

(19)



(11)

EP 3 074 695 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

01.01.2020 Bulletin 2020/01

(51) Int Cl.:

F23D 14/22 ^(2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/EP2014/075540

(21) Numéro de dépôt: **14803102.4**

(22) Date de dépôt: **25.11.2014**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2015/078862 (04.06.2015 Gazette 2015/22)

(54) **BRÛLEUR POUR UN FOUR DE RÉCHAUFFAGE DE PRODUITS SIDÉRURGIQUES OU POUR UN
FOUR DE TRAITEMENT THERMIQUE**

**BRENNER FÜR EINEN METALLHEIZOFEN ODER FÜR EINEN OFEN ZUR THERMISCHEN
BEHANDLUNG**

BURNER FOR METAL HEATING FURNACE OR FOR THERMAL TREATMENT FURNACE

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Inventeurs:

- **GIRAUD, Patrick**
94700 Maisons Alfort (FR)
- **LEMAIRE, Sébastien**
94700 Maisons Alfort (FR)

(30) Priorité: **26.11.2013 FR 1361634**

(43) Date de publication de la demande:

05.10.2016 Bulletin 2016/40

(74) Mandataire: **IP Trust**

2, rue de Clichy
75009 Paris (FR)

(73) Titulaire: **Fives Stein**

94700 Maisons Alfort (FR)

(56) Documents cités:

EP-A1- 0 994 302 EP-A2- 0 823 593
EP-A2- 0 974 552 EP-A2- 1 916 477
FR-A1- 2 927 327

EP 3 074 695 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne un système de combustion générant un flux thermique pour le chauffage de matériaux, notamment pour fours de réchauffage de produits sidérurgiques.

[0002] Un système de combustion de ce type est connu d'après EP 0 994 302, correspondant à FR 2 784 449, au nom de la société demanderesse.

[0003] On sait que les fours de traitement thermique, notamment de réchauffage, ou de maintien, sont destinés à porter des produits, notamment des brames, blooms et similaires, aux températures requises par exemple pour un laminage ou en vue de l'obtention d'une structure métallurgique donnée.

[0004] Il est également connu que la qualité du traitement d'un produit, par exemple par un laminage ou un traitement thermique, exige une température précise et homogène à l'intérieur du produit, cette température dépendant du type de traitement souhaité ou de la composition chimique du produit à traiter.

[0005] Par exemple, dans les fours de réchauffage de produits métallurgiques, le niveau de température moyen est obtenu en faisant passer les produits dans des zones dites de chauffage qui sont caractérisées par un flux thermique important, ce qui engendre une grande hétérogénéité de température dans les produits réchauffés, en particulier dans les fours équipés de brûleurs à flamme axisymétrique selon l'état de l'art.

[0006] Afin d'obtenir une homogénéité de température requise pour leur traitement ultérieur, les produits sortant des zones de chauffage traversent une zone d'égala- tion dans laquelle l'apport de chaleur est très faible, à des températures de zone proches de la température de défournement, ce qui permet d'obtenir une égalisation des températures dans l'épaisseur des produits. Pour des raisons économiques, il n'est pas envisageable d'avoir un temps de séjour trop important dans cette zone d'égala- tion et ce temps d'égala- tion est un compromis entre la valeur maximum d'hétérogénéité acceptée et les coûts découlant de la construction de cette zone du four.

[0007] Une première solution pour améliorer l'homogénéité du flux thermique apporté par les brûleurs axisymétriques aux produits dans le four résulte de la mise au point du brûleur à flamme étalée selon EP 0 994 302. Or depuis, les réglementations mondiales ou locales en matière de limitation des rejets de polluants, par exemple les NOx, ont considérablement réduit les limites des valeurs d'émission acceptables en matière de rejet, ce qui nécessite l'amélioration de la technologie du brûleur.

[0008] Le brûleur à flamme étalée selon EP 0 994 302 apporte une amélioration sensible par rapport aux brû- leurs à flamme axisymétrique en répartissant le flux ther- mique de la flamme sur une surface importante, parallè- lement au plan des produits.

[0009] Le brûleur à flamme étalée permet de limiter le gradient de température à la surface des produits qui sont positionnés dans un four muni de tels brûleurs sen-

siblement parallèlement au plan d'étalement de la flam- me.

[0010] Ce brûleur permet :

- 5 - de réduire la durée de la phase d'égala- tion des températures des produits, donc la longueur de la zone des fours de réchauffage dans laquelle cette égalisation de température est opérée ;
- 10 - de limiter les risques de surchauffe localisée du pro- duit grâce à l'absence de zone très chaude ou de point chaud dans la flamme. Cette caractéristique permet l'amélioration de l'état métallurgique final du produit traité ;
- 15 - de répartir la combustion sur un volume plus impor- tant que celui réalisé par les brûleurs axisymétri- ques, ce qui permet de mieux contrôler le mélange des réactifs et des produits de combustion dans l'en- ceinte du four. Ceci réduit les émissions de polluants générés par la combustion et réduit la formation d'oxydes à la surface des produits réchauffés.
- 20 - de réduire la hauteur du laboratoire du four grâce à la réduction de la dimension de la flamme perpen- diculairement au plan des produits.
- 25 - de remplacer un nombre important de brûleurs im- plantés sur la voûte du four par un nombre plus réduit de brûleurs implantés sur les parois du four. Le circuit de distribution de combustible et de comburant est plus réduit et il est réalisé pour un coût plus faible.

[0011] Ces avantages ont été reconnus par les utiliza- teurs des brûleurs à flamme étalée suivant l'état de l'art, cependant la forme du tunnel suivant EP 0 994 302 limite l'aspiration des fumées ambiantes à la racine des jets de combustible, ce qui entraîne une zone de surchauffe lo- cale des produits de combustion près du tunnel, cette température importante augmente les émissions de NOx.

[0012] On voit que le niveau de pollution, en particulier le niveau de NOx émis, devait être amélioré par rapport à EP 0 994 302 de façon à conserver cette technologie de brûleur à flamme étalée au meilleur niveau en antici- pant les évolutions de réglementation attendues en ma- tière d'émission de polluants dans les différents pays du monde.

[0013] Un but de l'invention est l'amélioration de la con- ception d'un brûleur à flamme étalée qui permet d'obtenir une meilleure homogénéité de transmission du flux ther- mique généré par ladite flamme, afin de réduire l'hété- rogénéité de température induite dans les produits à ré- chauffer, et qui permet d'obtenir un meilleur transfert thermique et de réduire la quantité de polluants émis, en particulier les NOx.

[0014] L'invention apporte une réponse à ce problème en mettant à disposition des utilisateurs une nouvelle technologie de brûleurs à flamme étalée pour le réchauf- fage de produits sidérurgiques qui, tout en conservant ou améliorant la forme de la flamme étalée, permet d'améliorer la répartition du flux thermique vers le produit

et de réduire de façon importante les émissions de polluants, en particulier les NOx.

[0015] L'invention est définie dans les revendications. L'invention résout ledit problème par moyen d'un brûleur selon la revendication 1 et par une méthode d'utilisation selon la revendication 6.

[0016] De préférence, le rapport des impulsions entre le comburant et combustible est compris entre 5 et 50, suivant les caractéristiques des réactifs, en particulier compris entre 30 et 50 pour le gaz naturel, ou entre 3 et 15 pour un gaz pauvre.

[0017] Avantageusement, les angles d'inclinaison des axes géométriques des canaux d'alimentation en comburant, et les diamètres de ces orifices d'alimentation sont choisis de façon à :

a/ produire une flamme étalée par la combinaison de l'injection de combustible par l'orifice de combustible et de l'injection de comburant par les orifices de comburant du premier ensemble,

b/ étendre le volume de la réaction issue des jets des orifices du premier ensemble et de l'orifice de combustible avec le comburant issu directement des orifices du deuxième ensemble, ou avec le comburant qui a préalablement été recirculé dans le four et s'est dilué lors de cette recirculation avec les produits de combustion du four dans un plan vertical,

c/ réaliser cette dilution par les recirculations de produits de combustion de façon à mélanger les réactifs dans un volume important de fumées avant de réaliser l'oxydation du combustible par le comburant résiduel pour réaliser l'expansion de cette zone de réaction dans un volume important et limiter la production de points chauds,

d/ réaliser une combustion du combustible et du comburant dilués, en particulier avec les produits de combustion produisant un niveau de NOx limité.

[0018] Avantageusement, un brûleur selon l'invention est caractérisé par la combinaison des positions relatives des orifices d'injection du combustible et du comburant, du diamètre des orifices d'injection, de la vitesse des fluides issus de ces orifices lors du fonctionnement, et de l'angle des canaux d'alimentation de façon à ce que les jets de combustible, de comburant et de gaz de combustion recirculés puissent se combiner pour contrôler leur point de convergence et de mélange.

[0019] Selon l'invention, les axes des orifices d'alimentation en comburant sont compris dans des plans horizontaux, sensiblement parallèles au plan des produits, et sont inclinés, par rapport à la direction axiale, d'un angle (a) pour les orifices du deuxième ensemble, et d'un angle (b) pour les orifices du premier ensemble.

[0020] L'angle (a) des axes géométriques des paires d'orifices du deuxième ensemble est compris entre 5° et 18°, et les axes sont divergents. L'angle (b) des axes géométriques des paires d'orifices du premier ensemble est compris entre 10° et 20°, et les axes sont divergents.

[0021] L'expression « axe géométrique d'un orifice » est à comprendre comme désignant l'axe géométrique du canal d'injection aboutissant à l'orifice.

[0022] De préférence, les paires d'orifices d'alimentation en comburant débouchent dans un plan de sortie sensiblement confondu avec un plan correspondant à la face interne du four.

[0023] De préférence, chacun des deux ensembles d'orifices comporte deux groupes de deux orifices dont les axes sont situés dans un plan parallèle au plan horizontal passant par la direction axiale du brûleur, les plans des axes des orifices 8 ou 8' du deuxième ensemble étant situés à une distance Y_8 dudit plan horizontal, et les plans des axes des orifices 9 ou 9' du premier ensemble étant situés à une distance Y_9 , et le rapport entre les distances Y_9 à Y_8 est avantagéusement compris entre 0,4 et 0,7.

[0024] Les orifices 8 et 8' du deuxième ensemble sont, de préférence, à une distance du plan vertical axial inférieure à la distance à ce plan des orifices 9 et 9' du premier ensemble, le rapport des distances pouvant être compris entre 0,5 et 0,7.

[0025] Le brûleur peut être caractérisé par la présence de deux caissons de comburant aptes à être alimentés par des circuits indépendants, et aptes à alimenter respectivement les deux ensembles d'orifices, et un troisième ensemble d'orifices situés radialement à l'intérieur des orifices des deux premiers ensembles, lesquels sont adaptés pour obtenir une flamme étalée longue, tandis que le troisième ensemble d'orifices est adapté pour obtenir une flamme étalée courte.

[0026] Le brûleur peut être caractérisé par la présence de deux caissons de comburant alimentés par des circuits indépendants, et alimentant respectivement les deux ensembles d'orifices, et un troisième ensemble d'orifices situés radialement à l'intérieur des orifices des deux premiers ensembles, lesquels permettent d'obtenir une flamme étalée longue, tandis que le troisième ensemble d'orifices permet d'obtenir une flamme étalée courte.

[0027] Le brûleur peut comporter une canne pour l'injection de combustible, réalisée par une pluralité de tubes pour l'utilisation de plusieurs combustibles de natures différentes.

[0028] L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en un certain nombre d'autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos d'exemples de réalisation décrits avec référence aux dessins annexés, mais qui ne sont nullement limitatifs. Sur ces dessins :

Fig. 1 est une coupe schématique selon le plan vertical I-I de Fig. 2, passant par la direction axiale d'un brûleur selon l'invention ; pour simplifier les canaux d'injection ont été représentés en trait plein, bien que situés en dehors du plan de coupe.

Fig. 2 présente le brûleur vu de face, de l'intérieur

du four.

Fig. 3 présente une coupe schématique du brûleur par un plan horizontal, en vue de dessus ; pour simplifier, les canaux d'injection ont été représentés en trait plein, bien que situés en dehors du plan de coupe.

Fig. 4 est une vue en coupe de dessus, semblable à Fig. 3, illustrant les panaches de fluide sortant par les divers orifices ; pour simplifier, les canaux d'injection ont été représentés en trait plein, bien que situés en dehors du plan de coupe.

Fig. 5 est une vue en coupe de dessus, semblable à Fig. 4, illustrant le volume de la flamme amorcée par les jets de comburant du premier ensemble avec le jet de combustible, et les courants de recirculation.

Fig. 6 est une vue de dessus, semblable à Fig. 4, illustrant le volume de la flamme avec les jets de comburant du deuxième ensemble et les courants de recirculation.

Fig. 7 est une coupe schématique selon le plan vertical VII-VII de Fig. 8, semblable à Fig. 1, d'une variante de brûleur selon l'invention, et

Fig. 8 est une vue de face, de l'intérieur du four, du brûleur de Fig. 7.

[0029] Selon le brûleur à flamme étalée suivant EP 0 994 302, l'injection de combustible s'effectuait par le moyen d'orifices orientés dans un plan horizontal vers l'extérieur du brûleur, les orifices d'injection de comburant étaient également inclinés vers l'extérieur du brûleur pour générer la flamme étalée. Il a été constaté que cette disposition favorise le mélange rapide du comburant et du combustible près de la face avant du brûleur, donc la formation de zones chaudes locales dans la flamme ce qui favorise dans ces zones la formation de NOx thermiques.

[0030] Selon l'invention, les moyens d'injection du combustible et du comburant ont été améliorés pour obtenir une réduction des NOx produits, tout en conservant une flamme étalée et afin de produire une dynamique d'oxydation du combustible ralentie pour réduire l'émission de polluants.

[0031] En se reportant aux Fig. 1 à 3, on peut voir que le brûleur est composé d'un diffuseur de comburant 1 installé dans le mur latéral du four 2 dont la face avant est sensiblement dans l'alignement de la face interne de ce mur de four selon le plan P, et d'un corps de comburant 3 équipé d'une bride de raccordement 4 vers un circuit d'alimentation en comburant de combustion schématiquement représenté par une flèche 5. La canne de combustible 6 est connectée à un circuit d'alimentation 7 symboliquement représenté par une flèche.

[0032] La canne de combustible 6, notamment rectiligne, débouche sensiblement dans le plan du mur du four P selon un orifice 10 d'axe perpendiculaire à ce plan. Le brûleur admet une direction axiale correspondant à l'axe géométrique de la canne 6 et de l'orifice 10. La canne 6 traverse l'épaisseur du diffuseur 1.

[0033] Il est possible de réaliser une canne mono-combustible comme présenté sur Fig. 1-3, ou poly-combustible en réalisant plusieurs alimentations, par exemple avec un orifice pour le gaz naturel et un autre orifice pour un autre combustible. Cette disposition de plusieurs injections pour plusieurs combustibles peut être réalisée selon toutes formes suivant l'état de l'art. L'injection de combustible s'effectue suivant la direction axiale du brûleur avec un orifice central, ou suivant une direction parallèle à la direction axiale du brûleur avec un orifice situé sensiblement dans l'axe du brûleur.

[0034] Le corps de comburant 3 alimente les injections de comburant selon deux ensembles de quatre orifices à savoir : deux orifices symétriques 8,8 et 9,9 par rapport à un plan vertical et leurs symétriques 8',8' et 9',9' par rapport à un plan horizontal. Les quatre orifices 9, 9' forment un premier ensemble, et les quatre orifices 8, 8' forment un second ensemble.

[0035] Tous les orifices d'injection selon Fig. 3 sont situés sensiblement dans le plan du mur du four P. Les axes géométriques des canaux d'injection de comburant avec orifices 8, 8' du second ensemble sont inclinés d'un angle (a) par rapport à la perpendiculaire au plan P, les axes géométriques des canaux d'injection du premier ensemble avec orifices 9, 9' sont inclinés d'un angle (b) par rapport à la perpendiculaire au plan P.

[0036] Les axes des paires d'orifices 8, 8' du second ensemble sont contenus dans un même plan parallèle au plan horizontal Y_{10} , passant par l'axe de l'orifice 10, à une distance Y_8 comme illustré par Fig. 2. Les axes des paires d'orifices 9, 9' du premier ensemble sont contenus dans un même plan parallèle au plan horizontal, à une distance Y_9 .

[0037] Le fonctionnement du brûleur est schématisé sur Fig. 4 qui est une image sur laquelle sont présentés des volumes associés aux injections de réactifs, ces volumes étant de dimensions différentes selon les points d'injections 8, 8', 9, 9' et 10. Il apparaît que le résultat recherché est obtenu par une combinaison particulière du positionnement des orifices de combustible et de comburant, des angles respectifs des canaux d'alimentation des orifices par rapport au plan P, et à la direction axiale du brûleur, et des impulsions de chaque jet par rapport aux jets voisins. Ceci permet de contrôler les zones de réaction des réactifs schématisées par les panaches repérés par des chiffres entre crochets [8], [9] et [10] sur Fig. 4, la zone [10] correspondant au combustible.

[0038] Les orifices de comburant 9 et 9' représentés sur les Fig. 2 et 3 sont situés à proximité immédiate de l'orifice de sortie du combustible 10 et les axes de leurs canaux d'injection sont inclinés selon un angle (b) compris entre 10 et 23° par rapport à la perpendiculaire au

plan P. Lesdits axes sont compris dans un plan horizontal et éloignés du centre du brûleur de façon à donner à la flamme sa forme étalée, c'est-à-dire non pas deux flammes indépendantes et symétriques mais une flamme unique étalée suivant les directions principales données par les orifices 9 et 9' comme représenté par [11] sur Fig. 5 et spécifique de ce type de brûleurs à flamme étalée.

[0039] Ce résultat est obtenu par la combinaison des positions relatives des orifices d'injection du combustible et du comburant, du diamètre des orifices d'injection, de la vitesse des fluides issus de ces orifices lors du fonctionnement, et de l'angle des canaux d'alimentation de façon à ce que les jets de combustible et de mélange de comburant et de gaz de combustion puissent se combiner pour contrôler leur point de convergence et de mélange. Les jets de combustible et les jets de mélange de comburant et de gaz de combustion recirculés ont une forme conique plus ouverte que les panaches représentés dans un but de simplification sur Fig. 4, et par point de convergence, on désigne le point d'intersection du jet de combustible et des jets de mélange comburant et de gaz de combustion recirculés. Par ce moyen, il est possible de maîtriser l'oxydation progressive du combustible et la dilution des réactifs avec les produits de combustion du four.

[0040] Pour le brûleur suivant l'invention, on choisit un rapport d'impulsion (débit massique multiplié par la vitesse) des jets de comburant sur les jets de combustible. Le rapport des impulsions entre le comburant et combustible est compris entre 5 et 50, suivant les caractéristiques des réactifs, en particulier compris entre 30 et 50 pour le gaz naturel, ou entre 3 et 15 pour un gaz pauvre.

[0041] L'oxydation du combustible injecté dans le four par l'orifice 10, selon le panache [10] schématisé, se produit progressivement avec le comburant injecté par les orifices 9,9' pour étaler la combustion dans un volume de flamme important, ce qui provoque un abaissement de la température moyenne de cette flamme. Ce phénomène est accéléré par la recirculation de fumées du four comme représenté par les flèches 12 et 13 sur Fig. 6, qui laissent le temps aux réactifs d'être mélangés avant de se combiner, ce qui augmente le volume de la flamme et participe au ralentissement du phénomène d'oxydation du combustible et à l'abaissement de la température moyenne de la flamme. La dilution des réactifs, à savoir combustible et comburant, dans le four s'opère avec les produits de combustion ou fumées présents dans ce four à une température typiquement comprise entre 850°C et 1450°C. La température du comburant injecté suivant [8] et [9] est typiquement comprise entre 400°C et 650°C.

[0042] Contrairement aux flammes des brûleurs selon l'état de l'art dont la propagation de la combustion est essentiellement surfacique avec des zones de réaction à des températures très élevées, selon l'invention les réactions d'oxydation se font dans le volume car les mélanges sont à des températures supérieures à la température d'auto-inflammation, c'est-à-dire que la température de l'enceinte de réaction et/ou la température des

réactifs lors de leur introduction dans le four sont suffisamment élevées pour réaliser ces réactions.

[0043] Les réactions d'oxydation des réactifs selon l'invention étant réalisées dans un volume plus important, ceci entraîne une meilleure homogénéité de température de ce volume avec moins de zones à haute température dans la flamme, ce qui entraîne une diminution importante de la production de NOx. Ce phénomène est caractérisé par la formation d'une flamme dont la luminosité est réduite par rapport à celles obtenues selon l'état de l'art, ceci étant obtenu par la recirculation des gaz de combustion à l'intérieur du four avec les réactifs injectés par les orifices 8, 8', 9 et 9'.

[0044] Fig. 6 présente le dispositif de contrôle de la combustion réalisé grâce aux orifices d'injection 8 et 8', du second ensemble, disposés dans des plans parallèles au plan horizontal. Les axes des orifices 8 et 8' sont situés à des distances Y_8 , supérieures aux distances Y_9 des trous 9 et 9' au plan de symétrie horizontal Y_{10} du brûleur.

[0045] Les angles d'injection (a) des axes géométriques des orifices 8 par rapport à la perpendiculaire au plan P sont avantageusement choisis entre 5° et 18° de façon à produire les effets suivants sur la flamme réalisée par les injections des orifices 9, 9' et 10 :

- 1/ l'étalement de la flamme dans le plan horizontal pour respecter la hauteur disponible dans le four et privilégier l'étalement horizontal de la zone de combustion,
- 2/ une oxydation du combustible résiduel qui n'a pas réagi avec les jets de comburant 9,9',
- 3/ l'induction de courants de recirculation comparables à ceux illustrés par les flèches 12 et 13 sur Fig. 6 afin de diluer plus encore les réactifs avec les fumées du four, ce qui ralentit la réaction d'oxydation du combustible et réalise cette réaction dans un volume de combustible plus important, ce qui permet ainsi de réduire les zones chaudes dans la flamme, et ainsi limiter les quantités de polluants produits, principalement les NOx.

[0046] En effet, une partie du comburant ne réagit avec le combustible qu'après recirculation et dilution par les fumées ce qui provoque :

- 1/ une augmentation du volume de réaction,
- 2/ une température moyenne de la zone de réaction plus faible parce qu'elle se développe dans un volume de réactivité plus importante,
- 3/ une réduction de l'émission de NOx thermiques à cause de la réduction du nombre et du volume des points chauds dans la flamme.

[0047] Il apparaît que l'optimisation de la flamme produite par cet ensemble d'injecteur de combustible 10 et des deux ensembles d'injecteurs de comburant 8,8' et 9,9' est de préférence réalisée par une combinaison des dispositions suivantes :

1/ la position, le diamètre et l'angle des orifices et injecteurs de comburant du premier ensemble 9, 9' situés à proximité du plan de l'injecteur de combustible 10.

2/ l'optimisation du nombre et des positions relatives des injecteurs de comburant 9, 9' du premier ensemble, de leur angle d'inclinaison (b) et de leurs diamètres, et de l'injecteur de combustible 10, en combinaison avec les vitesses d'éjection des réactifs issus de ces injecteurs.

3/ la position des injecteurs de comburant 8, 8' du deuxième ensemble, leur angle d'inclinaison (a) et leurs diamètres pour réaliser l'étalement de la zone de réaction dans le plan horizontal et générer une recirculation secondaire du comburant introduit par les jets de ces orifices 8, 8' et des fumées autour de la zone de réaction, 4/ le volume de la zone de réaction obtenue grâce aux injecteurs 9, 9', aux injecteurs 8, 8' et 10 permet d'obtenir un volume de réaction important dont l'homogénéité est bien adaptée au chauffage des produits sidérurgiques.

[0048] Dans un mode préféré de mise en œuvre de l'invention, les distances Y_9 et Y_8 sont dans un rapport compris entre 0,4 et 0,7.

[0049] Les orifices 8, 8' du deuxième ensemble sont, de préférence, à une distance du plan vertical axial, passant par l'axe de la canne 6, inférieure à la distance à ce plan des orifices 9, 9' du premier ensemble, le rapport des distances pouvant être compris entre 0,5 et 0,7.

[0050] Les Fig. 7 et 8 présentent une variante d'exécution du brûleur selon l'invention dans une application à modulation de flamme, c'est-à-dire pour la réalisation d'un brûleur capable de produire une flamme étalée longue ou une flamme étalée courte suivant son régime de fonctionnement.

[0051] On voit sur Fig. 7 que le brûleur des figures précédentes est conservé, avec son corps de comburant 3 alimentant les paires d'orifices 8, 8' et 9, 9' à partir de la bride de raccordement 4 au circuit 5. Une cloison 14, notamment cylindrique, sépare le corps de comburant 3 d'une autre chambre 15, formant un corps de comburant alimenté par la bride 16 à partir d'un circuit 17 sommairement représenté par une flèche. Le corps de comburant 3 alimente les deux ensembles de paires d'orifices 8, 8' et 9, 9' dont le positionnement, l'angle d'inclinaison et le diamètre et la vitesse du fluide sont déterminés pour produire une flamme étalée longue similaire à celle précédemment décrite, et un troisième ensemble d'orifices 18, répartis concentriquement à l'orifice 10 pour produire une flamme étalée courte. Les orifices 18 sont avantageusement répartis, par exemple comme sur Fig. 8 au nombre de six, sur une circonférence centrée sur l'axe géométrique de l'orifice 10 de combustible.

[0052] Les deux ensembles d'orifices 8, 8' et 9, 9' de comburant pour produire la flamme étalée longue sont sensiblement identiques à ceux décrits précédemment. Ils sont positionnés radialement à l'extérieur du troisième

ensemble d'orifices 18, comme représenté sur Fig. 8.

[0053] Ce troisième ensemble d'orifices 18, situé radialement à l'intérieur des deux premiers ensembles, permet l'obtention d'une flamme étalée courte, proche de la paroi du four 2, qui va répartir son énergie sur l'extrémité du produit situé à proximité de cette paroi et ainsi permettre de maîtriser la distribution de puissance thermique sur le produit par le choix de la flamme étalée longue produite par les orifices 8, 8' et 9, 9' alimentés par les éléments 5 et 4 et 3, ou avec une flamme étalée courte obtenue en utilisant les orifices 18, alimentés par les éléments 17 et 15 et 16.

[0054] Les brûleurs fonctionnant suivant l'invention assurent donc la production d'une flamme étalée et diluée qui permet la dilution des réactifs avant leur oxydation avec un bas niveau de production de NOx, ceci avec une flamme étalée longue, ou avec un brûleur unique avec une flamme étalée longue ou courte.

[0055] Ce brûleur est particulièrement adapté à la maîtrise du profil thermique du produit dans le four, par exemple selon le procédé décrit dans EP 0 994 302.

[0056] Les tests réalisés en plateforme d'essais ont montré que le niveau de NOx produit par ce type de brûleur, en particulier en flamme étalée longue, est très inférieur aux limites fixées par les réglementations actuelles et futures. Ce niveau de NOx très réduit permet d'anticiper une limitation réglementaire des émissions de polluants et ainsi les montants des taxes locales qui en découleront.

Revendications

1. Brûleur de four de réchauffage de produits sidérurgiques tels que billettes, blooms ou brames, ou de four de traitement thermique, équipé d'un dispositif d'injection de combustible et d'un corps d'alimentation en comburant alimentant des orifices d'alimentation en comburant (8, 9), le brûleur présentant une direction axiale:

- le corps d'alimentation en comburant comportant deux ensembles de quatre orifices d'alimentation en comburant (8, 8' ; 9, 9'), chaque ensemble comportant deux orifices situés au-dessus (8, 9) d'un plan horizontal passant par la direction axiale du brûleur, et deux orifices (8', 9') situés au-dessous de ce plan, les orifices (8, 8') d'un second ensemble étant plus éloignés dudit plan horizontal que ceux (9, 9') du premier ensemble, les axes géométriques des canaux d'alimentation des orifices des deux ensembles présentant des angles d'inclinaison (a, b) par rapport à ladite direction axiale du brûleur,
- les axes des orifices d'alimentation en comburant étant compris dans des plans horizontaux et sont inclinés, par rapport à la perpendiculaire au plan de sortie, d'un angle (a) pour les orifices

(8,8') du second ensemble, et d'un angle (b) pour les orifices (9,9') du premier ensemble, les axes des orifices d'alimentation en comburant étant divergents,

caractérisé en ce que:

- le dispositif d'injection est prévu pour assurer une injection centrale du combustible par un orifice (10) suivant, ou parallèle à, la direction axiale du brûleur, 5
 - l'angle (a) des axes géométriques des paires d'orifices (8,8') du second ensemble est compris entre 5° et 18°, et les axes sont divergents, 10
 - l'angle (b) des axes géométriques des paires d'orifices (9, 9') du premier ensemble est compris entre 10° et 20°. 15
2. Brûleur selon la revendication précédente, dans lequel les paires d'orifices (8,8' ; 9,9') d'alimentation en comburant sont aptes à déboucher dans un plan de sortie sensiblement confondu avec un plan (P) correspondant à la face interne du four. 20
 3. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque ensemble d'orifices comporte deux groupes de deux orifices (8,8 ; 8',8') (9,9 ; 9',9') situés dans un plan parallèle au plan horizontal Y_{10} passant par la direction axiale du brûleur, les plans des orifices du premier ensemble étant situés à une distance Y_g dudit plan horizontal Y_{10} , et les plans des orifices du deuxième ensemble, étant situés à une distance Y_8 , et en ce que le rapport entre les distances Y_9 à Y_8 , est compris entre 0,4 et 0,7. 25 30 35
 4. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre deux caissons de comburant (3,15) aptes à être alimentés par des circuits indépendants (5,17), et aptes à alimenter respectivement les deux ensembles d'orifices (8,8', 9,9'), et un troisième ensemble d'orifices (18) situés radialement à l'intérieur des orifices des deux premiers ensembles, de sorte que les deux ensembles d'orifices (8,8', 9,9') permettent d'obtenir une flamme étalée longue, tandis que le troisième ensemble d'orifices permet d'obtenir une flamme étalée courte. 40 45
 5. Brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant en outre une canne de combustible (10) réalisée par une pluralité de tubes pour l'utilisation de plusieurs combustibles de natures différentes. 50
 6. Utilisation d'un brûleur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le brûleur est adapté pour présenter un rapport des impulsions entre le comburant et combustible 55

compris entre 5 et 50, suivant les caractéristiques des réactifs, en particulier compris entre 30 et 50 pour le gaz naturel, ou entre 3 et 15 pour un gaz pauvre.

Patentansprüche

1. Brenner für einen Ofen zum Erhitzen von Stahlprodukten wie Knüppel, Vorblöcken oder Brammen oder einen Wärmebehandlungs-ofen, ausgestattet mit einer Brennstoffeinspritzvorrichtung und einem Brennstoffversorgungskörper, der die Brennstoffversorgungsöffnungen mit Brennstoff (8, 9) versorgt, wobei der Brenner eine axiale Richtung aufweist:
 - wobei der Brennstoffversorgungskörper zwei Anordnungen mit je vier Brennstoffversorgungsöffnungen (8, 8') und (9, 9') umfasst, wobei jede Anordnung zwei Öffnungen oberhalb (8, 9) einer horizontalen Ebene umfasst, die durch die axiale Richtung des Brenners verläuft, und zwei Öffnungen (8', 9') unterhalb dieser Ebene, wobei die Öffnungen (8, 8') einer zweiten Anordnung weiter von der horizontalen Ebene entfernt sind, als die (9, 9') der ersten Anordnung, wobei die geometrischen Achsen der Versorgungskanäle der Öffnungen der beiden Anordnungen Neigungswinkel (a, b) in Bezug auf die axiale Richtung des Brenners aufweisen,
 - wobei die Achsen der Brennstoffversorgungsöffnungen zwischen den horizontalen Ebenen liegen und in Bezug auf die Senkrechte zur Austrittsebene geneigt sind, in einem Winkel (a) bei den Öffnungen (8, 8') der zweiten Anordnung, und einem Winkel (b) bei den Öffnungen (9, 9') der ersten Anordnung, wobei die Achsen der Brennstoffversorgungsöffnungen divergieren, **dadurch gekennzeichnet, dass:**
 - die Einspritzvorrichtung so ausgelegt ist, dass sie eine zentrale Einspritzung des Brennstoffs durch eine Öffnung (10) in der oder parallel zu der axialen Richtung des Brenners gewährleistet,
 - der Winkel (a) der geometrischen Achsen der Öffnungspaare (8, 8') der zweiten Anordnung zwischen 5° und 5° liegt und die Achsen divergieren,
 - der Winkel (b) der geometrischen Achsen der Öffnungspaare (9, 9') der ersten Anordnung zwischen 10° und 20° liegt.
2. Brenner nach dem vorhergehenden Anspruch, in dem die Öffnungspaare (8, 8'; 9, 9') für die Brennstoffversorgung zu einer Austrittsebene führen, die im Wesentlichen mit einer Ebene (P), die der Innenseite des Ofens entspricht, zusammenfällt.

3. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in dem jede Anordnung von Öffnungen zwei Gruppen zu je zwei Öffnungen (8,8; 8', 8', 9, 9; 9', 9') umfasst, die in einer Ebene parallel zur horizontalen, durch die axiale Richtung des Brenners verlaufenden Ebene Y_{10} angeordnet sind, wobei die Ebenen der Öffnungen der ersten Anordnung in einem Abstand Y_9 von der horizontalen Ebene Y_{10} angeordnet sind, und die Ebenen der Öffnungen der zweiten Anordnung in einem Abstand Y_8 angeordnet sind, und dadurch, dass das Verhältnis zwischen den Abständen Y_9 und Y_8 zwischen 0,4 und 0,7 liegt.
4. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der des Weiteren zwei Kästen mit Verbrennungsmittel (3, 15) umfasst, die von unabhängigen Kreisen (5, 17) versorgt werden und jeweils die beiden Anordnungen der Öffnungen (8, 8', 9, 9') versorgen, und eine dritte Anordnung von Öffnungen (18), die sich radial im Innern der Öffnungen der beiden ersten Anordnungen befinden, so dass durch die beiden Anordnungen der Öffnungen (8, 8', 9, 9') eine Flamme mit langer Ausbreitung erhalten werden kann, während durch die dritte Anordnung von Öffnungen eine Flamme mit kurzer Ausbreitung erhalten werden kann.
5. Brenner nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der des Weiteren einen Brennstab (10) umfasst, der aus einer Vielzahl von Rohren für die Verwendung mehrerer Brennstoffe unterschiedlicher Art hergestellt ist.
6. Verwendung eines Brenners nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner je nach Eigenschaften der Reagenzien ein Impulsverhältnis zwischen dem Verbrennungsmittel und dem Brennstoff zwischen 5 und 50 aufweisen kann, insbesondere zwischen 30 und 50 bei Erdgas oder zwischen 3 und 15 bei einem Schwachgas.

Claims

1. A burner for a reheating furnace for steel products, such as billets, blooms or slabs, or for a heat treatment furnace that is fitted with a fuel injection device and an oxidant supply body supplying oxidant supply ports (8) and (9), the burner having an axial direction:
 - the oxidant supply body has two sets of four oxidant supply ports (8, 8') and (9, 9'), each set having two ports (8, 9) located above a horizontal plane passing through the axial direction of the burner and two ports (8', 9') located beneath said plane, the ports (8, 8') in a second set being further away from said horizontal plane than the

ports (9, 9') in the first set, the geometric axes of the supply ducts of the ports of the two sets having angles of inclination (a, b) in relation to said axial direction of the burner,

- the axes of the oxidant supply ports fall within the horizontal planes, and are inclined in relation to the perpendicular to the output plane by an angle (a) for the ports (8, 8') of the second set and by an angle (b) for the ports (9, 9') of the first set, the axes of the oxidant supply ports being divergent,

characterized in that

- the injection device is designed to ensure central injection of the fuel through a port (10) parallel to the axial direction of the burner,
- the angle (a) of the geometric axes of the pairs of ports (8, 8') of the second set is between 5° and 18°, and the axes are divergent,
- the angle (b) of the geometric axes of the pairs of ports (9, 9') of the first set is between 10° and 20°.

2. A burner according to the preceding claim, wherein the pairs of oxidant supply ports (8, 8') and (9, 9') are adapted to open out into an output plane that is substantially equal to the plane (P) corresponding to the internal face of the furnace.
3. A burner according to any one of the preceding claims, wherein each set of ports comprises two groups of two ports (8, 8; 8', 8') (9, 9; 9', 9') located in a plane parallel to the horizontal plane Y_{10} passing through the axial direction of the burner, the planes of the ports of the first set being located at a distance Y_9 from said horizontal plane Y_{10} and the planes of the ports of the second set being located at a distance Y_8 , and in that the ratio between the distances Y_9 to Y_8 is between 0.4 and 0.7.
4. A burner according to any one of the preceding claims, further comprising two oxidant boxes (3, 15) adapted to be supplied by independent circuits (5, 17) and adapted to be supplied respectively the two sets of ports (8, 8', 9, 9'), and a third set of ports (18) that are located radially inside the ports of the first two sets and that make it possible to obtain a long spread flame, while the third set of ports makes it possible to obtain a short spread flame.
5. A burner according to any one of the preceding claims, further comprising a fuel pipe (10) formed by a plurality of tubes for using several different types of fuel.
6. Use of a burner according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the burner is adapted to have a momentum ratio between the oxidant and the fuel is between 5 and 50, depending on the char-

acteristics of the reagents, and in particular between 30 and 50 for natural gas or between 3 and 15 for lean gas.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

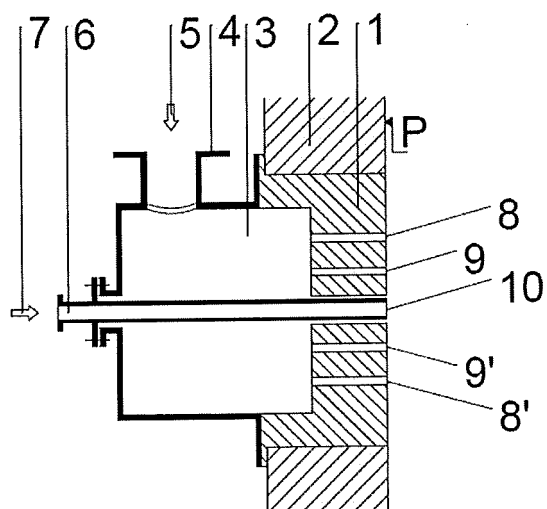


Fig. 2

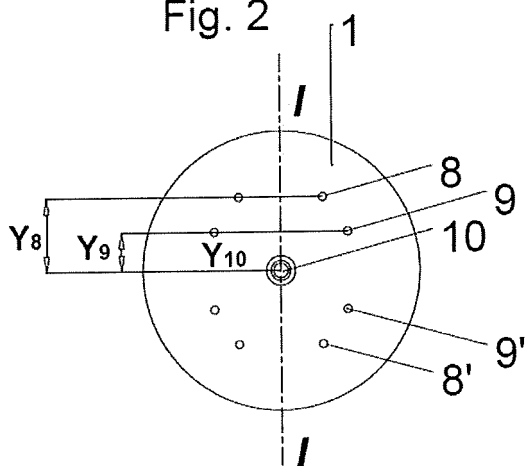


Fig. 3

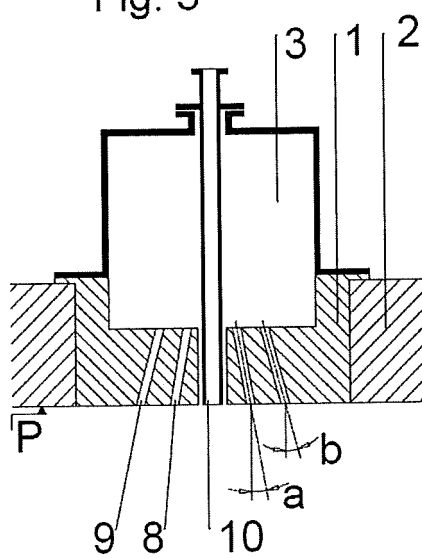


Fig. 4

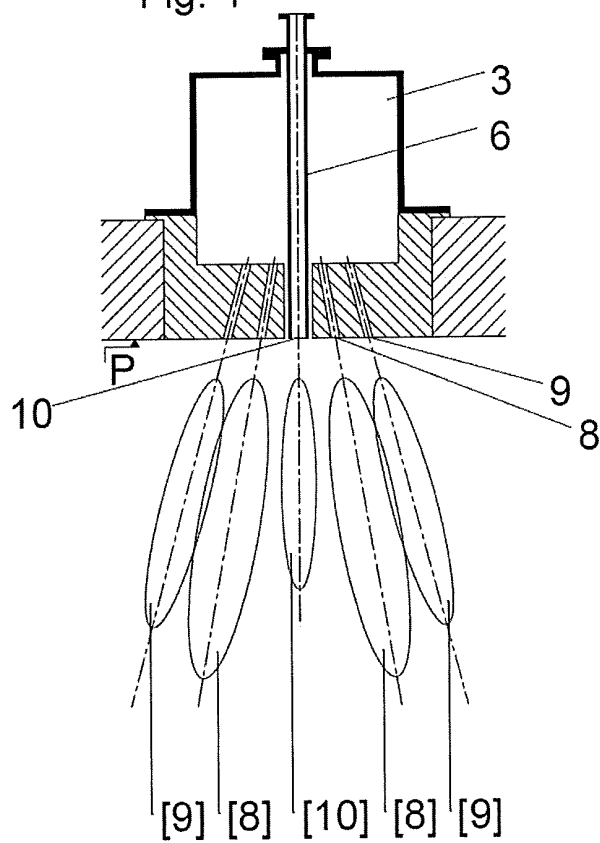


Fig. 5

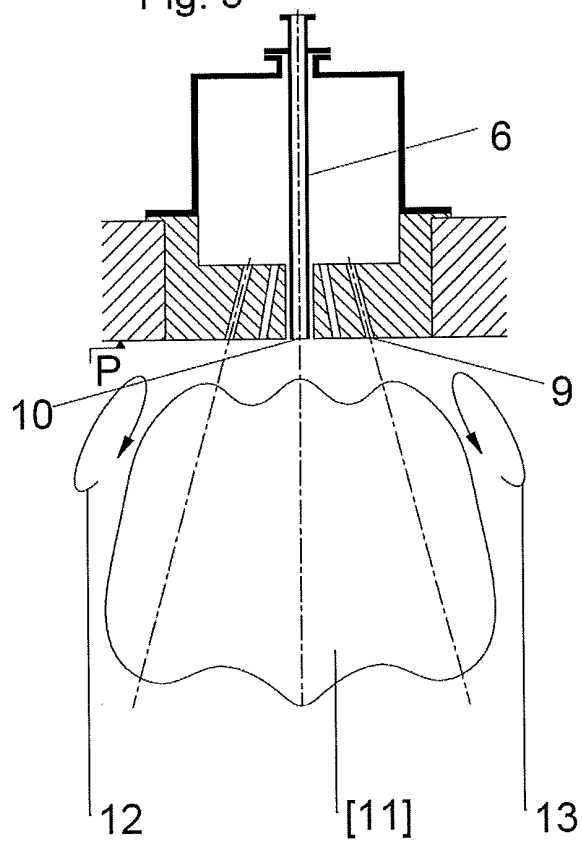


Fig. 6

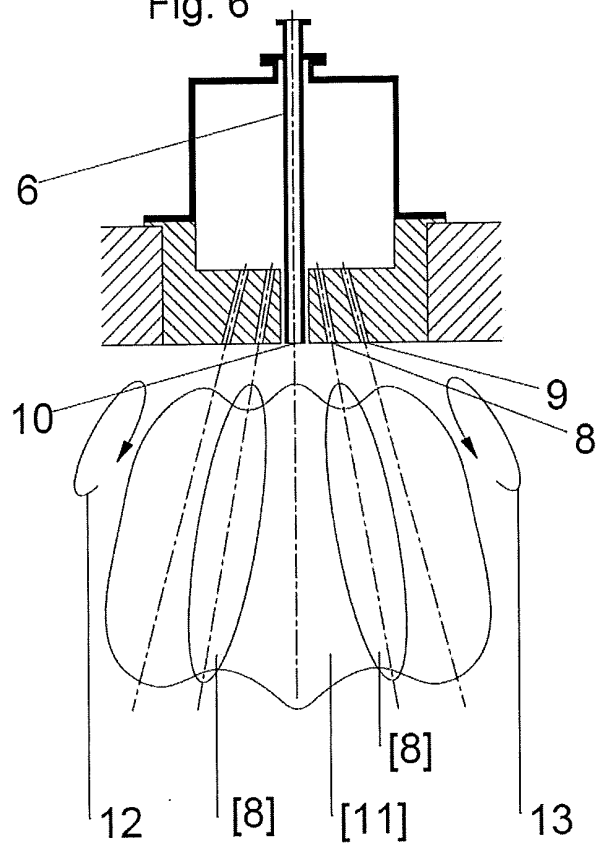


Fig. 7

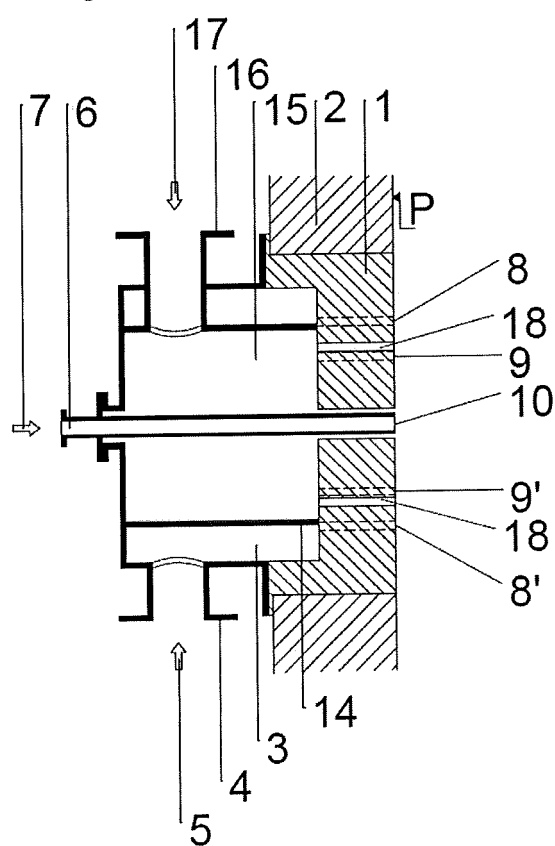
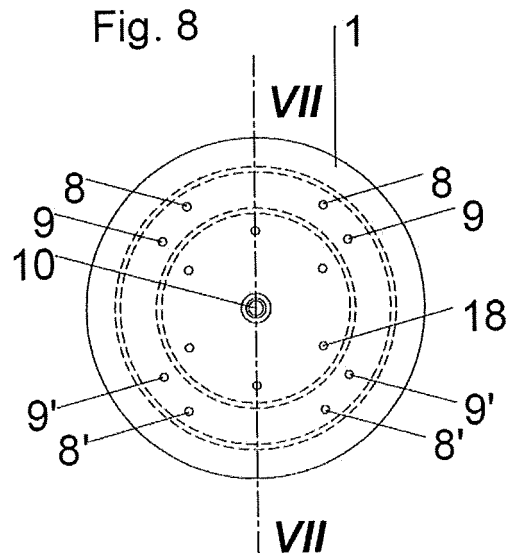


Fig. 8



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0994302 A [0002] [0007] [0008] [0011] [0012] [0029] [0055]
- FR 2784449 [0002]