



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 486**

51 Int. Cl.:
H04B 10/155 (2006.01)
H01S 5/10 (2006.01)
H01S 5/40 (2006.01)
H01S 5/50 (2006.01)
H04B 10/158 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04789012 .4**
96 Fecha de presentación : **23.09.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1695466**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.08.2006**

54 Título: **Integración de fuentes y detectores láser para una red óptica pasiva.**

30 Prioridad: **19.12.2003 US 741134**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.10.2011

73 Titular/es: **NOVERA OPTICS, Inc.**
480 S. California Avenue, Suite 305
Palo Alto, California 94306-1609, US

72 Inventor/es: **Sorin, Wayne, V. y**
Vakoc, Ben, J.

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 365 486 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

Integración de fuentes y detectores láser para una red óptica pasiva

5 **Campo**

Las realizaciones de la invención generalmente se refieren a redes ópticas. Más particularmente, un aspecto de una realización de la invención se refiere a una matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser que está contenida en una única unidad integral.

10

Antecedentes

Los sistemas de fibra óptica típicamente transmiten señales ópticas adelante y atrás entre una oficina central y una multitud de localizaciones residenciales y de empresa. A cada localización residencial o de empresa se le puede asignar un estrecho ancho de banda de longitudes de onda o canal dentro de una señal óptica global para comunicarse con y desde la oficina central. Cuando aumenta el número de abonados que usan ese sistema de fibra óptica, puede aumentar la cantidad de componentes en la oficina central para transmitir y recibir señales ópticas desde esos abonados.

15

20

El documento US 2003/0142798 se refiere a una red óptica pasiva multiplexada por división de la longitud de onda. En particular, se refiere a una tecnología para minimizar la pérdida óptica en una red óptica pasiva multiplexada por división en la longitud de onda basada en una fuente de luz con fijación de la longitud de onda. De ese modo, mejora la calidad de transmisión y aumenta la distancia de transmisión. El dispositivo de establecimiento de la trayectoria óptica de 4 puertos descrito aumenta la cantidad de luz inyectada en un transmisor óptico y de ese modo mejora la característica de fijación de la longitud de onda de una fuente de luz. Además, esto puede disminuir la pérdida de transmisión óptica en una trayectoria de transmisión óptica y mediante un amplificador óptico insertado en ella; también puede compensar la pérdida óptica en una trayectoria de transmisión óptica. Se presenta un dispositivo de establecimiento de la trayectoria óptica de 4 puertos que tiene estas características y un método para recuperación de fallos sin una pérdida óptica adicional.

25

30

El documento WO 99/337002 describe una matriz de amplificadores ópticos reflectores de semiconductores que se pueden construir de una forma monolítica conectada a un multiplexor WDM y a un reflector de longitud de onda.

35

Sumario

Se describen diversos métodos y aparatos en los que una matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser está contenida en una única unidad integral. La matriz contiene cuatro o más medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser. Cada medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser suministra una señal óptica separada que contiene una banda de longitudes de onda diferente de la de otros medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser en la matriz a un primer multiplexor/demultiplexor. Existe una conexión para una fibra de salida para encaminar una señal óptica a y desde una red óptica pasiva.

40

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1.

45

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 10.

50

Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de los dibujos adjuntos y de la descripción que a continuación se detalla.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se ilustra como ejemplo y no se limita a las figuras de los dibujos adjuntos, en los que iguales referencias indican elementos similares y en los que:

55

La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de medios de ganancia óptica de múltiples longitudes de onda con capacidad de emisión láser.

60

La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de cuatro o más láseres de realimentación distribuidos en una unidad integral. Acoplada cada matriz de cuatro o más láseres de realimentación distribuidos 202 a un repartidor de potencia 212.

65

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de láseres y una fuente de luz de banda ancha para suministrar una señal óptica a cada uno de los láseres contenidos todos ellos en una unidad integral.

La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de cuatro o más receptores ópticos y un multiplexor/demultiplexor integrado en una única unidad integral.

5 La Figura 5 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser y una matriz de receptores ópticos contenidos en una unidad integral.

La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de láseres y una matriz de receptores ópticos en una unidad integral.

10

Explicación detallada

En general, se describen diversos métodos y aparatos en los que una matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser y una matriz de receptores ópticos se incluyen en una única unidad integral. La matriz puede contener cuatro o más medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser. Cada medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser suministra una señal óptica separada que contiene una banda de longitudes de onda diferente a las de los otros medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser en la matriz a un primer multiplexor/demultiplexor. De forma similar, un segundo multiplexor/demultiplexor puede encaminar las señales ópticas a la matriz de receptores ópticos. Existe una conexión para una fibra de salida para encaminar una señal óptica a y desde una red óptica pasiva.

20

La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de medios de ganancia óptica de múltiples longitudes de onda con capacidad de emisión láser. El circuito de ondas de luz planar 100 puede contener una matriz de más de cuatro medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser 102, tales como láseres, un multiplexor/demultiplexor 112, un amplificador óptico 104, un reflector de longitud de onda de banda ancha 106, una fuente de modulación eléctrica 108, una conexión 110 a una fibra de salida y una fibra de salida 114 que va hacia una red óptica pasiva multiplexada por división en longitud de onda.

25

Pueden existir múltiples medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser 102, tal como un primer medio de ganancia 116 hasta un medio de ganancia N-ésimo 118, en el circuito de luz planar 100. Cada medio de ganancia 102 proporciona una señal óptica que tiene una banda estrecha de longitudes de onda (λ) diferente de los otros medios de ganancia. Cada uno de los medios de ganancia 102 se acopla a su propio puerto sobre el multiplexor/demultiplexor 112. El reflector de longitud de onda de banda ancha 106 se acopla a la salida del multiplexor/demultiplexor 112. El reflector de longitud de onda 106 encamina una parte de cada señal óptica como una realimentación regenerativa a través del multiplexor/demultiplexor 112 al medio de ganancia 102 que suministró la señal óptica.

30

La fuente de modulación 108 puede proporcionar una señal de datos a la matriz del medio de ganancia 102 para modular directamente los medios de ganancia en esa matriz. La fuente de modulación eléctrica 108, mediante el suministro directo de los datos a un medio de ganancia particular, modula directamente esos medios de ganancia con capacidad de emisión láser. Por ejemplo, la fuente de modulación 108 puede modular directamente el primer medio de ganancia con capacidad de emisión láser 116. La señal de datos se amplifica por el primer medio de ganancia con capacidad de emisión láser 116 en una banda de longitudes de onda alrededor de aproximadamente uno o más de sus modos de cavidad. El primer medio de ganancia con capacidad de emisión láser 116 encamina la señal modulada a una primera entrada 120 del multiplexor/demultiplexor 112.

35

El multiplexor/demultiplexor 112 encamina la señal modulada al reflector de longitud de onda 106. El reflector de longitud de onda 106 encamina una parte de la señal modulada como una realimentación regenerativa de vuelta a través del multiplexor/demultiplexor 112 al primer medio de ganancia con capacidad de emisión láser 116 que suministró la señal modulada. La señal modulada y la parte reflejada de la señal modulada se refuerzan entre sí, en fase, a una frecuencia de resonancia del primer medio de ganancia con capacidad de emisión láser 116. La señal modulada y la parte reflejada de la señal modulada también se amplifican mediante el primer medio de ganancia con capacidad de emisión láser 116.

50

El primer medio de ganancia con capacidad de emisión láser 116 transmite entonces la señal modulada reforzada a través del multiplexor/demultiplexor 112 y una parte de esa señal modulada reforzada pasa a través del reflector de longitud de onda 106 a la conexión 110 a la fibra salida. También, como se ha descrito anteriormente, el reflector de longitud de onda 106 refleja una parte de esa señal modulada reforzada de vuelta, a través del multiplexor/demultiplexor 112, hacia el primer medio de ganancia. Esta amplificación regenerativa de una banda estrecha ocurre en cada uno de los medios de ganancia con capacidad de emisión láser 102. Cada uno de los medios de ganancia con capacidad de emisión láser 102 amplifica su propia banda estrecha de longitudes de onda diferenciada.

55

60

El multiplexor/demultiplexor 112 actúa como un filtro de banda estrecha para definir la banda de longitudes de onda desarrollada por el primer medio de ganancia con capacidad de emisión láser 116. Una característica natural del multiplexor/demultiplexor 112 es pasar una banda de longitudes de onda diferente en cada una de sus salidas. Por

65

ejemplo, la primera salida puede pasar la banda de longitudes de onda desde 1530 a 1531 nanómetros (nm). La segunda salida puede pasar la banda de longitudes de onda desde 1531 a 1532 nm. Por lo tanto, el multiplexor/demultiplexor 112 crea una estrecha banda de longitudes de onda suministrada de vuelta a cada medio de ganancia con capacidad de emisión láser 102. En consecuencia, cada medio de ganancia con capacidad de emisión láser 102 desarrolla y amplifica una longitud de onda de resonancia dentro de esa banda de longitudes de onda que corresponde a un modo de cavidad del medio de ganancia. Cuando la banda amplificada de longitudes de onda se refuerza con la señal modulada reflejada, entonces el medio de ganancia genera una señal óptica de suficiente potencia para transmitir por medio de la red óptica pasiva a la localización del abonado. La señal modulada reflejada proporciona realimentación resonante al medio de ganancia con capacidad de emisión láser.

La matriz de medios de ganancia con capacidad de emisión láser 102, el multiplexor/demultiplexor 112, el amplificador óptico 104 y el reflector de longitud de onda de banda ancha 106 pueden integrarse en una única unidad integrada. La unidad integral puede ser un sustrato único donde todos los componentes se hacen crecer sobre ese único sustrato. Como alternativa, la unidad integral puede estar hecha de dos o más sustratos de materiales diferentes y físicamente unidos.

La unidad integral puede usar acoplamientos ópticos además de fibras ópticas 122 en la trayectoria óptica de la unidad integral, tal como aire, matrices de lentes u otros tales como guía de ondas. Típicamente las fibras ópticas requieren un radio de curvado mínimo y tienen otras desventajas que no les permiten usarse en un espacio compacto pequeño. Sin embargo, los acoplamientos ópticos distintos a las fibras ópticas 122 tales como aire o matrices de lentes se pueden usar en un espacio físico muy pequeño para permitir la comunicación de las señales ópticas desde un componente óptico al siguiente componente óptico. Además, en una unidad integral en donde todos los medios de ganancia con capacidad de emisión láser 102 se hacen crecer sobre el mismo sustrato, el espacio físico entre los medios de ganancia puede ser mucho más corto y pequeño en tamaño físico que si cada uno de los medios de ganancia con capacidad de emisión láser 102 fuese fabricado como un componente discreto y se colocase en una plataforma común.

El sustrato puede componerse de Fosforo de Indio en donde tanto los dispositivos activos, tales como los medios de ganancia con capacidad de emisión láser como los amplificadores ópticos o los moduladores pueden integrarse junto con los dispositivos pasivos, tales como guía de ondas y multiplexor/demultiplexor. El sustrato también puede componerse de otros materiales tales como silicio dopado con erbio.

La matriz de medios de ganancia con capacidad de emisión láser 102 comprende amplificadores ópticos de semiconductor reflector. En algunas disposiciones a las que se refiere la presente invención, dicha matriz puede contener un gran número de láseres, tal como treinta y dos o sesenta y cuatro láseres, que actúan como medios de ganancia, sin embargo la matriz de medio de ganancia puede ser tan pequeña como de unas cuatro fuentes de láser que actúan como medios de ganancia con capacidad de emisión láser. El láser puede ser un láser de realimentación distribuido que tiene su centro de longitud de onda fijado mediante una rejilla de Bragg o un diodo láser de Fabry Perot o un láser similar hecho crecer sobre un único sustrato. Cada uno de los medios de ganancia con capacidad de emisión láser tiene su propia longitud de onda de resonancia y se puede desplazar para funcionar por encima o por debajo de un umbral de emisión láser.

Los amplificadores ópticos de semiconductor reflector pueden ser medios de ganancia con capacidad de emisión láser que tienen una faceta posterior altamente reflectora, tal como de un 90%, con una superficie de faceta frontal que está en un ángulo no normal/ángulo no perpendicular a la guía de ondas óptica del amplificador óptico de semiconductor reflector. La faceta posterior altamente reflector provoca que una mayor cantidad de longitudes de onda inyectadas se amplifiquen y se reflejen hacia fuera del amplificador óptico de semiconductor reflector. La guía de ondas de faceta frontal en un ángulo no normal reduce el índice de reflexión de la faceta frontal y permite que se proporcione una mayor cantidad de ganancia mediante el amplificador óptico de semiconductor reflector antes de que tenga lugar la emisión láser en el amplificador óptico de semiconductor reflector en las longitudes de onda inyectadas.

El amplificador óptico 104 acoplado al multiplexor/demultiplexor 112 puede amplificar la señal óptica que llega desde el multiplexor/demultiplexor 112 para aumentar la ganancia global y compensar cualquier pérdida de inserción. Existe una conexión 110 a una fibra de salida en la trayectoria óptica de salida del multiplexor/demultiplexor 112 hacia una red óptica pasiva. La red óptica pasiva puede tener un componente repartidor óptico tal como un multiplexor de división de onda.

Los medios de ganancia con capacidad de emisión láser también pueden ser fuentes de onda continuas moduladas por una matriz separada de moduladores más que moduladas directamente. Cada modulador de onda continuo se conecta a su propio medio de ganancia. Los datos del modulador de onda continuo modulan la onda continua procedente del medio de ganancia con capacidad de emisión láser. El multiplexor/demultiplexor 112 puede ser una matriz de guías de ondas, una rejilla Echelle u otra técnica similar para combinar múltiples longitudes de onda únicas en una única guía de ondas con una baja pérdida de potencia de señal.

El reflector de longitud de onda 106 también puede estar localizado en la salida de un circuito de onda de luz planar

100 para proporcionar realimentación óptica regenerativa a cada medio de ganancia con capacidad de emisión láser
 102 para desarrollar la longitud de onda resonante de ese medio de ganancia. El reflector de longitud de onda 146
 se puede crear grabando una faceta vertical en la guía de ondas para crear un cambio en el índice de refracción o
 ser una rejilla de Bragg o tal vez un recubrimiento en el borde del sustrato de la unidad integral/interfaz con la fibra
 5 óptica de salida con un material reflector para reflejar una parte de la señal óptica que de vuelta al
 multiplexor/demultiplexor 112 o puede ser una rejilla en la entrada de la fibra óptica 114 conectado al circuito de
 longitud de onda planar 100.

La construcción del circuito de longitud de onda plana 100 que tiene una matriz de medios de ganancia con
 10 capacidad de emisión láser se parece a un láser distribuido que tenga una cavidad externa que puede funcionar por
 encima o por debajo del umbral de emisión láser para desarrollar o reforzar múltiples bandas de longitudes de onda
 teniendo cada una diferentes bandas de longitudes de onda. Por tanto, la construcción del láser distribuido se puede
 definir a partir de medios de ganancia capaces de emitir una sección luz láser a través del multiplexor/demultiplexor
 15 112 al reflector de longitud de onda 106 y de vuelta al multiplexor/demultiplexor 112 para cada sección de medio de
 ganancia. Cada láser en la sección de medio de ganancia puede o no tener una faceta frontal reflector.

La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de cuatro o más láseres de
 realimentación distribuida en una unidad integral. Acoplada cada matriz de cuatro o más láseres de realimentación
 20 distribuida 202 a un repartidor de potencia 212. Cada láser de realimentación distribuida en la matriz 202 suministra
 una señal óptica separada que contiene una banda de longitudes de onda diferente a la de los otros láseres de
 realimentación distribuida en esa matriz al repartidor de potencia. Cada láser de realimentación distribuida en la
 matriz 202 tiene su longitud de onda central de esa banda de longitudes de onda establecido mediante una rejilla de
 25 Bragg en la salida del láser de realimentación distribuida. Por ejemplo, el primer láser de realimentación distribuida
 216 tiene la longitud de onda central de la banda de longitudes de onda suministrada desde el láser fijada por la
 primera rejilla de Bragg 224 entremezclada con el medio de ganancia del primer láser de realimentación distribuida
 216. Puede hallarse un amplificador óptico de semiconductor 204 en una trayectoria óptica de salida del repartidor
 de potencia 212 para compensar las pérdidas de inserción causadas por el repartidor de potencia 212. Hay una
 30 conexión 210 para una fibra de salida para encaminar a la señal óptica del repartidor de potencia 212 o al menos en
 la trayectoria óptica de salida del repartidor de potencia 212 a una red óptica pasiva multiplexada por división de
 onda. La matriz de láseres de realimentación distribuida 202 se puede integrar en un primer sustrato 226. El
 amplificador óptico de semiconductor 204, el repartidor de potencia 212 y la conexión 210 se pueden integrar en un
 35 segundo sustrato 228 que se une al primer sustrato 226 y que comunica las señales ópticas en la trayectoria óptica
 entre el primer sustrato y el segundo sustrato que usa acoplamientos ópticos 222 tales como aire o matrices de
 lentes pero no sin el uso de fibras ópticas.

Por tanto, los componentes activos se pueden fabricar en un primer sustrato 226 y los componentes pasivos se
 pueden fabricar en un segundo sustrato 228 que se fusionan y se unen físicamente en una unidad integral. El primer
 sustrato 226 como se ha descrito puede ser un sustrato de dióxido de silicio, fosforo de indio o similar. Nótese, que
 40 los láseres Distributed Bragg Reflector, por ejemplo, también pueden usarse para generar la señal óptica que
 contiene la banda de longitudes de onda en lugar de láseres de realimentación distribuida. Los láseres Distributed
 Bragg Reflector pueden tener una rejilla de Bragg en la salida del láser para establecer la longitud de onda central
 de ese láser.

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de láseres y una fuente de luz de banda
 45 ancha para proporcionar una señal óptica a cada uno de los láseres contenidos en una unidad integral. La unidad
 integral puede contener una matriz de cuatro o más láseres tal como diodos de láser de Fabry-Perot 302 sobre un
 primer sustrato 326. La unidad integral puede contener un segundo sustrato 328 que contiene un
 multiplexor/demultiplexor 312, una fuente de luz de banda ancha 330 y una conexión 310.

La fuente de luz de banda ancha 330 suministra una señal óptica que contiene una banda ancha de longitudes de
 50 onda, tal como la banda C (1530 nm – 1560 nm), a través de un acoplador óptico 331 al multiplexor/demultiplexor
 312. Cada uno de los diodos láser de Fabry-Perot en la matriz 302 se acopla a su propio puerto sobre el
 multiplexor/demultiplexor 312. Cada uno de los diodos láser de Fabry-Perot en la matriz 302 recibe una porción
 espectral de la señal óptica desde la fuente de luz de banda ancha 330 para que la longitud de onda bloquee una
 55 salida de longitud de onda del diodo láser de Fabry-Perot dentro del ancho de banda de la porción espectral
 inyectada. Por ejemplo, el primer diodo láser de Fabry-Perot 316 puede recibir una porción espectral de 1530 a 1531
 nm. El primer diodo láser de Fabry-Perot 316 puede entonces reflejar y amplificar la porción espectral de vuelta a
 través del multiplexor/demultiplexor 312 a la conexión 310. La conexión 310 se acopla a una fibra de salida 314 para
 60 encaminar una señal óptica a la red óptica pasiva de multiplexado por división en longitud de onda.

Todos los diodos de láser de Fabry-Perot en la matriz 302, el multiplexor/demultiplexor 312, la conexión 310 y la
 fuente de luz de banda ancha 330 se integran en una unidad integral compacta. La fuente de luz de banda ancha
 330 puede consistir en dos o más diodos súper luminiscentes conectados para proporcionar señales polarizadas
 ortogonales, una fibra de erbio que actúa como una fuente de luz de banda ancha, una guía de ondas dopada con
 65 erbio, unos únicos diodos súper luminiscentes conectados a la unidad integral con fibra que mantiene la
 polarización, un diodo súper luminiscente único sobre un chip u otra fuente similar que emita luz. Todos los

componentes pueden localizarse en un único circuito de onda de luz planar.

La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de cuatro o más receptores ópticos y un multiplexor/demultiplexor integrado en una única unidad integral. La unidad integral puede contener una matriz de cuatro o más receptores ópticos 432, tal como desde un primer receptor óptico 434 hasta un receptor óptico N-ésimo 436, un chip de procesamiento eléctrico 438 para procesar las señales de datos recibidos de λ_1 hasta λ_n , un multiplexor/demultiplexor 430 y una conexión 410 para recibir una fibra de salida desde una red óptica pasiva multiplexada por división en longitud de onda que tiene un componente para combinar múltiples señales ópticas procedentes de abonados de esa red óptica pasiva. Cada uno de los receptores ópticos en la matriz 432 puede contener uno o más fotodetectores.

La unidad integral que contiene los receptores 440 se puede localizar en la oficina central donde es necesario procesar localmente las señales de retorno. Obsérvese que la unidad integral de los medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser también puede localizarse en la oficina central donde minimizar el espacio ocupado por los componentes es de importancia y todos los componentes pueden quedar colocados de forma compacta, centralmente. El primer sustrato 426 que tiene la matriz de receptores ópticos 432 puede estar compuesto de fosforo de indio, arseniuro de galio, sílice u otros sustratos semiconductores similares. El primer sustrato 426 se puede conectar en un circuito de longitud de onda planar al multiplexor/demultiplexor 430 sobre el segundo sustrato 428. El chip de procesamiento eléctrico 438 que contiene los componentes de procesamiento eléctrico que procesan la señal desde los receptores ópticos en la matriz 432 también puede estar sobre otro tercer sustrato 442 hecho de silicio. El tercer sustrato 442 puede conectarse y unirse físicamente al primer sustrato 426. Los sustratos 426, 428 en la unidad integral pueden comunicar las señales ópticas mediante guía de ondas sin fibras ópticas, tal como la primera guía de ondas no de fibra óptica 422, la segunda guía de ondas no de fibra óptica 423 y la tercera guía de ondas no de fibra óptica 425. Todos los sustratos 426, 428, 442 se pueden fabricar como una única unidad integral 440.

La Figura 5 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser y una matriz de receptores ópticos contenidos en una unidad integral. La matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser 550 puede generar un número N de bandas de longitudes de onda individuales. Cada medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser comunica una señal óptica a través de la red óptica pasiva a un abonado correspondiente, tal como la primera localización del abonado 552. La matriz de los receptores ópticos 554 puede recibir un número N de bandas de longitudes de onda individuales desde esos abonados. Por ejemplo, un primer receptor puede recibir una señal óptica generada desde la primera localización del abonado 552. La matriz de receptores ópticos 554 puede incluir el mismo número de receptores como medios de ganancia con capacidad de emisión láser en la matriz de medios de ganancia con capacidad de emisión láser. Por ejemplo, una primera matriz de receptores ópticos 554 puede contener treinta y dos receptores y una primera matriz de medios de ganancia con capacidad de emisión láser. La matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser 660 y la matriz de receptores ópticos 554 pueden estar sobre un sustrato sencillo o pueden estar sobre sustratos separados unidos entre sí en la unidad integral 556.

Cada una de las matrices 550, 554 puede contener un multiplexor/demultiplexor o un repartidor de potencia para distribuir las señales que vienen desde y van a la red óptica pasiva 558. En cada una de las matrices 550, 554, los componentes se pueden hacer crecer sobre ese sustrato para hacer el espaciado entre componentes individuales tan pequeño como sea posible. La unidad integral 556 también puede contener un filtro repartidor de bandas 560 y una fuente de luz de banda ancha.

La fuente de luz de banda ancha suministra una señal óptica que contiene una banda ancha de longitudes de onda, tal como la banda L, al multiplexor/demultiplexor en la matriz de medios de ganancia óptica 550. Como se ha descrito anteriormente, el multiplexor/demultiplexor encamina unas señales ópticas de banda estrecha a cada uno de los medios de ganancia óptica en la matriz 550 para que la longitud de onda bloquee la salida de longitud de onda del medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser dentro del ancho de banda de la porción espectral inyectada.

La matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser 550 a través de su multiplexor/demultiplexor puede enviar una señal óptica sencilla que consiste en, por ejemplo, treinta y dos bandas de longitudes de onda individuales contenidas dentro de la banda C a través de la red óptica pasiva 558 a un multiplexor/demultiplexor remoto 564. El multiplexor/demultiplexor remoto 546 puede distribuir la banda individual de longitudes de onda desde cada medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser en la matriz 550 a una localización del abonado correspondiente. Por ejemplo, el multiplexor/demultiplexor remoto 564 puede distribuir la banda de longitudes de onda desde el segundo medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser a la localización de un segundo abonado 566. El multiplexor/demultiplexor remoto 564 puede distribuir todas las N bandas individuales de longitudes de onda desde la matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser 550 de esta forma a las localizaciones del abonado correspondientes.

El grupo de usuarios/abonados también pueden transmitir señales ópticas de vuelta a la matriz de receptores 554 en la oficina central en la banda L (1570 nm – 1600 nm). El filtro repartidor de banda 560 separa las longitudes de onda

de la banda L de las longitudes de la banda C. El filtro repartidor de banda 560 encamina las señales de la banda L a la matriz de los receptores ópticos 554 y las longitudes de onda de la banda C de la fuente de luz ancha a la matriz de medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser 550.

5 Los transmisores en la oficina central pueden usar una primera banda tal como la banda L para comunicar información a los abonados y los transmisores en los abonados usan otra banda tal como la banda C para comunicar información a la oficina central. En consecuencia, los medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser pueden generar señales ópticas individuales en bandas de longitudes de onda diferentes tal como la banda O (alrededor de los 1300 nm), banda S (alrededor de los 1480 nm), etc.

10 Un segundo multiplexor/demultiplexor en la matriz receptora óptica 554 encamina las señales individuales de la banda C a cada uno de los receptores ópticos correspondientes. Cada uno de los receptores ópticos recibe una señal separada que contiene una banda de longitudes de onda diferentes que los otros receptores ópticos en la matriz 554. La matriz de los medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser 550 y la matriz de receptores ópticos 554 se pueden situar en ángulos establecidos tal como aproximadamente 90 grados y aproximadamente 180 grados con respecto al filtro repartidor de banda 560 para encaminar señales ópticas con las guías de ondas, lentes o en aire y sin usar fibras ópticas.

20 La Figura 6 ilustra un diagrama de bloques de una realización de una matriz de láseres y una matriz de receptores ópticos en una unidad integral. La matriz de láseres 650 y la matriz de receptores 664 pueden acoplarse cada una a una matriz de lentes 670, 672. La unidad integral 676 puede contener la matriz de láseres 650, un filtro repartidor de banda 660, un multiplexor/demultiplexor 674, la matriz de receptores óptica 664, una primera matriz de lentes 650, una segunda matriz de lentes 672 y una conexión 610 para una red óptica pasiva. El multiplexor/demultiplexor 674 encamina señales a y desde la matriz de receptores 664 y la matriz de láseres 650. El multiplexor/demultiplexor 674 encamina señales a y desde la red óptica pasiva. La matriz de receptores pasiva 664 se coloca cerca del multiplexor/demultiplexor 674 para que el ángulo de las longitudes de onda de banda C reflejado desde el filtro repartidor de banda 660 se quede en un ángulo pequeño. La matriz de receptores óptica 664 se puede colocar en ángulos establecidos tal como 45 grados o menos para encaminar las señales ópticas por aire y la segunda matriz de lentes 672. El filtro repartidor de banda 660 recubierto con un recubrimiento dieléctrico convencional puede repartir longitudes de onda diferentes, bandas tales como longitudes de onda de la banda C y longitudes de onda de la banda L.

35 La fabricación de la matriz de receptores ópticos y láseres en una única unidad integral se puede llevar a cabo de una manera más sencilla usando un filtro repartidor de banda que refleja señales ópticas a las matrices en un ángulo pequeño. Si la matriz de láser se hace funcionar en la banda O, aproximadamente a 1300 nanómetros, en lugar de en la banda L, entonces el ángulo reflejado puede ser de aproximadamente 90° lo que puede hacer más fácil el compactado usando un prisma de reparto de haces. Todas las configuraciones descritas anteriormente se pueden integrar en una red óptica pasiva. La red óptica pasiva puede o no bloquear la longitud de onda de los medios de ganancia con capacidad de emisión láser inyectando una luz de Emisión Espontánea Amplificada de banda estrecha en los diodos láser que actúan como los medios de ganancia con capacidad de emisión láser.

45 En la especificación precedente, se ha descrito la invención con referencia a las realizaciones de ejemplo específicas de la misma. Sin embargo, será evidente que se pueden hacer diversas modificaciones y cambios en la misma sin alejarse del alcance más amplio de la invención como se establece en cuarto lugar en las reivindicaciones adjuntas. La especificación y los dibujos, en consecuencia, se han de considerar en un sentido ilustrativo y no restrictivo.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para una red óptica pasiva de multiplexado por división de la longitud de onda, comprendiendo el aparato un circuito de onda de luz planar (100) sobre un chip, comprendiendo el circuito de onda de luz planar:
- 5 un primer multiplexor/demultiplexor (112);
 una matriz (102) de cuatro o más medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser (116, 118),
 cada medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser para suministrar una señal óptica separada
 10 que contiene una banda de longitudes de onda diferentes de los otros medios de ganancia óptica con
 capacidad de emisión láser en la matriz al primer multiplexor/demultiplexor, en el que los cuatro o más
 medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser son amplificadores ópticos de semiconductores
 reflectores;
 un amplificador óptico (104) acoplado al primer multiplexor/demultiplexor para amplificar una primera señal
 15 óptica procedente del primer multiplexor/demultiplexor;
 un reflector de longitud de onda (106) acoplado al amplificador óptico para proporcionar realimentación
 sobre la banda de longitudes de onda suministrada por cada medio de ganancia óptica y
 una conexión (110) para una fibra óptica de salida (114) para encaminar la primera señal óptica en una
 trayectoria óptica del primer multiplexor/demultiplexor a una red óptica pasiva de multiplexado por división
 20 de la longitud de onda;
- en la que los cuatro o más medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser, el primer
 multiplexor/demultiplexor, el amplificador óptico, el reflector de longitud de onda y la conexión se integran en el
 circuito de onda de luz planar (100) en una unidad integral, en la que la unidad integral es un único sustrato;
 en la que los cuatro o más medios de ganancia óptica, el primer multiplexor/demultiplexor, el amplificador óptico, el
 25 reflector de longitud de onda y la conexión se hacen crecer sobre un único sustrato y
 en el que los medios de ganancia óptica tienen cada uno una faceta posterior reflectora y una superficie de faceta
 frontal que está en un ángulo no perpendicular a una guía de ondas óptico que suministra una señal óptica de
 inyección a ese medio de ganancia óptica y la faceta posterior es más reflectora que la faceta frontal.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el sustrato sencillo está compuesto de fosfuro de indio.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que la unidad integral usa otros acoplamientos ópticos distintos de las
 fibras ópticas en las trayectorias ópticas de la unidad integral.
- 35 4. El aparato de la reivindicación 1, en el que un primer medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser
 funciona por debajo de un umbral de emisión láser para amplificar la primera banda de longitudes de onda.
5. El aparato de la reivindicación 1, en el que un primer medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser
 funciona por encima y por debajo de un umbral de emisión láser para amplificar la primera banda de longitudes de
 40 onda.
6. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además un modulador (108) para modular los cuatro o más
 medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser.
- 45 7. El aparato de la reivindicación 1, en el que el primer multiplexor/demultiplexor es una guía de ondas en matriz.
8. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además
 una matriz (432, 554) de cuatro o más receptores ópticos, en que cada receptor óptico recibe una señal óptica
 separada que contiene una banda de longitudes de onda diferentes de los otros receptores ópticos en la matriz;
 50 un segundo multiplexor/demultiplexor (430) para suministrar una señal a cada uno de los receptores ópticos y
 una conexión (410) para una fibra de entrada (414) para encaminar la primera señal óptica en una trayectoria óptica
 interior del segundo multiplexor/demultiplexor desde la red óptica pasiva de multiplexado por división de la longitud
 de onda, en la que los cuatro o más receptores ópticos y el segundo multiplexor/demultiplexor se integran en un
 único sustrato y los cuatro o más receptores ópticos, el multiplexor/demultiplexor y la conexión se integran en la
 55 unidad integral (556).
9. El aparato de la reivindicación 8 que comprende además un filtro repartidor de banda (560) para encaminar las
 señales ópticas al segundo multiplexor/demultiplexor (554).
- 60 10. Un método de fabricación de un aparato para una red óptica pasiva de multiplexado por división de la longitud de
 onda, comprendiendo el método:
 el crecimiento de una matriz (102) de cuatro o más medios de ganancia óptica con capacidad de emisión
 láser (116, 118), un multiplexor/demultiplexor (112), un amplificador óptico (104) y un reflector de longitud
 de onda (106) desde un primer sustrato para formar un circuito de onda de luz planar sobre un chip;
 65 en el que los cuatro o más medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser son amplificadores
 ópticos de semiconductor reflectores;

en el que cada medio de ganancia óptica tiene una faceta posterior reflectora y una superficie de faceta frontal que está en un ángulo no perpendicular a una señal óptica de inyección a ese medio de ganancia óptica, la faceta posterior es más reflectora que la faceta frontal;

5 en el que cada medio de ganancia óptica con capacidad de emisión láser se configura para suministrar una señal óptica separada que contiene una banda de longitudes de onda diferentes que los otros medios de ganancia óptica con capacidad de emisión láser a una red óptica pasiva de multiplexado por división de la longitud de onda;

en la que el amplificador óptico se conecta al multiplexor/demultiplexor para amplificar una primera señal óptica procedente del multiplexor/demultiplexor y

10 en el que el reflector de longitud de onda se acopla al amplificador óptico para proporcionar realimentación en la banda de longitudes de onda suministradas por cada medio de ganancia óptica.

11. El método de la reivindicación 10, que comprende además la fabricación de una matriz (432, 554) de receptores ópticos, en el que cada receptor óptico recibe una señal óptica separada que contiene una banda de longitudes de onda diferentes de los otros receptores ópticos en la matriz dentro de este primer sustrato.

12. El método de la reivindicación 10, que comprende además la fabricación de acoplamientos ópticos distintos de las fibras ópticas para comunicar todas las señales ópticas dentro del primer sustrato.

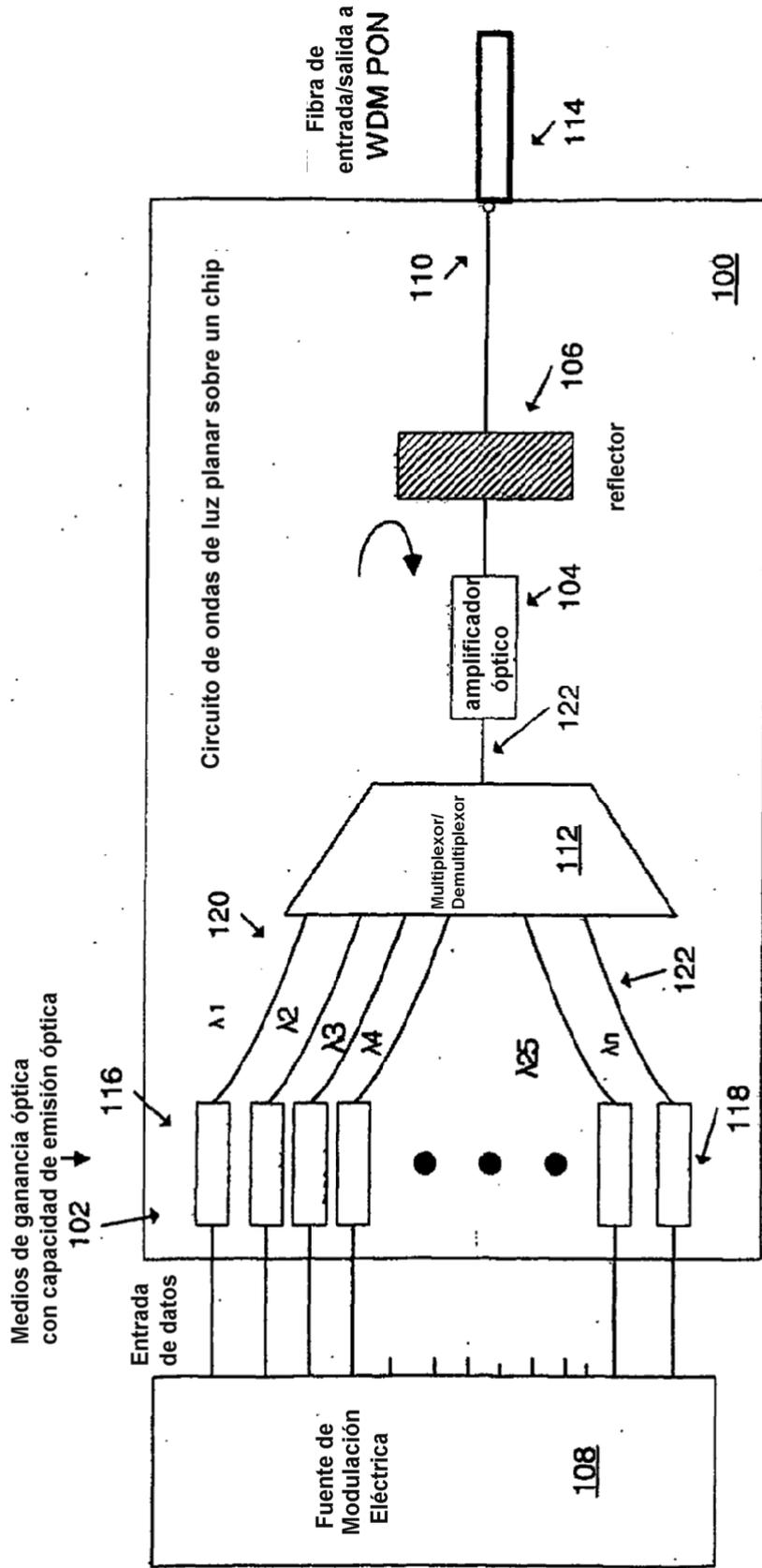


Figura 1

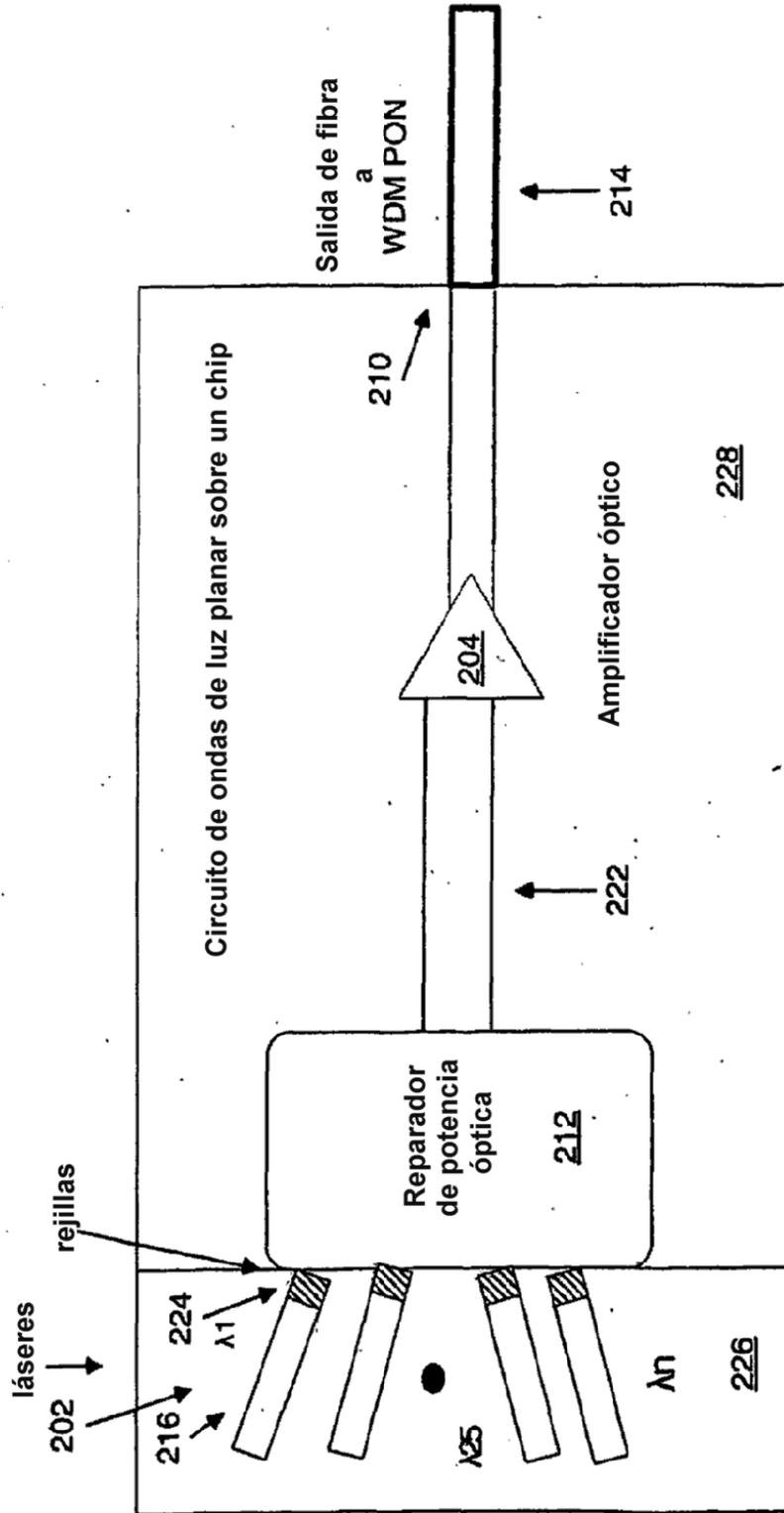


Figura 2

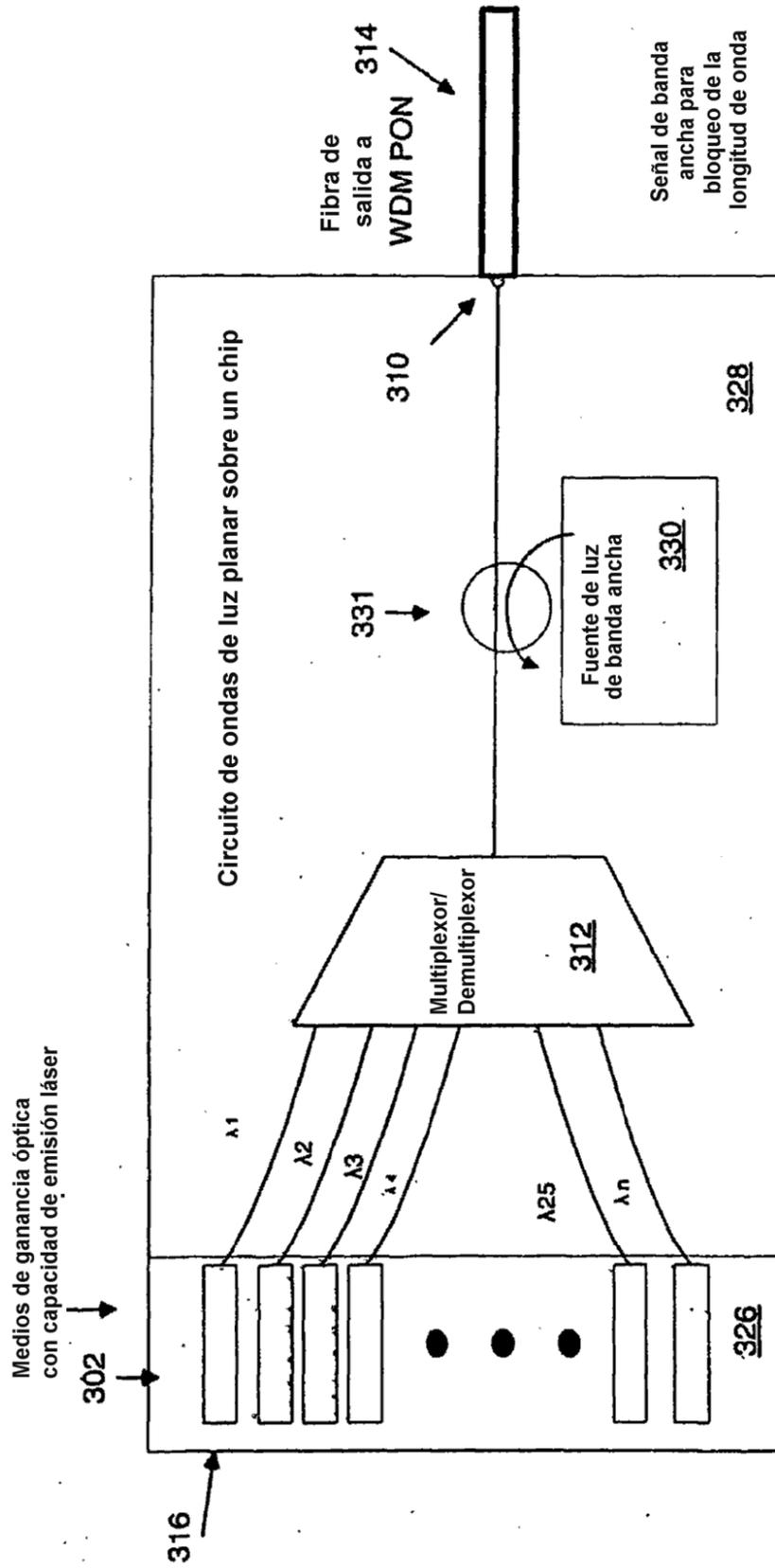


Figura 3

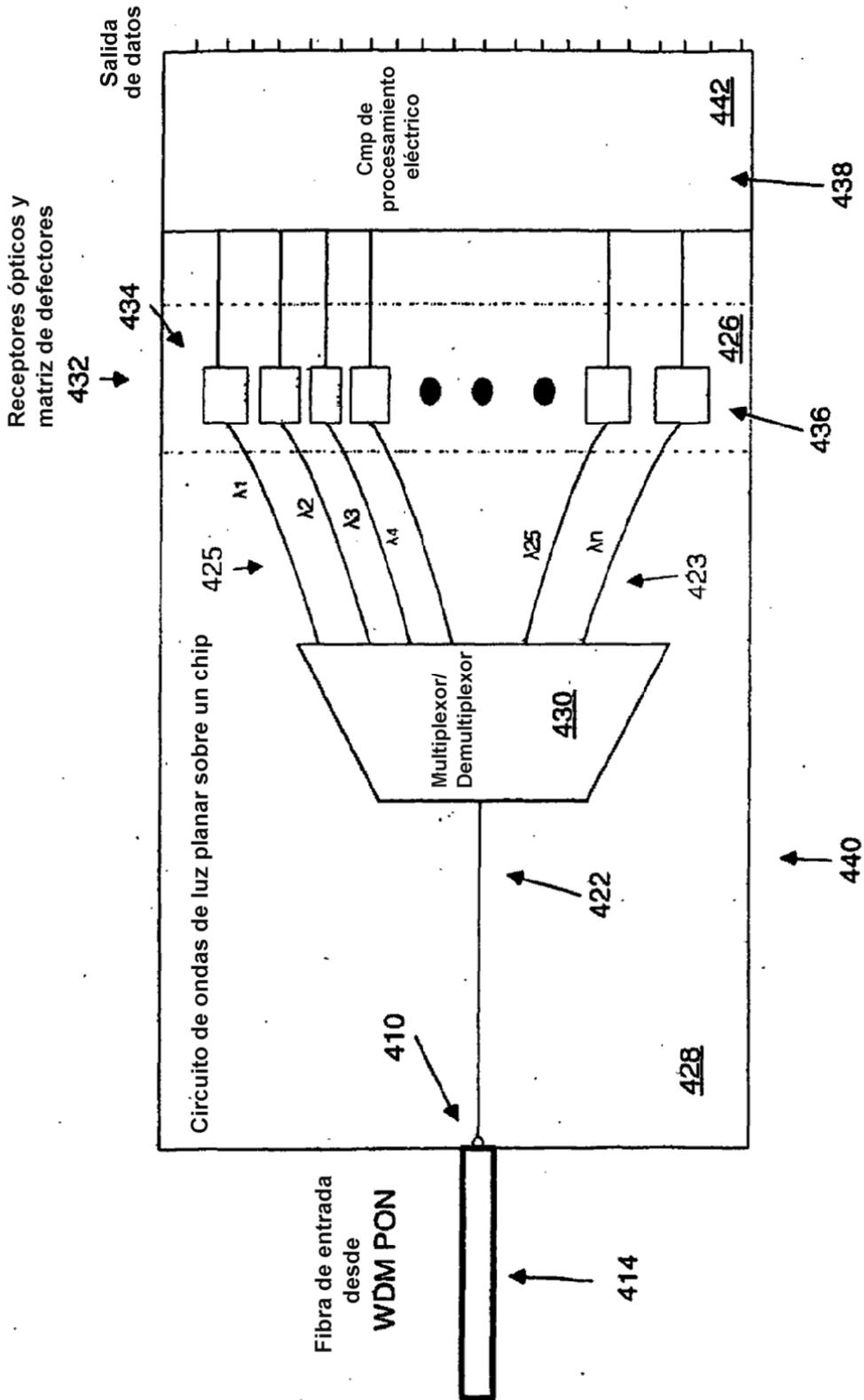


Figura 4

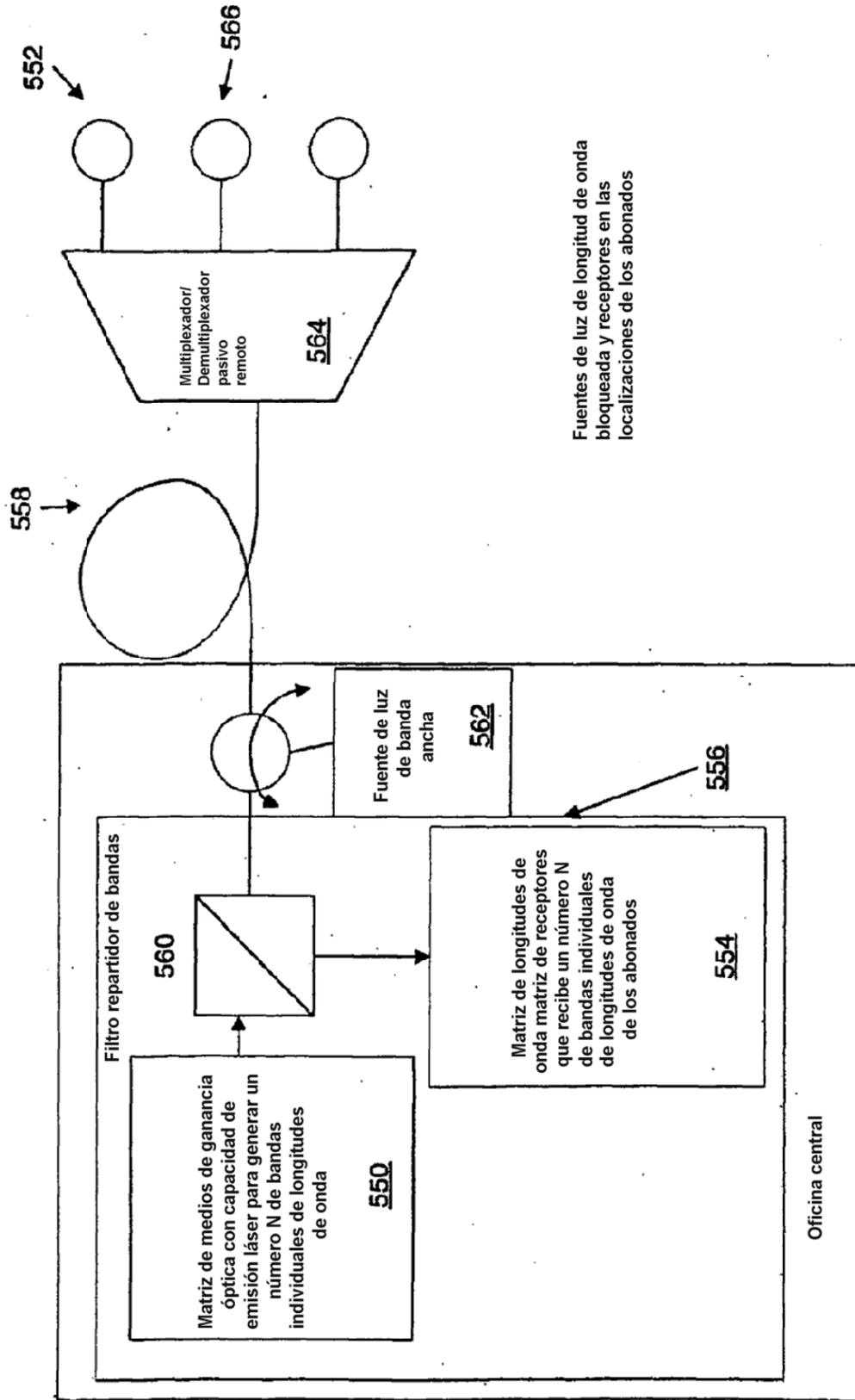


Figura 5

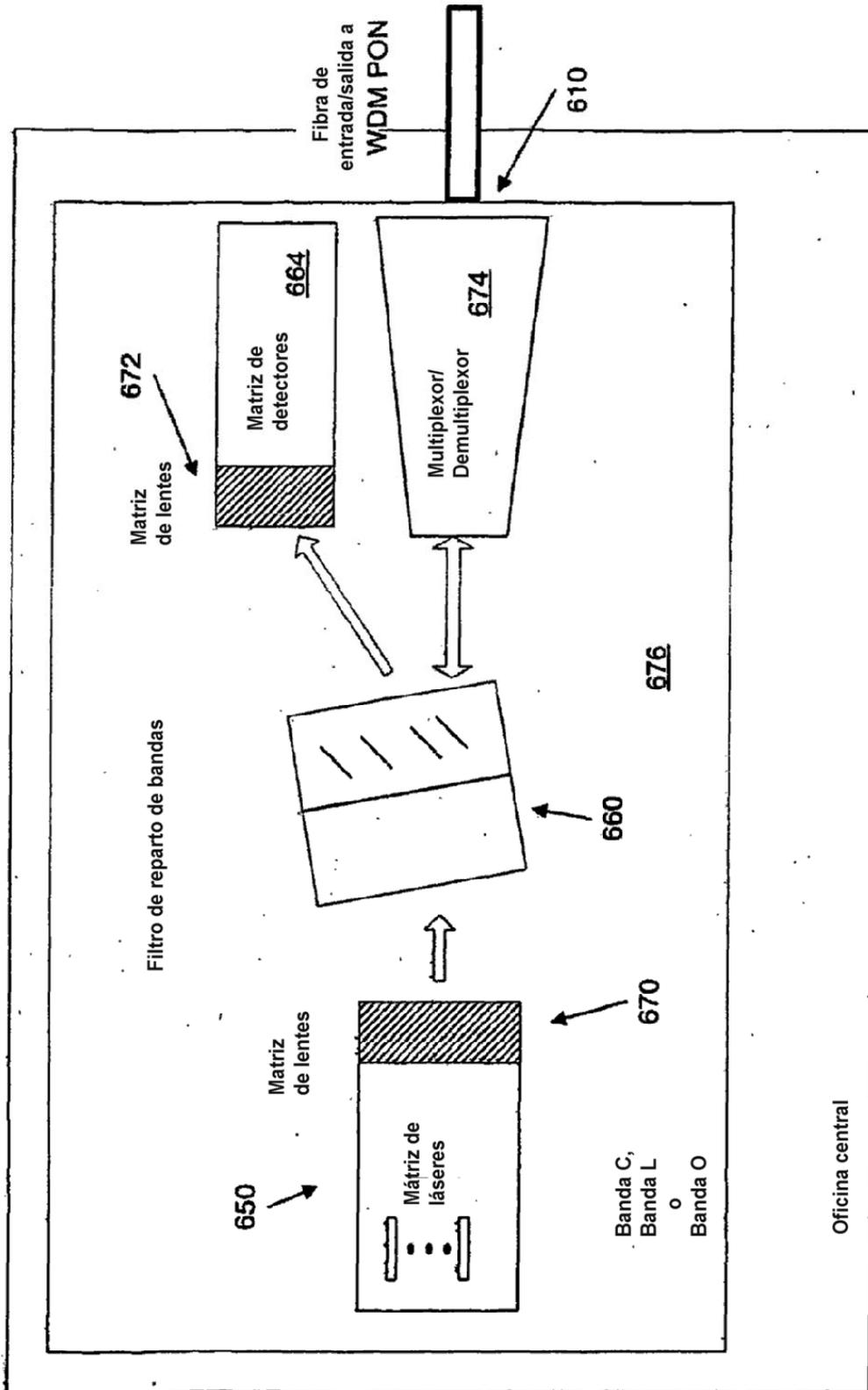


Figura 6