



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Int. Cl.³: H 02 K 44/04

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



FASCICULE DU BREVET A5

(11)

633 660

(21) Numéro de la demande: 9540/79

(22) Date de dépôt: 24.10.1979

(30) Priorité(s): 15.11.1978 FR 78 32279

(24) Brevet délivré le: 15.12.1982

(45) Fascicule du brevet
publié le: 15.12.1982

(73) Titulaire(s):
Novatome, Le Plessis Robinson (FR)

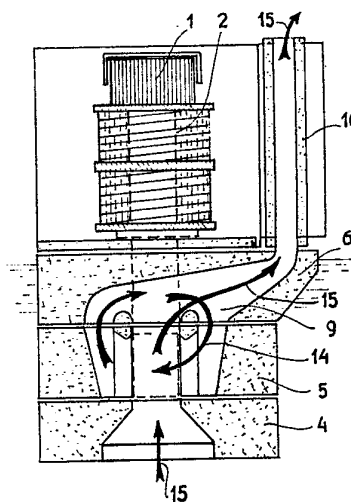
(72) Inventeur(s):
Henri Carbonnel, Antony (FR)
Richard Deshais, Paris (FR)

(74) Mandataire:
Bovard & Cie., Bern

(54) Pompe à conduction pour métal liquide.

(57) Cette pompe comporte un circuit magnétique (1) pour la création d'un champ magnétique dans la veine de métal liquide circulant dans un conduit (9, 10) et une spire (14) remplie de métal liquide pour l'amenée d'un courant électrique perpendiculaire au champ magnétique dans la veine de métal liquide. La spire est disposée au niveau de l'entrefer du circuit magnétique perpendiculairement au champ dans cet entrefer, entourant au moins partiellement le circuit magnétique de façon que le courant électrique soit engendré dans la spire par le circuit. La spire est constituée au moins partiellement par le conduit de circulation lui-même.

La pompe peut être utilisée en particulier pour le transport d'aluminium liquide par pompage.



REVENDEICATIONS

1. Pompe à conduction pour métal liquide, comportant une partie en matériau réfractaire destinée à être immergée dans le métal liquide et ménageant un conduit pour la circulation de ce métal sous l'effet d'un champ magnétique et d'un courant électrique perpendiculaires entre eux à l'endroit où ils traversent la veine de métal limitée par le conduit, le champ magnétique étant engendré dans l'entrefer d'un circuit magnétique et le courant étant amené à la veine de métal liquide par une spire renfermant le métal liquide, en communication directe avec le conduit de circulation au niveau de l'entrefer, disposée perpendiculairement au champ dans cet entrefer et entourant au moins partiellement le circuit de façon que le courant électrique soit engendré dans la spire par le circuit, caractérisée par le fait que le champ magnétique (16) dans l'entrefer (3) est horizontal et que la spire verticale (14) est constituée au moins partiellement par la conduit de circulation (8-9) lui-même, disposé verticalement au niveau de l'entrefer (3).

2. Pompe à conduction pour métal liquide selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la partie destinée à être immergée de la pompe est constituée d'un empilement d'un ensemble de pièces (4-5-6) en matériau réfractaire comportant des évidements (7-8-9) constituant le conduit de circulation du métal liquide et ayant une structure interne ménageant une spire (14) pour le métal liquide entourant la zone d'entrefer (3) du circuit magnétique (1).

3. Pompe à conduction suivant la revendication 1, caractérisée par le fait que la spire (14) est constituée partiellement par une pièce en matériau réfractaire (21) démontable disposée à l'intérieur de la partie destinée à être immergée de la pompe et évidée à sa partie centrale de façon à réaliser une partie (8) du conduit de circulation du métal liquide.

4. Pompe à conduction suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 et 3, caractérisée par le fait que, dans sa partie opposée à celle où s'effectue l'amenée du courant électrique à la veine du métal, la spire (14) est constituée par une partie (9) du conduit de circulation, à l'intérieur duquel se referme la boucle de circulation du courant électrique.

5. Pompe à conduction suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 et 3, caractérisée par le fait que, dans sa partie opposée à celle où s'effectue l'amenée du courant électrique à la veine de métal, la spire est constituée par un ou plusieurs conduits (25-26) séparés du conduit (9) de circulation du métal liquide.

L'invention concerne une pompe à conduction pour métal liquide, c'est à dire une pompe où le métal liquide est mis en circulation sous l'effet d'un champ magnétique et d'un courant électrique perpendiculaires entre eux traversant la veine de métal.

De telles pompes à conduction utiles pour le transport de métal liquide, par exemple d'aluminium, comportent généralement un circuit magnétique pour la création du champ traversant la veine de métal et une spire en matériau réfractaire à l'intérieur de laquelle se trouve du métal liquide en contact électrique avec la veine de métal à mettre en circulation, au niveau de la zone soumise au champ magnétique.

Un courant est induit dans la veine de métal liquide par un second circuit magnétique dont une branche est entourée par la spire constituée d'un bloc réfractaire remplie de métal liquide.

Pour engendrer le champ magnétique et induire le courant dans la spire, chacun des circuits magnétiques est muni d'un bobinage qu'on peut alimenter en courant alternatif.

Une alimentation des deux bobinages en courants sensiblement en phase permet de créer au niveau de la veine de métal liquide un champ magnétique et un courant traversant cette

veine sensiblement perpendiculaires et en phase. Le contact électrique entre le métal liquide contenu dans la spire à l'intérieur duquel circule le courant électrique et la veine de métal liquide limitée par un conduit de circulation passant dans l'entrefer du circuit magnétique destiné à la création du champ peut être assuré par des blocs de matériau réfractaire rendu conducteur par imprégnation de métal.

On peut également réaliser un contact direct entre le métal liquide de la spire et le métal liquide à transporter dans le conduit grâce à des embouts perforés permettant la jonction de la spire et du conduit.

Dans tous les cas la pompe à conduction comporte une partie en matériau réfractaire qu'on plonge dans le métal liquide à transporter et qui ménage un conduit de circulation du métal passant à travers l'entrefer du circuit destiné à créer le champ magnétique.

Une partie du circuit magnétique bien qu'isolée du métal liquide par du réfractaire est néanmoins disposée au voisinage de ce métal liquide si bien que le circuit magnétique est amené à travailler à haute température.

Il faut donc utiliser pour la construction du circuit magnétique utilisé dans les pompes à conduction des produits magnétiques pour haute température qui sont d'un coût très élevé car ils utilisent du cobalt et nécessitent un traitement de protection pour chacune des tôles élémentaires constituant le circuit.

Les pompes à conduction du type connu comportant deux circuits magnétiques sont donc d'un prix de revient relativement élevé ce qui en limite les possibilités d'application.

D'autre part la nécessité d'avoir une spire de réfractaire remplie de métal liquide pour la création du courant électrique traversant la veine de métal liquide en circulation présente des inconvénients qui tiennent au fait que cette spire possède une certaine résistance électrique qui n'est pas négligeable et s'encrasse en cours d'utilisation si bien que le nettoyage de la spire est nécessaire et suppose un démontage de la pompe à conduction.

Le rendement de la pompe par rapport à la puissance électrique fournie et sa facilité d'entretien sont donc un peu abaissés, malgré le fait que ces pompes à conduction donnent toute satisfaction par ailleurs.

On connaît également une pompe pour métaux liquides utilisant un seul circuit magnétique pour créer le champ traversant la veine de métal et le courant induit dans la spire. Cependant, cette pompe utilise un entrefer où le champ est vertical et où le courant amené par la spire traverse horizontalement la veine de métal liquide, si bien que le métal est pompé horizontalement dans une chambre de compression elle-même reliée à un conduit incliné pour évacuer le métal liquide vers le haut.

Le métal liquide a un parcours complexe avec changement de direction, si bien que le rendement de la pompe est abaissé.

Le but de l'invention est donc de proposer une pompe à conduction pour métal liquide comportant une partie en matériau réfractaire destinée à être immergée dans le métal liquide et ménageant un conduit pour la circulation de ce métal sous l'effet d'un champ magnétique et d'un courant électrique perpendiculaires entre eux à l'endroit où ils traversent la veine de métal limitée par le conduit, le champ magnétique étant engendré dans l'entrefer magnétique et le courant étant amené à la veine de métal liquide par une spire renfermant le métal liquide, en communication directe avec le conduit de circulation au niveau de l'entrefer, disposée perpendiculairement au champ dans cet entrefer et entourant au moins partiellement le circuit de façon que le courant électrique soit engendré dans la spire par le circuit, cette pompe à conduction devant être d'un prix de revient peu élevé et d'une construction simple tout en ayant un bon rendement et une grande facilité d'entretien.

Dans ce but le champ magnétique dans l'entrefer est horizontal et la spire verticale est constituée au moins partiellement

par le conduit de circulation lui-même, disposé verticalement au niveau de l'entrefer.

Afin de bien faire comprendre l'invention, nous allons maintenant décrire à titre d'exemple une pompe à conduction ainsi qu'une variante d'exécution de cette pompe selon l'invention.

La figure 1 représente une vue en élévation de la pompe avec coupe partielle par un plan vertical.

La figure 2 représente une vue en élévation de la même pompe suivant A de la figure 1 avec coupe partielle de cette pompe par un plan vertical perpendiculaire au plan de la coupe de la figure 1.

La figure 3 représente en perspective une des pièces en matériau réfractaire de la pompe, suivant une variante d'exécution.

Les figures 4 et 5 représentent une vue en élévation de la pompe avec coupe partielle de cette pompe montrant une variante où les circuits de retour du courant de la spire sont séparés du conduit d'évacuation du métal.

Sur les figures 1 et 2, on voit le circuit magnétique 1 de la pompe équipé de bobines 2 qui peuvent être alimentées en courant alternatif de façon à créer une induction dans le circuit magnétique en forme de C et de ce fait un champ magnétique horizontal au niveau de l'entrefer 3 ménagée entre les deux branches du circuit.

Le circuit magnétique est feuilleté et constitué de tôles en alliage magnétique à base de cobalt pour haute température.

La partie inférieure de ce circuit comportant l'entrefer 3 pénètre à l'intérieur de pièces en matériau réfractaire 4, 5 et 6 qui se trouvent lorsque la pompe est mise en service en dessous de la surface 12 du métal liquide qu'on veut transporter grâce à la pompe.

La pièce inférieure 4 comporte un orifice d'aspiration 7 ouvert dans le métal liquide et communiquant avec un canal 8 de forme plate disposé verticalement au niveau de l'entrefer 3 à l'intérieur de la pièce 5.

Ce canal vertical de forme plate 8 communique lui-même à sa partie supérieure avec le conduit supérieur 9 pour le métal liquide ménagé dans la pièce 6. Le conduit supérieur 9 débouche lui-même dans un tube en matériau réfractaire vertical 10 qui constitue le conduit de sortie du métal liquide.

Les évidements 7, 8 et 9 à l'intérieur des pièces 4, 5 et 6 respectivement constituent avec le tube en matériau réfractaire 10 le conduit de circulation du métal liquide en cours de pompage.

On voit d'autre part, sur la figure 2, que la structure interne des évidements 8 et 9 des pièces 5 et 6 ménage une spire 14 remplie de métal liquide disposée autour du circuit 1, au niveau de l'entrefer 3 perpendiculairement au champ dans cet entrefer.

Lorsque les bobines 2 du circuit 1 sont alimentées en courant alternatif, un courant est donc induit à l'intérieur de la spire 14 cependant qu'un champ magnétique perpendiculaire à ce courant au niveau du canal 8 et sensiblement en phase avec le courant électrique est engendré par le même circuit magnétique.

Le métal liquide pénétrant par l'orifice 7 est donc soumis à une force dirigée vers le haut, au niveau du canal 8, qui provoque un pompage du métal liquide à travers le conduit 7, 8, 9 et 10.

On a représenté sur la figure 2 la circulation du métal liquide par des flèches 15, cependant que la direction du champ magnétique dans l'entrefer 3 est représentée par une flèche 16 sur la figure 1.

La partie supérieure 18 de la pompe est constituée par un carter isolant à l'intérieur duquel sont disposées les bobines 2, le carter 18 les isolant des vapeurs de métal liquide chaudes et corrosives qui peuvent s'élever au-dessus du niveau 12 de ce métal.

Le circuit magnétique et les bobines sont fixés à l'intérieur

du carter 18 par des étriers 20 qui permettent un démontage facile de la pompe.

Sur la figure 3, on voit une variante de réalisation de la pièce 5 à l'intérieur de laquelle la partie inférieure de la spire 19 est constituée par un bloc réfractaire 21 démontable ménageant à sa partie centrale le canal de circulation 8 en communication avec la partie inférieure de la spire 19 à ses extrémités latérales pour la mise en contact du métal liquide dans la spire avec le métal liquide dans le conduit 8, de façon que le conduit 8 soit traversé par le courant électrique créé dans la spire au niveau de l'entrefer 3 ménagé entre les branches d'extrémité du circuit magnétique 1 dont les logements 22 et 23 sont ménagés dans la pièce 5.

De cette façon il est extrêmement facile de démonter la spire lorsque les pièces 4, 5 et 6 ont été désassemblées, lors de l'entretien de la pompe pour le nettoyage de la spire qui s'encrasse au contact avec le métal liquide. D'autre part, le remplacement de la pièce 21 uniquement est moins onéreux que le remplacement de l'intégralité de la pièce 5.

Sur les figures 4 et 5, où des repères identiques indiquent des éléments semblables à ceux représentés aux figures 1 et 2, on voit une variante d'exécution de la pompe, les pièces 5 et 6 ayant été prévues de façon que la boucle de circulation du courant électrique se referme dans des conduits séparés du conduit de circulation du métal liquide.

La pièce 6 délimite deux conduits 25 et 26 séparés du conduit central 9 par où s'écoule le métal liquide. La pièce 5 comporte une structure interne 28 délimitant un canal central 8 dans le prolongement du conduit 9 et les parties de la spire comprises entre le canal 8 et les conduits 25 et 26.

La spire est donc constituée, à son extrémité opposée au canal 8 dans lequel le courant électrique est amené au métal liquide en circulation suivant la flèche 15, par des conduits totalement isolés du conduit 9 de circulation du métal liquide, contrairement au mode de réalisation représenté aux figures 1 et 2 où la boucle de circulation du courant électrique 14 se referme à l'intérieur du conduit 9 lui-même.

On voit que les avantages principaux de la pompe suivant l'invention sont qu'elle nécessite l'utilisation d'un seul circuit magnétique avec l'économie qui en résulte sur les matériaux magnétiques de prix de revient élevé, que le champ magnétique et le courant électrique dans la partie du conduit au niveau de l'entrefer sont automatiquement en phase, que la longueur de la spire incorporée sur une partie au moins de sa longueur au conduit de transport du métal est fortement diminuée et qu'en conséquence la résistance électrique de cette spire est diminuée.

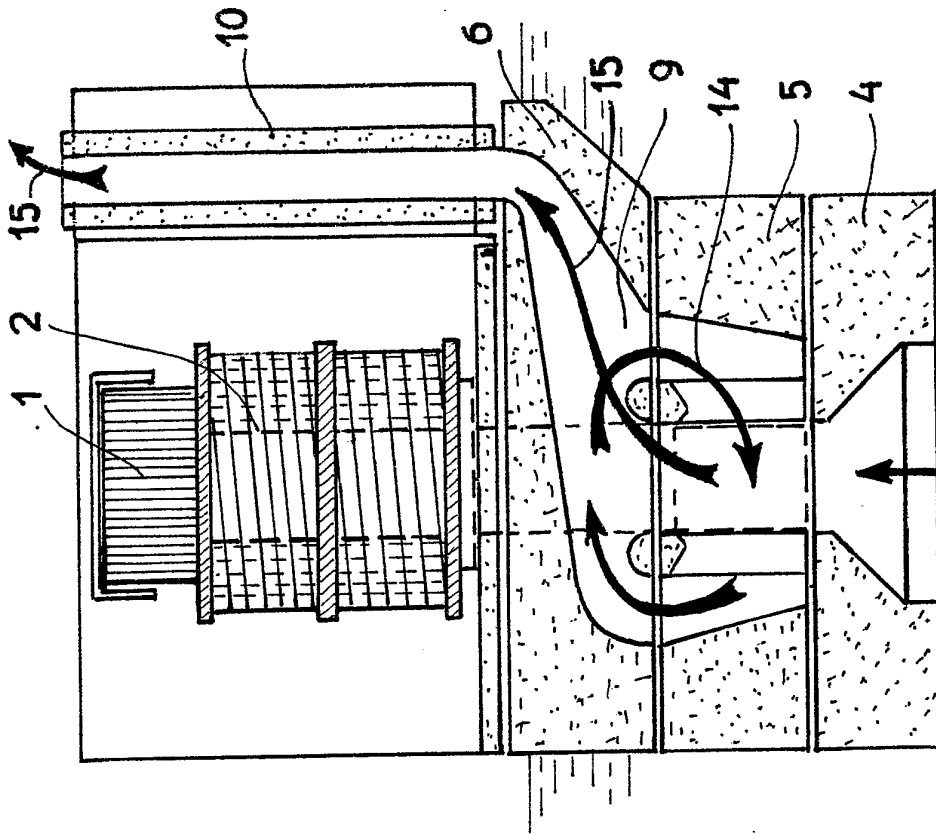
Le rendement de la pompe est bon et sa réalisation est simple puisque la circulation de métal liquide se fait dans la direction verticale au niveau de l'entrefer. De ce fait, la circulation du métal liquide ne subit pas de changement de direction important au cours du pompage qui se produit dans un conduit de forme simple. Enfin d'entretien de la pompe est facilité par le fait que l'encrassement de la spire est diminué et que son démontage et son nettoyage sont particulièrement aisés.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui vient d'être décrit, elle en comporte au contraire toutes les variantes et l'on peut modifier les points de détail sans pour autant sortir du cadre de l'invention. C'est ainsi que les pièces en matériau réfractaire situées en dessous de la surface du métal liquide et constituant la partie inférieure de la pompe peuvent être d'une forme tout à fait différente de celle qui a été décrite et qu'en particulier la spire de circulation du courant électrique peut être réalisée non seulement par la structure interne de ces pièces ou la disposition à l'intérieur de ces pièces d'un élément rapporté

constituant une partie de la spire, mais encore de tout autre façon permettant de matérialiser une spire remplie du métal liquide autour d'une partie du circuit magnétique. La partie de la spire opposée à l'endroit où le courant électrique est amené au conduit de circulation peut être constituée par un ou plu-

sieurs conduits isolés du conduit de circulation ou au contraire par une partie du conduit de circulation lui-même.

Le conduit de circulation du métal liquide peut avoir une forme quelconque et traverser un nombre quelconque de pièces réfractaires constituant la partie inférieure de la pompe.



15 Fig 2

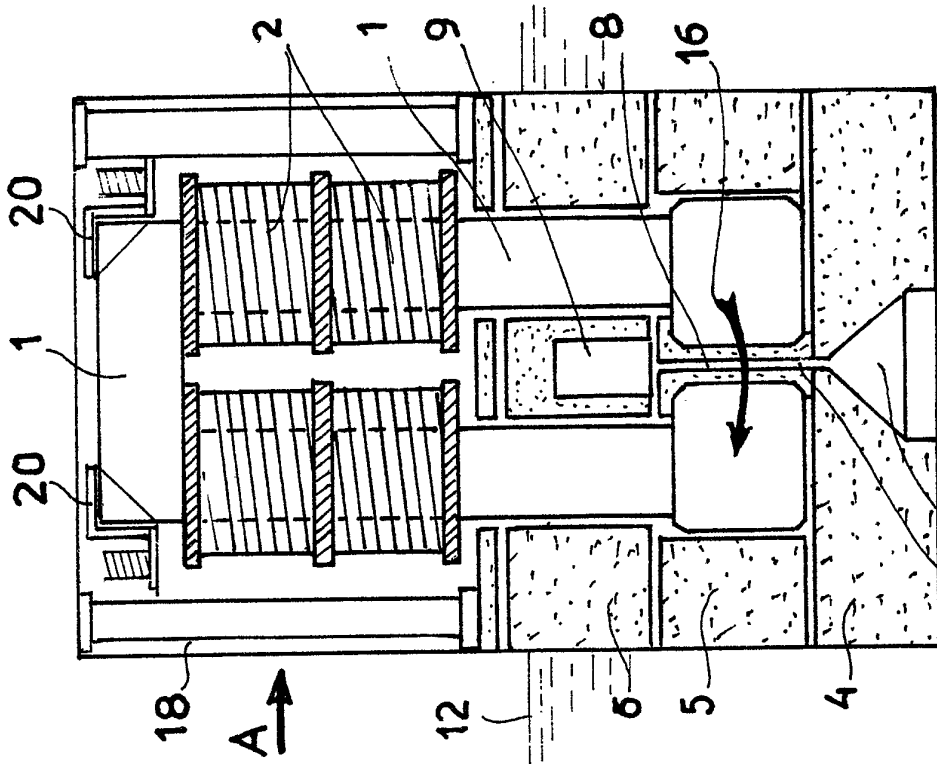
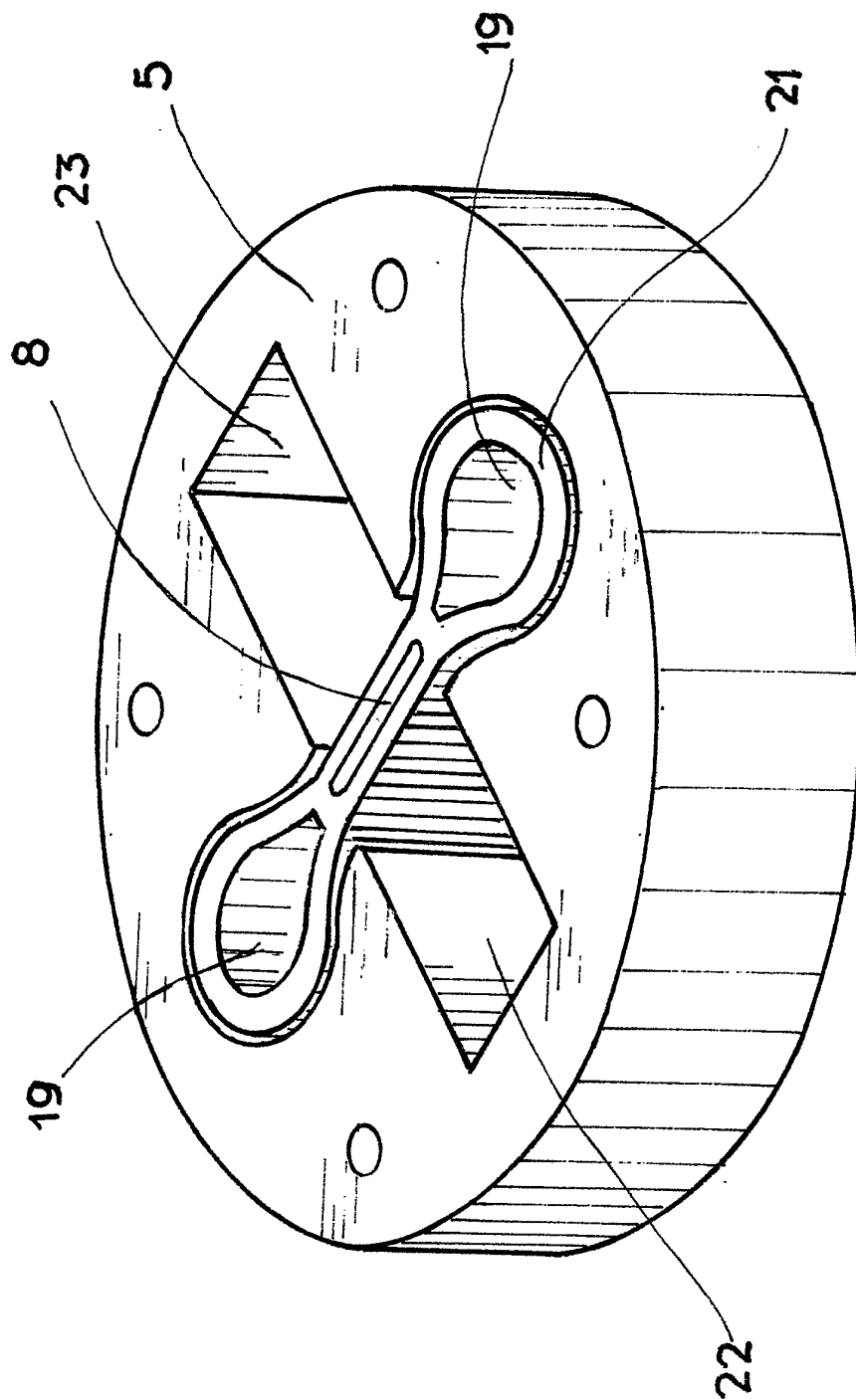


Fig 1

fig 3



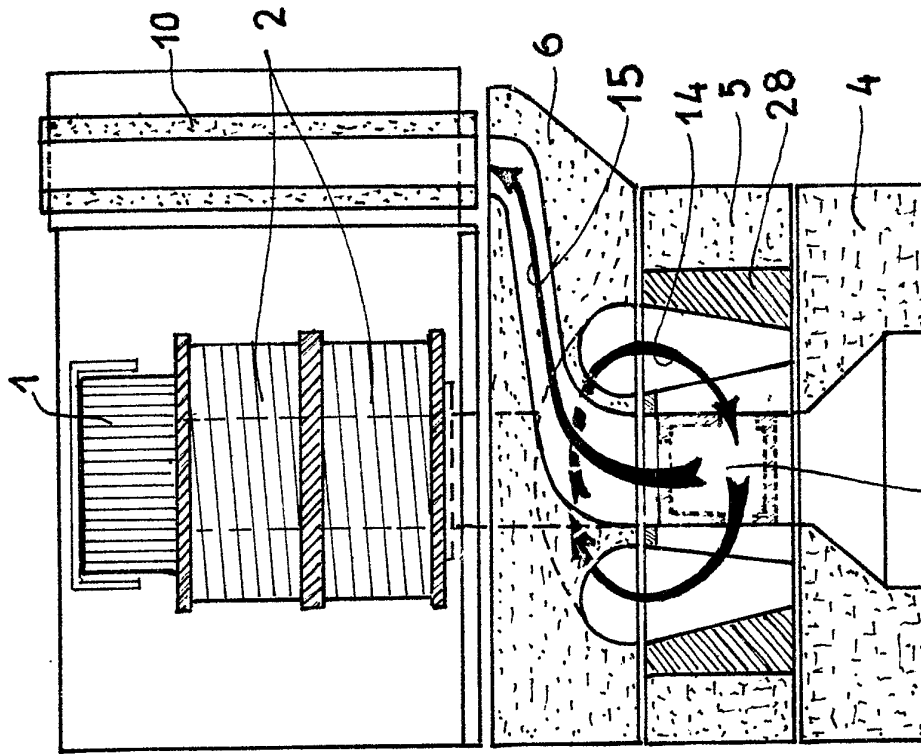


fig 5

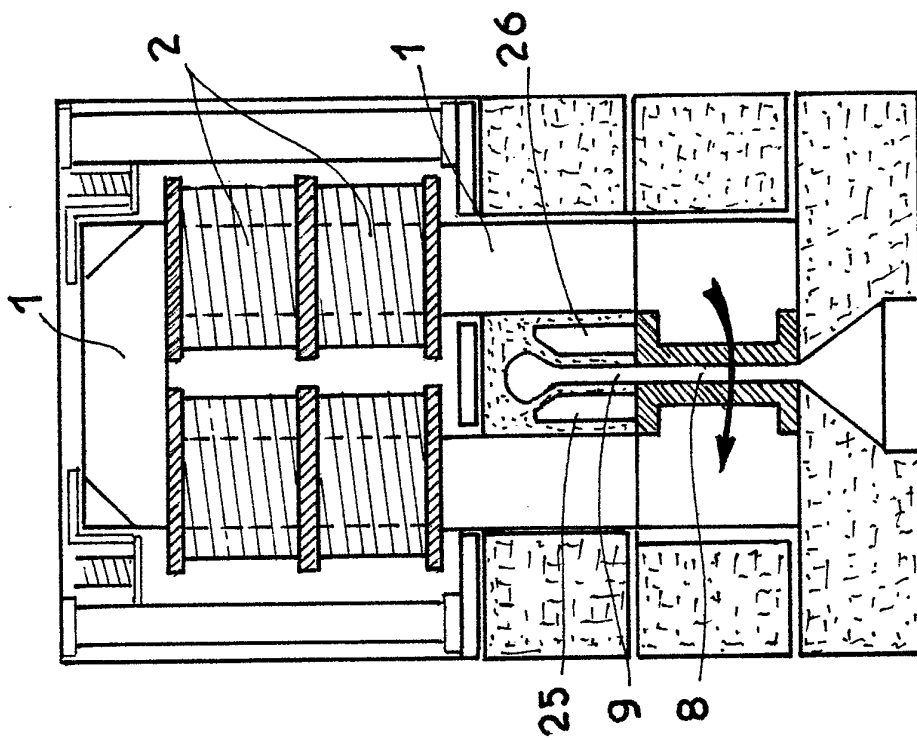


fig 4