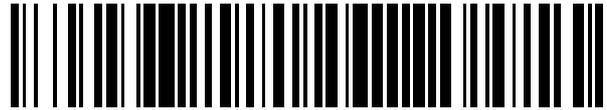


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 417 137**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/35**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2006 E 06779410 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 1924873**

54 Título: **Conmutador óptico**

30 Prioridad:

**14.09.2005 GB 0518732**

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

**06.08.2013**

73 Titular/es:

**POLATIS LTD (100.0%)  
332-2 CAMBRIDGE SCIENCE PARK, MILTON  
ROAD  
CAMBRIDGE CB4 0FW, GB**

72 Inventor/es:

**DAMES, ANDREW, NICHOLAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 417 137 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

Campo de la invención

5 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 disposiciones de orientación del haz óptico desplazables, para efectuar conmutación entre puertos de entrada y de salida.

Antecedentes de la invención y técnica anterior conocida por el solicitante o solicitantes

Existen varias categorías de la técnica anterior que constituyen los antecedentes relevantes de la invención.

10 La primera categoría de la técnica anterior está relacionada con conmutadores que comprenden solamente una disposición desplazable de orientación del haz, opuesta a una serie de puertos de salida fijos. Existen muchos ejemplos de esta categoría de conmutadores, por ejemplo: el documento US 6 335 993 B1 (Takahashi), en el que el colimador móvil único está fijado a un disco giratorio alrededor de un eje central; el documento US 4 896 935 (Lee), en el que un colimador único desplazable es giratorio para apuntar hacia una serie de colimadores que se extienden radialmente; y el documento US 657 339 (Fick), en el que una única fibra desplazable, mediante una contracción de  
15 una disposición de piezoeléctrico unidimensional, permite que la fibra se curve entre dos posiciones en las que están situadas 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 2004 287 124 (Nin Sensho) y CA 2002 386 309 (Sun De-Gui).

20 Se muestran ejemplos adicionales con una única disposición desplazable de orientación del haz, en los documentos US 2003/0072520 (Wu et al.); JP 58 072 108 (Matsui); y US 5 436 986 (Tsai). El documento EP 0 496 224 A2 puede incluirse asimismo en esta categoría, puesto que muestra un único conmutador óptico de dos piezas, cuyas lentes se desplazan mediante la acción de un único accionador. El desplazamiento de las lentes se produce simultáneamente al desplazamiento de la disposición de orientación del haz desplazable.

25 Existe una segunda categoría de la técnica anterior que muestra múltiples conmutadores de entrada y de salida con una serie de accionadores igual al número total de puertos. En otras palabras, estos requieren a menudo que los puertos de entrada y los puertos de salida sean desplazables para que se produzca la conmutación. Los documentos WO 01/50176 (Polatis), US 6 256 429 (Ehrfeld et al.), WO 02/43432 (Arol) y US 6 005 998 (Lee) muestran por lo menos un accionador por puerto. En otras palabras, para un total de M+N puertos se disponen por lo menos M+N accionadores para desplazar los elementos ópticos. El documento US 6 859 120 (Sweatt William et al.) muestra asimismo un sistema que utiliza accionadores en los lados de entrada y de salida de un conmutador  
30 óptico.

Una tercera categoría de conmutadores está basada en la utilización de por lo menos dos elementos ópticos desplazables, entre matrices fijas de puertos de entrada y de salida. Por ejemplo, el documento US 6 456 751 B1 (Bowers et al.) muestra la utilización de dos matrices de espejos micro-accionadas. Puede encontrarse otro ejemplo  
35 en el documento JP 2001 350105, en el que se contempla una serie de, por lo menos, dos prismas móviles para conmutar un haz de un puerto a otro, en un conmutador de múltiples entradas y múltiples salidas. Esta categoría de conmutadores necesita asimismo por lo menos el mismo número de elementos ópticos accionados que el número total de puertos.

40 Una cuarta categoría de conmutadores utiliza el mismo número de puertos de entrada o de salida que el número de disposiciones de orientación del haz del conmutador. El documento US 2002/0003919 (Morimoto) tiene el mismo número de disposiciones basculantes de orientación del haz óptico que el número de puertos de entrada. Sin embargo, no consigue transmitir un haz completo desde un puerto de entrada hasta un puerto de salida, puesto que las entradas emiten un abanico a través de todos espejos, lo que tiene como resultado grandes pérdidas. Por lo tanto, las disposiciones de orientación del haz óptico no consiguen interceptar sustancialmente haces completos  
45 originados en los puertos de entrada y dirigir a continuación un haz sobre un trayecto hasta un puerto de salida. Además, las disposiciones desplazables de la técnica anterior tampoco consiguen desplazarse hacia y desde posiciones de interceptación de haces sustancialmente completos. Éstas son simplemente rotatorias en su posición, sin desplazamiento hacia y desde una posición en la que pueda conseguirse una interceptación individual. Se conocen los siguientes documentos de la técnica anterior: US 6 658 177, que da a conocer un conmutador MEMS con espejos desplazables para la interceptación de haces de luz; y US 2004/0264846, que da a conocer un conmutador óptico de longitudes de onda que tiene una guía de ondas planas basada en un sustrato.

50 Se conocen los otros documentos siguientes de la técnica anterior. El documento JP-A-58072108 muestra una matriz de puertos de entrada y de salida dispuestos en respectivos arcos. Un par de prismas de periscopio están

dispuestos entre los puertos de entrada y de salida para conseguir una operación de conmutación. El documento JP-A-2001/350105 muestra una conmutación de 2X2 con los puertos de entrada y de salida dispuestos en línea. Cuatro prismas inclinables individualmente que se mantienen unidos en un bloque común están dispuestos entre los puertos de entrada y de salida.

5 Resumen de la invención

En un primer aspecto amplio independiente, la invención da a conocer un conmutador óptico según la reivindicación 1.

10 Esta estructura permite que conmutadores iguales o mayores que conmutadores 3X2 utilicen solamente N o M disposiciones desplazables, lo que reduce el número de accionadores necesarios pudiendo conseguirse al mismo tiempo bajos niveles de pérdidas de conmutadores de cruce. Reducir los componentes desplazables permite asimismo conseguir mayor compacidad y eficiencia en costes. Los sistemas de control se simplificarán asimismo como resultado de esta combinación de características.

Esto es particularmente ventajoso debido a que evita interrumpir otros trayectos establecidos durante la conmutación. Por lo tanto, esto permite que la conmutación sea "sin errores".

15 Esta configuración evita interrumpir trayectos establecidos de manera repetible, fiable y precisa.

En un aspecto secundario, dichas primera y segunda disposiciones reflectantes son desplazables. Esta configuración es particularmente ventajosa debido a que permite conseguir una conmutación de alta calidad desde múltiples sistemas de entrada y salida, con mayor compacidad, en particular en comparación con los conmutadores que tienen un accionador por puerto.

20 En un aspecto secundario adicional, dicha disposición de orientación del haz comprende una primera disposición reflectante que intercepta un haz procedente de un puerto de entrada y dirige un haz hacia una segunda disposición reflectante que intercepta un haz que sale de una primera disposición reflectante y dirige un haz a un puerto de salida; en la que dicha primera disposición reflectante es desplazable y dicha segunda disposición reflectante está fija, durante la conmutación. Esto mejora adicionalmente la precisión de la conmutación.

25 En un aspecto secundario adicional, se disponen una serie de pares de primera y segunda disposiciones reflectantes para dirigir un haz desde un puerto de entrada seleccionado a un puerto de salida seleccionado.

La disposición reflectante es una disposición de periscopio. Esto permite que el conmutador sea preciso y fiable, siendo al mismo tiempo particularmente compacto.

30 En un aspecto secundario adicional, dicha disposición reflectante incorpora un prisma de periscopio, que es un ejemplo de un elemento óptico convencional que consigue la calidad óptica necesaria y que se presta a una sustitución relativamente inmediata si es necesario, permitiendo asimismo aumentar fácilmente la escala del conmutador.

35 En un aspecto secundario adicional, dicha disposición reflectante está montada radialmente en un soporte giratorio mediante medios de flexión; y el conmutador comprende adicionalmente un accionador que hace que dicha disposición de periscopio sea desplazable radialmente contra la resistencia de dichos medios de flexión. Esto permite que desplazamientos mínimos del accionador consigan desplazamientos relativamente grandes de la disposición reflectante, de manera eficiente y mejorada.

40 En un aspecto secundario adicional, el accionador es un accionador piezoeléctrico alargado que está fijado en un extremo a dicho soporte y en su extremo opuesto desplazable está conectado a dicha disposición de periscopio mediante medios de flexión. Esta configuración es particularmente ventajosa debido a que permite que el conmutador sea particularmente compacto.

En un aspecto secundario adicional, dicha disposición de periscopio está equipada con un saliente que está situado entre dos topes de dicho soporte para limitar el desplazamiento de dicha disposición de periscopio.

45 En un aspecto secundario adicional, dicha disposición reflectante es una disposición de periscopio con una cara reflectante superior, una cara reflectante inferior y un reflector intermedio; y una segunda disposición de periscopio adyacente fijada, dispuesta para recibir un haz reflejado desde dicha primera disposición de periscopio.

En un aspecto secundario adicional, dicho reflector intermedio es un reflector parcial.

En un aspecto secundario adicional, el conmutador incorpora pares de disposiciones de periscopio; de las que una es giratoria y la otra está fija.

5 En un aspecto secundario adicional, el conmutador incorpora pares de disposiciones de periscopio; siendo ambas giratorias independientemente. Esto permite que el conmutador sea más versátil que otras configuraciones definidas en aspectos precedentes.

10 En un aspecto secundario adicional, dichas disposiciones desplazables incorporan una primera disposición reflectante con una cara reflectante superior y una inferior que están separadas mediante una primera distancia; y una segunda disposición reflectante con una cara reflectante superior y una inferior que están separadas mediante una segunda distancia; siendo la segunda distancia menor que la primera distancia. Esto permite que los puertos de salida y de entrada estén situados en una serie de líneas, de manera que pueden disponerse un mayor número de puertos en un lado dado del conmutador.

En un aspecto secundario adicional, los puertos están organizados como parte de una serie de arcos, estando por lo menos un arco situado en el interior de un arco exterior.

15 En un aspecto secundario adicional, el extremo situado más hacia dentro del o de cada puerto de entrada termina en un elemento óptico tal como un colimador que está fijo durante la conmutación, y el extremo situado más hacia dentro del o de cada puerto de salida termina un elemento óptico tal como un colimador que es desplazado mediante una disposición de orientación del haz.

20 En un aspecto descriptivo adicional, la descripción da a conocer una serie de puertos de entrada y una serie de puertos de salida; una primera disposición reflectante para capturar un haz procedente de un puerto de entrada y dirigir un haz hacia a una segunda disposición reflectante para capturar un haz que sale de dicha primera disposición reflectante y dirigir un haz a un puerto de salida; en el que dicha primera disposición reflectante es desplazable e incorpora una primera disposición de periscopio con una cara reflectante superior, una cara reflectante inferior y un reflector intermedio; y una segunda disposición de periscopio adyacente fijada, dispuesta para recibir un haz reflejado desde dicha primera disposición de periscopio.

25 En un aspecto secundario adicional, dicho reflector intermedio es un reflector parcial.

#### Breve descripción de las figuras

La figura 1a muestra un alzado frontal de una disposición de orientación del haz óptico desplazable, con una parte de puertos de entrada en una posición en la que el prisma está retraído respecto del trayecto óptico de un puerto correspondiente.

30 La figura 1b muestra una vista similar a la figura 1a, con el prisma en una posición para interceptar la luz emitida mediante un puerto correspondiente.

La figura 2a muestra una parte de un conmutador óptico con un prisma fijo y un prisma móvil, cuando el prisma móvil está en la posición retraída.

La figura 2b muestra el prisma retráctil de la figura 2a en su posición de interceptación.

35 La figura 3 muestra una disposición de orientación del haz de doble prisma desplazable, que funciona junto con dos prismas fijos.

La figura 4 muestra una vista de parte de un conmutador con dos disposiciones de orientación del haz desplazables.

La figura 5 muestra una vista de parte de un conmutador con dos disposiciones de orientación del haz desplazables, una de las cuales tiene un prisma más corto que la otra.

40 La figura 6a muestra el diagrama funcional de estructura de conmutador de la figura 2a.

La figura 6b muestra el diagrama funcional de estructura de conmutador, del conmutador de la figura 2b.

La figura 7 muestra el diagrama funcional de estructura de conmutador de la realización de la figura 4.

La figura 8 muestra el diagrama funcional de estructura de conmutador, de la realización de prismas fijos insertados entre pares de prismas giratorios.

La figura 9 muestra el diagrama funcional de estructura de conmutador, del conmutador de la figura 5.

La figura 10 muestra una realización adicional de un conmutador, en el que los colimadores de entrada están fijos y los colimadores de salida son desplazables.

Descripción detallada de las figuras

5 La figura 1a muestra una disposición 1 de orientación del haz, que es una de una serie de dichas disposiciones de orientación del haz. La disposición 1 de orientación del haz se muestra en una vista en alzado frontal con una serie de colimadores de entrada 2 que son los extremos más interiores de los puertos. En esta descripción, los términos puertos de entrada y puertos de salida pueden a menudo intercambiarse, puesto que cuando el conmutador es bidireccional el puerto de entrada del conmutador puede actuar como un puerto de salida o un puerto de entrada, dependiendo de si el puerto funciona como entrada o como salida. La entrada y la salida pueden designarse por el usuario según sus necesidades.

10 Por claridad, los términos entrada/salida se utilizan sin intercambiarse a través de toda la descripción. Además, el término puerto debe interpretarse en sentido amplio, de manera que incluya las partes más exteriores y las partes más interiores. En ciertas configuraciones, es posible que las partes más exteriores sean fijas mientras que las partes más interiores, que pueden tener la forma de colimadores, sean desplazables tal como en la figura 10.

15 Los puertos de entrada 2 están organizados y dispuestos a intervalos regulares en un arco. En una realización, el arco puede ser un círculo completo. La invención contempla asimismo realizaciones en las que pueden utilizarse una serie de arcos de círculos de diferentes radios, para maximizar el empaquetamiento de puertos en un lado concreto del conmutador. La disposición de orientación del haz óptico puede ser giratoria en los sentidos horario y antihorario, tal como se muestra mediante la flecha 3. Una disposición de orientación del haz puede girar alrededor del eje longitudinal central 101 del conmutador, según proceda. La rotación de la disposición 1 de orientación del haz puede proporcionarse mediante cualquier mecanismo de accionamiento apropiado, tal como un motor paso a paso.

20 El motor paso a paso o cualquier mecanismo de accionamiento apropiado transmitiría un movimiento giratorio controlado al soporte 4, que soporta una disposición reflectante en forma de un prisma de periscopio 5, así como un accionador piezoeléctrico 6. Si bien la disposición reflectante mostrada es un prisma de periscopio, pueden contemplarse otros sistemas reflectantes tal como un periscopio formado mediante una matriz de espejos. El prisma de periscopio 5 incorpora una cara diagonal superior 7 y una cara diagonal inferior 8.

25 La parte superior del prisma está fijada al soporte 4 mediante un brazo 9 y una serie de medios de flexión, tal como los medios de flexión 10 y 11. Hay espacio entre el prisma 5 y los medios de flexión para permitir el desplazamiento radial del prisma.

30 En la parte inferior del prisma 5, está dispuesto un brazo 12 que está fijado al prisma. Una placa de flexión 13 une los medios 14 de transmisión del movimiento al brazo 12. Los medios de transmisión del movimiento pueden ser una varilla o una placa, que sea rígida en relación con los medios de flexión 13. Los medios 14 de transmisión del movimiento están acoplados a la parte inferior del soporte 4 mediante un medio adicional de flexión 15. Un bloque separador 16 está dispuesto entre los medios 14 de transmisión del movimiento y la placa 17, que está unida al extremo libre del accionador piezoeléctrico 6.

35 El accionador piezoeléctrico puede ser de tipo monolítico con capas intercaladas de material piezoeléctrico y placas de electrodo. Pueden hallarse ejemplos en la descripción de patente previa W0 2002103816 del solicitante, que se incluye como referencia. Esta descripción muestra accionadores piezoeléctricos en 2-D. Debe entenderse que en esta realización se prefiere un accionador 1-D.

40 Pueden utilizarse dos conexiones 18 y 19 para permitir que el accionador piezoeléctrico sea accionado en las direcciones mostradas mediante las flechas 20 y 21 en las figuras 1a y 1b. Las dos conexiones al accionador piezoeléctrico tendrán que ser lo suficientemente versátiles como para aceptar la rotación del soporte 4. Esto puede conseguirse mediante un par de cojinetes aislados eléctricamente, que soportan el soporte giratorio.

45 Alternativamente, puede realizarse una conexión mediante el resorte anti-holgura que soporta el prisma o mediante algún otro método, por ejemplo un cable flexible o una disposición de anillos colectores.

50 Cuando es accionado, el accionador piezoeléctrico se curvará en la dirección indicada por la flecha 20 o bien en la dirección de la flecha 21, dependiendo de la tensión aplicada a las conexiones de accionamiento. Debido al espacio conseguido mediante el separador 16, se consigue un movimiento en las direcciones ascendente y descendente, tal como se muestra mediante las flechas 22 y 23.

Tal como puede verse partir de la figura 1b, cuando el accionador piezoeléctrico se curva hacia la superficie lateral de su soporte 4, el prisma es elevado hacia una posición en la que intercepta un trayecto óptico de manera que

recibe sustancialmente todo el haz óptico que sale del puerto 24. Debido al ángulo de la cara diagonal superior 7, a continuación el haz capturado es enviado hacia la cara diagonal inferior 8, donde es reflejado a continuación hacia una disposición reflectante que está situada para guiar el haz hacia un puerto de salida concreto.

5 Sobresaliendo lateralmente desde el prisma hay un fin de carrera 25 que, cuando el prisma es elevado o descendido de acuerdo con la dirección del accionador piezoeléctrico, se apoyará contra el tope 26 ó 27. El fin de carrera 25 permite que se adopte la posición correcta para la luz procedente de la columna de entrada 8, y que ésta sea desplazada hacia el eje central 101 del conmutador. Esto evita una sobrecarrera excesiva cuando el prisma es desplazado en la dirección mostrada en la figura 1a. Esto permite que el accionador piezoeléctrico sea accionado mediante una tensión de conexión/desconexión relativamente simple, sin control de retroalimentación sobre la posición del prisma.

15 La figura 2b muestra una versión simplificada del conmutador, en la que el prisma 5 está en la posición superior en la que acopla la luz procedente del colimador de entrada 28 al eje central 29 del conmutador, y a continuación a través del prisma fijo 30 hasta el colimador de salida 31. Por el contrario, la figura 2a muestra una realización en la que el prisma 5 ha sido retirado de la posición en la que podía interceptar trayectos ópticos emitidos mediante los colimadores de entrada o de salida. En la posición de la figura 2a, el prisma 5 puede rotar libremente, tal como se indica mediante las fechas 32 y 33, a cualquier radio adecuado antes de ser situado para interceptar los haces emitidos desde otro puerto del conmutador.

20 Si bien esta realización muestra la utilización de pares de elementos ópticos constituidos por un prisma móvil y un prisma fijo, la invención contempla la utilización de pares con dos prismas desplazables. La invención contempla asimismo que los prismas puedan ser de longitudes diferentes para conseguir una mayor compacidad de los puertos de, por lo menos, un lado del conmutador. La invención contempla asimismo que el número de pares de prismas sea sustancialmente igual al número de puertos de entrada o de salida.

25 La figura 3 muestra una realización de una variante del conmutador, en la que la luz en ambos sentidos entre colimadores fijos 32 y 33 es capturada moviendo la disposición de doble prisma indicada en general como 34. La disposición de doble prisma 34 permite que la luz recibida se conecte por separado a colimadores de salida 35 y 36. La disposición de doble prisma comprende un primer prisma de periscopio 37 y un segundo prisma de periscopio 38 que es simétrico respecto al prisma 37 en torno al eje longitudinal 39; mientras que el prisma 37 difiere del prisma 38 dado que incorpora una cara 40 en un ángulo, situada entre la cara superior 41 y la cara inferior 42. La cara 40 en ángulo puede ser un reflector total, por ejemplo un entrehierro de una longitud de onda o más, o bien una superficie recubierta con metal o dieléctrico, o alternativamente un reflector parcial. En el caso de un reflector parcial, el conmutador permite que una parte de la luz avance entre colimadores 32 y 33 y una muestra se dirija al colimador 36 para la luz entre el colimador 32 y el 33, o al colimador 35 para la luz entre el colimador 33 y el colimador 32. En su fabricación, los elementos de disposición de doble prisma podrían fabricarse a partir de dos placas de vidrio paralelas (siendo una más gruesa que la otra) unidas entre sí con un recubrimiento entre las placas, antes de ser serradas a 45 grados en placas finas. El prisma 38 se fabricaría de manera similar en una placa más gruesa. Estas serían unidas antes de cortarse en cubos en el conjunto final completo que se muestra en la figura 3.

La figura 4 muestra una realización en la que ambos prismas en el trayecto óptico pueden rotar independientemente. En esta versión, los prismas 43 y 44 tienen la misma longitud eficaz.

40 La figura 5 muestra un conmutador adicional con una serie de pares de prismas 45 y 46 que tienen longitudes diferentes, de manera que pueden disponerse una serie de anillos, tal como el anillo 47 y el anillo 48, en ambos lados del conmutador.

45 Las figuras 6a y 6b muestran, respectivamente, los diagramas funcionales asociados de estructuras de conmutador, del conmutador de las figuras 2a y 2b. En la figura 6b, el prisma 5 está desplazado para estar en una posición en la que intercepta un haz emitido mediante el puerto 28 y transmitido a través del prisma fijo 30 hacia el puerto de salida 31. Si no se produce interceptación, por ejemplo tal como se muestra mediante el puerto 50, la luz no es interceptada mediante el prisma 5 y se transmite a través del conmutador hasta el puerto de salida 51. Los conmutadores 52a a 52e pueden configurarse para activarse en consonancia con la rotación del prisma 5, a medida que realiza un barrido a través de los haces. Retirar el prisma giratorio 5 puede tener el efecto de inhabilitar el banco asociado de conmutadores parásitos implicados 52a a 52e (figura 6a), dado que el prisma ya no cruza los haces a medida que rota.

50 La figura 7 muestra el diagrama funcional de estructura de conmutador para la figura 4. De manera similar, la figura 8 muestra el diagrama funcional de estructura de conmutador, en el que están insertados prismas fijos entre pares de prismas giratorios para obtener salidas adicionales 61, 62, 63 y 64.

La figura 9 muestra el diagrama funcional de estructura de conmutador, del conmutador de la figura 5. Esta estructura es equivalente funcionalmente a conectar un par de conmutadores según la figura 6b, junto con sus salidas principales 31 y 65.

5 La figura 10 muestra una realización adicional de una estructura de conmutadores con 3 puertos de entrada (301, 302 y 303) y 2 puertos de salida (311, 312). Los puertos de entrada incorporan en su posición más interior un colimador que dirige luz hacia el conmutador a través de un espacio 304 en dirección a los colimadores de salida, tal como 311 y 312, cuyo desplazamiento hacia arriba y hacia abajo se provoca mediante disposiciones de orientación del haz, hacia y desde de una posición alineada con un colimador de entrada que permite que se reciba sustancialmente toda la luz procedente del colimador mediante un colimador de interceptación.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Conmutador óptico, que comprende: una serie de N puertos de entrada (2, 28, 50, 119); una serie de M puertos de salida (117, 51, 121); y una serie de disposiciones de orientación del haz desplazables, que se desplazan durante la conmutación; siendo N mayor o igual a 3 y siendo M mayor o igual a 2; correspondiendo el número plural de disposiciones desplazables sustancialmente a N o M; en el que dichas disposiciones desplazables se desplazan hacia y desde posiciones de interceptación de haces sustancialmente completos que se originan en dichos puertos de entrada y dirigen dicho haz sobre un trayecto a dicho puerto de salida;

en el que dicha disposición de orientación del haz comprende una primera disposición reflectante (5, 43) que intercepta un haz procedente de un puerto de entrada y dirige un haz hacia una segunda disposición reflectante (30, 44) que intercepta un haz que sale de una primera disposición reflectante y dirige un haz a un puerto de salida; en el que dicha primera disposición reflectante es desplazable durante la conmutación;

en el que los puertos de entrada están separados en torno a un arco y en el que

dicha primera disposición reflectante es una disposición de periscopio con una cara reflectante superior (7, 41) y una cara reflectante inferior (8, 42), y dicha segunda disposición reflectante (30, 44) es una segunda disposición de periscopio adyacente fijada,

**caracterizado porque**

dicha primera disposición reflectante desplazable de dicha disposición de orientación del haz en un primer modo de desplazamiento, es retráctil respecto del trayecto óptico de la luz que sale, durante la utilización, de una primera entrada; y, en un segundo modo de desplazamiento, dicha primera disposición reflectante es desplazable a una posición para recibir luz procedente de un puerto de entrada adicional, sin que durante su desplazamiento interfiera con otros puertos de dichos puertos de entrada situados entre dicho primer puerto y dicho puerto adicional;

dicha disposición reflectante siendo retráctil sustancialmente radialmente, en dicho primer modo de desplazamiento, y giratoria, en dicho segundo modo de desplazamiento, entre dicho primer puerto y dicho puerto adicional.

2. Conmutador, según la reivindicación 1, en el que una serie de puertos de entrada (2, 28, 50, 119) están configurados para transmitir a través del conmutador hasta una serie de puertos de salida (117, 51, 121).

3. Conmutador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas primera y segunda disposiciones reflectantes (43, 44) son desplazables.

4. Conmutador, según cualquiera de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que dicha primera disposición reflectante (5) es desplazable y dicha segunda disposición reflectante (30) está fija, durante la conmutación.

5. Conmutador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una serie de pares de primera y segunda disposiciones reflectantes están dispuestos para dirigir un haz desde un puerto de entrada seleccionado hasta un puerto de salida seleccionado.

6. Conmutador, según la reivindicación 1, en el que dicha disposición reflectante incorpora un prisma de periscopio.

7. Conmutador, según cualquiera de la reivindicación 1 o la reivindicación 6, en el que dicha disposición reflectante está montada radialmente en un soporte giratorio (4) a través de medios de flexión (10, 11); y el conmutador comprende adicionalmente un accionador (6, 14) que hace que dicha disposición de periscopio sea desplazable radialmente contra la resistencia de dichos medios de flexión.

8. Conmutador, según la reivindicación 7, en el que el accionador es un accionador piezoeléctrico alargado (6) que está fijado en un extremo a dicho soporte (4), y conectado en su extremo opuesto desplazable a dicha disposición de periscopio mediante medios de flexión (10, 11).

9. Conmutador, según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el que dicha disposición de periscopio está equipada con un saliente (25) que está situado entre dos toques (26, 27) de dicho soporte, para limitar el desplazamiento de dicha disposición de periscopio.

10. Conmutador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha disposición de periscopio (34) con una cara reflectante superior (41) y una cara reflectante inferior (42) tiene un reflector intermedio (40); y dicha segunda disposición de periscopio (38) adyacente fijada está dispuesta para recibir un haz reflejado desde dicha primera disposición de periscopio.

11. Conmutador, según la reivindicación 10, en el que dicho reflector intermedio (40) es un reflector parcial.
12. Conmutador, según la reivindicación 1, en el que el conmutador incorpora pares de disposiciones de periscopio; de las que una es giratoria y la otra está fija.
- 5 13. Conmutador, según la reivindicación 1, en el que el conmutador incorpora pares de disposiciones de periscopio; de las que ambas son giratorias independientemente.
- 10 14. Conmutador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas disposiciones desplazables incorporan una primera disposición reflectante (45) con una cara reflectante superior y una inferior que están separadas mediante una primera distancia; y una segunda disposición reflectante (46) con una cara reflectante superior y una inferior que están separadas mediante una segunda distancia; siendo la segunda distancia menor que la primera distancia.
- 15 15. Conmutador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los puertos están organizados como parte de una serie de arcos (47, 48), estando por lo menos un arco situado en el interior de un arco exterior.
16. Conmutador, según la reivindicación 1, en el que el extremo situado más hacia dentro del o de cada puerto de entrada termina en un elemento óptico, tal como un colimador, que está fijo durante la conmutación, y el extremo situado más hacia dentro del o de cada puerto de salida termina un elemento óptico, tal como un colimador, que es desplazado mediante una disposición de orientación del haz.

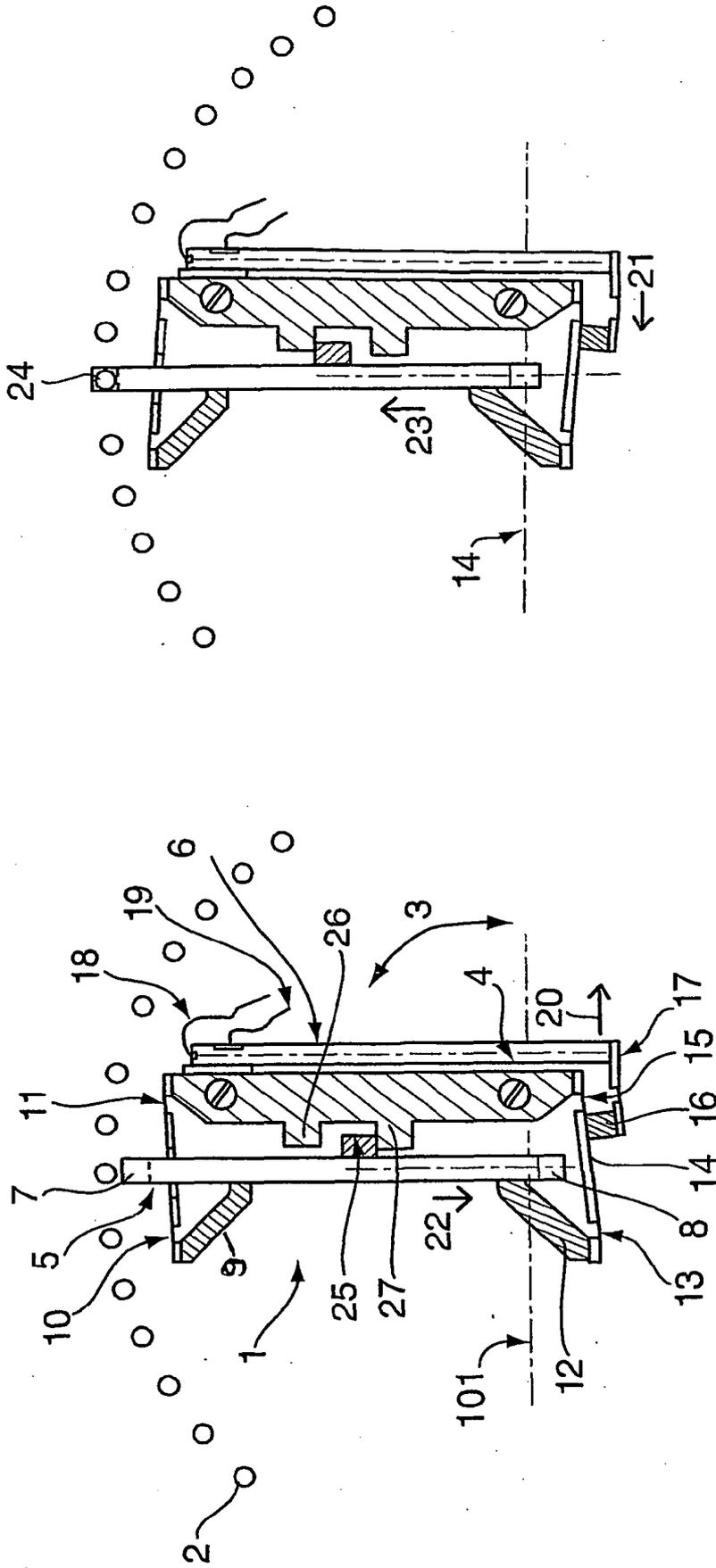


FIG. 1B

FIG. 1A

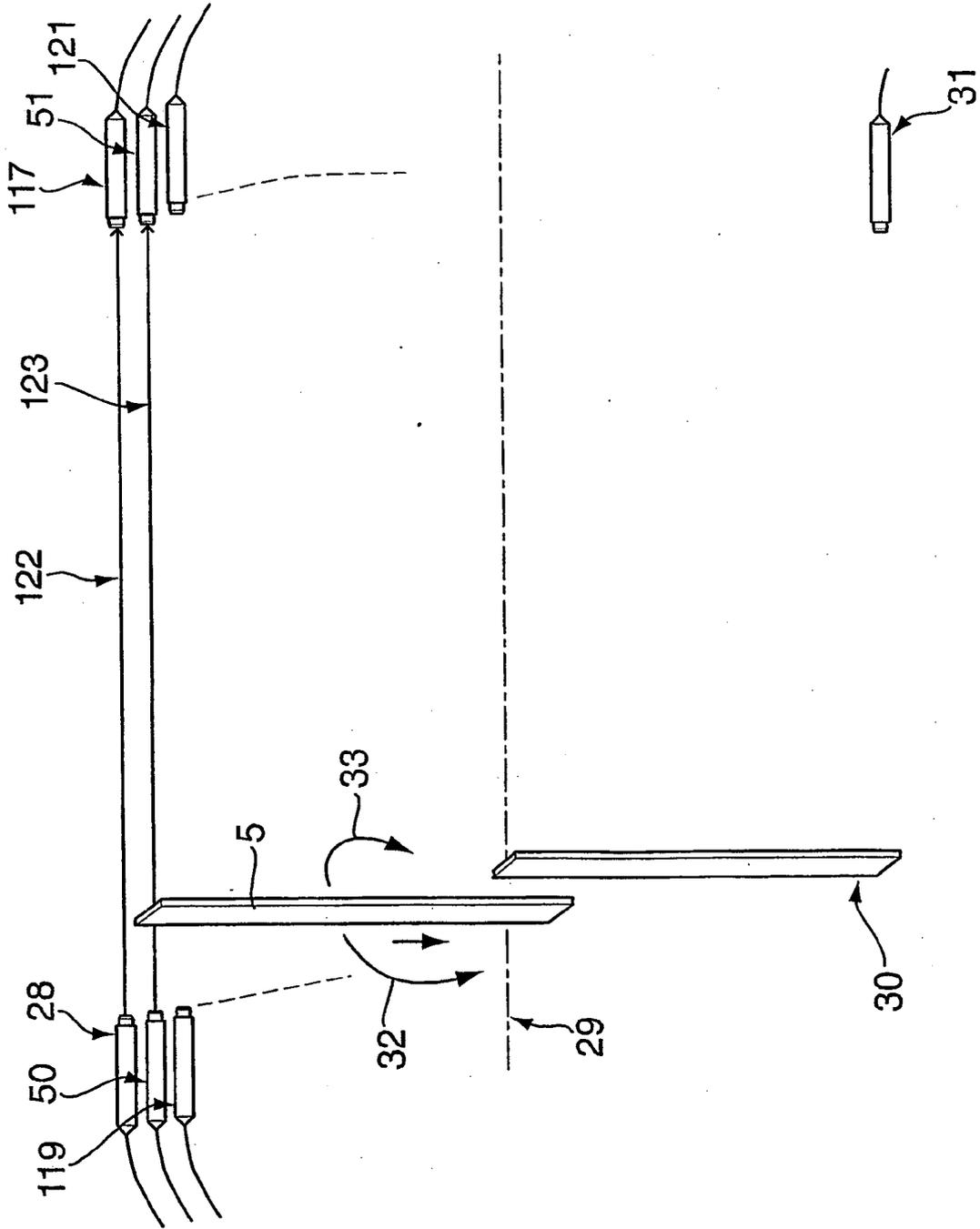


FIG. 2A

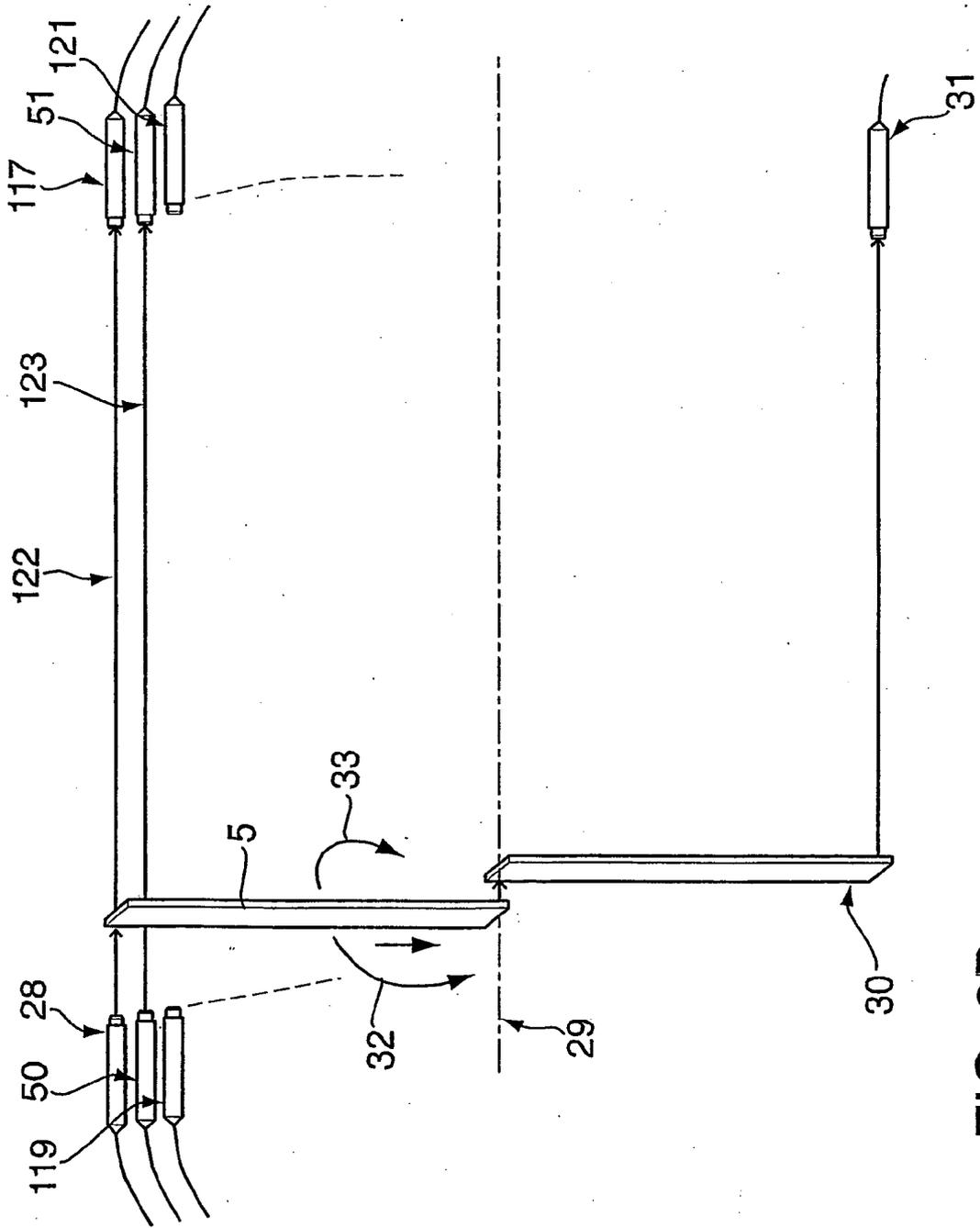


FIG. 2B

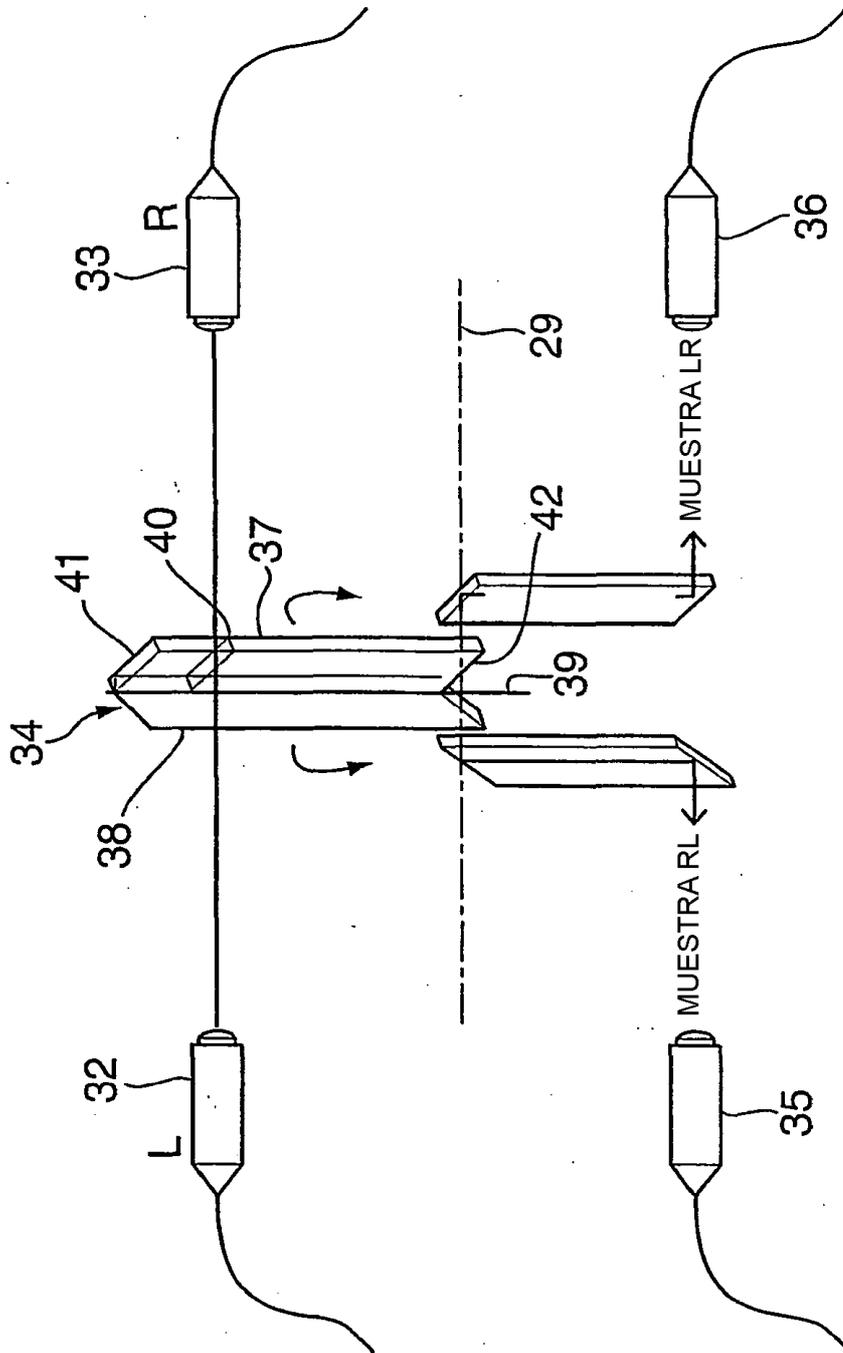


FIG. 3

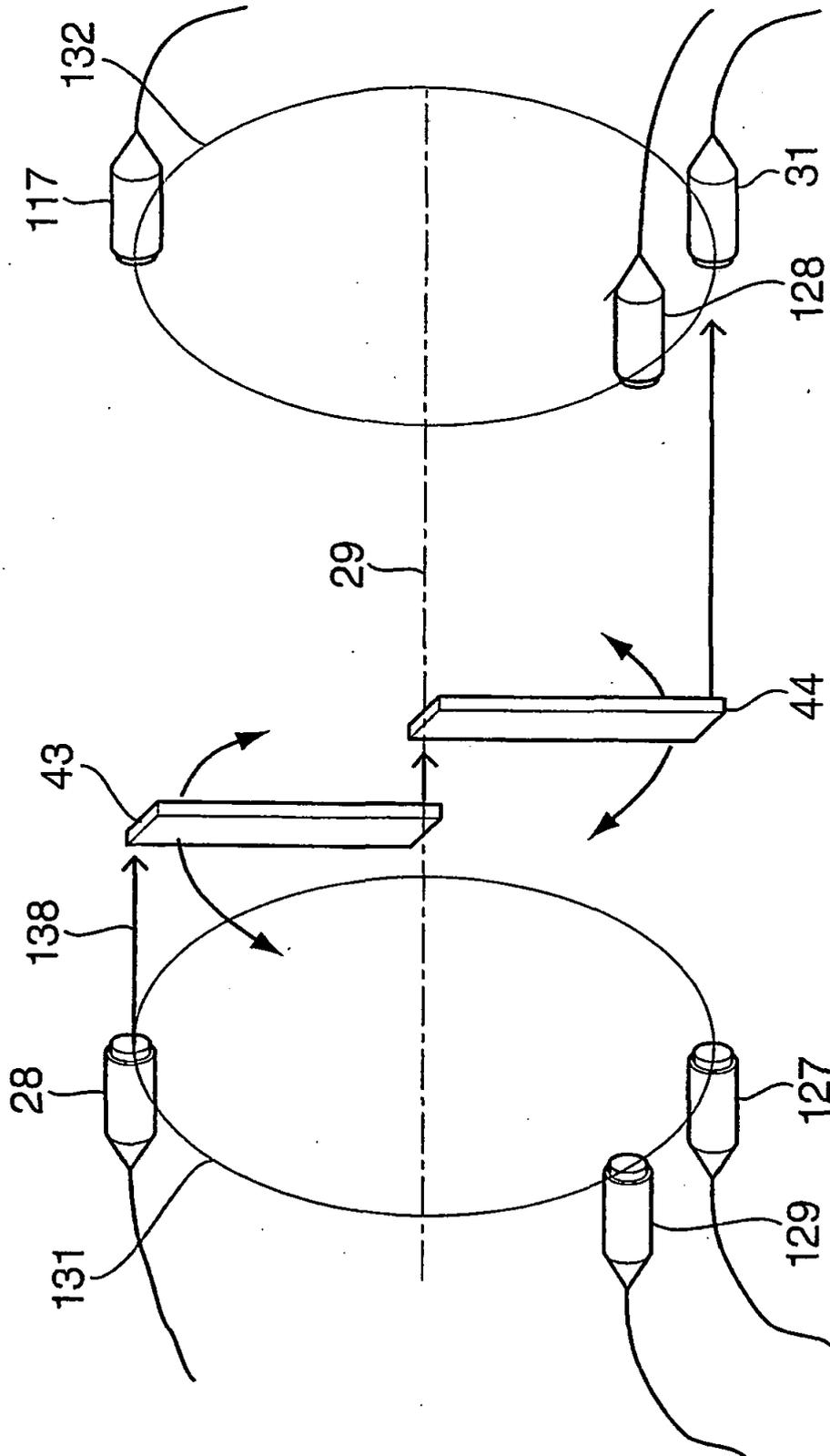


FIG. 4

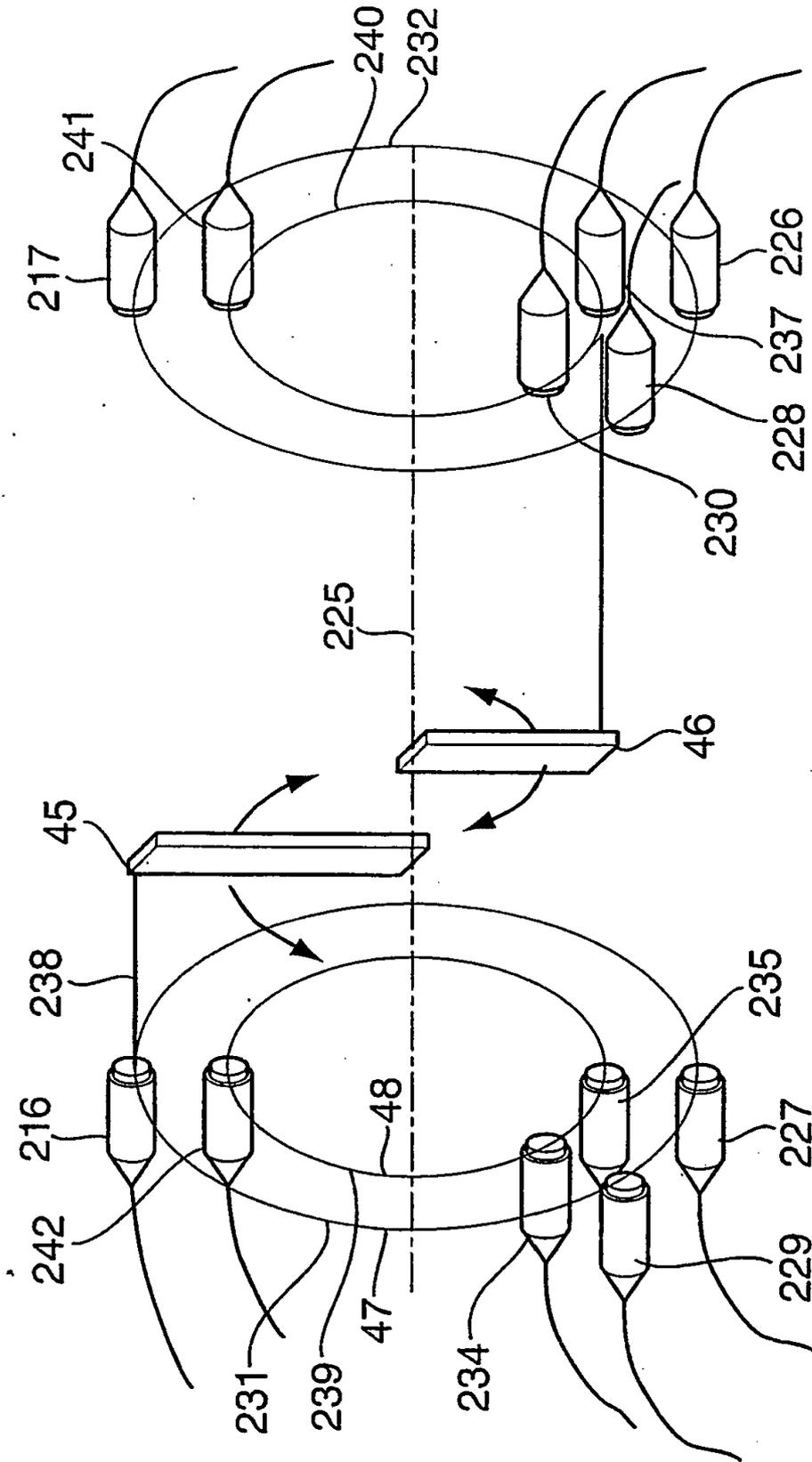


FIG. 5

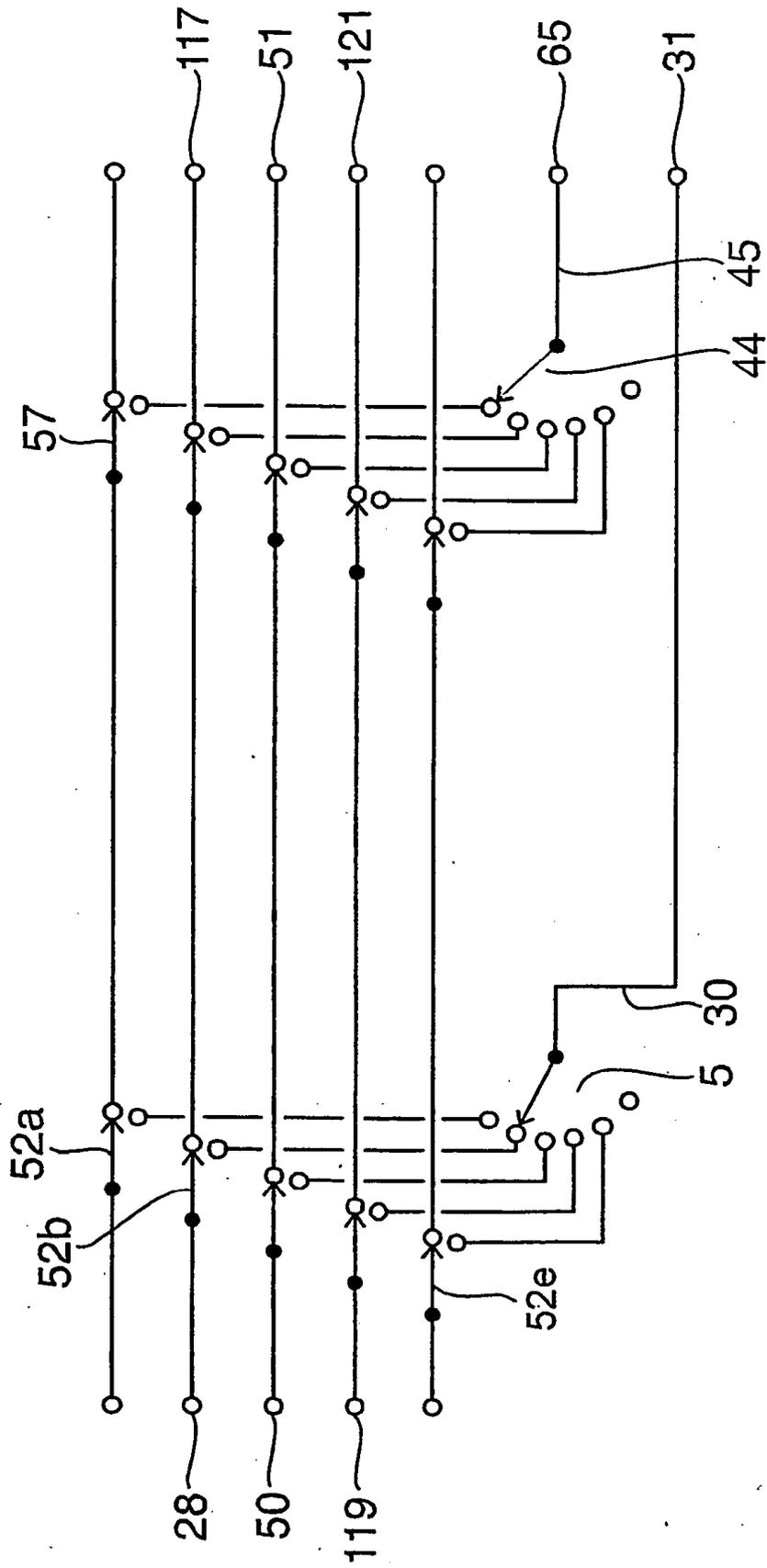


FIG. 6A

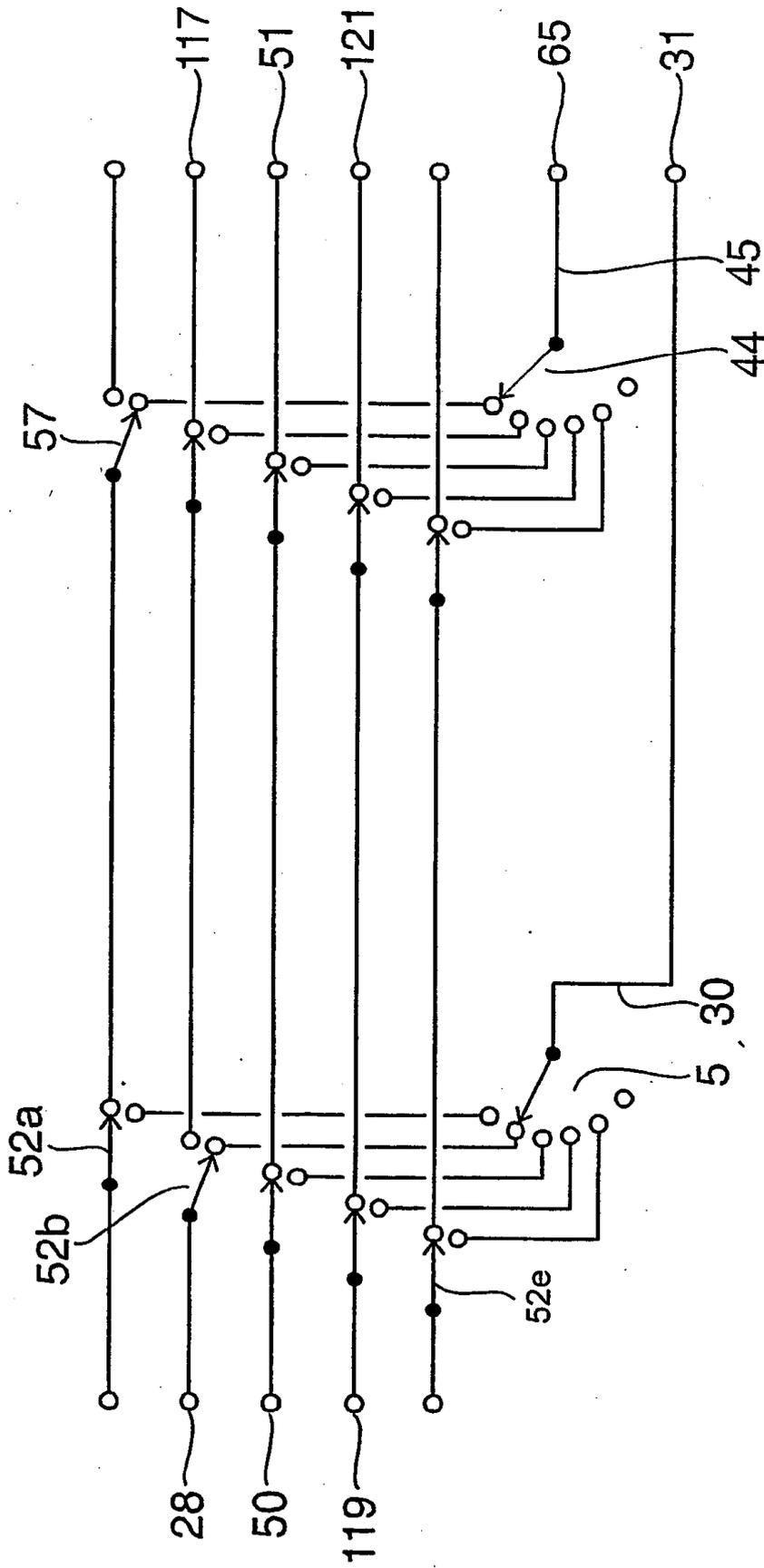


FIG. 6B

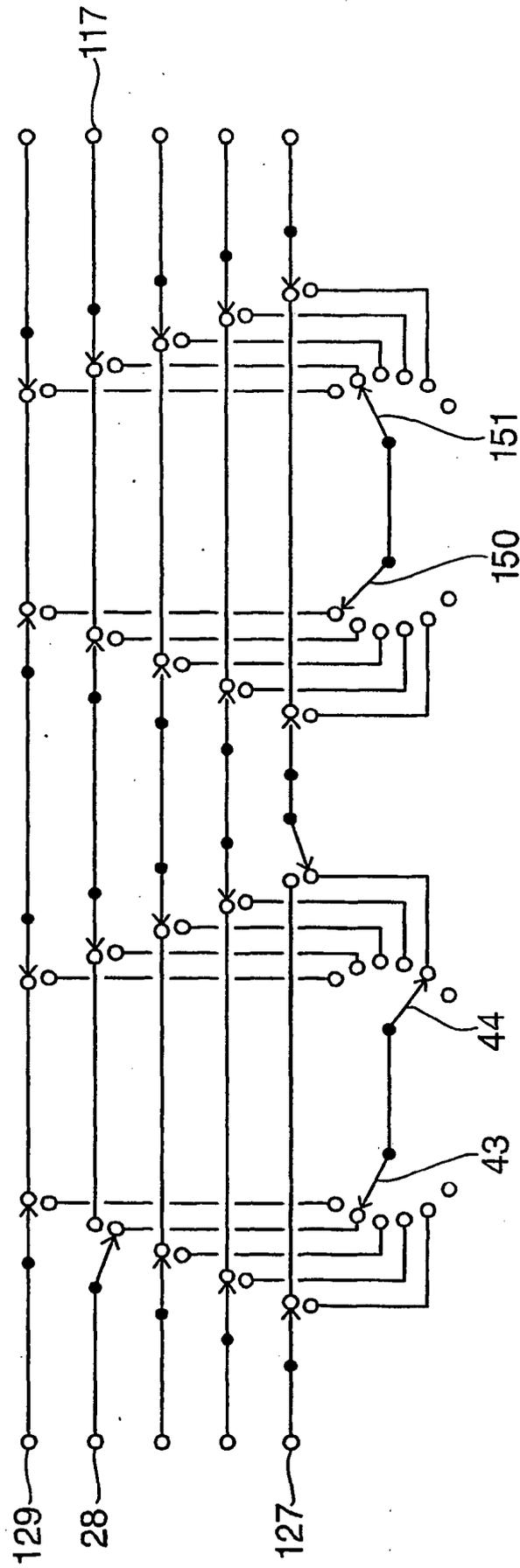


FIG. 7

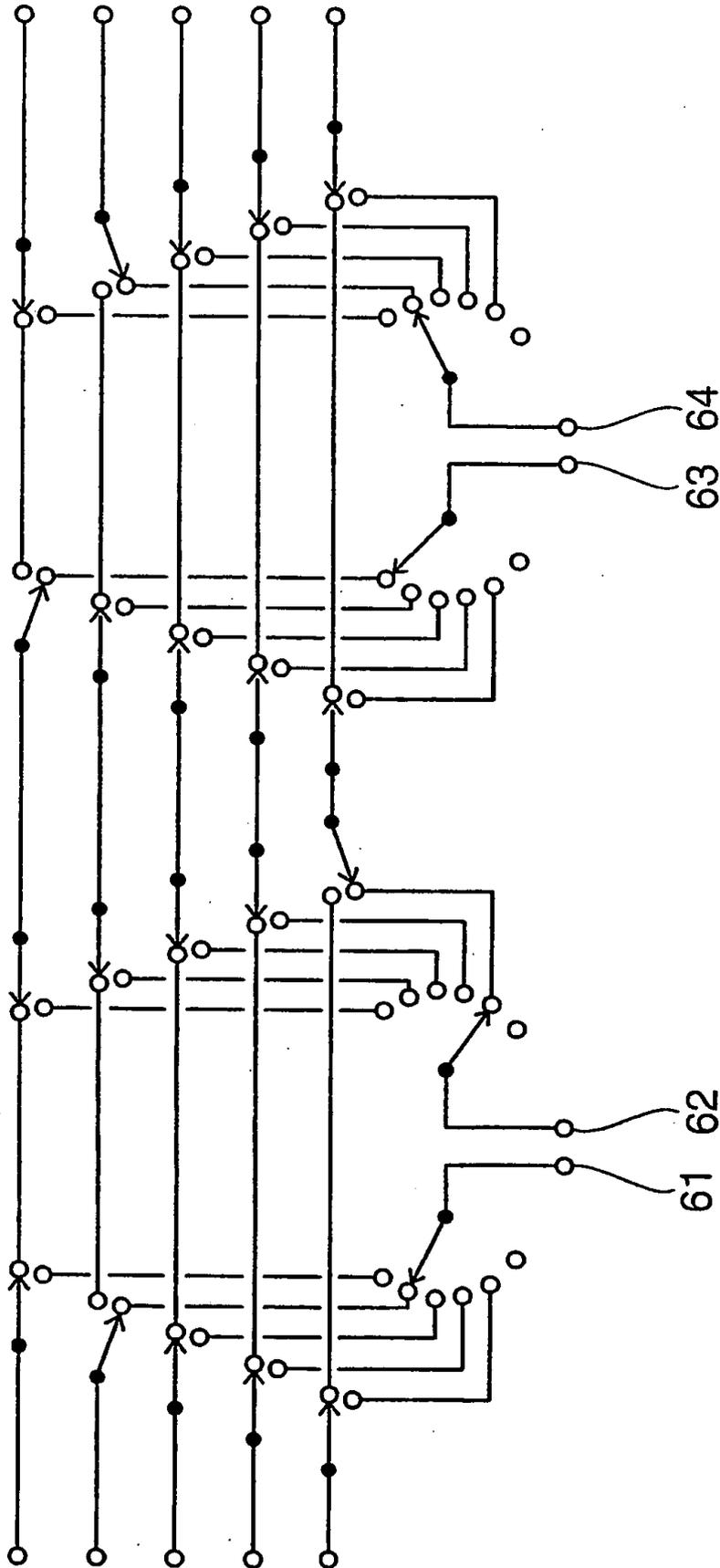


FIG. 8

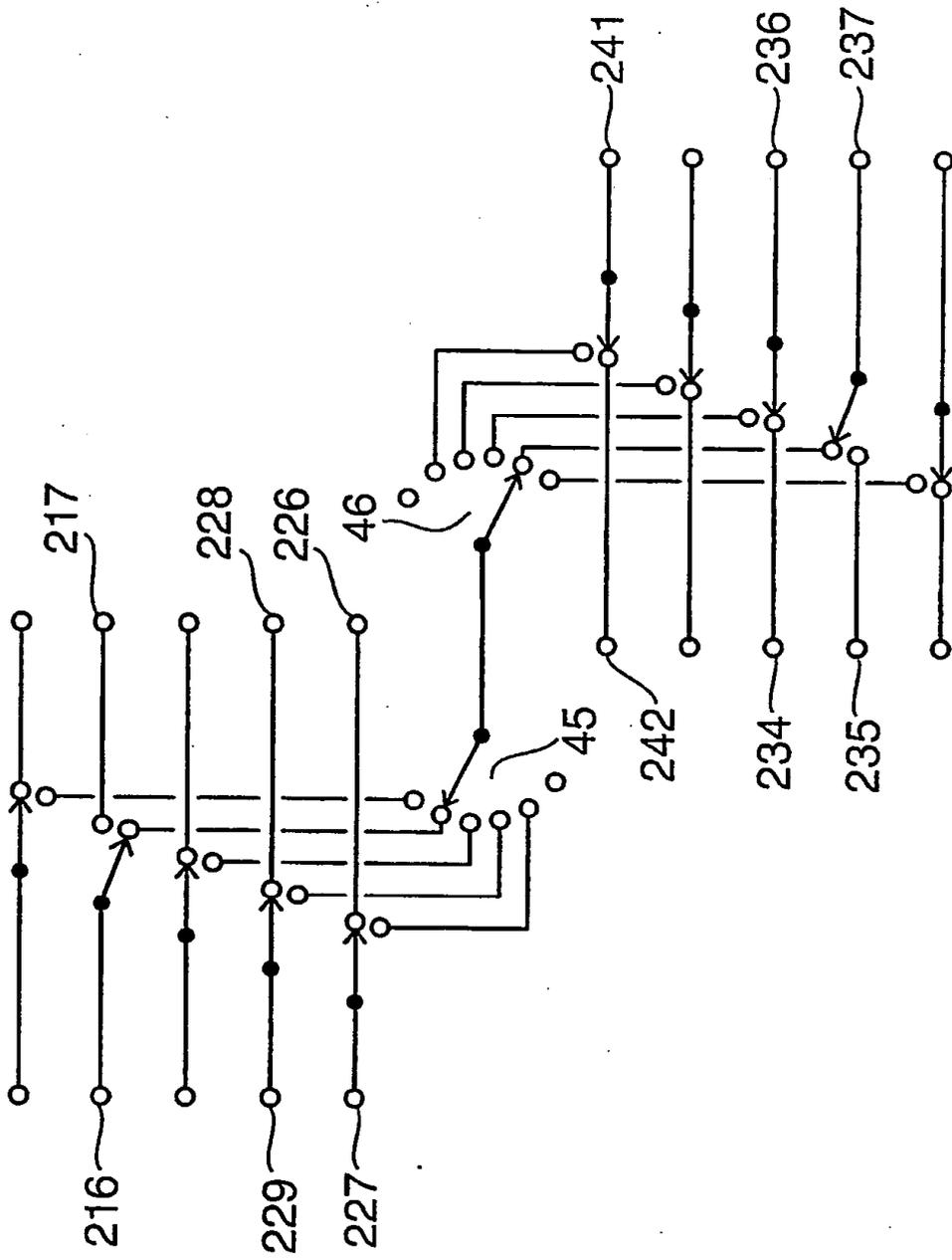


FIG. 9

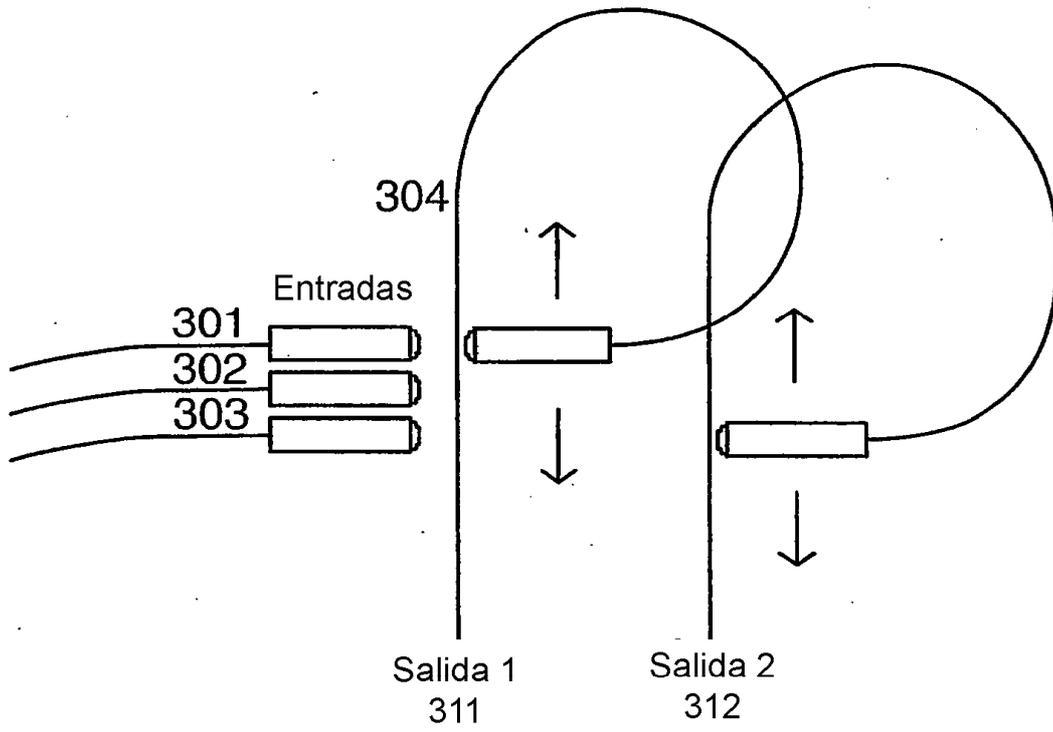


FIG. 10