

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 045 843**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **16 62753**

⑤1 Int Cl⁸ : **G 02 B 26/08 (2017.01), G 02 B 3/14**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 **Date de dépôt** : 19.12.16.

③0 **Priorité** : 21.12.15 DE 102015226173.5.

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 23.06.17 Bulletin 17/25.

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.*

⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

○ **Demande(s) d'extension** :

⑦1 **Demandeur(s)** : ROBERT BOSCH GMBH — DE.

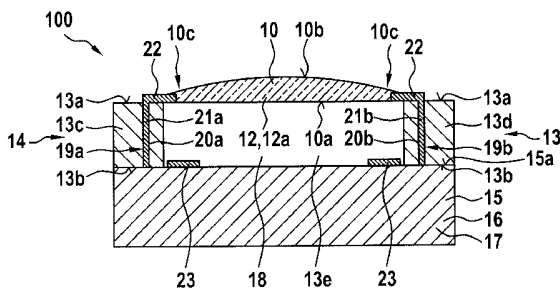
⑦2 **Inventeur(s)** : GROSS DAVID et UTERMÖHLEN FABIAN.

⑦3 **Titulaire(s)** : ROBERT BOSCH GMBH.

⑦4 **Mandataire(s)** : CABINET HERRBURGER.

⑤4 **SYSTEME D'IMAGERIE OPTIQUE A LENTILLE DEFORMABLE PAR DES FORCES ELECTRIQUES ET/OU MAGNETIQUES.**

⑤7 Système d'imagerie optique (100) comportant une première lentille micromécanique (10) pour réfracter un rayonnement électromagnétique. La première lentille (10) est déformable par des forces électriques et/ou magnétiques.



FR 3 045 843 - A1



Domaine de l'invention

La présente invention se rapporte à un système d'imagerie optique comportant une lentille déformable ainsi qu'un procédé de fabrication d'une plaquette de lentille et un procédé de réalisation d'un système d'imagerie optique.

Etat de la technique

Selon l'état de la technique on connaît des caméras, appareils photo et autres capteurs d'imagerie à focale variable. Ces systèmes d'imagerie optique modifient la distance focale par un procédé mécanique d'au moins une lentille du système et dans le cas de plusieurs lentilles, on modifie l'intervalle des lentilles.

Exposé et avantages de l'invention

La présente invention a pour objet un système d'imagerie optique comportant une première lentille micromécanique pour réfracter un rayonnement électromagnétique ce système étant caractérisé en ce que la première lentille est déformable par des forces électriques et/ou magnétiques.

L'invention a l'avantage que la distance focale du système d'imagerie optique puisse être modifiée sans pièce mobile mécaniquement.

En d'autres termes, selon la présente invention, le système d'imagerie optique comporte une première lentille micromécanique pour réfracter un rayonnement électromagnétique et cette lentille est déformable sous l'effet de forces électriques et/ou magnétiques.

Un système d'imagerie optique selon la présente invention est un système générant des images optiques. Il s'agit notamment de systèmes de caméras dont on veut faire varier la distance focale, en particulier de systèmes de caméras bon marché comportant une optique en polymère.

La lentille micromécanique est une lentille dont les dimensions sont de quelques microns à plusieurs 100 μm . La première lentille est avantageusement élastique pour qu'elle puisse se déformer pour changer la focale. La première lentille, selon l'invention, est en mesure, en réaction à des forces électriques ou magnétiques de se déformer d'elle-même ou d'être déformée de façon à faire varier sa distance

focale ainsi que la distance focale de l'ensemble du système d'imagerie. En particulier, pour modifier la distance focale on ne modifie pas mécaniquement la position de la lentille. De façon avantageuse pour modifier la distance focale on élimine totalement toute pièce mécanique mobile. 5 Il en résulte pour l'invention l'avantage de ne pas avoir d'encombrement pour des pièces mécaniques mobiles et de supprimer le moyen d'entraînement tel qu'un moteur. Ainsi, le système d'imagerie optique selon l'invention convient notamment pour les systèmes de caméra ou d'appareil photo bon marché tels que les systèmes d'imagerie de smart- 10 phone ou encore ceux intégrés dans des systèmes nécessitant une mise au point rapide et/ou demandant un encombrement réduit, excluant la mise au point par un moteur.

De façon avantageuse, la première lentille comporte au moins un polymère, notamment un photorésist. En particulier, la première 15 lentille sous la forme d'une lentille en polymère est de préférence exclusivement en au moins un et de préférence exactement en un polymère. La première lentille reçoit le rayonnement électromagnétique et le focalise par réfraction. Un photorésist est un vernis à base de polymère. En particulier, on peut avoir des structures en polymère, de forme con- 20 vexe et/ou concave et de manière avantageuse on réalise des éléments optiques diffractant sur un côté ou sur les deux côtés en polymère.

Le polymère de la première lentille est, de préférence, transparent dans la plage des longueurs d'ondes du rayonnement élec- 25 tromagnétique à détecter. Suivant une autre caractéristique, le polymère a un indice de réfraction élevé. De manière avantageuse le polymère est notamment un photorésist électroconducteur.

L'utilisation d'un polymère ou d'un photorésist comme matière pour la lentille a l'avantage que l'on peut obtenir le polymère ou le photorésist avec des propriétés optiques choisies de façon quelconque 30 pour la transmission spectrale et l'indice de réfraction de sorte que le système d'imagerie optique selon l'invention peut se fabriquer de manière optimale en fonction de son application. Un autre avantage de l'utilisation de polymère comme matière pour la lentille est que grâce à la faible densité de polymère, la lentille est légère et petite contrairement 35 à l'utilisation d'autres matières. On a ainsi une taille minimale pour le

système d'imagerie optique, ce qui augmente ses possibilités d'application.

En outre, le système d'imagerie optique a un premier élément de support muni de la première lentille. De façon avantageuse, la première lentille est prévue sur le premier élément de support en y étant avantageusement fixée de manière rigide. Suivant une autre caractéristique préférentielle, le polymère de la première lentille est projeté ou pulvérisé sur l'élément de support, ce qui simplifie considérablement la fabrication de la lentille.

En particulier, le système d'imagerie optique comporte un élément détecteur pour détecter le rayonnement électromagnétique réfracté par la première lentille. En particulier, la première lentille a un côté tourné vers l'élément détecteur qui est de préférence plan ainsi qu'un côté opposé à l'élément détecteur et qui est notamment courbe.

De façon préférentielle, la première lentille et/ou le premier élément de support sont réalisés pour que le côté de la lentille tourné vers l'élément détecteur et/ou le premier élément de support forment une cavité.

Selon un autre développement avantageux, le premier élément de support a une forme annulaire. En particulier, le premier élément de support est de forme cylindrique et de préférence en forme de cylindre creux dont la hauteur est de préférence inférieure à son rayon. En outre, le cylindre a un évidement central également de forme cylindrique qui constitue un orifice de passage. La hauteur de l'orifice de passage correspond à la hauteur de l'élément de support cylindrique alors que le rayon est plus petit que le rayon du premier élément de support.

Selon une variante de réalisation, le premier élément de support est en forme de parallélépipède avec un orifice traversant, central également parallélépipédique. En particulier, l'élément de support se présente sous la forme d'un cadre rectangulaire périphérique. Le cadre rectangulaire périphérique est notamment formé par quatre éléments de cadre en une seule pièce qui sont de préférence parallélépipédiques et orientés perpendiculairement les uns aux autres et délimitent l'orifice de passage vers l'intérieur de l'élément de support. Dans ces

conditions, l'élément détecteur est notamment lui aussi de forme cubique. On peut également installer un élément détecteur en forme de parallélépipède dans un cylindre.

De façon préférentielle, la première lentille a une direction en épaisseur et une direction longitudinale, l'épaisseur de la lentille à l'état non déformé variant dans la direction longitudinale. L'état non déformé de la lentille est notamment celui de la lentille en l'absence de forces électriques ou magnétiques s'exerçant sur la lentille. De manière avantageuse, l'épaisseur de la lentille est toujours maximale en son milieu alors que dans la direction longitudinale elle diminue en continu. En particulier, la première lentille est symétrique radialement et a ainsi un bord extérieur périphérique.

De manière préférentielle, la première lentille est directement en contact avec une matière magnétique ou comporte une matière magnétique et la lentille est réalisée pour que sous l'effet d'une interaction avec la matière magnétique, elle se déforme dans le champ magnétique.

De manière avantageuse, la matière magnétique est en contact direct avec la première lentille. En particulier, la matière magnétique est à proximité du bord radial extérieur ou sur le bord radial extérieur de la lentille.

En particulier, la matière magnétique du bord radial extérieur de la lentille est intégré dans la lentille. De façon préférentielle, la matière magnétique est continue dans la direction périphérique de la lentille de sorte que la matière a une forme annulaire. En particulier, la matière magnétique est reliée solidairement à la première lentille et/ou est combinée au premier élément de support. De façon préférentielle, la première lentille et la matière magnétique sont disposées pour que la première lentille s'applique par la matière magnétique sur le premier élément de support ; elle est en outre reliée solidairement à celui-ci. La première lentille a surtout un diamètre inférieur au diamètre de l'évidement du premier élément de support alors que la matière magnétique réalisée sous la forme d'un anneau ou d'un cercle a un diamètre supérieur au diamètre de l'évidement du premier élément de support. Dans la réalisation sous la forme d'un anneau, le petit diamètre inté-

rieur de la matière magnétique est notamment plus petit que le diamètre extérieur, qui lui est plus grand en particulier plus grand que le diamètre de l'évidement du premier élément de support.

La matière magnétique a notamment une épaisseur dans la direction de l'épaisseur de la lentille qui correspond avantageusement au moins à 30%-60% de l'épaisseur de la lentille à l'état non déformé. En variante, pour une disposition continue dans la direction périphérique, la matière magnétique peut également être prévue à différents endroits dans la direction périphérique. De plus, la matière magnétique peut être intégrée dans la matière de la lentille, par exemple, sous la forme de particules magnétiques dans la matière de la lentille. Dans ce cas, la matière magnétique est notamment répartie régulièrement dans la matière de la lentille.

De façon préférentielle, la première lentille se déforme par l'interaction électrique, notamment électrostatique avec un champ électrique.

Pour cela, la matière de la lentille peut elle-même coopérer avec un champ électrique pour permettre l'adaptation électrostatique de la distance focale. En particulier, on génère un champ électrique pour déformer la lentille de sorte que les forces électriques agissent sur la lentille et la déforment. Cela se fait surtout en induisant un dipôle dans la matière de la lentille. De façon avantageuse, on choisit la géométrie de la première lentille pour que le dipôle induit dans la matière de la lentille soit suffisant pour l'attraction électrostatique si bien qu'il n'est pas nécessaire d'avoir une contre-électrode.

En outre, pour être déformée par l'interaction électrique avec un champ électrique, la première lentille est en contact direct avec une électrode ou comporte une électrode. En particulier, la première lentille comporte des lignes électriques ou est réalisée pour être en contact avec celle-ci et les lignes électriques constituent une électrode. En outre, l'électrode est intégrée dans la matière de la lentille. En particulier, l'électrode est à proximité du bord radial extérieur ou sur le bord radial extérieur. L'électrode est notamment intégrée dans le bord radial extérieur de la lentille. De façon préférentielle, l'électrode est située dans la direction périphérique de la lentille, de sorte qu'elle a une forme

annulaire. En particulier, la lentille a une épaisseur dans la direction d'épaisseur de la lentille qui correspond avantageusement à au moins 30%-60% de l'épaisseur de la lentille à l'état non déformé.

5 En particulier, l'électrode et la première lentille sont reliées solidairement. De façon préférentielle, la première lentille et l'électrode sont disposées de façon que la première lentille s'applique avec l'électrode sur le premier élément de support, notamment sur le côté du premier élément de support non tourné vers l'élément détecteur et en outre soit reliée solidairement à celui-ci. La première lentille a surtout un diamètre plus petit que le diamètre de l'évidement du premier élément de support alors que l'électrode en forme d'anneau de cercle a un diamètre extérieur plus grand que le diamètre de l'évidement du premier élément de support.

10 Selon un développement préférentiel, l'électrode est appliquée selon une grande surface au moins sur un côté et surtout au moins sur l'un ou les deux côtés dans le sens de l'épaisseur sur la lentille. En particulier, l'électrode se trouve sur le côté de la lentille non tourné vers l'élément détecteur et/ou sur le côté de la lentille tourné vers un élément détecteur.

15 Comme l'interaction avec le champ électrique ou la force électrique appliquée à la lentille dépend de la taille de la surface de l'électrode et notamment également de la surface de la contre-électrode en regard, il est avantageux d'avoir une disposition sur une grande surface de l'électrode contre la première lentille. Cela optimise la transmission de la force électrique si bien qu'il suffit d'une tension faible pour déformer la première lentille. Selon un développement, l'électrode comporte des structures telles que par exemple des évidements.

20 L'expression « grande surface » signifie surtout que l'électrode couvre une grande partie de la surface d'un côté de la lentille. Il peut s'agir du côté tourné vers un élément détecteur et/ou du côté opposé. L'électrode couvre au moins 50% et notamment au moins 65% et de préférence au moins 75% de la surface du côté de la lentille. En particulier, l'électrode est appliquée sur toute la surface du côté de la lentille. L'électrode en vue de dessus sur le côté de la lentille est sous la

forme d'un anneau ou d'un cercle, de préférence au milieu de la première lentille.

L'avantage d'une électrode disposée en grande surface réside notamment dans l'importance dynamique de la variation de distance focale. De plus, il suffit d'une faible tension électrique pour déformer la lentille.

L'électrode comporte notamment une matière transparente pour la plage des longueurs d'ondes à détecter et qui, en outre, est avantageusement électro-conductrice. Il s'agit avantageusement d'un oxyde transparent, électro-conducteur. L'électrode est notamment réalisée en totalité en une telle matière. De façon avantageuse, l'électrode est appliquée sous la forme d'une couche qui peut notamment avoir une épaisseur pratiquement constante. La couche est, de préférence, mince pour rester élastique et elle peut également se déformer. De plus, l'électrode comporte des structures, par exemple des évidements.

Selon un développement préférentiel, le premier élément de support et la première lentille font partie d'une première plaquette de lentille et/ou l'élément détecteur fait partie d'une plaquette de détecteur. La plaquette de lentille se compose ainsi d'une plaquette de support et d'un grand nombre de lentilles portées par celle-ci ; en particulier la plaquette de lentilles comporte un ensemble d'éléments de support et d'éléments de lentille qui sont tous réalisés globalement comme le premier élément de support et la première lentille. La première plaquette de lentilles se compose de préférence de verre ou de silicium. En option, on peut avoir certaines ou plusieurs surfaces de plaquette de lentille avec en plus des couches fonctionnelles, comme par exemple, des couches anti-réflexion ou des filtres passe-bande.

L'utilisation d'un polymère ou d'un photorésist à base de polymère permet de fabriquer des plaquettes de lentilles, économiques et ainsi des plaquettes de niveau de lentilles, ce qui remplace une fabrication coûteuse de puces séparées.

La plaquette de détecteur comporte un ensemble d'éléments détecteurs. De façon préférentielle, l'élément détecteur est un composant CCD, un composant CMOS ou un dispositif d'imagerie

micro-bolométrique. En particulier, la plaquette de détecteur est encapsulée hermétiquement par un procédé de liaison approprié.

La première plaquette de lentilles et la plaquette de détecteurs sont de préférence empilées et reliées selon un procédé de liaison de plaquettes, approprié. De plus, on peut également avoir d'autres plaquettes, par exemple, d'autres plaquettes de lentilles, des plaquettes d'encapsulation et/ou des plaquettes de diaphragmes, qui forment une partie du système d'imagerie optique en ce qu'il forme une pile de plaquettes. Une plaquette de diaphragme comporte un ensemble de diaphragmes qui limitent la lumière incidente. Une plaquette est, en principe un substrat pour recevoir des éléments fonctionnels, tels que des lentilles, des diaphragmes ou des détecteurs. Les plaquettes sont reliées entre elles de façon que chaque élément fonctionnel d'une plaquette soit associé à un élément fonctionnel d'une ou plusieurs autres plaquettes.

En particulier, la plaquette de lentilles est structurée sur le côté tourné vers la plaquette de détecteur de façon à former une cavité par chip ou par pixels. De façon préférentielle, le premier élément de support pour la première lentille ou la première plaquette de lentilles est en un matériau conducteur, par exemple en silicium dopé ou en un matériau non-conducteur et le premier élément de support ou la plaquette de lentille(s) peut comporter des contacts traversants. Un contact traversant est une ligne électrique qui passe notamment dans un perçage traversant en forme de canal réalisé dans le premier élément de support allant notamment de l'extrémité de l'élément de support tourné vers l'élément détecteur jusque vers l'extrémité opposée de l'élément de support non tourné vers l'élément détecteur. En particulier, l'électrode sur la première lentille est reliée électriquement au premier élément de support ou à la première plaquette de lentilles. Cela est rendu possible en ce que l'élément de support est, lui-même, électro-conducteur et l'électrode est en contact avec le premier élément de support. L'électrode est en outre en contact électrique avec les contacts traversants du premier élément de support.

En outre, de façon préférentielle, le système d'imagerie optique comporte un moyen pour générer des forces électriques ou ma-

gnétiques agissant sur la première lentille. Dans le cas de forces magnétiques, il s'agit, d'un moyen formé, surtout d'au moins une et de préférence deux bobines. La bobine génère un champ magnétique qui coopère avec la matière magnétique sur ou dans la lentille.

5 Dans le cas des forces électriques, le moyen est formé d'au moins une contre-électrode, de préférence deux contre-électrodes qui génèrent un champ électrique avec la première lentille et/ou l'électrode prévue sur ou dans la première lentille.

10 La bobine et/ou la contre-électrode sont, de préférence, sur l'élément détecteur, notamment sur le côté de l'élément détecteur ou la plaquette de détecteur tournée vers la première lentille. La bobine ou la contre-électrode sont notamment à proximité du premier élément de support. En outre, de façon préférentielle, la bobine et/ou la contre-électrode sont transparentes.

15 De façon préférentielle, la contre-électrode est en une matière transparente électro-conductrice, notamment en oxyde transparent conducteur. De façon préférentielle, la contre-électrode est établie sur une grande surface de l'élément détecteur. L'expression « grande surface » signifie avant tout que l'électrode couvre une grande partie de
20 la surface du côté de l'élément détecteur, tourné vers la première lentille, notamment au moins 50%, de préférence au moins 65% et d'une manière particulièrement préférentielle, au moins 75% de la surface du côté qui n'est pas déjà couvert par le premier élément de support. En outre, la contre-électrode se trouve à côté de la zone attractive de détec-
25 tion de l'élément détecteur.

L'invention a également pour objet un système comportant au moins une plaquette de lentille et une plaquette de détecteur, le système ayant en outre au moins un système d'imagerie optique tel que décrit ci-dessus. La plaquette de lentille est de préférence la plaquette
30 de la première lentille décrite ci-dessus. Le système comporte notamment au moins une ou plusieurs autres plaquettes de lentille réalisées comme la première plaquette de lentille.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une plaquette de lentille consistant à structurer au préalable une
35 plaquette de support appropriées, appliquée à un polymère et générer

une structure de lentille. La plaquette de support est une plaquette constituant une plaquette de support pour recevoir des lentilles. La plaquette de support est de préférence préalablement structurée par lithographie. La mise en structure préalable génère un réseau bidimensionnel et la matière de la plaquette de support dans les espaces intermédiaires du réseau ainsi créés est préparée pour appliquer la matière de la lentille qui, ici est un polymère. Ensuite, on applique le polymère pour former la lentille. On génère la structure de la lentille, notamment par l'une des étapes suivantes ou leur combinaison : impression à chaud, lithographie par des niveaux de gris, mise en structure par laser, égouttage et liquéfaction par une étape de trempe ou mise en structure par un agent de gravure et liquéfaction par une étape de trempe. En outre, le procédé comporte les étapes consistant à appliquer, de préférence mettre en structure, une couche d'une matière transparente conductrice et faire en option un traitement de finition de la plaquette de lentilles.

Le traitement de finition est, par exemple, un amincissement pour que les lentilles de la plaquette de lentilles soient librement suspendues. L'application d'une couche d'une matière transparente conductrice se fait soit avant la mise en structure préalable de la plaquette de support, soit avant d'appliquer le polymère et générer la structure de lentilles et/ou après d'avoir généré la structure de lentilles. La matière est, de manière préférentielle, un oxyde transparent, conducteur. La matière est de préférence appliquée « en grande surface » sur au moins un côté de la première lentille. Il peut s'agir du côté tourné vers l'élément détecteur et/ou du côté opposé de la première lentille. La matière est appliquée sous la forme d'un anneau ou d'un cercle qui est, de préférence, au milieu de la première lentille.

En outre, de manière préférentielle, la surface de la plaquette de lentilles est munie en plus de couches fonctionnelles, par exemple de couches anti-réflexion ou de filtres passe-bande. Le polymère est de préférence un photorésist à base de polymère. L'application du photorésist se fait notamment par projection ou pulvérisation. L'utilisation d'un polymère ou d'un photorésist à base de polymère permet une fabrication économique de plaquettes de lentilles et ainsi de

plaquettes de niveau de lentilles qui remplacent la fabrication coûteuse des puces séparées. D'une manière particulièrement préférentielle, le procédé de fabrication d'une plaquette de lentilles comprend également l'étape consistant à générer des cavités dans le côté de la plaquette de lentilles tournée vers l'élément détecteur. La plaquette de support est composée d'un ensemble d'éléments de support auquel est chaque fois associée une lentille de la plaquette de lentilles. La plaquette de support est travaillée pour que les éléments de support génèrent, comme décrit ci-dessus, une cavité ; ces cavités sont générées de préférence par puce ou par pixel.

L'invention concerne en outre un procédé de fabrication d'un système d'imagerie optique tel que défini ci-dessus comprenant la fabrication d'une plaquette de lentilles ainsi que la liaison par paires de plaquettes de lentilles à au moins une autre plaquette par un procédé de liaison de plaquettes. Cette autre plaquette est, par exemple, une autre plaquette de lentilles, une plaquette de détecteurs ou une plaquette de diaphragme et de capsules. De façon préférentielle, on empile tous les systèmes d'imagerie optiques avec les plaquettes en les ajustant de la façon la plus précise et ensuite on relie les plaquettes voisines par des procédés de liaison. Les plaquettes sont ajustées les unes par rapport aux autres pour qu'un élément fonctionnel d'une plaquette soit associé à un élément fonctionnel d'une autre plaquette. En particulier, une lentille d'une plaquette de lentilles sera associée à un élément détecteur d'une plaquette de détecteurs. En option, on peut sceller sous vide les cavités générées par les plaquettes.

Le procédé de liaison a notamment les propriétés suivantes : le procédé de liaison doit assurer en option un scellement sous vide et les procédés de liaison en aval ne doivent pas affecter la qualité des liaisons réalisées en amont. En outre, tous les procédés de liaison doivent assurer une tenue mécanique très poussée.

Finalement, par les liaisons des plaquettes, on dégage les contacts enfouis des systèmes d'imagerie optique, notamment en sciant pour dégager et on sépare les plaquettes reliées pour obtenir des systèmes d'imagerie optique séparés.

L'assemblage des plaquettes avant de séparer les différents systèmes d'imagerie optique donnent au procédé de l'invention l'avantage de n'avoir que quelques étapes de procédé et de réduire ainsi considérablement le coût de fabrication des systèmes d'imagerie optique. En outre, le procédé permet un ajustage très précis et simultané des différents éléments fonctionnels des plaquettes.

Dessins

La présente invention sera décrite ci-après, de manière plus détaillée à l'aide de modes de réalisation représentés dans les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre une section d'un système d'imagerie optique selon l'invention,
- la figure 2 montre une section du système d'imagerie optique selon l'invention selon la figure 1,
- 15 - la figure 3 montre une section d'un autre système d'imagerie optique selon l'invention,
- la figure 4 montre une section d'un autre système d'imagerie optique selon l'invention,
- la figure 5 montre une section d'un autre système d'imagerie optique selon l'invention,
- 20 - la figure 6 montre une section du système d'imagerie optique selon l'invention selon la figure 5,
- la figure 7 montre une section d'un autre système d'imagerie optique selon l'invention,
- 25 - la figure 8 montre une section d'un autre système d'imagerie optique selon l'invention,
- la figure 9 montre une section d'un autre système d'imagerie optique selon l'invention.

Description de modes de réalisation

30 La figure 1 montre schématiquement la section d'un système d'imagerie optique 100 selon l'invention comportant une première lentille micromécanique 10 pour réfracter le rayonnement électromagnétique. La première lentille 10 est en un polymère 12, plus précisément en un photorésist 12a à base de polymère.

Le système d'imagerie optique 100 comporte un premier élément de support 13 pour la première lentille 10 qui fait partie d'une plaquette de lentilles 14. Le système d'imagerie optique 100 comporte un élément détecteur 15 pour détecter le rayonnement électromagnétique réfracté par la première lentille 10. L'élément détecteur 15 fait partie d'une plaquette de détecteur 16 ; l'élément détecteur 15 est un dispositif d'imagerie CCD, 17.

L'élément détecteur 15 a un côté 15a tourné vers la première lentille 10. La plaquette de lentille(s) 14 et la plaquette de détecteur(s) 16 sont reliées l'une à l'autre par un procédé de liaison de plaquettes et cela de façon que chaque fois une lentille de la plaquette de lentilles 14 soit associée à un élément détecteur 15 de la plaquette de détecteurs 16. Le premier élément de support 13 a un côté 13a tourné vers la première lentille 10 ainsi qu'un côté 13b tourné vers l'élément détecteur 15 et non vers la première lentille 10. La première lentille 10 a un côté 10a tourné vers l'élément détecteur 15 et un côté 10b non tourné vers l'élément détecteur.

Le premier élément de support 13 a en section, selon la figure 1, deux segments d'élément de support 13c, 13d qui se font face. Une cavité 18 est réalisée entre le premier élément de support 13, la première lentille 10 et l'élément détecteur 15. La cavité 18 est délimitée par le premier élément de support, plus précisément le côté intérieur du premier élément de support 13 tourné vers la cavité 18 ainsi que le côté 15a de l'élément détecteur 15 tourné vers la première lentille 10 et le côté 10a de la première lentille 10 tourné vers l'élément détecteur 15. La cavité 18 est formée par un évidement 13e dans le premier élément de support 13. Le premier élément de support 13 est sous la forme d'un cylindre creux avec un évidement cylindrique 13e.

Le premier élément de support 13 a deux contacts traversants 19a, 19b. Les contacts traversants 19a, 19b sont formés par deux perçages traversants 20a, 20b en forme de canal et deux conducteurs électriques 21a, 21b dans les perçages traversants. Un contact traversant 19a avec le perçage traversant 20a et la ligne 21a fait partie du segment d'élément de support 13c. L'autre contact traversant 19b avec le perçage traversant 20b et le conducteur 21b est associé au segment

d'élément de support 13d opposé. Les lignes électriques 21a, 21b sont reliées à l'électrode 22 prévue sur l'extrémité radiale extérieure 10c de la première lentille 10 sur le côté tourné vers la première lentille 10 et sur le côté 13a du premier élément de support 13 non tourné vers l'élément détecteur 15. L'électrode 22 est de forme annulaire ; elle est reliée solidairement à la première lentille 10 et au premier élément de support 13. La réalisation de forme annulaire donne à l'électrode deux diamètres, un diamètre radial intérieur et un diamètre radial extérieur 22a. Le système d'imagerie optique 100 comporte en outre une contre électrode 23 de forme annulaire installée sur le côté 15a de l'élément détecteur 15 tourné vers la première lentille 10. L'interaction de l'électrode 22 de la contre-électrode 23 déforme la première lentille 10 par des forces électriques.

La figure 2 est une représentation schématique d'une vue de dessus du système d'imagerie optique selon l'invention représenté à la figure 1. Cette vue de dessus montre la forme ronde de la première lentille 10. On voit également en vue de dessus, l'électrode 22 et le premier élément de support 13 qui ont une forme circulaire. Le diamètre 10d de la première lentille 10 est plus petit que le diamètre extérieur 22a de l'électrode 22 ; le diamètre extérieur 13f du premier élément de support 13 est plus grand que le diamètre extérieur 22a de l'électrode 22. Le diamètre de l'évidement cylindrique 13e du premier élément de support 13 est en revanche plus petit que le diamètre extérieur 22a de l'électrode 22 mais plus grand que le petit diamètre de l'électrode 22.

La figure 3 montre la section d'un autre système d'imagerie optique 100 selon l'invention qui présente les différences suivantes par rapport au système d'imagerie des figures 1 et 2. Le premier élément de support 13 n'a pas de contact traversant 19a, 19b ni de ligne électrique 21a, 21b, ni de perçage traversant 20a, 20b. En outre, le système d'imagerie optique 100 n'a pas d'électrode 22. Au lieu de cela, la première lentille 10 est déformée par une matière magnétique 25 qui interagit avec un champ magnétique pour déformer la première lentille 10.

Pour générer un champ magnétique, le système d'imagerie optique 100 a une bobine 24 sur le côté 15a de l'élément dé-

tecteur 15 tourné vers la première lentille 10. La première lentille 10 a une matière magnétique 25 à l'extrémité radiale extérieure 10c de la première lentille 10 sur le côté 13a du premier élément de support 13, tourné vers la première lentille 10 et non tourné vers l'élément détecteur 5 15. La matière magnétique 25 a une forme annulaire ; elle est reliée solidairement à la première lentille 10 et au premier élément de support 13. La forme annulaire de la matière magnétique 25 a deux diamètres, un diamètre radial intérieur et un diamètre radial extérieur.

Le diamètre extérieur de la matière magnétique 25 est plus grand et le diamètre intérieur de la matière magnétique 25 est plus petit que le diamètre de l'évidement cylindrique 13e du premier élément de support 13 de sorte que la matière annulaire s'appuie sur le côté 13a du premier élément de support 13 non tourné vers l'élément détecteur 15. 10

La figure 4 montre une section d'un autre système d'imagerie optique 100 selon l'invention ; il comporte deux éléments de support, un premier élément de support 13 et un second élément de support 26 ainsi qu'un élément détecteur 15 empilé et relié. Le premier élément de support 13 fait partie d'une première plaquette de lentilles 14a ; le second élément de support 26 fait partie d'une seconde plaquette de lentilles 14b ; l'élément détecteur fait partie d'une plaquette de détecteurs 16. 15 20

Une seconde lentille 11 est fixée sur le second élément de support 26 de sorte que le système optique 100 de la figure 4 comporte deux lentilles 10, 11. La seconde lentille 11 est également réalisée en un photorésist 12a à base de polymère 12. Le second élément de support 26 a un côté 26a tourné vers la seconde lentille et un côté 26b tourné vers l'élément détecteur. 25

L'installation d'un second élément de support 26 sur le premier élément de support 13 forme, dans ce mode de réalisation, deux cavités 18a, 18b. La première cavité 18a est réalisée comme cela a été décrit ci-dessus à propos de la figure 1, alors que la seconde cavité 18b est formée par le second élément de support 26, la seconde lentille 11 et la première lentille 10. 30

Le premier élément de support 13 comporte six contacts traversants 19a, 19b, 19c, 19d, 19e, 19f formés par des perçages traversants 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f et recevant des lignes 21a, 21b, 21c, 21d, 21e, 21f.

5 L'extrémité radiale extérieure 10c de la première lentille 10 comporte une électrode 22a reliée aux deux lignes 21c, 21d. Le côté 15a de l'élément détecteur 15 tourné vers la première lentille 10 est muni d'une contre-électrode de forme annulaire 23a. L'électrode 22a
10 forme avec la contre-électrode 23a, une paire d'électrodes pour générer un champ électrique servant à déformer la première lentille 10.

Le second élément de support 26 comporte quatre perçages traversants 31a, 31b, 31e, 31f ; ces perçages sont traversés par quatre lignes 21a, 21b, 21e, 21f qui traversent déjà le premier élément de support par des perçages traversants correspondants 20a, 20b, 20e,
15 20f. Pour cela, le premier élément de support 13 et le second élément de support 26 sont ajustés l'un par rapport à l'autre pour que les perçages traversants 20a, 20b, 20e, 20f, 31a, 31b, 31e, 31f soient superposés par paires pour que les lignes 21a, 21b, 21e, 21f puissent à la fois traverser le premier élément de support 13 et le second élément de support 26.

20 Deux perçages traversants 31a, 31f vont du côté 26b du second élément de support tourné vers l'élément détecteur 15 et non tourné vers la seconde lentille 11 en ligne droite jusque vers le côté opposé 26a du second élément de support 26 tourné vers la seconde lentille 11 pour y être relié aux lignes 21a, 21f de l'électrode 22b prévue à
25 cet endroit. Cette électrode 22b sur la seconde lentille 11 est à l'extrémité radiale extérieure 11c de la première lentille 11 sur le côté 26a du second élément de support 26 tourné vers la seconde lentille 11 et non tourné vers l'élément détecteur 15.

Les deux autres perçages traversant 21b, 31e du second
30 élément de support 26 vont, tout d'abord en direction du côté 26a du second élément de support 26 tourné vers la seconde lentille 11 pour ensuite s'orienter perpendiculairement à cette direction vers l'évidement 26e du second élément de support 26. L'évidement 26e est de forme cylindrique. Dans la région de l'évidement 26e, le second élément de sup-
35 port 26 a en section deux parties en saillies 26f, 26g. Les deux parties

en saillies 26f, 26g sont des segments d'une partie en saillie périphérique. Les parties en saillies 26f, 26g ont chacune un côté 26h tourné vers la seconde lentille 11. Les côtés 26h des parties en saillies 26f, 26g ont une contre-électrode 23b de forme annulaire reliée aux lignes 21b, 21e. L'électrode 22b et la contre-électrode 23b constituent une paire d'électrodes servant à déformer la seconde lentille 11 en établissant un champ électrique.

La figure 5 montre un autre système d'imagerie optique 100 selon l'invention vue en section. Le système d'imagerie 100 est identique au système de la figure 1, la seule différence par rapport au système d'imagerie optique 100 de la figure 1 est que le côté 10b de la première lentille 10 non tourné vers l'élément détecteur 15 comporte un oxyde transparent, électro-conducteur 27. L'oxyde couvre tout le côté 10b de la première lentille 10 non tourné vers l'élément détecteur 15. L'oxyde 27 est relié par les lignes 21a, 21b des contacts traversants 20a, 20b. L'oxyde 27 forme une électrode surfacique 22 coopérant avec la contre-électrode 23. L'oxyde 27 dans sa forme est adapté à celle du côté 10b de la première lentille 10 non tourné vers l'élément détecteur 15 de sorte que l'oxyde 27 a également une forme bombée.

La figure 6 est une vue de dessus du système d'imagerie optique de la figure 5. On reconnaît que l'oxyde 27 couvre tout le côté 10b de la première lentille 10 à l'opposé de l'élément détecteur 15, car la première lentille 10 n'apparaît pas à la figure 6. L'oxyde 27 en vue de dessus a une forme circulaire. Le diamètre de l'oxyde (couche d'oxyde) 27 est plus grand que le diamètre de la première lentille 10 ; le diamètre de l'évidement 13e du premier élément de support 13 est toutefois plus petit que le diamètre extérieur du premier élément de support 13.

La figure 7 montre un autre système d'imagerie optique 100 selon l'invention. Ce système est identique au système de la figure 5 à la différence toutefois que la couche d'oxyde 27, électro-conducteur, transparent, ne se trouve pas sur le côté 10b de la première lentille 10 à l'opposé de l'élément détecteur 15, mais sur le côté opposé 10a tourné vers l'élément détecteur 15. La couche d'oxyde 27 est adaptée par sa forme à celle du côté 10a tournée vers l'élément détecteur 15 de la première lentille 10 de sorte que la couche d'oxyde 27 a une forme plane.

La couche d'oxyde 27 est disposée de façon à venir contre le côté 13a des deux segments d'éléments de support 13c, 13d, ces côtés étant tournés vers la première lentille 10 en étant reliés. La première lentille 10 dépasse par son extrémité radiale extérieure 10c la couche d'oxyde 27 et vient en contact avec le premier élément de support 13 dans la zone de son extrémité radiale extérieure 10c.

La figure 8 montre un autre système d'imagerie optique 100 selon l'invention. Ce système est identique à celui de la figure 7 à la différence par rapport au système de la figure 7 que le premier élément de support 13 n'a pas de contact traversant 19a, 19b. Pour cela, le premier élément de support 13 est électro-conducteur. Le côté 13b du premier élément de support 13 tourné vers l'élément de détecteur 15 intègre un cadre de liaison 28.

La figure 9 montre un autre système d'imagerie optique 100 identique à celui de la figure 8. Seule, la contre-électrode 23 est réalisée différemment du système de la figure 8 au lieu de l'électrode de forme annulaire, la contre-électrode 23 est réalisée de façon analogue à l'électrode 22 en une couche d'oxyde 27 transparent, électro-conducteur ; cette couche est appliquée en grande surface sur l'élément détecteur 15 à savoir sur son côté 15a tourné vers la première lentille 10. La couche d'oxyde 27 couvre ainsi plus de 80% de la surface du côté 15a tourné vers la première lentille 10 et qui n'est pas déjà couverte par le premier élément de support 13.

NOMENCLATURE DES ELEMENTS PRINCIPAUX

	10	Lentille micromécanique
	10a	Côté de la première lentille
5	10c	Extrémité radiale extérieure de la première lentille
	11	Seconde lentille
	12	Polymère
	12a	Photorésist à base de polymère
	13	Élément de support
10	13cd	Segments de l'élément de support
	13e	Evidement dans le premier élément de support / évidement de forme cylindrique
	14	Plaquette de lentille(s)
	15	Élément détecteur
15	15a	Côté de l'élément détecteur tourné vers la première lentille
	15b	Côté de l'élément de support tourné vers l'élément détecteur
	16	Plaquette de détecteur(s)
	17	Dispositif d'imagerie CCD
	18	Cavité
20	18a, 18b	Cavités
	19abcdef	Contacts traversants
	20abcdef	Perçages traversants en forme de canal
	21abcdef	Conducteurs électriques
	22	Electrode
25	22a	Diamètre radial extérieur de l'électrode
	23	Contre électrode
	24	Bobine
	25	Matière magnétique
	26	Second élément de support
30	26ab	Côtés du second élément de support
	26e	Evidement du second élément de support
	26fg	Parties en saillie du second élément de support
	27	Couche d'oxyde
	31abef	perçages traversants
35	100	Système d'imagerie

REVEN DICATIONS

- 1°) Système d'imagerie optique (100) comportant une première lentille micromécanique (10) pour réfracter un rayonnement électromagnétique, système caractérisé en ce que
5 la première lentille (10) est déformable par des forces électriques et/ou magnétiques.
- 2°) Système d'imagerie optique (100) selon la revendication 1, caractérisé en ce que
10 la première lentille (10) comporte notamment un polymère (12), en particulier au moins un photorésist (12a).
- 3°) Système d'imagerie optique (100) selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que
15 la première lentille (10) est directement en contact avec une matière magnétique (25) ou comporte une matière magnétique (25),
- la première lentille (10) se déformant par la coopération de la matière magnétique (25) avec un champ magnétique.
- 20 4°) Système d'imagerie optique (100) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que
la première lentille (10) se déforme en coopérant électriquement avec un champ électrique.
25
- 5°) Système d'imagerie optique (100) selon la revendication 4, caractérisé en ce que
la première lentille (10) est déformable par interaction électrique avec un champ électrique en contact direct avec une électrode (22) ou com-
30 portant une électrode (22).
- 6°) Système d'imagerie optique (100) selon la revendication 5, caractérisé en ce que
l'électrode (22) est appliquée selon une grande surface sur au moins un
35 côté (10a, 10b) de la première lentille (10).

7°) Système d'imagerie optique (100) selon l'une des revendications 5 ou 6 caractérisé en ce que l'électrode (22) est en un matériau transparent dans la plage des longueurs d'onde à détecter.

8°) Système d'imagerie optique (100) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen pour générer des forces électriques ou magnétiques agissant sur la première lentille.

9°) Procédé de réalisation d'une plaquette de lentille (14, 14a, 14b) comportant les étapes suivantes consistant à :

- a. structurer au préalable une plaquette de support, appropriée,
- b. appliquer un polymère (12),
- c. générer une structure de lentille(s),
- d. appliquer et de préférence structurer une couche en une matière transparente conductrice, et
- e. effectuer un traitement de finition de la plaquette de lentille(s) (14, 14a, 14b).

10°) Procédé de réalisation d'un système d'imagerie optique (100) selon l'une des revendications 1 à 8 et selon la revendication 9, comportant les étapes suivantes consistant à :

- a. réaliser une plaquette de lentilles (14, 14a, 14b) selon la revendication 9,
- b. relier par paires, la plaquette de lentilles (14, 14a, 14b) à au moins une autre plaquette par un procédé de liaison de plaquettes,
- c. dégager les contacts enfouis et,
- d. séparer la plaquette reliée en systèmes d'imagerie optique distincts (100).

Fig. 1

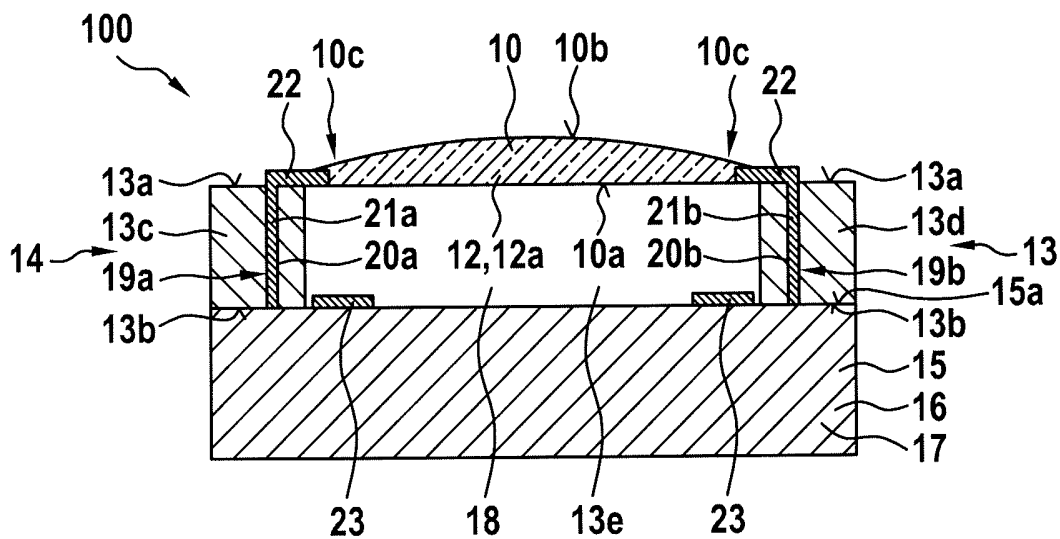
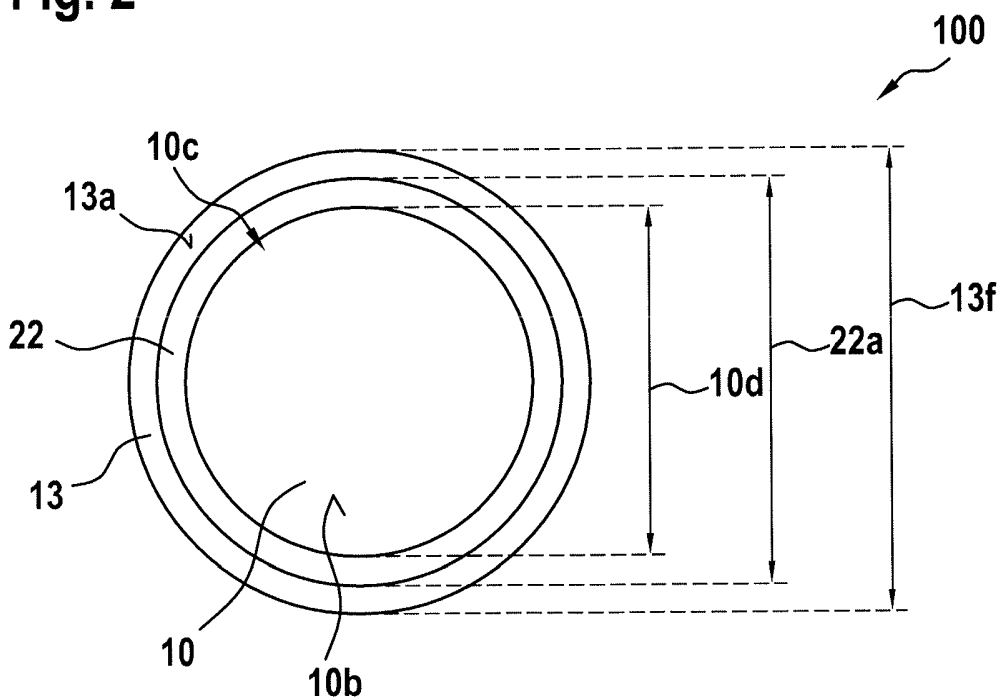
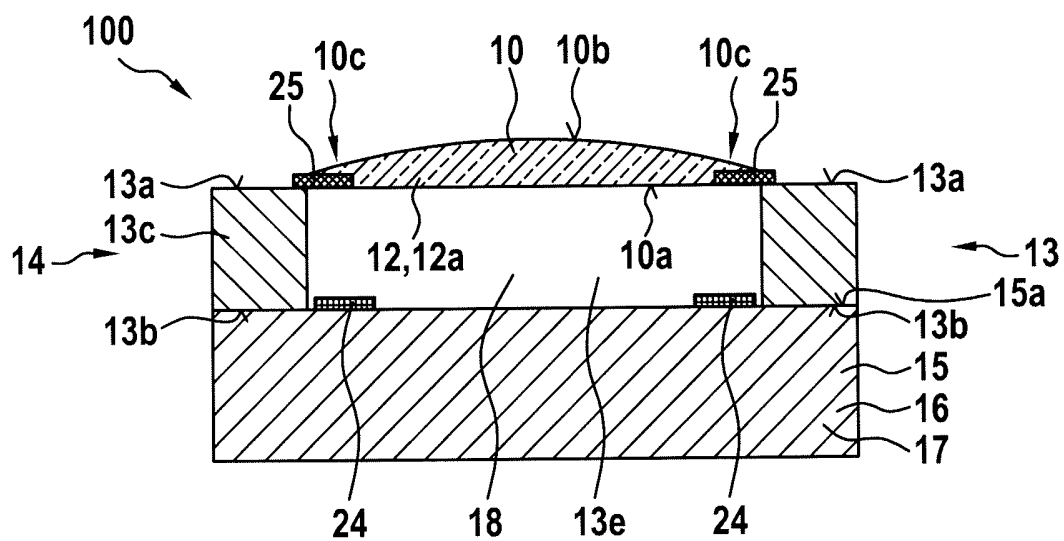


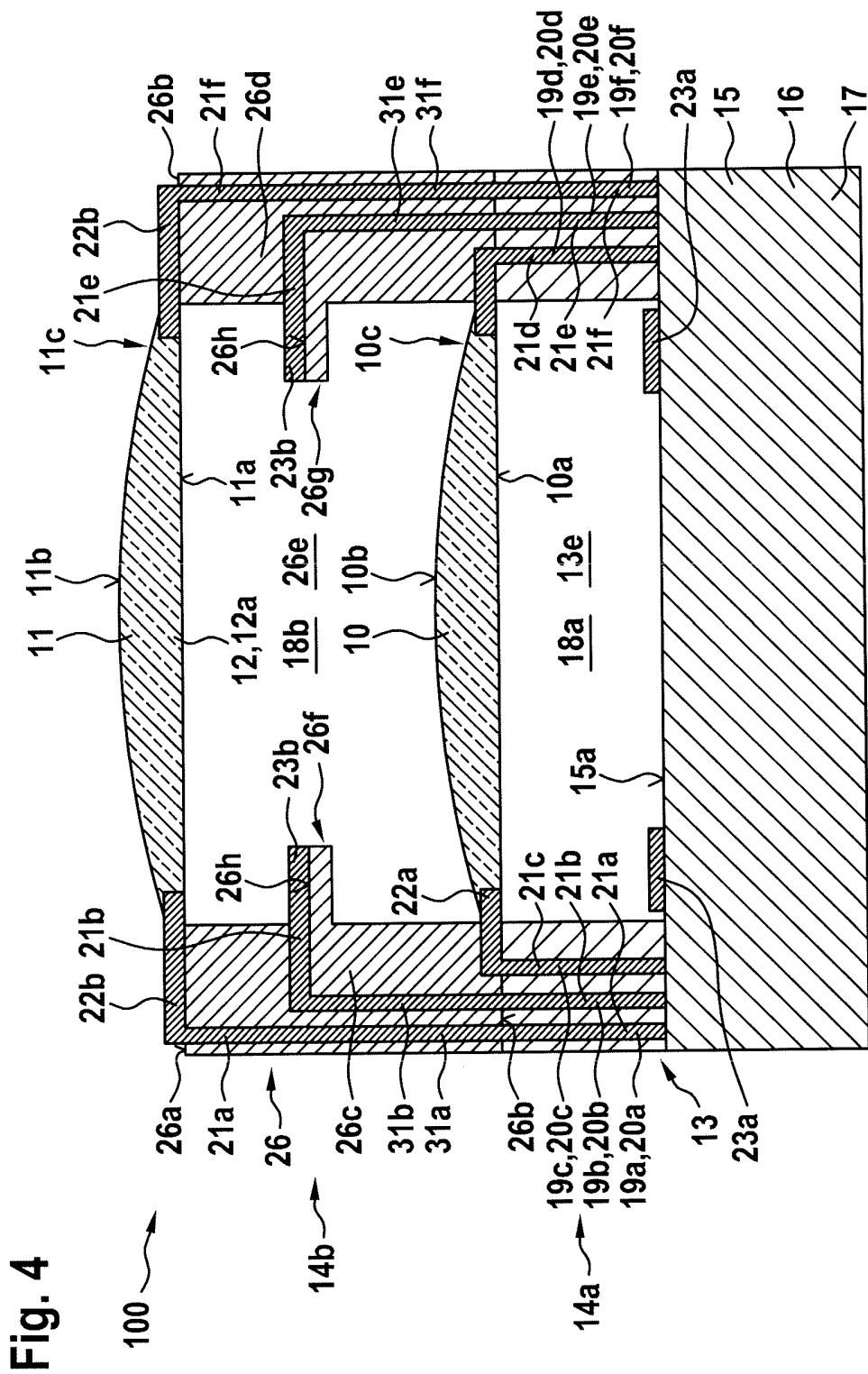
Fig. 2



2 / 6

Fig. 3





4 / 6

Fig. 5

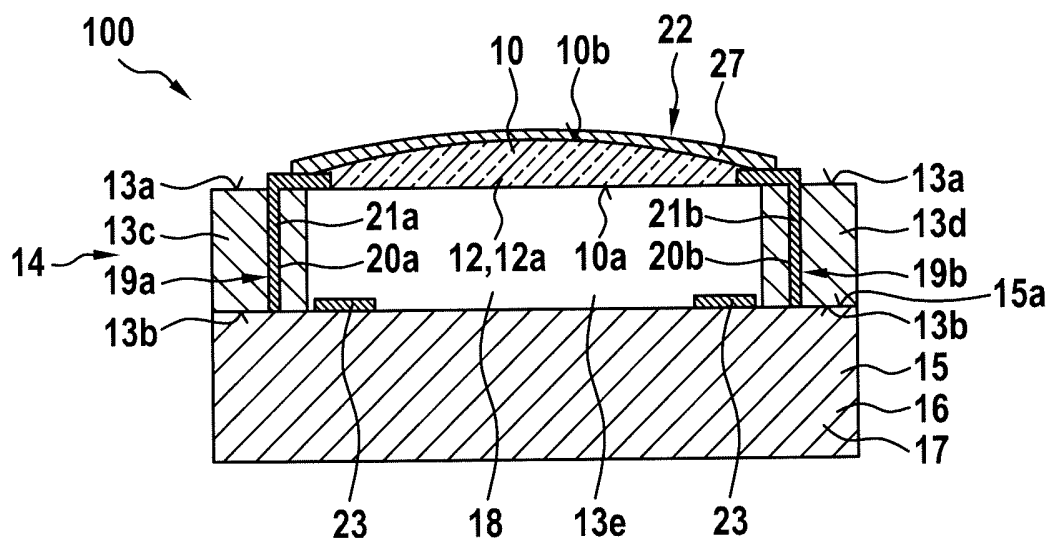
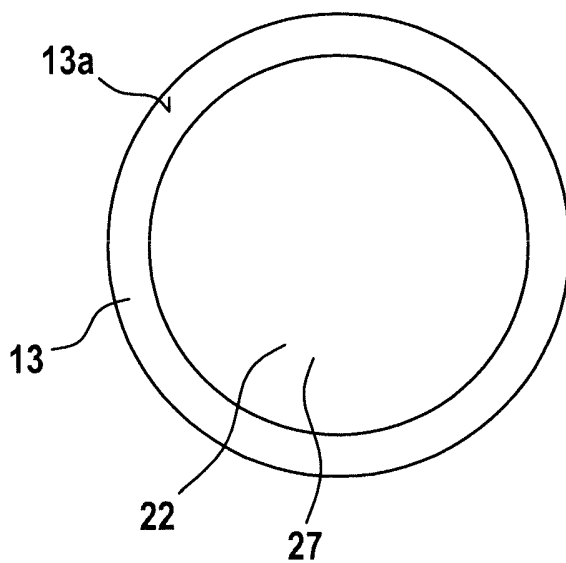


Fig. 6



5 / 6

Fig. 7

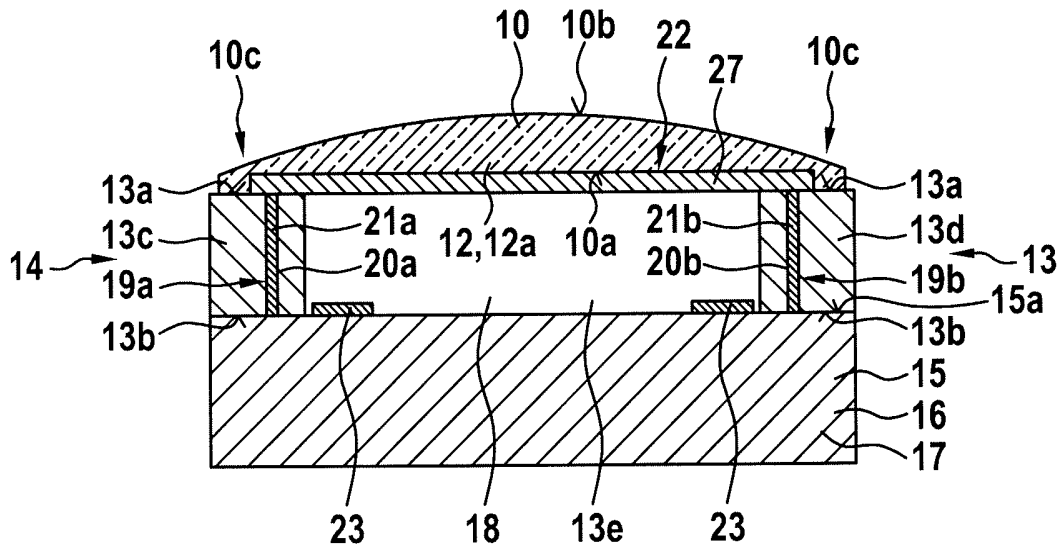
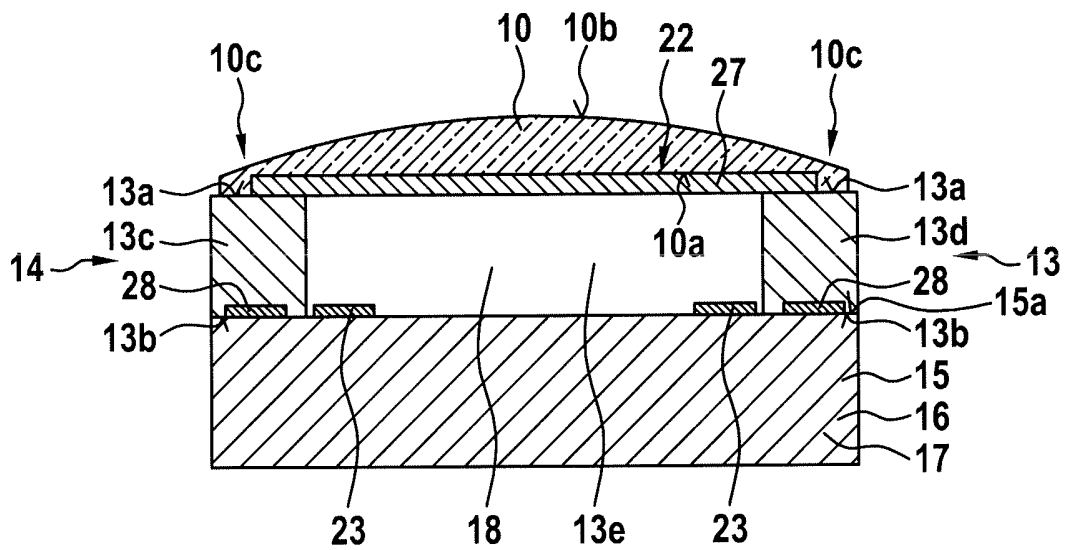


Fig. 8



6 / 6

Fig. 9

