

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 562 280

②1 N° d'enregistrement national : **85 04791**

⑤1 Int Cl^a : G 05 D 3/00; G 01 C 19/64; H 01 L 41/04;
H 01 S 3/086.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 29 mars 1985.

③0 Priorité : DE, 31 mars 1984, n° P 34 12 014.9.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 40 du 4 octobre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : DEUTSCHE FOR-
SCHUNGS- UND VERSUCHSANSTALT FÜR LUFT-UND
RAUMFAHRT e.V. — DE.

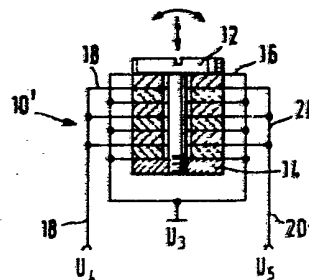
⑦2 Inventeur(s) : Rüdiger Rodloff et Werner Jungbluth.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Bonnet-Thirion, G. Foldés.

⑤4 Commande de réglage en céramique piézo-électrique pour la création de mouvements de translation, en particulier de miroirs de lasers en anneau.

⑤7 Commande de réglage en céramique piézo-électrique pour la création de mouvements de translation et de mouvements angulaires, en particulier sur des miroirs de laser en anneau, comprenant des disques piézo-électriques maintenus assemblés en un empilement 10, qui sont polarisés de façon que la direction de dilatation et la direction du champ électrique s'étendent parallèlement. Les disques piézo-électriques ont d'un côté, une surface de contacts ininterrompue et de l'autre côté, sont séparés symétriquement en segments de contact électriquement dissociés les uns des autres, qui sont dotés de branchements électriques distincts 16, 18, 20.



FR 2 562 280 - A1

D

L'invention concerne une commande de réglage en céramique piezo-électrique pour la création de mouvements de translation du genre comprenant des disques piezo-électriques maintenus assemblés en un empilement, qui sont polarisés de façon que la direction de dilatation et la direction du champ électrique soient parallèles, et sont dotés sur les deux faces de surfaces de contact.

Des commandes de réglage en céramique piezo-électrique du type dénommé sont utilisées par exemple pour le déplacement parallèle à eux-mêmes de miroirs d'angle, dans des lasers en anneau. Grâce à elles, la longueur du trajet optique ou la longueur de la cavité de résonance du laser en anneau sont maintenues constantes, (brevet US 35 81 227).

Il est connu, que par des déformations thermiques ou mécaniques du bloc support central d'un gyroscope à laser en anneau, non seulement, s'introduisent des erreurs de longueurs, qui peuvent être corrigées par le mouvement de translation des miroirs, mais en plus des torsions pour la compensation desquelles les miroirs doivent être orientables. Comme commande de réglage en céramique piezo-électrique, avec laquelle on peut réaliser aussi bien une translation qu'un mouvement de rotation des miroirs, on connaît un élément de réglage bimorphe, qui se compose de deux disques en céramique piezo-électrique, entre lesquels est disposée une carte de circuits imprimés électrique, et dont l'extérieur porte chaque fois des plaques de contact segmentées. Des segments de contact opposés y sont raccordés en parallèle à chaque fois un pôle d'une source de tension. Par des gradients de tension assymétriques, on arrive alors à obtenir un mouvement de rotation dans le centre de l'élément de réglage, qui est transmis sur le miroir au moyen d'un élément de transmission. Une telle disposition comporte l'inconvénient que l'on ne dispose que d'un couple faible pour le mouvement de réglage, et que le miroir est mal guidé pendant le mouvement de rotation (Brevet US 4 113 387).

L'invention a pour but de créer une commande de réglage en céramique piezo-électrique du genre considéré, avec laquelle des mouvements de rotation peuvent être produits avec des couples de régulation élevés, et où en même temps

la commande de réglage elle-même rend possible un guidage très précis des éléments de construction mis en oeuvre par la commande de réglage.

5 Le but est atteint selon l'invention grâce au fait que la surface de contact d'au moins un des disques piezo-électriques est symétriquement partagée en segments électriquement dissociés les uns des autres, et que les segments de contact sont équipés de branchements électriques distincts.

10 Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description et des revendications ci-après.

L'invention sera décrite ci-après à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

15 La Fig. 1 montre une commande de réglage selon l'invention dans une première forme de réalisation

La Fig. 2 montre en vue par dessus des deux côtés un disque piezo-électrique selon l'invention

20 La Fig. 3 montre en vue par dessus une autre forme de réalisation d'un disque piezo-électrique selon l'invention

La Fig. 4 montre une autre forme de réalisation d'une commande de réglage selon l'invention

La Fig. 5 montre schématiquement un laser en anneau

25 La Fig. 6 montre une forme de réalisation d'un miroir d'angle d'un laser en anneau avec une commande de déplacement selon l'invention en coupe avec deux positions du miroir d'angle

30 La Fig. 7 montre schématiquement un micro-positionneur en coupe avec deux positions du bras de manoeuvre.

Pour la commande de réglage selon l'invention, on utilise des disques circulaires en céramique piezo-électrique, dans lesquels la pièce en céramique piezo-électrique est dotée des deux côtés de surfaces de contact 4, 6, 8.

35 La surface de contact 4 d'un côté est une surface de contact ininterrompue tandis que sur le côté opposé, la surface de contact est partagée en deux segments de contact 6, 8 électriquement isolés l'un de l'autre, qui sont disposés symétriquement de part et d'autre d'une ligne de symétrie

x.

La commande de réglage 10, représentée dans la Fig. 1, se compose d'un empilement de disques en céramique piezo-électrique 2 qui sont disposés sur un élément de support 12 réalisé sous la forme d'une vis. Les disques sont maintenus sur l'élément de support 12 par un écrou 14.

Les surfaces de contact 4, 6 et 8 sont chaque fois dotées de branchements électriques distincts. Les branchements 16 des surfaces de contact ininterrompues sont raccordés en parallèle, et mis sous une tension commune U_3 . Les branchements 18, qui sont affectés par exemple aux surfaces de contact 6, sont mis sous une tension U_4 , et les branchements 20, qui sont affectés aux surfaces de contact 8, sont mis sous une tension U_5 . La ligne de symétrie x des deux surfaces de contact 6, 8 s'étend perpendiculairement au plan du dessin de la Fig. 1.

Les disques en céramique piezo-électrique 2 sont polarisés de sorte que la direction de dilatation et la direction du champ électrique s'étendent parallèlement (Mode 33). La tension U_3 peut être une tension nulle. Lorsqu'une tension continue, égale et positive est appliquée aux branchements 18 et 20, l'empilement des disques en céramique piezo-électrique se dilate quand la polarisation appliquée dans les disques piezo-électriques est de même polarité que la tension. Si la tension en 18 et 20 est négative, l'empilement se rétracte sur lui-même. La commande de réglage produit ainsi un mouvement de translation, comme le montre la double flèche dans le dessin 1 dessiné en direction de l'axe. Pour éviter les effets de dépolarisation il faut éviter les champs qui, pour la plupart des matériaux piezo-électriques connus, sont supérieurs à 500 V/mm.

Lorsque les tensions U_4 et U_5 sont appliquées aux branchements 18 et 20 non symétriquement, on arrive dans la zone des segments de contact 6 et 8 à des dilatations différentes. La commande de réglage effectuée ainsi, non seulement un mouvement de translation, mais en plus, un mouvement de bascule de la plaque de couverture de la vis 12, comme indiqué par la double flèche courbée dans la Fig. 1.

En fonction du rapport des deux tensions de pilotage U_4 et U_5 , toutes les formes intermédiaires du mouvement peuvent être obtenues avec cette commande de réglage piezo-électrique, du mouvement de bascule pur, quand U_4 et U_5 sont d'égale valeur, mais sont de polarités de signes contraires, jusqu'au mouvement de translation pur, quand U_4 et U_5 sont de même valeur et de même polarité.

Un mouvement de bascule autour d'au moins deux axes peut s'obtenir avec une forme de réalisation des disques en céramique piezo-électrique selon la Fig. 3. Sur le disque 22 représenté ici, une face est dotée d'une surface de contact ininterrompue comme sur la forme de réalisation selon la Fig. 2. Sur la face opposée du disque sont prévus quatre segments de contact 24, 26, 28 et 30, qui s'étendent symétriquement aux deux axes de symétrie perpendiculaires situés l'un au-dessus de l'autre x et y . Chacun de ces quatre segments de contact est muni d'un branchement. Les quatre segments de contact peuvent être ainsi raccordés aux tensions choisies. L'interconnection des segments de contact 24 et 26 d'une part et 28 et 30 d'autre part, produisent des mouvements de bascule autour de l'axe y , et l'interconnection des segments de contact 24 et 28 d'une part et 26 et 30 d'autre part, produisent des mouvements de bascule autour de l'axe x . De cette façon on réalise des mouvements de bascule autour de deux axes désaxés de 90° . Il est encore possible de mettre chaque fois deux segments de contact opposés, à savoir 24 et 30, et 26 et 28 sous des tensions différentes. De cette façon on obtient des mouvements de bascule autour d'axes de rotation qui sont décalés de 45° par rapport aux axes x et y . En appliquant une tension égale à tous les quatre segments de contact 24, 26, 28 et 30 on crée un mouvement de translation.

Une forme de réalisation modifiée d'une commande de réglage est illustrée dans la Fig. 4. Ici à nouveau est disposé, sur un support en forme de vis 32, un empilement de disques en céramique piezo-électrique qui sont maintenus ensemble par pression au moyen d'un écrou 34. Les disques entre les lignes en pointillés I et II sont ici formés selon les Fig. 2 et Fig. 3. Ces disques produisent les mouvements

de rotation. Par contre, entre les lignes en pointillés II et III des disques en céramique piezo-électrique sont disposés en contact ininterrompu sur leurs deux faces, au moyen desquels on effectue une modification de longueur.

5 Toutes les surfaces de contact ininterrompues sur une face des disques en céramique piezo-électrique dans les deux zones sont reliées à un branchement 10, auquel s'applique une tension U_3 . Les surfaces de contact opposées des disques en céramique piezo-électrique dans la zone II-III sont re-
10 liées à un branchement 11, auquel s'applique une tension U_9 . Les surfaces de contact 6 et 8 des disques en céramique piezo-électrique dans la zone I-II sont chaque fois reliées aux branchements 40 et 42 avec les tensions U_4 et U_5 . De plus, il est bien entendu possible de prévoir des moyens de
15 commutation, pour relier les deux branchements 40 et 42 au branchement 38 et ainsi à la tension U_9 pour amener ainsi l'ensemble de l'empilement de céramique piezo-électrique à produire la variation de longueur, lorsque, pour des
20 petits mouvements de bascule désirés, de grands mouvements de longueur doivent être effectués avec une longueur de construction minimale de la commande de réglage.

Dans la Fig. 5, un gyroscope à laser est schématiquement représenté en vus de dessus. Sur le bloc support 44 comprenant les cavités 46 pour le trajet de rayonnement,
25 sont disposés trois miroirs d'angle 48, 50, 52, parmi lesquels le miroir d'angle 48 est équipé d'une commande de réglage 54 qui est formée selon le mode décrit plus haut. Ce miroir 48 est représenté grossi dans la Fig. 6. Le bloc support 44 est ici doté d'une surface d'appui polie 56, sur
30 laquelle repose un agencement de miroirs 48. L'agencement de miroirs formé d'une seule pièce 48 présente le porte miroir 58, qui repose dans une membrane 60, laquelle s'étend symétriquement à l'intérieur d'un cadre 62, et par laquelle l'agencement de miroirs s'applique à la surface 56. Sur un
35 disque de contrefort 64 est formé un logement 66 pour une commande de réglage 68 qui, par une extrémité, fait prise dans un évidement 70 au dos du porte miroir. La commande de réglage est maintenue sous précontrainte par l'intermédiaire de plaques d'espacement 72 en position contre la

face dorsale du porte miroir 58. Avec une précontrainte correspondante les mouvements de bascule et de translation de la commande de réglage sont transmis au porte miroir avec une grande précision. En raison du couple d'entraînement relativement élevé, qui est applicable par l'intermédiaire de la commande de réglage, la membrane de miroir 60 peut être réalisée relativement rigide. Le miroir peut ainsi être formé insensible aux accélérations de rotation et de translation. Ceci est un avantage important pour les gyroscopes à laser qui, pour échapper au problème dit de "Lock-in", doivent être animés d'oscillations en rotation.

La commande de réglage 68, dans l'exemple de réalisation selon la Fig. 6, est réalisée sous une forme correspondant à la commande de réglage selon la Fig. 4, à savoir avec un premier empilement 67 de disques piezo-électriques, qui produisent un mouvement de translation pur, et un empilement 69 de disques piezo-électriques au moyen desquels un mouvement de bascule peut être produit. Mais la commande de réglage 68 pourrait aussi, selon le mode de réalisation décrit plus haut, se composer exclusivement de disques piezo-électriques avec des surfaces de contact partagées en segments de contact électriquement isolés les uns des autres symétriquement. Dans la partie droite de la Fig. 6, le porte miroir 48 est représenté dans une position initiale, dans laquelle la commande de réglage a sa plus courte longueur. A gauche, la commande de réglage 68 est représentée dans une position, dans laquelle on atteint un mouvement de translation aussi bien qu'un mouvement de bascule, cette position comportant à titre d'exemple, le porte miroir 48 dans un allongement maximal de l'empilement 67 et un mouvement de bascule maximal de l'empilement 69. Le dessin montre ici une illustration exagérée. Dans la pratique, les mouvements de translation ne dépassent pas un ordre de grandeur de 50 μm , tandis que le mouvement de bascule peut atteindre quelques minutes d'arc.

Avec la commande de réglage décrite, il est possible, pour la stabilisation du trajet de rayonnement, de disposer d'une course relativement grande. De ce fait, les mouvements de bascule des miroirs d'angle sont exécutés avec grande

précision autour des axes qui s'étendent horizontalement dans le plan du rayonnement aussi bien qu'autour des axes qui lui sont perpendiculaires. En général, des angles de bascule de 1 à 2 minutes d'arc pour la compensation des déformations thermiques ou mécaniques du bloc support 44 sont suffisantes. Ce profil d'exigence sera satisfait de

5 façon remarquable par les commandes de réglage décrites. Dans la Fig. 7 est illustré un exemple de réalisation, dans lequel la commande de réglage est la commande d'un micro-positionneur. Pour des raisons de facilité, on a repris ici la même structure de base que dans la Fig. 6. Les mêmes parties sont donc dotées des mêmes signes de référence que dans la Fig. 6. Sur le support 48, en prise avec la commande de réglage 68, est ici fixé un bras de manoeuvre 72, qui porte en son extrémité un élément de maintien 74 représenté ici comme un cercle. Cet élément de maintien peut être un appareil de préhension formé d'une façon connue, ou une commande, ou encore un outil de travail, dénommé en abrégé, griffe pour la suite.

15 20 Dans la plus petite longueur de l'empilement 67, qui est illustrée Fig. 7 à droite de la ligne médiane, la griffe 74 se déplace lors d'un mouvement de bascule déclenché par l'empilement 69 du plus grand angle possible α sur un arc de cercle 76. Lors de l'allongement maximal de l'empilement 25 67 de la commande de réglage 68, la griffe 74 peut se déplacer avec l'empilement 69 sur le trajet 78. La griffe peut ainsi saisir un quelconque des points à l'intérieur d'une surface, qui, par les points I à IV, sont prédéfinis comme étant les points d'angle accessibles extrêmes. La distance 30 radiale d'entre les arcs de cercle 76 et 78 s'élève ici en pratique à environ 25 μm . Une valeur de 50 μm semble aussi accessible. Dans un angle de bascule de quelques minutes d'arc, une distance entre I et IV peut être atteinte, d'environ égale grandeur. Avec la griffe on peut ainsi balayer 35 une zone qui, à titre d'exemple, a des longueurs de côté de 25 μm . Avec un micro-positionneur ainsi configuré, on peut exécuter des micro-positionnements comme ceux que l'on peut exécuter, par exemple, avec un raccordement de fibres de verre monomodes. Les fibres de verre monomodes, qui sont

introduites dans des câbles en fibre de verre, ont un diamètre de 3 μm . Une autre possibilité de mise en oeuvre consiste, par exemple, en l'alimentation précise de fils de liaison dans des circuits électroniques à très haute intégration.

Par l'emploi de disques piezo-électriques selon la forme de réalisation de la Fig. 3, on peut exécuter des mouvements de bascule autour d'au moins un autre axe de bascule. De cette façon on peut aussi déplacer la griffe dans l'espace, de sorte qu'alors un espace de positionnement soit accessible, qui ait, par exemple, une longueur d'arête de 25 μm .

Le micro-positionneur selon la Fig. 7 peut être inséré avec son contrefort 64 dans un positionneur de dégrossissage, avec lequel le micro-positionneur par exemple, peut être amené dans sa position de travail.

REVENDEICATIONS

1. Commande de réglage en céramique piezo-électrique pour la création de mouvements de translations, en particulier sur des miroirs de lasers en anneau, comprenant des
5 disques piezo-électriques maintenus assemblés en un empilement, qui sont polarisés de façon que la direction de dilatation et la direction du champ électrique soient parallèles, et sont dotés sur les deux faces de surfaces de contact, caractérisé en ce que la surface de contact sur un
10 côté d'au moins un des disques piezo-électriques, est partagée symétriquement en segments de contacts (6, 8; 24, 30) électriquement dissociés les uns des autres, et en ce que les segments de contact sont équipés de branchements électriques distincts.
- 15 2. Commande de réglage en céramique piezo-électrique selon la revendication 1, caractérisée en ce que sont prévus deux segments de contact symétriques (6, 8).
3. Commande de réglage en céramique piezo-électrique selon la revendication 1, caractérisée en ce que sont prévus
20 quatre segments de contact (24-30) symétriques.
4. Commande de réglage en céramique piezo-électrique selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce que, dans l'empilement, sont prévus en plus des disques piezo-électriques, qui sont dotés sur les deux faces d'une
25 surface de contact ininterrompue.
5. Commande de réglage en céramique piezo-électrique selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'empilement (68) est disposé sous précontrainte entre un contrefort stable (64) et l'élément (58) à déplacer, de façon que les segments de contact s'étendent symétriquement par rapport à l'axe de rotation.
30

