

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/006324 A1

(43) Date de la publication internationale
9 janvier 2014 (09.01.2014)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
C23C 16/04 (2006.01) C23C 16/46 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01) C04B 35/00 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/051562
- (22) Date de dépôt international :
3 juillet 2013 (03.07.2013)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1256407 4 juillet 2012 (04.07.2012) FR
- (71) Déposant : HERAKLES [FR/FR]; Les Cinq Chemins,
Rue de Touban, F-33185 Le Haillan (FR).
- (72) Inventeurs : GOUJARD, Stéphane; 20ter avenue de
l'Alouette, F-33700 Merignac (FR). BERTRAND, Sébas-
tien; 15 Domaine de Larosa, F-33480 Moulis En Medoc
(FR). DELCAMP, Adrien; 76bis avenue des Eyquems, F-
33700 Merignac (FR). BEAUVAIS, Franck; 2bis rue An-
toine Thierrée, F-33160 Saint Medard En Jalles (FR).
- (74) Mandataires : DESORMIERE, Pierre-Louis et al.; Cabi-
net BEAU DE LOMENIE, 158 rue de l'Université, F-
75340 Paris Cedex 07 (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, BN, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), européen (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : CHARGING DEVICE AND INSTALLATION FOR DENSIFYING STACKABLE FRUSTOCONICAL POROUS PREFORMS

(54) Titre : DISPOSITIF DE CHARGEMENT ET INSTALLATION POUR LA DENSIFICATION DE PRÉFORMES PO-REUSES TRONCONIQUES EMPILABLES.

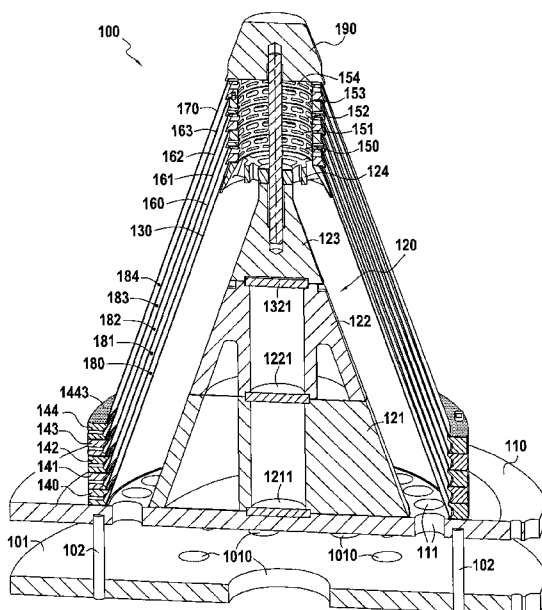


FIG.1M

(57) Abstract : Charging device (100) for densifying porous preforms (160-163) of stackable shape in a reaction chamber of an infiltration furnace by controlled flow chemical vapour infiltration, the device comprising: - a support plate (110), - a first stack of a plurality of lower rings (140-144) placed on the support plate (110) and comprising a plurality of injection orifices extending between the outer periphery and the inner periphery of each ring, - a second stack of a plurality of upper rings (150-154) comprising a plurality of discharge orifices extending between the outer periphery and the inner periphery of each ring, - a first non-porous wall (130) of a shape and size identical to those of the porous preforms (160-163) that are to be densified and arranged on the support plate (110) inside the lower rings (140-144) of the first stack, said first non-porous wall extending between the support plate and the upper ring situated at the base of the second stack, - a second non-porous wall (170) of a shape and size identical to those of the porous preforms (160-163) that are to be densified, said second non-porous wall extending between the lower ring (143) situated at the top of the first stack and the upper ring (154) situated at the top of the second stack.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2014/006324 A1

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

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

Dispositif de chargement (100) pour la densification, par infiltration chimique en phase vapeur en flux dirigé, dans une chambre de réaction d'un four d'infiltration, de préformes poreuses (160-163) de forme empilable, le dispositif comprenant : - un plateau support (110), - un premier empilement d'une pluralité de couronnes inférieures (140-144) disposé sur le plateau support (110) et comportant une pluralité d'orifices d'injection s'étendant entre la périphérie externe et la périphérie interne de chaque couronne, - un deuxième empilement d'une pluralité de couronnes supérieures (150-154) comportant une pluralité d'orifices d'évacuation s'étendant entre la périphérie externe et la périphérie interne de chaque couronne, - une première paroi non poreuse (130) de forme et de dimensions identiques à celles des préformes poreuses à densifier (160- 163) disposée sur le plateau support (110) à l'intérieur des couronnes inférieures (140-144) du premier empilement, ladite première paroi non poreuse s'étendant entre le plateau support et la couronne supérieure située à la base du deuxième empilement, - une deuxième paroi non poreuse (170) de forme et de dimensions identiques à celles des préformes poreuses à densifier (160- 163), ladite deuxième paroi non poreuse s'étendant entre la couronne inférieure (143) située au sommet du premier empilement et la couronne supérieure (154) située au sommet du deuxième empilement.

Dispositif de chargement et installation pour la densification de préformes poreuses tronconiques empilables

5 Arrière-plan de l'invention

La présente invention concerne les techniques d'infiltration chimique en phase vapeur utilisées notamment lors de la réalisation de pièces en matériau composite thermostuctural. Elle concerne plus particulièrement la densification par dépôt de matrice de préformes poreuses de forme tronconique telles que des préformes fibreuses destinées à la fabrication de divergents de moteurs-fusées ou de pièces d'arrière-corps de moteurs aéronautiques.

Pour la fabrication de pièces en matériau composite, en particulier de pièces en matériau composite thermostuctural constituées d'une préforme fibreuse réfractaire (fibres carbone ou céramique, par exemple) densifiée par une matrice réfractaire (carbone et/ou céramique, par exemple), il est courant de faire appel à des procédés d'infiltration chimique en phase vapeur. Des exemples de telles pièces sont des tuyères de propulseurs en composite carbone-carbone (C-C), des disques de freins, notamment de freins d'avions, en composites C-C, ou des aubes en composites à matrice céramique (CMC).

La densification de préformes poreuses par infiltration chimique en phase vapeur consiste à placer les substrats dans une chambre de réaction d'une installation d'infiltration au moyen d'un outillage de support et à admettre dans la chambre un gaz réactif dont un ou plusieurs constituants sont des précurseurs du matériau à déposer au sein des préformes afin d'assurer leur densification. Les conditions d'infiltration, notamment composition et débit du gaz réactif, et température et pression dans la chambre sont choisies pour permettre une diffusion du gaz au sein de la porosité interne accessible des préformes afin qu'y soit déposé le matériau désiré par décomposition d'un constituant du gaz ou réaction entre plusieurs constituants de celui-ci. Le préchauffage du gaz réactif est habituellement réalisé par passage du gaz à travers une zone de préchauffage située dans la chambre de réaction et dans laquelle s'ouvre

l'entrée du gaz réactif. Ce procédé correspond au procédé d'infiltration chimique en phase vapeur à flux libre.

Dans une installation industrielle d'infiltration chimique en phase vapeur, il est habituel de charger la chambre de réaction avec
5 plusieurs préformes à densifier simultanément pour augmenter le rendement du procédé de densification et, par conséquent, le taux de chargement des chambres de réaction.

Des procédés et installations de densification de substrats annulaires poreux par infiltration chimique en phase vapeur sont
10 notamment décrits dans les documents US 7 182 980 et US 5 904 957. Cependant, ces procédés s'appliquent essentiellement à la densification de substrats de forme annulaire disposés en piles et ne sont pas adaptés, en termes d'optimisation de chargement, à la densification de préformes de
15 forme tronconique de grandes dimensions. En effet, comme décrits dans les documents US 7 182 980 et US 5 904 957, il est nécessaire de laisser un espace important entre chaque préforme tronconique dans la chambre de réaction afin que les gaz d'infiltration puissent alimenter de manière satisfaisante chaque partie des préformes à densifier, ce qui réduit
20 significativement la capacité de chargement de chaque installation d'infiltration et augmente le coût de fabrication des pièces. Une production à l'échelle industrielle de pièces de forme tronconique et de grandes dimensions nécessite dans ce cas de fabriquer et d'utiliser un nombre important d'installations d'infiltration, ce qui est très pénalisant sur le plan économique.

25

Objet et résumé de l'invention

L'invention a, par conséquent, pour but de fournir une solution
30 de chargement qui permet de densifier des préformes poreuses de forme tronconique, en particulier de grandes dimensions et de faible épaisseur, avec une capacité de chargement élevée, et ce en minimisant les gradients de densification dans les substrats.

Ce but est atteint avec un dispositif de chargement
35 comprenant :

- un plateau support,
- un premier empilement d'une pluralité de couronnes inférieures disposé sur le plateau support, chaque couronne inférieure comportant une pluralité d'orifices d'injection s'étendant entre la périphérie externe et la périphérie interne de chaque couronne,
- 5 - un deuxième empilement d'une pluralité de couronnes supérieures, chaque couronne supérieure comportant une pluralité d'orifices d'évacuation s'étendant entre la périphérie externe et la périphérie interne de chaque couronne,
- 10 - une première paroi non poreuse de forme et de dimensions identiques à celles des préformes poreuses à densifier disposée sur le plateau support à l'intérieur des couronnes inférieures du premier empilement, ladite première paroi non poreuse s'étendant entre le plateau support et la couronne supérieure située à la base du deuxième empilement,
- 15 - une deuxième paroi non poreuse de forme et de dimensions identiques à celles des préformes poreuses à densifier, ladite deuxième paroi non poreuse s'étendant entre la couronne inférieure située au sommet du premier empilement et la couronne supérieure située au
- 20 sommet du deuxième empilement.

Le dispositif de chargement de l'invention permet, par conséquent, de réaliser la densification de préformes tronconiques poreuses, et ce en augmentant la qualité et l'homogénéité des pièces obtenues ainsi que le volume de chargement de la chambre de réaction.

- 25 En effet, chaque couronne inférieure du premier empilement forme un support pour la base d'une préforme poreuse tronconique à densifier. En montant ainsi les préformes poreuses dans le dispositif de chargement, il est possible d'emboîter de façon optimale les préformes tout en ménageant des espaces de circulation pour le gaz réactif de
- 30 chaque côté des préformes.

En outre, ces espaces étant chacun alimentés en gaz réactif de façon indépendante par une couronne inférieure, il est possible de délivrer une quantité de gaz réactif équivalente dans chacun de ces espaces et d'obtenir une densification uniforme des préformes.

Le dispositif de chargement de l'invention permet également de charger l'ensemble des préformes à densifier dans une chambre de réaction d'un four ou d'une installation de densification en une seule opération. Le temps d'immobilisation de l'installation est ainsi
5 considérablement diminué et la productivité de cette dernière significativement améliorée.

Selon un premier aspect du dispositif de chargement de l'invention, celui-ci comprend en outre un mât disposé au centre du plateau support et supportant le deuxième empilement de couronnes
10 supérieures.

Selon un deuxième aspect du dispositif de chargement de l'invention, celui-ci comprend en outre un couvercle disposé sur la couronne supérieure située au sommet du deuxième empilement.

Selon un troisième aspect du dispositif de chargement de
15 l'invention, chaque couronne inférieure comporte une portion annulaire destinée à supporter une préforme poreuse à densifier.

Selon un quatrième aspect du dispositif de chargement de l'invention, chaque couronne inférieure présente une hauteur déterminée en fonction de l'espace à ménager entre deux préformes poreuses
20 adjacentes. On peut ainsi ajuster les dimensions du volume de circulation de gaz de chaque côté des préformes.

Selon un cinquième aspect du dispositif de chargement de l'invention, les couronnes inférieures et les couronnes supérieures sont séparées les unes des autres par un joint en graphite afin de permettre un
25 démontage aisé du dispositif de chargement après chaque cycle de densification. Le joint est de préférence un joint en graphite expansé comme les matériaux commercialisés sous les marques Sigraflex® ou Papyex®.

La présente invention a également pour objet une installation de
30 densification par infiltration chimique en phase vapeur de préformes poreuses de forme tronconique, comportant une chambre de réaction, une conduite d'admission de gaz réactif située à une première extrémité de la chambre et débouchant dans une zone de préchauffage, et une conduite d'évacuation située au voisinage d'une seconde extrémité de la chambre
35 opposée à la première,

caractérisée en ce que la chambre comprend une pluralité de préformes poreuses de forme tronconique montées dans le dispositif de chargement selon l'invention, l'extrémité inférieure de chaque préforme reposant sur une couronne inférieure du premier empilement de manière à emboîter les préformes poreuses les unes sur les autres en ménageant un espace entre chaque préforme, ledit espace formant un volume pour la circulation du gaz réactif de chaque côté des préformes, chaque volume étant alimenté en gaz réactif par les orifices d'une couronne inférieure du premier empilement.

Comme indiqué ci-dessus, en outre de permettre un chargement optimal de préformes poreuses de forme tronconique et de grandes dimensions dans une chambre de réaction d'une installation de densification, l'installation de densification combinée au dispositif de chargement de l'invention permet d'améliorer l'infiltration des préformes à la fois en termes de degré de densification et d'homogénéité de densification.

En effet, la circulation forcée des flux de gaz réactif dans les espaces ménagés de chaque côté des préformes poreuses permet de provoquer une convection forcée du gaz réactifs qui favorise et accélère l'infiltration des préformes.

Par ailleurs, les couronnes inférieures permettent d'introduire un débit équivalent de gaz réactif dans chaque volume ménagé de chaque côté des préformes poreuses tout en minimisant la perte de charge entre ces volumes et le volume présent à l'extérieur des préformes poreuses. Par conséquent, le débit de gaz est similaire dans chacun des volumes. En outre le gaz introduit dans chacun des volumes présente un état de maturation (concentration en éléments réactifs) et une cinématique d'appauvrissement (diminution de la concentration en éléments réactifs) entre la base et le sommet des préformes équivalents, ce qui permet d'obtenir une densification homogène de toutes les préformes poreuses.

La circulation forcée des flux de gaz réactif dans les volumes présents autour des préformes poreuses permet d'obtenir des vitesses de passage de gaz réactif autour des préformes poreuses nettement supérieures à celles observées avec les procédés de l'art antérieur comme ceux notamment décrits dans les documents US 7 182 980 et US 5 904

957. Cela permet de minimiser les variations de concentration de gaz réactif entre la base et le sommet des préformes et, par conséquent, de réduire les gradients de densification sur la hauteur des préformes.

5 Selon un premier aspect de l'installation de l'invention, celle-ci comprend en outre un anneau d'étanchéité s'étendant entre le plateau support du dispositif de chargement et la paroi interne de la chambre de réaction. Un tel anneau d'étanchéité permet de favoriser le passage des flux de gaz réactif dans les orifices des couronnes inférieures.

10 Selon un deuxième aspect de l'installation de l'invention, l'anneau d'étanchéité comprend un porte-joint annulaire disposé sur le plateau support et un joint en graphite s'étendant à partir de la périphérie externe dudit porte-joint annulaire, ledit joint étant en contact avec la paroi interne de la chambre de réaction.

15 Selon un troisième aspect de l'installation de l'invention, les dimensions des orifices d'injection des couronnes inférieures sont définis en fonction du débit de gaz réactif destiné à alimenter chaque volume de circulation de gaz réactif.

20 Selon un quatrième aspect de l'installation de l'invention, les préformes poreuses sont des préformes de pièces d'arrière-corps de moteur aéronautique.

Brève description des dessins

25 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels:

30 - les figures 1A à 1N sont des vues schématiques montrant le montage et le chargement d'un dispositif de chargement conformément à un mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe d'une installation de densification par infiltration chimique en phase vapeur ;

- les figures 3A à 3C sont des vues en coupe montrant la mise en place d'un dispositif de chargement et d'un anneau d'étanchéité selon l'invention dans l'installation de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue schématique en perspective éclatée d'un anneau d'étanchéité conformément à un mode de réalisation de l'invention;
- la figure 5 est une vue de détail en perspective de l'anneau d'étanchéité représenté sur la figure 3C ;
- les figures 6 et 7 sont des vues en coupe partielle montrant le trajet des flux de gaz réactifs lors de la densification de préformes poreuses durant le fonctionnement l'installation de la figure 3C.

Description détaillée de mode de réalisation

15

La présente invention s'applique à la densification de préformes poreuses ayant une forme empilable telle qu'une forme tronconique mais aussi des formes qui ne sont pas de révolution telles que des formes pyramidales ou autres.

20

La figure 1M représente un dispositif ou outillage de chargement 100 qui, une fois chargée de préformes poreuses 160 à 163 à densifier, est destiné à être introduit dans une chambre de réaction d'une installation industrielle d'infiltration chimique en phase vapeur. Dans l'exemple décrit ici, le dispositif de chargement est destiné à recevoir des préformes fibreuses de forme coniques pouvant constituer notamment des divergents de moteur-fusée ou tout ou partie de pièces d'arrière-corps de moteur aéronautique tels que des cônes d'échappement (encore appelés « plugs »).

25
30

En référence aux figures 1A à 1N, on décrit à la fois le montage d'un dispositif de chargement et le chargement des préformes poreuses dans celui-ci conformément à une mode de réalisation de l'invention.

35

Comme illustré sur la figure 1A, le montage du dispositif de chargement est réalisé à partir d'un plateau support circulaire 110 comportant une pluralité d'orifices d'évacuation 111 disposés de façon annulaire sur le plateau support 110. Dans l'exemple décrit ici, le plateau

support 110 est en outre monté sur un socle 101 via des entretoises 102, le socle 101 comportant des orifices d'évacuation 1010.

Un mât 120, ici de forme conique, est placé sur le plateau support 110. Dans l'exemple décrit ici, le mât 120 est constitué de trois
5 éléments tronconiques empilés les uns sur les autres, à savoir une base 121 posée sur la partie centrale du plateau support 110 avec interposition d'un joint en graphite 1210 et d'un pion de centrage 1211, une portion intermédiaire 122 placée sur la base 121 avec interposition d'un joint en graphite 1220 et d'un pion de centrage 1221 et un sommet 123 placé sur
10 la portion intermédiaire 122 avec interposition d'un joint en graphite 1230 et d'un pion de centrage 1231. Le sommet 123, préalablement recouvert d'un joint en graphite 1240 et d'un pion de centrage 1241, est coiffé par une couronne de centrage 124 permettant de positionner une paroi interne non poreuse comme décrit ci-après.

15 Un joint annulaire en graphite 112 et des tiges filetées 113 sont positionnées sur le plateau support 110 autour des orifices d'évacuation 111 (figure 1B).

Une paroi interne non poreuse 130 est alors positionnée sur le plateau support 110 comme représentée sur la figure 1C. Plus
20 précisément, la base 131 de la paroi interne non poreuse 130 repose sur le plateau support 110 via le joint 112 tandis que le sommet 132 de la paroi 130 coopère avec la couronne de centrage 124 présente au sommet 123 du mât 120. La paroi 130 présente une forme et des dimensions identiques à celles des préformes poreuses qui vont être empilées sur le
25 dispositif comme décrit ci-après.

Dans le cas où la paroi non poreuse 130 est suffisamment résistante mécaniquement pour supporter un empilement de couronnes supérieures et un éventuel couvercle comme décrits ci-après, le dispositif de chargement peut être dépourvu de mât central comme le mât 120
30 décrit ci-dessus. Dans ce cas, l'utilisation d'une couronne de centrage comme la couronne 124 n'est plus nécessaire.

La figure 1C montre en outre la mise en place d'une première couronne inférieure 140 sur le plateau support 110 au niveau du joint annulaire en graphite 112, la couronne 140 entourant la base 131 de la
35 paroi non poreuse. La couronne inférieure 140 comporte une pluralité

d'orifices 1401 s'étendant entre la périphérie externe 140a et la périphérie interne 140b de la couronne 140. La couronne inférieure 140 comporte en outre sur sa périphérie interne une portion annulaire 1402 destinée à supporter la base d'une préforme poreuse. Un joint annulaire en graphite
5 1403 est disposé sur la partie supérieure de la couronne 140.

Une première couronne supérieure 150 est disposée sur la couronne de centrage 124 au sommet 123 du mât 120 avec interposition d'un joint en graphite 1242 et de pions de centrage 1243. La couronne supérieure 150 comporte une pluralité d'orifices 1501 s'étendant entre la
10 périphérie externe 150a et la périphérie interne 150b.

La figure 1D montre le positionnement d'une première préforme poreuse 160 dont la base 1601 repose sur la portion annulaire 1402 de la première couronne inférieure 140 recouverte du joint 1403 (figure 1N), le sommet 1602 de la première préforme 160 coopérant avec la première
15 couronne supérieure 150, un joint annulaire en graphite 1502 et des pions de centrage 1503 étant positionnés sur la partie supérieure de la couronne 150 et sur le sommet 1602 de la première préforme poreuse 160.

Sur la figure 1E, une deuxième couronne inférieure 141 identique à la première couronne inférieure 140, c'est-à-dire présentant
20 des dimensions similaires et comportant une pluralité d'orifice 1411 et une portion annulaire 1412 destinée à supporter la base d'une deuxième préforme poreuse, est mise en place sur la première couronne inférieure 140 avec interposition du joint annulaire en graphite 1403. Un autre joint annulaire en graphite 1413 est disposé sur la partie supérieure de la
25 couronne 141. Une deuxième couronne supérieure 151 également identique à la première couronne supérieure 150, en ce qu'elle présente les mêmes dimensions et comporte aussi une pluralité d'orifices 1511, est positionnée sur la première couronne supérieure 150 avec interposition du joint annulaire en graphite 1502.

Sur la figure 1F, une deuxième préforme poreuse 161 est
30 ensuite emboîtée sur la première préforme 160. La base 1611 de la deuxième préforme poreuse 161 repose sur la portion annulaire 1412 de la deuxième couronne inférieure 141 recouverte du joint 1413 (figure 1N) tandis que le sommet 1612 de la deuxième préforme 161 coopère avec la
35 deuxième couronne supérieure 151. Un joint annulaire en graphite 1512 et

des pions de centrage 1513 étant positionnés sur la partie supérieure de la couronne 151.

Sur la figure 1G, une troisième couronne inférieure 142 identique aux couronnes inférieures 140 et 141, c'est-à-dire présentant des dimensions similaires et comportant une pluralité d'orifice 1421 et une portion annulaire 1422 destinée à supporter la base d'une troisième préforme poreuse, est mise en place sur la deuxième couronne inférieure 141 avec interposition du joint annulaire en graphite 1413. Un autre joint annulaire en graphite 1423 est disposé sur la partie supérieure de la couronne 142. Une troisième couronne supérieure 152 également identique aux couronnes supérieures 150 et 151, en ce qu'elle présente les mêmes dimensions et comporte aussi une pluralité d'orifices 1521, est positionnée sur la deuxième couronne supérieure 151 avec interposition du joint annulaire en graphite 1512.

Sur la figure 1H, une troisième préforme poreuse 162 est ensuite emboîtée sur la deuxième préforme 161. La base 1621 de la troisième préforme poreuse 162 repose sur la portion annulaire 1422 de la troisième couronne inférieure 142 recouverte du joint 1423 (figure 1N) tandis que le sommet 1622 de la troisième préforme 162 coopère avec la troisième couronne supérieure 152. Un joint annulaire en graphite 1522 et des pions de centrage 1523 étant positionnés sur la partie supérieure de la couronne 152.

Sur la figure 1I, une quatrième couronne inférieure 143 identique aux couronnes inférieures 140 à 142, c'est-à-dire présentant des dimensions similaires et comportant une pluralité d'orifice 1431 et une portion annulaire 1432 destinée à supporter la base d'une quatrième préforme poreuse, est mise en place sur la troisième couronne inférieure 142 avec interposition du joint annulaire en graphite 1423. Un autre joint annulaire en graphite 1433 est disposé sur la partie supérieure de la couronne 143. Une quatrième couronne supérieure 153 également identique aux couronnes supérieures 150 à 152, en ce qu'elle présente les mêmes dimensions et comporte aussi une pluralité d'orifices 1531, est positionnée sur la troisième couronne supérieure 152 avec interposition du joint annulaire en graphite 1522.

Sur la figure 1J, une quatrième préforme poreuse 163 est ensuite emboîtée sur la troisième préforme 163. La base 1631 de la quatrième préforme poreuse 163 repose sur la portion annulaire 1432 de la quatrième couronne inférieure 143 recouverte du joint 1433 (figure 1N) tandis que le sommet 1632 de la quatrième préforme 163 coopère avec la quatrième couronne supérieure 153. Un joint annulaire en graphite 1532 et des pions de centrage 1533 étant positionnés sur la partie supérieure de la couronne 153.

Une fois, le positionnement de la quatrième préforme fibreuse 163 sur la portion annulaire 1432 de la quatrième couronne inférieure 143 recouverte du joint 1433 (figure 1N) achevé, une cinquième couronne inférieure 144 et une cinquième couronne supérieure 154 sont placées respectivement sur les quatrièmes couronnes inférieure 144 et supérieure 154 avec interposition des joints annulaires en graphite 1433 et 1532 comme représenté sur la figure 1K. La cinquième couronne inférieure 144 présente respectivement les mêmes dimensions que les couronnes inférieures 140 à 143 et comportent comme ces dernières une pluralité d'orifices 1441 ainsi qu'une portion annulaire 1442. La cinquième couronne supérieure 154 présente les mêmes dimensions que les couronnes supérieures 150 à 153 et comportent comme ces dernières une pluralité d'orifices 1541.

Comme illustré sur les figures 1K et 1L, l'empilement des préformes poreuses 160 à 163 est ensuite fermé par le positionnement d'une paroi externe non poreuse 170 présentant une forme et des dimensions identiques à celles des préformes poreuses. La base 171 de la paroi externe non poreuse 170 repose sur la portion annulaire 1442 de la cinquième couronne inférieure 144 recouverte du joint 1443 (figure 1N) tandis que le sommet 172 de la paroi 170 coopère avec la partie supérieure de la cinquième couronne supérieure 154. Un couvercle ou bouchon 190 est en outre fixé, via un joint en graphite 1542, sur la partie supérieure de la cinquième couronne supérieure 154 afin de fermer le sommet de l'empilement au niveau du sommet 172 de la paroi 170. Le sommet de l'empilement des couronnes supérieures peut être également fermé en utilisant, comme dernière couronne de l'empilement, une

couronne fermée dans sa partie supérieure, l'utilisation d'un couvercle ou bouchon n'étant dans ce cas plus nécessaire.

L'empilement des couronnes inférieures 140 à 144 est solidarisé avec le plateau support 110 par le serrage d'écrous 114 sur les tiges
5 filetées 113. Un joint annulaire en graphite 115 est disposé sur le plateau support à proximité de sa périphérie externe.

Comme illustré sur la figure 1M, les espaces respectivement présents entre la paroi non poreuse 130, les préformes poreuses 160, 161, 162, 163 et la paroi non poreuse 170 forment respectivement des
10 volumes 180 à 184 s'étendant tout autour de chaque préforme poreuse et dans lesquels circulent les flux de gaz réactif destiné à densifier les préformes poreuses 160 à 163. La distance entre deux préformes fibreuses adjacentes ou entre une paroi non poreuse et la préforme adjacente est relativement faible, par exemple 10 mm, de sorte que dans
15 chacun des volumes 180 à 184 le gaz réactif circule au plus près des préformes poreuses à densifier.

La figure 2 représente schématiquement une installation ou four d'infiltration chimique en phase vapeur 200 destiné à recevoir le dispositif de chargement 100 comprenant les préformes poreuses à densifier. De
20 façon connue en soi, l'installation d'infiltration chimique en phase vapeur 200 comprend une enceinte cylindrique 201 délimitant une chambre de réaction 210 fermée dans sa partie supérieure par un couvercle démontable 220 muni d'une conduite d'admission de gaz 221 qui débouche dans une zone de préchauffage 222 permettant de réchauffer le
25 gaz avant sa diffusion dans la chambre de réaction 210 contenant les préformes à densifier. Les gaz résiduels sont extraits au niveau du fond 230 de l'installation par une conduite d'évacuation 231 qui est reliée à des moyens d'aspiration (non représentés). Le fond 230 comporte un support 232 traversé par la conduite d'évacuation 231 et sur lequel le dispositif de
30 chargement 100 est destiné à être déposé via des entretoises 2320.

Le chauffage dans la zone préchauffage ainsi qu'à l'intérieur de la chambre de réaction 210 est produit par un susceptible en graphite 211 formant un induit couplé électromagnétiquement avec un inducteur (non représenté). L'espace présent dans la chambre de réaction 210 entre la
35 zone de préchauffage 222 et le support 232 correspond au volume de

chargement utile 212 de l'installation d'infiltration 200, c'est-à-dire le volume disponible pour charger des préformes fibreuses à densifier.

On décrit maintenant la mise en place du dispositif de chargement 100 comprenant les préformes poreuses 160 à 163 à densifier dans l'installation d'infiltration chimique en phase vapeur 200. Comme illustré sur la figure 3A, le couvercle 220 de l'installation 200 est démonté afin de permettre l'introduction du dispositif de chargement 100 dans la chambre de réaction 210, le dispositif de chargement 100 étant descendu dans la chambre 210, par exemple au moyen de tirants de manutention 240, jusqu'à ce que le socle 101 du dispositif de chargement repose sur le support 232 via les entretoises 2320.

Conformément à l'invention, un anneau d'étanchéité 300 est en outre déposé sur le plateau support 110 du dispositif de chargement 100, par exemple au moyen de tirants de manutention 250 coopérant avec des goujons 330 fixés sur l'anneau d'étanchéité 300 (figure 3B).

Comme illustré sur la figure 4, l'anneau d'étanchéité comprend un porte-joint annulaire 310 formé d'une partie inférieure 311 et d'une partie supérieure 312 et un joint annulaire en graphite 320 pincé entre les parties 311 et 312 du porte-joint 310 par serrage de vis 313 dans des portions filetées 314 ménagées dans la partie inférieure 311 du porte-joint 310.

Comme illustré sur la figure 5, le joint en graphite 320 s'étend à partir de la périphérie externe du porte-joint 310 sur distance déterminée de manière à venir en contact avec la paroi interne du suscepteur 211 formant la paroi interne de la chambre de réaction 210.

Comme décrit ci-après, l'anneau d'étanchéité 300 permet de forcer les flux gazeux introduits dans la chambre de réaction à pénétrer dans les orifices des couronnes inférieures et à circuler dans les espaces de circulation de gaz délimité entre les préformes poreuses ou entre une paroi non poreuse et une préforme poreuse.

Une fois le dispositif de chargement 100 et l'anneau d'étanchéité positionnés dans la chambre de réaction 210, le couvercle 220 est monté sur la partie supérieure de l'enceinte 201 (Figure 3C). L'installation d'infiltration chimique en phase vapeur est alors prête à fonctionner.

Afin d'assurer la densification des préformes, un gaz réactif contenant au moins un ou plusieurs précurseurs du matériau de la matrice à déposer est introduit dans la chambre de réaction 210. Dans le cas du carbone par exemple, on utilise des composés gazeux hydrocarbonés, typiquement du propane, du méthane ou un mélange des deux. Dans le cas d'un matériau céramique, comme du carbure de silicium (SiC) par exemple, on peut utiliser, comme bien connu en soi, du méthyltrichlorosilane (MTS) en tant que précurseur de SiC.

La densification des préformes poreuses est assurée, de façon bien connue en soi, par dépôt au sein de celle-ci du matériau de la matrice produit par décomposition du ou des précurseurs contenus dans le gaz réactif diffusant à l'intérieur de la porosité interne accessible des substrats. Les conditions de pression et de température nécessaires pour obtenir des dépôts de matrices diverses par infiltration chimique en phase vapeur sont bien connues en elles-mêmes.

Les figures 6 et 7 montrent le trajet suivi par les flux de gaz réactif F_g introduits dans la chambre de réaction 210 par la conduite d'admission 221. Un gradient de pression est établi entre la conduite d'alimentation 221 et la conduite d'évacuation 231 afin de favoriser le passage des flux de gaz réactif dans les orifices des couronnes inférieures et leur circulation dans les volumes 180 à 184 présents de chaque côté des préformes poreuses 160 à 163. Les flux F_g traversent tout d'abord la zone de préchauffage 222 puis se répandent dans le volume présent autour du dispositif de chargement 100. Les flux de gaz F_g ne pouvant pas aller au-delà de l'anneau d'étanchéité 300, ils s'introduisent alors dans les orifices 1401, 1411, 1421, 1431 et 1441 des couronnes inférieures 140 à 144 (figure 7). Les flux de gaz circulent ensuite dans les volumes 180 à 184 présents de chaque côté des préformes poreuses 160 à 163 depuis la base de ces préformes jusqu'au sommet de celles-ci où les résidus de flux gazeux n'ayant pas réagi avec les préformes sont évacués par les orifices 1501, 1511, 1521, 1531 et 1541 des couronnes supérieures 150 à 154 puis circulent dans le volume 195 délimité entre le mât 120 et la paroi non poreuse 130 de manière à être extraits de la chambre de réaction 210 par la conduite d'évacuation 231 (figure 6).

En outre de permettre un chargement optimal de préformes poreuses de forme tronconique et de grandes dimensions dans la chambre de réaction d'une installation de densification, le dispositif de chargement de l'invention permet d'améliorer l'infiltration des préformes à la fois sur le degré de densification et sur l'homogénéité de densification.

En effet, la circulation forcée des flux de gaz réactif dans les espaces ménagés de chaque côté des préformes poreuses permet de provoquer une convection forcée du gaz réactifs qui favorise et accélère l'infiltration des préformes.

Par ailleurs, le nombre et le diamètre des orifices d'injection de gaz réactif dans les espaces ménagés de chaque côté des préformes poreuses, ici les orifices 1401, 1411, 1421, 1431 et 1441 des couronnes inférieures 140 à 144, sont identiques pour chaque couronne inférieure et pour chaque couronne supérieure de manière à introduire un débit équivalent de gaz réactif dans les volumes 180 à 184 ménagés de chaque côté des préformes poreuses. Par conséquent, le débit de gaz est similaire dans chacun des volumes 180 à 184. En outre le gaz introduit dans chacun des volumes 180 à 184 présente un état de maturation (concentration en éléments réactifs) et une cinématique d'appauvrissement (diminution de la concentration en éléments réactifs) entre la base et le sommet des préformes équivalents, ce qui permet d'obtenir une densification homogène de toutes les préformes poreuses. En outre, le diamètre des orifices d'injection de gaz réactif des couronnes inférieures sont choisis de manière à minimiser la perte de charge entre ces volumes et le volume présent à l'extérieur des préformes poreuses.

Un autre avantage du dispositif de chargement de l'invention est de pouvoir préchauffer le gaz réactif dans une zone de préchauffage standard d'une installation de densification de l'art antérieur avec des vitesses de passages et des temps de séjour dans cette zone identiques à ceux habituellement rencontrés dans les procédés de densification de l'art antérieur. Ainsi, la phase gazeuse présente une maturation similaire à celle obtenue avec dans les procédés de densification de l'art antérieur permettant d'utiliser les mêmes paramètres de densification (notamment la température, pression et concentration phase gazeuse).

Toutefois, la circulation forcée des flux de gaz réactif dans les volumes étroits 180 à 184 présents autour des préformes poreuses 160 à 163 permet d'obtenir des vitesses de passage de gaz réactif autour des préformes poreuses nettement supérieures à celles observées avec les
5 procédés de l'art antérieur comme ceux notamment décrits dans les documents US 7 182 980 et US 5 904 957. Cela permet de minimiser les variations de concentration de gaz réactif entre la base et le sommet des préformes et, par conséquent, de réduire les gradients de densification sur la hauteur des préformes. Dans le cas d'une densification d'une pluralité
10 de préformes poreuses de forme coniques empilées comme celles décrites ci-avant, le gaz réactif est de préférence introduit dans les volumes de circulation de gaz ménagés autour des préformes, comme les volumes 180 à 184 décrits ci-avant, au niveau de la base des préformes. De cette façon, les flux de gaz ayant la plus forte concentration en éléments
15 réactifs sont répartis sur une plus grande surface de densification, ce qui évite un comblement trop rapide des porosités en surface des préformes empêchant une bonne infiltration à cœur de celle-ci.

Les joints en graphite décrits précédemment sont de préférence réalisé en graphite expansé comme les matériaux commercialisés sous les
20 marques Sigraflex® ou Papyex®.

Dans l'exemple de réalisation décrit ci-avant, les préformes à densifier présentent des formes tronconiques de sorte que les couronnes inférieure et supérieure présentent des formes circulaires adaptées pour supporter et entourer respectivement la base et le sommet des préformes
25 et parois non poreuses.

En outre, dans l'exemple décrit précédemment, le dispositif de chargement comprend quatre préformes. Toutefois, le dispositif de chargement peut comprendre un nombre plus important de préformes qui sera déterminé en fonction du volume de chargement utile de l'installation
30 d'infiltration.

Dans le cas de préformes poreuses à densifier présentant des formes différentes, par exemple une forme pyramidale ou ovale, la géométrie des couronnes supérieure et inférieure est adaptée afin de se conformer à la forme des préformes. Par exemple, dans le cas de
35 préformes à densifier ayant une forme de tronc de pyramide à base

carrée, les couronnes supérieure et inférieure présentent une forme carrée adaptée aux dimensions respectivement de la base et du sommet des préformes.

5 Par ailleurs, dans l'exemple décrit ci-avant, le gaz réactif est introduit par le haut de la chambre de réaction et évacué par le bas de cette dernière. Toutefois, le gaz réactif pourrait être également introduit au niveau du fond de la chambre et évacué au niveau de la partie haute, par exemple le couvercle, de la chambre. Dans ce cas, le dispositif de chargement est par exemple disposé à l'envers dans la chambre de
10 réaction afin de permettre l'introduction du gaz au niveau des couronnes inférieures et son évacuation au niveau des couronnes supérieures.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de chargement (100) pour la densification, par infiltration chimique en phase vapeur en flux dirigé, dans une chambre de réaction d'un four d'infiltration, de préformes poreuses (160-163) de forme empilable, caractérisé en ce qu'il comprend :
- un plateau support (110),
 - un premier empilement d'une pluralité de couronnes inférieures (140-144) disposé sur le plateau support (110), chaque couronne inférieure comportant une pluralité d'orifices d'injection (1401 ; 1411 ; 1421 ; 1431 ; 1441) s'étendant entre la périphérie externe et la périphérie interne de chaque couronne,
 - un deuxième empilement d'une pluralité de couronnes supérieures (150-154), chaque couronne supérieure comportant une pluralité d'orifices d'évacuation (1501 ; 1511 ; 1521 ; 1531 ; 1541) s'étendant entre la périphérie externe et la périphérie interne de chaque couronne,
 - une première paroi non poreuse (130) de forme et de dimensions identiques à celles des préformes poreuses à densifier (160-163) disposée sur le plateau support (110) à l'intérieur des couronnes inférieures (140-144) du premier empilement, ladite première paroi non poreuse s'étendant entre le plateau support et la couronne supérieure située à la base du deuxième empilement,
 - une deuxième paroi non poreuse (170) de forme et de dimensions identiques à celles des préformes poreuses à densifier (160-163), ladite deuxième paroi non poreuse s'étendant entre la couronne inférieure (143) située au sommet du premier empilement et la couronne supérieure (154) située au sommet du deuxième empilement.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un mât (120) disposé au centre du plateau support (110) et supportant le deuxième empilement de couronnes supérieures (150-154).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un couvercle (190) disposé sur la couronne supérieure (154) située au sommet du deuxième empilement.
- 5 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chaque couronne inférieure (140 ; 141 ; 142 ; 143 ; 144) comporte une portion (1402 ; 1412 ; 1422 ; 1432 ; 1442) destinée à supporter une préforme poreuse à densifier.
- 10 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque couronne inférieure (140 ; 141 ; 142 ; 143 ; 144) présente une hauteur déterminée en fonction de l'espace à ménager entre deux préformes poreuses adjacentes.
- 15 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les couronnes inférieures (140-144) et les couronnes supérieures (150-154) sont séparées les unes des autres par un joint en graphite.
- 20 7. Installation de densification par infiltration chimique en phase vapeur (200) de préformes poreuses de forme tronconique (160-163), comportant une chambre de réaction (210), une conduite d'admission de gaz réactif (221) située à une première extrémité de la chambre et débouchant dans une zone de préchauffage (222), et une conduite
25 d'évacuation (231) située au voisinage d'une seconde extrémité de la chambre opposée à la première,
 caractérisée en ce que la chambre comprend une pluralité de préformes poreuses de forme tronconique (160-163) montées dans le dispositif de chargement (100) selon l'une quelconque des revendications
30 1 à 6, l'extrémité inférieure (1601 ; 1611 ; 1621 ; 1631) de chaque préforme reposant sur une couronne inférieure (140 ; 141 ; 142 ; 134) du premier empilement de manière à emboîter les préformes poreuses les unes sur les autres en ménageant un espace entre chaque préforme, ledit espace formant un volume (180 ; 181 ; 182 ; 183 ; 184) pour la
35 circulation du gaz réactif de chaque côté des préformes, chaque volume

étant alimenté en gaz réactif par les orifices (1401 ; 1411 ; 1421 ; 1431 ; 1441) d'une couronne inférieure (140 ; 141 ; 142 ; 143 144) du premier empilement.

5 8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'elle comprend un anneau d'étanchéité (300) s'étendant entre le plateau support (110) du dispositif de chargement (100) et la paroi interne de la chambre de réaction (210).

10 9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que l'anneau d'étanchéité (300) comprend un porte-joint annulaire (310) disposé sur le plateau support (110) et un joint en graphite (320) s'étendant à partir de la périphérie externe dudit porte-joint annulaire, ledit joint étant en contact avec la paroi interne de la chambre de réaction
15 (210).

 10. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisée en ce que les dimensions des orifices d'injection (1401 ; 1411 ; 1421 ; 1431 ; 1441) des couronnes inférieures (140-144) sont
20 définis en fonction du débit de gaz réactif destiné à alimenter chaque volume de circulation de gaz réactif (180 ; 181 ; 182 ; 183 ; 184).

 11. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 à
10, caractérisé en ce que les préformes poreuses (160-163) sont des
25 préformes de pièces d'arrière-corps de moteur aéronautique.

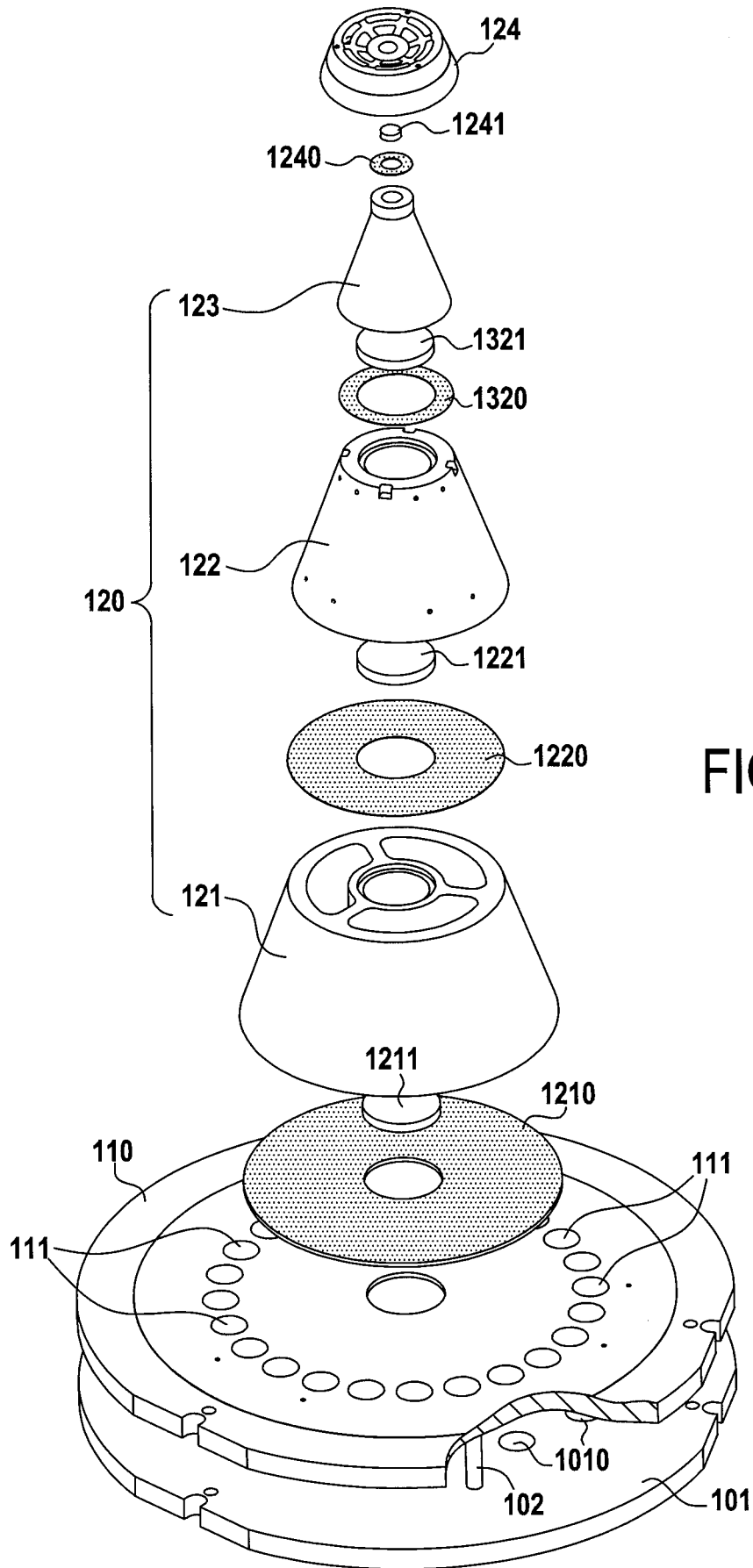


FIG.1A

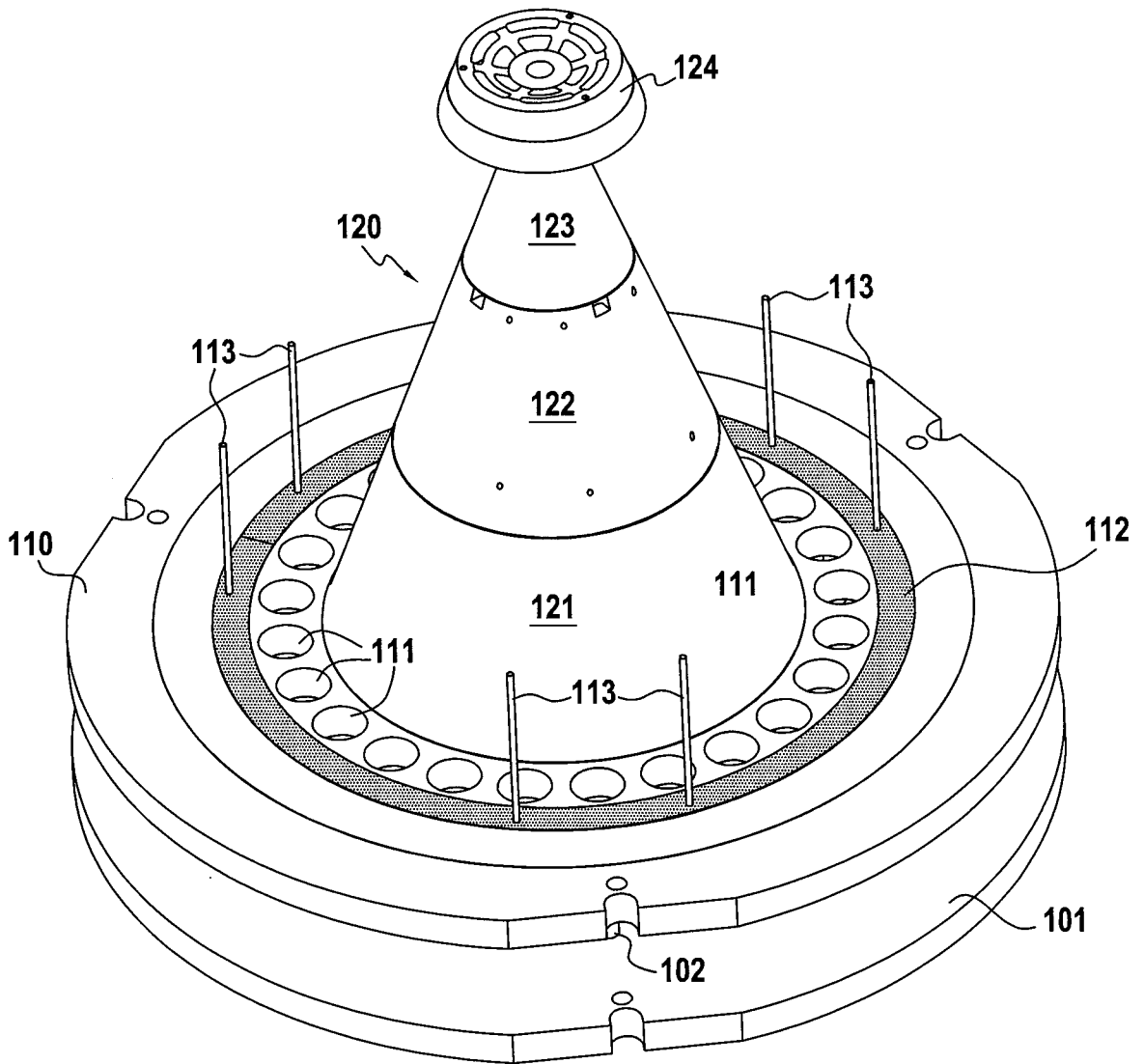


FIG.1B

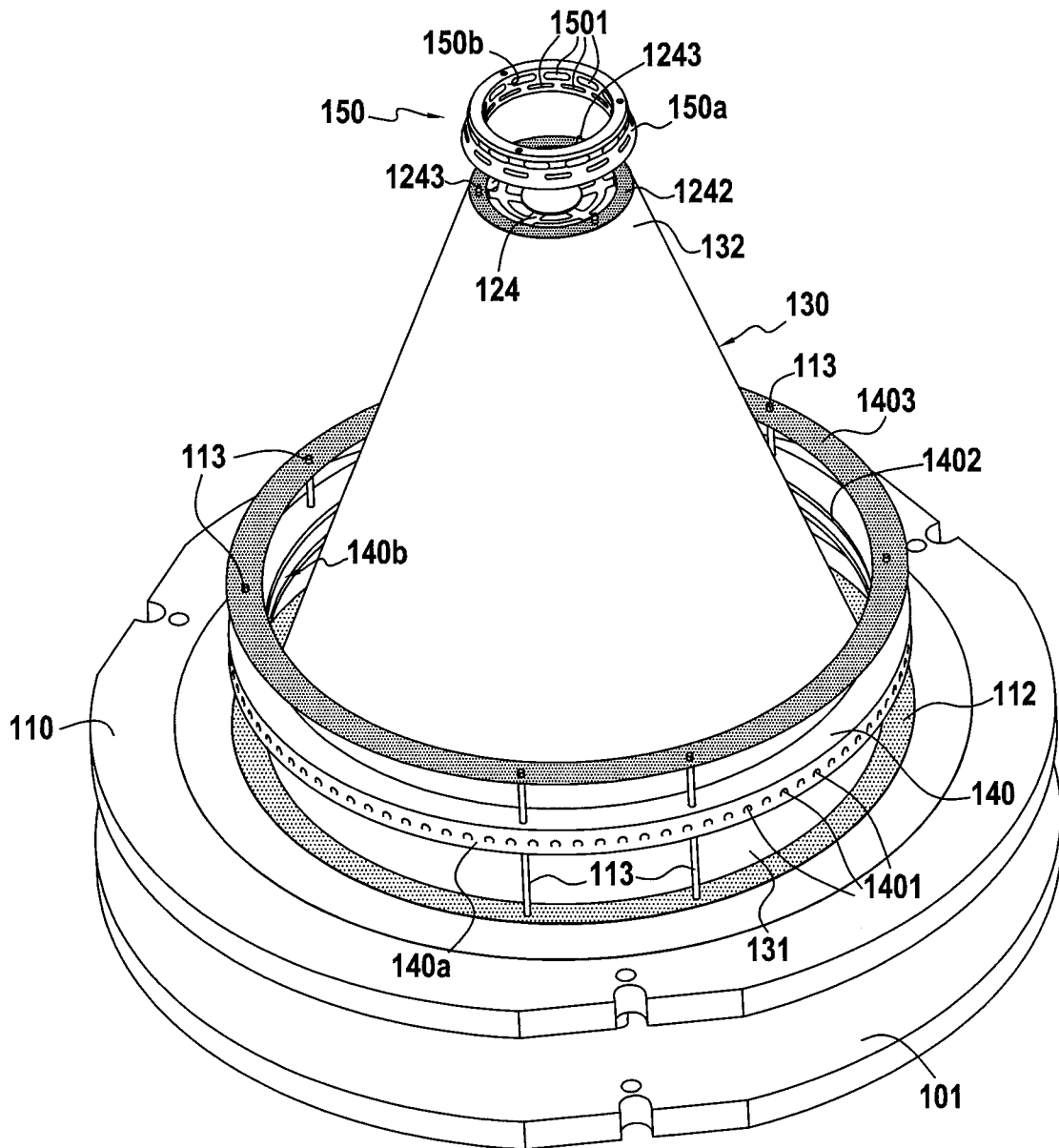


FIG.1C

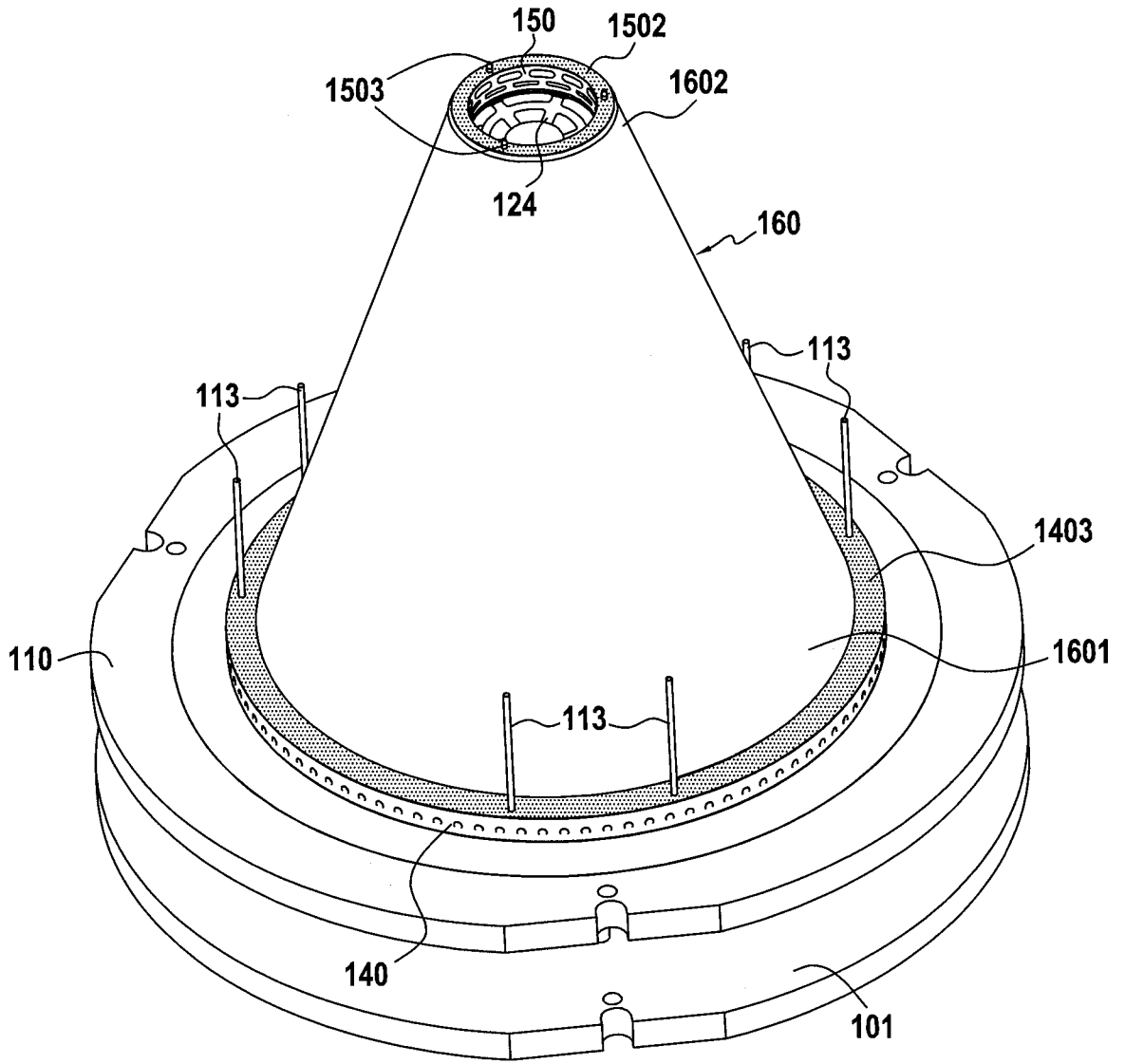


FIG.1D

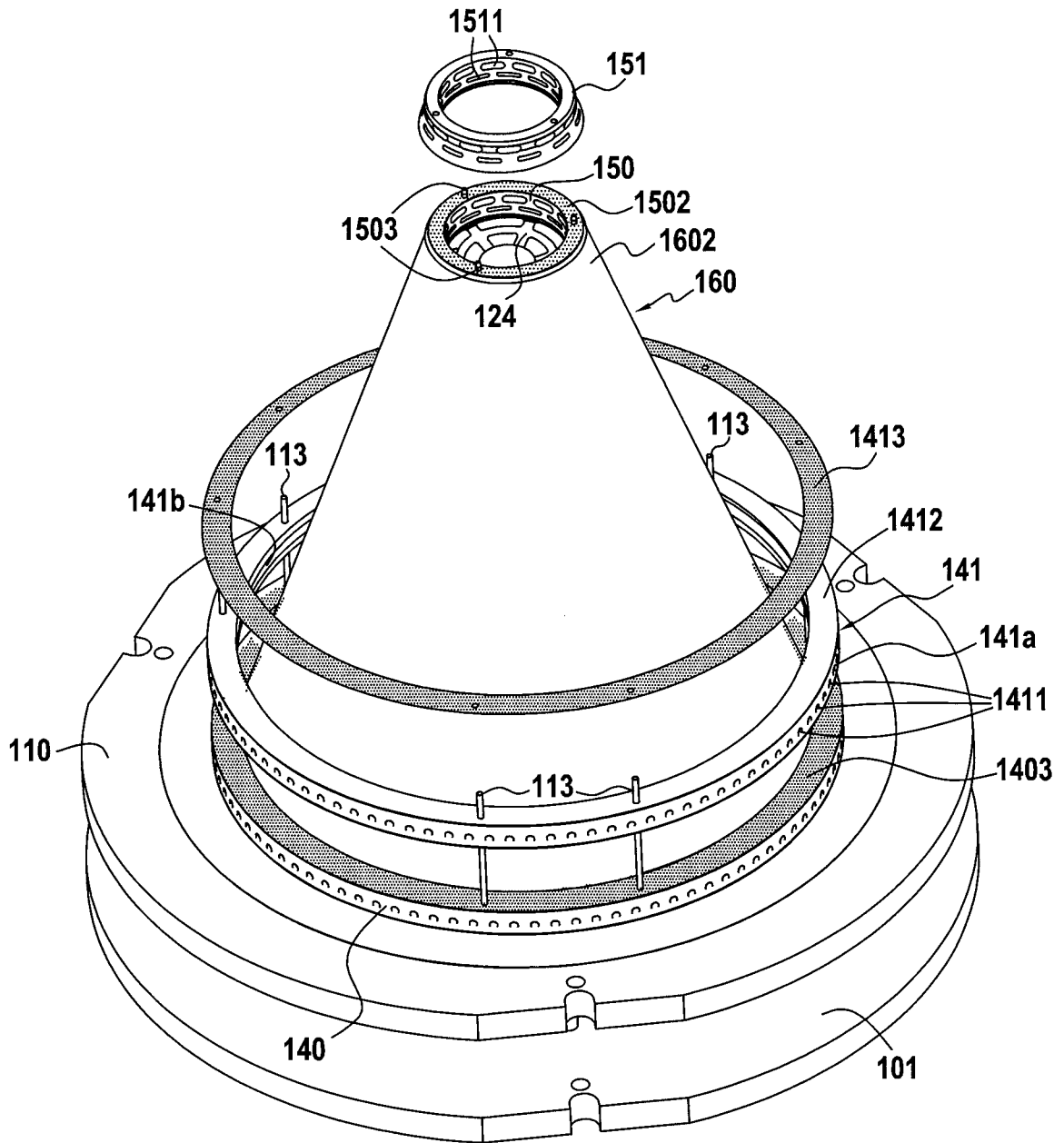


FIG.1E

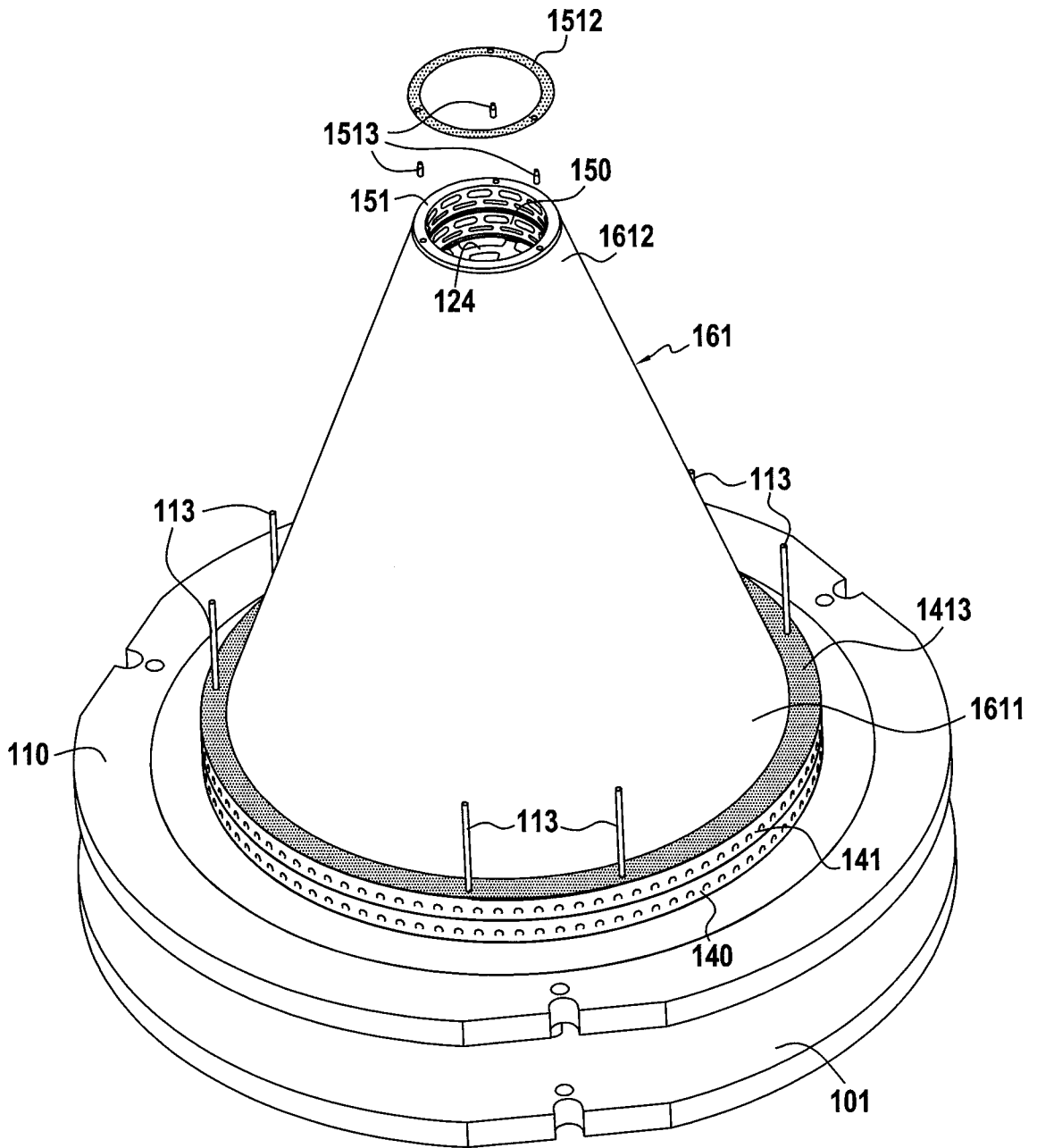


FIG.1F

8/21

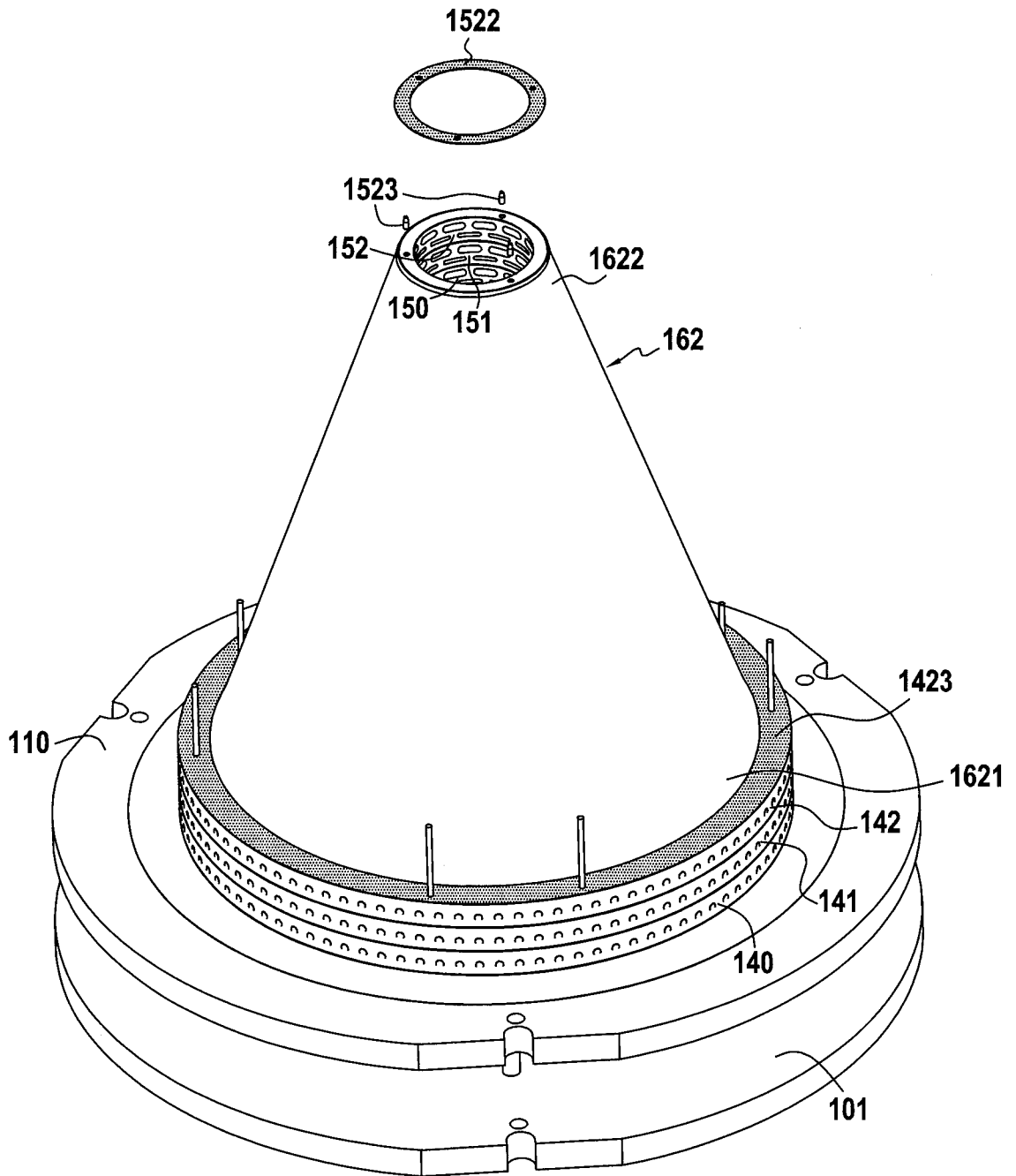


FIG.1H

9/21

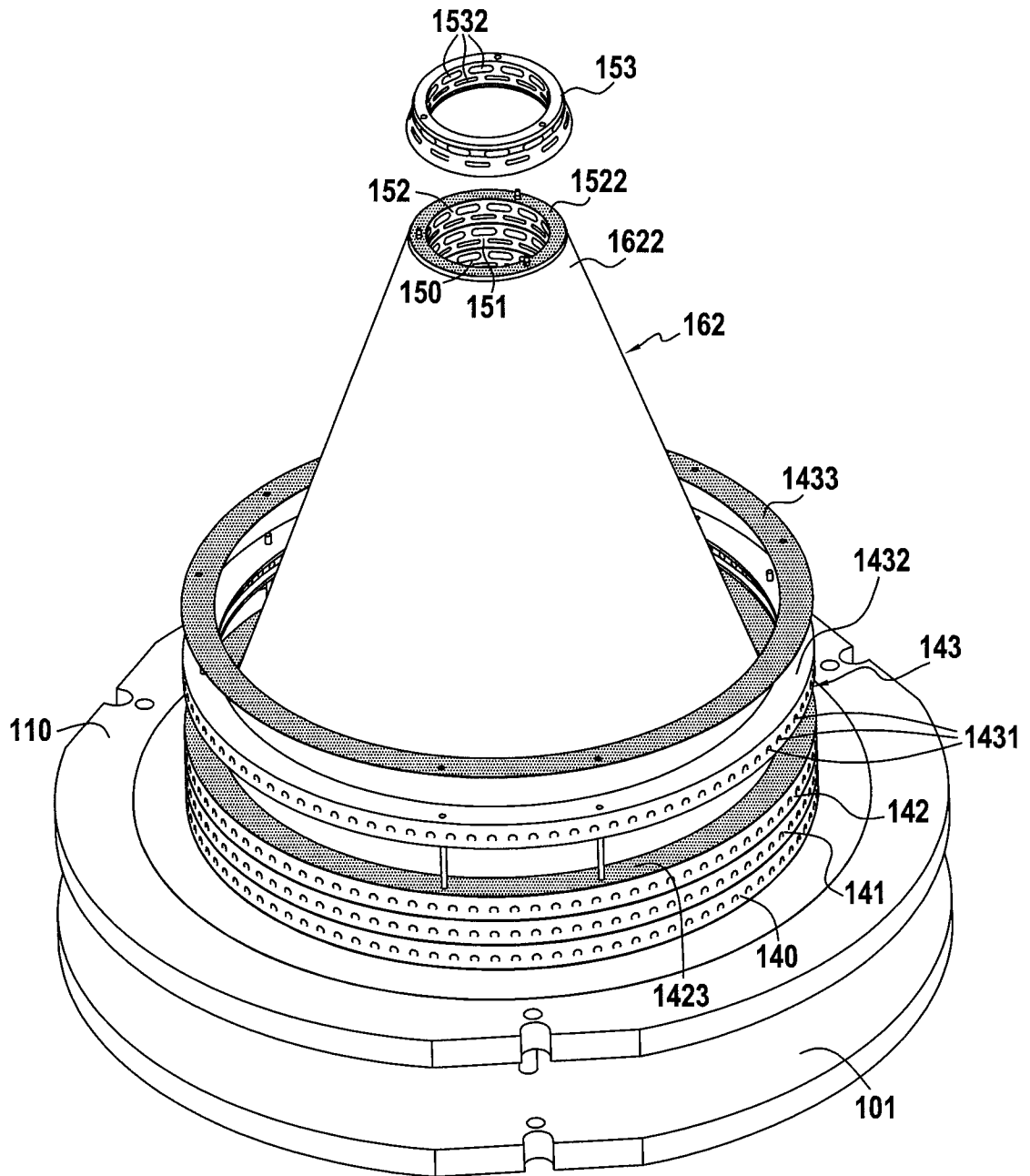


FIG.11

10/21

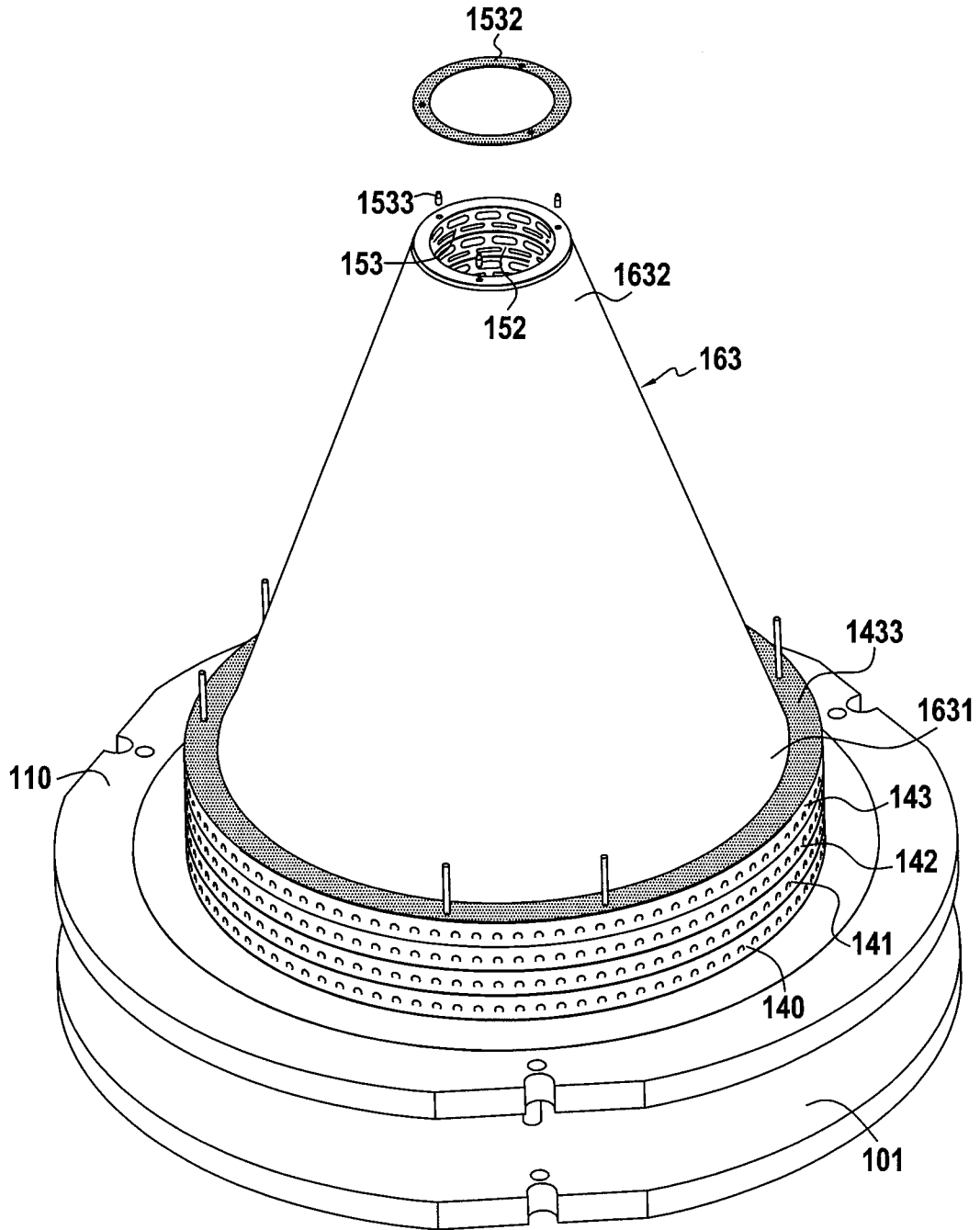


FIG.1J

11/21

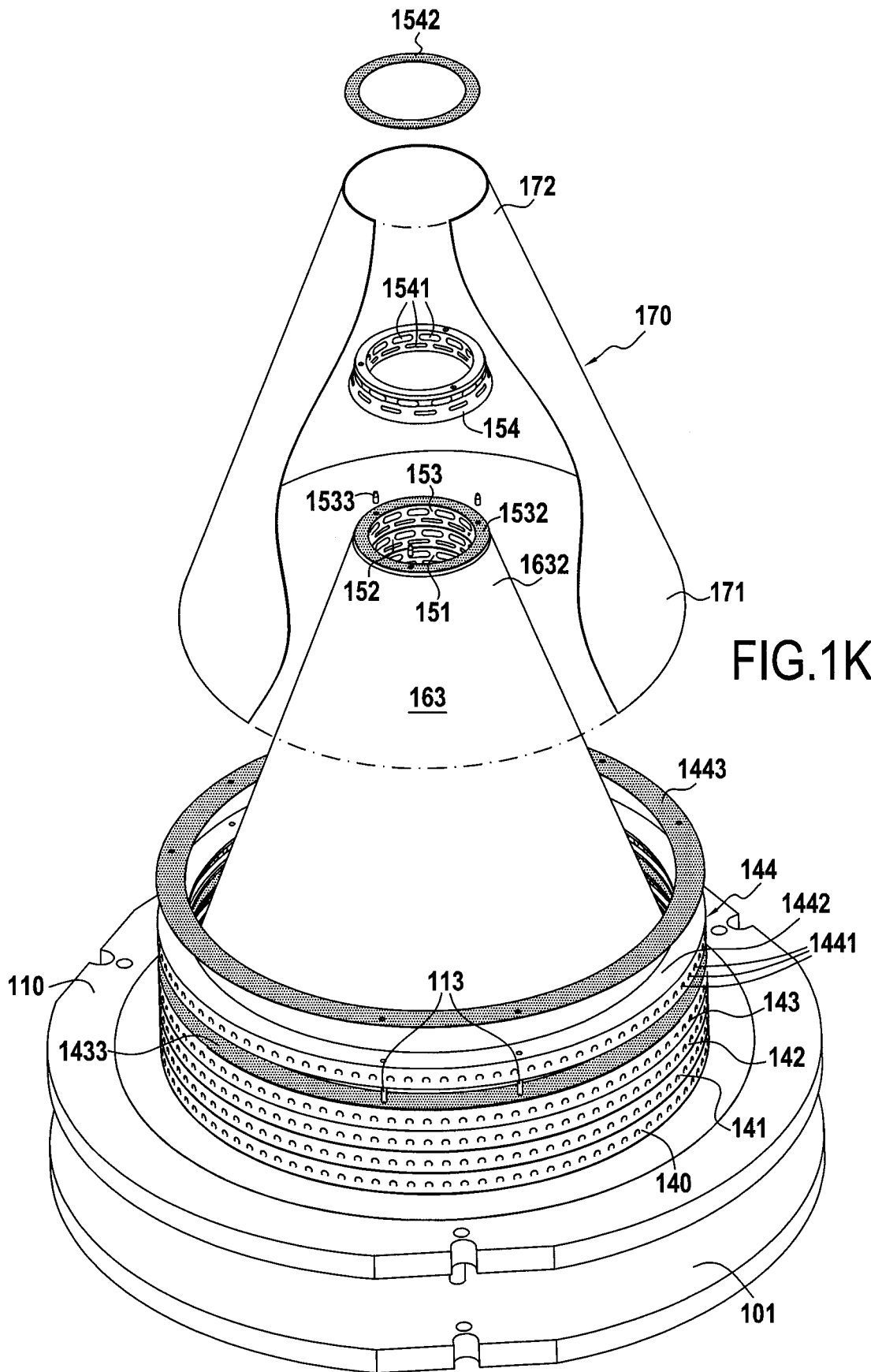


FIG.1K

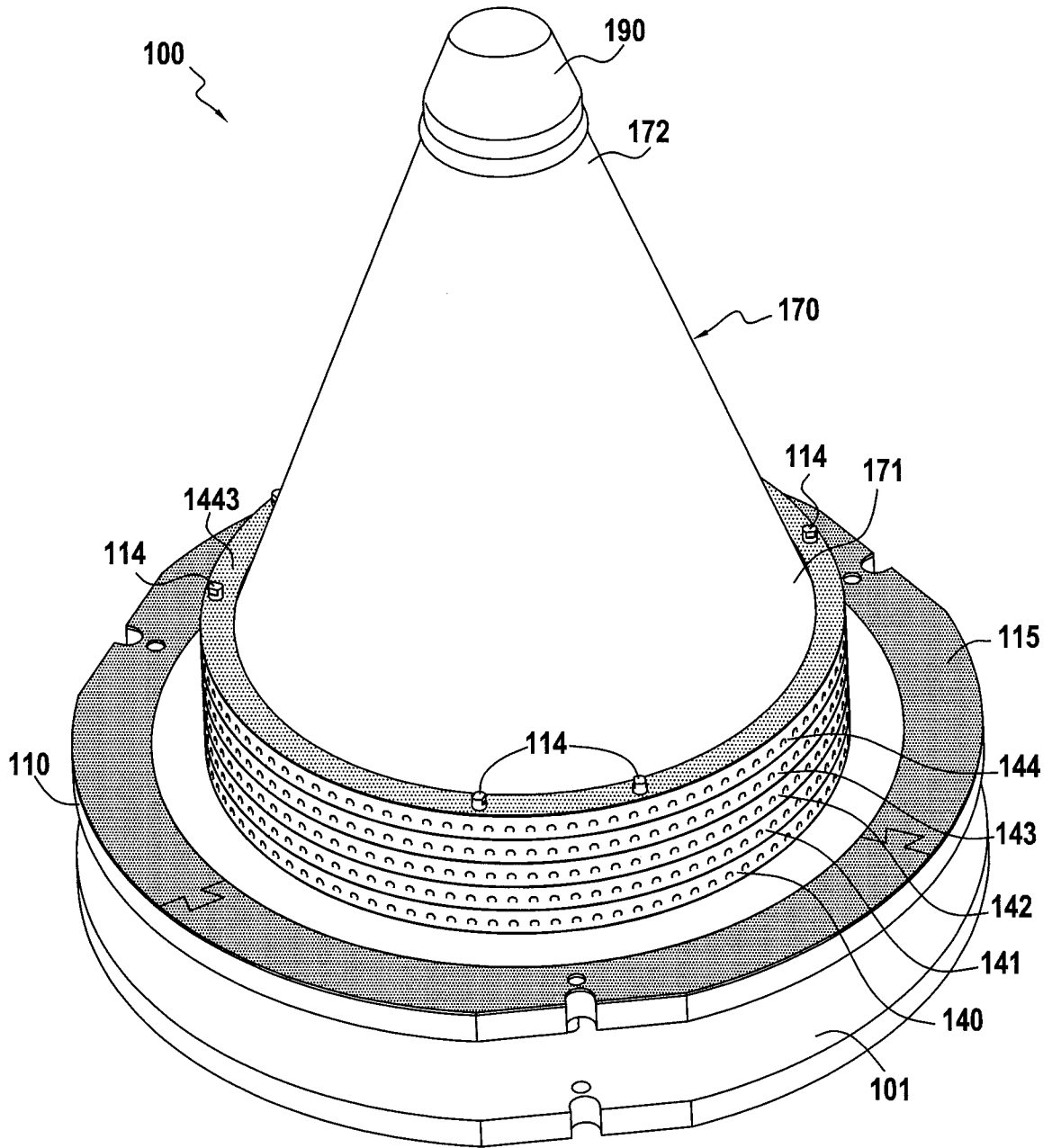


FIG.1L

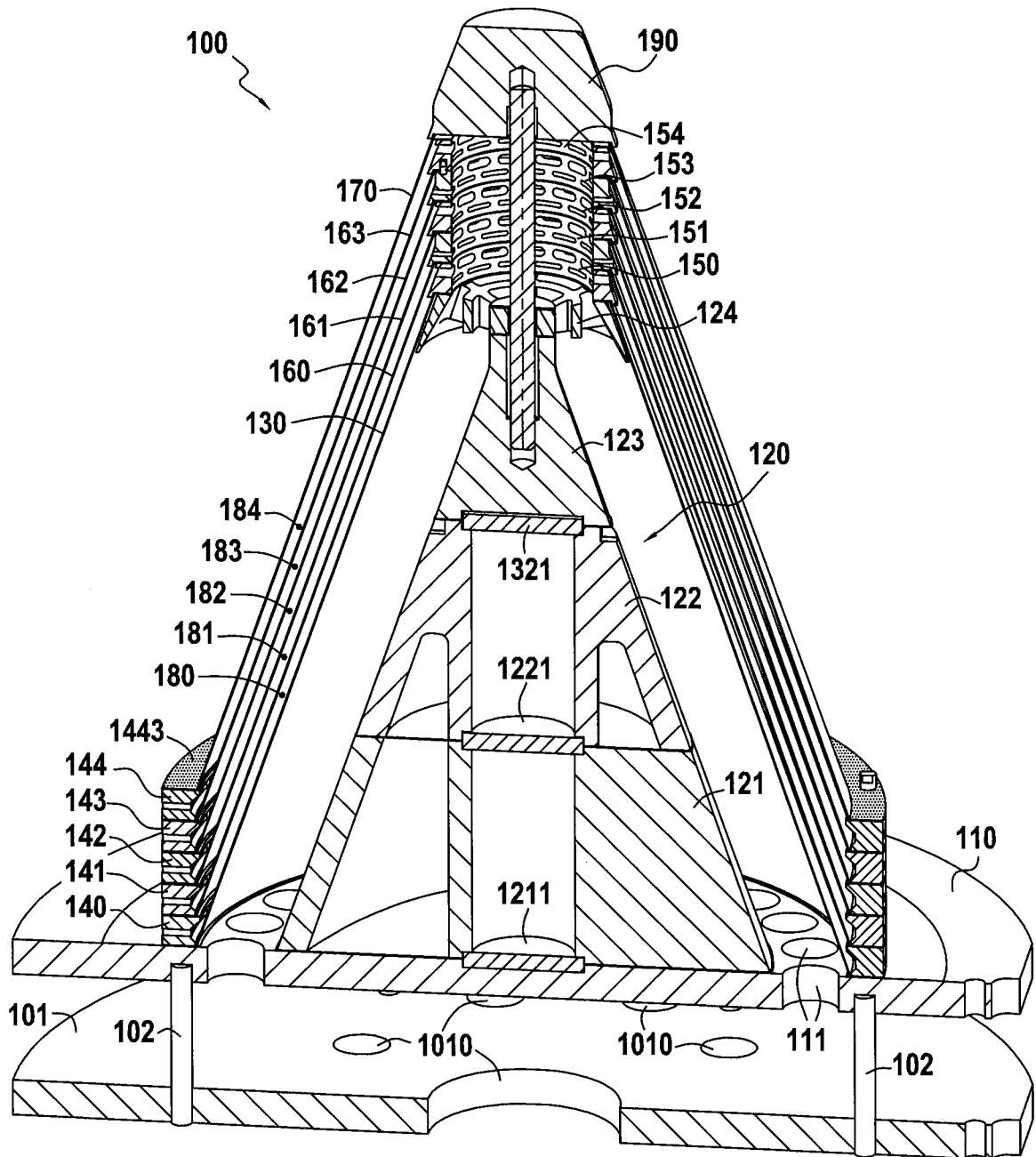


FIG.1M

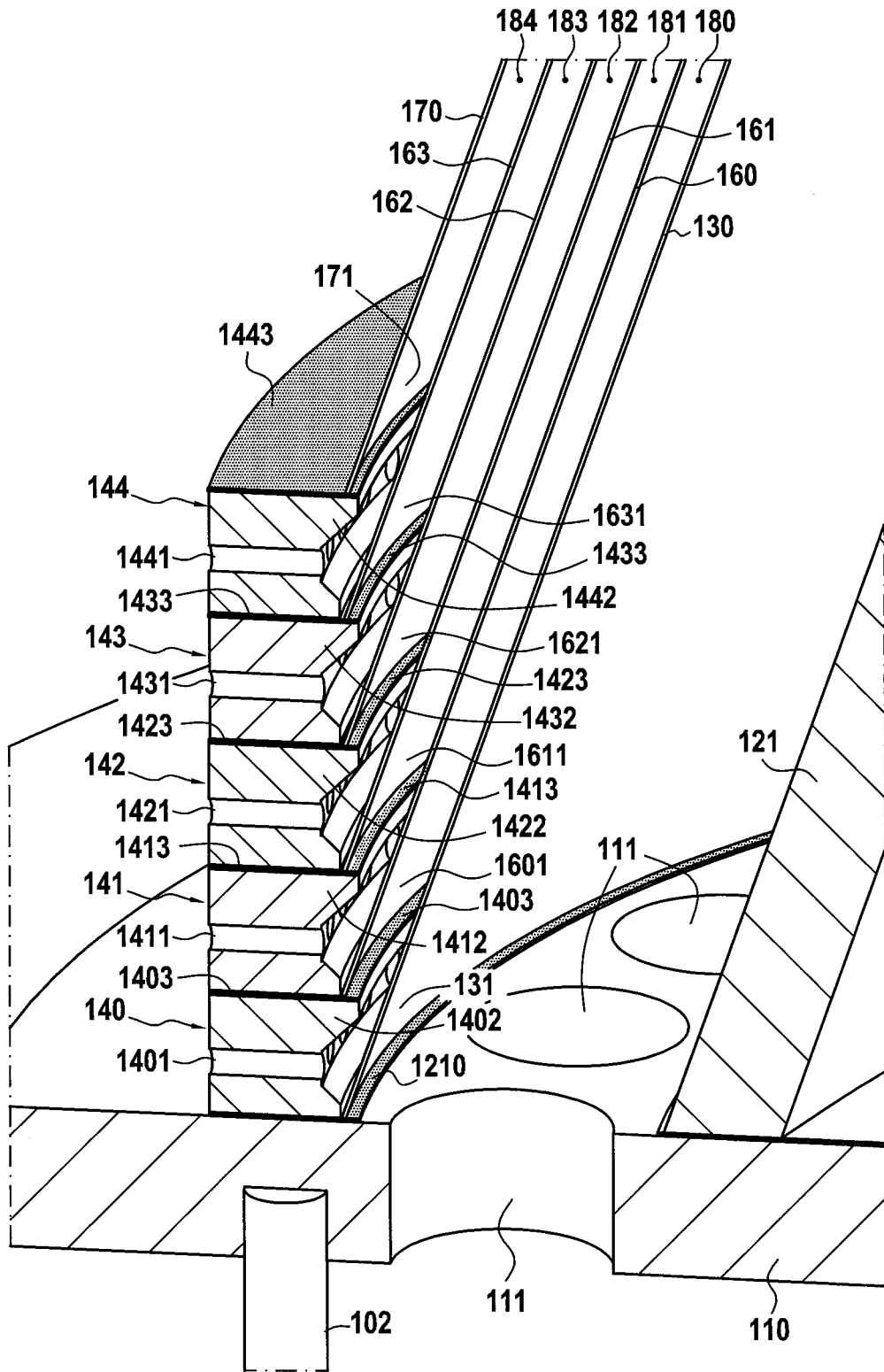


FIG.1N

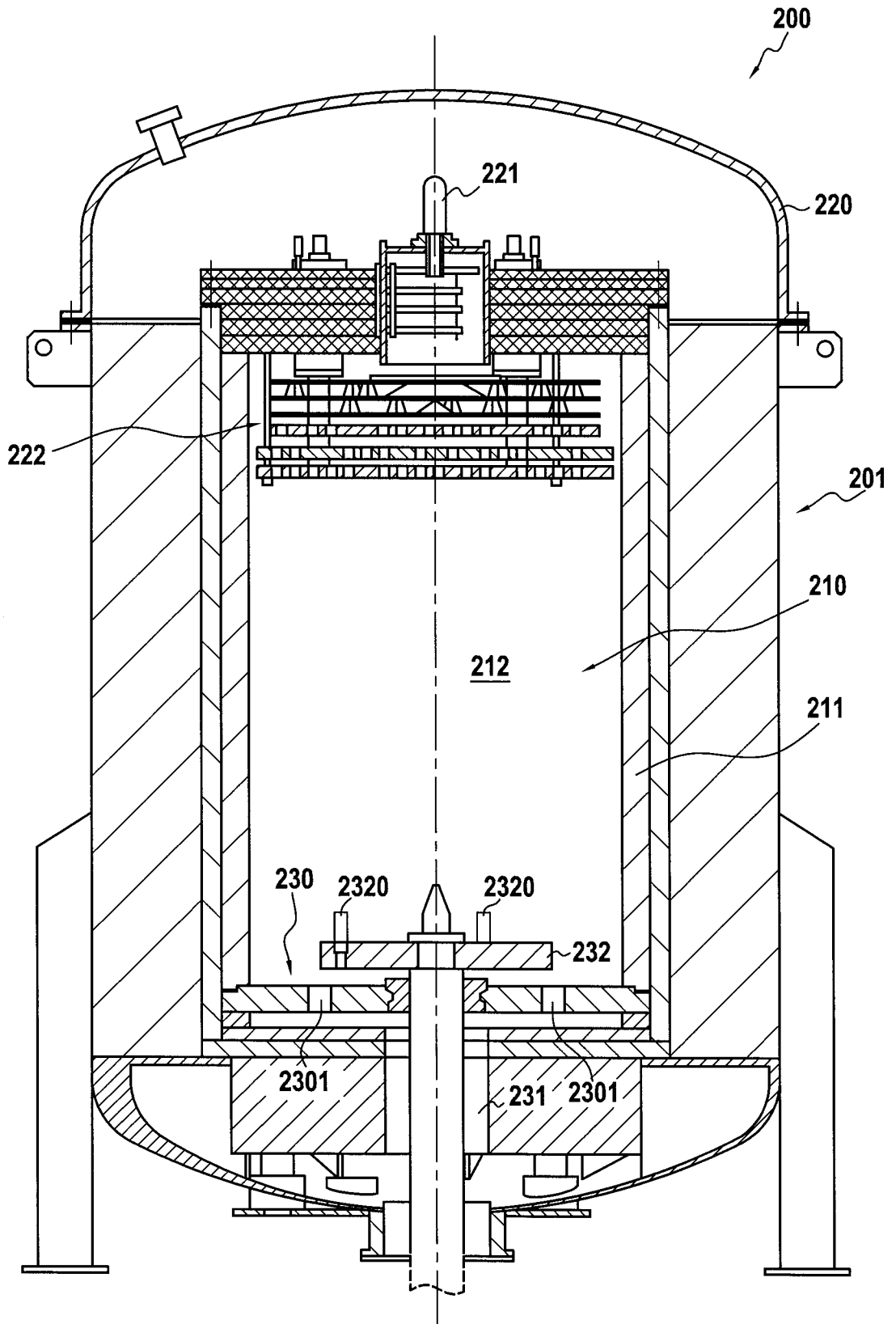


FIG. 2

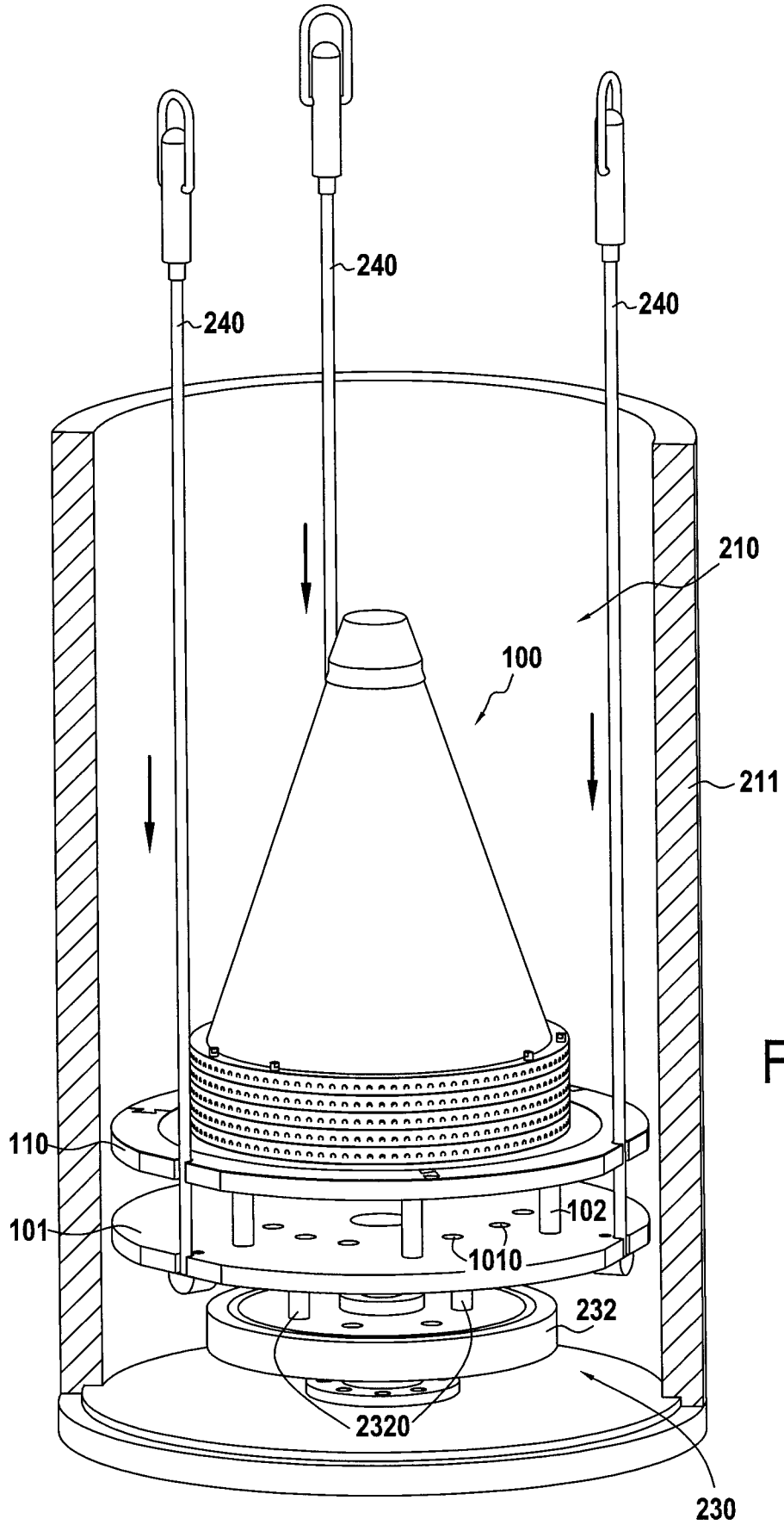


FIG.3A

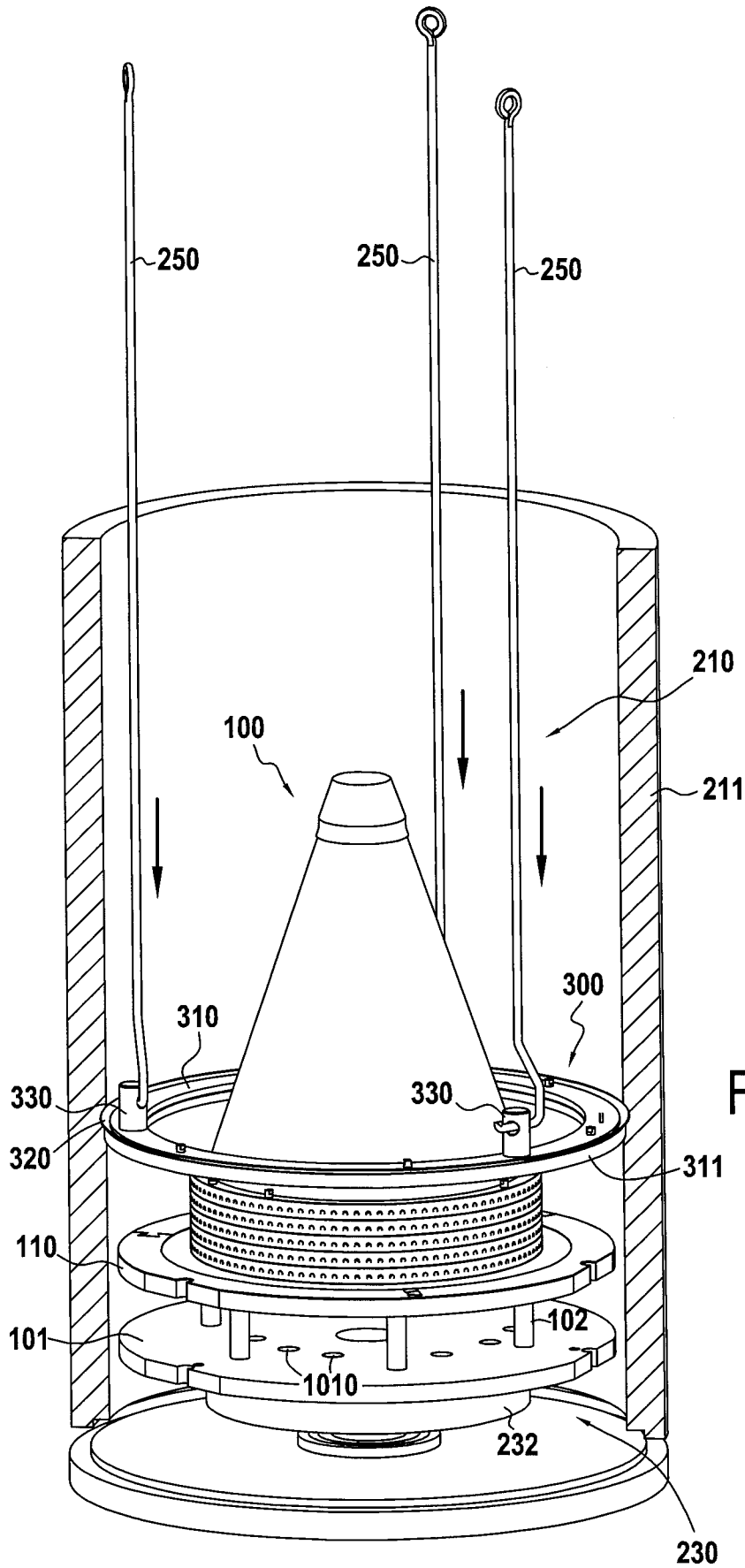


FIG.3B

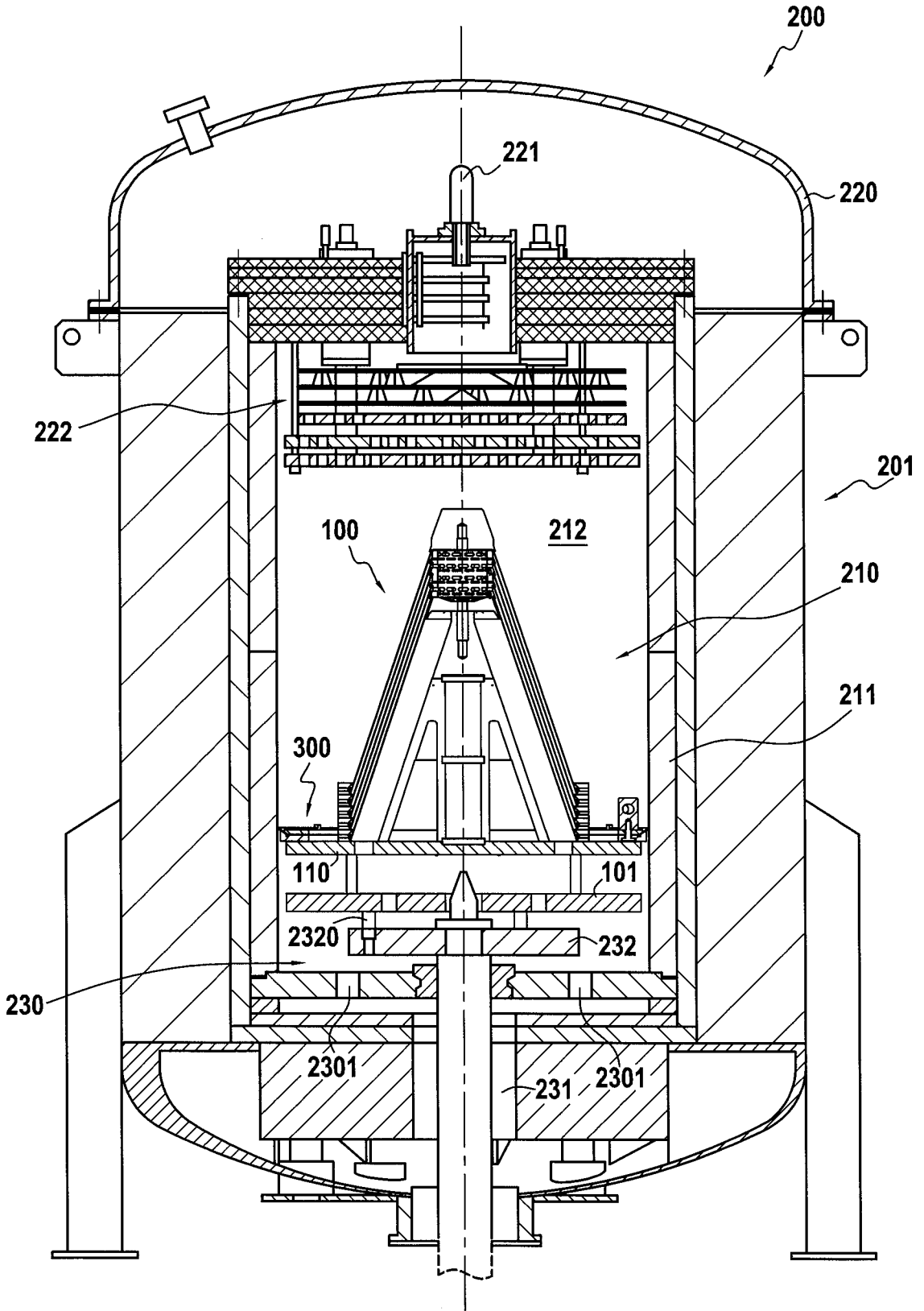


FIG.3C

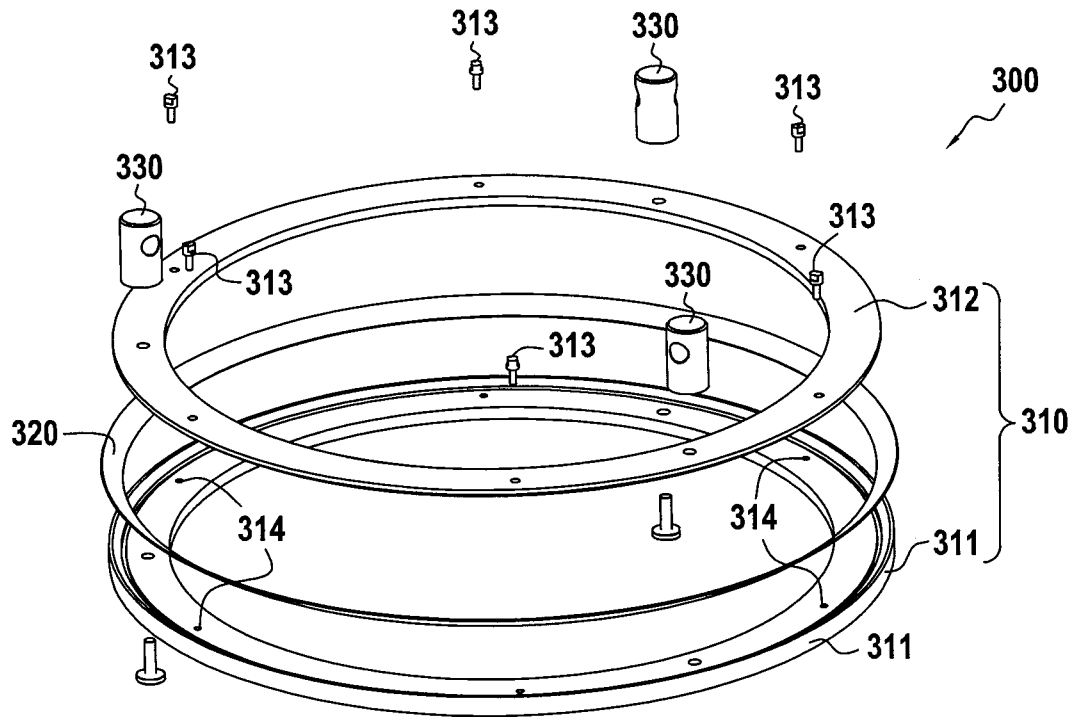


FIG.4

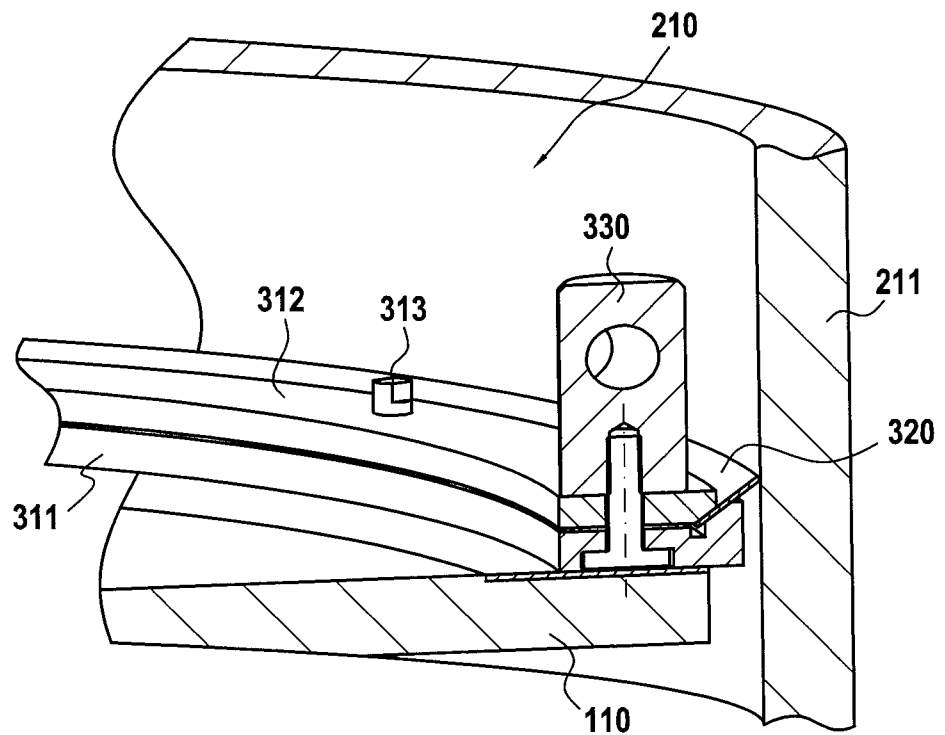


FIG.5

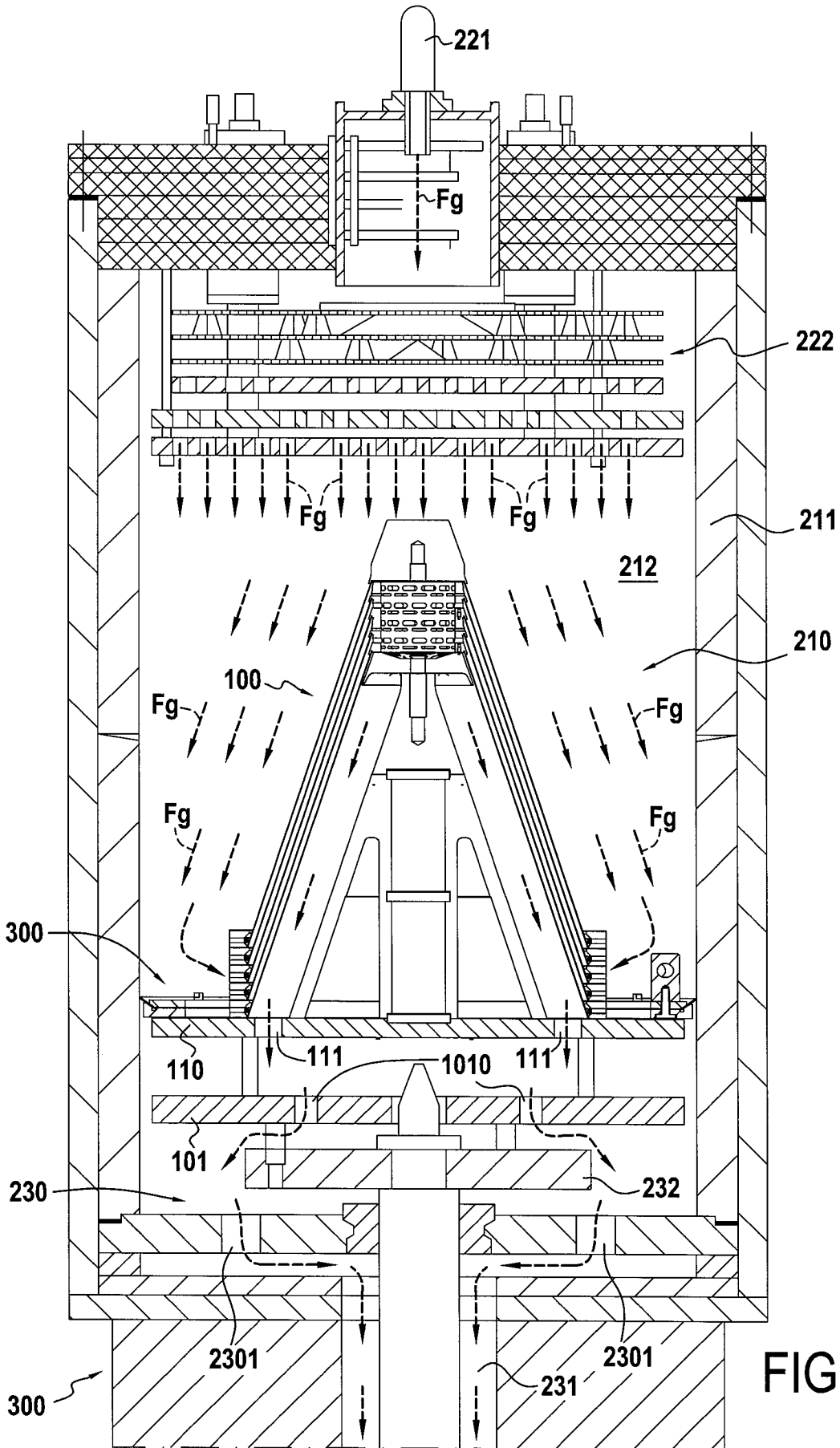


FIG.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/051562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C16/04 C23C16/458 C23C16/46
ADD. C04B35/00

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)
C04B C23C

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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7 182 980 B2 (GOUJARD STEPHANE [FR] ET AL) 27 February 2007 (2007-02-27) cited in the application column 13, line 31 - column 14, line 22; figure 21 -----	1-11
A	US 5 904 957 A (CHRISTIN FRANCOIS [FR] ET AL) 18 May 1999 (1999-05-18) cited in the application figure 3 -----	1-11
A	WO 2006/077353 A1 (SNECMA PROPULSION SOLIDE [FR]; THEBAULT JACQUES [FR]; BERTRAND SEBASTI) 27 July 2006 (2006-07-27) the whole document -----	1-11

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 application or patent 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 3 September 2013	Date of mailing of the international search report 10/09/2013
---	--

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 Castagné, Caroline
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2013/051562

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 7182980	B2	27-02-2007	CA 2440063 A1	12-09-2002
			EP 1370707 A1	17-12-2003
			FR 2821859 A1	13-09-2002
			JP 4213471 B2	21-01-2009
			JP 2004527655 A	09-09-2004
			US 2004071877 A1	15-04-2004
			WO 02070775 A1	12-09-2002

US 5904957	A	18-05-1999	CA 2218317 A1	24-10-1996
			DE 69603593 D1	09-09-1999
			DE 69603593 T2	24-02-2000
			EP 0821744 A1	04-02-1998
			FR 2733254 A1	25-10-1996
			JP 3815796 B2	30-08-2006
			JP H11503795 A	30-03-1999
			RU 2167217 C2	20-05-2001
			US 5904957 A	18-05-1999
			WO 9633295 A1	24-10-1996

WO 2006077353	A1	27-07-2006	BR PI0607609 A2	22-09-2009
			CA 2595498 A1	27-07-2006
			CN 101107382 A	16-01-2008
			EP 1844179 A1	17-10-2007
			FR 2881145 A1	28-07-2006
			IL 184718 A	30-04-2013
			JP 5038154 B2	03-10-2012
			JP 2008528415 A	31-07-2008
			KR 20070100375 A	10-10-2007
			US 2008160192 A1	03-07-2008
			WO 2006077353 A1	27-07-2006

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051562

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C23C16/04 C23C16/458 C23C16/46 ADD. C04B35/00		
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) C04B C23C		
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, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 7 182 980 B2 (GOUJARD STEPHANE [FR] ET AL) 27 février 2007 (2007-02-27) cité dans la demande colonne 13, ligne 31 - colonne 14, ligne 22; figure 21 -----	1-11
A	US 5 904 957 A (CHRISTIN FRANCOIS [FR] ET AL) 18 mai 1999 (1999-05-18) cité dans la demande figure 3 -----	1-11
A	WO 2006/077353 A1 (SNECMA PROPULSION SOLIDE [FR]; THEBAULT JACQUES [FR]; BERTRAND SEBASTI) 27 juillet 2006 (2006-07-27) le document en entier -----	1-11
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> 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 3 septembre 2013		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 10/09/2013
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 Castagné, Caroline

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2013/051562

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 7182980	B2	27-02-2007	CA	2440063 A1	12-09-2002
			EP	1370707 A1	17-12-2003
			FR	2821859 A1	13-09-2002
			JP	4213471 B2	21-01-2009
			JP	2004527655 A	09-09-2004
			US	2004071877 A1	15-04-2004
			WO	02070775 A1	12-09-2002

US 5904957	A	18-05-1999	CA	2218317 A1	24-10-1996
			DE	69603593 D1	09-09-1999
			DE	69603593 T2	24-02-2000
			EP	0821744 A1	04-02-1998
			FR	2733254 A1	25-10-1996
			JP	3815796 B2	30-08-2006
			JP	H11503795 A	30-03-1999
			RU	2167217 C2	20-05-2001
			US	5904957 A	18-05-1999
WO	9633295 A1	24-10-1996			

WO 2006077353	A1	27-07-2006	BR	PI0607609 A2	22-09-2009
			CA	2595498 A1	27-07-2006
			CN	101107382 A	16-01-2008
			EP	1844179 A1	17-10-2007
			FR	2881145 A1	28-07-2006
			IL	184718 A	30-04-2013
			JP	5038154 B2	03-10-2012
			JP	2008528415 A	31-07-2008
			KR	20070100375 A	10-10-2007
			US	2008160192 A1	03-07-2008
WO	2006077353 A1	27-07-2006			
