

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication:

0 576 869 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN(21) Numéro de dépôt: **93109093.0**(51) Int. Cl.⁵: **C21B 5/00, C21B 7/16**(22) Date de dépôt: **07.06.93**

(30) Priorité: **01.07.92 LU 88139**
21.04.93 LU 88249

(43) Date de publication de la demande:
05.01.94 Bulletin 94/01

(84) Etats contractants désignés:
BE DE ES FR GB IT NL SE

(71) Demandeur: **PAUL WURTH S.A.**
32 rue d'Alsace
L-1122 Luxembourg(LU)

(72) Inventeur: **Ulveling, Léon**
30 rue Dr. Jos. Peffer

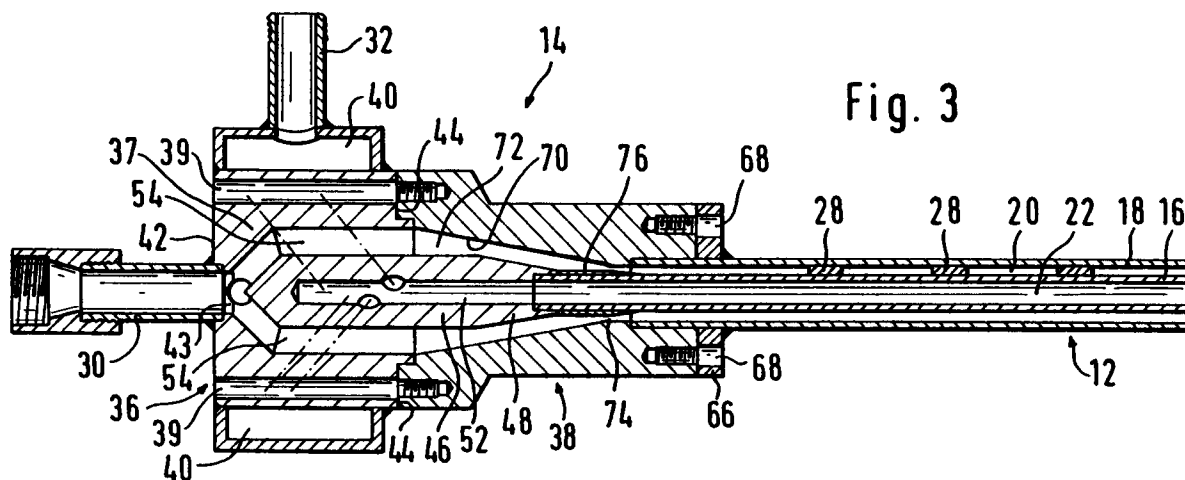
L-2319 Luxembourg-Howald(LU)Inventeur: **Kroemmer, Yvon****5 route de Luxembourg****L-8360 Goetzange(LU)**Inventeur: **Schmit, Charles****14 rue des Champs****L-5711 Aspelt(LU)**

(74) Mandataire: **Freylinger, Ernest T. et al**
Office de Brevets
Ernest T. Freylinger
321, route d'Arlon
Boîte Postale 48
L-8001 Strassen (LU)

(54) **Procédé et dispositif pour l'injection de charbon pulvérisé dans un creuset de haut-fourneau.**

(57) On présente un procédé pour l'injection combinée de charbon pulvérisé et d'un comburant gazeux dans un creuset d'un four à cuve, notamment un haut fourneau, à travers une tuyère à vent chaud. Au niveau de l'embouchure de la tuyère dans le creuset, on injecte le charbon pulvérisé dans le vent

chaud sous forme d'un jet annulaire creux, et on injecte le comburant gazeux à l'intérieur du jet annulaire creux. Une lance pour la mise en oeuvre du procédé comprend deux tubes coaxiaux (16 et 18) et un bloc de distribution muni d'un alésage central (52) pour le charbon pulvérisé.

**Fig. 3****EP 0 576 869 A2**

La présente invention concerne un procédé pour l'injection combinée de charbon pulvérisé et d'un comburant gazeux dans un creuset de haut fourneau au moyen d'une lance débouchant dans une tuyère à vent chaud.

On présente également une lance et une tuyère pouvant être avantageusement utilisées pour la mise en oeuvre dudit procédé.

Il est bien connu que l'injection de charbon pulvérisé dans le vent chaud, qu'on souffle à travers des tuyères à vent chaud dans la partie supérieure du creuset d'un haut fourneau, a de multiples avantages. Elle augmente notamment la capacité de production du haut fourneau et permet de remplacer d'importantes quantités de coke par du charbon meilleur marché.

Cette injection de charbon pulvérisé se fait classiquement par une lance d'injection dans le vent chaud à une certaine distance en amont de l'embouchure de la tuyère dans le creuset. Le charbon pulvérisé est en suspension dans un gaz inerte. Le comburant est soit constitué par le vent chaud, enrichi ou non d'oxygène, soit par de l'oxygène pur, amené par une conduite séparée près de l'embouchure de la lance. Dans ce dernier cas, l'oxygène pur est utilisé pour former un mélange combustible primaire avec le charbon pulvérisé à la sortie de la lance, et le vent chaud constitue l'air de combustion secondaire.

Du fascicule de brevet allemand DE-4008963 C1 on connaît un procédé pour l'injection combinée de charbon pulvérisé et d'oxygène dans un creuset de haut fourneau au moyen d'une lance débouchant avec une extrémité dans une tuyère à vent chaud. Le corps de lance comprend un tube intérieur pour le charbon pulvérisé et un tube extérieur formant avec ledit tube intérieur un conduit annulaire pour l'oxygène. Selon le procédé divulgué dans le fascicule de brevet susmentionné le jet de charbon pulvérisé est directement entouré à sa périphérie par un jet d'oxygène annulaire. Bien que ce procédé donne satisfaction à faible débit, il subsiste des problèmes en rapport avec l'introduction de quantités plus importantes de charbon pulvérisé dans le creuset.

En effet, pour travailler de façon efficace lors de l'injection de charbon pulvérisé dans un haut fourneau, il faut réaliser une combustion aussi complète que possible du charbon dans la zone turbulente à proximité immédiate de l'embouchure de la tuyère dans le creuset. Si cette combustion n'a pas lieu de façon convenable avant ou dans cette zone, ce qui est notamment le cas lorsqu'on travaille avec des débits importants de charbon pulvérisé dans une tuyère, d'importantes quantités de résidus poudreux de la combustion s'accumulent dans le haut fourneau et dans les filtres de ce dernier et en augmentent considérablement la ré-

sistance à l'écoulement des gaz chauds.

La difficulté à obtenir une combustion complète dans ladite zone turbulente est due d'un part à la faible distance disponible et d'autre part à la vitesse élevée du vent chaud dans la tuyère. Pendant le temps extrêmement court disponible pour la combustion de particules de charbon à la sortie de la lance, le jet compact de charbon pulvérisé en suspension dans un gaz neutre doit être dissocié, les particules isolées de charbon doivent être réchauffées jusqu'à provoquer le dégagement de gaz de pyrolyse, les gaz de pyrolyse doivent se mélanger avec le comburant, l'inflammation de ce mélange gazeux doit avoir lieu et les résidus solides de la pyrolyse doivent réagir avec le comburant dans une réaction d'oxydation hétérogène. Un des problèmes majeurs de l'injection de charbon pulvérisé dans le creuset est donc d'augmenter la cinétique du déroulement de ces mécanismes de combustion décrits très sommairement ci-avant.

Le but de la présente invention est de présenter un nouveau procédé pour l'injection combinée de charbon pulvérisé et d'un comburant gazeux dans un creuset de haut fourneau, au moyen d'une lance débouchant dans une tuyère à vent chaud, qui permet d'améliorer sensiblement le rendement de la combustion, surtout lorsqu'on travaille avec des débits importants de charbon pulvérisé.

Cet objectif est atteint par un procédé caractérisé en ce que, au niveau de l'embouchure de la tuyère dans le creuset, on injecte le charbon pulvérisé dans le vent chaud sous forme d'un jet annulaire creux et on injecte le comburant gazeux à l'intérieur dudit jet annulaire creux.

Selon la présente invention le charbon pulvérisé n'est donc plus injecté sous forme d'un jet compact plein mais bien sous forme d'un jet annulaire creux. Cette façon de procéder présente comme avantage direct que le jet est plus facilement dissociable en particules isolées qu'un jet compact plein transportant le même débit de charbon pulvérisé. De plus la surface extérieure du jet est augmentée, de même que l'épaisseur du jet est diminuée, ce qui expose les particules isolées de charbon de façon plus directe au rayonnement.

Le comburant gazeux, par exemple de l'oxygène, n'est plus injecté autour du jet de charbon pulvérisé, mais il est introduit directement dans le creux du jet annulaire de charbon pulvérisé. Cette façon de procéder a de multiples avantages. D'abord, le comburant ne constitue plus d'écran froid entre le vent chaud et le jet de charbon pulvérisé. Ensuite, il faut noter que le jet annulaire de charbon pulvérisé est exposé avec sa surface extérieure au vent chaud, et avec sa surface intérieure au comburant gazeux. Les particules de charbon dans le jet annulaire sont en conséquence contenues dans une couche mince prise en sand-

wich entre deux courants de comburants, ce qui a une influence bénéfique sur la formation rapide d'un mélange inflammable. Enfin, il convient tout particulièrement de remarquer que sous l'influence d'un apport calorifique important, dû aux températures élevées régnant dans le creuset, le gaz comburant introduit dans le creux du jet de charbon pulvérisé subit une détente ultra rapide qui fait littéralement exploser de l'intérieur ledit jet annulaire creux de charbon pulvérisé. Cette explosion projette et disperse le comburant, le vent chaud et le combustible, formant un mélange turbulent idéal dans la zone du creuset à proximité de la tuyère où une combustion spontanée a lieu.

Tous ces phénomènes se soutiennent mutuellement pour augmenter de façon spectaculaire et inattendue le rendement de combustion lors de l'introduction de charbon pulvérisé à travers la tuyère à vent chaud dans un creuset de haut fourneau. Or, vu que le rendement de combustion est nettement amélioré on peut travailler avec des débits de charbon pulvérisé beaucoup plus élevés, sans pour autant risquer de boucher les filtres du circuit de gaz chauds du haut fourneau. On peut par conséquent remplacer d'importantes quantités de coke par du charbon meilleur marché.

Selon une caractéristique supplémentaire de la présente invention l'injection du charbon pulvérisé et du comburant gazeux se fait au niveau de l'embouchure de la tuyère dans le creuset. A toutes fins utiles il est rappelé que jusqu'à présent l'injection de charbon pulvérisé devait se faire à une certaine distance en amont de ladite embouchure, de façon à augmenter le chemin disponible pour le déroulement du mécanisme de combustion. Or avec la présente invention, la dissociation du jet de charbon s'effectue quasi immédiatement à la sortie de la tuyère. Il s'ensuit que le chemin nécessaire au déroulement du mécanisme de combustion est extrêmement court, et qu'une lance d'injection peut quasiment pénétrer dans le creuset sans pour autant diminuer le rendement de combustion.

Un avantage direct de cette caractéristique est que le conduit de vent chaud de la tuyère est moins sollicité du point de vue thermique. De plus, il est quasiment exclu que des cendres chaudes viennent se coller aux parois froides de la tuyère, ce qui a non seulement un effet bénéfique sur la durée de vie de cette dernière, mais évite aussi un bouchage de la conduite de vent chaud par les cendres. L'injection du charbon pulvérisé et du comburant au niveau de l'embouchure de la tuyère dans le creuset permet en conséquence d'augmenter la durée de vie des tuyères équipées d'une injection de charbon pulvérisé, sans pour autant diminuer le rendement de combustion.

La présente invention propose aussi une lance pour la mise en oeuvre du procédé. Cette lance

comprend dans un corps de lance des conduits séparés pour le charbon pulvérisé et le comburant gazeux et est caractérisée en ce que ledit corps de lance présente dans son extrémité débouchant dans la tuyère à vent chaud une bouche d'injection pour le charbon pulvérisé disposée annulairement autour d'une bouche d'injection pour le gaz comburant.

Ledit corps de lance comprend avantageusement un tube intérieur formant un conduit intérieur pour le comburant gazeux et un tube extérieur entourant le tube intérieur, de façon à définir avec ce dernier un conduit annulaire pour le charbon pulvérisé.

Cette exécution de la lance permet une réalisation particulièrement simple de la bouche d'injection annulaire du charbon pulvérisé entourant la bouche d'injection du comburant gazeux. Il sera apprécié que l'écoulement du charbon pulvérisé dans le corps de lance est un écoulement rectiligne, qui n'est soumis à aucune déviation majeure. Dans ce contexte il convient en effet de signaler que le charbon pulvérisé a un pouvoir abrasif important, et que toute paroi provoquant une déviation du chemin d'écoulement subit une usure importante. Or, une telle usure au niveau d'une paroi du corps de lance pourrait éventuellement entraîner une rupture subite de cette paroi, avec danger imminent de destruction complète de la lance et du conduit de vent chaud.

Un dispositif de raccord du corps de lance à un réseau de distribution de charbon pulvérisé en suspension dans un gaz inerte et à un réseau de distribution d'un comburant gazeux, par exemple de l'oxygène, se situe de préférence à l'extérieur du conduit de vent chaud. Ce dispositif est alors monté sur l'extrémité du corps de lance qui est opposée à l'extrémité débouchant dans la tuyère, ce qui permet une introduction facile du corps la lance à travers un manchon pénétrant dans le conduit du vent chaud.

Un objectif recherché dans une exécution préférentielle d'un dispositif de raccord est d'éviter toute usure par l'écoulement abrasif de charbon pulvérisé.

Cet objectif est atteint en divisant dans le dispositif de raccord l'écoulement du charbon pulvérisé entre plusieurs canaux de charbon pulvérisé raccordés audit conduit annulaire, et en faisant passer le comburant gazeux à travers des canaux raccordés audit conduit intérieur et arrangés entre les canaux de charbon pulvérisé. Le dispositif de raccord comporte donc des premiers canaux raccordant le premier manchon de raccord audit conduit annulaire et des seconds canaux arrangés entre lesdits premiers canaux pour raccorder le deuxième manchon de raccord audit conduit intérieur. De cette façon les canaux de comburant

gazeux ne doivent pas traverser l'écoulement de charbon pulvérisé et ne sont donc pas soumis à une usure par cet écoulement fortement abrasif.

Le dispositif de raccord comprend avantageusement un bloc de distribution muni de deux faces opposées, ledit corps de lance débouchant à travers une desdites faces et ledit premier manchon de raccord débouchant dans le prolongement axial dudit corps de lance à travers la surface opposée dans le bloc de distribution, ce dernier étant muni d'un alésage borgne central prolongeant axialement ledit conduit intérieur, d'une cavité annulaire prolongeant axialement ledit conduit annulaire, d'au moins deux premiers canaux arrangés symétriquement autour dudit alésage central et débouchant d'un côté dans ladite cavité annulaire et de l'autre côté dans ledit premier manchon de raccord, d'au moins un second canal arrangé entre lesdits premiers canaux et reliant ledit alésage central audit second manchon de raccord. Il sera apprécié que cette exécution dudit dispositif de raccord est particulièrement compacte tout en présentant une conception qui évite avantageusement toute usure par l'écoulement abrasif du charbon pulvérisé.

En effet, le charbon pulvérisé est introduit quasi axialement dans ledit conduit annulaire de la lance, dans un écoulement à symétrie de révolution et sans lui imposer des changements de direction importants.

Pour améliorer davantage l'uniformité de l'alimentation dudit conduit annulaire, la cavité annulaire prolongeant axialement ledit conduit annulaire dans le bloc de distribution présente avantageusement une section qui diminue de façon continue de l'embouchure desdits premiers canaux en direction de l'embouchure dudit conduit annulaire. Il sera noté que cette exécution évite aussi toute discontinuité dans les parois internes du bloc de distribution.

Une exécution préférentielle de l'alimentation en comburant gazeux, comprenant une chambre périphérique annulaire dans laquelle débouchent plusieurs desdits seconds canaux répartis autour dudit canal central, a l'avantage de réduire la perte de charge de l'écoulement du comburant gazeux au niveau du dispositif de raccord.

Ledit dispositif de raccord se compose avantageusement de deux semi-blocs assemblés axialement par des vis. Le tube intérieur est alors fixé au premier semi-bloc et le tube extérieur au deuxième semi-bloc. Cette exécution a l'avantage d'être composée de pièces facilement réalisables et de permettre un montage et démontage aisé dudit conduit intérieur dans le dispositif de raccord.

Ledit conduit extérieur est avantageusement muni d'une bride qui est fixée par des vis sur ledit second semi-bloc.

Une variante d'exécution intéressante de la lance proposée comprend :

un corps de lance débouchant avec une extrémité dans une tuyère à vent chaud d'un creuset d'un four à cuve, notamment un haut-fourneau, ledit corps de lance englobant un tube intérieur formant un conduit intérieur pour le comburant gazeux et un tube extérieur entourant le tube intérieur de façon à définir avec ce dernier un conduit annulaire pour le charbon pulvérisé ;

un dispositif de distribution pour raccorder le tube intérieur à un circuit d'alimentation pour le comburant gazeux et ledit conduit annulaire à un circuit d'alimentation pour le charbon pulvérisé,

des moyens pour isoler électriquement ledit tube intérieur dudit tube extérieur, et

des moyens pour appliquer une différence de potentiel entre le tube extérieur et le tube intérieur et ainsi créer un champ électrique dans ledit canal annulaire.

Le principal avantage de cette variante d'exécution est de pouvoir soumettre de façon simple et efficace le flux de charbon pulvérisé à l'action d'un champ électrique ; ce qui a une influence favorable sur la cinétique de la combustion à la sortie de la lance, notamment sur la formation d'un mélange réactif entre les particules de charbon, qui sont en suspension dans un gaz inerte, et le gaz comburant. Il sera noté que la longueur de ce champ électrique peut être égale à la longueur du corps de lance.

Ledit dispositif de distribution de cette variante comprend avantageusement un bloc de distribution en un matériau diélectrique dur, c'est-à-dire qui est très résistant à l'usure par le charbon pulvérisé. Il s'agit par exemple d'un matériau céramique, notamment un matériau céramique sur base d'oxyde d'aluminium. Grâce à ce bloc de distribution en matériau diélectrique, il est possible de résoudre de façon simple et efficace les problèmes d'isolation électrique entre le tube extérieur et le tube intérieur du corps de lance.

Ce bloc de distribution est avantageusement un bloc prismatique ayant une première et une deuxième base et plusieurs surfaces latérales et étant muni :

d'un alésage central borgne dans ladite première base pour recevoir une extrémité dudit tube intérieur ;

d'une cavité débouchant dans ladite deuxième base ;

de canaux entourant ledit alésage central et prolongeant ladite cavité pour déboucher dans ladite première base ;

d'un premier alésage latéral situé entre lesdits canaux, de façon à définir une embouchure dans une première surface latérale et à déboucher dans ledit alésage central ; et

d'un deuxième alésage latéral situé entre lesdits canaux et définissant une embouchure dans une deuxième surface latérale et débouchant dans ledit alésage central.

Il s'agit d'une exécution particulièrement simple, qui permet d'amener le gaz comburant dans le tube intérieur et le charbon pulvérisé dans le tube extérieur, sans pour autant risquer une érosion des conduites de gaz comburant par le flux de charbon pulvérisé et sans risquer de court-circuit électrique.

Pour réaliser de façon simple et efficace les différents raccords audit bloc prismatique diélectrique, ledit dispositif de distribution comprend avantageusement :

une première plaque frontale qui s'appuie sur ladite deuxième base dudit bloc prismatique et qui supporte dans le prolongement de ladite cavité un manchon de raccord pour le charbon pulvérisé ;

un semi-bloc avant qui supporte ledit tube extérieur et qui s'appuie sur ladite première base dudit bloc prismatique ;

une première plaque latérale qui s'appuie sur ladite première surface latérale dudit bloc prismatique et qui supporte dans le prolongement dudit premier alésage latéral un manchon de raccord pour le comburant gazeux ; et

une deuxième plaque latérale qui s'appuie sur ladite deuxième surface latérale dudit bloc prismatique et qui supporte dans le prolongement dudit deuxième alésage latéral une électrode pénétrant à travers ce dernier dans ledit alésage central.

Pour assembler ledit bloc prismatique et ledit semi-bloc avant, qui supporte ledit tube extérieur, ledit bloc de distribution comprend avantageusement des tirants qui relient ledit semi-bloc avant à ladite première plaque frontale.

Le tube intérieur est avantageusement muni d'une bride qui vient se loger axialement entre ledit bloc de distribution et ledit semi-bloc avant et qui y est bloquée par l'assemblage axial du bloc de distribution et du semi-bloc avant. Cette bride constitue une solution simple et efficace pour fixer le tube intérieur au dispositif de raccord et permet en même temps d'assurer l'étanchéité dudit alésage borgne autour du tube intérieur.

Le semi-bloc avant est avantageusement muni d'un évidement qui s'évase de l'embouchure du tube extérieur en direction du bloc de distribution. La surface qui délimite ledit évidement est de préférence une courbe qui est définie par une section conique et qui est tangente à la surface intérieure du tube extérieur. Le tube intérieur est alors avantageusement muni au niveau de son embouchure dans le bloc de distribution d'un manchon ayant sensiblement la forme d'un col de bouteille qui, après assemblage de la lance, est agencé dans ledit évidement du semi-bloc avant de façon à définir un canal annulaire qui débouche

quasi tangentiellement dans ledit conduit annulaire du corps de lance. Il s'agit d'une exécution qui réduit sensiblement le travail d'érosion du charbon pulvérisé au niveau du passage du bloc diélectrique dans ledit canal annulaire du corps de lance. De plus, elle assure une bonne répartition du flux de charbon pulvérisé dans ledit canal annulaire du corps de lance.

Il sera noté que, dans tous les modes d'exécution de la lance, le tube intérieur est avantageusement muni, au niveau de sa bouche de sortie, d'un déflecteur conçu de façon à favoriser un éclatement radial du jet de comburant gazeux à la sortie de la lance. Ce déflecteur comprend par exemple un élément hélicoïdal intégré dans la bouche d'injection formée par le tube intérieur.

Un but de la présente invention est aussi de proposer une solution préférentielle permettant d'introduire d'une façon simple et en toute sécurité la lance d'injection dans le conduit de vent chaud jusqu'au niveau de l'embouchure de la tuyère dans le creuset.

Dans ce contexte il convient de rappeler que jusqu'à présent l'introduction de la lance se faisait à travers un conduit disposé en amont de la tuyère. Ce conduit, qui est appelé busillon, forme avec son nez une articulation sphérique sur la tuyère afin de permettre un déplacement angulaire relatif de la tuyère et du busillon sous l'effet de contraintes thermiques dans l'ensemble des conduits de vent chaud. Or, si on veut pénétrer à travers le busillon avec la tête de lance jusqu'au niveau de l'embouchure de la tuyère, on est obligé de choisir un angle très faible entre l'axe de la lance et l'axe du busillon. Il s'ensuit que la longueur porte-à-faux de lance dans le conduit à vent chaud est élevée, et que le centrage de la tête de lance dans la tuyère devient difficile, incertain et instable, d'autant plus qu'il y a la possibilité d'un déplacement relatif de la tuyère et du busillon. Or, un désajustage de l'extrémité de la lance dans la tuyère provoque inévitablement la ruine de cette dernière, lorsque le jet de charbon pulvérisé heurte de plein fouet la paroi délimitant le conduit de vent chaud. Il sera donc vivement apprécié que dans le cadre de la présente invention on présente une solution qui ne présente pas ces désavantages.

Cette solution consiste en une introduction de la lance à travers un canal aménagé dans une paroi double qui définit le conduit à vent chaud d'une tuyère. Ce montage de la lance permet de garantir un ajustage précis et fiable de la tête de lance dans le conduit de vent chaud, au niveau de l'embouchure de la tuyère dans le creuset de haut fourneau.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description détaillée de modes de réalisation avantageux pré-

senté ci-après à titre d'illustration en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la Figure 1 représente une vue en perspective d'une réalisation avantageuse d'une lance d'injection selon l'invention ;
- la Figure 1A représente une vue de face des bouches d'injection de la lance de la Figure 1 ;
- la Figure 2 représente une vue éclatée de la lance selon la Figure 1 ;
- la Figure 3 représente une coupe longitudinale de la lance selon la Figure 1 ;
- la Figure 3A montre dans une coupe une variante d'exécution d'un détail de la Figure 3 ;
- la Figure 4 représente une coupe longitudinale de la lance selon la Figure 1, selon un plan de coupe faisant un angle de 45° avec le plan de coupe de la Figure 3 ;
- la Figure 5 montre une coupe schématique à travers un dispositif pour le montage de la lance selon l'invention dans une tuyère à vent chaud, spécialement conçue à cet effet ;
- la Figure 6 montre une coupe à travers une tuyère spécialement conçue pour le montage de la lance selon l'invention ;
- la Figure 7 représente une coupe longitudinale d'une lance d'injection selon l'invention qui permet de soumettre le charbon pulvérisé dans la lance à un champ électrique ;
- la Figure 8 représente une coupe à travers la lance d'injection selon la Figure 7, par un plan de coupe faisant un angle de 90° avec le plan de coupe de la Figure 7..

Une première lance 10 utilisée pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est décrite à l'aide des Figures 1 à 4. Elle se compose principalement d'un corps de lance oblong 12 qui est fixé avec une de ses extrémités à un dispositif de raccord 14. Ce dernier sert à raccorder la lance 10 à un circuit d'alimentation pour le charbon pulvérisé en suspension dans un gaz inerte et un circuit d'alimentation pour un comburant gazeux. Le comburant gazeux peut par exemple être de l'oxygène.

Le corps de lance se compose d'un conduit double (20, 22) formé d'un tube intérieur 16 et d'un tube extérieur 18. Le tube 16, qui a une section inférieure au tube 18, est introduit axialement dans ce dernier de façon à définir un conduit annulaire 20 entre les deux tubes 16 et 18. Ce conduit annulaire 20 est destiné au passage du charbon pulvérisé, tandis que le premier tube 16 définit lui-même un conduit cylindrique 22 qui est destiné au passage du comburant gazeux.

Sur la Figure 1A on voit une vue de face du corps de lance 12 en direction de la flèche 24 de la Figure 1. On constate que le corps de lance 12 définit à son extrémité libre 26 une embouchure

double. Cette dernière comprend une bouche d'injection annulaire 20', à laquelle aboutit ledit conduit annulaire 20, et une bouche d'injection circulaire 22', à laquelle aboutit ledit conduit cylindrique 22. La bouche d'injection 20' pour le charbon pulvérisé est plus précisément disposée annulairement autour de la bouche d'injection 22' pour le comburant gazeux. Avec cette lance 10 il est possible de produire un jet annulaire creux de charbon pulvérisé et d'introduire le comburant gazeux à l'intérieur du jet annulaire creux, en parfaite conformité avec le procédé selon la présente invention.

Sur la Figure 2 on voit que le tube 16 est muni de pièces d'espacement 28, qui assurent un espacement radial du tube extérieur 18 par rapport au tube intérieur 16. Comme ces pièces d'espacement sont exposées à l'écoulement de charbon pulvérisé, elles sont de préférence réalisées dans un matériau dur, peu sensible à l'abrasion.

Le dispositif de raccord 14 comprend un premier manchon de raccord 30 pour le charbon pulvérisé et un second raccord 32 pour le comburant gazeux. Les deux raccords 30 et 32, de même que le corps de lance 12, sont avantageusement montés sur un bloc de distribution 34 composé de préférence de deux semi-blocs 36 et 38, qui sont assemblés dans le prolongement de l'axe du corps de la lance 12 par des vis. Sur la Figure 3 on voit deux alésages 39 destinés à recevoir ces vis, qui s'étendent du semi-bloc 36 dans le semi-bloc 38.

Le semi-bloc 36 comprend un corps cylindrique plein 37, entouré d'une chambre annulaire périphérique 40, dans laquelle aboutit le deuxième manchon de raccord 32 pour le comburant gazeux. Le premier manchon de raccord 30 aboutit axialement à travers une base 42 dans une cavité 43 dudit corps cylindrique 37. Du côté de la base opposée 44 ledit corps cylindrique 37 possède un prolongement axial cylindrique 46 de diamètre sensiblement plus petit que le corps cylindrique plein 37 et qui se termine par une partie tronconique 48. A sa base le prolongement axial 46 est entouré d'une embase 50, de façon que la base 44 dudit corps cylindrique 37 soit réduite à une couronne annulaire plane 44 entourant l'embase 50.

Un alésage borgne central 52 s'étend axialement à partir de l'extrémité de ladite partie tronconique 48 jusque dans ledit corps cylindrique plein 37. Cet alésage central 52 a sensiblement le même diamètre intérieur que le tube 16. Autour de cet alésage central 52, dans le corps cylindrique plein 37, s'étendent des premiers canaux 54, qui débouchent dans la surface annulaire définie par l'embase 50 autour dudit prolongement axial 46. Du côté de la base 42 du corps cylindrique 37, ces canaux 54 sont prolongés dans ladite cavité axiale 43, dans laquelle aboutit le manchon 30. Les canaux 54 sont de préférence disposés symétriquement

autour de l'alésage borgne 52. Dans l'exemple d'exécution représenté sur les Figures, il y a en tout quatre canaux 54, espacés chaque fois de 90°.

La Figure 3A montre une variante d'exécution de l'embouchure du manchon de raccord 30 dans le corps 37. Le volume de la cavité 43' est sensiblement augmenté par rapport au volume de la cavité 43. En face de l'embouchure du manchon de raccord 30 dans cette cavité 43', le corps 37 est muni d'une surface de déflexion 45 constituée d'un matériau très résistant à l'érosion par le charbon pulvérisé. Cette surface de déflexion 45 peut faire partie d'une pièce rapportée, être constituée d'un matériau d'apport, ou être obtenue par un traitement de surface adéquat. Elle est de préférence arrondie pour éviter un accrochage de matières fibreuses contenues dans le charbon pulvérisé.

La Figure 3 montre une coupe longitudinale à travers ledit dispositif de raccord 14 par un plan passant par deux des quatre canaux 54. La Figure 4 représente par contre une coupe longitudinale par un plan faisant un angle de 45° avec le plan de coupe de la Figure 3. On constate sur la Figure 4 que le corps cylindrique plein 37 est muni dans ce plan de deux seconds canaux 56 qui s'étendent de l'alésage central 52 vers la chambre annulaire périphérique 40 dans laquelle ils débouchent. Deux autres de ces seconds canaux sont situés dans un plan faisant un angle de 90° avec le plan de coupe de la Figure 4.

Le semi-bloc 38 constitue un manchon cylindrique qui prend appui avec une base annulaire 60 sur la base annulaire 44 dudit semi-bloc 36. Dans la base opposée 61 dudit manchon aboutit axialement un alésage cylindrique 62 ayant un diamètre intérieur égal au diamètre extérieur du tube 18. Cet alésage 62 sert de siège à l'extrémité 64 du tube 18, qui est solidaire d'une bride 66. Cette dernière, qui est par exemple soudée au tube 18, peut être fixée à l'aide de vis sur le manchon 38 du côté de sa base 61. Sur la Figure 3 on voit deux des alésages 68 prévus pour ces vis. On appréciera que le tube extérieur 18 peut ainsi être très facilement remplacé, sans démonter le dispositif de raccord 14 ou le tube intérieur 16.

Le tube extérieur 18 débouche dans un alésage tronconique 70 qui s'étend axialement, en s'évasant, à travers ledit semi-bloc 38 pour aboutir au centre de la base annulaire 60. La petite base de cet alésage tronconique 70 correspond à la section de passage du tube 18, tandis que la grande base a un diamètre qui est égal au diamètre d'une circonférence dans laquelle s'inscrivent toutes les embouchures des canaux 54 du côté de l'embase 50.

En assemblant les deux semi-blocs 36 et 38, ledit alésage tronconique 70 du semi-bloc 38 coo-

père avec ledit prolongement coaxial 46,48 du semi-bloc 36 pour définir une cavité annulaire 72. Cette dernière entoure par conséquent l'alésage central 52 sur une partie de la longueur de ce dernier pour prolonger axialement ledit conduit annulaire 20 en direction desdites embouchures des canaux 54. Il sera noté que la surface libre de la section transversale annulaire de la cavité annulaire 72 diminue de façon continue en direction de l'embouchure dudit conduit annulaire 20, pour présenter un col 74 juste avant la pénétration dans ledit conduit annulaire 20. De cette façon la distribution du charbon dans le conduit annulaire 20 est avantageusement uniformisée.

Le tube intérieur 16 est monté avec son extrémité 80 axialement dans la partie tronconique 48 du semi-bloc 36. Ce montage du tube intérieur 16 se fera, par exemple par brasage, avant assemblage des deux semi-blocs 36 et 38.

On notera qu'au niveau du col 74, c'est-à-dire à l'endroit où l'écoulement de charbon pulvérisé vient en contact avec le tube intérieur 16, on a prévu un manchon 76. Ce dernier peut être fixé par brasage à la partie tronconique 48. Réalisé en un matériau plus résistant à l'usure, il protège efficacement le tube intérieur 16 contre une usure par abrasion, due à une faible déviation de l'écoulement annulaire à la jonction entre la cavité annulaire 72 et le conduit annulaire 20.

Les Figures 7 et 8 montrent un deuxième mode d'exécution d'une lance utilisée pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention. Cette lance 210 comprend un corps de lance 212 qui est fixé avec l'une de ses extrémités à un dispositif de raccord 214. Le corps de lance se compose d'un conduit double 220, 222, qui est formé d'un tube intérieur 216 et d'un tube extérieur 218. Le tube 216, qui a une section plus petite que le tube 218, est introduit axialement dans ce dernier de façon à définir un conduit annulaire 220 entre les deux tubes 216 et 218. Ce conduit annulaire 220 est destiné au passage du charbon pulvérisé, tandis que le premier tube 216 définit lui-même un conduit cylindrique 222, qui est destiné au passage au comburant gazeux.

Une particularité de la lance 210 représentée sur les Figures 7 et 8 est qu'elle est conçue pour appliquer entre les deux tubes 216 et 218 une différence de potentiel. En d'autres termes, la lance 210 est conçue pour créer dans le conduit annulaire 220 un champ électrique qui permet de charger les particules de charbon qui sont débitées, en suspension dans un gaz inerte, à travers le conduit annulaire 220. Les deux tubes 216 et 218 sont dès lors constitués d'un matériau qui est un bon conducteur d'électricité et sont espacés par des pièces d'espacement 228 en un matériau diélectrique, par exemple un matériau céramique sur base

d'oxyde d'aluminium. La surface extérieure du tube intérieur 216 peut elle aussi être avantageusement munie d'un revêtement diélectrique, par exemple un revêtement céramique sur base d'oxyde d'aluminium, qui a en même temps une bonne résistance à l'usure par le charbon pulvérisé.

Le dispositif de raccord 214 est spécialement conçu pour remplir son triple rôle, à savoir :

- 1) connecter le conduit annulaire 220 à un manchon de raccord 230 pour le charbon pulvérisé ;
- 2) connecter le conduit intérieur 222 à un manchon de raccord 232 pour le gaz comburant ;
- 3) connecter entre le tube extérieur 218 et le tube intérieur 216 une différence de potentiel.

Le dispositif de raccord 214 comprend à cet effet un bloc de distribution 236, dans lequel débouchent les deux manchons de raccord 230 et 232, et un semi-bloc avant, à travers lequel débouche le corps de lance 212. Les deux pièces 236 et 238 sont assemblés axialement entre deux plaques frontales 246 et 248. Ces dernières sont reliées par des tirants 280 et prennent appui sur des surfaces frontales axialement opposées et deux pièces 236 et 238.

Le tube extérieur 218 est fixé au semi-bloc 238, qui est de préférence constitué d'un métal conducteur d'électricité. L'assemblage du tube extérieur 218 et du semi-bloc 238 peut se faire par brasure ou par une bride (non montrée). Le semi-bloc 238 est muni d'un évidement 270 qui s'évase de l'embouchure du tube extérieur 218 en direction du bloc de distribution 236 pour définir une embouchure en face de ce dernier. On notera que la surface qui délimite l'évidement 270 est de préférence une surface de révolution qui est tangente à la surface intérieure du tube extérieur 218.

Le tube intérieur 216 a, au niveau de son embouchure dans le bloc de distribution 234, une extrémité légèrement effilée 282. Sur cette extrémité effilée est ajusté un manchon 254. Ce manchon 254, qui est réalisé dans un matériau dur ayant une bonne résistance à l'érosion par le charbon pulvérisé, a sensiblement la forme d'un col de bouteille. Il est agencé dans l'évidement 270 de façon à définir un canal annulaire 272 qui débouche quasi-tangentiellement dans ledit conduit annulaire 220 du corps de lance 212. Il sera noté que, par la coopération des surfaces délimitant l'évidement 270 et le manchon 254, le canal annulaire 272 définit une section de passage qui diminue de façon continue en direction de l'écoulement du charbon pulvérisé.

Le bloc de distribution 236 est, dans cette exécution, constitué d'un matériau diélectrique à dureté élevée. Il s'agit par exemple d'un bloc prismatique en matière céramique, par exemple un matériau céramique sur base d'oxyde d'aluminium. Il dispose d'une face arrière 242 qui prend appui à travers un joint d'étanchéité 286 sur la plaque

frontale arrière 246. A l'endroit où le manchon 230 débouche à travers ladite plaque frontale 246, cette face arrière 242 est munie d'une cavité 243 qui pénètre dans le semi-bloc de distribution 236. Une face avant 244 du bloc prismatique 236 prend appui sur le semi-bloc 238 autour de l'embouchure de l'évidement 270 par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité 288. Dans l'axe du tube intérieur 216, un alésage central borgne 252 débouche dans la face avant 244 du bloc prismatique 236. Le diamètre de cet alésage central 252 est légèrement plus grand que l'extrémité 282 du tube intérieur 216. L'alésage central 252 s'étend axialement à travers le bloc prismatique 236 jusqu'au niveau d'un alésage latéral 256, qui débouche dans une surface latérale 255 dudit bloc prismatique 236. Autour de l'alésage central 252 sont aménagés deux canaux 254 qui aboutissent, d'un côté, dans la cavité frontale 243 et, de l'autre côté, dans ledit canal annulaire 272 défini dans le semi-bloc 238. Les canaux 254 sont, de préférence, symétriques par rapport à l'axe central du bloc prismatique 236.

Le tube intérieur 216 débouche avec son extrémité 282 dans ledit alésage central 252. Une bride 290, solidaire de cette extrémité 282 du tube intérieur 216, prend appui par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité 292 sur une embase 294 du bloc prismatique 236 qui entoure l'alésage central 252. La bride 290 assure par conséquent une obturation étanche de l'alésage central 252 autour du tube intérieur 216. De plus, cette bride 290 permet la fixation et le centrage du tube intérieur 216 dans le dispositif de raccord 214. A cette fin, elle a préférentiellement une forme carrée et est logée dans une cavité correspondante du semi-bloc 238. Si les pièces 236 et 238 sont alors assemblées axialement, en serrant par exemple les tirants 280, le tube intérieur 216 est bloqué entre ces semi-blocs 236 et 238 par l'intermédiaire de la bride 290. Au niveau de l'embouchure des deux canaux 254, la bride 290 est munie d'orifices de passage faisant communiquer ces canaux 254 avec ledit canal annulaire 272. Il sera noté qu'entre la bride 290 et le semi-bloc 238 est disposé un matériau diélectrique afin d'éviter un court-circuit électrique entre le tube intérieur 216, qui est solidaire de la bride 290, et le tube extérieur 218, qui est solidaire du semi-bloc 238.

Le bloc prismatique 236 est disposé entre deux plaques latérales 298 et 300. La plaque 298 s'appuie sur la surface latérale 255 dans laquelle débouche ledit second canal 256, tandis que la plaque 300 s'appuie sur une surface latérale opposée du bloc prismatique 236. Dans la plaque 298 est aménagé le raccord 232 pour le comburant gazeux. Un joint d'étanchéité 302 entre la plaque 298 et le bloc prismatique 236 assure l'étanchéité entre le raccord 232 et ledit second canal 256. La

plaque opposée 300 supporte un raccord électrique 304 permettant d'appliquer un potentiel électrique au tube intérieur 216. Ce raccord électrique 304 comprend par exemple un manchon isolant 306, qui est monté de façon étanche dans la plaque 300 et une électrode 308 traversant, de préférence de façon étanche, le manchon isolant 306 pour pénétrer à travers un canal 310 du bloc prismatique 236 dans ledit alésage central 252. Dans ce dernier, l'électrode 308 prend appui avec son extrémité avant sur le tube intérieur 216. L'étanchéité entre la plaque 300 et le bloc prismatique 236 est assurée par un joint d'étanchéité 312. Un ressort 314 est agencé entre l'électrode 308 et un capuchon 316 vissé sur le manchon 306 de façon à maintenir élastiquement le contact entre la pointe de l'électrode 308 et de l'extrémité arrière 282 du tube intérieur 216. L'électrode 308 sera de préférence raccordée à une borne positive d'une source de courant continu, alors que les parties métalliques extérieures de la lance 210 (notamment le tube extérieur 218, le semi-bloc avant 238, les plaques 298, 300, etc.) sont raccordées à la borne négative de cette source.

De cette façon, on peut créer, dans l'espace annulaire 220, entre le tube intérieur 216 et le tube extérieur, un champ électrique. Ce champ électrique a une influence favorable sur la réactivité des particules de charbon qui traversent l'espace annulaire 220 en suspension dans un gaz inerte, le plus souvent de l'azote. On croit pouvoir expliquer cet accroissement de la réactivité des particules de charbon par le fait que le champ électrique empêche les molécules du gaz de suspension de s'accoler sur les particules de charbon et de créer ainsi une barrière pour la réaction de ces particules de charbon avec le gaz comburant à la sortie de la lance 210. Il est cependant sous-entendu que la valeur de la présente invention n'est nullement tributaire de l'exactitude de l'explication scientifique qui en est fournie.

Il sera aussi noté que, dans l'extrémité avant du tube intérieur 216, est intégré un déflecteur 320. Ce déflecteur 320, qui a de préférence une forme hélicoïdale, a pour but de favoriser un éclatement rapide du jet de gaz comburant à la sortie du tube intérieur 216.

Sur la Figure 5 on distingue une tuyère à vent chaud 100 qui est montée de façon connue en soi, à l'aide d'une tympe 112, dans une paroi 104 d'un haut fourneau. Cette tuyère débouche dans la partie supérieure d'un creuset de haut fourneau 106. Elle constitue le dernier conduit d'un ensemble de conduits aménagés autour du haut fourneau pour souffler le vent chaud dans le creuset 106. Sur la tuyère 100 prend appui un conduit 108, appelé busillon. La surface d'appui entre le busillon et la tuyère forme une articulation sphérique 110 qui

permet un déplacement angulaire relatif des deux conduits 100 et 108 pour permettre des déformations angulaires relatives d'origine thermiques.

La référence 112 désigne globalement un dispositif de montage pour une lance du type de celles décrites ci-avant. Ce dispositif 112 permet, en toute conformité avec le procédé selon la présente invention, d'introduire l'extrémité 26 de cette lance 10 dans la tuyère 100, de façon que les bouches d'injection de charbon pulvérisé 20' et de comburant gazeux 22' se situent au niveau de l'embouchure de la tuyère 100 dans le creuset 106.

Sur la Figure 5 on a représenté de façon schématique, en traits interrompus, le gabarit de la lance, lorsque cette dernière est montée dans le dispositif de montage 112. Ce dispositif de montage permet d'introduire le corps de lance 12 entre la tympe 102 et le busillon 108, directement à travers une paroi 114 de la tuyère 100, jusqu'au niveau de l'embouchure de la tuyère 100 dans le creuset 106. On notera que la tuyère 100 est une tuyère de conception nouvelle qui est décrite à l'aide de la Figure 6.

La tuyère 100 est constituée d'une double paroi 114 qui forme, de façon connue en soi, un corps tronconique définissant axialement un conduit cylindrique à vent chaud 116. Au niveau de la grande base dudit corps tronconique, la paroi 114 forme une surface annulaire 118. Cette dernière est limitée autour de l'embouchure du conduit 116 par un évidement annulaire servant de surface d'appui au busillon 108. Au niveau de la petite base dudit corps tronconique, la paroi 114 définit l'embouchure 121 du conduit 116 pour l'injection du vent chaud dans le creuset 106. La paroi double 114 définit des cavités intérieures 122 qui sont raccordées à un circuit de refroidissement. La référence 124 désigne un raccord pour l'admission d'un fluide de refroidissement.

La tuyère 100 se distingue par rapport à une tuyère selon l'état antérieur de la technique, par un canal droit 126 intégré dans ladite paroi double 114 de la tuyère et débouchant d'un côté dans la surface 118 à l'extrémité amont de la tuyère, et de l'autre côté dans le conduit à vent chaud 116, de façon que le prolongement de l'axe du canal 126 en direction de l'embouchure 121 de la tuyère ne rencontre pas la paroi 114 de cette dernière.

Ce canal sert de gaine d'introduction de l'extrémité amont du corps de lance 12 dans la tuyère 100 ; il a en conséquence une section de passage légèrement plus grande que la section transversale de l'extrémité avant du corps de lance 12.

Du côté de la surface annulaire 118 ce canal 126 est avantageusement prolongé par une gaine cylindrique 130. Cette dernière s'étend dans un espace libre annulaire 132 disponible entre la tympe 102 et le busillon 108. Elle est de préférence

vissée avec une de ses extrémités dans ledit canal 126, qui est muni d'un filet 134 du côté de son embouchure dans ladite surface annulaire 118. A l'autre extrémité cette gaine 130 est prolongée axialement par un clapet de non-retour 136, une vanne sphérique 138 et un raccord presse-étoupe 140.

Pour monter la lance il suffit en conséquence d'ouvrir la vanne sphérique 138, d'insérer le corps de lance à travers le raccord presse-étoupe 140 et la vanne sphérique 138. Le clapet de non-retour 136, qui empêche les gaz chauds de sortir lorsque la vanne 138 est ouverte, est soulevé par l'extrémité 26 de la lance, lors de son avancement en direction de la gaine 130. Lorsque le dispositif de raccord de la lance 10 vient buter contre le raccord presse-étoupe 140 dudit dispositif de montage 112, on est certain que les bouches d'injection 20' et 22' sont exactement ajustées dans le conduit de vent chaud 116 à leur emplacement prévu, c'est-à-dire au niveau de l'embouchure 121 de la tuyère 100 dans le creuset 106.

On appréciera que la longueur en porte-à-faux du corps de lance qui est soumise à l'écoulement du vent chaud est réduite à un minimum, et que la position de l'extrémité 26 de la lance 10 dans le conduit de vent chaud 116 n'est plus affectée par un déplacement relatif du busillon 108 et de la tuyère 100.

Revendications

1. Procédé pour l' injection combinée de charbon pulvérisé et d'un comburant gazeux dans un creuset d'un four à cuve, notamment un haut fourneau, à travers une tuyère à vent chaud, **caractérisé** en ce qu'au niveau de l'embouchure de la tuyère dans le creuset, on injecte le charbon pulvérisé dans le vent chaud sous forme d'un jet annulaire creux, et on injecte le comburant gazeux à l'intérieur dudit jet annulaire creux.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz comburant est de l'oxygène.
3. Lance pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2 comprenant
 - un corps de lance (12, 212)
 - une première bouche d'injection (22', 222') située à l'extrémité libre dudit corps de lance (12, 212),
 - une deuxième bouche d'injection (20', 220') disposée annulairement autour de ladite première bouche d'injection (22', 222')**caractérisée** par des moyens pour raccorder ladite première bouche d'injection (22', 222') à un circuit d'alimentation en comburant

gazeux et pour raccorder ladite deuxième bouche d'injection (20', 220') à un circuit d'alimentation en charbon pulvérisé.

4. Lance selon la revendication 3, caractérisée en ce que ledit corps de lance (12, 212) comprend un tube intérieur (16, 216) formant un conduit intérieur (22, 222) pour le comburant gazeux et un tube extérieur (18, 218) entourant le tube intérieur (16, 216), de façon à définir avec ce dernier un conduit annulaire (20, 220) pour le charbon pulvérisé.
5. Lance selon la revendication 4, caractérisée par un dispositif de distribution (14, 214) du charbon pulvérisé et du comburant gazeux qui est monté sur l'extrémité dudit corps de lance (12, 212) qui est opposée auxdites bouches d'injection (20', 22' 220', 222').
6. Lance selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit dispositif de distribution comprend
 - un premier manchon de raccord (30, 230) qui peut être connecté à un réseau de distribution de charbon pulvérisé en suspension dans un gaz inerte,
 - un deuxième manchon de raccord (32, 232) qui peut être connecté à un réseau de distribution d'un comburant gazeux,
 - des premiers canaux (54, 254) raccordant le premier manchon de raccord (30, 230) audit conduit annulaire (20, 220) et
 - au moins un second canal (56, 256) arrangé entre lesdits premiers canaux (54, 254) pour raccorder le deuxième manchon de raccord (32, 232) audit conduit intérieur (22).
7. Lance selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit dispositif de distribution (14, 214) comprend
 - deux surfaces axialement opposées (42, 242, 61, 261), ledit corps de lance (12, 212) débouchant à travers l'une desdites surfaces (61, 261) et ledit premier manchon de raccord (30, 230) débouchant dans le prolongement de l'axe dudit corps de lance (12, 212) à travers la surface opposée (42, 242) dans ledit dispositif de distribution (14, 214)
 - un alésage central (52, 252) borgne, qui prolonge axialement ledit conduit intérieur (22, 222) dans ledit dispositif de distribution (14, 214),
 - une cavité annulaire (72, 272) prolongeant axialement ledit conduit annulaire (20, 220) dans ledit dispositif de distribution (14, 214),
 - au moins deux premiers canaux (54, 254) arrangés symétriquement autour dudit alésage central (52, 252) et débouchant d'un côté dans

ladite cavité annulaire (72, 272) et de l'autre côté dans ledit premier manchon de raccord (30, 230),

au moins un second canal (56, 256) arrangé entre lesdits premiers canaux (54, 254) et reliant ledit alésage central (52, 252) audit second manchon de raccord (32, 232).

8. Lance selon la revendication 7, caractérisée en ce que la surface libre de la section transversale annulaire de ladite cavité annulaire (72, 272) diminue de façon continue de l'embouchure desdits premiers canaux (54, 254) en direction de l'embouchure dudit conduit annulaire (20, 220).

9. Lance selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce que ledit tube extérieur (18) est muni d'une bride (66) qui est fixée sur la surface (61) du dispositif de distribution (14) à travers laquelle ledit tube extérieur débouche dans ce dernier.

10. Lance selon la revendication 7, 8 ou 9, caractérisée en ce que ledit dispositif de distribution (34) est muni de plusieurs seconds canaux (56), répartis autour dudit canal central (52) et débouchant dans une chambre périphérique annulaire (40) entourant ledit bloc de distribution (34) sur une partie de sa longueur, et en ce que ledit second manchon de raccord (32) débouche dans cette chambre périphérique annulaire (40).

11. Lance selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisée en ce que ledit premier manchon de raccord (30) débouche dans une cavité (43') du dispositif de distribution (14) en face d'une surface de déflexion (45) arrondie.

12. Lance selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisée

en ce que ledit dispositif de distribution (14) se compose de deux semi-blocs (36, 38) assemblés selon l'axe du corps de lance (12),

en ce que le premier semi-bloc (36) comporte lesdits manchons de raccord (30, 32), lesdits premier et second canaux (54, 56) et un prolongement axial (46, 48) situé du côté opposé dudit premier manchon de raccord (30), ledit tube intérieur (16) étant raccordé à l'extrémité libre (48) dudit prolongement axial (46, 48), et ce dernier étant traversé par ledit alésage central (52) et étant entouré à sa base par une surface (50) dans laquelle débouchent lesdits premiers canaux (54),

en ce que le deuxième semi-bloc (38)

comporte un alésage axial (62) servant de siège audit tube extérieur (18) et un évidement (70) prolongeant axialement, en s'évasant, le conduit formé par le tube extérieur (18), et

en ce que ledit évidement (70) coopère avec ledit prolongement axial (46, 48) pour former ladite cavité annulaire (72) lors de l'assemblage des deux semi-blocs (36, 38).

13. Lance selon l'une quelconque des revendications 4 à 11 caractérisée

par des moyens pour isoler électriquement ledit tube intérieur (216) dudit tube extérieur (218) et

par des moyens (304) pour appliquer une différence de potentiel entre le tube extérieur (218) et le tube intérieur (216) et ainsi créer un champ électrique dans ledit canal annulaire (220).

14. Lance selon la revendication 13 caractérisée par un dispositif de distribution (214) charbon pulvérisé et du comburant gazeux qui comprend un bloc de distribution (236) constitué en un matériau diélectrique dur.

15. Lance selon la revendication 14, caractérisée en ce que ledit bloc de distribution (236) est un bloc prismatique, ayant une première et une deuxième base (244, 242) et plusieurs surfaces latérales, qui comprend

un alésage central borgne (252) dans ladite première base (244) pour recevoir une extrémité (282) dudit tube intérieur (216),

une cavité (243) débouchant dans ladite deuxième base (242),

des canaux (254) entourant ledit alésage central (252) et prolongeant ladite cavité (243) pour déboucher dans ladite première base (244),

un premier alésage latéral (256) situé entre lesdits canaux (254), de façon à définir une embouchure dans une première surface latérale (255) et à déboucher dans ledit alésage central (252), et

un deuxième alésage latéral (310) situé entre lesdits canaux (254) de façon à définir une embouchure dans une deuxième surface latérale et à déboucher dans ledit alésage central (252).

16. Lance selon la revendication 15, caractérisée en ce que ledit dispositif de distribution (214) comprend

une première plaque frontale (246) qui s'appuie sur ladite deuxième base (242) dudit bloc prismatique (236) et qui supporte dans le prolongement de ladite cavité (243) un man-

chon de raccord (230) pour le charbon pulvérisé,

un semi-bloc avant (238) qui supporte ledit tube extérieur (218) et qui s'appuie sur ladite première base (244) dudit bloc prismatique (236), 5

une première plaque latérale (298) qui s'appuie sur ladite première surface latérale (255) dudit bloc prismatique (236) et qui supporte dans le prolongement dudit premier alésage latéral (256) un manchon de raccord (232) pour le comburant gazeux, et 10

une deuxième plaque latérale (300) qui s'appuie sur ladite deuxième surface latérale dudit bloc prismatique (236) et qui supporte dans le prolongement dudit deuxième alésage latéral (310) une électrode (308) pénétrant à travers ce dernier dans ledit alésage central (252). 15

17. Lance selon la revendication 16, caractérisée en ce que ledit dispositif de distribution (214) comprend des tirants (280) qui relient ledit semi-bloc avant (238) à ladite première plaque frontale (246). 20 25

18. Lance selon la revendication 16 ou 17, caractérisée en ce que le tube intérieur (216) est muni d'une bride (290) qui vient se loger axialement entre ledit bloc de distribution (236) et ledit semi-bloc avant (238) et qui y est bloqué par l'assemblage axial du bloc de distribution (236) et du semi-bloc avant (238). 30

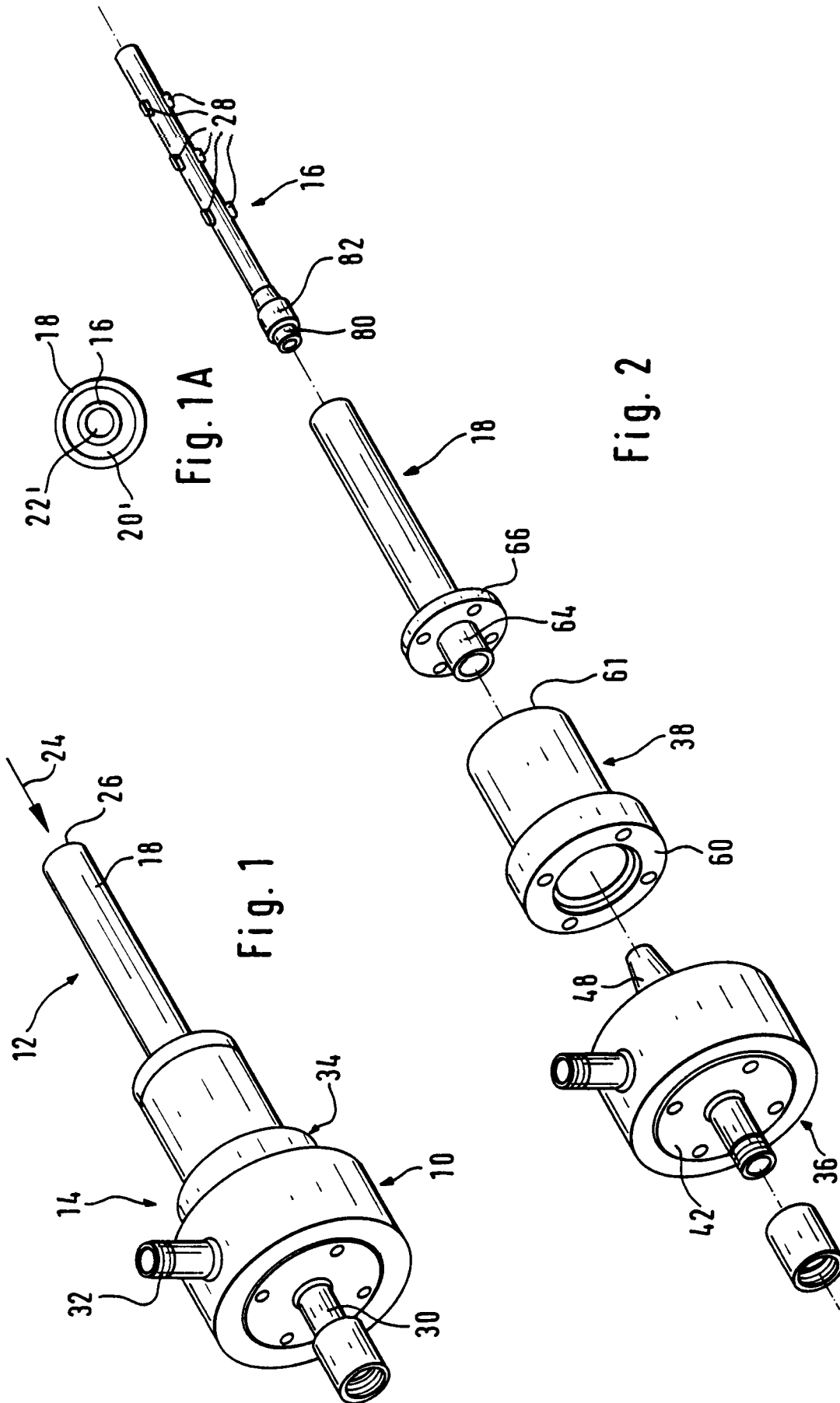
19. Lance selon la revendication 18, caractérisée en ce que le tube intérieur (216) est muni, au niveau de son embouchure (282) dans le bloc de distribution (236), d'un manchon (254) ayant sensiblement la forme d'un col de bouteille qui, après assemblage de la lance (210), est agencé dans ledit évidement (270) du semi-bloc avant (238) de façon à définir un canal annulaire (272) qui débouche quasi tangentiellement dans ledit conduit annulaire (220) du corps de lance (212). 35 40 45

20. Lance selon l'une quelconque des revendications 3 à 19, caractérisée en ce que ladite première bouche d'injection (22', 222') est munie d'un déflecteur hélicoïdal. 50

21. Tuyère pour le montage d'une lance selon l'une quelconque des revendications 3 à 19, comprenant une paroi double (114) qui définit un conduit à vent chaud (116) entre un orifice d'entrée à l'amont et une embouchure (121) dans le creuset (106) à l'aval, caractérisée par un canal (126) servant de gaine de passage 55

audit corps de lance (12), ledit canal (126) étant intégré dans ladite paroi double (114) de la tuyère (100) et débouchant d'un côté dans une surface annulaire (118), entourant l'orifice d'entrée dudit conduit à vent chaud (116), et de l'autre côté dans ledit conduit à vent chaud (116), de façon que le prolongement de l'axe dudit canal (126) en direction de l'embouchure (121) de la tuyère (100) ne rencontre pas la paroi (114) de cette dernière.

22. Dispositif d'injection de charbon pulvérisé et d'un comburant gazeux dans un creuset de haut fourneau (106), caractérisé par une lance (10) selon l'une quelconque des revendications 3 à 19 qui est montée dans une tuyère (100) selon la revendication 11 de façon que ses bouches d'injection de charbon pulvérisé (20', 220') et de comburant gazeux (22', 222') se situent à proximité de l'embouchure (121) de la tuyère (100) dans le creuset de haut fourneau (106).



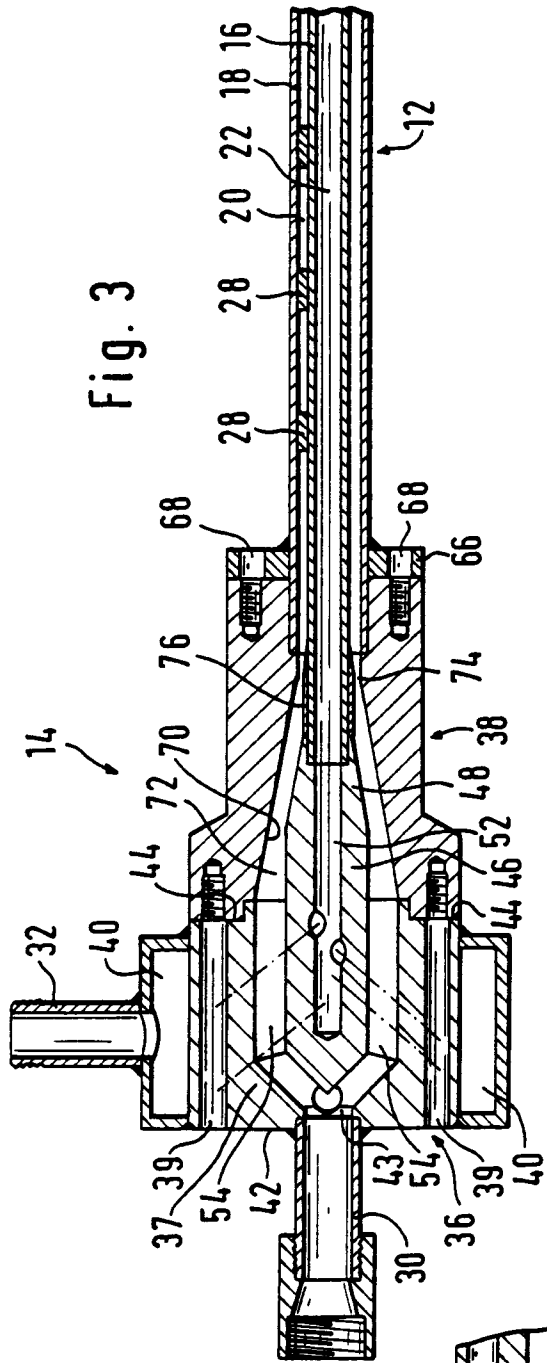


Fig. 3

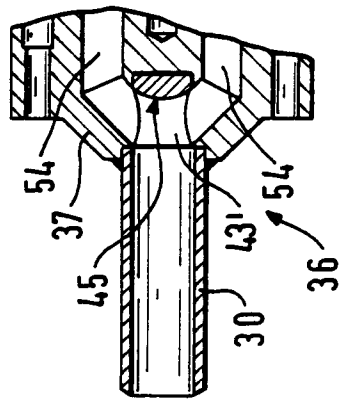


Fig. 3A

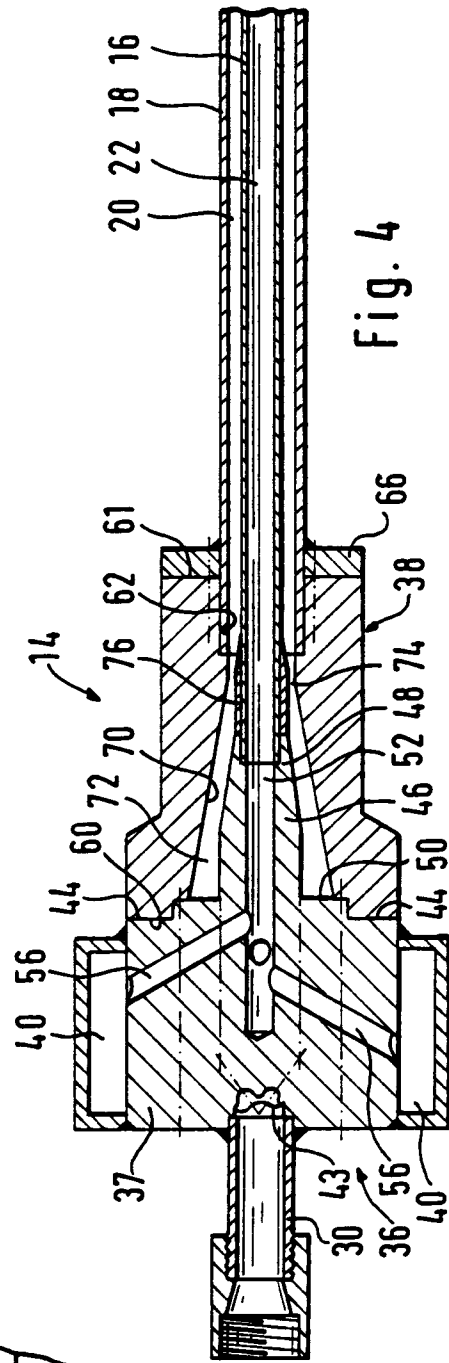


Fig. 4

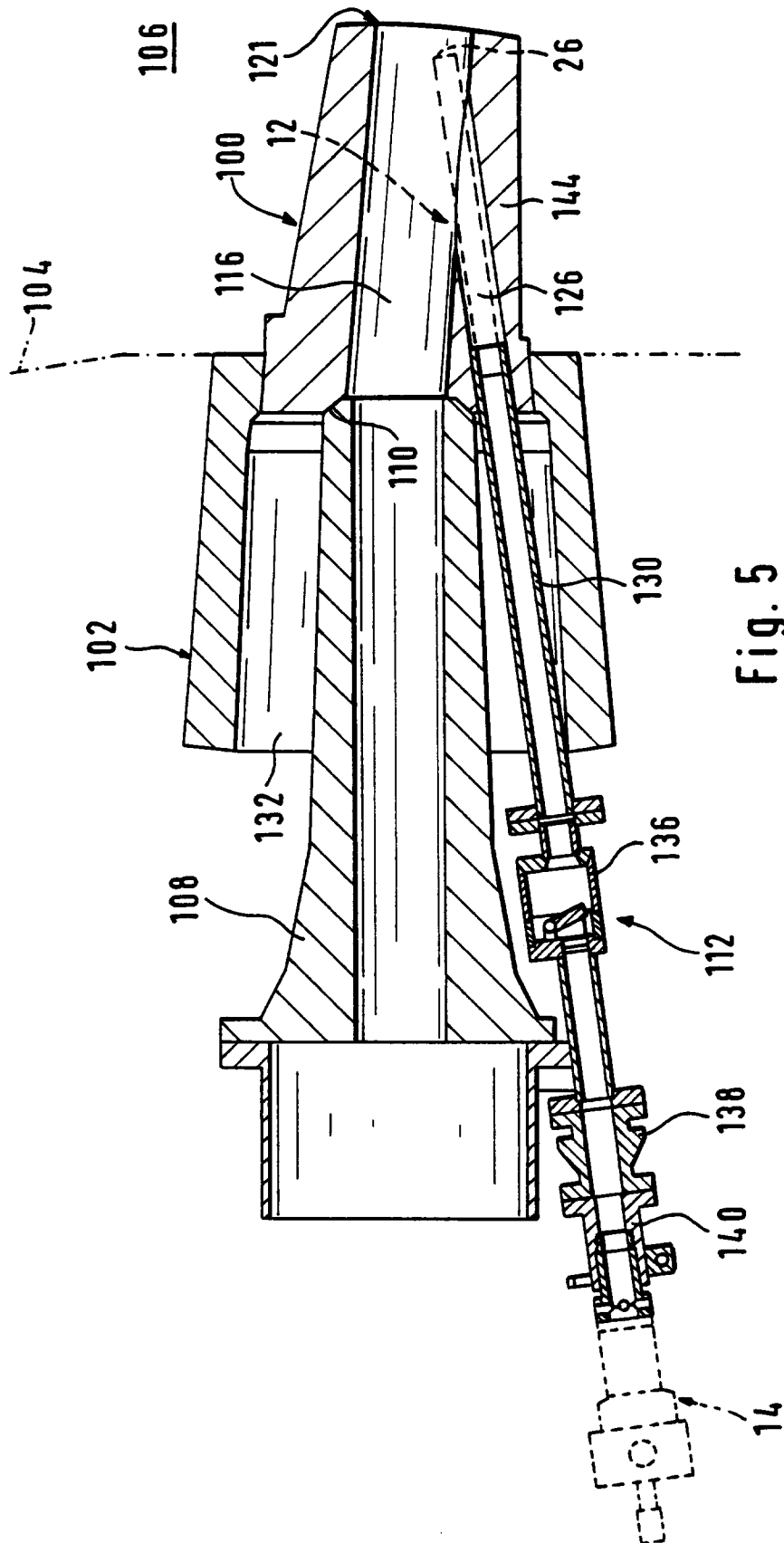


Fig. 5

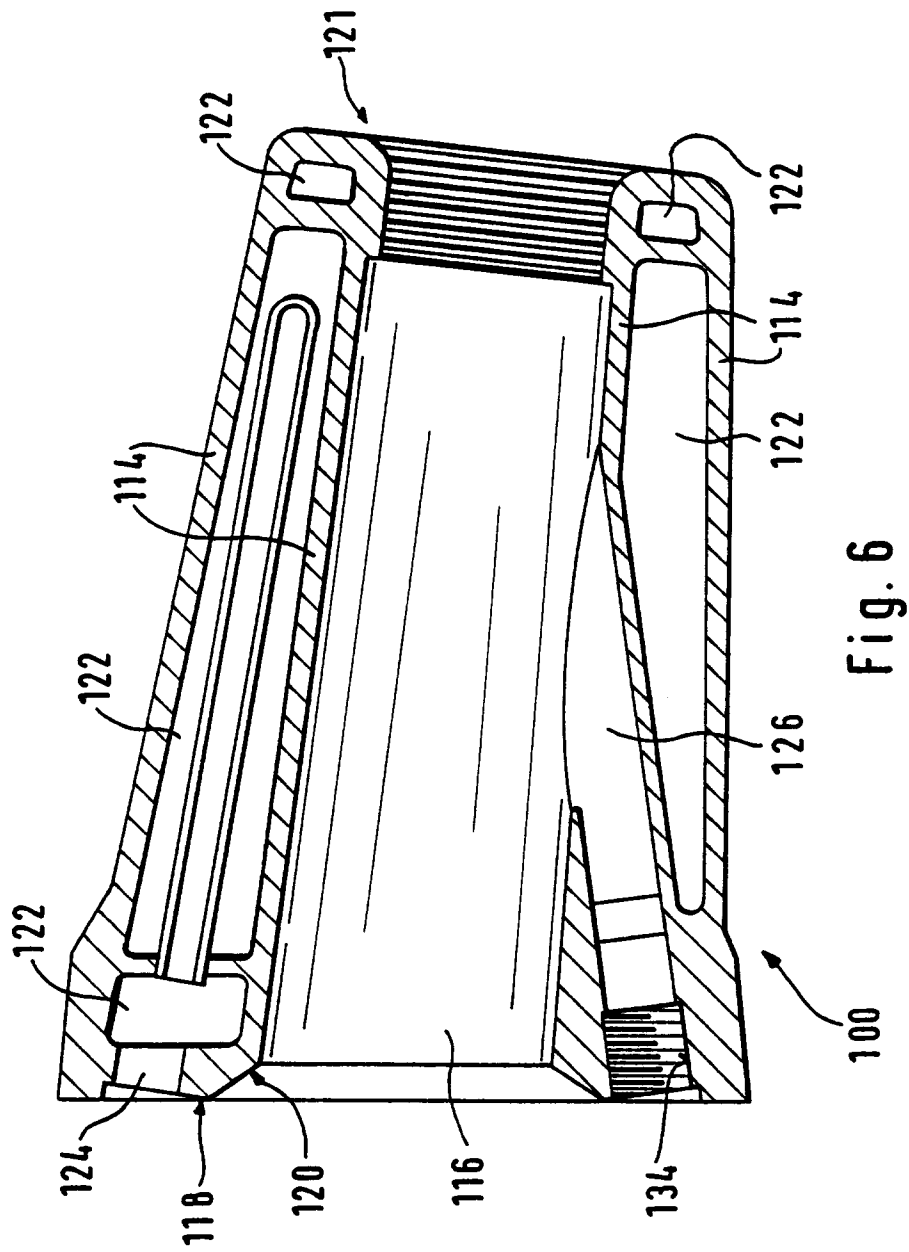


Fig. 6

