

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
20 août 2015 (20.08.2015)

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2015/121559 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
F23R 3/20 (2006.01) F23D 14/20 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2015/050176
- (22) Date de dépôt international :  
26 janvier 2015 (26.01.2015)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1451064 12 février 2014 (12.02.2014) FR
- (71) Déposant : FIVES PILLARD [FR/FR]; 13 Rue Raymond Teisseire, F-13008 Marseille (FR).
- (72) Inventeurs : SAID, Fouad; 26, impasse des 4 portails, Bâtiment C, Appartement 22, F-13014 Marseille (FR). RIC-Cl, Louis; 3, avenue de l'Europe, F-13830 Roquefort La Bedoule (FR). BOUDET, Yannick; 37, lotissement les Genets, F-13480 Cabries (FR).
- (74) Mandataire : NOVAGRAAF TECHNOLOGIES; 2, rue Sarah Bernhardt, F-92665 Asnieres Sur Seine (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasiatique (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, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : IN-STREAM BURNER MODULE

(54) Titre : MODULE DE BRÛLEUR EN VEINE

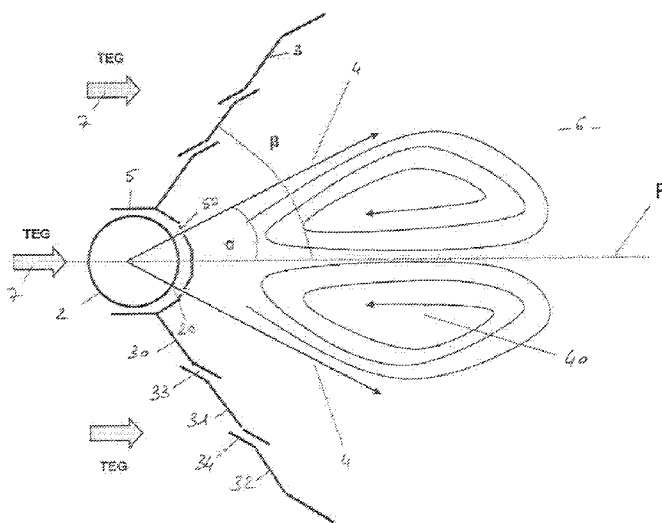


FIGURE 1

(57) Abstract : The present invention relates to a burner module in an air stream (1) comprising a feed pipe (2) of substantially circular cross section and having an axis, fuel injection orifices (20) situated on the pipe and intended to produce a flame, oxidant injection orifices (34) and fins (3) arranged symmetrically with respect to a plane P of flow of the fuel upstream of the burner module and laterally on the pipe (2) on each side of the fuel injection orifices (20); it is characterized in that there are at least two fuel injection orifices (20) in a section of the pipe (2) and that these have an axis that makes an angle  $\alpha$  with the plane of flow P of the oxidant. In this way, gas is injected at several orifices situated in at least two divergent planes. These two planes delimit a space to which fuel is not supplied and to which oxidant is not supplied, thereby encouraging internal recirculation of the combustion gases within the flame and bringing a large proportion of the burnt gases back toward the centre.

(57) Abrégé : La présente invention se  
[Suite sur la page suivante]



WO 2015/121559 A1



---

rapporte à un module de brûleur en veine (1) d'air comprenant un conduit d'alimentation (2) présentant une section sensiblement circulaire et un axe, des orifices d'injection (20) de combustible situés sur le conduit et destinés à produire une flamme, des orifices d'injection (34) de comburant et des ailettes (3) disposées symétriquement par rapport à un plan P d'écoulement du combustible en amont du module de brûleur et latéralement sur le conduit (2) de chaque côté des orifices d'injection (20) de combustible, il est caractérisé en ce qu'il y a au moins deux orifices d'injection (20) de combustible dans une section du conduit (2) et qu'ils ont un axe qui fait un angle  $\alpha$  avec le plan d'écoulement P du comburant. Ainsi l'injection du gaz se fait en plusieurs orifices situés dans au moins deux plans divergents. Ces deux plans délimitent un espace sans apport de combustible et sans apport de comburant ce qui est favorable à la recirculation interne des gaz de combustion à l'intérieur de la flamme et ramène vers le centre une grande partie des gaz brûlés.

## MODULE DE BRULEUR EN VEINE

La présente invention se rapporte à un brûleur en veine d'air utilisé pour le réchauffage direct d'air ou de gaz de combustion issue de turbine ou de moteurs et plus particulièrement au module de brûleur en veine dont la juxtaposition cote à cote sur des rampes constitue le brûleur en veine. Ce type de brûleur fonctionne avec comme comburant les gaz de combustion de turbine (appelé TEG) ou de moteur qui ont un taux d'oxygène (sur fumées humides) inférieur à l'air ambiant, une température supérieure à la température ambiante et généralement, une vitesse au passage du brûleur relativement faible et comme combustible du gaz naturel, gaz de schiste, gaz de pétrole ou gaz issus de procédés industriels.

Au cours des dernières années, les turbines à gaz et chaudières de récupération ont évoluées vers une augmentation du rendement énergétique des cycles combinés. En conséquence, les gaz de turbine (TEG) sont caractérisés par des teneurs en oxygène sur fumées humides de plus en plus faibles (entre 9% et 13%) et des températures plus variables et plus élevée (entre 350°C et 700°C).

De plus, l'évolution des cycles de production de vapeur est à l'origine du positionnement des brûleurs en aval d'un premier étage d'échangeur, ce qui a pour conséquence à la fois :

- d'augmenter la section des gaines dans le plan d'implantation des brûleurs, et donc de diminuer la vitesse des gaz de turbine dans cette section. Cela nécessite, dans la majorité des cas, pour le bon fonctionnement des brûleurs (stabilité de flamme), l'augmentation de la vitesse locale par l'ajout de plaques d'obturations (baffles) coûteuses, et

- d'abaisser la température initiale des gaz de turbine à des températures comprises entre 350°C et 550°C.

L'évolution de l'ensemble de ces paramètres rend plus difficiles les conditions de bonne combustion, et plus particulièrement la stabilité des flammes et la maîtrise des émissions de monoxyde de carbone (CO).

5 D'autre part, la maîtrise des longueurs de flamme est un enjeu majeur puisque qu'il permet de maîtriser le profil de température aval tout en minimisant les longueurs de gaines, très coûteuses.

Les modules de brûleurs en veine connus n'assurent pas le mélange et les dépressions locales nécessaires pour assurer la maîtrise des émissions de monoxyde de carbone (CO) et la stabilité des flammes dans  
10 ces conditions difficiles, notamment à vitesses de TEG faibles.

L'objet de l'invention est de proposer un nouveau module de brûleur en veine permettant de répondre à ces problèmes et notamment d'assurer:

- la stabilité des flammes avec des teneurs en O<sub>2</sub> faibles,
- le fonctionnement avec de très faibles émissions de CO,
- 15 - le fonctionnement avec des vitesses de TEG faibles permettant de diminuer, voire de supprimer les plaques d'obturation,
- le fonctionnement avec des puissances linéaires élevées,
- le fonctionnement avec des flammes courtes,

grâce à de nouvelles dispositions qui augmentent la vitesse du mélange  
20 TEG/gaz du module de brûleur et les zones de dépressions locales par un aérodynamisme nouveau et optimisé.

Ainsi le module de brûleur en veine d'air selon l'invention comprend un conduit d'alimentation présentant une section sensiblement circulaire et un axe, des orifices d'injection de combustible situés sur le conduit et  
25 destinés à produire une flamme, des orifices d'injection de comburant et des ailettes, ou casquettes, formant une structure appelée module ou bloc) et disposées symétriquement par rapport à un plan P d'écoulement du combustible en amont du module de brûleur et latéralement sur le conduit de chaque côté des orifices d'injection de combustible, il est caractérisé en  
30 ce qu'il y a au moins deux orifices d'injection de combustible dans une section du conduit et qu'ils ont un axe qui fait un angle  $\alpha$  avec le plan

d'écoulement du combustible. Ainsi l'injection du gaz se fait en plusieurs orifices situés dans au moins deux plans divergents. Ces deux plans délimitent un espace sans apport de combustible et sans apport de comburant ce qui est favorable à la recirculation interne des gaz de combustion à l'intérieur de la flamme et ramène vers le centre une grande partie des gaz brûlés. Ce qui permet aussi un mélange du gaz avec les TEG plus rapide qu'un écoulement co-courant. Cette injection angulaire et les recirculations induites assurent, à la fois, la stabilité de la flamme, une flamme courte et la recombustion du CO par augmentation du temps de séjour. Il est possible de réaliser un brûleur comprenant plusieurs modules de brûleurs ou blocs avec ces caractéristiques.

Avantageusement, l'angle  $\alpha$  est compris entre  $10^\circ$  et  $30^\circ$ .

Selon un mode de réalisation particulier, les orifices d'injection ont une section de taille différente de chaque côté du plan P. Ainsi les orifices d'injection du gaz d'un même module, sont disposés symétriquement par rapport au plan P d'écoulement et peuvent avoir des sections et par conséquent des débits gaz différents entre le haut et le bas (si le plan P est horizontal).

Selon une caractéristique particulière, les deux orifices d'injection de combustible ont un axe qui se croise sur l'axe du conduit.

Selon une autre caractéristique, au moins deux autres orifices secondaires d'injection de combustible font un angle  $\xi$  avec le plan d'écoulement du combustible et que l'angle  $\xi$  est supérieur à l'angle  $\alpha$ . Ceci permet une arrivée de TEG étagée qui favorise les recirculations et assure un ratio combustible/comburant optimal.

Avantageusement, les orifices secondaires d'injection de combustible d'angle  $\xi$  ont une section représentant 5% à 20% de la section totale des orifices d'injections de combustible. Par cette injection étagée du gaz avec un ratio d'étagement de 5 à 20%, on obtient de très faibles émissions de NOx (fonctionnement bas-NOx). Cette injection complémentaire s'effectue entre les plans d'injection des orifices de combustible et les ailettes.

Selon une disposition particulière, il comprend des ailettes formant un angle  $\beta$  avec le plan d'écoulement du combustible tel que l'angle  $\beta$  est compris entre  $2\alpha$  et  $3\alpha$ . On obtient ainsi une grande taille de module (bloc) qui protège le développement évasé de la flamme et les recirculations internes liées à l'injection angulaire. Ceci permet de maintenir une zone chaude qui limite la formation de CO. On a ainsi la création d'une dépression locale de stabilisation importante même lors de fonctionnement avec des faibles vitesses de TEG. L'angle des casquettes égal à 2 à 3 fois l'angle d'injection du gaz permet à la fois de générer les espaces nécessaires à la bonne l'introduction des TEG et leur mélange aux des jets gaz dans la zone de combustion et au développement du remous principal.

Avantageusement, les ailettes ont une section présentant des ouvertures d'injection de comburant. Une arrivée de TEG étagée favorise les recirculations et assure un ratio combustible/comburant optimal, elle est réalisée grâce aux ouvertures qui sont de préférence en forme de fentes et dont le nombre et la section sont déterminés de manière à obtenir, un faible % du débit d'air stœchiométrique (de l'ordre de 5 à 25 %).

Selon une caractéristique particulière, les ouvertures présentent une section comprise entre 3 à 15% de la section des ailettes. La section de passage de ces ouvertures peut varier en fonction des caractéristiques de vitesse et d'oxygène des TEG.

Selon une autre caractéristique particulière, les ouvertures ont une section de taille différente de chaque côté du plan P. Ainsi, les sections de ces ouvertures et par conséquent des débits de TEG les traversant peuvent être différents entre le haut et le bas.

Selon une autre caractéristique, les ouvertures comportent des éléments de déviations faisant un angle  $\theta$  avec le plan d'écoulement du combustible.

Avantageusement, l'angle  $\theta$  est sensiblement égal à l'angle  $\alpha$ . Les éléments de déviation confèrent aux ouvertures de passage un angle sensiblement identique de l'angle d'injection du gaz.

Avantageusement, la section des ouvertures augmente avec l'éloignement des orifices pour optimiser l'introduction progressive de l'air dans la flamme et diminuer la formation de CO.

5 Selon une disposition particulière, il comprend un bouclier placé entre le conduit et la flamme, ledit bouclier présentant des trous situés au droit des orifices d'injection. Un prémélange partiel inductif du jet gaz avec le comburant au niveau du bouclier d'accrochage. Cette disposition accélère le mélange TEG/gaz et améliore la stabilité de la flamme. La section de l'orifice de prémélange située dans le bouclier représente 15 à 40 fois la  
10 section de l'orifice de sortie du gaz. L'orifice de prémélange est situé à une distance de l'orifice gaz comprise entre 0.1 et 0.3 fois le diamètre du tube.

Avantageusement, les trous sont situés sur une paroi du bouclier qui présente un angle  $\delta$  par rapport à l'axe des orifices d'injection. Cette disposition favorise l'aspiration du comburant par le jet de gaz.

15 Avantageusement, l'angle  $\delta$  est sensiblement égal à  $90^\circ$ . Cette disposition favorise les turbulences locales et par conséquent la stabilité de la flamme malgré les faibles niveaux d'oxygène, de température et de vitesse des TEG.

Selon une caractéristique particulière, le module de brûleur  
20 comprend des baffles situées dans une partie extérieure du module de brûleur et que les dites baffles ont un rebord qui a un angle égal et opposé à celui de l'élément de déviation situé le plus éloigné du conduit. Cette forme spécialement étudiée des baffles ou extrémités des plaques d'obturation permet d'obtenir un écoulement des TEG autour des  
25 modules, parallèle ou quasi parallèle au plan d'écoulement du gaz afin de limiter la formation de CO par effet de tremp. Cette forme se caractérise par une symétrie entre l'extrémité des modules et l'extrémité des blocs.

Avantageusement, le module de brûleur présente une surface  
30 projetée sur un plan perpendiculaire à l'écoulement des TEG est comprise entre 0,1 et 0,3  $m^2/MW$ . La taille du module est définie par sa surface projetée sur un plan perpendiculaire à l'écoulement des TEG et cette taille

est particulièrement avantageuse pour un taux d'oxygène amont compris entre 9% et 14% sur fumées humides.

Le procédé de combustion selon l'invention comprenant un module de brûleur en veine avec au moins une des caractéristiques précédentes, tel que le comburant a une teneur en oxygène inférieure à 21%.

Avantageusement, un prémélange est fait dans l'espace entre le conduit et le bouclier.

L'invention concerne également un brûleur en veine constitué de modules présentant les caractéristiques précédentes.

Avantageusement, deux modules adjacents ont des orifices d'injection avec des sections de taille différentes de chaque côté du plan P de façon alternée. Ainsi, en alternant des modules aux sections des orifices gaz augmentées d'un côté du plan P (par exemple en bas) et des modules avec les sections des orifices gaz augmentées de l'autre côté du plan P (par exemple en haut), il se crée une turbulence complémentaire dans le plan perpendiculaire au plan P d'écoulement et parallèle à l'axe du tube. Cette turbulence complémentaire accélère le mélange du gaz avec les TEG et raccourci les longueurs de flamme. Ainsi le rapport des sections entre les orifices haut et bas peut varier entre 0.25 et 4 et avantageusement entre 0,5 et 2.

Avantageusement, deux modules adjacents ont des ouvertures de taille différentes de chaque côté du plan P de façon alternée. Ainsi, en alternant des modules aux sections d'ouvertures augmentées d'un côté du plan P (par exemple en bas) et des modules avec les sections augmentées d'ouvertures de l'autre côté du plan P (par exemple en haut), il se crée une turbulence complémentaire dans le plan perpendiculaire au plan P d'écoulement et parallèle à l'axe du tube. Cette turbulence complémentaire accélère le mélange du gaz avec les TEG et raccourci les longueurs de flamme. Ainsi le rapport des sections entre les ouvertures haut et bas peut varier entre 0.25 et 4 et avantageusement entre 0,5 et 2.

D'autres avantages pourront encore apparaître à l'homme du métier à la lecture des exemples ci-dessous, illustrés par les figures annexées, donnés à titre illustratif.

## 5 Brève description des figures

- La figure 1 est une vue d'un module de brûleur selon l'invention montrant le flux du combustible,
- La figure 2 est une vue du module brûleur de la figure 1 montrant le flux du comburant,
- 10 – La figure 3 est un détail du conduit du module de brûleur,
- La figure 4 est une variante du conduit de la figure 3,
- La figure 5 est une vue d'un coté des ailettes,
- La figure 6 est une vue en coupe d'un bruleur en veine constitué d'un ensemble de module de brûleurs
- 15 – La figure 7 est une vue de derrière de la figure 6,
- La figure 8 illustre une variante d'un bruleur en veine, constitué de plusieurs modules, vue de face,
- La figure 8a est une coupe de la figure 8 selon le plan AA,
- La figure 8b est une coupe de la figure 8 selon le plan BB,
- 20 – La figure 9a illustre en coupe une variante bruleur de la figure 8 selon le plan AA,
- La figure 9b est une coupe de la même variante de la figure 9a en BB.

Les ensembles de brûleurs en veine, visibles sur la figure 7, sont  
25 constitués de plusieurs modules de brûleurs en veine 1 disposés les uns à coté des autres, chaque module de brûleur en veine comprend un conduit 2 constituant un conduit d'alimentation en combustible. Chaque module de brûleur 1 comprend des ailettes 3 disposées de part et d'autre du conduit 2, dans lequel s'écoule le combustible 4, de façon symétrique par rapport à

un plan  $P$  d'un angle  $\beta$ . Le combustible s'écoule par des orifices d'injection 20 disposés de part et d'autre du plan  $P$  de façon symétrique.

Le conduit 2 est recouvert d'un bouclier 5 percé de trous 50 placés en vis-à-vis des orifices 20.

5 Les ailettes 3 d'un des cotés sont disposées plus ou moins éloignées du conduit 2. L'ailette 30 est la plus proche, l'ailette 31 est située de façon intermédiaire tandis que l'ailette 32 est disposée le plus à l'extérieur soit le plus éloignée du conduit 2. Les ailettes 30, 31, 32 sont séparées les unes des autres par des ouvertures 33. Il est bien entendu possible d'avoir plus  
10 ou moins de trois ailettes.

Nous allons maintenant expliquer le fonctionnement du module de brûleur.

Le combustible 4 arrive par le conduit 2, il est injecté dans la chambre de combustion 6 par des orifices 20. Ces orifices 20 sont orientés avec un  
15 angle  $\alpha$  par rapport au plan  $P$  d'écoulement du combustible. Cet angle permet de délimiter un espace sans apport de combustible et sans apport de comburant ce qui est favorable à la recirculation interne des gaz de combustion 4 à l'intérieur de la flamme comme illustré figure 1 en, créant un remous ou une turbulence principale 40 et qui ramène vers le centre  
20 une grande partie des gaz brûlés. L'angle  $\beta$  des ailettes est sensiblement compris entre  $2\alpha$  et  $3\alpha$ .

Dans le mode de réalisation illustré figures 8, 8a et 8b, les orifices d'injection 20 d'un même module 1, ont des sections de taille et par conséquent des débits de combustible 4 différents de chaque coté du plan  
25  $P$ , soit, si  $P$  est horizontal, entre le haut et le bas. Ainsi, en alternant des modules 1 aux sections de taille d'orifice 20 augmentées en bas du plan  $P$  et des modules 1 avec les sections de taille d'orifice 20 augmentées en haut du plan  $P$ , il se crée une composante radiale 41 à la turbulence principale 40. Cette composante radiale 41 raccourcit les longueurs de  
30 flamme. Ainsi le rapport des tailles des sections entre les orifices 20 haut et bas peut varier entre 0.25 et 4 et avantageusement entre 0,5 et 2.

Dans un mode de réalisation illustré aux figures 9a et 9b, les ouvertures 33 des TEG d'un même module 1, ont des sections de taille différente entre le haut et le bas du plan P. Ainsi, en alternant des modules 1 des ouvertures 33 de taille augmentée en bas et des modules avec des ouvertures 33 de taille augmentée en haut, on crée ou on accroît la composante radiale complémentaire 41 à la turbulence 40 qui raccourcit les longueurs de flamme

La figure 2 montre la circulation des TEG 7 ou gaz de turbine qui entrent par les ouvertures 33 avec un angle  $\theta$  grâce aux éléments de déviation 34. Ceci permet de créer une zone de stabilisation 70.

Comme illustré figure 5, les baffles 8 ont une extrémité présentant un rebord 80 qui coopèrent avec l'élément de déviation 34 de l'ailette 32 pour permettre un écoulement des TEG 7 autour des module de brûleurs 1 parallèlement ou quasi parallèlement au plan P. L'espace entre l'élément de déviation 34 de l'ailette 32 et le rebord 80 est plus important que la taille des ouvertures 33. Le rebord 80 fait un angle  $\theta$ .

Entre le conduit 2 et le bouclier 5 circule des TEG (cf. figure 3) qui sont aspirés par l'orifice 20, dont le diamètre est de préférence plus grand que celui des trous 50, vers la chambre de combustion 6 et permet ainsi un prémélange du combustible 4. Le bouclier 5 présente des parois 52 planes qui sont plus favorables à la création de remous. Les trous 50 permettent l'injection du gaz avec un angle  $\gamma$  par rapport à la paroi 52 du bouclier 5.

Selon une variante illustrée figure 4, le conduit 2 présente des ouvertures secondaires 21 d'injection qui permet l'injection du combustible 4 avec un angle  $\beta$  supérieur à  $\alpha$ . Chaque ouverture secondaire 21 est placées en vis-à-vis d'un trou secondaires 51 du bouclier 5. La quantité de combustible 4 injectée est de 80 à 95% par les orifices 20 et les trous 50 et de 5 à 20% par les orifices secondaires 21 et les trous secondaires 51.

30

## REVENDEICATIONS

1. Module de brûleur en veine (1) d'air comprenant un conduit  
5 d'alimentation (2) présentant une section sensiblement circulaire et un axe,  
des orifices d'injection (20) de combustible situés sur le conduit et destinés  
à produire une flamme, des orifices d'injection (34) de comburant et des  
ailettes (3) disposées symétriquement par rapport à un plan P  
d'écoulement du combustible en amont du module de brûleur et  
10 latéralement sur le conduit (2) de chaque côté des orifices d'injection (20)  
de combustible, caractérisé en ce qu'il y a au moins deux orifices  
d'injection (20) de combustible dans une section du conduit (2) et qu'ils ont  
un axe qui fait un angle  $\alpha$  avec le plan d'écoulement P du combustible, que  
l'angle  $\alpha$  est compris entre  $10^\circ$  et  $30^\circ$  et qu'il comprend des ailettes (3)  
15 formant un angle  $\beta$  avec le plan P d'écoulement du combustible tel que  
l'angle  $\beta$  est compris entre  $2\alpha$  et  $3\alpha$ .

2. Module de brûleur en veine (1) selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que les orifices d'injection (20) ont une section de taille  
20 différente de chaque côté du plan P.

3. Module de brûleur en veine selon une des revendications  
précédentes, caractérisé en ce qu'au moins deux orifices secondaires (21)  
d'injection de combustible font un angle  $\xi$  avec le plan P d'écoulement du  
25 combustible et que l'angle  $\xi$  est supérieur à l'angle  $\alpha$ .

4. Module de brûleur en veine selon la revendication  
précédente, caractérisé en ce que les orifices secondaires (21) d'injection  
de combustible d'angle  $\xi$  ont une section représentant 5% à 20% de la  
30 section totale des orifices d'injections (20) de combustible.

5. Module de brûleur en veine (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les ailettes (3) ont une section présentant des ouvertures d'injection (33) de comburant.

5 6. Module de brûleur en veine (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les ouvertures (33) présentent une section comprise entre 3 à 15% de la section des ailettes (3).

7. Module de brûleur en veine (1) selon une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que les ouvertures (33) ont une section de taille différente de chaque coté du plan P.

8. Module de brûleur en veine (1) selon une des revendications 5, 6 ou 7, caractérisé en ce que les ouvertures (33) comportent des éléments de déviations (34) faisant un angle  $\theta$  avec le plan P d'écoulement du combustible.

9. Module de brûleur en veine (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'angle  $\theta$  est sensiblement égal à l'angle  $\alpha$ .

10. Module de brûleur en veine (1) selon une des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que la section des ouvertures (33) augmente avec l'éloignement des orifices (20, 21).

11. Module de brûleur en veine (1) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un bouclier (5) placé entre le conduit (2) et la flamme, ledit bouclier (5) présentant des trous (50, 51) situés au droit des orifices d'injection (20, 21).

12. Module de brûleur en veine (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les trous (50, 51) sont situés sur une

paroi (52) du bouclier qui présente un angle  $\delta$  par rapport à l'axe des orifices d'injection (20, 21).

5 13. Module de brûleur en veine (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'angle  $\delta$  est sensiblement égal à  $90^\circ$ .

10 14. Module de brûleur en veine (1) selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des baffles (8) situées dans une partie extérieure du module de brûleur (1) et que lesdites baffles (8) ont un rebord (80) qui a un angle égal et opposé à celui de l'élément de déviation (34) situé le plus éloigné du conduit.

15 15. Module de brûleur en veine (1) selon une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il présente une surface projetée sur un plan perpendiculaire à l'écoulement des TEG est comprise entre 0,1 et 0,3  $m^2/MW$ .

20 16. Procédé de combustion comprenant un module de brûleur en veine selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le comburant a une teneur en oxygène inférieure à 21%.

25 17. Procédé de combustion comprenant un module de brûleur selon une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce qu'un prémélange est fait dans un espace entre le conduit (2) et le bouclier (5).

18. Bruleur constitué de modules selon une des revendications 1 à 15.

30 19. Bruleur selon la revendication 2, caractérisé en ce que deux modules adjacents ont des orifices d'injection (20) avec des sections de taille différentes de chaque côté du plan P de façon alternée.

20. Bruleur selon la revendication 7, caractérisé en ce que deux modules adjacents ont des ouvertures (33) de taille différentes de chaque côté du plan P de façon alternée.

5

10



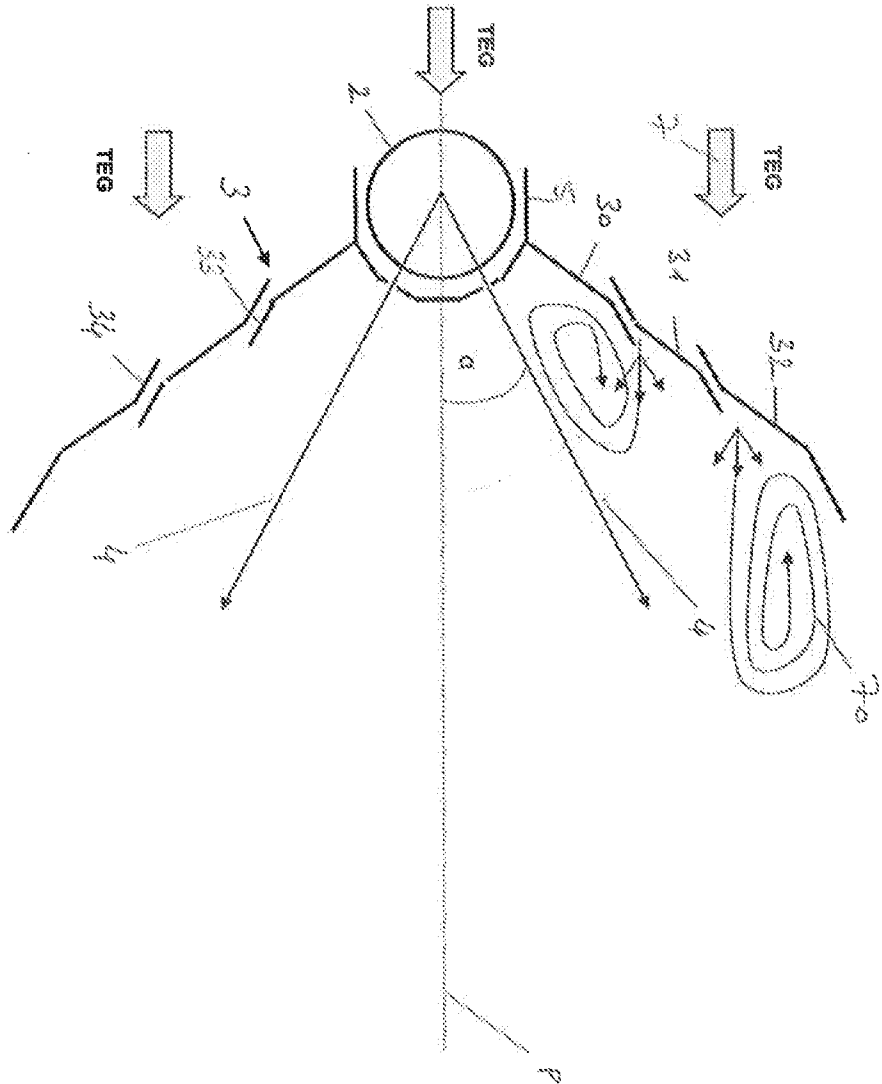


FIGURE 2

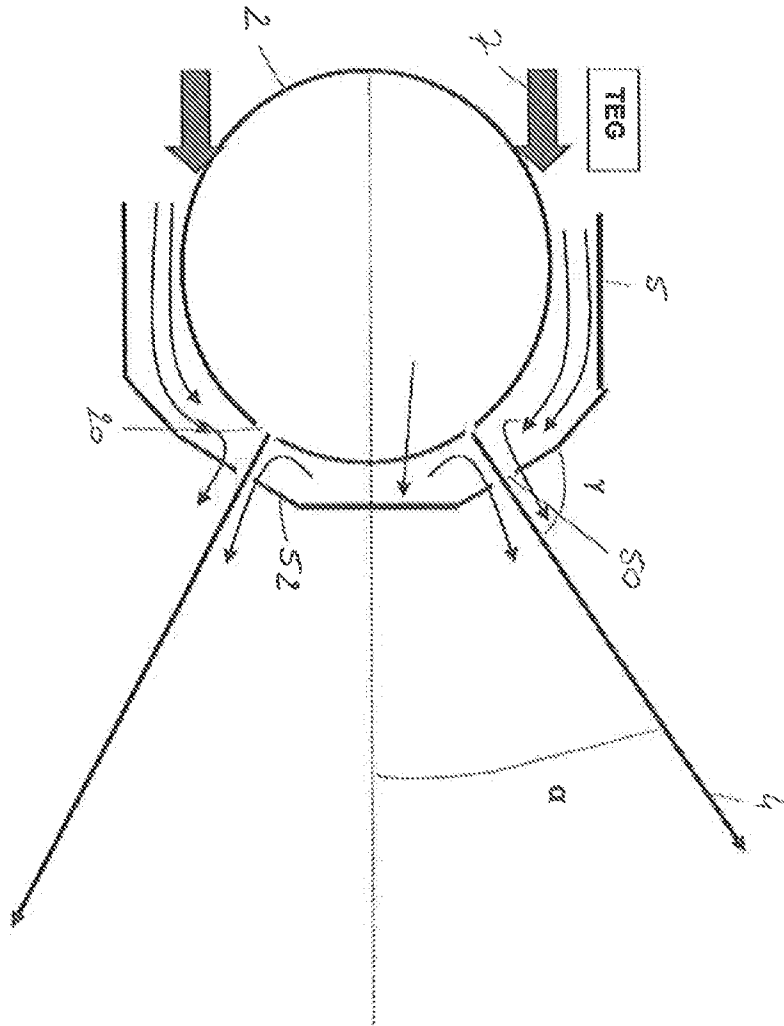
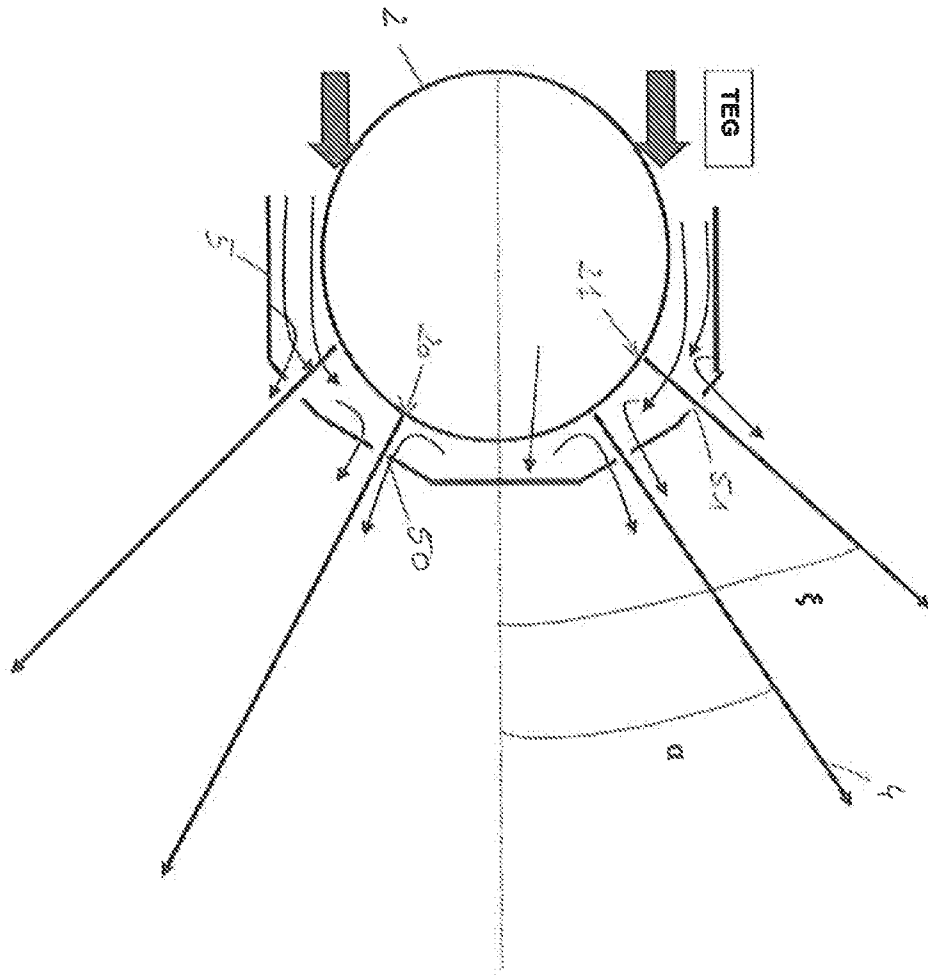
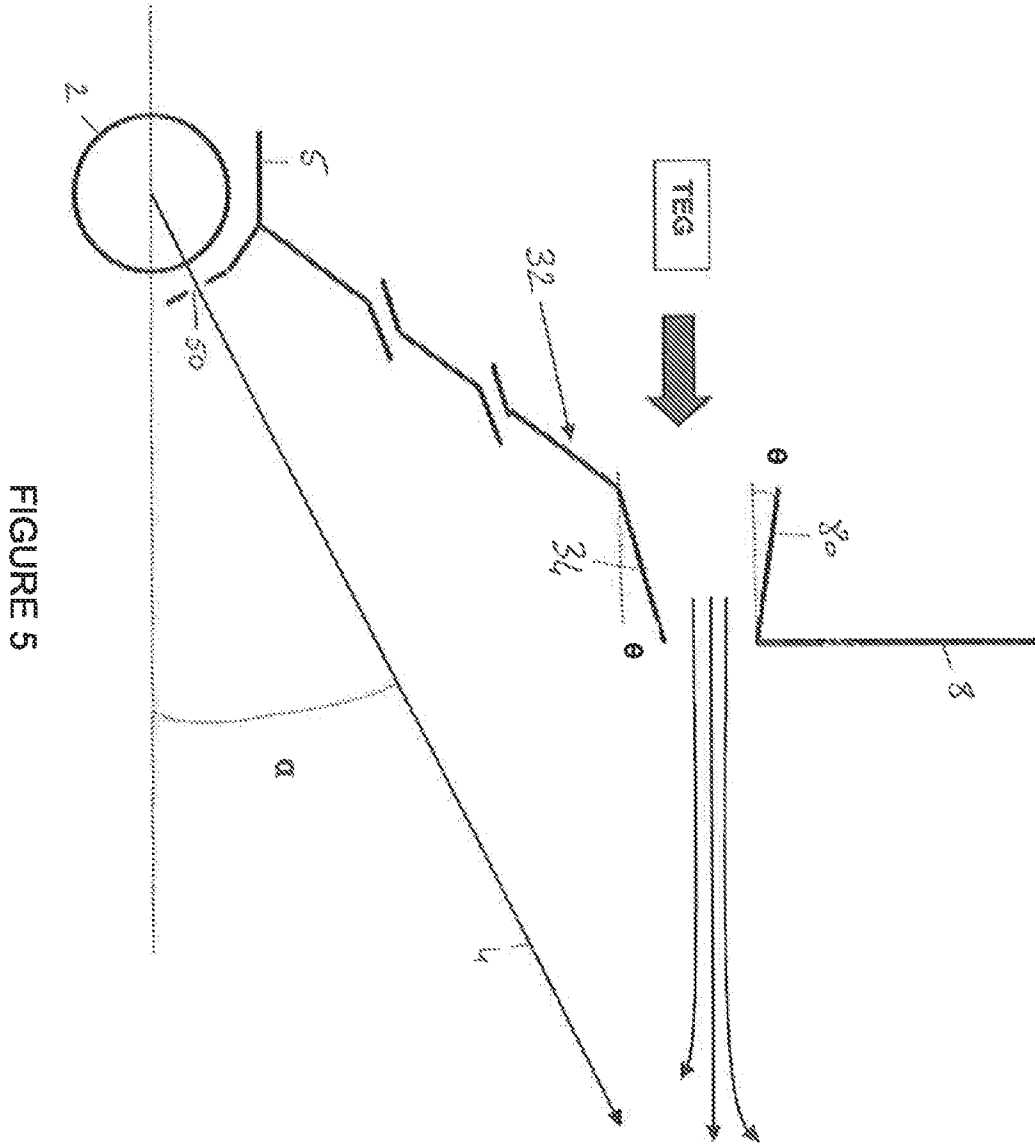
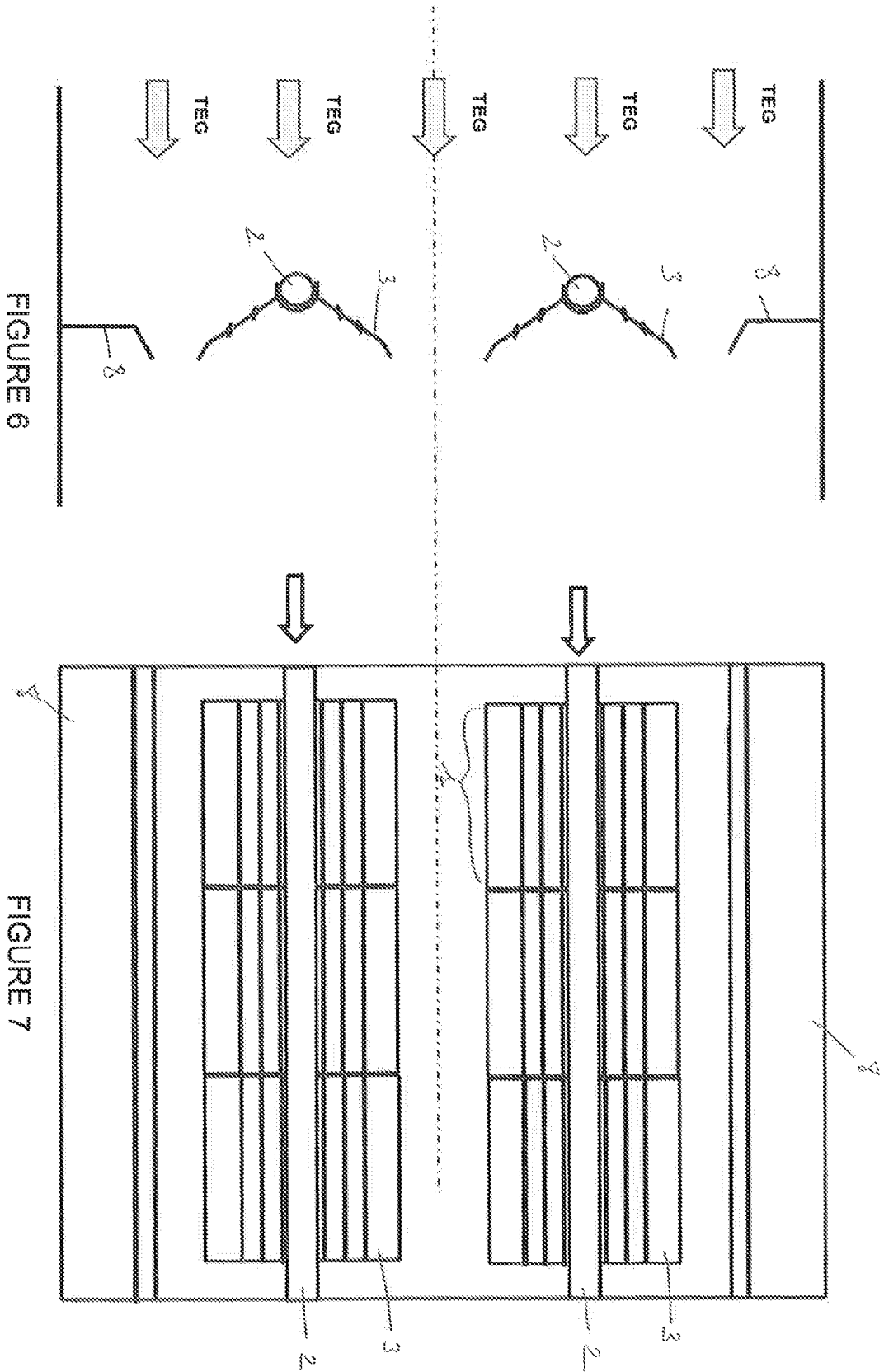


FIGURE 3





FIGURES 5



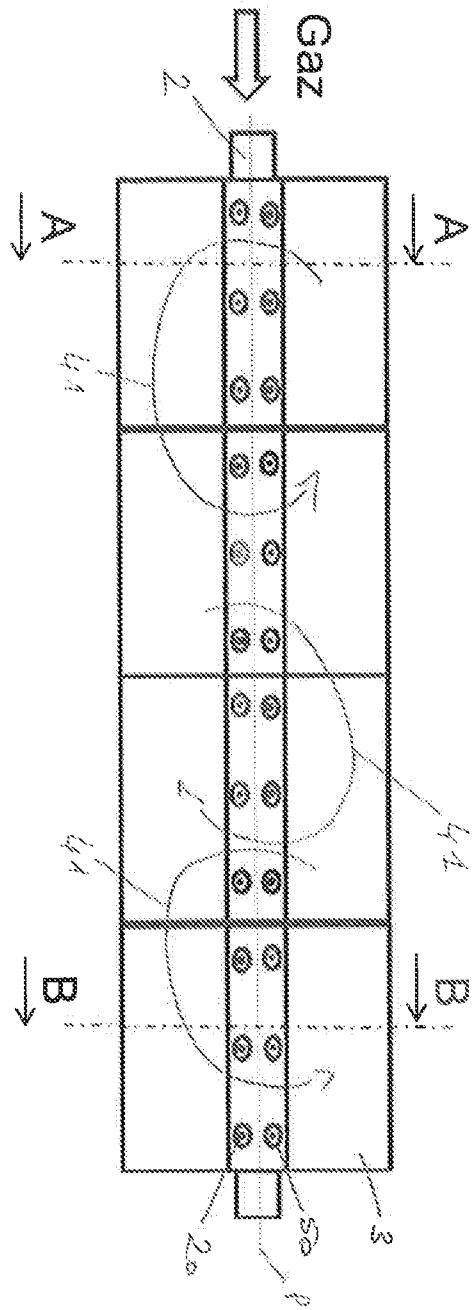


FIGURE 8

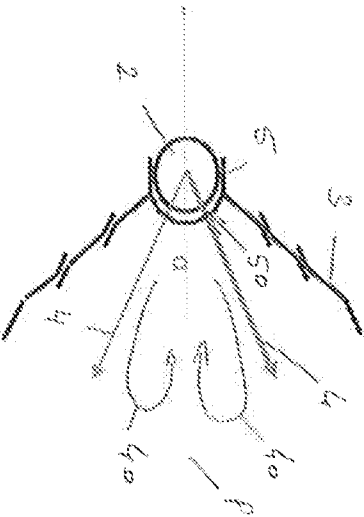


FIGURE 8a

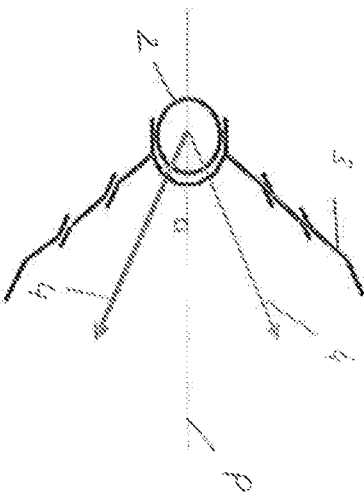
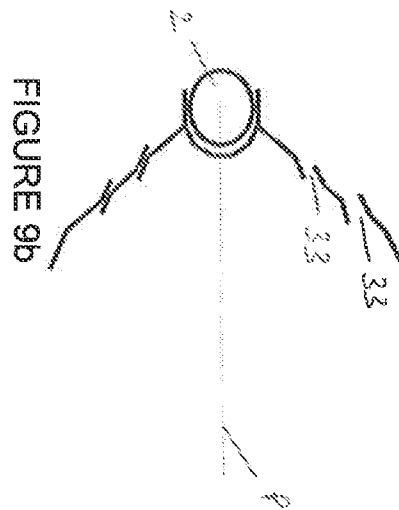
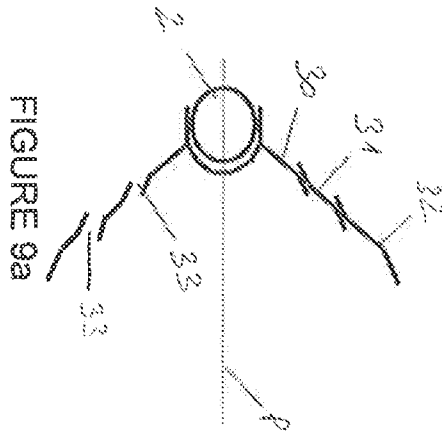


FIGURE 8b



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2015/050176

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F23R3/20 F23D14/20  
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)  
F23R F23D

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.
Y	US 3 732 059 A (GOODNIGHT H ET AL) 8 May 1973 (1973-05-08) column 1, line 7 - line 15 column 2, line 28 - column 3, line 49 figures 1-4	1-20
Y	EP 2 442 026 A1 (ELSTER GMBH [DE]) 18 April 2012 (2012-04-18) page 6, paragraph 45 - page 7, paragraph 49 figure 5	1-20
A	JP S60 89610 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 20 May 1985 (1985-05-20) abstract; figures 5-7	1,2
	----- -/-- -----	

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  7 May 2015	Date of mailing of the international search report  26/05/2015
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  Gavriliu, Costin

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2015/050176

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP S60 89611 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 20 May 1985 (1985-05-20) abstract; figure 3	1,11,12, 17
A	----- US 4 237 858 A (GOODNIGHT HERSHEL E [US] ET AL) 9 December 1980 (1980-12-09) column 3, line 66 - column 5, line 18 figures 2,4	1,3,14
A	----- EP 0 222 654 A1 (SNECMA [FR]) 20 May 1987 (1987-05-20) column 4, line 19 - column 5, line 50 claim 6 figures 1,4,6	1
A	----- US 6 301 875 B1 (BACKLUND JONATHAN C [US] ET AL) 16 October 2001 (2001-10-16) column 3, line 56 - column 5, line 15 figures 1,2	1
	-----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/FR2015/050176
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3732059	A	08-05-1973	NONE
-----			
EP 2442026	A1	18-04-2012	EP 2442026 A1 18-04-2012
			WO 2012048954 A1 19-04-2012
-----			
JP S6089610	A	20-05-1985	JP H0481081 B2 22-12-1992
			JP S6089610 A 20-05-1985
-----			
JP S6089611	A	20-05-1985	JP H0481082 B2 22-12-1992
			JP S6089611 A 20-05-1985
-----			
US 4237858	A	09-12-1980	CA 1126644 A1 29-06-1982
			DE 2965885 D1 25-08-1983
			EP 0003177 A2 25-07-1979
			JP S5936165 B2 01-09-1984
			JP S54119140 A 14-09-1979
			US 4237858 A 09-12-1980
-----			
EP 0222654	A1	20-05-1987	DE 3662623 D1 03-05-1989
			EP 0222654 A1 20-05-1987
			FR 2588920 A1 24-04-1987
			US 4730453 A 15-03-1988
-----			
US 6301875	B1	16-10-2001	NONE
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050176

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F23R3/20 F23D14/20 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) F23R F23D		
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
Y	US 3 732 059 A (GOODNIGHT H ET AL) 8 mai 1973 (1973-05-08) colonne 1, ligne 7 - ligne 15 colonne 2, ligne 28 - colonne 3, ligne 49 figures 1-4	1-20
Y	EP 2 442 026 A1 (ELSTER GMBH [DE]) 18 avril 2012 (2012-04-18) page 6, alinéa 45 - page 7, alinéa 49 figure 5	1-20
A	JP S60 89610 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 20 mai 1985 (1985-05-20) abrégé; figures 5-7	1,2
A	JP S60 89611 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 20 mai 1985 (1985-05-20) abrégé; figure 3	1,11,12, 17
	-/--	
<input checked="" 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  7 mai 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  26/05/2015
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  Gavriliu, Costin

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 237 858 A (GOODNIGHT HERSHEL E [US] ET AL) 9 décembre 1980 (1980-12-09) colonne 3, ligne 66 - colonne 5, ligne 18 figures 2,4 -----	1,3,14
A	EP 0 222 654 A1 (SNECMA [FR]) 20 mai 1987 (1987-05-20) colonne 4, ligne 19 - colonne 5, ligne 50 revendication 6 figures 1,4,6 -----	1
A	US 6 301 875 B1 (BACKLUND JONATHAN C [US] ET AL) 16 octobre 2001 (2001-10-16) colonne 3, ligne 56 - colonne 5, ligne 15 figures 1,2 -----	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/050176

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3732059	A	08-05-1973	AUCUN	
EP 2442026	A1	18-04-2012	EP 2442026 A1 WO 2012048954 A1	18-04-2012 19-04-2012
JP S6089610	A	20-05-1985	JP H0481081 B2 JP S6089610 A	22-12-1992 20-05-1985
JP S6089611	A	20-05-1985	JP H0481082 B2 JP S6089611 A	22-12-1992 20-05-1985
US 4237858	A	09-12-1980	CA 1126644 A1 DE 2965885 D1 EP 0003177 A2 JP S5936165 B2 JP S54119140 A US 4237858 A	29-06-1982 25-08-1983 25-07-1979 01-09-1984 14-09-1979 09-12-1980
EP 0222654	A1	20-05-1987	DE 3662623 D1 EP 0222654 A1 FR 2588920 A1 US 4730453 A	03-05-1989 20-05-1987 24-04-1987 15-03-1988
US 6301875	B1	16-10-2001	AUCUN	