

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑪

**N° 83 03139**

---

⑤4 Brûleur à charbon pulvérulent.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 23 D 1/00.

②② Date de dépôt..... 25 février 1983.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : JP, 26 février 1982, n° 28169/1982.

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 35 du 2-9-1983.

---

⑦① Déposant : Société dite : SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD. — JP.

⑦② Invention de : Kaminaka Motofumi, Takashima Hiroyuki et Kaburagi Katsuhiko.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

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

La présente invention se rapporte à un brûleur pour ce qu'on appelle " charbon pulvérulent" ou " charbon pulvérisé ", qui est obtenu en pulvérisant finement du charbon ( et que l'on appellera ci-après " brûleur à charbon pulvérulent").

Depuis quelque temps, en raison du fort accroissement des prix du pétrole, le combustible charbon a fait sa réapparition en qualité de source d'énergie en remplacement des combustibles pétroliers.

Pour accroître le rendement de la combustion du charbon, il est souhaitable que le charbon soit brûlé sous une forme pulvérulente c'est-à-dire sous une forme pulvérisée. Toutefois, l'utilisation du charbon pulvérulent est généralement limitée à des brûleurs de grande capacité tels que ceux qu'on rencontre dans les chaudières des centrales électriques, les fours de fabrication du ciment, etc...Ceci est dû au fait que la vitesse de combustion du charbon est plus basse que celle des combustibles gazeux ou liquides et que les caractéristique d'inflammation du charbon sont très différentes de celles des combustibles gazeux ou liquides. C'est ainsi que le charbon pulvérulent n'a presque jamais été utilisé dans des brûleurs de petite capacité pour les raisons suivantes:

a) La quantité totale de chaleur accumulée dans la zone de combustion des brûleurs de petite capacité est beaucoup plus petite que celle accumulée dans les brûleurs de grande capacité, ce qui rend impossible le maintien d'une combustion continue dans les brûleurs de petite capacité, même lorsqu'on utilise du charbon pulvérulent. Ceci résulte du fait que le charbon pulvérulent est caractérisé par un point d'inflammabilité plus élevé et par une plus faible stabilité de flamme, comparativement aux

combustibles gazeux et liquides .

b) La vitesse de combustion du charbon pulvérulent est très basse, ce qui rend difficile la production d'une combustion suffisante dans une région limitée.

5 En outre, la flamme de la combustion se forme quelquefois dans une région éloignée de l'extrémité avant du brûleur. Il en résulte qu'il est inévitable qu'il se forme de grandes quantités de particules de charbon partiellement brûlées ou d'autres combustibles (appelés ci-après matières imbrûlées) dans  
10 les brûleurs de petite capacité, lesquels exigent non seulement l'obtention d'une température élevée, d'une combustion intense dans une région limitée, mais également la formation d'une flamme courte.

15 On a déjà décrit différents procédés permettant d'accroître la vitesse de combustion des combustibles. L'un de ceux-ci consiste à imprimer un mouvement tourbillonnaire à l'air de combustion et/ou au combustible. Lorsqu'on applique un tel procédé classique à des brûleurs à charbon pulvérulent,  
20 il est certes possible de raccourcir la longueur de la flamme, mais la poudre de charbon à laquelle le mouvement tourbillonnaire a été appliqué s'écoule en projections orientées dans des directions radiales qui se prolongent excessivement au-delà de la région  
25 de la flamme de combustion, en entraînant quelquefois la précipitation de charbon fondu sur une région de paroi adjacente à la buse du brûleur dans des conditions de haute température. Ce phénomène est appelé  
30 " clinkérisation " et fait quelquefois obstacle au fonctionnement du brûleur. Si la température du four est relativement basse, des particules de charbon grossières sont soufflées de la zone à haute température entourant l'axe du brûleur à une zone  
35 à basse température située à la périphérie de la flamme de combustion, en entraînant la production

d'une quantité relativement grande de matières imbrûlées.

Un but principal de l'invention est de réaliser un brûleur à charbon pulvérulent dans lequel le profil de la flamme puisse être maîtrisé  
5 aussi facilement que dans le cas des brûleurs à combustible liquide.

Un autre but de la présente invention est de réaliser un brûleur à charbon pulvérulent dans lequel une combustion continue satisfaisante puisse  
10 être entretenue avec succès quelle que soit la dimension de la zone de combustion du brûleur.

En résumé, la présente invention a pour objet un brûleur à charbon pulvérulent qui comprend  
15 une buse de brûleur présentant à l'extrémité du corps de brûleur, une ouverture à travers laquelle un milieu adjuvant de combustion ou combustible lui-même ( que l'on appellera ci-après collectivement milieu adjuvant de combustion gazeux ) est injecté  
20 dans une zone de combustion, des moyens servant à imprimer un mouvement tourbillonnaire audit milieu gazeux adjuvant de combustion, qui est injecté dans la zone de combustion dans un état tourbillonnaire à travers ladite buse de brûleur, et une buse d'in-  
25 jection ayant une ouverture qui entoure ladite ouverture de la buse du brûleur, et par laquelle le charbon pulvérisé est injecté dans ladite zone de combustion. Il est prévu une buse annulaire pour l'injection de l'air de combustion primaire, qui  
30 entoure ladite buse d'injection du charbon pulvérisé. Des moyens servant à imprimer un mouvement tourbillonnaire audit air de combustion primaire sont également prévus dans ladite buse annulaire.

Le brûleur à charbon pulvérulent selon  
35 l'invention peut comprendre en outre une buse de



zone de combustion dans laquelle les flux de charbon pulvérulent et de gaz de combustion sont indiqués par des flèches.

Sur les dessins, les éléments analogues  
5 sont désignés par les mêmes numéros de référence.

Sur la Fig.1, une ouverture 3 d'introduction de la flamme est formée dans une paroi 1 d'un foyer de combustion. L'ouverture 3 est entourée par une brique de brûleur 2 faite d'une matière réfractaire. La brique 2 du brûleur comprend un élément  
10 cylindrique 21 qui présente un trou traversant tronconique, et un anneau concentrique 22 agencé radialement à l'extérieur par rapport à l'élément cylindrique 21. Les éléments 21 et 22 ont une longueur égale à l'épais-  
15 seur de la paroi 1 du foyer. Le trou traversant tronconique de l'élément cylindrique 21 possède un diamètre qui croît progressivement de la surface externe de la paroi du foyer à la surface interne de cette paroi ( du côté droit vers le côté gauche sur la Fig.1 ).  
20 Ce trou traversant tronconique constitue l'ouverture 3 d'introduction de la flamme. L'anneau 22 possède un diamètre extérieur égal à un diamètre intérieur d'un perçage 11 ménagé dans la paroi 1 du foyer et un diamètre intérieur légèrement plus grand que le diamètre  
25 extérieur de l'élément cylindrique 21. L'anneau 22 est monté dans le trou 11 de la paroi du foyer tandis que l'élément cylindrique 21 est monté dans l'anneau 22, à peu près concentriquement à celui-ci.

Un corps de brûleur 4, placé adjacent à  
30 l'ouverture 3 d'introduction de la flamme, comprend un conduit d'injection central 41 servant à introduire un combustible gazeux, un conduit intermédiaire 42, qui entoure concentriquement le conduit d'injection central 41, et qui injecte du charbon pulvérulent conjointement avec un gaz porteur tel que de l'air ou  
35 équivalent, un conduit 43 d'introduction de l'air pri-

maire, et un conduit 44 d'introduction de l'air se-  
conculaire disposés concentriquement entre eux. Entre  
chaque conduit et le suivant, il existe un espace  
prédéterminé, ce qui donne naissance à un cylindre  
5 à quadruple paroi. La longueur longitudinale du con-  
duit d'injection 41 est plus longue que celle du con-  
duit d'injection 42, laquelle est à son tour plus  
longue que celle du conduit 43. C'est le conduit ex-  
trême intérieur 44 qui présente la longueur la plus  
10 faible. Chacun des conduits 41, 42, 43 présente une  
ouverture dirigée vers l'ouverture 3 d'introduction  
de la flamme, chaque ouverture formant une buse, les-  
dites buses étant placées dans le même plan et con-  
vergeant concentriquement entre elles. De cette façon,  
15 l'extrémité de chaque buse communique avec l'ouverture  
3. L'extrémité avant du conduit 44 est arrangée de  
telle manière que le conduit 44 d'introduction de  
l'air secondaire communique avec le passage 24 d'injec-  
tion de l'air secondaire formé par l'élément cylin-  
20 drique 21 et l'anneau 22. Les extrémités opposées de  
chacun de ces conduits 41, 42, 43 et 44 sont fermées  
et communiquent respectivement avec des conduits de  
liaison 41a, 42a, 43a et 44a, qui sont à leur tour  
reliés à un conduit 41b d'alimentation en combustible  
25 gazeux, un conduit 42b d'alimentation en charbon pul-  
vérulent et des conduits 43b et 44b d'alimentation en  
air primaire et en air secondaire. Ces éléments d'alimentation  
sont indiqués en transparence sur la Fig.1. Le conduit 42b d'a-  
limentation en charbon pulvérulent est également relié à une  
30 trémie de charbon pulvérulent ( non représentée) et à un réservoir  
ou une soufflerie de gaz porteur ( non représenté). Les conduits 43b,  
44b d'alimentation en air sont également reliés à une soufflerie  
( non représentée). Le débit du combustible gazeux  
est réglé à l'aide d'un appareil de commande du débit  
35 ( non représenté ) . Les débits de l'air de combus-  
tion passant dans les conduits d'alimentation en

air primaire et en air secondaire, 43b et 44b, sont commandés par des vannes 43c et 44c respectivement.

Pour imprimer un mouvement tourbillonnaire à un fluide, des aubages de rotation 45, 46 sont respectivement prévus dans le conduit 41 d'injection du combustible gazeux et dans le conduit 43 d'introduction de l'air primaire de combustion, à proximité des buses de ceux-ci. L'aubage 45 est fixé à l'extrémité d'un bras 45a qui part de l'extrémité opposée ou extrémité fermée du conduit 41. D'un autre côté, l'aubage de rotation 46 est prévu dans la région du conduit primaire 43. Ces aubages 45,46 impriment respectivement un mouvement tourbillonnaire au combustible gazeux et à l'air primaire, en faisant en sorte que le combustible et l'air introduits dans l'ouverture 3 d'introduction de la flamme soient injectés dans un état tourbillonnaire. Les structures des aubages de rotation 45, 46 ne sont pas limitées à une structure particulière et on peut utiliser des aubages de rotation de n'importe quelle autre forme, pourvu que le combustible gazeux et l'air primaire de combustion puissent être injectés dans l'ouverture 3 dans un état tourbillonnaire.

Ainsi qu'on le voit clairement sur la Fig.2, des entretoises ou remplissage 23 sont agencés entre l'anneau 22 et l'élément cylindrique 21, ces entretoises étant espacées les unes des autres dans la direction circonférentielle. Chaque entretoise 23 possède une longueur égale à celle de l'élément cylindrique et de l'anneau, et une largeur circonférentielle prédéterminée. Des passages d'air 24 en forme de fentes sont formés entre les entretoises 23. Les passages d'air 24 communiquent avec le conduit 44 d'introduction de l'air secondaire, ce qui sera expliqué plus bas. De cette façon, les passages d'air 24

sont positionnés autour de l'ouverture 3 d'introduction de la flamme, lesdits passages d'air étant équidistants les uns des autres le long de leur direction circonférentielle ( voir Fig.2). Naturellement, en  
5 remplacement de l'arrangement précité, les entretoises peuvent être interposées entre l'anneau 22 et l'élément 21 de manière à réduire la largeur du jeu entre les éléments 21 et 22. Dans ce cas, le passage d'air est réalisé sous la forme d'un passage annulaire continu qui possède des parties de largeur réduite dans  
10 plusieurs zone qui se succèdent dans la direction circonférentielle . On obtient de cette façon une entretoise ou un ensemble d'entretoises placé dans l'espace annulaire compris entre les éléments 21 et  
15 22, de manière à introduire des modifications de la pression dynamique de l'air dans la direction circonférentielle.

Avec les dispositions précitées du ou des passage(s) d'air, c'est-à-dire grâce à l'arrangement  
20 de plusieurs passages d'air autour de l'ouverture 3 d'introduction de la flamme, concentriquement à cette ouverture, grâce à la formation d'un passage d'air annulaire qui présente une largeur libre variable le long de la circonférence, comme représenté sur la  
25 Fig.3, l'air secondaire injecté par le ou les passage(s) d'air précité(s) crée une variation circonférentielle prédéterminée de la pression qui règne dans cet air, en obligeant ainsi les gaz chauds contenus dans le foyer de combustion à refluer vers l'arrière  
30 dans les zones qui correspondent aux parties où l'espace entre l'élément cylindrique 21 et l'anneau 22 est comblé par les entretoises, ou encore dans lesquelles l'espace libre est réduit par la présence de l'entretoise, en provoquant ainsi une circulation  
35 automatique des gaz de combustion et en facilitant

la décomposition thermique et la gazéification du charbon pulvérulent injecté (voir zone(II) de la Fig.3). Sur la Fig.3, les flux de milieux adjuvants de combustion gazeux et de charbon pulvérulent sont représentés par des flèches continues et les flux des gaz de combustion sont représentés par des flèches interrompues.

De cette façon, avec le brûleur à charbon pulvérulent selon l'invention, et ainsi qu'on l'a clairement représenté sur la Fig.3, un courant tourbillonnaire de combustible gazeux est injecté par une buse d'injection 41, le charbon pulvérulent et un gaz porteur tel que l'air sont injectés conjointement par une buse d'injection extérieure 42, et un courant tourbillonnaire d'air primaire de combustion est également injecté par une buse d'injection extérieure 43 qui est prévue autour de ladite buse d'injection extérieure 42. Le flux tourbillonnaire de combustible gazeux, qui est injecté à travers la buse d'injection 41, se dilate dans une direction radiale en passant à travers la zone du charbon pulvérulent qui est injecté à travers la buse d'injection 42, en déterminant, non seulement la répartition radiale du charbon pulvérulent, mais également la combustion du charbon pulvérulent.

En d'autres termes, le charbon pulvérulent injecté à travers la buse d'injection 42 est brûlé avec un flux tourbillonnant et en expansion de combustible gazeux, en dilatant ainsi la flamme de combustion dans une direction radiale. De cette façon, le diamètre de la flamme de combustion croît et la longueur longitudinale de cette flamme décroît en conséquence (voir zone (1) sur la Fig.3). Ceci a également pour effet que les gaz de combustion reviennent en arrière vers la région centrale de la

flamme de combustion (voir zone (III) de la Fig.3).

Plus les particules de charbon sont fines, plus la vitesse de combustion est élevée. Les particules de charbon fines sont brûlées en premier lieu tandis que les particules de charbon grossières sont projetées vers l'avant et légèrement dans la direction radiale à travers la zone de combustion des particules fines de charbon, en raison de leur grande force d'inertie. Pendant le passage des particules de charbon grossières à travers une zone de combustion à haute température, la gazéification de ces particules est accélérée. Les gaz dégagés sont brûlés dans une zone restreinte définie par le flux tourbillonnaire de l'air de combustion primaire qui est injecté à travers la buse d'injection 43. De cette façon, la région de combustion des particules grossières est elle aussi confinée dans une zone restreinte.

L'air de combustion secondaire est injecté vers une région qui entoure la région de combustion mentionnée plus haut et empêche la flamme de combustion de s'élargir excessivement, en refroidissant ainsi la région adjacente à la brique 2 du brûleur et en évitant que les cendres ne fondent et ne se déposent sur la brique 2 du brûleur. En outre, la présence d'un passage d'air annulaire ayant une surface de section qui varie dans la direction circonferentielle, ainsi qu'on l'a mentionné plus haut, crée une variation de la pression dans la direction circonferentielle du flux d'air. En conséquence, sous l'effet d'une faible pression dans le flux de l'air secondaire de combustion, comme dans la zone (II) de la Fig.3, les gaz chauds situés à l'extrémité avant de la flamme de combustion refluent vers l'arrière vers la région périphérique de l'ouverture 3 d'introduction de la flamme pour accélérer encore

la combustion du charbon, en évitant de cette façon la formation d'une grande quantité de matières imbrûlées. On réussit également à atteindre une combustion qui dégage une plus petite quantité de

5 NO<sub>x</sub>.

Le gaz qui est injecté à travers la buse de combustion 41 n'est pas limité à un combustible gazeux mais on peut également utiliser en remplacement du combustible gazeux d'autres gaz tels que

10 des gaz adjuvants de combustion qui comprennent l'oxygène, l'air enrichi en oxygène, l'air préchauffé à une température supérieure au point d'inflammabilité, du charbon, etc...

Par ailleurs, lorsque la température du

15 foyer est suffisamment élevée pour enflammer le charbon ou lorsqu'on utilise un brûleur à grande capacité, on peut injecter à travers la buse d'injection 41, en remplacement du combustible gazeux, de l'air de combustion ou des gaz de fumées (dans le cas où

20 l'on utilise un dispositif de recyclage des gaz de fumées).

L'exemple donné ci-après est présenté uniquement pour illustrer l'invention, laquelle n'est pas limitée aux détails particuliers qui sont spécifiés.

25 Exemple

On décrira ci-après un essai de combustion effectué avec le brûleur selon l'invention représenté sur les Fig. 1 et 2, en le comparant avec un essai utilisant le brûleur classique qui possède une structure à buse unique. L'essai de combustion a été effectué dans les conditions suivantes :

30

1. Analyse du charbon: voir tableau 1 ci-dessous
2. Dimensions des particules de charbon: 70% en poids passant à travers un tamis à mailles de 0,074  $\mu$
3. Alimentation en charbon: 30 kg/h
- 5 4. Débit du gaz véhicule du charbon : 50 Nm<sup>3</sup>/h
5. Dimensions du foyer: 1 m (largeur) x 1 m hauteur) x 3 m (longueur)
6. Température de l'air primaire de combustion : 18°C
- 10 7. Température de l'air secondaire de combustion : 18°C
8. Combustible gazeux : gaz de four à coke (4600 kcal/Nm<sup>3</sup>/h à un débit de 5 Nm<sup>3</sup>/h

Les résultats obtenus dans l'essai de combustion ci-dessus sont résumés au tableau 2 ci-dessous.

Tableau 1

Analyse industrielle % en poids				Analyse élémentaire % en poids				Valeur calorifique (kcal/kg)
Humidité	Cen- dres	Volatils	Carbone fixé	C	H	N	S	
3.1	9.6	32.3	55.0	80.8	4.9	1.8	0.9	7739

Tableau 2

	Rapport air/combustible	NOx (ppm) *	Longueur de flamme (m)
Selon l'invention	1.05	250	1
Témoin	1.2	730	3

Remarque: \* la quantité de NO<sub>x</sub> a été calculée par conversion, en supposant une concentration de 4 de O<sub>2</sub>.

Ainsi qu'il ressort des données présentées au tableau 2, le brûleur classique doit utiliser un rapport air/combustible non inférieur à 1,2 pour éviter la formation d'une grande quantité de matières imbrûlées, que l'on trouve habituellement dans le cas où le rapport est inférieur à 1,2.  $\text{NO}_x$  se formait en une quantité de 730 ppm. Au contraire, le brûleur selon l'invention permet d'obtenir une combustion bien meilleure et il ne se formait pratiquement pas d'imbrûlés en dépit du fait que le rapport air/combustible était aussi bas que 1,05.

Il se formait des  $\text{NO}_x$  dans une quantité de 250 ppm, c'est-à-dire un tiers de la quantité obtenue avec un brûleur classique.

Par ailleurs, la longueur de la flamme de combustion était de 3 m dans un brûleur classique, la flamme était moins stable et se plaçait à distance de l'ouverture 3 d'introduction de la flamme, en direction de la paroi opposée du foyer. La flamme n'était pas aussi brillante qu'une flamme alimentée par un combustible pétrolier mais elle était rouge sombre. Il semblait que la totalité de la chambre de combustion était remplie de poussière de charbon. Au contraire, avec un brûleur selon l'invention, la longueur de la flamme de combustion était de 1 m et le diamètre de la flamme était un peu plus grand que celui de la brique 2 du brûleur. La flamme résultante était aussi lumineuse qu'une flamme alimentée avec un combustible pétrolier. Le profil de la flamme était le même que celui d'une flamme alimentée en combustible pétrolier (brûleur). Qui plus est, l'intérieur du foyer était clairement visible de l'extérieur et il ne s'est pas produit de dépôt appréciable de cendres fondues sur la brique 2 du brûleur ni sur la périphérie de l'ouverture 3 d'introduction de la flamme.

Ainsi qu'on l'a décrit, la présente invention permet de réaliser un brûleur à charbon pulvérulent qui est capable d'assurer une combustion stable de charbon pulvérulent, dans lequel la longueur de la flamme mesurée dans la direction circonférentielle peut être maîtrisée aussi efficacement que dans le cas des brûleurs à combustibles pétroliers. L'invention peut donc être appliquée facilement aux brûleurs à combustibles pétroliers. En outre, il est possible d'entretenir une combustion avec un faible rapport air/combustible avec une plus faible formation de NO<sub>x</sub>.

On estime donc que l'invention apporte une grande contribution aux améliorations dans le domaine de l'énergie.

## REVENDEICATIONS

-:--:--:--:--:--:--:--:--:--

1.- Brûleur à charbon pulvérulent caracté-  
risé en ce qu'il comprend : une buse de brûleur (41)  
présentant à l'extrémité du corps (4) du brûleur une  
ouverture à travers laquelle un milieu adjuvant de  
5 combustion gazeux est injecté dans une zone de combus-  
tion, des moyens (45) servant à imprimer un mouvement  
tourbillonnaire audit milieu adjuvant de combustion  
gazeux qui est injecté à travers ladite buse de brû-  
leur dans ladite zone de combustion dans un état tour-  
10 billonnaire, une buse d'injection (42) ayant une ou-  
verture qui entoure ladite ouverture de buse de brû-  
leur (41) et à travers laquelle le charbon pulvérisé  
est injecté dans ladite zone de combustion, et une  
buse (43) de sortie d'air primaire ayant une ouver-  
15 ture qui entoure ladite ouverture de ladite buse (42)  
d'injection du charbon pulvérulent et à travers la-  
quelle de l'air primaire de combustion est injecté  
vers l'avant.

2.- Brûleur à charbon pulvérulent selon  
20 la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend  
en outre des moyens (46) servant à imprimer un mouve-  
ment tourbillonnaire audit air primaire de combustion.

3.- Brûleur à charbon pulvérulent selon  
la revendication 1, caractérisé en ce que ladite bu-  
25 se de brûleur (41), la buse (42) d'injection du char-  
bon pulvérulent et ladite buse (43) d'air primaire  
de combustion sont prévues concentriquement entre  
elles et convergent concentriquement les unes vers  
les autres.

4.- Brûleur à charbon pulvérulent selon  
30 la revendication 3, caractérisé en ce que l'extrémité

ouverte de chacune des buses, la buse (41) du brû-  
leur, la buse (42) d'injection du charbon pulvéru-  
lent et la buse (43) d'air primaire de combustion,  
sont positionnées dans le même plan en faisant face  
5 à une ouverture tronconique divergente.

5.- Brûleur à charbon pulvérulent selon  
la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend  
en outre une buse (44) de sortie d'air secondaire  
ayant une ouverture qui entoure ladite ouverture de  
10 la buse (43) d'air primaire de combustion et à travers  
laquelle de l'air secondaire de combustion est injec-  
té vers l'avant.

6.- Brûleur à charbon pulvérulent selon  
la revendication 5, caractérisé en ce que ladite buse  
15 de sortie d'air secondaire est prévue autour de ladite  
ouverture tronconique divergente.

7.- Brûleur à charbon pulvérulent selon  
la revendication 5, caractérisé en ce qu'une extré-  
mité ouverte de ladite buse (44) de sortie d'air se-  
20 cundaire est placée en aval des extrémités ouvertes  
de la buse (41) du brûleur, de la buse (42) d'injec-  
tion du charbon pulvérulent et de la buse (43) de  
l'air primaire de combustion.

8.- Brûleur à charbon pulvérulent se-  
25 lon la revendication 7, caractérisé en ce qu'un con-  
duit annulaire qui constitue ladite buse de sortie  
d'air secondaire présente une largeur qui varie dans  
la direction circonférentielle.

9.- Brûleur à charbon pulvérulent selon  
30 la revendication 8, caractérisé en ce que la largeur  
du conduit annulaire est modifiée par une série d'en-  
tretoises (23) espacées les unes des autres dans la  
direction circonférentielle .

Fig. 1

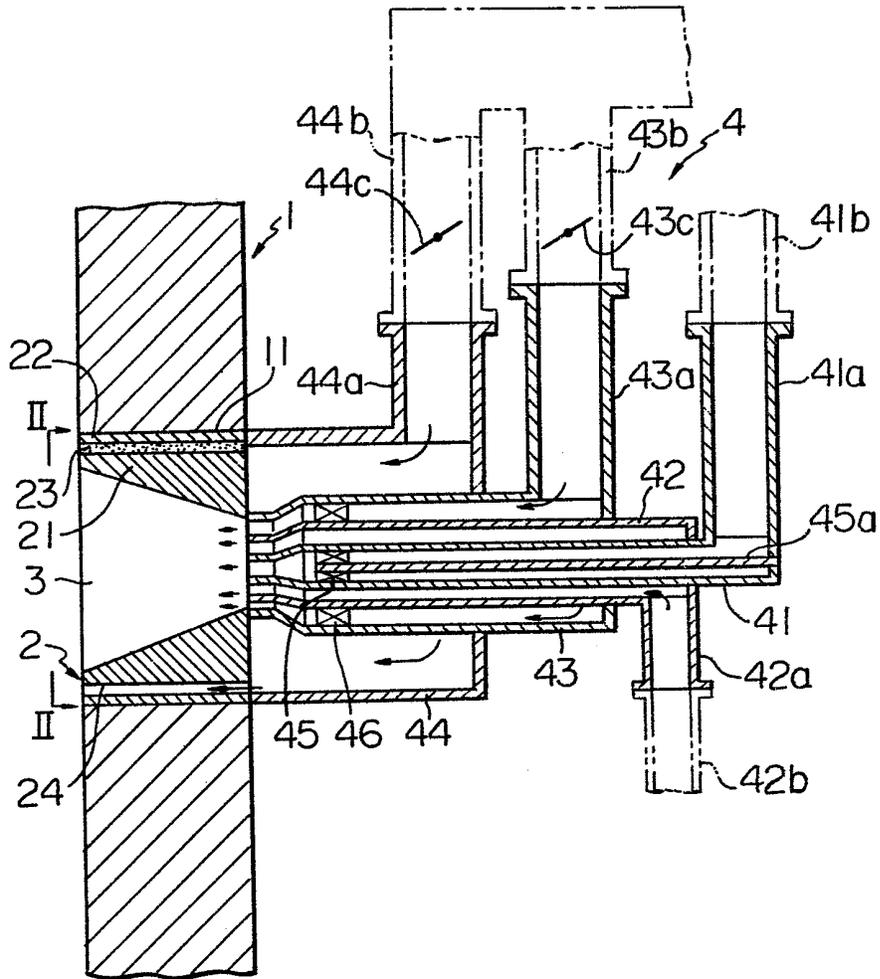
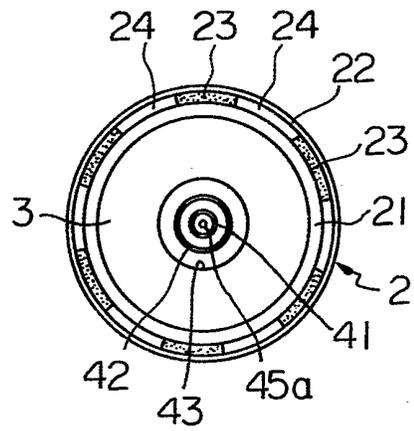


Fig. 2



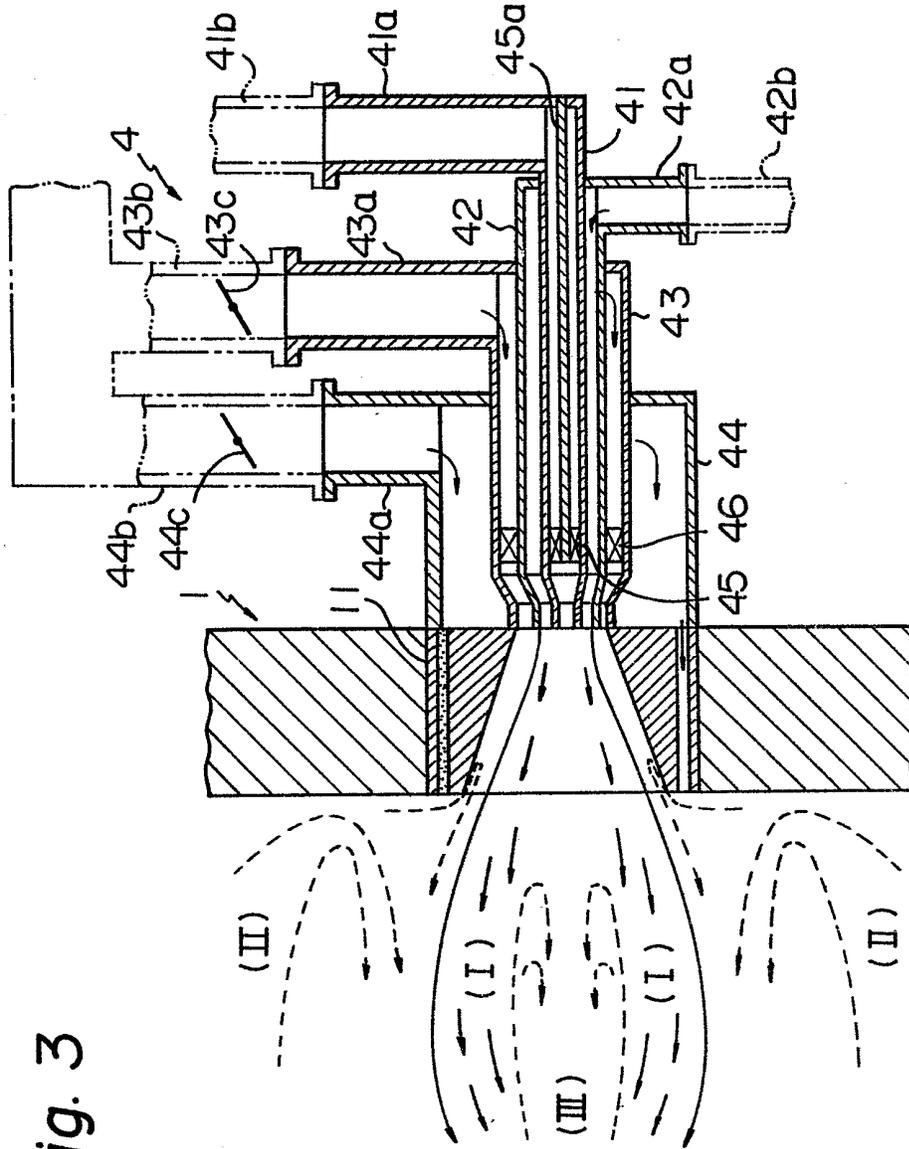


Fig. 3