



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 778**

51 Int. Cl.:  
**G02B 6/35** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05768042 .3**

96 Fecha de presentación : **15.07.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1774380**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.04.2007**

54 Título: **Conmutador óptico.**

30 Prioridad: **15.07.2004 GB 0415847**  
**15.07.2004 GB 0415848**  
**15.04.2005 GB 0507636**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.08.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.08.2011**

73 Titular/es: **POLATIS Ltd.**  
**332-2 Cambridge Science Park, Milton Road**  
**Cambridge CB4 0FW, GB**

72 Inventor/es: **Dames, Andrew, Nicholas**

74 Agente: **Durán Moya, Carlos**

ES 2 363 778 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

Conmutador óptico

5 Campo de la técnica

La invención se refiere a conmutadores ópticos y, en particular, a conmutadores ópticos con una serie de puertos de entrada y de salida con una serie de elementos ópticos desplazables para efectuar la conmutación entre los puertos de entrada y de salida.

10

Antecedentes de la invención y técnica anterior conocida por el solicitante

Existen tres categorías independientes de la técnica anterior que constituyen antecedentes relevantes de la invención.

15

La primera categoría de la técnica anterior tiene relación con conmutadores que comprenden únicamente un elemento óptico desplazable orientado hacia una serie de puertos de salida fijos. Existen muchos ejemplos de esta categoría de conmutadores, por ejemplo: el documento US 6.335.993B1 (Takahashi) en el que el único colimador móvil está fijado a un disco que gira en torno a su eje central; el documento US 4.896.935 (Lee) en el que un único colimador desplazable puede girar para apuntar hacia una serie de colimadores que se extienden radialmente y el documento US 4.657.339 (Fick) en el que una única fibra desplazable a través de una contracción de una disposición piezoeléctrica monodimensional permite que la fibra se doble entre dos posiciones en las que se ubican las fibras fijas. Otros ejemplos de esta categoría pueden ser estructuras con un único puerto de entrada fijo y múltiples puertos de salida fijos con un único elemento óptico desplazado para conseguir la conmutación tal como en los documentos JP 2004287124 (Nin Sensho) y CA 2386309 (Sun De-Gui).

20

25

Existe una segunda categoría de la técnica anterior que muestra conmutadores con múltiples puertos de entrada y de salida con una serie de accionadores que iguala el número total de puertos. En otras palabras, éstos a menudo requieren que los puertos de entrada y de salida se puedan desplazar para que tenga lugar la conmutación. Tanto el documento WO01/50176 (Polatis) como el US 6.005.998 (Lee) muestran al menos un accionador por puerto.

30

En otras palabras, para un total de  $M + N$  puertos, se disponen al menos  $M + N$  accionadores para desplazar los elementos ópticos. El documento US 6.859.120 (Sweatt William y otros) también muestra un sistema que utiliza accionadores tanto en el lado de entrada como en el lado de salida de un conmutador óptico.

35

Una tercera categoría de conmutadores se basa en el uso de al menos dos elementos ópticos desplazables entre conjuntos fijos de puertos de entrada y de salida. Por ejemplo, el documento US 6.456.751 B1 (Bowers y otros) muestra el uso de dos conjuntos de espejos microaccionados. Se puede encontrar otro ejemplo en el documento JP 2001350105 en el que se prevé que una serie de al menos dos prismas móviles conmuten un haz de un puerto a otro en un conmutador de múltiples entradas y de múltiples salidas. Esta categoría de conmutadores también requiere al menos el mismo número de elementos ópticos accionados que el número total de puertos.

40

Debido al elevado número de puertos y al requisito de un elevado número de accionadores, estos conmutadores son, por tanto, innecesariamente voluminosos requiriendo un elevado número de accionadores caros que también necesitarán un control preciso.

45

Se reconocen los siguientes documentos de la técnica anterior: US 20020003919 y JP 58072108. Éste último es la técnica anterior más cercana a la invención. El documento describe el uso de un único par de prismas periscopio rotativos para conseguir una función de conmutación de bloqueo  $N \times N$ .

50

Características de la invención

En un primer aspecto amplio independiente, la invención da a conocer un conmutador óptico -1- que comprende una serie de puertos de entrada -2- y una serie de puertos de salida -3-, estando fijados dichos puertos de entrada y de salida, en uso, en una posición: un prisma periscopio desplazable (-11-, -12-, -13-, -14-, -15-, -86-, -87-, -5-, -6-, -7-, -8-, -89-, -90-) para conmutar la trayectoria de comunicación de dicho conmutador; en el que dicho prisma periscopio desplazable es uno de un primer prisma periscopio (-11-, -12-, -13-, -14-, -15-, -86-, -87-) y de un segundo prisma periscopio (-5-, -6-, -7-, -8-, -89-, -90-); estando configurado dicho primer prisma periscopio para captar un haz de uno de dichos puertos de entrada y dirigir dicho haz hacia dicho segundo prisma periscopio; estando configurado dicho segundo prisma periscopio para captar dicho haz que sale de dicho primer prisma periscopio y dirigir dicho haz hacia uno de dichos puertos de salida caracterizado porque dicho conmutador comprende una serie de pares de dichos primer y segundo prismas periscopio; en el que uno de dichos prismas periscopio de cada par se puede desplazar mientras se encuentra en comunicación con el otro y, mediante lo cual, cada par de prismas periscopio dirige respectivamente un haz respectivo desde un puerto de entrada respectivo seleccionado hacia un puerto de salida respectivo seleccionado.

55

60

65

Esta estructura es particularmente ventajosa debido a que reduce notablemente el número de accionadores necesarios para la conmutación de múltiples puertos de entrada y de salida. Por tanto, permite construir conmutadores con una mayor compacidad y eficiencia de coste. También requerirá sistemas de control menos complejos ya que se requerirán menos componentes móviles.

5 Esta configuración es particularmente ventajosa dado que permite conseguir una conmutación de alta calidad a partir de sistemas de múltiples entradas y salidas con una mayor compacidad y eficiencia de coste en comparación con los conmutadores que tienen un accionador por puerto.

10 Esto es particularmente ventajoso dado que permite que el rendimiento óptico del conmutador sea independiente de la ubicación axial y radial de los prismas. También, debido a la geometría del prisma periscopio, limita los ángulos de tolerancia más ajustados del sistema a que sean internos a los prismas, que actualmente son de fabricación comercial sencilla.

15 En otro aspecto secundario, los puertos de entrada y/o los puertos de salida se disponen en arcos respectivos y dicho desplazamiento es una rotación, mientras los prismas periscopio primero y segundo se comunican a lo largo del eje de dicha rotación. Esto permite particularmente que se consiga una conmutación precisa.

20 En otro aspecto secundario, los arcos de los puertos de entrada y de los puertos de salida son concéntricos. Esto reduce el número de elementos que serían necesarios, de otra manera, para conseguir la conmutación precisa.

25 En otro aspecto secundario, tanto el primer prisma periscopio como el segundo tienen longitudes diferentes correspondientes a los radios de los respectivos arcos de los puertos de entrada y de los puertos de salida. Esto evita que la luz se comunique directamente a través de un puerto de entrada a un puerto de salida sin atravesar las disposiciones de prismas periscopio.

30 En otro aspecto secundario que no forma parte de la invención, durante la conmutación, un prisma periscopio, o una disposición reflectante desplazable, en general, se dota de medios para desplazarse a una posición en la que, durante el desplazamiento, dicha disposición no interfiere con la comunicación entre otros puertos que no sean los puertos de comunicación objetivo.

En otro aspecto secundario, uno o más puertos incorporan una lente de varilla que está soportada en un montaje flexible.

35 En otro aspecto secundario que no forma parte de la invención, se ubica un prisma ranurado enfrente de los puertos de entrada y/o de los puertos de salida. Esto permite utilizar un mayor número de puertos de entrada/salida con el conmutador.

40 En otro aspecto secundario, que no forma parte de la invención, el desplazamiento de dicha disposición reflectante desplazable se lleva a cabo mediante una serie de motores rotativos apilados sustancialmente perpendiculares al eje longitudinal del conmutador y un mecanismo une dichos motores rotativos a dichas disposiciones reflectantes desplazables, de manera que la disposición reflectante gira a lo largo del eje longitudinal del conmutador. Esto permite que el conmutador sea más compacto que en el caso en que los motores se hubieran ubicado en el eje longitudinal del conmutador. Por tanto, esta configuración mejorará además la compacidad total del conmutador.

45 En un segundo aspecto independiente amplio, la descripción proporciona un accionador (no forma parte de la invención) que comprende dos haces piezoeléctricos flexibles bidimensionales fijados a una estructura de soporte, en el que los haces pueden actuar conjuntamente sobre un elemento para posicionar dicho elemento. Esto es particularmente útil para situar los colimadores con precisión en un conjunto de entrada y de salida previamente a la puesta en servicio del conmutador. Este accionador está adaptado para posicionar los puertos de entrada y/o los puertos de salida de un conmutador óptico, tal como se define en el primer aspecto amplio independiente.

#### Breve descripción de las figuras

55 La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un conmutador según una primera realización de la invención que utiliza prismas periscopio.

La figura 2 muestra otra realización de la invención que utiliza pares de prismas periscopio desplazables conjuntamente.

60 La figura 3 muestra un accionador de cuatro ejes (que no forma parte de la invención) utilizado en un conmutador óptico.

65 La figura 4 muestra una vista en planta de un accionador de cuatro ejes (que no forma parte de la invención) utilizado en un conmutador de 1 por 16.

La figura 5 muestra un conmutador asimétrico (que no forma parte de la invención) en una vista en planta.

La figura 6 muestra una vista en planta de una disposición de espejo y colimador de salida desplazable (que no forma parte de la invención).

5

La figura 7 muestra un conmutador asimétrico (que no forma parte de la invención) de la figura 5.

La figura 8 muestra un conmutador deslizante (que no forma parte de la invención) en una vista en planta.

10

Las figuras 9 muestran un conmutador (que no forma parte de la invención) con varillas deslizantes.

#### Descripción detallada de las figuras

La figura 1 muestra un conmutador de concepto óptico generalmente indicado con la referencia -1- que tiene 24 puertos de entrada como el indicado con la referencia -2- y puertos de salida, tales como el indicado con la referencia -3-. En esta realización, los puertos comprenden colimadores de lentes de varilla fijados a fibras correspondientes, tales como la indicada con la referencia -4-. Tanto los puertos de entrada como los de salida se encuentran fijos cuando están en uso. En la práctica, cada puerto puede ser ajustado durante el montaje para obtener una comunicación óptica precisa en todo el conmutador. Cada puerto de salida -3- tiene un prisma periscopio fijo correspondiente. Éstos están indicados con las referencias -5-, -6-, -7- y -8- respectivamente (únicamente el extremo inferior del prisma -8- puede ser observado en la figura). Cada prisma periscopio tal como el indicado con la referencia -6- incorpora dos caras diagonales -9- y -10- que reflejan la luz para cambiar su dirección. Los prismas periscopio también se alargan a efectos de tener una longitud que es varias veces su anchura. En esta realización, los prismas fijos tienen aproximadamente la mitad de la longitud de los prismas móviles correspondientes indicados con las referencias -11-, -12-, -13-, -14- y -15-. El prisma móvil -11- está fijado y conectado a un motor paso a paso -16- a través de un brazo de conexión -17- que se extiende perpendicularmente al eje de rotación del motor. El brazo de conexión -17- fija el prisma a aproximadamente un punto medio del prisma. El radio del prisma -11- se muestra que corresponde al radio del arco de los puertos de entrada, de manera que puede seleccionar cualquiera de los puertos de entrada.

30

Los extremos inferiores de un prisma móvil y su prisma fijo correspondiente están colocados en superposición en comunicación entre sí, de manera que un haz de luz pasa del prisma móvil al prisma fijo hacia una salida. Los prismas fijos se seleccionan de manera que tengan un radio que corresponda con el arco de los puertos de salida. El radio de los prismas fijos se selecciona para que sea diferente del radio de los prismas móviles a efectos de lograr mayor compacidad.

35

Los prismas periscopio también tienen la ventaja de que las tolerancias de los ángulos más estrictas del sistema son, de hecho, internas al prisma, que es de fabricación comercial sencilla. Otra ventaja es que el rendimiento óptico es independiente de la posición axial y radial del prisma. Lo único que se requiere es que los ejes de rotación de los prismas sean coincidentes, lo cual es un requerimiento de estricta tolerancia, pero que se puede conseguir aplicando tolerancias en el posicionamiento de cabezales de engranajes conocidas comercialmente.

40

Un posible motor de accionamiento puede tener 20 pasos por revolución mediante un cabezal de engranajes de precisión 120:1 sin juego, ofreciendo un tamaño de paso de  $0,15^\circ$  sin micropasos. En el extremo de un prisma con brazo de radio 12 mm, se traduce en pasos de 30 micrones, que proporcionan al sistema la suficiente resolución fina y una contribución de pérdida aceptable.

45

Los puertos de entrada de esta realización pueden incorporar 24 colimadores con un paso de 2 mm con un radio de arco de 12 mm. Los prismas pueden ser de 1 mm por 1 mm por 13 mm y tener un desplazamiento de haz de 12 mm a través de las dos facetas del extremo de  $45^\circ$ . El punto cero del motor paso a paso se puede fijar utilizando un sensor de Hall y un imán pequeño, que detecta el cambio de flujo a medida que el prisma y el imán pasan por encima.

50

Se prevén otros conmutadores potenciales. Un conmutador puede tener, por ejemplo, un arco de puerto de entrada y un arco de salida en el que cada arco incorpora una serie de colimadores. Cada arco puede soportar un número de puertos de colimador. Tanto los puertos de entrada como los puertos de salida pueden estar diseñados para estar fijos una vez en uso. Entre los puertos de entrada y de salida se pueden proporcionar dos tipos diferentes de elementos de conmutación móviles. Un elemento de conmutación móvil puede comprender un motor rotativo cuyo eje puede ser accionado adoptando una serie de posiciones angulares precisas. El eje se puede fijar a un prisma móvil mediante el uso de un disco, que incorpora una ranura con tamaño y configuración para recibir el prisma. También fijado al disco se puede proporcionar un brazo diametralmente opuesto al prisma que sostiene en su extremo un imán. Un imán puede formar una parte de un sensor de efecto Hall situado en la parte inferior de un elemento de soporte de rotor. En lugar de una disposición con sensores de efecto Hall, a efectos de reducir el tiempo de configuración y mejorar la precisión, se puede incluir un dispositivo de codificación en cada eje de prisma rotativo, tal como un codificador inductivo o capacitivo basado en placas de circuito impreso.

60

65

Un prisma rotativo transferirá un haz de luz a través de un prisma fijo hasta un colimador. Se puede establecer la comunicación entre un colimador y unos colimadores centrales de un conjunto de puertos opuestos simplemente utilizando una disposición de prisma móvil. Los colimadores centrales para esta realización no se pueden observar en la figura pero se ubicarían precisamente a lo largo del eje de rotación del prisma.

5 En lugar de los motores rotativos mostrados en la figura, se pueden utilizar servomotores si es apropiado. Para conservar la rotación adecuada en todo el conmutador, se prevé utilizar tanto un cabezal de engranajes con una eficiencia por debajo del 50% o añadir una placa de rozamiento a la salida o incluso tener un accionador para liberar un freno en la salida. Si se necesitan velocidades aún más elevadas, se pueden utilizar accionadores electromecánicos directos (es decir, ningún cabezal de engranajes, estando fijado el prisma directamente al eje).  
10 También se prevé utilizar un motor de disco piezoeléctrico que formaría un accionador muy compacto o, de manera alternativa, utilizar una disposición de tornillo sin fin piezoeléctrico que acciona el borde de la rueda o disco en la que está montado el prisma.

15 Cada colimador se sostendría dentro de un anillo asegurándolo a una primera placa de flexión para asegurar la parte frontal de un colimador y a una placa de flexión para asegurar la parte posterior de un colimador. Los colimadores se asegurarían a las juntas flexibles mediante aberturas situadas adecuadamente en las juntas flexibles. Las juntas flexibles se pueden fijar entre un anillo central y un anillo frontal desmontable mientras que la placa de flexión se fijará entre un anillo central y un anillo posterior. Los anillos se pueden unir entre sí mediante mecanismos de  
20 roscado o cualquier otro mecanismo adecuado. Se puede disponer un rebaje dentro de cada placa de flexión así como dos aberturas adicionales, en la región superior más externa de las placas de flexión. Éstas se pueden utilizar para ajustar la posición del colimador en relación a su estructura de soporte a efectos de optimizar la comunicación óptica en todo el conmutador.

25 Un conmutador alternativo puede comprender un conjunto de entrada asociado con un conjunto de salida en grupo. Cada colimador de un primer conjunto puede corresponder a un prisma periscopio fijo en comunicación con un prisma periscopio rotativo que tiene un radio seleccionado para captar un haz que se origina en cualquiera de los colimadores de entrada de otro grupo. Los colimadores del conjunto de entrada se pueden intercalar con una serie de prismas que forman en conjunto un prisma ranurado, de manera que cuando el prisma periscopio gira en torno al  
30 eje del conmutador, capta los haces de luz alternativamente de un arco de colimadores y de un arco de prismas. Los discos de prisma periscopio individual móvil pueden ser accionados por un mecanismo de engranajes con el motor actual ubicado en el lateral de los discos a efectos de conseguir máxima compacidad.

35 Se puede construir un conmutador óptico adicional que tiene 24 puertos de entrada aproximadamente funcionando en combinación con 5 puertos de salida. El puerto puede incorporar un colimador de lente de varilla fijado a una fibra que está soportada mediante dos juntas flexibles a un elemento de soporte en forma de anillo. Cada colimador está soportado de la misma manera mediante su estructura de soporte correspondiente. Cada puerto de salida puede estar en comunicación óptica con un prisma periscopio que está fijo en uso y posicionado para captar un haz de luz desde el eje central del conmutador y reflejar el haz hacia el puerto de salida. Cada prisma fijo funcionará con un  
40 prisma móvil que puede girar en torno al eje central del conmutador a efectos de captar los haces emitidos desde cualquiera de los puertos de entrada.

45 Un prisma periscopio se puede fijar a un disco rotativo. El disco rotativo puede tener una serie de aberturas en su periferia más externa permitiendo que los haces de luz atraviesen el disco cuando sea necesario. Una rueda de accionamiento del disco puede engranar con el disco y puede ser accionada mediante un tornillo sin fin directamente fijado al eje de un motor rotativo tal como un motor paso a paso. Una rueda, un tornillo sin fin y un motor rotativo pueden funcionar conjuntamente. Un conmutador puede incorporar mecanismos de desplazamiento dinámico. Éstos pueden estar sujetos entre sí mediante una serie de haces longitudinales. Cada anillo puede comprender un número de proyecciones con una abertura para permitir la inserción de un haz adecuado.  
50

Los conmutadores pueden estar contruidos de forma modular. Un conmutador puede estar formado incorporando 20 accionadores intermedios en lugar de 5 accionadores como se ha descrito anteriormente.

55 Cada accionador puede incorporar un disco fijo al que se fija un prisma para captar un haz de luz de un puerto y dirigir la luz hacia el eje del conmutador central. Cada accionador puede incorporar también un disco desplazable que porta un segundo prisma desplazable para dirigir la luz hacia un puerto. Cada unidad de accionador individual puede fijarse tanto a sus accionadores vecinos o a una estructura de soporte final en una relación de enclavamiento, tal como una proyección o una unidad de soporte final engrana con una proyección de una unidad de accionador.

60 El conmutador puede estar diseñado para tener 96 puertos por 20 puertos.

65 La figura 2 muestra una disposición alternativa de pares de prismas accionados. En esta configuración, se accionan dos prismas en conjunto. Los prismas -86- y -87- se giran a medida que el eje -88- gira. Un segundo par de prismas, indicados con las referencias -89- y -90- respectivamente, se unen entre sí mediante una unión óptica -91-. Este sistema permite la deflexión de la luz tal como se muestra mediante la línea a trazos -92- y la línea de puntos -93-.

Los elementos ópticos en conmutadores y filtros tales como colimadores requieren un posicionamiento preciso para acoplar la luz de manera eficiente. La figura 3 muestra el uso de dos accionadores piezoeléctricos bidimensionales ubicados sustancialmente paralelos entre sí, haces accionadores piezoeléctricos -94- y -95-.

5 Estos haces están soportados en sus extremos posteriores mediante una estructura de soporte -96- y -97- adecuada. Los haces piezoeléctricos en sus extremos más frontales -98- y -99- se fijan a las respectivas varillas de extensión -100- y -101-. La varilla de extensión -101- se fija al colimador -102- a través de su montaje -103- que comprende una disposición de flexión doble de tipo conocido. Cada haz piezoeléctrico bidimensional, en una posible realización, tiene 31 mm de longitud y puede desplazarse +/- 125 micrones en su punta tanto en la dirección X como en la Y. La varilla de extensión -100- puede estar diseñada para accionar una fibra dando como resultado un desplazamiento de +/-375 micrones, por ejemplo, y la varilla de extensión -101- tiene una longitud de 46 mm y está adaptada para accionar el extremo del colimador ofreciendo un desplazamiento de +/-500 micrones en su punta. Esta configuración puede producir un desplazamiento de +/-0,2 mm y una inclinación con respecto al extremo de la fibra del colimador de +/-0,3 mm/10 mm radianes, por ejemplo. Con una trayectoria óptica de 130 mm ofrece una cobertura de +/-4 mm en las direcciones X e Y, con una precisión de +/-200 micrones necesaria sobre una longitud de trayectoria de 100 mm ( 2 mrad o 0,12°) para un alineamiento del colimador pasivo. Esto es adecuado para un conmutador de 1 por 16 tal como se muestra en la figura 4, por ejemplo.

La detección de la posición y el ángulo se puede llevar a cabo mediante un conjunto de 8 electrodos sobre la placa de sensor tal como se muestra mediante la referencia -104- en la figura. Éstos se pueden excitar mediante señales independientes de un generador de señales, estando situados cuatro de ellos alrededor del orificio a través del cual pasa la punta del colimador y estando situados los otros cuatro en la parte plana de la placa de sensor que está orientada hacia un anillo sensor de placa de metal acoplado eléctricamente al colimador y, por tanto, al amplificador de salida del sensor. La invención también prevé el uso de una combinación de dos accionadores piezoeléctricos bidimensionales del tipo mostrado en la figura 3, por ejemplo, como una herramienta para ajustar de forma fina la posición de los colimadores en los conmutadores previamente a la utilización del conmutador o durante un funcionamiento del conmutador. Dicho par puede ser suficiente para cada anillo de entrada y de salida para ajustar la posición de los puertos fijos.

Las figuras 5, 6 y 7, que no forman parte de la invención, muestran conmutadores M por N compactos con sólo M accionadores para M + N colimadores.

El conmutador -105- tiene 16 puertos de entrada y de salida -106-, teniendo cada puerto su propio colimador y fibra. Estos puertos forman parte de un conjunto pasivo. Los haces que salen del conjunto pasan a través de una lente -107- utilizada para enfocar los haces sobre un punto del espejo fijo -108-. El espejo fijo, aún siendo mostrado como un espejo con partes cóncavas, puede, de hecho, ser un espejo plano. Este espejo desviar la luz hacia un espejo cóncavo -109- en un patrón tal que el accionador piezoeléctrico bidimensional -110- puede posicionar la abertura -111- no metálica del espejo cóncavo (con la fibra colimada tras el mismo) para interceptar cualquiera de los haces que recibe del espejo plano. Si no se dirige ningún haz hacia la placa de colimador en la abertura, entonces éstos son redireccionados hacia el espejo fijo y desde ahí hasta el próximo espejo cóncavo. Los haces rebotarán una y otra vez entre el espejo fijo y un espejo cóncavo y cualquiera de éstos será captado por una abertura si se encuentra en la posición adecuada. Se puede situar un conjunto adicional o colimadores fijos en comunicación óptica con el último espejo cóncavo -112- o con el espejo fijo a efectos de captar haces de luz que no han entrado en ninguna de las aberturas. El montaje de fibra/espejo cóncavo está montado sobre el extremo de un accionador piezoeléctrico bidimensional de tipo conocido que gira el montaje de manera efectiva en torno al centro del accionador. La superficie esférica del espejo se centra en este punto de rotación, haciendo que la trayectoria de los haces se refleje desde el espejo cóncavo independiente del haz seleccionado por el conmutador. Se puede utilizar un conjunto -113- de sensores capacitivos bidimensionales para detectar la posición de elementos ópticos y formar un bucle de realimentación con el circuito electrónico de control -114- a los accionadores piezoeléctricos, de manera que el usuario puede seleccionar los ajustes del conmutador deseados. El espejo fijo -108- es un conjunto de superficies cóncavas con una longitud focal igual a la de los espejos móviles -111-. El conmutador mostrado es un conmutador de 4 por 16 con fibras monomodo (SMF 28, 1,550 nm). La longitud de haz del accionador puede ser de 31 mm con una sección transversal de 1,5 mm cuadrados y una longitud de trayectoria óptica entre los espejos fijo y móvil de 15,5 mm. La cintura del haz en el centro de la trayectoria entre los espejos tiene una longitud de Raleigh de 7,75 mm mientras que el diámetro gaussiano del haz en los espejos es de 80 micrones. La separación entre las imágenes en los espejos puede ser de 160 micrones. La capacidad de desplazamiento de los accionadores en su extremo puede ser de +/-240 micrones. La abertura clara en el espejo móvil puede ser de 160 micrones cuadrados con una abertura total de espejo móvil de 1,3 mm cuadrados. El paso del haz accionador/espejo puede ser de 2 mm. El frente de onda del colimador de salida se puede ajustar para una lente cóncava efectiva y un grosor de espejo sin recubrir. El conjunto de colimadores -106- puede tener un paso de 0,25 mm con 25 mm desde el primer elemento de lente de espejo fijo. Los diámetros del haz pueden ser de 125 micrones. La lente -107- puede ser una lente convergente de índice elevado con una longitud local de 24 mm.

La descripción también describe (no forma parte de la invención) el uso de accionadores piezoeléctricos unidimensionales convencionales y de sensores para un conjunto de colimadores unidimensionales alineados pasivamente. La invención también prevé el uso de espejos fijos con un conjunto pasivo de colimadores de salida

para recoger cualesquiera haces no conmutados sobre los puertos accionados. En el extremo del conjunto, los haces restantes se pueden reflejar de vuelta a través del conmutador hasta los colimadores de entrada en caso necesario.

5 La descripción que no forma parte de la invención también prevé el uso de montajes de colimador/espejo cóncavo que son fijos mientras que los elementos de espejo cóncavo del espejo fijo se pueden inclinar individualmente. Esto requiere que los espejos alrededor de los colimadores tengan la apertura suficiente para reflejar toda la imagen del conjunto siempre que la fibra de salida del centro del espejo se encuentre sobre la imagen del conjunto. Esto también requeriría la inclinación de los elementos de espejo para ajustar y corregir el movimiento del espejo  
10 inclinado previamente si se quiere mantener la misma salida en puertos no conmutados. El espejo fijo también se puede sustituir por un conjunto idéntico de espejos accionados y fibras de salida.

El conjunto de colimadores pasivos se puede sustituir por un conjunto vertical unidimensional de uno o más colimadores seguidos por un elemento de difracción y la óptica adecuada, de manera que los haces convergen en el mismo elemento cóncavo del espejo fijo. Esto proporciona un sistema que capta una longitud de onda deseada de entre un número de haces. En cuanto al conmutador no dispersivo se puede fijar un conjunto similar (colimadores de elementos ópticos/dispersivos) al extremo del conmutador para enviar los haces no utilizados de nuevo a la fibra o fibras. De manera alternativa, se puede utilizar un elemento de reflexión para pasar las señales de vuelta a través del conmutador para volver a utilizar la óptica y la red de difracción, pasando las longitudes de onda no conmutadas de nuevo a la fibra.  
15  
20

La figura 6 muestra un colimador de encendido -115- más un espejo -116- en forma montada. La figura 7 muestra accionadores en oposición respectivamente en una vista lateral en planta. En esta configuración, un primer haz piezoeléctrico -117- está unido a un espejo -118- mientras un segundo haz -119- está unido a un segundo espejo -120-. En uso, a medida que se ajusta la posición del espejo, el conmutador selecciona a qué haz óptico se le permite pasar a través de la abertura -121- mientras que el resto de los haces son desviados hacia el espejo -118- o su apertura -122-.  
25

La figura 8 describe (no forma parte de la invención) un conmutador -123- con cinco puertos de entrada -124- y tres puertos de salida -125-. Se disponen un número de correderas -126-, -127- y -128- para asegurarse respectivamente a los colimadores de un extremo -129-, -130- y -131-. Estos colimadores se desplazan a lo largo con sus respectivas correderas mediante la acción de los accionadores -M1-, -M2- y -M3- de correderas. Se dispondría de la manipulación de fibras adecuada para permitir el movimiento de los tres colimadores de salida.  
30

Cada corredera consta de un prisma -132-, -133- y -134- respectivamente. Los prismas están configurados para tener una faceta -135- para desviar un haz de luz recibido desde el colimador de entrada hacia un colimador de salida tal como el indicado con la referencia -129-. Dependiendo de la posición del prisma, se puede captar cualquiera de los haces emitidos desde los colimadores de entrada y dirigirlo hacia cualquier colimador de salida apropiado.  
35  
40

Las figuras 9a, b, c y d muestran las vistas respectivas de un conmutador (que no forma parte de la invención) dotados de dos conjuntos -136- y -137- de colimadores montados sobre correderas lineales. Los colimadores del conjunto -137- se disponen para estar orientados hacia los colimadores del conjunto -136-. Los conjuntos se deslizan linealmente en direcciones en ángulo recto entre sí. Esto permite que el puerto -1-, por ejemplo, esté en comunicación óptica con el puerto -4- mientras el puerto -4- está en comunicación con el puerto -5- y el puerto -3- está en comunicación con el puerto -6- (ver figura 9c). La posición de los diferentes colimadores se puede ajustar de manera que, por ejemplo, el puerto -1- se encuentre en comunicación con el puerto -5- mientras el puerto -2- está en comunicación con el puerto -4- y el puerto -3- está en comunicación con el puerto -6-. Esta configuración permite que la comunicación óptica tenga lugar entre cualquier puerto de entrada y de salida mientras se evita que algún haz los bloquee durante la reconfiguración del conmutador. Esto también permite una longitud de la trayectoria casi nula entre los colimadores de entrada y de salida.  
45  
50

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Conmutador óptico (1) que comprende: una serie de puertos de entrada (2) y una serie de puertos de salida (3) estando dichos puertos de entrada y de salida, en uso, en una posición fija; un prisma periscopio desplazable (11, 12, 13, 14, 15, 86, 87, 5, 6, 7, 8, 89, 90) para conmutar la trayectoria de comunicación de dicho conmutador; en el que dicho prisma periscopio desplazable es uno de un primer prisma periscopio (11, 12, 13, 14, 15, 86, 87) y de un segundo prisma periscopio (5, 6, 7, 8, 89, 90); estando configurado dicho primer prisma periscopio para captar un haz de uno de dichos puertos de entrada y dirigir dicho haz hacia dicho segundo prisma periscopio; estando configurado dicho segundo prisma periscopio para captar dicho haz que sale de dicho primer prisma periscopio y dirigir dicho haz hacia uno de dichos puertos de salida; **caracterizado porque** dicho conmutador comprende una serie de pares de dichos primer y segundo prismas periscopio; en el que uno de dichos prismas periscopio de cada par es desplazable mientras se encuentra en comunicación con el otro; y, de esta manera, cada par de prismas periscopio dirige respectivamente un haz respectivo desde un respectivo puerto de entrada seleccionado hasta un respectivo puerto de salida seleccionado.
- 15 2. Conmutador óptico, según la reivindicación 1, en el que los puertos de entrada (2) y/o los puertos de salida (3) están dispuestos en arcos respectivos y dicho desplazamiento es una rotación mientras los prismas periscopio primero y segundo se comunican a lo largo del eje de dicha rotación.
- 20 3. Conmutador óptico, según la reivindicación 2, en el que los arcos de los puertos de entrada (2) y de los puertos de salida (3) son concéntricos.
- 25 4. Conmutador óptico, según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que tanto los prismas periscopio primero como los segundo son de longitudes diferentes correspondientes a los radios de los respectivos arcos de los puertos de entrada y de los puertos de salida.
5. Conmutador óptico, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que uno o más de dichos puertos incorporan una lente de varilla que está soportada en un montaje flexible.
- 30 6. Conmutador óptico, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el desplazamiento de dichos prismas periscopio desplazables se lleva a cabo mediante una serie de motores rotativos (16) apilados en paralelo al eje longitudinal del conmutador y coaxialmente al mismo.

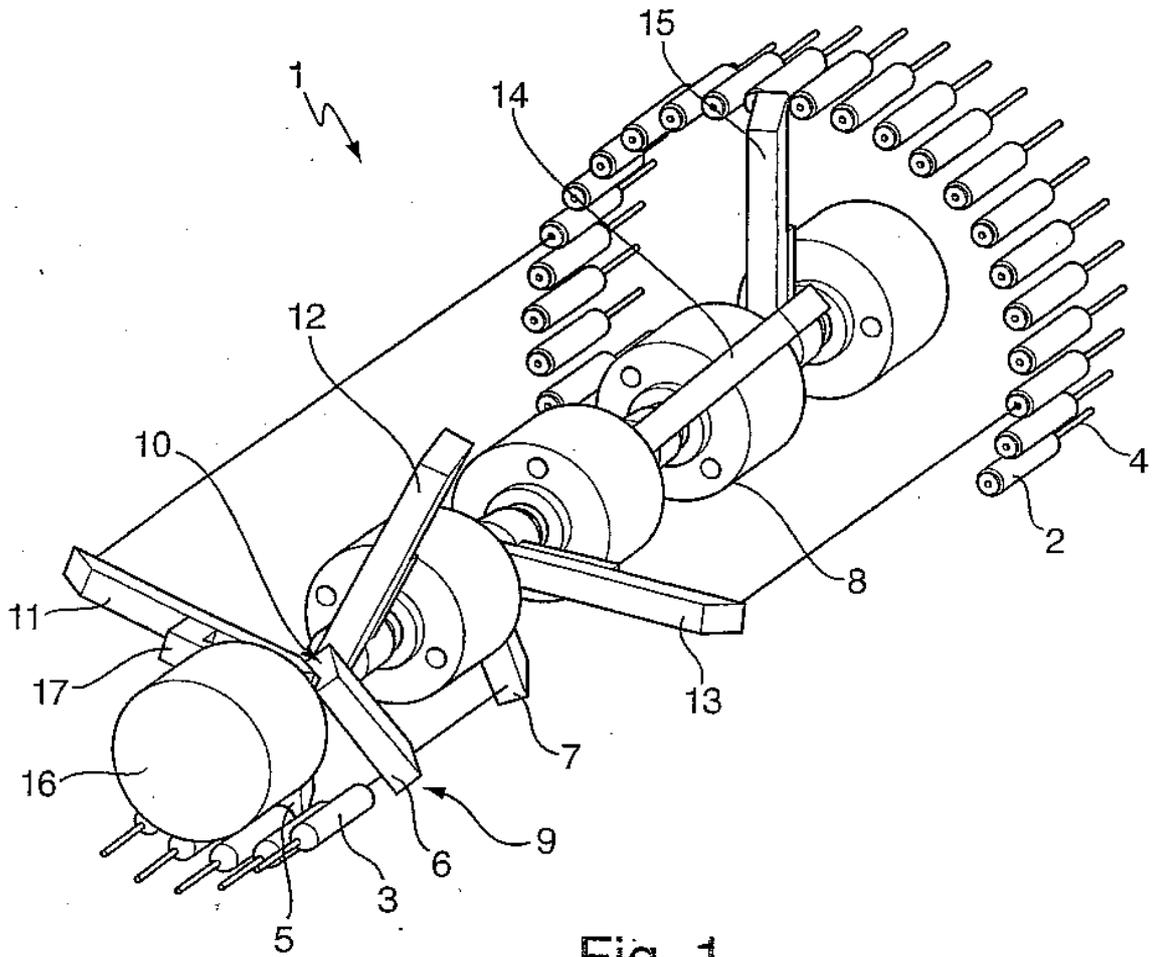


Fig. 1

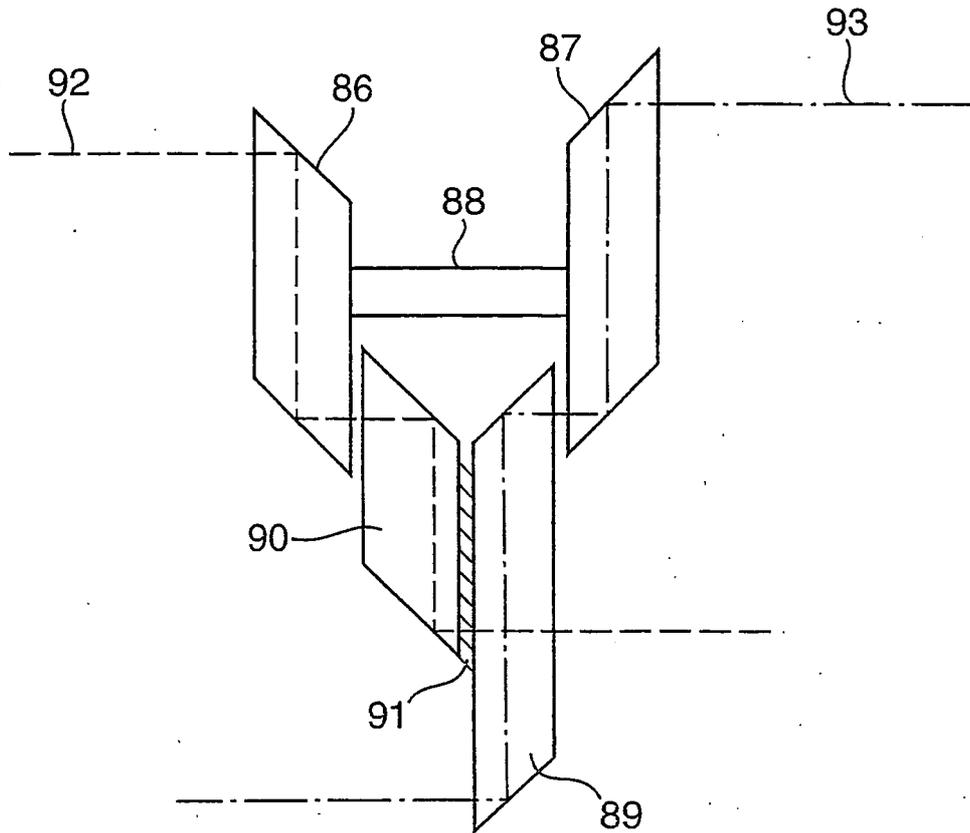


Fig. 2

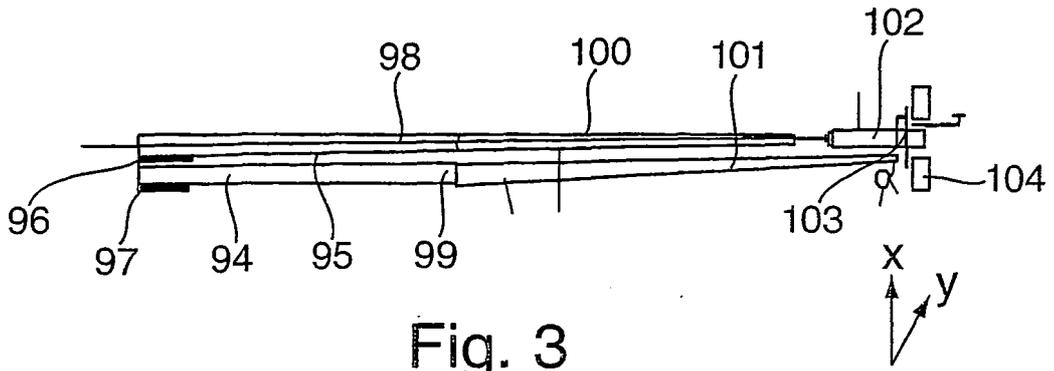


Fig. 3



Fig. 4

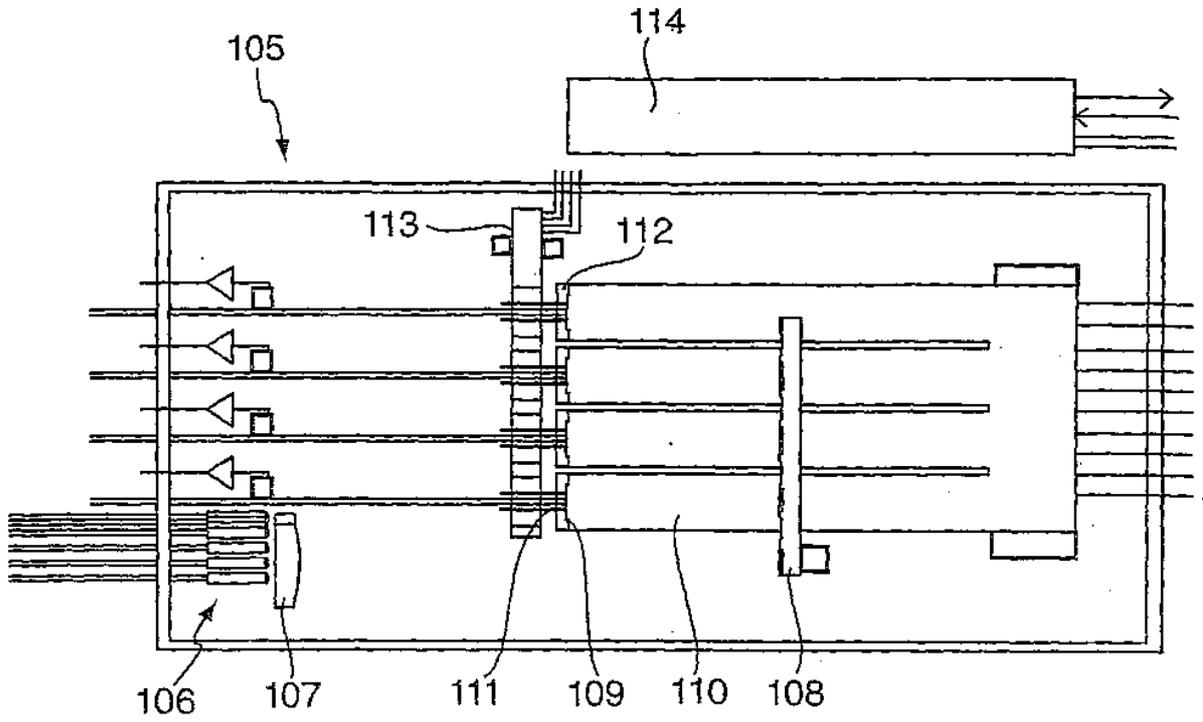


Fig. 5

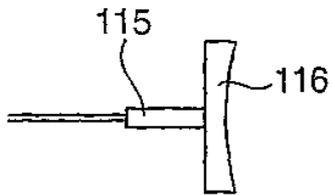


Fig. 6

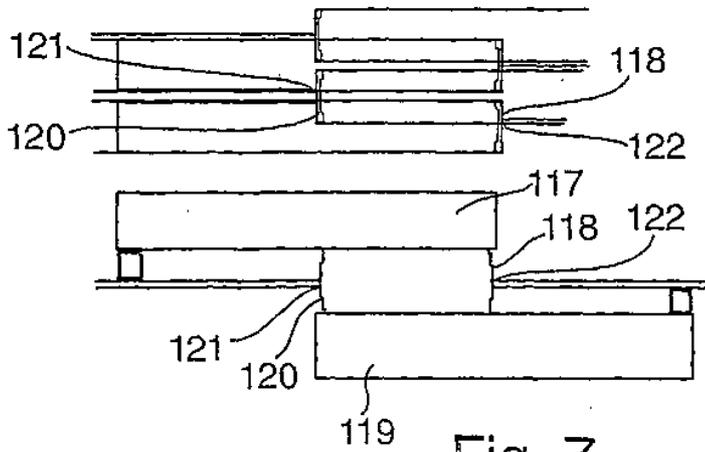


Fig. 7

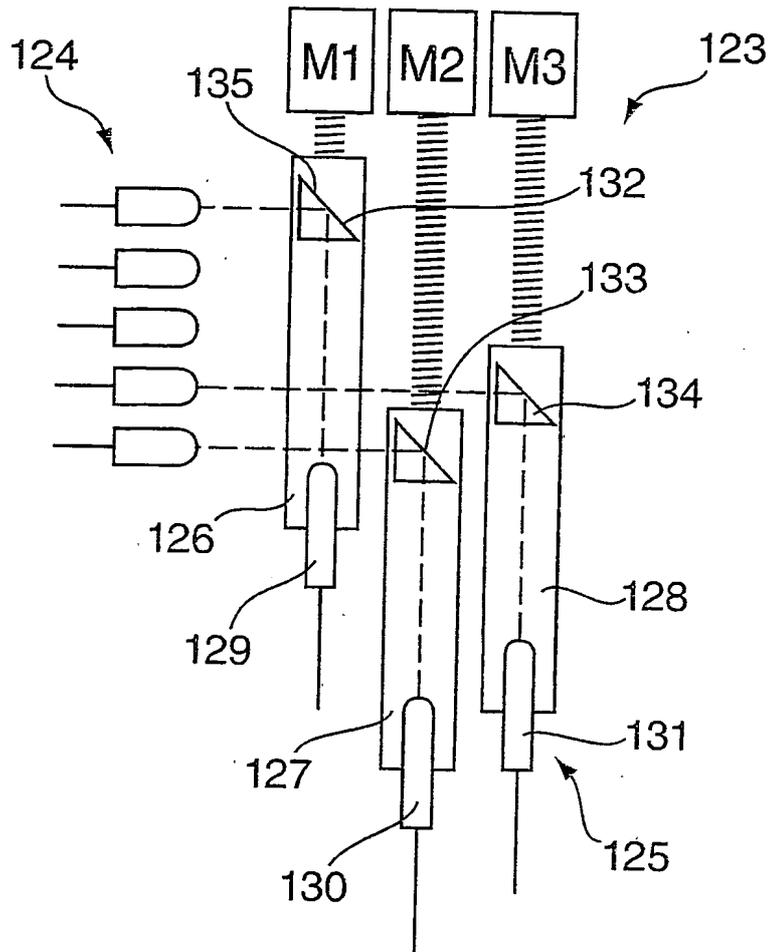


Fig. 8

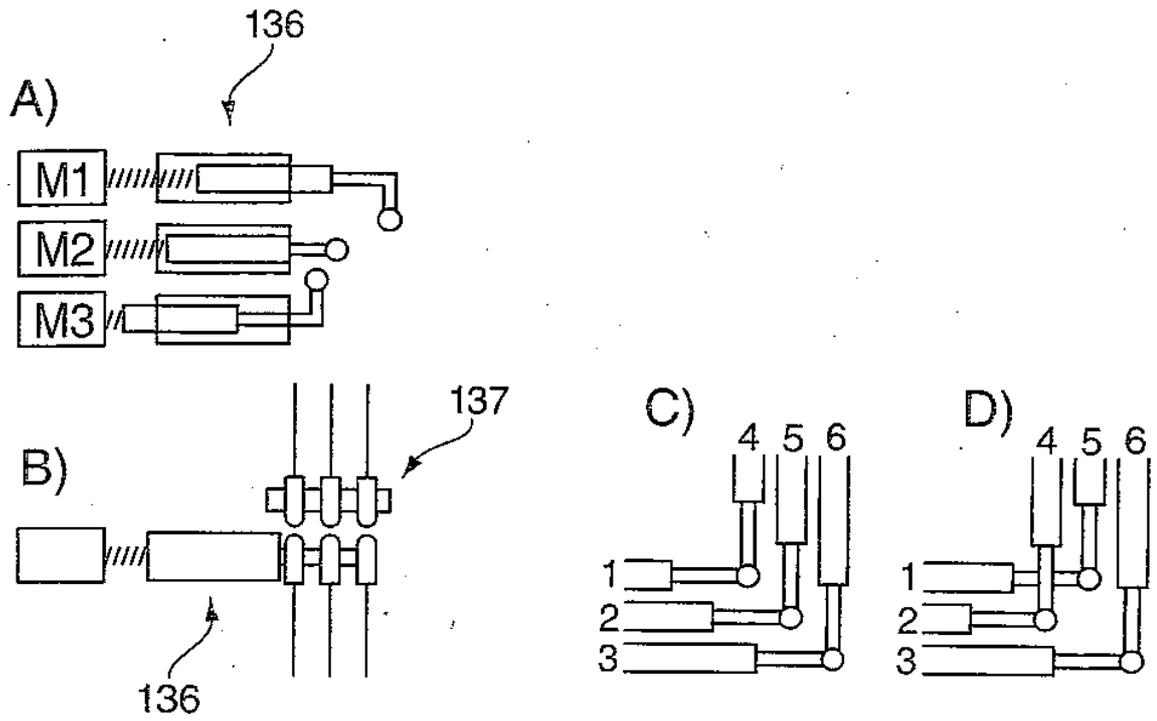


Fig. 9