie d'une cavité RF sans changement de sa température de fonctionnement.

Un autre objectif est d'obtenir, pour des conditions de puissance et de fonctionnement similaires de la cavité RF de puissance, un meilleur coefficient d'échange thermique entre le bec d'interaction et le fluide de
10 refroidissement.

Un autre objectif est de limiter la perte de pression à débit fixé entre l'entrée E et la sortie S du circuit de refroidissement du bec d'interaction, grâce à la meilleure conductance du circuit de l'invention par rapport à l'état
15 de l'art.

L'invention sera mieux comprise à l'aide d'exemples de réalisations d'un bec d'interaction en référence aux dessins indexés dans lesquels :

- la figure 1, déjà décrite, montre un schéma simplifié d'un klystron de l'état de l'art ;
- 20 - les figures 2a et 2b montrent un exemple de réalisation d'un bec d'interaction selon l'invention ;
- la figure 3a montre une vue en coupe axiale d'une cavité cylindrique comportant un bec d'interaction selon l'invention et ;
- la figure 3b montre une vue axiale en coupe de la cavité cylindrique
25 de la figure 3a.

Les figures 2a et 2b montrent un exemple de réalisation d'un bec d'interaction selon l'invention.

Plus précisément, et pour faciliter la description, la figure 2a montre
30 une vue en coupe axiale d'un bec d'interaction selon l'invention et la figure 2b une vue éclatée en perspective des éléments formant le bec d'interaction de la figure 2a.

Le bec d'interaction des figures 2a et 2b comporte un corps 70 ayant deux éléments cylindriques imbriqués, un élément cylindrique externe 80 et
35 un élément cylindrique interne 82 d'axes colinéaires à un axe de révolution

XX', une ouverture 83 pour le passage d'un faisceau d'électrons selon l'axe XX'.

L'élément cylindrique externe 80 comporte un bord supérieur 84 et un bord inférieur 86 et, entre son bord supérieur 84 et son bord inférieur 86, une première zone tronconique Z1 dont le plus grand diamètre forme le bord supérieur 84. La première zone tronconique Z1 est raccordée, du côté de son plus petit diamètre, à une deuxième zone circulaire Z2, elle même raccordée à une troisième zone tronconique Z3 dont le plus petit diamètre forme le bord inférieur 86 de l'élément cylindrique externe 80.

L'élément cylindrique externe 80 comporte un passage cylindrique 100 d'axe colinéaire à l'axe XX' ayant une surface de passage 102.

La surface de passage 102 comporte du côté du bord supérieur 84, au niveau de la zone Z1 de l'élément cylindrique interne 80, une surface interne 104 de même forme tronconique que la première zone tronconique Z1 suivie d'une surface interne circulaire 106 au niveau de la deuxième zone circulaire Z2.

L'élément cylindrique interne 82 comporte un bord supérieur 108 et un bord inférieur 110 et, entre son bord supérieur 108 et son bord inférieur 110, une surface externe 112 ayant une première partie circulaire P1 formant, par un de ses côtés, le bord supérieur 108 de l'élément cylindrique externe, l'autre côté de la première partie P1 étant raccordé par une deuxième partie tronconique P2 suivie d'une troisième partie circulaire P3 formant à son extrémité libre le bord inférieur 110 de l'élément cylindrique interne.

La surface externe 112 de l'élément cylindrique interne 82 a la même forme que la surface de passage 102 de l'élément cylindrique externe 80 pour être en contact direct avec la dite surface de passage 102 de l'élément cylindrique externe 80.

Selon une principale caractéristique du bec d'interaction selon l'invention, l'élément cylindrique interne 82 comporte, sur la première P1 et deuxième P2 parties de sa surface externe 112, deux rainures hélicoïdales, une première rainure R1 et une seconde rainure R2, s'enroulant parallèlement l'une à l'autre entre les deux bords 108, 110 dudit élément cylindrique interne 82.

La première rainure R1 et la seconde rainure R2 ont une de leurs extrémités respectives Ex1, Ex2 du côté du bord supérieur 108 de l'élément cylindrique interne 82, les deux autres extrémités des deux dites rainures R1, R2, étant raccordées, du côté du bord inférieur 110 de l'élément cylindrique interne 82, pour former, avec la surface de passage 102 de l'élément cylindrique externe 80, un canal CL pour la circulation d'un fluide de refroidissement du bec d'interaction.

Le canal CL de circulation du fluide comporte, du côté du bord supérieur 108 de l'élément cylindrique interne 82, au niveau de l'entrée Ex1 de la première rainure R1 une entrée Er de fluide de refroidissement et au niveau de l'extrémité Ex2 de la seconde rainure R2 une sortie Es de fluide de refroidissement.

Les extrémités respectives Ex1, Ex2 des rainures R1, R2, du côté du bord supérieur 108 de l'élément cylindrique interne 82, sont dans un même plan perpendiculaire à l'axe XX', de part et d'autre dudit axe XX'.

La première partie P1 circulaire de l'élément cylindrique interne 82 comporte une couronne 120 de diamètre plus grand que le diamètre du bord 108 supérieur de l'élément cylindrique interne 82, pour créer avec le bord supérieur 84 de l'élément cylindrique externe 80 une rainure cylindrique 122 destinée à la fixation du bec d'interaction sur une paroi d'une cavité RF de puissance décrite plus loin.

Les bords inférieurs 86, 110 des éléments cylindriques du bec, lorsque le bec d'interaction est opérationnel dans une cavité RF de puissance, comme cela a été expliqué précédemment, sont exposés d'une part aux impacts des électrons traversant la cavité RF et d'autre part à l'échauffement RF dans la cavité. Ces bords inférieurs sont donc soumis à des fortes températures et doivent être, par conséquent, particulièrement bien refroidis. A cet effet, et selon une autre caractéristique du bec d'interaction selon l'invention, la surface Sci de la section du canal CL de circulation de fluide de refroidissement du côté des bords inférieurs 86, 110 des éléments cylindriques interne 80, et externe 82 est plus petite que la surface Scs de la section du canal CL du côté des bords supérieurs 82, 108

desdits éléments cylindriques de façon à augmenter la vitesse de circulation du fluide de refroidissement du côté desdits bord inférieurs 86, 110.

Le bec d'interaction assure, par le dimensionnement adapté des sections le long du canal CL de circulation de liquide de refroidissement, une
5 vitesse du liquide de refroidissement plus importante dans la partie du canal de refroidissement à proximité des bords inférieurs que celle à proximité des bords supérieurs des éléments cylindriques pour évacuer efficacement les calories dissipées dans le bec d'interaction.

Les rainures R1, R2 du canal de refroidissement sont directement
10 usinées sur la surface externe 112 de l'élément cylindrique interne 82. Les deux éléments cylindriques interne 82 et externe 80 sont rendus solidaires par exemple par brasage.

Le bec d'interaction selon l'invention peut supporter des puissances dissipées dans le corps du bec dépassant 10kW en continu. Ces puissances
15 peuvent être dissipées dans le bec de cavités de sortie équipant des klystrons pouvant atteindre 1,5 MW de puissance de sortie RF.

Le profil du canal CL de refroidissement du bec d'interaction selon l'invention en forme de double hélice assure un échange thermique optimum
20 le long du corps du bec grâce au pas et à la profondeur des rainures hélicoïdales dans la surface externe de l'élément cylindrique interne 82.

Un autre avantage du bec selon l'invention est de pouvoir introduire et évacuer le liquide de refroidissement circulant dans le canal CL de refroidissement par un même côté du bec.

25

L'invention concerne aussi une cavité RF de puissance comportant un bec d'interaction selon l'invention.

La figure 3a montre une vue en coupe axiale d'une cavité cylindrique comportant un bec d'interaction selon l'invention.

30 La figure 3b montre une vue axiale en coupe de la cavité cylindrique de la figure 3a.

La cavité RF de puissance représentée aux figures 3a et 3b comporte un corps 140 de forme cylindrique circulaire d'axe de révolution

XX' ayant deux extrémités, une extrémité inférieure 142 et une extrémité supérieure 144.

La cavité est fermée, du côté de l'extrémité inférieure 142 du corps 140, par une paroi inférieure 150 de forme circulaire dans un plan perpendiculaire à l'axe XX'. La paroi inférieure 150 comporte une ouverture circulaire 152 d'axe colinéaire à l'axe XX' dont le bord est solidaire d'un élément tubulaire 160 d'axe de révolution collinaire à l'axe XX' pour le passage dans la cavité d'un faisceau d'électrons confiné dans le dit axe de révolution XX'.

La cavité des figures 3a et 3b est fermée, du côté de l'extrémité supérieure 144 du corps 140, par une paroi supérieure 162 de forme circulaire ayant un bord circulaire externe 164 et des surfaces parallèles 166, 168 dans des plans perpendiculaire à l'axe XX'.

La paroi supérieure 162 comporte une ouverture circulaire 170 d'axe colinéaire à l'axe XX' dont le bord 172 est solidaire d'un bec d'interaction 174, selon l'invention, d'axe de révolution colinéaire à l'axe XX', pour la sortie du faisceau d'électrons pénétrant dans la cavité par l'élément tubulaire 160. Le bec d'interaction est solidaire de la paroi supérieure 162 de la cavité de façon que les bords inférieurs 86, 110 des éléments cylindriques du bec d'interaction 174 soient à l'intérieur de la cavité face à l'élément tubulaire 160.

La paroi supérieure 162 comporte, dans un plan central Pr perpendiculaire à l'axe XX', entre l'une 166 et l'autre 168 surfaces de la paroi supérieure de la cavité, un conduit d'entrée 182 de liquide de refroidissement selon un axe EE' et un conduit de sortie 180 de liquide de refroidissement selon un autre axe SS'.

Le conduit d'entrée 182 de liquide de refroidissement débouche, par une de ses deux extrémités 188, sur le bord circulaire externe 164 de la paroi supérieure 162 de la cavité et, par l'autre extrémité 190, sur l'ouverture circulaire 170 de la dite paroi supérieure 162 de la cavité, à hauteur de l'entrée Er du canal CL de circulation de liquide de refroidissement du bec d'interaction 174.

Comme le conduit d'entrée 182 de liquide de refroidissement, le conduit de sortie 180 de liquide de refroidissement débouche, par une de ses deux extrémités 184, sur le bord externe 164 de la paroi supérieure de la

cavité et, par l'autre extrémité 186, sur l'ouverture circulaire 170 de la dite paroi supérieure 162 de la cavité à hauteur de la sortie Sr du canal de circulation CL de liquide de refroidissement du bec d'interaction.

5 L'entrée Er et la sortie Sr du canal CL de refroidissement du bec d'interaction étant de part et d'autre de l'axe XX', les conduits d'entrée 182 et de sortie 180 de liquide de refroidissement dans la paroi supérieure 162 de la cavité sont aussi de part et d'autre dudit axe XX'. Le conduit de sortie 180 de liquide de refroidissement se déduit du conduit d'entrée 182 par rotation de 180° au tour de l'axe XX'.

10

La figure 3a montre la vue en coupe axiale de la cavité selon l'invention selon une vue AA dans un plan de coupe axiale Pes passant par l'axe XX' et les extrémités 184, 188 des conduits 180, 182. La figure 3a montre les ouvertures des extrémités 188, 184 d'arrivée et de sortie de
15 liquide de refroidissement au niveau du bord circulaire externe 164 de la paroi supérieure 162 de la cavité.

Dans une réalisation, la cavité selon l'invention peut être une cavité de sortie RF d'un tube électronique de puissance, par exemple un klystron.
20 Dans ce cas d'utilisation, la cavité comporte, de façon connue, une ouverture dans le corps circulaire (représentée en pointille sur la figure 3a), selon un axe perpendiculaire ZZ' à 'axe de révolution XX', débouchant sur un guide d'onde (non représenté sur la figure) pour extraire la puissance RF finale du tube vers l'extérieur.

25 En pratique, l'arrivée et la sortie du liquide de refroidissement dans le bec d'interaction selon l'invention s'effectue par l'intermédiaire de deux tuyaux métalliques (non représentés sur les figures) reliés au circuit de refroidissement principal du tube électronique comportant la cavité selon l'invention.

30 L'emplacement des conduits 182, 180 d'entrée et de sortie du fluide de refroidissement ainsi que la forme hélicoïdale du canal CL de refroidissement dans le corps du bec d'interaction assurent un écoulement optimal dudit fluide ce qui réduit les pertes de charge du circuit de refroidissement sous pression traversant le bec d'interaction.

35

Parmi les avantages du bec d'interaction selon l'invention peuvent être cités :

- un refroidissement au plus près de la source de chaleur et notamment en embout du bec d'interaction (bords inférieurs sur les figures),
- 5 - une maîtrise de la vitesse du fluide de refroidissement le long du canal CL de refroidissement constituant un circuit hydraulique pour un débit constant de fluide à l'entrée du système de refroidissement. Une variation ponctuelle du coefficient d'échange thermique peut être donc réalisé si nécessaire afin d'évacuer plus de calories sur une surface d'échange
- 10 localisée,
- une minimisation extrême des pertes de charge engendrées lors du passage du fluide sous pression dans le circuit de refroidissement grâce au profil hélicoïdal du canal de refroidissement,
- une entrée et une sortie du fluide d'un même côté du bec
- 15 d'interaction.

Le bec d'interaction selon l'invention peut être aussi utilisé dans le collecteur d'électrons d'un tube électronique, au niveau de l'entrée du faisceau dans le collecteur. En outre, le principe de refroidissement par double rainure hélicoïdale du bec d'interaction selon l'invention peut être

20 aussi appliqué à l'ensemble du collecteur d'électrons pour refroidir la surface du collecteur percutée par les électrons.

REVENDICATIONS

1. Bec d'interaction pour cavité RF de puissance comportant au moins une ouverture (83) pour le passage d'un faisceau d'électrons selon un axe XX', un corps (70, 174) ayant deux éléments cylindriques imbriqués, un élément cylindrique externe (80) et un élément cylindrique interne (82) inséré dans un passage (100) cylindrique d'axe XX' de l'élément cylindrique externe (80) ayant une surface de passage (102), chacun des éléments cylindriques comportant deux bords, un bord inférieur (86, 110) et un bord supérieur (84, 108), l'élément cylindrique interne (82) comportant l'ouverture (83) dans ledit axe XX' pour le passage du faisceau d'électrons, une surface externe (112) de même forme que la surface du passage (102) de l'élément cylindrique externe pour être en contact direct avec ladite surface de passage (102) de l'élément cylindrique externe, l'élément cylindrique interne (82) comportant sur la surface externe (112) au moins deux rainures hélicoïdales, une première rainure (R1) et une seconde rainure (R2), s'enroulant parallèlement l'une à l'autre entre les deux bords (108, 110) dudit élément cylindrique interne (82), la première rainure (R1) et la seconde rainure (R2) ayant une de leurs extrémités respectives (Ex1, Ex2) du côté du bord supérieur (108) de l'élément cylindrique interne (82),

caractérisé en ce que les deux autres extrémités des deux dites rainures (R2, R2), sont raccordées, du côté du bord inférieur (110) de l'élément cylindrique interne (82), pour former, avec la surface de passage (102) de l'élément cylindrique externe (80), un canal (CL) de circulation d'un fluide de refroidissement du bec d'interaction, le canal (CL) de circulation du fluide de refroidissement comportant, du côté du bord supérieur (108) de l'élément cylindrique interne (82), au niveau de l'extrémité (Ex1) de la première rainure (R1) une entrée (Er) dudit fluide de refroidissement et, au niveau de l'extrémité (Ex2) de la seconde rainure R2 une sortie (Es) dudit fluide de refroidissement.

2. Bec d'interaction selon la revendication 1, caractérisé en ce que les extrémités respectives (Ex1, Ex2) des rainures (R1, R2), du côté du bord supérieur (108) de l'élément cylindrique interne (82), sont dans un même plan perpendiculaire à l'axe XX', de part et d'autre dudit axe XX'.

3. Bec d'interaction selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément cylindrique externe (80) comporte entre son bord supérieur (84) et son bord inférieur (86), une première zone tronconique (Z1) dont le plus grand diamètre forme le bord supérieur (84), la première zone tronconique (Z1) étant raccordée, du côté de son plus petit diamètre, à une deuxième zone circulaire (Z2), elle même raccordée à une troisième zone tronconique (Z3) dont le plus petit diamètre forme le bord inférieur (86) de l'élément cylindrique externe (80).

10

4. Bec d'interaction selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la surface de passage (102) de l'élément cylindrique interne (82) comporte du côté du bord supérieur (84), au niveau de la première zone tronconique (Z1) de l'élément cylindrique interne (80), une surface interne (104) de même forme tronconique que la première zone tronconique (Z1) suivie d'une surface interne circulaire (106) au niveau de la deuxième zone circulaire (Z2).

5. Bec d'interaction selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'élément cylindrique interne (82) comporte, entre son bord supérieur (108) et son bord inférieur (110), une surface externe (112) ayant une première partie (P1) circulaire formant, par un de ses côtés, le bord supérieur (108) de l'élément cylindrique externe (80), l'autre côté de la première partie (P1) étant raccordé par une deuxième partie tronconique (P2) suivie d'une troisième partie circulaire (P3) formant à son extrémité libre le bord inférieur (110) de l'élément cylindrique interne (82).

6. Bec d'interaction selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce la surface (Sci) de la section du canal (CL) de circulation de fluide de refroidissement du côté des bords inférieurs (86, 110) des éléments cylindriques (80, 82) est plus petite que la surface (Scs) de la section du canal (CL) du côté des bords supérieurs (84, 108) desdits éléments cylindriques de façon à augmenter la vitesse de circulation du fluide de refroidissement du côté desdits bord inférieurs (86, 110).

35

7. Cavité RF de puissance comportant une ouverture d'entrée (60) de cavité et une ouverture de sortie (62) de cavité pour le passage d'un faisceau d'électrons, caractérisée en ce que l'ouverture de sortie (62) de cavité comporte un bec d'interaction (70, 174) selon l'une des revendications 1 à 6.

8. Cavité RF de puissance selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'elle comporte un corps (140) de forme cylindrique circulaire d'axe de révolution XX' ayant deux extrémités, une extrémité inférieure (142) et une extrémité supérieure (144), la cavité étant fermée, du côté de l'extrémité inférieure (142) du corps (140), par une paroi inférieure (150) de forme circulaire dans un plan perpendiculaire à l'axe XX', la paroi inférieure (150) comportant une ouverture circulaire (152) d'axe colinéaire à l'axe XX' dont le bord est solidaire d'un élément tubulaire (160) d'axe de révolution collinaire à l'axe XX' pour le passage dans la cavité d'un faisceau d'électrons confiné dans le dit axe de révolution XX', la cavité étant fermée, du côté de l'extrémité supérieure (144) du corps (140), par une paroi supérieure (162) de forme circulaire ayant un bord circulaire externe (164) et des surfaces parallèles (166, 168) dans des plans perpendiculaire à l'axe XX', la paroi supérieure (162) comportant une ouverture circulaire (170) d'axe colinéaire à l'axe XX' dont le bord (172) est solidaire du bec d'interaction (174), d'axe de révolution colinéaire à l'axe XX', pour la sortie du faisceau d'électrons pénétrant dans la cavité par élément tubulaire (160).

9. Cavité RF de puissance selon la revendication 8, caractérisée en ce que la paroi supérieure (162) comporte, dans un plan central Pr perpendiculaire à l'axe XX', entre l'une (166) et l'autre (168) surface de la paroi supérieure de la cavité, un conduit d'entrée (182) de liquide de refroidissement et un conduit de sortie (180) de liquide de refroidissement, le conduit d'entrée (182) de liquide de refroidissement débouchant, par une de ses deux extrémités (188), sur le bord circulaire externe (164) de la paroi supérieure (162) de la cavité et, par l'autre extrémité (190), sur l'ouverture circulaire (170) de la dite paroi supérieure (162) de la cavité, à hauteur de l'entrée (Er) du canal de circulation du bec d'interaction (174), le conduit de sortie (180) de liquide de refroidissement débouchant, par une de ses deux

extrémités (184), sur le bord externe (164) de la paroi supérieure de la cavité et, par l'autre extrémité (186), sur l'ouverture circulaire (170) de la dite paroi supérieure (162) de la cavité à hauteur de la sortie (Sr) du canal de circulation (CL) de fluide de refroidissement du bec d'interaction.

5

10. Cavité RF de puissance selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisée en ce qu'elle comporte une ouverture dans le corps, selon un axe perpendiculaire ZZ' à l'axe de révolution XX', débouchant sur un guide d'onde pour extraire la puissance RF finale du tube vers l'extérieur.

10

11. Tube électronique hyperfréquences de puissance choisi parmi les Klystrons, ou tout autre tube de puissance comportant une structure hyperfréquences utilisant au moins une cavité RF comme résonateur selon l'un des revendications 7 à 10.

15

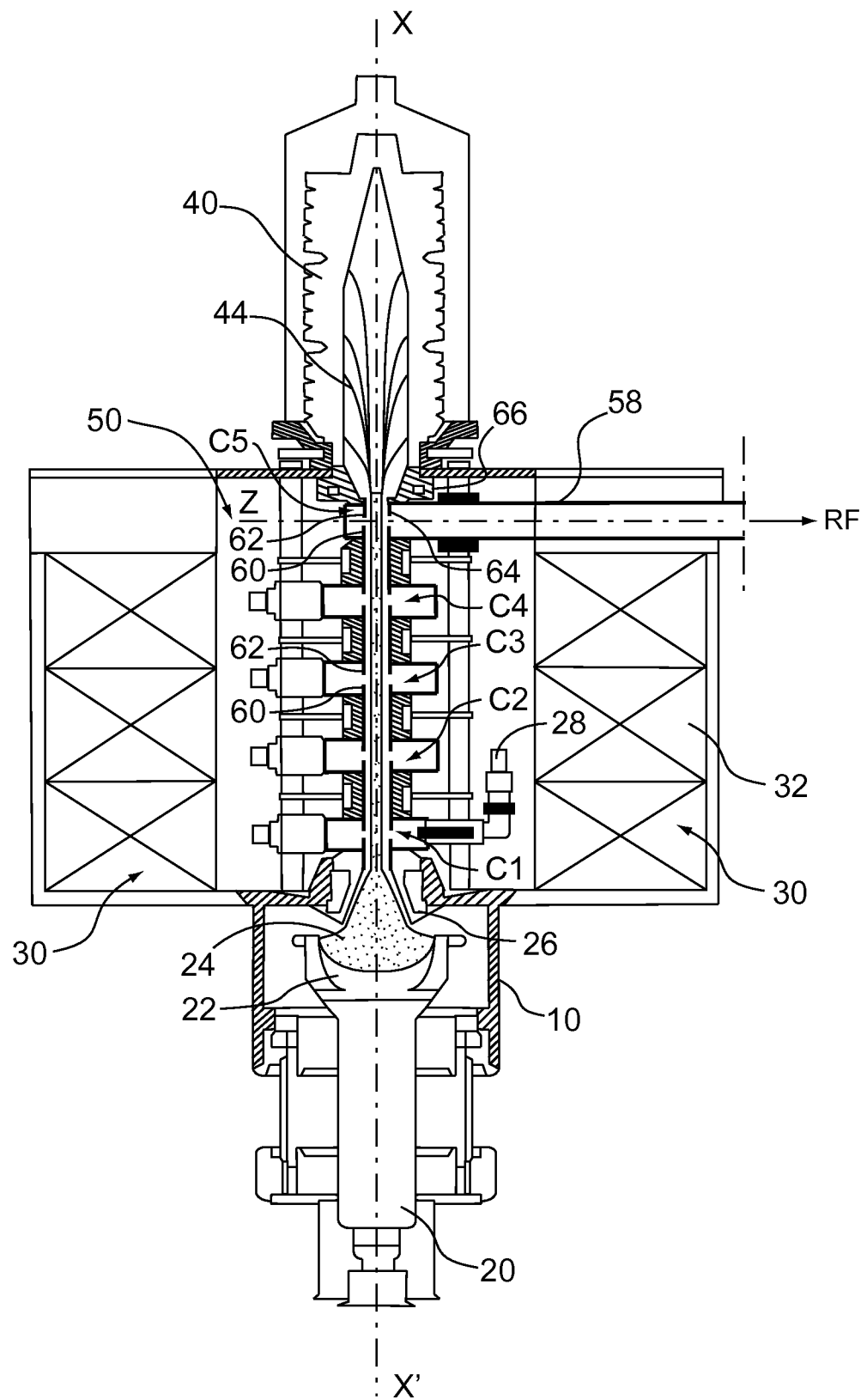


FIG.1

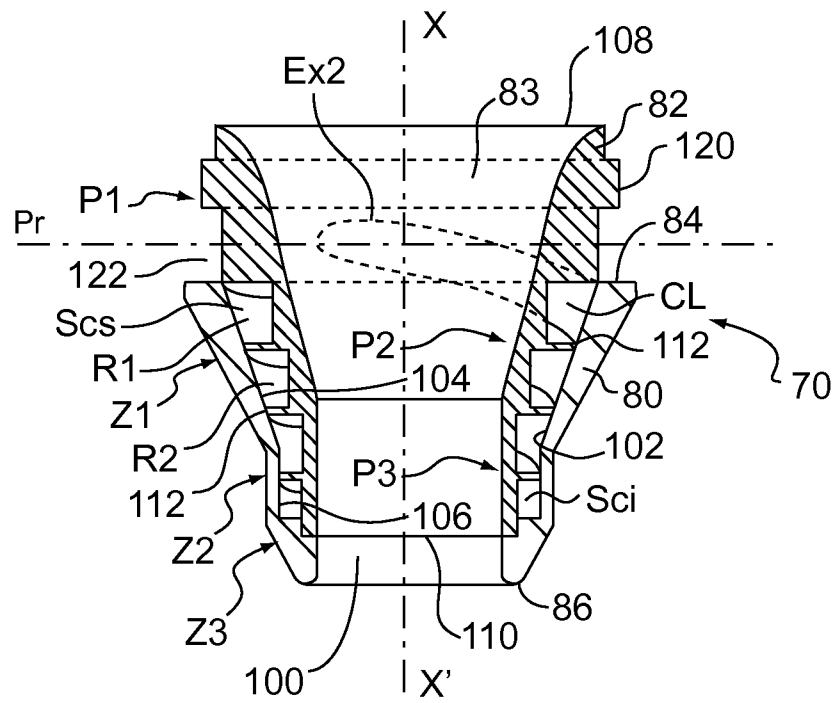


FIG.2a

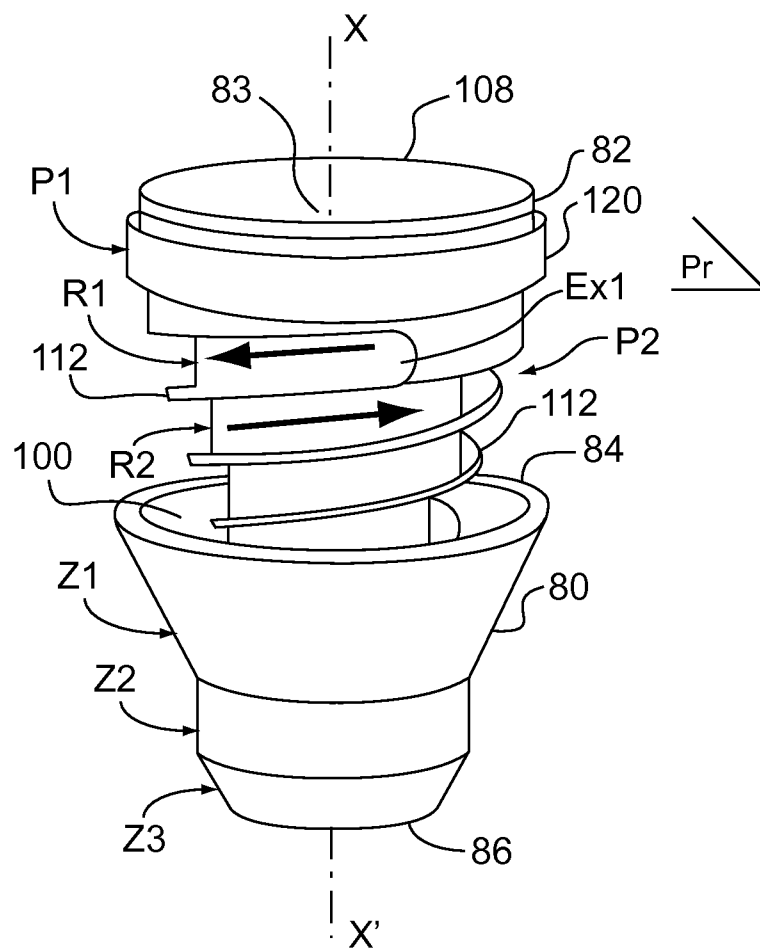
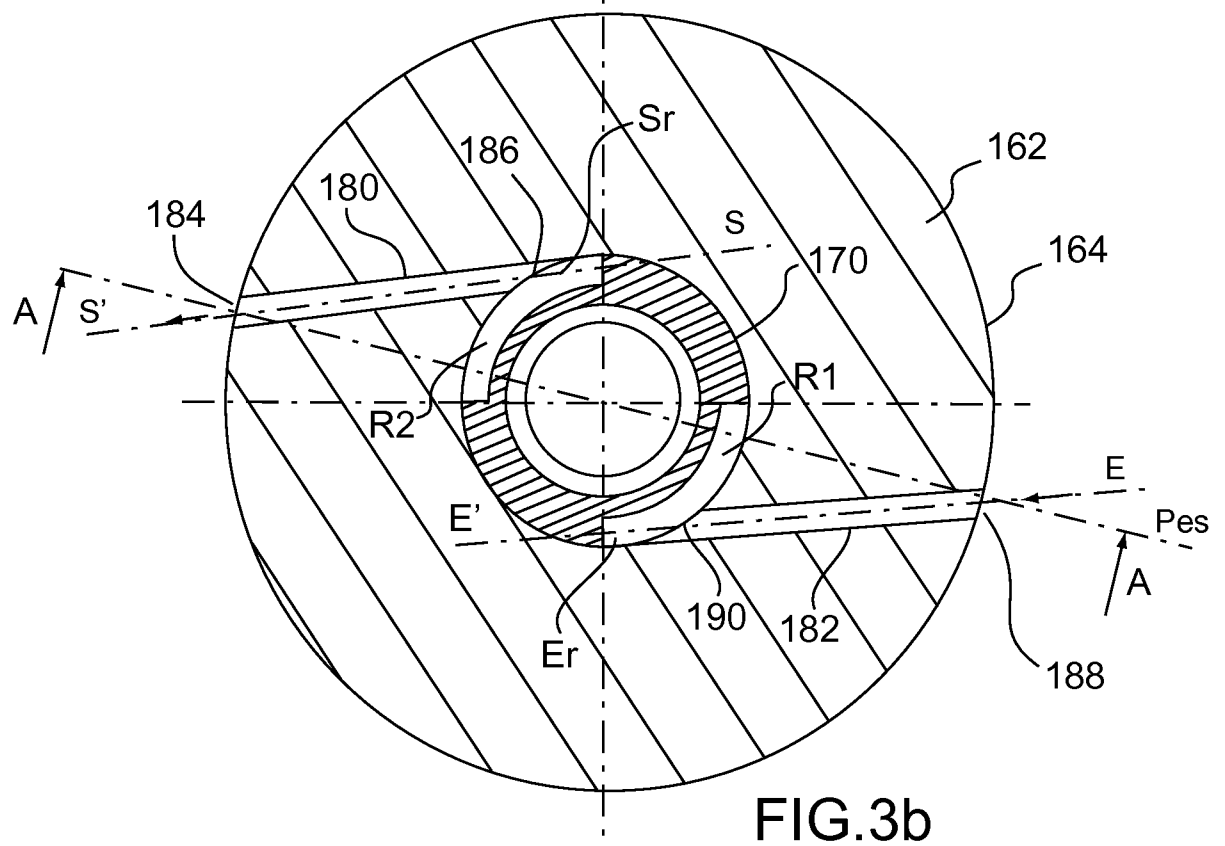
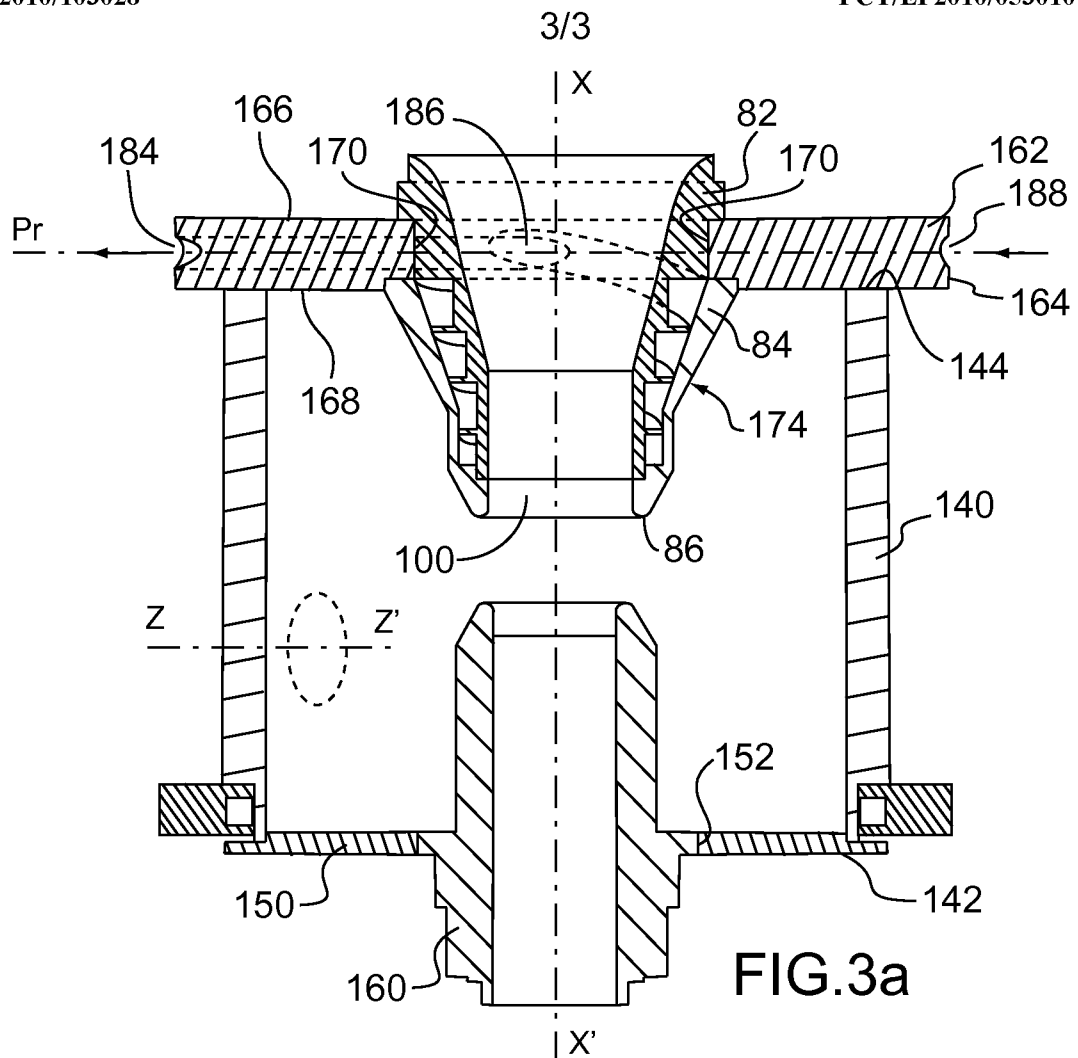


FIG.2b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2010/053010

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01J23/00 H01J25/10 H01J25/12
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00/63944 A1 (LITTON SYSTEMS INC [US]) 26 October 2000 (2000-10-26)	1,2,6-11
A	page 11, lines 3-28; figure 5 -----	3-5
A	US 2 994 009 A (SCHMIDT ROBERT C ET AL) 25 July 1961 (1961-07-25)	1-11
	column 3, line 34 - line 64; figure 3 -----	
A	US 3 227 915 A (LEVIN MARTIN E) 4 January 1966 (1966-01-04)	1-11
	column 3, lines 34-50; figure 3 -----	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May 2010

Date of mailing of the international search report

21/05/2010

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Flierl, Patrik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/053010

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 0063944	A1	26-10-2000	EP	1173876 A1		23-01-2002
			US	2002008478 A1		24-01-2002
US 2994009	A	25-07-1961	DE	1277448 B		12-09-1968
			FR	1227792 A		24-08-1960
			GB	927472 A		29-05-1963
			GB	927473 A		29-05-1963
			GB	927474 A		29-05-1963
			GB	927471 A		29-05-1963
			NL	102264 C		
			NL	241314 A		
US 3227915	A	04-01-1966	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2010/053010

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. H01J23/00 H01J25/10 H01J25/12
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

H01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 00/63944 A1 (LITTON SYSTEMS INC [US]) 26 octobre 2000 (2000-10-26)	1,2,6-11
A	page 11, ligne 3-28; figure 5 -----	3-5
A	US 2 994 009 A (SCHMIDT ROBERT C ET AL) 25 juillet 1961 (1961-07-25)	1-11
	colonne 3, ligne 34 - ligne 64; figure 3 -----	
A	US 3 227 915 A (LEVIN MARTIN E) 4 janvier 1966 (1966-01-04)	1-11
	colonne 3, ligne 34-50; figure 3 -----	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

10 mai 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/05/2010

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Flierl, Patrik

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/053010

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0063944	A1	26-10-2000	EP 1173876 A1	23-01-2002
			US 2002008478 A1	24-01-2002
US 2994009	A	25-07-1961	DE 1277448 B	12-09-1968
			FR 1227792 A	24-08-1960
			GB 927472 A	29-05-1963
			GB 927473 A	29-05-1963
			GB 927474 A	29-05-1963
			GB 927471 A	29-05-1963
			NL 102264 C	
			NL 241314 A	
US 3227915	A	04-01-1966	AUCUN	