

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 86100498.4

51 Int. Cl.⁴: **B 22 D 11/16**

22 Date de dépôt: 16.01.86

30 Priorité: 01.02.85 LU 85754

43 Date de publication de la demande:
27.08.86 Bulletin 86/35

84 Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

71 Demandeur: **ARBED S.A.**
Avenue de la Liberté 19
L-2930 Luxembourg(LU)

72 Inventeur: **Liesch, Jean**
1 rue Gaston Barbanson
L-4020 Esch/Alzette(LU)

72 Inventeur: **Simon, Jo**
23 rue Nicolas Biever
L-4033 Esch/Alzette(LU)

74 Mandataire: **Leitz, Paul et al,**
S.D.T.B. Administration Centrale de l'ARBED Case
Postale 1802
L-2930 Luxembourg(LU)

54 **Dispositif pour mesurer le niveau de remplissage de métaux liquides dans des récipients, notamment des lingotières de coulée continue.**

57 Le dispositif comporte une bobine primaire (P), qui crée un champ électromagnétique variable dans le temps et deux bobines secondaires de mesure (S,S'), se trouvant partiellement en-dessous du niveau normal du métal liquide (M) dans le récipient. Les bobines secondaires, dont l'une (S') sert de référence, longent la bobine primaire (P) sur toute sa hauteur et sont disposées de part et d'autre de celle-ci. Elles sont subdivisées en plusieurs étages superposés, comportant un nombre de spires différent. Au moins un des étages des bobines secondaires possède une connexion supplémentaire servant au prélèvement de signaux de mesure. Les différentes bobines peuvent entourer le bain de métal liquide où avoir une forme cylindrique, et être situées à côté et à proximité du métal liquide.

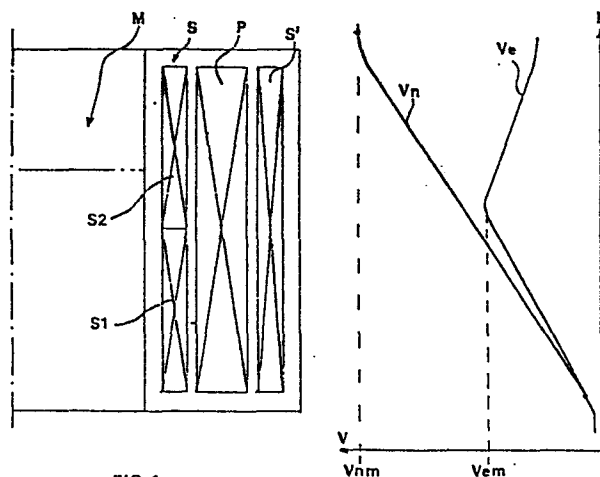


FIG. 1

TITRE MODIFIÉ

voir page de garde

Dispositif pour mesurer le niveau de remplissage de métaux liquides dans des récipients.

- L'invention concerne un dispositif pour mesurer le niveau de remplissage de métaux liquides dans des récipients, notamment des lingotières de coulée continue, lequel dispositif comporte une bobine primaire, qui crée un champ électromagnétique, et deux bobines secondaires de mesure.
- 10 En vue de la régulation de la vitesse d'alimentation en métal liquide ainsi que de la vitesse d'extraction du brin, il est extrêmement important de pouvoir déterminer en permanence la hauteur du bain dans une lingotière de coulée continue. Ceci explique qu'on connaît quantité de procédés de mesure utilisant des caméras de
- 15 télévision, des éléments radioactifs ou faisant emploi des propriétés électromagnétiques de la matière. Des méthodes de mesure basées sur des phénomènes électromagnétiques, notamment le repérage de courants de Foucault induits dans le métal liquide d'une lingotière, ont à résoudre deux sortes de problèmes:
- 20
- la lingotière en cuivre absorbe les champs électromagnétiques de façon telle qu'il devient difficile de séparer le signal du bruit.
 - en vue du brassage du métal liquide, les lingotières sont souvent
- 25 munies d'électro-aimants puissants, créateurs de champs magnétiques qui sont des centaines de fois plus importants que les champs propres et qui peuvent perturber les mesures.

Dans son brevet EP 10.539 la demanderesse a décrit un procédé de

mesure du niveau de remplissage de métaux liquides dans des lingotières de coulée continue, dans lequel on prévoit une bobine primaire et deux bobines secondaires identiques entre elles, branchées en opposition et montées coaxialement et symétriquement par rapport
 5 au plan median de la bobine. On dispose les bobines primaire et secondaires autour de la lingotière sans qu'il y ait contact physique. On mesure, en plus de la tension induite dans les bobines secondaires, la conductivité du métal liquide et on détermine la hauteur du niveau suivant la valeur de la tension mesurée, corrigée en fonction
 10 de la valeur de la conductivité. Lorsque la lingotière est vide, la tension secondaire totale est nulle. Lorsque le niveau du liquide monte, des tensions prépondérantes sont induites dans la bobine inférieure, de sorte que la tension globale monte. Au point d'asymétrie maximale, lorsque le niveau se trouve entre les bobines
 15 secondaires, on obtient également un maximum de la tension secondaire totale. Lorsque le niveau du liquide continue de monter, le degré d'asymétrie ainsi que la tension secondaire totale diminuent de nouveau. On observe par conséquent une courbe de mesure en forme de cloche avec deux pentes pratiquement linéaires sur 35% de la
 20 hauteur.

Etant donné la disposition perpendiculaire des enroulements au vecteur inducteur du champ électromagnétique de brassage, qui agit en plus de façon différente sur les enroulements, on est confronté à
 25 des problèmes complexes d'extraction du signal utile des signaux parasites. La mise au point des équipements tout comme le recalibrage du système de mesure, exigés par l'usure des plaques et les variations de température, sont délicats. D'un autre côté, par suite de la courbe de mesure en forme de cloche, un repérage non équivoque
 30 du niveau du métal à l'intérieur du champ de mesure n'est pas toujours donné; une identification non équivoque du niveau du métal à l'extérieur du champ de mesure, signalant ou bien un débordement imminent du métal ou alors une percée du brin, n'est pas possible.

35 L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et de proposer un dispositif de mesure de dimension réduite, donnant lieu à des signaux dont l'interprétation est simple, ayant une plage de

mesure étendue et permettant en outre un démarrage automatique ainsi qu'un calibrage aisé.

Ce but est atteint avec le dispositif selon l'invention qui est
5 caractérisé en ce que les bobines secondaires longent la bobine primaire sur toute sa hauteur et sont disposées de part et d'autre de la bobine primaire. Des variantes d'exécution particulièrement avantageuses sont décrites dans les sous-revendications.

10 Parmi les avantages relevons la réduction des dimensions des différentes bobines, ce qui est particulièrement intéressant lorsque la place disponible est réduite par la présence d'un inducteur de brasage; celui-ci agit alors de manière comparable sur les bobines de mesure et crée des signaux qui, lors d'un branchement en opposition
15 des bobines, se compensent dans de larges proportions. Par suite de la disposition symétrique et adjacente des différentes bobines ainsi que des dimensions restreintes de l'ensemble, les influences des variations de température sont négligeables; ceci permet par ailleurs de faire, lors de la mise en service, des contrôles et des calibra-
20 ges à froid. L'ensemble électronique de traitement des signaux est d'une extrême simplicité.

L'invention est exposée ci-après plus en détail à l'aide de dessins représentant seulement un mode d'exécution.

25

- La figure 1 représente de façon schématique et partielle une coupe à travers des bobines conformes à l'invention, ainsi que les différentes tensions mesurées en fonction de la hauteur du métal dans la lingotière.
- 30 - La figure 2 représente de manière schématique une coupe à travers un capteur cylindrique conforme à l'invention ainsi que différentes tensions mesurées en fonction de la hauteur du métal dans la lingotière.
- La figure 3 représente, à une échelle plus grande, une coupe selon
35 la ligne III-III à travers le dispositif représenté en figure 2.
- La figure 4 représente de manière schématique une coupe partielle à travers un ensemble de bobines réalisées conformément à l'invention.

Sur la fig. 1 on distingue la section rectangulaire d'un bobinage primaire P qui entoure le bain de métal en fusion M. Un premier bobinage secondaire de mesure S longe le bobinage primaire sur toute sa hauteur et à l'intérieur de celui-ci. Un deuxième bobinage secondaire de compensation S' est disposé à l'extérieur du bobinage primaire. Lorsqu'on prend la différence entre les signaux captés par les bobines S et S' en fonction de la hauteur du bain H, on observe dans le cas idéal, tel qu'indiqué sur la partie droite de la fig. 1, une tension V_n qui croît de manière monotone en fonction du niveau du bain. Cette méthode, qui semble à priori élégante, n'aboutit pas dans ce cas d'application, à une précision satisfaisante. En effet, la tension V_n mesurée, ne dépend pas uniquement du niveau du bain, mais également d'autres grandeurs. Pour être à même d'attribuer un niveau précis du métal à une tension mesurée, il faudrait par conséquent pour les conditions de coulée en présence (nuance d'acier, température de coulée etc.) déterminer chaque fois expérimentalement la valeur de la tension maximum V_{nm} en remplissant la lingotière pratiquement à ras bord. Or une telle méthode de calibrage est entachée de risques de débordement et de surchauffe de pièces qui ne sont pas prévues pour fonctionner à une température si élevée. Pour pallier cet inconvénient, le déposant propose de subdiviser la bobine secondaire de mesure en au moins deux parties, par exemple en deux parties égales S_1 et S_2 , tel que représenté sur la fig.1.

Notons qu'il est conseillé de disposer la partie inférieure S_1 du bobinage S légèrement en dessous du niveau normal du bain. En effet, la différence des signaux captés par la partie de bobine S_1 et la bobine S' en fonction de la hauteur du bain métallique H passe par un maximum (voir courbe V_e , partie de droite de la fig.1). Lors du démarrage de coulée, on observe la variation des courbes V_e et V_n . Lorsque la courbe V_e passe par son maximum V_{em} , conditionné principalement par la nuance et la température de l'acier et la disposition de la bobine S_1 , on peut attribuer la différence de tension apparaissant à ce moment aux extrémités des bobines S et S' à un niveau du bain déterminé et on peut extrapoler la valeur V_{nm} qu'aurait le maximum de la courbe V_n si le niveau du métal montait si haut.

Pareillement, il est possible de faire un étalonnage à tout moment de la coulée en diminuant le niveau du bain jusqu'en dessous de l'extrémité supérieure de la partie de bobine S_1 . Il est évident qu'une subdivision de la bobine S en un plus grand nombre de parties (p.ex. 3 ou 4) rend cet étalonnage encore plus précis, sinon pratiquement permanent.

La fig. 2 montre une variante d'exécution du dispositif selon l'invention. Il s'agit d'une bobine de forme cylindrique, d'une longueur de 20 à 30 cm et d'un diamètre de 20 à 30 mm, qui est introduite dans un logement approprié, foré dans la plaque de cuivre de la lingotière, épaisse de 40 à 50 mm. Ce capteur, qui doit supporter des températures assez élevées, ne comporte aucun composant actif, mais seulement des fils de bobinage pouvant supporter cette température. Il se compose essentiellement d'un triple bobinage 20 de mesure de niveau, d'une longueur de 10 à 15 cm, et éventuellement d'un triple bobinage 21 de détection de niveau et de calibration du système de mesure, d'une longueur de 2 à 5 cm. Le dispositif de mesure 20 tout comme le dispositif de détection et de calibration 21 comporte un enroulement primaire P_2 resp. P_3 , un enroulement secondaire de mesure S_2 resp. S_3 et un enroulement secondaire de référence S_2' resp. S_3' . Les deux enroulements secondaires sont disposés de part et d'autre de l'enroulement primaire et cela sur toute sa hauteur. Par un montage approprié en opposition il en résulte, comme indiqué sur la droite de chaque système de bobines, un signal monotone linéaire (V_{2n} , V_{3n}) en fonction de la distance (hauteur H du bain métallique). Le bobinage inférieur 21 permet une détection aisée de l'acier lors du démarrage. La bobine S_2 peut en outre être réalisée en au moins deux parties comme expliqué plus haut en rapport avec la fig. 1. Ce capteur en forme de bâtonnet de section circulaire est particulièrement compact et se loge facilement dans une des plaques en cuivre de la lingotière. Pour augmenter la surface des spires en regard du bain, on peut donner au bâtonnet une section rectangulaire.

En fig. 4 est représentée une exécution particulièrement avantageuse de bobines primaires et secondaires selon l'invention, basée sur l'observation que la différence des tensions entre bobine secondaire et bobine de référence en fonction de la hauteur du bain est loin de pré-

senter la linéarité exigée, tel que la fig.1 ou la fig.2 le laisse supposer. Pour linéariser la tension V_n , les différentes bobines sont subdivisées en plusieurs étages, chaque étage pouvant contenir un nombre de spires différent. A l'intérieur d'un étage les spires sont
5 disposées en un ou plusieurs lots superposés, un lot étant constitué par une mono-couche de spires adjacentes; pour simplifier la fabrication, un lot peut s'étendre éventuellement sur plusieurs étages. Etant donné que pour une bobine donnée, la dimension transversale ne change pas d'un étage à l'autre on peut dans le cas d'un nombre réduit
10 de lots dans certains étages, remplir l'espace restant par du carton ou bien y couler une matière plastique; on peut également choisir le diamètre des spires de manière à remplir tout l'espace disponible à l'intérieur d'un étage. Cette dernière possibilité ne peut évidemment pas être choisie lorsqu'un lot de spires traverse plusieurs étages.

15

Le nombre de lots à monter dans un étage est déterminé expérimentalement de manière à ce que la différence des signaux captés par les bobines S et S' varie de manière aussi monotone que possible en fonction de la hauteur du bain et comporte un minimum de signaux parasites.
20 En général on peut dire que la bobine de référence S' contient peu ou pas de spires dans les deux étages extrêmes et un nombre identique de lots que la bobine secondaire S dans les autres étages. La bobine secondaire S contient par contre un maximum de lots (p. ex. 9) dans les étages extrêmes et un minimum de lots (p.ex. 5) dans le ou
25 les étages situés au centre. Dans l'étage situé au niveau du bain le nombre de lots est élevé (p. ex. 7). Le nombre de lots compris dans les différents étages de la bobine primaire P est habituellement légèrement plus faible que celui dans les étages de la bobine secondaire S; les spires de la bobine primaire par contre ont en général un diamètre plus élevé que celui des spires des bobines secondaires. Certains étages inférieurs de la bobine primaire (à l'exception de l'étage situé à l'extrémité inférieure, qui a une fonction primordiale lors du démarrage de la coulée) peuvent être démunis de spires et ne contiennent alors qu'une connexion entre les deux étages adjacents.
30 Dans le but de procéder à un calibrage du signal relevé sur les extrémités des bobines secondaires S et S', branchées en opposition, au moins un étage de la bobine secondaire S possède un prélèvement.

0192043

En ce qui concerne le remplissage des cinq étages 40, 41, 42, 43, 44 des trois bobines P_4 , S_4 et P'_4 , montées autour de la lingotière K, on peut relever ce qui suit:

- 5 - le nombre de lots de spires par étage est proportionnel à l'épaisseur (dessinée) de la bobine dans cet étage; l'espace restant est rempli par du papier isolant.
- la bobine primaire P_4 possède 7 lots de spires à son extrémité inférieure (étage 40) et son maximum de lots (10 lots) à son étage supérieur.
- 10 - la bobine secondaire S_4 possède un maximum de lots (13) aux étages extrêmes 40 et 44.
- la bobine de référence S'_4 ne possède pas de spire dans ses étages extrêmes 40 et 44.
- 15 - dans cette variante d'exécution, les différents lots de spires traversent à chaque fois un maximum d'étages: la bobine de référence S'_4 possède par exemple cinq lots qui s'étendent sur les étages 41, 42, 43 et deux lots supplémentaires aux étages 41 et 43.
- 20 Il est bien évident que la subdivision d'une bobine en cinq étages n'est pas limitative; selon les applications on peut la subdiviser en un nombre plus grand ou plus faible d'étages. Pareillement, en modifiant le nombre de lots de spires par étage ou le nombre de bobines secondaires, on reste dans le cadre de la présente invention.
- 25 Notons que dans des cas particuliers, il est possible de supprimer le ou les enroulements secondaires de référence S' et de retrancher des signaux captés par la bobine de mesure S un signal dérivé directement de la tension appliquée à la bobine primaire P ou même un signal en
- 30 provenance d'une source constante.

Revendications

1. Dispositif pour déterminer le niveau de remplissage de métaux liquides dans des récipients, notamment des lingotières de coulée continue, par repérage de champs électromagnétiques secondaires issus du métal liquide, lequel dispositif comporte une bobine primaire, qui crée un champ électromagnétique variable dans le temps et deux bobines secondaires de mesure, caractérisé en ce que les bobines secondaires de mesure longent la bobine primaire sur pratiquement toute sa hauteur et sont disposées de part et d'autre de celle-ci.
5
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins une des bobines est subdivisée en au moins deux étages superposés ayant des propriétés magnétiques différentes.
15
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'au moins deux des étages d'au moins une des bobines comportent un nombre de spires différent.
20
4. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'à côté des extrémités des bobines, au moins un des étages des bobines secondaires de mesure comporte une connexion supplémentaire servant au prélèvement de signaux de mesure.
25
5. Dispositif selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les différentes bobines entourent le bain de métal liquide.
6. Dispositif selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les différentes bobines ont sensiblement une forme cylindrique, l'ensemble étant disposé à côté et à proximité du métal liquide.
30
7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que deux jeux de bobines cylindriques sont disposés l'un au dessus de l'autre, le jeu inférieur, de même dimension transversale, mais de hauteur plus faible servant au démarrage de coulée.
35

8. Dispositif selon une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte deux bobines secondaires, dont, l'une, subdivisée en au moins deux parties, sert de mesure et l'autre de référence, la bobine de référence étant branchée en opposition avec la bobine de mesure ainsi qu'avec au moins une desdites parties de la bobine de mesure se trouvant en dessous du niveau du métal liquide.
9. Dispositif pour déterminer le niveau de remplissage de métaux liquides dans des récipients, notamment des lingotières de coulée continue, par repérage de champs électromagnétiques secondaires issus du métal liquide, lequel dispositif comporte une bobine primaire, qui crée un champ électromagnétique variable dans le temps, caractérisé en ce qu'il comporte une unique bobine secondaire de mesure située entre ledit métal liquide et la bobine primaire, en ce que la bobine secondaire longe la bobine primaire sur pratiquement toute sa hauteur et en ce que la bobine secondaire est branchée en opposition avec un signal dérivé directement de la tension appliquée à la bobine primaire ou avec un signal en provenance d'une source constante.
10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'au moins une des bobines est subdivisée en au moins deux étages superposés ayant des propriétés magnétiques différentes.

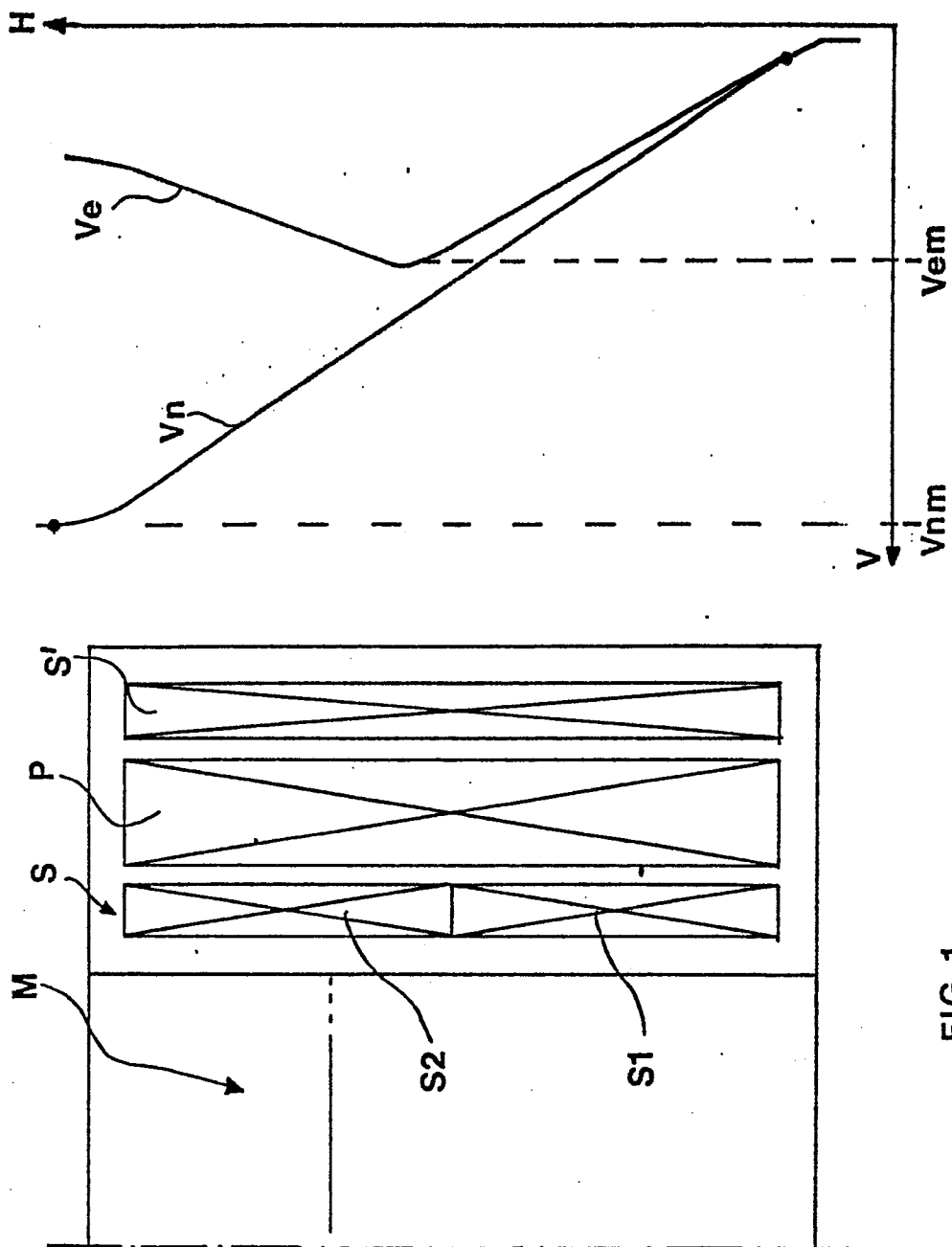
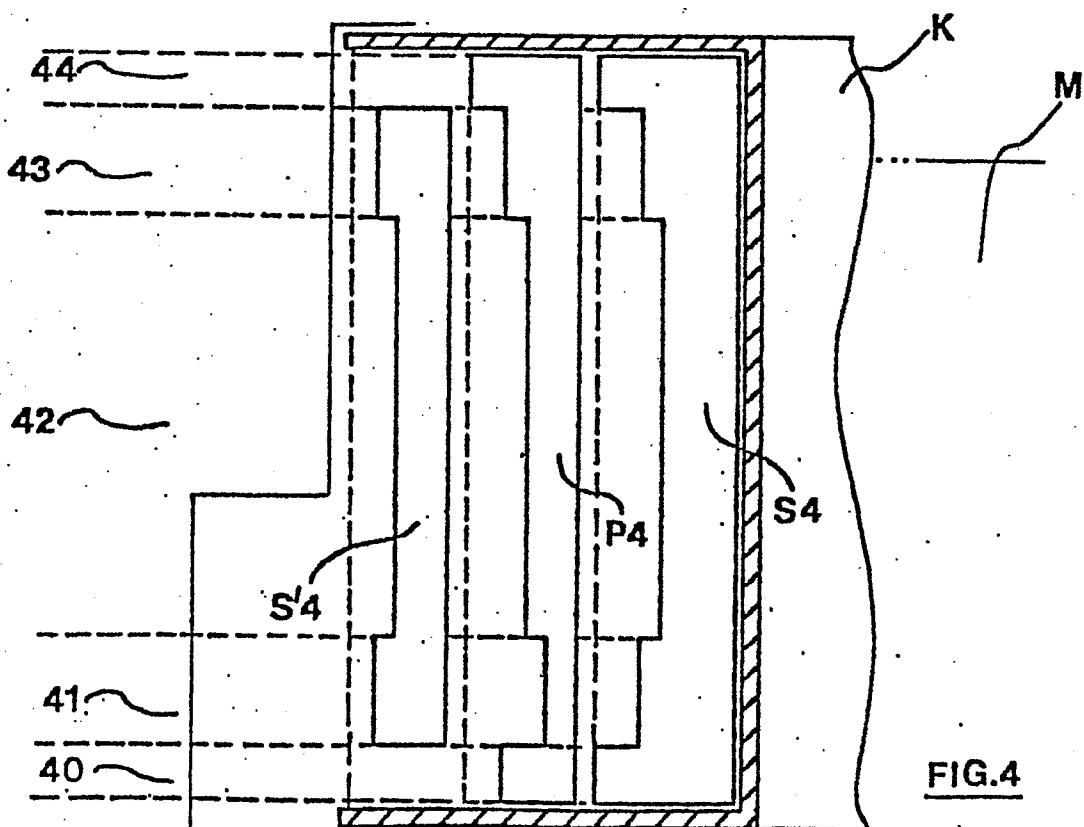
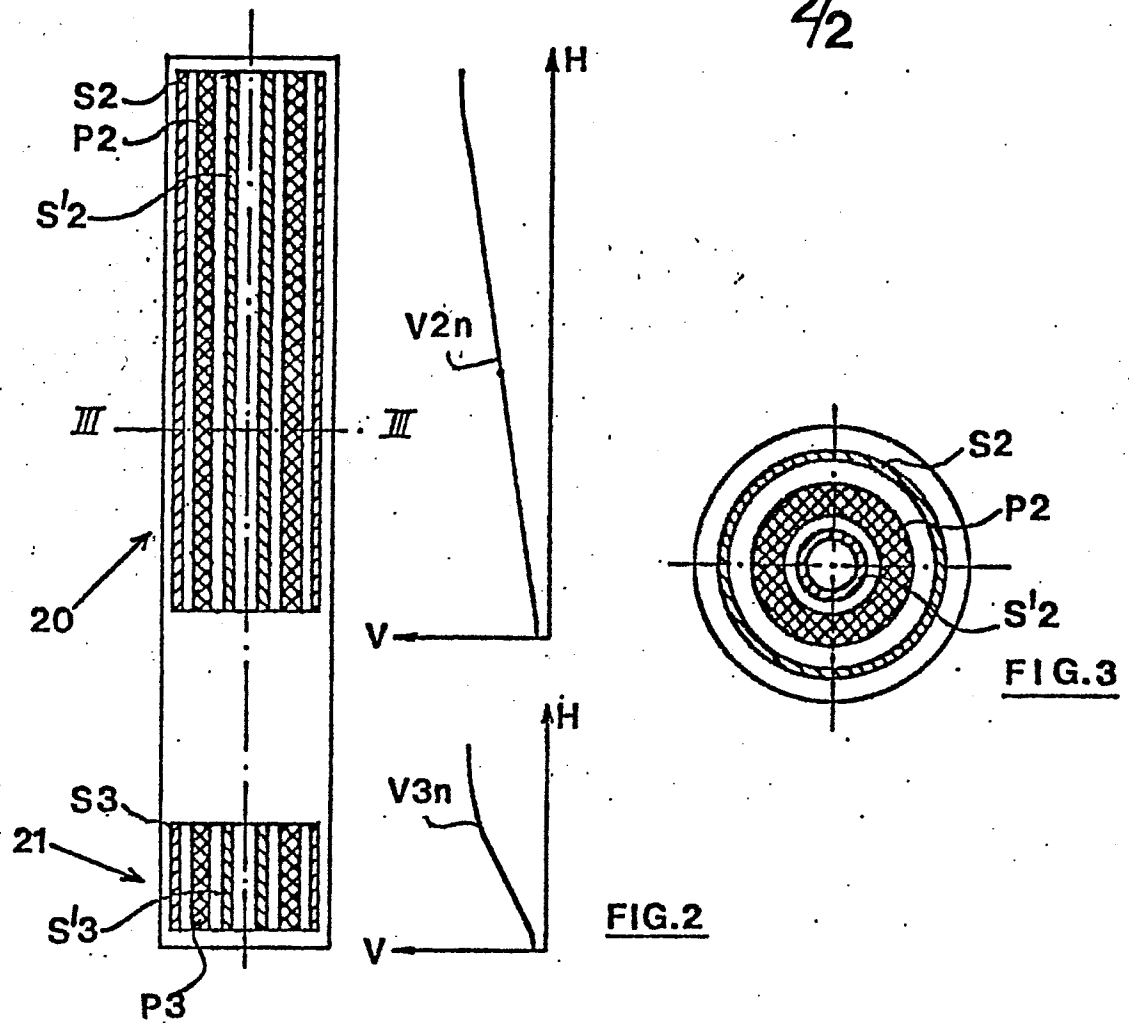


FIG. 1





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
X	US-A-3 366 873 (W.R. MILLER et al.) * Figure 4; colonne 3, lignes 1-14 *	1	B 22 D 11/16
Y		2-7	
Y	GB-A- 834 783 (UNITED STEEL CO.) * Figures 1,2; page 2, ligne 84 - page 4, ligne 76 *	2-7	
A,D	EP-A-0 010 539 (ARBED S.A.)		
A	EP-A-0 087 382 (ARBED)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	EP-A-0 077 747 (ARBED)		B 22 D G 01 F
A	WO-A-8 600 987 (STOPINE AG)		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-05-1986	Examineur STEIN K.K.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	