



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

⑪ Numéro de publication:

**O 106 767  
B1**

⑫

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

⑯ Date de publication du fascicule du brevet:  
**16.07.86**

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 05 B 7/02, H 05 B 7/101**

㉑ Numéro de dépôt: **83402004.2**

㉒ Date de dépôt: **14.10.83**

㉔ Dispositif de mesure de tension d'arc sur un four électrique.

㉖ Priorité: **15.10.82 FR 8217253**

㉗ Titulaire: **CLECIM, 107 boulevard de la Mission  
Marchand, F-92400 Courbevoie (FR)**

㉘ Date de publication de la demande:  
**25.04.84 Bulletin 84/17**

㉙ Inventeur: **Maes, Pascal, Le Four à Chaux,  
F-69700 Saint-Romaine-en-Giers (FR)**

㉚ Mention de la délivrance du brevet:  
**16.07.86 Bulletin 86/29**

㉛ Mandataire: **Le Brusque, Maurice et al, Cabinet Harlé et  
Phélip 21, rue de la Rochefoucauld, F-75009 Paris (FR)**

㉜ Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE**

㉝ Documents cités:  
**DE - A - 2 511 929  
DE - B - 1 048 649  
US - A - 4 121 042  
US - A - 4 168 392**

**EP O 106 767 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention se rapporte à un dispositif permettant de mesurer, sur chacune des électrodes, la tension d'arc en cours de fonctionnement d'un four électrique destiné à la fusion ou à la transformation de ferrailles.

Le four électrique à arc est un appareil qui a pour but de fondre une charge métallique, mise sous forme de ferrailles en vrac, pour obtenir un bain fondu d'acier. Ce métal liquide peut ou non être affiné dans le four à arc lui-même pour en faire un acier de caractéristiques données. Avant tout, et cette tendance se marque de plus en plus dans les aciéries modernes, le four électrique à arc est un outil de fusion de ferrailles.

Un four à arc est équipé de trois électrodes verticales en graphite. Les électrodes sont équipées chacune d'un moyen individuel de montée et descente qui permet, pendant la fusion d'une charge de ferrailles, d'être à tout moment à la bonne distance de la ferraille. Les arcs s'établissent entre chacune des électrodes et la charge à fondre. Le courant qui circule dans les électrodes est un courant alternatif triphasé, normalement équilibré, ou presque, dont la valeur se chiffre en dizaines de milliers d'ampères. Le circuit d'amenée du courant présente une impédance non négligeable devant l'impédance d'arc, ce qui fait que la tension d'arc représente environ 70 à 90% seulement de la tension aux bornes du transformateur. L'impédance du circuit d'amenée du courant est surtout réactive, et sa valeur n'est pas constante car elle dépend de la géométrie du circuit, essentiellement déformable par le fait que les électrodes ont des possibilités de translation verticale de plusieurs mètres pendant le temps que les arcs sont établis.

Afin de permettre la régulation souhaitée de l'énergie appliquée à la ferraille dans le four, il est nécessaire de connaître à chaque instant la tension d'arc de chacune des électrodes.

Dans la technique actuelle, la mesure de la tension d'arc est issue d'un calcul partant d'une valeur de tension mesurée, soit aux bornes du transformateur d'alimentation, soit aux extrémités aval des câbles d'amenée du courant partant de ces bornes. Le résultat de cette mesure est très imprécis car l'impédance du circuit est variable et sa valeur ne peut être déterminée au moment du calcul de la tension d'arc; elle est, pour ce calcul, supposée avoir une valeur moyenne constante, ce qui est forcément inexact. Dans le cas où l'on mesure la tension à l'extrémité aval des câbles d'alimentation, les résultats ne sont pas meilleurs, car alors la tension mesurée est fausse, en raison de la forte influence des courants de puissance qui induisent des tensions d'erreur dans le circuit de mesure.

Le dispositif de mesure de l'invention permet une mesure de tension d'arc plus précise que celles effectuées jusqu'alors. Il est applicable aux fours électriques munis d'électrodes dont la partie supérieure est métallique et refroidie par circulation d'eau, tel que décrit par exemple dans le brevet US-A-4 121 042, et il est caractérisé en ce qu'il comporte un fil de mesure partant de la pièce de fixation de la partie en graphite de l'électrode, passant dans l'axe longitudi-

nal de la partie métallique refroidie de ladite électrode, puis passant à l'intérieur d'une des conduites d'amenée ou de retour d'eau de refroidissement. D'après des caractéristiques particulières, il aboutit à un ensemble électronique de transformation du signal reçu en lumière, ou autre onde électromagnétique, faisant partie de l'organe de mesure proprement dit, le signal ainsi transformé étant alors acheminé, par exemple par fibre optique, vers la salle de contrôle.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante d'un exemple de réalisation, en référence aux dessins annexés dans lesquels:

la figure 1 est une vue d'ensemble schématique du dispositif de mesure de l'invention

la figure 2 est une vue en coupe longitudinale d'une électrode refroidie équipée du dispositif de mesure de l'invention.

On reconnaît sur la figure 1 une des trois électrodes 1 passant au travers du couvercle 2 d'un four électrique à arcs, composée d'une partie inférieure 3 en graphite consommable et d'une partie supérieure 4 métallique et refroidie par circulation d'eau, les deux parties 3 et 4 étant réunies par une pièce bi-tronconique filetée 5, appelée «Nipple». De telles électrodes sont connues depuis quelques années seulement et sont décrites dans quelques publications récentes, tel que par exemple le brevet US-A-4 121 042.

L'électrode 1 est tenue par une pince 6 placée en bout d'un bras de support 7. Le bras 7 est lui-même porté par un mât 8 réglable en hauteur par un dispositif classique non représenté.

La tension électrique issue d'une des trois bornes du secondaire du transformateur triphasé d'alimentation est appliquée sur la pince métallique 6 à l'aide de câbles de puissance 9 et 10.

La partie métallique 4 de l'électrode 1 est refroidie par un circuit de circulation d'eau comportant un tube flexible d'amenée d'eau 11 aboutissant dans l'axe de l'électrode, et un tube flexible de retour d'eau 12 en partant par le côté supérieur.

En se reportant également à la figure 2, on peut voir en détails le circuit de circulation d'eau à l'intérieur de la partie métallique refroidie 4 de l'électrode 1. On remarquera que l'eau y circule tout d'abord de haut en bas dans un canal axial 13 parcourant toute la longueur de la partie métallique refroidie 4.

Conformément à l'invention, un fil électrique de mesure 16 part de la pièce de raccordement 5, ou «Nipple», circuit selon l'axe de la partie métallique refroidie 4, passe ensuite à l'intérieur du tuyau d'amenée d'eau 11, pour aboutir à un coffret électronique 14 placé à l'extrémité amont du bras de support 7.

Le coffret électronique 14 comporte un dispositif mesurant la tension instantanée au point 5, c'est-à-dire à l'extrémité aval de la partie métallique refroidie 4, transformant cette valeur de tension mesurée en valeur de tension efficace, puis convertissant cette mesure en un signal optique qui est alors transmis à l'aide d'une fibre optique 15 vers la salle de commande. Le signal reçu est alors utilisé pour réguler la position verticale du mât 8, c'est-à-dire finalement la puissance d'arc.

On remarquera que l'invention permet une mesure

de la tension d'arc grandement améliorée. La tension est en effet mesurée sur la pièce de raccordement 5 c'est-à-dire très près de l'extrémité de l'électrode 1; le fil de mesure 16 passe au centre de la partie métallique 4 et l'induction y est nulle car le champ électromagnétique est nul au centre d'un conducteur.

Le fil 16 continue ensuite son chemin à l'intérieur des conduites 11 d'aménée d'eau de refroidissement de l'électrode. Sur cette portion de chemin, l'induction parasite existe mais est atténuée par le fait que le câble de mesure 16 est soigneusement blindé par le matériau des tuyauteries. La tension mesurée est convertie en lumière dans le coffret 14 puis, transmise par fibre optique 15, ne subit plus de perturbations.

La figure 2 montre le détail des connexions de la partie aval du câble de mesure 16 et du flexible d'aménée d'eau 11 avec la partie métallique refroidie 4.

Dans le conduit central 13 par lequel arrive l'eau de refroidissement amenée par le flexible 11 et circulant comme indiqué par les flèches, on trouve un tube coaxial 17 fixé à sa partie supérieure par une bride 18 percée de trous pour permettre la circulation d'eau, et centré dans le conduit 13 par des ailettes 19. Dans l'axe de ce tube 17 on trouve le fil conducteur isolé 16 solidaire à son extrémité aval d'une pastille métallique 20 fortement appliquée contre la partie métallique 4 de l'électrode par un bouchon fileté 21. Une prise étanche 22 permet de connecter et de déconnecter rapidement le fil de mesure 16.

#### Revendications

1. Dispositif de mesure de la tension d'arc sur une électrode en graphite comportant une partie inférieure consommable (3) reliée par une pièce de raccordement (5) à une partie supérieure métallique (4) refroidie par un circuit interne de circulation d'eau et sur laquelle est appliquée la tension, l'organe de mesure proprement dit étant relié à l'électrode par un fil électrique de mesure (16), caractérisé par le fait que le fil électrique de mesure (16) part de la pièce de raccordement (5) de la partie inférieure (3) et circule le long de l'axe longitudinal de la partie supérieure métallique (4) puis à l'intérieur de l'une des conduites d'aménée (11) ou de retour (12) du circuit interne de circulation d'eau.

2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le fil électrique de mesure (16) aboutit à un ensemble électronique (14) de transformation du signal de mesure de tension reçu en onde électromagnétique, faisant partie de l'organe de mesure, le signal de mesure ainsi transformé étant alors acheminé vers une salle de contrôle.

3. Dispositif de mesure selon la revendication 2, caractérisé par le fait que l'ensemble électronique (14) transforme le signal de mesure de tension en une onde lumineuse et est relié par fibre optique à la salle de contrôle.

4. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le circuit de circulation d'eau comporte un canal d'aménée de l'eau (13) s'étendant dans l'axe de la partie métallique (4) sur

toute la longueur de celle-ci, et dans lequel est placé un tube coaxial (17) à l'intérieur duquel passe le fil électrique (16).

5. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le fil électrique (16) solidaire à son extrémité aval d'une pastille métallique (20) fortement appliquée contre la partie métallique (4) de l'électrode par un bouchon fileté (21).

#### Patentansprüche

15. 1. Vorrichtung zur Messung der Lichtbogenspannung an einer Graphitelektrode mit einem unteren abflammenden Teil (3), das über ein Anschlussstück (5) mit einem oberen durch einen internen Wasserkreislauf gekühltes Metallteil (4) verbunden ist, an das die Spannung gelegt wird, wobei das eigentliche Messglied über einen elektrischen Messleiter (16) mit der Elektrode verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Messleiter (16) ausgehend von dem Anschlussstück (5) des Unterteils (3) entlang der Längsachse des oberen Metallteils (4), dann innen entweder in der Zufuhr- (11) oder in der Rücklaufrichtung (12) des internen Wasserkreislaufs verläuft.

20. 2. Messvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Messleiter (16) zu einer dem Messglied zugehörigen Elektronikeinheit (14) zum Umsetzen des als elektromagnetische Welle empfangenen Messsignals führt, wobei das somit umgesetzte Messsignal einem Kontrollraum zugeführt wird.

25. 3. Messvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektronikeinheit (14) das Spannungsmesssignal als Lichtwelle umsetzt und über Lichtwellenleiter mit dem Kontrollraum verbunden ist.

30. 4. Messvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wasserkreislauf eine in der Achse des Metallteils (4) über dessen gesamte Länge sich erstreckende Wasserzuführleitung aufweist, die ein Koaxialrohr (17) mit dem darin verlaufenden elektrischen Leiter (16) aufnimmt.

35. 5. Messvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Leiter (16) an seinem stromabwärts liegenden Ende mit einer Metallscheibe (20) fest verbunden ist, die über einen Gewindestopfen (21) kräftig gegen das Elektroden-Metallteil (4) gedrückt wird.

#### Claims

40. 1. Device for the measurement of the arc voltage on a graphite electrode including a consumable lower part (3) connected by a connecting piece (5) to a metallic upper part (4) cooled by an internal water circulation circuit and to which the voltage is applied, the actual measuring element being connected to the electrode by an electrical measurement wire (16), characterized in that the electrical measurement wire (16) departs from the connecting piece (5) of the lower part (3) and extends along the longitudinal

axis of the metallic upper part (4) and then within one of the supply (11) or return (12) conduits of the internal water circulation circuit.

2. Measuring device according to Claim 1, characterized in that the electrical measurement wire (16) leads to an electronic assembly (14) for converting the voltage measurement signal received into an electromagnetic wave, forming part of the measuring element, the measurement signal thus converted then being transmitted to a control room.

3. Measuring device according to Claim 2, characterized in that the electronic assembly (14) converts the voltage measurement signal into a light

wave and is connected by optical fibre to the control room.

4. Measuring device according to Claim 1, characterized in that the water circulation circuit includes a water supply channel (13) extending in the axis of the metallic part (4) over the entire length of the latter, and in which there is placed a coaxial tube (17) within which the electrical wire (16) passes.

5. Measuring device according to Claim 1, characterized in that the electrical wire (16) forms a single unit, at its downstream end, with a metallic plug (20) applied tightly against the metallic part (4) of the electrode by a threaded cap (21).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

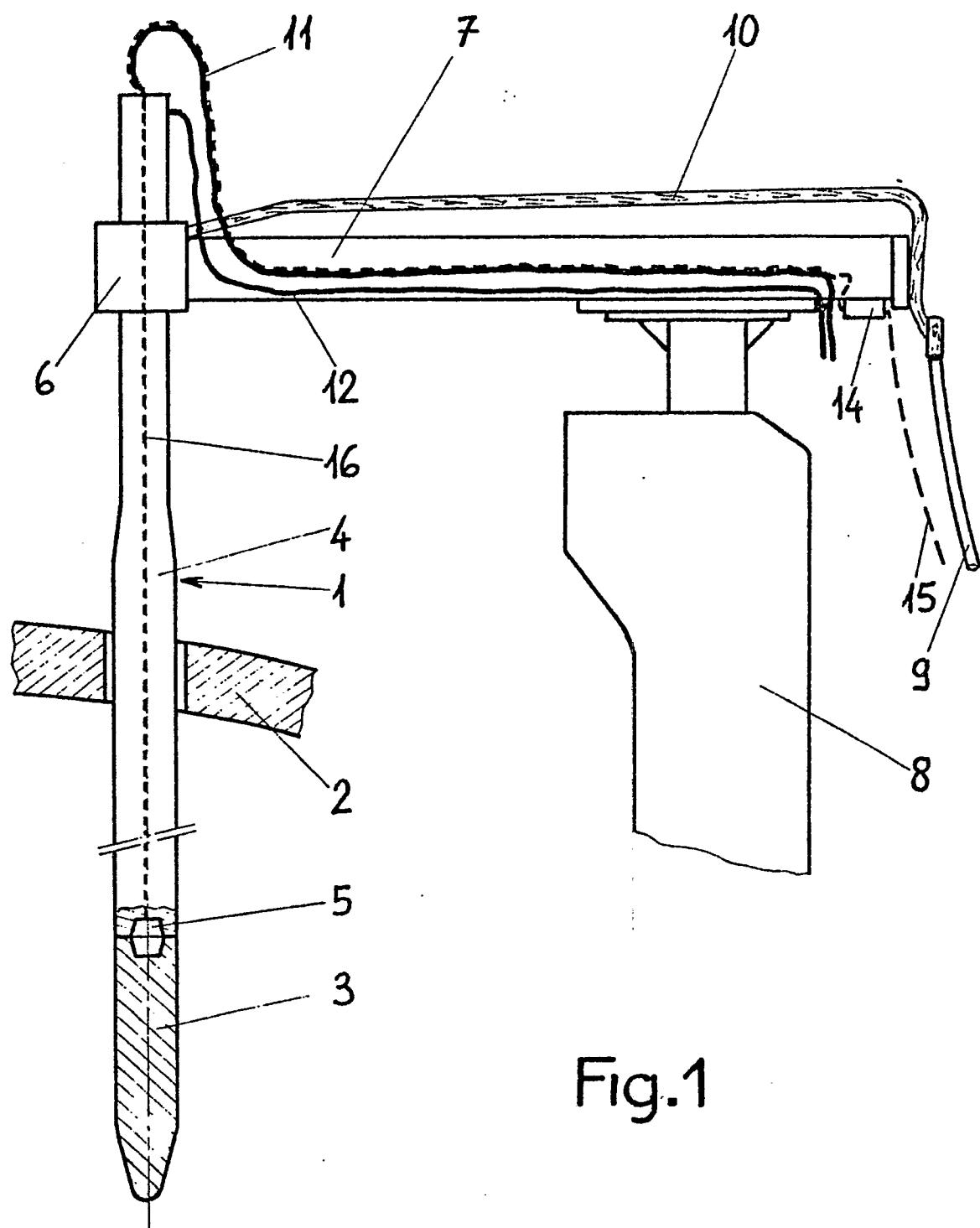


Fig.1

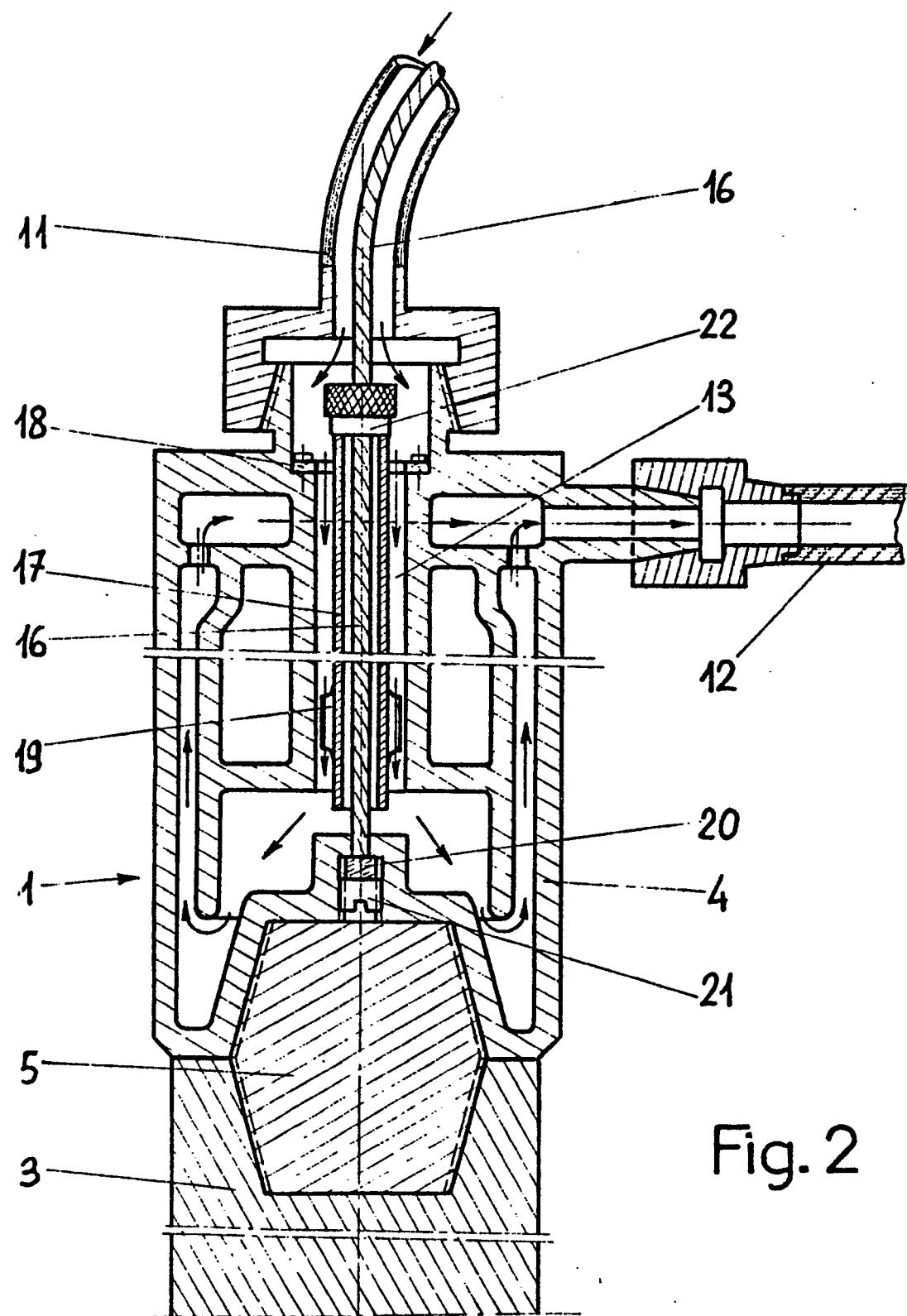


Fig. 2