

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 86400868.5

(51) Int. Cl.⁴: **F 23 D 14/42**

(22) Date de dépôt: 22.04.86

(30) Priorité: 25.04.85 FR 8506306

(43) Date de publication de la demande:
05.11.86 Bulletin 86/45

(84) États contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POU
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE**
75, Quai d'Orsay
F-75321 Paris Cedex 07(FR)

(72) Inventeur: **Salinier, Guy**
118, rue Lecourbe
F-75015 Paris(FR)

(72) Inventeur: **Renault, Philippe**
23, rue Champ Legarde
F-78000 Versailles(FR)

(72) Inventeur: **Leiong, Pierre**
52, rue des Tartres
F-94500 Champigny-sur-Marne(FR)

(72) Inventeur: **Dembinski, Christophe**
89, rue Gustave Flaubert
F-45100 Orléans(FR)

(74) Mandataire: **Vesin, Jacques et al,**
**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE**
75, quai d'Orsay
F-75321 Paris Cédex 07(FR)

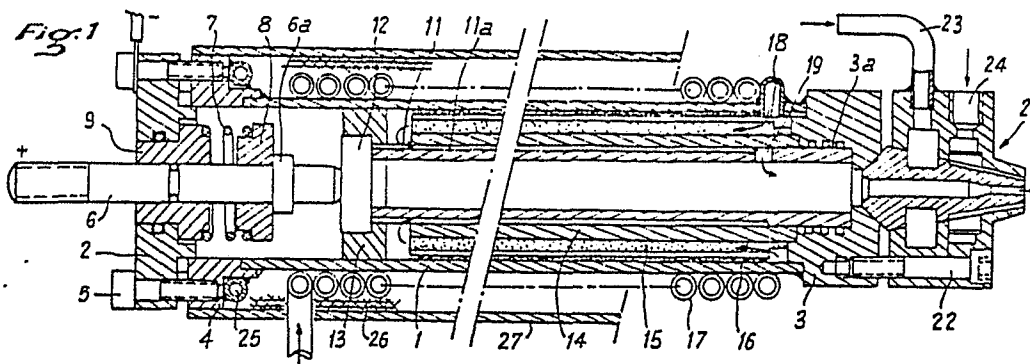
(54) Appareil pour la production d'un jet de gaz à haute température.

(57) La présente invention concerne un appareil pour la production d'un jet de gaz à haute température.

Cet appareil est caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte tubulaire (1) fermée à ses deux extrémités respectivement par deux flasques transversaux (2, 3), à savoir un premier flasque (2) portant deux bornes d'alimentation électrique et un second flasque portant une buse (21) de sortie du gaz chaud, un tube chauffant (11) s'étendant

axialement en travers de l'enceinte, constituant une résistance de chauffage, la paroi de ce tube chauffant (11) étant percée, dans l'une de ses parties extrêmes, d'au moins un trou (19) pour le passage du gaz vers l'intérieur de tube chauffant (11) et la buse de sortie (21), un échangeur de chaleur (14, 15) en matériau thermoconducteur et des moyens (17) de préchauffage du gaz.

Application à la production d'un jet d'oxygène chaud.



DESCRIPTION

La présente invention concerne un appareil pour la production d'un jet de gaz à haute température, comportant une enceinte, des moyens d'introduction d'un gaz dans cette enceinte, des moyens de chauffage du gaz dans l'enceinte et des moyens d'évacuation du gaz chaud de l'enceinte.

Dans divers domaines industriels on utilise des jets de gaz oxydant chaud, notamment d'oxygène. Par exemple la technique d'oxycoupage met en oeuvre un chalumeau dont sort un jet d'oxygène à grande vitesse entouré par une flamme de chauffe.

Le phénomène chimique intervenant dans l'oxycoupage n'est pas très bien connu. Il apparaît probablement une oxydation du fer sous forme d'oxydes (FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4) oxydes qui ont une température de fusion inférieure à celle du métal. On observe en fait la présence d'une gaine liquide et brillante entre le jet d'oxygène et le front de saignée, cette gaine liquide étant entraînée par le jet d'oxygène et évacuée vers l'extérieur sous forme de gouttelettes et d'étincelles. L'oxygène doit diffuser dans cette zone liquide pour entretenir la réaction de combustion du fer. Comme cette réaction est fortement exothermique, les calories libérées servent ensuite à entretenir la haute température nécessaire à la fusion des oxydes.

Actuellement la flamme de chauffe périphérique est indispensable pour l'amorçage de la réaction. Après l'amorçage le rôle essentiel de cette flamme de chauffe est de maintenir l'arête supérieure du front de saignée à une température suffisante pour que la gaine de scories liquides puisse se renouveler. Toutefois les calories nécessaires étant apportées par la réaction d'oxydation du fer, la chauffe n'intervient en fait que pour éviter des risques de désamorçage.

Il apparaît donc intéressant de pouvoir se passer de la présence permanente de cette flamme de chauffe, et/ou alors augmenter la vitesse de coupe et ceci constituant l'un des buts visés par l'invention.

Par ailleurs, dans d'autres secteurs industriels il est également souhaitable de pouvoir disposer d'un générateur de gaz chaud, ce gaz pouvant être un gaz oxydant par des application telles que la métallurgie, les brûleurs oxy-combustibles, etc.. ou un gaz non oxydant ou inerte, tel que l'azote, ... dans des application, par exemple, du type traitement thermique.

Il est connu du brevet allemand 726668 de refroidir la buse de mélange d'un chalumeau à l'aide de l'oxygène de coupe, amené autour de celle-ci dans un serpentin entourant la buse, l'oxygène étant ainsi préchauffé par récupération d'une partie de la chaleur dégagée par la réaction d'oxy-coupage.

S'il est envisagé dans ce brevet de récupérer une partie de la chaleur dégagée par la coupe, ceci a essentiellement pour but de refroidir la buse de coupe et éviter un circuit supplémentaire de refroidissement à l'eau.

La présente invention a donc pour but de fournir un appareil de conception particulièrement simple, ayant un bon rendement thermique et permettant de produire à sa sortie un jet de gaz à une température très élevée, pouvant atteindre 1 600°C au plus.

L'appareil selon l'invention est caractérisé en ce que les moyens de chauffage du gaz dans l'enceinte sont constitués, d'une part, d'un tube chauffant s'étendant en travers de l'enceinte et constituant une résistance de chauffage, ce tube comportant des moyens de liaison électrique pour la connexion de cette résistance à des moyens d'alimentation électrique, et d'autre part, de moyens échangeurs de chaleur disposés autour du tube chauffant et en contact thermique avec celui-ci, lesdits moyens comportant au moins une canalisation de conduite du gaz depuis les moyens d'introduction dans l'enceinte jusqu'à une ouverture située à proximité de la première extrémité du tube chauffant dont la seconde extrémité communique avec les moyens d'évacuation du gaz chaud de l'enceinte, le gaz étant ainsi chauffé dans les moyens échangeurs de chaleur avant de passer à l'intérieur du tube chauffant pour s'écouler finalement à travers les moyens d'évacuation du gaz chaud de l'enceinte.

On décrira ci-après, à titre d'exemples non limitatifs, diverses formes d'exécution de la présente invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

la figure 1 est une vue en coupe axiale d'un appareil pour la production d'un jet de gaz à haute température, utilisable notamment pour une opération d'oxycoupage.

les figures 2, 3, 4, 5 et 6 sont des vues en coupe de variantes d'exécution de l'appareil.

L'appareil représenté sur la figure 1 comprend une enceinte tubulaire 1, par exemple en acier inoxydable ou en matière réfractaire, dont les deux extrémités opposées sont respectivement fermées par des flasques transversaux 2 et 3. Le flasque de fermeture droit 3 est soudé sur l'extrémité droite de l'enceinte tubulaire 1 tandis que le flasque gauche 2 est monté de manière amovible sur une bride 4 soudée à l'extrémité gauche de l'enceinte 1 et il est fixé sur cette bride 4 au moyen de boulons 5. Ce flasque de fermeture 2 constitue un support pour deux bornes d'alimentation électrique dont l'une fait partie d'un contact électrique 6 engagé à l'intérieur de l'enceinte 1, monté à coulissement axial dans le flasque 2 et qui est sollicité vers l'intérieur de l'enceinte par un ressort 7 comprimé entre deux rondelles 8 et 9, par exemple en alumine. La rondelle 8 est maintenue en appui contre un collet 6a du contact 6 tandis que le manchon isolant 9 est engagé à travers la partie centrale du flasque de fermeture 2. Le contact 6 fait saillie axialement à l'extérieur du flasque de fermeture 2 et son extrémité externe constitue une borne pouvant être raccordée au pôle positif d'une source d'alimentation électrique continue dont le pôle négatif est relié au flasque de fermeture 2, par exemple au moyen d'une cosse immobilisée par l'un des boulons 5 formant une borne négative. Toutefois l'appareil peut fonctionner également avec une source d'alimentation électrique alternative.

A l'intérieur de l'enceinte 1 est logé un élément chauffant 11 constitué par un tube en un matériau céramique tel que la zircone ou le chromite de lanthane ou les deux associés par exemple. Un tel composé céramique présente la particularité d'être à la fois réfractaire (fusion vers 2 500°C) et conducteur électrique dès la température ambiante. Ce tube en céramique est constitué, de préférence, d'une partie centrale résistante et de parties extrêmes conductrices ayant une résistivité environ dix fois plus faible que celle de la partie centrale. Les parties extrêmes à faible résistivité peuvent comporter, sur le tube en céramique à résistivité constante, des zones externes platinées. Toutefois, suivant une variante, le tube 11 pourrait être entièrement résistant électriquement.

Le tube chauffant en céramique 11 est emboîté, à son extrémité droite, dans un logement 3a de même diamètre prévu dans la face frontale interne du flasque de fermeture droit 3 et il est appliqué contre le

fond de ce logement 3a sous l'effet de la pression exercée par le contact 6 sur son extrémité opposée, sous l'action du ressort 7. En fait ce contact 6 est appliqué contre la face frontale d'un embout conducteur 12 lui-même en appui contre l'extrémité gauche du tube chauffant en céramique 11. La partie extrême gauche du tube chauffant 11 et la rondelle conductrice 12 sont logées dans l'évidement interne d'une bague 13 en alumine engagée dans l'enceinte 1 et dont le diamètre externe correspond au diamètre interne de cette enceinte.

Le tube chauffant en céramique 11 peut avoir ou non une surface externe usinée. Cette surface peut, par exemple, présenter un filetage ou encore des cannelures longitudinales.

Le tube chauffant en céramique 11 est entouré, sur la plus grande partie de sa longueur, par un échangeur de chaleur en matériau thermoconducteur. Cet échangeur de chaleur peut être constitué par au moins un tube interne 14 en matériau thermoconducteur dense, (par exemple en alumine ou chromite de lanthane) lequel est lui-même entouré par un tube externe 15 en matériau thermoconducteur poreux, (par exemple en alumine poreuse). Enfin on peut prévoir éventuellement un enroulement de feutre de zircone 16 entre le tube externe 15 en alumine poreuse et l'enceinte tubulaire 1.

Le gaz qui doit être chauffé, tel que de l'oxygène ou de l'air par exemple, s'écoule à travers un serpentin externe 17 qui est enroulé autour de l'enceinte tubulaire 1 et en contact thermique avec elle-ci. Le gaz est introduit dans le serpentin 17 à son extrémité gauche, c'est-à-dire celle où se trouve le contact 6, et il pénètre à l'intérieur de l'enceinte 1, à l'extrémité droite du serpentin qui communique avec l'intérieur de l'enceinte 1, par l'intermédiaire d'un trou 18 peré à cet endroit dans la paroi de cette enceinte. Le gaz qui pénètre dans l'enceinte 1 à son extrémité droite, s'écoule ensuite, dans les canalisations 117, 118 comme il est indiqué par les flèches, longitudinalement de la droite vers la gauche, à travers le tube d'alumine poreuse externe 15 qui peut présenter éventuellement des rainures longitudinales pour faciliter cet écoulement, et éventuellement à travers l'enroulement de feutre de zircone 16 si celui-ci est présent. A l'extrémité gauche du tube en alumine poreuse 15 le gaz sort dans un espace délimité entre cette extrémité gauche et la bague 13 en alumine, puis il inverse son sens d'écoulement en passant, de la gauche vers la

droite, entre le tube alumine dense 14 et le tube chauffant en céramique 11. Cet écoulement peut être facilité par la présence de rainures longitudinales ou d'un filetage, sur la surface externe du tube chauffant 11 ou sur la surface interne du tube en alumine dense 14. Dans sa partie droite le tube chauffant 11 présente, dans sa paroi, au moins une ouverture 19 qui permet au gaz de passer à l'intérieur du tube 11. Le gaz chaud peut alors sortir de l'appareil, en s'écoulant, sous la forme d'un jet axial, à travers une buse de sortie 21 fixée de manière amovible, au moyen de vis 22, sur le flasque de fermeture droit 3. Cette buse 21 peut être une buse d'oxycoupage bien connue, refroidie ou non. Dans l'exemple non limitatif illustré sur la figure 1 cette buse 1 est refroidie par de l'eau amenée par une canalisation 23. Elle présente également un orifice d'entrée 24 pour le raccordement à une source de gaz de chauffe.

Lorsque l'appareil est en fonctionnement, le tube en céramique 11 est chauffé par le courant électrique passant à partir du contact 6, à travers la rondelle conductrice 12, puis sur toute la longueur du tube chauffant 11 jusqu'au flasque de fermeture gauche 2 qui est relié au pôle négatif de la source d'alimentation électrique, c'est-à-dire à la masse. Du fait du passage de ce courant électrique, le tube 11 en céramique s'échauffe dans sa partie centrale à résistivité élevée, si bien que la température de cette partie centrale peut atteindre environ 1 800°C en fonctionnement normal. Les parties extrêmes du tube chauffant 11 atteignent, elles, une température inférieure à 400°C, du fait de leur résistivité beaucoup plus faible, ce qui permet de conserver un bon contact électrique. L'alimentation du tube chauffant 11 peut s'effectuer en courant alternatif ou continu, ce tube chauffant se comportant comme une résistance pure. La mesure de l'intensité et de la tension du courant permet de régler la puissance Joule fournie au tube chauffant 11 et par conséquent la puissance calorifique qui peut être absorbée par le gaz. Les tubes 14 en alumine dense et 15 en alumine poreuse s'échauffent conjointement avec le tube chauffant interne 11 et échauffent à leur tour l'enceinte 1 et le serpentin 17. Le gaz s'écoulant dans le serpentin 17 est préchauffé progressivement dans celui-ci, il pénètre dans l'enceinte 1, à la sortie du serpentin 17, puis continue à s'échauffer lors de son écoulement d'abord de la droite vers la gauche à travers le tube d'alumine poreuse externe 15 et éventuellement l'enroulement de feutre de zircone 16, puis de la gauche vers la droite entre le tube d'alumine

dense 14 et le tube chauffant 11. De ce fait le jet de gaz sortant de la buse 21 peut atteindre une température voisine de 1 600°C.

Bien que l'on utilise de préférence, entre le tube chauffant central 11 et l'enceinte externe 1, des tubes 14 et 15 coaxiaux en alumine, il est également possible d'employer des tubes en une autre matière, par exemple en chromite de lanthane. Le tube 14 en alumine dense est avantageusement utilisé car il présente de bonnes caractéristiques thermiques, un coefficient de dilation voisin de celui du chromite de lanthane constituant le tube chauffant 11 et il supporte également les très hautes températures. Le tube d'alumine poreuse 15 qui est de préférence utilisé autour du tube 14 en alumine dense, offre l'avantage d'être un meilleur isolant thermique que l'alumine dense.

L'enroulement de feutre de zircone 16 qui est prévu éventuellement entre le tube d'alumine poreuse 15 et l'enceinte 1, permet de renforcer l'isolation et de fournir également une surface d'échange important au gaz qui se préchauffe également en le traversant .

Comme il a été décrit précédemment, le contact électrique 6 est sollicité élastiquement par le ressort 7 contre le tube chauffant 11, par l'intermédiaire de la rondelle conductrice 12. Ceci permet la dilatation et la contraction axiales du tube chauffant 11 tout en conservant un bon contact électrique. Cette dilatation ou contraction qui est transmise à la partie externe du contact 6, peut être éventuellement utilisée pour la régulation de la température du tube chauffant 11.

La partie extrême gauche de l'enceinte 1 où se trouve situé le contact électrique 6, est avantageusement refroidie par une circulation d'eau dans un tube interne 25 fixé, par exemple, à la face interne de la bride 4. Pour parfaire la présentation de l'ensemble de l'appareil, le serpentín 17 qui est parcouru par le gaz encore relativement froid, est avantageusement recouvert d'une couche 26 en une matière isolante thermiquement, cette dernière étant à son tour entourée par un cylindre externe 27.

Dans la variante d'exécution de l'appareil qui est illustrée sur la figure 2 un tube 28 en alumine dense est logé coaxialement à l'intérieur du tube chauffant 11 et ce tube 28 est engagé, par son extrémité droite, dans un logement de même diamètre prévu dans la face interne du flasque de fermeture droit 3. Ce flasque est, dans ce cas, monté amovible sur un support cylindrique 29 soudé à l'extrémité droite

de l'enceinte 1, la fixation du flasque amovible 3 sur le support 29 étant réalisée au moyen de vis 31. Dans la face interne du flasque de fermeture amovible 3 sont ménagés, d'une part, le logement 3a, de diamètre relativement grand, recevant l'extrémité droite du tube chauffant 11, et d'autre part un autre logement 3b, de plus petit diamètre que le précédent mais plus profond, recevant l'extrémité droite du tube interne 28 en alumine dense. Une coupelle en platine 32 est interposée entre la partie extrême droite du tube chauffant 11 et son logement 3a dans le flasque de fermeture 3.

Par ailleurs dans la forme d'exécution illustrée sur la figure 2 le tube interne 14 en alumine dense a une longueur supérieure à celle du tube externe 15 en alumine poreuse. En fait le tube 15 en alumine poreuse s'étend jusqu'à la face frontale gauche 29a du support 29 tandis que le tube 14 en alumine dense pénètre à l'intérieur de ce support 29 et le traverse totalement pour venir en contact, à son extrémité droite avec la face interne du flasque de fermeture amovible 3. Une rondelle d'amiante est interposée entre la partie extrême droite du tube 14 en alumine dense et la paroi interne cylindrique du support 29, cette rondelle étant serrée axialement par une collerette coaxiale interne 30 du flasque de fermeture droit 3.

Le tube interne 28 en alumine dense s'arrête, à l'intérieur du tube chauffant 11, à une certaine distance de l'extrémité gauche de celui-ci. Par ailleurs le contact électrique 6 prend appui sur un embout conducteur 33 contenant une coupelle en platine 34 qui coiffe l'extrémité gauche du tube chauffant 11 qui est platinée. L'embout conducteur 33 est prolongé vers la droite par un doigt axial 35 s'étendant en partie à l'intérieur du tube interne 28 en alumine dense.

Dans sa partie extrême gauche le tube interne 28 en alumine dense présente au moins une fente longitudinale 36 permettant le passage du gaz à l'intérieur du tube 28.

Avec cette disposition le gaz qui pénètre à l'intérieur du tube chauffant 11, à travers les trous ou fentes 19 prévus dans sa partie extrême droite, s'écoule une nouvelle fois à l'intérieur du tube 11 vers la gauche, dans l'espace délimité entre ce tube chauffant et le tube interne 28 en alumine dense, puis il passe à travers la ou les fentes 36 prévues dans la partie extrême gauche du tube 28 pour s'écouler de

nouveau à l'intérieur du tube 28 de la gauche vers la droite en direction de la buse de sortie 21.

La figure 3 illustre une variante d'exécution de l'appareil semblable à celle de la figure 2 mais dans laquelle la buse d'oxycoupage 21 et le contact électrique 10 ne sont pas refroidis par une circulation d'eau. Dans ce cas le contact 6 s'étend à l'intérieur d'un radiateur à ailettes 37 monté sur le flasque de fermeture gauche 2 et qui assure ainsi le refroidissement naturel du contact 6. Par ailleurs, dans cette variante l'appareil ne comporte plus de serpentin lequel est remplacé par une chambre cylindrique 17a entourant l'échangeur de chaleur 14, 15.

Dans la variante d'exécution illustrée sur la figure 4 le tube chauffant 11 est immobilisé, dans sa partie extrême droite, c'est-à-dire celle qui est proche de la buse de sortie 21, au moyen d'une pince 38 en acier inoxydable avec interposition d'une bague 39 en amiante entre la partie extrême droite du tube chauffant 11 et le flasque de fermeture droit 3. Par ailleurs, dans cette forme d'exécution, le gaz est introduit dans un filetage 17b à son extrémité située du côté droit, c'est-à-dire du côté de la buse de sortie 21, ce filetage 17b étant usiné dans la surface externe de l'enceinte tubulaire 1. Le gaz pénètre à l'intérieur de l'enceinte 1 par des trous 18 situés dans la partie gauche de l'enceinte 1. De ce fait le gaz pénétrant à l'intérieur de l'enceinte 1 s'écoule de la gauche vers la droite à travers le tube d'alumine poreuse externe 15 puis de la droite vers la gauche entre le tube interne 14 en alumine dense et le tube chauffant 11, il pénètre à l'intérieur de ce tube chauffant en passant à travers les fentes 19 prévues dans la partie extrême gauche du tube chauffant 11 et il s'écoule axialement vers la droite, en direction de la buse de sortie 21. Sur cette buse est fixé un tube 41 en alumine, de petite longueur et qui s'étend à l'intérieur de la partie extrême droite du tube chauffant 11.

Dans la forme d'exécution illustrée sur la figure 4 le tube 14 en alumine dense est immobilisé par un presse-étoupe 42 à proximité du contact électrique 6. Par ailleurs, le refroidissement de la partie gauche de l'appareil est obtenu au moyen d'une circulation d'eau dans une chambre cylindrique externe 25a.

Dans la variante d'exécution illustrée sur la figure 5 la partie extrême gauche du tube chauffant 11 est reliée directement à une borne d'alimentation électrique 43, portée par le flasque de fermeture

gauche 2, par l'intermédiaire d'une tresse 44. Par ailleurs, un thermocouple 45, servant à la régulation, peut être également introduit axialement à l'intérieur du tube chauffant 11, à travers le flasque de fermeture gauche 2. On peut également introduire longitudinalement, dans le tube chauffant 11, un autre tube pour le chauffage ou préchauffage d'un fluide quelconque, au travers de ce tube en matériau réfractaire.

La figure 6 représente un mode préférentiel de l'invention dans lequel l'enceinte (partie droite de la figure) a une structure semblable à celle des figures précédentes, l'introduction de gaz chaud se faisant cependant par l'ouverture d'extrémité du tube chauffant, tandis que les moyens d'alimentation électriques du tube chauffant (partie gauche de la figure), ont une structure adaptée aux mouvements de dilatation interne du tube chauffant.

L'appareil selon cette variante comporte une enveloppe extérieure 101 de protection entourant l'enceinte formée par les tubes 102 et 104 disposés coaxialement, par exemple en acier réfractaire, entre lesquels un espace de circulation des gaz 103 est ménagé. Cet espace 103 a la forme d'une hélice, usinée dans la surface externe de 104, le gaz étant introduit par l'orifice 123 au niveau de l'extrémité (gauche sur la figure) de l'enceinte, et sortant par l'orifice 120 (extrémité droite sur la figure) pour suivre le canal 105 situé entre la paroi intérieure du tube 104 et un premier tube 106 en alumine, inerte, non chauffant, le gaz revenant ainsi au niveau de l'extrémité gauche. Il suit alors le canal 107 situé entre le premier tube 106 et un second tube 108 de même nature que 107. Le gaz revient ainsi au niveau de l'extrémité droite de l'enceinte où un passage 121 est prévu pour renvoyer le gaz au contact de la face extérieure du tube chauffant 111 dans le canal 109, situé entre le dernier et le second tube en alumine 108. le gaz pénètre ensuite à l'intérieur du tube chauffant 111 par l'intermédiaire d'ouvertures 110 situées dans le centreur 124 qui amène également la tension électrique au tube chauffant 111 par le contact électrique 126.

Le passage du courant s'effectue au niveau du rebord annulaire 112. Le gaz traverse tout le tube chauffant et s'évacue (à l'extrémité droite de la figure), par l'ouverture 114 placée dans l'axe du tube chauffant 111, dans le flasque 115. Sur celui-ci est fixé, dans l'exemple de la figure une buse 116 dont le canal 117 est placé dans le prolongement du canal

114, ladite buse comportant également un canal 118 d'amenée de combustible.

Cette buse permet d'utiliser le gaz chaud, par exemple l'oxygène dans un chalumeau oxy-combustible ou un brûleur oxy-combustible.

Le flasque 115 est électriquement relié au tube chauffant par une rondelle 113 par exemple en platine, sertie à l'extrémité du tube chauffant 111, par exemple en chromite de lanthane.

Le circuit électrique est refermé jusqu'à la connexion électrique 135, par l'intermédiaire des tubes en acier 102 et 104, maintenus coaxialement par l'autre flasque 127 sur lequel sont fixées les pièces conductrices 128 et 136, enveloppant les connexions électriques.

Le contact électrique 126 dont l'extrémité forme un centreur 124 du tube chauffant 111 est isolé électriquement de la pièce enveloppe de contact 128 par une pièce coulissante 125, solidaire du contact 126, pouvant coulisser à l'intérieur de la pièce 128 contre laquelle elle vient éventuellement en butée en 138 sous la poussée du ressort 131, permettant ainsi de maintenir en position le tube chauffant 111, une dilatation de celui-ci comprimant ledit ressort. L'extrémité (gauche sur la figure) du contact 126 est reliée à un fil souple 130, par exemple en platine de longueur suffisante pour absorber les dilations de l'appareil, dont l'autre extrémité est solidaire du contact 133 fixé dans les pièces isolantes 132 et 139 d'où débouche le second contact électrique 134 de connexion du tube chauffant à des moyens d'alimentation électrique non représentés sur la figure. La pièce 132 comporte un logement annulaire dans lequel vient s'appuyer ledit ressort 131. La pièce 136 qui entoure les pièces isolantes 125, 132, 139 comporte un espace 137 pour la circulation d'eau de refroidissement au niveau des contacts électriques, afin de préserver les caractéristiques du ressort et des joints d'étanchéité de l'enceinte. Il faut noter qu'en fonctionnement le ressort 131 permet de maintenir le contact électrique entre le tube chauffant 111, et le contact 126, tant en contraction qu'en dilatation.

Pour le chauffage des gaz oxydants, on utilise un tube chauffant en chromite de lanthane, zircone, bisiliciure de molybdène ou carbure de silicium. Pour les gaz neutres ou réducteurs, on peut utiliser également le carbone, le graphite, molybdène, tungstène, tantale, carbure de silicium.

D'une manière générale et quel que soit le gaz, on utilisera un matériau qui, par effet Joule, peut atteindre au plus une température de l'ordre de 2.300°C.

Afin d'augmenter la température du gaz sortant de l'appareil, à débit constant, il est souhaitable de placer plusieurs tubes chauffants, coaxialement, avec une circulation de gaz entre eux sous forme de chicanes longitudinales (comme c'est le cas entre les tubes 106, 108, et 111) ou par usinage d'un canal hélicoïdal à la surface d'un tube qui vient se glisser exactement dans l'autre, ou à peu près (comme c'est le cas pour les tubes 102 et 104).

REVENDEICATIONS

1. Appareil pour la production d'un jet de gaz à haute température comportant une enceinte, des moyens d'introduction d'un gaz dans cette enceinte, des moyens de chauffage du gaz dans l'enceinte et des moyens d'évacuation du gaz chaud de l'enceinte, caractérisé en ce que les moyens de chauffage du gaz dans l'enceinte sont constitués, d'une part, d'un tube chauffant (11) s'étendant en travers de l'enceinte (1) et constituant une résistance de chauffage, ce tube (11) comportant des moyens de liaison électrique pour la connexion de cette résistance à des moyens d'alimentation électrique, et d'autre part, de moyens échangeurs de chaleur (14, 15, 16, 17) disposés autour du tube chauffant et en contact thermique avec celui-ci, lesdits moyens (14, 15, 16, 17) comportant au moins une canalisation (117, 118) de conduite du gaz depuis les moyens d'introduction (18) dans l'enceinte jusqu'à une ouverture située à proximité de la première extrémité du tube chauffant (11) dont la seconde extrémité communique avec les moyens d'évacuation du gaz chaud de l'enceinte le gaz étant ainsi chauffé dans les moyens échangeurs de chaleur avant de passer à l'intérieur du tube chauffant pour s'écouler finalement à travers les moyens d'évacuation du gaz chaud de l'enceinte.

2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ouverture du tube chauffant est constituée par la première extrémité dudit tube.

3. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ouverture du tube chauffant est réalisée dans la surface latérale dudit tube.

4. Appareil selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens d'évacuation du gaz chaud de l'enceinte sont constitués par une buse reliée à la seconde extrémité du tube chauffant.

5. Appareil selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens de préchauffage du gaz (17, 17a, 17b) entourant au moins partiellement l'enceinte afin que le gaz soit préchauffé avant de pénétrer dans l'enceinte.

6. Appareil selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'enceinte est tubulaire, fermée à ses deux extrémités respectivement par deux flasques transversaux, un premier flasque portant deux bornes, isolées l'une par rapport à l'autre, de raccordement aux

moyens d'alimentation électrique et un second flasque, traversé par les moyens d'évacuation du gaz chaud de l'enceinte.

7. Appareil selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le tube chauffant est constitué d'un matériau qui, par effet Joule, peut atteindre au plus une température de l'ordre de 2.300°C.

8. Appareil selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le tube chauffant est en un matériau choisi parmi l'un ou plusieurs des matériaux tels que la zircone, le chromite de lanthane, le carbure de silicium, le disiliciure de molybdène, le carbone, le graphite, le molybdène, le tungstène, le tantale.

9. Appareil selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que le tube chauffant (11) comporte une partie centrale résistante capable de s'échauffer par effet Joule et au moins une extrémité en un matériau de faible résistivité électrique.

10. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les moyens échangeur de chaleur sont constitués par au moins un tube interne (14) en matériau thermoconducteur dense, lequel est lui-même entouré par un tube externe (15) en matériau thermoconducteur.

11. Appareil selon la revendication 10 caractérisé en ce qu'il comprend un enroulement de feutre de zircone (16) entre le tube externe (1) en alumine poreuse et l'enceinte tubulaire (1).

12. Appareil selon l'une des revendication 5 à 11 caractérisé en ce que l'entrée des moyens de préchauffage du gaz (17) est située du côté du premier flasque (2) portant les bornes, leur extrémité de sortie communiquant avec l'intérieur de l'enceinte tubulaire (1) par l'intermédiaire d'un trou (18) situé du côté du second flasque de fermeture (3) portant la buse de sortie (21) et le tube chauffant (11) est percé d'au moins un trou ou fente (19) de passage du gaz situé du côté du second flasque de fermeture (3).

13. Appareil selon l'une des revendications 5 à 11 caractérisé en ce que l'entrée des moyens de préchauffage du gaz (17) est située du côté du second flasque de fermeture (3) portant la buse de sortie (21), leur extrémité de sortie communiquant avec l'intérieur de l'enceinte tubulaire (1) par l'intermédiaire d'un trou (18) situé du côté du premier flasque de fermeture (2), le tube chauffant (11) étant percé d'au moins

un trou ou fente (1ç) dans sa partie extrême tournée vers le premier flasque de fermeture (2).

14. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un filetage ou des rainures longitudinales (11a) sont prévues, pour le passage du gaz, dans les moyens échangeur de chaleur (102, 104, 106, 108) sur la surface externe et/ou interne de l'un au moins des tubes (102, 104, 106, 108) constituant lesdits moyens échangeur de chaleur.

15. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'un tube en matériau thermoconducteur (28) est engagé axialement dans le tube chauffant (11), à partir du second flasque de fermeture (3), et ce tube réfractaire (28) s'arrête à distance de l'extrémité du tube chauffant (11) qui est tournée vers le premier flasque de fermeture (2).

16. Appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce que le tube interne en matériau thermoconducteur (28) s'étend sur la plus grande partie de la longueur du tube chauffant (11), jusqu'à proximité de son extrémité tournée vers le premier flasque de fermeture (2), et le tube (28) est percé, dans cette partie extrême, d'au moins un trou ou fente (36) pour le passage du gaz en direction de la buse de sortie (21).

17. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le premier flasque de fermeture (2) porte, dans sa partie centrale, un manchon isolant (9) qui est traversé par un contact électrique 6 engagé à l'intérieur de l'enceinte (1), monté à coulissement axial dans le flasque (2) et qui sollicite vers l'intérieur de l'enceinte par un ressort (7), le contact (6) étant appliqué sous pression contre un embout conducteur (12) lui-même en appui contre l'extrémité du tube chauffant (11) qui est tournée vers le premier flasque de fermeture (2), l'extrémité opposée du tube chauffant (11) étant engagée dans un logement (3a) prévu dans le second flasque de fermeture (3) portant la buse de sortie (21).

18. Appareil selon l'une quelconque des revendication 1 à 17, caractérisé en ce que l'extrémité du tube chauffant (11) qui est tournée vers le premier flasque de fermeture (2), est reliée à une borne d'alimentation électrique (43) portée par le premier flasque de fermeture (2), par l'intermédiaire d'une tresse (44), et un thermocouple (45), ou un autre tube pour le chauffage d'un fluide quelconque peut être

introduit à l'intérieur du tube chauffant (11), à travers le premier flasque de fermeture (2).

19. appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le premier flasque de fermeture (2) est en contact thermique avec une chambre (25a) ou un tube (25) parcouru par de l'eau de refroidissement .

20. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que le premier flasque de fermeture (2) est en contact thermique avec un radiateur (37) pour assurer son refroidissement par l'air.

21. Appareil selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les moyens de préchauffage du gaz sont constitués par un serpentin (17) entourant l'enceinte tubulaire (1) et en contact thermique avec celle-ci.

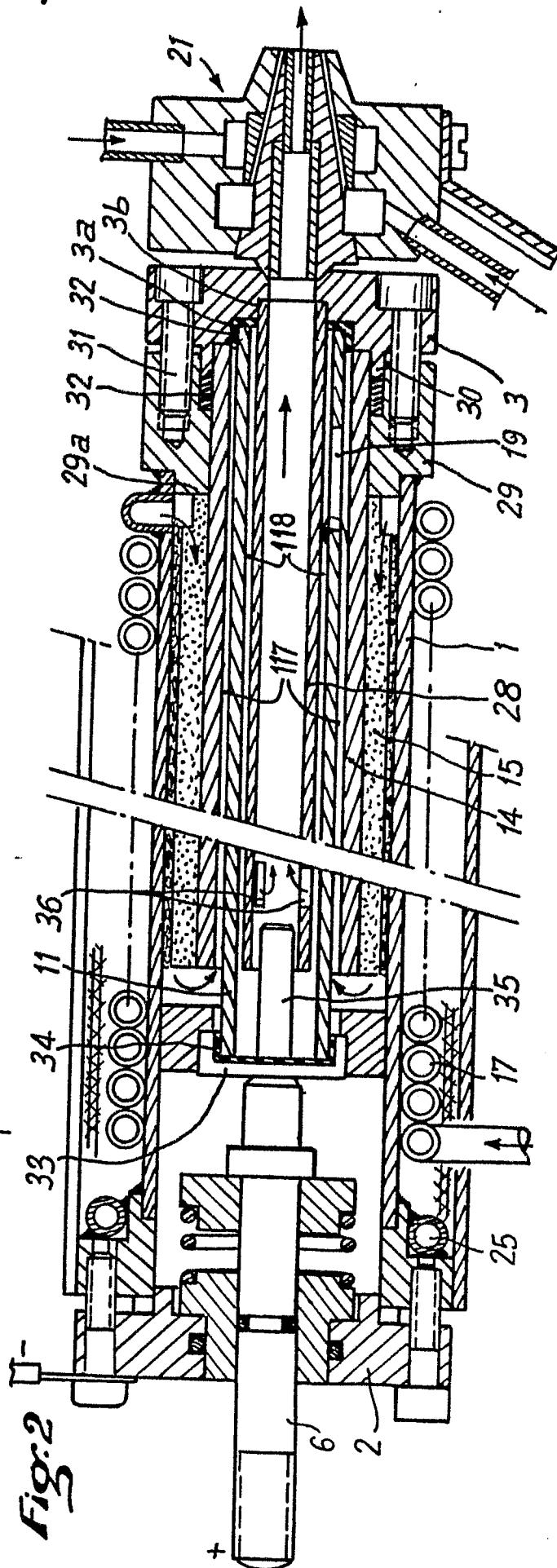
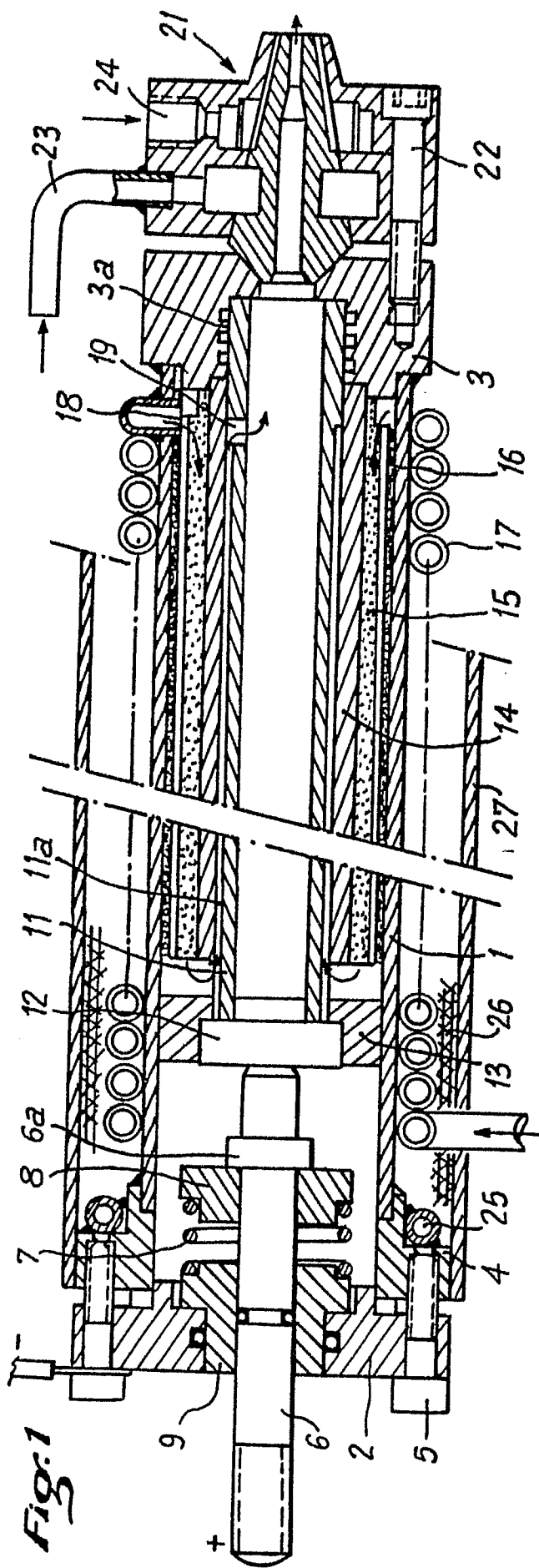
22. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 21 caractérisé en ce que les moyens de préchauffage du gaz sont constitués par une chambre cylindrique (17a) entourant l'échangeur de chaleur (14, 15).

23. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, caractérisé en ce que les moyens de préchauffage du gaz sont constitués par un filetage (17b) usiné dans la surface externe de l'enceinte tubulaire (1).

24. Appareil selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tube chauffant (111) est maintenu en position par un centreur (124) comportant des ouvertures (110) permettant d'introduire le gaz des moyens de préchauffage (102, 104, 106, 108) dans le tube chauffant (111) par l'une de ses extrémités.

25. Appareil selon la revendication 24, caractérisé en ce que le centreur (124) porte également un contact électrique (126) mobile en translation, de manière à suivre les dilatations longitudinales du tube chauffant (111).

26. Appareil selon la revendication 25, caractérisé en ce que le contact électrique mobile (126) est connecté par un fil souple (130) à un contact électrique fixe (133) solidaire de la pièce enveloppe (136) mais isolé électriquement de celle-ci.



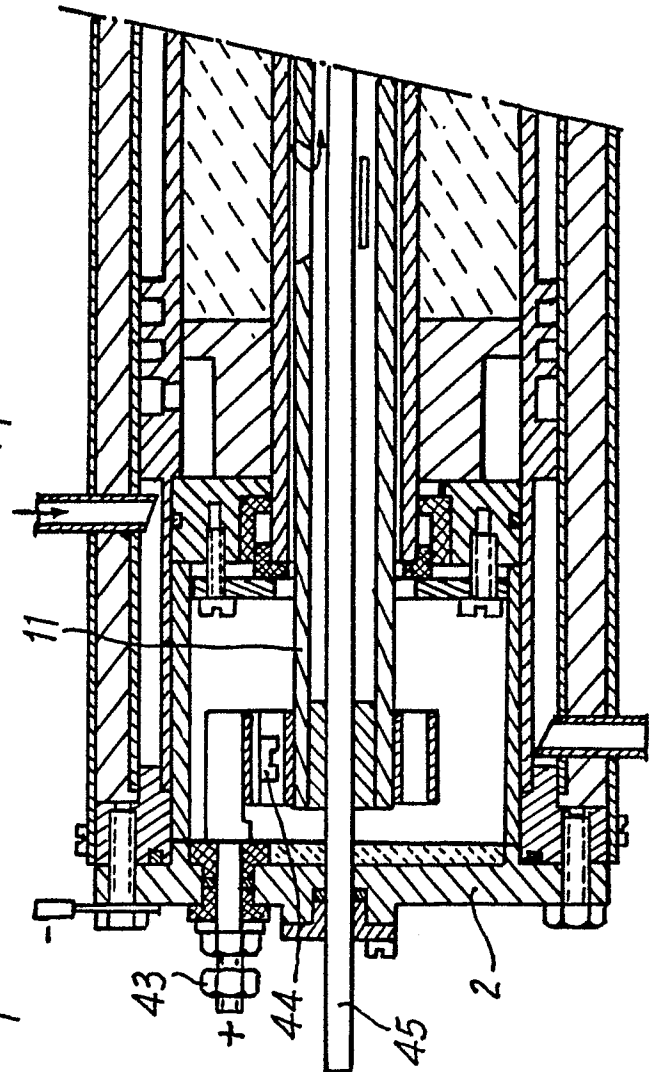
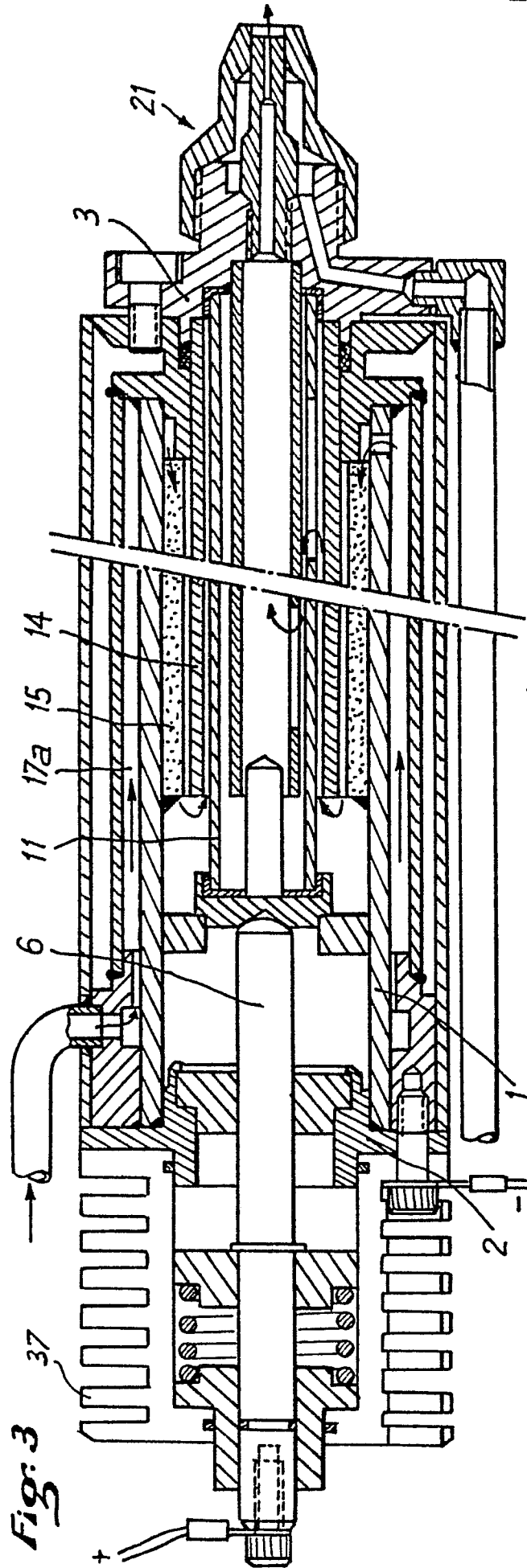


Fig. 4

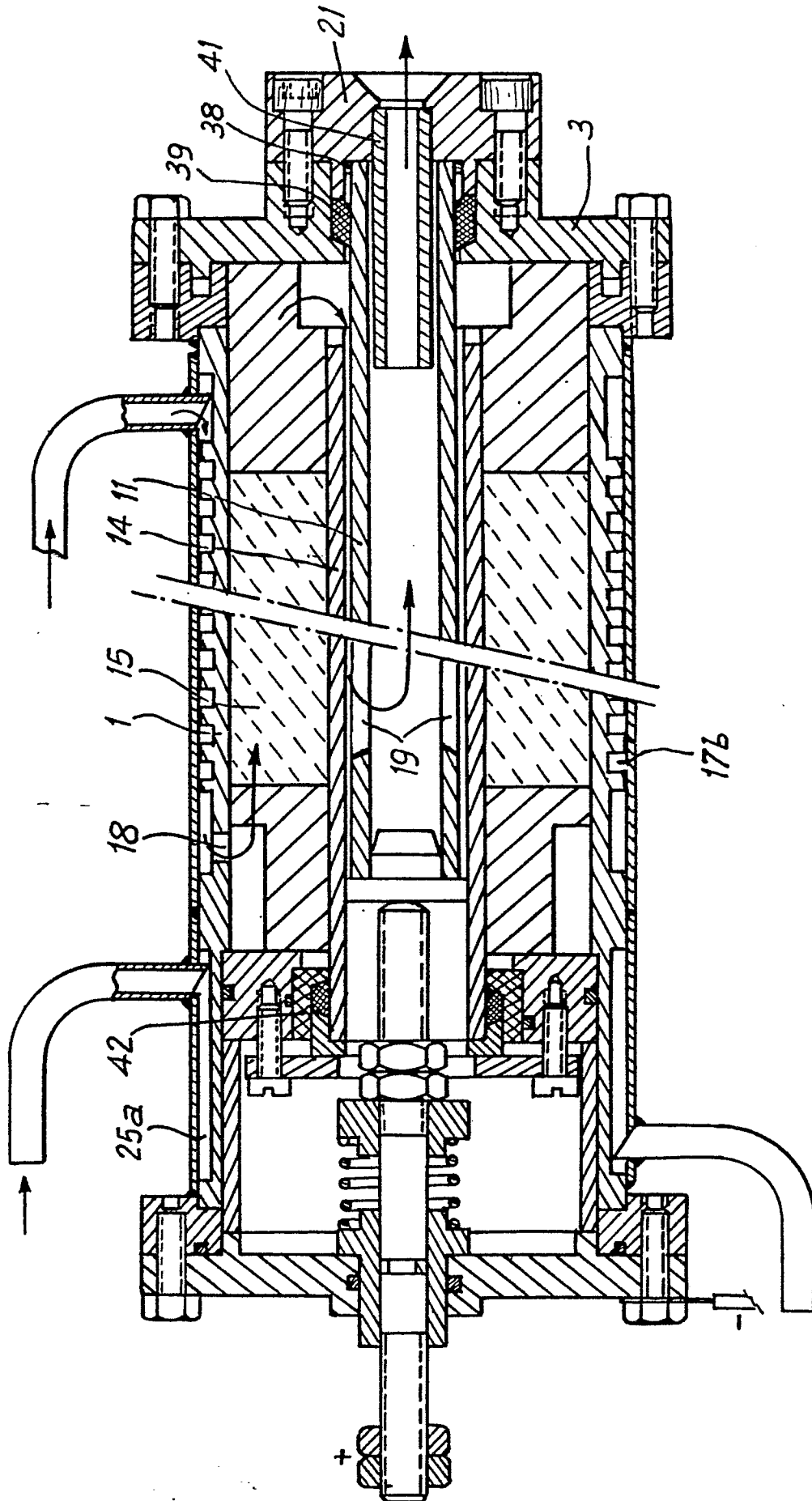


Fig: 6A

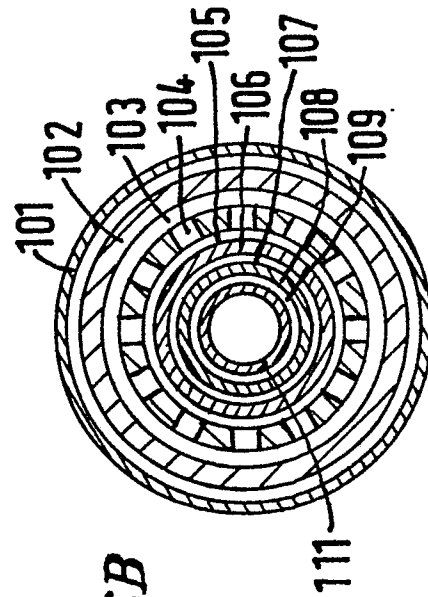
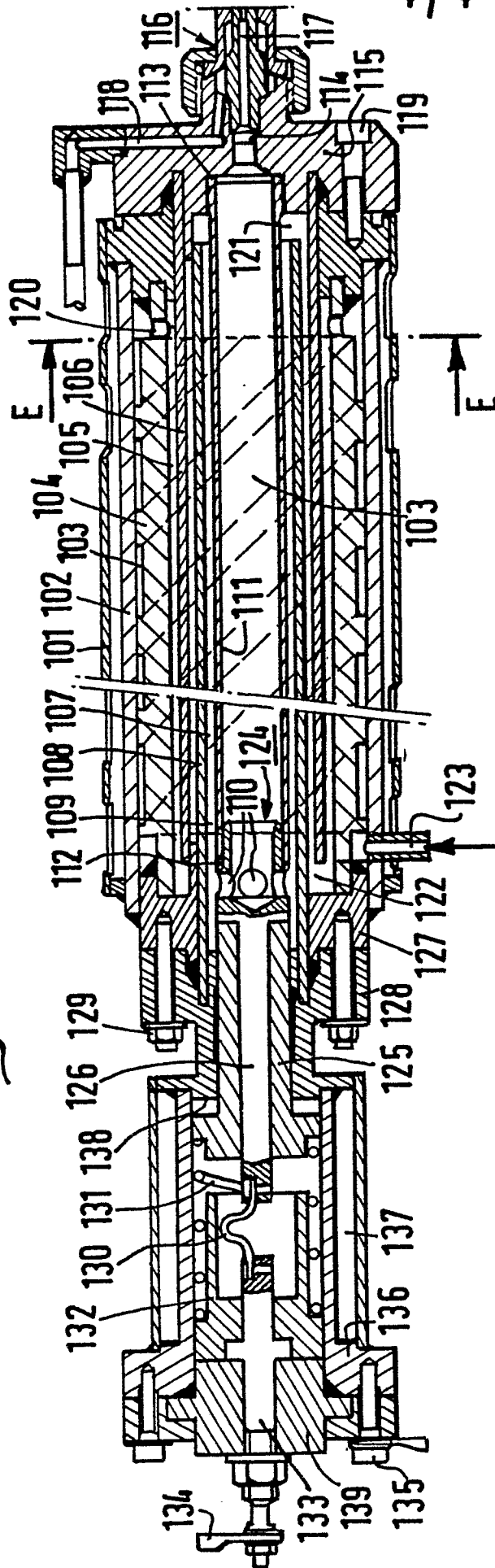


Fig: 6B



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	FR-A-1 100 640 (L'AIR LIQUIDE)	1, 19	F 23 D 14/32
A	DE-C- 726 668 (MESSER)	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			F 23 D 14/00 B 23 K 7/00
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29-07-1986	Examineur BERTIN M.H.J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			