

①②

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt: **80401823.2**

⑤① Int. Cl.º: **H 01 P 1/19, H 01 P 1/397**

②② Date de dépôt: **18.12.80**

③① Priorité: **28.12.79 FR 7931975**

⑦① Demandeur: **THOMSON-CSF, 173, Boulevard Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

④③ Date de publication de la demande: **08.07.81 Bulletin 81/27**

⑦② Inventeur: **Forterre, Gérard, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

⑧④ Etats contractants désignés: **DE GB IT NL**

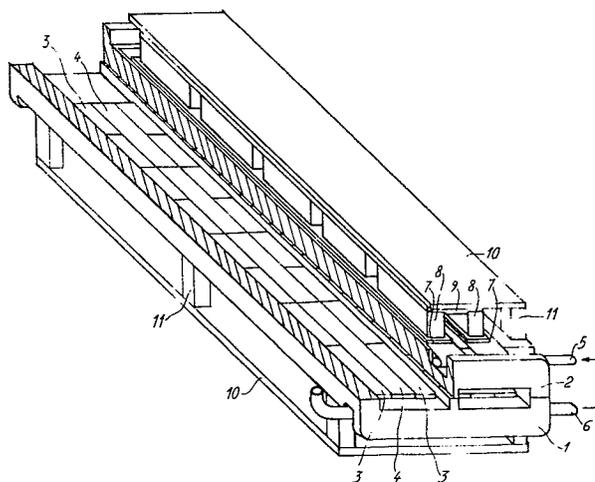
⑦④ Mandataire: **Benoit, Monique et al, "THOMSON-CSF" - SCPI 173, bld Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

⑤④ **Dispositif hyperfréquence non réciproque opérant à niveau élevé.**

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif déphaseur non réciproque pour onde hyperfréquence.

Ce dispositif déphaseur est constitué d'un tronçon de guide d'onde à section rectangulaire dont les deux grandes parois portent chacune deux bandes de matériau gyromagnétique (3) disposées de part et d'autre d'une bande de matériau diélectrique (4). Ces bandes (3; 4) sont constituées d'un assemblage de plaquettes collées sur les parois du guide.

L'invention s'applique à tout dispositif non réciproque fonctionnant à haut niveau.



DISPOSITIF HYPERFREQUENCE NON RECIPROQUE

OPERANT A NIVEAU ELEVE

La présente invention concerne un dispositif basé sur la non réciprocité des caractéristiques électriques des ferrites dans le domaine des hyperfréquences (à partir de plusieurs dizaines de megahertz) et plus particulièrement un dispositif déphaseur opérant à un niveau 5 élevé de puissance moyenne. Par niveau élevé de puissance moyenne, on entend plusieurs dizaines de kilowatt. Les problèmes posés par l'utilisation des ferrites en hyperfréquence à puissance élevée sont bien connus. Ils sont 10 de deux ordres :

1° la variation des caractéristiques du matériau qui définissent les conditions de propagation (la perméabilité complexe notamment) en fonction de la température ;

15 2° le comportement mécanique des pièces en ferrite sous l'action des variations de température (contraintes thermiques dépassant les limites mécaniques du matériau et/ou des dispositifs de fixation au guide).

Ce problème a fait l'objet d'études dont les résultats ont été notamment décrits dans l'article intitulé : "Thermal stress induced breakdown in an S-band isolator" publié dans IEEE Transactions on M.T.T. vol. 26, n° 5, Mai 1978, page 357. Ainsi qu'il est décrit dans l'article cité, un isolateur est constitué de deux cellules 25 de déphasage ayant une petite paroi de guide en commun, chaque déphaseur comprenant deux bandes de matériau gyromagnétique disposées symétriquement sur chacune des grandes faces, soit quatre bandes par guide. Une structure magnétique extérieure aux guides établit dans 30 les guides des champs magnétisants parallèles aux petits côtés des guides et de sens opposés, entre les deux paires

de bandes de matériau gyromagnétique se faisant face dans chaque guide. Un circuit de refroidissement par circulation d'eau est prévu pour évacuer les calories transmises par les bandes au guide à travers une colle souple déposée en couche mince sur le guide. Les mesures rapportées concernent une structure allégée à deux bandes de ferrite par guide. Les dispositifs étudiés présentent une perte d'insertion de 0,25 dB à 50 kilowatt moyen à 2 450 MHz. La structure à quatre bandes de ferrite par guide est dite "structure du type considéré".

Les performances à haut niveau d'un circulateur à déphasage différentiel sont décrites dans les "Transactions on M.T.T." numéro de mai 1978, page 360, dans l'article intitulé : "A 50 kilowatt cw ferrite circulator in S band". Ce circulateur est essentiellement constitué de deux cellules de déphasage du type considéré et d'un té-magique. Il ne comporte (cf. figure 3) que deux bandes de ferrite par guide. Il est précisé dans cet article que le déphasage de 90° à haut niveau est obtenu, par suite des modifications de caractéristiques résultant des conditions de fonctionnement, en acceptant un déphasage à bas niveau de 110°. Il s'ensuit que les performances du dispositif sont mauvaises à froid.

La présente invention a essentiellement pour objet des perfectionnements à la structure d'un ensemble de deux cellules de déphasage du type considéré à quatre bandes de ferrite par guide assurant des performances élevées et constantes quelle que soit la puissance à laquelle il fonctionne.

Elle a pour objet un déphaseur dont le taux d'onde stationnaire reste inférieur à 1,1 sur charge adaptée et à 1,35 sur court-circuit jusqu'à 50 kilowatt entretenus à 2 450 MHz ; la perte d'insertion reste inférieure à 0,16 dB, tout en permettant l'utilisation de sections de

guide obtenues par moulage d'aluminium, donc de prix de revient plus faible que celui des pièces usinées et de poids très nettement inférieur (réduction de près de 40 %).

5 L'invention est caractérisée en ce que les deux bandes de matériau gyromagnétique disposées sur la même grande paroi de chacun des guides sont un assemblage de pièces de dimensions réduites, voisines de celle de la
10 d'une bande diélectrique, ladite bande diélectrique étant constituée également d'un assemblage de pièces et située dans le plan de symétrie des guides parallèlement aux petites parois.

Selon une variante préférée de l'invention, ces
15 pièces sont collées sur les parois du guide et entre elles.

L'invention sera bien comprise en se reportant à la description suivante et aux figures qui l'accompagnent données à titre d'illustration non limitative et dans
20 lesquelles :

- la figure 1 est une perspective cavalière partiellement coupée d'un déphaseur selon l'invention ;
- les figures 2 et 3 sont des coupes respectivement par un plan perpendiculaire aux axes des guides et
25 par un plan contenant les axes et perpendiculaire au précédent.

La figure 1 est une vue en perspective d'un déphaseur selon l'invention, partiellement arrachée sur la moitié droite, de façon à permettre une vue de l'in-
30 térieur de l'un des guides. Ainsi qu'on l'a mentionné plus haut, le déphaseur est constitué de deux guides d'ondes de section rectangulaire placés côte à côte selon l'une des petites parois. Ces guides sont délimités par les deux pièces en E 1 et 2 disposées l'une sur l'autre.

La moitié gauche de la pièce 2 est arrachée. Les deux grandes parois des guides sont recouvertes d'un ensemble de plaquettes visibles sur la partie gauche de la vue. Ces plaquettes sont, soit en matériau gyromagnétique
5 telles 3, soit en matériau diélectrique telles 4. Ainsi qu'il apparaît sur la coupe (figure 2) la presque totalité de la surface est recouverte. Les plaquettes 3 et 4 sont rectangulaires et de largeur définie par la répartition du champ magnétique hyperfréquence dans le
10 guide. On la choisit pour que, le matériau gyromagnétique étant centré sur le plan de polarisation circulaire, il occupe la zone où il y a au moins 10 % du champ magnétique hyperfréquence à polarisation circulaire. Dans
15 d'autres variantes, cette zone peut être réduite, le ferrite s'étendant de part et d'autre du plan à polarisation circulaire sur une zone où au moins 20 %, par exemple, du champ présente une polarisation circulaire. La largeur des plaquettes 4 est choisie pour occuper
20 l'espace entre les deux bandes constituées par les plaquettes 3. Leurs longueurs, qui peuvent être différentes comme dans la réalisation figurée, ou égales, sont fixées par des conditions mécaniques liées à leur coefficient de dilatation. Les matériaux sont choisis de façon à avoir la même permittivité ainsi qu'il est bien connu.
25 Les plaquettes 3 et 4 sont fixées sur la paroi du guide par un joint de colle silicone isolante d'épaisseur minimale (quelques centièmes de millimètre). Cette colle comble les joints entre pièces et constitue ainsi un joint de dilatation entre les pièces, ce qui réduit considérablement les risques de rupture mécanique. L'ensemble
30 des plaquettes 3 et 4 constitue ainsi un damier qui recouvre presque entièrement les grandes parois des deux guides. Des conduits de circulation de fluide de refroidissement sont prévus dans l'épaisseur des profilés 1 et

2 et sont alimentés par les entrée et sortie de fluide 5 et 6. De part et d'autre des profilés 1 et 2 et en regard de bandes constituées par les plaquettes 3 sont disposées des pièces polaires telles 7 constituées de 5 bandes de fer doux de la longueur du déphaseur et de même largeur que les plaquettes 3. Elles sont destinées à uniformiser le champ magnétique créé par les aimants 8. Une culasse 9 constituée d'une bande de fer doux de la longueur du déphaseur referme le champ magnétique entre 10 les deux séries d'aimants 8 situés d'un même côté d'un guide. Une plaque de protection 10 en aluminium par exemple, et des entretoises 11 de même métal constituent un boîtier. Les brides de raccordement 12 (cf. figure 3) sont constituées par des épanouissements des pièces 1 et 15 2 à leurs extrémités.

La coupe de la figure 2 permet de mieux voir les dispositions relatives des éléments déjà mentionnés. Les conduits de circulation du fluide de refroidissement sont représentés en 15. Les volumes de propagation délimités 20 par les pièces 1 et 2 portent les numéros de référence 16 et 17. Ainsi qu'il apparaît sur la coupe longitudinale de la figure 3, les damiers collés sur les parois supérieure et inférieure sont légèrement décalés parallèlement à l'axe des guides pour améliorer l'adaptation. Dans 25 une réalisation particulière de déphaseur selon l'invention conçue pour fonctionner dans la bande des 2 450 MHz, on a utilisé des plaquettes de matériau gyromagnétique du type TT 2113 fourni par la Société TRANS-TECH constituant des bandes de $25 \times 388 \text{ mm}^2$. Le diélectrique utilisé 30 est du type D 16 fourni par la Société TRANS-TECH. Les performances de cette réalisation montée en circulateur avec un té-magique et un coupleur à 3 dB sont les suivantes :

1° - à bas niveau : entre 2 440 et 2 460 MHz

perte d'insertion \leq 0,2 dB entre portes 1 et 2

t.o.s. \leq 1,05 portes 1 et 2

découplage $>$ 33 dB entre portes 1 et 4

5 $>$ 33 dB entre portes 1 et 3

$>$ 33 dB entre portes 2 et 1

2° - à haut niveau (débit d'eau de refroidissement au plus 5,5 l/min)

	niveau appliqué Porte n° 1 (kilowatt)	charge adaptée Porte n° 2		court-circuit Porte n° 2	
		perte d'insertion du déphaseur	découplage 1 - 4	perte d'insertion du déphaseur	découplage 1 - 4
10					
15	21	0,165	26,5		
	27			0,17	23,7
	33			0,16	23
	39,5			0,16	21
	41,95	0,166	25,4		
20	44			0,155	19,2
	49,3	0,172	23,7	0,16 *	18,4 *

* pour cette seule mesure, le débit d'eau est de 10 l/mn et la durée de fonctionnement de 35 minutes.

RE V E N D I C A T I O N S

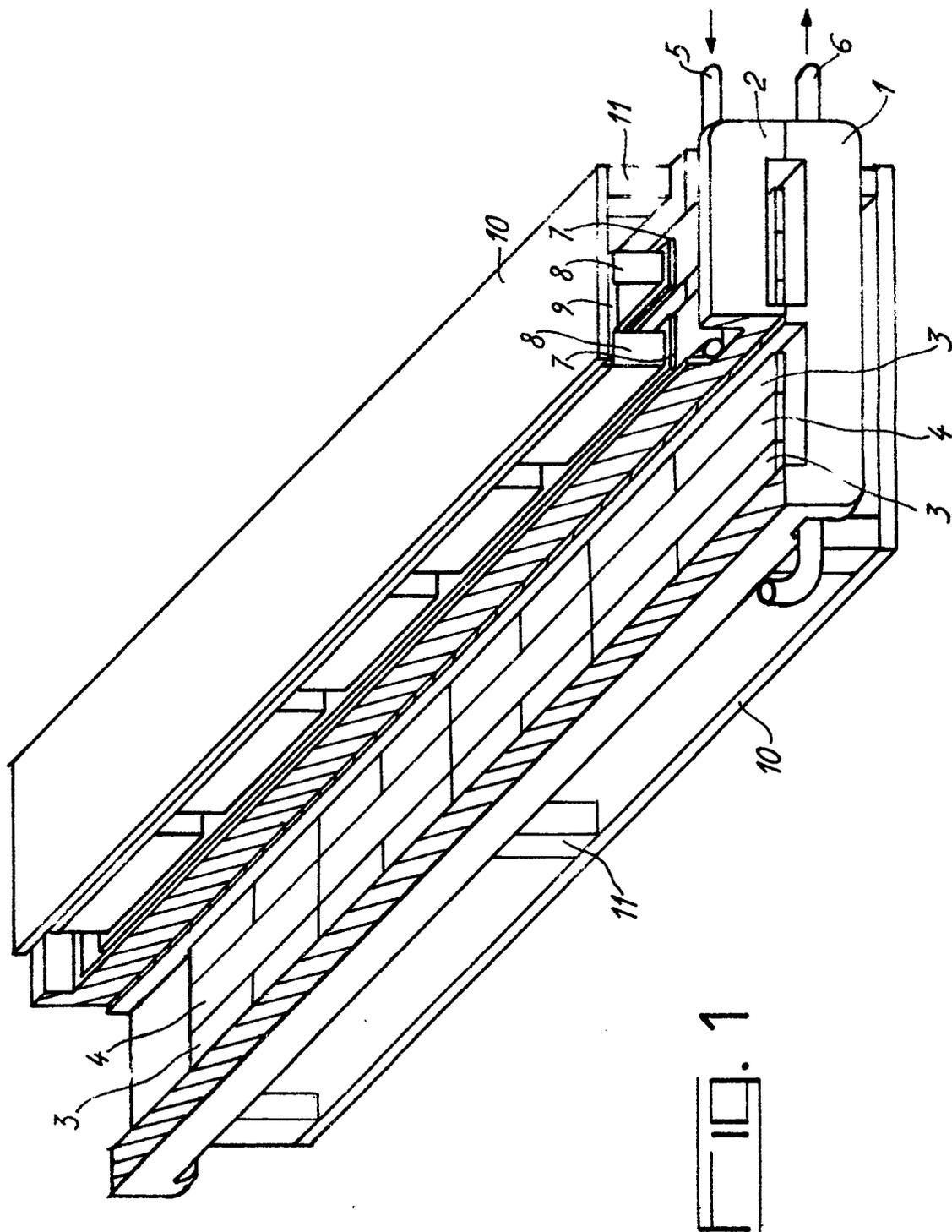
1. Déphaseur non réciproque opérant en hyperfré-
quence comportant au moins un guide d'onde à section rec-
tangulaire, au moins quatre pièces longitudinales en ma-
tériau gyromagnétique (3) montées dans le guide et
5 disposées symétriquement deux par deux sur chacune des
grandes parois du guide, et un circuit magnétique (7, 8)
établissant des champs magnétisants de sens opposés pa-
rallèles aux petites parois du guide dans un volume
incluant les quatre pièces en matériau gyromagnétique (3),
10 caractérisé en ce que chacune des pièces en matériau gy-
romagnétique (3) est constituée d'un premier assemblage
de plaquettes gyromagnétiques parallélépipédiques de même
épaisseur, de même largeur, et dont les axes longitudinaux
sont confondus, en ce que deux pièces en matériau gyro-
15 magnétique (3) situées sur une même paroi du guide sont
disposées de part et d'autre d'au moins une pièce en ma-
tériau diélectrique (4) centrée sur le plan médian du
guide, et en ce que la pièce diélectrique (4) est consti-
tuée d'un second assemblage de plaquettes diélectriques
20 parallélépipédiques de même largeur, et d'épaisseur égale
à celle des plaquettes gyromagnétiques, les plaquettes
diélectriques étant disposées de façon que leurs axes
longitudinaux soient confondus.

2. Déphaseur selon la revendication 1, caracté-
25 risé en ce que la largeur des plaquettes diélectriques (4)
est égale à la distance séparant deux plaquettes gyroma-
gnétiques (3) situées sur la même paroi du guide, les
plaquettes gyromagnétiques étant disposées symétriquement
par rapport au plan de polarisation circulaire du champ
30 magnétique hyperfréquence.

3. Déphaseur selon l'une des revendications 1 et
2, caractérisé en ce que les plaquettes gyromagnétiques (3)

et diélectriques (4) sont collées sur la paroi du guide à l'aide d'une colle silicone isolante.

4. Déphaseur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte de plus des
5 conduits de circulation de fluide (5, 6) montés dans l'épaisseur du guide.



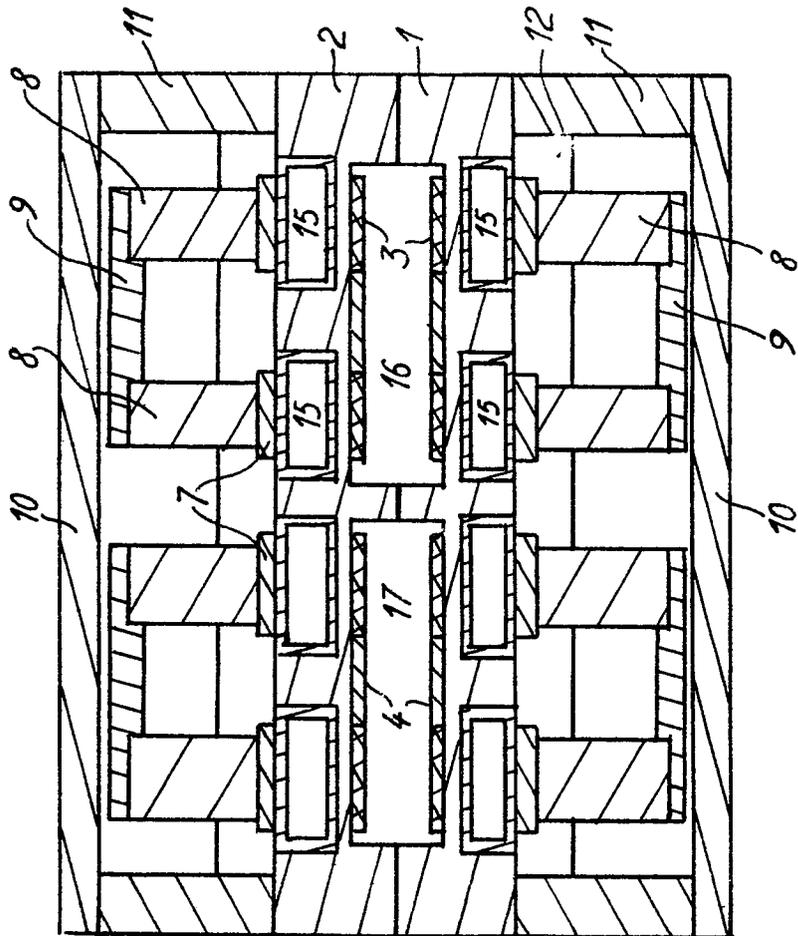


FIG. 2

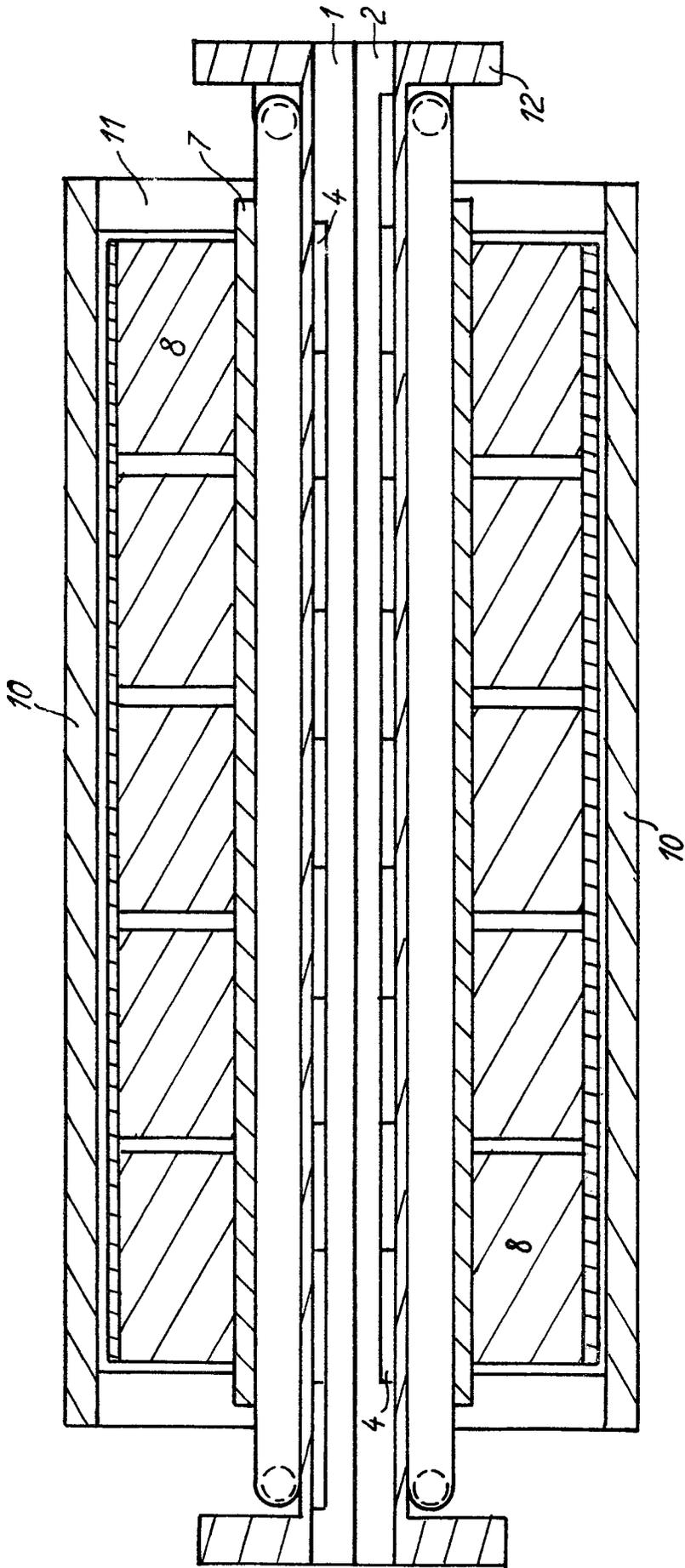


FIG. 3