

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 11.03.94.

⑫③ Priorité : 12.03.93 DE 4307850.

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la demande : 16.09.94 Bulletin 94/37.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : Société dite: THYSSEN STAHL AG
— DE et Société dite: USINOR SACLOR — FR.

⑦② Inventeur(s) : Behr Friedrich, Erckes Hans Walter,
Krämer Volker, Pateisky Gerhard et Schüler Peter.

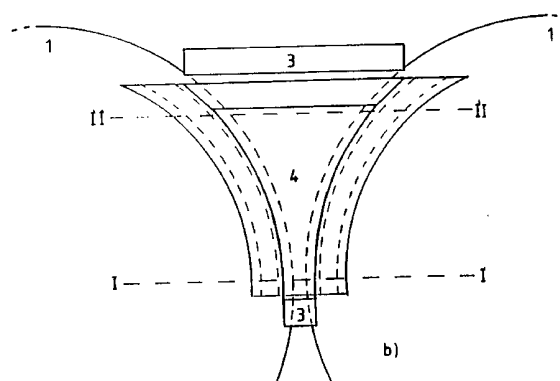
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire : Cabinet Lavoix.

⑤④ Procédé et dispositif pour réaliser l'étanchéité latérale lors de la coulée de feuilards ayant des dimensions proches des dimensions finales.

⑤⑦ Dans ce dispositif servant à réaliser l'étanchéité latérale du réceptacle (2) de la masse fondue, le long de la surface à étanchéifier est disposé respectivement au moins un conducteur (3) véhiculant un courant alternatif et qui s'étend essentiellement verticalement et concentre le champ électromagnétique alternatif, au moyen de son contour adapté à la forme en coupe transversale du réceptacle (2) de la masse fondue, sur le point qui correspond à la distance la plus faible entre les arêtes des cylindres de coulée (1).

Application notamment à la fabrication de feuilards de haute qualité selon le procédé de coulée à deux cylindres.



L'invention concerne un procédé et un dispositif pour réaliser l'étanchéité latérale du réceptacle d'une masse métallique fondue entre deux cylindres de coulée lors de la coulée de feuillards, dont les dimensions sont
5 proches des dimensions finales, dans des plans parallèles aux surfaces frontales de ces cylindres.

Lors de la production de feuillards selon le procédé à deux cylindres, il apparaît des réductions de la qualité notamment au niveau des bords du feuillard, qui
10 sont imputables à la formation incontrôlée de coques marginales lors de la solidification de la masse fondue. Dans l'état de la technique, on sait que l'utilisation de champs électromagnétiques lors de la coulée de feuillards permet d'accroître la qualité du bord produit.

15 Dans la demande de brevet européen EP-A-0 511 550, il est proposé d'accroître la qualité du feuillard grâce à l'utilisation d'un champ de force électromagnétique statique dans la zone latérale ouverture de deux cylindres de coulée. L'action de force doit être
20 produite par la superposition d'un champ magnétique à courant continu et d'un courant continu introduit dans la masse fondue. Cependant, l'introduction du courant continu dans la masse fondue pose des difficultés importantes. En dehors du fait que la masse fondue commence à prendre en
25 masse au niveau des électrodes servant à réaliser l'alimentation en courant ou en dehors du détachement du matériau des électrodes en contact avec la masse fondue, l'introduction du courant dans la masse fondue déclenche la mise en oeuvre de processus électrochimiques dans l'ensemble du
30 volume de la masse fondue.

Cependant, on peut éviter ces problèmes de façon connue en utilisant des champs électromagnétiques alternatifs. L'action de force apparaît en raison d'effets de courants de Foucault sans l'introduction en supplément
35 d'un courant électrique dans la masse fondue. Dans la

demande de brevet européen EP-A-0 489 348, il est proposé un procédé, selon lequel le champ électromagnétique alternatif est guidé dans la zone qui s'étend le long de la ligne où se touchent le cylindre de coulée, l'élément
5 latéral et la masse fondue. Le long de cette ligne, une pression électromagnétique accrue agit sur la masse fondue, et cette dernière est échauffée en cet endroit par des courants de Foucault.

La formation de coques marginales est réduite,
10 mais ne peut pas être complètement évitée, car dans la demande de brevet européen EP-A-0 489 348, on ne tient pas compte du fait que, avec le guidage du champ électromagnétique alternatif sur ladite ligne, la pression métallostatique de la masse fondue augmente vers le bas. Ce
15 procédé connu ne tient également pas compte du fait que l'action d'écran des cylindres de coulée vis-à-vis du champ électromagnétique alternatif augmente vers le bas étant donné que la distance des surfaces enveloppes des cylindres de coulée diminue. De même, le dispositif représenté dans
20 cette demande de brevet européen EP-A-0 489 348 et dans lequel on a une allure sensiblement horizontale du conducteur de courant, ne convient pas pour les mêmes raisons pour empêcher la formation de coques marginales vers le bas jusqu'au point correspondant à la distance la
25 plus faible entre les enveloppes des cylindres de coulée (point désigné sous l'expression anglaise "Kissing Point").

L'invention a pour but d'empêcher complètement la formation incontrôlée indiquée de coques marginales lors de la production de feuillards selon le procédé de coulée à
30 deux cylindres, notamment vers le bas jusqu'au point dit "Kissing Point".

Ce problème est résolu conformément à l'invention grâce au fait que, pour compenser la pression ferrostatische, moyennant une adaptation de la forme d'un conducteur
35 électrique à la forme en coupe transversale du réceptacle

de la masse fondue, les champs électromagnétiques alternatifs sont de plus en plus concentrés en direction de l'emplacement correspondant à la distance la plus faible entre les arêtes des cylindres de coulée.

5 Grâce à la concentration voulue du champ électromagnétique alternatif au niveau du point dit "Kissing Point", on peut éviter complètement un contact de la masse fondue avec les éléments latéraux sur l'ensemble de la surface latérale ou au moins le long de l'élément
10 d'anneau circulaire le long des arêtes des rouleaux.

La perte de chaleur de la masse fondue peut poser des problèmes, au niveau des éléments latéraux, lors de la solidification. Ceci affecte la qualité du feuillard, notamment au niveau des bords. En outre, il peut se
15 produire des ruptures de la masse fondue ou des coincements des cylindres. La gamme des fréquences de 10 Hz à 50 kHz s'est avérée appropriée pour le procédé selon l'invention, pour exclure ces risques.

Comme avantage particulier, il s'avère ici que la
20 fréquence des champs électromagnétiques alternatifs pour réaliser l'étanchéité latérale peut être choisie de telle sorte que les pertes de chaleur de la masse fondue au niveau des éléments latéraux soient compensées par la chaleur produite par les courants de Foucault. Ceci conduit
25 à une amélioration importante de la solidification avec une épaisseur uniforme des coques marginales y compris des zones à proximité des éléments latéraux. A cet effet, il est recommandé d'accorder, conformément au procédé selon l'invention, la fréquence et l'intensité de champ
30 magnétique dans la zone latérale des bords de la masse fondue, pendant la coulée, sur la température de la masse fondue de telle sorte que les courants de Foucault produits dans la masse fondue commandent le processus de solidification et compensent les pertes latérales de
35 chaleur. Ceci peut s'effectuer conformément au schéma

suivant :

Température de la masse fondue au niveau du bord	Fréquence	Intensité de champ
--	-----------	--------------------

5

trop faible	augmenter	réduire
trop élevée	réduire	augmenter

Le réglage désiré de la fréquence et de l'intensité de champ peut être obtenu pour une source de courant alternatif, pilotée en fonction de la sollicitation d'une charge, comme suit :

Réglage de la fréquence :

En déplaçant le système de retour du flux magnétique par rapport au conducteur, on modifie l'inductance de l'inducteur et la fréquence de la source de courant pilotée par la sollicitation d'une charge. Lorsque la distance entre le conducteur et le système de retour du flux diminue, la fréquence diminue et lorsque la distance réciproque augmente, la fréquence augmente. La distance entre le conducteur et le système de retour du flux est la grandeur de réglage de la fréquence.

La fréquence optimale pour la compensation des pertes de chaleur dépend également des dimensions des cylindres de coulée et du fait que le contact de la masse fondue avec les éléments latéraux doit être évité en partie ou en totalité. La gamme des fréquences est fixée conformément au tableau suivant :

	Rayon des cylindres de coulée en m	Fréquence en Hz	
		Étanchéité latérale	
		Complète	Partielle
	0,1...0,3	160...3200	1500...50000
5	0,3...0,6	40....800	1000...30000
	0,6...1,0	10....200	500...10000

Réglage de l'intensité de champ :

L'intensité de champ dans la masse fondue augmente lorsque la tension aux bornes de l'inducteur augmente et augmente lorsque la distance entre l'inducteur et la masse fondue diminue. La tension et la distance inducteur/masse fondue sont les grandeurs de réglage de l'intensité de champ.

Afin de garantir la sécurité de fonctionnement, le système électromagnétique d'étanchéité latérale est équipé d'éléments de protection réalisés en un matériau réfractaire ou en un métal. Et surtout pour l'opération de démarrage du processus de coulée, un système céramique d'étanchéité latérale peut être nécessaire en plus des champs électromagnétiques.

Le dispositif selon l'invention pour la mise en oeuvre du procédé décrit est caractérisé par le fait que le long de la surface à étanchéifier est disposé respectivement au moins un conducteur véhiculant le courant alternatif et qui s'étend essentiellement verticalement et concentre le champ électromagnétique alternatif, au moyen de son contour adapté à la forme en coupe transversale du réceptacle de la masse fondue, sur le point qui correspond à la distance la plus faible entre les arêtes des cylindres de coulée. Pour réaliser le guidage et l'amplification recherchés du champ électromagnétique au voisinage des conducteurs, il est prévu de préférence un système de retour du flux magnétique. Ce système peut être équipé en supplément de plaques latérales céramiques ou métalliques ou de paquets de tôles en forme de plaques réalisées en un

matériau amagnétique, pour obtenir une protection vis-à-vis d'éclaboussures lors du démarrage. Il est particulièrement avantageux que le système de retour du flux soit recouvert d'une céramique au niveau de la face tournée vers la masse
5 fondue.

Conformément à une autre forme de réalisation préférée du dispositif selon l'invention, le matériau des cylindres de coulée doit posséder, dans la zone des éléments latéraux, une conductivité électrique supérieure à
10 celle de la masse fondue. Ceci peut être obtenu par exemple au moyen d'alliages de cuivre dur. De ce fait, on parvient à réduire l'échauffement des cylindres de coulée dans la zone d'action du champ électromagnétique lorsque dans le reste de l'enveloppe des cylindres de coulée, il faut
15 utiliser d'autres matériaux que le cuivre ou que des alliages de cuivre, pour des questions de technique thermique ou pour des questions de fixation. Une conductivité électrique plus faible des cylindres de coulée dans la zone des bords des cylindres permet l'application
20 de forces électromécaniques plus intenses de la masse fondue dans la zone des bords des cylindres, en raison de l'action d'écran plus faible des cylindres, qui est alors présente.

Des exemples de réalisation du dispositif selon
25 l'invention pour réaliser l'étanchéité électromagnétique latérale du réceptacle d'une masse fondue métallique située entre deux cylindres de coulée sont représentés schématiquement sur les figures 1 à 3 sur la base des parties de figure a) (vue en plan), b) (vue de face), c)
30 (vue en élévation latérale) et vont être expliqués ci-après de façon plus détaillée. La figure 4 représente une autre forme de réalisation selon une vue en plan.

Le réceptacle 2 de la masse fondue est situé entre les cylindres de coulée 1. Un conducteur 3, qui
35 véhicule le courant alternatif, est disposé latéralement

par rapport aux cylindres de coulée 1. L'allure en courant est indiquée par J et par une flèche. Pour l'amplification de l'action de force du conducteur 3 sur la masse fondue 2, un système de retour de flux magnétique 4 réalisé en un
5 matériau magnétique doux est disposé à proximité du conducteur 3. Les sections transversales et la configuration du conducteur et du système de retour du flux sont adaptées à la forme en coupe transversale du réceptacle 2 de la masse fondue.

10 A titre de protection supplémentaire pour le début de la coulée, il faudrait insérer des plaques céramiques classiques d'étanchéité latérale entre les cylindres de coulée 1 et l'inducteur linéaire (conducteur 3 et système de retour du flux 4). Aux basses fréquences,
15 c'est-à-dire pour une grande profondeur de pénétration du champ électromagnétique alternatif, on peut également insérer des composants réalisés en des matériaux métalliques.

Les éléments d'étanchéité latéraux sont
20 appropriés pour retenir complètement et sans contact le réceptacle de la masse fondue. La concentration du champ électromagnétique alternatif, qui est nécessaire en raison de la pression métallostatique qui augmente, en direction du point dit "Kissing Point", est obtenue au moyen de la
25 réduction de la section transversale du conducteur et de la distance entre les pôles du système de retour du flux.

Dans la forme de réalisation de la figure 2, on obtient l'avantage supplémentaire consistant en ce que le système de retour du flux peut être monté de façon simple
30 et être déplacé par rapport au conducteur 3. Si on modifie la position du système de retour de flux 4, la fréquence et l'intensité du champ magnétique varient. Ceci peut être utilisé pour la technique de régulation.

Le système d'étanchéité latérale, qui est
35 représenté sur la figure 3, fournit l'intensité de champ

maximum possible. Dans ce cas, elle est complète uniquement dans la zone inférieure. Dans la zone supérieure, seul un maintien sans contact s'effectue le long des bords des cylindres. Le réceptacle de la masse fondue doit par
5 conséquent être supporté éventuellement en supplément par un matériau réfractaire dans la partie supérieure et dans la partie inférieure.

Le décalage du système de retour du flux par rapport au conducteur peut être également utilisé dans la
10 version de la figure 3 pour la technique de régulation. L'accroissement de l'intensité de champ vers le bas s'effectue également ici au moyen d'une réduction de la distance polaire du système de retour du flux. La section transversale des conducteurs peut également diminuer vers
15 le bas, ce qui accroît la densité de courant.

La forme de réalisation de la figure 4 représente la fermeture d'une fente relativement large. Ceci rend nécessaire un support mécanique de la masse fondue étant donné que le champ magnétique agit uniquement dans la zone
20 des arêtes des cylindres de coulée et, d'une manière renforcée, au niveau du point dit "Kissing Point". A cet effet, le système de retour du flux magnétique 4 peut être équipé d'une couche céramique 5.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour réaliser l'étanchéité latérale du réceptacle (2) d'une masse métallique fondue entre deux cylindres de coulée (1) lors de la coulée de feuillards, dont les dimensions sont proches des dimensions finales, dans des plans parallèles aux surfaces frontales de ces cylindres, à l'aide de champs électromagnétiques alternatifs, caractérisé en ce que, pour compenser la pression ferrostatique, moyennant une adaptation de la forme d'un conducteur électrique (3) à la forme en coupe transversale du réceptacle (2) de la masse fondue, les champs électromagnétiques alternatifs sont de plus en plus concentrés en direction de l'emplacement correspondant à la distance la plus faible entre les arêtes des cylindres de coulée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour influencer sur les pertes thermiques latérales, on règle la fréquence du champ électromagnétique alternatif dans la gamme comprise entre 10 Hz et 50 kHz.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on règle la fréquence sur les dimensions des cylindres de coulée, conformément au système suivant :

Rayon des cylindres de coulée en m	Fréquence en Hz	
	Étanchéité latérale Complète	Partielle
0,1...0,3	160...3200	1500...50000
0,3...0,6	40....800	1000...30000
0,6...1,0	10....200	500...10000

4. Dispositif pour réaliser l'étanchéité latérale du réceptacle (3) d'une masse métallique fondue entre deux cylindres de coulée (1) lors de la coulée de feuillards, dont les dimensions sont proches des dimensions finales, dans des plans parallèles aux surfaces frontales de ces cylindres, à l'aide de champs électromagnétiques alterna-

tifs, caractérisé en ce que le long de la surface à étanchéifier est disposé respectivement au moins un conducteur (3) véhiculant le courant alternatif et qui s'étend essentiellement verticalement et concentre le champ électromagnétique alternatif, au moyen de son contour adapté à la forme en coupe transversale du réceptacle (2) de la masse fondue, sur le point qui correspond à la distance la plus faible entre les arêtes des cylindres de coulée (1).

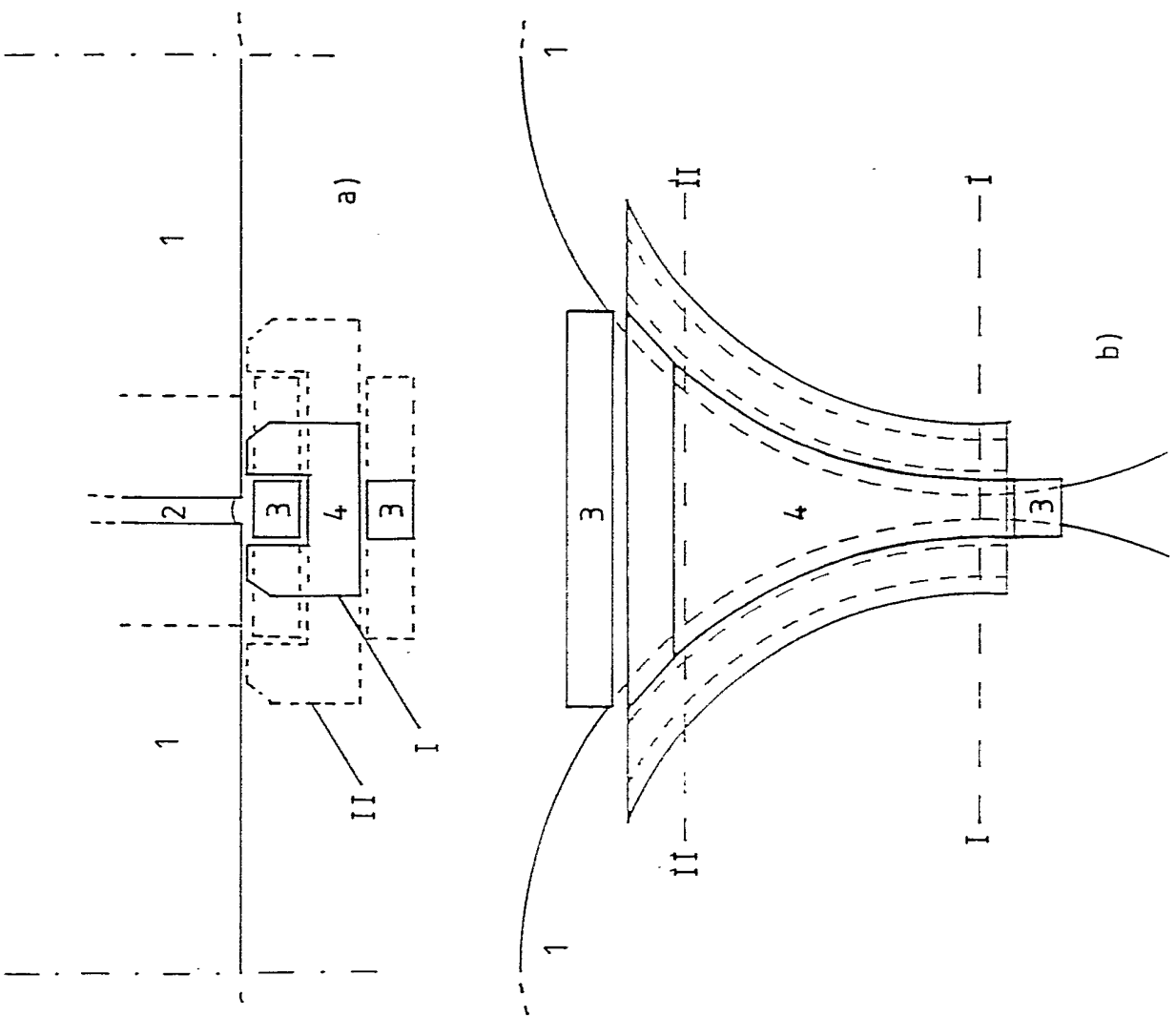
10 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que pour le guidage et l'amplification recherchés du champ électromagnétique alternatif, un système de retour de flux magnétique (4) est disposé à proximité des conducteurs (3).

15 6. Dispositif selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que pour la protection vis-à-vis d'éclaboussures lors du démarrage, des plaques latérales céramiques ou métalliques ou des paquets de tôles en forme de plaques réalisées en un matériau amagnétique sont
20 disposées en supplément.

 7. Dispositif selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que le système de retour de flux (4) est recouvert d'une céramique (5).

25 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que les sections d'extrémité axiales des cylindres de coulée (1) ou des enveloppes des cylindres de coulée sont réalisés en un matériau possédant une conductivité électrique supérieure ou inférieure à celle de la masse fondue, notamment en un
30 alliage de cuivre dur ou en des alliages à point de fusion supérieur.

Fig. 1



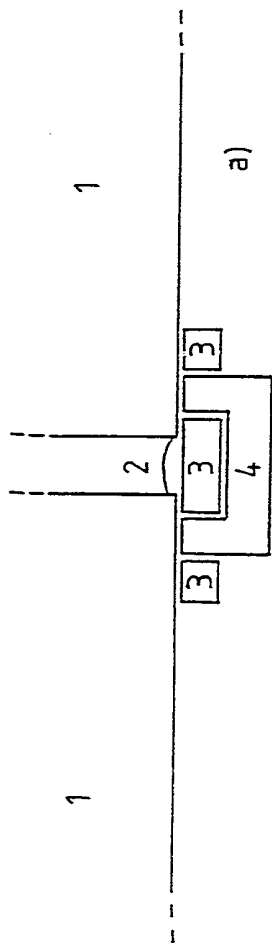
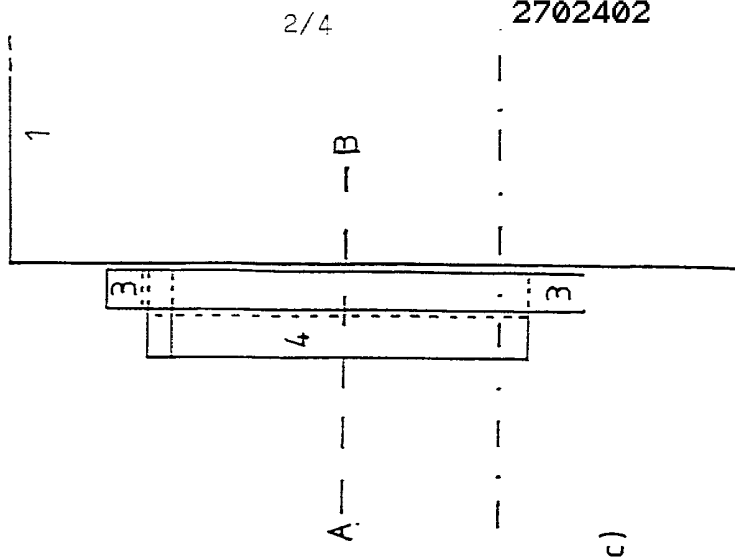
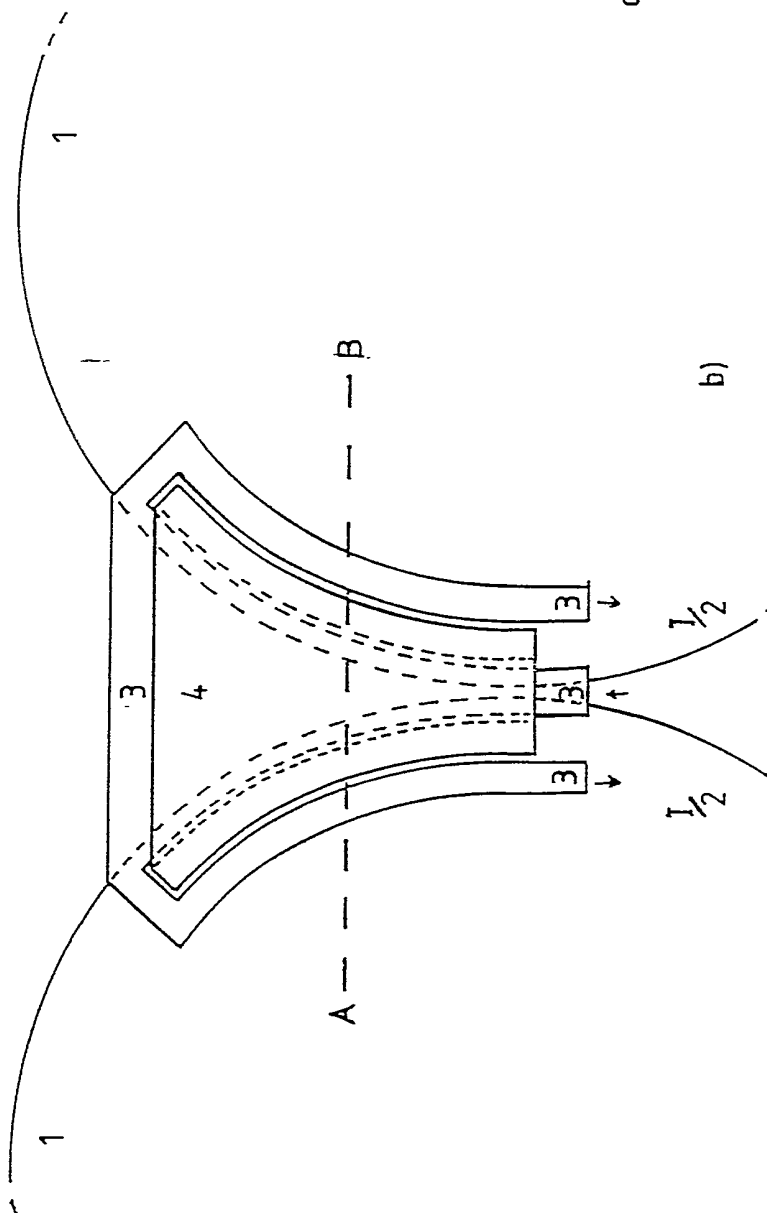


Fig. 2



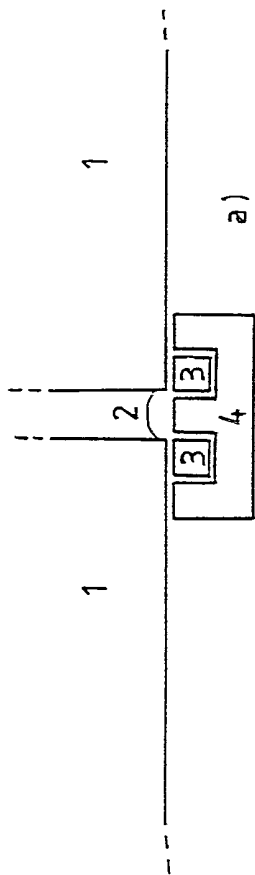
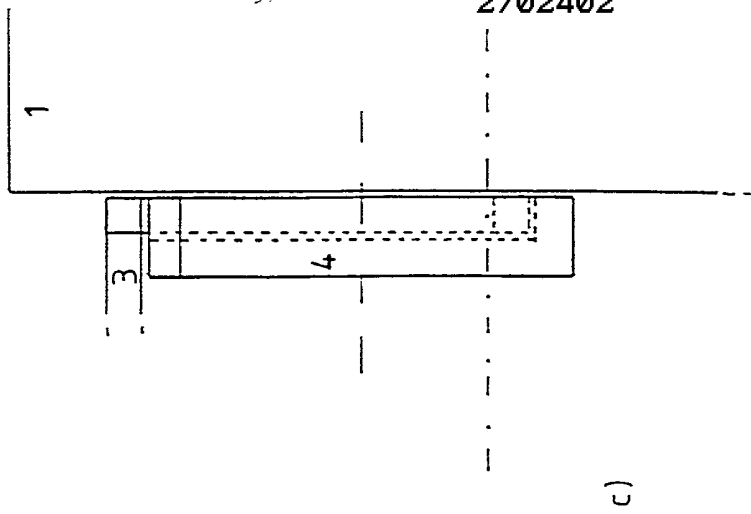
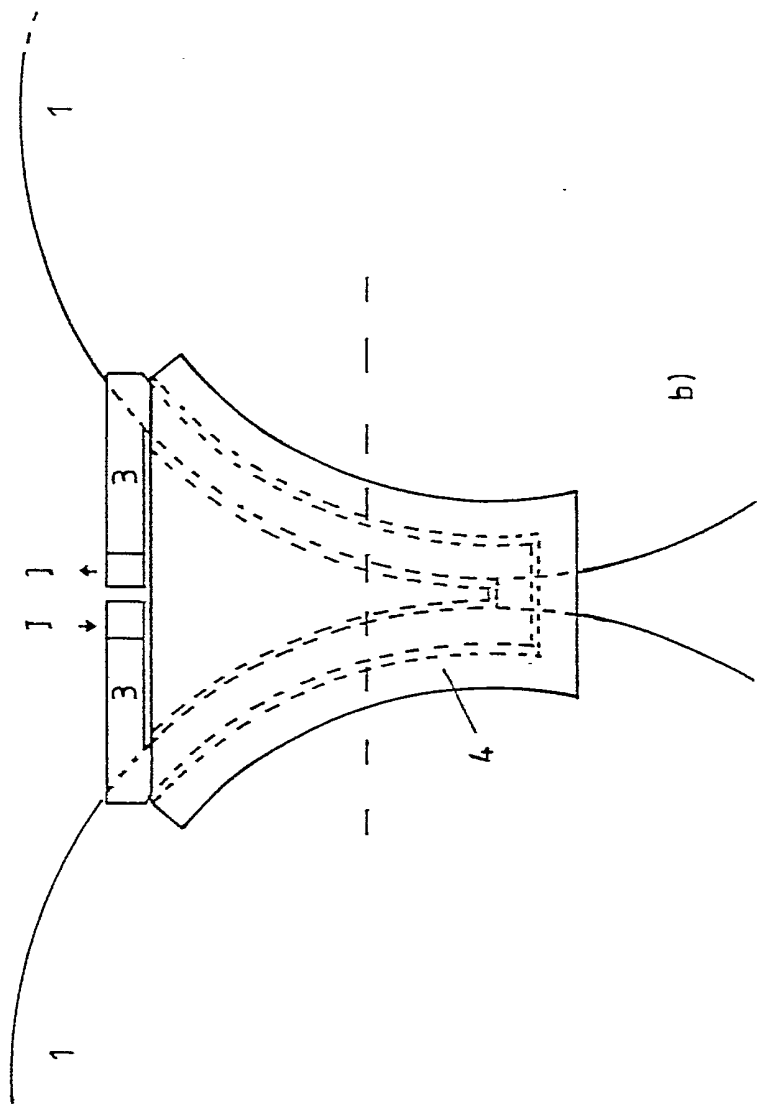


Fig. 3



2702402

Fig. 4

