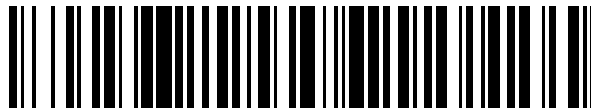


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 886**

51 Int. Cl.:

H01L 27/146 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2017** **E 17207777 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019** **EP 3340303**

54 Título: **Módulo optoelectrónico 3D de captación de imágenes**

30 Prioridad:

20.12.2016 FR 1662823

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.04.2020

73 Titular/es:

**3D PLUS (100.0%)
408 rue Hélène Boucher
78530 Buc, FR**

72 Inventor/es:

GAMBART, DIDIER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 755 886 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Módulo optoelectrónico 3D de captación de imágenes

El campo de la invención es el de los módulos optoelectrónicos 3D de captación de imagen y más particularmente de captación de imagen espacial, utilizados para la toma de imágenes de foto o vídeo en todas las longitudes de onda por ejemplo para misiones de planetología, de exploración de planetas, de visor de estrellas o de supervisión de satélites o del lanzador.

El documento JP 2001 188155 describe un módulo optoelectrónico para toma de imágenes.

Se conoce que en la industria espacial es deseable miniaturizar los módulos optoelectrónicos 3D de captación de imagen mientras se utilizan sensores optoelectrónicos mayores que tienen una mayor resolución y reduciendo el coste del dispositivo.

La figura 1 presenta una concepción clásica de un dispositivo optoelectrónico utilizado en captación de imagen espacial. Incluye dispositivos según un eje óptico 103 óptico:

- un dispositivo 100 óptico de formación de imagen con lentes 101 y un objetivo 102 y
- un sensor 200 fotosensible.

Se muestra más en detalle en la figura 2 un sensor 200 optoelectrónico fotosensible. Comprende una parte 201 activa tal como un chip de silicio adherido a un cajetín 203 por ejemplo en cerámica que es el material generalmente utilizado para las aplicaciones espaciales. El plano de referencia del sensor está en la mayor parte de los casos por detrás del cajetín 203. Unas conexiones 204 eléctricas en la forma de patillas PGA (Pin Grid Array) permiten asegurar la conexión entre el chip y el exterior del cajetín tal como un circuito PCB (Printed Circuit Board). El cajetín se recubre con un vidrio 202 adherido sobre el cajetín 203.

El objetivo 102 debe estar perfectamente alineado con el chip 201; debe ser perpendicular a la superficie activa del chip y centrado sobre esta superficie activa. Las precisiones de centrado solicitadas son del orden de 35 µm. Esta etapa de centrado se realiza manualmente y es seguida por fases de medidas ópticas. Esta etapa es larga y delicada y necesita un utillaje específico y un personal cualificado. Es difícil de centrar muy precisamente el objetivo sobre el chip porque a su vez no está bien centrado en su cajetín. Se muestra en la figura 3 un resumen de las imprecisiones de posicionamiento que aparecen durante la etapa de adhesión del chip en su cajetín. El chip 201 puede estar desplazado en el plano XY como se ilustra en la figura 3b y/o presentar un error de perpendicularidad con relación al eje 103 óptico debido por ejemplo a un grosor variable de adhesivo 205 como se ilustra en la figura 3a. Se constatan normalmente errores de 150 µm y 80 µm, incluso más. Una vez fabricado el sensor 200, el chip 201 ya no está accesible y su posicionamiento no puede rectificarse. De donde resulta que la precisión de posicionamiento del chip fotosensible no respeta la precisión final deseada.

Una de las problemáticas para una utilización espacial es también el mantenimiento del sensor a una temperatura baja. Los rendimientos de un sensor óptico se degradan muy rápido cuando la temperatura aumenta. Es principalmente la corriente de oscuridad la que aumenta y en la realidad el negro se convierte en gris lo que es perjudicial en las aplicaciones espaciales en las que el negro es predominante en la mayoría de las imágenes. Esta problemática se amplifica por la utilización de sensores que tienen cada vez más resolución y que disipan por tanto más potencia.

Las soluciones utilizadas actualmente para refrigerar los sensores son la adición de un intercambiador térmico Pelletier y un radiador para disipar y transmitir las calorías. Más allá del coste elevado de este intercambiador + radiador, la implementación es delicada porque la superficie de intercambio del chip es su cara inferior por la que está adherido. Además, teniendo en cuenta el volumen de este conjunto, el circuito impreso en el que se conecta al sensor se aleja, lo que presenta inconvenientes. En efecto, el alejamiento del sensor y los componentes electrónicos del circuito impreso inducen ruidos electrónicos.

El objeto de la invención es paliar estos inconvenientes. En consecuencia, sigue existiendo actualmente una necesidad de un módulo optoelectrónico 3D de captación de imágenes que dé simultáneamente satisfacción al conjunto de las exigencias antes citadas, en términos de dimensiones, de coste, de precisión de centrado y de alineación y de temperatura de funcionamiento.

Más precisamente, la invención tiene por objeto un módulo optoelectrónico 3D de captación de imagen destinado a fijarse en un dispositivo de formación de imágenes, y que comprende:

- un sensor optoelectrónico que incluye un cajetín en el que se aloja un chip fotosensible de cara activa plana, teniendo en su cara opuesta unas patillas de conexión eléctrica conectadas a
- un apilado de al menos un circuito impreso equipado con componentes electrónicos,
- estando moldeado el conjunto sensor y apilado en una resina y presentando unas caras verticales según Z metalizadas y grabadas para formar pistas de interconexión eléctrica de los circuitos impresos.

Está caracterizado principalmente porque comprende una cuna rígida térmicamente conductora en forma de un marco que delimita una abertura en su centro a través de la que pasan dichas patillas, presentando el marco una superficie de referencia según X, Y y:

◦ en una superficie superior:

- 5 unos puntos de referencia de fijación destinados a centrar y alinear el dispositivo de formación de imágenes con relación a la superficie de referencia
 unos puntos de fijación destinados a permitir la fijación del dispositivo de formación de imágenes, y

◦ una superficie de apoyo interior que presenta puntos de apoyo del sensor ajustados para que la cara activa del chip esté centrada y alineada con relación a la superficie de referencia.

10 La adición de esta cuna asegura a la vez la sujeción mecánica, la alineación óptica, la conexión eléctrica y la disipación térmica. Gracias a esta única pieza de cuna, se respetan las múltiples restricciones de utilización de un sensor óptico en el campo espacial principalmente. La cuna es una pieza fácil de fabricar, de coste reducido y fácil de implementar. Como se verá a continuación, una única operación es suficiente para el posicionamiento y la adhesión del sensor.

15 La superficie de referencia es por ejemplo la superficie superior.

La superficie de apoyo interior es preferentemente colineal con la superficie superior.

El sensor optoelectrónico es típicamente el de una cámara.

La invención tiene también por objeto un procedimiento de fabricación de un módulo optoelectrónico 3D de captación de imagen tal como se ha descrito, caracterizado porque incluye las siguientes etapas:

- 20 - posicionamiento del sensor optoelectrónico sobre la superficie de apoyo interior de manera que se alinee y centre la cara activa del chip con relación a la superficie de referencia por medio de los puntos de centrado del chip,
 - fijación del sensor posicionado, por adhesión,
 - ensamblaje del conjunto sensor + marco al apilado de los circuitos impresos,
 25 - moldeado del apilado y del marco en la resina sin sobrepasar la superficie superior del marco,
 - corte según unos ejes de corte según Z para obtener unas caras laterales,
 - metalización y grabado de las caras laterales para interconectar eléctricamente los circuitos impresos.

Surgirán otras características y ventajas de la invención con la lectura de la descripción detallada que sigue, realizada a título de ejemplo no limitativo y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 30 la figura 1 ya descrita representa esquemáticamente un dispositivo electrónico de captación imagen según el estado de la técnica,
 la figura 2 ya descrita representa esquemáticamente un ejemplo de sensor optoelectrónico según el estado de la técnica, visto en sección,
 las figuras 3 ilustran errores de posicionamiento del chip en su plano (visto desde arriba fig. 3b) y con relación al
 35 eje óptico (visto en sección fig. 3a),
 la figura 4 representa esquemáticamente un ejemplo de elementos utilizados en un módulo optoelectrónico 3D de captación de imagen según la invención, vistos en sección,
 la figura 5 representa gráficamente un ejemplo de marco utilizado en un módulo optoelectrónico 3D de captación de imagen según la invención, en perspectiva,
 40 la figura 6 representa esquemáticamente un ejemplo de marco con una interfaz térmica, listo para recibir un sensor,
 las figuras 7 ilustran un esquemáticamente unas etapas de fabricación de un módulo optoelectrónico 3D de captación de imagen según la invención, ilustrando la figura 7a la etapa de moldeado en la resina del conjunto sensor + cuna + apilado, ilustrando la figura 7b la etapa de corte del conjunto moldeado,
 45 la figura 8 representa esquemáticamente un ejemplo de módulo optoelectrónico 3D de captación imagen según la invención visto en perspectiva.

De una figura a otra, los mismos elementos se referencian mediante las mismas referencias.

En lo que sigue de la descripción, las expresiones “delante”, “detrás”, “superior”, “inferior” se utilizan con referencia a la orientación de las figuras descritas. En la medida en que los elementos pueden posicionarse según otras orientaciones, la terminología direccional se indica a título de ilustración y no es limitativa.

Se describe en relación con las figuras 4 y 5 un ejemplo de elementos incluidos en un módulo optoelectrónico 3D de captación de imagen según la invención. Incluye una cuna en forma de un marco 300 rígido en el que el sensor 200 se posiciona y adhiere por su cara 215 posterior. La abertura 314 del marco se prevé para permitir el paso de las conexiones 204 eléctricas. Es generalmente rectangular pero no necesariamente.

Este marco 300 se mecaniza en la masa con dos planos que son:

- el plano 301 de colocación para la adhesión del sensor y
- el plano 302 de la cara superior.

5 Uno de estos dos planos es un plano de referencia. En lo que sigue de la descripción se considera que se trata del plano 302 de la cara superior.

El marco 300 incluye:

- en el plano 301 de colocación, unos puntos 313 de apoyo del sensor (preferentemente tres puntos de apoyo) utilizados para alinear el chip 201 con relación al plano de referencia del marco, en los 3 ejes,
- 10 - en su cara 302 superior, unos puntos 317 de referencia de fijación del objetivo 102 destinados a centrar y alinear el eje óptico del objetivo con relación al plano de referencia del marco. En nuestro ejemplo se utilizan dos puntos de referencia, uno oblongo y el otro redondo; se puede utilizar por supuesto uno o varios otros puntos de referencia,
- en su cara 302 superior, unos roscados 316 u otros medios equivalentes destinados a cooperar con unos medios de fijación del objetivo 102 sobre el marco.

15 El contorno del marco es paralelepípedo con unos curvados eventualmente sobre el exterior como en el ejemplo de la figura 5 con dos lados curvados. El contorno interno del marco tiene una forma correspondiente a la del sensor.

La etapa de adhesión del sensor 200 en el marco 300 se realiza mediante una máquina de posicionamiento del tipo "pick and place" por ejemplo. La máquina deposita un adhesivo sobre la superficie 301 de adhesión del marco (= superficie de apoyo del sensor), posteriormente posiciona el sensor 200 en el marco sobre esta superficie, realiza 20 a continuación la alineación óptica del chip 201 con relación al marco (es decir con relación al plano de referencia) ajustando la posición del sensor en los 3 ejes gracias a los puntos 313 de apoyo. Esta alineación permite corregir el error de perpendicularidad del chip 201 con relación al plano de referencia, así como el desplazamiento en el plano de colocación, es decir los errores ilustrados en las figuras 3a y 3b. La máquina mantiene el conjunto (sensor + marco) en posición durante la polimerización del adhesivo. El adhesivo es típicamente una resina epoxi con o sin 25 cargas. Esta etapa se realiza de una única vez y prescinde de todas las operaciones de regulaciones posteriores. Después de la adhesión del sensor, la cara sensible del chip 201 (= cara opuesta a las patillas de conexión) es por tanto colineal con el plano de referencia, en este caso con la cara 302 superior del marco.

Se obtiene así una precisión de posicionamiento en el plano de colocación, típicamente del orden de 35 µm.

30 Estando así fijado el sensor al marco, el objetivo 102 de un dispositivo de formación de imágenes podrá fijarse al marco 300 gracias a los puntos 317 de referencia de fijación y a los roscados 316 sobre la cara superior del marco como se puede ver en las figuras 4 y 5. Como resultado de estas dos etapas (adhesión del sensor y fijación del objetivo), se asegurará que:

- la cara fotosensible del chip es colineal con el plano de referencia del marco y centrada, y que
- el eje óptico del objetivo es perpendicular al plano de referencia del marco y el objetivo está centrado.

35 Las mismas etapas se aplican considerando el plano 301 de colocación como plano de referencia.

El plano de colocación y el de la cara superior son ventajosamente colineales por construcción.

El chip 201 puede incluir 4 millones de píxeles.

El marco está constituido ventajosamente por un material térmicamente conductor tal como el aluminio o el cobre. Antes de la etapa de adhesión, se coloca preferentemente una interfaz 318 térmica mostrada en la figura 6 sobre la 40 superficie 301 de adhesión. Esta interfaz térmica deja pasar las patillas 204 de conexión eléctrica mientras se asegura un buen contacto térmico sobre la periferia del sensor. Esta interfaz térmica permite asegurar en un mismo producto las funciones de intercambiador y de radiador. Se utiliza típicamente un adhesivo térmicamente conductor, tal como un adhesivo UV que permite igualmente fijar el sensor 200 en el marco como se ha indicado anteriormente. Utilizando una resina epoxi con o sin cargas como adhesivo, la conductividad térmica obtenida es inferior a 4 °C/W 45 entre el sensor 200 y el plano 301 de fijación mecánica.

Cuando el sensor se fija al marco, el conjunto sensor + marco se ensambla en un apilado de circuitos 400 impresos cada uno incluyendo uno o varios componentes 401 electrónicos activos y/o pasivos sobre una cara o sobre las dos caras, como se muestra en las figuras 7a, 7b con un apilado de cuatro circuitos 400 impresos. Estos componentes 401 son típicamente componentes pasivos de filtrado de parásitos, de protección del sensor y unos componentes 50 activos tal como unidades de tratamiento de las señales recibidas por el chip, o alimentaciones.

Una de las problemáticas de los sensores es asegurar conjuntamente la fijación mecánica y la conexión eléctrica con estos circuitos impresos. La conexión a estos circuitos impresos se realiza a través de un primer circuito impreso PCB (acrónimo de la expresión anglosajona Printed Circuit Board) que incluye unas pistas de conexión eléctrica, y eventualmente unos componentes electrónicos. Este PCB 400 se fija al marco 300 y las patillas 204 de conexión del

5 sensor 200 se conectan eléctricamente a las pistas de conexión del PCB por soldadura. Por ejemplo, las patillas 204 pasan a través del PCB y se sueldan en el lado de la cara inferior del PCB. El marco 300 se coloca así intercalado entre el sensor y el PCB. Este aspecto refuerza la resistencia mecánica y el PCB no tiene necesidad de estar específicamente en el mismo plano que el sensor 200 o que el chip 201. Esta implantación permite tener una proximidad entre el chip y los componentes electrónicos del apilado, y esto incluso utilizando una interfaz térmica como se ha indicado anteriormente. Esta solución permite reducir de manera importante los ruidos electrónicos que entran en juego en la captura de la imagen.

10 Como se puede ver en la figura 7a, el conjunto sensor + cuna + apilado se moldea entonces en la resina 500 hasta el plano 302 de referencia de la cuna o ligeramente por debajo como se puede ver en la figura; las dimensiones según XY del marco son inferiores a las del apilado como se puede ver en la figura. El conjunto moldeado se corta entonces según unos ejes 501 de corte verticales (en el eje Z) a la altura de los que sobresalen unas pistas 402 eléctricamente conductoras de cada circuito impreso como se muestra en la figura 7b. Las caras verticales se metalizan entonces y se graban para realizar las interconexiones 502 eléctricas entre los circuitos del apilado como se muestra en la figura 8. El último circuito 400 impreso está provisto de medios 404 de conexión eléctrica externa.

15 Un módulo de ese tipo del que se muestra un ejemplo en la figura 8 con:

- unas pistas 502 de interconexión sobre sus caras laterales,
- la cuna 300 de la que se puede ver la cara superior con sus roscados 316 y sus puntos 317 de referencia de fijación de un dispositivo 100 de formación de imágenes,
- el sensor del que se ve el vidrio 202 de protección, y el cajetín 203, podrán asociarse entonces a un dispositivo 20 de formación de imágenes con la finalidad de una aplicación de captación de imágenes principalmente de captación de imágenes espaciales.

REIVINDICACIONES

1. Módulo optoelectrónico 3D de captación de imágenes destinado a ser fijado en un dispositivo (100) de formación de imágenes, que comprende:
- 5 - un sensor (200) optoelectrónico que incluye un cajetín (203) en el que se aloja un chip (201) fotosensible de cara activa plana, teniendo en su cara opuesta unas patillas (204) de conexión eléctrica conectadas a
 - un apilado de al menos un circuito (400) impreso equipado con componentes (401) electrónicos,
 - estando moldeado el conjunto sensor (200) y apilado en una resina (500) y presentando unas caras verticales según Z metalizadas y grabadas para formar pistas (502) de interconexión eléctrica de los circuitos impresos.
- 10 **caracterizado porque** comprende una cuna rígida térmicamente conductora en forma de un marco (300) que delimita una abertura (314) en su centro a través de la cual pasan dichas patillas (204), presentando el marco una superficie de referencia según X, Y y:
- en una superficie superior (302):
 - 15 unos puntos (317) de referencia de fijación destinados a centrar y alinear el dispositivo de formación de imágenes con relación a la superficie de referencia
 - unos puntos (316) de fijación destinados a permitir la fijación del dispositivo de formación de imágenes, y
 - una superficie (301) de apoyo interior que presenta puntos (313) de apoyo del sensor ajustados para que la cara activa del chip esté centrada y alineada con relación a la superficie de referencia.
2. Módulo optoelectrónico 3D según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la superficie de referencia es la superficie (302) superior.
- 20 3. Módulo optoelectrónico 3D según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la superficie (301) de apoyo interior es colineal con la superficie (302) superior.
4. Módulo optoelectrónico 3D según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el sensor optoelectrónico es el de una cámara.
- 25 5. Módulo optoelectrónico 3D según una de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado porque** el chip (201) incluye 4 millones de píxeles.
6. Módulo optoelectrónico 3D según una de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado porque** el marco (300) presenta un contorno paralelepípedo con curvaturas en el exterior.
7. Procedimiento de fabricación de un módulo optoelectrónico 3D de captación de imágenes según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye las siguientes etapas:
- 30 - posicionamiento del sensor (200) optoelectrónico sobre la superficie (301) de apoyo interior de manera que se alinee y centre la cara activa del chip (201) con relación a la superficie de referencia por medio de los puntos (313) de apoyo del sensor,
 - fijación del sensor posicionado, por adherencia,
 - 35 - ensamblaje del conjunto sensor + marco al apilado de los circuitos impresos,
 - moldeado del apilado y del marco en la resina (500) sin sobrepasar la superficie (302) superior del marco,
 - corte según unos ejes (501) de corte para obtener unas caras laterales,
 - metalización y grabado de las caras laterales para interconectar eléctricamente los circuitos impresos.

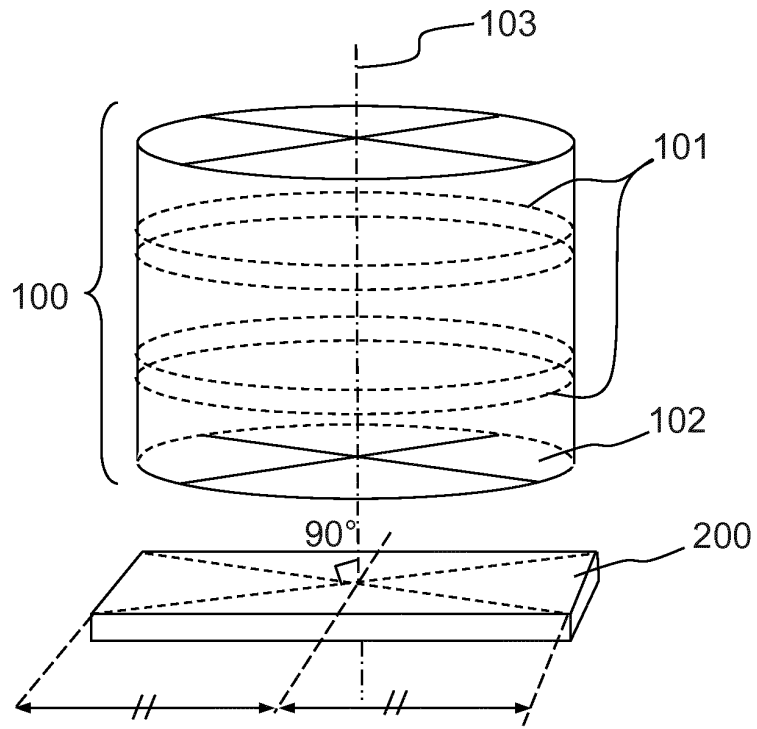


FIG. 1

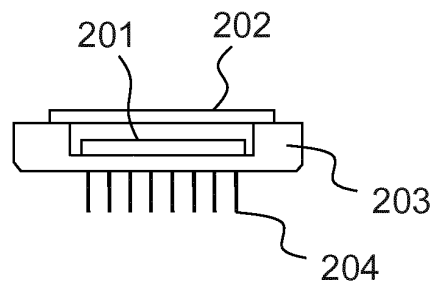


FIG. 2

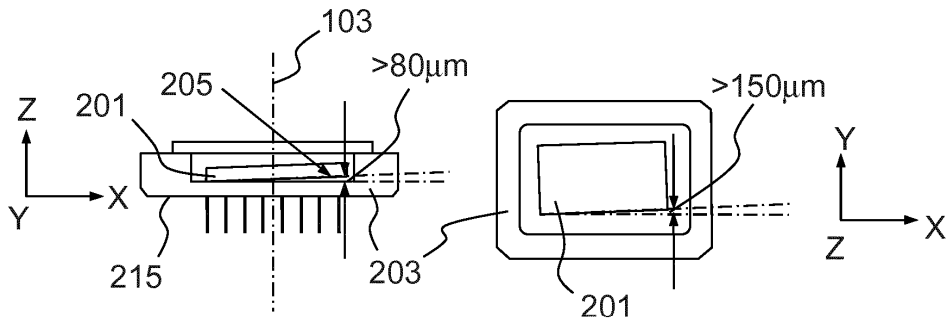


FIG.3a

FIG.3b

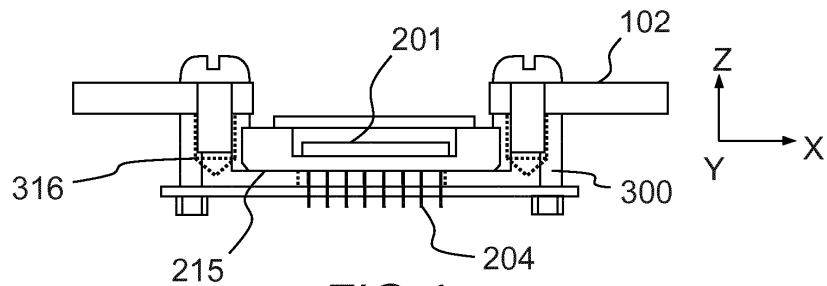


FIG.4

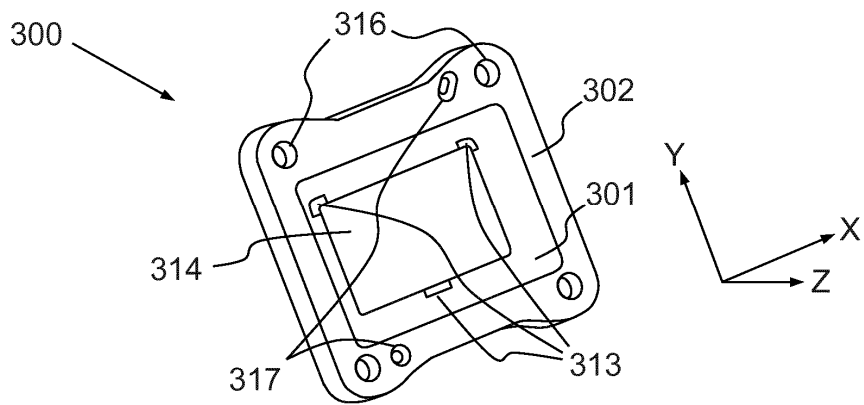


FIG.5

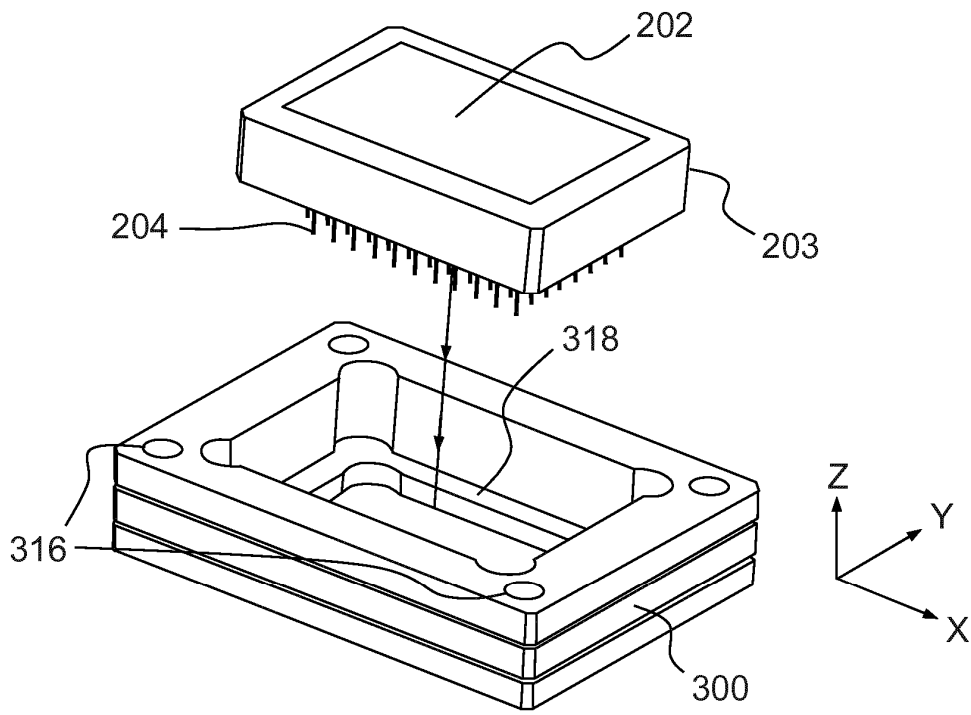


FIG. 6

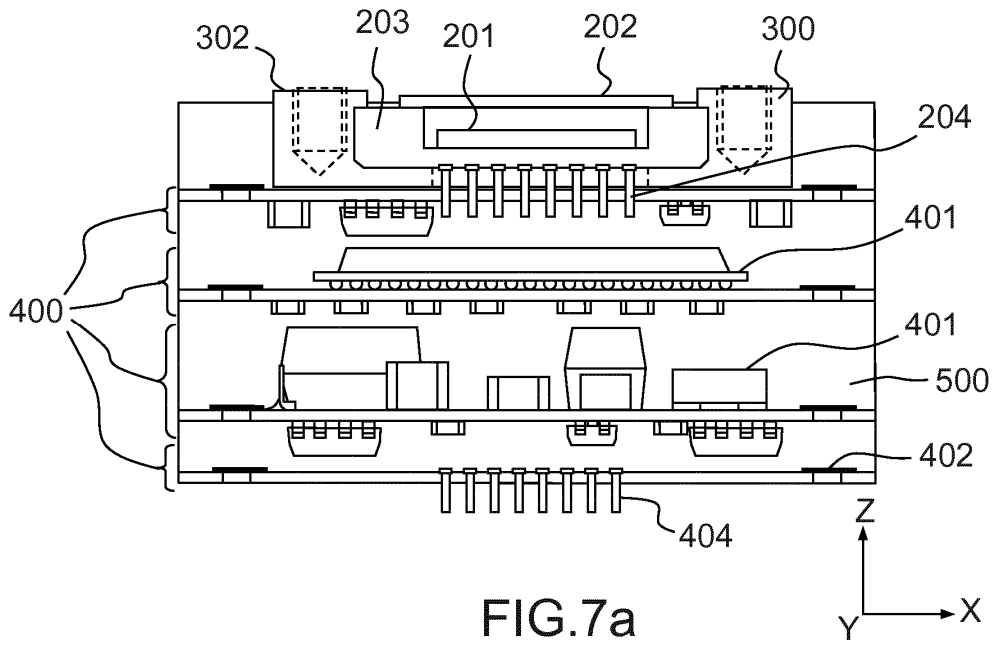


FIG. 7a

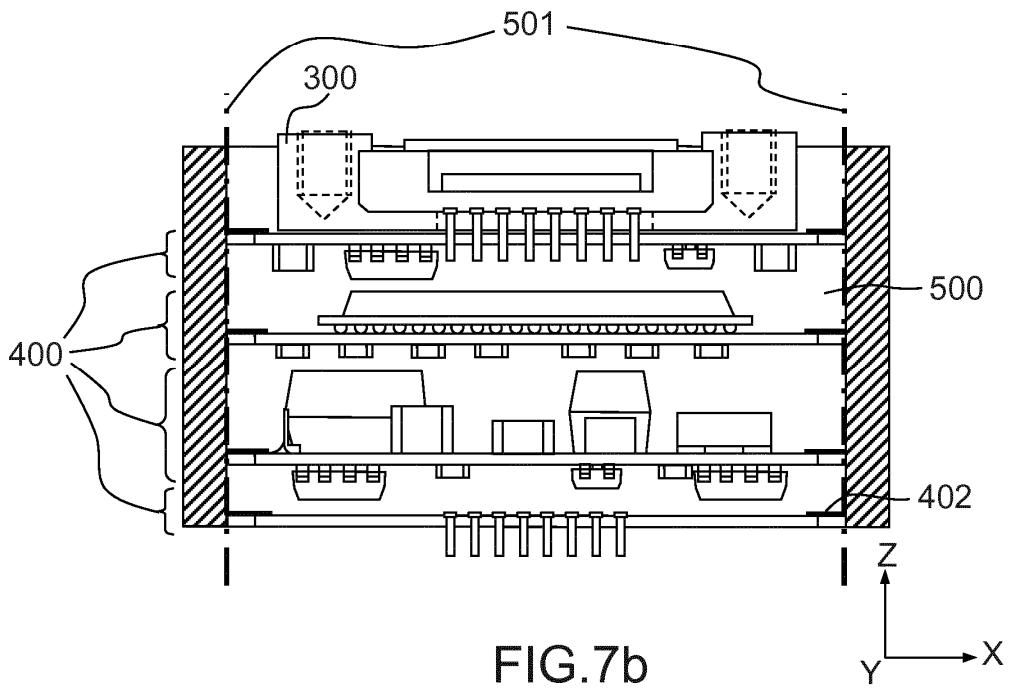


FIG. 7b

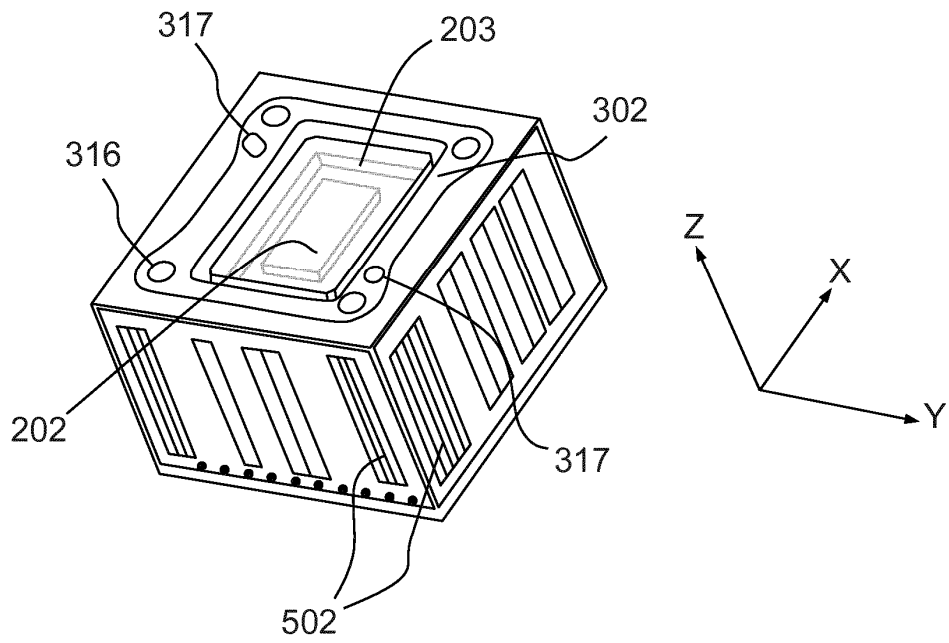


FIG.8