

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 25430

(54) Générateur de vapeur.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). F 22 B 1/26, 7/06.

(22) Date de dépôt..... 1^{er} décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 22 du 4-6-1982.

(71) Déposant : Société dite : DEUTSCHE FORSCHUNGS-UND VERSUCHSANSTALT FÜR LUFT-
UND RAUMFAHRT eV, résidant en RFA.

(72) Invention de : Hans Sternfeld, Heinrich Lambrecht et Josef Reinkenhof.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

L'invention se rapporte à un générateur de vapeur destiné à la production de vapeur d'eau, dans lequel de l'hydrogène gazeux et de l'oxygène gazeux peuvent être introduits dans une chambre de combustion à travers une tête d'injection et brûlés dans cette chambre et dans lequel sont prévus des orifices d'entrée servant à injecter de l'eau liquide dans la chambre de combustion.

Un générateur de vapeur de ce genre est connu par le brevet DE 1 301 821. En général, dans la chambre de combustion d'un tel générateur de vapeur, on brûle des combustibles qui ne sont pas entièrement condensables et les gaz de combustion traversent une chambre de combustion en se dirigeant vers une sortie. On injecte de l'eau dans les gaz de combustion le long du parcours du courant, à travers des ouvertures ménagées dans la paroi latérale de la chambre de combustion, au droit d'un rétrécissement du canal et cette eau est vaporisée sous l'effet de la haute température des gaz de combustion. La vapeur chaude produite à l'aide de ce dispositif est notamment utilisée pour l'alimentation d'injecteurs utilisés pour la marche d'installation de simulation de haute altitude.

Par ailleurs, une telle chambre de combustion de propulsion de fusée pourrait également être adaptée à la production de vapeur susceptible d'être utilisée pour l'entraînement d'une turbine. Dans ce cas, il est particulièrement essentiel que le gaz produit dans la chambre de combustion soit entièrement condensable c'est-à-dire qu'il ne doit pas rester de gaz de combustion résiduels. Cette exigence peut être satisfaite de façon particulièrement avantageuse lorsque l'hydrogène et l'oxygène sont utilisés comme gaz combustibles dans le rapport stoechiométrique puisque, avec une combustion totale, on obtient de l'eau. En ajoutant de l'eau aux gaz de combustion chaud, on réduit en même temps la température des gaz de combustion de sorte que l'on atteint une température de l'ordre de grandeur de 900° qui est acceptable pour l'alimentation de turbines.

Le rendement de ces chambres de combustion est naturellement particulièrement élevé lorsqu'on réussit à obtenir

un contact aussi uniforme que possible entre l'eau injectée et les gaz de combustion chauds parce que, dans ce cas, le taux de vaporisation atteint la valeur optimale.

Le but de l'invention est de proposer un générateur
5 de vapeur qui permette une utilisation particulièrement avantageuse de l'énergie thermique accumulée dans les gaz chauds.

Suivant l'invention, ce problème est résolu dans le cas du générateur de vapeur du genre décrit au début par
10 le fait que ce générateur comprend au moins un tube disposé dans un plan qui s'étend perpendiculairement à l'axe longitudinal à l'axe de la chambre de combustion, divisé intérieurement par une cloison en un premier compartiment tourné vers la tête d'injection et un deuxième compartiment
15 tourné à l'opposé de la tête d'injection, que le premier compartiment est équipé d'une arrivée d'eau de refroidissement et d'une sortie d'eau de refroidissement, de sorte qu'on peut faire circuler de l'eau de refroidissement dans ce compartiment et que le deuxième compartiment est équipé
20 d'une arrivée d'eau et muni d'orifices sur le côté qui est à l'opposé de la tête d'injection, de sorte que, par ce compartiment, on peut injecter de l'eau dans la chambre de combustion.

Cette construction permet, notamment lorsque règnent
25 des pressions élevées dans la chambre de combustion, d'injecter de l'eau dans les gaz de combustion sur la totalité du diamètre de cette chambre, en même temps que, grâce à la circulation de l'eau de refroidissement du côté tourné vers la tête d'injection, le tube qui fait saillie dans la
30 chambre de combustion est suffisamment refroidi.

Il est avantageux que le deuxième compartiment soit en communication avec la sortie d'eau de refroidissement du premier compartiment par une conduite munie de moyens d'obturation. Dans ce cas, l'eau utilisée pour le refroidissement du tube et de ce fait, préchauffée peut alors
35 être utilisée comme eau d'injection.

Suivant une autre particularité, plusieurs tubes et segments de tubes sont assemblés en formant un système

- tubulaire, auquel cas il reste de la place entre les divers segments de tubes pour le passage des gaz de combustion. Par exemple, le système tubulaire peut comprendre deux tubes croisés ou trois segments de tube qui se raccordent au milieu de la chambre de combustion et sont décalés de 120° les uns par rapport aux autres. Il est également possible que le système tubulaire comprenne un certain nombre de tubes parallèles qui se croisent avec un certain nombre de tubes orientés perpendiculairement aux premiers.
- 10 Il est avantageux que la tête d'injection comprenne une plaque d'injection faite de métal fritté, à travers laquelle passent des canaux d'injection d'oxygène et éventuellement des canaux d'injection d'eau et que la plaque d'injection isole de la chambre de combustion une
- 15 cavité située à l'intérieur de la tête d'injection et qui est en communication avec la conduite d'arrivée d'hydrogène. De cette façon, l'hydrogène peut être introduit dans la chambre de combustion avec une répartition très uniforme sur la surface de cette chambre et on obtient un bon brassage des gaz combustibles. Le coussin de gaz disposé en
- 20 avant de la plaque d'injection sert par ailleurs à l'isolation thermique, c'est-à-dire que la plaque d'injection est ainsi abritée de gaz de combustion chauds.
- D'autres caractéristiques de l'invention apparaîtront
- 25 au cours de la description qui va suivre. Aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple,
- la Fig. 1 est une vue en coupe schématisée d'un générateur de vapeur ;
- la Fig. 2 est une vue en coupe schématisée d'un générateur de vapeur équipé d'un tube d'injection d'eau qui
- 30 traverse le chambre de combustion ;
- la Fig. 3 est une coupe suivant la ligne 3-3 de la Fig. 2 ;
- la Fig. 4 représente un détail d'un exemple de réalisation préféré d'un système de tubes d'injection ;
- 35 la Fig. 5 est une vue analogue à la Fig. 4, représentant un autre exemple de réalisation préféré d'un système de tubes d'injection ;

la Fig. 6 est une vue analogue à la Fig. 4 représentant un autre exemple de réalisation préféré d'un système de tubes d'injection ;

la Fig. 7 est une coupe partielle d'une tête d'injection pour générateur de vapeur ;

la Fig. 8 est une vue à plus grande échelle de la région désignée par la référence B sur la Fig. 7.

Sur la Fig. 1, est représenté un générateur de vapeur. Ce générateur comprend une chambre de combustion 1 qui est entourée d'une paroi latérale 2. La section de la chambre de combustion 1 est de préférence circulaire. A une extrémité, la chambre de combustion est fermée par une tête d'injection 3 dans laquelle se trouvent une chambre 5 de distribution d'hydrogène qui est en communication avec une conduite 4 et une chambre 7 de distribution d'oxygène qui est en communication avec une conduite 6. Les deux chambres de distribution 5 et 7 sont en communication avec la tête d'injection 3 par des orifices de passage correspondants de sorte que l'hydrogène et l'oxygène peuvent passer des chambres de distribution dans la chambre de combustion.

Dans l'exemple de réalisation représenté, la paroi latérale 2 est de construction augmentée, c'est-à-dire quelle comprend plusieurs segments 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 qui se raccordent les uns aux autres. Cette construction facilite la modification de la construction du générateur de vapeur à des fins d'expérimentation mais elle n'est pas absolument nécessaire pour l'utilisation de la chambre de combustion, c'est-à-dire que, par exemple, la paroi latérale peut également être faite d'une seule pièce.

Dans le segment 8 qui est adjacent à la tête d'injection 3, est agencée une chambre d'allumage-pilote qui est en communication avec la chambre de combustion 1 et dans laquelle débouchent une conduite 16 d'arrivée d'hydrogène et une conduite 17 d'arrivée d'oxygène. Par ailleurs, une électrode d'allumage 18 est également agencée dans la chambre d'allumage-pilote.

Dans la forme de réalisation représentée sur la Fig. 1, la chambre de combustion est représentée avec arrachement sur son côté de sortie. Ici, la chambre de combustion peut déboucher par exemple dans le corps d'une turbine.

5 Pour l'utilisation de la chambre de combustion représentée sur la Fig. 1, il est essentiel que grâce à l'injection d'eau qui sera décrite en détail dans la suite, les gaz de combustion soient alimentés en eau d'une façon uniforme, et qu'ainsi un bon rendement de vaporisation soit
10 obtenu.

Par ailleurs, la chambre d'allumage-pilote 15 permet une mise en marche en douceur de la chambre de combustion. On peut mettre le processus de combustion en marche dans cette chambre d'allumage-pilote avec les gaz hydrogène et
15 oxygène qui sont introduits et, en même temps étrangler l'arrivée d'hydrogène et d'oxygène dans la chambre de combustion principale. Les gaz de combustion chauds qui sortent de la chambre d'allumage-pilote dans la chambre de combustion enflamment les gaz dans cette chambre de combustion
20 mais ils ne se produisent pas d'accroissement brutal de la pression qui pourrait endommager la turbine montée en aval. Dès que la combustion dans la chambre de combustion est en marche, on peut régler l'alimentation en gaz de la chambre de combustion sur son débit normal de sorte que la
25 combustion se produit à plein débit.

En regard des Fig. 2 et 3, on décrira ci-après un dispositif suivant l'invention pour l'injection d'eau dans les gaz de combustion. Sur la Fig. 2 est représentée schématiquement une chambre de combustion 91 qui comporte une
30 paroi latérale 92 et une tête d'injection 93 à laquelle les gaz de réaction, oxygène et hydrogène, sont acheminés par des conduites 94 et 95. Une région 96 de la paroi latérale 92 renferme un canal annulaire 97 dans lequel de l'eau de refroidissement peut être introduite par les conduites
35 98 et 99 (Fig.3). Le canal annulaire 97 est en communication avec un tube 100 qui traverse diamétralement la chambre de combustion 91. Ce tube est divisé par une cloison 101

en deux compartiments 102 et 103. Le premier compartiment 102 est en communication avec le canal annulaire 97 et présente à son extrémité opposée une conduite de sortie 104. L'autre compartiment 103 est isolé du canal annulaire par une paroi terminale 105 et il est en communication à son extrémité opposée avec une conduite 106. La conduite de sortie 104 est reliée à la conduite 106 à travers une vanne d'inversion 107 au moyen de laquelle on peut relier sélectivement la conduite de sortie 104 à la conduite 106 ou à une conduite d'échappement non représentée en détail sur le dessin. Sur le côté qui est à l'opposé de la tête d'injection 93, la paroi du tube présente un grand nombre d'orifices 108 de sorte que le compartiment 103 est en communication avec la chambre de combustion 91.

En utilisation, l'eau de refroidissement introduite dans le canal annulaire 97 à travers les conduites 98 et 99 sert tout d'abord au refroidissement de la paroi 92 de la chambre de combustion puis, en raison de la section relativement étroite du compartiment 102, circule dans ce compartiment avec une vitesse élevée. On obtient alors un refroidissement très efficace du tube qui est exposé aux gaz de combustion très chauds. L'eau de refroidissement sortant par la conduite de sortie 104 peut être soit envoyée en totalité à la conduite d'échappement, soit également envoyée en partie par la conduite 106 au compartiment 103 d'où elle est injectée dans la chambre de combustion 92 à travers les orifices 108. L'injection se produit alors sur la totalité du diamètre de la chambre de combustion de sorte que les gaz de combustion peuvent également être chargés d'eau dans la région de l'axe de la chambre de combustion.

Ce dispositif d'injection a été décrit plus haut à propos de l'exemple d'un tube unique qui traverse diamétralement la chambre de combustion. Il est également possible d'utiliser en remplacement du tube unique 100 un système tubulaire plus compliqué. Des exemples de système tubulaire sont représentées schématiquement sur les Fig. 4 à 6. Dans l'exemple de la Fig. 4, le système tubulaire comprend deux tubes 110 et 111 qui se croisent et traversent diamétra-

lement la chambre de combustion ; dans l'exemple de la Fig. 5, le système tubulaire est composé de trois segments de tubes 120, 121, 122 qui se rencontrent au milieu de la chambre de combustion et sont décalés de 120° les uns par rapport aux autres. Finalement, dans l'exemple de réalisation de la Fig. 6, le système tubulaire est composé d'un grand nombre de tubes 130 qui se croisent et qui laissent libres entre eux des espaces intermédiaires 131 à travers lesquels peuvent passer les gaz de combustion. Dans tous ces dispositifs, une caractéristique essentielle consiste en ce que le côté du système tubulaire qui est tourné vers la tête d'injection est parcouru par de l'eau de refroidissement circulant à grande vitesse de sorte qu'on obtient un refroidissement très efficace. L'injection s'effectue sur le côté opposé, c'est-à-dire sur le côté aval.

Dans chaque segment 9, 11, 13 il est prévu un tel organe d'introduction d'eau. Les espaces séparant les organes d'injection d'eau peuvent être de plus en plus grands sur la longueur de l'axe de la chambre de combustion puisque la température des gaz de combustion décroît avec les injections d'eau liquide successives et que, de ce fait, le processus de vaporisation se ralentit d'un organe d'injection d'eau au suivant.

Sur la Fig. 7, est représenté schématiquement un autre exemple de réalisation d'un générateur de vapeur. Ici également une chambre de combustion 71 est entourée d'une paroi périphérique 72 dans laquelle se trouvent des canaux d'eau de refroidissement 73.

Dans la tête d'injection 74 se trouvent deux cavités 75 et 76 qui sont reliées respectivement à une conduite d'oxygène 77 et à une conduite d'hydrogène 78. La cavité 76 la plus proche de la chambre de combustion 71 est isolée de la chambre de combustion par une plaque d'injection 79 en métal fritté. Cette plaque peut être réalisée, par exemple, par chauffage et compression de petites billes d'acier allié et elle est suffisamment poreuse pour que l'hydrogène gazeux puisse pénétrer de la cavité 76 dans la chambre de combustion 71. La cloison 80 qui sépare les

- chambres 76 et 77 l'une de l'autre porte des prolongements 81 présentant la forme de petits tubes avec un alésage central 82, qui traversent la cavité 76 et la plaque d'injection 72 pour déboucher dans la chambre de combustion 1.
- 5 L'oxygène peut pénétrer dans la chambre de combustion 71 par ces prolongements. Sur la Fig. 8, un de ces prolongements est représenté à plus grande échelle. On constate que l'oxygène introduit dans la chambre de combustion 71 par ce prolongement peut se mélanger intimement dans la région
- 10 d'entrée avec l'hydrogène qui traverse la plaque d'injection poreuse de sorte qu'on obtient dans la chambre de combustion un mélange gazeux particulièrement homogène.

- Dans l'exemple de réalisation représenté sur la Fig. 7, a été prévue une chambre d'allumage-pilote 83 dont
- 15 l'agencement est à peu près identique à celui de la chambre d'allumage-pilote 15 de l'exemple de réalisation de la Fig. 1.

REVENDEICATIONS

1. Générateur de vapeur destiné à produire de la vapeur d'eau, dans lequel de l'hydrogène et de l'oxygène gazeux peuvent être introduits dans une chambre de combustion au moyen d'une tête d'injection et brûlés dans cette
5 chambre, et dans lequel il est prévu des orifices d'introduction servant à injecter de l'eau dans la chambre de combustion, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un tube (100 ; 110, 111 ; 120, 121, 122 ; 130) disposé dans
10 un plan perpendiculaire à l'axe longitudinal de la chambre de combustion et divisé intérieurement par une cloison (101) en un premier compartiment (102) tourné vers la tête d'injection (93) et un deuxième compartiment (103) tourné à l'opposé de la tête d'injection (93), en ce que le premier compartiment (102) est muni d'une arrivée d'eau
15 de refroidissement (98,99) et d'une sortie d'eau de refroidissement (104) de sorte qu'on peut faire circuler de l'eau de refroidissement dans ce compartiment, et en ce que le deuxième compartiment (103) est équipé d'une conduite d'arrivée d'eau (106) et d'orifices (108) sur le côté qui
20 est à l'opposé de la tête d'injection (93) de sorte que, par ce compartiment de l'eau peut être injectée dans la chambre de combustion (91).

2. Générateur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le deuxième compartiment (103) est en communi-
25 cation avec la conduite de sortie d'eau de refroidissement (104) du premier compartiment (102) par l'intermédiaire d'une conduite (106) munie de moyens d'obturation.

3. Générateur de vapeur suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le premier compartiment (102) est en communication avec une cavité de refroidissement (97) ménagée dans la paroi de la chambre de
30 combustion, par laquelle de l'eau peut être introduite dans le premier compartiment (102).

4. Générateur de vapeur suivant l'une des revendications 1, 2 et 3, caractérisé en ce que plusieurs segments
35 de tubes (110, 111 ; 120, 121, 122 ; 130) sont assemblés

pour former un système tubulaire, une place pour le passage des gaz de combustion subsistant entre les divers segments de tube.

5 5. Générateur de vapeur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le système tubulaire comprend deux tubes (110, 111) qui se croisent en formant un angle quelconque.

10 6. Générateur de vapeur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le système tubulaire comprend plusieurs segments de tubes (120, 121, 122) qui se rejoignent au milieu de la chambre de combustion et sont décalés les uns par rapport aux autres d'angles égaux.

15 7. Générateur de vapeur suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le système tubulaire comprend une série de tubes parallèles (130) qui croisent une série de tubes (130) qui s'étendent perpendiculairement à la première série.

20 8. Générateur de vapeur suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la tête d'injection (71) comprend une plaque d'injection (79) en métal fritté, qui laisse passer l'hydrogène gazeux et à travers laquelle passent des canaux d'injection d'oxygène (82) et éventuellement des canaux d'injection d'eau, et en ce que la plaque d'injection (79) isole de la chambre de combustion (71) une
25 cavité (76) ménagée dans la tête d'injection, qui est en communication avec la conduite d'arrivée d'hydrogène (78).

Fig. 1

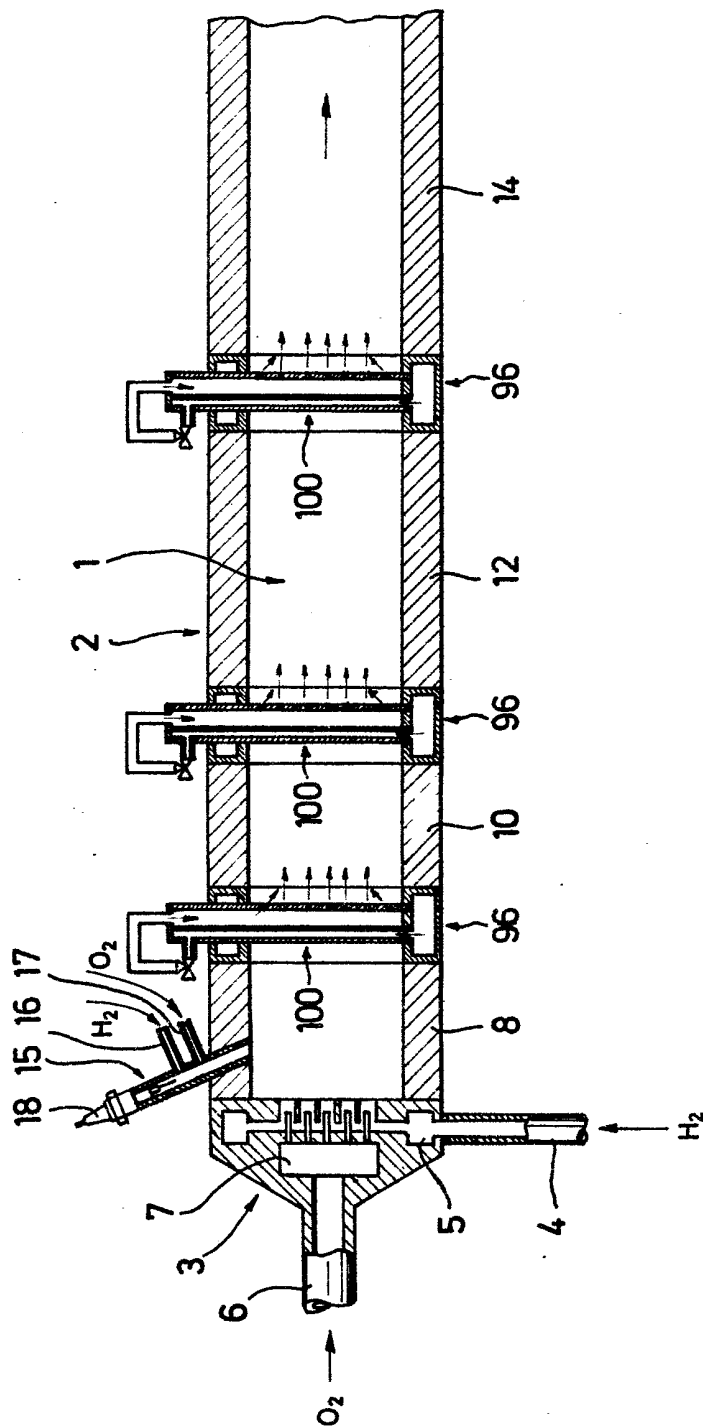


Fig. 3

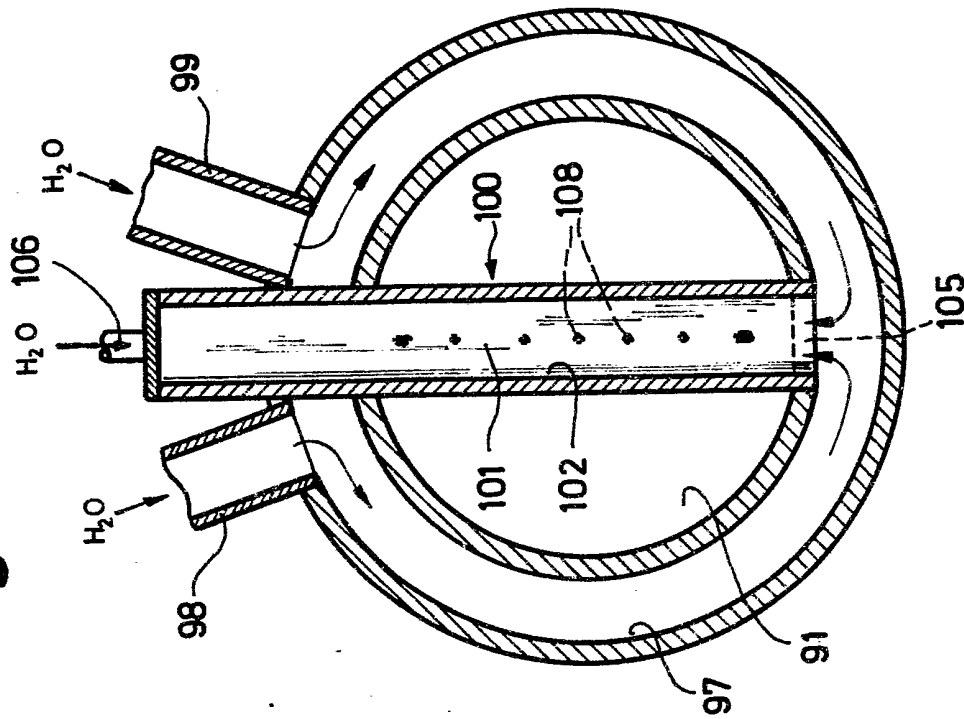


Fig. 2

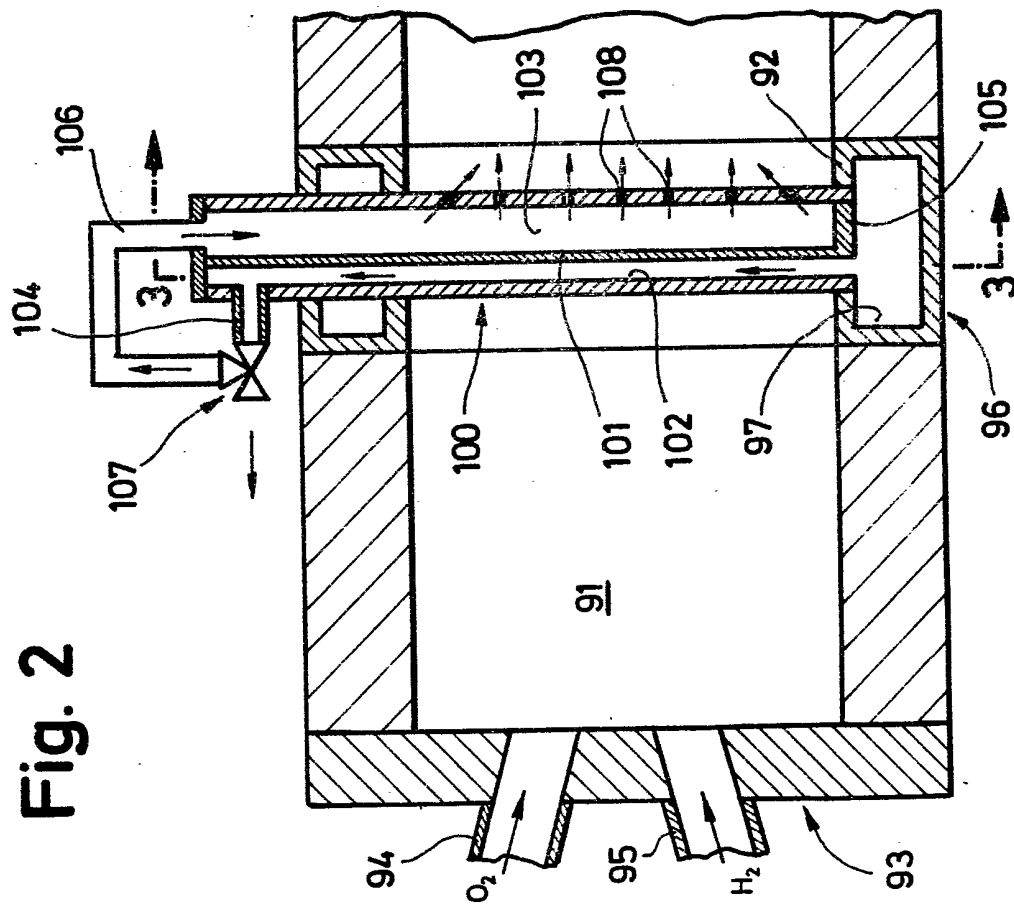


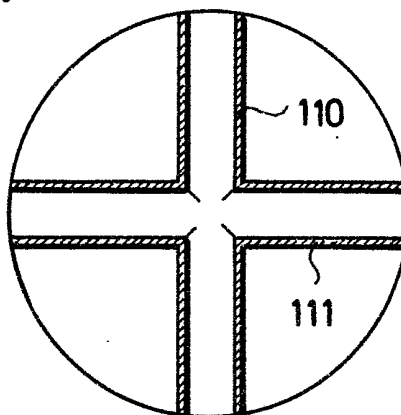
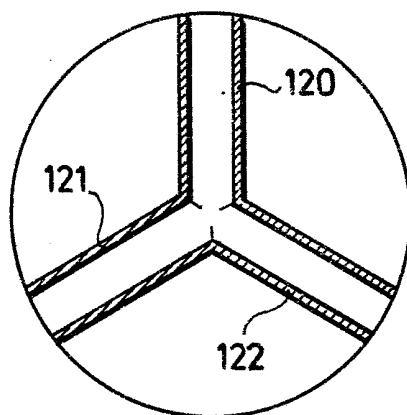
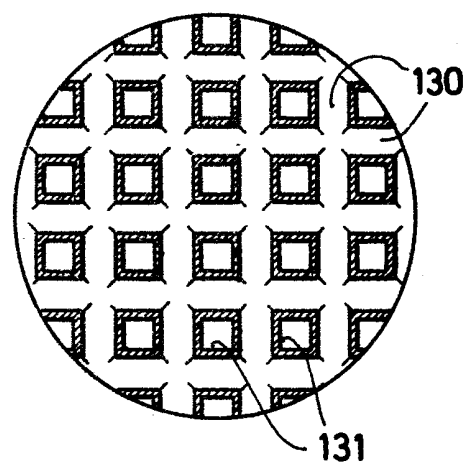
Fig. 4**Fig. 5****Fig. 6**

Fig. 7

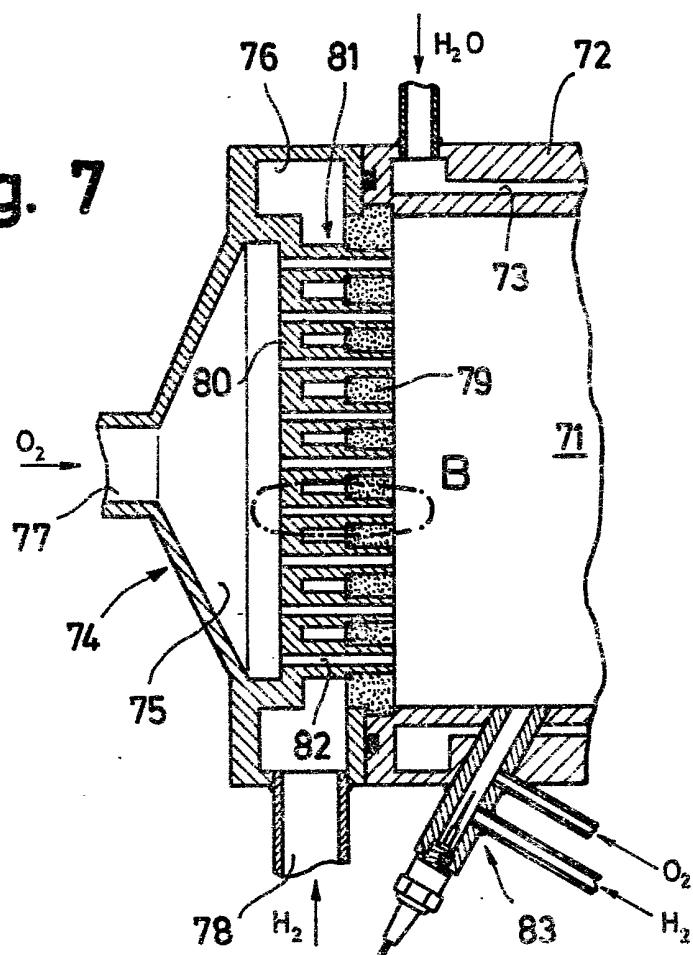


Fig. 8

