



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2000/02/22

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2000/08/25

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2008/08/12

(30) Priorité/Priority: 1999/02/25 (FR99 02 378)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F23D 14/56* (2006.01),
F23D 14/02 (2006.01), *F23D 14/22* (2006.01),
F23D 14/58 (2006.01)

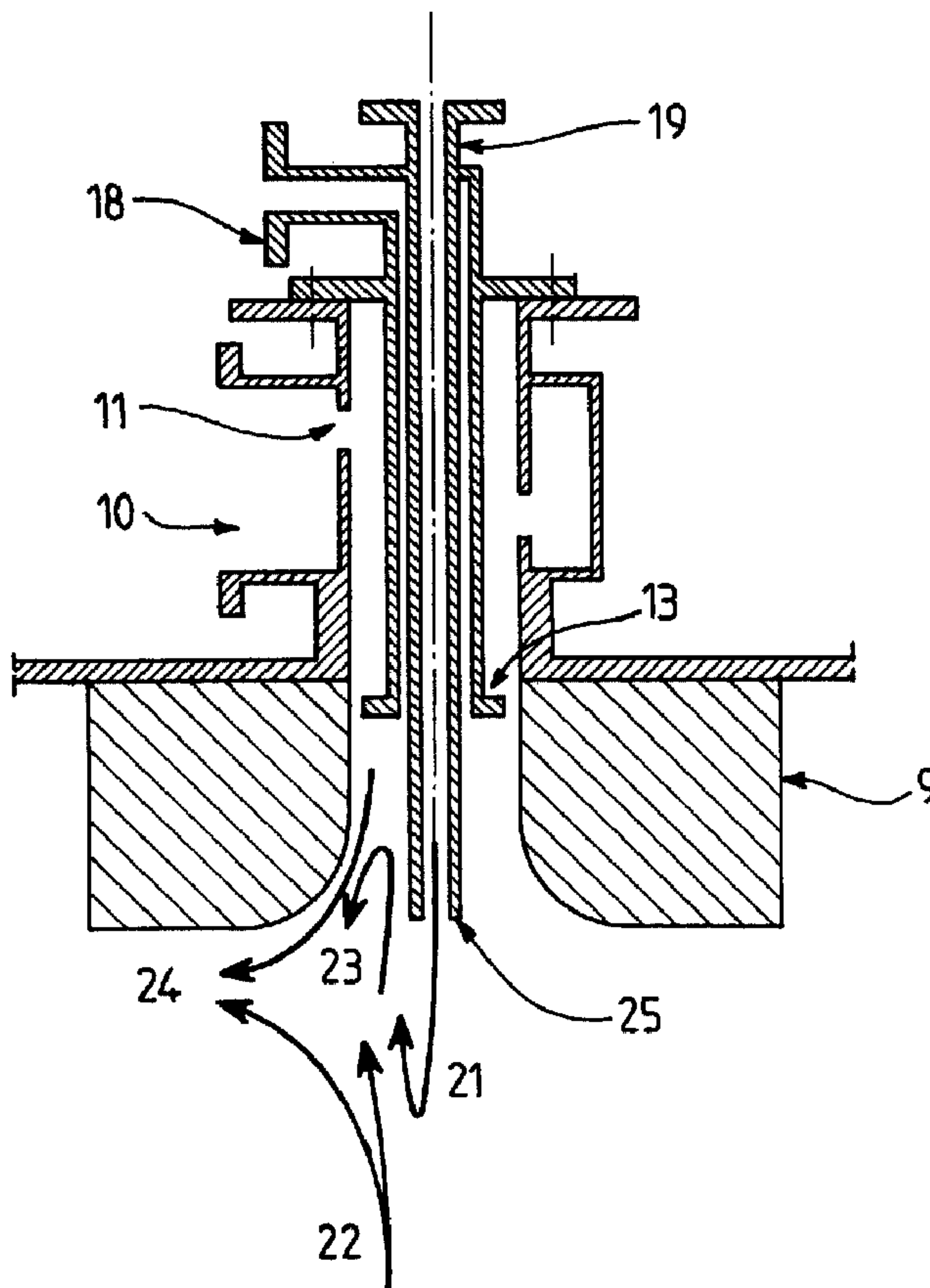
(72) Inventeurs/Inventors:
GIRAUD, PATRICK, FR;
MONTGERMONT, JEAN-CLAUDE, FR

(73) Propriétaire/Owner:
STEIN HEURTEY, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : PERFECTIONNEMENTS APPORTES AUX BRULEURS A FLAMME PLATE

(54) Title: IMPROVEMENTS TO FLAT FLAME BURNERS



(57) Abrégé/Abstract:

Brûleur à flamme plate destiné notamment à l'équipement des fours de réchauffage, de maintien ou de traitement thermique de produits sidérurgiques, comportant au moins une canne d'injection de carburant disposée selon l'axe du corps du brûleur et une

(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

alimentation en air de combustion distribué dans et par ledit corps par l'intermédiaire d'orifices latéraux, ce brûleur étant caractérisé en ce que l'introduction du carburant (21) s'effectue par l'intermédiaire de la ou des cannes d'injection (18, 19), par un ou plusieurs orifices axiaux situés dans un plan proche du plan externe (P) du tunnel de combustion (9), dans les produits de combustion (22) afin de réaliser une première dilution du carburant dans ces produits de combustion et en ce que le mélange (23) carburant plus produits de combustion ainsi obtenu est encore dilué dans l'air de combustion (24).

ABREGE

Brûleur à flamme plate destiné notamment à l'équipement des fours de réchauffage,
5 de maintien ou de traitement thermique de produits sidérurgiques, comportant au
moins une canne d'injection de carburant disposée selon l'axe du corps du brûleur et
une alimentation en air de combustion distribué dans et par ledit corps par
l'intermédiaire d'orifices latéraux, ce brûleur étant caractérisé en ce que
l'introduction du carburant (21) s'effectue par l'intermédiaire de la ou des cannes
10 d'injection (18, 19), par un ou plusieurs orifices axiaux situés dans un plan proche du
plan externe (P) du tunnel de combustion (9), dans les produits de combustion (22)
afin de réaliser une première dilution du carburant dans ces produits de combustion
et en ce que le mélange (23) carburant plus produits de combustion ainsi obtenu est
encore dilué dans l'air de combustion (24).

5

10

La présente invention concerne des perfectionnements apportés à un brûleur à flamme plate destiné à l'équipement de fours de réchauffage, de maintien, ou de traitement thermique, en particulier de produits sidérurgiques, afin d'abaisser de façon notable sa production de NOx.

15

Afin de bien faire comprendre le domaine technique auquel s'appliquent les perfectionnements objet de la présente invention, ainsi que l'état de la technique correspondant, on se réfère en premier lieu aux figures 1 à 4 des dessins annexés qui illustrent respectivement :

20

- la figure 1 : une vue schématique en coupe axiale longitudinale d'un four de réchauffage de produits sidérurgiques de type connu ;

- la figure 2 : une vue schématique en coupe axiale verticale d'un exemple de réalisation d'un brûleur en voûte, suivant l'état antérieur de la technique pouvant être monté dans un four selon la figure 1,

25

- la figure 3 : une vue schématique en coupe axiale verticale d'une variante de brûleur en voûte, selon l'état de la technique pouvant être mise en oeuvre dans le four objet de la figure 1 et,

30

- la figure 4 : également une vue schématique en coupe axiale verticale d'un brûleur à flamme plate selon la technique antérieure, conçu de façon à obtenir une réduction de la quantité de NOx produite par ce brûleur.

La figure 1 illustre donc un exemple de réalisation d'un four de réchauffage de produits sidérurgiques à chauffage inférieur et supérieur. Les produits à

réchauffer désignés par la référence 1 sont supportés et transportés à l'intérieur du four par un système de longerons fixes et mobiles 2 et 3. Les longerons mobiles sont déplacés selon un mouvement à cycle rectangulaire grâce aux actions conjuguées d'un châssis de translation 4 et d'un châssis de levage 5, selon une disposition bien connue de l'homme de l'art. Le four est réalisé sous la forme d'une enceinte 6 calorifugée sur laquelle sont disposés des brûleurs à longue flamme 7 ainsi que des brûleurs à flamme plate 8 implantés sur la voûte du four. La présente invention concerne des perfectionnements qui sont apportés aux brûleurs à flamme plate 8.

10

Les figures 2 et 3 illustrent deux exemples de réalisation de brûleurs en voûte selon la technique antérieure.

Sur la figure 2, on a schématisé en 9, le tunnel de combustion d'un brûleur qui présente une ouverture évasée dont la forme est sensiblement en quart de cercle de façon à propager la veine d'air et la flamme du brûleur suivant le profil du tunnel de combustion, par effet Coanda et le long du plan P de la voûte. Le brûleur est alimenté en air de combustion, préchauffé ou non, par une conduite d'alimentation 10 et cet air est distribué dans le corps du brûleur au travers d'orifices 11 percés dans le distributeur d'air, qui provoquent la mise en rotation l'air de combustion afin d'obtenir une circulation hélicoïdale de cet air autour de la canne d'injection du carburant 12. Cette dernière est située dans l'axe du brûleur afin d'amener le ou les carburants dans une zone propice à l'obtention d'un bon mélange avec l'air de combustion. L'introduction du ou des carburants est réalisée au travers d'un ou d'orifices 14 de manière à obtenir l'écoulement schématisé par la flèche 15 sur cette figure 2.

Un plateau 13 est prévu à l'extrémité d'injection de la canne 12, ce plateau 13 ayant pour fonction de forcer l'air de combustion à venir se plaquer sur la paroi interne du tunnel de combustion 9 afin de favoriser la formation d'une flamme plate et de créer un vortex d'aspiration des fumées au nez du brûleur. Sur la figure 2, la flèche 16 schématise ce vortex. Les gaz de combustion situés dans l'enceinte du four sont donc recirculés au nez du brûleur par induction du

30

vortex 16 créé par la circulation à haute vitesse du mélange air/gaz issu du brûleur. La flamme issue de ce mélange air-gaz se développe suivant 17, en suivant le profil du tunnel de combustion 9 et le plan P de la voûte du four.

5 Selon l'état antérieur de la technique (figure 3) les brûleurs en voûte peuvent également être munis de cannes doubles d'injection de carburant 18 et 19. présentant des orifices d'injection respectivement 20 et 14. Ce type connu de brûleur est similaire par ailleurs au brûleur objet de la figure 2, la double canne d'injection permettant d'utiliser deux types différents de carburant. L'injection
10 unique du carburant par l'intermédiaire des orifices 20 peut être mis en oeuvre par exemple lors de la phase d'allumage du brûleur en autorisant un meilleur accrochage de la flamme aux bas débits de carburant, en particulier lorsque la température de l'enceinte du four est inférieure à 750°C (pas d'auto inflammation du mélange).

15

Jusqu'à un passé récent, l'état antérieur de la technique du brûleur à flamme plate illustré par les figures 2 et 3 présentait des solutions techniques satisfaisantes en matière de contrôle de la géométrie de la flamme et de la distribution des flux thermiques. L'optimisation de la technique selon l'état
20 antérieur de l'art était effectuée entièrement suivant des critères de combustion, en vue d'obtenir une flamme intensive de forme appropriée. Dans cet approche, l'émission de polluants, en particulier de NOx était considérée comme secondaire.

25 L'évolution des réglementations locales, européennes ou mondiales a imposé aux exploitants de réduire les émissions de NOx de leurs installations. Les recherches en matière de conception de brûleurs ont intégré cette contrainte, en particulier pour les brûleurs à flamme plate, générateurs de quantités beaucoup plus importantes de NOx que les brûleurs à flamme longue, et qui
30 ont fait l'objet d'importantes recherches et de nombreux perfectionnements dans le but de limiter leurs rejets.

On sait que la production des NOx dans une flamme dépend de sa température et de la pression partielle d'oxygène dans la zone réactionnelle de cette flamme. Il est notamment connu que la quantité de NOx produit augmente de façon importante pour des températures de flamme supérieures à 1 200°C.

5 Toutes les recherches en vue de la réduction des NOx produits ont donc été menées de manière à réduire la température de la flamme du brûleur et d'augmenter son volume de zone réactionnelle, en particulier par sa dilution avec les produits de combustion contenus dans l'enceinte du four et recirculés au nez du brûleur.

10

Sur la figure 4 des dessins annexés, on a représenté un brûleur, selon l'état antérieur de la technique, conçu de façon à réduire la quantité de NOx produite. Dans ce type de brûleur, le carburant est injecté très en sortie du tunnel de combustion du brûleur, dans le vortex 16 des produits de combustion. Le brûleur comporte une canne d'injection de carburant située
15 selon son axe et qui débouche dans le tunnel de combustion par l'intermédiaire d'un certain nombre d'injecteurs radiaux 14. Par ce moyen, le carburant est injecté radialement à grande vitesse, au travers desdits injecteurs 14, dans l'air de combustion, au niveau du tunnel dans une zone où l'air de combustion se
20 dilue avec les gaz de l'ambiance du four. Cette injection de carburant à grande vitesse par un nombre réduit d'injecteurs radiaux, réalise en outre une partition de la flamme en plusieurs « petites flammes » de combustion moins intensive et dont le volume total est augmenté par rapport à une flamme unique.

25 Partant de cet état de la technique, la présente invention se propose d'abaisser le taux de NOx produit par des brûleurs à flamme plate, en utilisant le principe de la dilution de la flamme en vue de réduire sa température et d'abaisser la pression partielle d'oxygène dans sa zone réactionnelle.

30 Ce problème technique est résolu par un brûleur à flamme plate comportant au moins une canne d'injection de carburant disposée selon l'axe du corps du brûleur et une alimentation en air de combustion, ce brûleur étant caractérisé en ce que l'introduction du carburant s'effectue par l'intermédiaire de la ou

desdites cannes d'injection, par un ou plusieurs orifices axiaux situés dans un plan proche du plan externe du tunnel de combustion, dans les produits de combustion afin de réaliser une première dilution du carburant dans ces produits de combustion et en ce que le mélange carburant plus produits de combustion ainsi obtenu est encore dilué dans l'air de combustion.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-après, en référence à la figure 5 des dessins annexés qui en illustrent un exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Cette figure 5 est une vue schématique en coupe axiale verticale d'un brûleur perfectionné selon l'invention.

Ainsi qu'on le comprend et comme mentionné ci-dessus, le brûleur objet de l'invention utilise le principe de la dilution de la flamme afin de réduire sa température et d'abaisser la pression partielle d'oxygène dans sa zone réactionnelle. Cette dilution de la flamme est réalisée avec les produits de combustion situés dans l'enceinte du four. Le caractère d'originalité de la présente invention réside dans le fait que l'introduction du carburant s'effectue en deux étapes de manière à obtenir une double dilution : une première dilution du carburant avec les produits de combustion du four puis une deuxième dilution du mélange carburant plus produits de combustion ainsi obtenu avec l'air de combustion.

L'exemple de réalisation de l'invention illustré par la figure 5 comporte un système de double alimentation en carburant. Il s'agit là d'un exemple non limitatif, les perfectionnements selon la présente invention pouvant être mis en oeuvre sur un brûleur à alimentation unique en carburant. On retrouve sur ce brûleur, le tunnel de combustion 9, l'alimentation 10 en air préchauffé ou non, distribué dans le corps du brûleur par les orifices 11, le système de cannes doubles d'injection de carburant 18 et 19, l'injection s'effectuant selon l'axe du brûleur.

Selon l'invention, l'introduction du carburant s'effectue par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs orifices axiaux dont sont munis les cannes d'introduction telles

que 18 et 19 ce qui permet d'effectuer une alimentation de carburant avec une impulsion faible. La ou les cannes d'injection de carburant 18 et 19 sont réalisées dans des matériaux résistant aux températures élevées, notamment des matériaux réfractaires, tels que des aciers au chrome ou au nickel ou des
5 céramiques.

L'introduction axiale du carburant (flèche 21) au travers d'un ou de plusieurs orifices d'injection axiaux 25 de la canne 19, qui, selon l'invention sont situés à proximité immédiate du plan de développement de la flamme, s'effectue dans
10 les produits de combustion (flèche 22) de l'ambiance du four, ce qui permet de réaliser la première dilution. Cette dilution étant favorisée par le positionnement des orifices 25 permettant de réaliser le prémélange du carburant avec les gaz de combustion recirculés au nez du brûleur. Le ou les orifices d'injection axiaux du carburant 25 sont de diamètre important de
15 manière à limiter l'impulsion du carburant pour réaliser le mélange avec les gaz de combustion. Cette faible impulsion ne perturbe pas le vortex de recirculation des produits de combustion induits au nez du brûleur par l'air de combustion, à la différence de l'injection radiale à haute impulsion qui « coupe » le vortex et perturbe cette recirculation.

20 Le mélange carburant-gaz de combustion ainsi obtenu, schématisé par la flèche 23 sur la figure 5 est entraîné par le vortex existant au nez du brûleur puis il est dilué avec l'air de combustion (flèche 24) lui même dilué avec une partie des produits de combustion (flèche 22) recirculés au nez du brûleur.

25 Ainsi, le brûleur objet de la présente invention permet de réaliser une double dilution du carburant et des produits de combustion, de l'air de combustion et des produits de combustion et de réaliser enfin le mélange des deux
30 prémélanges dilués. Cette optimisation du mélange « air de combustion + carburant + produits de combustion » permet d'obtenir une flamme plate non intensive qui limite les émissions de polluants en particulier de NOx, cette

diminution pouvant atteindre un rapport supérieur à 2, par rapport à un brûleur du même type, selon la technique antérieure.

5 Ainsi qu'on l'a illustré par la figure 5, le brûleur selon la présente invention peut conserver la double alimentation en carburant, avec des injections s'effectuant à des niveaux différents dans le tunnel de combustion 9 afin de contrôler le mélange entre le ou les carburants, l'air de combustion et les gaz de combustion recirculés au nez du brûleur. Les deux cannes d'injection de carburant peuvent être utilisées séparément ou simultanément avec une
10 répartition des débits de carburants entre les deux injections de manière à contrôler la forme de la flamme, la qualité du pré-mélange et l'émission des polluants.

L'une des cannes d'injection peut être utilisée pour le démarrage du brûleur,
15 par exemple quant la température du four est inférieure à 700°C pour obtenir un meilleur accrochage de la flamme, l'autre pouvant être utilisée en régime continu pour la réduction du taux de polluants produits.

L'invention permet donc de résoudre le problème de la réduction du taux de
20 NOx produit par un brûleur à flamme plate en assurant une combustion du carburant dans un grand volume (mélange air de combustion, carburant, produits de combustion du four) qui permet de réaliser une flamme de température plus faible dont la zone réactionnelle présente une réduction de pression partielle d'oxygène.

25

Il demeure bien entendu que la présente invention n'est pas limitée aux modes de mise en oeuvre décrits et/ou mentionnés ci-dessus mais qu'elle en englobe toutes les variantes.

REVENDEICATIONS

1. Brûleur à flamme plate destiné à l'équipement des fours pour produits sidérurgiques, comportant au moins une canne d'injection de carburant disposée selon l'axe du corps du brûleur et une alimentation en air de combustion distribué dans et par ledit corps, l'introduction du carburant s'effectuant par l'intermédiaire de ladite au moins une canne d'injection, par au moins un orifice axial situé dans un plan proche d'un plan externe d'un tunnel de combustion, dans lequel l'introduction du carburant est effectuée uniquement par ledit au moins un orifice axial de ladite au moins une canne d'injection autour de laquelle l'air de combustion est mis en rotation, et dans lequel ledit au moins un orifice axial a un diamètre permettant que l'impulsion du carburant soit suffisamment faible pour maintenir un vortex de recirculation des produits de combustion induits au nez du brûleur par l'air de combustion sans perturbation, afin de réaliser une première dilution du carburant dans les produits de combustion, et dans lequel un mélange constitué du carburant et des produits de combustion ainsi obtenu est entraîné par le vortex puis est dilué dans l'air de combustion mis en rotation autour de ladite au moins une canne d'injection de carburant, le brûleur utilisant la dilution de la flamme avec des produits de combustion afin de réduire la température de flamme dans sa zone réactionnelle.

2. Le brûleur selon la revendication 1, comportant au moins une canne d'injection du carburant pourvue d'au moins un orifice d'introduction axial de carburant situé à proximité immédiate du plan de développement de la flamme afin de réaliser un prémélange du carburant avec les produits de combustion recirculés au nez du brûleur.

3. Le brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, dans lequel ladite au moins une canne d'injection est réalisée dans des matériaux résistants à des températures élevées.

4. Le brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comportant deux injections de carburant implantées à des niveaux différents dans le tunnel de combustion afin de contrôler le mélange entre au moins un carburant, l'air de combustion et les produits de combustion recirculés au nez dudit brûleur.

5. Le brûleur selon la revendication 4, dans lequel lesdites injections de carburant sont utilisées avec une répartition des débits de carburant entre les deux injections réalisée de façon à contrôler la forme de la flamme, la qualité du prémélange et l'émission de polluants.

6. Le brûleur selon la revendication 4, dans lequel une première desdites injections est utilisable pour l'allumage du brûleur et une seconde desdites injections est utilisable pour réduire le taux de polluants produits.

7. Le brûleur selon la revendication 1, destiné au réchauffage des fours de réchauffage, de maintien ou de traitement thermique de produits sidérurgiques.

8. Le brûleur selon la revendication 3, dans lequel lesdits matériaux sont sélectionnés parmi des matériaux réfractaires.

9. Le brûleur selon la revendication 8, dans lesquels lesdits matériaux réfractaires sont sélectionnés parmi des céramiques, des aciers au chrome et des aciers au nickel.

10. Le brûleur selon la revendication 5, dans lequel lesdites injections de carburant sont utilisées séparément.

11. Le brûleur selon la revendication 5, dans lequel lesdites injections de carburant sont utilisées simultanément.

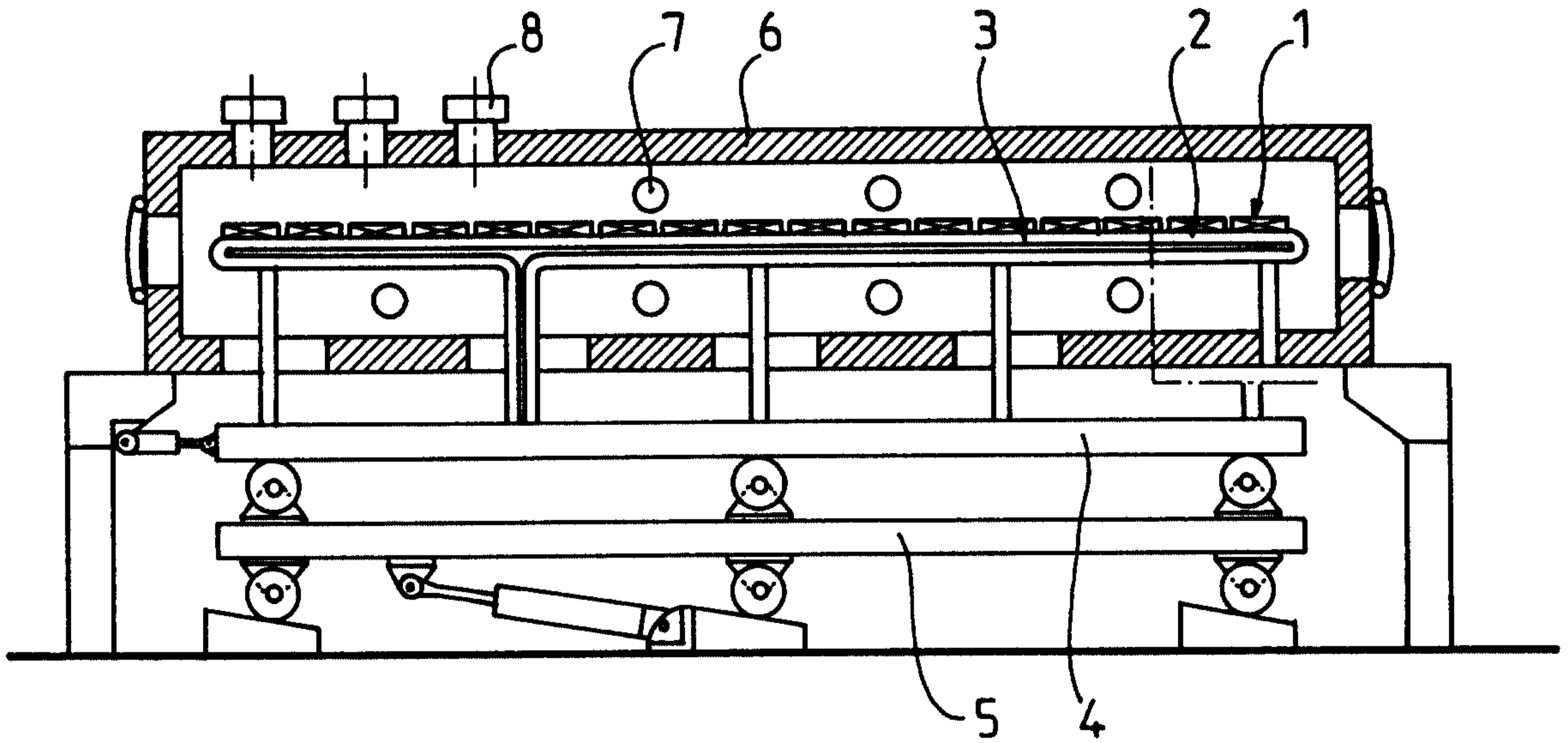


FIG. 1

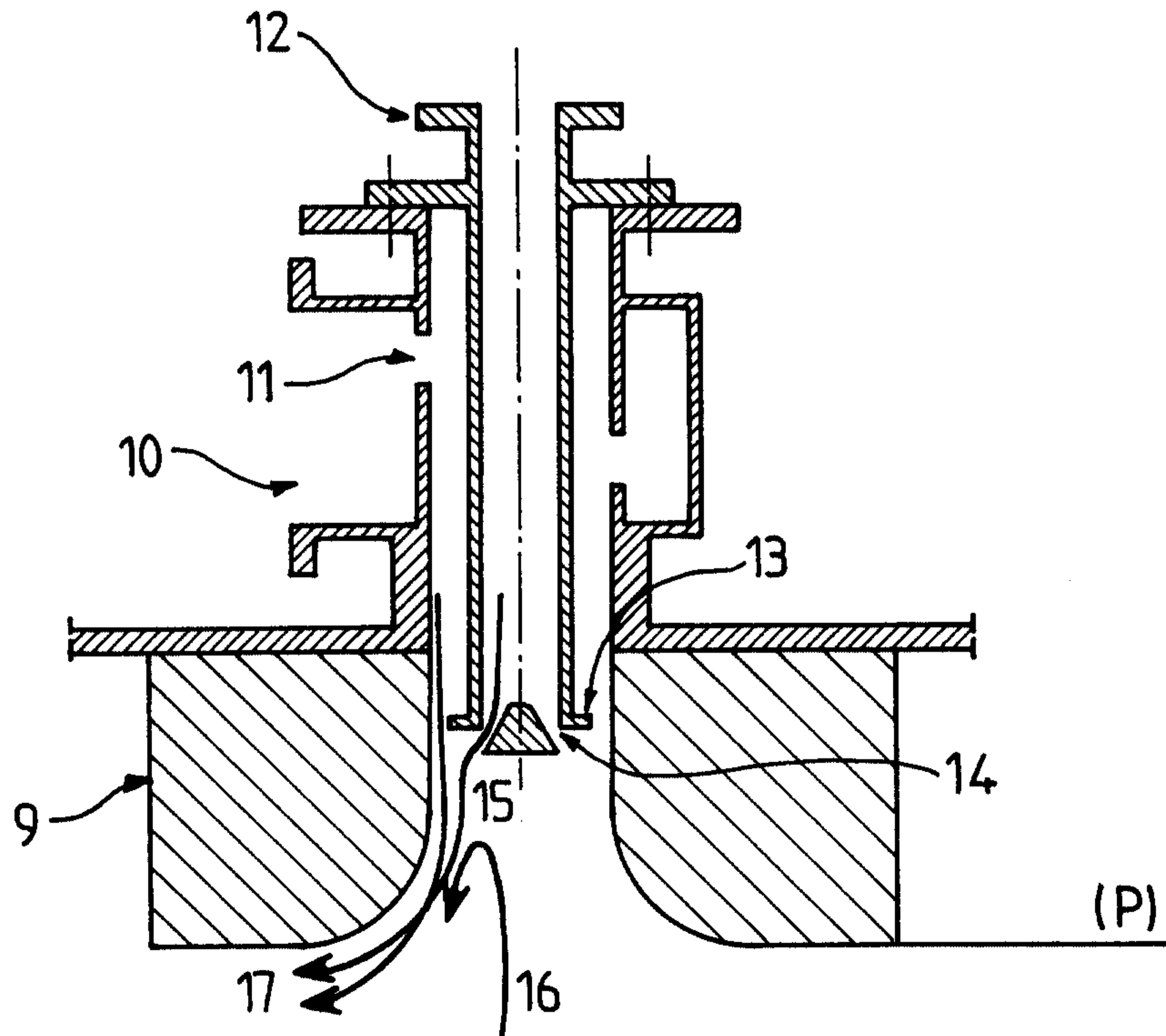


FIG. 2

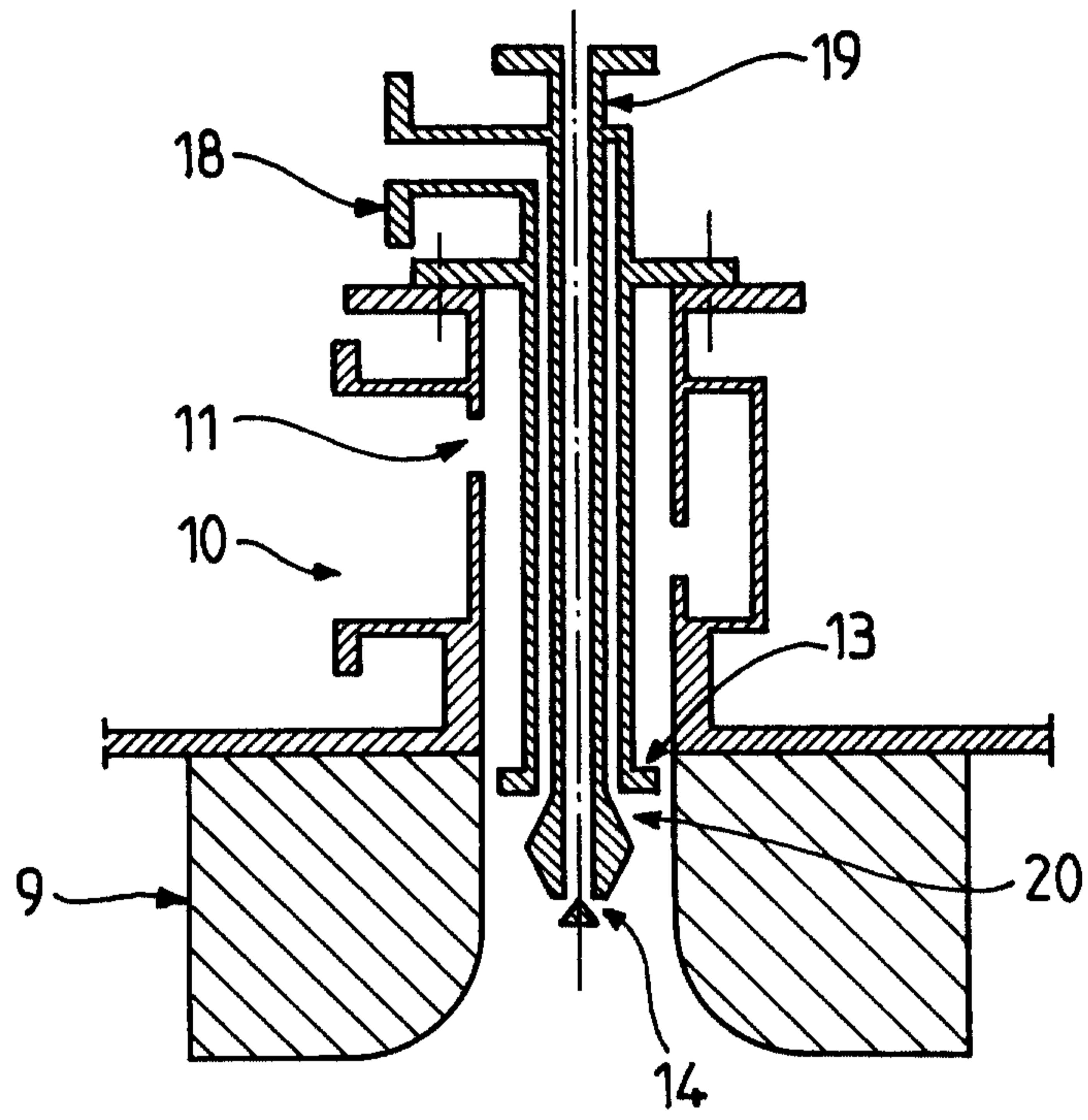


FIG. 3

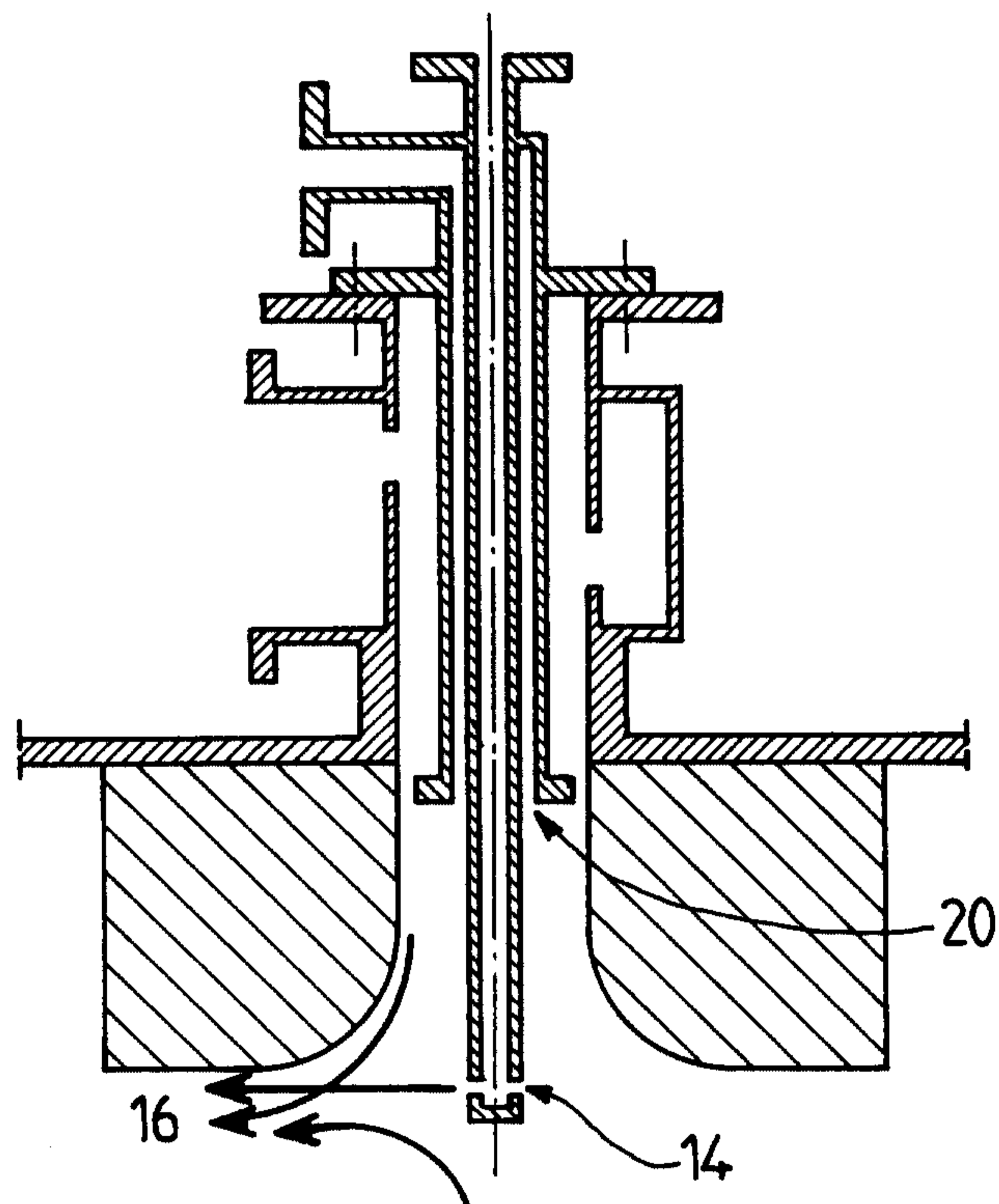


FIG. 4

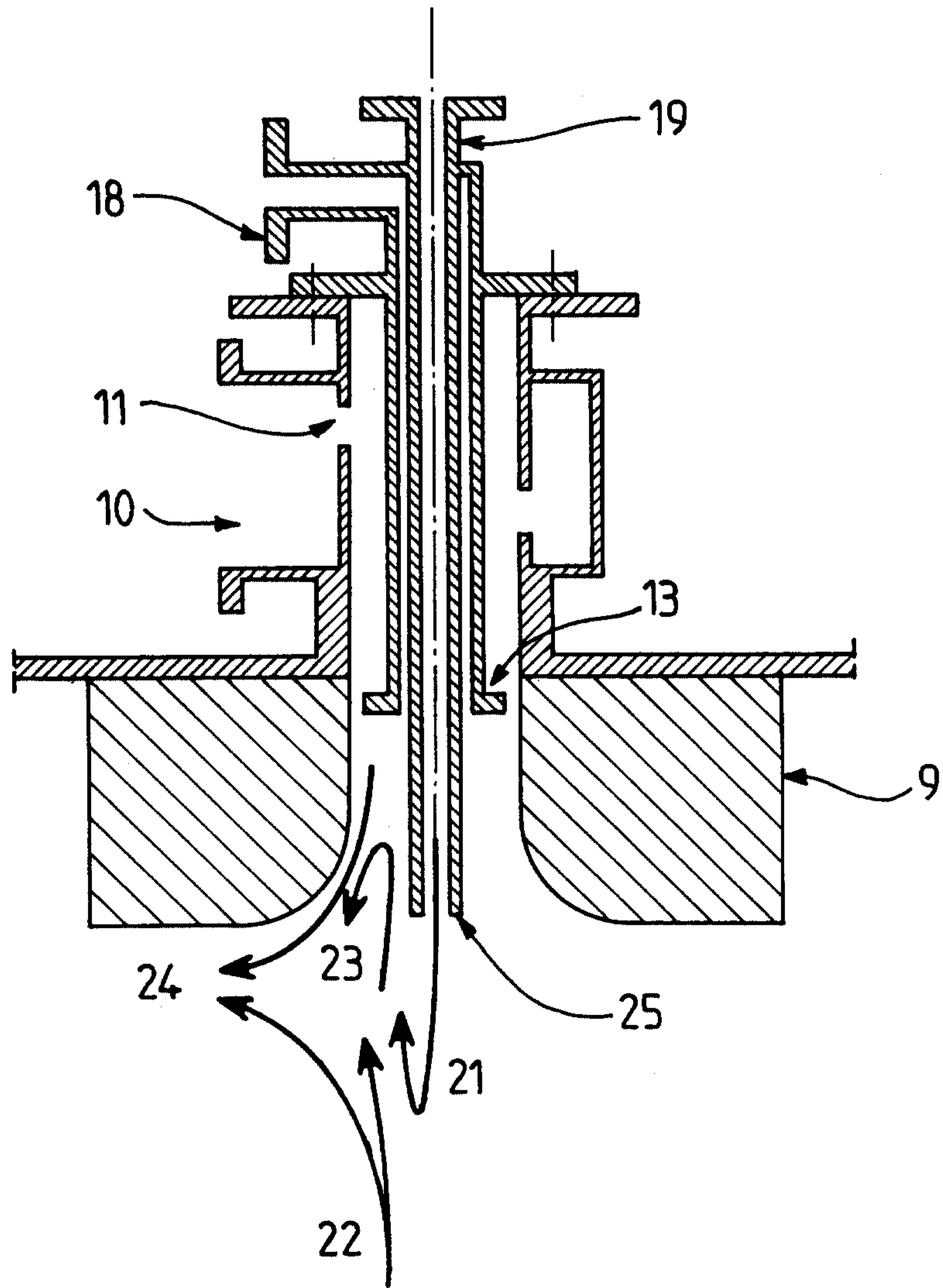


FIG. 5

