

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 novembre 2007 (01.11.2007)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/121539 A2

(51) Classification internationale des brevets :
C21C 5/52 (2006.01) *F27D 19/00* (2006.01)
F27D 3/16 (2006.01) *F27D 21/00* (2006.01)

asbl-CENTRUM VOOR DE RESEARCH IN DE MET-
ALLURGIE vzw [BE/BE]; Avenue Ariane 5, BE-1200
BRUXELLES (BE).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/BE2007/000034

(72) Inventeurs; et

(22) Date de dépôt international : 23 avril 2007 (23.04.2007)

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : NYSSEN,
Pierre [BE/BE]; Avenue des Cerfs 11, BE-4031 AN-
GLEUR (BE). MATHY, Cécile [BE/BE]; Av. des Velroux
43, B-4347 Voroux-Goreux (BE).

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(74) Mandataire : GROUPEMENT DE MANDATAIRES
"PRONOVEM"; c/o Pronovem - Office Van Malderen,
Bld de la Sauvenière 85/043, B-4000 Liège (BE).

(30) Données relatives à la priorité :
2006/0246 26 avril 2006 (26.04.2006) BE

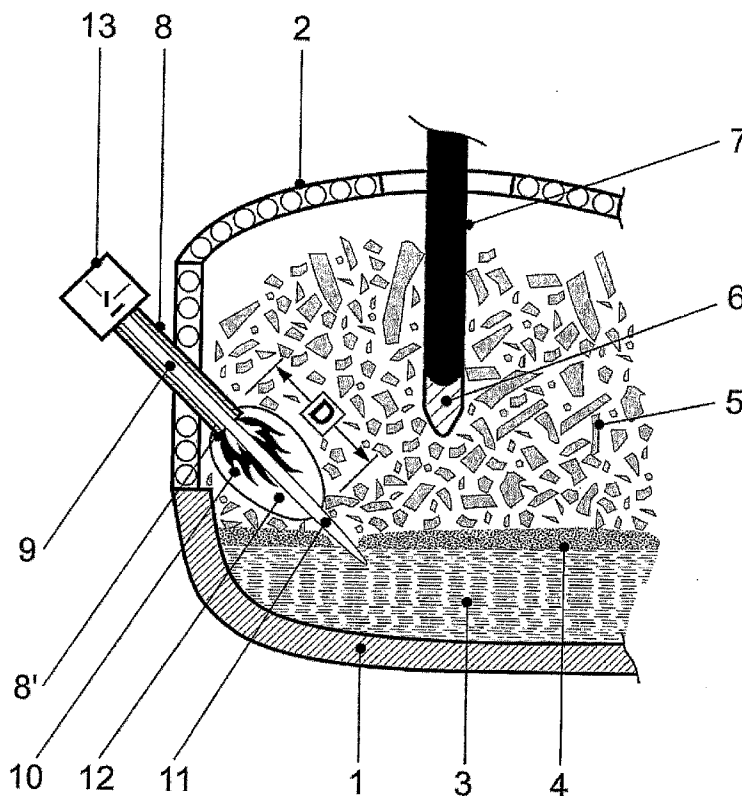
(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR THE DYNAMIC CONTROL OF COMBINED BURNERS AND OF LANCES FOR
BLOWING OXYGEN INTO AN OVEN

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCÉDE DE CONTRÔLE DYNAMIQUE DES BRULEURS COMBINÉS ET DES LANCES
D'INSUFFLATION D'OXYGÈNE DANS UN FOUR



(57) Abstract: The present invention relates to a device for the dynamic control, in a metallurgical oven, of a lance (9) for blowing pressurized gas containing oxygen, or solids, said device comprising contactless measurement means situated outside the oven for estimating the distance (D) between one end (8) of the lance (9) and a target formed by the solid scrap (5) situated opposite said end (8), characterized in that said means comprise a radiation source (14) emitting an incident beam (16) in the direction of said target (5) and a detector (15) where a beam (17) reflected by the target (5) is captured, such that the incident beam (16) and the reflected beam (17) both pass into the inner section of a pipe situated along the axis of said lance (9).

[Suite sur la page suivante]

WO 2007/121539 A2



CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrégé :** La présente invention se rapporte à un dispositif pour le contrôle dynamique, dans un four métallurgique, d'une lance (9) à insufflation de gaz sous pression contenant de l'oxygène, ou des matières solides, ledit dispositif comprenant des moyens de mesure sans contact, situés à l'extérieur du four, pour estimer la distance (D) entre une extrémité (8') de la lance (9) et une cible constituée par de la mitraille solide (5) située en face de ladite extrémité (8'), caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent une source de rayonnement (14) émettant un faisceau incident (16) en direction de ladite cible (5) et un détecteur (15) où est capté un faisceau réfléchi (17) par la cible (5), de manière telle que le faisceau incident (16) et le faisceau réfléchi (17) passent tous deux dans la section intérieure d'une tuyère située dans l'axe de ladite lance (9).

5

DISPOSITIF ET PROCÉDE DE CONTROLE DYNAMIQUE
DES BRULEURS COMBINES ET DES LANCES D'INSUFFLATION
D'OXYGENE DANS UN FOUR

10

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un dispositif de contrôle dynamique des brûleurs combinés et des lances d'insufflation d'oxygène dans un four métallurgique, tel qu'un four électrique à arc ou un four de réduction en vue d'améliorer ou d'optimiser son rendement énergétique. Un brûleur combiné est un brûleur de préchauffage associé à une lance d'insufflation d'oxygène.

20

[0002] L'invention se rapporte également au procédé de mise en œuvre du dispositif.

Arrière-plan technologique et état de la technique

25 [0003] Il est connu qu'un four électrique à arc, comme ceux utilisés par exemple en métallurgie, appelé succinctement par la suite "four à arc", comporte souvent plusieurs brûleurs, généralement disposés sur la paroi latérale du four. De plus, la charge d'un tel four à arc est constituée principalement par des déchets métalliques pouvant contenir des pièces déclassées ou des débris de fonte, d'acier ou de métaux ferreux ou non-ferreux, qui seront dans la suite de la description appelés indistinctement "mitraille(s)" ou "ferraille(s)".

30

[0004] Dans les fours à arc, on utilise soit des brûleurs à oxy-fuel seuls, soit des brûleurs combinés, comprenant l'association d'un brûleur à oxy-fuel en vue du préchauffage et d'une lance d'insufflation d'oxygène, soit encore des lances à insufflation d'oxygène seules ou ces différents dispositifs en combinaison. De manière plus générale, ces dispositifs peuvent également équiper des récipients de fusion métallurgique, de type à « smelting reduction ». Tous ces récipients métallurgiques peuvent être également munis de lances à insufflation de matière (par exemple charbon, chaux, minerai, poussières, etc.).

[0005] Dans le processus de fusion à l'arc électrique, il est connu de souffler de l'oxygène à travers la surface de la couche de laitier surnageant, directement dans le métal liquide. Il en résulte une décarburation du métal liquide, c'est-à-dire une oxydation du carbone d'abord en monoxyde puis en dioxyde de carbone, ainsi que la formation d'une couche de laitier moussant qui couvre l'arc et réduit le rayonnement vers les panneaux et la voûte et, par conséquent, réduit la consommation d'énergie.

[0006] Cependant, l'utilisation d'une lance à oxygène présente l'inconvénient que le jet de gaz peut être accidentellement renvoyé par les mitrailles en direction des parois du four, avec comme conséquence un endommagement éventuel de celles-ci.

[0007] La bonne pratique actuelle consiste en deux modalités différentes de travail :

- dans le cas de la présence d'un brûleur combiné comme défini ci-dessus, on préchauffe avec le brûleur durant un certain temps pour créer une cavité suffisante dans la mitraille et ensuite seulement on met en route la lance à oxygène, en jet supersonique, simultanément ou non avec le fonctionnement du brûleur ;

- dans le cas de la présence d'une lance à oxygène seule, on utilise celle-ci dans un premier temps à régime (débit) réduit pour créer une cavité suffisante dans la mitraille ; une fois celle-ci créée, on utilise alors la lance, de préférence à plein régime, comme dans la phase correspondante décrite ci-dessus, dans le cas de l'utilisation d'un brûleur combiné.

[0008] Même en opérant suivant les modalités précédentes, il n'est pas certain que l'on crée par fusion une cavité libre ou que celle-ci est formée de manière stable.

[0009] Dans la demande de brevet belge n° BE-A-20050140 (non publiée), la Demanderesse a proposé un dispositif pour le contrôle dynamique de la combustion d'un brûleur à combustible gazeux ou liquide dans un four électrique à arc, en particulier dans un four à arc d'aciérie, le brûleur émettant en utilisation une flamme par une ouverture située à une de ses extrémités au-dessus d'un bain de métal fondu lui-même surmonté d'une charge de mitraille. Ce dispositif comprend des moyens de mesure sans contact, situés à l'extérieur du four à arc, pour estimer la distance entre l'extrémité du brûleur et une cible constituée par de la mitraille solide située en face de ladite extrémité. Ces moyens de mesure comprennent une source émettant un signal passant à l'intérieur du brûleur en direction de ladite cible, et un détecteur où est capté ledit signal réfléchi par la cible, également en passant à l'intérieur du brûleur, et de préférence, une tête de détection de type capteur de distance optique, situé à l'intérieur ou à l'arrière du brûleur, présentant par exemple un laser pulsé émettant un faisceau incident visant la mitraille à travers une ouverture située dans l'axe du brûleur et un photodétecteur apte à recevoir le faisceau laser réfléchi par la mitraille.

[0010] Ce dispositif pourrait avantageusement être mis en œuvre soit dans le cas d'un brûleur séparé, soit dans le cas d'un brûleur combiné tel que défini ci-dessus, ou encore dans le cas d'une lance à insufflation d'oxygène seule.

5 [0011] Selon l'état de l'art actuel, on s'efforce de prendre des précautions pour éviter d'endommager les parois des fours, ce qui conduit notamment à une augmentation du temps de traitement, à la limitation du débit d'oxygène en début de traitement, etc. Ces
10 précautions nécessaires entraînent des pertes de productivité.

[0012] Pour améliorer le rendement des lances à oxygène, un contrôle dynamique de celles-ci est requis. On
15 entend par contrôle dynamique un contrôle ou une régulation en temps réel qui tient compte des conditions opérationnelles à un instant donné, par opposition à un point de fonctionnement préprogrammé.

[0013] Le dispositif de contrôle dynamique développé
20 pour les brûleurs à oxy-fuel pourrait donc trouver une application très intéressante également dans le cas de l'utilisation de lances à oxygène et de brûleurs combinés en récipient de fusion métallurgique. La difficulté d'utiliser ce dispositif dans ce cas précis réside dans le
25 faible diamètre des tuyères à oxygène (typiquement 18-30 mm). En effet, le dispositif décrit ci-dessus fonctionne avec des largeurs de faisceaux importantes et des chemins optiques distincts et convergents, incompatibles avec les valeurs précitées de diamètre des tuyères.

30 [0014] Dans le brevet américain US-B-6 440 355, on décrit un dispositif de mesure optique, rétractable dans un logement de protection et solidaire du système de manutention d'une lance à oxygène dans un convertisseur à l'oxygène. Ce dispositif de mesure comprend une tête

optique à laser apte à envoyer un faisceau incident sur une zone cible dans le four, tel que la surface du laitier, à recevoir et détecter le faisceau réfléchi et à déterminer, par comparaison des deux faisceaux, la distance à laquelle se trouve la zone cible. Ce dispositif a pour seul objet de permettre un ajustement correct de la distance séparant le laitier de la tête de la lance à oxygène.

10 Buts de l'invention

[0015] La présente invention vise à proposer une solution qui permette de s'affranchir des inconvénients de l'état de la technique.

[0016] En particulier, la présente invention vise à fournir un procédé de contrôle dynamique, c'est-à-dire en cours de fonctionnement, des lances à insufflation d'oxygène ou à injection de matières sous pression, montées sur les parois de fours métallurgiques ou à « smelting reduction ».

[0017] Un but complémentaire de l'invention est d'améliorer, voire d'optimiser le rendement de ces lances à oxygène, notamment en déterminant de manière optimale l'augmentation du débit de la lance.

[0018] Un but complémentaire de l'invention, dans le cas des brûleurs combinés, est de déterminer de manière optimale le changement de fonction du brûleur combiné, c'est-à-dire le passage de la fonction brûleur au soufflage à l'oxygène.

[0019] Un but complémentaire est encore d'assurer une meilleure protection des parois des fours.

[0020] Un autre but est encore d'obtenir un fonctionnement fiable et reproductible d'un four métallurgique à arc, en vue d'obtenir une fusion optimale d'une quantité donnée de ferraille, au moyen d'une énergie

électrique moindre et d'une consommation en oxygène ou autres gaz réduite par rapport aux systèmes utilisés dans l'état de la technique.

5 **Principaux éléments caractéristiques de l'invention**

[0021] Un premier objet de la présente invention, selon la revendication 1 ci-après, concerne un dispositif pour le contrôle dynamique dans un four métallurgique, de préférence un four électrique à arc d'aciérie, d'une lance
10 à insufflation de gaz sous pression contenant de l'oxygène, ou de matières solides, éventuellement combinée à un brûleur à combustible gazeux ou liquide, le cas échéant ledit brûleur émettant en utilisation une flamme par une ouverture située à une extrémité de la lance, au-
15 dessus d'un bain de métal fondu lui-même surmonté d'une charge de mitraille, ledit dispositif comprenant des moyens de mesure sans contact, situés à l'extérieur du four, pour estimer la distance entre l'extrémité de la lance et une cible constituée par de la mitraille solide
20 située en face de ladite extrémité, caractérisé en ce que lesdits moyens de mesure sans contact comprennent une source de rayonnement émettant un faisceau incident en direction de ladite cible et un détecteur où est capté un faisceau réfléchi par la cible, de manière telle que le
25 faisceau incident et le faisceau réfléchi passent tous deux dans la section intérieure d'une tuyère située dans l'axe de ladite lance.

[0022] Un deuxième objet de la présente invention, selon la revendication 24 ci-après, concerne une lance à
30 insufflation d'oxygène éventuellement combinée à un brûleur à oxy-fuel pour four électrique à arc équipée d'un dispositif de contrôle dynamique selon la revendication 1.

[0023] Un troisième objet de la présente invention, selon la revendication 25 ci-après, concerne un procédé de

contrôle dynamique dans un four électrique à arc muni d'une lance à insufflation d'oxygène, éventuellement combinée à un brûleur à oxy-fuel, au moyen d'un dispositif à tête de détection optique comme décrit ci-après, 5 caractérisé par les étapes suivantes :

- un faisceau laser pulsé incident visant la mitraille est émis au travers de l'ouverture située dans l'axe de la lance ;
 - le faisceau réfléchi par la mitraille est détecté, son 10 chemin optique étant partiellement superposé dans la lance au chemin optique du faisceau incident ;
 - la distance entre l'extrémité de la lance et la mitraille est déduite par une mesure de temps de vol, c'est-à-dire en mesurant l'intervalle de temps qui 15 s'écoule entre les impulsions laser respectivement émises et reçues ;
 - un débit ou une pression et/ou le moment de transition pour l'insufflation de l'oxygène par la lance et le cas échéant, un rapport gaz comburant / combustible au 20 niveau de l'alimentation du brûleur et/ou la puissance du brûleur et/ou la durée de fonctionnement du brûleur est (sont) ajusté(s), de préférence selon une régulation en boucle fermée, en utilisant comme paramètre de régulation la valeur de la distance mesurée.
- 25 [0024] Des modalités d'exécution préférées de l'invention sont décrites dans les revendications 2-23 et 26 ci-après.

Brève description des figures

- 30 [0025] La figure 1 représente schématiquement en coupe verticale un four d'aciérie à brûleur combiné comportant le dispositif de l'invention.

[0026] Les figures 2.A à 2.F représentent des vues respectives en coupe longitudinale et transversale de plusieurs formes d'exécution préférées de l'invention.

[0027] La figure 3 représente graphiquement un exemple de mesures de distance au cours du temps obtenues avec le dispositif selon la présente invention, dans le cas d'un brûleur combiné.

Description d'une forme d'exécution préférée de l'invention

10

[0028] L'objet principal de l'invention est de doter de moyens de contrôle dynamique les brûleurs combinés (oxy-fuel/oxygène) et les lances à oxygène montés sur les parois d'un four à arc. Comme le pilotage dynamique d'un brûleur individuel a déjà été décrit en détail dans la demande belge précitée, on se focalisera plus particulièrement ici sur le cas de la lance à insufflation d'oxygène.

15

[0029] Selon une forme d'exécution préférée de l'invention, ces moyens de contrôle comprennent un capteur optique, donc sans contact, situé à l'extérieur du four à arc, pour estimer la distance entre l'extrémité de la lance et une cible constituée par de la ferraille solide située en face de ladite extrémité. Le capteur optique est situé à l'intérieur de la lance ou derrière celle-ci et se compose d'une tête de mesure comprenant une source qui émet un faisceau passant à l'intérieur de la lance en direction de la cible, c'est-à-dire la ferraille non encore fondue. Le faisceau est réfléchi par la cible en direction d'un détecteur, se trouvant dans la tête de mesure, également en passant par l'intérieur de la lance.

20

25

30

[0030] Le moment de mise en route de la lance à oxygène et le débit d'oxygène insufflé seront alors choisis en fonction de la charge effective en ferraille en

face de chaque lance individuelle, qui est estimée précisément au moyen du capteur de distance.

[0031] Tout autre moyen qu'un moyen optique, par exemple un système radar, c'est-à-dire un télémètre à 5 micro-ondes ou ondes radio, permettant de déterminer des distances dans un environnement bruité par une haute température est susceptible d'être couvert également par l'objet de l'invention.

[0032] Un système pour la mesure de la distance 10 instantanée entre l'extrémité de la lance et la ferraille solide doit permettre d'ajuster les points de fonctionnement de la lance, en vue d'éviter les désavantages mentionnés ci-dessus et ainsi d'augmenter l'efficacité de l'apport en oxygène.

15 [0033] De manière plus générale, sur base du signal mesuré à partir du capteur de distance, le calcul de points de fonctionnement dynamiques va également permettre un fonctionnement automatique du brûleur et/ou de la lance. Le rapport oxygène / gaz naturel, la puissance du 20 brûleur, le basculement du mode brûleur au mode soufflage d'oxygène et la durée de fonctionnement de chaque brûleur seront calculés, le cas échéant, en fonction de la charge effective en ferraille en face de chaque brûleur ou lance.

[0034] Prenons à présent le cas d'une lance à 25 oxygène isolée. Dans sa phase de démarrage, le débit ou la pression de soufflage d'oxygène à la lance sera limité à une valeur inférieure à la valeur nominale, voire maximale. Ces conditions seront maintenues aussi longtemps que la ferraille est présente à proximité de l'extrémité 30 de la lance et jusqu'à ce qu'une cavité libre (vide de matière solide) soit créée au sein de la charge de ferraille, en face de la lance.

[0035] Lorsqu'une telle cavité de fusion aura été formée, la lance sera normalement pilotée dans les conditions nominales.

[0036] Le capteur de distance sera choisi pour pouvoir viser une cible portée à une très haute température locale, sans que la mesure ne soit trop perturbée par le rayonnement propre de la cible, aux longueurs d'onde utilisées. Ce capteur devra aussi s'accommoder de la présence des flammes générées dans le cas d'un brûleur combiné, qui notamment peuvent absorber le faisceau émis et reçu par le capteur.

[0037] De manière avantageuse, le principe de mesure choisi est le suivant :

- un faisceau laser pulsé vise la ferraille à travers une ouverture centrale de la lance ou du brûleur combiné;
- la lumière réfléchie est détectée par un capteur adéquat ;
- la distance (D) mentionnée ci-dessus est déduite d'un calcul de "temps de vol", basé sur l'intervalle de temps séparant l'impulsion émise de l'impulsion reçue ; la vitesse à considérer étant la vitesse de la lumière, une électronique de détection haute fréquence est requise.

[0038] Un exemple d'installation susceptible de mettre en œuvre le dispositif de l'invention est illustré sur la figure 1, qui montre une vue fragmentaire d'un four à arc d'aciérie, en coupe verticale, dans laquelle un brûleur combiné (brûleur + lance) comprenant le dispositif de l'invention est illustré schématiquement.

[0039] Le four à arc comprend en particulier une cuve 1 fermée par un couvercle 2, muni de moyens de refroidissement à l'eau. En fonctionnement, la cuve 1 contient un bain d'acier fondu 3 recouvert, pour mémoire, d'une couche de laitier 4. Après l'affinage, l'acier en

fusion 3 est versé par un trou de coulée, bien connu de l'homme de métier (non représenté). Après la coulée, une nouvelle quantité de mitrailles 5 est chargée dans le four, couvercle 2 ouvert, au moyen d'un panier (non représenté). La charge de mitrailles 5 est fondue progressivement au moyen d'un arc électrique 6 formé entre une électrode 7 et le bain d'acier fondu 3, avec l'appoint de brûleurs tel que le brûleur combiné 8, bien connu dans l'état de la technique et développant des flammes 10 et/ou un jet d'oxygène sous pression 11 dans une cavité 12. Une tête de détection 13 de type capteur de distance est intégrée au sein du brûleur selon une forme d'exécution préférée de l'invention : celle-ci comporte notamment une diode laser qui génère un faisceau pulsé visant la ferraille 5 au travers d'une ouverture centrale 9 du brûleur ainsi qu'un photodétecteur disposé dans un angle solide lui permettant de détecter le faisceau laser réfléchi sur la ferraille 5.

[0040] En fonctionnement normal ou efficace du brûleur, comme on l'a dit ci-dessus, une cavité libre est formée par la fusion en face de l'extrémité du brûleur, comme illustré à la figure 1. Cette cavité définit une distance D entre l'extrémité du brûleur 8' et la ferraille frontale 5 toujours à l'état solide. Cette distance D est précisément mesurée par le dispositif de l'invention.

[0041] Dans ce type d'application, en particulier pour une lance à oxygène séparée où typiquement le diamètre des tuyères est inférieur à 40 mm, il n'est pas toujours possible de séparer strictement les faisceaux incident et réfléchi passant dans la tuyère de la lance comme on pouvait le faire dans le cas du dispositif correspondant installé dans un brûleur, selon la demande de brevet précitée. Ce cas figure, pouvant être mis en œuvre si le diamètre interne de la tuyère de la lance est

suffisant, est représenté sur la figure 2A. La source de rayonnement 14, de préférence laser, munie de son optique collimatrice 14A (lentille), émet un faisceau incident (parallèle) 16 au travers du tube de visée 9' et de la
5 tuyère de la lance 9. Le faisceau réfléchi 17 est capté par le détecteur 15, via son optique collimatrice 15A. De plus, la taille des faisceaux sera réduite par rapport au cas décrit dans la demande belge précitée. Chaque faisceau peut ainsi être délimité par un tube séparé 18. En outre,
10 une vitre de protection 19 contre les poussières et les projections de particules chaudes et un filtre infrarouge 20 commun aux deux faisceaux sont avantageusement prévus dans le tube de visée 9', devant l'optique.

[0042] Selon d'autres formes d'exécution préférées
15 de l'invention, on prévoit de pallier l'inconvénient provoqué par un diamètre de tuyère très faible. Les différents dispositifs proposés traitent des faisceaux incident et réfléchi partiellement superposés.

[0043] Comme représenté sur la figure 2B, on peut
20 prévoir que les chemins optiques correspondant aux faisceaux incident 16 et réfléchi 17 soient superposés. Dans ce cas, la source 14 émet selon un axe perpendiculaire à l'axe de la lance et le détecteur 15 reçoit le faisceau réfléchi dans ledit axe, grâce à un
25 séparateur de faisceaux 21 (beamsplitter), par exemple un miroir semi-transparent, positionné à 45° par rapport audit axe.

[0044] Selon une autre modalité de mise en œuvre
30 avantageuse de l'invention représentée sur la figure 2C, une paroi diamétrale 22 sépare physiquement les deux faisceaux dans la tuyère et deux miroirs 23A, 23B, orientés à 45° par rapport à l'axe de la lance séparent les deux faisceaux respectifs, les axes respectifs de la

source 14 et du détecteur 15 étant perpendiculaires à l'axe de la lance.

[0045] Selon une autre modalité de mise en œuvre avantageuse représentée sur la figure 2D, afin de réduire le diamètre des deux faisceaux de mesure et tenir compte de l'encombrement de l'ensemble source-capteur, on utilise deux prismes déviateurs respectifs 24A, 24B situés à l'extrémité arrière du tube de visée 9'. Ces deux prismes déviateurs permettent le renvoi ou la déviation des faisceaux incident et réfléchi sur les deux lentilles collimatrices 14A, 15A respectives du système optique. Plus généralement on peut utiliser des "verres déviateurs", c'est-à-dire des verres transparents qui dévient la lumière d'un angle connu. Tout comme pour le dispositif précédent, on peut utiliser une cloison diamétrale séparatrice 22.

[0046] Selon encore d'autres modalités préférées de mise en œuvre, on part de l'idée que le faisceau incident peut être de section plus faible que le faisceau réfléchi, ce qui favorise le rapport signal/bruit de réception. Ainsi dans la figure 2E, le faisceau incident 16 est confiné dans un tube 18 de section plus petite que la section interne de la tuyère. A nouveau, le faisceau réfléchi est renvoyé à 90° par rapport à l'axe de la lance, grâce à un miroir 25. Dans la figure 2F, le tube 18 est fermé à l'arrière et inclut l'émetteur 14 et son optique collimatrice 14A, qui est une lentille ou un groupe de lentilles. Outre le fait de favoriser la réception, cette configuration permet de maintenir le détecteur 15 dans l'axe de la lance.

[0047] A titre d'application de la présente invention, la figure 3 illustre graphiquement la mesure de distances D, selon la définition donnée ci-dessus, en fonction du temps pour un brûleur combiné en activité, à

partir du démarrage. Dans la zone A (points noirs), où seul le brûleur de préchauffage est en action, on a reporté les points correspondant à une distance mesurée en fonction du temps de fonctionnement. Au bout d'un certain

5 temps caractérisé pour une distance mesurée déterminée, le brûleur sera arrêté ou non et on passera en mode soufflage d'oxygène par mise en action de la lance (zone B, courbe en pointillé). Dans ce cas particulier où existe un brûleur de préchauffage, on peut enclencher la lance à

10 plein régime car la cavité est déjà bien formée dans la mitraille. On voit que la distance mesurée augmente beaucoup plus rapidement à partir de la mise en route de la lance (zone B). Cette mesure donne donc des informations permettant un meilleur contrôle de

15 l'installation. Par exemple, si la distance mesurée reste faible pendant une longue période, cela peut être le signe d'une obstruction du brûleur ou de la lance. Le système de contrôle provoquera alors un arrêt du brûleur ou de la lance et donnera l'instruction à l'opérateur d'enclencher

20 une procédure de nettoyage ou de maintenance par exemple.

[0048] Dans un environnement aussi agressif que celui d'un récipient de fusion métallurgique, il est toujours possible d'avoir des projections au niveau des fenêtres optiques de l'appareil de visée. Avantageusement,

25 selon l'invention, une partie de l'oxygène insufflé par la lance pourra être consacrée au nettoyage de ces fenêtres par balayage.

[0049] L'invention présente l'avantage qu'un contrôle dynamique et automatique des brûleurs combinés et

30 lances permet d'assurer leur fonctionnement optimal de manière fiable et reproductible en vue d'obtenir une fusion de la ferraille améliorée ou optimisée au moyen d'une consommation en énergie électrique et en gaz réduite, donc en utilisant mieux l'énergie consommée.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour le contrôle dynamique, dans un four métallurgique, de préférence un four électrique à arc d'aciérie, d'une lance (9) à insufflation de gaz sous pression contenant de l'oxygène, ou de matières solides, éventuellement combinée à un brûleur (8) à combustible gazeux ou liquide, le cas échéant ledit brûleur (8) émettant en utilisation une flamme (10) par une ouverture située à une extrémité (8') de la lance (9), au-dessus d'un bain de métal fondu (3) lui-même surmonté d'une charge de mitraille (5), ledit dispositif comprenant des moyens de mesure sans contact, situés à l'extérieur du four, pour estimer la distance (D) entre l'extrémité (8') de la lance (9) et une cible constituée par de la mitraille solide (5) située en face de ladite extrémité (8'), caractérisé en ce que lesdits moyens de mesure sans contact comprennent une source de rayonnement (14) émettant un faisceau incident (16) en direction de ladite cible (5) et un détecteur (15) où est capté un faisceau réfléchi (17) par la cible (5), de manière telle que le faisceau incident (16) et le faisceau réfléchi (17) passent tous deux dans la section intérieure d'une tuyère située dans l'axe de ladite lance (9).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de mesure de distance (D) entre l'extrémité (8') de la lance (9) et la mitraille solide (5) comprennent une tête de détection (13) de type capteur de distance optique, situé à l'intérieur ou à l'arrière de la lance (9), muni d'un laser (14) de préférence pulsé émettant le faisceau incident (16) visant la mitraille (5) à travers la tuyère située dans l'axe de la lance (9) et un photodétecteur (15) apte à recevoir à travers cette même tuyère le faisceau laser réfléchi (17) par la mitraille (5).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour réduire le diamètre des faisceaux incident (16) et réfléchi (17) dans la tuyère à une valeur inférieure à 30 mm, de
5 préférence inférieure à 20 mm.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le faisceau incident (16) et le faisceau réfléchi (17) sont parallèles à l'axe de la lance et délimités par un tube (18) de diamètre inférieur au
10 diamètre intérieur de la tuyère.

5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le faisceau incident (16) et le faisceau réfléchi (17) sont au moins partiellement superposés à l'intérieur de la tuyère.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend un séparateur de faisceau (21) incliné à 45° par rapport à l'axe de la lance, la source de lumière (14) émettant sur ledit séparateur de faisceau selon un axe perpendiculaire audit axe et le
15 détecteur (15) recevant le faisceau réfléchi (17) selon ledit axe.

7. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le faisceau incident (16) et le faisceau réfléchi (17) sont délimités dans la tuyère par
25 une cloison diamétrale (22), la source (14) émettant le faisceau incident (16) selon un axe perpendiculaire à l'axe de la lance sur un premier miroir (23A) incliné à 45° par rapport audit axe et le récepteur (15) recevant le faisceau réfléchi (17) selon un axe perpendiculaire à
30 l'axe de la lance sur un second miroir (23B) incliné à 45° par rapport audit axe.

8. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le faisceau incident (16) et le faisceau réfléchi (17) sont délimités dans la tuyère par

une cloison diamétrale (22), la source (14) émettant le faisceau incident (16) et le récepteur (15) recevant le faisceau réfléchi (17) selon des axes respectifs obliques par rapport à l'axe de la lance grâce à deux prismes déviateurs (24A, 24B).

9. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la source (14) émet le faisceau incident (16) dans l'axe de la lance, ce dernier étant confiné dans un tube (18) de section inférieure à la section interne de la tuyère, le faisceau réfléchi (17) passant dans la tuyère à l'extérieur dudit tube (18).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le faisceau réfléchi (17) est dévié par un miroir (25) sur le détecteur (15), en dehors de l'axe de la lance.

11. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que la source (14) est encapsulée dans le tube (18) qui est fermé à l'arrière, le faisceau réfléchi (17) étant reçu par le détecteur (15) dans l'axe de la lance.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, caractérisé en ce que la tête de détection (13) est configurée pour effectuer la mesure de distance sur une cible portée à haute température, de préférence à une température pouvant atteindre 1500°C et/ou pour effectuer ladite mesure dans un environnement ou sur un trajet optique présentant des flammes.

13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 12, caractérisé en ce que la tête de détection (13) est équipée de moyens de refroidissement.

14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 13, caractérisé en ce que le laser (14) est une diode laser semi-conductrice émettant dans l'infrarouge, équipée d'au moins une lentille collimatrice

et d'un filtre, de préférence un filtre interférentiel, pour éliminer ou atténuer le bruit de fond lié au rayonnement propre du four.

5 15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 14, caractérisé en ce que le photodétecteur (15) comprend au moins une lentille de réception avec un filtre interférentiel et au moins une photodiode, couplée à un système électronique de détection haute fréquence.

10 16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que la photodiode est couplée par fibre optique au système électronique de détection haute fréquence.

15 17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 16, caractérisé en ce que la tête de détection (13) comprend une fenêtre de protection (19), de préférence équipée de moyens de protection à balayage par de l'oxygène sous pression prélevé au niveau de ladite lance (9) et de préférence un filtre commun à l'émetteur
20 (14) et au détecteur (15) qui élimine ou atténue le rayonnement infrarouge parasite.

25 18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 17, caractérisé en ce que la tête de détection (13) est configurée pour pouvoir mesurer des distances allant jusqu'à 5 mètres.

30 19. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 18, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de régulation pour ajuster en temps réel un débit ou une pression en oxygène de la lance (9), le moment de mise en route de l'insufflation de l'oxygène par la lance (9) et le cas échéant, un rapport gaz comburant / combustible au niveau de l'alimentation du brûleur (8) et/ou la puissance du brûleur et/ou la durée de fonctionnement du brûleur, en fonction de la distance (D)

mesurée par la tête de détection (13) et l'électronique haute fréquence.

20. Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce que lesdits moyens de régulation sont des moyens de régulation en boucle fermée.

21. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de mesure de distance (D) entre l'extrémité (8') de la lance (9) et la mitraille solide (5) comprennent un système radar, utilisant des ondes radio ou des micro-ondes, situé à l'intérieur ou à l'arrière de la lance (9).

22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que la lance (9) et le brûleur (8) sont combinés et concentriques.

23. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que la lance (9) et le brûleur (8) sont séparés physiquement dans le four.

24. Lance à insufflation d'oxygène (9) éventuellement combinée à un brûleur à oxy-fuel (8) pour four électrique à arc équipée d'un dispositif de contrôle dynamique selon l'une quelconque des revendications précédentes.

25. Procédé de contrôle dynamique de la combustion créée dans un four électrique à arc muni d'une lance à insufflation d'oxygène (9), éventuellement combinée à un brûleur à oxy-fuel (8), au moyen du dispositif à tête de détection optique (13) selon l'une quelconque des revendications 2 à 20, caractérisé par les étapes suivantes :

30 - un faisceau laser pulsé incident visant la mitraille (5) est émis au travers de l'ouverture (8') située dans l'axe de la lance (9) ;

- le faisceau réfléchi par la mitraille (5) est détecté, son chemin optique étant partiellement superposé dans la lance (9) au chemin optique du faisceau incident ;
- la distance (D) entre l'extrémité de la lance (9) et la mitraille (5) est déduite par une mesure de temps de vol, c'est-à-dire en mesurant l'intervalle de temps qui s'écoule entre les impulsions laser respectivement émises et reçues ;
- un débit ou une pression et/ou le moment de transition pour l'insufflation de l'oxygène par la lance (9) et le cas échéant, un rapport gaz comburant / combustible au niveau de l'alimentation du brûleur (8) et/ou la puissance du brûleur (8) et/ou la durée de fonctionnement du brûleur (8) est (sont) ajusté(s), de préférence selon une régulation en boucle fermée, en utilisant comme paramètre de régulation la valeur de la distance (D) mesurée.

26. Procédé selon la revendication 25, caractérisé en ce que la mise en action de la lance à insufflation d'oxygène (9) est précédée d'une étape de préchauffage par le brûleur (8), une régulation étant effectuée dans les deux cas sur la valeur de la distance (D) mesurée.

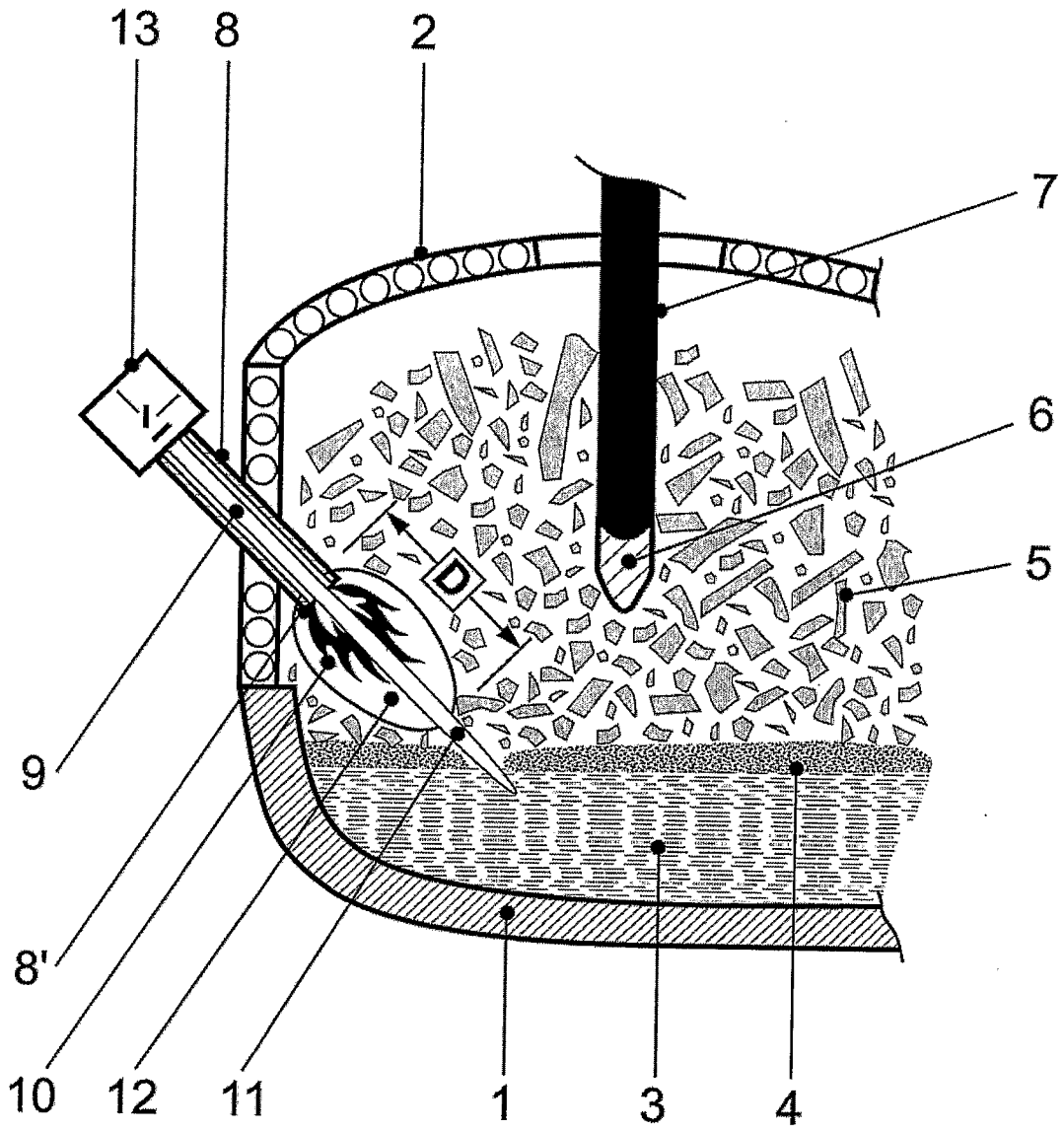


Fig.1

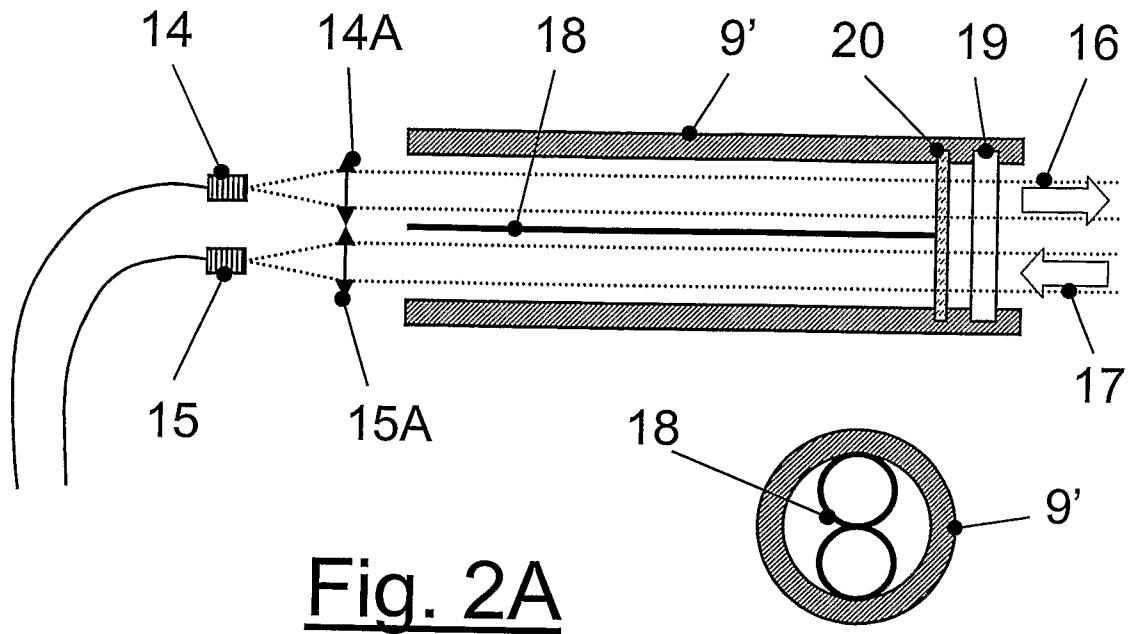


Fig. 2A

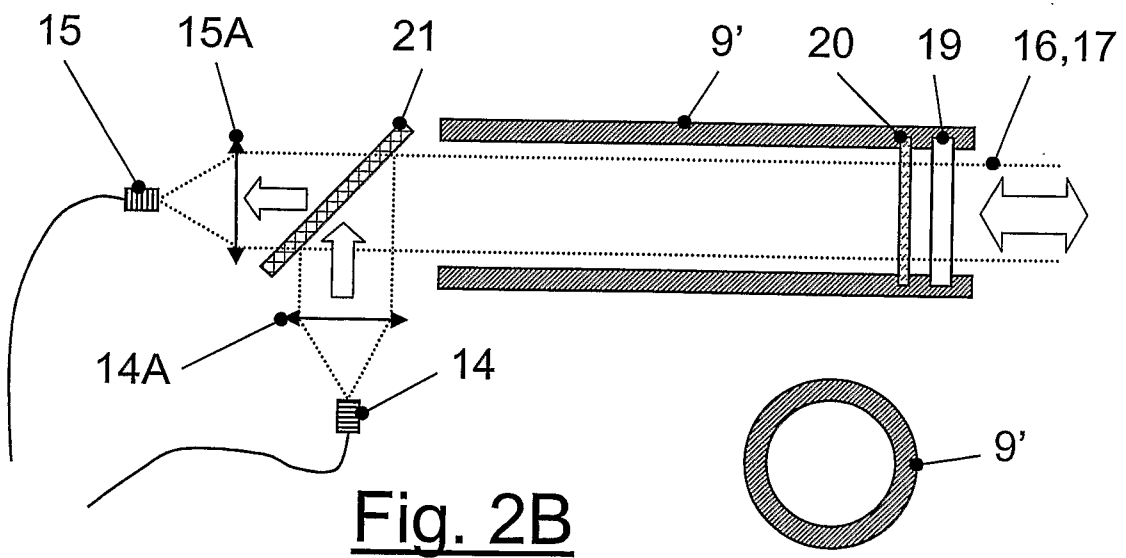
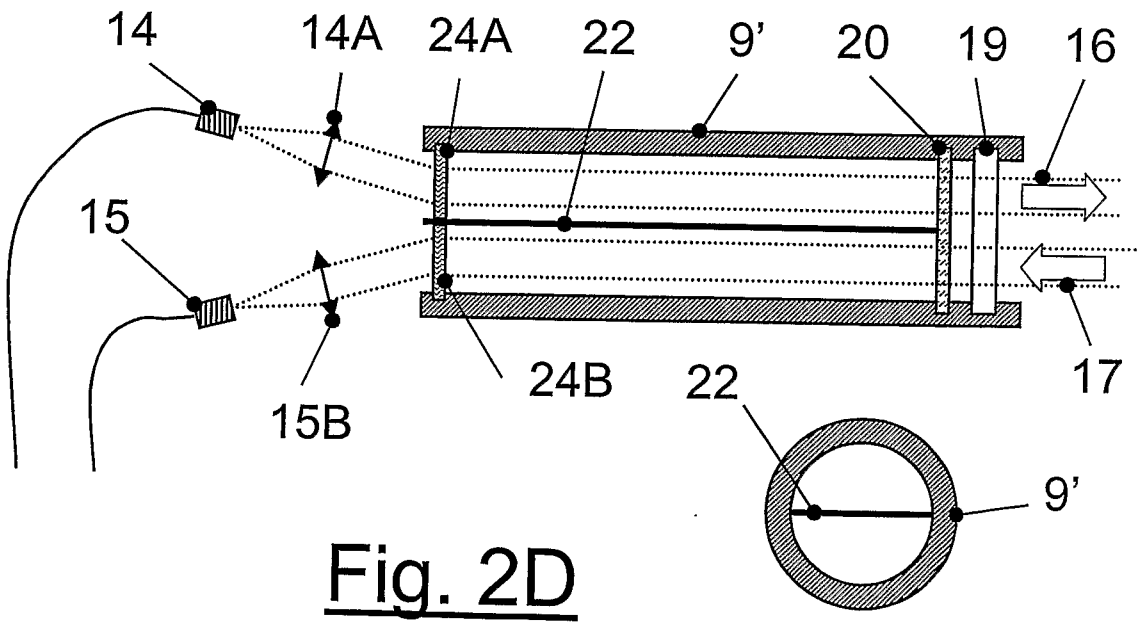
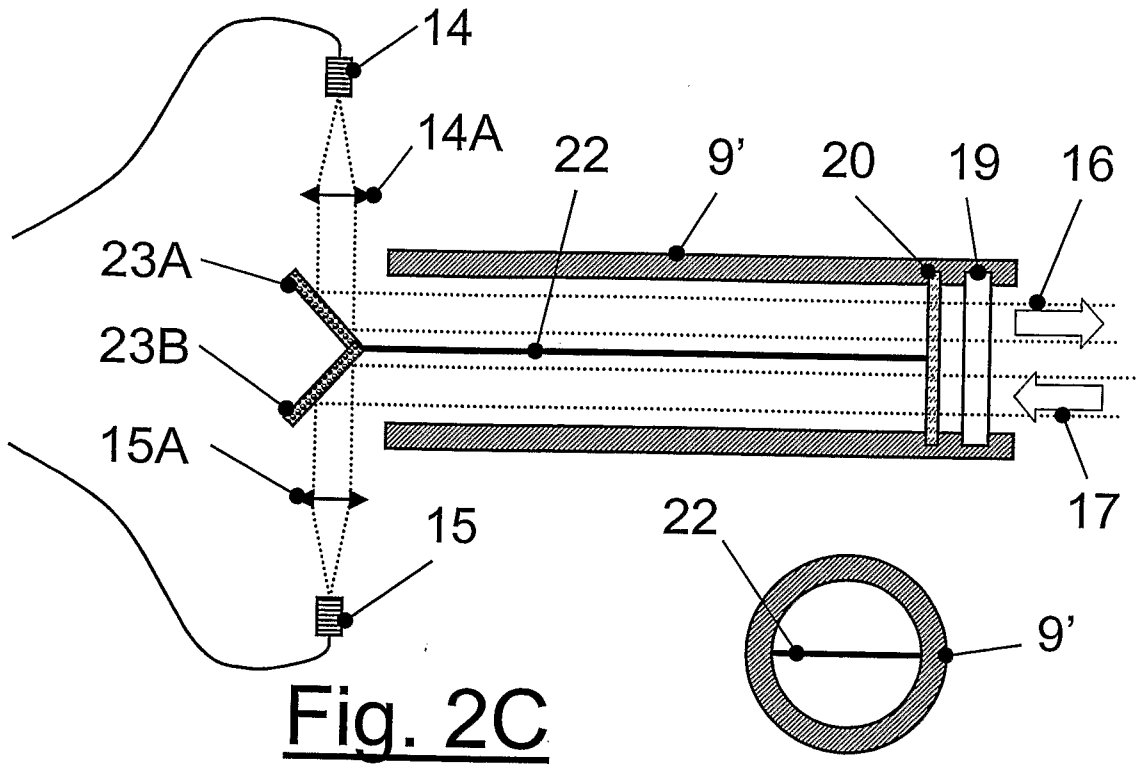


Fig. 2B



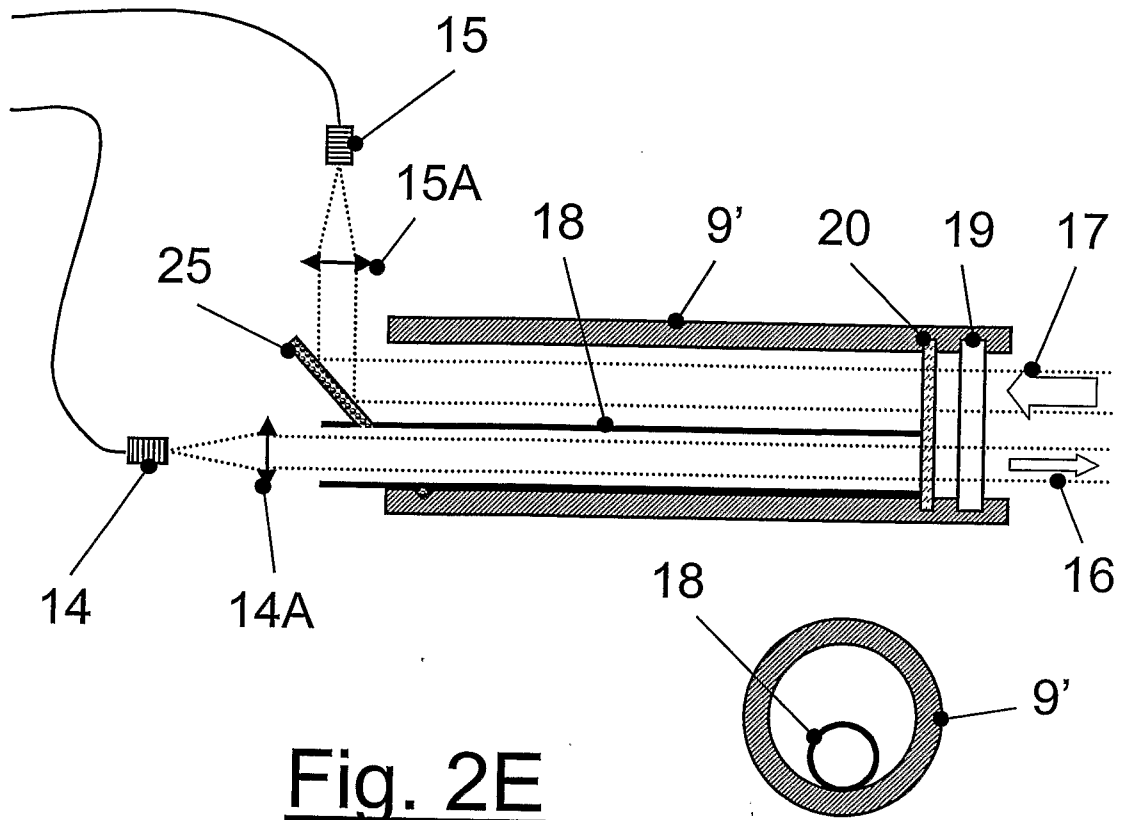


Fig. 2E

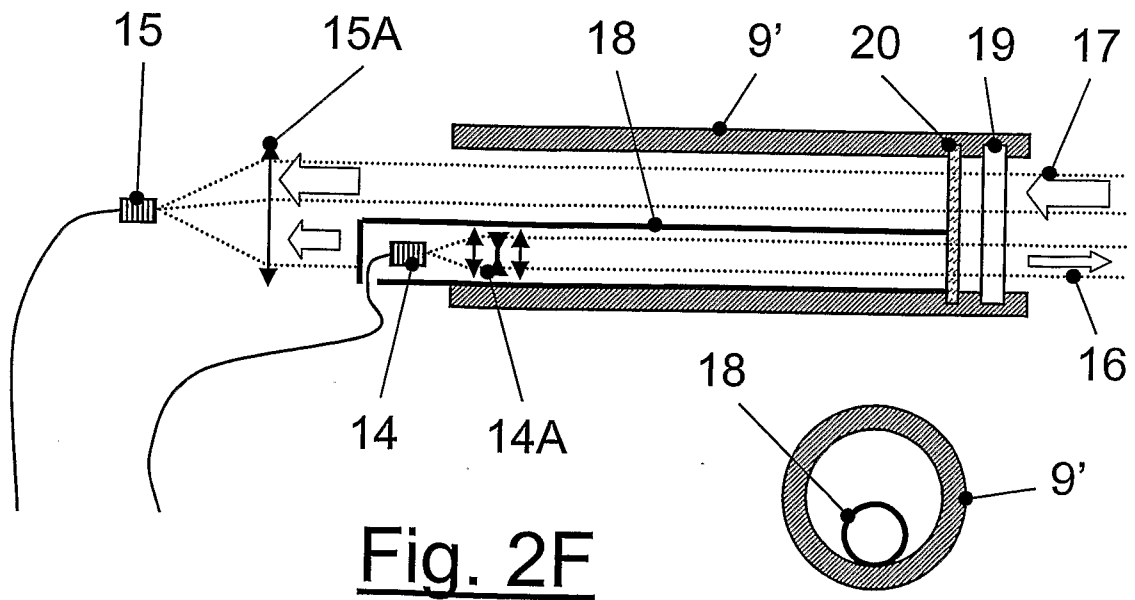


Fig. 2F

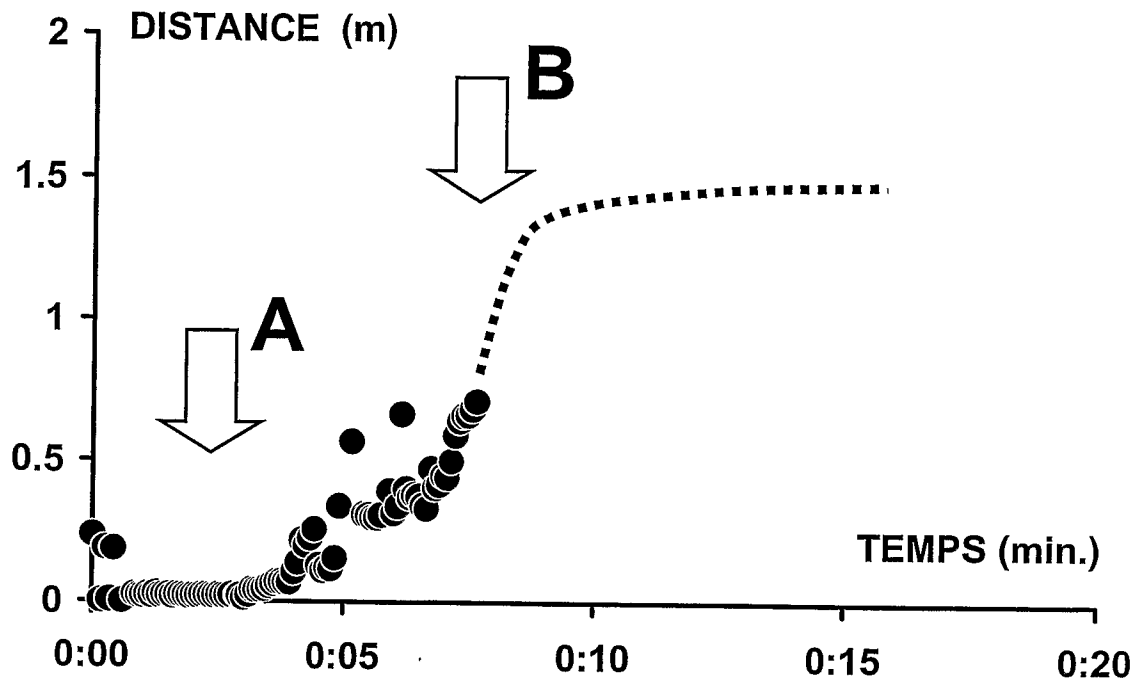


Fig. 3