



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 334 496**

51 Int. Cl.:
G01C 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02789985 .5**

96 Fecha de presentación : **03.12.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1463919**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.10.2004**

54 Título: **Herramienta automática servocontrolada nivelada aplomada.**

30 Prioridad: **04.12.2001 US 4694**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.03.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.03.2010

73 Titular/es: **ROBERT BOSCH COMPANY LIMITED**
21st Floor King's Road 625 VRC
Hong Kong, CN

72 Inventor/es: **Tacklind, Christopher, A. y**
Dolgonosov, Zinovy

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Herramienta automática servocontrolada nivelada aplomada.

5 Campo de la técnica

La invención aquí descrita se refiere generalmente a herramientas de alineación que generan rayos de alineación ópticos. Más particularmente, se describen mecanismos de nivelación mejorados para nivelar automáticamente el rayo o los rayos.

10 Antecedentes

Una variedad de herramientas de verificación y carpintería han empleado láseres anteriormente. Las primeras herramientas láser de alineación eran niveladas manualmente como se describe en la Patente Estadounidense N° 3.897.637 y en la Patente Estadounidense N° 3.279.070. Posteriormente, se emplearon instrumentos autonivelantes para mejorar la precisión y la fiabilidad.

En un tipo de instrumento de nivelación, se suspende un láser completo mediante un péndulo y se nivela con la gravedad. Por ejemplo, en la Patente Estadounidense N° 3.771.876 se cuelgan un rayo láser He-Ne y un chasis mediante un soporte flexible para crear un rayo de plomada que posteriormente es dirigido hacia el plano horizontal usando un pentaprisma. La Fig. 1 de este documento muestra dicho sistema, con el láser 4 colgado mediante un cable 2 por encima de un pentaprisma 10. El rayo sale por una ventana 14, mientras que un motor 16 gira el pentaprisma 10. La oscilación pendular del láser 4 se amortigua con un imán 12. Se han usado fluidos viscosos para amortiguar las oscilaciones en acercamientos alternativos.

En la Patente Estadounidense N° 5.184.406 se describe otro sistema de nivelación por láser y se muestra en la Fig. 2. Se monta un conjunto 22 de láser y diodo sobre un flotador 26, que es sustentado por un líquido 28 en un recipiente 24. El rayo láser permanece aplomado a pesar de la inclinación del recipiente. En otro acercamiento mostrado en la Fig. 3, la Patente Estadounidense N° 5.144.487 usa un péndulo con rodamiento a bolas. La plataforma 23 está suspendida de un pivote 25 con rodamiento a bolas dentro de una carcasa 29. Un conjunto óptico dentro de la plataforma 23 genera múltiples rayos láser colimados 21 para la alineación. Unas corrientes parásitas inducidas por el imán 27 amortiguan el movimiento de la plataforma. El uso de varios rodamientos a bolas hace que el instrumento sea caro, grande, y de precisión y robustez limitadas.

En otro acercamiento distinto, se monta rígidamente un láser en una carcasa del aparato y se usa un medio de compensación (típicamente, dispositivos de lente) para corregir la inclinación de la carcasa. Por ejemplo, en la Patente Estadounidense N° 3.684.381, una ventana superior 34 y una carcasa 35 (representada en la Fig. 4) contienen una fina película de aceite 36. Esta fina película de aceite 36 se usa para crear un prisma corrector que dirige el rayo láser descendente 32 en la dirección de la plomada. El prisma de aceite se forma con el nivel superior del aceite 36 que está nivelado y una ventana inferior 38 que está inclinada. Se monta una fuente de láser en una carcasa 30 de láser. Este sistema sólo es preciso cuando se usan las dos células con aceite con un índice de refracción de 1,5000. Este sistema ha demostrado ser inadecuado debido a la ausencia de un fluido que tenga las propiedades deseadas por encima del rango de temperatura normal. Adicionalmente, el menisco de la película de aceite 36 en los bordes de la cámara contribuye a errores de frente de onda. En el sistema de la Fig. 4, un pentaprisma 40 (que típicamente está girando) dirige el rayo de plomada sobre un plano horizontal.

Se han desarrollado varios procedimientos para compensar la inclinación de un rayo láser usando cables. Por ejemplo, en la Patente estadounidense N° 4.221.483 una lente pendular cuelga por debajo de un diodo láser. Según se inclina la carcasa, el movimiento de la lente por la gravedad es proporcional al ángulo de inclinación, que conduce el rayo de plomada hacia la posición de plomada. De nuevo un pentaprisma convierte el rayo láser al plano horizontal. En un sistema descrito en las Patentes estadounidenses Nos. 4.852.265 y 4.912.851 y mostrados en la Fig. 5, un rayo láser 41 es reflejado por un espejo 43 sobre una plataforma 46 que está suspendida de un único cable 44. El rayo láser 42 reflejado es compensado por la inclinación de la plataforma bajo la fuerza de la gravedad. La longitud y el diámetro del cable se eligen de modo que cuando la carcasa del aparato se inclina exactamente un grado, la plataforma se inclina exactamente medio grado. Debido a la relación de dos a uno entre la inclinación del espejo y la corrección del rayo, el rayo láser se restablece en su dirección de plomada después de haberse inclinado. Estas patentes también muestran diodos láser montados en voladizos que responden a la inclinación de la carcasa para corregir el rayo de salida.

El documento EP-0895057 describe un compensador de eje óptico. Un contenedor hermético tiene un líquido transparente sellado en el mismo para formar una superficie líquida libre. Una unidad compensadora de eje óptico permite que un rayo láser pase a través del contenedor hermético con un ángulo predeterminado y puede llevar a cabo una compensación del eje óptico basada en los cambios de un eje óptico de salida en función del cambio angular de dicha superficie líquida libre con respecto a un eje óptico incidente. Un mecanismo de inclinación puede inclinar dicha unidad de compensación del eje óptico. Un medio detector de inclinación puede detectar la inclinación de la unidad de compensación del eje óptico. Una unidad de control puede accionar el mecanismo de inclinación de acuerdo a una detección de inclinación por el medio detector de inclinación, y nivela la unidad de compensación del eje óptico, y la unidad de compensación del eje óptico compensa un ángulo de inclinación del eje óptico.

Todas las técnicas y aparatos de nivelación por láser anteriormente mencionados sufren limitaciones de precisión, problemas de robustez, y/o el coste de los componentes. En particular, los dispositivos que precisan péndulos requieren costosas juntas de baja fricción para permitir un libre movimiento del láser. Estos péndulos de baja fricción están sujetos a oscilaciones (al más mínimo toque) que precisan un largo tiempo para estabilizarse. Como resultado, tales dispositivos pendulares requieren mecanismos de amortiguación caros y difíciles de perfeccionar para superar los problemas de oscilación. Lo que se necesita es un procedimiento y un aparato para superar éstas y otras dificultades con un dispositivo de nivelación láser de relativo bajo coste.

De acuerdo con los principios de la presente invención, se describen un aparato y un procedimiento para lograr la nivelación de un rayo.

Un primer aspecto de la invención proporciona un nivel óptico que comprende: un conjunto óptico para generar al menos un rayo láser visible, incluyendo el conjunto óptico unas clavijas de soporte; una plataforma que incluye unas cunas en las que se insertan las clavijas de soporte para soportar el conjunto óptico; un mecanismo de “oscilación por relajación” (slip-stick) proporcionado por las clavijas de soporte y las cunas que soportan pivotalmente el conjunto óptico para su rotación con al menos un grado de libertad sobre las clavijas de soporte, en el cual la adherencia estática entre las clavijas de soporte y las cunas puede mantener el conjunto óptico en su sitio incluso cuando se inclina la plataforma con respecto al nivel; al menos un actuador dispuesto para provocar movimiento del conjunto óptico al suministrar al conjunto óptico un par suficiente para superar la adherencia estática del mecanismo de “oscilación por relajación” permitiendo al conjunto óptico girar sobre las clavijas de soporte hasta una posición de nivel; un sensor para proporcionar señales que pueden usarse para determinar si la plataforma está a nivel; y unos circuitos de control para recibir señales desde el sensor y activar controladamente el al menos un actuador para superar la adherencia estática del mecanismo de “oscilación por relajación” e inclinar el conjunto óptico hacia el nivel de tal modo que el al menos un rayo láser visible esté sustancialmente a nivel.

Un segundo aspecto de la invención proporciona un procedimiento para proyectar un rayo de luz visible en la dirección del nivel o de la plomada, pese a la condición inclinada de un conjunto óptico, que comprende: (a) montar un conjunto óptico mediante la inserción de unas clavijas de soporte en unas cunas de una plataforma, proporcionando las clavijas de soporte y las cunas un mecanismo de “oscilación por relajación” que soporta pivotalmente el conjunto óptico y puede mantener el conjunto óptico en una posición estacionaria por fricción entre las clavijas de soporte y las cunas, y en el cual el conjunto óptico puede inclinarse sobre dos ejes cuando es sometido a un par suficiente por un actuador, y mantener su posición una vez que se ha retirado el par, permitiendo por lo tanto que el conjunto óptico se incline controladamente, pudiendo el conjunto óptico generar al menos un rayo de luz visible; (b) detectar si el al menos un rayo de luz generado por el conjunto óptico está a nivel; (c) aplicar sobre el conjunto óptico, mediante el actuador, un par suficiente como para inclinar controladamente el conjunto óptico hasta un nuevo ángulo en el caso de que el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico no esté a nivel; (d) detectar si el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico está a nivel cuando el conjunto óptico está en el nuevo ángulo; (e) aplicar sobre el conjunto óptico, mediante el actuador, una nueva presión suficiente para inclinar controladamente el conjunto óptico hasta otro ángulo si el nuevo ángulo es tal que el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico no está a nivel; y (f) repetir las operaciones de detectar e inclinar como en los pasos (d) y (e) hasta que el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico esté a nivel.

Otras características y ventajas de la invención se harán aparentes a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

La siguiente descripción detallada se comprenderá más rápidamente en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figs. 1 a 5 ilustran aspectos de dispositivos de nivelación y aplomado por rayo de la técnica anterior.

La Fig. 1 es una vista parcial en sección de un proyector láser pendular que cuelga de un único soporte por encima de un pentaprisma giratorio.

La Fig. 2 es una vista parcial en sección de un proyector láser en una plataforma flotante para proyectar un rayo láser auto nivelado.

La Fig. 3 es un dibujo parcial recortado de una plataforma autonivelante que usa un pivote con rodamiento a bolas.

La Fig. 4 es una vista parcial en sección de un proyector láser y un medio de compensación de película líquida para proyectar un rayo láser de nivel.

La Fig. 5 es una vista parcial en sección que muestra un proyector láser con un medio de compensación de cable para producir un rayo de plomada directamente y un rayo de nivel con la ayuda de un pentaprisma.

La Fig. 6 es un diagrama de sistema de bloques de una realización de una herramienta autonivelada automática capaz de poner en práctica los principios de la presente invención.

Las Figs. 7A-7D representan diversas vistas de un dispositivo nivelador de eje único de acuerdo con los principios de la presente invención.

Las Figs. 8A y 8B son unas vistas laterales de realizaciones de un sensor que apunta hacia arriba y hacia abajo, el elemento sensor de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Fig. 9 es una vista lateral de una realización de un sensor inclinado de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Fig. 10 es una vista de arriba abajo de una porción de un dispositivo nivelador por rayo láser biaxial de acuerdo con los principios de la presente invención.

Las Figs. 11A y 11B representan una vista en sección transversal y una vista en perspectiva de una realización de un conjunto óptico de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Fig. 12 es una vista en sección lateral de un elemento detector biaxial montado en una plataforma óptica de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Fig. 13 es una vista en perspectiva de un elemento detector biaxial de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Fig. 14 representa una realización de un detector de cuadratura de acuerdo con los principios de la presente invención.

Las Figs. 15 y 16 son unas vistas en sección lateral de realizaciones de un elemento sensor adicional de acuerdo con los principios de la presente invención.

La Fig. 17 es una vista en perspectiva de una realización de un mecanismo de “oscilación por relajación” de bloque con ranura en V formado en la unión entre dos componentes enganchados inclinables.

La Fig. 18 es una vista en perspectiva de otra realización de un mecanismo “oscilación por relajación” de clavija y bloque en V formado en la unión entre dos componentes enganchados de forma inclinable.

La Fig. 19 es una vista en perspectiva de una realización de un mecanismo “oscilación por relajación” de cono y bola formado en la unión entre dos componentes enganchados de forma inclinable.

La Fig. 20 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un procedimiento adecuado para nivelar rayos de salida de acuerdo con los principios de la presente invención.

Debe comprenderse que en los dibujos las mismas referencias numéricas designan los mismos elementos estructurales.

Descripción detallada de los dibujos

La presente invención se ha mostrado y descrito particularmente con respecto a ciertas realizaciones preferidas y a unas características específicas de la misma. Las realizaciones expuestas a continuación han de tomarse como ilustrativas antes que limitativas. Para los expertos en la técnica será aparente que pueden hacerse diversos cambios y modificaciones en la forma y los detalles sin alejarse del espíritu y el alcance de la invención.

Una realización de un sistema de acuerdo con los principios de la presente invención puede ilustrarse de manera sencilla con referencia al diagrama 90 de sistema de bloques de la Fig. 6. El sistema incluye un elemento proyector 91 de rayo móvil (también denominado aquí conjunto óptico), un elemento sensor 92, un circuito 93 de control, y un elemento motriz 94. El conjunto óptico móvil 91 produce al menos un rayo de luz de salida. El elemento sensor 92 detecta si el conjunto óptico 91 está a nivel (determinando por lo tanto si los rayos de salida están a nivel). La información proporcionada por el elemento sensor 92 referente a si los rayos de salida están a nivel se envía al circuito 93 de control. El circuito 93 de control usa la información del sensor para activar selectivamente el elemento motriz 94 para ajustar los ángulos de inclinación del conjunto óptico 91, nivelando así los rayos de salida.

Los principios de la presente invención pueden ilustrarse con referencia a las ilustraciones esquemáticas simplificadas de las Figs. 7A-7D. La realización 60 representada en las Figs. 7A-7D está simplificada y representada con un sólo eje de rotación. Otras realizaciones que tienen dos ejes de rotación se describen con más detalle a continuación. La realización 60 incluye una carcasa 61, un conjunto óptico 62 montado de manera inclinable en la carcasa 61, un elemento motriz 63 para inclinar el conjunto óptico 62, y un elemento sensor 80.

Refiriéndose a las Figs. 7A y 7B, la Fig. 7A muestra una vista lateral de la realización 60 con una pared lateral 61' de la carcasa 61 retirada para permitir una vista interior. La Fig. 7B es una vista de arriba abajo de la realización 60 con el techo 61' de la carcasa 61 retirado. El conjunto óptico 62 está posicionado de manera inclinable dentro de la carcasa 61. El conjunto óptico 62 produce un rayo 64 de salida (p.ej., un rayo láser colimado) que se proyecta a través

de una abertura en la carcasa 61. En la realización 60 representada, el conjunto óptico 62 incluye unas clavijas 65 que soportan el conjunto óptico 62 en una cuna 66, formando una unión tal que el conjunto óptico 62 pueda girar sobre un eje 67 (representado por la flecha de trazos) definido por el eje de las clavijas 65. La unión incluye un mecanismo de “oscilación por relajación” que proporciona suficiente adherencia estática para sujetar el conjunto óptico 62 en su sitio incluso cuando el conjunto está algo inclinado con respecto al nivel, mientras que permite al conjunto girar con una fricción relativa baja una vez que se ha superado la adherencia estática. Esto permite al conjunto óptico 62 moverse en respuesta a un par aplicado y también evitar movimientos u oscilaciones sustanciales del conjunto óptico 62 en ausencia de este par aplicado. Resumiendo, el mecanismo de “oscilación por relajación” permite al conjunto óptico 62 inclinarse en respuesta al par aplicado y mantener su nuevo ángulo de inclinación hasta que se aplique un par adicional.

En la realización representada, la unión de “oscilación por relajación” usa un mecanismo de “oscilación por relajación” que comprende la cuna 66 y las clavijas 65. Por ejemplo, pueden insertarse las clavijas 65 en la cuna 66, encajando de tal modo que la cuna 66 pueda girarse en respuesta a un par de magnitud suficiente, pero que de otro modo no gire libremente. Por lo tanto, pueden aplicarse unos pares de magnitud apropiada para girar el conjunto óptico 62 para cambiar su ángulo de inclinación, que se mantiene gracias al mecanismo de “oscilación por relajación” (aquí, las clavijas 65 y la cuna 66). Adicionalmente, el mecanismo de “oscilación por relajación” también evita el movimiento u oscilación sustancial del conjunto óptico en ausencia de un par aplicado. Los inventores contemplan otras realizaciones de mecanismos de “oscilación por relajación”. Un ejemplo de un mecanismo de “oscilación por relajación” adecuado incluye una clavija 65 que se coloca en una cuna 66 de tal modo que la fricción entre la clavija 65 y la cuna 66 proporciona el mecanismo de “oscilación por relajación”. El par aplicado es proporcionado por un elemento motriz 63. Debe comprenderse que el conjunto óptico 62 no precisa tener clavijas y en su lugar puede ser montado en una plataforma óptica móvil que está posicionada de forma inclinable usando una unión de “oscilación por relajación”. Otros ejemplos de realizaciones de “oscilación por relajación” incluyen, aunque sin limitación, aquellas analizadas a continuación con respecto a las Figs. 15, 16 y 17.

En la Fig. 7C, cuando la carcasa 61 está inclinada respecto al nivel (representado aquí por la línea 70), el conjunto óptico 62 y el rayo 64 de salida producido por la proyección del rayo también están inclinados. Se muestra el ángulo 68 de inclinación entre el nivel 70 y la carcasa 61. También se muestra el ángulo 69 de inclinación entre el nivel y el rayo 64 de salida. Refiriéndose a la Fig. 7D, para nivelar el rayo 64 de salida, se activa el elemento motriz 63 para aplicar un par sobre el conjunto óptico 62, inclinando por lo tanto el rayo 64 de salida hacia el nivel. Pueden usarse uno o más actuadores en el elemento motriz 63 para aplicar un par sobre el conjunto óptico 62. Los inventores contemplan que puedan usarse muchos tipos diferentes de actuadores, conocidos por los expertos en la técnica, para aplicar un par sobre el conjunto óptico 62. La realización 60 de la Fig. 7D representa el uso de un motor eléctrico en el elemento motriz 63. Girando el motor 63 en una primera dirección 71 (indicada por la flecha), se aplica un par reactivo (mostrado por la flecha 72) en la dirección opuesta, moviendo así el conjunto óptico 62 para que el rayo 64 de salida quede a nivel. En la realización ilustrada, el eje de rotación del motor 63 está sustancialmente paralelo al eje de rotación 67, tal como muestra la Fig. 7A, (definido por el eje con el que el conjunto óptico 62 gira sobre las clavijas 65). Debe observarse que el actuador puede estar posicionado de cualquier manera, siempre y cuando algún componente del par proporcionado por el actuador induzca al conjunto óptico 62 a inclinarse sobre el eje definido por las clavijas 65. Puede requerirse una activación repetida del actuador 63 para nivelar el rayo 64.

En otras realizaciones, puede usarse una amplia variedad de actuadores alternativos para aplicar el par requerido sobre el conjunto óptico 62. A modo de ejemplo, pueden usarse fácilmente bobinas móviles, motores con engranajes, solenoides, y una variedad de otros actuadores.

Las Figs. 7A-7D, y 9 enfocan otro aspecto de la invención. Las realizaciones representadas incluyen un elemento sensor 80 que se usa para detectar si el rayo 64 de salida está a nivel. Sujetando el elemento sensor 80 a un conjunto óptico 62 y calibrando el elemento sensor 80 de forma que lea intérprete como nivelado cuando el rayo 64 de salida está a nivel, puede usarse el elemento sensor 80 para nivelar el rayo 64. En una realización adicional, el elemento sensor 80 puede calibrarse de modo que cuando el sensor está nivelado se proyecte el rayo 64 de salida con un ángulo predeterminado distinto al de nivel. Además, en una realización relacionada, puede programarse el sistema para que cuando el elemento sensor 80 esté orientado en una posición predeterminada no nivelada, el rayo 64 de salida esté a nivel. Este tipo de realización puede usar la electrónica de circuitos de control para absorber la diferencia entre el ángulo del rayo 64 de salida y la orientación del sensor 80. Las técnicas para usar la electrónica de circuitos de control para conseguir esto son conocidas en la técnica.

La Fig. 8A es una vista en sección transversal de una realización de un sensor. El elemento sensor 80 incluye un fotosensor 81 sensible a la posición, un dispositivo 82 de nivel de burbuja, y una fuente 83 de luz detectora para generar un rayo 84 de luz detectora (también llamado luz detectora). Pueden usarse muchos tipos diferentes de fuentes de luz detectora incluyendo, aunque sin limitación, bombillas incandescentes, diodos láser, y diodos luminiscentes (LEDs), prefiriéndose los LEDs. La luz detectora 84 pasa a través del dispositivo 82 de nivel de burbuja hasta un fotosensor 81 sensible a la posición, que detecta si el dispositivo 82 de nivel de burbuja está nivelado (como es el caso en la Fig. 8). En la realización 80 representada, el rayo 84 pasa fácilmente a través del fluido 86 del nivel 82 de burbuja pero es refractado por la burbuja 85. Como resultado, del nivel 82 de burbuja sale un rayo 88 de luz con forma de “donut”. Este se caracteriza por una zona 87 oscura o de sombra (también llamada aquí mancha oscura) definida por la burbuja 85. Alrededor de la zona 87 de sombra hay un anillo 88 de luz con forma anular. Aunque el sensor 80 se representa con el rayo detector 84 apuntando hacia arriba, el sensor 80 puede orientarse para que el rayo 84 apunte hacia abajo

ES 2 334 496 T3

pasando a través de un dispositivo 82 de nivel de burbuja hasta un fotosensor 81 sensible a la posición colocado debajo del dispositivo 82 de nivel de burbuja. Dicho sensor que apunta hacia abajo está representado en la Fig. 8B.

La Fig. 8A representa un ejemplo simplificado en el cual el dispositivo 82 de nivel de burbuja está representando el nivelado por burbuja sobre un eje. En este ejemplo, según se inclina el nivel de burbuja sobre un eje hacia la izquierda o la derecha, la burbuja 85 se mueve desde el centro. Esto altera la posición y la cantidad de luz que detecta el fotosensor 81 sensible a la posición.

La Fig. 9 muestra un detector 80 inclinado hacia la izquierda. Consecuentemente, la burbuja 85 se mueve hacia la derecha, alterando la cantidad y la posición de la luz 88 detectada por el fotosensor 81 sensible a la posición. De acuerdo con los principios de la presente invención, el fotosensor 81 sensible a la posición proporciona información al circuito de control (no representado), que activa el elemento motriz 63 (de las Figs. 7A-7D) para corregir la inclinación del rayo 64 de salida.

Una realización preferida de la presente invención monta un conjunto óptico de tal forma que pueda inclinarse con múltiples grados de libertad. La realización puede inclinarse sobre dos ejes. Tal realización biaxial 100 está representada en la Fig. 10. La Fig. 10 es una vista de arriba abajo de una porción de un dispositivo de nivel de rayo láser biaxial de acuerdo con los principios de la presente invención. La realización 100 representada incluye un conjunto óptico 102 montado sobre una plataforma óptica móvil 103. La plataforma óptica móvil 103 está posicionada para permitir la inclinación sobre dos ejes. También están montados en la plataforma óptica móvil 103 el elemento motriz 120 y el elemento detector 130. La plataforma óptica móvil 103 incluye uniones de “oscilación por relajación” para permitir la inclinación en respuesta a los pares aplicados por el elemento motriz 120 y del tal forma que se produzcan mínimos movimientos u oscilaciones del conjunto óptico 102 en ausencia de dichos pares aplicados.

La realización 100 representada está normalmente encerrada en una carcasa y comprende un conjunto óptico 102 montado sobre una plataforma óptica móvil 103. En la Solicitud de Patente Estadounidense con N° de Serie 09/571.482 titulada “Dispositivo Penta Láser Auto Nivelable” presentada el 16 de Mayo de 2000 se describe un ejemplo de un conjunto óptico 102 adecuado. Tal conjunto óptico 102 puede producir cinco rayos de luz. Los cinco rayos incluyen dos parejas de rayos de luz dirigidos en direcciones opuestas y sustancialmente colineales. Estos dos pares intersectan entre sí sustancialmente en ángulos de 90°. Se produce otro rayo que intersecta con las dos parejas de rayos y que también se encuentra sustancialmente a 90° con respecto a las dos parejas de rayos. Estos rayos pueden usarse para definir plomada, nivel, y direcciones de ángulos rectos. Aunque se prefiere el conjunto óptico descrito anteriormente, puede usarse casi cualquier conjunto óptico que produzca al menos un rayo láser de acuerdo con los principios de la presente invención.

El conjunto óptico 102 está montado sobre una plataforma óptica móvil 103 que puede inclinarse sobre dos ejes de rotación. Esto puede lograrse posicionando de manera inclinable la plataforma óptica 103 dentro de un marco 104 de manera que la plataforma óptica móvil 103 pueda girar sobre un primer eje 105, y montando el marco 104 de manera que pueda girar sobre un segundo eje 106. En la realización preferida, el primer eje 105 está sustancialmente a 90° con respecto al segundo eje 106. El montaje de la plataforma óptica 103 sobre el marco 104 es tal que pueda inclinarse sobre dicho primer eje 105 en forma de “oscilación por relajación”. Similarmente, el marco 104 está posicionado de tal manera que pueda inclinarse sobre dicho segundo eje 106 en forma de “oscilación por relajación”. En una realización, la plataforma óptica 103 incluye una primera pareja de clavijas 110 que están enganchadas a la periferia interior 104' del marco 104 de manera que la primera pareja de clavijas 110 definen el primer eje 105. La primera pareja de clavijas 110 y el marco 104 forman una unión de “oscilación por relajación” (es decir, la plataforma óptica 103 se mueve en respuesta al par aplicado por el elemento motriz 120, pero no experimenta movimientos u oscilaciones sustanciales en ausencia del par inducido por el elemento motriz 120). El marco 104 incluye una segunda pareja de clavijas 111 en la periferia exterior 104" del marco. La segunda pareja de clavijas 111 está enganchada a un soporte 112 de manera que la segunda pareja de clavijas 111 define el segundo eje 106. Típicamente, el soporte 112 está montando a, o forma parte de, una carcasa (no representada en esta vista). Al igual que en la primera pareja de clavijas 110, el enganche entre el segundo pareja de clavijas 111 y el soporte 112 forma una unión de “oscilación por relajación”. A continuación se describen en detalle realizaciones específicas de uniones de “oscilación por relajación” particulares.

Refiriéndose de nuevo a la realización biaxial de la Fig. 10, los rayos de salida pueden nivelarse automáticamente en dos dimensiones. Al igual que con las realizaciones de un solo eje descritas anteriormente, el elemento motriz comprende dos actuadores 120', 120". Los actuadores están posicionados de manera que el par aplicado sobre la realización por un primer actuador 120' esté sustancialmente a 90° con respecto al par aplicado por un segundo actuador 120". En la realización representada, los dos actuadores 120', 120" son motores eléctricos. Al ser activado, el primer motor 120' aplica un par reactivo que hace que la plataforma 103 se incline sobre un primer eje 105. De manera similar, cuando es activado el segundo motor 120" aplica un par reactivo que hace que la plataforma 104 se incline sobre el segundo eje 106. Estos actuadores 120', 120" están controlados por el circuito de control del dispositivo (aquí no representado). Alternativamente, pueden montarse los actuadores 120', 120" de manera que cada actuador haga que la plataforma 103 se incline sobre ambos ejes 105, 106 simultáneamente.

Un ejemplo de un elemento motriz 120 adecuado comprende una pareja de motores eléctricos (correspondientes a los actuadores 120', 120"), tal como el Modelo N° RF-400CA, producido por Mabuchi Motor Co, Ltd. en Matsudo, Japón. En otras realizaciones, puede utilizarse una amplia variedad de actuadores alternativos que usen la interacción de bobinas electromagnéticas con imanes permanentes para aplicar un par sobre la plataforma óptica. Los inventores

contemplan otros elementos motrices usando otros tipos de actuadores incluyendo, aunque sin limitación, actuadores electrostáticos, disposiciones con ventiladores, o pesos accionados por pequeños motores.

Tal como se ha explicado con respecto a los ejemplos anteriores de un solo eje, la realización de la Fig. 10 usa un elemento detector 130 para detectar si los rayos de salida están a nivel. En la realización representada, el elemento detector 130 está posicionado en la plataforma óptica 103 de manera que cuando los rayos de salida están a nivel, el elemento detector 130 interpreta que está a nivel. Refiriéndose a la Fig. 12, el elemento detector 130 incluye un fotosensor 131 sensible a la posición, un nivel 132 de burbuja de dos ejes, y una fuente 133 de luz detectora para generar un rayo 134 de luz detectora (también llamado luz detectora). Al igual que el elemento detector (80 de la Fig. 8) previamente descrito, la luz detectora 134 pasa a través del nivel 132 de burbuja hasta el fotosensor 131 sensible a la posición, que detecta si el nivel 132 de burbuja está nivelado (y por lo tanto cuándo están nivelados los rayos de salida). Dado que la realización ilustrada es inclinable con dos grados de libertad, es particularmente apropiado un detector (p.ej., un nivel de burbuja) que sea sensible a la inclinación con dos grados de libertad. En otras realizaciones, puede usarse un par de detectores de inclinación unidimensionales angulados. Debe mencionarse que pueden usarse otras realizaciones de elementos detectores de acuerdo con los principios de la presente invención.

Una realización de un conjunto óptico 102 adecuado para su uso en las realizaciones aquí representadas está ilustrada en la Fig. 11A. El conjunto óptico 102 se presenta en una vista lateral seccionada. El conjunto óptico 102 incluye una abrazadera 170 de montaje (también llamada cilindro óptico). Dentro del cilindro óptico 170 hay encajado un láser 171 semiconductor, un colimador 172, y un divisor 173 del rayo. El cilindro óptico 170 incluye una pluralidad de aberturas (en esta vista sólo se muestran las aberturas 190, 191, y 192) para que los rayos de salida puedan dirigirse fuera del cilindro. El láser 171 semiconductor produce un rayo 174 de luz que se dirige a través del colimador 172 (aquí, una lente colimadora) para producir un rayo colimado 174'. Se dirige el rayo colimado hacia un divisor 173 de rayo en donde se divide en una pluralidad de rayos de salida (tres de los cuales se muestran aquí como rayos de salida 181, 182, 183). En la realización preferida, el divisor 173 de rayo comprende cuatro superficies reflectivas rectangulares (dos de las cuales se muestran como 173', 173''). Las superficies rectangulares están posicionadas oblicuamente en la ruta del rayo colimado 174' de manera que reflejen el rayo colimado 174' para producir cuatro rayos de salida (de los cuales aquí sólo se representan dos, 181, 182) que se encuentran sustancialmente en ángulos rectos entre sí. Las cuatro superficies reflectivas están orientadas sustancialmente a 45° con respecto al rayo colimado. Se posiciona una primera pareja 173', 173'' de las cuatro superficies reflectivas de manera que produzca una primera pareja de rayos 181, 182 de salida dirigidos en direcciones opuestas esencialmente en la misma línea (colineales). Se posiciona una segunda pareja de las cuatro superficies reflectivas (aquí no representadas) de manera que produzca una segunda pareja de rayos de salida dirigidos en direcciones opuestas y esencialmente colineales. Además, la primera pareja de rayos 181, 182 de salida intersecta con la segunda pareja de rayos de luz (que se extiende en una dirección normal al plano de la página) con un ángulo sustancialmente de 90°. Además, el divisor 173 de rayo incluye una abertura 175 que permite que una porción central del rayo colimado 174' pase a través del divisor 173 de rayo como un quinto rayo 183 en una línea que intersecta con la primera y la segunda pareja de rayos dirigidos en direcciones opuestas y que se encuentra sustancialmente a 90° de la primera y la segunda pareja de rayos dirigidos en direcciones opuestas.

En la Fig. 11B se representa una vista en perspectiva del conjunto óptico 102. Se muestra el cilindro óptico 170 y los rayos 181, 182, 183, 184 y 185 de salida sustancialmente ortogonales. El rayo 183 de salida es paralelo al eje z, el primer par rayos 181, 182 dirigidos en direcciones opuestas es paralelo al eje y, y el segundo par de rayos 184, 185 dirigidos en direcciones opuestas es paralelo al eje x. Además, se muestran las aberturas 190, 181, 193.

La Fig. 12 representa una vista simplificada en sección transversal de un nivel 132 de burbuja de dos ejes. Cuando la burbuja 135 está centrada en el nivel 132, los rayos de salida están a nivel.

Según se inclina el nivel 132 de burbuja, la burbuja 135 se mueve desde una posición centrada. Esto altera la posición y la cantidad de luz 138 detectada por el fotosensor 131 sensible a la posición. Para centrar más rápidamente la burbuja 135, el nivel 132 de burbuja puede incluir una cara 136 de burbuja curvada. En la realización preferida la cara 136 de burbuja curvada tiene un radio de curvatura de 50 centímetros. El fotosensor 131 sensible a la posición puede incorporar cualquiera de entre un número de detectores sensibles a la posición, disponibles comercialmente que sean sensibles a la luz detectora 134. Algunos ejemplos incluyen, aunque sin limitación, detectores de cuadratura, detectores con dispositivos de carga acoplada (CCD), sensores de imagen con semiconductores complementarios de óxido de metal (CMOS) (tales como el descrito en la Patente Estadounidense N° 5.461.425 de Fowler y otros, incorporado aquí por referencia).

La Fig. 13 es una vista en perspectiva simplificada de una realización de un elemento detector 130 de dos ejes que puede montarse en una plataforma óptica de acuerdo con los principios de la presente invención. La fuente 133 de luz genera un rayo de luz detectora 134 que es dirigido a través del nivel 132 de burbuja de dos ejes hacia un detector 131 de cuadratura. La luz detectora 134 pasa fácilmente a través del fluido 137 pero es refractada en gran parte por la burbuja 135 del nivel 132 de burbuja de dos ejes. Consecuentemente, la luz detectora 134 forma un anillo de luz 138 alrededor de una mancha oscura 139. El anillo 138 y el punto 139 rastrean el movimiento de la burbuja 135 a medida que se inclina el detector 131 de cuadratura (y consecuentemente los rayos de luz). Cuando la mancha oscura 139 está centrada en mitad del detector 131 de cuadratura, los rayos de salida están a nivel. Por lo tanto, cuando la mancha oscura 139 no está centrada en el detector 131 de cuadratura, se hacen ajustes en el ángulo de inclinación de la plataforma óptica hasta que la mancha oscura 139 está centrada. Esto se consigue mediante el circuito de control del sistema que ajusta el ángulo de inclinación de la plataforma óptica en respuesta a la información recibida desde

el detector 131 de cuadratura. Las realizaciones de detectores de burbuja pueden fabricarse de forma que las paredes interiores del contenedor de la burbuja no se humedezcan fácilmente con los fluidos que contienen dentro. En un ejemplo, el fluido puede ser agua y la superficie interior del contenedor de la burbuja puede estar tratada con un material hidrófobo.

La Fig. 14 representa una realización de un detector 131 de cuadratura que presenta la mancha oscura 139 y el anillo 138 de luz. Tal realización es adecuada para ser usada de acuerdo con los principios de la presente invención. Como puede verse, el detector 131 de cuadratura está completamente iluminado excepto por la mancha oscura 139. Según se inclina el sensor, la mancha oscura 139 se mueve con respecto al detector 131 de cuadratura. Rastreando el movimiento de la mancha oscura 139, el detector 131 de cuadratura proporciona información sobre el nivelado. El elemento detector está calibrado de manera que los rayos de salida estén nivelados cuando la mancha oscura 139 está centrada en el detector 131 de cuadratura. El detector 131 de cuadratura comprende cuatro fotodetectores 141, 142, 143, y 144. Cuando el anillo 138 de luz incide en los fotodetectores del detector de cuadratura, se produce corriente eléctrica. La magnitud de la corriente está relacionada con la intensidad de la luz que incide en los fotodetectores 141, 142, 143, y 144. Esta intensidad de la luz se reduce con la presencia de la mancha oscura 139. La corriente producida por los fotodetectores se mide y se procesa para determinar la localización de la mancha oscura 139 en el detector 131 de cuadratura. Típicamente, la corriente producida por los fotodetectores es conducida fuera del detector mediante unas líneas conductoras 140, que pueden conectarse al circuito de control del dispositivo. La corriente de los fotodetectores 141, 142, 143, y 144 es procesada para determinar la posición de la mancha oscura 139. Un ejemplo de un procedimiento usado para determinar la posición del punto 139 es el siguiente: Para determinar la posición izquierda/derecha (I/D) del punto 139, se suma la corriente I_{141} producida por el fotodetector 141 a la corriente I_{143} producida por el fotodetector 143, y se suma la corriente I_{142} producida por el fotodetector 142 a la corriente I_{144} producida por el fotodetector 144. Se restan las dos sumas entre sí tal como se muestra en la siguiente ecuación.

$$(I_{141} + I_{143}) - (I_{142} + I_{144}) = \text{Posición I/D de la corriente}$$

Si la posición I/D de la corriente es negativa, se sabe que el punto 139 está demasiado a la izquierda. Y, a la inversa, si la posición de la corriente I/D da un resultado positivo, se sabe que el punto 139 está demasiado a la derecha.

También pueden determinarse las posiciones superior e inferior del punto con el detector de cuadratura 131. Por ejemplo, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$(I_{141} + I_{142}) - (I_{143} + I_{144}) = \text{Posición S/I de la corriente}$$

Si la posición superior/inferior de la corriente es positiva, el punto está demasiado bajo. A la inversa, si la posición superior/inferior de la corriente es negativa, entonces el punto está demasiado alto. Si se usa el punto 139 representado como ejemplo, la posición izquierda/derecha de la corriente será negativa y la posición superior/inferior de la corriente será positiva, lo que permitirá al circuito del control detectar el hecho de que el rayo está en el cuadrante detectado por el fotodetector 143. Basándose en esta información, los elementos motrices se activan para ajustar el ángulo de inclinación de la plataforma óptica para mover la mancha oscura 139 más arriba y hacia la derecha nivelando la burbuja, por lo tanto nivelando los rayos de salida. Éste es un modo de funcionamiento usado para nivelar rayos de luz en un elemento detector.

En otra realización, el anillo 138 de luz (y la mancha oscura 139) pueden generarse mediante una pluralidad de LEDs. Una vez que el dispositivo está nivelado, puede ajustarse el brillo de cada uno de estos LEDs hasta que la mancha oscura 139 esté centrada en el detector 131 de luz. Esto es ventajoso porque puede lograrse electrónicamente sin la necesidad de pasos de alineación costosos y que llevan tiempo. En vez de esto, puede usarse un simple ajuste del brillo de los LEDs para centrar la mancha oscura 139 en un paso de calibración. Una realización tal puede usar cuatro LEDs.

La Fig. 15 representa el funcionamiento de otra realización más de un sensor 150. El elemento sensor está representado en una vista en sección transversal. El elemento sensor 150 incluye un fotosensor 81 sensible a la posición, un dispositivo 152 de nivel de burbuja, y una fuente 83 de luz detectora para generar un rayo 84 de luz detectora (también llamado luz detectora). Al igual que en las realizaciones comentadas anteriormente, pueden usarse muchos tipos de fuente 83 de luz detectora, prefiriéndose los LEDs. La luz 84 del detector pasa a través del dispositivo 152 de nivel de burbuja hasta un fotosensor 81 sensible a la posición, que detecta si el dispositivo 152 de nivel de burbuja está nivelado (como es el caso en la Fig. 15). En la realización representada, el fluido 153 de la burbuja se trata de manera que sea relativamente opaco a la luz 84 del detector. Por ejemplo, puede añadirse un tinte al fluido 153 de la burbuja para que una porción de la luz detectora pase a través del dispositivo 152 de nivel de burbuja en el área de la burbuja 155, pero no a través del fluido 153. En otras palabras, el rayo 84 del detector pasa fácilmente a través de la burbuja 155 del nivel 152 de burbuja, pero es absorbido por el fluido 153. Como resultado, un rayo 156 de luz detectora sale del nivel 152 de burbuja. Al contrario que en las realizaciones anteriores, en las cuales el rayo del detector tiene forma de anillo, este rayo 156 de luz detectora se caracteriza por una mancha de luz definida por la burbuja 155. Al igual que en las realizaciones anteriores, el sensor 80 puede orientarse para que el rayo 84 apunte hacia abajo.

La Fig. 16 muestra un detector 150 inclinado hacia la izquierda. Consecuentemente, la burbuja 155 se mueve hacia la derecha, alterando la cantidad y la posición de la luz 156 detectada por el fotosensor 81 sensible a la posición. De acuerdo con los principios de la presente invención, el fotosensor 81 sensible a la posición proporciona información al circuito de control (aquí no representado) que activa el elemento motriz 63 (de las Figs. 7A-7D) para corregir la inclinación en el rayo 64 de salida.

Los fotosensores sensible a la posición operan de manera similar a los descritos anteriormente. La mayor diferencia es que la información eléctrica es procesada por los fotodetectores de manera ligeramente diferente para rastrear el punto de luz según se mueve a través de los fotodetectores. Tales procedimientos son conocidos por los expertos en la técnica.

Otra realización de un elemento detector adecuado puede usar una pareja de niveles de burbuja de eje único dispuestos en ángulos rectos entre sí de manera que pueda detectarse un nivel con respecto al primer y al segundo eje. Cada nivel de burbuja de eje único está asociado con una fuente de luz correspondiente y con un correspondiente detector sensible a la posición. Cada fuente de luz correspondiente y detector sensible a la posición correspondiente está dispuesto para detectar si cada nivel de burbuja de eje único está nivelado. Nivelando cada nivel de burbuja de eje único, pueden nivelarse los rayos de salida con respecto al primer y segundo ejes mencionados anteriormente.

Tal como se ha comentado con anterioridad, la unión de “oscilación por relajación” es un componente importante de las realizaciones construidas de acuerdo con los principios de la presente invención. En la Fig. 17 se muestra una realización de tal unión de “oscilación por relajación”. El mecanismo de “oscilación por relajación” está formado en la unión entre dos componentes enganchados de manera inclinable. Por ejemplo, un componente enganchado inclinable puede ser un marco 170 y el otro componente enganchado inclinable puede ser un soporte 171 del marco. El marco 170 puede incluir una clavija 172. La unión se forma donde la clavija 172 se engancha con el soporte 171. La clavija 172 encaja en una ranura de montaje en V del soporte 171. La ranura 173 está dimensionada con respecto a la clavija 172 de manera que el marco 170 pueda girar en respuesta a un par aplicado, pero también impide movimientos u oscilaciones sustanciales del marco en caso de ausencia del par aplicado. Consecuentemente, el marco 170 puede mantener su nueva posición hasta que se induzcan pares aplicados adicionales. Además, el ángulo de los lados de la ranura de montaje en V se elige de manera que la clavija 172 no trepe por el lado de la ranura de montaje en V en respuesta al par aplicado. Adicionalmente, pueden elegirse materiales para aumentar o disminuir la fricción entre la clavija 172 y el marco 170, ajustando por lo tanto el mecanismo de “oscilación por relajación”. En un ejemplo adecuado, la ranura 173 tiene una superficie de acrílonitrilo butadieno estireno (ABS) y la clavija 172 está hecha de aluminio. La combinación anterior de materiales es ilustrativa, y de ninguna manera debe interpretarse como limitativa de la invención. Pueden usarse muchas combinaciones de materiales conocidas por los expertos en la técnica.

En la Fig. 18 se muestra otro mecanismo de “oscilación por relajación” que puede formarse en la unión entre dos componentes enganchados inclinables. Un soporte 181 incluye un accesorio anular 181' en el que encaja una clavija 182 del componente 180 para formar una unión inclinable. Una unión adecuada incluye un accesorio 181' de ABS y una clavija 181 de metal. El enganche por fricción de la clavija 182 con el accesorio 181' constituye el mecanismo de “oscilación por relajación”.

La Fig. 19 representa una vista en sección de otro mecanismo más de “oscilación por relajación” que puede formarse en la unión entre dos componentes enganchados inclinables. Generalmente, la realización representada incluye una pareja de componentes, incluyendo cada uno un dispositivo de enganche. Posicionada entre los dos dispositivos de enganche hay una bola. Los componentes se deslizan sobre la bola en respuesta a un par aplicado. La Fig. 19 muestra un primer componente A y un segundo componente B posicionados sobre una bola. El primer componente A incluye un cono 193 de enganche. Un segundo componente B incluye un cono 194 de enganche coincidente. Los conos 193, 194 de enganche se posicionan para atrapar entre sí un rodamiento de bolas 191. Si el primer componente A corresponde a una plataforma óptica y el segundo componente B corresponde a un componente base, el cono 193 de enganche puede moverse sobre la bola 191 en respuesta a un par aplicado. Pueden añadirse otras características para evitar que la bola 191 se desenganche de los conos 193, 194 de enganche. Los conos 193, 194 de enganche están ajustados con la bola 191 de manera que enganchen friccionalmente con la bola 191 en una disposición de “oscilación por relajación” para que los componentes A, B puedan girar en respuesta a un par aplicado, pero también evitar los movimientos u oscilaciones de los componentes en ausencia del par aplicado. Consecuentemente, los componentes pueden mantener su nueva posición hasta que se induzcan pares aplicados adicionales. Los componentes A y B pueden seleccionarse de entre cualquiera de los componentes del nivel incluyendo, aunque sin limitación, un conjunto óptico, una plataforma óptica, un marco, una cuna, una carcasa, u otros componentes adecuados.

La Fig. 20 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un procedimiento adecuado para nivelar rayos de salida de acuerdo con los principios de la presente invención. Un primer paso (Operación 2001) incluye montar un conjunto óptico de manera que pueda inclinarse sobre dos ejes y mantener su posición después de inclinarse controladamente, siendo el conjunto óptico capaz de generar rayos de luz. En un ejemplo, puede montarse el conjunto óptico en una plataforma óptica capaz de inclinarse sobre dos ejes ortogonales. Un siguiente paso incluye detectar si el conjunto óptico está nivelado (Operación 2003). En una realización, esto puede lograrse usando los elementos del detector de burbuja descritos anteriormente. Si los rayos de luz generados por el conjunto óptico no están a nivel, el conjunto óptico (es decir, la plataforma óptica) se inclina controladamente hacia una dirección de nivelado con un nuevo ángulo (Operación 2005). Esto puede lograrse, por ejemplo, activando los elementos del actuador (comentados anteriormente) para mover la plataforma óptica hacia una dirección más cercana al nivel. De nuevo, detectando si el

ES 2 334 496 T3

conjunto óptico está a nivel cuando está en el nuevo ángulo (Operación 2007). Éste es básicamente el mismo proceso que en la Operación 2003. Si los rayos de luz generados por el conjunto óptico no están a nivel con el nuevo ángulo, el conjunto óptico (es decir, la plataforma óptica) se inclina controladamente hacia una dirección de nivelado con un nuevo ángulo (Operación 2009). Éste es básicamente el mismo proceso que en la Operación 2005. El proceso de nivelación incluye detectar e inclinar continuamente como en las Operaciones 2007 y 2009 hasta que los rayos de luz estén nivelados.

La presente invención se ha mostrado y descrito particularmente con respecto a ciertas realizaciones preferidas y características específicas de las mismas. Sin embargo, debe observarse que las realizaciones descritas anteriormente pretenden describir los principios de la invención, no limitar su alcance. Por lo tanto, tal como es fácilmente aparente para los expertos en la técnica, pueden hacerse diversos cambios y modificaciones en forma y en detalle sin alejarse del alcance de la invención tal como se expone en las siguientes reivindicaciones. En particular, los inventores contemplan que los principios de la presente invención puedan ponerse en práctica con una cantidad diferente de mecanismos de “oscilación por relajación”, o una diversidad diferentes actuadores del elemento motriz, y de elementos sensores.

Adicionalmente, la referencia en las reivindicaciones a un elemento en singular no pretende significar “único” a menos que se especifique explícitamente, sino más bien, “uno o más”. Adicionalmente, las realizaciones aquí descritas de manera ilustrativa pueden ponerse en práctica sin ningún elemento que no esté aquí descrito específicamente.

REIVINDICACIONES

1. Un nivel óptico que comprende:

un conjunto óptico (62) para generar al menos un rayo (64) de luz visible, incluyendo el conjunto óptico unas clavijas (65) de soporte;

una plataforma (66) que incluye unas cunas en las que se insertan las clavijas de soporte para soportar el conjunto óptico;

un mecanismo de oscilación por relajación proporcionado por las clavijas de soporte y las cunas que soportan el conjunto óptico para que gire con al menos un grado de libertad sobre las clavijas de soporte, en el cual la adherencia estática entre las clavijas de soporte y las cunas puede mantener al conjunto óptico en su sitio incluso cuando la plataforma se inclina con respecto al nivel;

al menos un actuador (63) dispuesto para provocar el movimiento del conjunto óptico aplicando un par suficiente para que el conjunto óptico supere la adherencia estática del mecanismo de "oscilación por relajación" permitiendo al conjunto óptico girar sobre las clavijas de soporte hasta una posición a nivel;

un sensor (80) para proporcionar señales que puedan usarse para determinar si la plataforma está a nivel; y un circuito de control para recibir las señales desde el sensor y activar controladamente el al menos un actuador para superar la adherencia estática del mecanismo de oscilación por relajación e inclinar el conjunto óptico hacia el nivel para que el al menos un rayo de luz visible esté sustancialmente a nivel.

2. El nivel óptico de la Reivindicación 1 en el cual el sensor (80) comprende:

una fuente (133) de luz para producir un rayo (134) de luz detectora;

un nivel (132) de burbuja de dos ejes alineado con el rayo de luz de manera que cuando el nivel de burbuja de dos ejes está nivelado, el rayo de luz también está a nivel;

un detector (131) de luz sensible a la posición que es sensible al rayo de luz detectora; y

estando dispuesta la fuente (133) de luz para proyectar el rayo (134) de luz detectora a través del nivel (132) de burbuja de dos ejes hacia el detector de luz sensible a la posición para que el detector pueda determinar si el nivel de burbuja de dos ejes está nivelado.

3. El nivel óptico de la Reivindicación 2 en el cual el rayo de luz detectora es dirigido hacia abajo a través del nivel de burbuja de dos ejes hacia el detector de luz sensible a la posición que está posicionado por debajo del nivel de burbuja de dos ejes.

4. El nivel óptico de la Reivindicación 2 en el cual el rayo de luz del detector es dirigido hacia arriba a través del nivel de burbuja de dos ejes hacia el detector de luz sensible a la posición que está posicionado por encima del nivel de burbuja de dos ejes.

5. El nivel óptico de la Reivindicación 2 en el cual el detector de luz sensible a la posición es un detector de cuadratura, un detector de dispositivo acoplado por carga, o un detector semiconductor complementario de óxido de metal.

6. El nivel óptico de la Reivindicación 1 en el cual el sensor (80) comprende:

un primer nivel de burbuja de un eje alineado para producir un rayo de luz que forme algún primer ángulo predeterminado con un primer eje cuando el nivel de burbuja de un eje esté nivelado con respecto al primer eje;

un segundo nivel de burbuja de un eje alineado para producir un rayo de luz que forme algún segundo ángulo predeterminado con un segundo eje cuando el segundo nivel de burbuja de un eje esté nivelado con respecto al segundo eje;

una primera fuente de luz y una segunda fuente de luz;

un primer detector de luz sensible a la posición y un segundo detector de luz sensible a la posición;

estando la primera fuente de luz posicionada para que proyecte un primer rayo detector a través del primer nivel de burbuja de un eje hacia el primer detector de luz sensible a la posición permitiéndole determinar si el primer nivel de burbuja de un eje está a nivel con respecto al primer eje; y

ES 2 334 496 T3

estando la segunda fuente de luz posicionada para que proyecte un segundo rayo detector a través del segundo nivel de burbuja de un eje hacia el segundo detector de luz sensible a la posición permitiéndole determinar si el segundo nivel de burbuja de un eje está a nivel con respecto al segundo eje.

5 7. El nivel óptico de la reivindicación 1 en el cual el sensor comprende:

un primer nivel de burbuja de un eje alineado con el rayo de luz de manera que cuando el primer nivel de burbuja de un eje está orientado con un primer ángulo predeterminado con respecto al primer eje, entonces el rayo de luz está a nivel con respecto al primer eje;

10 un segundo nivel de burbuja de un eje alineado con el rayo de luz de manera que cuando el segundo nivel de burbuja de un eje está orientado con un segundo ángulo predeterminado con respecto al segundo eje, entonces el rayo de luz está a nivel con respecto al segundo eje;

15 una primera fuente de luz y una segunda fuente de luz;

un primer detector de luz sensible a la posición y un segundo detector de luz sensible a la posición;

20 estando la primera fuente de luz posicionada de manera que proyecte un primer rayo del detector a través del primer nivel de burbuja de un eje hacia el primer detector de luz sensible a la posición de manera que éste pueda determinar si el primer nivel de burbuja de un eje está orientado con el primer ángulo predeterminado con respecto al primer eje; y estando la segunda fuente de luz posicionada de manera que proyecte un segundo rayo del detector a través del segundo nivel de burbuja de un eje hacia el segundo detector de luz sensible a la posición de manera que éste pueda determinar si el segundo nivel de burbuja de un eje está orientado con el segundo ángulo predeterminado con respecto al segundo eje.

8. El nivel óptico de la Reivindicación 1 en el cual el sensor comprende

30 un primer nivel de burbuja de un eje alineado con el rayo de luz de manera que cuando el primer nivel de burbuja de un eje está nivelado con respecto al primer eje, entonces el rayo de luz también está a nivel con respecto al primer eje;

35 un segundo nivel de burbuja de un eje alineado con el rayo de luz de manera que cuando el segundo nivel de burbuja de un eje está nivelado con respecto al segundo eje, entonces el rayo de luz también está a nivel con respecto al segundo eje;

una primera fuente de luz y una segunda fuente de luz;

40 un primer detector de luz sensible a la posición y un segundo detector de luz sensible a la posición;

estando la primera fuente de luz posicionada de manera que proyecte un primer rayo detector a través del primer nivel de burbuja de un eje hacia el primer detector de luz sensible a la posición permitiéndole determinar si la plataforma está a nivel con respecto al primer eje; y

45 estando la segunda fuente de luz posicionada de manera que proyecte un segundo rayo detector a través del segundo nivel de burbuja de un eje hacia el segundo detector de luz sensible a la posición permitiéndole determinar si la plataforma está a nivel con respecto al segundo eje.

50 9. El nivel óptico de la Reivindicación 8 en el cual el primer nivel de burbuja de un eje y el segundo nivel de burbuja de un eje están orientados sustancialmente a 90° entre sí.

10. Un procedimiento para proyectar un rayo de luz visible en una dirección nivelada o aplomada, a pesar de una situación inclinada de un conjunto óptico, cuyo procedimiento comprende:

55 (a) montar (2001) un conjunto óptico mediante unas clavijas de soporte insertadas en las cunas de una plataforma, proporcionando las clavijas de soporte y las cunas un mecanismo de oscilación por relajación que soporta pivotamente el conjunto óptico, y que puede mantener al mismo en una posición estacionaria por fricción entre las clavijas de soporte y las cunas, y en el cual el conjunto óptico puede inclinarse sobre dos ejes cuando es sometido a un par suficiente por un actuador y mantener su posición una vez que se ha retirado el par, permitiendo por lo tanto que el conjunto óptico se incline controladamente, siendo el conjunto óptico capaz de generar al menos un rayo de luz visible;

(b) detectar (2003) si el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico está a nivel;

65 (c) aplicar un par mediante el actuador sobre el conjunto óptico suficiente para inclinar controladamente (2005) el conjunto óptico con un nuevo ángulo en el caso de que el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico esté a nivel cuando el conjunto óptico esté en el nuevo ángulo;

ES 2 334 496 T3

(d) detectar (2007) si el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico está a nivel cuando el conjunto óptico está con el nuevo ángulo;

5 (e) aplicar otro par sobre el conjunto óptico mediante el actuador suficiente para inclinar controladamente (2009) el conjunto óptico con otro ángulo si el nuevo ángulo es tal que el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico no está a nivel; y

10 (f) repetir (2011) las operaciones de detectar e inclinar como en los pasos (d) y (e) hasta que el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico esté a nivel.

11. El nivel óptico de la Reivindicación 10 en el cual la operación de detectar si el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico está a nivel comprende:

15 proporcionar un nivel de burbuja de dos ejes alineado de manera que cuando esté nivelado, el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico esté también a nivel;

proporcionar al menos un rayo de luz detectora para que sea proyectado a través de la burbuja de dos ejes;

20 proyectar el al menos un rayo de luz detectora a través del nivel de burbuja de dos ejes hacia el detector de luz; y

detectar, con dichos rayo de luz detectora y detector de luz sensible a la posición, si el al menos un rayo de luz visible generado por el conjunto óptico está a nivel.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

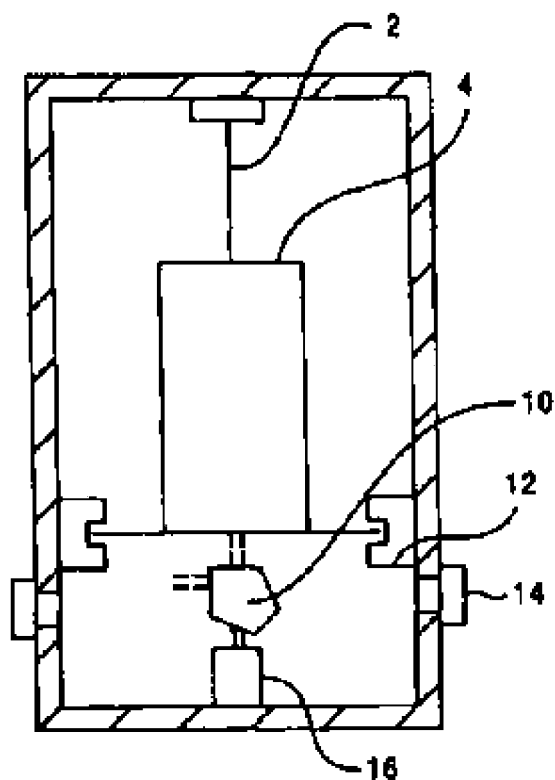


FIG. 1
(TECNICA ANTERIOR)

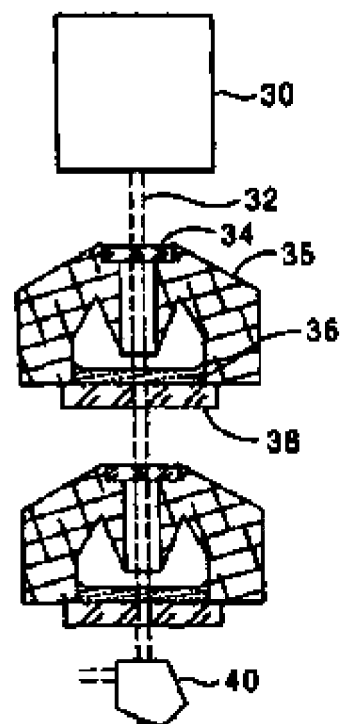


FIG. 4
(TECNICA ANTERIOR)

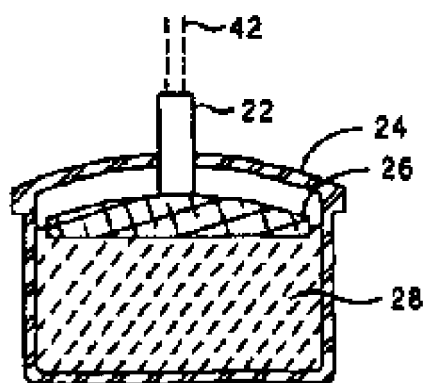


FIG. 2
(TECNICA ANTERIOR)

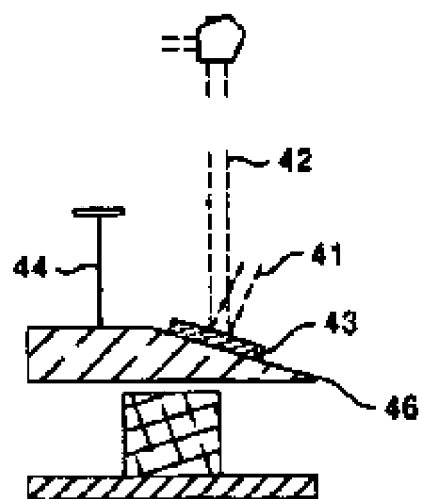


FIG. 5
(TECNICA ANTERIOR)

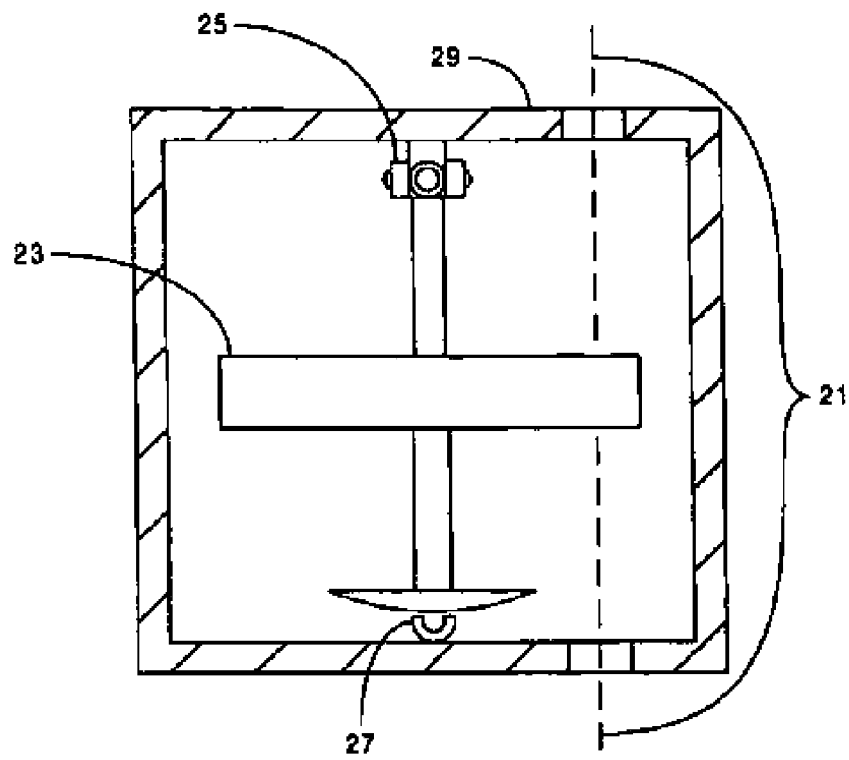


FIG. 3
(TECNICA ANTERIOR)

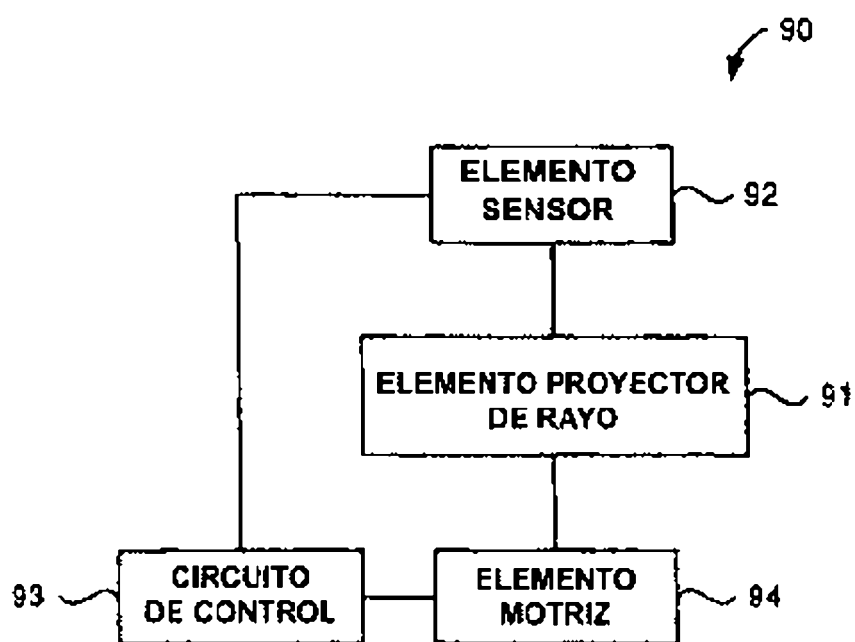


FIG. 6

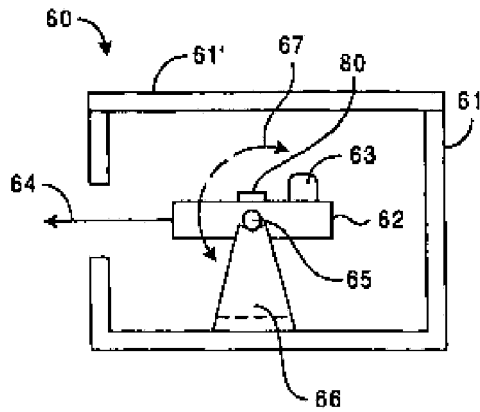


FIG. 7A

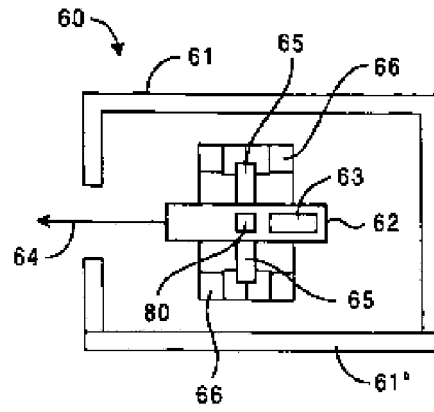


FIG. 7B

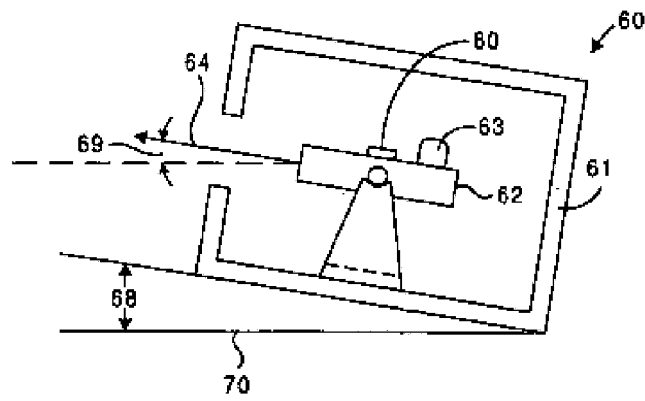


FIG. 7C

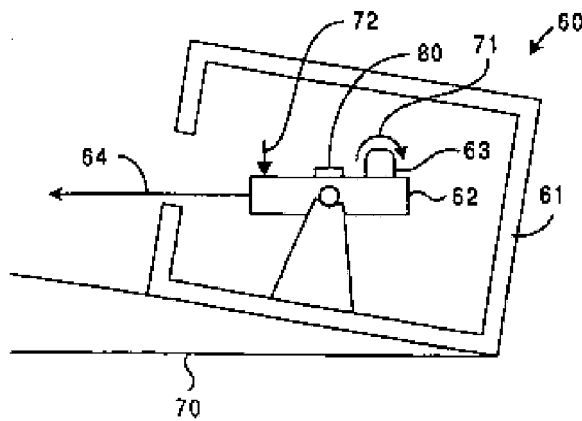


FIG. 7D

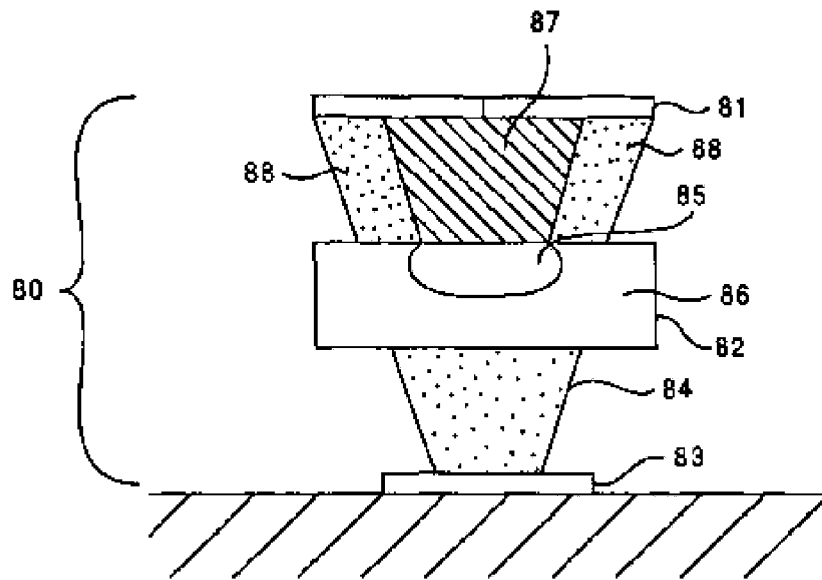


FIG. 8A

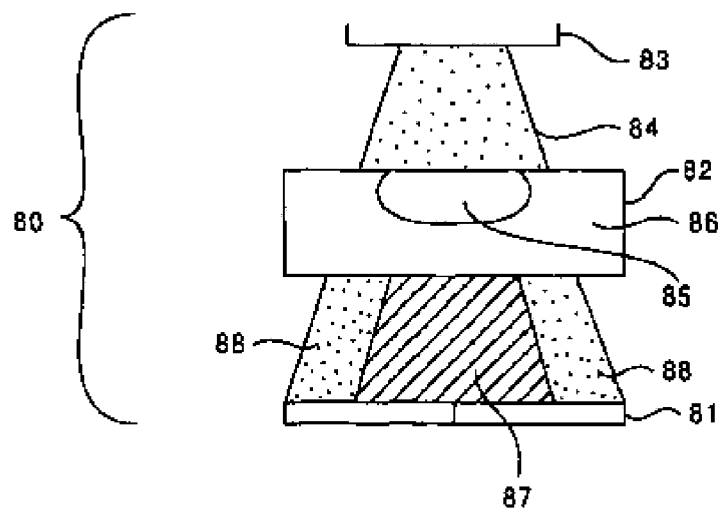


FIG. 8B

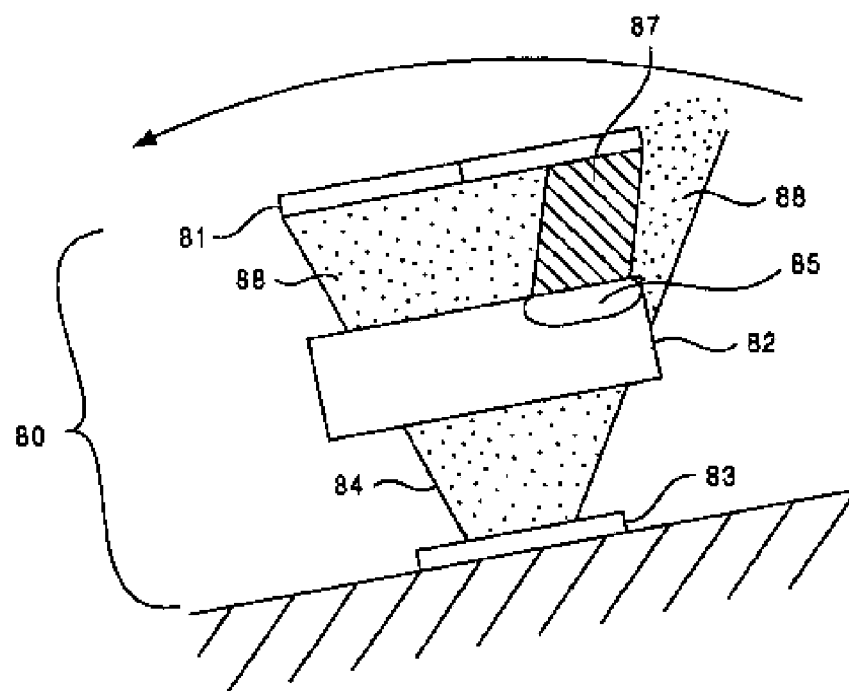


FIG. 9

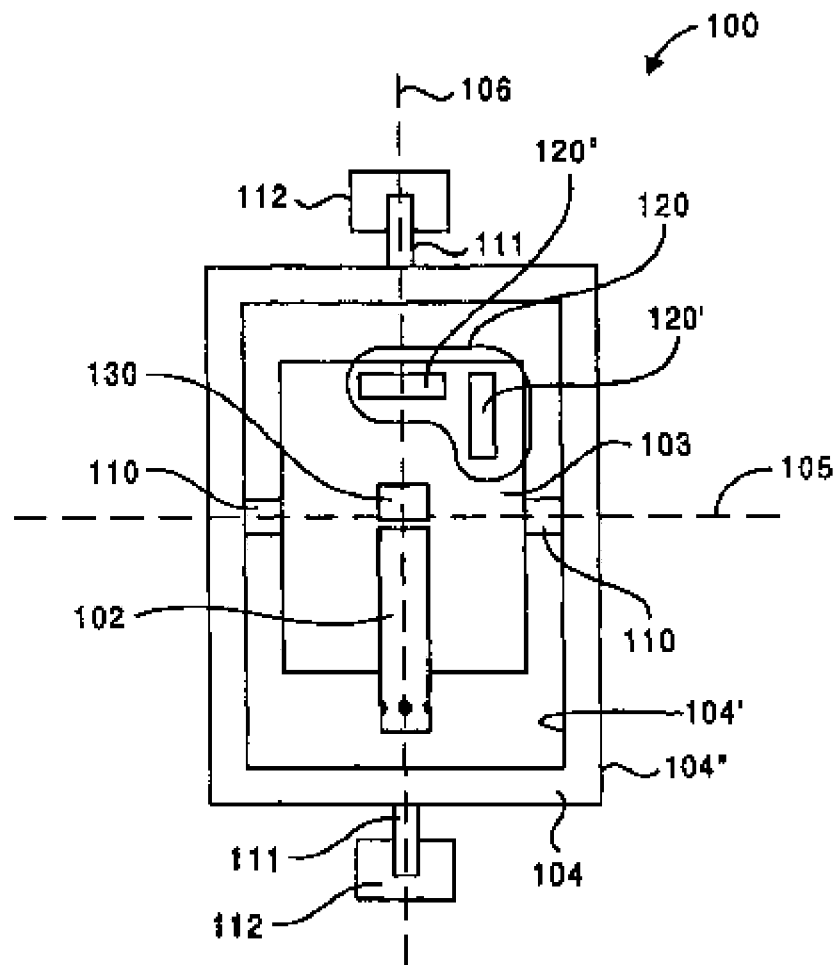


FIG. 10

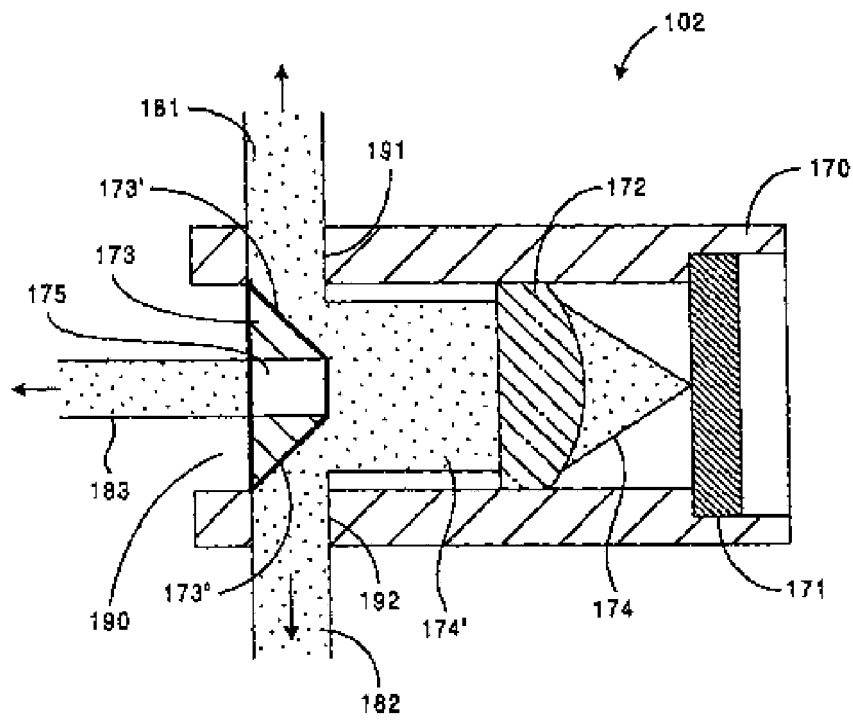


FIG. 11A

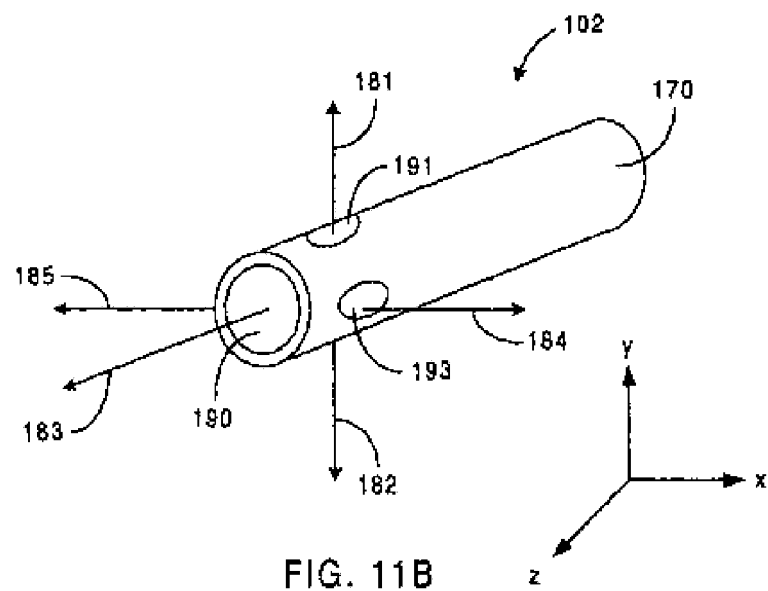


FIG. 11B

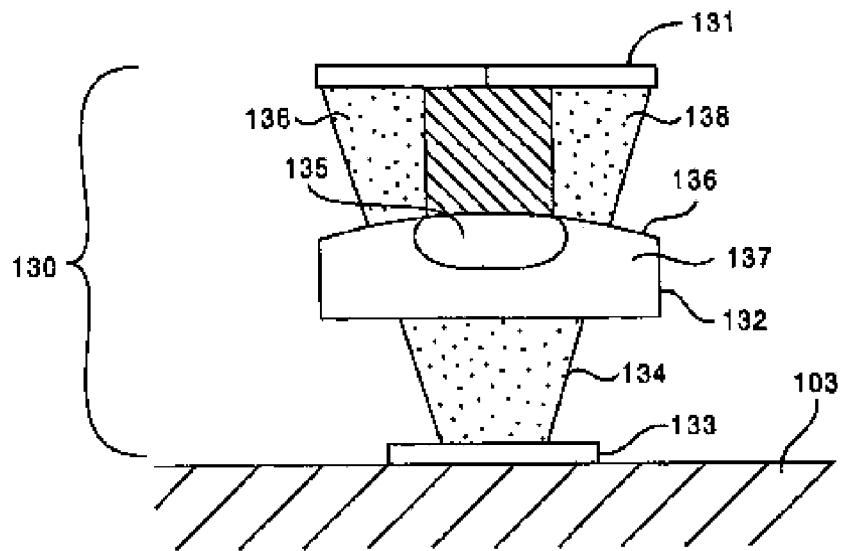


FIG. 12

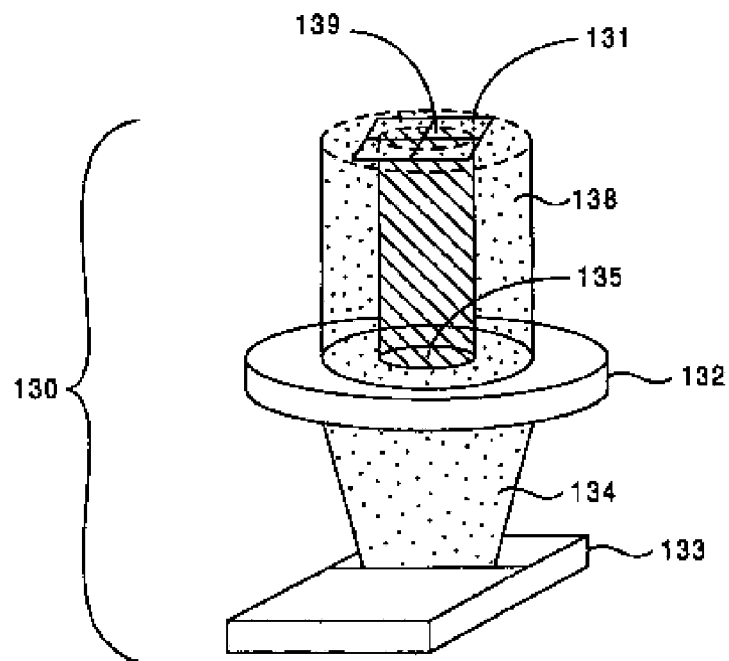


FIG. 13

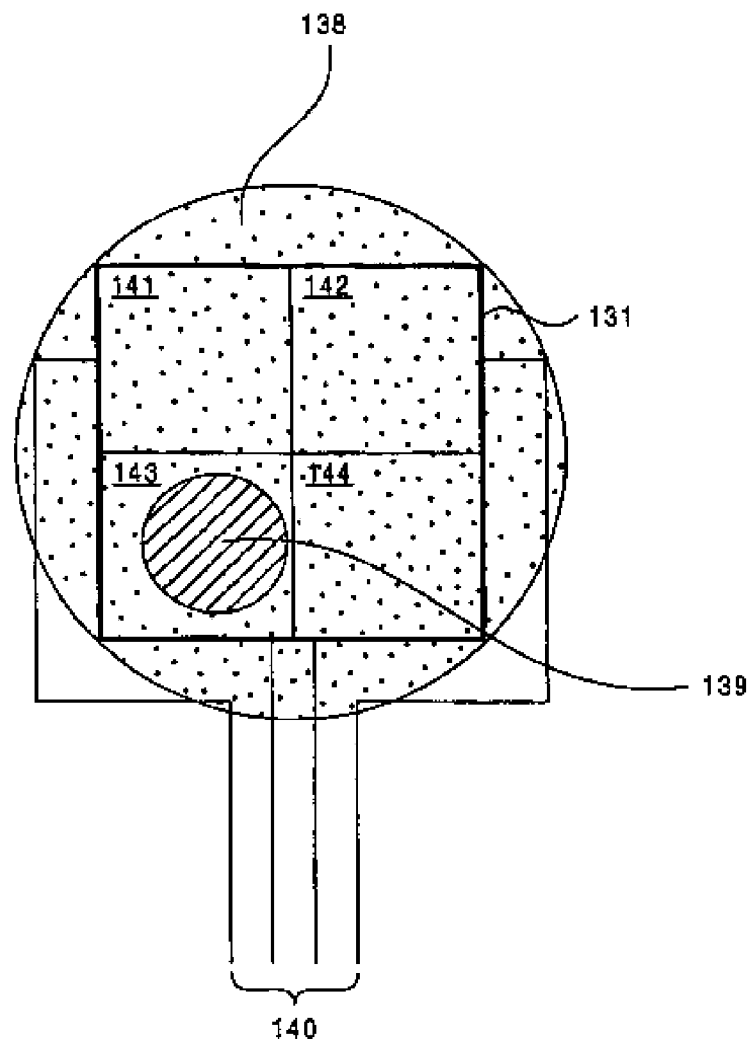


FIG. 14

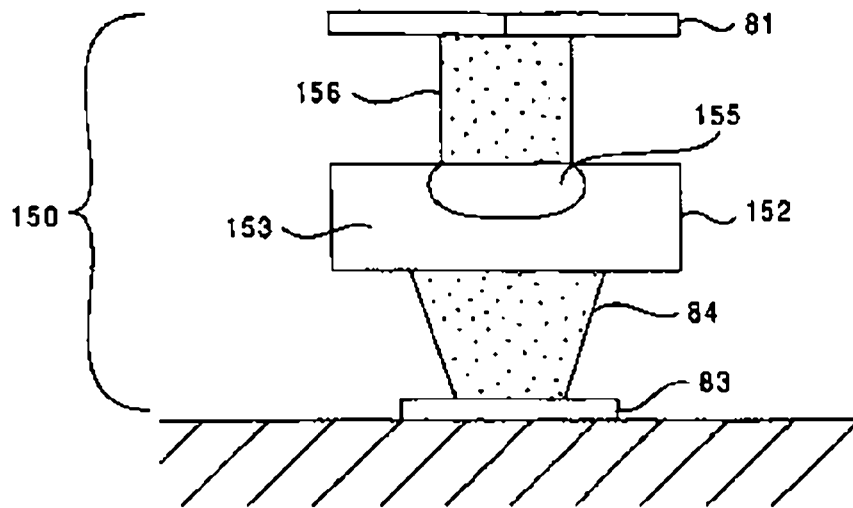


FIG. 15

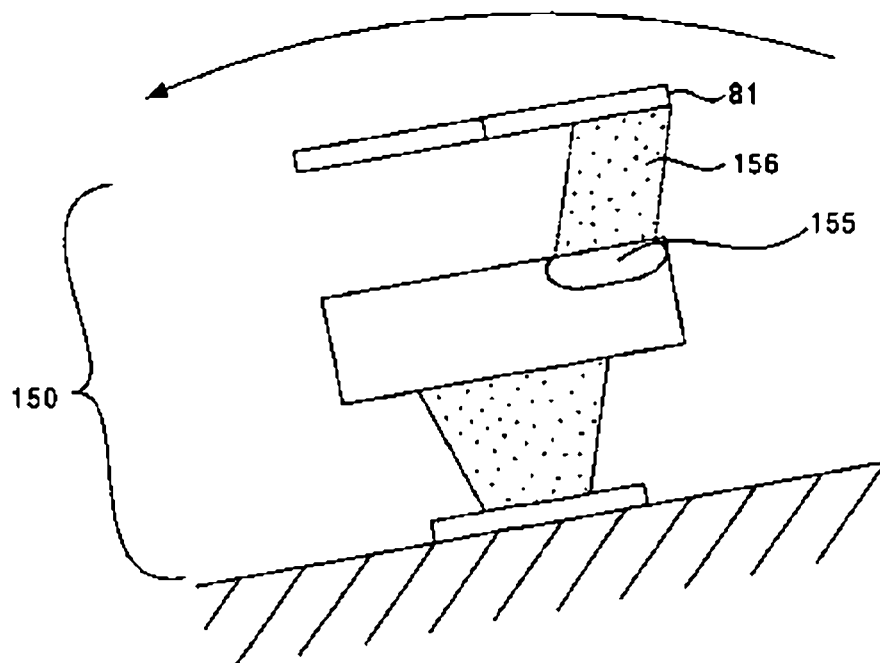


FIG. 16

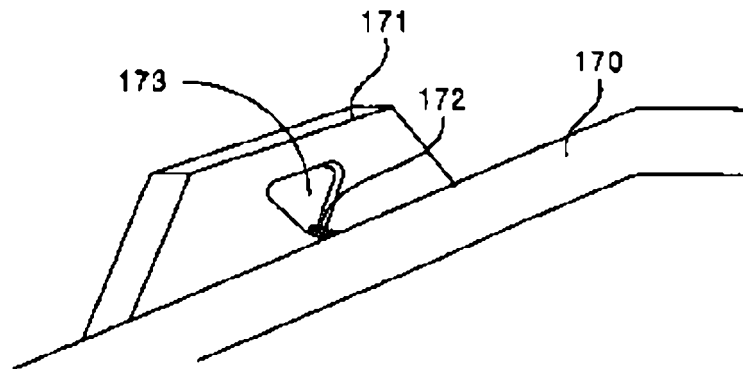


FIG. 17

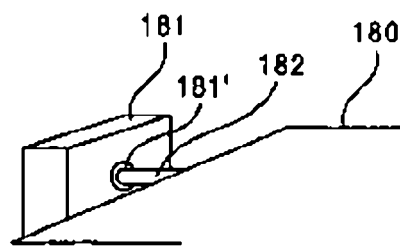


FIG. 18

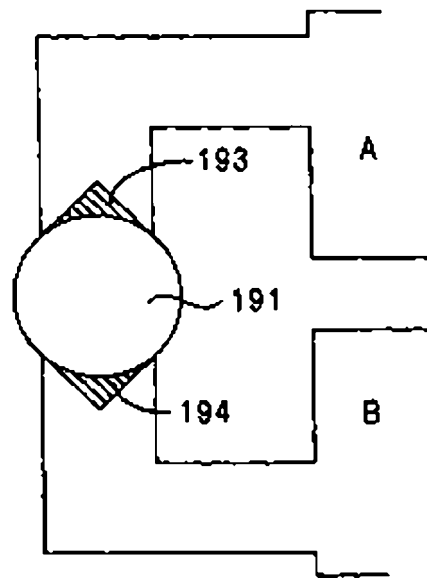


FIG. 19

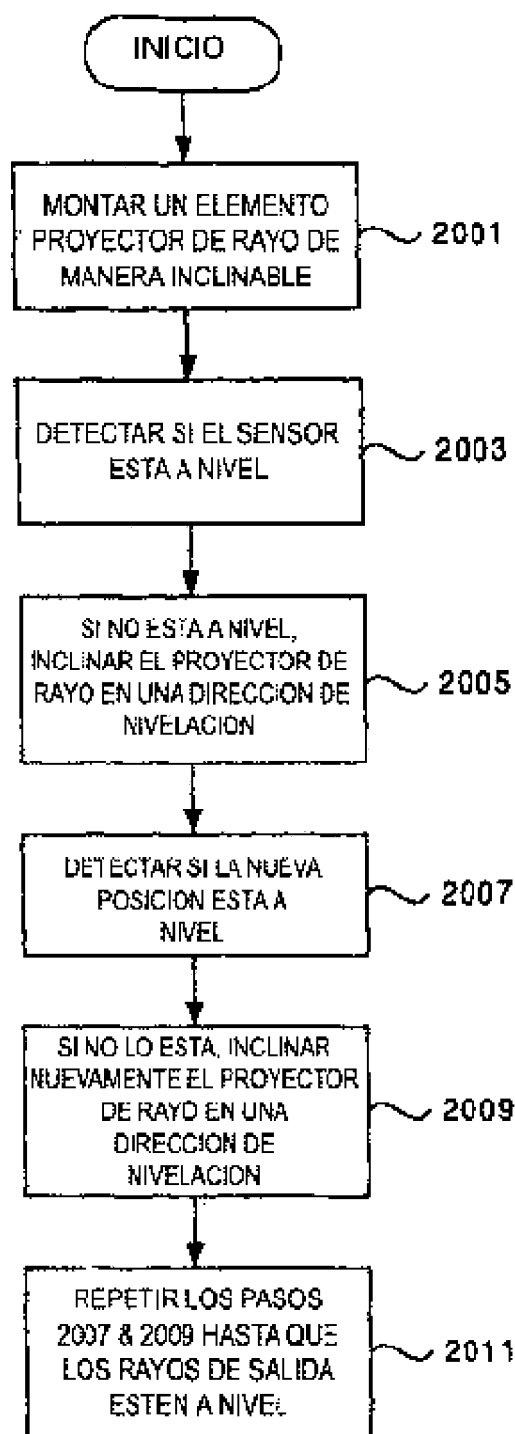


FIG. 20