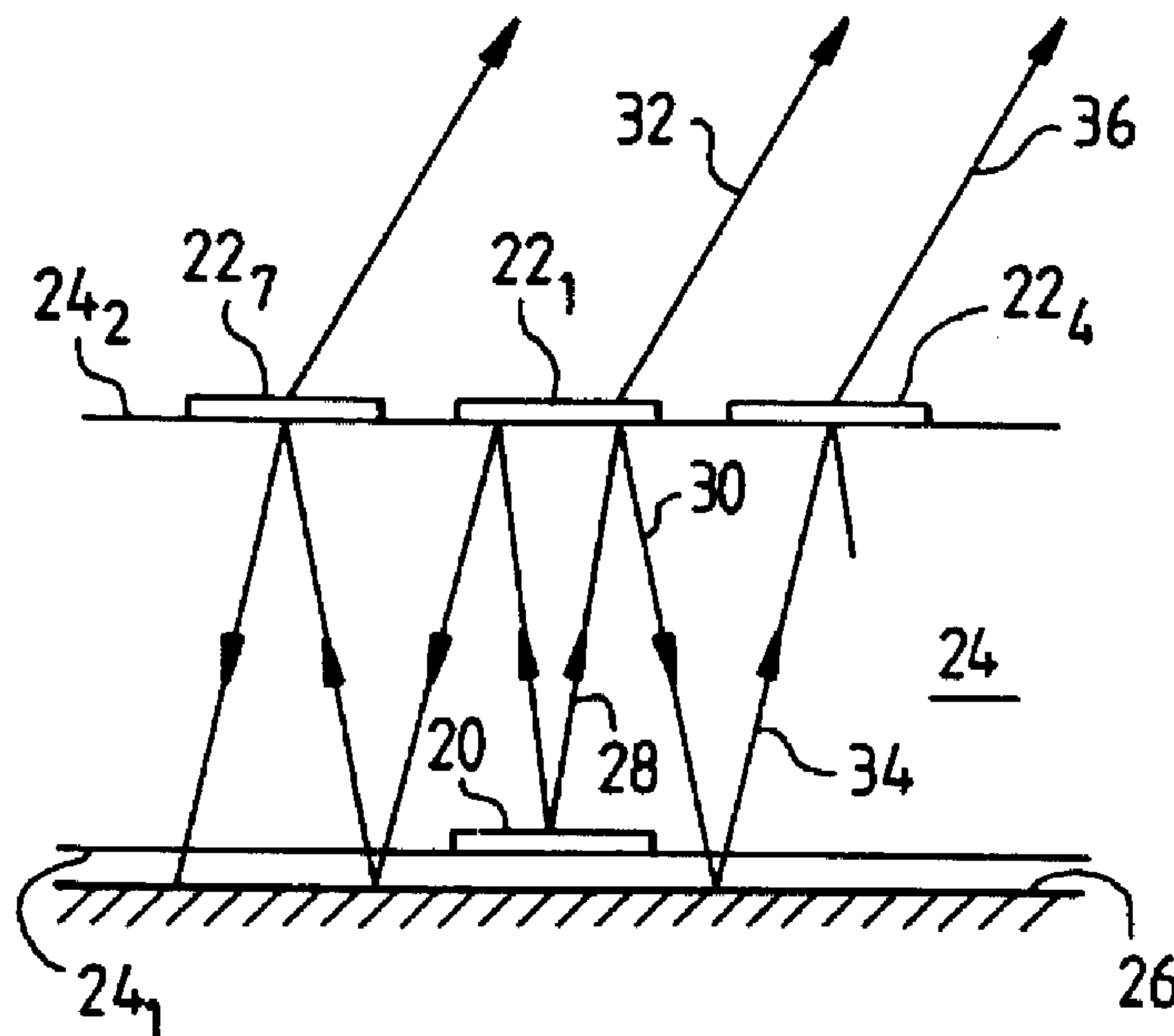




(22) Date de dépôt/Filing Date: 1998/08/31  
 (41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1999/03/01  
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2007/02/06  
 (30) Priorité/Priority: 1997/09/01 (FR97 10 842)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *H01Q 1/38* (2006.01),  
*H01Q 15/10* (2006.01), *H01Q 15/22* (2006.01),  
*H01Q 15/24* (2006.01), *H01Q 19/185* (2006.01),  
*H01Q 9/04* (2006.01)  
 (72) Inventeurs/Inventors:  
 LEGAY, HERVE, FR;  
 CROQ, FREDERIC, FR;  
 PAUCHET, MICHEL, FR  
 (73) Propriétaire/Owner:  
 ALCATEL, FR  
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : STRUCTURE RAYONNANTE  
 (54) Title: RADIATING STRUCTURE



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention est relative à une structure rayonnante, ou antenne, comportant une pastille excitatrice destinée à recevoir un signal d'excitation et une pluralité de pastilles secondaires destinées à rayonner les ondes reçues de la pastille excitatrice. Cette structure est caractérisée en ce qu'elle comporte une surface réfléchissante (26) au voisinage de la pastille excitatrice (20) et en ce que les pastilles secondaires (22<sub>1</sub>, 22<sub>4</sub>, 22<sub>7</sub>) constituent des surfaces semi réfléchissantes. L'ensemble est tel que les ondes rayonnées (32, 36) par les pastilles secondaires sont sensiblement en phase. La distance entre la surface réfléchissante (26) et les pastilles secondaires est sensiblement égale à une demie longueur d'onde à transmettre. Cette structure permet de maintenir la pureté de polarisation circulaire sur un large secteur angulaire.

**ABRÉGÉ**

L'invention est relative à une structure rayonnante, ou antenne, comportant une pastille excitatrice destinée à recevoir un signal d'excitation et une pluralité de pastilles secondaires destinées à rayonner les ondes reçues de la pastille excitatrice.

Cette structure est caractérisée en ce qu'elle comporte une surface réfléchissante (26) au voisinage de la pastille excitatrice (20) et en ce que les pastilles secondaires (22<sub>1</sub>, 22<sub>4</sub>, 22<sub>7</sub>) constituent des surfaces semi réfléchissantes. L'ensemble est tel que les ondes rayonnées (32, 36) par les pastilles secondaires sont sensiblement en phase.

La distance entre la surface réfléchissante (26) et les pastilles secondaires est sensiblement égale à une demie longueur d'onde à transmettre.

Cette structure permet de maintenir la pureté de polarisation circulaire sur un large secteur angulaire.

STRUCTURE RAYONNANTE

L'invention est relative à une antenne, ou structure rayonnante, comprenant une pastille excitatrice associée à un ensemble de pastilles secondaires rayonnantes.

Les antennes imprimées à pastilles sont d'utilisation courante car leur coût de réalisation est faible et elles présentent une masse et un volume réduits, ce  
10 qui est utile particulièrement pour les applications spatiales. Elles sont généralement réalisées par gravures ou lithographies de pastilles, ou pavés conducteurs, sur des substrats diélectriques.

Une antenne de ce genre est décrite notamment dans la demande de brevet européen n° 627 783 ayant pour titre "Structure rayonnante multicouches à directivité variable". Dans cette demande de brevet est décrite une antenne dans laquelle les pastilles secondaires sont disposées dans un (ou plusieurs) plan(s) parallèle(s) au plan de la pastille  
20 excitatrice.

Cette antenne est bien adaptée pour rayonner dans une gamme de directivités de 9 à 13 dbi, gamme qu'il serait difficile d'obtenir par mise en réseau de radiateurs élémentaires.

On a constaté que les antennes de ce type permettent d'obtenir une polarisation circulaire de bonne qualité, c'est-à-dire un taux d'ellipticité très faible dans l'axe de l'antenne, perpendiculairement aux plans des pastilles. Par contre le taux d'ellipticité augmente de façon  
30 sensible pour les directions inclinées par rapport à l'axe de l'antenne.

L'invention fournit une structure rayonnante permettant de maintenir la pureté de polarisation circulaire sur un large secteur angulaire.

Elle résulte de la constatation que dans les antennes connues la dégradation de la qualité de polarisation pour des directions inclinées provient de la nature du couplage entre la pastille excitatrice et les pastilles rayonnantes, ce couplage étant de type électromagnétique ou de proximité.

10 Dans la structure rayonnante selon l'invention, on prévoit une surface réfléchissante entourant la pastille excitatrice et les pastilles secondaires constituent des surfaces semi-réfléchissantes pour l'onde excitatrice, la position relative des pastilles secondaires entre elles et par rapport à la surface réfléchissante étant telle que les ondes transmises sont en phase.

Autrement dit les pastilles secondaires ne sont pas excitées par un couplage électromagnétique mais sont excitées en mode dichroïque.

20 On a constaté que ce mode d'excitation permet de maintenir une bonne qualité de polarisation circulaire sur un large secteur angulaire, avec des inclinaisons atteignant  $50^\circ$  par rapport à l'axe, ou davantage.

Bien entendu la qualité du signal rayonné dépend du signal appliqué sur la pastille excitatrice.

Dans un mode de réalisation la pastille émettrice se trouve dans (ou au voisinage d') un premier plan constituant la surface réfléchissante, ou plan de masse, et les pastilles secondaires se trouvent à une distance égale à environ la moitié de la longueur ( $\lambda$ ) de l'onde à transmettre.

30 Dans ces conditions une onde émise par la pastille

excitatrice vers une pastille secondaire parcourt une distance d'une demi-longueur d'onde. Le faisceau correspondant est partiellement transmis, et donc rayonné vers l'extérieur, et est partiellement réfléchi par la pastille secondaire. Le faisceau réfléchi est dirigé vers la surface réfléchissante d'où il est renvoyé vers la même pastille secondaire ou une autre pastille secondaire, d'où il est transmis et donc rayonné. Le faisceau réfléchi sur une pastille secondaire et qui retourne vers une autre pastille  
10 secondaire, parcourt ainsi une longueur d'onde. De cette manière, les deux rayons transmis sont bien en phase.

L'ouverture totale du faisceau rayonné dépend du coefficient de réflexion des pastilles secondaires. L'ouverture pourra être d'autant plus importante que le coefficient de réflexion est plus grand. En effet la partie du faisceau qui est la plus éloignée de la partie centrale, là où se trouve la pastille excitatrice, est celle qui subit le plus grand nombre de réflexions et qui est donc la plus affaiblie par ces réflexions.

20 Par ailleurs, on a constaté qu'il était possible d'exciter un signal de polarisation circulaire avec un seul accès sur la pastille excitatrice à condition de conférer à cette pastille une forme qui s'éloigne de la forme circulaire.

Dans un mode de réalisation les pastilles primaire(s) et secondaires sont disposées dans une cavité conductrice afin d'orienter le rayonnement émis et/ou de limiter le couplage avec d'autres éléments voisins. Dans ce cas on a constaté que la réflexion des ondes excitatrices sur  
30 les parois de la cavité provoque une altération de la qualité de polarisation. C'est pourquoi, dans ce mode de réalisation,

on prévoit de conférer au moins aux pastilles secondaires périphériques une forme et une orientation permettant de rétablir la polarisation circulaire. Par exemple, les pastilles secondaires périphériques ont toutes sensiblement les mêmes formes et les mêmes dimensions et sont allongées selon un axe déterminé, d'orientation distincte ou non de l'orientation radiale, et l'angle entre les axes de deux pastilles successives correspond à l'angle dont le sommet est constitué par le centre autour duquel sont disposées les pastilles secondaires et dont les côtés sont les droites joignant ce sommet aux centres des pastilles concernées.

Ces orientations des pastilles secondaires périphériques augmentent la directivité de l'antenne car l'illumination des pastilles secondaires est uniformisée.

Quel que soit son mode de réalisation on a constaté que l'invention permettait d'émettre des ondes sur une large bande de fréquences.

Toutefois pour pouvoir bénéficier à la fois de la bonne qualité de polarisation circulaire et de la large bande, il est préférable de prendre des précautions particulières. En effet, si les pastilles secondaires se trouvent dans un plan parallèle au plan de la surface réfléchissante et distante de  $\frac{\lambda}{2}$  cette surface, on comprend que, les faisceaux réfléchis étant inclinés par rapport à la normale à ces plans, le chemin électrique parcouru par le faisceau entre deux pastilles secondaires est supérieur à la longueur d'onde  $\lambda$ . Ce déphasage est négligeable pour une réflexion, mais pour des réflexions multiples il peut en résulter des déphasages gênants. Ce défaut intervient notamment pour des antennes à large ouverture, c'est-à-dire des antennes pour lesquelles des pastilles secondaires

périphériques reçoivent un signal résultant de plusieurs réflexions.

Pour remédier à ce défaut, l'invention prévoit des moyens pour compenser le déphasage.

Un premier mode de réalisation de cette compensation consiste à faire dépendre la fréquence de résonance de chaque pastille secondaire de sa distance par rapport au centre autour duquel sont disposées les pastilles secondaires, cette fréquence de résonance étant d'autant plus  
10 importante que la distance au centre est grande.

Quant on prévoit des pastilles circulaires cette variation est obtenue, par exemple, soit en conférant aux pastilles secondaires les plus éloignées du centre un diamètre plus faible que celui des pastilles centrales, soit en conférant une forme annulaire aux pastilles, le diamètre interne des pastilles centrales étant plus important que le diamètre interne des pastilles secondaires périphériques.

Un second mode de réalisation de compensation du déphasage consiste à moduler la distance séparant la surface  
20 réfléchissante de la surface des pastilles secondaires, par exemple en prévoyant une distance entre les pastilles secondaires et la surface réfléchissante qui est d'autant plus faible qu'est grande la distance des pastilles secondaires au centre.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront avec la description de certains de ses modes de réalisation, celle-ci étant effectuée en se référant aux dessins ci-annexés sur lesquels:

la figure 1 est un schéma en coupe d'une antenne  
30 selon l'invention,

la figure 2 est une vue de dessus de l'antenne de la figure 1,

la figure 3 est une vue en coupe pour un autre mode de réalisation de l'antenne de l'invention,

les figures 4, 5 et 6 sont des schémas de pastilles de l'antenne de la figure 3,

la figure 7 montre des pastilles secondaires pour un autre mode de réalisation de l'invention,

la figure 8 est un schéma d'une variante d'antenne  
10 selon l'invention, et

la figure 9 est un schéma analogue à celui de la figure 8, mais encore pour une autre variante.

On se réfère tout d'abord aux figures 1 et 2.

L'antenne représentée sur ces figures est destinée à émettre des ondes dans le domaine des hyperfréquences, autour d'une fréquence centrale de 8 GHz.

Elle comporte, d'une part, une pastille excitatrice 20 et, d'autre part, des pastilles secondaires 22<sub>1</sub> à 22<sub>7</sub>.

La pastille 20 est déposée sur une face 24<sub>1</sub> d'un  
20 substrat diélectrique 24 tandis que les pastilles 22<sub>1</sub> à 22<sub>7</sub> sont disposées sur la face opposée 24<sub>2</sub> du diélectrique 24. Toutes les pastilles constituent des dépôts métalliques et ont une forme de cercle de même diamètre dans l'exemple.

La pastille 22<sub>1</sub> est au droit de la pastille 20, c'est-à-dire que les centres des pastilles 20 et 22<sub>1</sub> se trouvent sur la même normale au plan des faces parallèles 24<sub>1</sub> et 24<sub>2</sub>.

Les autres pastilles secondaires 22<sub>2</sub> à 22<sub>7</sub> sont réparties régulièrement autour de la pastille centrale 22<sub>1</sub>.



Selon un aspect important de l'invention la distance séparant les faces  $24_1$  et  $24_2$  est sensiblement égale à une demi-longueur d'onde  $\frac{\lambda}{2}$ .

La face  $24_1$  est à faible distance d'une face conductrice 26 formant plan de masse.

Les caractéristiques des pastilles secondaires  $22_1$  à  $22_7$  sont choisies de façon telle que ces pastilles soient semi-réfléchissantes, c'est-à-dire qu'un faisceau 28 reçu par une pastille secondaire est partiellement réfléchi, selon un  
10 faisceau 30, par cette pastille secondaire et est partiellement transmis selon un faisceau 32.

L'antenne fonctionne ainsi de la façon suivante:

Le faisceau 30 réfléchi par la pastille secondaire centrale  $22_1$  est de nouveau réfléchi sur le plan de masse 26 pour être renvoyé, selon le faisceau 34, vers une pastille secondaire périphérique  $22_4$ . La pastille  $22_4$  transmet partiellement le faisceau en 36. Le faisceau 32 transmis par la pastille centrale  $22_1$  est parallèle au faisceau 36 transmis par la pastille  $22_4$  et les faisceaux 32 et 36 sont  
20 pratiquement en phase car le chemin parcouru par les faisceaux 30 et 34 est sensiblement égal à  $\lambda$ .

Cette caractéristique permet de conserver une pureté de polarisation circulaire ou linéaire sur un large secteur angulaire allant jusqu'à une inclinaison de  $50^\circ$  environ par rapport à la normale aux faces  $24_1$  et  $24_2$ .

Comme on le verra plus loin le signal d'excitation appliqué sur la pastille 20 peut être appliqué sur un seul accès de cette dernière, à condition de conférer à cette pastille une forme qui s'écarte de la forme circulaire, avec

un axe incliné par exemple d'environ  $45^\circ$  par rapport à la direction du courant incident.

On a indiqué ci-dessus que les pastilles secondaires 22<sub>1</sub> à 22<sub>7</sub> présentent un caractère semi réfléchissant. "Semi" réfléchissant ne signifie pas obligatoirement des propriétés telles que 50% de l'énergie soit réfléchi et 50% de l'énergie soit transmise. Le coefficient de réflexion peut être modulé en fonction des besoins, notamment de l'ouverture désirée pour l'antenne. En particulier le coefficient de réflexion sera d'autant plus élevé que sera grand le nombre de pastilles secondaires qui se succèdent en direction radiale. En effet, à chaque réflexion sur une pastille secondaire, l'énergie du faisceau diminue en proportion du coefficient de réflexion. Il faudra donc un coefficient de réflexion élevé pour qu'il reste une énergie suffisante pour les faisceaux réfléchis plusieurs fois sur les pastilles secondaires. On peut noter ici que le coefficient de réflexion sur le plan de masse est pratiquement de 100%.

Bien entendu l'extension radiale (figure 2) du faisceau rayonné est d'autant plus grande que le nombre de pastilles se succédant en direction radiale est grand.

Dans l'exemple décrit ci-dessus on fait appel à un substrat diélectrique 24. En variante la pastille excitatrice et les pastilles secondaires peuvent être déposées sur des substrats différents séparés par du vide ou de l'air.

On se réfère maintenant aux figures 3 à 6.

Dans cette réalisation, l'antenne est logée dans une cavité métallique 40. Cette cavité permet d'orienter le faisceau émis et de limiter le couplage avec d'autres antennes voisines, par exemple des antennes identiques ou similaires

formant un réseau dans lequel se trouve l'antenne représentée.

Dans cet exemple on prévoit deux pastilles excitatrices, respectivement 42 et 44. La première pastille excitatrice 42, de position inférieure (c'est-à-dire la plus éloignée de la surface des pastilles secondaires), reçoit le signal d'excitation tandis que la seconde pastille excitatrice 44 est couplée, par effet de proximité, ou couplage électromagnétique, avec la pastille inférieure. Les  
10 pastilles secondaires 46<sub>1</sub> à 46<sub>7</sub> sont dans un plan 48 distant du plan 45 de la pastille 44 d'environ une demie longueur d'onde.

Comme représenté sur la figure 4, la pastille 42 constitue un dépôt métallique sur un substrat 47 et cette pastille présente la forme d'un rectangle semi curviligne avec deux côtés rectilignes parallèles 50 et 52 et deux côtés curvilignes 54 et 56 formant des arcs d'un même cercle.

Le sommet 58 commun aux côtés 50 et 54 est raccordé à un conducteur 60 constitué également par un dépôt  
20 métallique sur le substrat 47.

Le conducteur 60 présente la direction de la diagonale du rectangle curviligne qui aboutit au sommet 58. L'angle entre cette diagonale et les côtés 50 et 52 est d'environ 30°.

Sur le substrat 47 on prévoit également un dépôt conducteur échancré, d'une part, par un cercle 62 entourant la pastille 42 et, d'autre part, par deux canaux 64 et 66 ayant la direction de la diagonale, le canal 64 étant prévu pour laisser passer le conducteur 60.

30 La pastille 44 (figure 5) a une forme analogue à celle de la pastille 42. Ses dimensions sont légèrement

inférieures à celles de cette pastille 42. Son centre est au droit du centre de la pastille inférieure. L'orientation des côtés rectilignes 70 et 72 de la pastille 44 diffère de l'orientation des côtés rectilignes de la pastille 42: l'inclinaison des côtés 70 et 72 par rapport à la direction du conducteur 60 est d'environ  $45^\circ$ .

La forme allongée, ou chanfreinée, des pastilles 42 et 44 permet d'exciter les pastilles à l'aide d'une onde à polarisation circulaire avec un seul accès (sommet 58, figure 4) sans altérer la qualité de cette polarisation circulaire après excitation des pastilles secondaires 46<sub>1</sub> à 46<sub>7</sub>.

La pastille secondaire centrale 46<sub>1</sub>, au droit de la pastille 44, a une forme circulaire tandis que les pastilles secondaires périphériques 46<sub>2</sub> à 46<sub>7</sub> ont une forme allongée, analogue à celle des pastilles 42 et 44, c'est-à-dire en forme de rectangle semi curviligne (figure 6).

Les côtés rectilignes des pastilles périphériques qui sont diamétralement opposées ont la même orientation. Deux pastilles périphériques qui se succèdent présentent des côtés rectilignes d'orientations différentes. L'angle formé entre les côtés rectilignes de ces pastilles périphériques successives est pratiquement égal à l'angle au centre  $\alpha$  ( $60^\circ$  dans l'exemple) formé par les droites 73 et 74 reliant les centres des pastilles correspondantes 46<sub>2</sub> et 46<sub>3</sub> au centre de la pastille centrale 46<sub>1</sub>.

Ainsi toutes les pastilles périphériques présentent la même inclinaison par rapport à leur direction radiale (la direction joignant le centre de la pastille au centre de la pastille centrale).

Le double résonateur formé par les pastilles 42 et 44 permet, par rapport à une pastille unique, d'augmenter la bande passante de l'antenne.

La forme et l'orientation relative des pastilles 42 et 44 permet l'excitation par une onde polarisée circulairement par un seul accès 58 (figure 4).

Enfin la forme, la disposition et l'orientation des pastilles secondaires 46<sub>2</sub> à 46<sub>7</sub> permet de compenser la dépolarisation induite par la cavité conductrice 40.

10 Il en résulte un accroissement de la directivité provoquée par l'uniformisation de l'illumination.

Le mode de réalisation représenté sur les figures 7 à 9 concerne une antenne de grande ouverture, c'est-à-dire comportant un nombre important de pastilles secondaires et dont l'extension radiale, à partir de la pastille centrale 80<sub>1</sub>, est importante.

Dans l'exemple représenté on prévoit 19 pastilles secondaires 80<sub>1</sub> à 80<sub>19</sub> avec une pastille centrale 80<sub>1</sub>, entourée par 6 pastilles intermédiaires 80<sub>2</sub> à 80<sub>7</sub>, lesquelles  
20 sont entourées par 12 pastilles périphériques 80<sub>8</sub> à 80<sub>19</sub>.

un faisceau émis depuis la pastille excitatrice (non représentée) vers la pastille secondaire centrale 80<sub>1</sub> est réfléchi par cette pastille centrale 80<sub>1</sub> d'où elle est renvoyée sur le plan de masse et, du plan de masse, le faisceau est réfléchi vers une pastille intermédiaire. Sur la pastille intermédiaire le faisceau subit une réflexion de nouveau vers le plan de masse et enfin vers une pastille périphérique. On rappelle que ces réflexions multiples nécessitent un coefficient de réflexion relativement élevé  
30 sur les pastilles secondaires afin que le faisceau parvenant

aux pastilles secondaires périphériques ait une intensité qui ne soit pas trop faible par rapport au faisceau transmis par la pastille centrale.

Les faisceaux réfléchis n'étant pas strictement perpendiculaires au plan des pastilles il en résulte que le chemin électrique parcouru par le faisceau entre deux pastilles secondaires adjacentes est supérieur à une longueur d'onde. Le déphasage qui en résulte est peu sensible depuis une pastille secondaire vers une pastille adjacente mais il  
10 devient sensible quand les déphasages s'additionnent. Il en résulte des lobes secondaires gênants.

Pour remédier à cet inconvénient on prévoit des moyens permettant la remise en phase.

Dans une première catégorie de moyens de remise en phase, on confère une fréquence de résonance plus basse au centre qu'à la périphérie. Autrement dit on adapte la longueur d'onde aux chemins électriques parcourus de façon que les ondes émises par toutes les pastilles secondaires soient en phase.

20 La variation des fréquences de résonance est favorable à une large bande passante.

Dans l'exemple représenté sur la figure 7, toutes les pastilles ont sensiblement le même diamètre extérieur et ont une forme annulaire, mais le diamètre de l'ouverture centrale dépend de la position de la pastille. Le diamètre de l'ouverture de la pastille 80<sub>1</sub> est supérieur au diamètre de l'ouverture des pastilles périphériques 80<sub>2</sub> à 80<sub>7</sub> et le diamètre de l'ouverture des pastilles périphériques 80<sub>8</sub> à 80<sub>19</sub> est le plus petit.

30 En variante (non représentée) on fait varier la fréquence de résonance en faisant varier le diamètre

extérieur des pastilles, la pastille centrale ayant le plus grand diamètre.

Dans une seconde catégorie de moyens de compensation des déphasages on fait varier la distance entre la surface réfléchissante et les pastilles semi réfléchissantes depuis le centre vers la périphérie.

Dans l'exemple de la figure 8, les pastilles secondaires se trouvent dans un plan 90 et la surface réfléchissante 92 présente des gradins circulaires, autour de l'axe 94. Ces gradins sont d'autant plus proches du plan 90 qu'ils sont éloignés de l'axe 94.

Dans l'exemple représenté sur la figure 9, la surface réfléchissante 96 est plane tandis que les pastilles secondaires se trouvent sur des gradins circulaires 98. La pastille centrale est la plus éloignée du plan 96 et les pastilles périphériques sont les plus rapprochées du plan 96.

En variante, au lieu de gradins on prévoit des surfaces inclinées. Il est également possible de prévoir des surfaces inclinées ou des gradins à la fois pour la surface réfléchissante et pour les pastilles secondaires.

REVENDICATIONS

1. Structure rayonnante comportant une pastille excitatrice (20; 44) destinée à recevoir un signal d'excitation et une pluralité de pastilles secondaires (22; 46; 80) destinées à rayonner les ondes reçues de la pastille excitatrice, caractérisée en ce qu'elle comporte une surface réfléchissante (26) au voisinage de la pastille excitatrice et en ce que les pastilles secondaires constituent des surfaces semi réfléchissantes, l'ensemble étant tel que les ondes rayonnées (32, 36) par les pastilles secondaires sont sensiblement en phase.

2. Structure selon la revendication 1, caractérisée en ce que la distance entre, d'une part, la pastille excitatrice et la surface réfléchissante et, d'autre part, les pastilles secondaires, est sensiblement égale à une demie longueur d'onde à transmettre.

3. Structure selon la revendication 2, caractérisée en ce que les pastilles secondaires sont disposées concentriquement et en ce qu'elles présentent un coefficient de réflexion qui est d'autant plus élevé qu'est plus élevé le nombre de pastilles secondaires s'étendant en direction radiale.

4. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la pluralité de pastilles secondaires comporte, d'une part, une pastille centrale (22; 46; 80) et, d'autre part, au moins une



multiplicité de pastilles périphériques autour de la pastille centrale.

5. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la pastille excitatrice (42) présente une forme allongée selon une direction et en ce que cette pastille excitatrice est alimentée, par un accès unique (58), par une onde à polarisation circulaire.

6. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la pastille excitatrice (44) reçoit l'énergie d'excitation par l'intermédiaire d'une autre pastille (42) séparée de la pastille excitatrice d'une distance faible par rapport à la distance entre la pastille excitatrice et les pastilles secondaires.

7. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce qu'elle comporte une cavité conductrice (40) logeant la pastille excitatrice et les pastilles secondaires.

8. Structure selon la revendication 7, caractérisée en ce que les pastilles secondaires présentent une multiplicité de pastilles périphériques (462 à 467) de formes et d'orientations telles qu'elles compensent la dépolarisation induite par la cavité conductrice (40).

9. Structure selon la revendication 8, caractérisée en ce que les pastilles périphériques sont allongées selon une direction inclinée par rapport à la direction radiale reliant le centre de ces pastilles au centre de l'ensemble de pastilles secondaires, l'inclinaison de toutes

les pastilles périphériques par rapport à leur direction radiale étant la même.

10. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les pastilles secondaires sont disposées autour d'un centre avec au moins un ensemble de pastille(s) à une première distance du centre et au moins une multiplicité de pastilles périphériques plus éloignées du centre, la fréquence de résonance des pastilles les plus proches du centre étant plus faible que la fréquence de résonance des pastilles plus éloignées du centre.

11. Structure selon la revendication 10, caractérisée en ce que les pastilles ont une forme circulaire et en ce que les pastilles les plus proches du centre ont un diamètre extérieur plus élevé que le diamètre des pastilles plus éloignées du centre.

12. Structure selon la revendication 10, caractérisée en ce que les pastilles sont en forme d'anneaux et ont toutes sensiblement le même diamètre extérieur, le diamètre intérieur des pastilles les plus proches du centre étant plus élevé que le diamètre intérieur des pastilles les plus éloignées du centre.

13. Structure selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que les pastilles secondaires sont disposées autour d'un centre et en ce que la distance des pastille secondaires à la surface réfléchissante diminue depuis le centre vers la périphérie.

14. Structure selon la revendication 13, caractérisée en ce que la surface réfléchissante et/ou la surface sur laquelle sont disposées les pastilles secondaires présentent des gradins (92; 98).

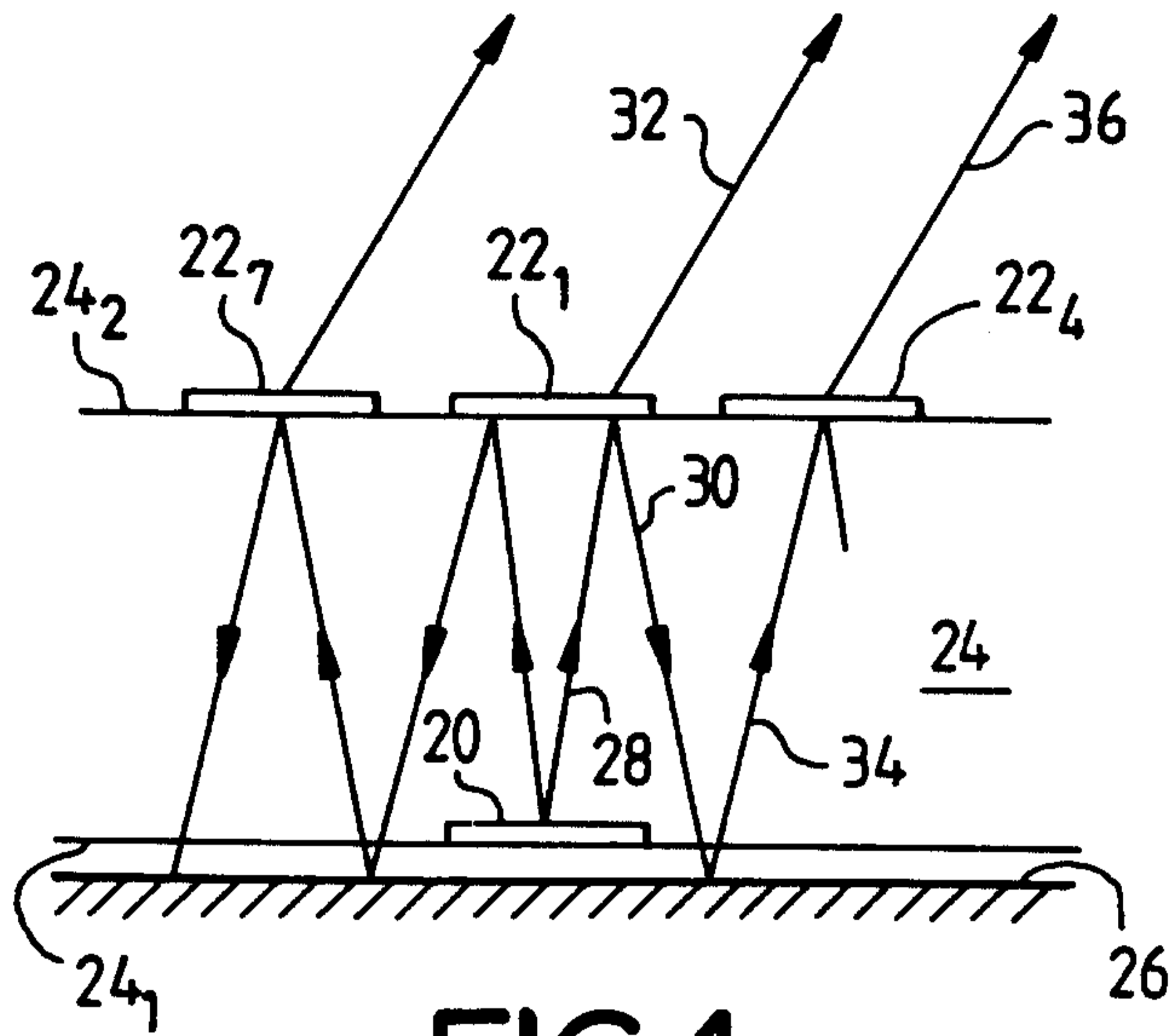


FIG. 1

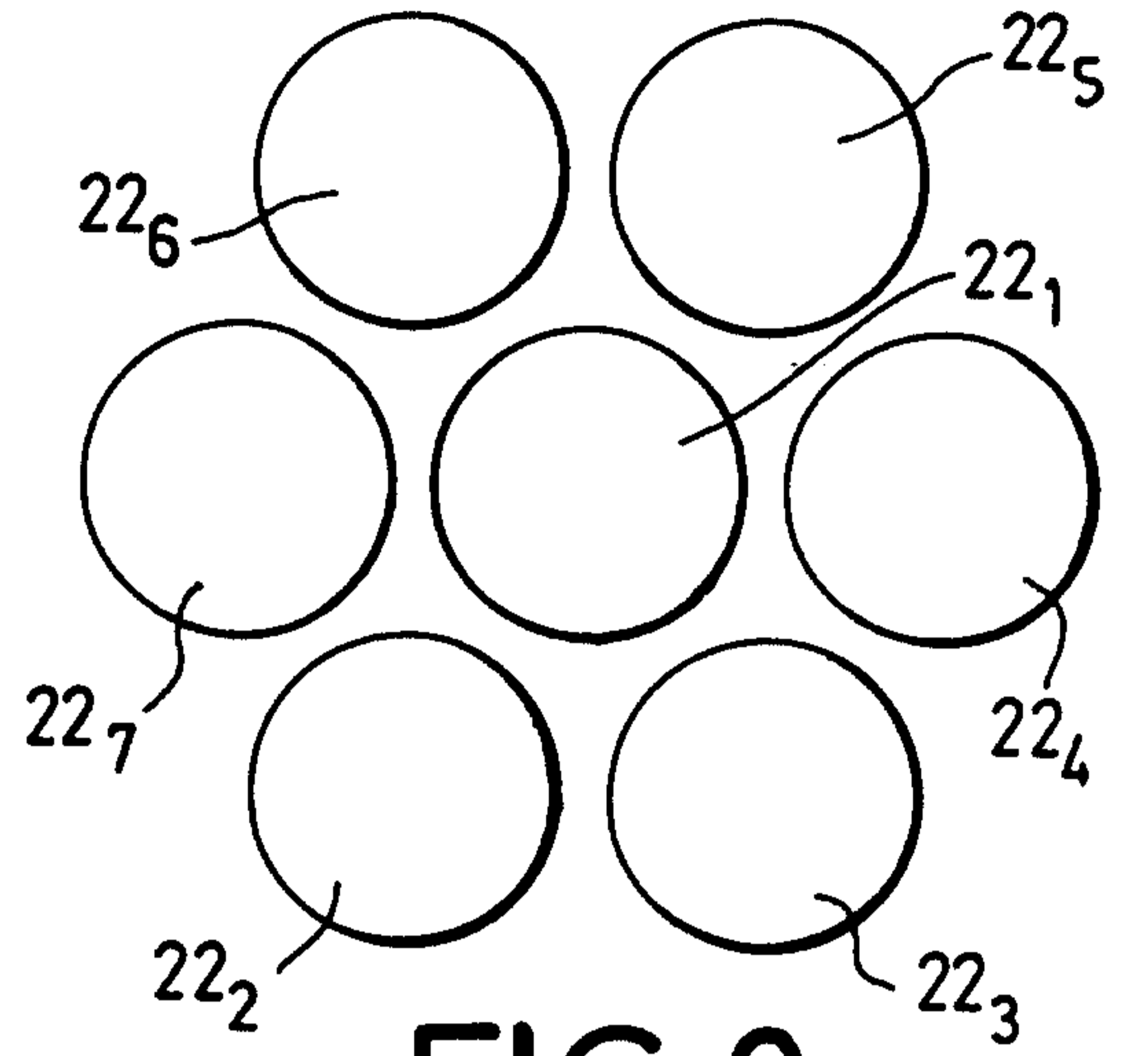


FIG. 2

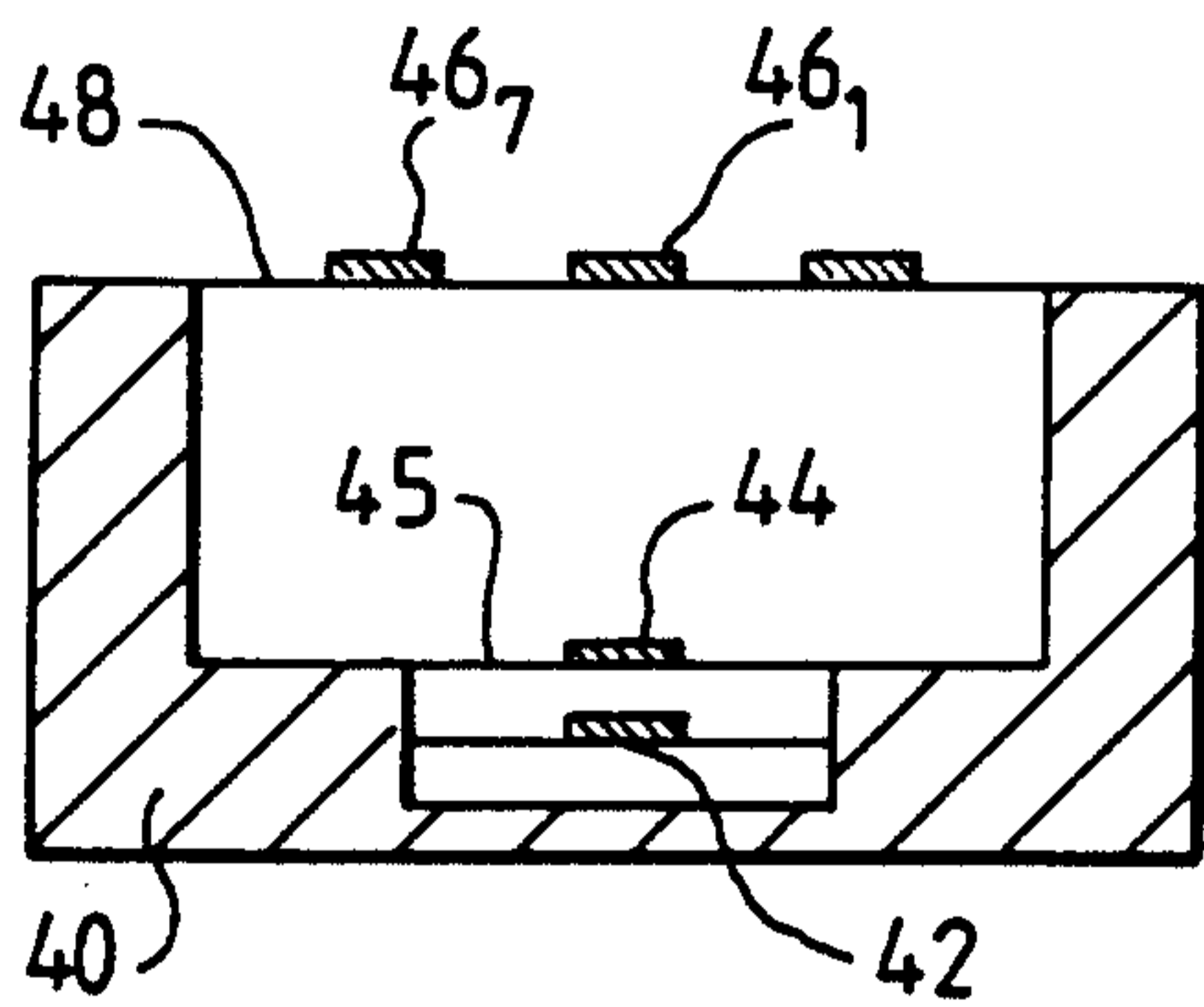


FIG. 3

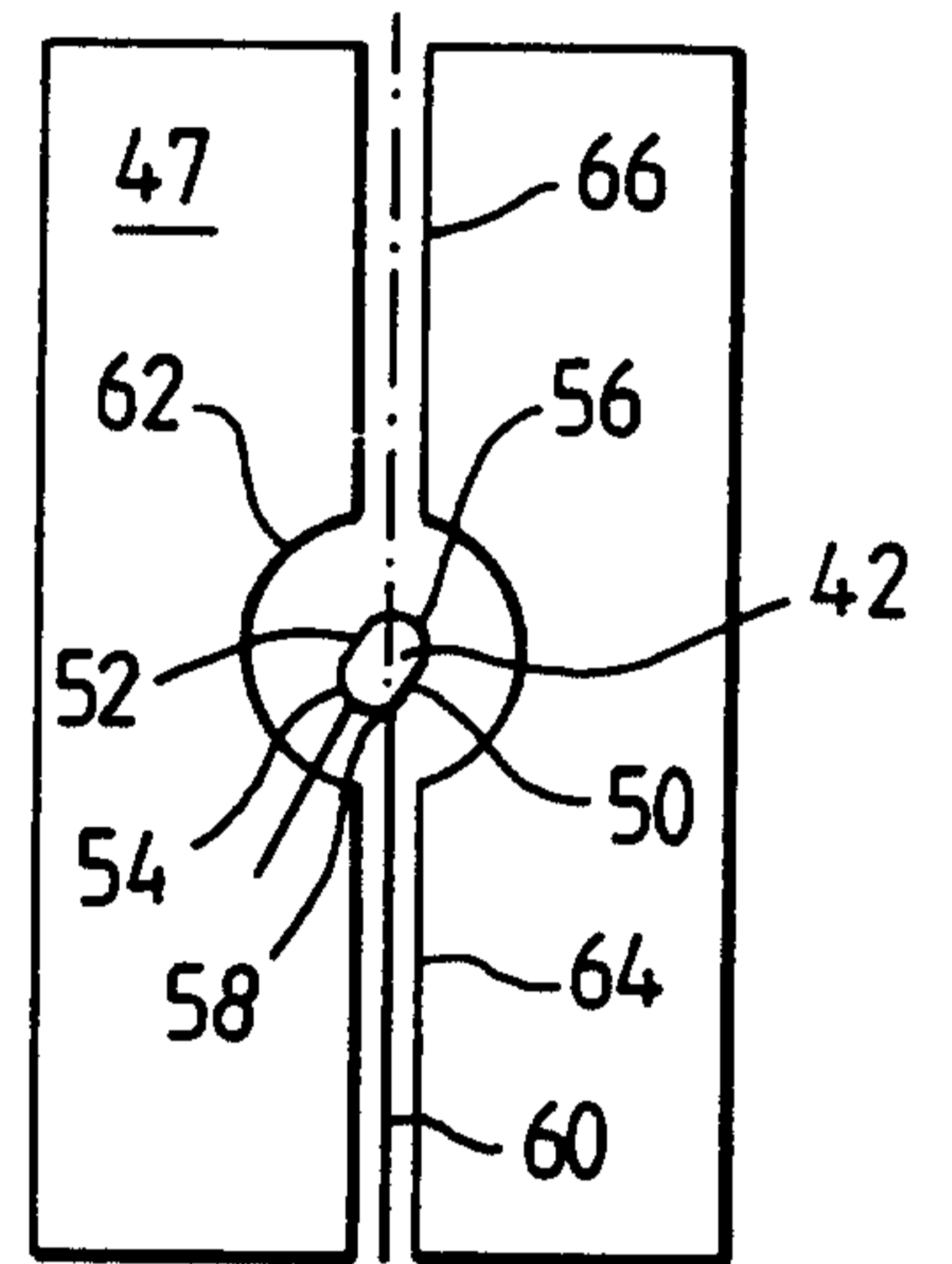


FIG. 4

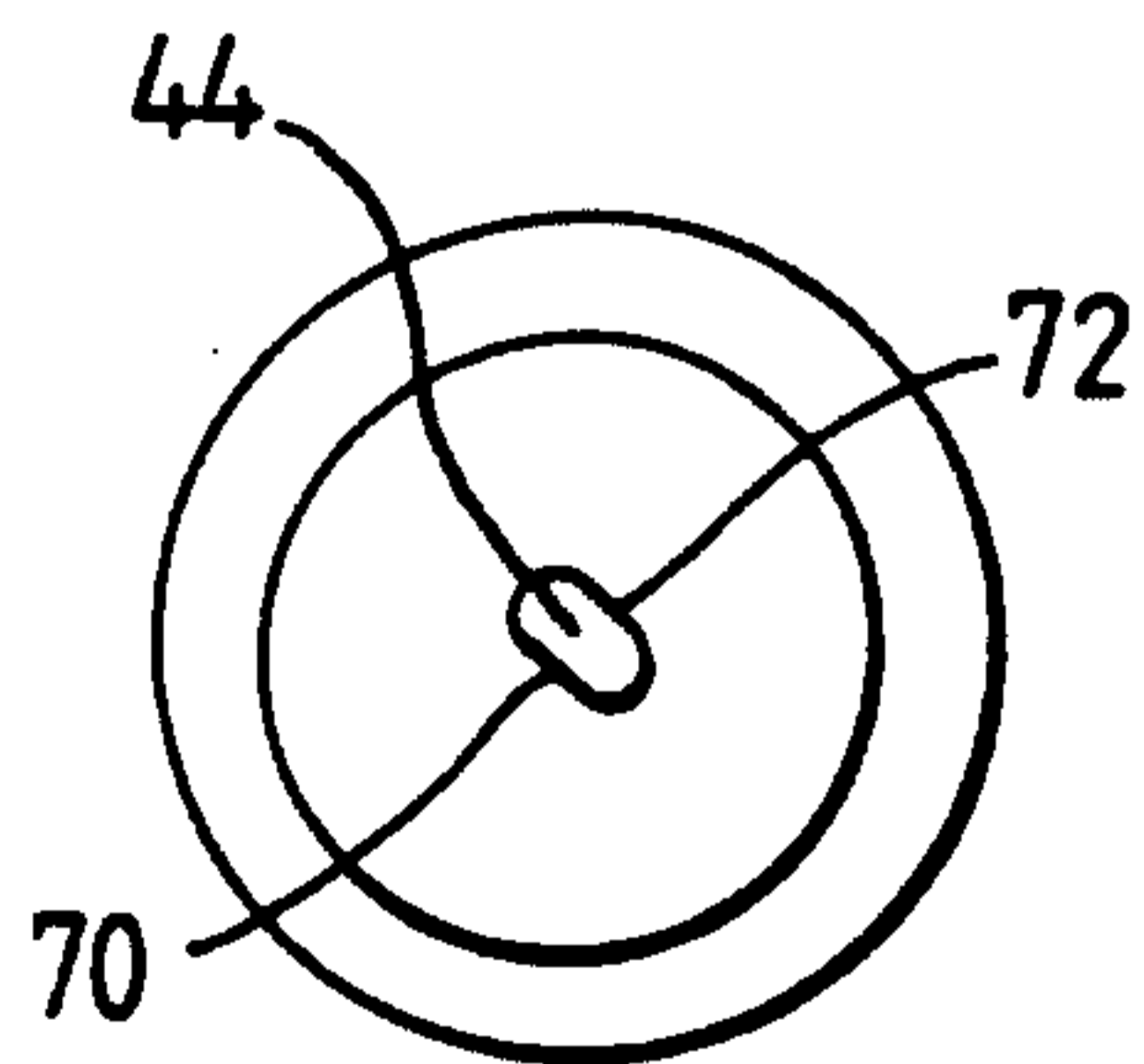


FIG. 5

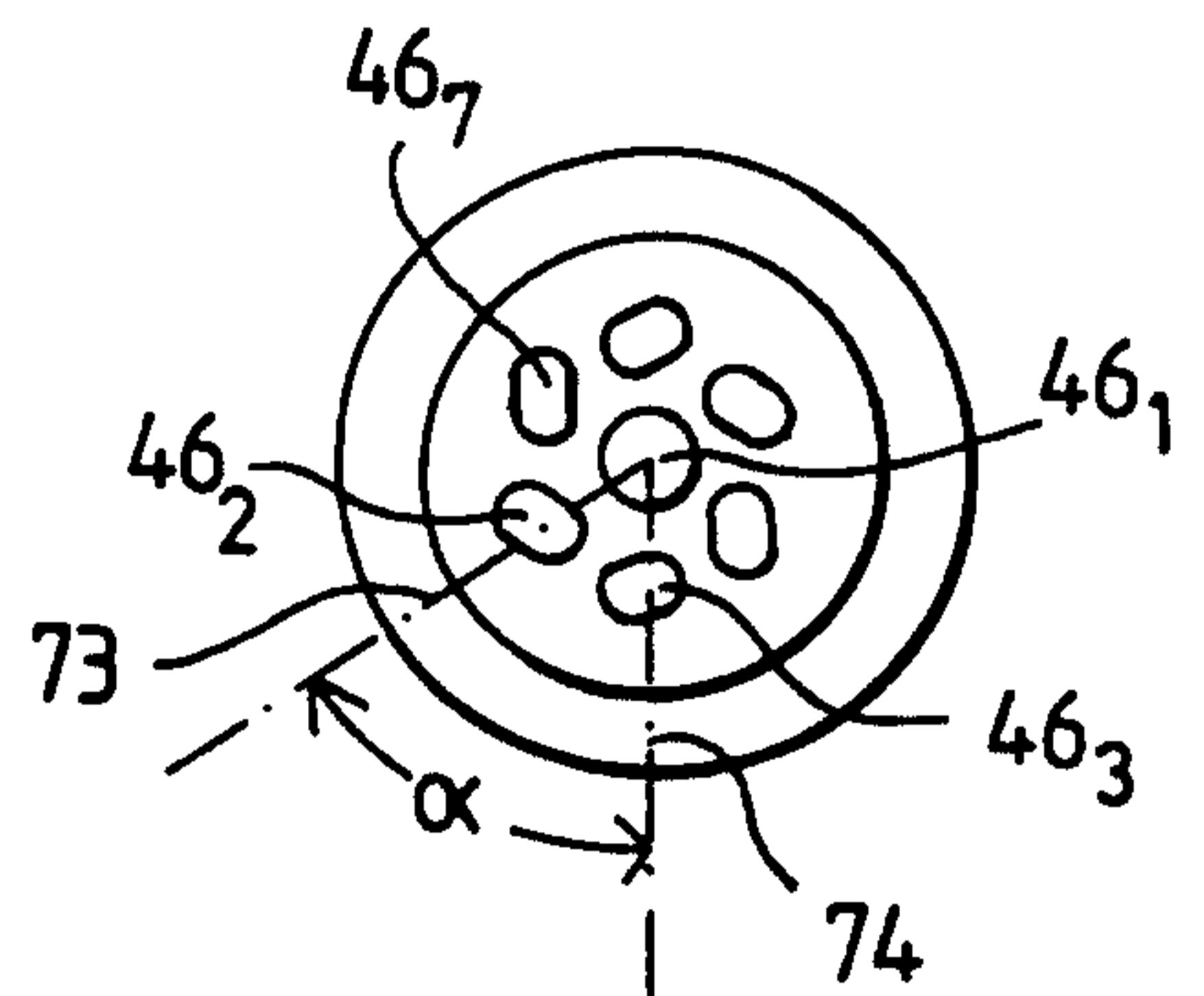


FIG. 6

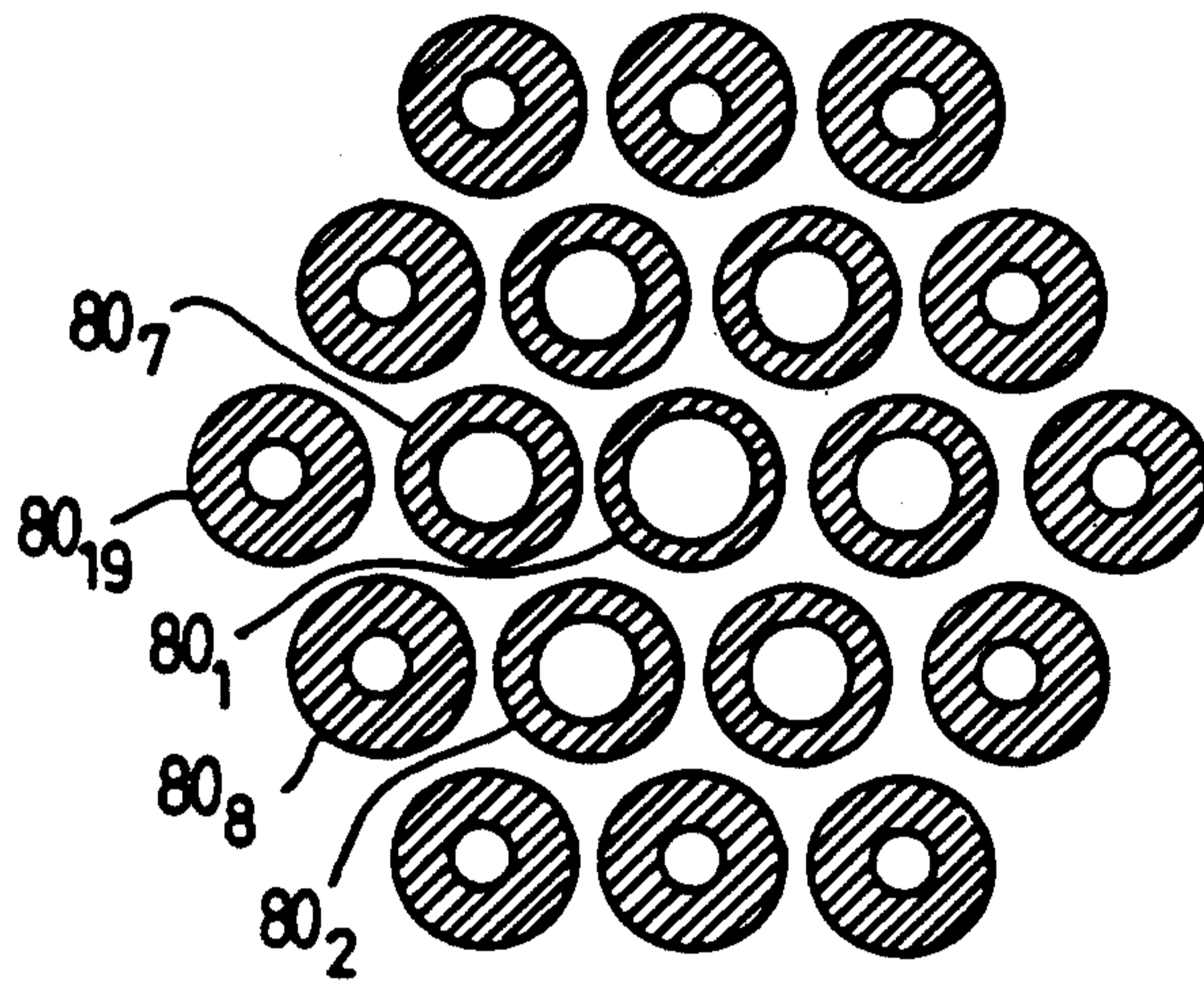


FIG. 7

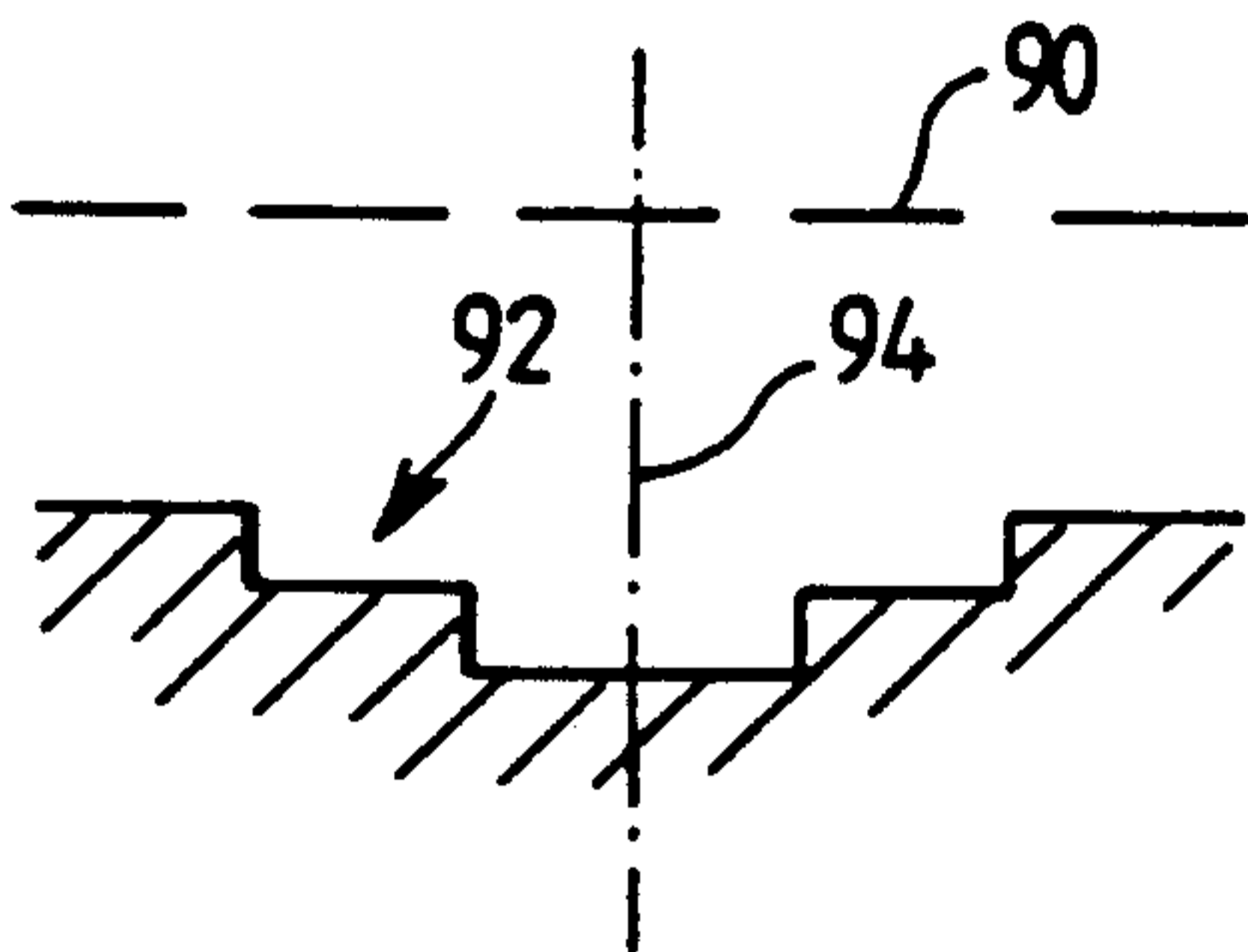


FIG. 8

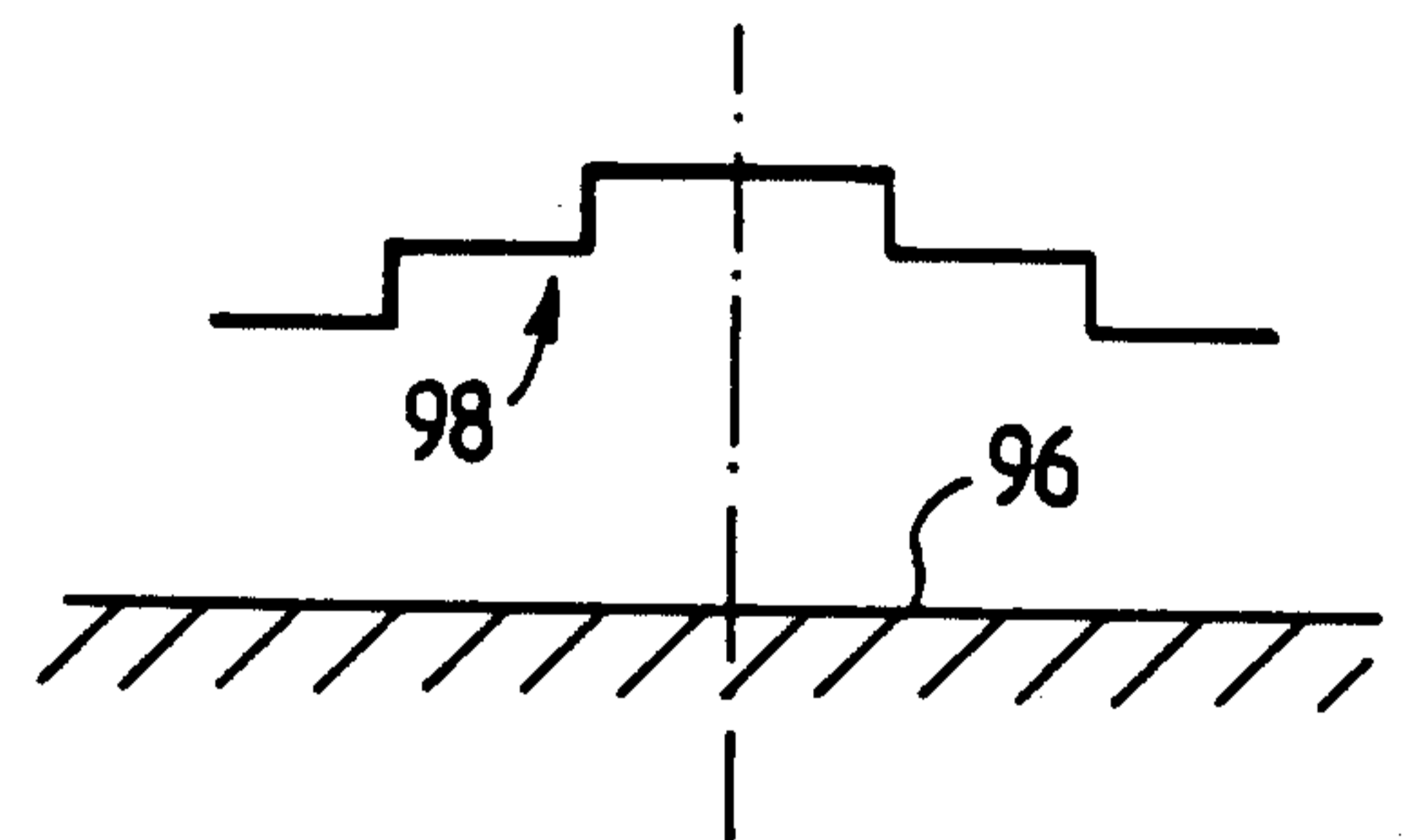


FIG. 9

