

(19)



(11)

EP 4 053 392 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

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

01.01.2025 Bulletin 2025/01

(21) Numéro de dépôt: **22159697.6**

(22) Date de dépôt: **02.03.2022**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):

F02M 25/10 ^(2006.01) **F01K 7/36** ^(2006.01)
F01K 17/02 ^(2006.01) **F02M 27/04** ^(2006.01)
F23C 99/00 ^(2006.01) **F24H 1/41** ^(2022.01)
C10G 32/02 ^(2006.01) **C10L 1/00** ^(2006.01)
F23K 5/08 ^(2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):

F02M 27/045; F01K 7/36; F01K 17/02;
F02M 25/10; F23K 5/08; F23K 2300/101;
F24H 1/41

(54) **PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT DU COMBUSTIBLE GAZ NATUREL D'UNE
CHAUDIÈRE OU D'UN MOTEUR INDUSTRIEL**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUFBEREITUNG VON ERDGASBRENNSTOFF EINES
INDUSTRIELLEN HEIZKESSELS ODER MOTORS

METHOD AND DEVICE FOR TREATMENT OF NATURAL GAS FUEL FROM A BOILER OR AN
INDUSTRIAL ENGINE

(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**

(30) Priorité: **03.03.2021 FR 2102046**

(43) Date de publication de la demande:
07.09.2022 Bulletin 2022/36

(73) Titulaire: **Cofex**
13010 Marseille (FR)

(72) Inventeur: **HAON, Christian**
13010 MARSEILLE (FR)

(74) Mandataire: **Roman, Alexis**
SPE Roman-André
35, rue Paradis
B.P. 30064
13484 Marseille Cedex 20 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 2 388 466 WO-A1-2007/083551
WO-A1-2020/120699 CN-A- 1 287 213
FR-A1- 3 086 008 US-A- 4 334 889

EP 4 053 392 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**Domaine technique.**

5 **[0001]** L'invention a pour objet un dispositif de traitement du combustible gaz naturel d'une chaudière. Elle concerne également une chaudière équipée d'un tel dispositif ainsi qu'un procédé de traitement du combustible gaz naturel d'une chaudière.

[0002] L'invention se rapporte au domaine des chaudières et moteurs industriels, à savoir des appareils, quelle que soient leur dimension et leur puissance (chaudières dites de type individuel ou de type industriel), permettant de transférer en continu de l'énergie thermique à un fluide caloporteur, le plus généralement de l'eau.

10 **[0003]** Les chaudières considérées dans le cadre de la présente invention fonctionnent avantageusement avec un combustible gaz naturel car ces deux types de combustibles sont ceux le plus communément utilisés à l'heure actuelle mais on peut envisager un autre fluide combustible tels que par exemple le gaz de pétrole liquéfié (GPL), le Gaz Naturel Liquéfié (GNL), biométhane ou encore une autre nature d'hydrocarbure et biocarburant. Ainsi, la présente invention s'applique quel que soit la nature du combustible et n'est donc pas limitée à ce dernier. De la même manière, le

15 combustible peut être liquide ou gazeux de sorte qu'on le désigne par l'expression de « fluide combustible ».

Etat de la technique.

20 **[0004]** Dans un souci de maîtrise de la consommation énergétique, le contrôle et l'optimisation de la combustion des chaudières et moteurs suralimentés sont aujourd'hui une priorité afin d'atteindre plusieurs objectifs, à savoir augmenter le rendement de la combustion, régler les problèmes de stabilisation de la flamme, éviter l'apparition d'instabilités de combustion et réduire l'émission des gaz polluants.

[0005] A l'heure actuelle, il existe deux grands axes dans le contrôle de l'écoulement des combustibles et comburants,

25 à savoir le contrôle passif et le contrôle actif :

- le contrôle passif consiste à modifier la géométrie ou le dimensionnement du brûleur affectant la dynamique de l'écoulement pour contrôler la combustion et pour les moteurs thermiques avec préchambre ou injection directe ;
 - le contrôle actif consiste en un apport d'énergie externe à travers des actionneurs tout en conservant la géométrie
- 30 du brûleur.

[0006] Il est connu (voir par exemple du document US 4 334 889 A) pour améliorer le rendement d'une chaudière d'injecter un flux de dioxygène dans le combustible pour former un mélange combustible-comburant favorisant la combustion du combustible et donc le rendement de la chaudière.

35 **[0007]** On connaît aussi dans l'état de la technique les documents EP 2 388 466 A1 et US 20180363542 qui décrivent un dispositif permettant d'enrichir un gaz combustible pour améliorer une réaction de combustion. Un tel dispositif comporte une portion cylindrique aimantée dans laquelle circule le gaz combustible de manière à magnétiser le gaz de sorte que ce dernier produit, grâce à cette magnétisation, une réaction de combustion améliorée.

[0008] Enfin, on connaît le document WO 1989000451 qui décrit un système sensiblement équivalent à celui décrit dans le document US 20180363542 avec un combustible consistant en un hydrocarbure.

40 **[0009]** Dans ces deux documents de l'état de la technique, la portion dite magnétique traversée par le combustible ne présente pas une configuration optimisée de sorte que son efficacité, en termes d'amélioration des propriétés de combustion du combustible, est médiocre. De plus, cette seule portion magnétique ne permet pas d'améliorer d'autres propriétés et caractéristiques du mélange combustible-comburant telles que la thermoluminescence et le rayonnement de la flamme, ou encore la réduction des oxydes d'azote, ainsi que l'accroissement de la pression partielle de la vapeur d'eau de combustion pour accroître les techniques de condensation permettant une formation d'acide carbonique limitant le taux de CO₂.

[0010] C'est pourquoi il est souhaitable de disposer d'un dispositif de traitement du combustible gaz naturel d'une chaudière bien plus performante (rendement de chauffe plus élevé) ou d'un moteur industriel associant avantageusement la technique d'injection de dioxygène à la présence d'un champ magnétique spécialement adapté, tout en étant facilement adaptable ou montable sur les chaudières existantes de manière à équiper ces dernières et à assembler facilement des chaudières neuves ou des moteurs thermiques conformes à l'objet de l'invention.

[0011] La demanderesse entend ainsi remédier aux lacunes des processus et équipements actuels en proposant un dispositif de traitement du combustible gaz naturel optimisé principalement au niveau du rendement thermique et des rejets de gaz ou solides néfastes, tout en étant simple et rapide à mettre en oeuvre sur des installations existantes.

55 **[0012]** On connaît également le document EP 2388466 qui peut constituer un document de l'état de la technique le plus proche.

Présentation de l'invention.

[0013] L'invention concerne ainsi un dispositif de traitement d'un combustible gaz naturel d'une chaudière ou d'un moteur industriel, le dispositif étant destiné à être monté sur une canalisation de transport du combustible, ledit dispositif comportant :

- une tubulure d'entrée du combustible ;
- une tubulure de sortie ;
- une réserve en dioxygène de manière à injecter du dioxygène dans le combustible de sorte à former un mélange combustible-comburant ;
- un corps central, situé entre la tubulure d'entrée et la tubulure de sortie, comportant une conduite, avantageusement cylindrique à paroi métallique, s'étendant longitudinalement et possédant un axe linéaire de symétrie x'x, transportant le mélange combustible-comburant jusqu'à la tubulure de sortie.

[0014] Le dispositif selon l'invention se caractérise en ce qu'il comprend en outre :

- des perturbateurs d'écoulement fluide, disposés dans la conduite, perturbant l'écoulement du mélange combustible-comburant pour former, sur au moins une portion de la conduite, un parcours sinusoïdal du mélange combustible-comburant ;
- au moins deux aimants permanents fixés dans la susdite conduite, les deux aimants étant disposés en série suivant l'écoulement du mélange combustible-comburant ; et

la réserve en dioxygène étant reliée par un tuyau, pour l'injection du dioxygène, soit au niveau du corps central soit au niveau de la tubulure d'entrée et la proportion de comburant dans le mélange combustible-comburant est comprise entre 10% et 25% en poids du mélange.

[0015] Le « gaz naturel », ou gaz fossile, est un mélange gazeux d'hydrocarbures constitué principalement de méthane (quantité en méthane CH_4 au moins égal à 95% du mélange gazeux d'hydrocarbures).

[0016] Le dispositif de traitement selon l'invention peut être monté en dérivation sur une canalisation de transport de combustible ou remplacer une portion de cette canalisation. Dans cet esprit, le dispositif de traitement selon l'invention est adaptable sur les bouteilles de distribution de gaz dites du 1/1000^{ème}. Dans la suite, on considère l'insertion du dispositif de traitement sur une installation de chaudière existante mais bien entendu l'installation de chaudière peut comprendre *ab initio* le dispositif de traitement selon l'invention.

[0017] Très avantageusement, le champ magnétique rencontré par le mélange combustible-comburant au sein du corps central est non constant du fait du parcours sinueux ou sinusoïdal du mélange, ce dernier étant contraint dans son parcours par les perturbateurs d'écoulement fluide.

[0018] La principale conséquence de l'association d'une injection de dioxygène à un champ magnétique en présence des perturbateurs d'écoulement fluide réside dans une mixtion optimale du mélange combustible-comburant de sorte que ce mélange sort du corps central avec des propriétés physico-chimique parfaitement homogène, non seulement au regard des effets magnétiques liés à son passage dans le champ magnétique mais également du fait de l'ajout d'une certaine quantité de dioxygène.

[0019] Grâce à ces caractéristiques, la combustion du combustible est améliorée de manière très significative, ce qui accroît la performance de la chaudière d'au moins 20%. En effet, grâce à l'invention, la convection est accélérée grandement tandis que le point de rosée est lui aussi augmenté - à une température d'au moins 65°C au lieu de classiquement 55°C - de sorte qu'il est plus aisé de réaliser une condensation de la vapeur d'eau de combustion (chaudière à condensation) lorsque la température d'environnement est froide (typiquement en hiver) - du fait que dans les fumées, la pression partielle de la vapeur d'eau augmente, favorisant les techniques de condensation. La valeur du point de rosée, en augmentant, favorise la couverture de la technique de condensation sur toute la période de chauffage, notamment pour les réseaux équipés de radiateurs.

[0020] Le dispositif selon l'invention permet de modifier les propriétés de thermoluminescence de la flamme, d'accroître le rayonnement de la flamme, d'améliorer les échanges thermiques par rayonnement, de réduire les oxydes d'azote (NO_x) d'au moins 20%, de supprimer les imbrulés solide et gazeux, de favoriser les phénomènes de récupération par condensation de la vapeur d'eau de combustion notamment pour le gaz naturel et de réduire les consommations d'énergie.

[0021] Plus précisément, un avantage du dispositif selon la présente invention réside dans l'augmentation des vitesses de réaction, la réduction des imbrulés gazeux dans le cas de l'utilisation de gaz naturel et des imbrulés solides dans le

cas de l'utilisation d'un autre hydrocarbure liquide par exemple un GNL ou un GPL, Biométhane et biocarburant.

[0022] Une des particularités notables de l'objet de l'invention réside dans le fait de pouvoir disposer d'une grande surface magnétique en contact avec le mélange gazeux constitué à titre d'exemple, pour 132 litres de mélange gazeux, de 106 litres de gaz naturel (CH₄) et de 26,5 litres (l) d'oxygène. Ce volume gazeux est en contact direct sans interface, dans un mouvement turbulent avec une surface magnétique de 27, 40 dm² (décimètre carré). Ceci permet un contact de 4,8 l de mélange gazeux pour 1 dm² de surface magnétique ce qui est un ratio très important par rapport à l'état de la technique (pour rassembler les molécules atome par atome, domestiquer les photons).

[0023] Dans la suite, une partie des tests et analyses mises en oeuvre par la demanderesse est présentée pour illustrer la définition de l'invention.

[0024] Dans le cadre de la présente invention, on entend par le terme « tubulure » et « conduit » en lien respectivement avec la tubulure d'entrée ou de sortie et le corps central, un tuyau, canal, canalisation, conduit ou analogue dont la seule fonction vise à transporter et diriger de manière hermétique, avantageusement de manière adiabatique, le combustible ou le combustible-comburant.

[0025] On entend par l'expression de « perturbateurs d'écoulement fluidique » au moins deux éléments, de préférence au moins trois éléments, disposés perpendiculairement - angle droit +/- 20° - par rapport à l'axe longitudinal x'x de la conduite, deux desdits éléments consécutifs étant disposés en opposition, c'est-à-dire s'étendant à proximité de zones de paroi de la conduite du corps central opposées par rapport à l'axe x'x de sorte que le fluide combustible-comburant doit suivre un trajet en S pour contourner ces deux éléments successifs. C'est pourquoi la résultante de l'écoulement du mélange combustible-comburant sur ou contre les perturbateurs d'écoulement fluidique consiste en un parcours sinusoïdal ou au moins en partie sinusoïdal.

[0026] Une représentation d'un tel trajet ou parcours sinusoïdal du mélange combustible-comburant est en particulier illustrée sur la figure 6 annexée.

[0027] On entend par l'expression « en série » en lien avec la disposition des aimants permanents le fait que ces derniers sont agencés l'un après l'autre si l'on considère la direction d'écoulement du mélange combustible-comburant, par opposition à une disposition en parallèle de ces aimants.

[0028] On entend par l'expression « aimant permanent » le sens courant ou commun donné au terme d'aimant, à savoir un objet fabriqué dans un matériau magnétique dur, c'est-à-dire dont l'aimantation rémanente et le champ coercitif sont grands.

[0029] On entend par l'expression « axe linéaire de symétrie » de la conduite le fait que la ligne x'x s'étend dans l'axe de symétrie linéaire géométrique de la conduite, que cette dernière présente avantageusement une section circulaire, ou éventuellement une section carrée ou encore rectangulaire.

[0030] Dans le cadre de la présente invention, le terme de « comburant » signifie une substance chimique qui a pour propriété de permettre la combustion d'un combustible. C'est pourquoi une fois le dioxygène injecté dans le combustible, on désigne ce mélange par l'expression de « combustible-comburant », le comburant étant formé par le dioxygène injecté.

[0031] D'autres caractéristiques avantageuses de l'appareil objet de l'invention sont listées ci-dessous. Chacune de ces caractéristiques peut être considérée seule ou en combinaison avec les caractéristiques remarquables définies ci-dessus. Chacune de ces caractéristiques contribue, le cas échéant, à la résolution de problèmes techniques spécifiques définis plus avant dans la description et auxquels ne participent pas nécessairement les caractéristiques remarquables définies ci-dessus. Ces dernières peuvent faire l'objet, le cas échéant, d'une ou plusieurs demandes de brevet divisionnaires :

Avantageusement, la conduite du corps central consiste en une conduite métallique. Les perturbateurs d'écoulement fluidique sont avantageusement en métal et on peut envisager que la conduite du corps central et les perturbateurs d'écoulement fluidique sont réalisés en une même matière. Bien entendu, les termes « métal » et « métallique » renvoient dans le cadre de la présente invention à tout métal pur ou à tous types d'alliage métallique.

[0032] Avantageusement, les perturbateurs d'écoulement fluidique s'étendent sensiblement perpendiculairement par rapport à l'axe x'x, soit suivant un angle de +/- 20° par rapport à la perpendiculaire.

[0033] Avantageusement, la proportion de comburant dans le mélange combustible-comburant est comprise entre 18% et 22% en poids du mélange.

[0034] Le brûleur de la chaudière ou le dispositif d'injection du moteur et sa suralimentation en air régule généralement automatiquement l'apport en air nécessaire à la combustion. Ici, dans le cadre de la présente invention, le régulateur du brûleur de la chaudière ou du moteur industriel devra *a priori* réaliser un apport en air bien moindre compte tenu du fait que le mélange combustible-comburant est chargé en dioxygène.

[0035] Selon un mode d'exécution de l'invention, les aimants permanents sont au moins cinq, de préférence le nombre d'aimants permanents est égal à cinq ou à huit.

[0036] Avantageusement, selon un mode d'exécution, les aimants permanents sont fixés aux perturbateurs d'écoulement fluidique. Ici, ce mode de réalisation correspond plus précisément au second mode d'exécution représenté sur les figures 4 à 8, bien que dans le premier mode d'exécution, on peut également prévoir que les aimants sont fixés aux perturbateurs d'écoulement fluidique.

[0037] De préférence, les aimants permanents consistent en de la ferrite.

[0038] Le terme de « ferrite » est compris comme un mélange d'oxydes mixtes d'un métal divalent et de fer. Ainsi, la ferrite peut consister en un oxyde de fer $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{XO}$ où X : manganèse, zinc, cobalt, nickel, etc....

[0039] Avantageusement, selon un mode d'exécution de l'invention, deux aimants permanents consécutifs sont disposés en opposition de part et d'autre de l'axe longitudinal x'x. Ce mode de réalisation correspond au second mode illustré sur les figures annexées 4 à 8.

[0040] Avantageusement, selon un autre mode d'exécution de l'invention, deux aimants permanents consécutifs sont disposés l'un à la suite de l'autre suivant l'axe longitudinal x'x.

[0041] Comme on le verra dans la suite, dans un mode de réalisation de l'invention, représenté sur les figures 1 à 3, on utilise deux aimants permanents disposés l'un à la suite de l'autre suivant l'axe x'x.

[0042] Bien entendu, dans cette réalisation, les deux aimants permanents peuvent être remplacés par un unique aimant suffisamment long pour former la longueur des deux aimants mis bout à bout. C'est pourquoi uniquement dans ce mode de réalisation où les deux aimants sont mis bout à bout, l'invention telle que mentionnée dans sa portée la plus large - correspondant à la revendication 1 - inclut le cas où ces deux aimants sont remplacés par un unique aimant, étant considéré qu'il est bien plus aisé de se procurer deux aimants, à disposer bout à bout, qu'un unique aimant nécessairement d'une longueur assez importante.

[0043] Selon une possibilité offerte par l'invention, la tubulure d'entrée et la tubulure de sortie sont équipées de vannes autorisant, ou non, respectivement le passage du combustible et du combustible-comburant.

[0044] L'invention porte également sur une chaudière ou moteur industriel, comportant une canalisation de transport d'un combustible gaz naturel et un bruleur, ou un dispositif d'injection dans le cas du moteur industriel, brûlant respectivement ledit combustible de manière à chauffer un fluide caloporteur ou entraînant un alternateur avec un dispositif de cogénération, tel que par exemple de l'eau, caractérisé en ce qu'un dispositif de traitement selon l'une des revendications précédentes est monté, en dérivation sur la canalisation de transport du susdit combustible ou en remplacement d'une portion de ladite canalisation de transport du susdit combustible, de sorte que la tubulure de sortie du dispositif de traitement est relié au susdit bruleur ou du dispositif d'injection.

[0045] On entend par l'expression de « dispositif de cogénération » une installation permettant de produire simultanément de la chaleur (chauffage et Eau Chaude Sanitaire) et de l'électricité à partir d'une même source d'énergie.

[0046] L'invention concerne également un procédé de traitement d'un combustible gaz naturel d'une chaudière ou d'un moteur industriel, comprenant les étapes consistant à :

- injecter dans le combustible gaz naturel du dioxygène de manière à former un mélange combustible-comburant dans lequel la proportion de comburant est comprise entre 10% et 25% en poids du mélange, de préférence entre 18% et 22% en poids du mélange ; puis
- soumettre le mélange combustible-comburant, circulant dans un corps central comportant un conduit s'étendant longitudinalement et possédant un axe linéaire de symétrie x'x ;
- d'une part à un champ magnétique grâce à au moins deux aimants permanents fixés dans la conduite, les deux aimants étant disposés en série suivant l'écoulement du mélange combustible-comburant ; et
- d'autre part à des perturbateurs d'écoulement fluide, disposés dans la conduite, perturbant l'écoulement du mélange combustible-comburant pour former, sur au moins une portion de la conduite, un parcours sinusoïdal du mélange combustible-comburant.

Brève description des figures.

[0047] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description d'un mode de réalisation préféré qui va suivre, en référence aux dessins annexés, réalisés à titre d'exemples indicatifs et non limitatifs et sur lesquels :

[Fig. 1] est une vue en perspective d'un des deux aimants permanents et des perturbateurs d'écoulement fluide dans un premier mode de réalisation d'un dispositif de traitement d'un combustible gaz naturel d'une chaudière selon l'invention.

[Fig. 2] est une vue suivant une perspective différente de la figure 1.

[Fig. 3] est une vue en coupe schématique d'un dispositif de traitement d'un combustible gaz naturel, incluant deux aimants permanents tels que représentés sur la figure 1 ou la figure 2, monté en dérivation sur une canalisation de

transport de combustible d'une chaudière ou d'un moteur industriel, de sorte que le mélange combustible-comburant, issu du dispositif de traitement selon l'invention, puisse alimenter le brûleur de la chaudière ou le dispositif d'injection du moteur industriel.

[Fig. 4] est une vue en perspective des perturbateurs d'écoulement fluide, selon un deuxième mode de réalisation, sur lesquels sont fixés une pluralité d'aimants permanents.

[Fig. 5] est une vue suivant une perspective différente de la figure 4.

[Fig. 6] est une vue en coupe schématisant l'écoulement du mélange combustible-comburant, circulant dans un conduit métallique, du fait des perturbateurs d'écoulement fluide tels que représentés sur la figure 4 ou 5.

[Fig. 7] est une vue de côté d'un dispositif de traitement d'un combustible gaz naturel, selon un deuxième mode de réalisation, incluant les aimants permanents et les perturbateurs d'écoulement fluide, non visibles sur cette figure 7, tels que représentés sur la figure 4 ou la figure 5.

[Fig. 8] est une vue de face du dispositif de traitement de combustible gaz naturel représenté sur la figure 7.

Description des modes de réalisation.

[0048] Les figures 1 et 2 illustrent un mode d'exécution d'un aimant permanent 1 et des perturbateurs d'écoulement fluide 2. Dans ce mode d'exécution, le dispositif de traitement d'un combustible gaz naturel comprend deux aimants permanents 1 disposés en série, l'un à la suite de l'autre parallèlement à l'axe longitudinal de symétrie x'x de la conduite 3 du corps central 4. Les aimants permanents 1 ont la forme d'un cylindre et peuvent présenter une longueur comprise

entre 10 centimètres (cm) et 50 cm, avec un diamètre compris entre 1 cm et 4 cm.

[0049] Chaque aimant 1 est monté dans un peigne qui forme la structure des perturbateurs d'écoulement fluide 2. Ce peigne, avantageusement réalisé en métal inoxydable, comporte une base circulaire 10 d'où s'étend deux bras 11 s'étendant longitudinalement, suivant l'axe x'x, à l'opposé l'un de l'autre depuis ou sur la base 10. Sur chacun de ces deux bras 11 sont présents des extensions hémisphériques 2 reliant chacune les deux bras 11. On note en particulier sur la figure 1 que deux extensions hémisphériques 2 consécutifs sont présents sur un hémisphère 2 opposé de sorte qu'il y a, dans la longueur des deux aimants permanents 1, une première extension 2 s'étendant sur un premier côté hémisphérique puis une deuxième extension s'étendant sur un deuxième côté hémisphérique de sorte que la succession d'extensions 2 s'étend à l'opposé l'une de la suivante. Dans la suite, les perturbateurs d'écoulement fluide sont indifféremment désignés en tant que leur fonction dans le cadre de l'invention ou leurs structures particulières, selon les deux modes de réalisation choisis pour illustrer le dispositif de traitement selon l'invention, par la référence numérique 2.

[0050] Chaque bras 11 présente également des ouvertures 15 destinées à autoriser le passage du fluide combustible-comburant. Ces ouvertures 15 dans les bras 11 contribuent avec les extensions 2 à perturber l'écoulement longitudinal du fluide combustible-comburant de sorte que ce dernier se mélange de manière optimale tout en étant soumis au champ magnétique généré par les aimants permanents 1. Ce faisant, le mélange combustible-comburant subit un champ magnétique non constant dans la mesure où ce champ magnétique diminue lorsqu'on s'éloigne des aimants 1 et au contraire augmente lorsqu'on se rapproche de ces derniers 1. Les perturbateurs d'écoulement fluide 2 ont pour fonction de contraindre, de par leurs dispositions perpendiculaires à l'axe longitudinal x'x correspondant sensiblement au trajet ou à la course normale du fluide combustible-comburant, le mélange combustible-comburant présente un parcours sinusoïdal, au moins sur une portion du corps central 4, de préférence sur une pluralité de portions du corps central 4. On entend par l'expression de « course normale » relativement au fluide combustible-comburant son trajet/parcours en l'absence des obstacles que constituent les perturbateurs d'écoulement fluide 2, et en l'absence des perturbateurs d'écoulement fluide 2, le trajet ou la course du mélange combustible-comburant suivrait sans aucune déviation une direction parallèle à l'axe longitudinal x'x.

[0051] On comprend ainsi la fonction principale des perturbateurs d'écoulement fluide 2, à savoir assurer une bonne mixture du mélange combustible-comburant d'une part pour obtenir un mélange parfaitement homogène et d'autre part pour soumettre ce mélange combustible-comburant à un champ magnétique quant à lui non-homogène pour le mélange.

[0052] Le mélange combustible-comburant étant soumis à ce champ magnétique non uniforme ou non constant, les propriétés de rotation de la couche externe de la molécule combustible hydrocarbure, sous forme liquide ou gazeuse, sont modifiées et augmente la réactivité du combustible. Le champ magnétique généré dans le dispositif de traitement selon l'invention modifie l'état d'hydrogène du combustible, d'un état initial stable à un état instable, plus énergétique, lui conférant la capacité d'attirer à lui plus d'oxygène. En effet, l'état de rotation le plus énergétique de la molécule

d'hydrogène est caractérisé par un haut potentiel électrique qui attire les atomes d'oxygène. Une telle amélioration de l'oxydation accroît sensiblement l'efficacité de la combustion au brûleur ou du dispositif d'injection du moteur industriel.

[0053] Les aimants permanents 1 utilisés dans le cadre de la présente invention présentent une induction magnétique à leur surface d'au moins 0,2 Tesla, de préférence d'au moins 0,3 Tesla.

[0054] Dans le premier mode de réalisation présenté sur les figures 1 à 3, chaque aimant permanent 1 est inséré respectivement dans un peigne tel que décrit précédemment de sorte que les perturbateurs d'écoulement fluide 2 sont disposés autour, circonférentiellement, de chaque aimant 1. Le mélange combustible-comburant s'écoule entre l'orifice de communication 19 de la tubulure d'entrée 20 et l'orifice de communication 21 de la tubulure de sortie 22, entre les aimants permanents 1 et la paroi 3 interne du corps central 4.

[0055] Dans ce mode de réalisation, le dioxygène est injecté dans le combustible au niveau de la tubulure d'entrée 20, par exemple via le point orifice 23, grâce à une réserve de dioxygène, non représentée sur les figures annexées. Il est important que l'injection de dioxygène soit réalisée avant ou au plus tard au moment où le mélange combustible-comburant pénètre dans la zone du champ magnétique du corps central 4 de sorte que ce dernier agisse bien, sur toute sa longueur, sur le mélange combustible-comburant. C'est pourquoi il est possible que l'injection de dioxygène soit réalisée dans la tubulure d'entrée 20 ou proche de la tubulure d'entrée 20 dans, ou au niveau, du corps central 4.

[0056] On peut noter également que sur la figure 3 les tubulures d'entrée 20 et de sortie 22 s'étendent perpendiculairement au corps central 4 mais on peut envisager que ces tubulures 20, 22 s'étendent dans l'axe longitudinal x'x du corps central 4 lorsque le dispositif de traitement selon l'invention vient remplacer une portion d'une canalisation de transport 30 de combustible, au lieu de former une dérivation ou by-pass comme cela est illustré sur la figure 3.

[0057] On note également sur la figure 3 que les tubulures d'entrée 20 et de sortie 22 comportent chacune une vanne 31 permettant de contrôler la circulation, voire le débit, de fluide combustible ou combustible-comburant circulant via le dispositif de traitement selon l'invention.

[0058] Les deux aimants permanents 1 sont disposés l'un à la suite de l'autre, suivant l'axe x'x, et le mélange combustible-comburant circule entre les aimants 1 et la paroi 3 du corps central 4, les aimants 1 reposant dans le corps central 4 portés par les extensions hémisphériques 2 formant les perturbateurs d'écoulement fluide, ces derniers 2 contactant la paroi 3 du corps central 4.

[0059] Une fois passé par la tubulure de sortie 22, le mélange combustible-comburant est envoyé vers le brûleur de la chaudière ou le dispositif d'injection du moteur industriel, en reprenant sa course dans la canalisation de transport 30 de fluide de la chaudière ou du moteur dans le mode d'exécution illustré sur la figure 3.

[0060] Les figures 4 à 8 illustrent un second mode d'exécution du dispositif de traitement selon l'invention. Dans cette variante, les perturbateurs d'écoulement fluide 2 consistent en une pluralité de plaques, toujours s'étendant perpendiculairement à l'axe longitudinal de symétrie x'x du corps central 4 ou de la conduite 3 non visible sur les figures 4 et 5. Le corps central 4 comprend ici un cylindre métallique 3, les perturbateurs d'écoulement fluide 2 couvrent au moins 60%, de préférence au moins 70%, de l'aire d'une section du cylindre métallique 3 de sorte que le mélange combustible-comburant s'écoule suivant un trajet ou un parcours présentant une pluralité de sinusoïdes ou sinusoïdales, comme cela est visible sur la figure 6. On notera ici que la section cylindrique 3 est particulièrement adaptable sur les bouteilles de distribution de gaz dites du 1/1000^{ème}.

[0061] En effet, dans cet exemple de réalisation, les perturbateurs d'écoulement fluide 2 comportent sept plaques perpendiculaires. Ces plaques sont fixées sur une tige 40 de manière à être montées amovibles dans le corps central 4 de sorte que l'on peut retirer les perturbateurs d'écoulement fluide 2 par exemple pour changer un aimant permanent 1 ou encore pour nettoyer tout ou partie des perturbateurs d'écoulement fluide 2 et des aimants 1.

[0062] Dans ce mode d'exécution, les aimants permanents 1 sont fixés respectivement sur chacune des plaques formant les perturbateurs d'écoulement fluide 2. En l'espèce, la fixation de chaque aimant 1 est assurée par deux crochets 41 s'étendant à partir d'une plaque pour enserrer un aimant permanent 1, les crochets 41 étant par exemple fixés par vissage/boulonnage à la plaque. Ainsi, chaque plaque formant les perturbateurs d'écoulement fluide 2 porte ou fixe un aimant permanent 1.

[0063] Dans ce second mode d'exécution, on note que deux aimants permanents 1 consécutifs sont situés respectivement en opposition, de part et d'autre du plan médian passant par la ligne de symétrie x'x du corps central 4 ou de la conduite 3. Autrement dit, si l'on considère que l'axe longitudinal passant par la ligne de symétrie x'x du corps central cylindrique 4, deux aimants 1 consécutifs sont situés au-dessus et au-dessous de cette ligne de symétrie x'x, comme cela est illustré sur la figure 6.

[0064] A nouveau, une telle disposition des perturbateurs d'écoulement fluide 2, combinée à l'emplacement des aimants permanents 1 permet un brassage optimum du mélange combustible-comburant, ce dernier étant soumis à un champ magnétique non constant sur l'intégralité de son trajet ou parcours, entre l'orifice 19 reliant le corps central 4 à la tubulure d'entrée 20 et l'orifice 21 reliant le corps central 4 à la tubulure de sortie 22.

[0065] Comme on peut le voir sur les figures 7 et 8, le corps central comprend ici une conduite cylindrique métallique 3 formant la paroi externe logeant les perturbateurs d'écoulement fluide 2 et les aimants permanents 1 pour la circulation du mélange combustible-comburant.

EP 4 053 392 B1

[0066] Ce corps central 4 dispose d'une ouverture latérale 50, obturable à l'aide d'une porte hermétique 51. Cette porte hermétique 51 peut, en particulier au regard de considérations de sécurité, être remplacée par un fond bombé étanche. Cette ouverture 50 permet le retrait et l'insertion des perturbateurs d'écoulement fluide 2 et des aimants 1, si besoin. Dans une variante avantageuse, l'ouverture 50 peut être obturée par une portion d'extrémité 53 identique, cette dernière 53 étant simplement boulonnée ou vissée une fois les perturbateurs d'écoulement fluide 2 introduits et disposés dans le corps central 4. Bien entendu, la forme et les dimensions de la portion d'obturation de l'ouverture 50 sont variables et dépendent de la conception du corps central 4 ou plus simplement du design souhaité pour obturer cette ouverture 50.

[0067] Le corps central 4 est traversé par la tubulure d'entrée 20 à une extrémité et par la tubulure de sortie 22 à l'autre extrémité. La tubulure d'entrée 20 comprend une ouverture 23 apte à être reliée à un tuyau ou analogue distribuant le dioxygène depuis une réserve dédiée, non représentée sur les figures annexées.

[0068] Enfin, le corps central 4 comprend un support 55, ici consistant en deux pieds de section en L, permettant de fixer le corps central 4 au plafond du local technique ou analogue, non visible sur les figures annexées. A titre d'exemple non limitatif, les perturbateurs d'écoulement fluide 2 représentés sur les figures 4 et 5 s'étendent sur une longueur totale comprise entre 60 cm et 1 mètre pour un diamètre unitaire (c'est-à-dire pour chaque perturbateur d'écoulement fluide 2) compris entre 20 cm et 50 cm. Bien entendu, ces dimensions sont fonction du débit de mélange combustible-comburant, c'est-à-dire du dimensionnement et des capacités de la chaudière ou du dispositif d'injection du moteur industriel considéré. On peut noter que les exemples de dimensionnement présentés ici s'appliquent avantageusement à des chaudières dites individuelles pour des logements collectifs mais l'invention trouve à s'appliquer à des chaudières de type industriel ou des moteurs industriels qui présentent généralement des dimensions et une capacité plus importantes.

[0069] Ci-dessous sont présentés des test et analyses réalisés par la demanderesse, ces tests et analyses ayant permis à cette dernière de définir au mieux l'invention :

Combustion neutre Gaz naturel en ambiance

Fumées théoriques	8,74 Nm ³ /Nm ³ gaz
Air Théorique	9,71 Nm ³ /Nm ³ gaz
CO ₂ théorique	11,75 %
Vapeur d'eau de combustion	1,6 Kg/Nm ³ gaz
PCI	8685 Kcal/Nm ³

Calcul du point de rosée	Pression	T °C
P <=> T °C	0,19	58,9

Extrapolation

P	T °C
0,10	45,833
0,20	60,086

Combustion neutre Gaz naturel α° 10% de plus

Fumées théoriques	7,69 Nm ³ /Nm ³ gaz
Air Théorique	8,544 Nm ³ /Nm ³ gaz
CO ₂ théorique	13,27 %
Vapeur d'eau de combustion	1,6 Kg/Nm ³ gaz
PCI	8685 Kcal/Nm ³

Calcul du point de rosée	Pression	T °C
P <=> T °C	0,20	60,0

Extrapolation

P	T °C
0,20	60,086
0,30	69,120

Combustion neutre Gaz naturel à 15% d'O² de plus

Fumées théoriques	7,67 Nm ³ /Nm ³ gaz
Air Théorique	8,48 Nm ³ /Nm ³ gaz
CO ₂ théorique	13,2 %
Vapeur d'eau de combustion	1,6 Kg/Nm ³ gaz
PCI	8685 Kcal/Nm ³

Extrapolation

Calcul du point de rosée	pression	T °C
$P \rightleftharpoons T^{\circ}C$	0,27	66,30

P	T °C
0,20	60,086
0,30	69,120

Combustion neutre Gaz naturel à 20% d'O² de plus

Fumées théoriques	6,992 Nm ³ /Nm ³ gaz
Air Théorique	7,768 Nm ³ /Nm ³ gaz
CO ₂ théorique	15,3 %
Vapeur d'eau de combustion	1,6 Kg/Nm ³ gaz
PCI	8685 Kcal/Nm ³

Extrapolation

Calcul du point de rosée	Pression	T °C
$P \rightleftharpoons T^{\circ}C$	0,25	65,0

P	T °C
0,20	60,086
0,30	69,120

Combustion neutre Gaz naturel à 24% d'O² de plus

Fumées théoriques	6,592 Nm ³ /Nm ³ gaz
Air Théorique	7,368 Nm ³ /Nm ³ gaz
CO ₂ théorique	15,3 %
Vapeur d'eau de combustion	1,6 Kg/Nm ³ gaz
PCI	8685 Kcal/Nm ³

Extrapolation

Calcul du point de rosée	Pression	T °C
$P \rightleftharpoons T^{\circ}C$	0,30	69,0

P	T °C
0,20	60,086
0,30	69,120

Combustion neutre Gaz naturel à 30% d'O² de plus

Fumées théoriques	5,58 Nm ³ /Nm ³ gaz
Air Théorique	6,3 Nm ³ /Nm ³ gaz
CO ₂ théorique	18 %
Vapeur d'eau de combustion	1,6 Kg/Nm ³ gaz
PCI	8685 Kcal/Nm ³

Extrapolation

Calcul du point de rosée	Pression	T °C
$P \rightleftharpoons T^{\circ}C$	0,33	74,0

P	T °C
0,20	60,086
0,30	69,120

[0070] Dans les revendications, tout signe de référence entre parenthèses ne saurait être interprété comme une limitation de la revendication.

Revendications

1. Dispositif de traitement d'un combustible gaz naturel d'une chaudière ou d'un moteur industriel, le dispositif étant destiné à être monté sur une canalisation de transport (30) du combustible, ledit dispositif comportant :

- une tubulure d'entrée (20) du combustible ;
- une tubulure de sortie (22) ;
- un corps central (4), situé entre la tubulure d'entrée et la tubulure de sortie, comportant une conduite (3),

avantageusement cylindrique à paroi métallique, s'étendant longitudinalement et possédant un axe de symétrie linéaire x'x, transportant un mélange combustible-comburant jusqu'à la tubulure de sortie (22) ;
ledit dispositif comprenant en outre :

- des perturbateurs d'écoulement fluide (2), disposés dans la conduite (3), perturbant l'écoulement du mélange combustible-comburant pour former, sur au moins une portion de la conduite (3), un parcours sinusoïdal du mélange combustible-comburant ;
- au moins deux aimants permanents (1) fixés dans la susdite conduite (3), les deux aimants étant disposés en série suivant l'écoulement du mélange combustible-comburant ;

caractérisé en ce que le dispositif comprend également :

- une réserve en dioxygène de manière à injecter du dioxygène dans le combustible de sorte à former le mélange combustible-comburant ;

la réserve en dioxygène étant reliée par un tuyau, pour l'injection du dioxygène, soit au niveau du corps central (4) soit au niveau de la tubulure d'entrée (20) et **en ce que** la proportion de comburant dans le mélange combustible-comburant est comprise entre 10% et 25% en poids du mélange.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les perturbateurs d'écoulement fluide (2) s'étendent sensiblement perpendiculairement par rapport à l'axe x'x, soit suivant un angle de +/- 20° par rapport à la perpendiculaire.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la proportion de comburant dans le mélange combustible-comburant est comprise entre 18% et 22% en poids du mélange.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les aimants permanents (1) sont au moins cinq, de préférence le nombre d'aimants permanents (1) est égal à cinq ou à huit.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les aimants permanents (1) sont fixés aux perturbateurs d'écoulement fluide (2).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les aimants permanents (1) consistent en de la ferrite.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel deux aimants permanents (1) consécutifs sont disposés en opposition de part et d'autre de l'axe longitudinal x'x.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel deux aimants permanents (1) consécutifs sont disposés l'un à la suite de l'autre suivant l'axe longitudinal x'x.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la tubulure d'entrée (20) et la tubulure de sortie (22) sont équipées de vannes (31) autorisant, ou non, respectivement le passage du combustible et du combustible-comburant.
10. Chaudière comportant une canalisation de transport d'un combustible gaz naturel et un brûleur brûlant respectivement ledit combustible de manière à chauffer un fluide caloporteur **caractérisé en ce qu'un** dispositif de traitement selon l'une des revendications précédentes est monté en dérivation sur la canalisation de transport (30) du susdit combustible ou en remplacement d'une portion de ladite canalisation de transport (30) du susdit combustible, de sorte que la tubulure de sortie (22) du dispositif de traitement est relié au susdit brûleur.
11. Moteur industriel comportant une canalisation de transport d'un combustible gaz naturel et un dispositif d'injection brûlant respectivement ledit combustible de manière à entraîner un alternateur avec un dispositif de cogénération, tel que par exemple de l'eau, **caractérisé en ce qu'un** dispositif de traitement selon l'une des revendications 1 à 9 est monté, en dérivation sur la canalisation de transport (30) du susdit combustible ou en remplacement d'une portion de ladite canalisation de transport (30) du susdit combustible, de sorte que la tubulure de sortie (22) du dispositif de traitement est relié au susdit dispositif d'injection.
12. Procédé de traitement d'un combustible gaz naturel d'une chaudière ou d'un moteur industriel, comprenant les

étapes consistant à :

- injecter dans le combustible gaz naturel du dioxygène de manière à former un mélange combustible-comburant dans lequel la proportion de comburant est comprise entre 10% et 25% en poids du mélange, de préférence entre 18% et 22% en poids du mélange, puis
- soumettre le mélange combustible-comburant, circulant dans un corps central comportant un conduit s'étendant longitudinalement et possédant un axe linéaire de symétrie $x'x$:
 - d'une part à un champ magnétique grâce à au moins deux aimants permanents (1) fixés dans la conduite (3), les deux aimants (1) étant disposés en série suivant l'écoulement du mélange combustible-comburant ; et
 - d'autre part à des perturbateurs d'écoulement fluide (2), disposés dans la conduite (3), perturbant l'écoulement du mélange combustible-comburant pour former, sur au moins une portion de la conduite (3), un parcours sinusoïdal du mélange combustible-comburant.]

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aufbereitung eines Erdgasbrennstoffs eines Heizkessels oder Industriemotors, wobei die Vorrichtung dazu bestimmt ist, auf einer Transportleitung (30) für den Brennstoff montiert zu werden, wobei die Vorrichtung beinhaltet:

- einen Einlassstutzen (20) für den Brennstoff;
 - einen Auslassstutzen (22);
 - einen zentralen Körper (4), der sich zwischen dem Einlassstutzen und dem Auslassstutzen befindet, der eine vorteilhafterweise zylindrische Rohrleitung (3) mit metallischer Wand beinhaltet, die sich in der Längsrichtung erstreckt und eine lineare Symmetrieachse $x'x$ besitzt, die ein Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisch bis zum Auslassstutzen (22) transportiert;
- wobei die Vorrichtung weiter umfasst:

- Fluidströmungs-Störkonturen (2), die in der Rohrleitung (3) angeordnet sind, die die Strömung des Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisches stören, um auf mindestens einem Abschnitt der Rohrleitung (3) einen sinusförmigen Verlauf des Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisches zu bilden;
- mindestens zwei Dauermagneten (1), die an der zuvor genannten Rohrleitung (3) befestigt sind, wobei die beiden Magneten in Reihe entlang der Strömung des Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisches angeordnet sind;

dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung weiter umfasst:

- eine Disauerstoffreserve, um Disauerstoff in den Brennstoff zu injizieren, um das Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisch zu bilden;

wobei die Disauerstoffreserve durch ein Rohr zum Injizieren des Disauerstoffs entweder im Bereich des zentralen Körpers (4) oder im Bereich des Einlassstutzens (20) angeschlossen ist, und dadurch, dass der Oxidationsmittelanteil in dem Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisch zwischen 10 Gew.% und 25 Gew.-% des Gemisches liegt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei sich die Fluidströmungs-Störkonturen (2) im Wesentlichen senkrecht in Bezug auf die Achse $x'x$, oder entsprechend einem Winkel von $\pm 20^\circ$ in Bezug auf die Senkrechte erstrecken.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Oxidationsmittelanteil in dem Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisch zwischen 18 Gew.% und 22 Gew.-% des Gemisches liegt.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Dauermagneten (1) mindestens fünf sind, wobei die Anzahl der Dauermagneten (1) vorzugsweise gleich fünf oder acht ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Dauermagneten (1) an den Fluidströmungs-Störkonturen (2) befestigt sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Dauermagneten (1) aus Ferrit bestehen.
7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die aufeinanderfolgenden Dauermagneten (1) einander gegenüber beiderseits der Längsachse x'x angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei zwei aufeinanderfolgende Dauermagneten (1) nacheinander entlang der Längsachse x'x angeordnet sind.
9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der Einlassstutzen (20) und der Auslassstutzen (22) mit Ventilen (31) ausgerüstet sind, die jeweils den Durchgang des Brennstoffs und des Brennstoff-Oxidationsmittels freigeben oder nicht.
10. Heizkessel, der eine Transportleitung für einen Erdgasbrennstoff und einen Brenner, der jeweils den Brennstoff verbrennt, um ein Wärmeträgerfluid zu erhitzen, beinhaltet, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung zur Aufbereitung nach einem der vorstehenden Ansprüche verzweigt auf der Transportleitung (30) für den zuvor genannten Brennstoff oder als Ersatz für einen Abschnitt der Transportleitung (30) für den zuvor genannten Brennstoff montiert ist, sodass der Auslassstutzen (22) der Vorrichtung zur Aufbereitung an den zuvor genannten Brenner angeschlossen ist.
11. Industriemotor, der eine Transportleitung für einen Erdgasbrennstoff und eine Injektionsvorrichtung beinhaltet, die jeweils den Brennstoff verbrennt, um eine Lichtmaschine mit einer Kraft-Wärme-Kopplungsvorrichtung, wie zum Beispiel Wasser anzutreiben, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung zur Aufbereitung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 verzweigt auf der Transportleitung (30) für den zuvor genannten Brennstoff oder als Ersatz für einen Abschnitt der Transportleitung (30) für den zuvor genannten Brennstoff montiert ist, sodass der Auslassstutzen (22) der Vorrichtung zur Aufbereitung an die zuvor genannte Injektionsvorrichtung angeschlossen ist.
12. Verfahren zur Aufbereitung eines Erdgasbrennstoffs eines Heizkessels oder Industriemotors, die Schritte umfassend, die darin bestehen:
- in den Erdgasbrennstoff Disauerstoff zu injizieren, um ein Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisch zu bilden, in dem der Oxidationsmittelanteil zwischen 10 Gew.- und 25 Gew.-% des Gemisches, vorzugsweise zwischen 18 Gew.- und 22 Gew.-% des Gemisches liegt, danach
 - Unterziehen des Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisches, das in dem zentralen Körper zirkuliert, der eine Rohrleitung beinhaltet, die sich in der Längsrichtung erstreckt, und eine lineare Symmetrieachse x'x besitzt:
 - einerseits einem Magnetfeld dank mindestens zweier Dauermagneten (1), die an der Rohrleitung (3) befestigt sind, wobei die beiden Magneten (1) in Reihe entlang der Strömung des Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisches angeordnet sind; und
 - andererseits Fluidströmungs-Störkonturen (2), die in der Rohrleitung (3) angeordnet sind, die die Strömung des Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisches stören, um auf mindestens einem Abschnitt der Rohrleitung (3) einen sinusförmigen Verlauf des Brennstoff-Oxidationsmittel-Gemisches zu bilden.

Claims

1. A device for treating a natural gas fuel from a boiler or an industrial engine, the device being intended to be mounted on a fuel transport line (30), said device including:
- a fuel inlet pipe (20);
 - an outlet pipe (22);
 - a central body (4), located between the inlet pipe and the outlet pipe, including a duct (3), advantageously cylindrical with a metal wall, extending longitudinally and having a linear axis of symmetry x'x, transporting a fuel-combustive mixture up to the outlet pipe (22);
- said device further comprising:
- fluid flow disturbers (2), arranged in the duct (3), disturbing the flow of the fuel-combustive mixture to form, over at least one portion of the duct (3), a sinusoidal path of the fuel-combustive mixture;
 - at least two permanent magnets (1) fastened in said duct (3), the two magnets being arranged in series

along the flow of the fuel-combustive mixture;

characterised in that the device also comprises:

- a dioxygen reserve so as to inject dioxygen into the fuel so as to form a fuel-combustive mixture;

the dioxygen reserve being connected by a hose, for the injection of the dioxygen, either at the central body (4) or at the inlet pipe (20) and **in that** the proportion of combustive in the fuel-combustive mixture is comprised between 10% and 25% by weight of the mixture.

2. The device according to claim 1, wherein the fluid flow disturbers (2) extend substantially perpendicularly with respect to the axis x'x, or at an angle of $\pm 20^\circ$ with respect to the perpendicular.

3. The device according to claim 1 or 2, wherein the proportion of combustive in the fuel-combustive mixture is comprised between 18% and 22% by weight of the mixture.

4. The device according to any one of the preceding claims, wherein the permanent magnets (1) are at least five in number, preferably the number of permanent magnets (1) is equal to five or eight.

5. The device according to any one of the preceding claims, wherein the permanent magnets (1) are fastened to the fluid flow disturbers (2).

6. The device according to any one of the preceding claims, wherein the permanent magnets (1) consist of ferrite.

7. The device according to any one of the preceding claims, wherein two consecutive permanent magnets (1) are arranged in opposition on either side of the longitudinal axis x'x.

8. The device according to any one of claims 1 to 6, wherein two consecutive permanent magnets (1) are arranged one after another along the longitudinal axis x'x.

9. The device according to any one of the preceding claims, wherein the inlet pipe (20) and the outlet pipe (22) are equipped with valves (31) enabling, or not, passage of the fuel and of the fuel-combustive respectively.

10. A boiler including a line for transporting a natural gas fuel and a burner respectively burning said fuel so as to heat up a heat-transfer fluid, **characterised in that** a treatment device according to one of the preceding claims is mounted as a bypass on the transport line (30) of said fuel or as a replacement for a portion of said transport line (30) of said fuel, so that the outlet pipe (22) of the treatment device is connected to said burner.

11. An industrial engine including a line for transporting a natural gas fuel and an injection device respectively burning said fuel so as to drive an alternator with a cogeneration device, such as for example water, **characterised in that** a treatment device according to one of claims 1 to 9 is mounted as a bypass on the transport line (30) of said fuel or as a replacement for a portion of said transport line (30) of said fuel, so that the outlet pipe (22) of the treatment device is connected to said injection device.

12. A method for treating a natural gas fuel of a boiler or an industrial engine, comprising the steps of:

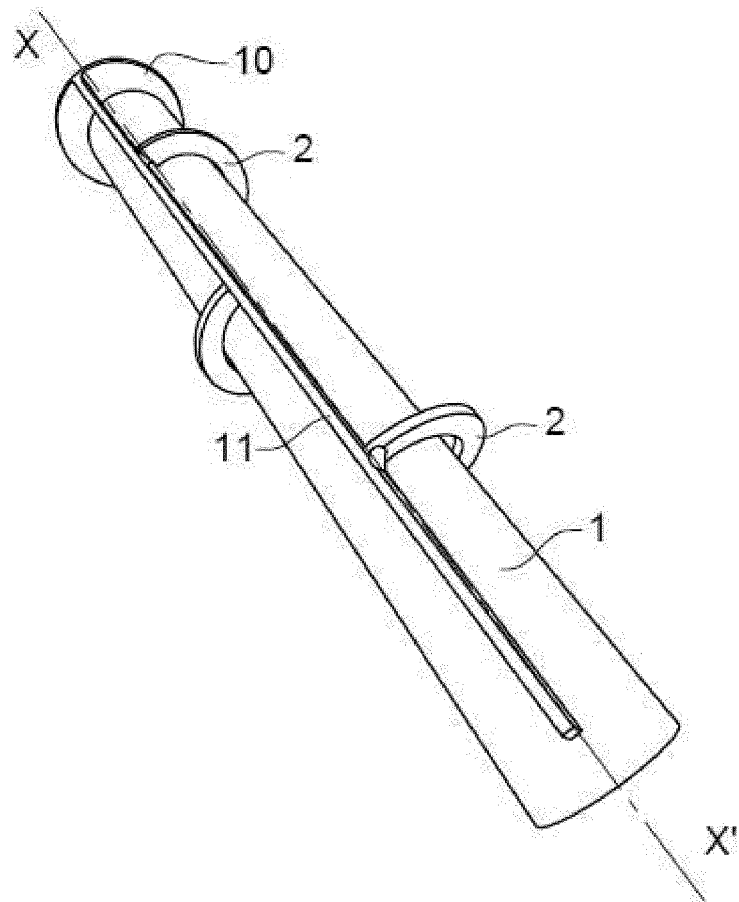
- injecting dioxygen into the natural gas fuel so as to form a fuel-combustive mixture in which the proportion of combustive is comprised between 10% and 25% by weight of the mixture, preferably between 18% and 22% by weight of the mixture, then

- subjecting the fuel-combustive mixture, flowing in a central body including a conduit extending longitudinally and having a linear axis of symmetry x'x:

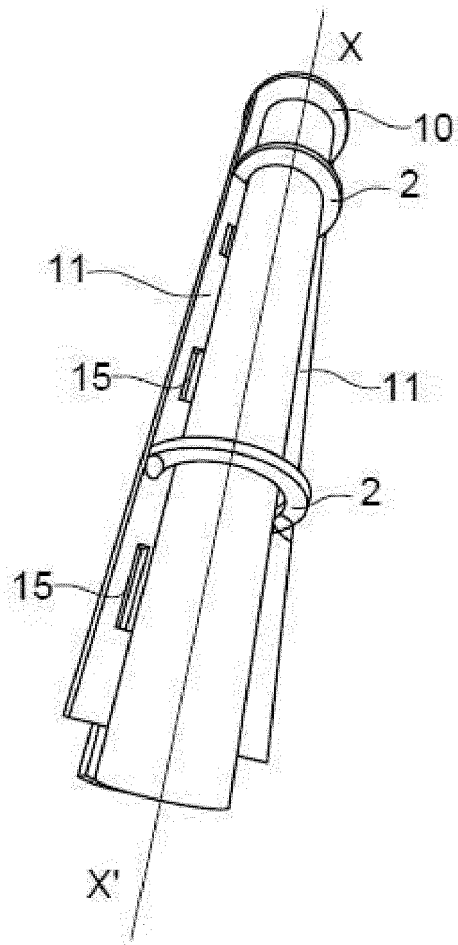
- on the one hand, to a magnetic field thanks to at least two permanent magnets (1) fastened in the duct (3), the two magnets (1) being arranged in series along the flow of the fuel-combustive mixture; and

- on the other hand, to fluid flow disturbers (2), arranged in the duct (3), disturbing the flow of the fuel-combustive mixture to form, over at least one portion of the duct (3), a sinusoidal path of the fuel-combustive mixture.

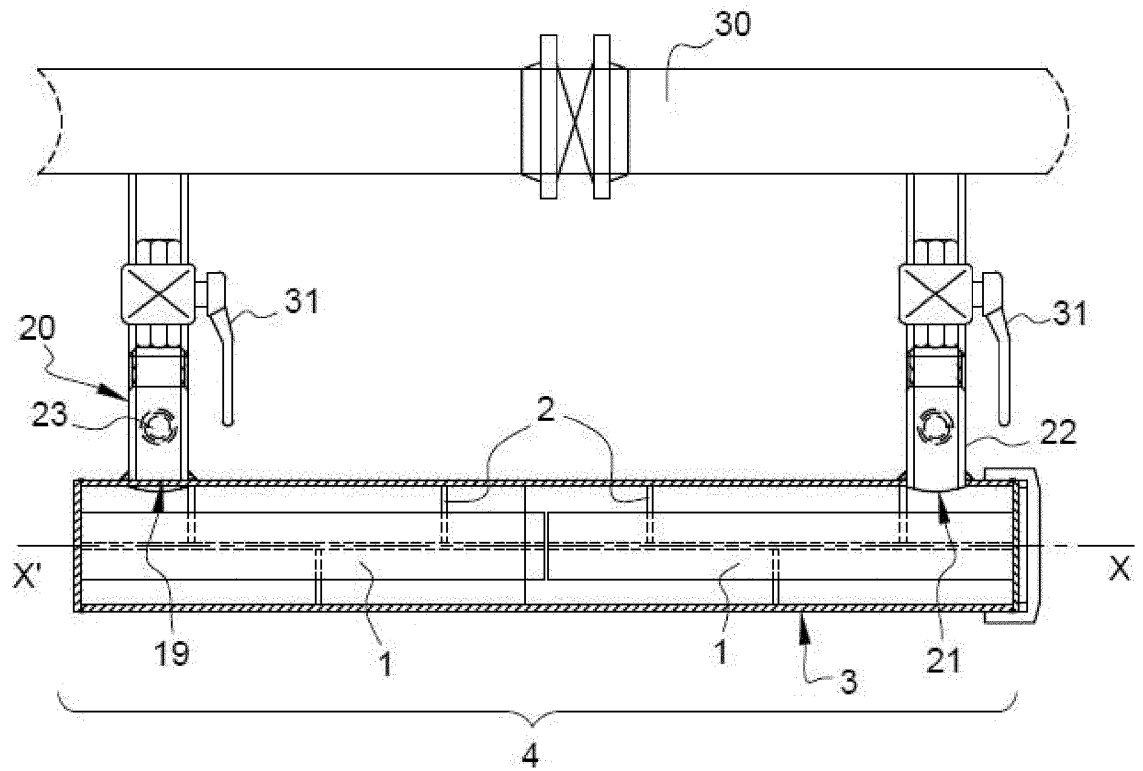
[Fig. 1]



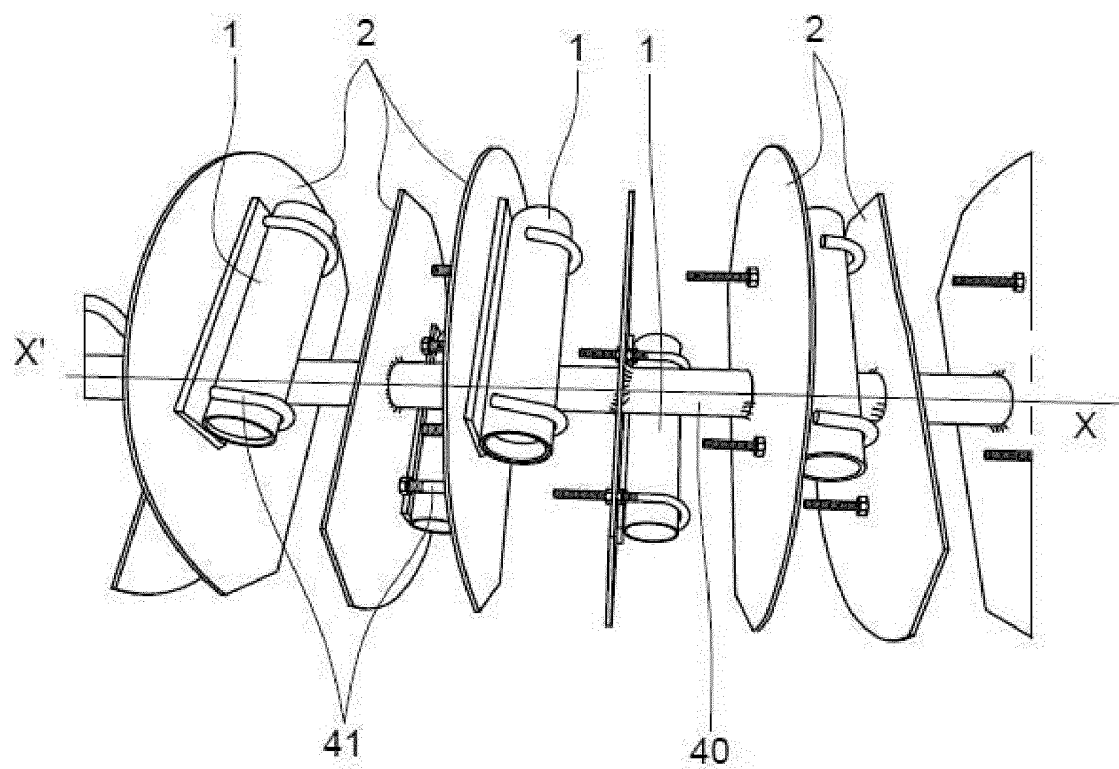
[Fig. 2]



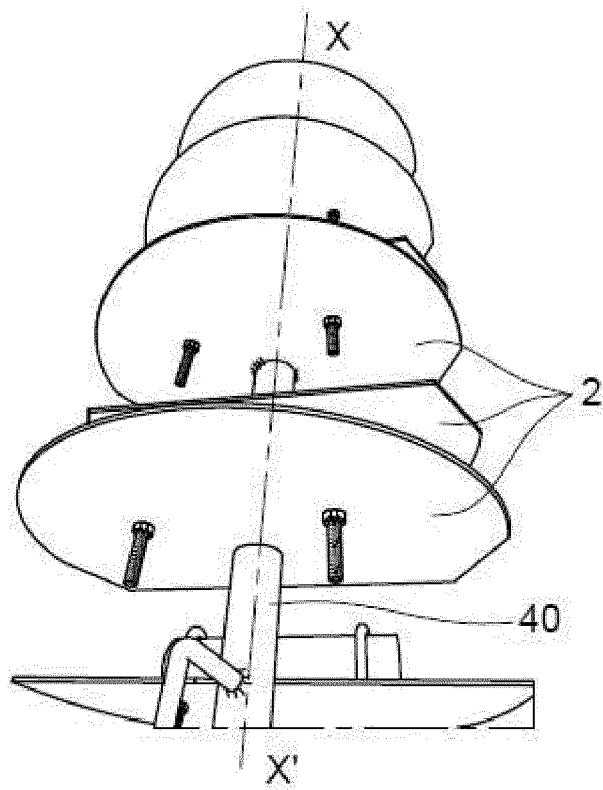
[Fig. 3]



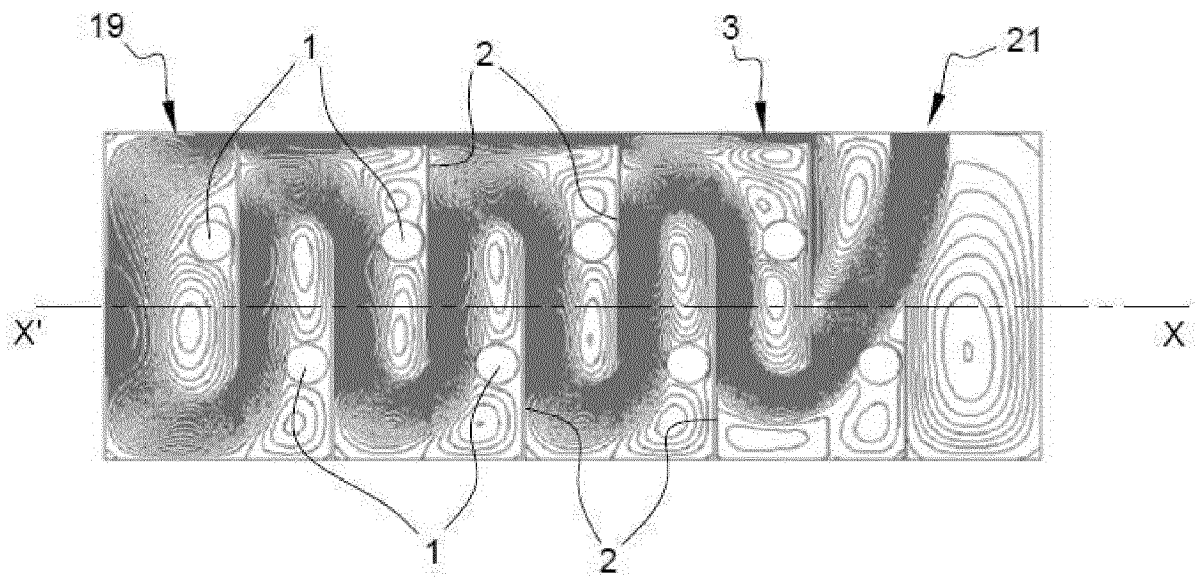
[Fig. 4]



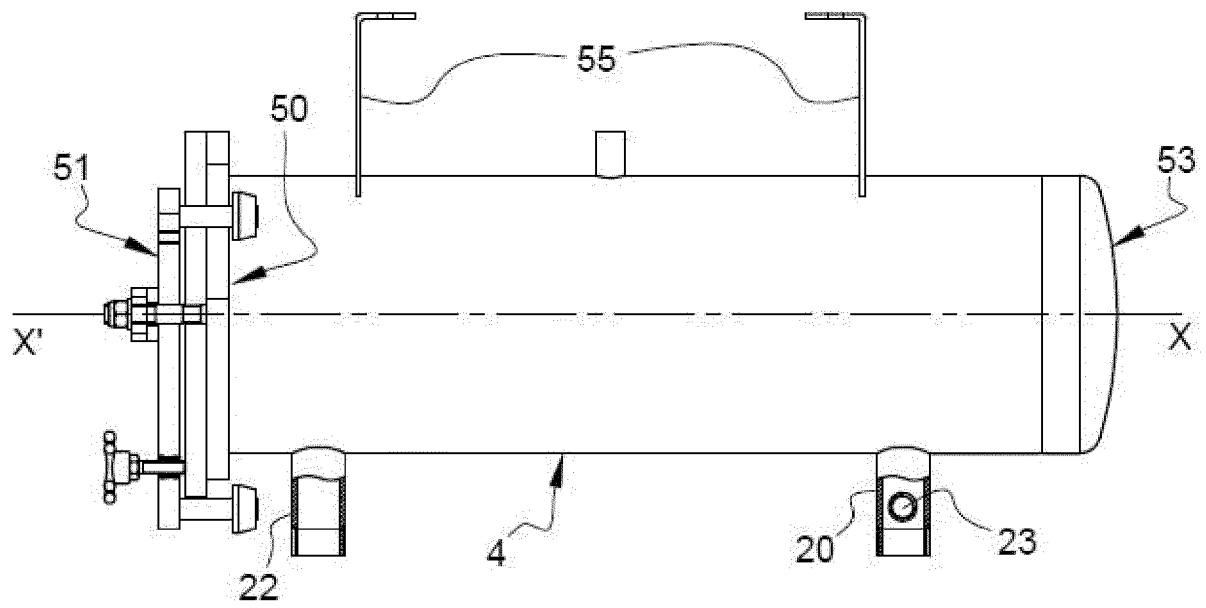
[Fig. 5]



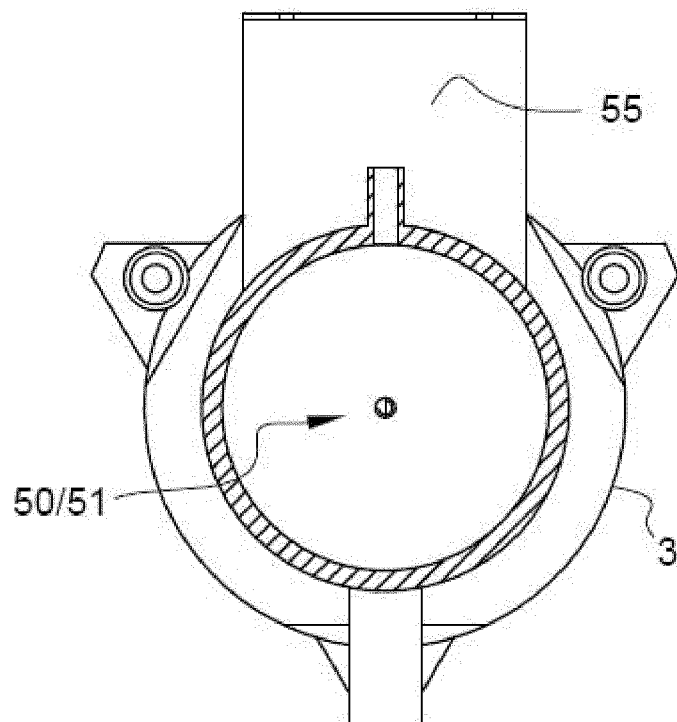
[Fig. 6]



[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

- US 4334889 A [0006]
- EP 2388466 A1 [0007]
- US 20180363542 A [0007] [0008]
- WO 1989000451 A [0008]
- EP 2388466 A [0012]