

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 04.03.03.

③⑦ Priorité : 07.03.02 DE 10209906.

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 12.09.03 Bulletin 03/37.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : EADS DEUTSCHLAND GMBH — DE.

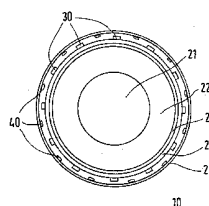
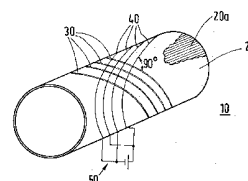
⑦② Inventeur(s) : HOROSCHENKOFF ALEXANDER et
ZURNER JÖRG.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CASALONGA ET JOSSE.

⑤④ ELEMENT DE TORSION PIEZOCERAMIQUE ET ACTIONNEUR DE TORSION REALISE A PARTIR DE CELUI-CI.

⑤⑦ L'invention concerne un élément de torsion (10) destiné notamment à la réalisation d'actionneurs de torsion. L'élément de torsion est formé d'un barreau de torsion (20) souple en torsion, mais rigide en flexion, sur lequel sont enroulées des fibres (30) piézocéramiques et des électrodes (40) qui assurent la connexion électrique des fibres piézocéramiques. Les fibres (30) piézocéramiques et les électrodes (40) sont enroulées de manière croisée en formant un angle α , de préférence de 90°.



Elément de torsion piézocéramique et actionneur de torsion réalisé à partir de celui-ci

5 La présente invention concerne un élément de torsion formé d'un barreau de torsion, souple en torsion, mais rigide en flexion, avec enroulées sur celui-ci, des fibres piézocéramiques et des électrodes qui assurent la connexion électrique des fibres piézocéramiques. L'invention concerne également un actionneur de torsion réalisé sur la
10 base dudit élément de torsion.

 Dans les systèmes de commande, on a fréquemment besoin d'éléments de réglage ou d'actionneurs capables d'exécuter des mouvements de rotation à oscillation rapide dans les plages angulaires moyenne et élevée. Ainsi par exemple, pour améliorer les conditions
15 d'écoulement aérodynamique autour de certains éléments profilés, tels que des pales de rotor, il peut être avantageux de commander des volets avec une fréquence de commande élevée au moyen d'actionneurs de torsion de ce type.

 Une possibilité pour ce faire consiste à exploiter les
20 anisotropies de construction et du matériau, en transformant une force longitudinale exercée sur l'extrados ou sur l'intrados en un mouvement de torsion de la pale de rotor. Pour cela, la pale de rotor en tant que telle est agencée de manière active, mais elle doit cependant pouvoir supporter les charges de vent dominantes. Une autre possibilité
25 consiste à intégrer un actionneur de torsion dans la pale de rotor. Dans ce cas, l'actionneur de torsion fournit la force de réglage et sert simultanément à supporter les charges de vent, le reste de la structure de la pale de rotor étant ainsi soulagé de cette fonction.

 Un actionneur de torsion comprend un élément de torsion actif
30 qui produit la force et l'action de réglage lorsqu'on lui applique une tension électrique. Par le biais de composants supplémentaires, l'action de réglage est transformée en une force de réglage utilisable

par l'application concernée, avec l'angle de réglage, le couple et la fréquence nécessaires.

5 Par le document DE 40 33 089 C1, on connaît un élément de torsion, dans lequel des fibres piézocéramiques sont enroulées sur un barreau de torsion. Afin d'exercer une action de torsion sur le barreau, les fibres piézocéramiques sont enroulées inclinées sur le barreau de torsion, c'est-à-dire sous un angle différent de 90° par rapport à l'axe longitudinal dudit barreau de torsion. Avec un enroulement dans la direction 90° (directement transversalement au barreau), l'application
10 d'une tension électrique aux fibres piézocéramiques aurait pour résultat la contraction de celles-ci et par suite une réduction du diamètre du barreau, mais aucune torsion. Ceci n'aurait qu'une incidence sur le comportement d'amortissement du barreau. L'intensité de la torsion (couple) et la direction de la torsion peuvent être réglés
15 par la densité d'enroulement des fibres piézocéramiques et par l'angle (pas) entre la direction d'enroulement et l'axe longitudinal du barreau de torsion.

Pour leur connexion électrique, dans le document DE 40 33 089 C1, les fibres piézocéramiques sont pourvues d'un
20 noyau conducteur du courant électrique et sont noyées dans une matrice conductrice du courant électrique, de sorte que les électrodes sont quasiment parallèles à la fibre piézocéramique. Le noyau de chacune des fibres doit donc être connecté directement pour pouvoir appliquer une tension entre celui-ci et la matrice.

25 Ceci est très difficile à réaliser au niveau du procédé pour la fabrication d'un élément de torsion de ce type, et il n'est pas rare en fonctionnement, que plusieurs fibres ne soient pas commandées ou cessent de fonctionner, ce qui entraîne une dégradation du fonctionnement de l'élément de torsion.

30 Partant de là, l'invention a pour but un élément de torsion dans lequel la connexion des fibres piézocéramiques est réalisée plus simplement et présente une moins grande sensibilité aux perturbations. Un autre but de l'invention est de proposer un actionneur de torsion

offrant de meilleures performances, qui puisse être fabriqué et utilisé de manière économique.

En ce qui concerne l'élément de torsion, le but est atteint dans un élément de torsion du type indiqué en introduction par le fait que
5 les fibres piézocéramiques et les électrodes sont enroulées en formant entre elles un angle α .

Il est avantageux ici que les électrodes qui présentent une forme allongée simple, par exemple une forme de fil ou similaire, soient enroulées sur le barreau de torsion. Les électrodes peuvent être
10 disposées au-dessus ou au-dessous des fibres piézocéramiques, et les performances de l'élément de torsion peuvent modifiées en agissant sur le nombre de fibres piézocéramiques.

Un avantage de l'élément de torsion selon l'invention réside dans le fait que, grâce à l'enroulement croisé de fibres piézocéramiques et d'électrodes, on obtient une connexion simple qui
15 peut être réalisée au cours de deux opérations d'enroulement simples. Ainsi les coûts de fabrication sont limités. De même l'application d'une tension électrique aux différentes fibres piézocéramiques est simplifiée du fait du contact direct entre les fibres piézocéramiques et
20 les électrodes.

De préférence, on retiendra pour l'enroulement un angle compris entre 45° et 130° . Dans un mode de réalisation particulièrement préféré de l'invention, les fibres piézocéramiques forment un angle de 90° avec les électrodes. Ceci est très facile à
25 réaliser sur le plan technique et les tronçons de fibres entre deux électrodes sont situés dans un ordre de grandeur favorable. Ils ne sont ni trop grands, ce qui se traduirait par une mauvaise utilisation des fibres piézocéramiques, ni trop petits, ce qui pourrait entraîner des courts-circuits entre les électrodes.

Pour une utilisation universelle de l'élément de torsion, en particulier dans un actionneur de torsion, les électrodes peuvent être avantageusement connectées à une tension électrique, par tronçons le
30 long de leur longueur. Dans ce cas, seules certaines portions des fibres

piézocéramiques ou de l'ensemble de l'enroulement sont commandées et amenées à se contracter ou à se dilater.

5 Pour la commande par tronçons, les électrodes, par exemple, peuvent être interrompues par des tronçons non conducteurs et chaque tronçon peut être connecté individuellement sur le plan électrique. Une électrode peut également comporter plusieurs contacts sur sa longueur, et une tension électrique peut être appliquée entre les contacts concernés, en fonction des besoins. Ceci permet d'adapter électriquement la course de réglage de l'élément de torsion en
10 fonction des besoins, sans avoir à exécuter le mouvement de rotation dans son intégralité. Ainsi le mouvement de rotation peut être adapté à la course de réglage concernée sans mécanisme spécifique, à l'aide de la régulation électronique, et le mécanisme peut être adapté pour d'autres fonctions.

15 De préférence, les fibres piézocéramiques et les électrodes sont isolées électriquement vis-à-vis du barreau de torsion et/ou de l'environnement. Une isolation vis-à-vis du barreau de torsion est nécessaire lorsque des courts-circuits sont à craindre du fait de la conductivité. Une isolation vis-à-vis de l'environnement augmente les
20 possibilités d'utilisation de l'élément de torsion dans divers milieux, une influence réciproque avec le milieu étant exclue par la présence de l'isolation. En ce qui concerne l'isolation, il s'agit de préférence de matières isolantes conventionnelles, qui sont appliquées par couches. Comme solution alternative, l'isolation peut être réalisée par la
25 matrice de matière plastique, dans laquelle les électrodes et les fibres piézocéramiques sont noyées.

Le support, dans l'élément de torsion conforme à l'invention, est un barreau de torsion souple en torsion, mais rigide en flexion. Pour satisfaire ces exigences, l'élément de torsion est
30 avantageusement réalisé en une matière plastique renforcée par fibres, les fibres étant orientées dans la direction longitudinale du barreau de torsion. Grâce à l'orientation des fibres dans la direction longitudinale et à la rigidité liée à l'orientation des fibres, le barreau de torsion présente la rigidité nécessaire dans la direction longitudinale. Du fait

de l'absence de fibres dans la direction périphérique, le barreau de torsion reste souple vis-à-vis des forces agissant dans cette direction, ce qui autorise une torsion.

5 Comme variante, il est possible de répartir les exigences techniques concernant le barreau de torsion entre différents composants, le cas échéant réalisés en des matériaux différents. Pour cela le barreau de torsion comporte un noyau rigide en flexion et en compression, qui ne doit pas nécessairement être souple en torsion. Cette exigence est satisfaite par une gaine souple en torsion, qui est
10 disposée sur le noyau. Les forces de compression et de flexion sont transmises par la gaine au noyau. Le noyau rigide en flexion n'oppose aucune résistance vis-à-vis des forces de torsion, la force de torsion étant supportée par la gaine et transformée en un mouvement de torsion.

15 De préférence, une matière viscoélastique est insérée entre le noyau et la gaine souple en torsion, laquelle matière renforce la séparation et la répartition mentionnée plus haut des exigences entre les composants et les matériaux. De manière particulièrement avantageuse, le matériau viscoélastique est un élastomère ou un
20 produit expansé.

En ce qui concerne l'actionneur de torsion, le but est atteint conformément à l'invention par le fait l'élément de torsion est fixé dans un palier fixe et que la/les extrémités libres sont liées activement à un mécanisme de transformation du mouvement.

25 Le palier fixe peut être situé à une extrémité de l'élément de torsion et le mécanisme à l'autre extrémité ; il est également possible de disposer le palier fixe au milieu de l'élément de torsion et de prélever la force de torsion aux deux extrémités. Dans le premier cas, on exploite la course de torsion maximale, tandis que dans le second
30 cas, deux mouvements de torsion peuvent être prélevés simultanément, la course maximale par unité de longueur étant divisée par deux dans ce cas. Ceci peut être compensé par le mécanisme, lorsque la force prélevée est réduite.

Pour une meilleure stabilité, il est avantageux de monter l'élément de torsion dans des paliers libres supplémentaires entre le palier fixe et la/les extrémités libres. Ainsi l'élément de torsion est mieux supporté, ce qui diminue les risques de flexion du barreau de torsion dans l'élément de torsion, susceptible de produire une déformation de l'élément de torsion et de diminuer son rendement. De plus, il est possible avec le palier libre de diviser l'élément de torsion en secteurs (tronçons) et de réaliser une connexion électrique par tronçons.

En ce qui concerne le mécanisme, il s'agit de préférence d'une roue montée rigide en torsion, de préférence avec un diamètre supérieur à celui de l'élément de torsion lui-même. Une grande roue permet d'augmenter la course de réglage prélevée, ceci au détriment de la force de réglage toutefois. Etant donné que les actionneurs piézocéramiques sont caractérisés par une force de réglage élevée, cette réduction de la force de réglage absolue peut être acceptable.

En ce qui concerne la commande de l'actionneur de torsion, celui-ci est équipé de préférence d'une unité de réglage qui, par l'intermédiaire de moyens montés sur le mécanisme pour la mesure de l'angle de torsion réalisé et/ou de moyens pour la mesure du couple, commande les électrodes de manière à obtenir une concordance entre valeur réglée et valeur de consigne. Une tension est appliquée aux électrodes (également par tronçons) jusqu'à l'obtention de la torsion souhaitée. Avec une commande qui varie en fonction du temps, il est possible d'obtenir de manière simple un mouvement de torsion sans usure, à haute fréquence, avec des forces de réglage élevées et de grands angles de rotation.

D'autres détails, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description détaillée qui va suivre d'exemples de réalisation faite en référence aux dessins. Ceux-ci représentent :

Figure 1, de manière schématique une structure d'un élément de torsion conforme à l'invention, avec un barreau de torsion en matière plastique ;

Figure 2, une coupe transversale d'un élément de torsion conforme à l'invention avec un noyau rigide en torsion et une gaine souple en torsion ;

Figure 3, un actionneur de torsion avec un élément de torsion.

5 L'élément de torsion 10 représenté à la figure 1 comprend un barreau de torsion 20, formé de fibres de verre 20a noyées dans une matrice (représentée de manière schématique). Les fibres sont disposées dans la direction longitudinale du barreau de torsion 20. Les fibres de verre 20a se caractérisent par une résistance élevée dans la direction longitudinale, de sorte que le barreau de torsion 20 présente la rigidité en flexion nécessaire tout en restant souple en torsion, afin de transformer la force des fibres piézocéramiques 30 en un mouvement de torsion.

15 Les fibres piézo-mécaniques 30 sont enroulées sur le barreau, parallèlement les unes aux autres sous un angle de 45° par rapport à la direction longitudinale du barreau de torsion 20. Les électrodes 40, également mutuellement parallèles, sont enroulées sous un angle de 135° ou 45° par rapport à la direction longitudinale du barreau de torsion 20. Ainsi, les électrodes 40 et les fibres piézocéramiques 30 forment entre elles un angle de 90° à leur point d'intersection. Les fibres piézocéramiques 30 peuvent être enroulées en premier, et ensuite les électrodes 40 ; il est également possible d'enrouler d'abord les électrodes 40, puis les fibres piézocéramiques 30. Il est encore possible de disposer plusieurs couches les unes sur les autres.

25 Les électrodes sont commandées par l'intermédiaire d'un circuit électrique 50, à l'aide duquel une tension électrique peut être appliquée par tronçons auxdites électrodes, de telle sorte que certains secteurs (tronçons) des fibres piézocéramiques soient alimentés et participent au mouvement de torsion de l'élément de torsion 10. La puissance de l'élément de torsion 10 est contrôlée par le biais du nombre de fibres piézocéramiques 30 par portion de longueur de l'élément de torsion 10.

30 Pour augmenter les possibilités d'utilisation et la flexibilité, les électrodes 40 et les fibres piézocéramiques 30 sont isolées

électriquement vis-à-vis du barreau de torsion 20 et vis-à-vis de l'environnement par des couches isolantes (non représentées ici pour des raisons de clarté).

La figure 2 montre une coupe transversale d'un élément de torsion 10, dans lequel les électrodes 40 et les fibres piézocéramiques 30 sont isolées électriquement vis-à-vis de l'élément de torsion 10 et de l'environnement, chaque fois par une couche isolante 24, 25. La figure montre la coupe de l'élément de torsion 10 en un emplacement situé en dehors des points de contact entre les électrodes 40 et les fibres piézocéramiques 30 ; c'est la raison pour laquelle, toutes deux apparaissent ici dans des couches différentes, sans contact mutuel. Dans le mode de réalisation représenté, le barreau de torsion 20 est formé d'un noyau 21 rigide en flexion et en torsion. Il peut s'agir d'un noyau métallique, par exemple en titane. Ce noyau 21 est entouré d'un élastomère, en tant que matériau viscoélastique 22, rigide en compression, qui, à son tour est entouré d'une gaine 23. En ce qui concerne la gaine, il peut s'agir d'une matière plastique pour y noyer les fibres piézocéramiques, comme par exemple de la résine époxy ou du caoutchouc.

Grâce à la structure en couches les conditions requises pour le barreau de torsion 20, à savoir souplesse en torsion mais rigidité en flexion, sont réparties entre différents matériaux, dans des zones différentes du barreau de torsion 20. Le noyau 21 joue le rôle de support en ce qui concerne la rigidité en flexion, tandis que le matériau visco-élastique n'oppose pratiquement aucune résistance à la torsion de la gaine 23.

La figure 3 représente un actionneur de torsion 70 comportant un élément de torsion 10 qui ne permet qu'une seule prise pour l'exploitation du couple produit par l'élément de torsion 10.

Dans ce cas, l'élément de torsion 10 est tenu au niveau de son extrémité gauche sur le dessin dans un palier fixe 60 et la prise du mouvement de torsion a lieu par le biais d'un mécanisme 63 monté à l'extrémité libre en mouvement de l'élément de torsion 10. Entre les extrémités, l'élément de torsion 10 est supporté par deux paliers libres

61. Ces supports supplémentaires stabilisent l'actionneur de torsion 70, en ce sens que le mouvement de torsion de l'élément de torsion 10 peut être entièrement exploité et qu'il ne se produit pas de phénomène de vrillage.

5 A travers les paliers libres 61, du fait des contacts existant entre l'élément de torsion 10 et les paliers lisses 61, une possibilité supplémentaire est offerte pour commander les fibres piézocéramiques 30 enroulées sur l'élément de torsion 10 (tracées succinctement sur la figure) via les électrodes 40 assurant la connexion électrique.
10 L'application d'une tension aux électrodes 40 peut aussi avoir lieu en dehors des paliers libres 61, comme cela est indiqué, entre le palier fixe 60 et le palier libre 61 gauche.

 Pour commander et réguler l'actionneur de torsion 70, il est prévu sur le mécanisme 63, lequel sert à prélever le mouvement de
15 rotation et se présente dans le cas présent sous la forme d'une roue montée à l'extrémité libre de l'élément de torsion 10, des moyens de mesure d'angle 65 et des moyens de mesure de couple 64, qui analysent le mouvement de rotation. Pour la régulation, les signaux 64a, 65a ainsi obtenus sont comparés à la valeur de consigne dans une
20 unité de régulation 62, et la commande 66 des électrodes 40 et donc des fibres piézocéramiques 40 est maintenue jusqu'à l'obtention des valeurs de consigne. Ceci est rendu possible par le fait que les électrodes 40 sont commandées par tronçons et que le mouvement de torsion n'est engendré que dans une portion de l'élément de torsion
25 10 ; une augmentation du mouvement de torsion peut être obtenue soit par l'ajout de tronçons supplémentaires, soit par l'augmentation de la tension appliquée, soit par les deux combinés.

 Pour augmenter encore la puissance du mouvement de torsion délivré, il est possible de monter en série des éléments de torsion 10
30 supplémentaires et/ou de glisser l'un dans l'autre plusieurs éléments de torsion . Dans ce cas, le mouvement de torsion des éléments de torsion est basé sur celui de l'élément de torsion précédent, d'où une addition des mouvements.

De même il est possible d'obtenir un mouvement oscillant en pilotant de manière adaptée l'élément de torsion via l'unité de réglage et de régulation 62.

REVENDICATIONS

1. Elément de torsion (10) formé d'un barreau de torsion (20),
souple en torsion, mais rigide en flexion, avec enroulées sur celui-ci des
5 fibres (30) piézocéramiques et des électrodes (40) qui assurent la
connexion électrique desdites fibres piézocéramiques, caractérisé en ce
que les fibres (30) piézocéramiques et les électrodes (40) sont enroulées
de manière croisée en formant un angle α .
2. Elément de torsion (10) selon la revendication 1, caractérisé
10 en ce que l'angle α . est de 90° .
3. Elément de torsion (10) selon la revendication 1 ou 2,
caractérisé en ce qu'une tension électrique peut être appliquée aux
électrodes (40), par tronçon, dans leur direction longitudinale.
4. Elément de torsion (10) selon une quelconque des
15 revendications précédentes, caractérisé en ce que les fibres (30)
piézocéramiques et les électrodes (40) sont isolées électriquement (24,
25) vis-à-vis du barreau de torsion (20) et/ou de l'environnement.
5. Elément de torsion (10) selon une quelconque des
revendications précédentes, caractérisé en ce que le barreau de torsion
20 (20) est en une matière plastique renforcée par fibres et en ce que les
fibres (20a) sont orientées dans la direction longitudinale.
6. Elément de torsion (10) selon une quelconque des
revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le barreau de torsion (20)
comporte un noyau (21) rigide en compression et rigide en flexion avec
25 une gaine (23) souple en torsion.
7. Elément de torsion (10) selon la revendication 6, caractérisé
en ce qu'un matériau viscoélastique (22) est placé entre le noyau (21) et
la gaine (23).
8. Elément de torsion (10) selon la revendication 7, caractérisé
30 en ce que le matériau viscoélastique (22) est un élastomère ou un produit
expansé.
9. Actionneur de torsion (70) comportant un élément de torsion
(10) selon une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que

l'élément de torsion (10) est fixé dans un palier (60) fixe et en ce que la/les extrémité(s) libre(s) sont liées activement à un mécanisme (63) de transformation du mouvement.

10. Actionneur de torsion (70) selon la revendication 9,
5 caractérisé en ce que l'élément de torsion (10) est monté entre le palier fixe (60) et les extrémités libres dans des paliers libres (61).

11. Actionneur de torsion (70) selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce que le mécanisme (63) est une roue montée rigide en torsion sur l'extrémité libre.

10 12. Actionneur de torsion (70) selon une quelconque des revendications 9 ou 11, caractérisé en ce qu'une unité de réglage (62) transforme le déplacement de torsion de l'élément de torsion (10) en signaux de commande (66) pour les électrodes (40), par l'intermédiaire de moyens de mesure d'angles (65) et/ou de moyens de mesure de couple
15 (64).

FIG. 1

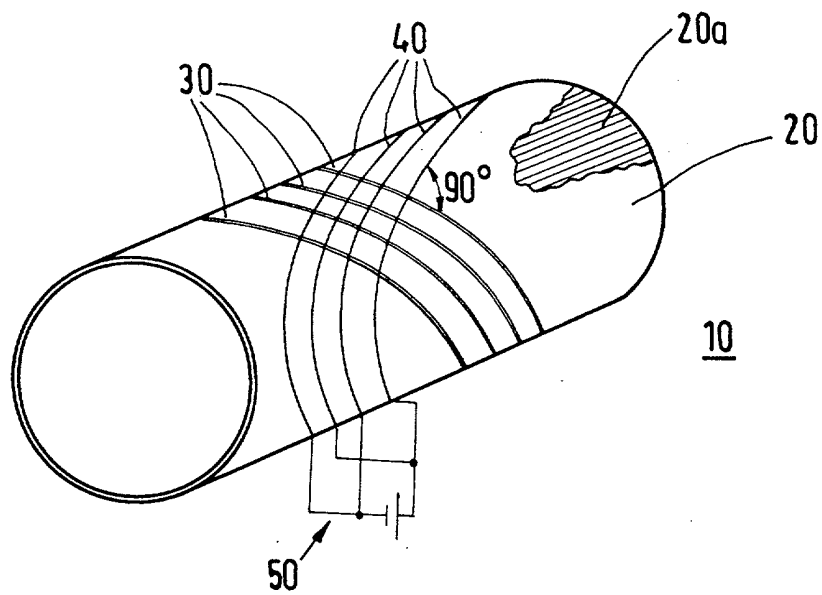


FIG. 2

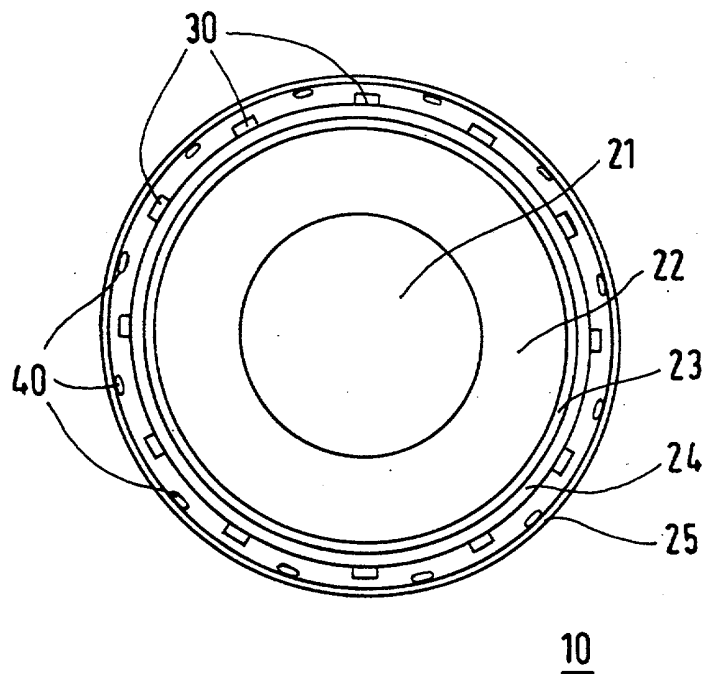


FIG. 3

