



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 053 060
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
11.04.84

(51) Int. Cl.³ : **B 22 D 11/12**

(21) Numéro de dépôt : **81401776.0**

(22) Date de dépôt : **09.11.81**

(54) Inducteur à champ glissant et à flux orienté pour rouleau-brasseur de coulée continue de brames.

(30) Priorité : **25.11.80 FR 8024960**

(43) Date de publication de la demande :
02.06.82 Bulletin 82/22

(45) Mention de la délivrance du brevet :
11.04.84 Bulletin 84/15

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

(56) Documents cités :
FR-A- 2 187 467
FR-A- 2 237 711

(73) Titulaire : **CEM COMPAGNIE ELECTRO-MECANIQUE**
12, rue Portalls
F-75008 Paris (FR)

(72) Inventeur : **Delassus, Jean**
31, rue des Carrières
F-95160 Montmorency (FR)

(74) Mandataire : **Roger-Petit, Jean-Camille et al**
OFFICE BLETRY 2, Boulevard de Strasbourg
F-75010 Paris (FR)

EP 0 053 060 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).

Inducteur à champ glissant et à flux orienté pour rouleau-brasseur de coulée continue de brames

La présente invention se rapporte à un dispositif pour la mise en mouvement d'un métal en fusion dans une installation de coulée continue et au cours du refroidissement du produit coulé.

Elle se rapporte plus particulièrement aux coulées de produits plats de grande largeur, désignés généralement sous le nom de brames.

On connaît déjà des dispositifs pour la mise en mouvement d'un métal liquide au moyen de champs magnétiques glissants ou tournants, ces champs étant produits par des inducteurs logés dans les rouleaux de guidage et de soutien du produit coulé en continu. De tels dispositifs sont par exemple décrits dans le brevet français n° 72/20546, publié sous le n° 2 187 467 et dans ses premier et second certificats d'addition n° 73/19 399 et 73 19 400, respectivement publiés sous les numéros 2 231 454 et 2 231 455. Le brevet français 2 187 467, sans entrer dans les détails de construction de l'inducteur lui-même, prévoit que celui-ci peut être soit rendu solidaire du rouleau et tourner avec lui, soit maintenu fixe à l'intérieur du rouleau tournant. Le premier certificat d'addition n° 2 231 454 décrit une forme d'exécution d'un inducteur à champ glissant, qui est solidaire en rotation du corps creux de révolution dans lequel il est logé. L'inducteur comprend un noyau magnétique sous la forme d'un arbre en acier inoxydable magnétique, qui comporte de profondes rainures longitudinales s'étendant sur toute la longueur de l'arbre et régulièrement espacées dans le sens circonférentiel. Dans les rainures sont encastrés des paquets de tôles magnétiques planes et parallèles à l'axe de l'arbre. Ce dernier et les tôles sont entaillés par une série de gorges annulaires espacées sur la longueur de l'arbre et logeant des bobines inductrices circulaires.

L'inconvénient des dispositifs décrits dans les documents antérieurs susmentionnés est leur manque de puissance. On peut penser que ce manque de puissance vient du fait que l'émission du champ magnétique produit par l'inducteur est réparti en azimut dans toutes les directions autour de l'axe du rouleau. Il en résulte que la densité du flux magnétique émis dans la direction utile, c'est-à-dire vers la zone de contact entre le rouleau et la brame, est faible, car le flux magnétique se disperse inutilement dans les autres directions, en particulier dans la direction opposée à la brame et en direction des rouleaux adjacents situés en amont et en aval du rouleau considéré par rapport au sens de la coulée continue.

La présente invention a pour but de fournir un inducteur à champ glissant pour rouleau-brasseur de coulée continue de brames, permettant de concentrer le flux magnétique vers la zone de contact entre le rouleau et la brame et de diminuer fortement les fuites magnétiques dans les autres directions, afin d'utiliser au mieux la capacité magnétique du noyau de l'inducteur.

A cet effet, l'inducteur selon la présente inven-

tion, comprenant un arbre rainuré qui porte des tôles magnétiques planes et parallèles à l'axe de l'arbre, ce dernier et les tôles étant entaillés par une série de gorges annulaires espacées sur la longueur de l'arbre et logeant des bobines inductrices circulaires, est caractérisé en ce que l'arbre est fixe, de façon connue en soi, et est en un métal amagnétique bon conducteur de l'électricité et comporte une rainure longitudinale de large section transversale logeant un unique paquet de tôles magnétiques qui constitue à lui seul le noyau magnétique de l'inducteur, tandis que l'arbre constitue un écran pour le flux magnétique engendré par les bobines inductrices, l'ensemble étant tel que ce flux magnétique soit orienté dans une direction fixe privilégiée.

En service, l'inducteur selon l'invention est maintenu dans une orientation fixe par rapport à la coulée continue, à l'intérieur du rouleau qui est montré tournant de façon à assurer le guidage et le soutien du produit coulé en continu. L'inducteur est monté dans une orientation fixe telle que le plan de feuilletage du paquet de tôles magnétiques formant le noyau soit perpendiculaire à la surface de la brame coulée en continu et que le bord libre des tôles magnétiques soit situé en face de la zone de contact entre le rouleau et la brame. Chaque bobine inductrice entoure complètement l'inducteur en passant devant le noyau magnétique formé par le paquet de tôles et derrière l'arbre en métal amagnétique bon conducteur de l'électricité. Du fait que le noyau magnétique est encastré dans la rainure de l'arbre en métal amagnétique bon conducteur de l'électricité, les trois faces du noyau qui ne sont pas en regard de la zone de contact entre le rouleau et la brame sont protégées contre les pertes de flux par l'effet d'écran résultant des courants induits dans l'arbre en métal amagnétique bon conducteur de l'électricité. Il en résulte que, en service, le flux magnétique est essentiellement dirigé vers la zone de contact entre le rouleau et la brame.

On décrira maintenant, à titre d'exemple purement indicatif et nullement limitatif, une forme d'exécution de la présente invention en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 montre deux rouleaux-brasseurs disposés de part et d'autre d'une brame en cours de coulée continue et équipés chacun d'un inducteur conforme à la présente invention, l'un des deux rouleaux étant vu en coupe transversale suivant la ligne A-A de la figure 2, l'autre étant vue en coupe transversale suivant la ligne B-B de la figure 2.

Les figures 2 et 3 montrent l'un des deux rouleaux-brasseurs de la figure 1, en coupe axiale suivant la ligne C-C de la figure 1, et le spectre des lignes de flux magnétique, respectivement à deux instants d'excitation séparés par un quart de période du courant alternatif, dans le cas d'un inducteur diphasé bipolaire.

La figure 4 représente le schéma de bobinage de l'inducteur représenté sur les figures 2 et 3.

Dans les figures 1 à 3, on peut voir une partie d'une brame 1 en cours de coulée continue, avec sa croûte extérieure 2 de métal déjà solidifié et son cœur 3 de métal encore en fusion. La brame 1 en cours de coulée est guidée et soutenue par un certain nombre de rouleaux tels que les rouleaux 4 à 9. Comme cela est connu, certains des rouleaux sont montés libres en rotation, tandis que d'autres peuvent être entraînés en rotation. Comme cela est également connu, certains rouleaux, par exemple les rouleaux 6 et 7, sont creux et logent un inducteur 10 de brassage du cœur 3 de métal en fusion. Ces derniers rouleaux sont habituellement appelés « rouleaux-brasseurs ».

Chaque rouleau-brasseur 6 ou 7 comporte une enveloppe cylindrique creuse 11, en acier inoxydable amagnétique, aux extrémités de laquelle sont fixés deux bouts d'arbres creux, respectivement 12 et 13, par des vis telles que 14. Des paliers (non montrés) permettent la rotation de l'ensemble 11, 12, 13 autour de son axe.

A l'intérieur de l'enveloppe cylindrique 11 se trouve l'inducteur 10. Celui-ci comprend un noyau magnétique 15 constitué par un unique paquet de tôles magnétiques minces convenablement isolés les uns des autres de façon connue par un isolant non montré. Le noyau magnétique feuilleté 15 est encastré dans une large et profonde rainure longitudinale 16 qui est creusée dans un arbre massif 17 en métal amagnétique et bon conducteur de l'électricité, par exemple en alliage d'aluminium ou en alliage de cuivre. Le noyau magnétique 15 est maintenu en place dans la rainure longitudinale 16 par plusieurs boulons 18 coopérant avec des clavettes 19 logées dans des rainures transversales à section en queue d'aronde, creusées dans la face du noyau magnétique 15 qui est tournée vers le fond de la rainure longitudinale 16. La face libre 20 du noyau magnétique 15 affleure la surface cylindrique de l'arbre 17 et est orientée vers la face adjacente de la brame 1.

L'arbre 17 et le noyau magnétique 15 sont entaillés par une série de larges gorges annulaires 21 espacées sur la longueur de l'arbre 17 et logeant des bobines inductrices 22 à 26 de forme cylindrique. Les bobines 22 à 26 sont par exemple constituées par des spires de conducteur plat isolé en cuivre et sont convenablement isolées par rapport au noyau magnétique 15 par des isolants placés dans le fond des gorges annulaires 21 et sur les côtés de celles-ci.

Les extrémités de l'arbre 17 passent, avec un certain jeu radial, respectivement à travers les bouts d'arbres creux 12 et 13 et sont supportées et fixées rigidement à un bâti (non montré) de telle façon que l'arbre 17 reste immobile lorsque l'ensemble 11, 12, 13 tourne autour de son axe.

Deux étroites rainures longitudinales 27 et 28 (figure 1), s'étendant sur toute la longueur de l'arbre 17 et légèrement plus profondes que les gorges annulaires 21, et des passages 29, 30, 31 et 32 (figure 2), formés dans les deux extrémités

de l'arbre 17, sont prévus pour loger les conducteurs 33 et 34 (figure 4) d'alimentation en courant des bobines 22 à 26.

Comme montré sur la figure 4, les bobines 22 à 26 sont réparties en deux groupes de bobines, constitués respectivement par les bobines 22, 24 et 26 et par les bobines 23 et 25. Les bobines 22, 24 et 26 sont enroulées en sens alternés, sont connectées électriquement en série et sont reliées par les conducteurs 33 à deux bornes extérieures 35 elles-mêmes reliées à l'une des deux phases d'une source d'alimentation en courant alternatif diphasé (non montrée). De même, les bobines 23 et 25 sont enroulées en sens opposés, sont connectées électriquement en série et sont reliées par les conducteurs 34 à deux autres bornes extérieures 36 elles-mêmes reliées à la deuxième phase de la source de courant alternatif diphasé. On notera également que les bobines extrêmes 22 et 26 comportent environ deux fois moins de spires que la bobine 24 et que les bobines 23 et 25 ont chacune environ le même nombre de spires que la bobine 24.

Il en résulte que le flux magnétique engendré par l'inducteur 10 lorsque le courant est maximum dans la première phase et nul dans la deuxième phase, présente l'allure représentée sur la figure 2, avec un pôle nord entre les bobines 22 et 24 et un pôle sud entre les bobines 24 et 26. On peut remarquer sur la figure 2 que la fermeture du flux se fait dans le noyau magnétique feuilleté 15 où les lignes de flux sont très serrées, ce qui peut conduire à une saturation magnétique du noyau feuilleté. On peut voir également que la présence de l'arbre 17 en métal amagnétique et bon conducteur de l'électricité constitue un écran très efficace qui empêche le flux magnétique de sortir vers la face arrière de l'inducteur 10, par suite des courants induits dans l'arbre 17, qui s'opposent au passage du flux magnétique. Il en résulte que la capacité du noyau magnétique 15 jusqu'à saturation sera consacrée presque entièrement au passage du flux magnétique utile.

La même constatation peut être faite à l'instant où le courant atteint son maximum dans la deuxième phase et est nul dans la première phase, c'est-à-dire lorsque les bobines 23 et 25 sont excitées en formant un pôle nord entre elles et deux pôles sud aux extrémités. Dans ce cas, la saturation du noyau magnétique 15 est maximale à l'endroit des bobines 23 et 25, mais les fuites de flux magnétique vers l'arrière sont encore évitées grâce à l'arbre 17 formant écran.

En outre, comme cela est plus particulièrement visible sur la figure 1, l'arbre 17 et les courants induits qui y prennent naissance s'opposent également aux fuites de flux magnétique sur les côtés du noyau magnétique 15. Il en résulte que le flux magnétique est principalement concentré dans un dièdre d'angle α , qui représente l'angle utile de brassage.

Lorsque les deux phases sont alimentées successivement et périodiquement, à basse fréquence, on obtient un champ magnétique glis-

sant dans la direction axiale du rouleau-brasseur dont les lignes de flux balaient le cœur 3 de la brame 1 en produisant un brassage du métal en fusion.

D'après ce qui précède, il est clair que l'inducteur selon la présente invention permet par conséquent d'utiliser au maximum la capacité magnétique du noyau feuilleté 15 pour produire un flux utile de brassage. Il permet d'obtenir une puissance utile de brassage 5 à 6 fois supérieure à celle obtenue avec les inducteurs antérieurement connus.

Bien que la forme d'exécution qui a été décrite ci-dessus soit plus particulièrement relative au cas d'un inducteur diphasé bipolaire, il est clair que la même conception pourrait s'appliquer à un inducteur polyphasé ayant un nombre quelconque de pôles. Toutefois, la solution diphasée et bipolaire présente des avantages de simplicité et d'efficacité qui peuvent être mis à profit grâce à la présente invention.

Il est du reste bien entendu que la forme d'exécution qui a été décrite ci-dessus a été donnée à titre d'exemple purement indicatif et nullement limitatif, et que de nombreuses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art sans pour autant sortir du cadre de la présente invention.

Revendications

1. Inducteur à champ glissant pour rouleau-brasseur de coulée continue de brames, comprenant un arbre rainuré (17) qui porte des tôles magnétiques planes et parallèles à l'axe de l'arbre, ce dernier et les tôles étant entaillés par une série de gorges annulaires (21) espacées sur la longueur de l'arbre et logeant des bobines inductrices circulaires (22 à 26), caractérisé en ce que l'arbre (17) est fixe, de façon connue en soi, et est en un métal amagnétique bon conducteur de l'électricité et comporte une rainure longitudinale (16) de large section transversale logeant un unique paquet de tôles magnétiques qui constitue à lui seul le noyau magnétique (15) de l'inducteur (10), tandis que l'arbre (17) constitue un écran pour le flux magnétique engendré par les bobines inductrices (22 à 26), l'ensemble étant tel que ce flux magnétique soit orienté dans une direction fixe privilégiée.

2. Inducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que des rainures longitudinales étroites (27 et 28), s'étendant sur toute la longueur de l'arbre (17) et légèrement plus profondes que les gorges annulaires (21), et des passages (29, 30, 31, 32) formés dans les deux extrémités de l'arbre (17), sont prévus pour les conducteurs (33 et 34) d'alimentation en courant alternatif des bobines (22 à 26).

3. Inducteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les bobines (22 à 26) sont connectées de manière à former un inducteur diphasé bipolaire.

Claims

1. A sliding field inductor for an agitating roller for the continuous casting of slabs, comprising a grooved roller (17) which carries magnetic metal sheets which are planar and parallel to the axis of the shaft, the shaft and the metal sheets being notched by a series of annular recesses (21) spaced along the shaft and housing circular induction coils (22 to 26), characterised in that, the shaft (17) is fixed in a manner uninterrupted in itself and is of a good electrically conducting non-magnetic metal and comprises a longitudinal groove (16) of large cross-section housing a single packet of magnetic metal sheets which alone constitutes the magnetic core (15) of the inductor (10) whilst the shaft (17) constitutes a screen for the magnetic flux produced by the induction coils (22 to 26), the assembly being such that the said magnetic flux is orientated in a preferred fixed direction.

2. An inductor according to claim 1, characterised in that, narrow longitudinal grooves (27 and 28), extending over the entire length of the shaft (17) and slightly deeper than the annular recesses (21), and passages (29, 30, 31, 32) formed in the two ends of the shaft (17) are provided for the conductors (33 and 34) for the supply of alternating current to the coils (22 to 26).

3. An inductor according to claim 1 to 2, characterised in that, the coils (22 to 26) are connected so as to form a two-phase bipolar inductor.

Ansprüche

1. Gleitfeldinduktor für eine Bras-Rolle beim kontinuierlichen Gießen von Brammen, mit einer Welle (17), die in einer Rille ebene und zur Wellenachse parallele Magnetbleche enthält, wobei in die Welle und in die Bleche eine Serie von ringförmigen Nuten (21) über die Länge der Welle verteilt eingeschnitten ist, in denen kreisförmige Induktionsspulen (22 bis 26) liegen, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (17) in an sich bekannter Weise drehfest ist, aus einem unmagnetischen elektrisch gut leitenden Metall besteht und eine Längsrille (16) großer Querschnittsfläche aufweist, in der ein einziges alleine den Magnetkern (15) des Induktors (10) bildendes Paket von Magnetblechen liegt, während die Welle (17) einen Schirm für den von den Spulen (22-26) erzeugten Magnetfluß bildet derart, daß dieser Magnetfluß in einer festen Vorzugsrichtung orientiert ist.

2. Induktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß enge Längsrinnen (27 und 28), die sich über die ganze Länge der Welle (17) erstrecken und etwas tiefer als die Ringnuten (21) sind, und an den beiden Enden der Welle (17) gebildete Durchlässe (29, 30, 31, 32) für die Leiter (33 und 34) vorgesehen sind, über die die Spulen (22 bis 26) mit Wechselstrom versorgt werden.

3. Induktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (22 bis 26) so

angeschlossen sind, daß ein zweiphasiger bipolarer Induktor entsteht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

Fig. 1

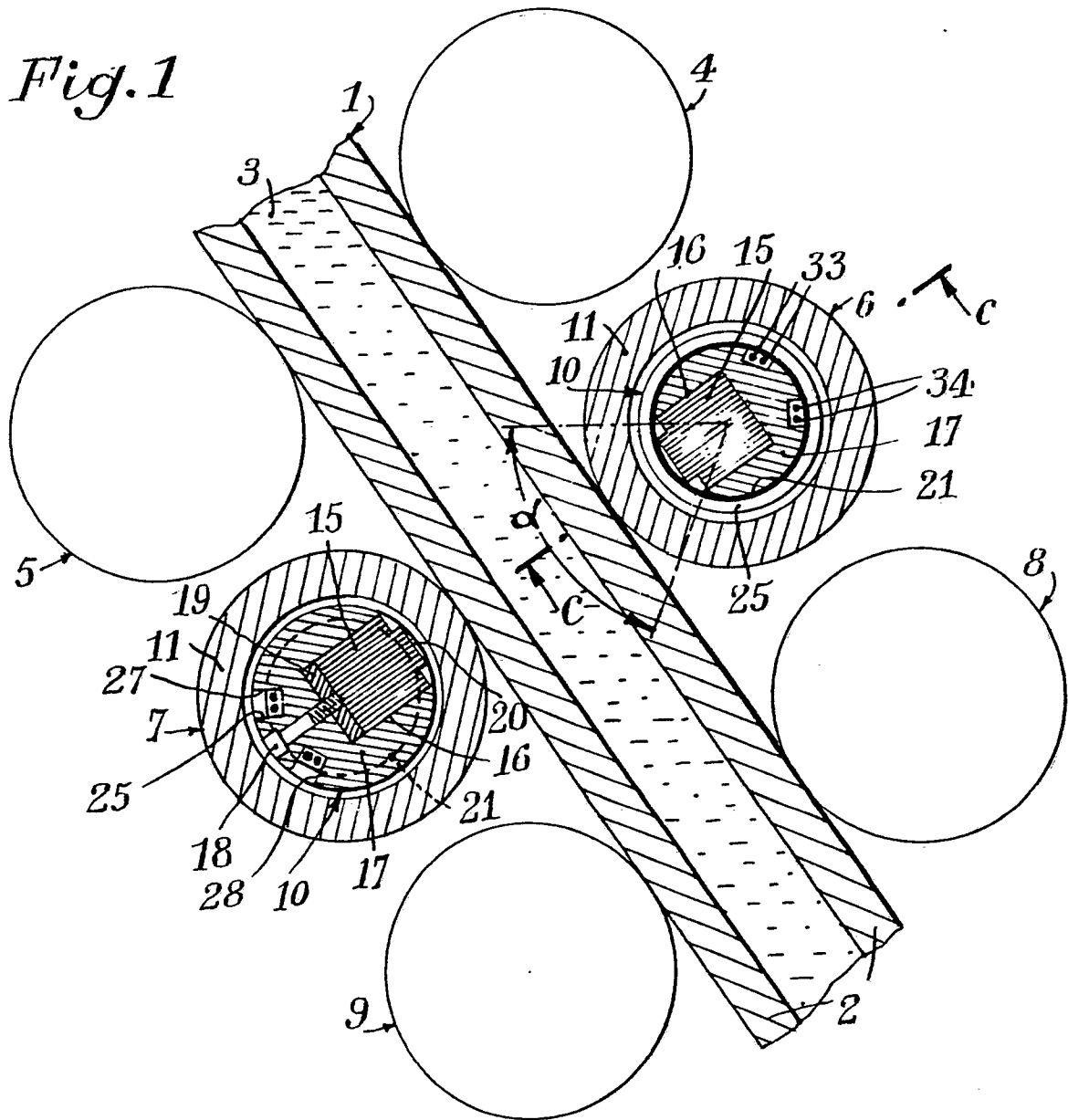


Fig. 4

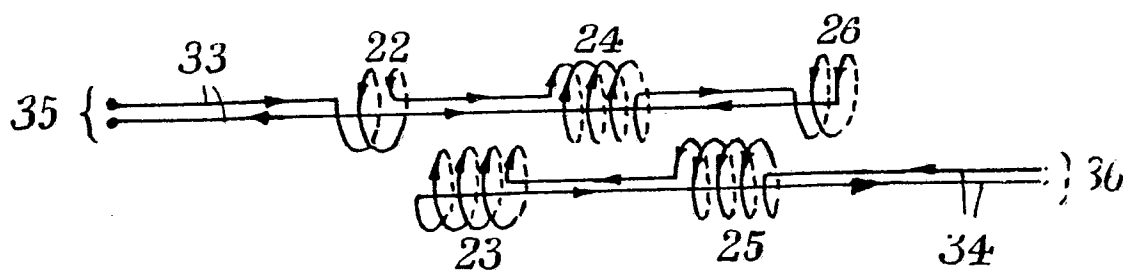


Fig. 2

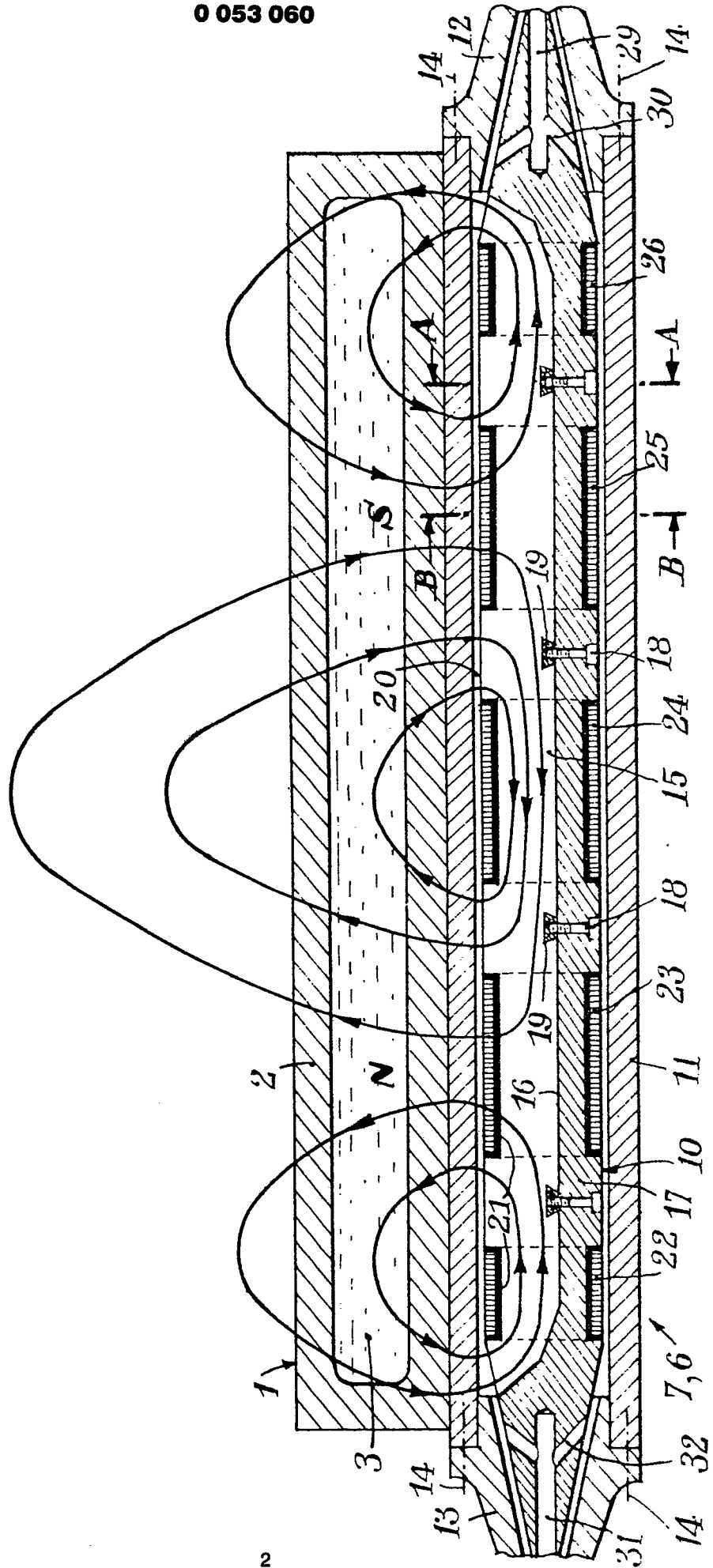
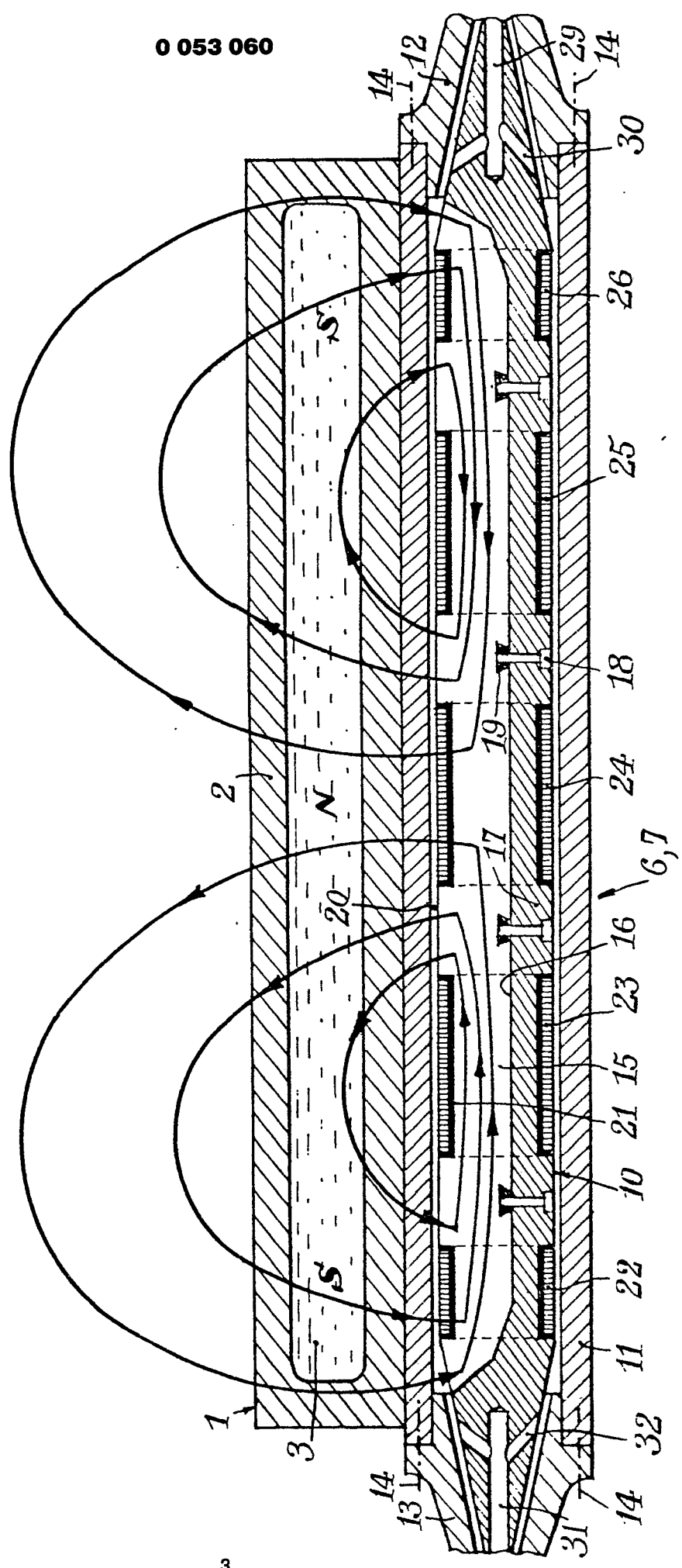


Fig.3



0 053 060