

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 197 482**  
**A2**

(12)

# DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 86104374.3

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>: **B22D 11/12**, **B22D 41/08**

(22) Date de dépôt: 29.03.86

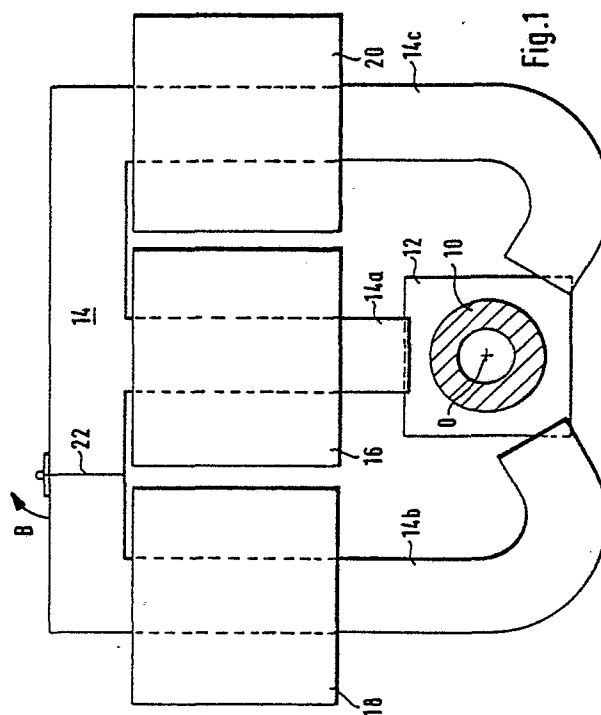
(30) Priorité: 10.04.85 LU 85846

(43) Date de publication de la demande:  
15.10.86 Bulletin 86/42(84) Etats contractants désignés:  
AT DE FR GB IT NL SE(71) Demandeur: Metz, Paul  
18 rue J.P. Brasseur  
L-1258 Luxembourg(LU)(72) Inventeur: Metz, Paul  
18 rue J.-P. Brasseur  
L-1258 Luxembourg(LU)  
Inventeur: Kirsch, Paul  
14 rue Abbé Jos Keup  
L-1860 Luxembourg(LU)(74) Mandataire: Meyers, Ernest et al  
Office de Brevets Freylinger & Associés 46  
rue du Cimetière B.P. 1153  
L-1011 Luxembourg(LU)

(54) Dispositif de brassage de métal en fusion dans une installation de coulée continue.

(57) Le dispositif est constitué d'un inducteur électromagnétique multipolaire pour induire un mouvement de rotation dans le métal en fusion.

Pour permettre le retrait de l'inducteur, le noyau est déplaçable et comporte au moins deux branches disposées autour de la ligne de coulée.



EP 0 197 482 A2

"Dispositif de brassage de métal en fusion dans une installation de coulée continue"

La présente invention concerne un dispositif de brassage de métal en fusion dans une installation de coulée continue dans laquelle le métal en fusion s'écoule de façon contrôlée d'un réservoir à travers une busette vers un lingotière, ce dispositif étant constitué d'au moins un inducteur électromagnétique comprenant un noyau magnétique et des enroulements et conçu pour induire un mouvement de rotation dans le métal en fusion.

Un dispositif de ce genre est connu par le document EP-A-0 093 068. Le brassage électromagnétique proposé par ce brevet a déjà fait ses preuves et les avantages essentiels sont que l'on peut non seulement dégager les busettes en gas d'encrassement, mais qu'on peut également éviter que les scories et les inclusions surnageant le bain métallique ne soient aspirées par les tourbillons qui se forment lors de la coulée continue, notamment lorsqu'on applique le brassage électromagnétique dans la lingotière ou immédiatement en-dessous de la lingotière. Pour surveiller l'efficacité du décrassage des busettes on emploie un système de commande des inducteurs qu'on relie, d'une part au système de contrôle du débit de l'alimentation de la lingotière en métal liquide, et, d'autre part, au système de contrôle du niveau du métal dans la lingotière. Ainsi, lorsque ce niveau tombe, ce qui est automatiquement compensé par une augmentation du débit de l'alimentation et lorsque l'on constate que cette compensation n'est effectuée que difficilement, on peut en conclure que la busette est entrain de s'obstruer.

Le document GB-A-2024679 décrit un autre dispositif de brassage comprenant un ou plusieurs inducteurs électromagnétiques qui sont montés sur des traverses mobiles et qui permettent le retrait des inducteurs lorsqu'il s'avère avantageux d'effectuer la coulée sans brassage. Toutefois, ce dispositif n'a pas l'efficacité et le rendement du puissant inducteur à noyau unique du document EP-A-0 093 068 qui entoure le métal en fusion et qui est susceptible d'induire un champ tournant dans le métal.

Le document GB-A-2006068 propose un inducteur multipolaire comprenant plusieurs pôles s'étendant perpendiculairement d'un noyau et qui permet d'approcher par un seul côté une ligne de coulée malgré la présence de rouleaux d'avancement qui, en position opérative, se trouvent entre les pôles de l'inducteur. Toutefois, cet inducteur ne peut exercer qu'un effet unilatéral car il ne permet pas d'accéder sur 360° à la ligne de coulée.

Le but de la présente invention est de proposer un nouveau dispositif de brassage qui réunit les avantages des dispositifs connus décrits ci-dessus.

Pour atteindre cet objectif, la présente invention est essentiellement caractérisée en ce que l'inducteur électromagnétique est déplaçable transversalement par rapport à la ligne de coulée de métal et en ce que son noyau magnétique est constitué d'une seule pièce à plusieurs branches disposées autour de la ligne de coulée à l'écart de celle-ci et dirigées radialement sur la ligne de coulée.

Selon un premier mode de réalisation, le noyau comporte trois branches pourvues chacune d'un enroulement électromagnétique et qui forment entre elles des angles de 120°. L'inducteur est, de préférence, disposé autour de la busette, mais des inducteurs analogues peuvent être disposés autour de la ligne de coulée dans la zone de refroidissement secondaire.

La distance minimale entre les branches de l'inducteur est supérieure au diamètre extérieur de la busette afin de permettre l'engagement et le retrait de l'inducteur.

Pour faciliter le dégagement de l'inducteur par rapport à la busette, l'une des branches du noyau peut être reliée au reste de celui-ci par l'intermédiaire d'une charnière ce qui permet le rabattement de cette branche.

Les trois branches du noyau peuvent être disposées en escalier autour de la busette, ce qui provoque une rotation hélicoïdale dans le métal en fusion.

Pour éviter les courants de fuite entre les branches adjacentes du noyau, chacune de celles-ci comporte sur sa face intérieure un enroulement à court-circuit.

Selon un autre mode de réalisation, le noyau ne comporte qu'un seul enroulement électromagnétique et deux branches dont les extrémités sont conçues au moyen d'une entaille axiale en forme de fourche à deux dents, et dans lequel une dent d'une branche et la dent diamétralement opposée de l'autre branche comportent un enroulement à court-circuit.

Le perfectionnement dont fait l'objet le dispositif proposé par l'invention comparé à l'état de la technique réside dans le fait que l'inducteur n'est plus au contact de la busette ou de la ligne de coulée et qu'il peut en être retiré en cas de besoin. L'avantage qui en résulte est que la partie électrique de l'inducteur peut être disposée hors de la zone chaude, ce qui simplifie sa construction et supprime ou facilite son refroidissement. En

outre, l'inducteur proposé par l'invention ne gêne pas l'accès à la busette et à la lingotière, ce qui facilite le contrôle de l'opération de coulée et l'introduction dans la lingotière d'ajoutes et d'additifs métallurgiques.

Par ailleurs, le fait que le noyau est constitué d'une seule pièce dont les branches sont orientées radialement sur la ligne de coulée permet la création d'un champ rotatif très puissant.

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront de la description détaillée d'un mode de réalisation préféré, présenté ci-dessous, à titre d'illustration en référence aux dessins annexés dans lesquels:

la figure 1 montre une vue en plan de l'inducteur électromagnétique selon l'invention,  
la figure 2 illustre schématiquement une variante du mode de réalisation de la figure 1 et  
la figure 3 illustre schématiquement un deuxième mode de réalisation d'un inducteur selon l'invention.

Sur la figure 1, on aperçoit, en coupe transversale, une busette 10, du genre de celle décrite dans le document EP-A-0 093 068, cette busette étant disposée perpendiculairement au plan de la figure. Cette busette 10 se trouve entre une poche de coulée continue, non montrée, et une lingotière de coulée continue, symbolisée par la référence 12. L'écoulement de métal en fusion à travers la busette 10 est réglé de telle manière que la partie inférieure de la busette se trouve en-dessous du niveau du bain métallique et qu'elle soit, de ce fait, immergée en permanence pendant la coulée. La busette et le fonctionnement du dispositif de brassage ne seront pas décrits davantage dans le cadre de la présente demande de brevet, la demande précitée à laquelle le lecteur voudra se référer fournissant suffisamment d'informations à ce sujet. Qu'il soit simplement rappelé que l'inducteur électromagnétique proposé dans la demande de brevet ci-dessus a une forme cylindrique et est disposé coaxialement autour de la busette.

L'inducteur électromagnétique proposé par la présente invention comporte un noyau magnétique 14 à trois branches 14a, 14b, 14c, présentant la configuration générale de la lettre E, les extrémités des deux branches extérieures 14b et 14c étant recourbées en direction de la branche médiane de sorte que les axes des trois branches 14a, 14b, 14c ont un point ou axe d'intersection commun O en face de la branche médiane 14a. Les trois branches ont, en outre, une disposition symétrique autour de l'axe O, c'est-à-dire forment entre eux des angles de 120°.

Autour de chacune des branches 14a, 14b, 14c du noyau sont arrangés des enroulements électromagnétiques respectifs 16, 18 et 20.

En position opérative, l'inducteur est disposé autour de la busette 10 de telle manière que l'axe O coïncide avec l'axe central de celle-ci. Toutefois, conformément à l'une des particularités de la présente invention, l'inducteur est déplaçable transversalement par rapport à la busette 10, cette mobilité étant symbolisée par la flèche A. Le noyau 14 peut, à cet effet, être monté sur un chariot mobile non montré.

Pour pouvoir être engagé autour de la busette 10 et en être dégagé, il faut, bien entendu, que la distance entre les branches 14b et 14c soit supérieure au diamètre de la busette 10. Si ceci n'était pas possible pour une raison ou l'autre, ou, à titre de mesure de facilité d'engagement et de dégagement de l'inducteur, le noyau 14 peut être pourvu d'une charnière 22 pour écarter l'une des branches extérieures 14b ou 14c. Cette charnière peut être prévue à l'endroit indiqué sur la figure 1 pour permettre le rabattement de la branche 14b dans le sens de la flèche B, ou bien dans la région de la courbure de la branche 14b.

L'inducteur proposé fonctionne à la manière d'un moteur électrique, les trois enroulements 16, 18 et 20 étant connectés à un courant alternatif triphasé, alors que la colonne de métal liquide de la busette 10 fait fonction de rotor.

La fréquence du courant alternatif alimentant les enroulements 16, 18 et 20 est normalement celle du réseau. Toutefois, il est préférable de prévoir des moyens permettant une diminution de la fréquence, notamment lorsque le produit à traiter présente une faible perméabilité magnétique ce qui est souvent le cas lors de l'emploi du dispositif de brassage dans la zone de refroidissement secondaire.

Lorsqu'on veut également obtenir un chauffage du métal liquide, une fréquence supérieure à la fréquence du réseau pourra être employée.

Quoiqu'il soit préférable de prévoir un système à trois phases, il est possible d'effectuer le brassage au moyen d'un système à deux phases, c'est-à-dire un noyau magnétique à deux branches opposées.

Il n'est pas nécessaire que les branches 14a, 14b et 14c soient disposées au même niveau, c'est-à-dire que leurs axes soient coplanaires. Bien au contraire, les branches 14a, 14b et 14c peuvent notamment avoir une disposition en forme d'escalier autour de la busette 10, ce qui permet la création dans le bain métallique d'un mouvement de rotation hélicoïdal.

Dans certains cas, il peut être préférable d'effectuer un brassage asymétrique par rapport à l'axe du produit coulé, notamment dans la zone de refroidissement secondaire. Ce brassage asymétrique peut être obtenu en plaçant les trois branches à des distances différentes par rapport à l'axe de la ligne de coulée. Il est également possible de prévoir des angles différents entre les trois branches du noyau.

Il est également possible, par exemple, pour intensifier le brassage, de placer plusieurs inducteurs l'un à côté de l'autre.

Le meilleur résultat est obtenu lorsque toutes les lignes de champ électromagnétiques sont concentrées entre la busette 10 et chacune des extrémités des branches 14a, 14b, 14c. A cet effet, il est préférable de prévoir des moyens qui réduisent les courants de fuite s'établissant entre la branche centrale 14a et chacune des branches latérales 14b, 14c du noyau.

La figure 2 illustre un exemple d'une telle réalisation. Sur cette figure, où les enroulements 16, 18, 20 de la figure 1 n'ont pas été représentés, les faces intérieures adjacentes des trois branches 14a, 14b et 14c comportent des spires ou enroulements à courts-circuits 24. Les courants de fuites s'établissant perpendiculairement entre la branche 14a, d'une part, et les branches 14b et 14c, d'autre part, engendrent dans ces enroulements 24 un courant dont le champ s'oppose aux courants de fuite.

Il est bien entendu possible de remplacer les enroulements 24 par d'autres moyens appropriés comme par exemple des plaques métalliques à faible résistivité.

La figure 3 montre un mode de réalisation d'un inducteur conçu pour des installations plus petites ou des installations dans lesquelles la place disponible pour l'inducteur est plus réduite. L'inducteur selon la figure 3, qui fonctionne sur courant monophasé, comporte un noyau magnétique 26 à deux branches 26a et 26b présentant la configuration générale de la lettre C, c'est-à-dire qu'il manque la branche centrale du mode de réalisation de la figure 1. Ce noyau 26 ne comporte qu'un seul enroulement électromagnétique et pour lui permettre d'engendrer, en monophasé, un champ rotatif dans la busette non représentée, mais se trouvant entre les extrémités des branches 26a et 26b, celles-ci sont conçues au moyen d'une entaille axiale sous forme de deux dents 26a<sub>1</sub>, 26a<sub>2</sub> et 26b<sub>1</sub>, 26b<sub>2</sub>. Les dents diamétralement opposées, dans l'exemple représenté les dents 26a<sub>2</sub> et 26b<sub>1</sub>, sont munies d'enroulements à court-circuit 30, 32. L'effet de ceux-ci est qu'à la fréquence d'une demi-phase, les lignes de champs s'établissent al-

ternativement entre les dents opposées 26a<sub>2</sub> et 26b<sub>1</sub>, d'une part, et les dents opposées 26a<sub>1</sub> et 26b<sub>2</sub>, d'autre part, pour engendrer un champ rotatif entre les quatre dents, c'est-à-dire dans la ligne de coulée.

Dans ce mode de réalisation, la distance entre les dents 26a<sub>2</sub> et 26b<sub>1</sub> est également supérieure au diamètre de la busette ou, si cette conception pose des problèmes, l'une des branches 26a, 26b ou l'une des dents extérieures 26a<sub>1</sub>, 26b<sub>2</sub> peut être pourvue d'une charnière.

Il est également possible de prévoir dans le mode de réalisation de la figure 3 les variantes discutées en référence à la figure 1, notamment en vue de l'obtention d'un brassage asymétrique ou à rotation hélicoïdale.

### Revendications

1. Dispositif de brassage de métal en fusion dans une installation de coulée continue dans laquelle le métal en fusion s'écoule, de façon contrôlée, d'un réservoir à travers une busette vers une lingotière, ce dispositif étant constitué d'au moins un inducteur électromagnétique comprenant un noyau magnétique et des enroulements et conçu pour induire un mouvement de rotation dans le métal en fusion, caractérisé en ce que l'inducteur électromagnétique est déplaçable transversalement à la ligne de coulée de métal et en ce que le noyau magnétique (14) comporte au moins deux branches disposées autour de la ligne de coulée et à l'écart de celle-ci.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est associé à la busette (10).
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est associé à la zone de refroidissement secondaire de la coulée continue.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le noyau (14) comporte trois branches (14a, 14b, 14c) dont les axes longitudinaux sont perpendiculaires à l'axe O de la ligne de coulée et qui forment entre eux des angles de 120°.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par des enroulements à court-circuit (24) disposés sur les faces adjacentes intérieures des branches - (14a, 14b, 14c) du noyau magnétique.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le noyau magnétique (26) ne comporte qu'un seul enroulement électromagnétique (28) et deux branches - (26a) (26b) dont les extrémités sont conçues, au moyen d'une entaille axiale, en forme de fourche à deux dents (26a<sub>1</sub>, 26a<sub>2</sub>), (26b<sub>1</sub>, 26b<sub>2</sub>) et en ce qu'une dent (26a<sub>2</sub>) d'une branche (26a) et la dent

diamétralement opposée (26b,) de l'autre branche - (26b) comportent un enroulement à court-circuit (30, 32).

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que la distance minimale entre les extrémités des branches du noyau magnétique (14) ou entre les extrémités des dents du noyau magnétique (26) est supérieure au diamètre extérieur de la ligne de coulée.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que l'une des branches (14b, 14c, 26a, 26b) ou l'une des dents (26a<sub>2</sub>, 26b<sub>2</sub>) du noyau magnétique (14, 26) est reliée au reste de celui-ci par l'intermédiaire d'une charnière

(22).

9. Dispositif selon l'une des revendications 4 ou 6, caractérisé en ce que les branches (14a, 14b, 14c), (26a, 26b) du noyau magnétique (14, 26) sont disposées en escalier autour de la ligne de coulée.

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que l'inducteur est disposé de telle manière que les distances de chacune des branches (14a, 14b, 14c), (26a, 26b) à l'axe de la ligne de coulée soient différentes l'une de l'autre.

11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que plusieurs inducteurs sont disposés l'un à côté de l'autre.

15

20

25

30

35

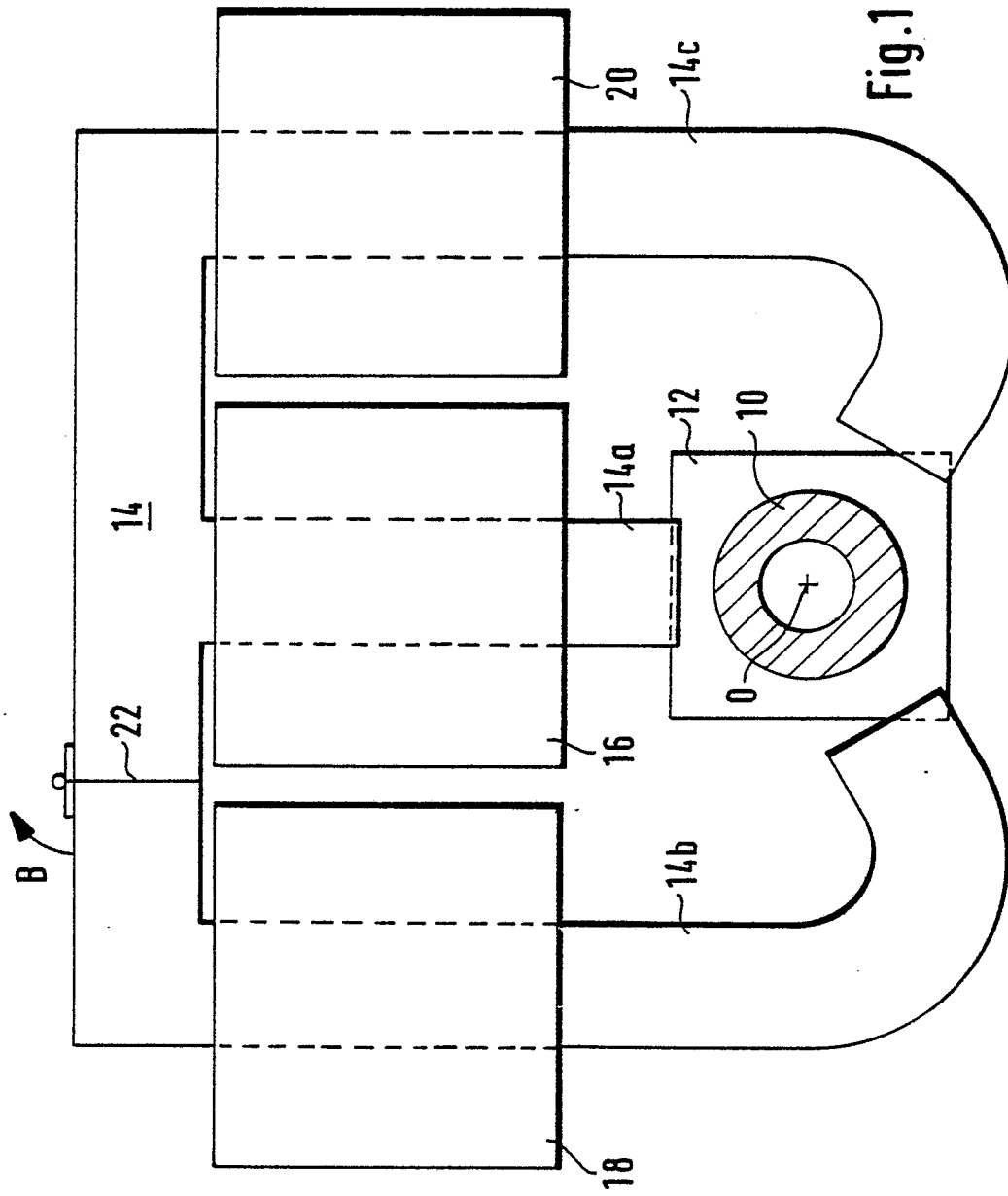
40

45

50

55

5



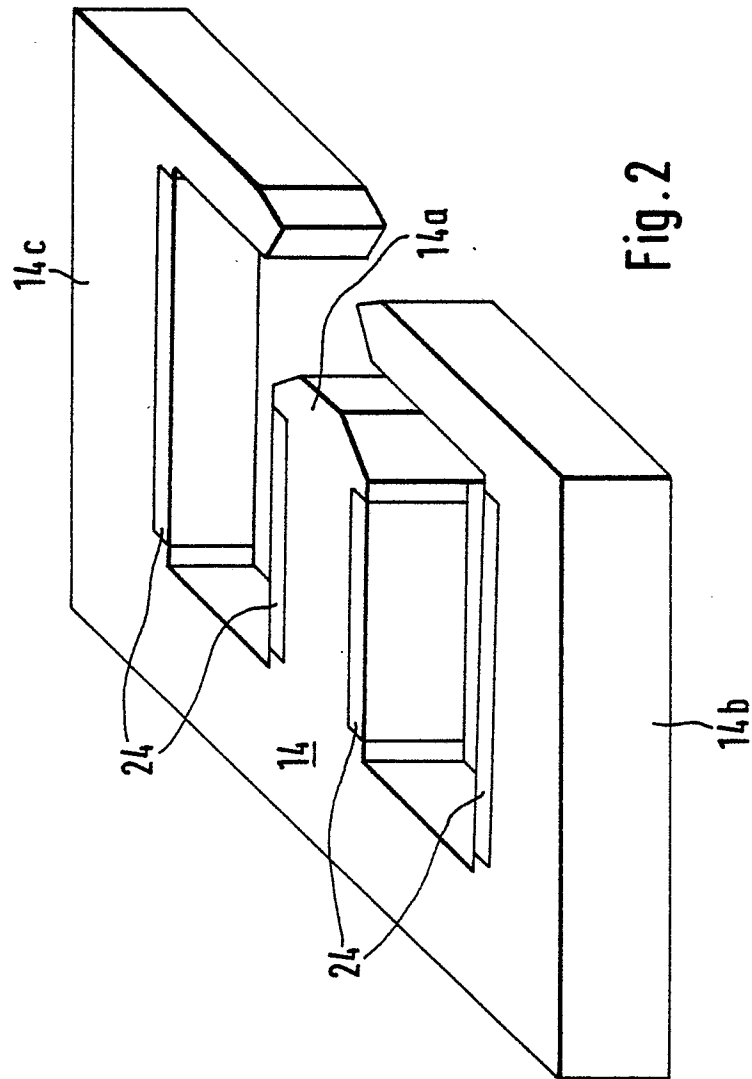


Fig. 2

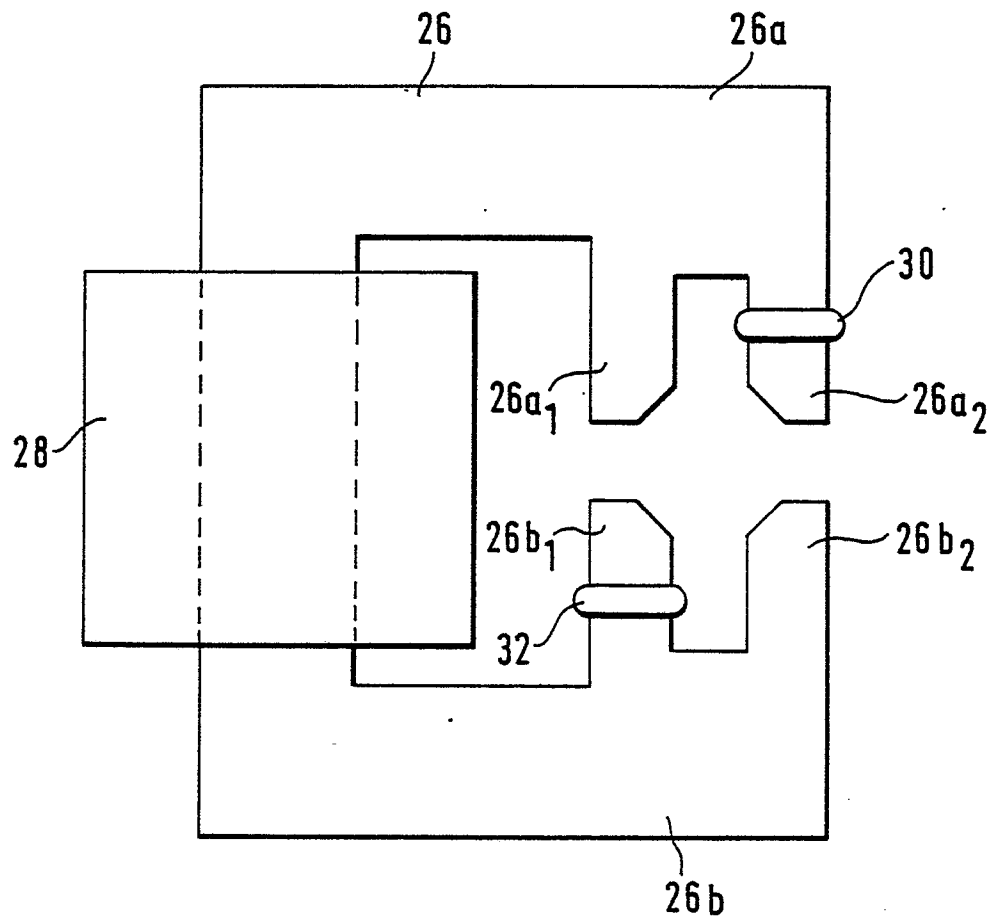


Fig. 3