

Brevet N°

du 30 octobre 1991

Titre délivré 17 MAI 1993



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

30.4.93

aj. 18m.

Demande de Brevet d'Invention

(1)

I. Requête

La société dite : ARBED S.A., 19 avenue de la Liberté, L-2930 LUXEMBOURG (2)

Représentée par : FREYLINGER Ernest T. & MEYERS Ernest, OFFICE DE BREVETS FREYLINGER & ASSOCIES, 321 route d'Arlon, Boite Postale 1, L-8001 Strassen, LUXEMBOURG (3)

dépose(nt) ce trente octobre mil neuf cent quatre vingt onze à 15.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg: (4)

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant: (5)

"Lance de soufflage"

C B A C

2. la description en langue Française de l'invention en trois exemplaires;

4 (quatre) planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 30 octobre 91;

5. la délégation de pouvoir, datée de Luxembourg le 30 octobre 91;

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (6)

1. BOCK André, 6 rue Beethoven, L-1224 LUXEMBOURG

2. MOUSEL Robert, 20 rue Comte de Bertier, L-3422 DUDELANGE

3. BINTNER Patrick, 2 Square Aloyse Meyer, L-2154 LUXEMBOURG

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de déposée(s) en (8) (7)

le (9)

sous le N° (10)

au nom de (11)

élit(élient) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg 321 route d'Arlon, Boite Postale 1, L-8001 Strassen, LUXEMBOURG (12)

solicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées,

avec ajournement de cette délivrance à 18 (dix-huit) mois. (13)

Un des déposants mandataire: S. (14)

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle, à Luxembourg, en date du: 30 octobre 1991

à 15.00 heures

Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,
d.

Le chef du service de la propriété intellectuelle,



A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No. (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu: représenté par. (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les noms, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation se fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signe un document de non-mention à joindre à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office récepteur CBE/PCT - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé.

Brevet N°

880 23

du 30 octobre 1991

Titre délivré



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La société dite : ARBED S.A., 19 avenue de la Liberté,
L-2930 LUXEMBOURG (1)

Représentée par : FREYLINGER Ernest T. & MEYERS Ernest, OFFICE DE
BREVETS FREYLINGER & ASSOCIES, 321 route d'Arlon, Boite
Postale 1, L-8001 Strassen, LUXEMBOURG (3)

dépose(nt) ce trente octobre mil neuf cent quatre vingt onze (4)
à 15.00 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg:

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:

"Lance de soufflage" (5)

2. la description en langue française de l'invention en trois exemplaires;

3. 4 (quatre) planches de dessin, en trois exemplaires;

4. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg, le 30 octobre 91;

5. la délégation de pouvoir, datée de Luxembourg le 30 octobre 91;

6. le document d'ayant cause (autorisation);

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont): (6)

1. BOCK André, 6 rue Beethoven, L-1224 LUXEMBOURG

2. MOUSEL Robert, 20 rue Comte de Bertier, L-3422 DUDELANGE

3. BINTNER Patrick, 2 Square Aloyse Meyer, L-2154 LUXEMBOURG

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
déposée(s) en (8) (7)

le (9)

sous le N° (10)

au nom de (11)

élit(élient) domicile pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg 321 route
d'Arlon, Boite Postale 1, L-8001 Strassen, LUXEMBOURG (12)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les annexes susmentionnées,
avec ajournement de cette délivrance à 18 (dix-huit) mois. (13)

Un des

Le déposant mandataire: S. (14)

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes,
Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du: 30 octobre 1991

à 15.00 heures

Pr. le Ministre de l'Économie et des Classes Moyennes,

p. d.

Le chef du service de la propriété intellectuelle,



A 68007

EXPLICATIONS RELATIVES AU FORMULAIRE DE DÉPÔT

(1) s'il y a lieu "Demande de certificat d'addition au brevet principal, à la demande de brevet principal No du - (2) inscrire les nom, prénom, profession, adresse du demandeur, lorsque celui-ci est un particulier ou les dénomination sociale, forme juridique, adresse du siège social, lorsque le demandeur est une personne morale - (3) inscrire les nom, prénom, adresse du mandataire agréé, conseil en propriété industrielle, muni d'un pouvoir spécial, s'il y a lieu: "représenté par agissant en qualité de mandataire" - (4) date de dépôt en toutes lettres - (5) titre de l'invention - (6) inscrire les nom, prénoms, adresses des inventeurs ou l'indication "(voir) désignation séparée (suivra)", lorsque la désignation ne fait ou se fera dans un document séparé, ou encore l'indication "ne pas mentionner", lorsque l'inventeur signe ou signent un document de non-mention à une désignation séparée présente ou future - (7) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité, brevet européen (CBE), protection internationale (PCT) - (8) Etat dans lequel le premier dépôt a été effectué ou, le cas échéant, Etats désignés dans la demande européenne ou internationale prioritaire - (9) date du premier dépôt - (10) numéro du premier dépôt complété, le cas échéant, par l'indication de l'office récepteur (BE/PCT) - (11) nom du titulaire du premier dépôt - (12) adresse du domicile effectif ou élu au Grand-Duché de Luxembourg - (13) 2, 6, 12 ou 18 mois - (14) signature du demandeur ou du mandataire agréé

22105/48

REVENTICATION DE LA PRIORITE

de la demande de brevet / du modèle d'utilité

En

Du

Mémoire Descriptif

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

au

Luxembourg

au nom de : ARBED S.A.
19, avenue de la Liberté
L-2930 LUXEMBOURG

pour : Lance de soufflage

LANCE DE SOUFFLAGE

La présente invention concerne une lance de soufflage, en particulier une lance de soufflage d'un gaz utilisé pour l'affinage de métaux à leur état liquide.

5 Au cours d'un procédé d'affinage comme celui de la fonte ou d'un alliage de fer, un gaz d'affinage, le plus souvent de l'oxygène, est soufflé par le haut sur le métal en fusion.

10 Une lance de soufflage communément utilisée aujourd'hui pour un tel procédé possède une tête avec des tuyères produisant 4 à 6 jets supersoniques de gaz d'affinage qui heurtent la surface du bain à des points d'impact fixes. Une telle lance se caractérise généralement par un débit de gaz dépendant de la pression d'alimentation du gaz et une
15 vitesse supersonique d'éjection du gaz qui est fonction de la même pression d'alimentation. Dans la suite de la présente description une lance de ce type sera désignée par le terme "lance classique".

20 Différentes techniques ont été développées pour intensifier le brassage du bain métallique, pour amener constamment du métal en fusion nouveau en contact avec le gaz oxydant, pour éviter de créer une situation de surconcentration du gaz oxydant dans le bain et pour éviter une surchauffe locale aux points d'impact des jets.

25 De par le brevet luxembourgeois No 87 855 on connaît une lance de soufflage de gaz d'affinage avec un nombre pair de jets de gaz dont le point d'impact sur la surface du bain liquide peut être déplacé de façon continue le long d'une trajectoire circulaire lors de l'opération
30 d'affinage. Par rapport à ladite lance classique, cette lance se distingue par un meilleur brassage du bain métallique, par une meilleure distribution du gaz oxydant et par une meilleure répartition de la chaleur de réaction aux points d'impact des jets. Une tête de soufflage d'une
35 lance d'après le brevet luxembourgeois No 87 855 comprend une partie rotative ou un rotor qui est directement exposé

à la chaleur et aux éclaboussures du bain, mais qui, pour des raisons techniques, n'est cependant pas intégré dans les circuits de refroidissement de la lance. Il en résulte pour cette tête de soufflage une durée de vie sensiblement
5 inférieure à une tête de soufflage de ladite lance classique, pour laquelle le refroidissement intégral de la calotte terminale ne pose pas de problème technique majeur.

Une autre technique, bien connue par le procédé LD-CL (Circulating Lance), utilise une lance inclinée pouvant
10 circuler autour d'un axe vertical pour faire balayer la surface du bain par le (ou les) jet(s). Cette lance représente des avantages analogues à ceux décrits pour la lance à jets tournants. La mise en oeuvre nécessite cependant des moyens mécaniques importants et une
15 modification complète de l'équipement de suspension des lances.

Le brevet luxembourgeois No 87 353 décrit une tuyère Laval réglable permettant de créer dans une lance de soufflage un flux supersonique de gaz à vitesse et à débit
20 massique ajustables indépendamment. On sait donc obtenir avec ce dispositif des jets de différentes duretés (vitesses) à différents débits. Ce dispositif selon le brevet luxembourgeois No 87 353 sera avantageusement incorporé dans la conception de la nouvelle lance de
25 soufflage pour l'affinage de métaux qui fait l'objet de la présente invention.

Avec une lance classique équipée d'une telle tuyère Laval réglable on a naturellement la possibilité d'augmenter le débit massique du gaz oxydant pendant
30 l'opération d'affinage et d'accroître de cette manière le brassage du bain. Cette façon de procéder a cependant le désavantage de créer des situations de surconcentration du gaz oxydant dans le bain et/ou une surchauffe locale du bain aux points d'impact des jets.

35 Le but de la présente invention est de créer avec plusieurs jets ayant des points d'impact fixes sur la

surface du bain, des mouvements dans le bain qui accroissent l'afflux de la matière en fusion vers les points d'impact fixes du jet et augmentent en général le brassage du bain, sans pour autant créer des situations de
5 surconcentration du gaz oxydant dans le bain et/ou une surchauffe locale aux points d'impact des jets sur le bain.

Ce but est atteint par une lance de soufflage pour l'affinage de métaux par soufflage d'un gaz sur un bain métallique, comprenant une tuyère réglable permettant de
10 créer un flux supersonique de gaz d'affinage à débit et à vitesse ajustables indépendamment, ainsi qu'une tête de soufflage à plusieurs tuyères fixes divisant le flux supersonique dudit gaz en jets supersoniques libres, caractérisé en ce que ladite lance comprend des moyens pour
15 moduler cycliquement le débit massique des jets individuels entre une valeur minimale et une valeur maximale, de façon que les débits dans certains des jets n'évoluent pas de façon synchrone avec le débit d'autres jets, c'est-à-dire qu'ils n'augmentent ou ne diminuent pas en même temps et
20 n'atteignent pas leur valeur minimale, respectivement maximale au même moment.

Le principe de fonctionnement d'une telle lance peut s'expliquer comme suit:

Un jet de gaz heurtant la surface d'un liquide déplace
25 à son point d'impact un certain volume de liquide et crée ainsi une dépression dans la surface du liquide. Le volume de liquide déplacé par le jet est notamment une fonction croissante du débit massique du jet. Il s'en suit que si le débit massique du gaz augmente, le volume de la dépression
30 augmente et la zone d'impact du jet devient une source générant un débit de liquide qui est refoulé en dehors de la zone d'impact.

Si par contre le débit massique d'un jet de gaz diminue, la dépression créée dans la surface du liquide se
35 remplit sous l'effet de la pesanteur et la zone d'impact du

jet devient ainsi un puits générant un débit de liquide qui afflue vers la zone d'impact du jet.

Il en résulte qu'un jet dont le débit massique est modulé entre une valeur minimale et maximale provoque un brassage plus important du liquide qu'un jet à débit fixe, égal à la moyenne intégrée du débit modulé.

En juxtaposant des sources et des puits, c'est-à-dire des jets à débits croissants et décroissants, on sait amplifier les mouvements du liquide dans le bain. On réalise en effet des "moteurs" internes au bain formés de couples (source, puits), réversibles cycliquement, qui créent des flux alternatifs de matière entre les zones d'impact des jets modulés.

Le brassage du bain est donc considérablement augmenté par rapport à une lance à jets fixes non modulés fonctionnant avec le même débit de gaz d'affinage.

La pratique industrielle a montré que les résultats obtenus avec une lance fonctionnant suivant le principe décrit ci-avant sont au moins équivalents aux résultats obtenus avec des lances à jets tournants.

Par un choix judicieux de la fréquence et de la fonction de modulation (évolution des débits dans le temps et décalage des cycles dans les différents jets) on a d'ailleurs réussi à provoquer des phénomènes de superposition de mouvements dans le bain et à faire entrer le liquide en mouvements de résonance. Ces phénomènes accroissent encore davantage les mouvements de la matière dans le bain et ont entre autres une influence bénéfique sur la cinétique des réactions métallurgiques ainsi que sur la fusion de la mitraille éventuellement ajoutée au bain.

La façon dont le débit évolue dans les différents jets est déterminée par les caractéristiques, entre autres la géométrie, des moyens utilisés pour moduler cycliquement le débit de chaque jet individuel.

Il peut par exemple être avantageux de créer des couples de jets dont un jet a un débit maximal au moment où

l'autre jet a un débit minimal et vice-versa. Cette réalisation se distingue entre autres par le fait que le débit total des jets ne varie presque pas.

Il peut aussi être avantageux de choisir une distribution géométrique des jets et un mode de distribution cyclique des débits entre les jets de façon que les composantes horizontales des forces de réaction, qui sont dues aux jets inclinés, aient une résultante nulle à chaque moment du cycle.

10 D'autres particularités et caractéristiques ressortiront de la description détaillée d'un mode de réalisation préféré qui est présenté ci-dessous, à titre d'illustration, en se référant aux dessins annexés.

- La figure 1 montre une coupe longitudinale, suivant 15 deux plans perpendiculaires, de la tête de soufflage d'une lance selon l'invention.

- La figure 2 montre une coupe longitudinale, suivant deux plans perpendiculaires, de la tuyère Laval réglable d'une lance selon l'invention.

20 - Les figures 3a et 3b montrent une vue en plan des points d'impact sur la surface du bain pendant la première et la deuxième moitié d'un cycle.

- Les figures 4a et 4b montrent une coupe AA à travers le dispositif modulateur au moment t_0 et un demi-cycle plus 25 tard.

Comme il apparaît sur les figures 1 et 2, la lance de soufflage (1) selon l'invention comprend un corps de lance (2) soudé à une tête de soufflage (3). Le corps de lance (2) comprend un manteau à quatre parois (4, 5, 6 30 et 7) coaxiales, constitués p.ex. en tubes d'acier soudés, espacées moyennant des entretoises et reliées à la tête de lance (3) pour former un circuit de refroidissement à l'eau (9) entre les parois (4, 5 et 6) et celles de la tête de soufflage (3).

35 La suspension de la lance ainsi que ses sources d'alimentation en fluide, oxygène, azote et eaux de

refroidissement n'ont pas été montrées sur les figures 1 et 2, étant donné qu'elles ne font pas partie de l'objet de la présente invention.

La paroi intérieure (7) du corps de lance (2) forme une
 5 chambre annulaire (10) traversée le long de son axe a-a' par une tige de support (11), coaxiale à l'axe a-a' et servant de support pour un ensemble faisant partie d'une tuyère Laval (12). La tige de support (11) est formée de
 10 préférence par un tube qui permet l'installation de connexions électriques (non-montrées sur les figures) pour alimenter en courant électrique différents mécanismes de commande qui seront décrits par la suite. Suivant un autre mode d'exécution, la tige de support (11) et la paroi
 15 intérieure (7) peuvent elles-mêmes faire fonction de conducteurs pour l'alimentation en courant électrique desdits mécanismes de commande.

L'ensemble faisant partie de la tuyère Laval (12) comprend un corps de translation (13) attaché à la tige de support (11) par l'intermédiaire d'un mécanisme de commande
 20 composé par un servomoteur linéaire (14) et une gaine cylindrique (15) dans laquelle le corps de translation (13) peut se déplacer dans le sens de l'axe a-a' de la lance de soufflage (1). Ainsi qu'il ressort de la figure 2, l'extrémité du corps de translation (13) a la forme d'une
 25 sorte d'aiguille dont le profil épouse une courbe de transition continue aérodynamique, afin de réduire à un minimum la création de turbulences dans le flux du gaz d'affinage.

A l'intérieur de la paroi (7) du manteau du corps de
 30 lance (2) est aménagé un conduit coaxial (16) pour le gaz d'affinage, c'est-à-dire l'oxygène primaire. A l'endroit du corps de translation (13), le conduit coaxial (16) comporte une partie (17), composée d'un convergent et d'un col qui se prolonge en un conduit cylindrique. Le convergent et le
 35 col fixes forment ensemble avec l'aiguille du corps de translation (13) une tuyère Laval réglable (12), dont les

caractéristiques ou paramètres peuvent être modifiés par le déplacement du corps de translation (13) dans le sens de l'axe a-a'. Cette tuyère Laval permet de contrôler le débit du gaz d'affinage indépendamment de la vitesse supersonique que le jet de gaz d'affinage prendra en quittant la tuyère Laval (12) en se déversant en direction axiale a-a' dans le prolongement cylindrique de la partie (17) du conduit (16).

Le fonctionnement de la tuyère de Laval réglable (12) est décrit plus en détail dans le brevet luxembourgeois No 87 353 dont la description est incorporée à celle de la présente demande de brevet.

En aval de la partie (17) du conduit (16) du gaz d'affinage, la lance de soufflage (1) comprend, selon la présente invention, un dispositif modulateur (18) (voir figure 1) aménagé centralement dans le flux supersonique du gaz d'affinage.

Le dispositif modulateur (18) est situé au-dessus d'une pièce (28) munie de quatre embouchures (29) dont la fonction est de diviser le flux principal supersonique du gaz d'affinage de manière aérodynamiquement correcte en quatre flux super-soniques dont les débits seraient quasi égaux en absence du dispositif modulateur (18).

Dans la pièce (28) débouchent quatre tuyères (30) à section constante qui traversent une calotte terminale (32) dans laquelle elles déterminent quatre orifices de sortie (31).

Lesdits quatre orifices de sortie (31) sont espacés d'un angle de 90° sur une circonférence dont le centre se situe sur l'axe de la lance. L'axe des tuyères (30) est donc incliné d'un angle α par rapport à l'axe de la lance. Le choix de cet angle α est, entre autres, fonction de la géométrie de la poche et de la hauteur de la tête de lance au-dessus du bain. Généralement α est compris entre 10° et 15° .

Le dispositif modulateur (18) est exécuté sous forme d'un rotor, comprenant une partie supérieure

cylindrique (19) qui est suspendue à un dispositif de
 suspension et d'entraînement (20) comprenant un support
 supérieur (21), ainsi qu'un support inférieur (22). Dans
 l'exemple d'exécution montré, le support supérieur (21) et
 5 le support inférieur (22) du rotor (18) comportent des
 roulements à billes, dont les boîtiers sont attachés de
 façon étanche, mais démontable, à la paroi (7) du corps de
 lance (2). Les moyens de fixation, dont certains sont
 montrés en détail sur la figure 1, ne sont pas décrits
 10 étant donné qu'ils n'ont qu'indirectement trait à la
 présente invention. Ils doivent être choisis de façon à
 permettre la réalisation technique de la présente invention
 et peuvent donc être différents de ceux montrés sur la
 figure 1 qui ne constituent qu'un mode préféré d'exécution.

15 Un ou plusieurs servomoteurs (23), installés entre la
 paroi (7) du corps de lance (2) et le conduit (16), servent
 à conférer un mouvement de rotation au dispositif
 modulateur (18) dont la vitesse angulaire peut être réglée.

20 Pour ce faire, l'arbre du servomoteur (23) est muni
 d'un pignon (24) qui attaque une couronne dentée (25) dont
 est pourvu le dispositif de suspension et
 d'entraînement (20).

Les connections électriques d'alimentation et de
 commande aux sources extérieures des servomoteurs (14)
 25 et (23) sont aménagées entre la paroi (7) et le
 conduit (16); elles n'ont pas été montrées afin de ne pas
 surcharger le dessin des figures 1 et 2. Toutefois, il y a
 lieu de mentionner que, suivant une forme d'exécution
 particulière, l'espace entre la paroi (7) et le
 30 conduit (16) est rempli d'un gaz neutre, tel que l'azote,
 légèrement en surpression par rapport au gaz d'affinage,
 notamment l'oxygène, traversant le conduit central (17) de
 la lance d'affinage (1). Cette mesure assure que la
 pénétration de l'oxygène, pouvant provoquer des ignitions
 35 dans les servomoteurs et leur alimentation, est évitée.
 Afin d'éviter des décharges électriques statiques entre les

différents éléments, notamment entre le rotor et les parties fixes, des mesures équipotentielles, telles que le connecteur (26), ont été prévues.

Le dispositif modulateur (18) est constitué
5 essentiellement de ladite partie supérieure (19) et d'une partie inférieure qui sont attachées, de façon démontable, l'une à l'autre. La partie supérieure (19), de forme intérieure cylindrique, s'étend sur une certaine distance et sert, entre autres et bien qu'étant en mouvement de
10 rotation, de parcours de stabilisation du jet supersonique du gaz d'affinage.

La partie inférieure du dispositif modulateur (18) constitue un obturateur rotatif (35) installé directement en amont des quatre embouchures (29) aménagées dans la
15 pièce (28).

Dans la réalisation préférentielle l'obturateur rotatif (35) est constitué d'un tube (36) dans lequel sont fixées deux pièces symétriques (37) à des endroits diamétralement opposés. Le diamètre interne du tube (36)
20 est choisi de façon que la projection de la section interne du tube (36) sur la pièce (28) contienne entièrement les quatre embouchures (29), et que le pourtour de cette projection soit de préférence tangent au pourtour des embouchures (29). La forme des pièces (37) peut être
25 décrite comme étant obtenue en découpant par un plan oblique un cylindre plein, ayant le diamètre intérieur et la hauteur du tube (28). La coupe est effectuée de façon que le plan de coupe soit tangent à une base du cylindre et découpe dans l'autre base du cylindre un segment circulaire
30 d'un angle d'ouverture d'environ 90° (voir figure 4).

Cette exécution de l'obturateur rotatif (35) a été retenue pour sa simplicité d'usinage. Elle remplit parfaitement sa fonction malgré que l'opposition de phase entre les deux paires de jets ne soit pas parfaite.

35 Le fonctionnement du modulateur cyclique ainsi que la génération des mouvements dans le bain suivant le principe

des couples (source, puits) réversibles peuvent être étudiés à l'aide des figures 3a, 3b et 4a, 4b.

L'obturateur (35) mis en rotation par le servomoteur (23) via le cylindre (19) obture à l'instant t_0 partiellement deux embouchures (29A) diamétralement opposées, et laisse libre accès à deux embouchures (29B) diamétralement opposées et décalées de 90° par rapport aux premières (voir figure 4a). Il s'ensuit que le débit est minimal dans deux tuyères (30A) reliées aux deux embouchures (29A), et maximal dans deux tuyères (30B), reliées aux embouchures (29B) (voir figure 3a). Lors de la demi-rotation qui suit l'instant t_0 le débit va augmenter dans les deux tuyères (30A) et diminuer dans les deux tuyères (30B).

Les zones d'impact des jets (A1, A2) sortant des tuyères (30A) deviennent des sources et les zones d'impact des jets (B1, B2) sortant des tuyères (30B) deviennent des puits (voir figure 3a). Un flux de matière s'établit en conséquence dans le bain en direction des zones sources vers les zones puits.

Une demi-rotation après l'instant t_0 , l'obturateur (35) a obturé au maximum la paire d'embouchures (29B) et complètement libéré l'accès à la paire d'embouchures (29A) (voir figure 4b). Il en résulte que le flux est maintenant maximal dans les tuyères (30A) et minimal dans les tuyères (30B). Lors de la seconde demi-rotation qui ramène l'obturateur (27) dans sa position de départ à l'instant t_0 , le débit va augmenter dans les deux tuyères (30B) et diminuer dans les deux tuyères (30A). Les zones d'impact des jets (B1, B2) sortant des tuyères (30B) deviennent des sources et les zones d'impact des jets (A1, A2) sortant des tuyères (30A) deviennent des puits. Le flux de matière dans le bain est donc renversé par rapport à la demi-rotation précédente (voir figure 3b).

Cette réalisation préférée a entre autres l'avantage que les forces radiales (perpendiculaires à l'axe de la

lance), exercées sur la tête de soufflage (3) par les jets qui quittent la lance avec un angle α par rapport à la verticale ont une résultante nulle à chaque moment du cycle. La lance selon la réalisation préférée ne subit donc
 5 pas d'efforts latéraux dus aux jets lors de son fonctionnement.

Additionnellement la lance peut encore comporter plusieurs tuyères de postcombustion (34) qui sont aménagées sur une circonférence autour des orifices des tuyères de
 10 gaz d'affinage primaire. Ces tuyères de postcombustion (34) sont alimentées en oxygène par un flux secondaire de gaz coulant dans l'espace annulaire entre les parois (6) et (7) du manteau de la lance (1).

La présente invention met à disposition pour un procédé
 15 d'affinage une lance de soufflage qui permet de créer des mouvements dans le bain, favorisant l'afflux de matière vers les points d'impact des jets, et d'accroître sensiblement le brassage du bain liquide en cours d'affinage, sans pour autant créer des situations de
 20 surconcentration du gaz oxydant et/ou une surchauffe locale aux points d'impact des jets sur le bain.

Elle atteint avec une conception mécanique simple des résultats métallurgiques au moins équivalents aux résultats obtenus avec des lances à jets tournants de construction
 25 beaucoup plus compliquée.

Comme la calotte (32), qui constitue l'extrémité de la lance faisant face au bain liquide, est intégralement refroidie à l'eau, la tête de soufflage se distingue par une durée de vie élevée.

30 Tous les éléments mobiles sont d'ailleurs installés à l'abri, à l'intérieur de la lance entièrement refroidie à l'eau, et sont ainsi protégés contre l'environnement extrêmement rude qui règne au-dessus du bain métallique.

Un autre avantage est que le dispositif modulateur (18)
 35 peut être facilement ajouté à une lance existante.

Bien que l'invention ait été décrite à base d'un exemple préféré d'exécution il est parfaitement possible à l'homme de l'art de la réaliser avec les présentes indications pour un nombre de jets supérieurs ou inférieurs à quatre pour d'autres décalages de cycles entre les différents jets et pour d'autres fonctions débit/temps des cycles.

REVENDICATIONS

1. Lance de soufflage pour l'affinage de métaux par soufflage d'un gaz sur un bain métallique, comprenant une tuyère réglable (12) permettant de créer un flux
5 supersonique de gaz d'affinage à débit et à vitesse ajustables indépendamment, ainsi qu'une tête de soufflage (3) à plusieurs tuyères fixes (30) divisant le flux supersonique dudit gaz en jets individuels libres, caractérisée en ce que ladite lance comprend des moyens
10 pour moduler cycliquement le débit massique desdits jets individuels entre une valeur minimale et une valeur maximale de façon que le débit dans certains des jets n'évolue pas de façon synchrone avec le débit d'autres jets, de sorte que lesdits débits n'augmentent ou ne
15 diminuent pas en même temps et n'atteignent pas leur valeur maximale, respectivement minimale au même moment.

2. Lance de soufflage selon la revendication 1, caractérisée en ce que, pour chaque jet à débit modulé qui passe par un débit maximal, il existe un autre jet à débit
20 modulé qui passe à ce moment par un débit minimal et vice-versa et que le débit minimal, ainsi que le débit maximal, soit identique pour tous les jets à débit modulé.

3. Lance de soufflage selon la revendication 2, caractérisée en ce que la lance comporte $2n$ tuyères ($n \geq 2$)
25 disposées de façon que les centres des $2n$ zones d'impact des $2n$ jets sur la surface du bain métallique soient approximativement situées sur une circonférence centrée sur le prolongement de l'axe de la lance, que lesdits centres soient espacés d'un angle de $180/n$ degrés, que le débit
30 dans les $2n$ jets suit un cycle identique, et que pour deux jets ayant des points d'impact qui se succèdent sur la circonférence l'un passe par un minimum de débit au moment où l'autre adjacent passe par un maximum de débit, et vice-versa.

35 4. Lance de soufflage selon les revendications 1 ou 2 ou 3, caractérisée en ce que lesdits moyens utilisés pour

moduler cycliquement le débit massique des jets sont constitués d'un obturateur rotatif (35) qui est installé dans le flux supersonique du gaz d'affinage en amont et en juxtaposition directe d'une pièce (28) dans laquelle sont
 5 aménagées, des embouchures (29) pour lesdites tuyères fixes (30), et que ledit obturateur rotatif est équipé de seconds moyens pour lui conférer un mouvement de rotation.

5. Lance de soufflage selon la revendication 4 caractérisée en ce que lesdits seconds moyens conférant à
 10 l'obturateur rotatif (35) un mouvement de rotation autour de l'axe (a-a') de la lance sont constitués d'un cylindre creux, servant d'organe de transmission et en même temps de canalisation du gaz d'affinage, et d'un servomoteur, servant d'organe d'entraînement à vitesse de rotation
 15 réglable.

6. Lance de soufflage selon les revendications 4 ou 5, caractérisée en ce que l'obturateur rotatif (35) est divisé par $n/2$ plans contenant son axe de rotation, en n secteurs angulaires d'un angle de $360/n$ degrés qui ont une forme
 20 géométrique identique ou quasi identique, en ce que la pièce (28) qui comporte les embouchures (29) des tuyères (30) est elle aussi divisée en n secteurs angulaires identiques comportant chacun les embouchures de deux tuyères, en ce qu'un secteur prédéfini de l'obturateur
 25 rotatif (35) présente à l'embout faisant face à la pièce (28) une section terminale conçue de façon que l'embouchure d'une des deux tuyères d'un secteur prédéfini de la pièce (28) soit plus ou moins obturée par ladite section terminale pour le flux du gaz d'affinage, alors que
 30 l'embouchure de l'autre tuyère du secteur prédéfini présente une section entièrement, ou quasi entièrement, libre au flux du gaz d'affinage.

7. Lance de soufflage, caractérisée en ce que la tuyère réglable (12) a la forme d'une tuyère Laval conférant une
 35 vitesse supersonique au jet de gaz d'affinage et en ce que ladite tuyère Laval comporte des moyens de commande (14)

par lesquels les caractéristiques de la tuyère (12) peuvent être variées afin de pouvoir contrôler le débit du gaz d'affinage indépendamment de sa vitesse.

5 8. Lance de soufflage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que les moyens de commande (11) de la tuyère Laval réglable (12) sont composés d'un servomoteur.

10 9. Lance de soufflage selon les revendications 5 ou 8, caractérisée en ce que les parties électriques des servomoteurs sont enveloppées dans un environnement au gaz neutre légèrement en surpression par rapport au gaz d'affinage.

15 10. Lance de soufflage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la tête de soufflage (3) comporte des tuyères de postcombustion (34) alimentées par un flux secondaire subsonique de gaz.

20 11. Lance de soufflage selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 caractérisée par des circuits de refroidissement en eau (9) aménagés dans le manteau de la lance (1) et dans toutes les parois de la tête de soufflage (3) de la lance (1).

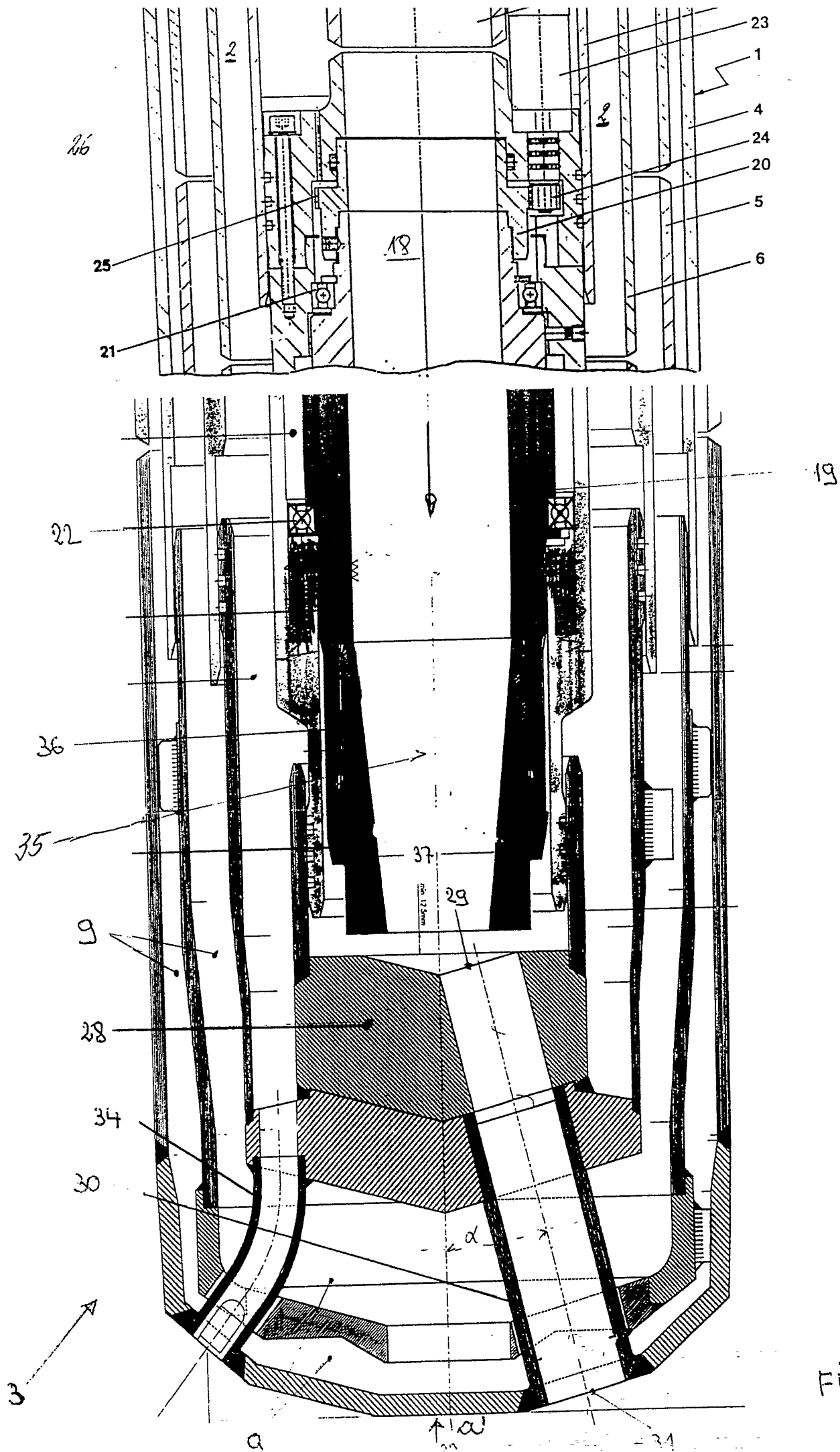


FIG. 1

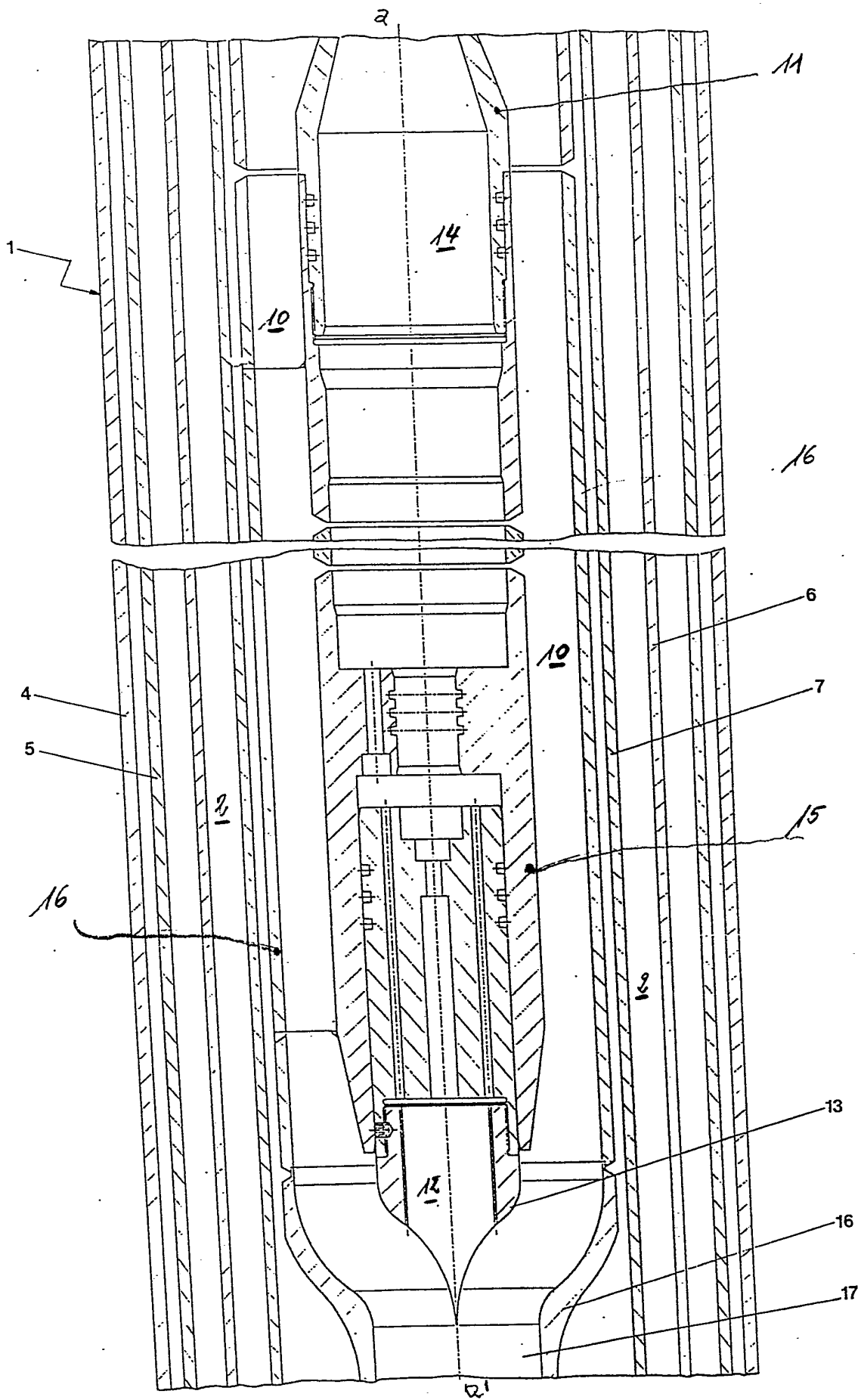


Fig. 2

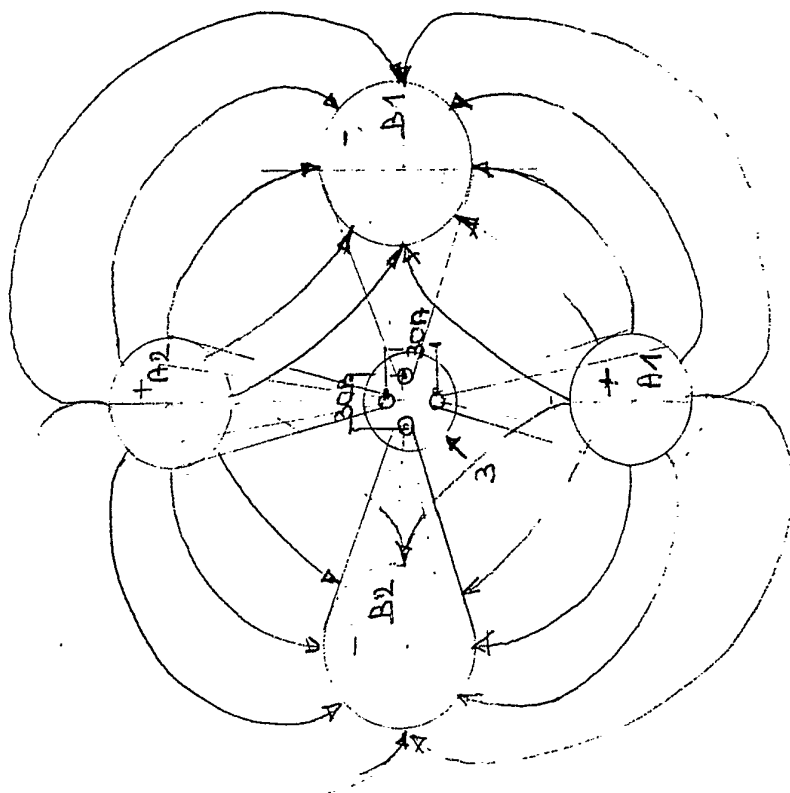


Fig 3a

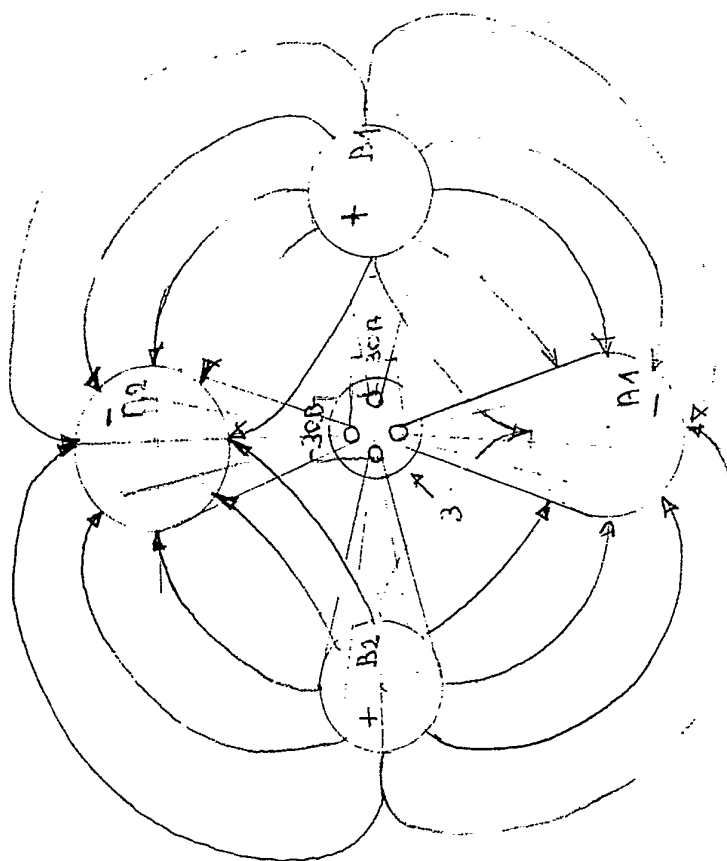


Fig 3b

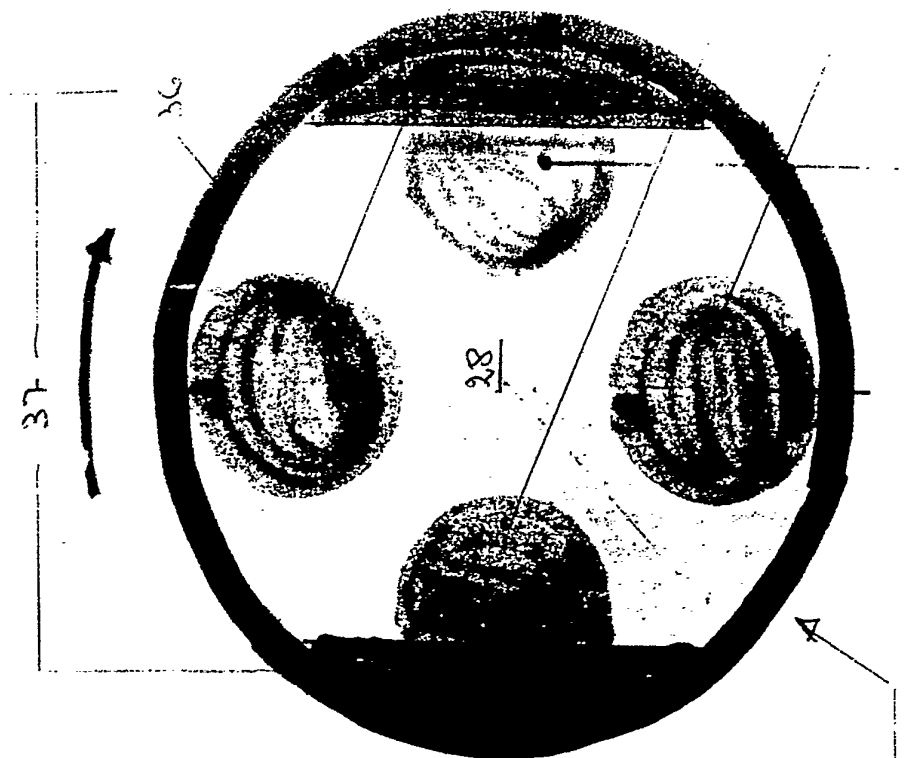


FIG 4L

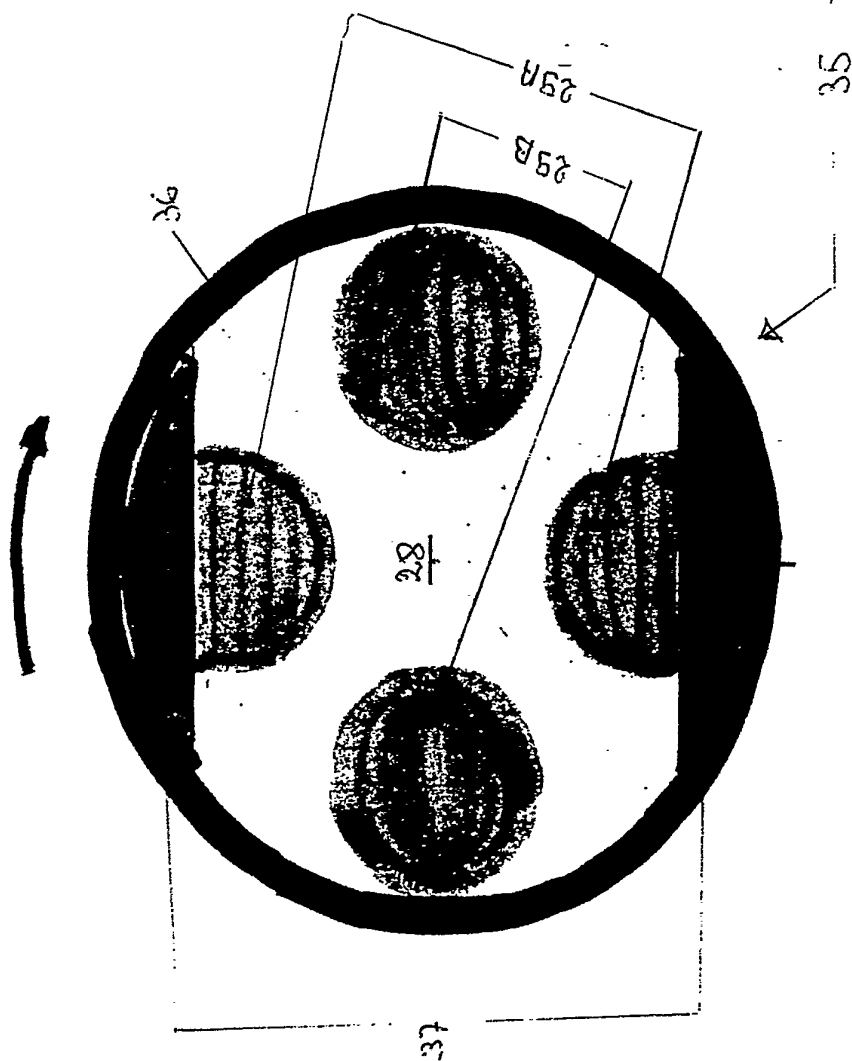


FIG 4M