



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1999/10/07  
 (41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2000/04/13  
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2008/08/26  
 (30) Priorité/Priority: 1998/10/13 (FR98 128 24)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F23D 14/58* (2006.01),  
*C21D 9/00* (2006.01), *F23C 5/14* (2006.01),  
*F23D 14/22* (2006.01), *F23D 14/56* (2006.01),  
*F27B 9/36* (2006.01), *F27D 23/00* (2006.01),  
*C21D 1/52* (2006.01), *F27B 9/20* (2006.01)

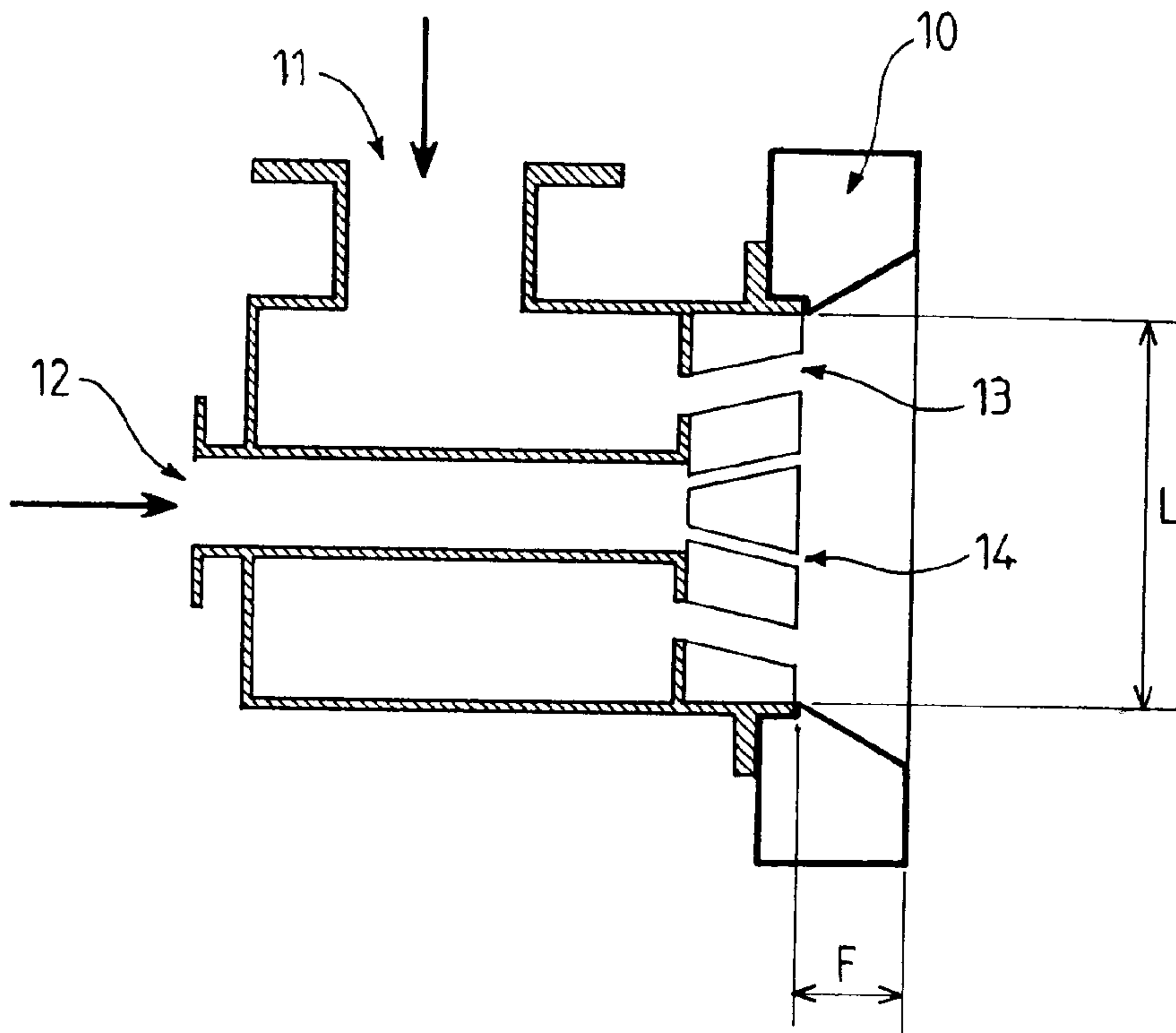
(72) Inventeurs/Inventors:  
 GIRAUD, PATRICK, FR;  
 MONTGERMONT, JEAN-CLAUDE, FR;  
 PAHMER, FRANCOIS, FR

(73) Propriétaire/Owner:  
 STEIN HEURTEY, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

(54) Titre : BRULEUR A COMBUSTIBLE FLUIDE NOTAMMENT POUR FOURS DE RECHAUFFAGE DE PRODUITS  
 SIDERURGIQUES

(54) Title: LIQUID FUEL BURNER, NOTABLY FOR IRON AND STEEL PRODUCT REHEATING FURNACES



(57) Abrégé/Abstract:

Brûleur à combustible fluide caractérisé en ce qu'il est muni d'un tunnel de combustion, présentant une forme élargie, munie d'orifices d'injection de comburant et de carburant sensiblement parallèles au grand axe de symétrie dudit tunnel, la forme intérieure de ce dernier ainsi que l'orientation des orifices d'injection en carburant et en comburant étant choisies de manière à créer une différence de répartition des produits de combustion et des fumées recyclées, produisant une flamme étalée assurant une répartition homogène du flux thermique.

## ABREGE

Brûleur à combustible fluide caractérisé en ce qu'il est muni d'un tunnel de combustion, présentant une forme élargie, munie d'orifices d'injection de  
5 comburant et de carburant sensiblement parallèles au grand axe de symétrie dudit tunnel, la forme intérieure de ce dernier ainsi que l'orientation des orifices d'injection en carburant et en comburant étant choisies de manière à créer une différence de répartition des produits de combustion et des fumées recyclées, produisant une flamme étalée assurant une répartition homogène du flux  
10 thermique.

5 **Brûleur à combustible fluide notamment pour fours de réchauffage de produits sidérurgiques**

10 La présente invention concerne un brûleur à combustible fluide notamment pour fours de réchauffage de produits sidérurgiques. Le but de cette invention est la conception d'un brûleur à flamme étalée grâce auquel on améliore la répartition des flux thermiques générés par ladite flamme, afin de réduire l'hétérogénéité de température induite dans les produits à réchauffer.

15 On sait que les fours de traitement thermique, notamment de réchauffage, de maintien sont destinés à porter des produits, notamment des brames, blooms et similaires, aux températures requises par exemple pour un laminage ou en vue de l'obtention d'une structure métallurgique donnée.

20 Il est également connu que la qualité du traitement d'un produit, par exemple un laminage ou un traitement thermique, exige une température précise et homogène à l'intérieur du produit, cette température dépendant du type de traitement souhaité ou de la composition chimique du produit à traiter.

25 Par exemple, dans les fours de réchauffage de produits métallurgiques, le niveau de température moyen est obtenu en faisant passer les produits dans des zones dites de chauffage qui sont caractérisées par un apport thermique important dans un temps relativement court, ce qui engendre une grande hétérogénéité thermique dans les produits réchauffés. Afin d'obtenir une homogénéité de température requise pour leur traitement ultérieur, les produits sortant des zones de chauffage traversent une zone d'égalisation dans laquelle l'apport de chaleur est très faible, ce qui permet d'obtenir une égalisation des températures au sein des produits.

35 Sur la figure 1 des dessins annexés, on a représenté de façon schématique, en élévation latérale et en coupe verticale, un exemple de réalisation d'un four de

réchauffage de produits sidérurgiques de type connu. Ce four est du type à chauffage inférieur et supérieur.

Comme on le voit sur la figure 1, les produits à réchauffer, désignés par la référence  
5 1 sont supportés et transportés à l'intérieur du four par un système de longerons fixes 2 et mobiles 3, les longerons mobiles 3 étant déplacés grâce aux actions combinées d'un châssis de translation 4 et d'un châssis de levage 5 conférant aux produits 1 un mouvement à pas de pèlerin de manière à les entraîner de l'entrée vers la sortie du four. Il s'agit là d'un système bien connu de l'homme de l'art, qui ne  
10 fait pas partie de la présente invention et qu'il est donc inutile de décrire en détail.

Le four est constitué d'une enceinte calorifugée 6, comportant respectivement des zones de chauffage et des zones d'égalisation et sur laquelle sont disposés des brûleurs de chauffage supérieurs 7 et inférieurs 7' ainsi que des brûleurs  
15 d'égalisation 8 implantés dans la voûte du four ainsi qu'on le voit clairement sur la figure 1. Dans cet exemple de réalisation, les brûleurs des zones de chauffage 7 et 7' qui sont implantés sur les parois latérales du four sont des brûleurs à flammes axisymétriques, à développement axial. Les produits à traiter sont placés dans un plan horizontal parallèle aux axes des brûleurs. Ces derniers peuvent être implantés  
20 soit dans un plan situé au-dessus du plan du lit des produits (brûleurs supérieurs 7), soit dans un plan situé en dessous du plan du lit des produits (brûleurs inférieurs 7'). La hauteur de l'enceinte 6 du four est définie par la distance séparant le plan des produits 1 de la sole du four et par la distance séparant le plan desdits produits de la voûte du four. Cette hauteur est déterminée en fonction des caractéristiques et des  
25 dimensions de la flamme des brûleurs 7 et 7' implantés dans les parois latérales du four.

Sur la figure 2 des dessins annexés, on a représenté de façon schématique, la répartition du flux thermique produit par les brûleurs 7, 7' à flammes axisymétriques  
30 à développement axial. Sur cette figure, la référence B désigne un brûleur, P le plan du lit de produits et I l'image des flux thermiques transmis. On voit que le flux thermique présente des hétérogénéités dans les plans verticaux perpendiculaires et parallèles à l'axe de la flamme. Ces hétérogénéités sont provoquées par le

développement progressif de la combustion à la racine de la flamme ou par la présence de zones chaude dans cette flamme, caractéristiques de ce type de brûleur connu.

5 Dans cet exemple de réalisation, le four comporte également des brûleurs 8 implantés sur la voûte du four dans les zones d'égalisation de ce dernier. Il s'agit de brûleurs à flammes à faible impulsion axiale et à forte mise en rotation de la flamme (« swirl » important). Le flux thermique transmis aux produits à réchauffer est constant sur un certain diamètre, dans un plan perpendiculaire à l'axe du brûleur 8 et parallèle au lit de produits 1. Ces brûleurs génèrent des hétérogénéités thermiques limitées dans ces produits, cependant la surface d'échange radiatif homogène créée par chaque brûleur se limite à une faible surface unitaire, ce qui nécessite la mise en place d'un nombre important de brûleurs tels que 8 pour assurer un réchauffage homogène de toute la surface des produits. On a schématisé sur la figure 3, l'implantation des brûleurs 8 dans la voûte du four. Sur cette figure, la référence Z désigne la zone principale de chauffage de chaque brûleur 8 sur la voûte du four, Pv désigne le plan de la voûte du four et Ip désigne l'image des flux thermiques transmis sur le plan du lit de produits.

20 Enfin, les brûleurs inférieurs 7' qui sont implantés sous le plan des produits 1 ne peuvent être remplacés par des brûleurs à faible impulsion axiale et forte mise en rotation de la flamme car leur implantation dans la sole du four est impossible en raison de la présence des équipements de supportage des produits et des chutes d'une partie des oxydes qui se forment lors du réchauffage à la surface de ces produits. Les brûleurs inférieurs tels que 7' des zones d'égalisation ne peuvent donc être que des brûleurs à flammes axisymétriques, à développement axial, malgré les défauts de répartition de flux thermiques inhérents à ce type de brûleur.

30 Il résulte clairement de ce qui précède que l'obtention d'une bonne homogénéité de température des produits réchauffés dans un four de réchauffage de produits métallurgiques ou dans un four de traitement thermique, est limitée par la technologie actuelle des brûleurs du type à flammes axisymétriques à développement axial, ou qu'elle n'est possible que partiellement par la mise en

place, complexe et coûteuse, d'un nombre important de brûleurs du type à faible impulsion axiale et à fort mouvement rotatif de la flamme sur la voûte du four.

Partant de cet état de la technique, la présente invention se propose d'apporter un brûleur limitant les hétérogénéités de distribution du flux thermique dans des plans 5 verticaux parallèles et perpendiculaires à l'axe de la flamme, en étalant la surface d'échange entre la flamme et le plan du lit des produits à traiter.

Afin de bien faire comprendre le résultat rendu possible par la présente invention, on 10 se réfère à la figure 4 qui représente la répartition du flux thermique de la flamme d'un brûleur réalisée conformément aux dispositions de la présente invention. Comme sur la figure 2, la référence B désigne le brûleur, la référence P désigne le plan du lit des produits et la référence I l'image des flux thermiques transmis. Cette 15 figure 4 fait clairement apparaître que le brûleur selon l'invention développe une flamme étalée parallèlement au lit des produits et dont le flux est préférentiellement dans le plan du grand axe de symétrie du tunnel, parallèle au plan des produits. Une comparaison entre cette figure 4 et la figure 2 commentée ci-dessus fait clairement 20 apparaître le progrès technique apporté par l'invention vis-à-vis des brûleurs selon la technique antérieure.

Le résultat ainsi illustré est atteint par un brûleur selon la présente invention qui est 25 essentiellement caractérisé en ce qu'il est muni d'un tunnel de combustion présentant une forme élargie, muni d'orifices d'injection de comburant et de carburant, sensiblement parallèles au grand axe de symétrie dudit tunnel, la forme intérieure de ce dernier ainsi que l'orientation des orifices d'injection en carburant et 30 en comburant étant choisies de manière à créer une différence de répartition des produits de combustion et des fumées recyclées, produisant une flamme étalée assurant une répartition homogène du flux thermique.

Selon la présente invention, ledit tunnel de combustion présente une forme 30 rectangulaire, ovale, ou toute combinaison de ces deux formes.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les axes des orifices d'injection du comburant et/ou du carburant sont situés dans des plans sensiblement parallèles au plan des produits à traiter.

- 5 Selon un mode de réalisation non limitatif de l'invention, le brûleur comporte :
- d'une part, une alimentation en comburant munie de canaux d'injection débouchant dans le tunnel de combustion par l'intermédiaire desdits orifices d'injection, ces derniers étant répartis autour de l'axe du brûleur et ayant des axes qui sont situés dans des plans sensiblement parallèles au plan des produits à traiter et,
  - 10 - d'autre part, une alimentation en carburant disposée centralement et munie de canaux d'injection qui sont répartis autour de l'axe du brûleur, leurs axes étant situés dans des plans sensiblement parallèles au plan des produits.

15 Selon l'invention, les canaux d'injection débouchent dans le tunnel par les orifices d'injection de carburant ou, dans le cas où l'invention est appliquée à des brûleurs à cannes d'injection de carburant séparées, les canaux et les orifices d'injection de carburant sont situés dans la canne d'injection.

20 Grâce à ces caractéristiques, on obtient une mise en rotation faible ou nulle des gaz ce qui assure une répartition du flux thermique sur une surface importante (ou inversement), la flamme, à la sortie du tunnel de combustion se développant préférentiellement dans le plan du grand axe de symétrie du tunnel, sensiblement parallèlement au plan des produits.

25 Selon un autre mode de réalisation, le brûleur comporte des moyens de modulation de la surface sur laquelle est répartie la flamme du brûleur, ces moyens pouvant être réalisés en délivrant le comburant et/ou le carburant en au moins deux groupes séparés.

30 L'invention vise également un four muni de brûleurs présentant les caractéristiques définies ci-dessus, notamment un four de réchauffage de produits sidérurgiques. Ce four peut comporter une paroi radiante ou paroi d'échange, disposée sensiblement parallèlement au plan des produits à traiter, en regard du plan d'étalement des

flammes des brûleurs. Ces brûleurs sont disposés de façon que le plan d'étalement de la flamme soit sensiblement parallèle à l'une des parois du four. Selon l'invention, les brûleurs peuvent être implantés sur les parois latérales du four, sur l'une au moins de ces parois frontales, au dessus et/ou au dessous du plan des produits à traiter.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-après en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif.

Sur les dessins :

- La figure 1, qui a été discutée ci-dessus, représente en élévation latérale et coupe verticale, un exemple de réalisation d'un four auquel peut s'appliquer la présente invention ;

- La figure 2 illustre la répartition du flux thermique produit par des brûleurs actuellement connus, du type discuté ci-dessus ;

- La figure 3, discutée ci-dessus, est un schéma illustrant la répartition des brûleurs de voûte prévus dans les zones d'égalisation du four connu illustré par la figure 1 ;

- La figure 4 représente la répartition du flux thermique de la flamme d'un brûleur selon la présente invention ,

- La figure 5 est une vue schématique du brûleur selon un premier exemple de réalisation de l'invention, en coupe par un plan parallèle aux plans P et PS de la figure 6 ;

- La figure 6 est une vue de ce même brûleur, depuis l'intérieur du four et,

- La figure 7 est une vue similaire à la figure 5 illustrant un second exemple de réalisation du brûleur, objet de la présente invention.

On se réfère aux figures 5 et 6 qui illustrent un premier exemple de réalisation d'un brûleur selon la présente invention. On voit que ce brûleur comporte un tunnel de combustion 10, de forme élargie, rectangulaire dans l'exemple de réalisation non limitatif illustré par ces figures, de dimensions L et H et dont le grand axe de symétrie compris dans le plan PS est disposé sensiblement parallèlement au plan P des produits 1 à traiter. Bien entendu, il ne s'agit là que d'une forme de réalisation qui ne présente aucun caractère limitatif, le tunnel de combustion 10 pouvant être réalisé suivant toute autre forme élargie, telle que par exemple ovale ou toute combinaison d'une forme ovale et d'une forme rectangulaire avec un rapport L/H supérieur à 1.

Les parois du tunnel de combustion 10 peuvent être évasées sur la profondeur F comme illustré par la figure 5.

L'alimentation en carburant, du gaz dans cet exemple de réalisation non limitatif, est raccordée au brûleur en 12, ce carburant étant injecté par l'intermédiaire d'orifices 14. L'alimentation en comburant, de l'air dans cet exemple de réalisation non limitatif, est raccordée au brûleur en 11, l'injection en comburant s'effectuant par l'intermédiaire d'orifices 13.

Les canaux d'injection de carburant et de comburant sont répartis autour de l'axe du brûleur. Leurs axes sont disposés dans des plans sensiblement parallèles au plan PS afin d'assurer une distribution privilégiée de chaque fluide qui provoque l'étalement de la flamme dans un plan sensiblement parallèle aux plans PS et P.

Le brûleur produit ainsi à la sortie du tunnel 10, une flamme étalée avec une répartition homogène du flux thermique dans un plan sensiblement parallèle au plan PS. La répartition du flux thermique obtenue est conforme à la représentation de la figure 4.

Selon une autre caractéristique de la présente invention, le brûleur peut être muni de dispositifs de modulation de la surface sur laquelle est réparti le flux thermique

de la flamme de ce brûleur. Un exemple de réalisation d'un tel dispositif est illustré par la figure 7.

Sur cette figure, on retrouve les différentes parties constitutives du brûleur selon l'invention tel que décrit ci-dessus en référence aux figures 5 et 6. Dans cette variante qui ne présente aucun caractère limitatif, le comburant est délivré en deux groupes séparés 11A et 11B alimentant respectivement deux groupes de canaux d'injection séparés 13A et 13B, les axes des canaux d'injection 13A et 13B sont sensiblement parallèles au plan PS. Les deux groupes de canaux peuvent être inclinés par rapport à l'axe du brûleur, de façon identique ou différente.

La modulation du rapport des débits et des pressions des deux flux de comburant passant par les deux groupes de canaux d'injection 13A et 13B permet de moduler la surface sur laquelle s'étale la flamme. Bien entendu, la même disposition peut être adoptée en ce qui concerne l'alimentation en carburant, celle-ci pouvant être réalisée également en groupes séparés afin de contrôler et de moduler la surface sur laquelle est distribué le flux thermique du brûleur.

Le brûleur objet de la présente invention et décrit ci-dessus peut équiper notamment un four de réchauffage de produits sidérurgiques, un four de maintien ou un four de traitement thermique étant entendu que ces exemples d'application n'ont aucun caractère limitatif. Les brûleurs sont disposés dans ces fours de manière que le plan d'étalement de leur flamme soit sensiblement parallèle à l'une des parois du four afin d'obtenir une paroi rayonnante sensiblement parallèle au plan des produits à traiter.

Les brûleurs objet de la présente invention peuvent être implantés sur les parois latérales d'un four tels que représentés sur la figure 1, au dessus et ou en dessous du plan P des produits tel qu'illustré en 7 et 7' sur cette figure 1, afin de réchauffer lesdits produits de façon homogène sur leurs faces supérieures et inférieures.

Les brûleurs selon l'invention peuvent également être disposés sur l'une au moins des parois frontales du four, au dessus et/ou en dessous du plan P des produits à

traiter. La figure 8 illustre plusieurs exemples connus d'implantation frontale de brûleurs dans un four de réchauffage du type selon la figure 1. Les brûleurs 15 peuvent être implantés sur les parois d'extrémités du four, au dessus ou au dessous du plan P des produits, les brûleurs 16 peuvent être implantés en tous points de la longueur du four, au dessous du plan P des produits et les brûleurs 17 peuvent être implantés en tous points de la longueur du four, au dessus du plan P des produits.

Ainsi qu'on le comprend, la présente invention apporte un brûleur à flamme étalée permettant de limiter le gradient de température à la surface des produits qui sont positionnés dans le four muni de tels brûleurs et, par conséquent, dans leur masse, à quantité de chaleur transmise identique. La diminution des hétérogénéités de distribution du flux thermique dans des plans verticaux parallèles et perpendiculaires à l'axe de la flamme, obtenue par l'étalement de la surface d'échange entre la flamme et le plan du lit des produits permet notamment :

- de réduire la durée de la phase d'égalisation des températures des produits, donc la longueur de la zone des fours de réchauffage dans laquelle cette égalisation de température est opérée.
- de limiter les risques de surchauffe localisée du produit grâce à l'absence de zone chaude ou de point chaud dans la flamme. Cette caractéristique permet l'amélioration de l'état métallurgique final du produit traité.
- de répartir la combustion sur une surface plus importante, ce qui permet de mieux contrôler le mélange de ces fluides donc la composition de l'atmosphère du four et des fumées. Ceci réduit les émissions de polluants générés par la combustion et réduit la formation d'oxydes à la surface des produits réchauffés.
- de réduire la hauteur du laboratoire du four grâce à la réduction de la dimension de la flamme perpendiculairement au plan des produits ou à la réduction du nombre de brûleurs.
- de remplacer un nombre important de brûleurs implantés sur la voûte du four par un nombre plus réduit de brûleurs implantés sur les parois du four. Le circuit de distribution de carburant et de comburant est plus réduit et il est réalisé pour un coût plus faible.

Les avantages mentionnés ci-dessus concernent les faces supérieure et inférieure du produit, le brûleur objet de la présente invention pouvant être implanté dans des plans situés soit au dessus, soit au dessous des produits comme on l'a vu ci-dessus en référence à la figure 1.

5

Il demeure bien entendu que la présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation décrits et/ou représentés ici mais qu'elle en englobe toutes les variantes.

## REVENDEICATIONS

1. Brûleur à combustible fluide du type à flamme axisymétrique à développement axial muni d'un tunnel de combustion et de canaux d'injection de comburant et de carburant répartis autour de l'axe du brûleur, dans lequel ledit tunnel de combustion présente une forme élargie de dimensions L et H avec un rapport L/H supérieur à 1, avec un grand axe de symétrie compris dans un plan PS et disposé sensiblement parallèlement à un plan P de produits à traiter, les axes des canaux d'injection de comburant sont sensiblement parallèles au plan PS et sont inclinés par rapport à l'axe du brûleur, de manière à créer une différence de répartition des produits de combustion et des fumées, produisant une flamme étalée assurant une répartition homogène d'un flux thermique parallèlement au plan PS.
2. Le brûleur selon la revendication 1, dans lequel ledit tunnel de combustion a une forme rectangulaire.
3. Le brûleur selon la revendication 1, dans lequel ledit tunnel de combustion a une forme ovale.
4. Le brûleur selon la revendication 1, dans lequel la forme dudit tunnel de combustion est une combinaison quelconque de formes rectangulaire et ovale.
5. Le brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les axes des canaux d'injection de carburant sont situés dans des plans sensiblement parallèles au plan P des produits à traiter.
6. Brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant une alimentation en carburant disposée centralement et munie de canaux d'injection qui sont répartis autour de l'axe du brûleur, les axes desdits

canaux d'injection étant situés dans des plans sensiblement parallèles au plan P des produits à traiter.

5 7. Le brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les canaux d'injection de carburant débouchent dans le tunnel de combustion par des orifices d'injection.

10 8. Le brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, du type à canne d'injection de carburant séparée, les canaux d'injection de carburant étant situés dans une canne d'injection.

15 9. Le brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel au moins l'un de: i) le comburant et ii) le carburant est délivré en au moins deux groupes séparés.

20 10. Le brûleur selon la revendication 9, dans lequel le comburant est délivré en deux groupes séparés alimentant respectivement deux groupes de canaux d'injection, les axes desdits canaux d'injection étant sensiblement parallèles au plan P des produits à traiter.

11. Le brûleur selon la revendication 10, dans lequel les deux groupes de canaux d'injection sont inclinés par rapport à l'axe du brûleur.

25 12. Le brûleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel les parois du tunnel de combustion sont évasées sur sa profondeur.

30 13. Four de réchauffage de produits sidérurgiques, équipé de brûleurs selon l'une quelconque des revendications 1 à 12.

14. Le four selon la revendication 13, comportant une paroi radiante disposée sensiblement parallèlement au plan PS des produits à traiter, en regard d'un plan d'étalement des flammes desdits brûleurs.

5 15. Le four selon l'une quelconque des revendications 13 et 14, dans lequel lesdits brûleurs sont disposés de manière que le plan d'étalement de la flamme soit sensiblement parallèle à l'une des parois du four.

10 16. Le four selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, dans lequel les brûleurs sont implantés sur ses parois latérales, à au moins une position parmi: i) au-dessus et ii) en dessous du plan P des produits à traiter.

15 17. Le four selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, comportant également des brûleurs disposés sur l'une au moins de ses parois frontales, à au moins une position parmi: i) au-dessus et ii) en dessous du plan P des produits à traiter.

20 18. Le brûleur selon la revendication 11, dans lequel les deux groupes de canaux d'injection sont inclinés par rapport à l'axe du brûleur de façon identique.

19. Le brûleur selon la revendication 11, dans lequel les deux groupes de canaux d'injection sont inclinés par rapport à l'axe du brûleur de façon différente.

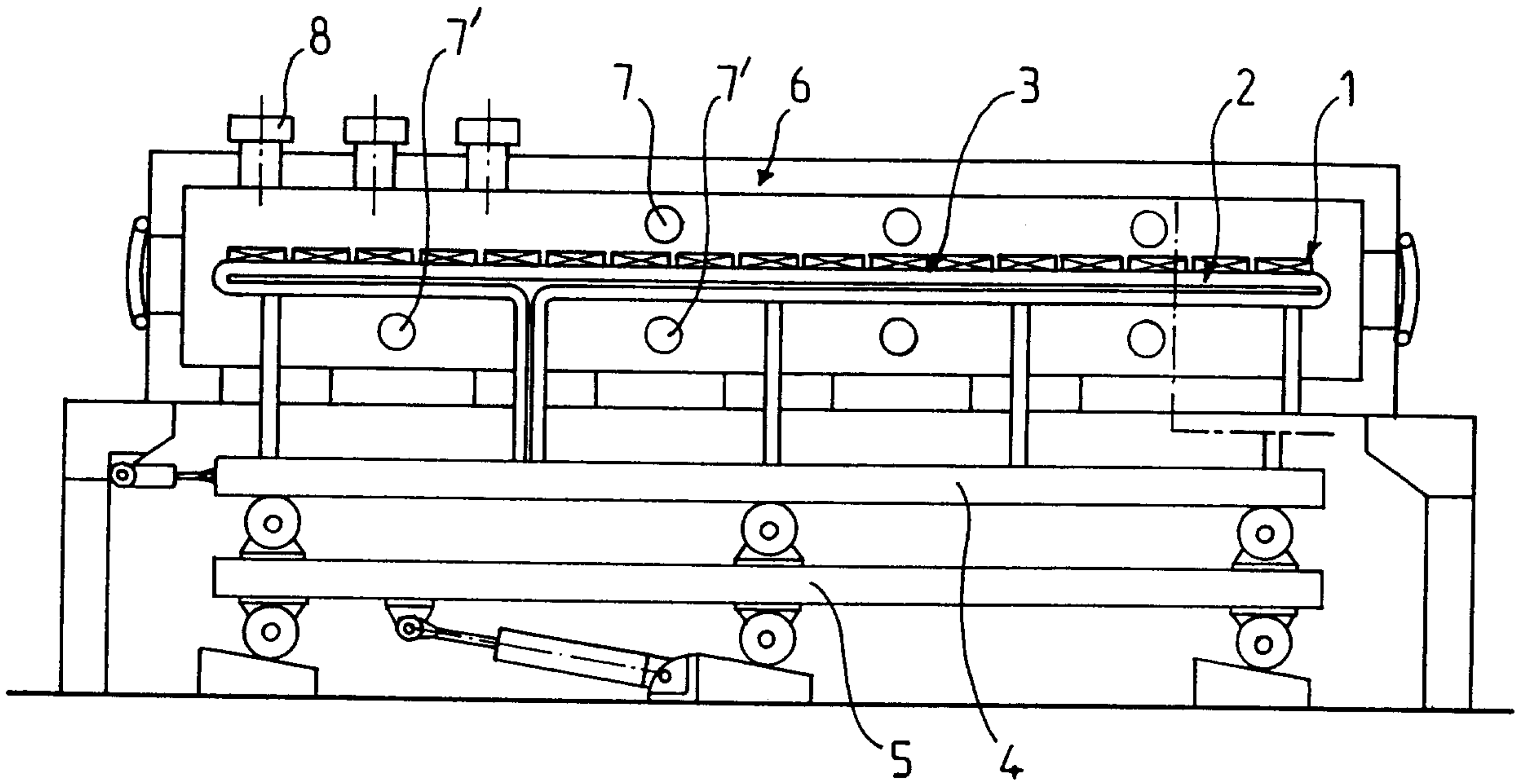


FIG. 1

ART ANTERIEUR

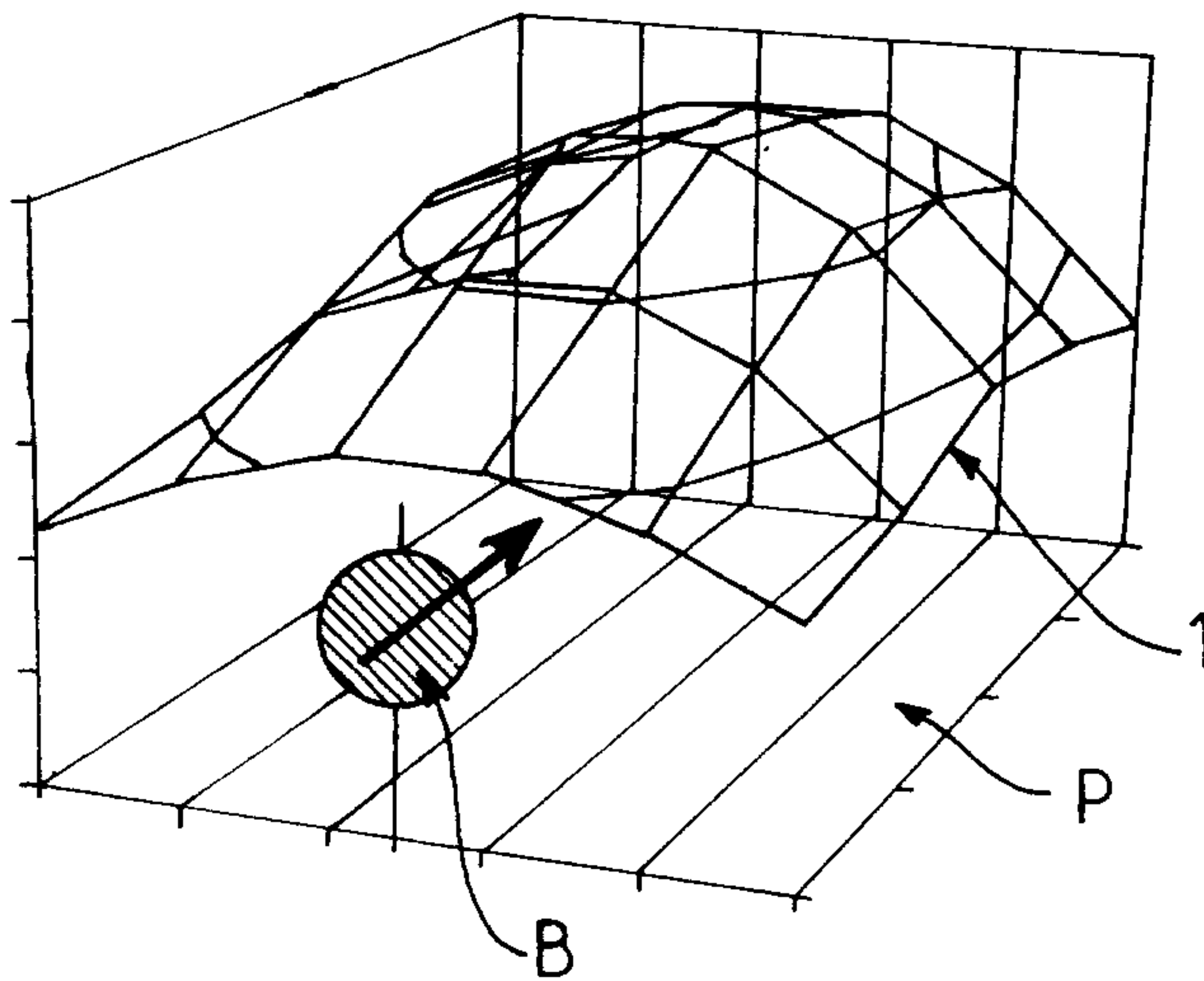


FIG. 2

ART ANTERIEUR

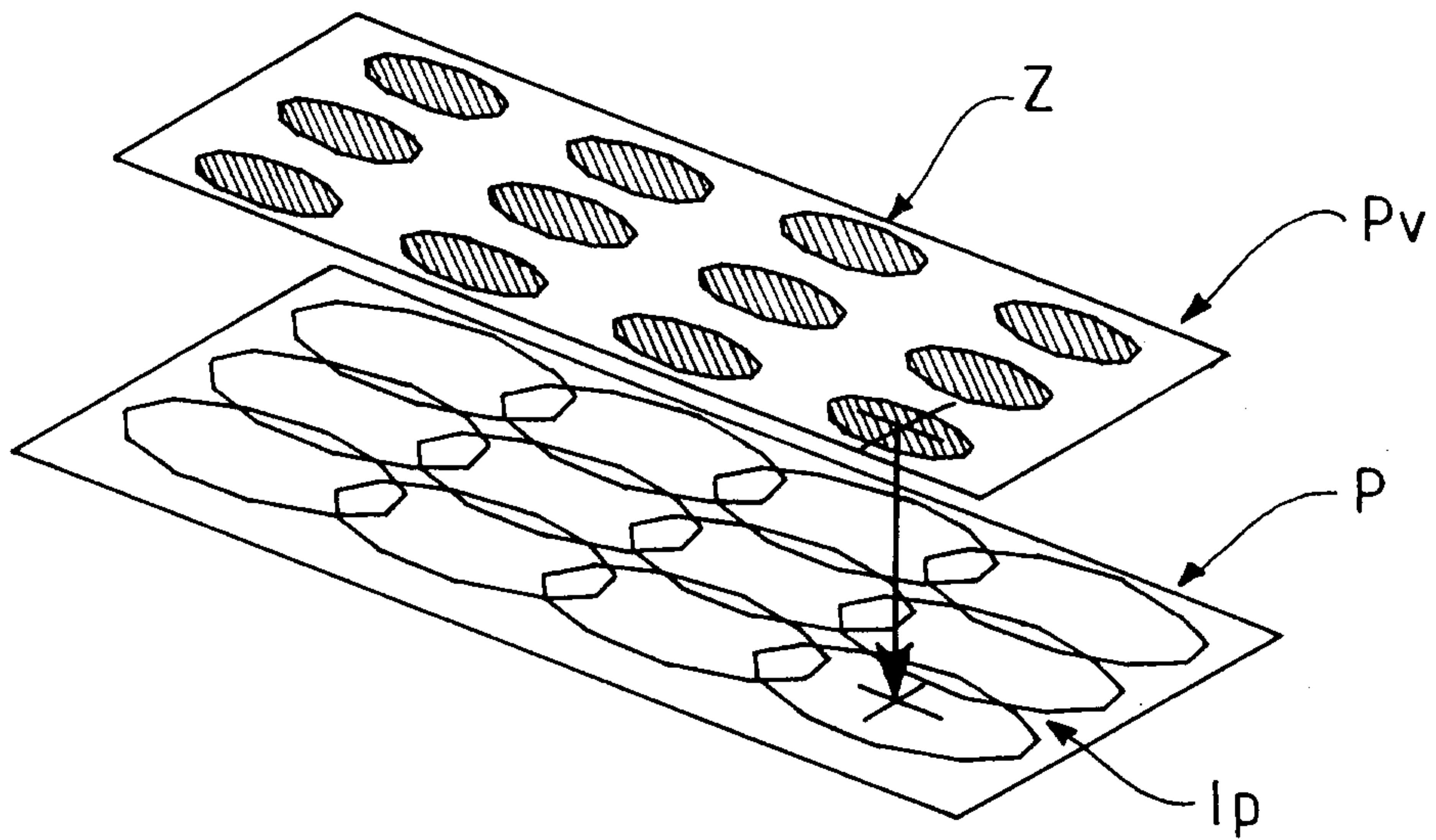


FIG. 3

ART ANTERIEUR

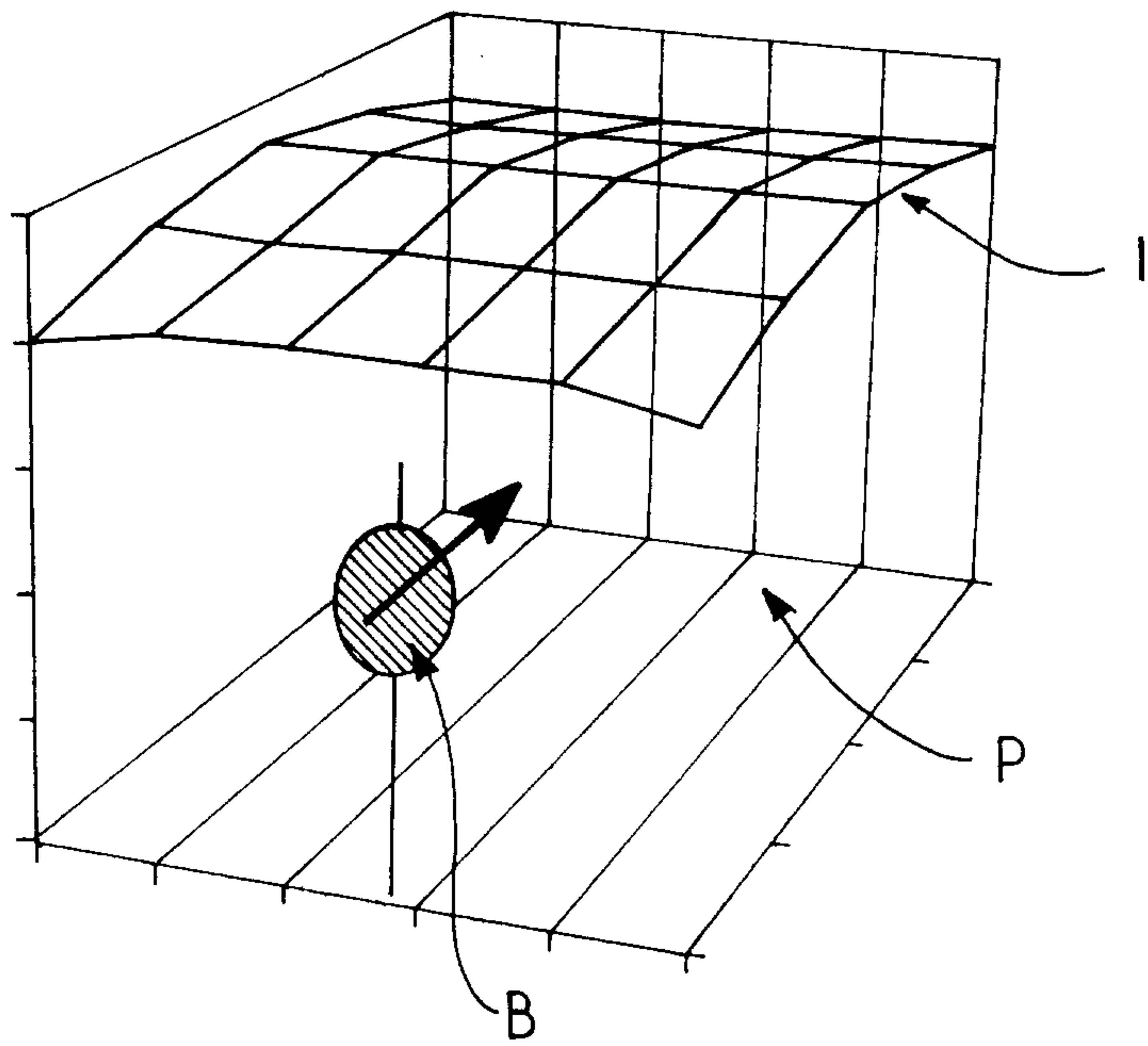


FIG. 4

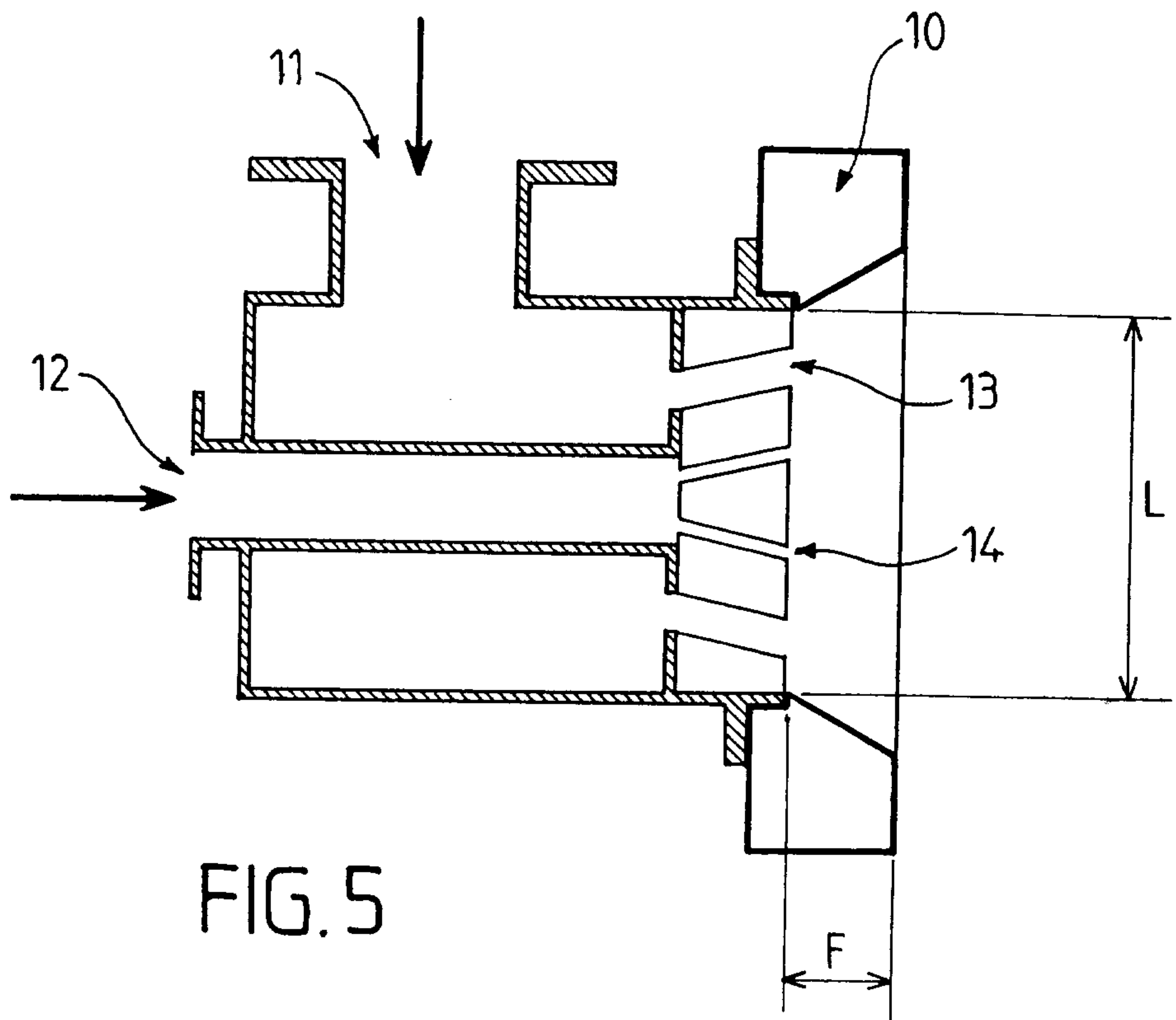


FIG. 5

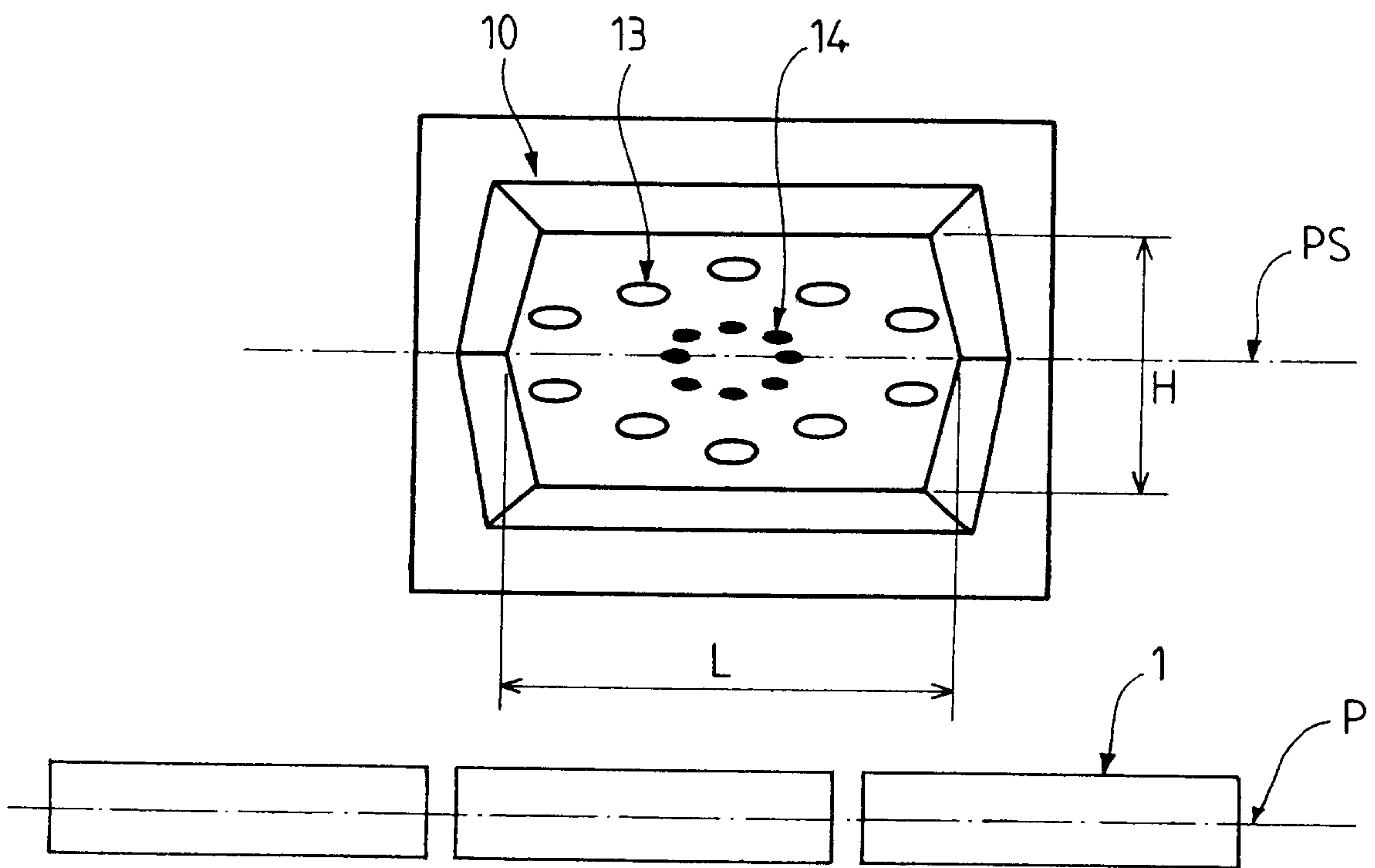


FIG. 6

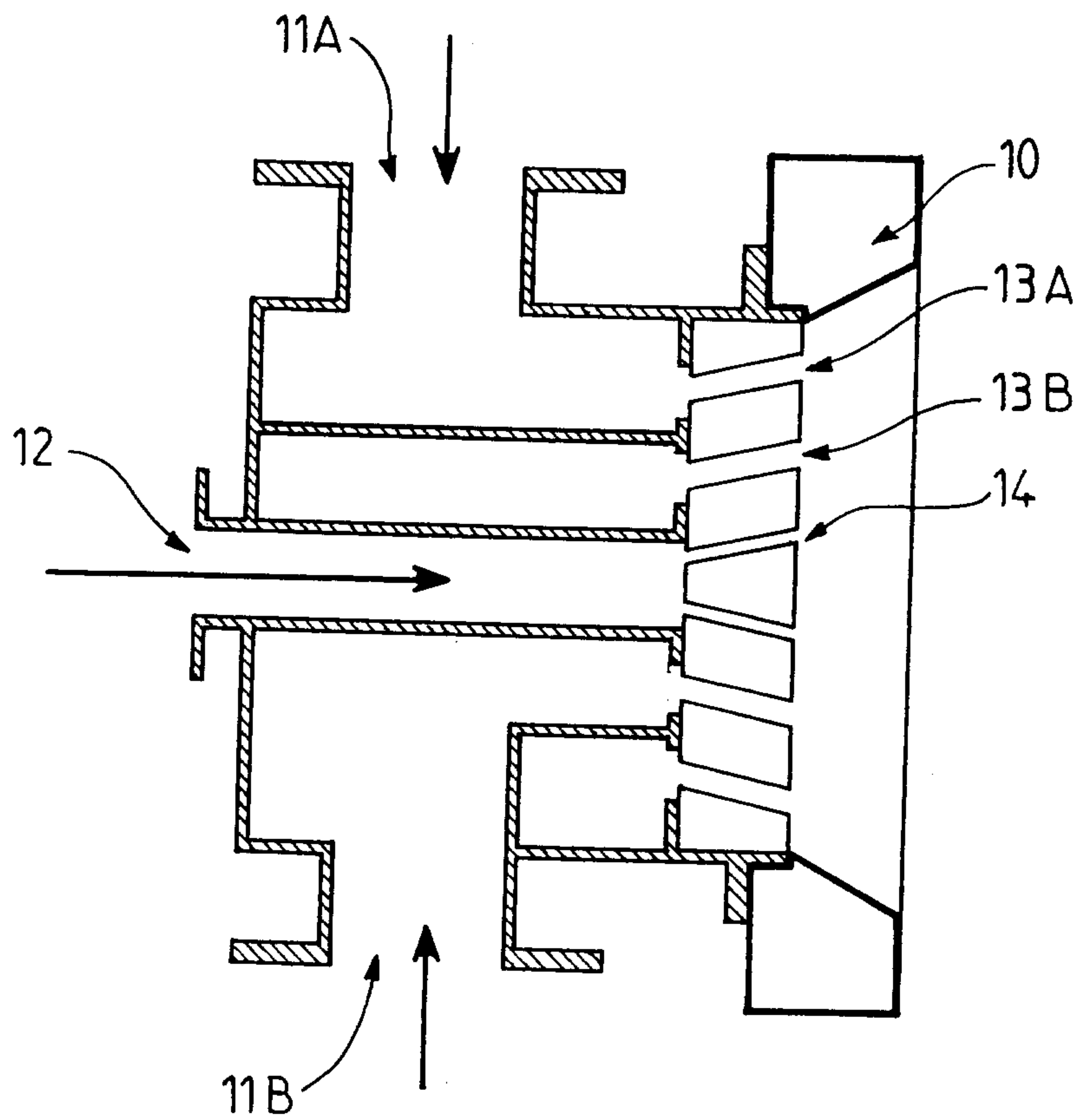


FIG. 7

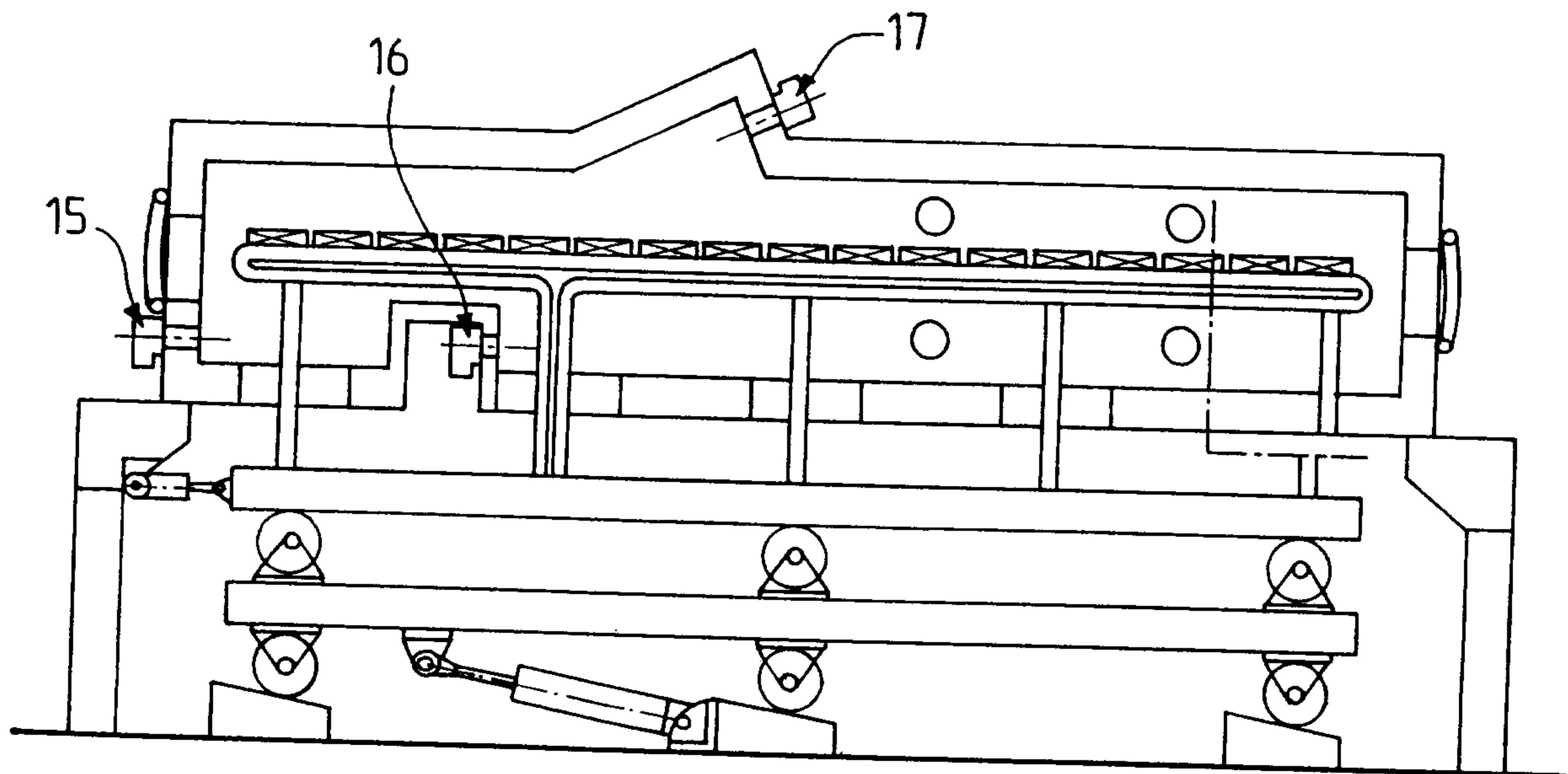


FIG. 8

