

(86) **Date de dépôt PCT/PCT Filing Date:** 2005/04/29
(87) **Date publication PCT/PCT Publication Date:** 2005/12/29
(45) **Date de délivrance/Issue Date:** 2016/08/23
(85) **Entrée phase nationale/National Entry:** 2006/09/25
(86) **N° demande PCT/PCT Application No.:** FR 2005/001087
(87) **N° publication PCT/PCT Publication No.:** 2005/124927
(30) **Priorité/Priority:** 2004/05/19 (FR0405485)

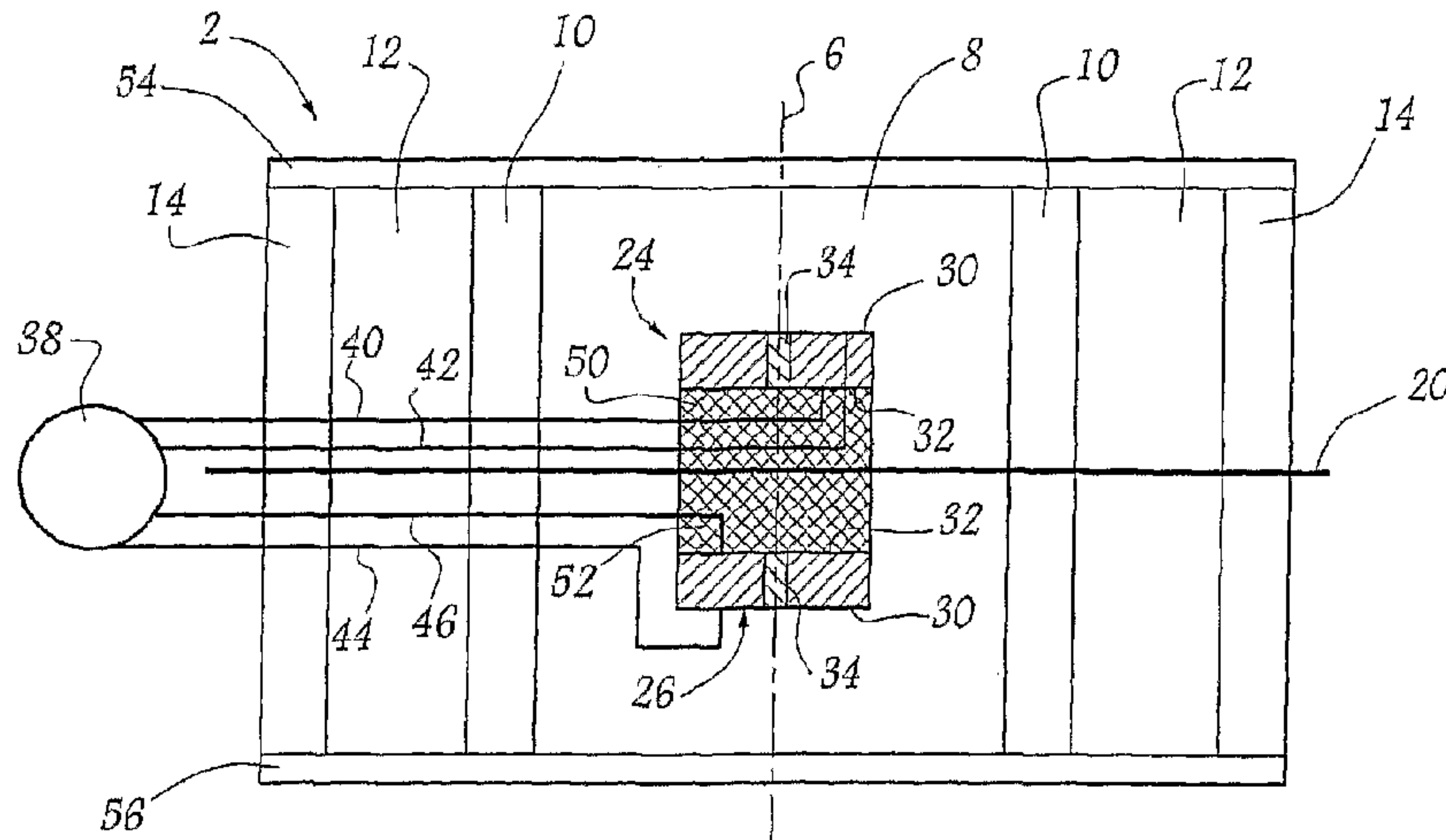
(51) **Cl.Int./Int.Cl.** *H01Q 15/00* (2006.01),
H01Q 19/06 (2006.01)

(72) **Inventeurs/Inventors:**
JECKO, BERNARD, FR;
FREYTAG, LAURE, FR;
POINTEREAU, ELISA, FR

(73) **Propriétaire/Owner:**
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.), FR

(74) **Agent:** ROBIC

(54) Titre : ANTENNE A MATERIAU BIP (BANDE INTERDITE PHOTONIQUE) A PAROI LATERALE ENTOURANT UN AXE
(54) Title: ANTENNA WHICH IS MADE FROM A PHOTONIC BAND-GAP (PBG) MATERIAL AND WHICH COMPRISES A LATERAL WALL SURROUNDING AN AXIS



(57) Abrégé/Abstract:

Cette antenne à matériau BIP (Bande Interdite Photonique) comporte : - une paroi latérale (4) en matériau BIP entourant complètement un axe central (6) et espacé de cet axe central pour ménager une cavité centrale résonante, et - au moins un élément rayonnant (34) placé à l'intérieur de la cavité. Le ou chaque élément rayonnant est positionné à l'intérieur de la cavité pour exciter un champ électromagnétique parallèle à l'axe central, et ledit ou au moins un élément rayonnant est apte à exciter plus fortement les modes de la cavité centrale présentant une résonance radiale que les autres modes de la cavité centrale

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
29 décembre 2005 (29.12.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/124927 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ :**H01Q 15/00**, 19/06

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2005/001087

(22) Date de dépôt international : 29 avril 2005 (29.04.2005)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0405485 19 mai 2004 (19.05.2004) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.) [FR/FR]; 3, rue Michel Ange,
F-75016 PARIS (FR).

(72) Inventeurs; et

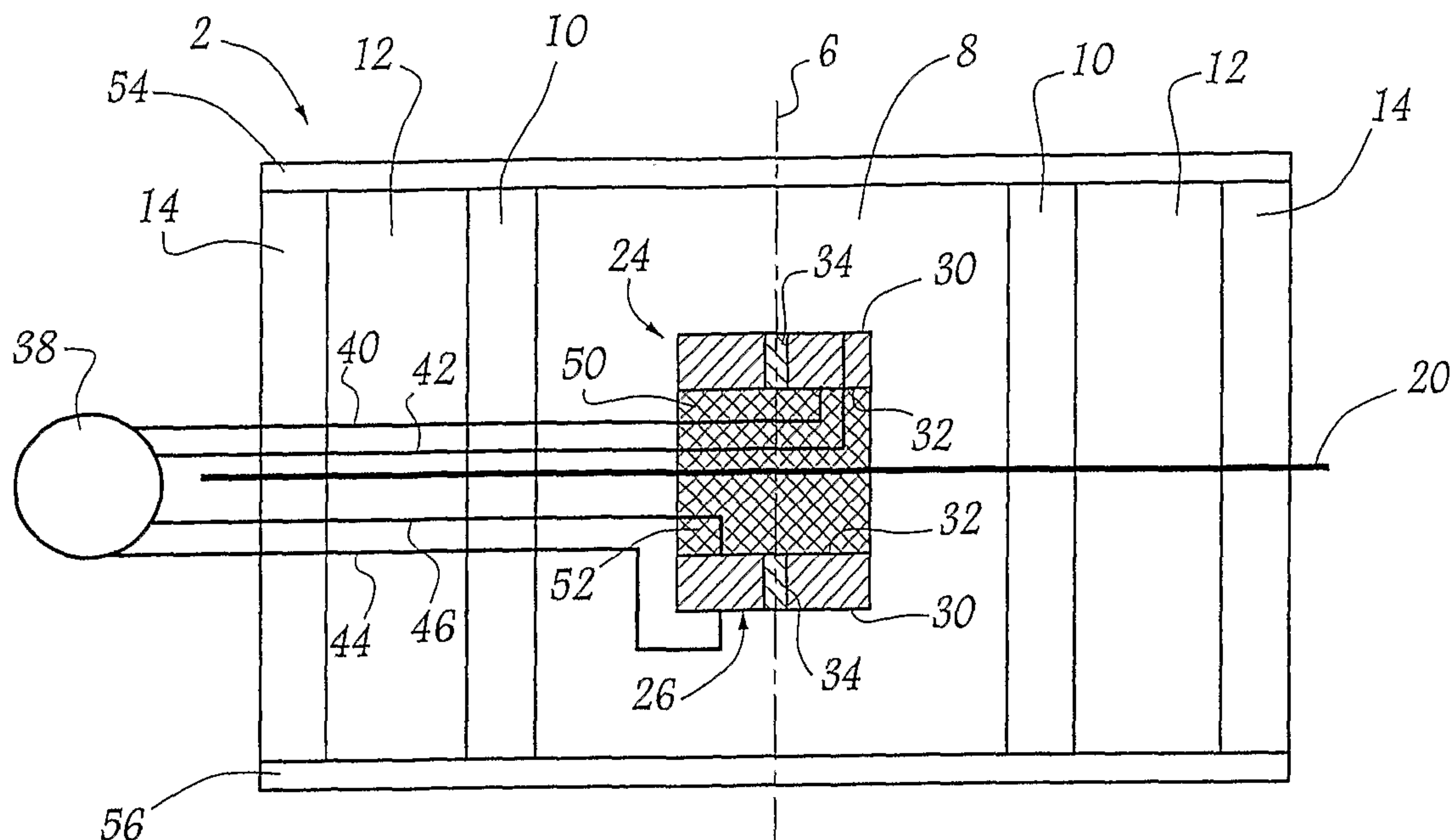
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **JECKO, Bernard** [FR/FR]; 4 rue Jean Rostand, F-87570 RILHAC RANCON (FR). **FREYTAG, Laure** [FR/FR]; 62 avenue du Général Leclerc, F-87000 LIMOGES (FR). **POINT-EREAU, Elisa** [FR/FR]; 194 rue Victor Thuillat, F-87060 LIMOGES (FR).(74) Mandataires : **DOMENEGO, Bertrand** etc.; CABINET LAVOIX, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75441 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ANTENNA WHICH IS MADE FROM A PHOTONIC BAND-GAP (PBG) MATERIAL AND WHICH COMPRISES A LATERAL WALL SURROUNDING AN AXIS

(54) Titre : ANTENNE A MATERIAU BIP (BANDE INTERDITE PHOTONIQUE) A PAROI LATÉRALE ENTOURANT UN AXE



(57) Abstract: The invention relates to an antenna which is made from a photonic band-gap (PBG) material. The inventive antenna comprises: a lateral wall (4) which is made from a PBG material and which completely surrounds a central axis (6), said wall being disposed at a distance from the central axis such as to form a central resonant cavity; and at least one radiating element (34) which is placed inside the cavity. According to the invention, each radiating element is positioned inside the cavity in order to excite an electromagnetic field parallel to the central axis and the radiating element(s) can excite the modes of the central cavity having a radial resonance more strongly than the other modes of said cavity.

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/124927 A1

WO 2005/124927 A1

KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : Cette antenne à matériau BIP (Bande Interdite Photonique) comporte : - une paroi latérale (4) en matériau BIP entourant complètement un axe central (6) et espacé de cet axe central pour ménager une cavité centrale résonante, et - au moins un élément rayonnant (34) placé à l'intérieur de la cavité. Le ou chaque élément rayonnant est positionné à l'intérieur de la cavité pour exciter un champ électromagnétique parallèle à l'axe central, et ledit ou au moins un élément rayonnant est apte à exciter plus fortement les modes de la cavité centrale présentant une résonance radiale que les autres modes de la cavité centrale

Antenne à matériau BIP (Bande Interdite Photonique)
à paroi latérale entourant un axe

La présente invention concerne une antenne à matériau BIP (Bande Interdite Photonique) à paroi latérale entourant un axe.

5 Des antennes connues à matériau BIP comportent :

- une paroi latérale en matériau BIP entourant complètement un axe central et espacé de cet axe central pour ménager une cavité centrale résonante propre à créer au moins une bande étroite de fréquences passantes au sein d'une large bande de fréquences non passantes du matériau BIP, et

10 - au moins un élément rayonnant placé à l'intérieur de la cavité, apte à exciter un champ électromagnétique pour rayonner ou recevoir un rayonnement électromagnétique à une fréquence de travail donnée située à l'intérieur de la bande étroite de fréquences passantes.

Par exemple, la demande de brevet FR 99 14 521 propose de réaliser une
15 antenne à matériau BIP ayant une paroi latérale formée de cylindres coaxiaux entourant la sonde. Dans cette demande de brevet, les modes de réalisation préférés décrits utilisent une sonde plaque ou sonde Patch. Toutefois, le gain de telles antennes équipées d'une sonde Patch n'est pas très élevé.

L'invention vise à améliorer le gain de ces antennes.

20 L'invention a donc pour objet une antenne en matériau BIP (Bande Interdite Photonique), présentant un diagramme de rayonnement symétrique par rotation autour d'un axe central, comportant :

- une paroi latérale en un matériau BIP entourant complètement l'axe central espacé de cet axe central pour ménager une cavité centrale résonante propre à
25 créer au moins une bande étroite de fréquences passantes au sein d'une large bande de fréquences non passantes du matériau BIP, et

- au moins un élément rayonnant placé à l'intérieur de la cavité, apte à exciter un champ électromagnétique pour rayonner ou recevoir un rayonnement

la

électromagnétique à une fréquence de travail souhaitée située à l'intérieur de la bande étroite de fréquences passantes,

caractérisé en ce qu'un diamètre d_c de la cavité centrale résonante est choisi en fonction de la fréquence de travail souhaitée pour l'antenne selon la relation

5 suivante : $d_c = \alpha \cdot \lambda_{g2} = c \cdot \alpha / (f_T \cdot \sqrt{\epsilon_{r2}})$

où λ_{g2} est la longueur d'onde de la fréquence de travail dans un matériau remplissant la cavité centrale résonante, α est un coefficient constant choisi entre 0,75 et 0,85, c est la célérité de la lumière, et f_T est la fréquence de travail souhaitée pour l'antenne et ϵ_{r2} est la permittivité relative du matériau remplissant la cavité

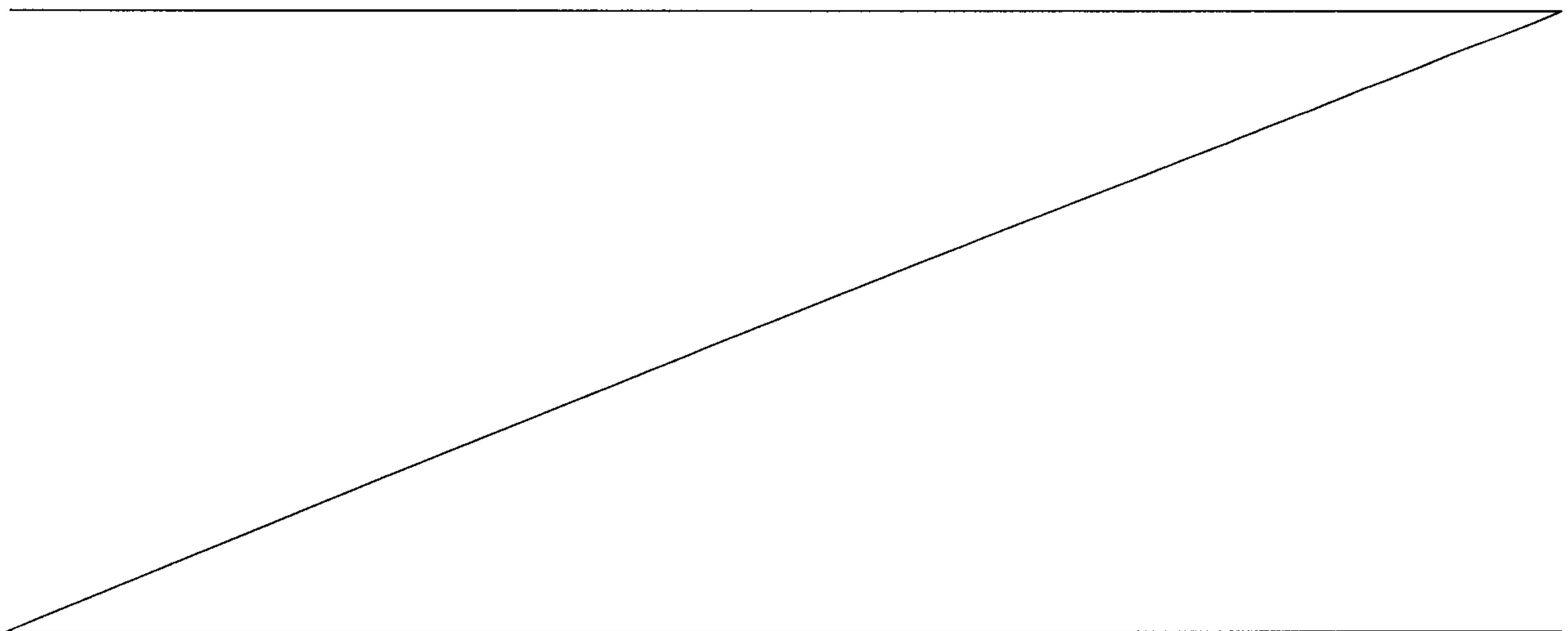
10 centrale résonante ;

et en ce que le ou chaque élément rayonnant est positionné à l'intérieur de la cavité pour exciter soit un champ électrique parallèle à l'axe central de manière à exciter uniquement les modes transverses magnétiques de la cavité centrale résonante, soit un champ magnétique parallèle à l'axe central de manière à exciter

15 les modes transverses électriques de la cavité centrale résonante.

Il a été constaté qu'il est possible d'accroître le gain de ces antennes à matériau BIP en positionnant et en choisissant la ou chaque sonde comme indiqué ci-dessus. Ici, par résonance radiale on désigne les résonances qui s'établissent dans un plan perpendiculaire à l'axe central. Ces modes de la

20 cavité présentant une résonance radiale sont également connus sous les termes



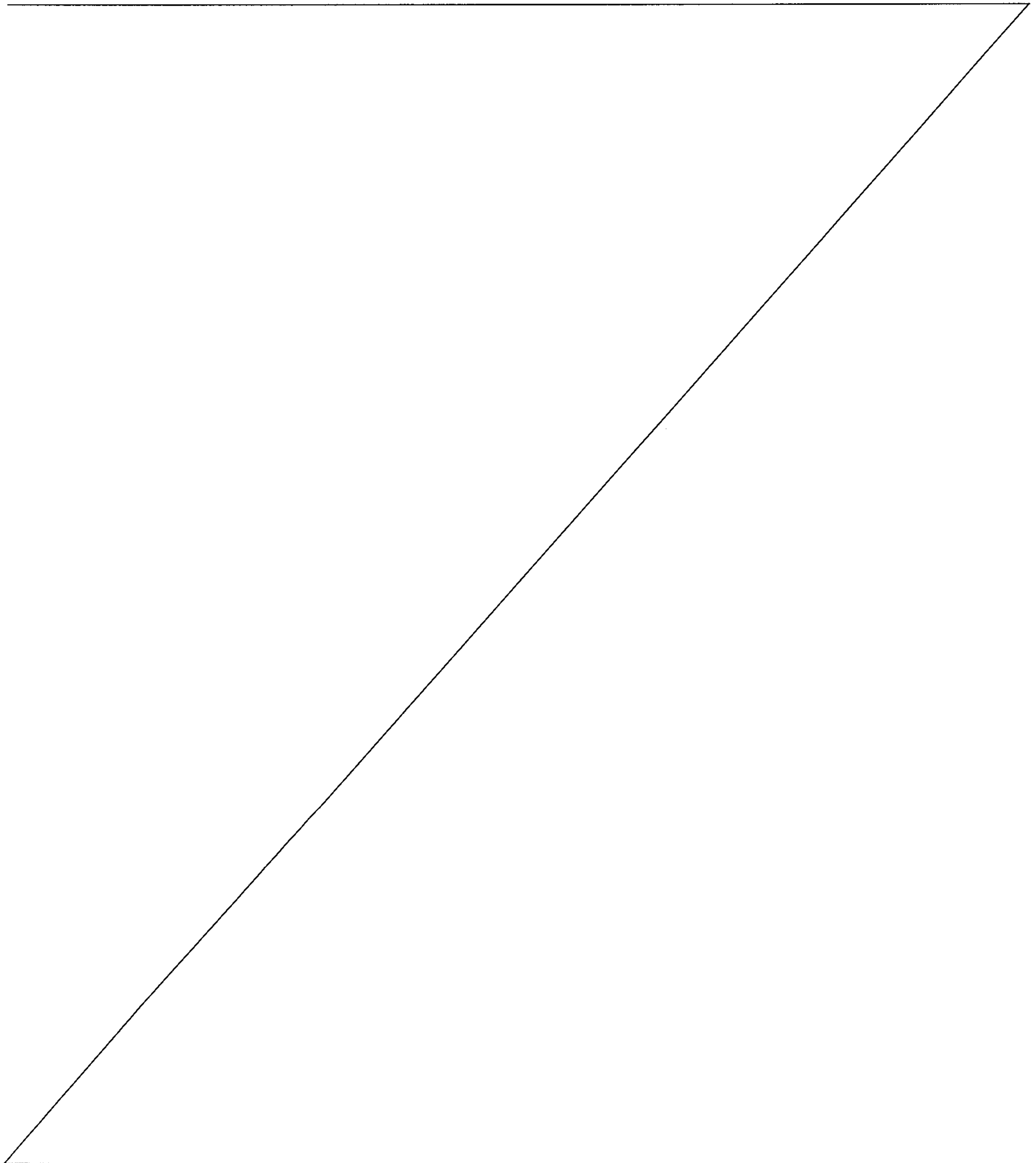
de « modes TE » lorsqu'ils sont excités par un champ magnétique H_z ou « modes TM » lorsqu'ils sont excités par un champ électrique E_z .

De préférence, les modes de réalisation de l'antenne à matériau BIP peuvent comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- 5 - le ou chaque élément rayonnant est apte à exciter uniquement les modes de la cavité centrale présentant une résonance radiale,
- au moins l'un des éléments rayonnant forme un dipôle électrique élémentaire parallèle à ou confondu avec l'axe central,
- au moins l'un des éléments rayonnants forme un dipôle magnétique
10 élémentaire parallèle à ou confondu avec l'axe central ;
- l'antenne comporte au moins une sonde placée à l'intérieur de la cavité, la ou chaque sonde ayant l'un ou plusieurs desdits éléments rayonnants ;
- au moins un plan conducteur perpendiculaire à l'axe central, et la ou chaque sonde est supportée par le ou l'un de ces plans conducteurs ;
- 15 - au moins deux sondes disposées l'une par rapport à l'autre de manière à ce que l'une de ces sondes soit l'image électrique de l'autre sonde par une symétrie par rapport au plan conducteur ;
- une âme centrale en matériau conducteur aligné sur l'axe central, et en ce que la ou chaque sonde est supportée par cette âme centrale ;
- 20 - un conducteur électrique d'alimentation de la ou de chaque sonde passant à l'intérieur de l'âme centrale ;
- plusieurs éléments rayonnants uniformément répartis autour de la périphérie de l'âme centrale ;
- un support pour maintenir en place la ou chaque sonde dans la cavité, ce
25 support étant réalisé dans un matériau dont la permittivité relative est égale à la permittivité relative du matériau remplissant la cavité à $\pm 3\%$ près,
- la ou chaque sonde est choisie dans un ensemble composé d'un dipôle électrique ou d'une sonde fil-plaques ;

2a

- plusieurs éléments rayonnants disposés à des hauteurs différentes le long de l'axe central,
- plusieurs éléments rayonnants disposés à une même hauteur le long de l'axe central ;



- la cavité centrale présente deux extrémités débouchantes traversées par l'axe central, et l'antenne comporte au moins un capot d'obturation d'une des extrémités débouchantes, ce capot d'obturation étant réalisé dans un matériau diélectrique dont la permittivité relative est comprise entre 1 et 3 ;

5 - la paroi latérale en matériau BIP comporte une structure en matériau BIP métallique ;

 - les éléments rayonnants sont adaptés pour travailler à la même fréquence de travail, et le ou chaque élément rayonnant formant un dipôle électrique élémentaire est excité en quadrature de phase par rapport au ou à
10 chaque élément rayonnant formant un dipôle magnétique élémentaire de manière à créer une polarisation circulaire ;

 - la cavité présente la forme d'un tonneau, l'axe de symétrie du tonneau étant confondu avec l'axe central,

 - la cavité est un cylindre de révolution dont l'axe de révolution est
15 confondu avec l'axe central,

 - la cavité centrale présente deux extrémités débouchantes traversées par l'axe central, et l'âme centrale comporte deux portions évasées reliées l'une à l'autre par une portion plus fine, chacune de ces portions évasées obturant partiellement une extrémité débouchante respective.

20 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

 - la figure 1 est une vue en perspective schématique et partielle d'un premier mode de réalisation d'une antenne à matériau BIP ;

25 - la figure 2 est une vue en coupe de l'antenne de la figure 1 ;

 - la figure 3 est une vue en coupe d'un second mode de réalisation d'une antenne à matériau BIP ;

 - la figure 4 est une vue en perspective schématique et partielle d'un troisième mode de réalisation d'une antenne à matériau BIP ;

30 - la figure 5A est une vue en coupe de l'antenne de la figure 4 ;

 - la figure 5B est une vue en perspective schématique d'une sonde utilisée dans l'antenne de la figure 4 ;

- la figure 6A est une vue en coupe d'un quatrième mode de réalisation d'une antenne à matériau BIP ;

- les figures 6B et 6C sont des vues schématiques respectivement avant et arrière d'une sonde utilisée dans l'antenne de la figure 6A ;

5 - les figures 7, 8 et 9 sont des vues simplifiées en perspective respectivement d'un cinquième, sixième et septième modes de réalisation d'une antenne à matériau BIP ; et

- la figure 10 est une vue simplifiée en coupe et en perspective d'un huitième mode de réalisation d'une antenne à matériau BIP.

10 La figure 1 représente une antenne à matériau BIP désignée par la référence générale 2. L'antenne 2 comporte une paroi latérale verticale 4 entourant complètement un axe central 6 et espacé de cet axe central pour ménager une cavité centrale résonante 8.

La paroi 4 est un cylindre de révolution ayant pour axe de révolution l'axe
15 6. Cette paroi 4 est réalisée en matériau BIP à une dimension présentant une périodicité radiale. Par exemple, ce matériau BIP comporte successivement un cylindre intérieur 10, un cylindre intermédiaire 12 et un cylindre extérieur 14. Le cylindre intérieur 10 est réalisé dans un matériau diélectrique de permittivité relative $\mathcal{E}_{r1}$ et d'épaisseur constante d_1 . Le diamètre intérieur de ce cylindre 10
20 correspond au diamètre extérieur de la cavité 8. A titre d'exemple, $\mathcal{E}_{r1}$ est égal à neuf dans la suite de cette description.

Le cylindre 12 est réalisé dans un matériau de permittivité relative $\mathcal{E}_{r2}$ et d'épaisseur constante d_2 . La permittivité relative $\mathcal{E}_{r2}$ est différente de $\mathcal{E}_{r1}$. Ici, par exemple, le matériau est de l'air et $\mathcal{E}_{r2}$ est égal à 1.

25 Le cylindre 14 est réalisé dans un matériau de permittivité relative égale à celle du cylindre 10 et d'épaisseur constante d_1 .

La cavité 8 est remplie d'un même matériau que le cylindre 12 de manière à correspondre à un défaut de la périodicité radiale du matériau BIP.

Le diamètre d_c de la cavité 8 est choisi de manière à ce que celle-ci soit
30 une cavité résonante propre à créer au moins une bande étroite de fréquences passantes au sein d'une large bande de fréquences non passantes du matériau

BIP formant la paroi 4. Pour cela, le diamètre d_c de la cavité 8 est choisi en fonction de la fréquence de travail souhaitée pour l'antenne 2 selon la relation suivante :

$$(1) d_c = \alpha \cdot \lambda_{g2} = c \cdot \alpha / (f_T \cdot \sqrt{\epsilon_{r2}})$$

où :

- 5 - λ_{g2} est la longueur d'onde de la fréquence de travail dans le matériau remplissant la cavité 8,
- α est un coefficient constant choisi entre 0,75 et 0,85 et de préférence égal à 0,8 ;
- c est la célérité de la lumière, et
- 10 - f_T est la fréquence de travail souhaitée pour l'antenne 2.

La valeur du coefficient α est déterminée de façon expérimentale pour créer la bande étroite de fréquences passantes au sein d'une large bande de fréquences non passantes du matériau BIP.

- 15 Les épaisseurs d_1 et d_2 sont également choisies en fonction de la fréquence de travail souhaitée selon les relations suivantes :

$$(2) d_1 = \frac{\lambda_{g1}}{4} = c / (4 \cdot f_T \cdot \sqrt{\epsilon_{r1}})$$

$$(3) d_2 = \lambda_{g2}/4 = c / (4 \cdot f_T \cdot \sqrt{\epsilon_{r2}})$$

où λ_{g1} et λ_{g2} sont respectivement les longueurs d'ondes correspondant à la fréquence de travail dans les matériaux des cylindres 10 et 12.

- 20 Le coefficient de transmission d'une telle antenne à matériau BIP est similaire à celui illustré à la figure 7 de la demande de brevet FR 99 14521.

À titre d'exemple, dans la suite de cette description, la fréquence de travail souhaitée f_T est égale à 5,5 GHz, d_c est égal à 43 mm, d_1 est égal à 10,5mm et d_2 est égal à 3,5mm.

- 25 En ce qui concerne la hauteur H de la paroi 4 dans la direction parallèle à l'axe 6, celle-ci est choisie pour correspondre à un bon compromis entre d'une

part le gain et d'autre part la largeur de la bande passante de l'antenne 2. D'une façon générale, plus la hauteur augmente plus le gain augmente et plus la largeur de la bande passante de l'antenne 2 diminue. Ici, la hauteur de l'antenne 2 est choisie égale à 214 mm.

5 Dans ce mode de réalisation, l'antenne 2 comporte un plan conducteur 20 perpendiculaire à l'axe 6 et coupant l'antenne 2 à mi-hauteur. Ici, ce plan conducteur est une plaque cylindrique dont l'épaisseur est faible devant sa largeur. Cette plaque est centrée sur l'axe 6 et son diamètre est supérieur au diamètre extérieur du cylindre 14. Par exemple, le diamètre du plan 20 est de
10 95mm.

Sur la figure 2, les éléments de l'antenne 2 déjà décrits en regard de la figure 1 portent les mêmes références.

A l'intérieur de la cavité 8 sont placées deux sondes fils-plaques 24, 26 identiques. Ces sondes 24, 26 sont réalisées conformément à l'enseignement de
15 la demande de brevet FR 93 10 597. On rappellera simplement ici que chaque sonde fil-plaques est formée de deux plaques conductrices 30, 32 parallèles et d'un élément rayonnant 34 s'étendant perpendiculairement aux plaques conductrices et raccordant électriquement ces deux plaques conductrices.

Chaque plaque 30, 32 est circulaire et présente un diamètre de 13mm. La
20 longueur de l'élément rayonnant 34 qui s'étend entre les plaques 30 et 32 est fonction de la fréquence de travail souhaitée f_T . Ici la longueur est choisie égale à 0,8mm.

Les plaques 30 et 32 sont raccordées à un générateur/récepteur 38 d'énergie électrique tel qu'un générateur/récepteur de tension ou de courant. A
25 cet effet, des conducteurs électriques 40, 42 raccorde respectivement les plaques 30 et 32 de la sonde 24 à des entrées respectives du générateur/récepteur 38. De même, des conducteurs électriques 44, 46 raccordent respectivement les plaques 30 et 32 de la sonde 26 à des entrées respectives du générateur/récepteur 38.

30 Ces conducteurs 40, 42, 44 et 46 sont fixés à la surface du plan 20 ou incorporés dans l'épaisseur de ce plan 20 pour ne pas perturber le champ électrique rayonné par les sondes 24 et 26.

L'élément rayonnant d'une sonde fil-plaques est équivalent à un dipôle électrique élémentaire dont l'axe est confondu avec celui de l'élément rayonnant. Dès lors, ici, les sondes 24 et 26 sont positionnées à l'intérieur de la cavité 8 de manière à ce que les axes des éléments rayonnants 34 soient alignés sur l'axe 6. Ainsi, chacune des sondes 24, 26 forme un dipôle électrique élémentaire dont l'axe est confondu avec l'axe 6. Dans ces conditions, chaque sonde 24 et 26 excite uniquement un champ électrique E_z parallèle à l'axe 6. L'intérêt d'une telle caractéristique apparaîtra lors de la description du fonctionnement de cette antenne.

Les sondes 24 et 26 sont disposées de part et d'autre du plan 20 de manière à ce que l'une des sondes soit l'image électrique de l'autre sonde par une symétrie par rapport au plan 20. Ainsi, le plan 20 n'introduit aucune dissymétrie dans le diagramme de rayonnement de l'antenne 2.

Les sondes 24 et 26 sont maintenues en place à l'intérieur de la cavité 8 par le plan 20. Plus précisément, ici, chaque sonde 24, 26 est fixée au plan 20 par l'intermédiaire d'une cale respective 50, 52. Pour ne pas perturber la répartition des champs électriques à l'intérieur de la cavité 8, ces cales 50 et 52 sont réalisées dans un matériau dont la permittivité relative est égale à ± 3 prêt à celle du matériau remplissant la cavité 8. Ici, le matériau utilisé pour ces cales est, par exemple, une mousse de Rhoacel dont la permittivité relative est égal à 1.

A titre d'exemple, ces cales ont une épaisseur de 5mm pour surélever chaque sonde 24, 26 de 5mm par rapport à la surface du plan 20. Ces cales permettent d'accroître le gain de l'antenne.

Afin d'empêcher que des saletés puissent pénétrer dans la cavité 8 ou dans le cylindre 12, l'antenne 2 comporte aux deux extrémités ouvertes de la cavité 8 un capot d'obturation circulaire 54, 56. Le diamètre de chaque capot 54 et 56 est choisi suffisamment grand pour obturer à la fois l'extrémité débouchante de la cavité 8 ainsi que l'extrémité du cylindre 12. Le diamètre des capots 54 et 56 est donc, par exemple, égal au diamètre extérieur du cylindre 14. Pour ne pas perturber la répartition des champs électromagnétiques à

l'intérieur de la cavité 8 ces capots sont réalisés dans un matériau diélectrique dont la permittivité relative est comprise entre 1 et 3.

Lors du fonctionnement de l'antenne 2, les sondes 24 et 26 excitent uniquement le champ E_z . Par conséquent seuls les modes TM de la cavité sont excités. Les autres modes de la cavité ne sont pas excités, ce qui explique ses meilleures performances.

A titre d'exemple, dans le cas particulier de l'antenne 2 décrite ici, les performances simulées suivantes sont obtenues :

- le gain intrinsèque maximal de l'antenne est d'environ 9,4 dB,
- la bande passante en rayonnement à -3dB et comprise entre 5,4 et 5,8 GHz, et
- le produit gain-bande de l'antenne est égal à 62.

Le produit gain-bande est obtenu en multipliant le gain intrinsèque maximal de l'antenne en linéaire (c'est-à-dire non exprimé en décibels) par la bande passante exprimée en pourcents. La bande passante exprimée en pourcents s'obtient en divisant la largeur de la bande passante par la fréquence centrale, le tout multiplié par cent.

Le diagramme de rayonnement de l'antenne 2 est symétrique par rapport au plan 20 et présente également une symétrie de révolution par rapport à l'axe 6. Ceci est principalement dû à la disposition des sondes 24 et 26 dans la cavité 8.

La valeur du gain intrinsèque de l'antenne 2 est meilleure que celle qui serait obtenue avec une antenne similaire mais équipée d'une sonde Patch disposée parallèlement au plan 20 ou encore d'une sonde fil-plaques mais dont l'axe de l'élément rayonnant ne serait pas aligné sur l'axe 6. L'amélioration du gain obtenu s'explique par le choix d'un type particulier de sonde et par la position particulière de cette sonde à l'intérieur de la cavité 8. En effet, il a été constaté qu'il existe dans l'antenne 2 deux modes de fonctionnement distincts appelés par la suite respectivement mode de fonctionnement guidé et mode de fonctionnement rayonnant. Dans le mode de fonctionnement guidé, l'énergie est guidée le long de l'axe 6 et n'est pas rayonnée au travers de la paroi 4. Le mode

de fonctionnement guidé n'est pas utile lors de l'utilisation de l'antenne 2 et correspond à de l'énergie perdue. Au contraire, dans le mode de fonctionnement rayonnant, l'énergie est rayonnée au travers de la paroi 4 et n'est pas guidée le long de l'axe 6. Le mode de fonctionnement rayonnant correspond aux modes
5 de la cavité 8 présentant une résonance radiale, c'est-à-dire les modes TE et TM.

Ainsi en excitant préférentiellement les modes de la cavité présentant une résonance radiale, les performances de l'antenne et en particulier son gain sont améliorés.

10 La figure 3 représente une autre antenne 60 à matériau BIP. Dans cette figure 3, les éléments déjà décrits en regard de la figure 2 portent les mêmes références et ne seront pas décrits à nouveau.

L'antenne 60 diffère essentiellement de l'antenne 2 par le fait qu'elle ne comporte qu'une seule sonde fil-plaques 62 et par le mode de fixation de cette
15 sonde à l'intérieur de la cavité 8. La sonde 62 ne diffère des sondes 24 ou 26 que par ses dimensions. Ici, le diamètre des plaques 30 et 32 est égal à 9mm et la longueur de l'élément rayonnant 34 est égal à 5mm. Comme pour les sondes 24 et 26, l'élément rayonnant 34 de la sonde 62 est aligné sur l'axe 6 et placé sensiblement à mi-hauteur de la cavité 8. Chaque plaque 30, 32 est raccordée
20 au générateur/récepteur 38 par l'intermédiaire d'un conducteur électrique respectif 66, 68. Toutefois, contrairement aux conducteurs 40 et 42, les conducteurs 66 et 68 s'étendent verticalement le long de l'axe 6 et sont formés, par exemple, chacun par un câble coaxial de manière à ne pas perturber les champs électromagnétiques à l'intérieur de la cavité 8.

25 Ici, la sonde 62 est posée ou fixée sur un support 70 en matériau diélectrique. Ici, ce support 70 est, par exemple, fixé sur le capot 56 de manière à maintenir en place la sonde 62 au milieu de la cavité 8. De façon similaire à ce qui a été décrit pour les cales 50 et 52, le support 70 est réalisé dans un matériau diélectrique dont la permittivité relative est égale à celle du matériau
30 diélectrique remplissant la cavité 8 à +/-3 près. Le matériau du support 70 est, par exemple, de la mousse Rhoacel.

Les conducteurs électriques 66 et 68 traversent le support 70.

Comme dans l'antenne 2, la sonde 62 excite uniquement les modes TM de la cavité 8. L'amélioration des performances de l'antenne 60 s'explique donc de la même façon que pour l'antenne 2.

La figure 4 représente une antenne 80 comportant une paroi latérale 82 entourant complètement un axe central 84 et espacé de cet axe central par une cavité résonante 86. L'antenne 80 comporte une âme centrale cylindrique 88 en matériau conducteur qui s'étend le long de l'axe 84.

La paroi 82 est un matériau BIP à une dimension qui, comme pour la paroi 4 de l'antenne 2, est formée d'une juxtaposition de trois cylindres verticaux 90, 92 et 94. Le cylindre 90 est le cylindre intérieur dont le diamètre intérieur définit le diamètre extérieur d_c de la cavité 86. Lorsque l'antenne comporte une âme centrale, la relation (1) est remplacée par la relation suivante :

$$(4) d_c = \lambda g_2 + d_{ac} = c / (f_T \sqrt{\epsilon_r}) + d_{ac}$$

où d_{ac} est le diamètre de l'âme centrale 88.

L'épaisseur des cylindres 90, 92 et 94 est calculée à l'aide des relations (2) et (3) précédentes.

Comme pour l'antenne 2, la cavité 86 ainsi construite crée une bande étroite de fréquences passantes au sein d'une large bande de fréquences non passantes du matériau BIP.

La hauteur de la paroi 82 est choisie en fonction d'un compromis entre, d'une part le gain, et d'autre part, la largeur de la bande passante.

L'âme 88 est ici un cylindre creux en matériau conducteur dont le diamètre extérieur est de 4mm.

Comme cela va maintenant être décrit plus en détail en regard de la figure 5A, cette âme 88 sert à maintenir en place une sonde fil-plaques 98 à l'intérieur de la cavité 86. L'âme 88 est aussi utilisée comme blindage pour deux conducteurs électriques 100 et 102 d'alimentation de la sonde 98.

La figure 5B représente plus en détail la sonde 98. Cette sonde, comporte deux plaques conductrices circulaires parallèles 104 et 106 raccordées électriquement l'une à l'autre par quatre éléments rayonnants 108 à 111

s'étendant perpendiculairement aux plaques 104 et 106. Les éléments rayonnants sont, par exemple, de section carrée. Ici, leurs sections est de 1mm^2 . La hauteur de chacun des éléments rayonnants est de 5mm.

Les plaques 104 et 106 comportent chacune un orifice central 114 et 116 propre à recevoir l'âme 88. Les éléments rayonnants 108 à 111 sont uniformément répartis autour de ces orifices centraux 114 et 116. Ici, la largeur Li entre l'orifice central 114 ou 116 et la périphérie extérieure des plaques 104 ou 106 mesure 5,5mm. Le diamètre de chaque orifice central est de 9mm.

La sonde 98 comporte également une tige conductrice 118 s'étendant parallèlement aux éléments rayonnants 108 à 111 entre les plaques 104 et 106. Cette tige 118 est fixée par l'une de ses extrémités à la plaque 104 tandis que l'autre extrémité est libre. Ainsi cette tige est électriquement raccordée à la plaque 104 et électriquement isolée de la plaque 106. L'extrémité libre de la tige 118 est raccordée au conducteur 100. Le conducteur 102 est quant à lui raccordé électriquement à la plaque 106.

La sonde 98 est maintenue en place à l'intérieur de la cavité 86 par l'âme 88 à mi-hauteur de la paroi 82. Plus précisément, l'âme 88 traverse les orifices 114 et 116 et la sonde 98 est fixée sur cette âme 88 par l'intermédiaire d'un anneau 120 en matériau diélectrique. La permittivité relative du matériau de l'anneau 120 est égale ou proche de la permittivité relative du matériau remplissant la cavité 86. Par exemple, ici, ce matériau est de la mousse de Rhoacel (marque déposée).

Les extrémités des conducteurs 100 et 102, raccordées à la sonde 98, s'étendent au travers de l'anneau 120 dans un plan perpendiculaire à l'axe 84 pour ne pas perturber les champs électromagnétiques à l'intérieur de la cavité 86. Une partie intermédiaire des conducteurs 100 et 102 est logée à l'intérieur de l'âme 88 et relie ces extrémités à un générateur/récepteur 122 d'énergie électrique identique au générateur/récepteur 38.

Les conducteurs 101 et 102 étant séparés de la cavité 86 par un matériau conducteur, leur rayonnement électromagnétique n'interfère pas avec celui de la sonde 98.

Grâce au fait que les éléments rayonnants de la sonde 98 sont uniformément répartis autour de l'axe 84, le diagramme de rayonnement de l'antenne 80 présente, d'une part une symétrie par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe 84 et passant par le milieu de ces éléments rayonnants et, d'autre part, une symétrie de révolution par rapport à l'axe 84.

La sonde 98 est équivalente à quatre dipôles électriques élémentaires et excite uniquement les modes TM de la cavité 8.

Jusqu'à présent, les antennes 2, 60 et 80 ont été décrites dans le cas particulier où elles comportent des sondes fil-plaques. La figure 6A représente une antenne 130 dont la structure est identique à celle de l'antenne 80 à l'exception du fait que la sonde 98 est remplacée par quatre dipôles électriques identiques. Les éléments de l'antenne 130 déjà décrits en regard de la figure 5A portent les mêmes références sur la figure 6A et ne seront pas décrits à nouveau.

Ici, pour simplifier l'illustration, seuls trois dipôles imprimés 132 à 134 ont été représentés sur les quatre que comporte l'antenne 130. Les faces arrière et avant de l'un de ces dipôles sont représentées plus en détail respectivement sur les figures 6B à 6C.

Chaque dipôle imprimé se compose d'un substrat diélectrique rectangulaire 138. Le substrat fait ici 8,1mm de largeur et 42mm de longueur. La face arrière comporte une bande 140 en matériau conducteur occupant toute la partie supérieure de la face arrière. Cette bande 140 présente ici une longueur de 22mm à partir de l'extrémité supérieure du substrat. A l'inverse, sur la face avant, une bande 142 de matériau conducteur occupe toute la partie inférieure de la face avant. Cette bande 142 mesure également 22mm de long en partant de l'extrémité inférieure du substrat.

Ces bandes 140 et 142 sont raccordées par l'intermédiaire de conducteurs électriques respectifs 144, 146 à un générateur/récepteur 150 d'énergie électrique.

Les dipôles sont maintenus en place à l'intérieur de la cavité 86 par l'âme 88. Plus précisément, chaque dipôle est espacé de la surface extérieure de l'âme 88 par un intervalle d'air d'une épaisseur de 0,81mm pour améliorer le

gain de l'antenne. Ici, les conducteurs électriques 144 et 146 sont choisis suffisamment rigides pour que leurs extrémités raccordées aux dipôles imprimés servent d'élément de fixation des dipôles à l'âme 88 sans avoir recours à une cale ou à un autre support.

5 Ici, les dipôles imprimés sont placés à différentes hauteurs le long de l'âme 88 ce qui permet d'étaler le champ E_z qu'ils génèrent le long de l'axe 86. Ceci améliore les performances de l'antenne et notamment son gain. Ici, les dipôles 132 et 133 sont disposés juste au dessus d'un plan médian perpendiculaire à l'axe 84 et passant à mi-hauteur de la paroi latérale en
10 matériau BIP. Les dipôles imprimés 132 et 133 sont disposés l'un par rapport à l'autre de manière à ce que l'un de ces dipôles soit l'image de l'autre par une symétrie par rapport à l'axe 84. De façon similaire le dipôle 134 et un dipôle non représenté sur la figure 6A sont disposés juste en dessous du plan médian de manière à être l'image l'un de l'autre par une symétrie d'axe 84.

15 Un dipôle imprimé forme un élément rayonnant équivalent à un dipôle électrique élémentaire. Ici, les dipôles imprimés sont verticaux de manière à ce que l'axe du dipôle électrique élémentaire correspondant soit parallèle à l'axe 86. Ainsi, ces dipôles excitent uniquement les modes TM de la cavité. L'amélioration des performances obtenues à l'aide de dipôles imprimés est similaire à celle
20 obtenue grâce à l'utilisation de sondes fil-plaques dont les éléments rayonnants sont parallèles à l'axe central de l'antenne.

Jusqu'à présent, les antennes décrites comportaient une paroi latérale réalisée en matériau BIP diélectrique. La figure 7A représente une antenne 160 dans laquelle la paroi latérale en matériau BIP diélectrique est remplacée par
25 une paroi latérale en matériau BIP métallique 162. De plus, dans l'antenne 160, l'âme centrale cylindrique est remplacée par une âme centrale 164 comportant deux extrémités évasées 166 et 168 raccordées l'une à l'autre par une portion centrale 170 dont la section est plus étroite.

Contrairement à un matériau BIP diélectrique, un matériau BIP métallique
30 comporte une répartition de matériau conducteur présentant une périodicité spatiale dans au moins une direction. Par exemple, ici, la paroi 162 est formée d'une succession de barres métalliques verticales 172 uniformément réparties le

long de la périphérie d'un cercle horizontal 174. Les barres métalliques 172 sont ici séparées les unes des autres par un matériau dont la conductivité électrique est différente telle que, par exemple, de l'air.

Les dimensions de la paroi 162 sont, par exemple, déterminées à l'aide
5 des relations (2), (3) et (4).

La paroi 162 présente un axe 176 de révolution confondu avec l'axe central de l'antenne. Le matériau BIP de la paroi 162 ne présente aucune périodicité dans la direction de l'axe 176. Dans ces conditions, la paroi 162 modifie uniquement la polarisation verticale d'une sonde, c'est-à-dire celle créée
10 par une ou plusieurs sondes équivalentes à un dipôle électrique élémentaire parallèle ou confondu avec l'axe 176.

Par exemple, ici, quatre dipôles imprimés verticaux sont fixés autour de la portion centrale 170 à mi-hauteur de la paroi 162. Pour obtenir un diagramme de rayonnement symétrique, ces dipôles sont uniformément répartis le long de la
15 périphérie extérieure de la portion centrale 170.

Comme dans les modes de réalisation précédents, l'âme 164 est réalisée dans un matériau conducteur creux. Les extrémités évasées 166, 168 obstruent partiellement les extrémités débouchantes de la cavité résonante. Cette configuration de l'âme centrale augmente d'environ dix pour cent le gain de
20 l'antenne par rapport à celui d'une antenne dont la paroi latérale et l'âme centrale sont cylindriques.

L'utilisation d'un matériau BIP métallique pour former la paroi latérale présente plusieurs avantages dont notamment celui d'améliorer les performances de l'antenne par rapport à une antenne identique formée avec un
25 matériau BIP diélectrique. Un matériau BIP métallique est également moins coûteux qu'un matériau BIP diélectrique.

La figure 8 représente une antenne 180 dans laquelle la paroi latérale est réalisée avec un autre matériau BIP métallique présentant une périodicité à une dimension dans une direction parallèle à un axe central 182 de l'antenne. Plus
30 précisément, la paroi latérale est formée d'un empilement vertical d'anneaux 184 en matériau conducteur centrés sur l'axe 182. Ces anneaux sont espacés les uns des autres par un intervalle constant réalisé dans un matériau de

conductivité différente telle que, par exemple, de l'air. Les matériaux BIP métalliques présentant une périodicité à une dimension dans la direction verticale, telle qu'ici, modifient uniquement la polarisation horizontale c'est-à-dire celle créée par un champ magnétique H_z parallèle à l'axe 182.

5 Une sonde 186 propre à exciter le champ magnétique H_z est placée à l'intérieur de la cavité résonante de l'antenne 180. De manière à exciter uniquement le champ magnétique H_z , cette sonde 186 ne comporte que des éléments rayonnants équivalents à un dipôle magnétique élémentaire dont l'axe est confondu ou parallèle à l'axe 182. A titre d'exemple, la sonde 186 est une
10 boucle de courant placée dans un plan perpendiculaire à l'axe 182, à mi-hauteur de l'antenne 180, et l'axe de révolution de la boucle est confondu avec l'axe 182. Cette sonde 186 comme les sondes précédemment décrites excite uniquement les modes de la cavité présentant une résonance radiale de sorte que l'antenne 180 présente essentiellement un mode de fonctionnement rayonnant et non pas
15 un mode de fonctionnement guidé. Toutefois, contrairement au cas des sondes équivalentes à des dipôles électriques élémentaires, les modes de la cavité excités par la sonde 186 sont les modes TE.

Les différentes techniques, décrites en regard des figures 1 à 7, pour maintenir en place une sonde à l'intérieur de la cavité résonante sont utilisables
20 pour maintenir en place la sonde 186 dans la cavité. Ici, les moyens pour maintenir la sonde 186 dans la cavité n'ont pas été représentés pour simplifier la figure 8.

La figure 9 représente une antenne 200 combinant des caractéristiques des antennes 2 et 180. Plus précisément, la paroi latérale de l'antenne 200 est
25 formée par la juxtaposition d'un matériau BIP métallique 202 et d'un matériau BIP diélectrique 204. A titre d'exemple, le matériau BIP métallique 202 est identique à celui de l'antenne 180 et le matériau BIP diélectrique 204 est identique à celui de l'antenne 2.

A l'intérieur de la cavité résonante est placée une sonde comportant deux
30 éléments rayonnants 206 et 208. L'élément rayonnant 206 est équivalent à un dipôle électrique élémentaire dont l'axe est confondu avec un axe central 210 de l'antenne 200. L'élément rayonnant 208 est équivalent à un dipôle magnétique

élémentaire dont l'axe est aussi confondu avec l'axe central de l'antenne. Dans ces conditions, l'élément rayonnant 206 excite uniquement le champ électrique E_z tandis que l'élément rayonnant 208 excite uniquement le champ magnétique H_z . On notera de plus que la présence du matériau BIP métallique 202 ne
5 modifie pas la polarisation verticale générée par l'élément rayonnant 206 puisque celui-ci présente uniquement une périodicité à une dimension dans une direction parallèle à l'axe central 210.

L'antenne 200 présente donc à la fois une polarisation verticale et une polarisation horizontale. De plus, ici, de manière à créer une polarisation
10 circulaire, l'élément rayonnant 206 est excité en quadrature de phase par rapport à l'élément rayonnant 208.

Ces éléments rayonnants 206 et 208 sont maintenus en place à l'intérieur de la cavité résonante en appliquant l'enseignement de l'un des modes de réalisation précédents. Pour simplifier l'illustration de la figure 9, les moyens pour
15 les maintenir en place n'ont pas été représentés.

La figure 10 représente en coupe verticale et en perspective d'une paroi latérale 220 d'une antenne 222. Cette paroi latérale présente la forme d'un tonneau. La paroi 220 est, par exemple, réalisée à l'aide d'un matériau BIP diélectrique. Une telle conformation de la paroi latérale crée une cavité centrale
20 en forme de tonneau et augmente d'environ dix pour cent le gain de l'antenne par rapport à une antenne dont la paroi latérale est formée de cylindres dont la section est constante.

Une ou plusieurs des sondes décrites précédemment sont maintenues en place à l'intérieur de la cavité centrale en forme de tonneau en utilisant
25 l'enseignement précédemment décrit. Ces sondes et leurs modes de réalisation n'ont donc pas été représentés sur la figure 10 pour simplifier l'illustration.

De nombreux autres modes de réalisation d'une antenne à matériau BIP existent. Par exemple, les sondes fil-plaques, les dipôles électriques ou les dipôles magnétiques peuvent être remplacés les uns par les autres dans les
30 modes de réalisation précédents. Il est également possible comme dans l'antenne 200 d'utiliser ces sondes conjointement à l'intérieur d'une même cavité résonante. Ici, les sondes ont été décrites comme étant soit des sondes fil-

plaques, soit des dipôles électriques imprimés ou non, soit encore des boucles de courant. Toutefois, toutes sondes dont chaque élément rayonnant est équivalent soit à un dipôle électrique élémentaire, soit à un dipôle magnétique élémentaire est utilisable en lieu et place d'une des sondes précédemment
5 décrites lorsqu'elle est positionnée dans la cavité résonante de telle manière que les éléments rayonnants excitent un champ électromagnétique parallèle à l'axe central.

Dans les modes de réalisation précédents, les éléments rayonnants sont uniformément répartis autour de l'axe central de manière à obtenir un
10 diagramme de rayonnement omnidirectionnel dans un plan perpendiculaire à l'axe central. Toutefois, en variante, les éléments rayonnants sont disposés en nombre plus important du même côté d'un plan contenant l'axe central de manière à créer une dissymétrie dans le diagramme de rayonnement.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, les sondes fil-plaques
15 comportent deux plaques distinctes du plan conducteur 20. En variante, la plaque 32 des sondes 24 et/ou 26 est supprimée et l'élément conducteur 34 est directement raccordé à l'une de ses extrémités au plan conducteur 20. Les cales 50, 52 sont également supprimées dans cette variante.

L'âme centrale a été décrite dans les précédents modes de réalisation
20 comme étant réalisée dans un matériau conducteur. En variante, cette âme centrale est réalisée en matériau BIP. L'âme centrale a été également décrite comme étant un cylindre de révolution. Toutefois, en variante, la section de l'âme centrale est un parallélogramme.

Dans un autre mode de réalisation, le matériau BIP de la paroi latérale est
25 un matériau BIP à deux ou à trois dimensions comme ceux divulgués dans la demande de brevet FR 99 14 521.

Ce qui a été décrit précédemment n'est pas limité aux parois latérales en forme de cylindre ou de tonneau, mais s'applique à toute paroi latérale en matériau BIP entourant complètement un axe central et espacé de cet axe
30 central pour ménager une cavité centrale résonante, cette cavité présentant au moins un plan de symétrie contenant l'axe central.

REVENDICATIONS

1. Antenne en matériau BIP (Bande Interdite Photonique), présentant un diagramme de rayonnement symétrique par rotation autour d'un axe central (6; 84; 176; 210), comportant :

- une paroi latérale (4 ; 82 ; 162 ; 220) en un matériau BIP entourant complètement l'axe central et espacé de cet axe central pour ménager une cavité centrale résonante propre à créer au moins une bande étroite de fréquences passantes au sein d'une large bande de fréquences non passantes du matériau BIP, et

10 - au moins un élément rayonnant (34 ; 108 à 111 ; 132 à 134 ; 206, 208) placé à l'intérieur de la cavité, apte à exciter un champ électromagnétique pour rayonner ou recevoir un rayonnement électromagnétique à une fréquence de travail souhaitée située à l'intérieur de la bande étroite de fréquences passantes,

caractérisé en ce qu'un diamètre d_c de la cavité centrale résonante est choisi en fonction de la fréquence de travail souhaitée pour l'antenne selon la relation suivante : $d_c = \alpha \cdot \lambda_{g2} = c \cdot \alpha / (f_T \cdot \sqrt{\epsilon_{r2}})$

où λ_{g2} est la longueur d'onde de la fréquence de travail dans un matériau remplissant la cavité centrale résonante, α est un coefficient constant choisi entre 0,75 et 0,85, c est la célérité de la lumière, et f_T est la fréquence de travail
20 souhaitée pour l'antenne et ϵ_{r2} est la permittivité relative du matériau remplissant la cavité centrale résonante;

et en ce que le ou chaque élément rayonnant est positionné à l'intérieur de la cavité pour exciter soit un champ électrique parallèle à l'axe central de manière à exciter uniquement les modes transverses magnétiques de la cavité centrale résonante, soit un champ magnétique parallèle à l'axe central de manière à exciter les modes transverses électriques de la cavité centrale résonante.

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'au moins l'un des éléments rayonnant (34 ; 108 à 111 ; 132 à 134) forme un dipôle électrique élémentaire parallèle à ou confondu avec l'axe central.

3. Antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'au moins l'un des éléments rayonnants (186 ; 208) forme un dipôle magnétique élémentaire parallèle à ou confondu avec l'axe central.

4. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'antenne comporte au moins une sonde placée à l'intérieur de la cavité, la ou chaque sonde ayant l'un ou plusieurs desdits éléments rayonnants.

10 5. Antenne selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un plan conducteur (20) perpendiculaire à l'axe central (6), et en ce que la ou chaque sonde (24, 26) est supportée par le ou l'un de ces plans conducteurs.

6. Antenne selon la revendication 5, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins deux sondes (24, 26) disposées l'une par rapport à l'autre de manière à ce que l'une de ces sondes soit l'image électrique de l'autre sonde par une symétrie par rapport au plan conducteur (20).

20 7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisée en ce qu'elle comporte une âme centrale (88 ; 164) en matériau conducteur aligné sur l'axe central, et en ce que la ou chaque sonde est supportée par cette âme centrale.

8. Antenne selon la revendication 7, caractérisée en ce qu'elle comporte un conducteur électrique (100, 102 ; 144, 146) d'alimentation de la ou de chaque sonde passant à l'intérieur de l'âme centrale.

9. Antenne selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce qu'elle comporte plusieurs éléments rayonnants (108 à 111 ; 132 à 134) uniformément répartis autour de la périphérie de l'âme centrale.

10. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce qu'elle comporte un support (70) pour maintenir en place la ou chaque sonde (62) dans la cavité, ce support étant réalisé dans un matériau dont la permittivité

relative est égale à la permittivité relative du matériau remplissant la cavité à +/- 3 prêt.

11. Antenne selon l'une quelconque des revendications 4 à 10, caractérisée en ce que la ou chaque sonde est choisie dans un ensemble composé d'un dipôle électrique ou d'une sonde fil-plaques.

12. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce qu'elle comporte plusieurs éléments rayonnants (132 à 134) disposés à des hauteurs différentes le long de l'axe central.

10 13. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce qu'elle comporte plusieurs éléments rayonnants (108 à 111 ; 132 à 134) disposés à une même hauteur le long de l'axe central.

14. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que la cavité centrale présente deux extrémités débouchantes traversées par l'axe central, et en ce que l'antenne comporte au moins un capot d'obturation (54, 56) d'une des extrémités débouchantes, ce capot d'obturation étant réalisé dans un matériau diélectrique dont la permittivité relative est comprise entre 1 et 3.

15. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisée en ce que la paroi latérale (162 ; 202) en matériau BIP comporte une structure en matériau BIP métallique.

20 16. Antenne selon la revendication 2, caractérisée en ce que :

au moins l'un des éléments rayonnants (186; 208) forme un dipôle magnétique élémentaire parallèle à ou confondu avec l'axe central; et en ce que

les éléments rayonnants (206, 208) sont adaptés pour travailler à la même fréquence de travail, et en ce que

le ou chaque élément rayonnant (206) formant un dipôle électrique élémentaire est excité en quadrature de phase par rapport au ou à chaque élément rayonnant (208) formant un dipôle magnétique élémentaire de manière à créer une polarisation circulaire.

17. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que la cavité présente la forme d'un tonneau, l'axe de symétrie du tonneau étant confondu avec l'axe central.

18. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisée en ce que la cavité (8 ; 86) est un cylindre de révolution dont l'axe de révolution est confondu avec l'axe central.

10 19. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, caractérisée en ce que la cavité centrale (164) présente deux extrémités débouchantes traversées par l'axe central, et en ce que l'âme centrale comporte deux portions évasées (166, 168) reliées l'une à l'autre par une portion plus fine, chacune de ces portions évasées obturant partiellement une extrémité débouchante respective.

20. Antenne selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisée en ce que le coefficient constant α est choisi égal à 0,8.

1/5

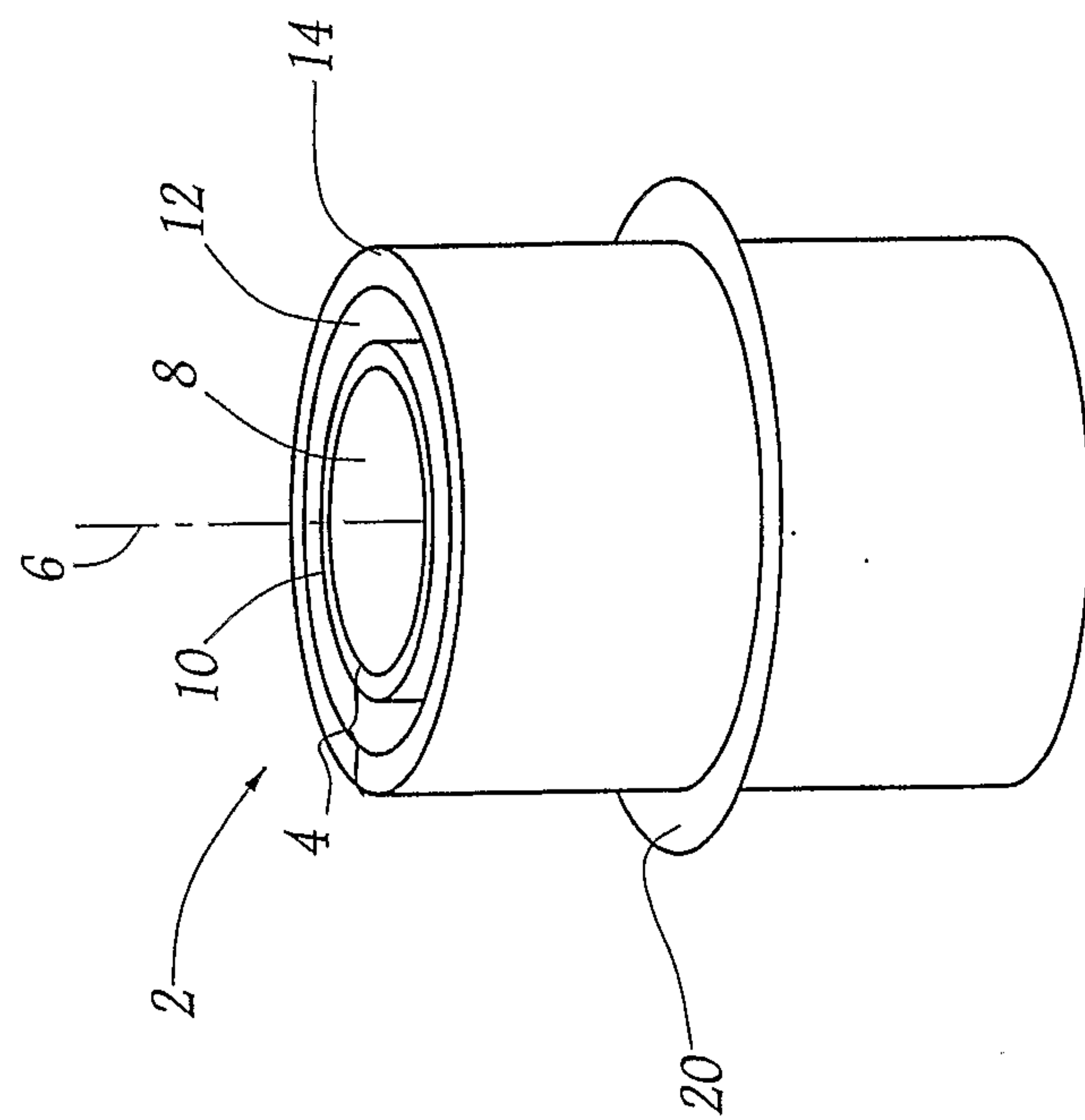


Fig. 1

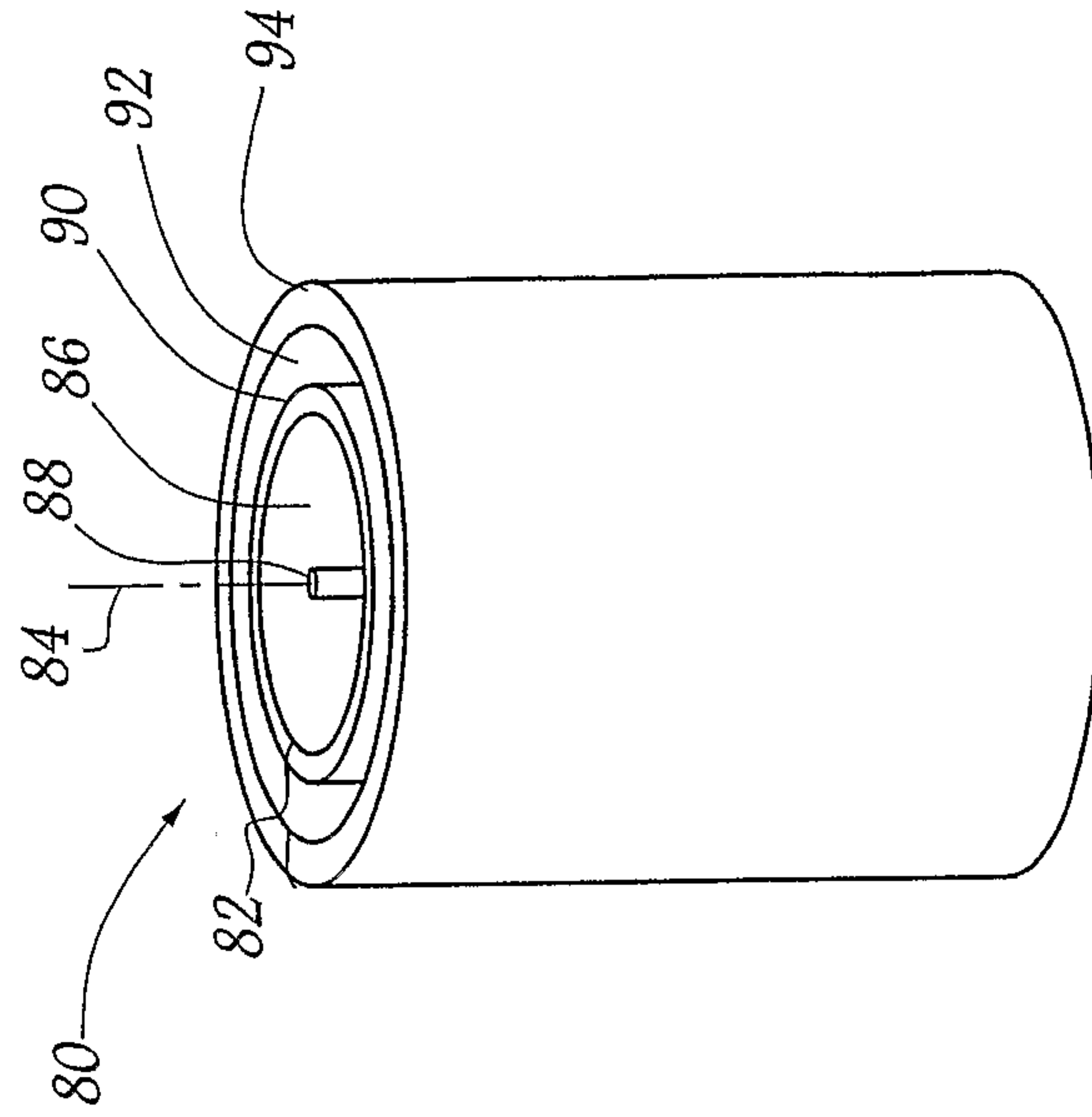


Fig. 4

2/5

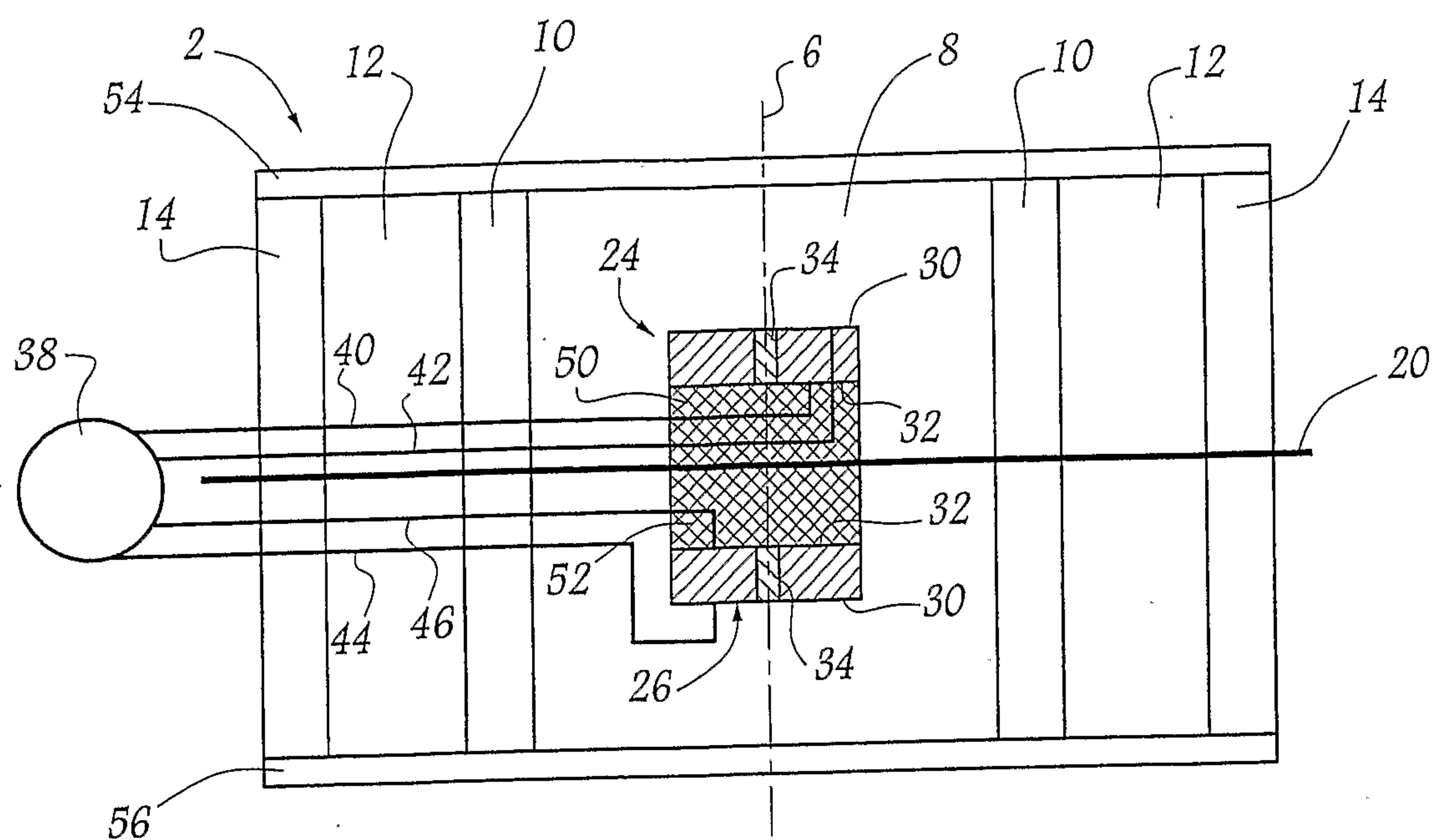


Fig. 2

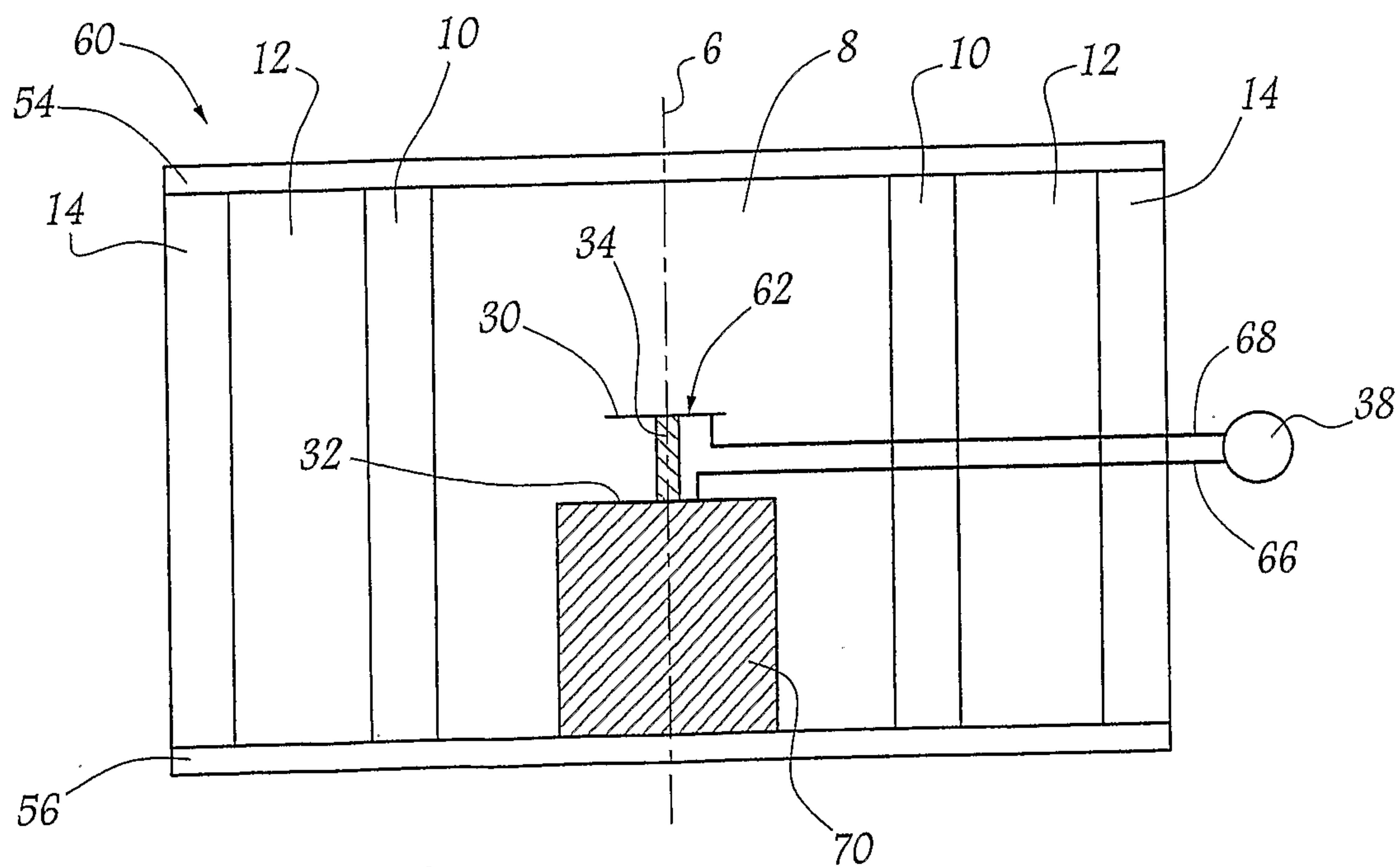
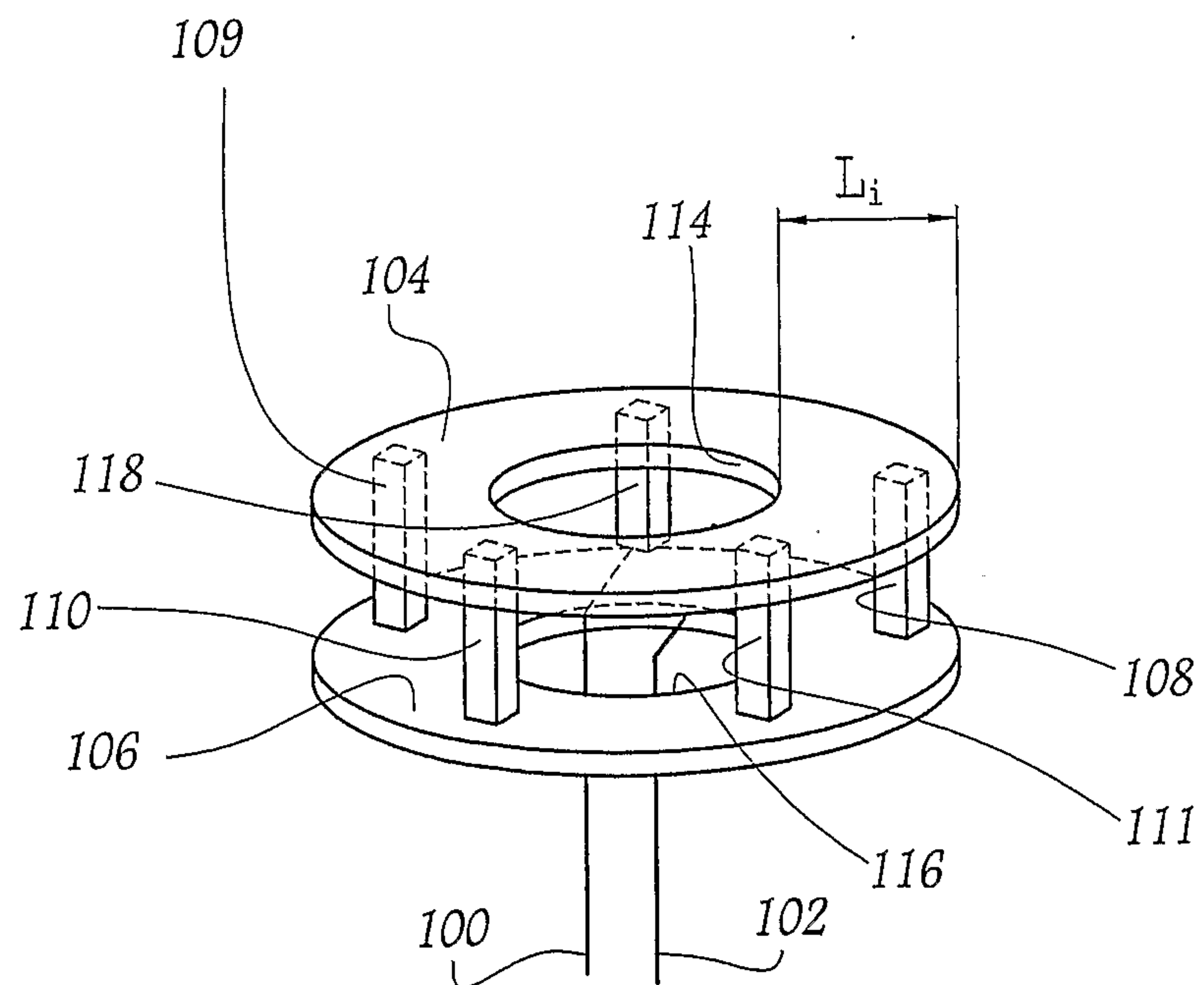
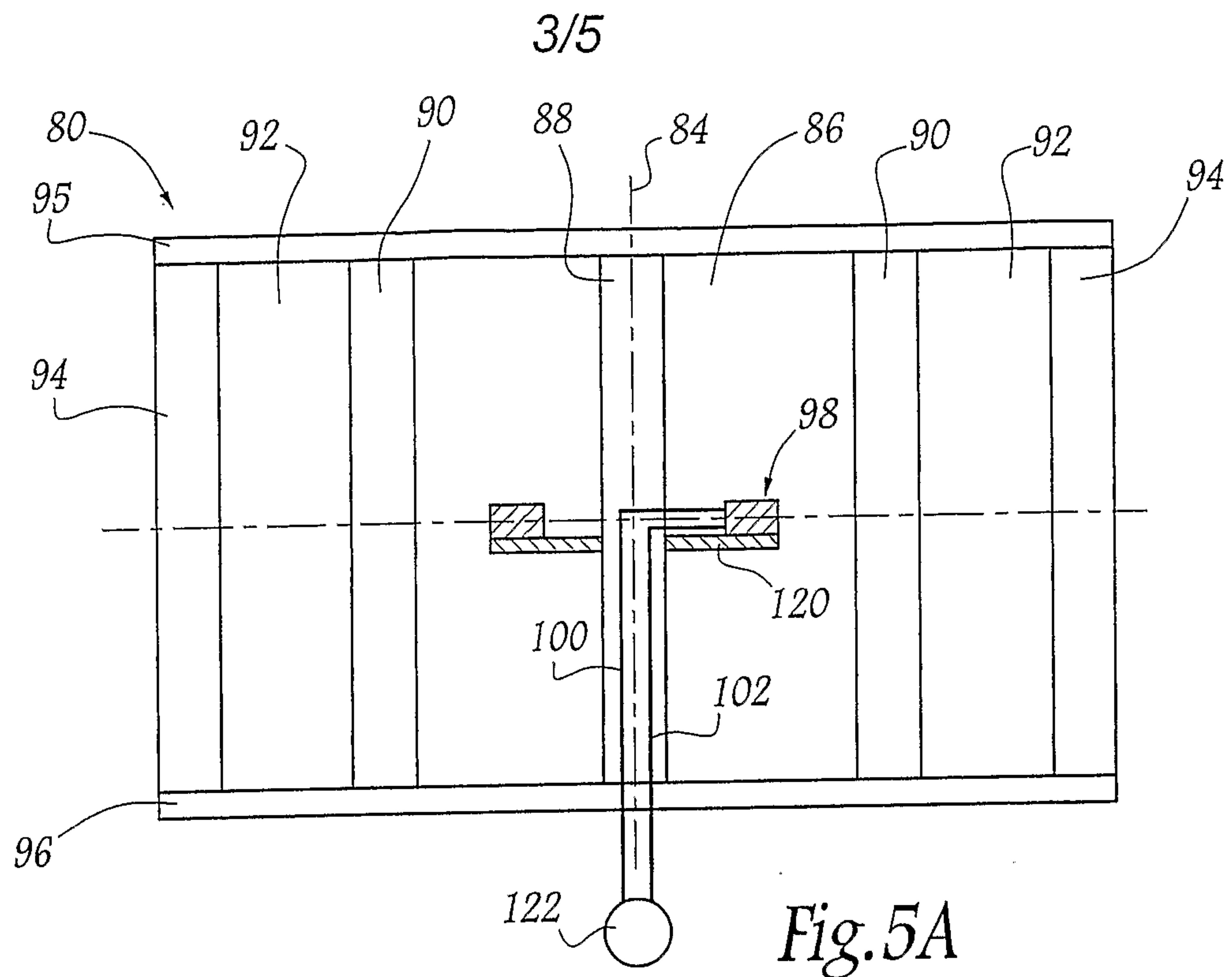
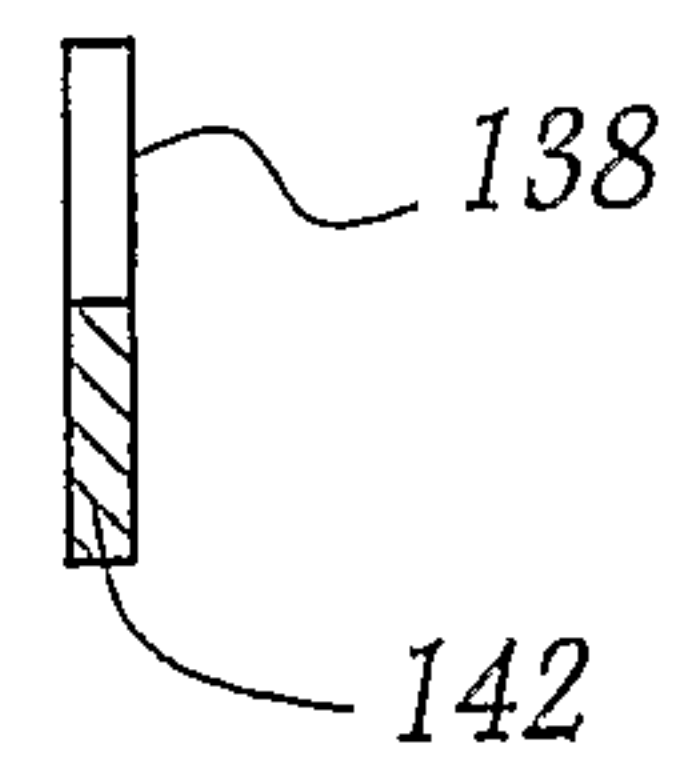
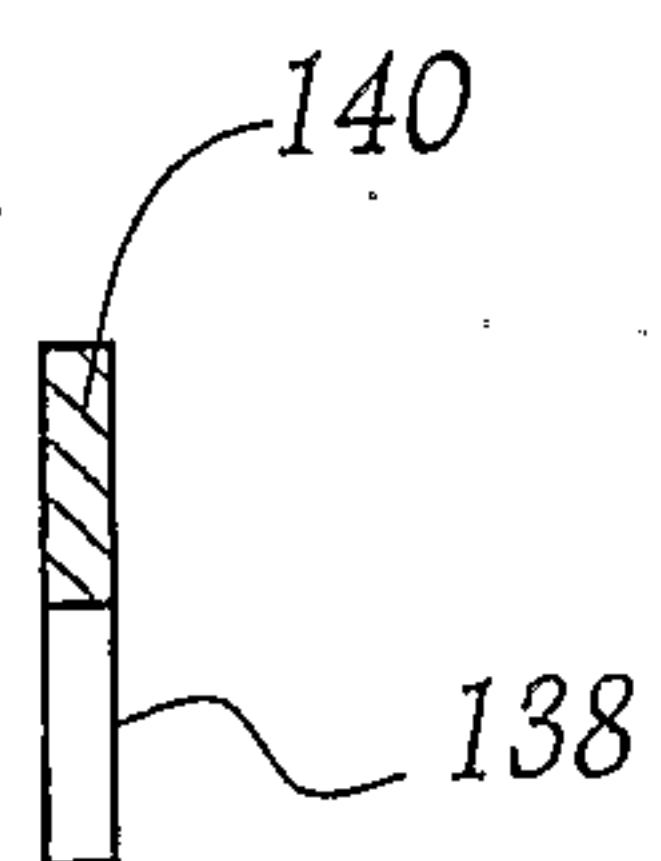
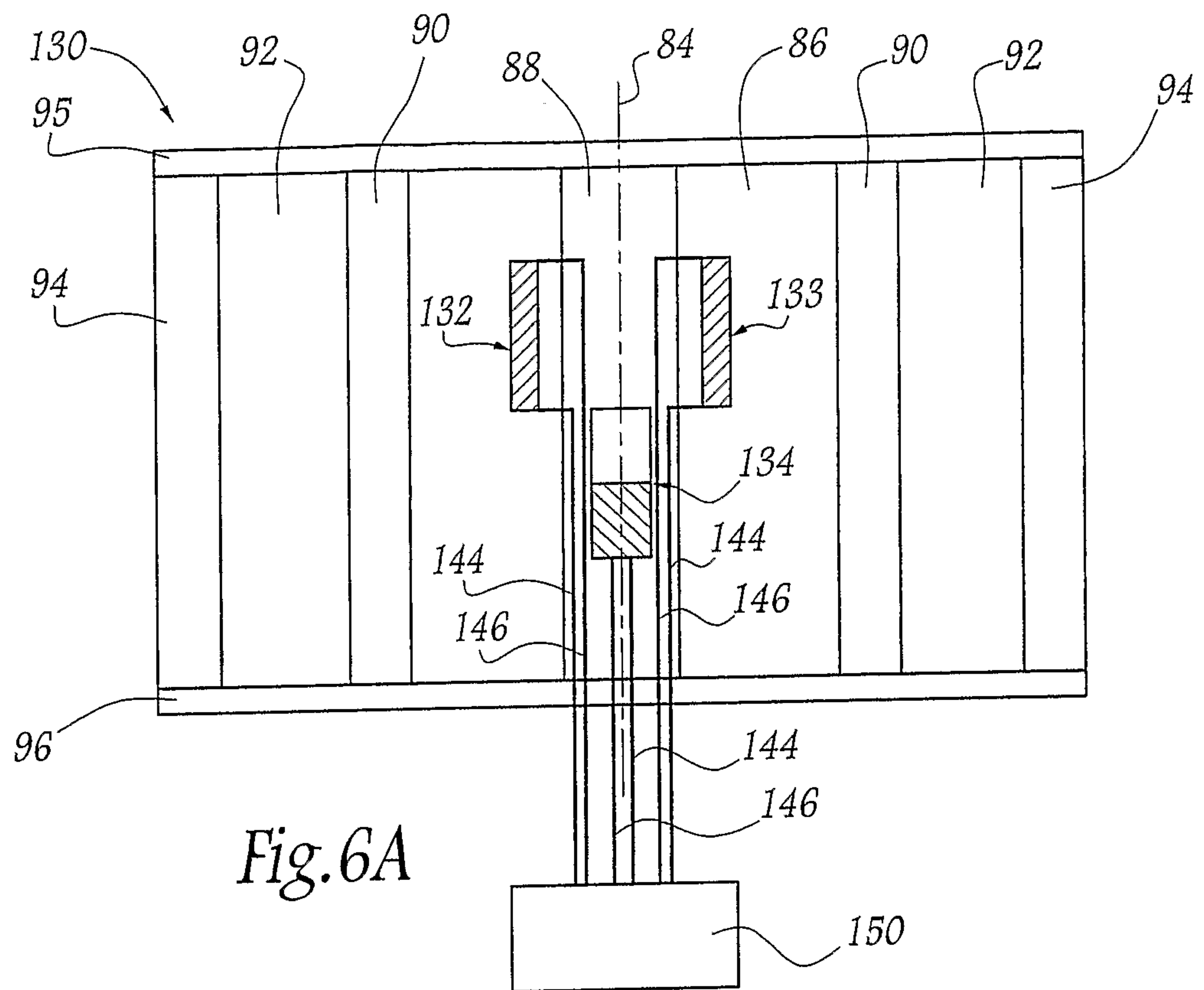


Fig. 3



4/5



5/5

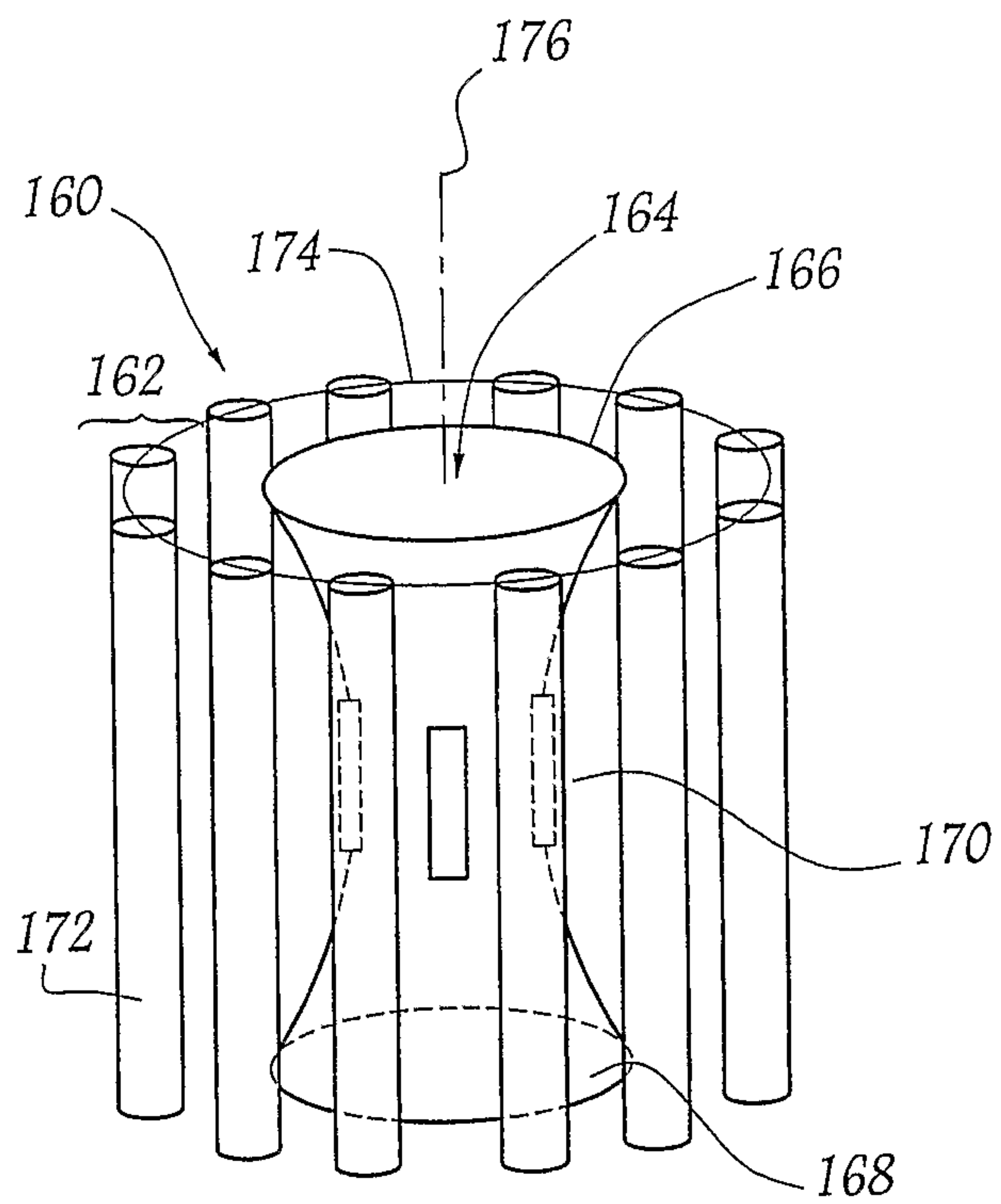


Fig. 7

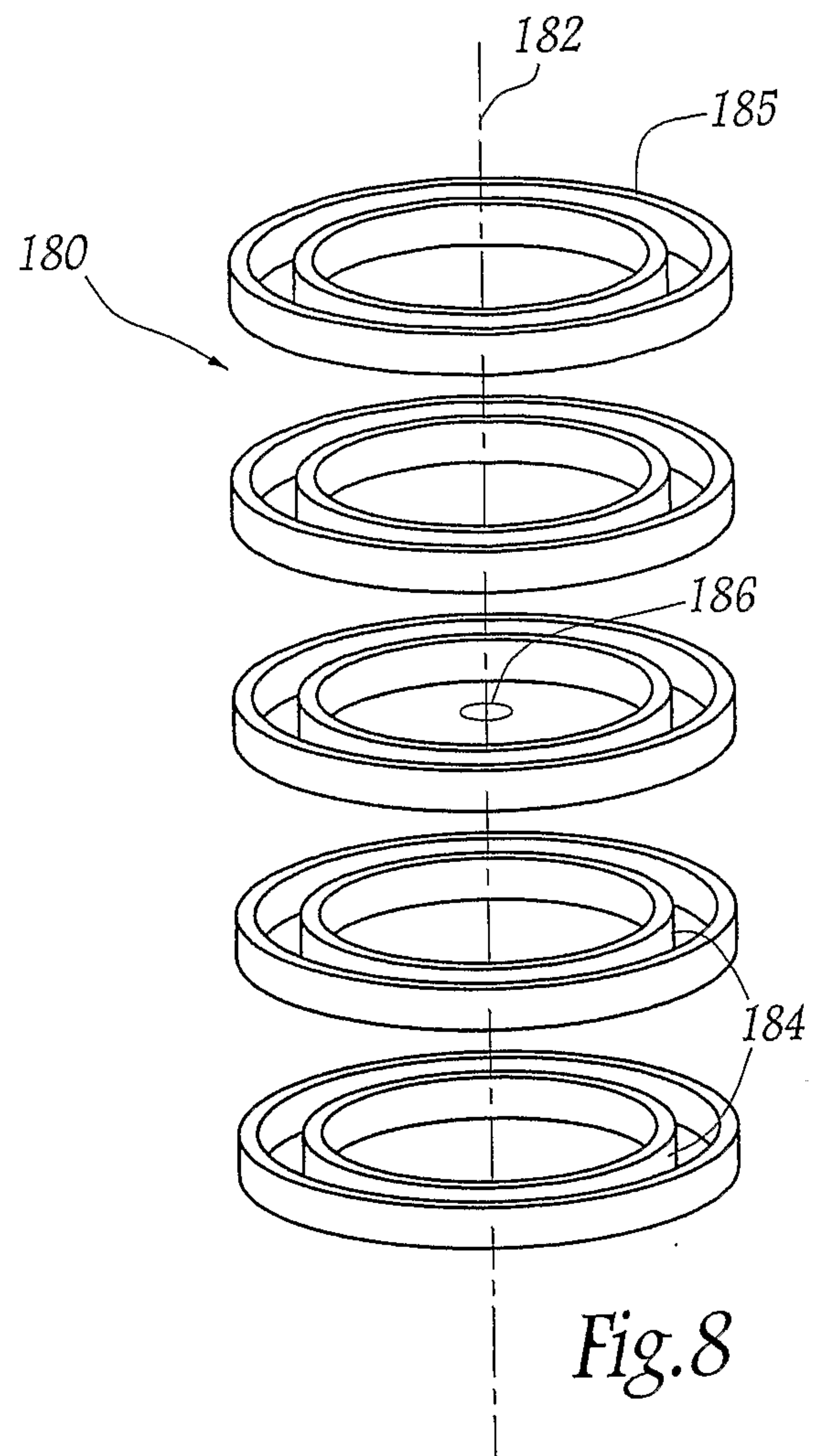


Fig. 8

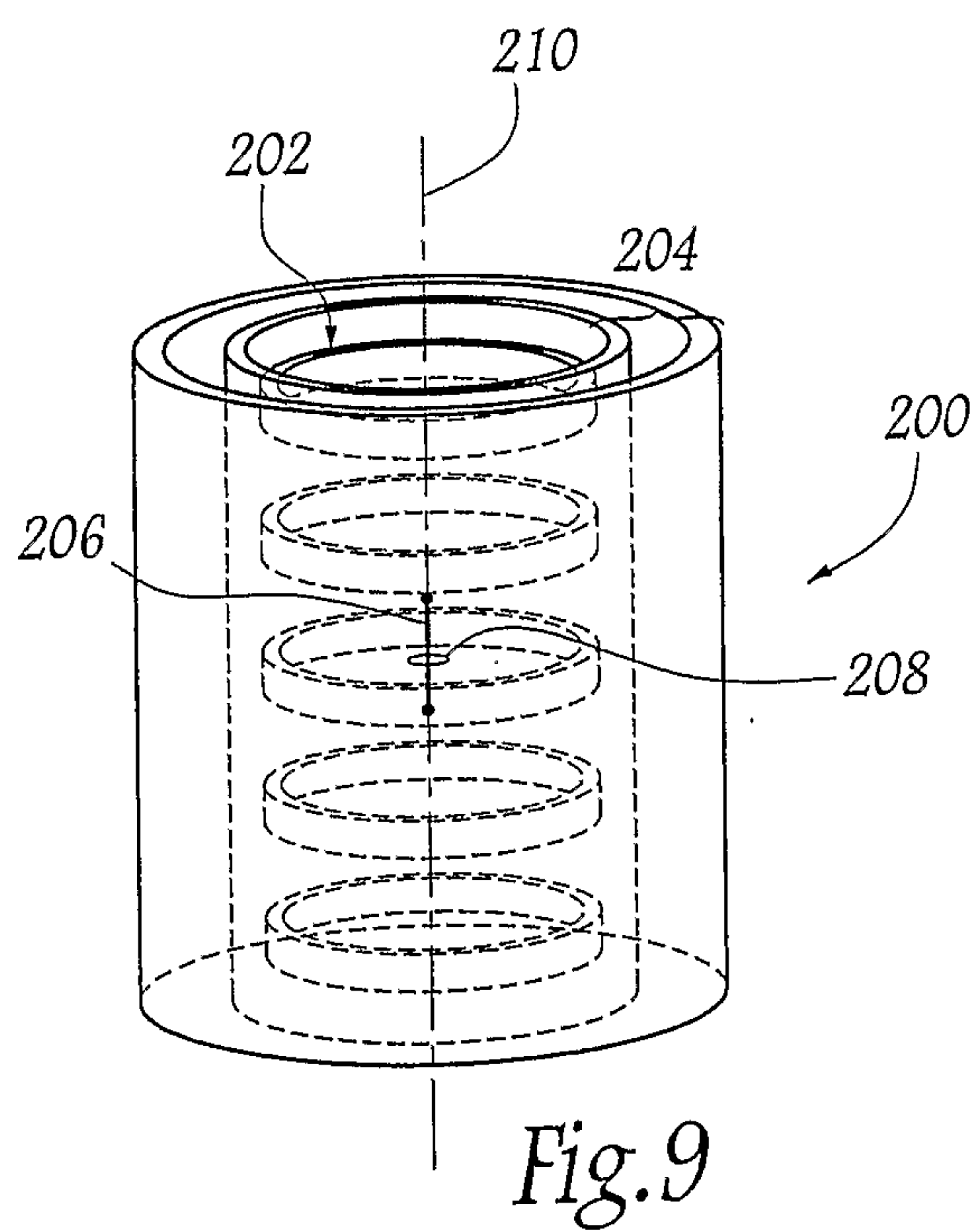


Fig. 9

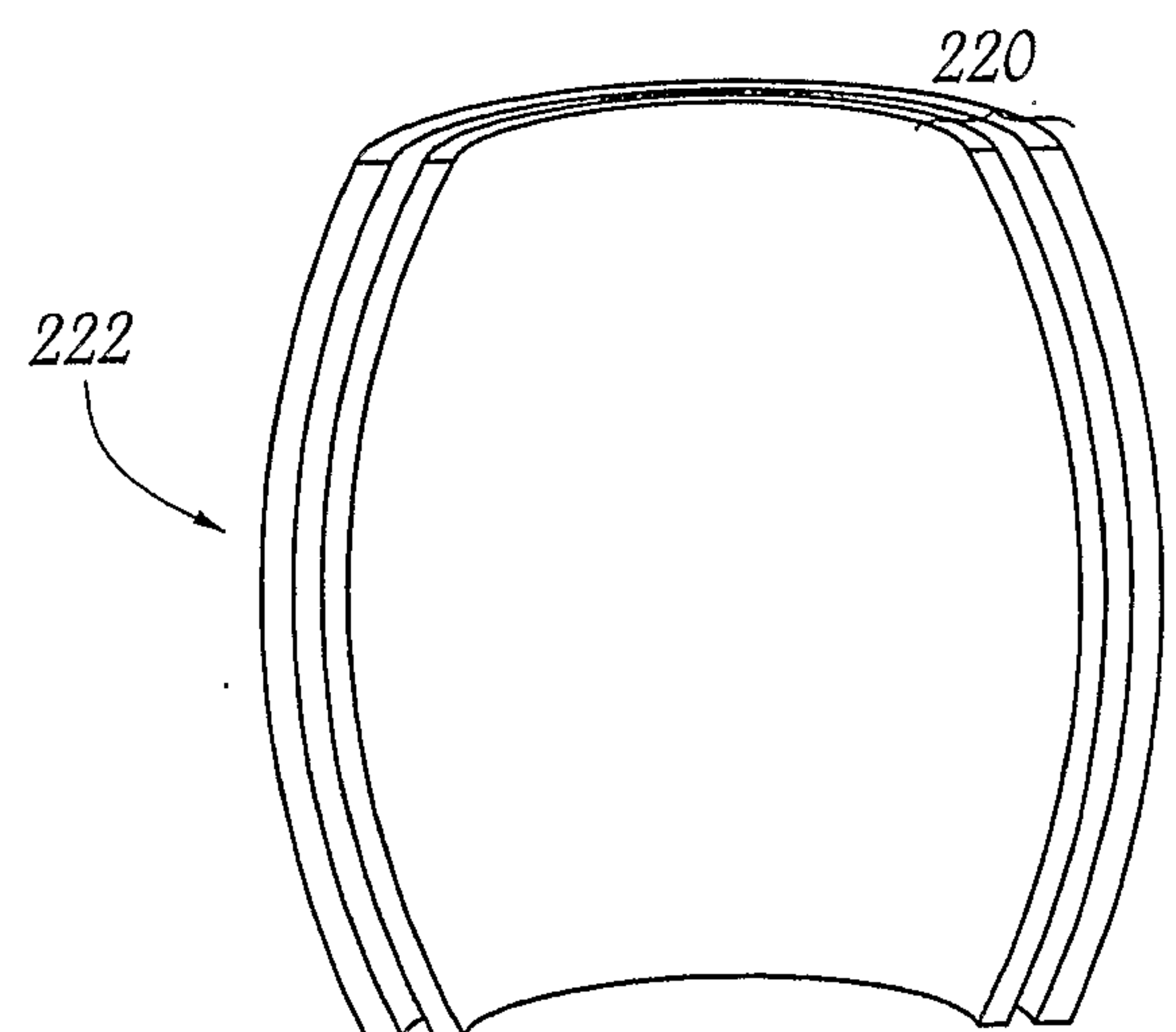


Fig. 10

