



(11) **EP 1 581 331 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.02.2007 Bulletin 2007/09

(51) Int Cl.:
B01F 5/06 (2006.01) **B01F 5/00** (2006.01)
B01F 5/04 (2006.01) **B01F 15/00** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **02799763.4**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2002/004113

(22) Date de dépôt: **29.11.2002**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2004/050225 (17.06.2004 Gazette 2004/25)

(54) **DISPOSITIF DE SYNTHESE DE MELANGES DE GAZ ET UTILISATION DE CE DISPOSITIF POUR
TESTER DES COMPOSITIONS CATALYTIQUES**

VORRICHTUNG ZUR SYNTHESE VON GASMISCHUNGEN UND VERWENDUNG DIESER
VORRICHTUNG ZUM TESTEN KATALYTISCHER ZUSAMMENSETZUNGEN

DEVICE FOR SYNTHESIS OF GAS MIXTURES AND USE THEREOF FOR TESTING CATALYTIC
COMPOSITIONS

(84) Etats contractants désignés:
AT DE ES FR IT SE

(43) Date de publication de la demande:
05.10.2005 Bulletin 2005/40

(73) Titulaire: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à
Directoire et
Conseil de Surveillance pour l'Etude et
l'Exploitation des
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(72) Inventeurs:
• **MELEN, Stéphane
F-75321 Paris Cedex 07 (FR)**
• **RENAUX, Gérard
F-60890 Thury en Valois (FR)**
• **GRENOUILLET, Bernard
F-33720 Barsac (FR)**

- **LE GOUEFFLEC, Gérard
Cao Road, 200233 Shangai (CN)**
- **GAUCHER, René, Paul
F-94320 Thiais (FR)**
- **FOURNIER, Jean-Marc
F-44390 Les Touches (FR)**
- **MUNOZ, Manuel
F-92300 Levallois (FR)**

(74) Mandataire: **Ducieux, Marie et al
L'Air Liquide S.A.,
75 Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
DE-A- 3 026 039 US-A- 4 861 165
US-A- 4 910 008 US-A- 5 129 412

EP 1 581 331 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] L'invention concerne un dispositif de synthèse de mélanges de gaz pouvant produire de manière automatique des mélanges gazeux spécifiques définis par la nature des gaz qui les composent, leur débit et la température.

[0002] Le mélange de gaz réalisé de manière automatique et selon des caractéristiques précises tant en nature des gaz qu'en température ou pression du mélange est une procédure connue pour tester des appareils ou des procédés mettant en oeuvre ces mélanges de gaz. Cette procédure est appliquée par exemple pour tester des chaudières ou des chauffe-eau pour lesquels les mélanges gazeux utilisés sont particulièrement simples car ils ne comprennent que quelques composants.

[0003] Dans d'autres domaines d'application tels que celui des réacteurs catalytiques pour le traitement des gaz d'échappement de combustion automobile, les mélanges gazeux à créer pour pouvoir tester les compositions catalytiques sont particulièrement difficiles à réaliser, d'une part parce qu'ils comprennent de nombreux gaz différents en proportions très différentes, d'autre part parce qu'au cours du fonctionnement d'un moteur automobile, la composition du gaz d'échappement varie de manière significative d'un instant à l'autre (démarrage/décélération ou accélération) de même que sa température ou son débit. Les dispositifs de mélange de gaz classiquement utilisés pour tester des chaudières ne peuvent être utilisés pour reproduire les mélanges aussi complexes que les gaz d'échappement automobiles. En outre, il peut être important pour certains tests que les mélanges gazeux testés soient parfaitement homogènes. C'est le cas, par exemple, lorsque le mélange gazeux est passé au travers d'une pastille de catalyseur à tester : si la composition du mélange n'est pas homogène, tout le catalyseur ne réagit pas. Cette homogénéité du mélange est également importante pour contrôler si la composition du gaz désirée est bien obtenue : ce contrôle est réalisé à l'aide d'un analyseur dont la sonde plonge dans le mélange gazeux ; un mauvais mélange conduira à un contrôle faux.

[0004] Le document US-A-4,910,008 concerne un procédé et dispositif de mise en contact d'au moins deux composés sous forme gazeuse, dans lequel les gaz amenés selon des canaux collecteurs et injectés à travers des orifices disposés selon des motifs répétitifs dans une chambre. Les canaux sont composés de deux familles d'amenées de gaz longitudinales et transversales disposées relativement de manière telle qu'elles forment des couples répétitifs et voisins d'orifices d'injection.

[0005] Le document US-A-4,861,165 concerne une méthode et des moyens de mélange hydrodynamique en particulier pour des mélanges comprenant des substances gazeuses et des substances fibreuses dans des pâtes ou boues. Ce document décrit un mélangeur comprenant un canal axial d'introduction de la boue et un canal tangentiel d'introduction de gaz. Le mélange est soumis à une turbulence au moyen d'une succession de surfaces coniques à transitions brusques.

[0006] Le document US-A-5,129,412 concerne un mélangeur conforme au préambule de la revendication principale du dispositif de synthèse de mélange gazeux.

[0007] Un but de la présente invention est donc de proposer un dispositif de mélange permettant de synthétiser un mélange gazeux comprenant de nombreux gaz différents en proportions très différentes.

[0008] Un autre but est de proposer un dispositif permettant de synthétiser un mélange gazeux présentant une composition variable dans le temps tant en nature des gaz qui le composent, qu'en température ou encore en débit total et spécifique à chaque gaz.

[0009] Un autre but est de proposer un dispositif de mélange permettant de synthétiser un mélange gazeux homogène.

[0010] Dans ces buts, l'invention concerne un dispositif de synthèse de mélanges gazeux conforme au préambule de la revendication 1 comprenant :

- au moins deux lignes d'approvisionnement en gaz,
- au moins deux régulateurs de débit coopérant chacun avec les lignes d'approvisionnement en gaz,
- une chambre de mélange dans laquelle débouchent les lignes d'approvisionnement en gaz, ladite chambre de mélange comprenant :

- une conduite :

- connectée à la ligne d'approvisionnement du gaz de débit principal de manière à ce que ce gaz forme un écoulement dans la conduite,
- connectée aux lignes d'approvisionnement des gaz de débit secondaire par au moins un injecteur de manière à ce que les gaz de débit secondaire soient introduits dans l'écoulement du gaz de débit principal

- un mélangeur statique placé dans la prolongation de la conduite.

[0011] Le dispositif de synthèse de mélange gazeux est caractérisé en ce qu'il comprend au moins un automate contrôlé par un calculateur pour piloter les régulateurs de débit et en ce que le mélangeur statique est une canalisation se composant successivement :

- d'une première section constituée d'une partie convergente (6) puis une partie divergente (7), puis
 - d'une deuxième section comprenant au moins deux resserrements (8, 9) de la canalisation,
- . chaque resserrement étant obtenu par écrasement radial de la canalisation dans une direction, et
- . lesdits resserrements étant décalés l'un par rapport à l'autre d'un angle compris entre 10 et 45°, puis
- d'une troisième section constituée d'au moins un enchaînement d'une partie convergente (10) puis d'une partie divergente (11).

[0012] Les lignes d'approvisionnement assurent l'arrivée des gaz à mélanger jusqu'à la chambre de mélange. Si certains fluides à mélanger sont gazeux à température ambiante, leurs lignes d'approvisionnement sont généralement reliées à la source de gaz par des détenteurs. Par contre, si certains fluides sont liquides à température ambiante, leurs lignes sont reliées à un évaporateur permettant de les vaporiser et de les véhiculer sous forme gazeuse à l'aide d'un gaz porteur tel que l'azote. L'évaporateur est équipé d'un régulateur de température.

[0013] Les lignes d'approvisionnement sont généralement équipées de vannes d'arrêt pneumatiques et manuelles, ainsi que de clapets anti-retour et de filtres.

[0014] Les lignes d'approvisionnement sont équipées de régulateurs de débit de manière à fixer les valeurs des débits des gaz à mélanger. Il s'agit généralement de régulateurs de débit massique. Si un fluide à mélanger est liquide à température ambiante et doit être vaporisé, des régulateurs de débit sont placés à la fois sur la ligne d'approvisionnement en liquide de l'évaporateur et sur la ligne d'approvisionnement en gaz porteur de l'évaporateur. Pour ces lignes, il est généralement prévu, après l'évaporateur, la mise en place d'un cordon chauffeur pour éviter la condensation du liquide vaporisé lors de son transport. Les régulateurs de débit sont pilotés par un automate contrôlé par un calculateur. Ainsi, pour chaque régulateur de débit, le calculateur calcule la consigne de débit, lit la valeur réelle résultant de cette consigne, ouvre la vanne du régulateur associée, vérifie que la valeur mesurée est conforme à la consigne appliquée. Le calculateur est relié à :

- des instructions concernant le mélange de gaz à effectuer (nature des gaz, proportion, débit du mélange final, température) et qui sont caractéristiques du mélange à reproduire,
- des bases de données sur les propriétés des gaz à mélanger : diagramme de phase, risque d'inflammabilité seul ou en mélange.

[0015] En fonction des instructions données, le calculateur contrôle les automates qui pilotent les régulateurs de débit.

[0016] Les lignes d'approvisionnement peuvent être équipées d'un four thermique, contrôlé par le calculateur, permettant de fixer la température des gaz à mélanger ; les lignes sont alors généralement thermostatées.

[0017] Plusieurs lignes d'approvisionnement peuvent se rejoindre pour ne former qu'une seule ligne, par exemple lorsqu'il s'agit de lignes véhiculant des gaz dont le débit ou la température sont proches. Dans le cas où des lignes se rejoignent et où la température des gaz doit être fixée, il est alors préférable de placer le four thermique sur la ligne finale dans laquelle plusieurs gaz sont présents. Toutefois, il est préférable que les gaz dont le mélange présente des risques d'inflammabilité soient introduits par des lignes d'approvisionnement différentes.

[0018] Les lignes d'approvisionnement en gaz débouchent dans la chambre de mélange, qui comprend une conduite et un mélangeur statique. Les lignes d'approvisionnement sont différemment connectées à la conduite selon la nature des débits des gaz qui y sont véhiculés. Ainsi, la ligne d'approvisionnement qui véhicule le gaz de débit principal (c'est-à-dire le gaz de débit le plus grand) débouche dans la conduite de la chambre de mélange de manière à ce que ce gaz de débit principal forme un écoulement dans la conduite. Cet écoulement peut être avantageusement obtenu par l'introduction du gaz principal de manière tangentielle dans la conduite, par exemple par une conduite d'injection débouchant tangentiellement dans la conduite. La ou les ligne(s) d'approvisionnement en gaz de débit secondaire (c'est-à-dire les gaz présentant un débit inférieur au débit principal) débouche(nt) dans la conduite de la chambre de mélange par l'intermédiaire d'au moins un injecteur de manière à ce que les gaz de débits secondaires soient introduits dans l'écoulement du gaz principal. Par injecteur, on entend un orifice d'accès à la conduite de la chambre de mélange. Cet orifice peut être situé au bord ou au milieu de la conduite. Il peut s'agir de tout type d'injecteur. Il présente de préférence une forme calculée pour l'injection d'un gaz de faible débit. Par exemple, il peut s'agir d'un injecteur débouchant au milieu de la conduite et injectant au moins un gaz de débit secondaire de manière axiale dans la conduite. Il peut également s'agir d'un injecteur à jet présentant un effet à écoulement azimutal (dit "swirl" en anglais) en périphérie. Cet effet permet la création d'une turbulence favorisant le mélange par cisaillement. Un injecteur dont l'axe d'injection présente un angle de 90° avec l'axe de la conduite, une extrémité d'éjection co-axiale à la conduite et une composante azimutale comprise entre 15 et 90° est particulièrement recommandé. Il peut par exemple s'agir de l'injecteur décrit dans la demande de brevet EP-A-0 474 524. Il peut également s'agir d'une pluralité d'injecteurs à jet, par exemple disposés dans la même section droite de la conduite sous forme d'une couronne. Plusieurs injecteurs tels que ceux cités précédemment peuvent

être utilisés simultanément pour introduire différents gaz de débit secondaire dans le flux de gaz de débit principal. Ainsi, selon une mise en oeuvre particulière de l'invention :

- le gaz de débit principal est introduit dans la conduite par un injecteur débouchant tangentiellement dans la conduite,
- une partie des gaz secondaires (de préférence le gaz oxygéné, si un gaz oxygéné est un gaz de débit secondaire), sont injectés de manière axiale au centre de la conduite, et
- l'autre partie des gaz secondaires sont injectés par une pluralité d'injecteurs tous disposés dans la même section droite de la conduite sous forme d'une couronne. Ces gaz secondaires peuvent être prémélangés, le prémélange obtenu étant ensuite introduit dans les injecteurs placés en forme de couronne ; ces gaz peuvent également être introduits séparément dans des injecteurs différents de la couronne.

[0019] Généralement, la forme des sections droites des injecteurs est circulaire, mais il a été observé que les formes triangulaires ou de losange peuvent permettre d'obtenir de meilleurs mélanges.

[0020] La chambre de mélange comprend également un mélangeur statique placé dans la prolongation de la conduite, c'est-à-dire après l'injecteur connecté aux lignes d'approvisionnement des gaz de débit secondaire selon le sens d'écoulement des gaz. Cette combinaison d'un mélangeur statique et de la conduite permet d'atteindre le but fixé par la présente invention alors qu'aucun de ces derniers dispositifs pris séparément ne le permettait.

[0021] Dans la suite de la description, on entend par diamètre initial, le diamètre de la canalisation au début de la première section, si cette canalisation est ronde.

[0022] En général, les enchaînements d'une partie convergente et d'une partie divergente dans la première section du mélangeur statique présentent une longueur de l'ordre d'un diamètre initial, une longueur correspondant à la partie de la canalisation comprise entre deux points où elle présente un diamètre égal au diamètre initial et entre lesquels elle converge puis diverge: Les deux parties convergente et divergente présentent généralement la même longueur. Le diamètre minimal de ces enchaînements de parties convergente et divergente au point le plus convergent de la canalisation est généralement d'au moins un tiers de la valeur du diamètre initial. Dans la troisième section du mélangeur statique, on applique les mêmes règles aux enchaînements de partie convergente et de partie divergente que pour la première section. Dans une même première ou troisième section, le mélangeur statique peut comprendre plusieurs enchaînements successifs d'une partie convergente et d'une partie divergente. C'est par exemple le cas lorsque l'on souhaite mélanger des fluides présentant un nombre de Reynolds faible.

[0023] Dans la deuxième section, chaque déformation conduit à une canalisation présentant dans la section droite de l'écrasement à une section de forme ellipsoïdale (si la canalisation au début de la deuxième section est ronde). Deux déformations successives doivent être décalées l'une par rapport à l'autre d'un angle compris entre 10 et 45°, de préférence compris entre 25 et 45°, cet angle correspondant à l'angle formé entre les directions des droites d'écrasement de chaque déformation. Le nombre de resserrements doit être adapté à la nature de chaque mélange de fluides et à l'utilisation ultérieure du mélange, en considérant le fait que plus le nombre de resserrements sera grand, plus la perte de charge des fluides mélangés sera grande. En général, un resserrement est réalisé de manière à ce que le diamètre minimal de la canalisation au niveau de la section droite de l'écrasement soit d'au moins un tiers de la valeur du diamètre initial. La longueur d'un resserrement peut être par exemple de l'ordre du diamètre initial.

[0024] De préférence, le mélangeur statique ne comprend pas d'élément formant une intrusion dans sa paroi et pénétrant dans sa canalisation (tel que des ailettes) pour former un obstacle au passage des fluides, notamment si le mélangeur permet de traiter des fluides contenant des poussières qui pourraient se déposer sur ces éléments intrusifs, ou si le mélangeur permet de traiter des fluides dont on souhaite contrôler la température, ou encore si le mélangeur doit traiter des gaz corrosifs.

[0025] Le dispositif selon l'invention permet de mélanger des gaz présentant des débits compris entre 10 l/min et 800 l/min et des rapports de débits principal/secondaire compris entre 1 et 50. Ces débits peuvent évoluer dans le temps jusqu'à des valeurs telles que la valeur du débit total diminue ou augmente de 30 %. Il a été constaté qu'un mélange parfaitement homogène des différents fluides a pu être obtenu quelle que soit la valeur de ces débits. Le contrôle de la qualité du mélange est effectué à l'aide d'une sonde analysant, en fin de canalisation, la composition du mélange gazeux sur toute la longueur d'un diamètre de la canalisation. Par mélange parfaitement homogène, on entend donc un mélange pour lequel la composition est identique sur toute la longueur de ce diamètre.

[0026] Selon une variante, l'ensemble de la conduite et du mélangeur statique peut être entouré d'une canalisation extérieure présentant des moyens pour l'injection d'un fluide dans l'interstice délimité par cette canalisation extérieure et la paroi externe de la chambre de mélange. Le fluide est injecté dans cet interstice à contre-courant des fluides à mélanger. Le fluide à contre-courant est généralement un gaz inerte, de préférence de l'azote. La température de ce fluide correspond à celle à laquelle on souhaite maintenir le mélange de gaz. Cette variante utilisant un gaz inerte à contre-courant des fluides à traiter permet de réguler la température des gaz en cours de mélange de manière efficace. La température peut être maintenue ou modifiée très rapidement ; ainsi, cette mise en oeuvre permet de varier la température de +/- 5°C par seconde pour une gamme de température comprise entre 60 et 600°C.

[0027] La présente invention concerne également l'utilisation du dispositif précédent pour tester des compositions catalytiques. Ce dispositif permet en effet de réaliser des mélanges gazeux représentatifs d'applications industrielles et qui sont soumis à des traitements catalytiques. Le mélange à volonté de ces gaz permet de tester des compositions catalytiques.

[0028] Dans ce contexte, l'invention concerne plus particulièrement un dispositif de test de compositions catalytiques mettant en oeuvre des réactions avec des mélanges de gaz comprenant un dispositif de synthèse de mélange gazeux conforme à l'une quelconque des caractéristiques ci-dessus, le dispositif de test comprenant en outre

- un analyseur placé à la sortie de la chambre de mélange,
- une chambre réactionnelle comprenant des moyens pour la mise en contact du mélange de gaz et du catalyseur à tester,
- un analyseur du mélange de gaz sortant de la chambre réactionnelle.

[0029] Le dispositif de test correspond au dispositif de mélange précédemment décrit auquel est ajouté :

- un premier analyseur de gaz permettant de contrôler la nature du mélange de gaz à la sortie de la chambre de mélange,
- une chambre réactionnelle dans laquelle le catalyseur à tester est mis en contact avec le mélange de gaz réalisé dans la chambre de mélange,
- un deuxième analyseur de gaz permettant de contrôler la nature du mélange de gaz à la sortie de la chambre réactionnelle en vue de l'analyse de l'efficacité du catalyseur testé par comparaison avec la nature du mélange de gaz à la sortie de la chambre de mélange.

[0030] Selon un mode préférentiel, l'analyseur du mélange de gaz sortant de la chambre de mélange et le calculateur contrôlant l'automate qui pilote les régulateurs de débit sont couplés de manière à ajuster la composition du mélange de gaz. Ce couplage permet d'éviter les dérives dues par exemple à l'encrassement du dispositif.

[0031] Le dispositif de test de composition catalytique peut être notamment utilisé pour simuler une composition de gaz d'échappement de moteur automobile et tester différents catalyseurs dépolluants.

[0032] La présente invention concerne enfin l'utilisation du dispositif précédent pour étalonner des analyseurs. Ce dispositif permet en effet de réaliser des mélanges gazeux, de soumettre ces mélanges gazeux à des traitements catalytiques précis, dont on connaît exactement le résultat sur les mélanges gazeux. En contrôlant par des analyseurs les compositions du mélange gazeux avant et après traitement catalytique, il est donc possible d'étalonner les analyseurs.

[0033] Les figures 1 et 2 illustrent la chambre de mélange du dispositif selon l'invention. On reconnaît sur ces figures, une canalisation linéaire (1) de diamètre 60 mm dont une extrémité est fermée. A l'extrémité fermée de cette canalisation (1), un conduit (2) de diamètre 10 mm et tangent à la canalisation (1) pénètre tangentiellement dans la canalisation (1). Le fluide de débit principal est injecté par ce conduit (2). En outre, à cette l'extrémité fermée de la canalisation (1), un conduit (3) pénètre axialement dans la canalisation (1). L'extrémité de ce conduit (3), qui pénètre dans la canalisation (1), est percée d'un trou (4) pour l'injection d'un fluide secondaire axialement à la canalisation (1) via une canalisation (41). A cette même extrémité du conduit (3), le conduit (3) est également radialement percé de 8 trous (5) de diamètre 4 mm pour l'injection de fluides secondaires, mélangés ou séparément, radialement dans la canalisation (1).

[0034] La canalisation (1) se poursuit par un mélangeur statique composé :

- d'une première section, de longueur 60 mm, constituée d'une section convergente (6) passant d'un diamètre initial de 60 mm à un diamètre minimal de 20 mm et d'une section divergente (7) passant du diamètre minimal de 20 mm à un diamètre maximal de 60 mm,
- d'une deuxième section constituée :
 - d'une première partie de longueur 60 mm comprenant une déformation radiale (8) de section minimale 20 mm, et
 - d'une deuxième partie de longueur 60 mm comprenant une déformation radiale (9) de diamètre minimal 20 mm, cette deuxième déformation étant obtenue par écrasement de la section droite de la canalisation entre deux droites parallèles dont la direction fait un angle de 45° avec la direction des deux droites parallèles conduisant à la première déformation,
 - d'une troisième section constituée d'une section convergente (10) passant d'un diamètre initial de 60 mm à un diamètre minimal de 20 mm et d'une section divergente (11) passant du diamètre minimal de 20 mm à un diamètre maximal de 60 mm.

Exemple

[0035] Le dispositif de l'invention est utilisé pour reproduire un mélange de gaz d'échappement de combustion automobile variant dans le temps. Le mélange désiré doit présenter les caractéristiques de compositions et de variations de débits suivantes :

Produit	débit minimal (l/min)	débit maximal (l/min)
N ₂ de débit principal	10	500
O ₂	0,1	100
CO	0,25	12,5
H ₂	0,25	12,5
CO ₂	0,5	100
SO ₂	0,001	0,005
N ₂ de débit secondaire	0,009	0,045
NO	0,005	0,125
NO ₂	0,005	0,125
NH ₃	0,01	0,2
H ₂ O	0,5	15
CH ₄	0,001	5
C ₃ H ₈	0,00025	1,25
C ₃ H ₆	0,00075	3,75
C ₇ H ₈	0,001	5
C ₁₀ H ₂₂	0,001	5

[0036] Ces variations de débit sont réalisées selon un cycle moteur défini.

[0037] Afin d'être mélangés sous forme gazeuse, les hydrocarbures liquides et H₂O sont chacun vaporisés à une température de 300°C dans un courant d'azote. Le débit de chacun des courants obtenus est contrôlé par un régulateur de débit, puis ces courants sont mélangés dans une ligne d'approvisionnement commune isolée de manière à éviter la condensation des produits vaporisés. Cette ligne rejoint deux autres lignes d'approvisionnement : celle de l'azote de débit principal et celle de SO₂ et CO₂, ce qui forme la ligne d'approvisionnement principal, qui entre dans la chambre de mélange de la figure 1 par le conduit (2). Il s'agit du gaz de débit principal.

[0038] L'oxygène entre dans la chambre de mélange de la figure 1 par le trou (4) du conduit (3) (débit secondaire).

[0039] Les produits gazeux CO, H₂, NH₃, les hydrocarbures gazeux, l'azote de débit secondaire sont introduits par la même ligne d'approvisionnement dans le conduit (3) à travers quatre des trous (5) du conduit (3) (débit secondaire)

[0040] NO est introduit par les quatre autres trous (5) du conduit (3) (débit secondaire).

[0041] Les différentes lignes d'approvisionnement en produits à mélanger sont toutes équipées de régulateurs de débits pilotées par des automates. Les automates sont contrôlés par un calculateur programmé pour mettre en oeuvre la composition et les débits du tableau ci-dessus pour reproduire le cycle moteur.

[0042] Le contrôle de l'homogénéité du mélange est effectué à l'aide d'une sonde de prélèvement d'analyse placée à la sortie du mélangeur dynamique et analysant à cet endroit la composition du fluide sur toute la longueur du diamètre du mélangeur dynamique. Au cours de la réalisation de ce mélange de composition variable dans le temps, on constate qu'à tout moment le mélange obtenu est homogène, c'est-à-dire que la composition du mélange est identique sur toute la longueur d'un diamètre.

Revendications

1. Dispositif de synthèse de mélanges gazeux comprenant:

- au moins deux lignes d'approvisionnement en gaz,

EP 1 581 331 B1

- au moins deux régulateurs de débit coopérant chacun avec les lignes d'approvisionnement en gaz,
- une chambre de mélange dans laquelle débouchent les lignes d'approvisionnement en gaz, ladite chambre de mélange comprenant :

5 • une conduite:

 > connectée à la ligne d'approvisionnement du gaz de débit principal de manière à ce que ce gaz forme un écoulement dans la conduite,

10 > connectée aux lignes d'approvisionnement des gaz de débit secondaire par au moins un injecteur de manière à ce que les gaz de débit secondaire soient introduits dans l'écoulement du gaz de débit principal,

15 • un mélangeur statique placé dans la prolongation de la conduite, **caractérisé en ce que** le dispositif comprend au moins un automate contrôlé par un calculateur pour piloter les régulateurs de débit, et **en ce que** le mélangeur statique est une canalisation se composant successivement :

 - d'une première section constituée d'une partie convergente (6) puis une partie divergente (7), puis

 - d'une deuxième section comprenant au moins deux resserrements (8, 9) de la canalisation,

20 . chaque resserrement étant obtenu par écrasement radial de la canalisation dans une direction, et

 . lesdits resserrements étant décalés l'un par rapport à l'autre d'un angle compris entre 10 et 45°, puis

25 - d'une troisième section constituée d'au moins un enchaînement d'une partie convergente (10) puis d'une partie divergente (11).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'injecteur est un injecteur à jet présentant un effet d'écoulement azimuthal en périphérie.

30 3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'axe de l'injecteur présente un angle de 90° avec l'axe de la conduite, une extrémité d'éjection co-axiale à la conduite et une composante azimuthale comprise entre 15 et 90

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les première et deuxième sections du mélangeur statique présentent une longueur de l'ordre d'un diamètre initial, cette longueur correspondant à la

35 partie de la canalisation comprise entre deux points où elle présente un diamètre égal au diamètre initial et entre lesquels elle converge puis diverge.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les deux parties convergente et divergente d'un enchaînement d'une partie convergente puis d'une partie divergente de la canalisation présentent

40 la même longueur.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le diamètre minimal d'un enchaînement d'une partie convergente puis d'une partie divergente de la canalisation, au point le plus convergent de cet enchaînement est d'au moins un tiers de la valeur du diamètre initial.

45

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mélangeur statique ne présente pas d'élément formant une intrusion dans sa paroi.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la chambre de mélange est entourée d'une canalisation extérieure présentant des moyens pour l'injection d'un fluide dans l'interstice délimité

50 par cette canalisation extérieure et la paroi externe de la chambre de mélange.

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les gaz dont le mélange présente des risques d'inflammabilité sont introduits par des lignes d'approvisionnement différentes.

55

10. Utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 pour tester des compositions catalytiques.

11. Utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 pour la simulation d'une composition de

gaz d'échappement de moteur automobile.

12. Dispositif de test de compositions catalytiques mettant en oeuvre des réactions avec des mélanges de gaz comprenant un dispositif de synthèse de mélange gazeux conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 9, le dispositif de test comprenant en outre :

- un analyseur
- une chambre réactionnelle comprenant des moyens pour la mise en contact du mélange de gaz et du catalyseur à tester.
- un analyseur du mélange de gaz sortant de la chambre réactionnelle.

13. Dispositif selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** l'analyseur du mélange de gaz sortant de la chambre de mélange et le calculateur contrôlant l'automate qui pilote les régulateurs de débit sont couplés de manière à ajuster la composition du mélange de gaz.

14. Utilisation du dispositif selon la revendication 12 ou 13 pour étalonner les analyseurs.

Claims

1. Device for synthesizing gas mixtures, comprising:

- at least two gas supply lines,
- at least two flow regulators each collaborating with the gas supply lines,
- a mixing chamber into which the gas supply lines open, the said mixing chamber comprising:

- a pipe:

- > connected to the main flow gas supply line in such a way that the gas forms a flow through the pipe,
- > connected to the secondary flow gas supply lines by at least one injector in such a way that the secondary flow gases are introduced into the flow of the main flow gas,

- a static mixer placed in the continuation of the pipe.

characterized in that the device comprises at least one controller controlled by a computer for driving the flow regulators, and **in that** the static mixer is a pipeline made up, in succession:

- of a first section consisting of a convergent part (6) then a divergent part (7), then
- of a second section comprising at least two narrowings (8, 9) of the pipeline,

- . each narrowing being obtained by radially crushing the pipeline in one direction, and
- . the said narrowings being offset from one another by an angle of between 10 and 45°, then

- of a third section consisting of at least one sequence of a convergent part (10) then a divergent part (11) .

2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the injector is a jet injector having a peripheral swirl effect.

3. Device according to Claim 2, **characterized in that** the axis of the injector is at an angle of 90° to the axis of the pipe, has an ejection end coaxial with the pipe and a swirl-inducing component between 15 and 90.

4. Device according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the first and second sections of the static mixer have a length of the order of one initial diameter, this length corresponding to the part of the pipeline lying between two points where it has a diameter equal to the initial diameter and between which it converges then diverges.

5. Device according to any one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the two parts, convergent and divergent, of a sequence of a convergent part followed by a divergent part of the pipeline have the same length.

6. Device according to any one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the minimum diameter of a sequence of a

convergent part followed by a divergent part of the pipeline, at the most convergent point of this sequence, is at least one third of the value of the initial diameter.

7. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the static mixer has no elements forming an intrusion in its wall.

8. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the mixing chamber is surrounded by an external pipeline having means for injecting a fluid into the gap defined by this exterior pipeline and the external wall of the mixing chamber.

9. Device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the gases, the mixing of which carries risks of flammability, are introduced via different supply lines.

10. Use of the device according to any one of Claims 1 to 9 for testing catalytic compositions.

11. Use of the device according to any one of Claims 1 to 9 for simulating a motor vehicle engine exhaust gas composition.

12. Device for testing catalytic compositions employing reactions with gas mixtures, comprising a device for synthesizing a gas mixture in accordance with any one of Claims 1 to 9, the testing device also comprising:

- an analyser
- a reaction chamber comprising means for bringing the gas mixture and the catalyst that is to be tested into contact with one another,
- an analyser for analysing the gas mixture leaving the reaction chamber.

13. Device according to the preceding claim, **characterized in that** the analyser for analysing the gas mixture leaving the mixing chamber and the computer controlling the controller which drives the flow regulators are coupled in such a way as to adjust the composition of the gas mixture.

14. Use of the device according to Claim 12 or 13 for calibrating analysers.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Synthese von Gasmischungen, umfassend:

- mindestens zwei Gasversorgungslinien,
- mindestens zwei Durchflussregler, die jeweils mit den Gasversorgungslinien zusammenarbeiten,
- eine Mischkammer, in die die Gasversorgungslinien münden, wobei die Mischkammer umfasst:

- eine Leitung:

- die mit der Gasversorgungslinie des Hauptdurchflusses verbunden ist, so dass das Gas eine Strömung in der Leitung bildet,
- die mit den Gasversorgungslinien des sekundären Durchflusses durch mindestens einen Einspritzer verbunden ist, so dass die Gase des sekundären Durchflusses in die Strömung des Gases des Hauptdurchflusses eingeführt werden,

- einen statischen Mischer, der in der Verlängerung der Leitung angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung mindestens einen Automaten umfasst, der von einem Rechner kontrolliert wird, um die Durchflussregler zu steuern, und **dadurch**, dass der statische Mischer eine Rohrleitung ist, die sich nacheinander zusammensetzt aus:

- einem ersten Abschnitt, bestehend aus einem konvergenten Teil (6), dann einem divergenten Teil (7), dann
- einem zweiten Abschnitt, der mindestens zwei Verengungen (8, 9) der Rohrleitung umfasst,

. wobei jede Verengung durch radiales Zusammendrücken der Rohrleitung in eine Richtung er-

halten wird, und

. wobei die Verengungen in einem Winkel zwischen 10 und 45° versetzt voneinander angeordnet sind, dann

5 - einem dritten Abschnitt, der aus mindestens einer Abfolge eines konvergenten Teils (10), dann eines divergenten Teils (11), besteht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einspritzer ein Düseneinspritzer ist, der am Außenrand eine azimutale Strömungswirkung aufweist.

10 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achse des Einspritzers einen Winkel von 90° zur der Achse der Leitung, ein Ausstoßende coaxial zur Leitung, und eine azimutale Komponente zwischen 15 und 90 aufweist.

15 4. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und der zweite Abschnitt des statischen Mischers eine Länge in der Größenordnung eines Anfangsdurchmessers aufweisen, wobei diese Länge dem Teil der Rohrleitung zwischen zwei Punkten entspricht, in dem sie einen Durchmesser gleich dem Anfangsdurchmesser aufweist, und zwischen denen sie konvergiert, dann divergiert.

20 5. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei konvergenten und divergenten Teile einer Abfolge eines konvergenten Teils, dann eines divergenten Teils der Rohrleitung, die gleiche Länge aufweisen.

25 6. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Minstdurchmesser einer Abfolge eines konvergenten Teils, dann eines divergenten Teils der Rohrleitung, am konvergentesten Punkt dieser Abfolge mindestens ein Drittel des Werts des Anfangsdurchmessers ist.

30 7. Vorrichtung nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der statische Mischer kein Element aufweist, das eine Eindringung in seiner Wand bildet.

8. Vorrichtung nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mischkammer von einer äußeren Rohrleitung umgeben ist, die Mittel zum Einspritzen eines Fluids in den Zwischenraum aufweist, der von dieser äußeren Rohrleitung und der äußeren Wand der Mischkammer begrenzt ist.

35 9. Vorrichtung nach irgend einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gase, deren Mischung Entzündungsrisiken aufweist, durch verschiedene Versorgungslinien eingeführt werden.

40 10. Verwendung der Vorrichtung nach irgend einem der Ansprüche 1 bis 9 zum Testen katalytischer Zusammensetzungen.

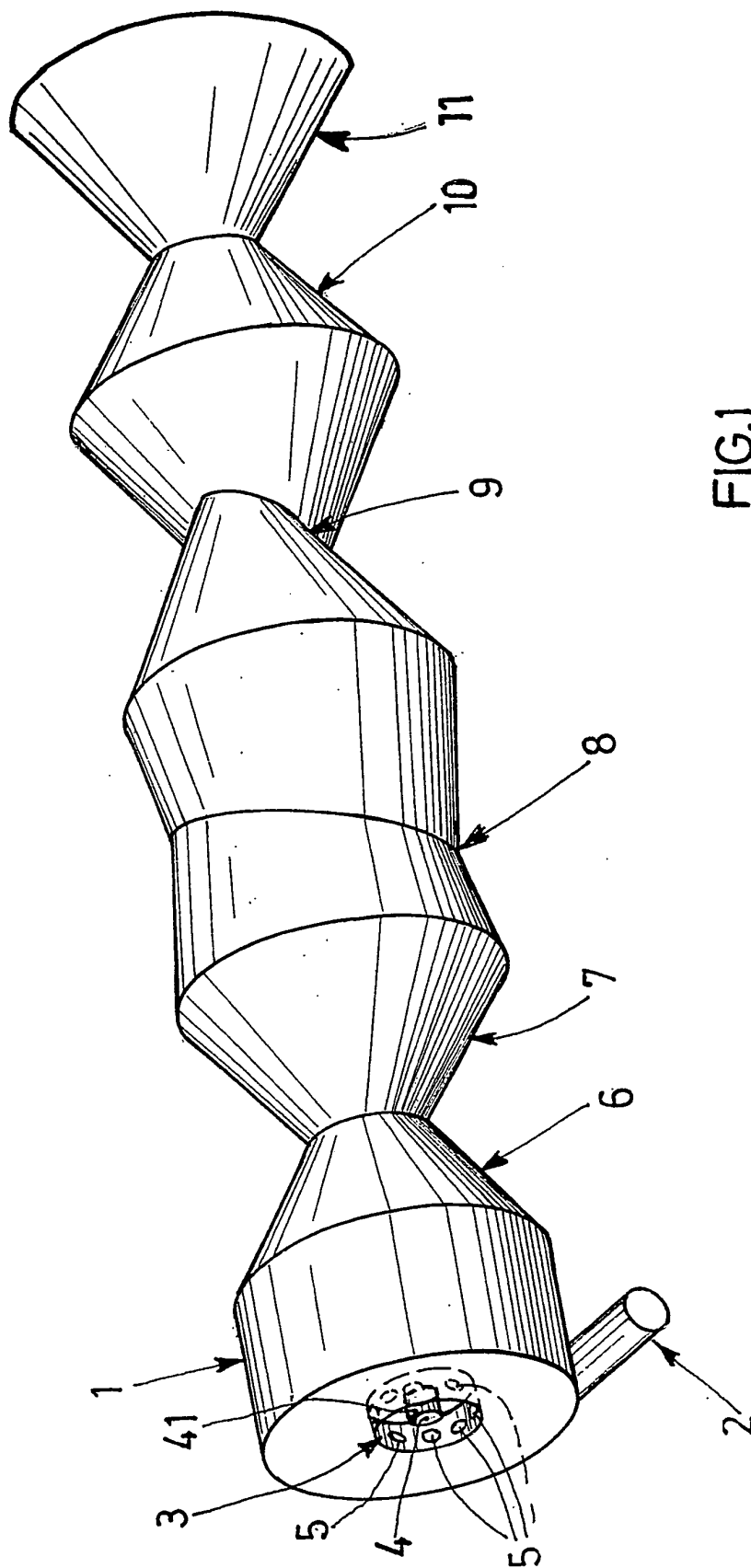
11. Verwendung der Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 9 zur Simulation einer Zusammensetzung von Auspuffgasen eines Kraftfahrzeugmotors.

45 12. Testvorrichtung für katalytische Zusammensetzungen, die Reaktionen mit Gasmischungen umsetzt, die eine Synthesevorrichtung für Gasmischungen gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 9 umfasst, wobei die Testvorrichtung ferner umfasst:

- einen Analysator
- eine Reaktionskammer, die Mittel zum Kontaktieren der Gasmischung und des Katalysators, der zu testen ist, umfasst.
- einen Analysator der Gasmischung, die aus der Reaktionskammer austritt.

55 13. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Analysator der Gasmischung, die aus der Mischkammer austritt, und der Rechner, der den Automaten kontrolliert, der die Durchflussregler steuert, gekoppelt sind, um die Zusammensetzung der Gasmischung anzupassen.

14. Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, um die Analysatoren zu eichen.



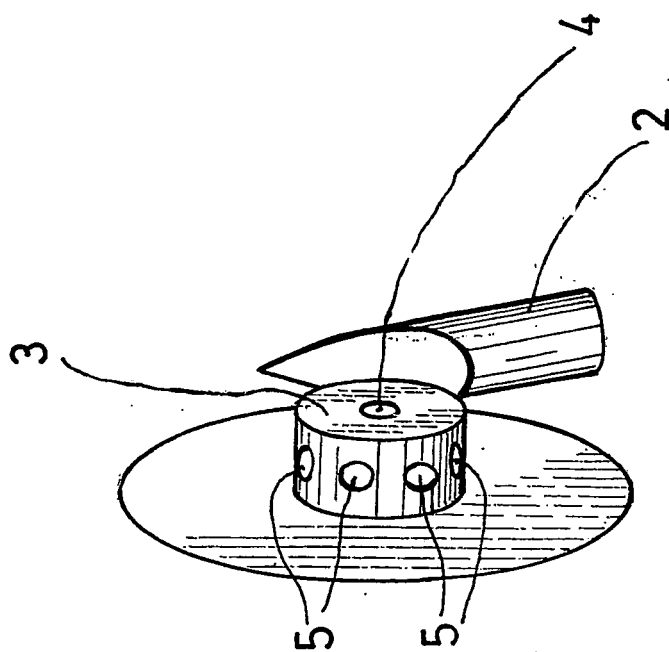


FIG.2