

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 915 292 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
03.09.2003 Bulletin 2003/36

(51) Int Cl.7: **F23D 14/02**, B01F 3/02,
B01F 5/00, F23N 1/02

(21) Numéro de dépôt: **98402749.0**

(22) Date de dépôt: **05.11.1998**

(54) **Dispositif de mélange universel de deux fluides gazeux**

Universelle Vorrichtung zum Mischen zweier gasförmigen Fluide

Universal device for mixing two gaseous fluids

(84) Etats contractants désignés:
AT DE IT

(30) Priorité: **07.11.1997 FR 9714025**

(43) Date de publication de la demande:
12.05.1999 Bulletin 1999/19

(73) Titulaire: **GAZ DE FRANCE**
75017 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Cornil, Jean-Philippe**
78800 Houilles (FR)

• **Vulovic, Frédéric**
91600 Savigny sur Orge (FR)

(74) Mandataire: **Thévenet, Jean-Bruno et al**
Cabinet Beau de Loménie
158, rue de l'Université
75340 Paris Cédex 07 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 316 454 **EP-A- 0 578 578**
FR-A- 2 341 131 **FR-A- 2 514 163**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 124**
(M-383), 29 mai 1985 & JP 60 008456 A (NISSAN
JIDOSHA KK), 17 janvier 1985

EP 0 915 292 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention a pour objet un dispositif de mélange universel de deux fluides gazeux et son application à divers types d'installations d'alimentation en mélanges d'air et de gaz combustible.

[0002] Il est souvent nécessaire de procéder au mélange de deux gaz différents.

[0003] En particulier, l'utilisation des gaz combustibles tels que le gaz naturel ou les gaz de pétrole liquéfié (GPL) passe par des processus de mélange avec de l'air. Les mélanges sont généralement réalisés à des pressions proches de la pression atmosphérique.

[0004] Pour ces applications, le gaz carburant, qui est souvent disponible sous moyenne pression, est détendu à quelques millibar pour être mis en contact avec le gaz comburant qui est le plus souvent de l'air atmosphérique.

[0005] Les nombreux dispositifs de mélange actuellement mis en oeuvre, ont pour défaut leur plage d'utilisation qui reste étroite pour maintenir les meilleures conditions de fonctionnement sur le domaine choisi. Ainsi, lorsqu'il s'agit de brûleurs ou de carburateurs, la combustion est rarement maintenue stoechiométrique sur toute la plage d'utilisation de l'installation. De même, dans le cas de générateurs d'air/GPL, le pouvoir calorifique du gaz distribué est affecté par l'imprécision des dispositifs de mélange dont la dynamique ne dépasse guère 10 avec les systèmes actuels.

[0006] Parmi ces dispositifs de mélange existants on distinguera :

- les systèmes à action discrète pour lesquels le mélange air/gaz est pré-réglé à partir d'orifices dont la section de passage et la pression d'alimentation sont pré-définies de façon à obtenir la combustion recherchée, dans le cas d'un brûleur, ou un pouvoir calorifique supérieur (PCS) constant, dans le cas d'un générateur air/GPL. Ces dispositifs sont les plus utilisés notamment pour les brûleurs de chaudières de forte et moyenne puissance qui disposent de systèmes pré-réglés à une, deux ou trois allures ;
- les systèmes modulants dans lesquels le mélange air/gaz est maintenu constant par l'action conjointe de deux vannes à ouverture synchronisée, l'une sur le gaz, l'autre sur le registre d'air. Ces systèmes sont également pré-réglés, au moyen de dispositifs mécaniques à came, qui permettent d'ajuster pour chaque position de vanne le mélange désiré. On trouvera le même principe avec des générateurs air/GPL ;
- les systèmes modulants gérés par automates et calculateur lesquels, à partir d'une ou plusieurs informations (analyse de fumées, température d'un procédé, débit des gaz, etc.) agissent sur les vannes d'admission de gaz et d'air.

[0007] Pour ce qui concerne les générateurs de mélange air/GPL, par exemple les mélangeurs air/propane, on connaît actuellement deux techniques différentes. La première, dite haute ou moyenne pression, utilise de l'air comprimé et du GPL à une pression de quelques bar, et permet de délivrer des puissances assez élevées. La deuxième, dite basse pression, utilise de l'air atmosphérique et du GPL sous pression de quelques bar.

[0008] Les mélangeurs destinés aux réseaux de distribution moyenne pression (par exemple 2 bar) utilisent de l'air comprimé et du GPL à une pression généralement comprise entre 4 et 10 bar. De tels mélangeurs connus comprennent une première ligne pour l'air comprimé et une deuxième ligne pour le GPL.

[0009] Ces deux lignes se rejoignent dans une nourrice où le mélange se réalise avant d'être distribué sous une pression allant de quelques millibar à 1 ou 2 bar. La limitation en pression est liée aux risques de condensation du GPL, lorsque les conditions climatiques du lieu de distribution atteignent des températures trop basses.

[0010] Le rapport du mélange est obtenu au moyen de vannes pneumatiques proportionnelles. Chaque ligne est équipée d'une vanne de régulation dont le pilotage est assuré par un dispositif pneumatique qui provoque une réaction simultanée des deux vannes, dont les sections et les lois d'ouverture ont été préalablement définies. Les systèmes récents utilisent des asservissements qui, tout en gardant l'architecture précédente, permettent d'améliorer sensiblement les performances de ce type de mélangeur en termes de précision sur le PCS et de dynamique. Ces asservissements utilisent les informations de débit instantané délivrées par des compteurs à turbine disposés sur chaque ligne, et celles d'un Wobbe-mètre qui réagit sur la consigne du rapport. Un automate associé à un calculateur assure la gestion des différents paramètres.

[0011] Ces différents systèmes ont en commun les défauts suivants : faible dynamique de débit pour lequel le PCS est stable, car celle-ci dépend, dans l'essentiel des cas, de celle du compteur qui dépasse rarement 20 ; régulation de pression délicate à stabiliser, notamment en basse pression, car le pilotage doit gérer en permanence la position précise des deux vannes (sur l'air et sur le GPL) ;

- inadaptation aux régimes variant rapidement en raison d'un temps de réponse relativement long dû aux deux vannes à gérer ;
- installations gourmandes en énergie (nécessité d'un compresseur pour l'air, réchauffage des deux fluides afin d'éviter les phénomènes de recondensation) ;
- installations complexes, et de ce fait très coûteuses, nécessitant une main d'oeuvre spécialisée pour la maintenance et la mise au point.

[0012] Les générateurs air/GPL pour des applications

basse pression utilisent généralement une batterie de tuyères venturi dont le débit unitaire permet une progression arithmétique (par exemple : 10-20-40-80 m³/h) la combinaison des différentes tuyères permettant de réaliser une régulation par action discrète. Le mélange est obtenu, par aspiration de l'air atmosphérique, par effet d'induction du jet de GPL qui entraîne l'air dans la tuyère. Le fonctionnement en mode tout ou rien des différentes tuyères impose l'utilisation de gazomètres tampons afin de "lisser" la pression résultante dans le réseau.

[0013] L'intérêt de ce type de générateur réside dans le fait qu'il est autonome en énergie car il fonctionne en utilisant uniquement la pression du GPL.

[0014] Les inconvénients sont liés à la nécessité de disposer d'un gazomètre, par nature encombrant et cher, pour effectuer la régulation de pression qui est par principe, instable en raison du fonctionnement cyclique des tuyères. Enfin la précision obtenue sur le "Pouvoir Calorifique Supérieur" (PCS) est faible car ce type d'installation comporte généralement des tuyères dont le réglage est effectué une fois pour toute, sans qu'il soit fait appel à des dispositifs de correction de pression et de température.

[0015] La présente invention vise à remédier aux inconvénients de l'art antérieur et à permettre d'assurer de façon commode, simple et fiable, avec des dynamiques de fonctionnement importantes, le mélange de deux fluides gazeux.

[0016] Ces buts sont atteints, conformément à l'invention, grâce à un dispositif de mélange universel de deux fluides gazeux, caractérisé en ce qu'il comprend une enceinte définissant des première et deuxième chambres concentriques, un premier conduit débouchant dans la première chambre pour alimenter celle-ci en un premier gaz à moyenne pression, un deuxième conduit débouchant dans la deuxième chambre pour alimenter celle-ci en un deuxième gaz à moyenne pression, une première tuyère sonique à col de section variable disposée dans la première chambre et une deuxième tuyère sonique à col de section variable disposée dans la deuxième chambre, en ce que la première tuyère sonique comprend un premier élément creux de révolution convergent-divergent servant de siège à un premier clapet en forme d'ogive et la deuxième tuyère sonique comprend un deuxième élément creux de révolution convergent-divergent servant de siège à un deuxième clapet en forme d'ogive, en ce que le premier clapet définit un alésage axial et délimite au moins partiellement les première et deuxième chambres, en ce que la deuxième tuyère sonique est disposée à l'intérieur dudit alésage axial, en ce que les premier et deuxième éléments creux de révolution convergent-divergent présentent une position déterminée par rapport à l'enceinte tandis que les premier et deuxième clapets sont liés mécaniquement l'un à l'autre et associés à un actionneur unique assurant un déplacement synchronisé des premier et deuxième clapets et en ce que le pre-

mier et le deuxième gaz ayant traversé les première et deuxième tuyères soniques coaxiales et homothétiques débouchent axialement dans une même chambre aval où s'opère le mélange des premier et deuxième gaz selon un rapport de mélange prédéterminé conditionné par les dimensions des première et deuxième tuyères soniques.

[0017] Chacun des premier et deuxième gaz est introduit respectivement dans la première et la deuxième chambre à une pression égale ou supérieure à 1,3 bar.

[0018] Dans la mesure où les première et deuxième tuyères comportent des clapets, qui sont liés mécaniquement, et présentent des déplacements précis et synchronisés à partir d'un seul actionneur, il est engendré une variation continue des débits d'air et de gaz, dont le rapport est maintenu constant sur toute la plage de fonctionnement grâce à la parfaite homothétie des tuyères. La dynamique de fonctionnement peut être par exemple de l'ordre de 50:1.

[0019] Selon un mode particulier de réalisation, le dispositif de mélange universel de deux fluides comprend en outre une troisième chambre communiquant par des orifices avec la première chambre et une troisième tuyère sonique à col de section variable disposée dans la troisième chambre ; la troisième tuyère sonique comprend un troisième élément creux de révolution convergent-divergent identique audit premier élément creux de révolution mais disposé en alignement axial de façon opposée à celui-ci dans une position déterminée par rapport à l'enceinte et servant de siège à un troisième clapet en forme d'ogive dont la forme et les dimensions sont identiques à celles du premier clapet ; le troisième clapet est lié mécaniquement aux premier et deuxième clapets mais est placé en opposition par rapport à ceux-ci, de telle sorte que la troisième tuyère sonique fonctionne de manière antagoniste par rapport à la première tuyère sonique et que la troisième tuyère sonique soit en position d'ouverture lorsque la première tuyère sonique est en position de fermeture et réciproquement, et que la troisième chambre comprend des orifices disposés en aval de la troisième tuyère sonique de telle sorte que le surplus du premier gaz issu de la troisième tuyère sonique puisse être évacué de l'enceinte.

[0020] Le premier gaz est introduit dans la première chambre à une pression supérieure ou égale à 150 millibar et le deuxième gaz est introduit dans la deuxième chambre à une pression supérieure ou égale à 1,3 bar.

[0021] Avantagement, chacune des tuyères soniques est réalisée de façon modulaire et comprend un clapet démontable permettant de modifier par la modification de la conicité du clapet la capacité ou le rapport de mélange du dispositif mélangeur. La partie fixe des tuyères soniques peut elle-même être également réalisée de manière à être démontable.

[0022] La présence d'une troisième tuyère antagoniste à la première tuyère, et de caractéristiques fonctionnelles identiques à celle-ci, permet d'assurer une régulation automatique de la pression du premier gaz, quel-

les que soient les positions du mélangeur, et permet d'opérer sur des gaz dont les pressions sont relativement faibles (quelques dizaines de millibar à quelques centaines de millibar).

[0023] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention, ainsi que différentes applications du dispositif de mélange universel selon l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples. en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe axiale d'un premier exemple de dispositif de mélange de gaz selon l'invention, à deux tuyères soniques,
- la figure 2 est une vue en coupe axiale d'un deuxième exemple de dispositif de mélange de gaz selon l'invention, à trois tuyères soniques,
- la figure 3 est une vue schématique d'un exemple d'installation d'un mélangeur selon l'invention, et
- la figure 4 est une vue en coupe axiale d'une variante du deuxième mode de réalisation à trois tuyères soniques.

[0024] Dans l'exemple de la figure 1, qui est appliqué au mélange d'air et d'un gaz carburant, le dispositif 100 de mélange comprend une enceinte cylindrique 110 à l'intérieur de laquelle sont définies deux chambres coaxiales concentriques 111, 121. Un conduit latéral 112 d'alimentation en air comburant débouche dans la chambre extérieure 111 tandis qu'un conduit latéral 122 d'alimentation en gaz carburant débouche dans la chambre intérieure 121.

[0025] Une première tuyère sonique 130 à col de section variable est disposée dans la première chambre 111, en aval d'une plaque perforée 113 servant à redresser le flux d'air introduit par le conduit 112 dans la chambre 111. La tuyère 130 comprend un élément creux de révolution convergent-divergent 131 qui sert de siège à un clapet 132 en forme d'ogive.

[0026] Une deuxième tuyère sonique 140 à col de section variable est disposée à l'intérieur du clapet 132 de la première tuyère 130. La tuyère 140 comprend un élément creux de révolution convergent-divergent 141 qui est solidaire de l'enceinte 110 par l'intermédiaire d'une bride 116 et se trouve placé dans un alésage du clapet 132 et en contact par l'intermédiaire d'un joint avec cet alésage de manière à permettre au clapet 132 de coulisser par rapport à l'élément creux 131 et de façon étanche par rapport à l'élément creux 141. L'élément creux 141 sert de siège à un clapet 142 en forme d'ogive dont l'extrémité amont 144 est filetée pour pouvoir être rendue sélectivement solidaire d'un filetage formé dans le clapet 132. Les clapets 132 et 142 sont ainsi solidaires entre eux et reliés à l'extrémité aval d'une tige axiale de commande 145 elle-même connectée par un mécanisme d'accouplement 146 avec un actionneur 150, qui peut être de type pneumatique, électrique ou hydraulique.

[0027] La démontabilité des clapets 132 et 142 en forme d'ogive rend le dispositif modulaire. Ainsi, par le simple remplacement des clapets 132, 142 par des clapets en forme d'ogives de conicité différente, il est possible de modifier la capacité ou le rapport du dispositif de mélange. L'élément creux fixe 131, qui est vissé dans l'enceinte tubulaire 110, peut également être remplacé facilement.

[0028] La partie amont 133 du clapet 132 est en forme de cylindre creux et est engagée de manière à pouvoir coulisser axialement de façon étanche dans l'alésage d'un cylindre 123 qui constitue une paroi de délimitation entre la chambre centrale 121 d'alimentation en gaz carburant et la chambre annulaire extérieure 111 d'alimentation en air comburant. Le gaz carburant introduit par le conduit radial 122 dans la chambre 121 peut pénétrer dans la partie amont creuse 133 du clapet 132 et parvenir dans l'espace convergent-divergent de la tuyère 140 à travers des passages 143 ménagés dans le clapet 132.

[0029] L'enceinte 110 du dispositif de mélange peut présenter la forme d'une manchette avec une paroi cylindrique extérieure 114 et des parois planes transversales d'extrémité 115, 116 formant brides. La paroi d'extrémité aval 116, qui sert notamment au support de la partie fixe, mais démontable, 141 de la tuyère 140, peut être raccordée à la bride amont 161 d'un élément définissant une chambre de mélange et recevant d'une part le flux de gaz carburant issu de l'espace divergent de la tuyère sonique interne 140 et d'autre part le flux d'air issu de l'espace divergent annulaire de la tuyère sonique externe 130. La paroi interne de la chambre de mélange aval 160 peut être équipée d'un matériau absorbant phonique 163. Ce matériau 163, de même qu'un matériau 162 inséré entre les éléments formant brides 116, 161 de l'enceinte 110 et de la chambre de mélange aval 160, constituent un dispositif silencieux à la sortie des deux tuyères concentriques 130, 140, lequel dispositif silencieux réduit les émissions acoustiques liées à la détente et favorise le brassage du mélange.

[0030] On notera que dans l'art antérieur, des tuyères soniques à col de section variable sont généralement utilisées sur une ligne d'alimentation en gaz pour assurer la triple de fonction de détente du gaz, de mesure du débit de gaz et de régulation du débit de gaz ou de la puissance calorifique véhiculée par un gaz carburant.

[0031] Des exemples d'appareils de régulation et de mesure de débit mettant en oeuvre des tuyères soniques à col variable sont donnés par exemple dans les documents FR-A-2341131, FR-A-2514163, FR-A-2580803 et FR-A-2630184. La technologie des tuyères soniques décrites dans les documents précités est applicable au dispositif de mélange selon l'invention. Dans l'art antérieur, dans le cas d'utilisation des tuyères concentriques comme dans le document FR-A-2 514 163, un seul et même gaz alimente les deux tuyères. La tuyère auxiliaire centrale sert simplement à recevoir un faible flux de dérivation du courant principal de gaz à réguler

et la tuyère auxiliaire débouche dans une conduite distincte conduisant à un compteur. Si l'architecture présentée dans le document FR-A-2 514 163 n'a ainsi aucunement pour rôle d'assurer un mélange entre des gaz de natures différentes, il est cependant possible, dans le cadre de la présente invention, d'utiliser la technologie de fabrication des tuyères soniques connues notamment par les documents précités.

[0032] Le dispositif de la figure 1 n'est pas limité à la réalisation de mélanges air-gaz combustible, et peut s'appliquer à divers couples de fluides gazeux. Toutefois, des applications intéressantes existent lorsque le premier gaz introduit dans le conduit 112 est de l'air et le deuxième gaz introduit dans le conduit 122 est un gaz combustible tel qu'un gaz naturel ou un gaz de pétrole, tel que du propane, du butane ou un mélange de propane et de butane.

[0033] Pour obtenir des conditions d'écoulement sonique au col des tuyères 130, 140, il est nécessaire que l'air et le gaz introduits dans les conduits 112, 122 présentent une pression minimum de 1,3 bar absolu.

[0034] Les gaz carburants sont généralement distribués entre 1,3 et 4 bar pour le gaz naturel et entre 2 et 7 bar pour les GPL. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'intercaler de surpresseur entre la source de gaz carburant et l'entrée 122 de gaz. En revanche, une source d'air comprimé à moyenne pression n'est pas toujours disponible. Dans le cas où l'air atmosphérique est appliqué par l'intermédiaire d'un ventilateur dont la pression de refoulement est par exemple comprise entre 20 et 50mbar, il faut intercaler un surpresseur entre le ventilateur et l'entrée 112 d'air, ou mettre en oeuvre un dispositif de mélange à trois tuyères tel que celui qui sera décrit plus loin en référence à la figure 2.

[0035] Les tuyères 130, 140 présentent des dimensions et des formes (notamment angle de conicité des clapets 132, 142 et des pièces fixes convergentes-divergentes 131, 141) qui sont définies au préalable pour obtenir un rapport d'ouverture qui correspond, dans une première approche, au rapport de mélange souhaité. Ainsi, à titre d'exemple, dans le cas d'une application à un générateur d'air propané, le rapport de mélange peut être de 30 % de GPL pour 70 % d'air. Ce rapport est déterminé en tenant compte des conditions de pression d'alimentation et de la puissance maximum souhaitée.

[0036] A partir des conditions initiales pré-définies par la géométrie des tuyères, et qui peuvent être facilement adaptées ou modifiées, compte tenu de la conception modulaire des tuyères soniques, le déplacement des deux clapets 132, 142 des tuyères 130, 140 par l'actionneur 150 engendre une variation continue des débits d'air et de gaz, dont le rapport est maintenu constant sur toute la plage de fonctionnement grâce à la parfaite homothétie des deux tuyères 130, 140. On peut ainsi obtenir des dynamiques de fonctionnement très supérieures aux systèmes connus, par exemple de 50 : 1.

[0037] Le dispositif de mélange de gaz selon l'invention, tel que décrit en référence à la figure 1, peut être

utilisé dans le cadre de différentes applications.

[0038] Selon une application particulière, le mélangeur selon l'invention peut être intégré dans une installation d'alimentation en mélange air-gaz combustible d'un processus industriel tel qu'un four de traitement thermique à brûleurs multiples.

[0039] Dans certains fours de traitement thermique, plusieurs brûleurs sont répartis spatialement à l'intérieur du four. Si ces différents brûleurs sont alimentés à partir d'un mélangeur air-gaz classique, lorsque l'air modifie le débit d'un ou plusieurs brûleurs du four, la puissance initiale, et donc la qualité du mélange sont affectées.

[0040] Au contraire, grâce à la présente invention, il est possible de mettre en oeuvre un mélangeur air-gaz à tuyères soniques avec lequel toute modification du débit d'un ou plusieurs brûleurs du four opère un transfert automatique du débit, ajouté ou retranché, vers les brûleurs non modifiés, et maintient inchangées la puissance globale du four et la qualité du mélange.

[0041] La figure 3 montre un exemple d'installation incorporant un mélangeur selon l'invention et pouvant servir par exemple à l'alimentation en mélange air-gaz d'un processus industriel tel qu'un ensemble de brûleurs d'un même four, les différents brûleurs pouvant être réglés pour produire des flammes de formes et de caractéristiques très variées sans que cela influe sur la qualité du mélange air-gaz appliqué aux différents brûleurs.

[0042] Dans l'installation de la figure 3, on voit une ligne 11 de fourniture d'air comprimé et une ligne 21 de fourniture de gaz carburant à une pression moyenne supérieure à 1.3 bar.

[0043] Sur la ligne 11 de fourniture d'air, un ventilateur 12 est associé à un pressostat basse pression 13, à un régulateur de pression 14 et à des organes 15 de mesure de pression et de température. Le flux d'air régulé est appliqué au mélangeur 100, sur l'entrée 112 d'introduction du premier fluide gazeux (figure 1).

[0044] Sur la ligne 21 de fourniture de gaz carburant à moyenne pression, on trouve successivement une vanne quart de tour 22, un filtre 23, un ensemble d'électrovannes de sécurité 24, 25, un régulateur de pression 26 et des organes 27 de mesure de pression et de température. Le flux de gaz régulé est appliqué au mélangeur 100, sur l'entrée 122 d'introduction du deuxième fluide gazeux (figure 1).

[0045] La sortie du mélangeur 100 est équipée d'un pressostat haute pression 9 et d'une électrovanne de sécurité 8.

[0046] Le mélange air-gaz est disponible sur une ligne 31, pour être appliqué au processus à alimenter tel qu'un ensemble de brûleurs. Un module 7 permet la commande de la position des clapets 132, 142 des tuyères soniques 130, 140 du mélangeur 100. Le module 7 peut en particulier être équipé d'un capteur de position des clapets 132, 142.

[0047] Les régulateurs de pression 14, 26 règlent les pressions d'alimentation du mélangeur 100 en air et en gaz, à des valeurs souhaitées pour obtenir le mélange

requis. Un régulateur de type PID (proportionnel-intégrale-dérivée) pouvant être classique est intégré dans le module 7 pour ajuster la position des clapets 132, 142 du mélangeur 100 à la puissance nécessaire au procédé.

[0048] L'adjonction d'une commande sur l'un ou l'autre des régulateurs de pression 14, 26 ou sur les deux à la fois permet en outre, par simple modification de la pression initialement fixée pour l'alimentation en air à moyenne pression ou l'alimentation en gaz à moyenne pression, de changer le taux d'aération de la flamme, dans le cas où l'on exige des atmosphères réductrice ou oxydante et ceci sans modifier la position des clapets en forme d'ogives 132, 142 du mélangeur 100.

[0049] On peut encore remarquer que l'utilisation de tuyères 132, 142 à col de section variable, fonctionnant en régime sonique, permet de disposer à la sortie de celles-ci, dans la chambre de mélange aval 160, de diffuseurs à forte perte de charge, dont les formes fournissent la turbulence et l'homogénéité du mélange. Ceci est réalisé sans influence sur les débits et la puissance de l'installation.

[0050] Le dispositif de mélange de la figure 1 peut aussi être utilisé dans le cadre d'un générateur d'air/GPL, qui produit un mélange d'air et de gaz de pétrole (butane, propane ou mélange de butane et de propane) dans des proportions très précises, afin d'obtenir un gaz dont le pouvoir calorifique est prédéterminé à une valeur constante et peut servir de gaz de substitution au gaz naturel. A titre d'exemple, un mélange approximativement de 55% de propane avec 45% d'air a des caractéristiques de combustion très similaires à celles du gaz naturel pour une large variété d'équipements de combustion.

[0051] Dans la mesure où de l'air comprimé est disponible à une pression supérieure à environ 3 bar, le mélangeur 100 de la figure 1 peut être utilisé, par exemple avec des éléments complémentaires tels que ceux représentés sur la figure 3, pour recevoir d'une part de l'air comprimé sur la ligne 11 et d'autre part du gaz de pétrole sur la ligne 21, et fournir en sortie sur la ligne 31 un mélange air/GPL de caractéristiques prédéterminées, avec une pression pouvant être par exemple de 2 bar, ou inférieure. Le rapport de mélange et la capacité de l'installation sont préalablement définis a priori, par les dimensions des tuyères variables 130, 140, et la pression d'alimentation dont on dispose sur les lignes 11 d'air et 21 de GPL.

[0052] La régulation de pression aval est effectuée à l'aide du module de commande 7 qui permet d'agir sur la position des clapets 132, 142 en forme d'ogive des tuyères du mélangeur 100.

[0053] Le module de commande 7 peut comprendre un asservissement totalement pneumatique, les deux clapets 132, 142 étant rendus solidaires d'un servomoteur de type action directe ou pilote, selon la précision ou la rapidité recherchées sur la pression régulée.

[0054] A titre de variante, le module de commande 7 peut encore comprendre d'autres types de régulation qui associent des régulateurs de type PID et des actionneurs électriques, tels que des moteurs pas à pas ou des actionneurs électro-pneumatiques.

[0055] Un mélangeur 100 selon l'invention peut également être incorporé dans un générateur air/GPL destiné à des applications basse pression, dans le cas où l'on ne dispose pas de source d'air comprimé à une pression supérieure à 1,3 bar. Dans ce cas, le mélangeur 100 présente la configuration représentée sur la figure 2 et comprend une tuyère supplémentaire 170.

[0056] Sur la figure 2, tous les éléments semblables à ceux de la figure 1 portent les mêmes références et ne seront pas décrits à nouveau. En particulier, les conduits d'entrée 112, 122, les chambres concentriques 111, 121 et les tuyères 130, 140 peuvent être réalisées de façon similaire dans le cas des modes de réalisation des figures 1 et 2.

[0057] Dans le mode de réalisation de la figure 2, on voit que l'enceinte 110 se prolonge au-delà de la paroi radiale 115, par une portion d'enceinte 117, par exemple en forme de manchette raccordée à la paroi radiale 115, laquelle portion d'enceinte 117 définit une troisième chambre 181 qui communique, par des orifices 182 formés dans la paroi radiale 115, avec la première chambre 111. La tuyère sonique supplémentaire 170 à col de section variable est disposée dans la chambre 181 et comprend un élément creux de révolution convergent-divergent 171 dont les caractéristiques géométriques et dimensionnelles sont identiques à celles de l'élément creux 131 de la tuyère 130, mais qui est disposé en alignement axial de façon opposée à l'élément creux 131, dans une position déterminée par rapport à la portion d'enceinte 117 prolongeant l'enceinte 110. L'élément creux 171 sert de siège à un clapet 172 en forme d'ogive dont la forme et les dimensions sont identiques à celles du premier clapet 132.

[0058] Le clapet 172 est lié mécaniquement aux clapets 132, 142 par la tige de commande 145, mais est placé en opposition par rapport aux clapets 132, 142 de telle sorte que la tuyère sonique 170 fonctionne de manière antagoniste par rapport à la première tuyère sonique 130 et que la tuyère 170 soit en position d'ouverture lorsque la tuyère 130 est en position de fermeture (comme représenté sur la figure 2) et réciproquement.

[0059] Une pièce terminale 174 en forme de bride est disposée radialement par rapport à la paroi cylindrique de la portion d'enceinte 117, du côté opposé à la paroi 115, en aval de la tuyère 170 et comprend des orifices 175 de telle sorte que le surplus d'air issu de la tuyère 170 peut être évacué hors de l'enceinte 110, 117.

[0060] La tige de commande 145 qui assure la liaison mécanique des clapets 172 et 132, 142, est prolongée par une tige supplémentaire 173, qui traverse le clapet 172 en étant solidaire de celui-ci et traverse également de façon étanche et coulissante la pièce terminale 174 pour être relié à un actionneur, non représenté sur la

figure 2, mais qui peut être analogue à l'actionneur 150 de la figure 1, et dont un exemple est représenté sur la figure 4.

[0061] La mise en oeuvre d'une troisième tuyère 170 agissant de façon antagoniste par rapport à la première tuyère 130 permet d'utiliser le mélangeur 100 selon l'invention, dans sa configuration de la figure 2, et avec les éléments complémentaires représentés sur la figure 3, pour constituer un générateur d'air/GPL dans le cadre d'une application basse pression, et dans le cas où une source d'air comprimé haute pression n'est pas disponible. Dans ce cas, il suffit que le ventilateur centrifuge 12 placé sur la ligne d'air 14 utilise une pression minimum de 150 mbar qui constitue la limite basse pour obtenir un écoulement sonique. Il est naturellement possible de prévoir un ventilateur fournissant de l'air sous une pression plus élevée, par exemple 300 mbar, mais ceci augmente la consommation en énergie électrique nécessaire au fonctionnement du ventilateur.

[0062] Dans un mélangeur 100 à trois tuyères 130, 140, 170 dont les clapets en forme d'ogive 132, 142, 172 sont solidaires et synchronisés dans leurs mouvements, le débit constant d'air fourni par le ventilateur 12 transite soit vers la chambre de mélange 160. soit vers la sortie à l'atmosphère 175, soit enfin, et c'est le cas le plus fréquent, vers ces deux destinations à la fois lorsque les clapets 132, 172 des tuyères 130, 170 de dimensions identiques et placées en opposition sont en position intermédiaire.

[0063] La pression d'alimentation en gaz de pétrole au niveau du conduit d'entrée 122 peut être de l'ordre de quelques centaines de millibar.

[0064] Le module de commande 7 comprend un capteur de la position des clapets 132, 142, 172 des tuyères soniques variables 130, 140, 170. Comme déjà indiqué en référence à la figure 3, des moyens 15, 27 de mesure de la température et de la pression de fluide sont prévus en amont des chambres 111, 121, des moyens 9 de mesure de la pression du mélange d'air et de gaz de pétrole sont prévus en aval du mélangeur 100 et des moyens de régulation agissent sur le régulateur de pression 26 de la source d'alimentation en gaz ou sur un dispositif de positionnement des clapets 132, 142, 172 des tuyères 130, 140, 170 pour maintenir une pression aval prédéterminée du mélange d'air et de gaz de pouvoir calorifique (PCS) prédéterminé.

[0065] La régulation de pression aval peut s'opérer à l'aide de circuits d'asservissement d'une manière analogue à ce qui a été décrit en référence à un générateur d'air/GPL utilisant un mélangeur à deux tuyères 130, 140.

[0066] Un avantage particulier, qui découle de la mise en oeuvre de trois tuyères 130, 140, 170 dont deux tuyères concentriques 130, 140 réside dans le fait que l'air produit par le ventilateur 12 subit un échauffement qui est directement récupérable pour favoriser l'évaporation du GPL et éviter les phénomènes de condensation que l'on rencontre avec les systèmes classiques, et qui

entraîne la mise en oeuvre de réchauffeurs sur les deux fluides pour palier cet inconvénient. La disposition coaxiale des tuyères 130, 140 favorise en effet les échanges de température entre l'air et le GPL. Par ailleurs, l'évacuation permanente de l'air fourni par le ventilateur 12 à travers l'une ou l'autre des tuyères antagonistes 130, 170 permet à la température en amont de la tuyère d'air 130 de rester stable dans le temps.

[0067] Avec le mode de réalisation de la figure 2, il est possible, comme dans celui de la figure 1, de disposer un dispositif formant silencieux 163 à la sortie des tuyères 130, 140, dans la chambre de mélange 160. La tuyère 170 par laquelle de l'air s'échappe à l'atmosphère peut également être munie d'un silencieux 179 qui permet de réduire les nuisances dans le local où est installé le générateur d'air/GPL (voir figure 4).

[0068] Un mélangeur 100 de fluides gazeux à trois tuyères 130, 140, 170, tel que celui représenté sur la figure 2, et pouvant coopérer avec des éléments extérieurs tels que ceux représentés sur la figure 3, peut encore être mis en oeuvre dans le cadre d'autres installations comme par exemple une installation d'alimentation en mélange air-gaz d'un brûleur de chaudière à air soufflé.

[0069] Ce type de brûleur équipe généralement des chaudières de production d'eau chaude pour le chauffage central avec des puissances de quelques dizaines de kW à plusieurs milliers de kW.

[0070] Les chaudières utilisent du gaz de réseau (gaz naturel) délivré à une pression de l'ordre de quelques centaines de millibar, par exemple 300 mbar, et de l'air fourni par un ventilateur à une pression de quelques dizaines de bar. Ces chaudières fonctionnent en mode tout ou rien ou tout ou peu, à partir de réglages fixes (petite allure, grande allure).

[0071] Dans ce cas, un mélangeur à trois tuyères 130, 140, 170, tel que celui représenté sur la figure 2 peut être utilisé de façon avantageuse, l'air étant introduit par le conduit 112 et le gaz de réseau étant introduit par le conduit 122.

[0072] La somme des débits d'air des première et troisième tuyères soniques 130, 170 antagonistes est égale au débit constant du ventilateur qui correspond au débit à pleine ouverture d'une seule des première et troisième tuyères soniques 130, 170, d'où il résulte que pour une puissance donnée d'un débit nominal de la source d'alimentation en gaz, il est effectué une régulation automatique de la pression d'air.

[0073] Pour une puissance donnée de surpresseur ou de débit nominal, on obtient avec la disposition à deux tuyères antagonistes une régulation automatique de la pression d'air égale à la valeur constante recherchée, et ceci pour toutes les positions des clapets 132, 142, 172 du mélangeur 100. Par ailleurs, compte tenu de l'évacuation permanente de l'air pressurisé fourni par le ventilateur au conduit 112, la température à l'amont de la tuyère d'air reste stable dans le temps.

[0074] Grâce à la stabilité de la régulation d'air, il est

possible avec ce système de mettre en oeuvre une régulation de puissance modulante qui s'adapte parfaitement et progressivement à la demande. Au contraire, dans les systèmes classiques, cette régulation s'opère en mode tout ou peu ou tout ou rien ce qui a pour effet d'induire certains dysfonctionnements au niveau du poste de détente/comptage du distributeur (surpression à la fermeture, surcomptage de certains types de compteurs particulièrement sensibles aux variations cycliques de débit, etc.).

[0075] La figure 4 représente une variante de réalisation du dispositif de mélange de gaz précédemment décrit en référence à la figure 2.

[0076] La variante de la figure 4 est entièrement modulaire. Ainsi, les pièces fixes 131, 171 des tuyères 130, 170 ne sont pas formées d'un seul bloc avec l'enceinte 110 comme selon le dessin de la figure 2, mais sont constituées par des pièces de révolution séparées qui sont amovibles et viennent se positionner à l'intérieur de l'enceinte tubulaire 110 grâce à des parties filetées. Un tel type de montage de la partie fixe 131 de la tuyère 130 a d'ailleurs déjà été représenté sur la figure 1 pour le mode de réalisation à deux tuyères concentriques.

[0077] On voit par ailleurs sur la figure 4, dans la chambre de mélange aval une plaque transversale 164 munie de perforations 165 et supportant sur sa face avant une plaque 166 en matériau poreux. L'ensemble 164, 166, qui est démontable, en étant pris en sandwich entre les brides 116, 161, joue le rôle d'un redresseur qui régularise l'écoulement du mélange en évitant la formation de vortex tout en assurant également une fonction d'absorbant phonique contribuant à réduire le bruit engendré par la détente du gaz. L'ensemble 164, 166 pourrait aussi être appliqué au mode de réalisation de la figure 1 si nécessaire.

[0078] De la même façon, une manchette 177 rapportée sur la bride 174 comporte un conduit 178 de sortie d'air vers l'atmosphère, qui est équipé d'un matériau absorbant phonique 179 définissant avantageusement un canal dont la portion située près de la sortie est conique et s'évase vers la sortie.

[0079] On a encore représenté sur la figure 4 un exemple d'actionneur 150 qui incorpore un asservissement de type pneumatique pour agir sur une tige axiale 176 connectée à la tige supplémentaire 173.

[0080] L'actionneur 150 de type pneumatique montré sur la figure 4 comprend à titre d'exemple une chambre aval 154 qui est en communication par un ajutage 153 avec une source de fluide gazeux sous pression et se trouve délimitée d'une part par une plaque transversale rigide fixe 155 et d'autre part par une membrane flexible 151 supportée par une plaque rigide solidaire de la tige axiale 176 et à l'encontre de laquelle agit un ressort 152. L'asservissement de l'actionneur 150 peut naturellement être plus complexe ou être de nature différente de celle d'un asservissement pneumatique.

Revendications

1. Dispositif de mélange universel de deux fluides gazeux différents, **caractérisé en ce qu'il** comprend une enceinte (110) définissant des première et deuxième chambres (111, 121) concentriques ne communiquant pas entre elles, un premier conduit (112) débouchant dans la première chambre (111) pour alimenter celle-ci en un premier gaz à moyenne pression, un deuxième conduit (122) débouchant dans la deuxième chambre (121) pour alimenter celle-ci en un deuxième gaz à moyenne pression, une première tuyère sonique (130) à col de section variable disposée dans la première chambre (111) et une deuxième tuyère sonique (140) à col de section variable disposée dans la deuxième chambre (121), **en ce que** la première tuyère sonique (130) comprend un premier élément creux de révolution convergent-divergent (131) servant de siège à un premier clapet (132) en forme d'ogive et la deuxième tuyère sonique (140) comprend un deuxième élément creux de révolution convergent-divergent (141) servant de siège à un deuxième clapet (142) en forme d'ogive, **en ce que** le premier clapet (132) définit un alésage axial et délimite au moins partiellement les première et deuxième chambres (111, 121), **en ce que** la deuxième tuyère sonique (140) est disposée à l'intérieur dudit alésage axial, **en ce que** les premier et deuxième éléments creux de révolution convergent-divergent (131, 141) présentent une position déterminée par rapport à l'enceinte (110) tandis que les premier et deuxième clapets (132, 142) sont liés mécaniquement l'un à l'autre et associés à un actionneur unique (150) assurant un déplacement synchronisé des premier et deuxième clapets (132, 142), et **en ce que** le premier et le deuxième gaz ayant traversé les première et deuxième tuyères soniques (130, 140) coaxiales et homothétiques débouchent axialement dans une même chambre aval (160) où s'opère le mélange des premier et deuxième gaz selon un rapport de mélange prédéterminé conditionné par les dimensions des première et deuxième tuyères soniques (130, 140).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre à l'intérieur de l'enceinte (110) une troisième chambre (181) communiquant par des orifices (182) avec la première chambre (111), une troisième tuyère sonique (170) à col de section variable disposée dans la troisième chambre (181), **en ce que** la troisième tuyère sonique (170) comprend un troisième élément creux de révolution convergent-divergent (171) identique audit premier élément creux de révolution (131), mais disposé en alignement axial de façon opposée à celui-ci dans une position déterminée par rapport à l'enceinte (110) et servant de siège à un troisième

clapet (172) en forme d'ogive dont la tonne et les dimensions sont identiques à celles du premier clapet (132), **en ce que** le troisième clapet (172) est lié mécaniquement aux premier et deuxième clapets (132, 142), mais est placé en opposition par rapport à ceux-ci, de telle sorte que la troisième tuyère sonique (170) fonctionne de manière antagoniste par rapport à la première tuyère sonique (130) et que la troisième tuyère sonique (170) soit en position d'ouverture lorsque la première tuyère sonique (130) est en position de fermeture et réciproquement, et **en ce que** la troisième chambre (181) comprend des orifices (175) disposés en aval de la troisième tuyère sonique (170) de telle sorte que le surplus du premier gaz issu de la troisième tuyère sonique (170) puisse être évacué de l'enceinte (110).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre un redresseur d'écoulement (113) disposé dans la première chambre (111) en amont de la première tuyère sonique (130).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre un élément (163, 166) en matériau absorbant phonique disposé dans la chambre de mélange aval (160).
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le premier gaz est constitué par de l'air et le deuxième gaz est constitué par un gaz combustible tel qu'un gaz naturel ou un gaz de pétrole tel que du propane, du butane ou un mélange de propane et de butane.
6. Dispositif selon les revendications 1 et 5, **caractérisé en ce que** le premier gaz est introduit dans la première chambre (111) à une pression supérieure ou égale à 1,3 bar et le deuxième gaz est introduit dans la deuxième chambre (121) à une pression supérieure ou égale à 1,3 bar.
7. Dispositif selon les revendications 2 et 5, **caractérisé en ce que** le premier gaz est introduit dans la première chambre (111) à une pression supérieure ou égale à 150 millibar et le deuxième gaz est introduit dans la deuxième chambre à une pression supérieure ou égale à 1,3 bar.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** chacune des tuyères soniques (130, 140, 170) est réalisée de façon modulaire et comprend un clapet démontable (132, 142, 172) permettant de modifier, par la modification de la conicité du clapet (132, 142, 172), la capacité ou le rapport de mélange du dispositif

mélangeur.

9. Installation d'alimentation en mélange air-gaz d'un processus industriel tel qu'un ensemble de fours de traitement thermique à brûleurs multiples, **caractérisé en ce qu'elle** comprend une source d'alimentation en air à moyenne pression comprenant un ventilateur (12) et un régulateur de pression (14) ; une source d'alimentation en gaz combustible comprenant une ligne d'alimentation en gaz à moyenne pression sur laquelle sont disposés un filtre (23), au moins une électrovanne de sécurité (24, 25) et un régulateur de pression (26) un dispositif (100) de mélange universel selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dont les première et deuxième chambres (111, 121) sont reliées respectivement à la source d'alimentation en air et à la source d'alimentation en gaz combustible, et une électrovanne de sécurité (8) disposée en sortie du dispositif (100) de mélange universel.
10. Installation selon la revendication 9, **caractérisée en ce qu'elle** comprend au moins un moyen de commande agissant sur au moins l'un des régulateurs de pression (14, 26) pour changer le taux d'aération de la flamme par simple modification de la pression initialement fixée pour l'alimentation en air à moyenne pression ou l'alimentation en gaz à moyenne pression.
11. Installation d'alimentation en mélange air-gaz d'un brûleur de chaudière à air soufflé, **caractérisé en ce qu'elle** comprend un dispositif de mélange universel (100) selon la revendication 2, une source d'alimentation en gaz à une pression de l'ordre de quelques centaines de millibar, qui est reliée à la deuxième chambre (121) du dispositif de mélange, une source d'alimentation en air à une pression de l'ordre de quelques dizaines de millibar, qui comprend un ventilateur (12) et est reliée à la première chambre (111) du dispositif de mélange, laquelle première chambre (111) est elle-même en communication avec la troisième chambre (181), de telle sorte que la somme des débits d'air des première et troisième tuyères soniques (130, 170) antagonistes est égale au débit constant du ventilateur qui correspond au débit à pleine ouverture d'une seule des première et troisième tuyères soniques (130, 170), d'où il résulte que pour une puissance donnée d'un débit nominal de la source d'alimentation en gaz, il est effectué une régulation automatique de la pression d'air.
12. Générateur d'un mélange d'air et de gaz de pétrole dont le pouvoir calorifique (PCS) est prédéterminé à une valeur constante, **caractérisé en ce qu'il** comprend un dispositif de mélange universel (100) selon la revendication 1, une source d'alimentation

en gaz de pétrole à une pression de l'ordre de quelques bar, qui est munie d'un régulateur de pression (26) et est reliée à la deuxième chambre (121) du dispositif de mélange, une source d'alimentation en air à une pression de l'ordre de quelques bar, qui est munie d'un régulateur de pression (14) et est reliée à la première chambre (111) du dispositif de mélange (100), un capteur (7) de la position des premier et deuxième clapets (132, 142) des première et deuxième tuyères soniques (130, 140), des moyens (15, 27) de mesure de la température et de la pression de fluide en amont des première et deuxième chambres (111, 121), des moyens (9) de mesure de la pression du mélange d'air et de gaz de pétrole en aval du dispositif de mélange (100), et des moyens de régulation agissant sur le régulateur de pression (26) de la source d'alimentation en gaz ou sur un dispositif de positionnement des premier et deuxième clapets (132, 142) des première et deuxième tuyères (130, 140), pour maintenir une pression aval prédéterminée du mélange d'air et de gaz de pouvoir calorifique (PCS) prédéterminé.

13. Générateur d'un mélange d'air et de gaz de pétrole dont le pouvoir calorifique (PCS) est prédéterminé à une valeur constante, **caractérisé en ce qu'il** comprend un dispositif de mélange universel (100) selon la revendication 2, une source d'alimentation en gaz de pétrole à une pression de l'ordre d'au moins quelques centaines de millibar, qui est munie d'un régulateur de pression (26) et est reliée à la deuxième chambre (121) du dispositif de mélange, une source d'alimentation en air à une pression de l'ordre d'au moins 150 millibar, qui est munie d'un régulateur de pression (14) et est reliée à la première chambre (111) du dispositif de mélange (100), elle-même en communication avec la troisième chambre (181) du dispositif de mélange (100), un capteur (7) de la position des premier, deuxième et troisième clapets (132, 142, 172) des première, deuxième et troisième tuyères soniques (130, 140, 170), des moyens (15, 27) de mesure de la température et de la pression de fluide en amont des première et deuxième chambres (111, 121), des moyens (9) de mesure de la pression du mélange d'air et de gaz de pétrole en aval du dispositif de mélange (100), et des moyens de régulation agissant sur le régulateur de pression (26) de la source d'alimentation en gaz ou sur un dispositif de positionnement des premier, deuxième et troisième clapets (132, 142, 172) des première, deuxième et troisième tuyères (130, 140, 170) pour maintenir une pression aval prédéterminée du mélange d'air et de gaz de pouvoir calorifique (PCS) prédéterminé.

Patentansprüche

1. Universalvorrichtung zum Mischen zweier unterschiedlicher gasförmiger Fluide, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Behälter (110) mit einer ersten und einer zweiten Kammer (111, 121) umfasst, die konzentrisch sind und nicht miteinander kommunizieren, wobei eine erste Leitung (112) in die erste Kammer (111) mündet, um in diese ein erstes Gas bei mittlerem Druck einzuspeisen, und eine zweite Leitung (122) in die zweite Kammer (121) mündet, um in diese ein zweites Gas bei mittlerem Druck einzuspeisen, wobei eine erste Verengungs-Schalldüse (130) mit variablem Querschnitt in der ersten Kammer (111) angeordnet und eine zweite Verengungs-Schalldüse (140) mit variablem Querschnitt in der zweiten Kammer (121) angeordnet ist, dadurch, dass die erste Verengungs-Schalldüse (130) ein erstes konvergent-divergentes Rotationshohlelement (131) umfasst, das als Sitz eines ersten Ventilkörpers (132) in Spitzkegelform dient, und dass die zweite Verengungs-Schalldüse (140) ein zweites konvergent-divergentes Rotationshohlelement (141) umfasst, das als Sitz eines zweiten Ventilkörpers (142) in Spitzkegelform dient, dass der erste Ventilkörper (132) eine Axialbohrung begrenzt und zumindest teilweise die erste und zweite Kammer (111, 121) abteilt, dass die zweite Verengungs-Schalldüse (140) im Innenraum der Axialbohrung angeordnet ist, dass die ersten und zweiten konvergent-divergenten Rotationshohlelemente (131, 141) eine bezüglich des Behälters (110) definierte Position aufweisen, während der erste und zweite Ventilkörper (132, 142) mechanisch miteinander verbunden und einem einzigen Antrieb (150) zugeordnet sind, der eine synchronisierte Verschiebung des ersten und des zweiten Ventilkörpers (132, 142) sicherstellt, und dass das erste und das zweite Gas nach dem Durchströmen der ersten und der zweiten coaxialen und homothetischen Schalldüsen (130, 140) axial in ein und dieselbe stromab liegende Kammer (160) einströmen, in der sich die Mischung des ersten und des zweiten Gases entsprechend einem vorbestimmten Mischungsverhältnis vollzieht, das durch die Abmessungen der ersten und der zweiten Schalldüse (130, 140) bestimmt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie außerdem im Innenraum des Behälters (110) eine dritte Kammer (181) umfasst, die über Öffnungen (182) mit der ersten Kammer (111) kommuniziert, und eine dritte Verengungs-Schalldüse (170) mit veränderlichem Querschnitt in der dritten Kammer (181), dadurch, dass die dritte Verengungs-Schalldüse (170) ein drittes konvergent-divergentes Rotationshohlelement (171) umfasst, das identisch mit dem besagten ersten Rota-

- tionshohlelement (131) ist, jedoch in axialer Ausrichtung diesem entgegengesetzt in einer im Verhältnis zum Behälter (110) vorbestimmten Stellung angeordnet ist und als Sitz für einen dritten Spitzkegel-Ventilkörper (172) dient, dessen Form und Abmessungen identisch mit denen des ersten Ventilkörpers (132) sind, dass der dritte Ventilkörper (172) mechanisch mit dem ersten und dem zweiten Ventilkörper (132, 142) verbunden ist, jedoch entgegengesetzt zu diesen angeordnet ist, derart, dass die dritte Verengungs-Schalldüse (170) als Antagonist der ersten Verengungs-Schalldüse (130) wirkt, und dass die dritte Schalldüse (170) in Öffnungsstellung ist, während die erste Schalldüse (130) in Schließstellung ist und umgekehrt, und dass die dritte Kammer (181) Öffnungen (175) umfasst, die stromab der dritten Schalldüse (170) so angeordnet sind, dass ein Übermaß des ersten Gases, das aus der dritten Schalldüse (170) austritt, aus dem Behälter (110) abgeführt werden kann.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie außerdem einen Strömungsgleichrichter (113) umfasst, der in der ersten Kammer (111) stromauf der ersten Schalldüse (130) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie außerdem ein Element (163, 166) aus einem Schall absorbierenden Material in der stromab gelegenen Mischkammer (160) umfasst.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gas durch Luft gebildet und das zweite Gas durch ein brennbares Gas wie Erdgas oder ein Erdölgas wie Propan, Butan oder eine Mischung aus Propan und Butan gebildet ist.
6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gas in die erste Kammer (111) mit einem Druck von größer oder gleich 1,3 bar und das zweite Gas in die zweite Kammer (121) mit einem Druck von größer oder gleich 1,3 bar eingeführt wird.
7. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2 und 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gas in die erste Kammer (111) mit einem Druck von größer oder gleich 150 mbar und das zweite Gas in die zweite Kammer mit einem Druck von größer oder gleich 1,3 bar eingeführt wird.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede der Schalldüsen (130, 140, 170) modular aufgebaut ist und einen austauschbaren Ventilkörper (132, 142, 172) enthält, was es erlaubt, durch Modifikation der Konizität des Ventilkörpers (132, 142, 172) die Kapazität oder das Mischungsverhältnis der Mischvorrichtung zu verändern.
9. Anlage zum Speisen eines Industrieprozesses wie einer Gruppe von Wärmebehandlungsöfen mit Mehrfachbrennern mit einer Luft-Gas-Mischung, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie umfasst eine Quelle für die Mitteldruck-Luftzufuhr mit einem Ventilator (12) und einem Druckregler (14); eine Quelle zum Einspeisen eines Brenngases mit einer Mitteldruck-Gaszuleitung, in der ein Filter (23), mindestens ein Sicherheits-Magnetventil (24, 25) und ein Druckregler (26) angeordnet sind; eine Universal-Mischvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, deren erste und zweite Kammer (111, 121) jeweils mit der Luftzufuhr bzw. der Brenngaszufuhr verbunden sind, und ein am Ausgang der Universal-Mischvorrichtung (100) angeordnetes Sicherheits-Magnetventil (8).
10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens ein Regelmittel zum Einwirken auf mindestens einen der Druckregler (14, 26) zum Ändern des Luftzufuhrgrades der Flamme durch einfache Modifikation des anfänglich für die Mitteldruck-Luftzufuhr oder für die Mitteldruck-Gaszufuhr festgesetzten Drucks umfasst.
11. Anlage zum Speisen eines Gebläseluft-Brenners eines Kessels mit einer Luft-Gas-Mischung, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Universal-Mischvorrichtung (100) nach dem Anspruch 2 umfasst, eine Quelle zum Zuführen von Gas mit einem Druck in der Größenordnung von einigen hundert mbar, die mit der zweiten Kammer (121) der Mischvorrichtung verbunden ist, eine Quelle zum Zuführen von Luft mit einem Druck in der Größenordnung von einigen zig mbar, die einen Ventilator (12) umfasst und mit der ersten Kammer (111) der Mischvorrichtung verbunden ist, welche erste Kammer (111) selbst derart in Kommunikation mit der dritten Kammer (181) ist, dass die Summe der Luftströme der ersten und dritten gegenläufig wirkenden Schalldüsen (130, 170) gleich dem konstanten Luftstrom des Ventilators ist, der dem Luftstrom einer einzelnen der ersten und dritten Schalldüse (130, 170) bei vollständiger Öffnung ist, woraus sich eine automatische Luftdruckregelung für eine gegebene Leistung aus einem Nominal-Gasstrom der Gaszufuhr ergibt.
12. Erzeuger einer Mischung aus Luft und Erdölgas, deren Wärmeleistung (PCS) bei einem konstanten Wert vorbestimmt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Universal-Mischvorrichtung (100) nach Anspruch 1 umfasst, eine Quelle zum Zufüh-

ren von Erdölgas bei einem Druck einer Größenordnung von einigen bar, die mit einem Druckregler (26) versehen und mit der zweiten Kammer (121) der Mischvorrichtung verbunden ist, eine Quelle zum Zuführen von Luft mit einem Druck einer Größenordnung von einigen bar, die mit einem Druckregler (14) versehen und mit der ersten Kammer (111) der Mischvorrichtung (100) verbunden ist, einen Sensor (7) für die Position des ersten und des zweiten Ventilkörpers (132, 142) der ersten und der zweiten Schalldüse (130, 140), Mittel (15, 27) zum Messen der Temperatur und des Drucks des Fluids stromauf der ersten und der zweiten Kammer (111, 121), Mittel (9) zum Messen des Drucks der Luft-Erdölgas-Mischung stromab der Mischvorrichtung (100), und Regelmittel zum Einwirken auf den Druckregler (26) der Gasspeisequelle oder auf eine Vorrichtung zum Positionieren des ersten und des zweiten Ventilkörpers (132, 142) der ersten und der zweiten Düse (130, 140), zum Einhalten eines vorbestimmten Stromab-Drucks der Luft-Gas-Mischung mit vorbestimmter Wärmeleistung (PCS).

13. Erzeuger einer Mischung aus Luft und Erdölgas, deren Wärmeleistung (PCS) bei einem konstanten Wert vorbestimmt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** er eine Universal-Mischvorrichtung (100) nach Anspruch 2 umfasst, eine Quelle zum Zuführen von Erdölgas bei einem Druck einer Größenordnung von mindestens einigen hundert mbar, die mit einem Druckregler (26) versehen und mit der zweiten Kammer (121) der Mischvorrichtung verbunden ist, eine Quelle zum Zuführen von Luft mit einem Druck einer Größenordnung von mindestens 150 mbar, die mit einem Druckregler (14) versehen und mit der ersten Kammer (111) der Mischvorrichtung (100) verbunden ist, die selbst mit der dritten Kammer (181) der Mischvorrichtung (100) in Kommunikation ist, einen Sensor (7) für die Position des ersten, des zweiten und des dritten Ventilkörpers (132, 142, 172) der ersten, zweiten und dritten Schalldüse (130, 140), Mittel (15, 27) zum Messen der Temperatur und des Drucks des Fluids stromauf der ersten und der zweiten Kammer (111, 121), Mittel (9) zum Messen des Drucks der Luft-Erdölgas-Mischung stromab der Mischvorrichtung (100), und Regelmittel zum Einwirken auf den Druckregler (26) der Gasspeisequelle oder auf eine Vorrichtung zum Positionieren des ersten, des zweiten und des dritten Ventilkörpers (132, 142, 172) der ersten, zweiten und dritten Düse (130, 140, 170), zum Einhalten eines vorbestimmten Stromab-Drucks der Luft-Gas-Mischung mit vorbestimmter Wärmeleistung (PCS).

Claims

1. A universal mixer device for mixing two different gaseous fluids, **characterised in that** the device comprises an enclosure (110) defining first and second concentric chambers (111, 121) that do not communicate with one another, a first duct (112) opening out into the first chamber (111) to feed it with a first gas at medium pressure, a second duct (122) opening out into the second chamber (121) to feed it with a second gas at medium pressure, a first sonic nozzle (130) having a throat of varying section disposed in the first chamber (111), and a second sonic nozzle (140) having a throat of varying section disposed in the second chamber (121), **in that** the first sonic nozzle (130) comprises a first hollow converging-diverging body of revolution (131) serving as a seat for a first cone-shaped valve member (132), and the second sonic nozzle (140) comprises a second hollow converging diverging body of revolution (141) serving as a seat for a second cone-shaped valve member (142), **in that** the first valve member (132) has an axial bore and defines at least a portion of the first and second chambers (111, 121), **in that** the second sonic nozzle (140) is disposed inside said axial bore, **in that** the first and second hollow converging-diverging bodies of revolution (131, 141) are of determined positions relative to the enclosure (110), while the first and second valve members (132, 142) are mechanically linked to each other and are associated with a single actuator (150) ensuring synchronized displacement of the first and second valve members (132, 142), and **in that** the first and second gases after passing through the coaxial and geometrically similar first and second sonic nozzles (130, 140) flow axially into a common downstream chamber (160) in which the first and second gases mix in a predetermined mixing ratio determined by the dimensions of the first and second sonic nozzles (130, 140).
2. A device according to claim 1, **characterised in that** it further comprises, inside the enclosure (110), a third chamber (181) communicating via orifices (182) with the first chamber (111), and a third sonic nozzle (170) having a throat of varying section disposed in the third chamber (181), **in that** the third sonic nozzle (170) comprises a third hollow converging-diverging body of revolution (171) identical to said first hollow body of revolution (131), in axial alignment therewith but extending in the opposite direction thereto in a position that is determined relative to the enclosure (110), and serving as a seat for a third cone-shaped valve member (172) whose shape and dimensions are identical to those of the first valve member (132), **in that** the third valve member (172) is mechanically linked to the first and second valve members (132, 142), but is disposed

in the opposite direction relative thereto such that the third sonic nozzle (170) operates antagonistically relative to the first sonic nozzle (130) with the third sonic nozzle (170) being in its open position when the first sonic nozzle (130) is in its closed position, and vice versa, and **in that** the third chamber (181) has orifices (175) disposed downstream from the third sonic nozzle (170) enabling surplus first gas from the third sonic nozzle (170) to be exhausted from the enclosure (110).

3. A device according to claim 1 or 2, **characterised in that** it further comprises a flow straightener (113) disposed in the first chamber (111) upstream from the first sonic nozzle (130).

4. A device according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** it further comprises an element (163, 166) of sound absorbing material disposed in the downstream mixing chamber (160).

5. A device according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the first gas is constituted by air and the second gas is constituted by a fuel gas such as a natural gas or a petroleum gas such as propane, butane, or a mixture of propane and butane.

6. A device according to claims 1 and 5, **characterised in that** the first gas is admitted into the first chamber (111) at a pressure greater than or equal to 1.3 bars, and the second gas is admitted into the second chamber (121) at a pressure greater than or equal to 1.3 bars.

7. A device according to claims 2 and 5, **characterised in that** the first gas is admitted into the first chamber (111) at a pressure greater than or equal to 150 millibars and the second gas is admitted into the second chamber at a pressure greater than or equal to 1.3 bars.

8. A device according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** each of the sonic nozzles (130, 140, 170) is made in modular manner and includes a valve member (132, 142, 172) that can be dismounted, thereby enabling the capacity or the mixing ratio of the mixer device to be modified by changing the cone angle of the valve member (132, 142, 172).

9. An installation for feeding an industrial process such as a set of multiple burner furnaces for heat treatment with a mixture of air and gas, **characterised in that** the installation comprises: a source for feeding air at medium pressure comprising a fan (12) and a pressure regulator (14); a source for feeding fuel gas comprising a line for feeding gas at medium pressure on which there are disposed a

filter (23), at least one electrically controlled safety valve (24, 25) and a pressure regulator (26); a universal mixer device (100) according to any one of claims 1 to 8 whose first and second chambers (111, 121) are connected respectively to the air feed source and to the fuel gas feed source, and an electrically controlled safety valve (8) disposed at the outlet from the universal mixer device (100).

10. An installation according to claim 9, **characterised in that** it comprises at least one control means acting on at least one of the pressure regulators (14, 26) to change the air content of the flame merely by modifying the initially fixed pressure for the medium pressure air feed or the medium pressure gas feed.

11. An installation for feeding a burner of a blown-air boiler with an air-gas mixture, **characterised in that** the installation comprises a universal mixer device (100) according to claim 2, a source for feeding gas at a pressure of the order of a few hundred millibars, connected to the second chamber (121) of the mixer device, a source for feeding air at a pressure of the order of a few tens of millibars, comprising a fan (12) and connected to the first chamber (111) of the mixer device, which first chamber (111) is itself in communication with the third chamber (181), whereby the sum of the air flow rates through the first and third antagonistic sonic nozzles (130, 170) is equal to the constant flow rate from the fan which corresponds to the flow rate through one or other of the first and third sonic nozzles (130, 170) when fully open, thus ensuring that for given power of a nominal flow rate from the gas feed source, the air pressure is regulated automatically.

12. A generator for generating a mixture of air and petroleum gas having predetermined constant calorific value (PCS), **characterised in that** the generator comprises a universal mixer device (100) according to claim 1, a source for feeding petroleum gas at a pressure of the order of a few bars, which source is provided with a pressure regulator (26) and is connected to the second chamber (121) of the mixer device, a source feeding air at a pressure of the order of a few bars, which source is provided with a pressure regulator (14) and is connected to the first chamber (111) of the mixer device (100), a position sensor (7) for sensing the position of the first and second valve members (132, 142) of the first and second sonic nozzles (130, 140), means (15, 27) for measuring the temperature and the pressure of the fluid upstream from the first and second chambers (111, 121), means (9) for measuring the pressure of the mixture of air and petroleum gas downstream from the mixer device (100) and regulator means acting on the pressure regulator (26) of the gas feed source or on the device for positioning the

first and second valve members (132, 142) of the first and second nozzles (130, 140) to maintain a predetermined downstream pressure for the mixture of air and gas of predetermined calorific value (PCS).

5

13. A generator for generating a mixture of air and petroleum gas of predetermined constant calorific value (PCS), **characterised in that** the generator comprises a universal mixer device (100) according to claim 2, a source for feeding petroleum gas at a pressure of the order of at least a few hundreds of millibars, which source is provided with a pressure regulator (26) and is connected to the second chamber (121) of the mixer device, a source for feeding air at a pressure of the order of at least 150 millibars, which source is provided with a pressure regulator (14) and is connected to the first chamber (111) of the mixer device (100), itself in communication with the third chamber (181) of the mixer device (100), a position sensor (7) for sensing the position of the first, second, and third valve members (132, 142, 172) of the first, second, and third sonic nozzles (130, 140, 170), means (15, 27) for measuring the temperature and the pressure of the fluid upstream from the first and second chambers (111, 121), means (9) for measuring the pressure of the mixture of air and petroleum gas downstream from the mixer device (100), and regulator means acting on the pressure regulator (26) of the gas feed source or on the device for positioning the first, second, and third valve members (132, 142, 172) of the first, second, and third nozzles (130, 140, 170) to maintain a predetermined downstream pressure of the mixture of air and gas of predetermined calorific value (PCS).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

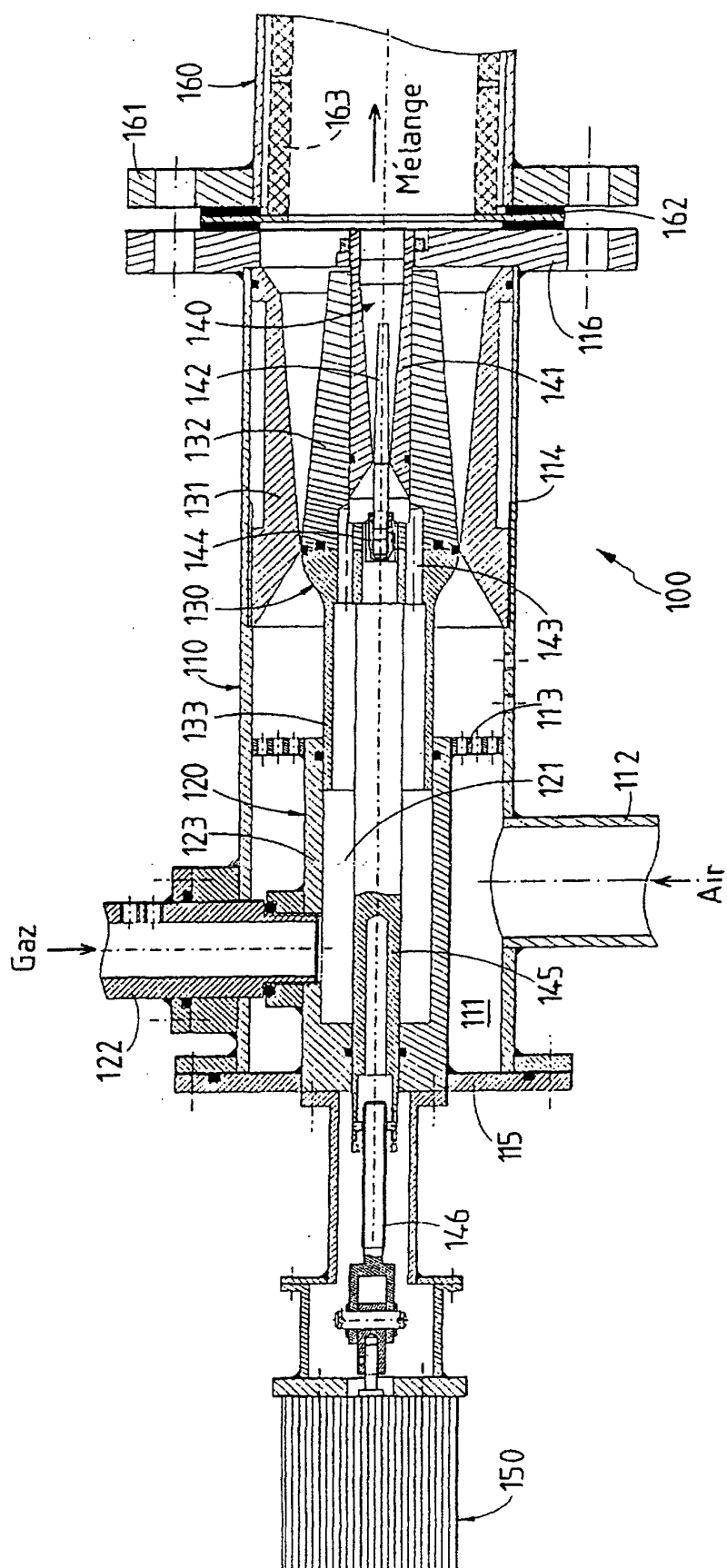


FIG. 1

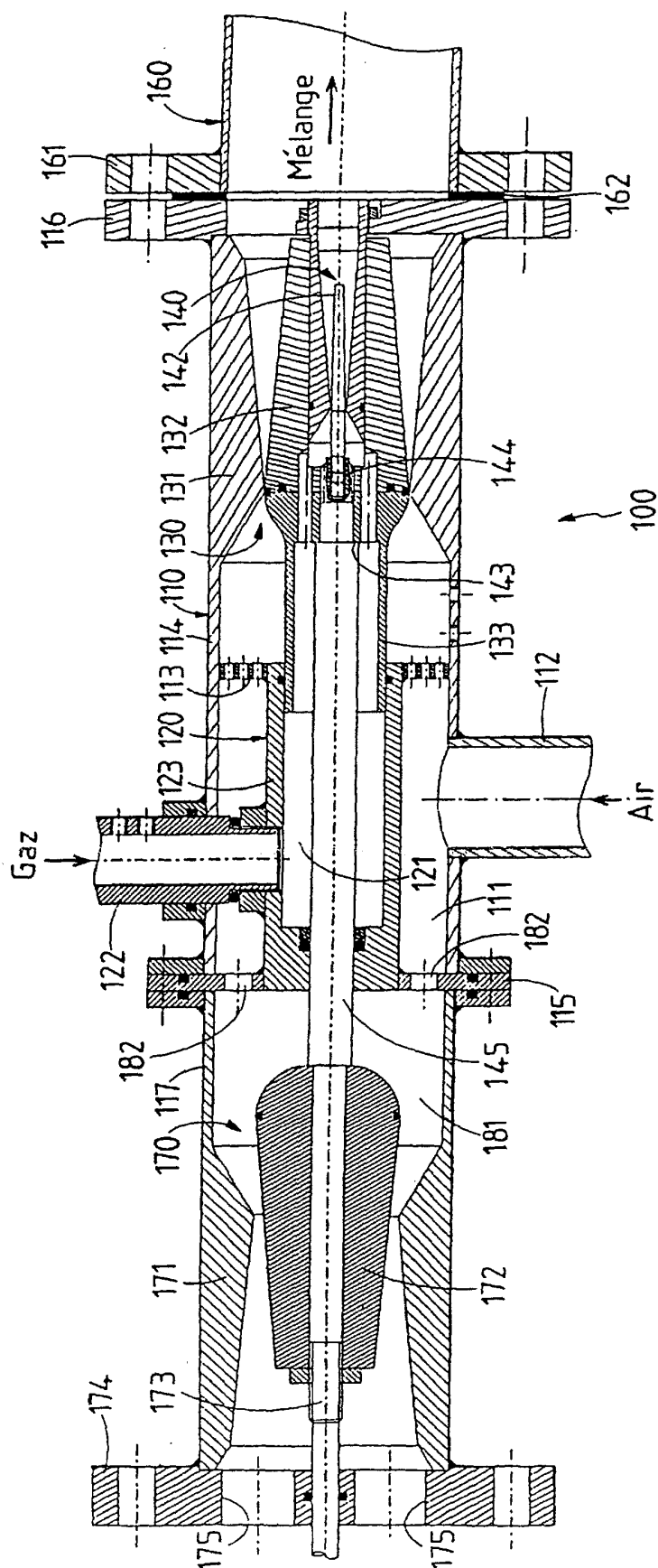


FIG.2

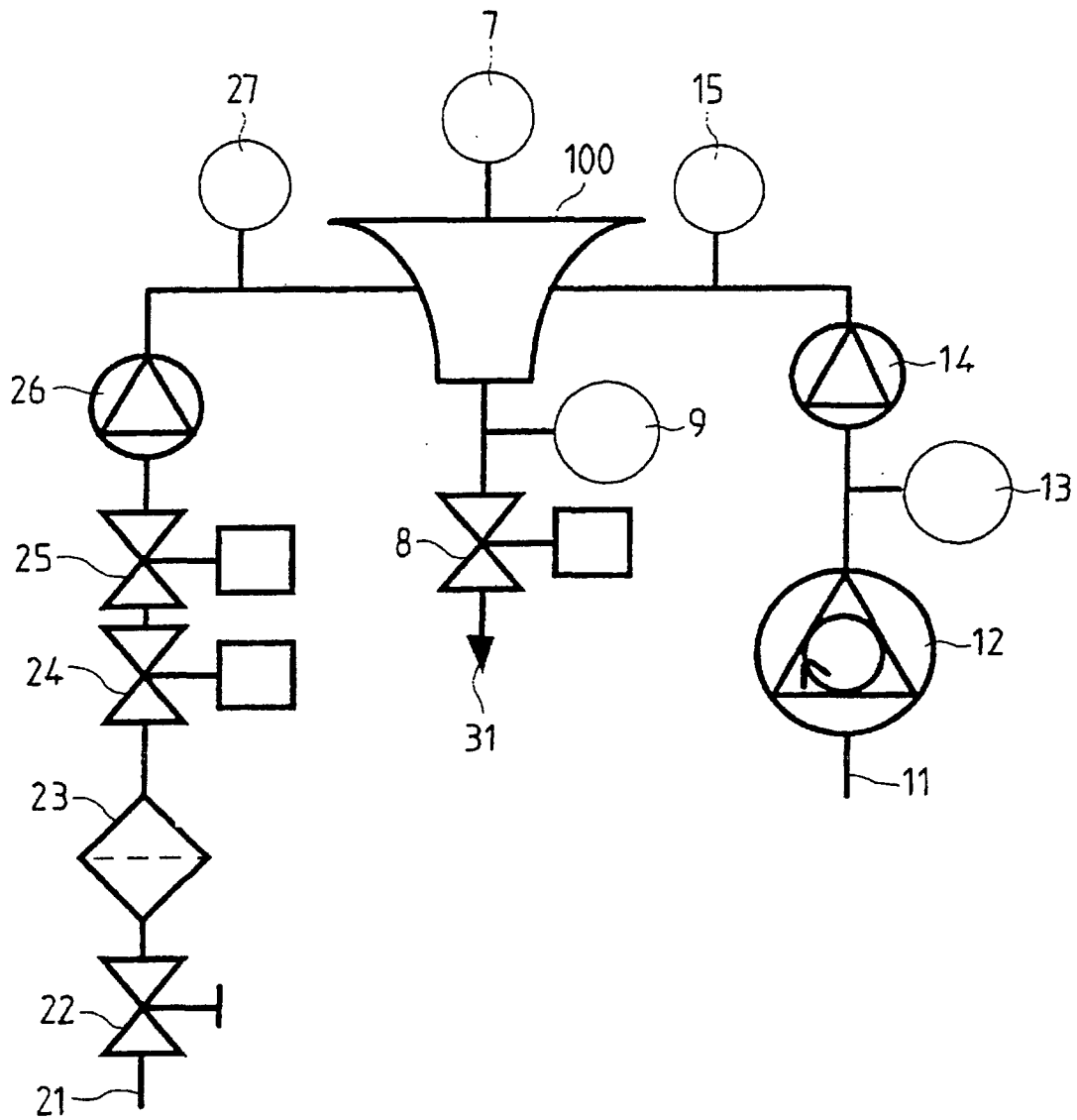


FIG. 3

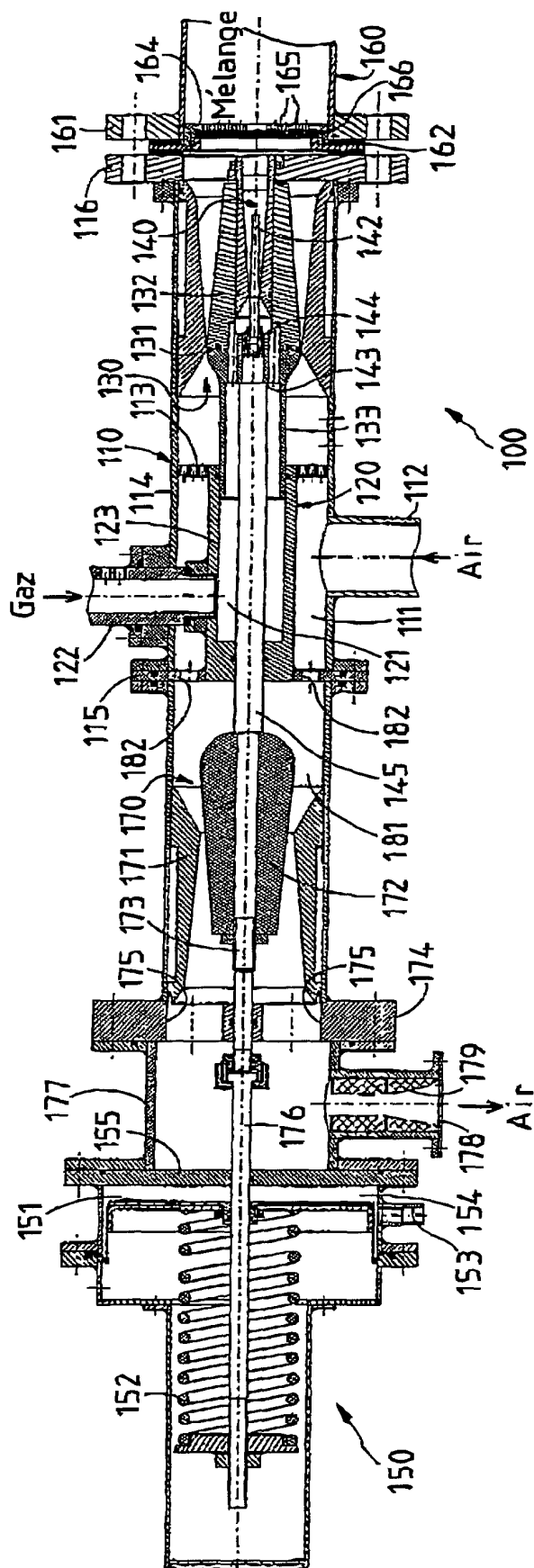


FIG. 4