

⑫

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: 81103444.6

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **H 01 F 27/24**

**H 01 F 41/02, B 21 D 43/28**

㉔ Date de dépôt: 07.05.81

③① Priorité: 12.05.80 FR 8010574

④③ Date de publication de la demande:  
18.11.81 Bulletin 81/46

⑧④ Etats contractants désignés:  
DE FR GB IT SE

⑦① Demandeur: **ALSTHOM-ATLANTIQUE Société anonyme dite:**  
**38, Avenue Kléber**  
**F-75784 Paris Cedex 16(FR)**

⑦② Inventeur: **Messé, Gérard**  
**Domaine de Tourneroue**  
**F-78580 Maule(FR)**

⑦② Inventeur: **Faure, Michel**  
**88, rue des Fermettes**  
**F-78800 Houilles(FR)**

⑦② Inventeur: **Ducombs, Marcel**  
**2 Allée Maryse Hilsz**  
**F-92500 Rueil-Malmaison(FR)**

⑦④ Mandataire: **Weinmiller, Jürgen et al.**  
**Zeppelinstrasse 63**  
**D-8000 München 80(DE)**

⑤④ **Bobine électrique d'inductance shunt et machine automatique pour découper des tôles.**

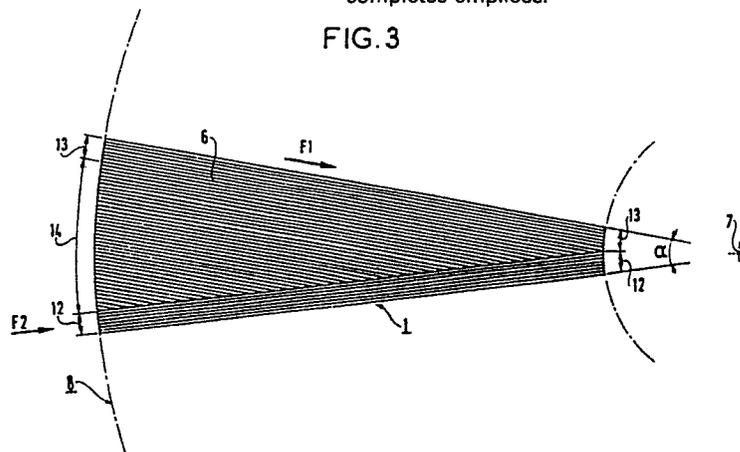
⑤⑦ Cette bobine d'inductance comprend un noyau magnétique formé d'un empilement vertical de tronçon de fer séparés par des entrefers.

Les tronçons 8 comportent une pluralité de portions (1) d'on chacune est constituée par une succession de tôles magnétiques 6, une première partie de ces tôles (12, 13) ayant toutes une longueur identique et une second partie (14) ayant

une longueur régulièrement décroissant d'une tôle à l'autre, le sens de laminage ( $F_1$ ) des tôles étant perpendiculaire à l'axe (7) de la bobine.

Une machine automatique pour découper les tôles comportant un dispositif de réception des tôles coupées, à palette orientable, d'un angle correspondant à l'angle ou centre d'une portion 1 permet d'obtenir directement des portions 1 complètes empilées.

FIG. 3



EP 0 039 901 A1

Bobine électrique d'inductance shunt et machine automatique pour découper des tôles

La présente invention concerne une bobine d'inductance shunt.

Il est connu d'utiliser des bobines d'inductance shunt pour  
5 compenser l'énergie réactive capacitive dans les longues lignes de transport d'énergie électrique généralement à haute tension, et pour augmenter la stabilité des réseaux.

Il existe deux types de bobines d'inductance shunt : l'une dans l'air à manteau magnétique et l'autre à noyau de fer avec  
10 entrefers. Ce second type de bobine d'inductance est de plus en plus utilisé à cause des possibilités qu'elle offre aux utilisateurs au niveau de sa caractéristique de saturation. Un noyau d'une telle bobine est alors constitué par un empilement vertical de tronçons de fer séparés par des entrefers. Dans une réalisation connue, les  
15 tôles d'un tronçon sont disposées sensiblement radialement de façon à former vue de dessus un disque avec un trou central. Le disque est réalisé par portions. Une portion est constituée par une juxtaposition de tôles placées dans des plans verticaux de longueur dégradée par paquets de tôles. Une portion comporte généralement six à huit  
20 paquets réalisant des gradins. Dans cette réalisation connue, la direction de laminage des tôles est axiale, parallèle à la direction du champ magnétique principal.

Dans une telle disposition, il est difficile d'obtenir un coefficient de remplissage, supérieur à 0,8 dans des conditions  
25 acceptables. D'autre part, étant donné le sens de laminage des tôles, il est nécessaire de disposer d'autant de rouleaux de tôles magnétiques de largeur différente qu'il y a de paquets de tôles de longueur différente dans une portion, ou bien alors on n'utilise qu'un seul rouleau ayant une largeur correspondant à la longueur du  
30 plus long paquet de tôles d'une portion mais alors cela nécessite, pour les paquets de moindre longueur, une découpe supplémentaire dans le sens perpendiculaire d'où plus de travail et de nombreuses chutes de tôles.

La présente invention a pour but d'améliorer le coefficient de  
35 remplissage, de faciliter la fabrication industrielle des noyaux et

de conserver des pertes fer totales, dues aux flux magnétique principal et aux pertes supplémentaires dues aux franges entre tronçons (ou galettes) successifs, minimales.

La présente invention a donc pour objet une bobine électrique  
5 d'inductance shunt pour lignes de transport d'énergie électrique comprenant un noyau magnétique autour duquel est placé en enroulement électrique, et un manteau magnétique pour la fermeture du circuit magnétique, ledit noyau magnétique comportant un empilement vertical de tronçons de fer, séparés les uns des autres par des  
10 entrefers, chaque tronçon se présentant sous la forme d'un disque avec un trou central, et étant constitué par une juxtaposition d'une pluralité de portions, chaque portion comportant une succession de tôles magnétiques situées dans des plans verticaux parallèles à l'axe de l'enroulement électrique, caractérisée en ce qu'une dite  
15 portion est formée d'un premier paquet de tôles de longueurs toutes identiques et d'un second paquet de tôles de longueurs régulièrement décroissantes d'une tôle à la suivante, et en ce que la direction de laminage des tôles est perpendiculaire à l'axe de la bobine.

Selon une réalisation avantageuse de l'invention, ledit  
20 premier paquet de tôles est divisé en deux parts prenant en sandwich ledit second paquet de tôles.

La fabrication industrielle de telles portions de tronçons est alors grandement facilitée puisqu'on n'a alors besoin que d'un seul  
rouleau de tôle de largeur correspondant à l'épaisseur des tronçons  
25 quitte à le refendre dans la longueur pour obtenir la bonne largeur. Une machine automatique programmée peut alors facilement couper les tôles à la longueur voulue et il n'y a aucune chute.

Le coefficient de remplissage dans une telle disposition est supérieur ou égal à 0,94 ce qui est meilleur que tous les cas connus,  
30 et les pertes magnétiques totales qui sont dues aux pertes du flux principal et aux pertes du flux de fuite des franges entre tronçons successifs sont globalement très voisines. En effet si les pertes dues aux flux principal sont, dans la disposition selon l'invention, de l'ordre de deux fois et demi supérieures à celles dans la disposition connue citée ci-dessus, à cause du sens de laminage des tôles  
35

qui est dans l'invention, perpendiculaire à l'axe de la bobine, par contre, dans la disposition selon l'invention, les pertes dues aux franges sont négligeables. Au total les pertes ne sont pas supérieures.

5           Ainsi, l'intérêt de cette disposition demeure, même dans le cas de tôles magnétiques dont les cristaux sont orientés dans le sens du laminage bien que dans ce cas, la direction de l'inducteur soit perpendiculaire au sens préférentiel d'utilisation des tôles.

10           L'invention a aussi pour objet une machine automatique pour découper des tôles comportant des moyens d'amenée, sur la machine, d'une longueur de tôle réglable d'une façon continue et à volonté, une cisaille et un dispositif de réception des tôles coupées caractérisé en ce que le dispositif de réception des tôles coupées comprend une palette orientable d'un angle  $\alpha$  choisi à volonté  
15           autour d'un axe perpendiculaire au sens de déplacement de la tôle, des moyens d'abaissement du dispositif de réception et des moyens de déplacement du dispositif de réception vers l'aval par rapport au sens de déplacement de la tôle.

20           L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description d'un exemple de réalisation de l'invention faite ci-après en regard du dessin annexé dans lequel :

          La figure 1 montre en vue de dessus une portion d'un tronçon de noyau magnétique d'une bobine d'inductance shunt selon l'art connu.

          La figure 2 montre un rouleau de tôle magnétique. .

25           La figure 3 montre en vue de dessus une portion d'un tronçon de noyau magnétique d'une bobine d'inductance shunt selon l'invention.

          La figure 4 montre la position des différentes portions dans un tronçon.

30           Les figures 5 et 6 montrent en vue de dessus et de face un tronçon complet prêt à être imprégné.

          La figure 7 représente schématiquement une machine à découper les tôles. En se reportant à la figure 1 qui montre une portion d'un tronçon de noyau d'une bobine d'inductance shunt selon l'art connu, on voit qu'une portion 1 est constituée par la juxtaposition de  
35           plusieurs paquets 2, 3, 4, 5 quatre en l'occurrence, de tôles 6.

Dans chaque paquet, les tôles ont la même longueur mais celle-ci est décroissante du paquet 2 au paquet 5. Les tôles 6 sont placées verticalement c'est-à-dire dans des plans parallèles à l'axe 7 de la bobine qui est aussi celui du tronçon 8. Cette portion 1 comporte ainsi des gradins et l'assemblage d'une pluralité de telles portions 1 pour former le tronçon complet 8 laisse des vides 9 et le coefficient de remplissage dépasse difficilement 0,8. Ces vides sont ensuite comblés lors de l'imprégnation par de la résine polymérisable.

10 Dans cette disposition connue, la direction de laminage des tôles est parallèle à l'axe 7 de la bobine et symbolisée par le signe repéré 10, or pour découper les tôles, on part de rouleaux tel que le rouleau 11 de la figure 2 dont la direction du laminage est celle indiquée sur cette figure 2 par la flèche F. Il est donc nécessaire

15 pour chaque paquet 2, 3, 4 ou 5 d'utiliser un rouleau 11 dont la largeur L correspond à la longueur L du paquet considéré. On coupe alors des tôles sur une longueur e égale à l'épaisseur e (figure 6) du tronçon 8. Si l'on veut n'utiliser qu'un seul rouleau de largeur unique on est alors obligé de prendre un rouleau de largeur correspondant à la longueur du paquet le plus long, à savoir le paquet 2

20 sur la figure 1 ; pour les paquets suivants 3, 4 et 5 il est alors nécessaire de couper dans le rouleau 11 des tôles sur une longueur e mais aussi dans le sens perpendiculaire à la direction longitudinale y de façon à obtenir des tôles correspondant à la longueur des paquets 3, 4 et 5. Outre la coupe supplémentaire nécessitée, cette dernière solution occasionne des chutes importantes. A cause donc de l'orientation des tôles 6 dans les portions 1 on est obligé de limiter le nombre de paquets constituant une portion 1 puisqu'il faut autant de rouleaux de largeurs différentes qu'il y a de paquets (la

30 solution à rouleau de largeur unique étant exclue à cause des chutes et de la complication). On augmente donc la largeur des paquets de manière à obtenir un compromis raisonnable entre le nombre de paquets et le coefficient de remplissage. Dans l'esprit de l'homme de l'art, la disposition des tôles de telle sorte que le sens du laminage soit celui indiqué par le signe référencé 10 c'est-à-dire

35

parallèle à l'axe 7 de la bobine est évident puisqu'il correspond au sens du flux principal de la bobine.

L'invention réside justement dans le fait, comme on le voit sur la figure 3, de disposer les tôles de telle sorte que leur sens de laminage soit, pour chaque tôle, perpendiculaire à l'axe 7 de la bobine soit dans le sens  $F_1$ . On peut alors dégrader la longueur des tôles de l'une à la suivante et non plus par paquets et il suffit d'avoir un rouleau de tôle dont la largeur correspond cette fois-ci à l'épaisseur constante  $e$ , figure 6, du tronçon 1.

La machine est programmée de manière à couper des largeurs de tôles variables.

Les essais ont montré que bien que le sens de laminage des tôles soit perpendiculaire au flux principal, les pertes totales sont sensiblement les mêmes et ceci grâce à la diminution considérable des pertes dans le flux de franges entre les différents tronçons 8. On a donc une fabrication beaucoup plus simple et un meilleur coefficient de remplissage, en conséquence à section utile de fer égale, le diamètre extérieur du tronçon est plus faible donc les masses de fer, de cuivre de l'enroulement et des isolants sont plus faibles.

La figure 3 montre une portion 1 d'un tronçon 8 réalisé selon l'invention. Cette portion est constituée de deux paquets 12 et 13 de tôles 6 ayant toutes une longueur identique.

Ces deux paquets 12 et 13 prennent en sandwich un paquet de tôles 14 qui ont toutes des longueurs différentes.

La figure 4 montre la juxtaposition des différentes portions 1 dans le tronçon 8.

Les figures 5 et 6 montrent un tronçon complet prêt à l'imprégnation. Pour le maintien des tôles, on a placé à la périphérie externe et interne des cylindres 15 et 16 mécaniquement résistants et isolants et sur le dessus et le dessous une toile en tissus de verre 17 et 18.

Sur le dessus du tronçon, sont placés des séparateurs 19 de manière à réaliser un entrefer entre le tronçon et le suivant qui sera posé au-dessus. Ces séparateurs sont en ardoise.

L'ensemble est alors placé dans un four dans lequel on réalise le vide, on verse alors goutte à goutte une résine d'imprégnation telle qu'une résine époxy polymérisable puis on exécute le traitement thermique pour la polymérisation.

5 La figure 7 montre ainsi une machine à découper les tôles comprenant un dispositif de réception des tôles coupées apte à constituer des paquets de tôles tel que le paquet de tôle 1 figure 3. La machine comprend essentiellement trois parties :

10 - des moyens d'amenée de la tôle, non représentés, mais comprenant d'une manière classique une butée fixe, une butée mobile dont le déplacement est assuré par une vis mère, et une pince mobile se déplaçant entre les deux butées : la pince prend la tôle à la fin de sa course arrière limitée par la butée mobile, l'entraîne vers l'avant jusqu'à la butée fixe lâche la tôle après la coupe, l'écartement  
15 entre la butée fixe et mobile déterminant la longueur de tôle coupée.

- la cisaille proprement dite comprenant un couteau mobile 20, une contre lame fixe 21 et un dispositif de blocage de la tôle 22.

20 - un dispositif de réception 23 comportant un bâti 24 sur lequel est placée une palette 25 orientable d'un angle  $\alpha$  ajustable à volonté autour d'un axe 26 perpendiculaire au sens d'avancement de la tôle 27 grâce à un vérin 28. La palette 25 comporte des joues latérales 29 à écartement réglable. Un vérin 30 permet le déplacement vertical du bâti 24. On peut ainsi faire en sorte que la hauteur de  
25 chute de la tôle coupée soit constante. Enfin, un vérin 31 permet le déplacement vers l'aval du bâti 24 pour l'évacuation du paquet de tôles 32 coupées. Tous les mouvements : de la palette 25, des vérins 28, 30, 31, du couteau 20, de l'amenée de la longueur de tôles, sont automatiques et programmés.

30 Pour réaliser un paquet de tôles tel que la portion 1 représentée sur la figure 3, on commence par régler la palette 25 en position horizontale, l'angle  $\alpha$  étant égal à 0 et les tôles arrivant dans le sens de la flèche  $F_2$  (fig.1) on découpe d'abord les tôles du paquet 12 puis automatiquement, d'après le programme, le  
35 verin 28 assure la rotation de la palette 25 autour de son axe 26

d'un angle  $\alpha'$  égal à l'angle  $\alpha$  de la portion 1 et l'on coupe alors le paquet de tôles 14 qui tombent alors horizontalement, la machine est également programmée pour augmenter pas à pas la longueur de chaque tôle. Le pas  $y$  est par exemple de 1,76mm pour des tôles de 35 centième de millimètre d'épaisseur  $g$  pour un angle  $\alpha'$  de 11°15' correspondant à trente deux portions 1 dans un tronçon 8. La formule du pas  $y$  est :  $y = \frac{g}{\text{tg } \alpha'}$ .

Sans changer l'angle  $\alpha'$  on découpe le paquet 13 de tôles de longueur identique. Pendant tout le temps du découpage le vérin 30 abaisse le bâti 24 d'une manière continue de manière à ce que la hauteur de chute des tôles coupées soit constante. Enfin, le vérin 31 pousse le bâti 24 vers la droite et l'on peut prendre le paquet de tôles 32.

15

20

25

30

35

## REVENDEICATIONS

1/ Bobine électrique d'inductance shunt pour ligne de transport d'énergie électrique comprenant un noyau magnétique torique autour duquel est placé un enroulement électrique, et un manteau magnétique pour la fermeture du circuit magnétique, ledit noyau magnétique com-  
5 portant un empilement vertical de tronçons (8) de fer séparés les uns des autres par des entrefers, chaque tronçon se présentant sous la forme d'un disque avec un trou central, et étant constitué par une juxtaposition d'une pluralité de portions (1), chaque portion  
10 comportant une succession de tôles magnétiques (6) situées dans des plans verticaux parallèles à l'axe (7) de l'enroulement électrique, caractérisée en ce qu'une dite portion est formée d'un premier paquet de tôles de longueurs toutes identiques (12, 13) et d'un  
15 second paquet de tôles (14) de longueurs régulièrement décroissantes d'une tôle à la suivante, et en ce que la direction (F1) de laminage des tôles est perpendiculaire à l'axe de la bobine.

2/ Bobine électrique d'inductance shunt selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit premier paquet de tôles est divisé en  
20 deux parts (12, 13) prenant en sandwich ledit second paquet de tôles (14).

3/ Machine automatique pour découper des tôles comportant des moyens d'amenée sur la machine, d'une longueur réglable d'une façon continue et à volonté, de tôle, une cisaille et un dispositif de  
25 réception des tôles coupées, caractérisée en ce que le dispositif de réception des tôles coupées comprend une palette (25) orientable d'un angle  $\alpha$  choisi à volonté autour d'un axe perpendiculaire au sens de déplacement de la tôle, des moyens d'abaissement du dispositif de réception et des moyens de déplacement du dispositif de réception vers l'aval par rapport au sens de déplacement de la tôle.

30

FIG. 1

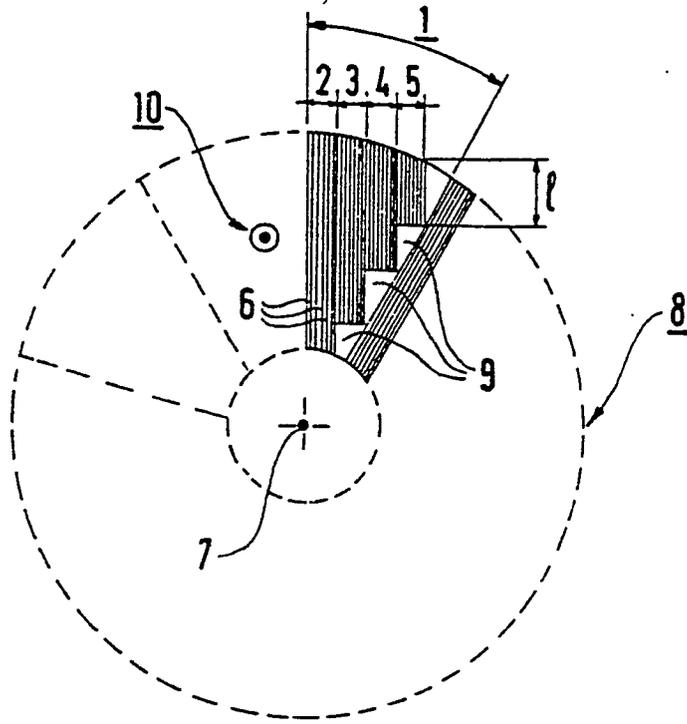
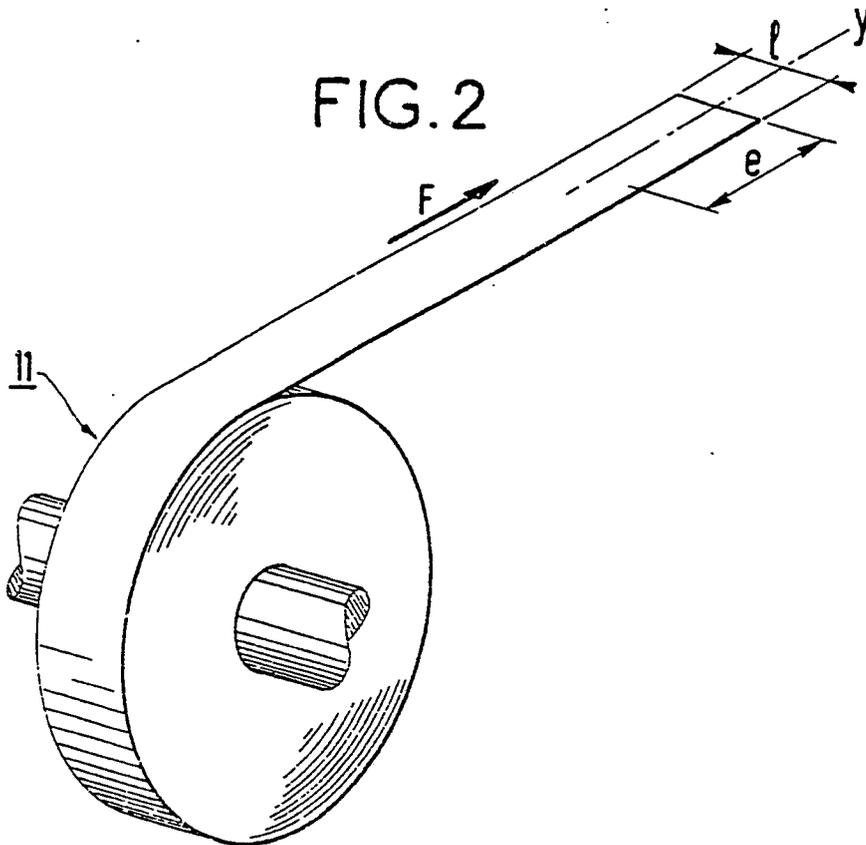


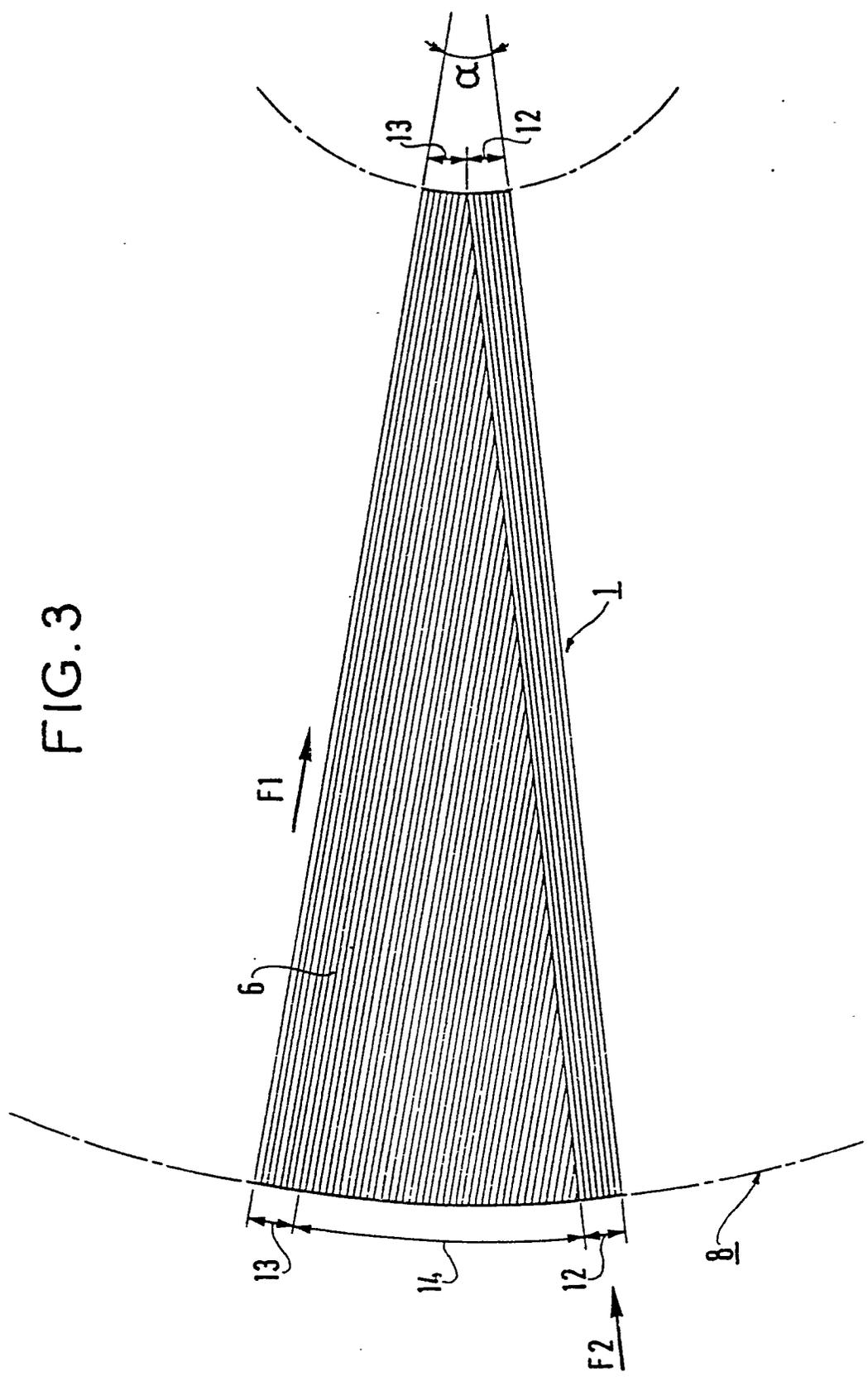
FIG. 2



2/4



FIG. 3



3/4

FIG. 4

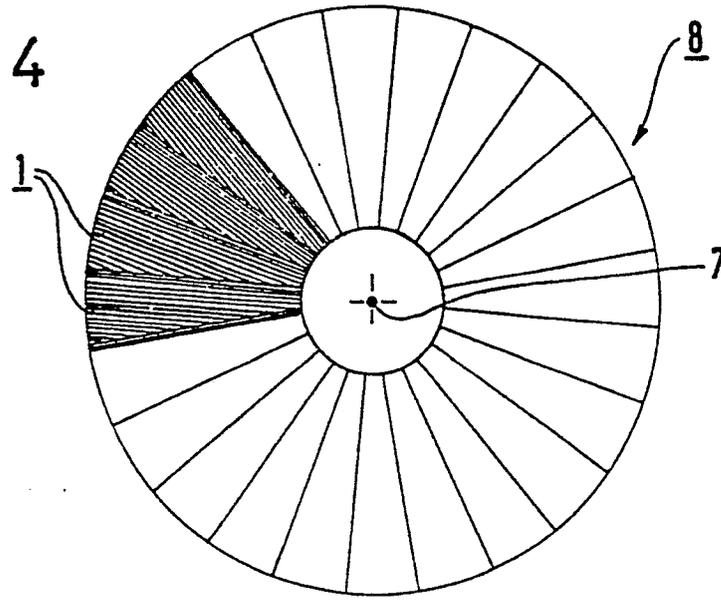


FIG. 5

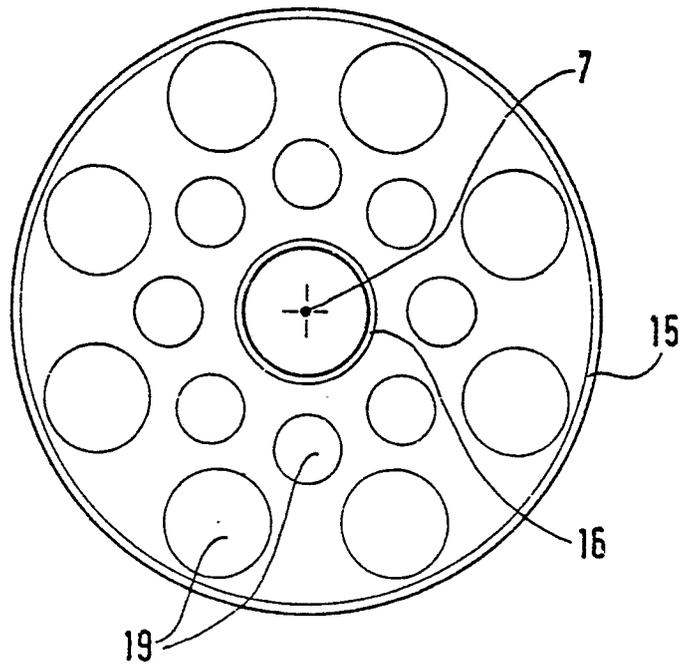


FIG. 6

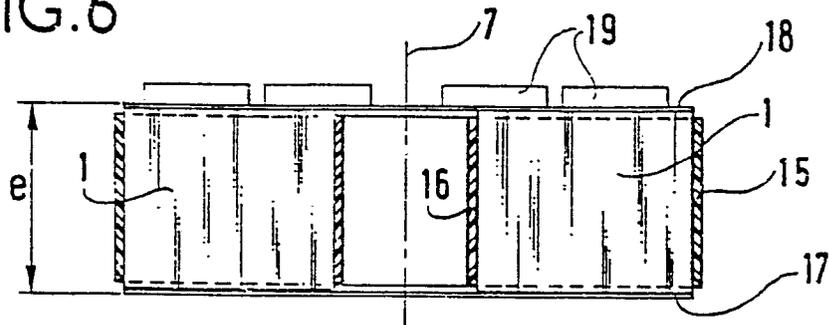
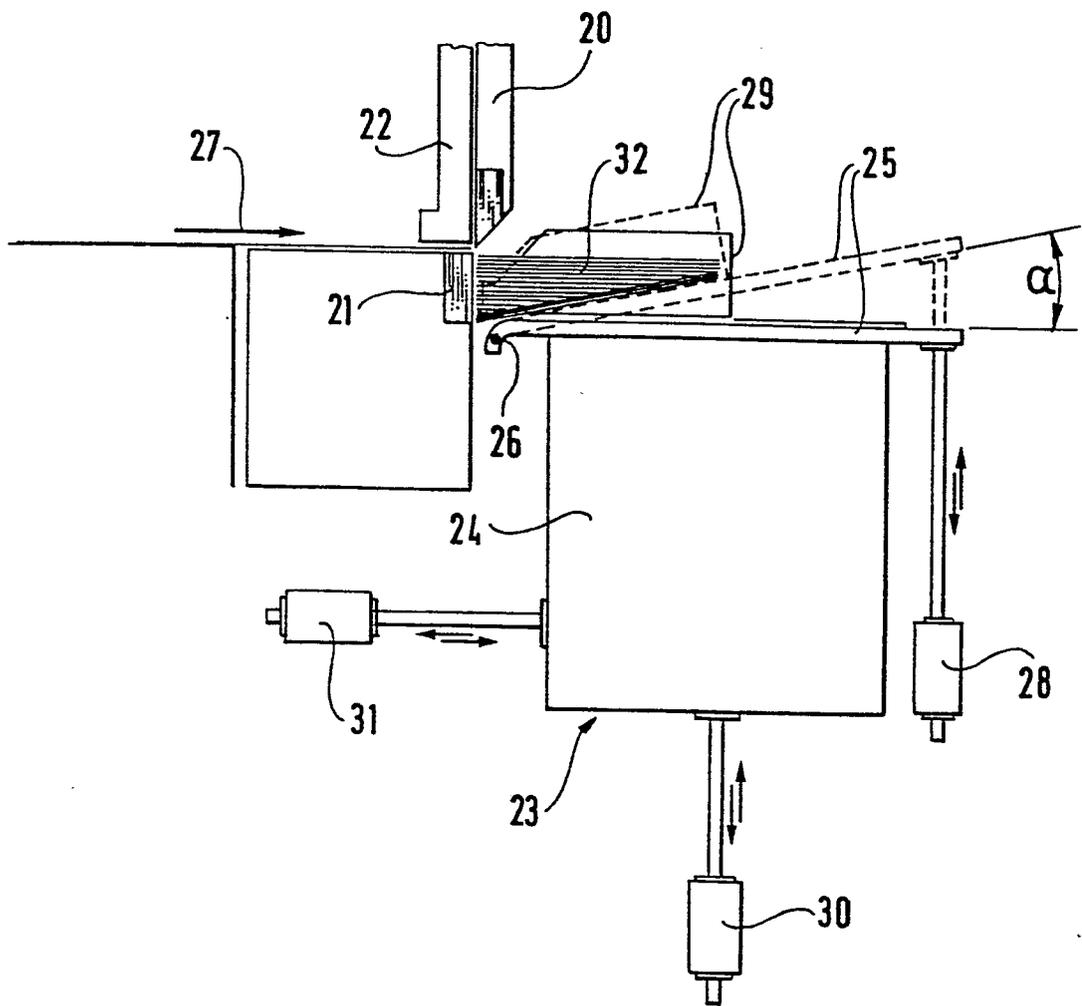


FIG. 7



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. <sup>3</sup> )
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée
	<p>US - A - 2 468 786 (ALLIS-CHALMERS)</p> <p>* Colonne 2, ligne 5 - colonne 3, ligne 28 *</p> <p>--</p>	1,2
	<p>FR - A - 1 131 038 (COMPAGNIE ELECTROMECHANIQUE)</p> <p>* Page 1, colonne de gauche, avant-dernier alinéa - colonne de droite, dernier alinéa *</p> <p>--</p>	1,2
	<p>AU - A - 475 370 (WESTINGHOUSE)</p> <p>* Page 16, 2ème alinéa *</p> <p>--</p>	3
	<p>US - A - 3 220 568 (SYLVANIA)</p> <p>* Colonne 10, lignes 20-39 *</p> <p>--</p>	3
	<p>FR - A - 2 248 596 (JEUMONT-SCHNEIDER)</p> <p>* Page 3, lignes 19-23 *</p> <p>--</p>	3
	<p>FR - A - 2 144 555 (GILEV)</p> <p>* Page 7, ligne 1 - page 9, ligne 22 *</p> <p>--</p>	3
A	DE - C - 715 650 (BBC)	
A	FR - A - 943 261 (BBC)	
A	FR - A - 876 897 (BBC)	
	./.	
<p>X Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications</p>		<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.<sup>3</sup>)</p> <p>H 01 F 27/24 41/02</p> <p>B 21 D 43/28</p>
		<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons</p>
		<p>&amp;: membre de la même famille, document correspondant</p>
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye	18-08-1981	VANHULLE

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. <sup>3</sup> )
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	<u>FR - A - 504 328</u> (SOCIETE ALSA-CIENNE DE CONSTRUCTIONS MECAN)		
A	<u>US - A - 2 962 679</u> (GENERAL ELECTRIC)		
A	<u>CH - A - 531 456</u> (BBC)		
A	<u>FR - A - 2 360 163</u> (BBC)		
	-----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. <sup>3</sup> )