



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 354 588**

51 Int. Cl.:
G02B 26/08 (2006.01)
G02B 7/185 (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08290155 .4**
96 Fecha de presentación : **18.02.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **1965243**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

54 Título: **Espejo adaptativo piezoeléctrico.**

30 Prioridad: **28.02.2007 FR 07 01439**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2011

73 Titular/es:
Compagnie Industrielle des Lasers CILAS
8, avenue Buffon, Zone Industrielle la Source
45100 Orleans, FR

72 Inventor/es: **Sinquin, Jean-Christophe;**
Lurçon, Jean-Marie y
Guillemard, Claude

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 354 588 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

El presente invento se refiere a un espejo adaptativo, es decir un espejo deformable, destinado a estar dispuesto en una cadena óptica para corregir en tiempo real la deformación del frente de onda incidente y, por tanto, mantener dicha cadena óptica en su rendimiento óptimo.

5 Por ejemplo, mediante el documento EP-0 793 120, ya se conoce un espejo adaptativo que incluye:

-una pluralidad de accionadores piezoeléctricos, con forma de barras, solidarios a una base rígida por una de sus extremidades y provistos de electrodos gracias a los cuales se puede aplicar tensiones eléctricas a dichos accionadores piezoeléctricos para engendrar campos eléctricos; y

10 -una superficie reflectante flexible, situada en la otra de las extremidades de dichos accionadores piezoeléctricos y apta para ser deformada localmente por cada uno de estos cuya longitud varía bajo el efecto de dichos campos eléctricos.

15 Por otra parte, se sabe que la variación de dimensión de un bloque de material piezoeléctrico, paralelamente a la dirección del campo eléctrico que le es aplicado, depende de la tensión eléctrica que engendra dicho campo, pero es independiente de esta dimensión.

20 También, en el espejo adaptativo conocido al que se ha hecho referencia anteriormente, con el fin de obtener una carrera satisfactoria para la extremidad de cada barra piezoeléctrica unida a dicha superficie reflectante flexible para deformar, se está obligado a constituir dicha barra mediante un apilamiento de una pluralidad de elementos piezoeléctricos en los que cada uno está provisto de un par de electrodos, de manera que la carrera de dicha barra pueda ser igual a la suma de las variaciones de espesor de dichos elementos.

25 Así, la carrera de dichas barras piezoeléctricas compuestas es tanto más grande como el número de elementos es en sí mismo más elevado. Sin embargo, si el número de elementos apilados es elevado, es necesario que dichos elementos apilados presenten una superficie ancha para asegurar una base satisfactoria a dichas barras compuestas. Es entonces imposible obtener un pequeño paso de reparto de dichas barras piezoeléctricas sobre la base rígida.

En los espejos adaptativos conocidos, se debe pues respetar un compromiso entre la carrera y el paso de reparto deseado para las barras. En la práctica, el paso de reparto mínimo que se puede obtener es del orden de 3 mm, para una carrera del orden de algunos micrómetros.

30 Sin embargo, numerosas aplicaciones de óptica adaptativa exigen pasos de reparto de las barras piezoeléctricas del orden de 1 mm, para una carrera igualmente del orden de algunos micrómetros.

El objeto del presente invento es solucionar los inconvenientes de la técnica anterior y permitir la realización de espejos adaptativos en los que los pasos de reparto de las barras piezoeléctricas son pequeños, presentando estos últimos una carrera apropiada.

35 Con este fin, según el invento, el espejo adaptativo del tipo descrito anteriormente es digno de mención porque:

-incluye una pluralidad de peines monolíticos de material piezoeléctrico unidos y hechos solidarios unos con otros, incluyendo cada peine unos dientes que forman barras monolíticas y un dorso que forma una placa de dicha base; y

40 -cada barra monolítica de material piezoeléctrico está provista, en caras longitudinales opuestas, con dos electrodos para formar uno de dichos accionadores.

45 Así, en el presente invento, gracias a la realización de barras con forma de dientes de peine monolíticos, se puede dar a estas barras una sección inferior a la de barras compuestas de la técnica anterior, para carreras del mismo orden, principalmente por el hecho de que dichas barras monolíticas presentan una buena rigidez.

En el presente invento, se lleva pues a cabo el efecto piezoeléctrico transversal, al contrario que la técnica anterior conocida de barras compuestas que utiliza el efecto piezoeléctrico directo.

50 Se observará que el documento EP-1 432 048 ya describe un accionador piezoeléctrico que utiliza el efecto piezoeléctrico transversal y está constituido por una matriz de barras monolíticas piezoeléctricas. Sin embargo, en este documento, cada una de dichas barras está fijada sobre la base por medio de medios de fijación, lo que limita las posibilidades de reducir el paso de reparto de dichas barras.

En el espejo conforme el presente invento, la matriz de barras monolíticas está simplemente formada mediante ensamblaje, por ejemplo mediante pegado, de los dorsos de una pluralidad de peines monolíticos.

5 Preferentemente, unos tirantes eléctricamente aislantes están dispuestos entre dichos peines monolíticos adyacentes y dichas barras monolíticas presentando cada una una sección cuadrada.

Se observará además que la arquitectura de dicho espejo adaptativo según el invento es particularmente simple ya que cada accionador es monolítico y únicamente incluye un solo par de electrodos, mientras que cada accionador de la técnica anterior está constituido por un apilamiento de una pluralidad de elementos piezoeléctricos e incluye pues una todavía más grande pluralidad de electrodos.

10 Las figuras del dibujo adjunto permitirán comprender cómo se puede realizar el invento. En estas figuras, referencias idénticas designan elementos similares.

La figura 1 es un esquema eléctrico que permite explicar el efecto piezoeléctrico directo y el efecto piezoeléctrico transverso.

15 La figura 2 es un esquema que ilustra la estructura de espejos adaptativos piezoeléctricos conocidos.

La figura 2A es una ampliación de una parte de la figura 2.

La figura 3 es una vista de frente de un peine monolítico conforme al presente invento.

La figura 4 es un esquema que ilustra la estructura del espejo adaptativo piezoeléctrico conforme al presente invento.

20 El elemento piezoeléctrico 1, representado en corte en la figura 1, incluye una plaqueta monolítica 2 de material piezoeléctrico en dos caras opuestas en las que están dispuestos dos electrodos paralelos opuestos 3 y 4. La altura de la plaqueta 2, por tanto la referencia h, corresponde a la distancia entre dichos electrodos 3 y 4. La plaqueta 2 presenta una sección de longitud l y de anchura x. Esta anchura x, ortogonal al plano de la figura 1, no es visible sobre esta.

25 Si, entre los electrodos opuestos 3 y 4, se aplica una tensión eléctrica V, se obtiene que la plaqueta 2 está sometida a un campo eléctrico E de dirección ortogonal a dichos electrodos 3, 4.

Paralelamente a la altura h, la plaqueta padece entonces, bajo el efecto piezoeléctrico directo, una variación de altura dh tal como $dh/h=d_{33}E$, expresión en la que d_{33} designa el coeficiente de carga directo del material piezoeléctrico de la plaqueta 2.

30 Sin embargo, la amplitud E del campo E es igual a V/h , de manera que dh es igual al producto $d_{33}V$.

Así, la variación dh de la altura h bajo el efecto de la tensión eléctrica V es una función creciente de esta tensión V, pero es independiente de la altura h.

35 En la figura 2, se ha representado esquemáticamente un espejo adaptativo 10, de tipo conocido, que incluye:

-una pluralidad de accionadores piezoeléctricos 11 con forma de barras de altura H, por ejemplo colocadas en matriz, solidarias a una base rígida 12 por una de sus extremidades 11I y provistas de electrodos 13, 14 gracias a los cuales las tensiones eléctricas pueden ser aplicadas a dichos accionadores piezoeléctricos 11 para engendrar campos eléctricos; y

40 -una superficie reflectante flexible 15, ubicada en la otra extremidad 11S de dichos accionadores piezoeléctricos 11 y apta para ser deformada localmente por cada uno de estos últimos, cuya altura varía bajo la acción de dichos campos eléctricos.

45 Para que el espejo adaptativo 10 sea operativo, es indispensable que la variación de altura dh de cada accionador piezoeléctrico 11 sea suficientemente grande. Pero, como se ha visto anteriormente en la figura 1, la variación de altura de un bloque de material piezoeléctrico por efecto piezoeléctrico directo es independiente de la altura de este bloque.

50 También, para obtener una gran variación de altura dh deseada, de forma conocida, se forma cada accionador piezoeléctrico mediante apilamiento de un número elevado N de elementos piezoeléctricos idénticos, similares al elemento 1. Los electrodos 13, 14 están entonces formados por la pluralidad de los electrodos 3, 4 de dichos elementos constitutivos 1. Así, la altura H de cada accionador

11 es igual a Nh y la variación de altura dH de cada accionador piezoeléctrico 11 puede ser igual a N veces el valor de la variación de altura dH de un elemento constitutivo 1. Eligiendo convenientemente N , se puede pues obtener una variación dH suficientemente grande, como la deseada.

5 No obstante, para que la base de los apilamientos de elementos 1 sea buena y que la solidez de los accionadores 11 sea satisfactoria, es indispensable dar a cada elemento 1 una superficie importante (estando determinada dicha superficie por una parte por la longitud l y por otra parte por la dimensión x que ese entonces al menos aproximadamente igual a l , de manera que el paso de reparto P de los accionadores 11 sobre la base rígida 12 no puede en la práctica ser inferior a 3 mm, que no es suficientemente pequeño para numerosas aplicaciones del espejo 10.

10 Como se ha indicado anteriormente, uno de los objetos del invento es permitir bajar el valor de este paso de reparto P .

15 En el presente invento, se aprovecha el hecho de que, cuando se aplica la tensión eléctrica V a la placa piezoeléctrica 2 por medio de los electrodos 3 y 4 (ver la figura 1), no padece únicamente la altura H una variación $dh = d_{33}V$ por efecto del efecto piezoeléctrico directo, sino también la longitud l padece una variación d/l por el efecto piezoeléctrico transverso. Esta variación de longitud d/l , debida al efecto piezoeléctrico transverso, es tal que $d/l = d_{31}E = d_{31}V/h$, expresión en la que d_{31} es el coeficiente de carga transversa del material piezoeléctrico.

20 Ciertamente, este coeficiente de carga transversa d_{31} es inferior al coeficiente de carga directa d_{33} (generalmente d_{31} es como máximo igual a la mitad de d_{33} , en función del material piezoeléctrico de la plaqueta 2), pero es importante señalar de lo anterior que $d/l = d_{31}V/h$, es decir que la variación de longitud d/l debido al efecto piezoeléctrico transverso es una función creciente no únicamente por la tensión eléctrica V , sino también por la longitud l , y es una función decreciente de la altura h .

25 Así, a pesar del pequeño valor del coeficiente de carga transversa d_{31} , es posible obtener una variación de longitud d/l de amplitud satisfactoria eligiendo l y V suficientemente grandes y h suficientemente pequeño.

El presente invento realiza la aplicación de las observaciones anteriores. En efecto, el espejo adaptativo 20 conforme al presente invento y representado en la figura 4 destaca porque:

30 -incluye una pluralidad de peines monolíticos P , idénticos y rectangulares, realizados de material piezoeléctrico (dicho peine se muestra en la figura 3), en los que cada diente forma una barra monolítica 21 en la que una de las extremidades 211 es solidaria al dorso D del peine correspondiente. Dichas barras 21 presentan por ejemplo una sección cuadrada ($h=x$). El valor L de la longitud l de dichas barras 21 es elegida para obtener una variación de longitud $dL = d_{31}LV/h$ deseada;

35 -los peines monolíticos P se hacen solidarios unos con otros por sus dorsos D pegados para formar una base 22. Así, cada dorso D forma una placa de dicha base 22. Después de hacer solidarios, por ejemplo mediante pegado, a dichos peines P , dichas barras monolíticas 21 de los diferentes peines son colocadas en líneas y columnas para formar una matriz;

-cada barra monolítica 21 está provista de dos electrodos 23 y 24 (parecidos a los electrodos 3 y 4 anteriores) dispuesta sobre caras longitudinales opuestas a dicha barra; y

40 -una superficie reflectante flexible 25 está situada en la otra extremidad 21S de las barras 21, para ser localmente deformada por cada uno de estos cuando su longitud L varía.

Por otra parte, entre los peines monolíticos P adyacentes están interpuestos unos tirantes eléctricamente aislantes 26 que permiten aislar cada electrodo 23 de una barra del electrodo 24 enfrente de una barra 21 adyacente.

45 Ventajosamente, los contactos 27,28 de los electrodos 23,24 atraviesan la base 22 para ser accesibles del lado de esta opuesto a dichas barras monolíticas 21.

Se comprenderá con facilidad que las barras monolíticas 21 pueden presentar, sin perjudicar a su solidez, unas secciones hx más pequeñas que la sección lh de las barras compuestas 11. El paso de reparto p de las barras monolíticas 21 puede por tanto ser más pequeño que el paso de reparto P de las barras compuestas 11.

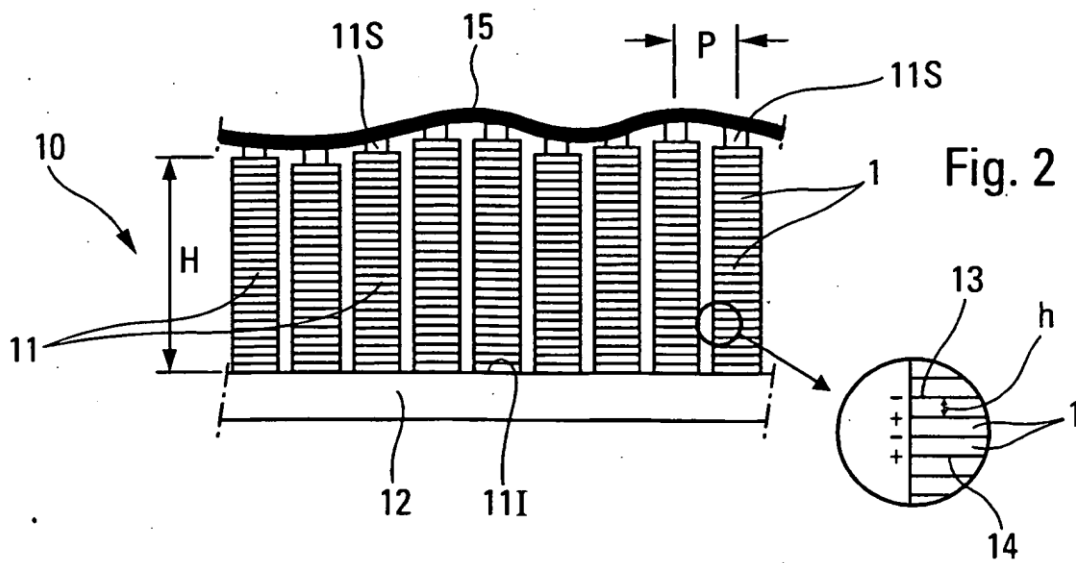
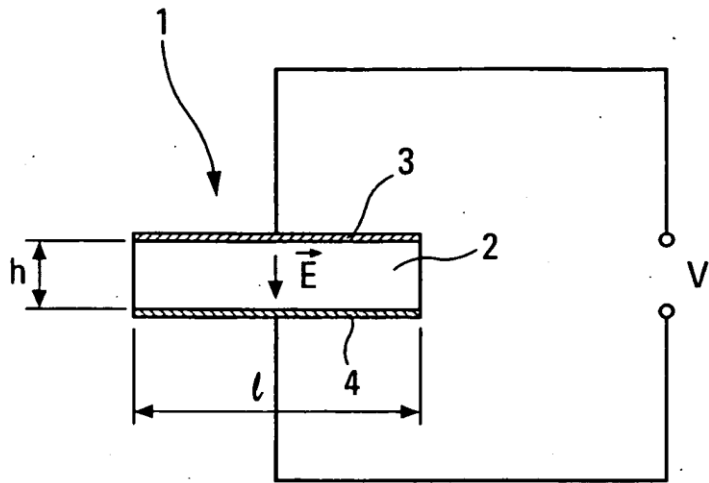
50 En un ejemplo particular de realización, se ha utilizado, para la realización de los peines monolíticos P , un material piezoeléctrico cuyo coeficiente de carga transversa d_{31} es igual a $1,3 \cdot 10^{-10}$ metros por voltio. La tensión eléctrica V ha sido elegida igual a ± 400 voltios. Las barras monolíticas 21 presentan una sección hx cuadrada con $h=x=0,7$ mm y la longitud L es igual a 20 mm. Se calcula

entonces con facilidad que dL está comprendido entre $-1,5$ micrómetros y $+1,5$ micrómetros, lo que ofrece una carrera total de 3 micrómetros.

Eligiendo unos tirantes 26 de 0,3 mm, el paso p es igual a 1 mm.

REIVINDICACIONES

- 1- Espejo adaptativo (20) que incluye:
- 5 -una pluralidad de accionadores piezoeléctricos, como forma de barras, solidarios a una base rígida (22) por una de sus extremidades y provistos de electrodos gracias a los que las tensiones eléctricas pueden ser aplicadas a dichos accionadores piezoeléctricos para engendrar campos eléctricos; y
- una superficie reflectante flexible (25), situada en la otra (21 S) de las extremidades de dichos accionadores piezoeléctricos y apta para ser deformada localmente por cada uno de estos cuya longitud varía bajo la acción de dichos campos eléctricos,
- 10 Caracterizado porque:
- dicho espejo adaptativo (20) incluye una pluralidad de peines monolíticos (P) de material piezoeléctrico unidos y hechos solidarios unos con otros, incluyendo cada peine unos dientes que forman unas barras monolíticas (21) y un dorso (D) que forma una placa de dicha base (22);
- 15 -cada barra monolítica (21) de material piezoeléctrico está provista, en caras longitudinales opuestas, con dos electrodos (23,24) para formar uno de dichos accionadores.
- 2- Espejo adaptativo según la reivindicación 1, caracterizado porque dichas barras monolíticas (21) presentan una sección cuadrada.
- 3- Espejo adaptativo según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque están dispuestos unos tirantes eléctricamente aislantes (26) entre peines monolíticos adyacentes.
- 20 4- Espejo adaptativo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los contactos (27, 28) de los electrodos (23,24) de dichas barras monolíticas (21) atraviesan dicha base (22) para ser accesibles del lado de esta última opuesto a dichas barras monolíticas (21).



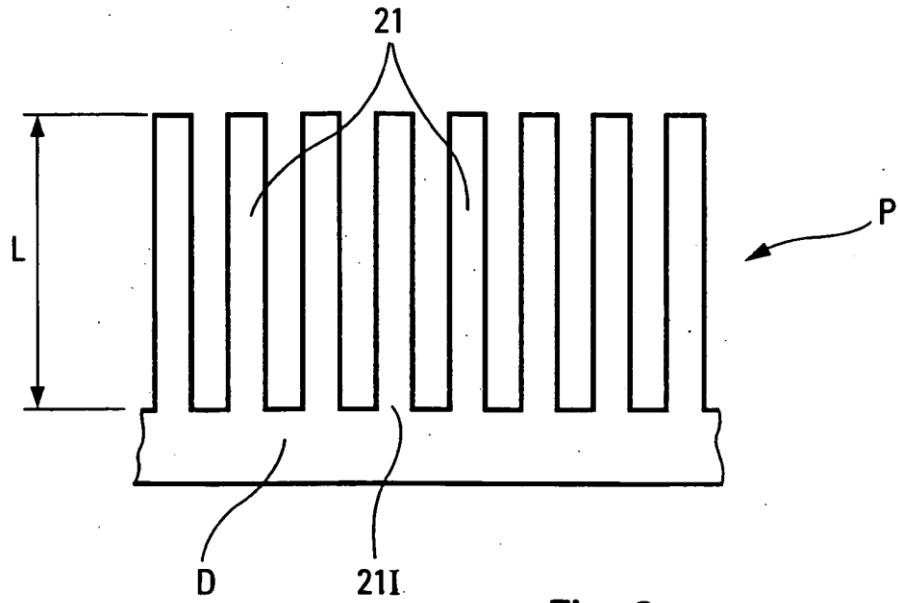


Fig. 3

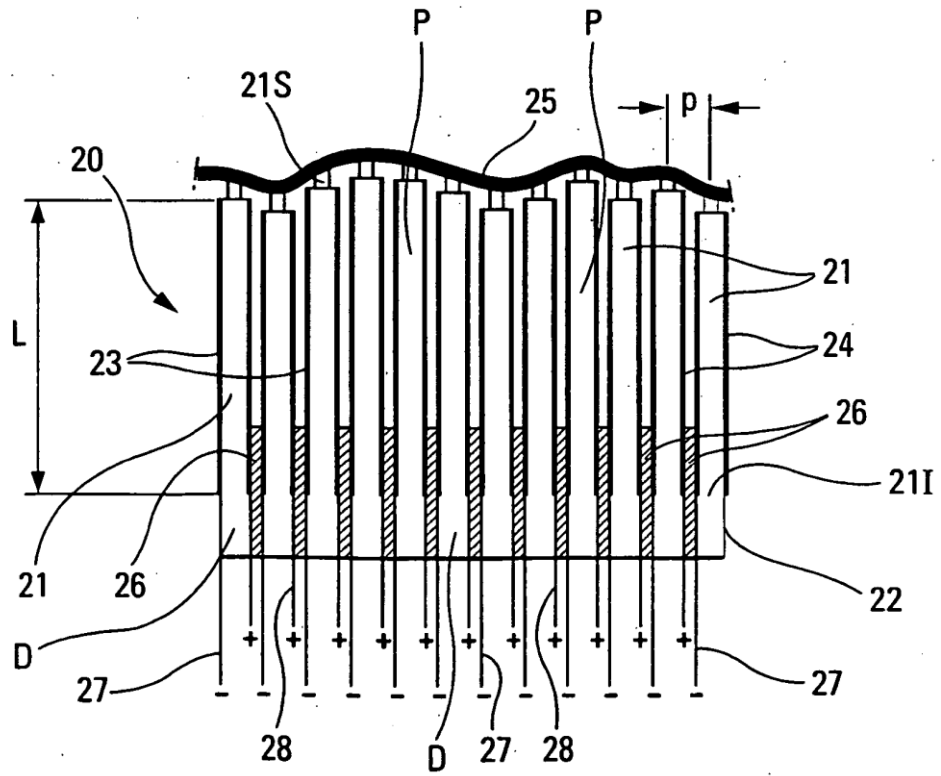


Fig. 4