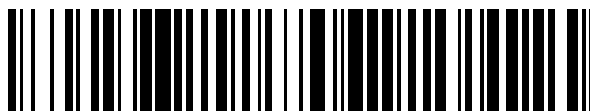


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 858**

51 Int. Cl.:

H04B 10/50 (2013.01)

H04B 10/25 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2011** **E 11752869 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013** **EP 2482472**

54 Título: **Módulo de transmisión y recepción óptica por auto-inyección y sistema de red óptica pasiva de multiplexación por división en longitud de onda**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.01.2014

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129 , CN

72 Inventor/es:

LIU, DEKUN;
BAI, YUSHENG;
LIN, HUAFENG y
XU, ZHIGUANG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 436 858 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

Módulo de transmisión y recepción óptica por auto-inyección y sistema de red óptica pasiva de multiplexación por división en longitud de onda

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de comunicaciones y en particular, a un aparato transceptor (de transmisión-recepción) óptico y a un sistema de red óptica pasiva de multiplexación por división en longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network, WDM-PON) basado en el aparato transceptor óptico.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

A medida que se desarrollan, cada vez más, las tecnologías de comunicación de fibra óptica de alto ancho de banda y el coste de aplicación disminuye año tras año, las redes de acceso de fibras se hacen cada vez más competitivas para las redes de acceso de banda ancha de la siguiente generación. Entre las redes de acceso de fibras, las redes ópticas pasivas (PONs) son especialmente competitivas. En general, una estructura específica de un sistema de red óptica pasiva puede referirse a la Figura 1, el sistema de red óptica pasiva incluye un terminal de línea óptica OLT (Optical Line Terminal) situado en una oficina central, una red de distribución óptica ODN (Optical Distribution Network) para derivación/acoplamiento o multiplexación/desmultiplexación y múltiples unidades de red óptica ONUs (Optical Network Units) situadas en extremos usuarios. Las redes PONs pueden clasificarse en diferentes tipos de categorías en función de diferentes puestas en práctica, en donde los sistemas de WDM-PON, que utilizan la tecnología de WDM, van ganando mucha atención debido a sus ventajas operativas tales como una gran capacidad de ancho de banda y la seguridad de información de la comunicación cuasi punto a punto. Sin embargo, la red WDM-PON tiene un alto coste en comparación con las redes de acceso de fibras que utilizan tecnologías TDM (Multiplexación por División de Tiempo), tales como EPON y GPON, en donde el coste excesivo de una fuente de luz es un factor importante que causa el coste excesivo del sistema de red WDM-PON completo.

15

20

25

La red WDM-PON utiliza una disposición de red matricial de guía de ondas AWG (Arrayed Waveguide Grating) o un encaminador de red de guía de ondas WGR (Waveguide Grating Router) en el extremo usuario estando las longitudes de onda en los puertos de AWG o puertos de WGR conectadas a unidades ONUs de extremos usuarios que son diferentes y por lo tanto, diferentes unidades ONUs necesitan utilizar un módulo transceptor óptico, con diferentes longitudes de onda, lo que se denomina como módulos ópticos coloreados en el campo de las comunicaciones ópticas. El uso de los módulos ópticos coloreados en las unidades ONUs puede hacer que se considere a las unidades ONUs como de uso no frecuente y al mismo tiempo, aportan dificultades a las distribuciones de servicios de un operador así como un problema de almacenamiento. Con el fin de resolver el problema de las unidades ONUs coloreadas, se ofrece una fuente de luz incolora de red WDM-PON en este sector industrial, es decir, un módulo transceptor de unidad ONU que es independiente de una longitud de onda, siendo una longitud de onda de emisión puede ser automáticamente adaptada a la longitud de onda de un puerto de AWG o WGR conectado, de modo que el módulo transceptor de ONU pueda conseguir su acoplamiento enchufable en cualquier puerto de AWG o de WGR.

30

35

40

Con el fin de conseguir el módulo transceptor de ONU incoloro de la red WDM-PON, se proponen múltiples soluciones en este sector, incluyendo un láser de fibra de auto-generación. Haciendo referencia a la Figura 2, se ilustra un diagrama esquemático de un sistema de red WDM-PON que utiliza un láser de auto-generación. En el sistema de WDM-PON, después de que una señal óptica en el modo multi-longitudinal sea emitida por un láser de enclavamiento por auto-inyección de una unidad ONU de extremo usuario se filtra por una red AWG en un nodo remoto (RN), solamente una señal óptica de una longitud de onda correspondiente puede efectuar una permeación de la red RN-AWG e introducir un espejo de reflexión parcial (PRM) dispuesto en una fibra de unión. Debido a la presencia del espejo de reflexión parcial, una parte de la luz se refleja de nuevo y se re-inyecta en el láser de enclavamiento de auto-inyección. Una cavidad de ganancia de amplificación del láser de enclavamiento de auto-inyección amplifica la luz reflejada de nuevo y luego, transmite la luz amplificada y dicha oscilación de trayectoria de ida y vuelta, se realiza múltiples veces. En consecuencia, el láser de enclavamiento de auto-inyección y el espejo de reflexión parcial forman, de modo cooperativo, un láser de auto-generación de cavidad externa y una cavidad de oscilación de resonancia láserica se forma entre ellos y se proporciona, a la salida, una señal óptica estable. Después de que los datos de enlace ascendente del terminal ONT sean modulados para la señal óptica, los datos de enlace ascendente de la unidad ONU pueden, además, pasar a través de la fibra de unión y desmultiplexarse por una red AWG en una oficina central (CO) y luego, proporcionarse a un receptor (Rx) correspondiente de un terminal OLT. De modo similar, una señal óptica de enlace descendente, emitida por el terminal OLT, es objeto de desmultiplexación por la red RN-AWG y luego, se proporciona a un receptor de una unidad ONU correspondiente.

45

50

55

60

Aunque la solución anterior puede conseguir el transceptor óptico incoloro, la red AWG necesita realizar funciones de filtrado intra-cavidad para un extremo transmisor y de desmultiplexación para un extremo receptor al mismo tiempo. En cuanto al extremo transmisor, cada canal de la AWG se utiliza como un filtro intra-cavidad del láser auto-generación, lo que exige que una curva de filtrado del canal AWG tenga un ancho de banda estrecho y presente una máxima transmisibilidad a una longitud de onda central del canal. En cuanto al extremo receptor, la red AWG funciona como un dispositivo de desmultiplexación, lo que requiere que el canal de AWG presente un amplio ancho de banda y una curva

65

de transmisión sea plana en el canal. Debido a las dos exigencias contradictorias, el transceptor óptico y el sistema WDM-PON, que están basados en el láser de auto-generación, y no satisfacen la demanda en su aplicación práctica.

El documento US 2004/067069 A1 da a conocer un sistema de red óptica pasiva de multiplexación por división en longitud de onda densa (DWDM-PON) que utiliza el enclavamiento de auto-inyección de diodos láser de Fabry-Perot, en donde las señales ópticas de salida, de diferentes longitudes de onda, son realimentadas parcialmente por un espejo parcial, con el fin de proporcionar un enclavamiento de inyección de los diodos láser de Fabry-Perot, respectivamente. La publicación de patente de Estados Unidos nº 2008/187314 (US2008/187314) da a conocer un sistema de red de acceso óptica en donde un amplificador óptico de semiconductores reflectivo (RSOA) se utiliza como la fuente de luz para cada abonado. En el sistema de red de acceso óptica, un formato de modulación de Manchester se utiliza como un formato de modulación para una señal de flujo descendente en un sistema de red de acceso óptico en donde se utiliza un amplificador RSOA como la fuente de luz para cada abonado.

SUMARIO DE LA INVENCION

Formas de realización de la presente invención dan a conocer un aparato transceptor óptico y un sistema WDM-PON basado en el aparato transceptor óptico para resolver el problema de rendimiento deficiente en las técnicas existentes.

Un aparato transceptor óptico incluye una pluralidad de medios de ganancia de amplificación, una pluralidad de convertidores fotoeléctricos, al menos una red matricial de guía de ondas AWG y un espejo de reflexión parcial, en donde al menos una AWG incluye dos puertos comunes y una pluralidad de puertos de derivación. Uno de los puertos comunes funciona como un puerto de envío de señales y el otro de los puertos comunes funciona como un puerto de recepción de señales. El ancho de banda del puerto de envío de señales es menor que el del puerto de recepción de señales. La pluralidad de medios de ganancia de amplificación y la pluralidad de convertidores fotoeléctricos están ambos respectivamente conectados a la pluralidad de puertos de derivación de la red AWG, estando el espejo de reflexión parcial conectado al puerto de envío de señales de la red AWG. La red AWG y el espejo de reflexión parcial están configurados para realizar, de forma cooperativa, el enclavamiento de auto-inyección de longitud de onda en una señal óptica proporcionada por el medio de ganancia de amplificación y proporcionan, a la salida, la señal óptica a través del puerto de envío de señales. Además, la AWG está configurada, además, para desmultiplexar una señal óptica recibida por el puerto de recepción de señales hacia un puerto de derivación correspondiente.

Un sistema de red óptica pasiva de multiplexación por división en longitud de onda incluye un aparato transceptor óptico en una oficina central y un aparato transceptor óptico en un extremo usuario, en donde el aparato transceptor óptico en la oficina central y el aparato transceptor óptico en el extremo usuario incluyen, cada uno de ellos, el aparato transceptor óptico antes citado.

Un sistema de red óptica pasiva de multiplexación por división en longitud de onda incluye un terminal de línea óptica situado en una oficina central y una pluralidad de unidades de red óptica situadas en un extremo usuario, en donde el terminal de línea óptica está conectado a las unidades de red óptica por intermedio de fibras, comprendiendo el terminal de línea óptica al menos uno de los aparatos transceptores ópticos antes citados.

Puede deducirse de las soluciones técnicas anteriores que la red AWG del aparato transceptor óptico, dado a conocer las formas de realización de la presente invención, presenta dos puertos comunes, esto es, el puerto de envío de señales y el puerto de recepción de señales y el ancho de banda del puerto de envío de señales es menor que el del puerto de recepción de señales, de modo que la red AWG puede utilizar diferentes puertos comunes, respectivamente, en la emisión y recepción de una señal óptica. Puesto que el ancho de banda del puerto de envío de señales es estrecho, un valor máximo de transmisión del puerto de envío de señales es idéntico a una longitud de onda central de un canal de AWG, lo que mejora efectivamente el rendimiento de transmisión de señales. El ancho de banda de canal correspondiente al puerto de recepción de señales es amplio, lo que puede garantizar que sea buena la calidad de una señal recibida después de la desmultiplexación. Por lo tanto, en comparación con la técnica anterior, se mejora el rendimiento del aparato transceptor óptico y del sistema de WDM-PON, dados a conocer en formas de realización de la presente invención.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Para ilustrar las soluciones técnicas según las formas de realización de la presente invención, o en la técnica anterior con mayor claridad, se introducen brevemente, a continuación, los dibujos adjuntos para describir las formas de realización o la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos en la descripción siguiente son algunas formas de realización de la presente invención y los expertos en esta técnica pueden obtener otros dibujos a partir de los dibujos adjuntos sin necesidad de esfuerzos creativos.

La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de red óptica pasiva;

La Figura 2 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de WDM-PON;

La Figura 3 es un diagrama estructural esquemático de un aparato transceptor óptico según una forma de realización de la presente invención;

5 La Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de WDM-PON según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de WDM-PON según otra forma de realización de la presente invención;

10 La Figura 6 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de WDM-PON según otra forma de realización de la presente invención;

La Figura 7 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de WDM-PON según otra forma de realización de la presente invención y

15 La Figura 8 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de WDM-PON según otra forma de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

20 La solución técnica de la presente invención se describe, de forma clara y completa, a continuación, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Es evidente que las formas de realización, que se van a describir, son solamente una parte de todas las formas de realización de la presente invención. Todas las demás formas de realización obtenidas por expertos en esta técnica sobre la base de las formas de realización de la presente invención, sin necesidad de esfuerzos creativos, caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

Según se describió con anterioridad, en un sistema de WDM-PON, representado en la Figura 2, una red AWG realiza las funciones de formar un filtro intra-cavidad para un extremo transmisor y un desmultiplexor para un extremo receptor. Puesto que las dos funciones tienen requisitos contradictorios sobre el ancho de banda, para la aplicabilidad para el envío y recepción de una señal óptica al mismo tiempo, en este sector, debe establecerse una solución de compromiso cuando se selecciona un ancho de banda de un puerto común de la red AWG, lo que da lugar a un rendimiento deficiente de un aparato transceptor óptico y de un sistema de WDM-PON basado en un láser de auto-generación actual.

30 Con el fin de resolver el problema del rendimiento deficiente del sistema de WDM-PON en la técnica anterior, una forma de realización de la presente invención da a conocer un aparato transceptor óptico, en donde el aparato transceptor óptico puede ser un módulo transceptor óptico de auto-inyección e incluir un transmisor y un receptor.

Haciendo referencia a la Figura 3, el transmisor del aparato transceptor óptico incluye un medio de ganancia de amplificación 11, una red AWG 2 y un espejo de reflexión parcial 12. La red AWG 2 incluye un puerto de derivación 22 conectado al medio de ganancia de amplificación 11 y un puerto de envío de señales 13 conectado al espejo de reflexión parcial 12, en donde un canal de longitud de onda del puerto de derivación 22 está en correspondencia con una longitud de onda de servicio del transmisor y el puerto de envío de señales 13 está configurado para enviar una señal óptica proporcionada por el medio de ganancia de amplificación 11 hacia una fibra de unión 4. El receptor del aparato transceptor óptico incluye un convertidor fotoeléctrico 21 y una red AWG 2. La red AWG 2 está conectada al convertidor fotoeléctrico 21 a través del puerto de derivación 22 y la red AWG 2 puede estar, además, dispuesta con un puerto de recepción de señales 23 configurado para recibir la señal óptica desde la fibra de unión 4.

En esta forma de realización, el transmisor y el receptor pueden compartir la red AWG 2, a modo de ejemplo, la red AWG 2 puede funcionar como un filtro del transmisor en un aspecto, estar configurada para limitar una longitud de onda de la señal óptica transmitida por el transmisor a la longitud de onda de servicio del aparato transceptor óptico y puede funcionar como un desmultiplexor del receptor en otro aspecto, configurado para desmultiplexar la señal óptica recibida desde la fibra de unión 4 hacia el puerto de derivación correspondiente 22, de modo que la señal óptica sea recibida por el convertidor fotoeléctrico 21.

55 En una forma de realización específica, el aparato transceptor óptico puede incluir, además, un circulador 1. El puerto de envío de señales 13 y el puerto de recepción de señales 23 de la AWG 2 pueden estar conectados a la fibra de unión 4 a través del circulador 1. Además, el espejo de reflexión parcial 12 puede estar dispuesto entre el puerto de envío de señales 13 y el circulador 1. El circulador 1 puede proporcionar la señal óptica desde el puerto de envío de señales 13 hacia la fibra de unión 4 y proporcionar la señal óptica desde la fibra de unión 4 al puerto de recepción de señales 23. En otras formas de realización alternativas, el circulador puede sustituirse por un multiplexor por división en longitud de onda.

Además, el ancho de banda del puerto de envío de señales 13 es menor que el ancho de banda del puerto de recepción de señales 23, a modo de ejemplo, el ancho de banda de 3 dB del puerto de envío de señales 13 puede ser relativamente estrecho, con el fin de mejorar la función de filtrado para el transmisor del aparato transceptor óptico y el

65

ancho de banda de 3 dB del puerto de recepción de señales 23 puede ser relativamente amplio, con el fin de mejorar la función de desmultiplexación para el receptor del aparato transceptor óptico.

Más concretamente, tomando, a modo de ejemplo, un aparato transceptor óptico de un terminal OLT dispuesto en una oficina central de un sistema de WDM-PON, el aparato transceptor óptico puede enviar una señal óptica de enlace descendente a una unidad ONU de extremo usuario por intermedio de la fibra de unión 4 conectada al aparato transceptor óptico y recibir una señal óptica de enlace ascendente desde la unidad ONU del extremo usuario. En una forma de realización de la presente invención, dos tipos de puertos comunes están dispuestos en la red AWG 2 del aparato transceptor óptico, esto es, el puerto de envío de señales 13 y el puerto de recepción de señales 23. El puerto de envío de señales 13 está configurado para enviar la señal óptica de enlace descendente y el puerto de recepción de señales 23 está configurado para recibir la señal óptica de enlace ascendente. Puesto que el puerto de envío de señales 13 y un puerto de derivación correspondiente de la red AWG 2 forman, de modo cooperativo, un filtro de intra-cavidad de un láser de auto-inyección, con el fin de asegurar un espectro relativamente estrecho de la señal óptica de enlace descendente transmitida por el aparato transceptor óptico en la oficina central para mejorar la calidad de la señal, en la forma de realización de la presente invención, el puerto de envío de señales 13 puede diseñarse de modo que el ancho de banda de 3 dB del puerto de envío de señales 13 sea relativamente estrecho y el puerto de envío de señales 13 presente una transmisibilidad máxima en la longitud de onda central del canal. Más concretamente, el puerto de envío de señales 13 puede ser un puerto de tipo Gaussiano que tenga un ancho de banda de 3 dB estrecho.

Para el puerto de recepción de señales 23, configurado para recibir la señal óptica de enlace ascendente, en la forma de realización de la presente invención, el puerto de recepción de señales 23 puede diseñarse de modo que el ancho de banda de 3 dB del puerto de recepción de señales 23 sea relativamente amplio, esto es, la longitud de onda de la banda de paso del puerto de recepción de señales 23 presente una pequeña variación de transmisibilidad en un margen amplio de modo que el aparato transceptor óptico tenga un buen rendimiento en recepción cuando se recibe la señal óptica de enlace ascendente. Más concretamente, el puerto de recepción de señales 23 puede ser un puerto de tipo plano que presente un amplio ancho de banda de 3 dB. Debe entenderse que el “ancho de banda de 3 dB amplio” y el “ancho de banda de 3 dB estrecho” son términos relativos y el ancho de banda específico puede configurarse en función del número de los canales de longitud de onda de la red AWG 2. Con el fin de asegurar el rendimiento del aparato transceptor óptico, en la forma de realización de la presente invención, el ancho de banda de 3 dB del puerto de envío de señales 13 es al menos menor que el ancho de banda de 3 dB del puerto de recepción de señales 23.

Para conocer mejor la forma de realización de la presente invención, se describe, a continuación, una operación del aparato transceptor óptico.

Más concretamente, en una forma de realización de la presente invención, un transmisor puede incluir un medio de ganancia de amplificación 11, la red AWG 2 y el espejo de reflexión parcial 12. Un puerto de derivación 22 conectado al medio de ganancia de amplificación 11 y un puerto de envío de señales 13 conectado al espejo de reflexión parcial 12 están dispuestos en la red AWG 2. EL puerto de envío de señales 13 está conectado, además, a un circulador 1 o un multiplexor por división en longitud de onda y el circulador 1 o el multiplexor por división en longitud de onda está conectado, además, a una fibra de unión 4. De este modo, cuando el aparato transceptor óptico envía una señal óptica de enlace descendente, el medio de ganancia de amplificación 11 es estimulado y comienza a emitir una señal óptica ASE (Emisión Espontánea Amplificada). Después de que la señal óptica ASE pase a través de un canal de longitud de onda de la red AWG 2, las señales ópticas más allá del canal de longitud de onda correspondiente son objeto de filtrado o de pérdida y por lo tanto, solamente una señal óptica con una longitud de onda dentro de un margen de banda de paso, determinado por el puerto de derivación 22 y el puerto de envío de señales 13 de la red AWG 2, puede pasar a través de la AWG 2. A continuación, la señal óptica se transmite al espejo de reflexión parcial 12 por intermedio del puerto de envío de señales 13, en donde una parte de la señal óptica se refleja por el espejo de reflexión parcial 12, inyectada en el medio de ganancia de amplificación 11 y se amplifica de nuevo. Dicha trayectoria de ida y vuelta se realiza múltiples veces. De este modo, dichas trayectorias de ida de vuelta de la señal óptica, entre el medio de ganancia de amplificación 11 y el espejo de reflexión parcial 12, durante múltiples veces, da lugar a una amplificación de oscilación de resonancia y por último, permite que la señal óptica generada por el transmisor funcione a una longitud de onda de un máximo de transmisión que se determina por el puerto de envío de señales 13 y el puerto de derivación 22, con lo que se forma una señal óptica de enlace descendente que puede enviarse a través del puerto de envío de señales 13. Después de pasar a través del puerto de envío de señales 13, la señal óptica de enlace descendente se envía, además, a la fibra de unión 4 a través del circulador 1 o del multiplexor por división en longitud de onda y se transmite por la fibra de unión 4 a una unidad ONU correspondiente en el extremo usuario.

En la forma de realización de la presente invención, el puerto de envío de señales 13 funciona para formar un filtro intra-cavidad en el transmisor y por lo tanto, el diseño de ancho de banda y la optimización del puerto de envío de señales 13 puede realizarse, por separado, para permitir que el ancho de banda deseado sea relativamente estrecho y un máximo de transmisión sea prácticamente idéntico a una longitud de onda central del canal de AWG correspondiente, con lo que se mejora efectivamente el rendimiento de la transmisión de la señal.

Posteriormente, en una forma de realización de la presente invención, un receptor puede incluir el convertidor fotoeléctrico 21 y la red AWG 2. El puerto de derivación 22 conectado al convertidor fotoeléctrico 21 y un puerto de recepción de señales 23 están dispuestos, además, en la AWG 2. El puerto de recepción de señales 23 está conectado

a un circulador 1 o a un multiplexor por división en longitud de onda y el circulador 1 o el multiplexor por división en longitud de onda está conectado, además, a la fibra de unión 4. De este modo, una señal óptica de enlace ascendente se transmite desde la fibra de unión 4 al circulador 1 o al multiplexor por división en longitud de onda y a continuación, se conduce, además, al puerto de recepción de señales 23 mediante el circulador 1 o el multiplexor por división en longitud de onda. La red AWG 2 efectúa la desmultiplexación de la señal óptica de enlace ascendente hacia el puerto de derivación 22 correspondiente al receptor y la señal óptica se transmite al convertidor fotoeléctrico 21, en el receptor, por intermedio del puerto de derivación 22 de la red AWG 2. Más concretamente, en la forma de realización de la presente invención, el convertidor fotoeléctrico 21 puede ser un diodo fotoeléctrico.

A modo de ejemplo, cuando el aparato transceptor óptico recibe la señal óptica de enlace ascendente, la señal óptica de enlace ascendente, transmitida por la fibra de unión 4, puede pasar a través del circulador 1, entrar en el puerto de recepción de señales de tipo plano 23 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio, siendo desmultiplexada por la red AWG 2 para el puerto de derivación correspondiente 22 y luego, se proporciona por un multiplexor por división en longitud de onda al convertidor fotoeléctrico 21. Como en la forma de realización de la presente invención, el puerto de recepción de señales 23 está configurado por separado, e independiente del puerto de envío de señales 12, pudiendo diseñarse el ancho de banda de canal correspondiente al puerto de recepción de señales 23 para ser relativamente amplio y una curva de transmisión del puerto de recepción de señales 23 es plana, por lo que será buena la calidad de la señal recibida después de la desmultiplexación.

En la forma de realización de la presente invención, dos tipos de puertos comunes están configurados en la red AWG en el aparato transceptor óptico, esto es, un puerto de envío de señales con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho y un puerto de recepción de señales con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio, de modo que la red AWG pueda utilizar diferentes puertos comunes para la transmisión de señales ópticas y su recepción, respectivamente. Además, el ancho de banda de 3 dB del puerto de envío de señales está diseñado para ser relativamente estrecho y el ancho de banda de 3 dB del puerto de recepción de señales está diseñado para ser relativamente amplio, con lo que se garantiza la calidad de la recepción y transmisión de señales ópticas del aparato transceptor óptico. En consecuencia, en la forma de realización de la presente invención, los diseños de optimización del ancho de banda pueden realizarse, por separado, en el puerto de recepción de señales y en el puerto de envío de señales del aparato transceptor óptico, lo que mejora notablemente el rendimiento del aparato transceptor óptico.

Preferentemente, en una forma de realización de la presente invención, el medio de ganancia de amplificación en el transmisor puede incluir concretamente un IL FP-LD (Diodo láser de Fabry-Perot enclavado por inyección) o un RSOA (Amplificador Óptico de Semiconductores Reflectivo).

En una forma de realización de la presente invención, el espejo de reflexión parcial puede ser, además, un espejo de rotador de Faraday. Más concretamente, un receptáculo de Faraday unidireccional de 45° puede añadirse antes del espejo de reflexión parcial para formar un espejo de rotador de Faraday (FRM). De este modo, después de que la señal óptica ASE transmitida, por el transmisor, se refleje en el espejo de rotador de Faraday, una dirección de polarización de la señal óptica se gira en un ángulo de 90°. De este modo, un modo de TE de la señal óptica emitida desde un transceptor de láser se convierte en un modo TM después de reflejarse por el FRM y el modo TM emitido de la señal óptica se convierte en el modo TE después de reflejarse por el espejo de rotador de Faraday. Por lo tanto, la correlación de la ganancia de polarización en un transceptor de láser de auto-inyección resulta disminuida, lo que mejora la capacidad del aparato transceptor óptico en resistir a la interferencia de polarización aleatoria en la forma de realización de la presente invención.

El aparato transceptor óptico, dado a conocer en las formas de realización de la presente invención puede aplicarse, además, en las unidades ONUs en el extremo usuario en el sistema de WDM-PON. Una estructura específica del aparato transceptor óptico es similar a la estructura del aparato transceptor óptico en la oficina central. La diferencia solamente radica en que, para el aparato transceptor óptico en la unidad ONU del extremo usuario, el receptor está configurado para recibir la señal óptica de enlace descendente y el transmisor está configurado para enviar la señal óptica de enlace ascendente. Además, el medio de ganancia de amplificación del aparato transceptor óptico, en la oficina central, presenta una función de amplificación de ganancia para una banda de ondas de enlace descendente y el medio de ganancia de amplificación del aparato transceptor óptico, en el extremo usuario, presenta una función de amplificación de la ganancia para una banda de ondas de enlace ascendente. La red AWG del aparato transceptor óptico, en el extremo usuario, presenta las funciones de multiplexación de la banda de ondas de enlace ascendente y la desmultiplexación de la banda de ondas de enlace descendente.

En la forma de realización ilustrada en la Figura 3, con el fin de asegurar el ancho de banda de 3 dB del puerto de envío de señales 13 menor que el ancho de banda de 3 dB del puerto de recepción de señales 23, concretamente, una guía de ondas de un extremo de envío de señales de la red AWG 2 está diseñada para presentar una estructura cónica invertida, esto es, una guía de ondas próxima a un círculo de Roland de la red AWG 2 es estrecha y una guía de ondas en un extremo de salida es amplia, de modo que el ancho de banda de 3 dB del puerto de envío de señales sea estrecho. Además, en la forma de realización ilustrada en la Figura 3, el ancho de banda del puerto de envío de señales 13 menor que el del puerto de recepción de señales 23 puede conseguirse por intermedio de algunas otras maneras, a modo de ejemplo, el ancho de banda de 3 dB del puerto de recepción de señales puede aumentarse disponiendo una estructura

de guía de ondas cónica, una estructura de interferómetro de Mach-Zehnder o un acoplador de multimodo en el puerto de recepción de señales 23 o mediante una disposición en cascada de múltiples redes AWGs.

Además, en la forma de realización de la presente invención, el puerto de envío de señales y el puerto de recepción de señales, que presentan anchos de banda diferentes, pueden conseguirse también utilizando dos redes AWG con diferentes anchos de banda de 3 dB. Es decir, las dos redes AWGs con diferente ancho de banda de 3 dB funcionan, respectivamente, como una AWG de recepción de señales y una AWG de envío de señales. Más concretamente, un puerto común de la red AWG con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho funciona como el puerto de recepción de señales y la red AWG se refiere como la AWG receptora de señales. Un puerto común de la red AWG con ancho de banda de 3 dB, que es relativamente amplia, funciona como el puerto de envío de señales y la red AWG se refiere como la AWG de envío de señales.

Además, en una forma de realización de la presente invención, el puerto de envío de señales y el puerto de recepción de señales, que presentan diferentes anchos de banda, pueden conseguirse también mediante el uso de dos AWGs con el mismo ancho de banda de 3 dB y un solo filtro periódico con ancho de banda estrecho. Más concretamente, en las dos AWGs con el mismo ancho de banda de 3 dB, un puerto común de una AWG de envío de señales puede conectarse al filtro periódico con un ancho de banda de 3 dB estrecho, a modo de ejemplo, un escalón operativo de Fabry-Perot, de modo que la señal óptica enviada por la AWG de envío de señales tenga un ancho de banda de 3 dB que sea relativamente estrecho. La otra AWG puede funcionar como una AWG de recepción de señales y el ancho de banda de 3 dB de la AWG de recepción de señales es mayor que el de la AWG de envío de señales.

Sobre la base del aparato transceptor óptico, una forma de realización de la presente invención da a conocer, además, un sistema de WDM-PON. El sistema de WDM-PON puede incluir múltiples aparatos transceptores ópticos en una oficina central y múltiples aparatos transceptores ópticos en extremos usuarios. El aparato transceptor óptico, dado a conocer en las anteriores formas de realización, puede utilizarse como los aparatos transceptores ópticos en la oficina central y los aparatos transceptores ópticos en los extremos usuarios. Los aparatos transceptores ópticos en la oficina central pueden estar dispuestos en un terminal OLT y pueden funcionar como aparatos transceptores ópticos del terminal OLT. Los aparatos transceptores ópticos en los extremos usuarios pueden disponerse, por separado, en los extremos usuarios y funcionan como aparatos transceptores ópticos de las unidades ONUs. Cada uno de los aparatos transceptores ópticos del terminal OLT corresponde al aparato transceptor óptico de una unidad ONU respectiva y la longitud de onda de operación del aparato transceptor óptico del terminal OLT es la misma que la correspondiente de los aparatos transceptores ópticos de la unidad ONU.

Más concretamente, haciendo referencia a la Figura 4, el aparato transceptor óptico en la oficina central puede incluir una red AWG 102 y un espejo de reflexión parcial 112. La red AWG 102 incluye múltiples puertos de derivación 122 y dos puertos comunes, estando los dos puertos comunes configurados, respectivamente, como un puerto de recepción de señales 123 y un puerto de envío de señales 113. Cada uno de los puertos de derivación 122 está conectado a un medio de ganancia de amplificación 111 y a un convertidor fotoeléctrico 121 por intermedio de un multiplexor por división en longitud de onda. El puerto de envío de señales 113 tiene una curva de filtrado de tipo Gaussiano o de tipo semi-Gaussiano y presenta un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho. El puerto de recepción de señales 123 presenta una curva de filtrado de tipo plano y tiene un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio.

El aparato transceptor óptico, en el extremo usuario, incluye una red AWG 202 y un espejo de reflexión parcial 212. La AWG 202 incluye múltiples puertos de derivación 222 y dos puertos comunes y los dos puertos comunes están configurados, respectivamente, como un puerto de envío de señales 213 y un puerto de recepción de señales 223. Cada uno de los puertos de derivación 222 está conectado a un medio de ganancia de amplificación 211 y a un convertidor fotoeléctrico 221 por intermedio de un multiplexor por división en longitud de onda. El puerto de envío de señales 213 presenta una curva de filtrado de tipo Gaussiano o de tipo semi-Gaussiano y tiene un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho. El puerto de recepción de señales 223 presenta una curva de filtrado de tipo plana y tiene un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio.

En el aparato transceptor óptico en la oficina central, ilustrado en la Figura 4, cada uno de los puertos de derivación 122 está conectado a un medio de ganancia de amplificación 111 y aún convertidor fotoeléctrico 121 por intermedio de un multiplexor por división en longitud de onda, esto es, los puertos de derivación de la AWG 102 están conectados, en forma correspondiente, a los medios de ganancia de amplificación 111 y a los convertidores fotoeléctricos 121, uno a uno. Dicho de otro modo, un primer medio de ganancia de amplificación y un primer convertidor fotoeléctrico están conectados a un primer puerto de derivación, un segundo medio de ganancia de amplificación y un segundo convertidor fotoeléctrico están conectados a un segundo puerto de derivación y la conexión de los demás puertos de derivación puede deducirse por analogía. Una localización del puerto de envío de señales 113 del aparato transceptor óptico en la oficina central en un círculo de Roland de la AWG 102 está en correspondencia con una localización del puerto de recepción de señales 223 del aparato transceptor óptico en el extremo usuario en el círculo de Roland de la AWG 202. Una localización del puerto de recepción de señales 123 del aparato transceptor óptico en la oficina central en el círculo de Roland de la AWG 102 está en correspondencia con una localización del puerto de envío de señales 213 del aparato transceptor óptico en el extremo usuario en el círculo de Roland de la AWG 202.

De este modo, una señal óptica de enlace descendente, generada por el aparato transceptor óptico en la oficina central, se envía desde el puerto de envío de señales 113 a una fibra de unión por intermedio del espejo de reflexión parcial 112, entra en el puerto de recepción de señales 223 del aparato transceptor óptico en el extremo usuario y es objeto de desmultiplexación por la AWG 202 para un puerto de derivación correspondiente 222 y luego, se proporciona, y se recibe, por un convertidor fotoeléctrico 221 del aparato transceptor óptico correspondiente en el extremo usuario. De modo similar, en el extremo usuario, el espejo de reflexión parcial 212 está configurado en el aparato transceptor óptico en el extremo usuario. Una señal óptica de enlace ascendente, generada por el aparato transceptor óptico en el extremo usuario, se transmite desde el puerto de envío de señales 213 hacia la fibra de unión por intermedio del espejo de reflexión parcial 212, entra en el puerto de recepción de señales 123 del aparato transceptor óptico en la oficina central y es objeto de desmultiplexación por la AWG 102 hacia un puerto de derivación 122 correspondiente y luego, se proporciona a, y se recibe por, un convertidor fotoeléctrico 121 del aparato transceptor óptico correspondiente en la oficina central.

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de otra forma de realización de un sistema de WDM-PON basado en un aparato transceptor óptico de la presente invención. En esta forma de realización, una AWG empleada en los aparatos transceptores ópticos es una AWG de salto operativo 0 no de longitud de onda. Se supone que un aparato transceptor óptico en una oficina central y un aparato transceptor óptico en un extremo usuario incluyen 32 receptores y transmisores, una localización de un puerto de envío de señales 313 de una AWG 302, en un círculo de Roland de la AWG 302, corresponde a una localización de un puerto de envío de señales 413 de una AWG 402 en un círculo de Roland de la AWG 402 y una localización del puerto de recepción de señales 323 en un círculo de Roland de la AWG 302 corresponde a un puerto de envío de señales 423 en el círculo de Roland de la AWG 402. En una forma de realización, el puerto de recepción de señales 313 y el puerto de envío de señales 312 de la AWG 302 están espaciados por un canal de longitud de onda de la AWG 302 y el puerto de recepción de señales 413 y el puerto de envío de señales 412 de la AWG 402 están también espaciados por un canal de la AWG 402; las localizaciones del segundo a 33-ésimo puertos de derivación de la AWG 302 en el círculo de Roland de la AWG 302 están, respectivamente, en correspondencia con el primero a 32-ésimo puertos de derivación de la AWG 402 en el círculo de Roland de la AWG 402. El primer puerto de la AWG 302 es un puerto anterior adyacente al segundo puerto y el 34-ésimo puerto es un puerto adyacente siguiente al 33-ésimo puerto. De este modo, cuando una señal óptica de enlace descendente, enviada por un medio de ganancia de amplificación, en el aparato transceptor óptico en la oficina central, en donde el medio de ganancia de amplificación está conectado a un k -ésimo puerto de derivación ($k = 1, 2, \dots, 32$) del AWG 302, pasa a través de la AWG 402 del aparato transceptor óptico en el extremo usuario, la señal óptica de enlace descendente no puede ser objeto de desmultiplexación para un k -ésimo puerto de derivación (es decir, un k -ésimo usuario) de la AWG 402. Considerando lo que antecede, en esta forma de realización, para permitir la señal óptica de enlace descendente transmitida por el k -ésimo medio de ganancia de amplificación en el aparato transceptor óptico en la oficina central entre el k -ésimo puerto de derivación de la AWG 402 del aparato transceptor óptico en el extremo usuario, es decir, para permitir que la señal óptica de enlace descendente sea recibida por el k -ésimo convertidor fotoeléctrico en el aparato transceptor óptico en el extremo usuario, se pueden modificar las conexiones de fibras de la AWG 302 del aparato transceptor óptico en la oficina central. En cuanto a la manera de conexión de fibra específica, puede hacerse referencia a la Figura 5.

En la práctica, un posible valor de espaciamiento de canal entre el puerto de recepción de señales y el puerto de envío de señales de la AWG 302 puede ser 1, 2, 3 o similar. Al diseñar un modo de conexión entre el medio de ganancia de amplificación y el puerto de derivación de la AWG 302 en el aparato transceptor óptico en la oficina central, se supone que el espaciamiento de canal entre el puerto de recepción de señales y el puerto de envío de señales de la AWG 302 es m . En este caso, el k -ésimo medio de ganancia, en el aparato transceptor óptico en la oficina central, solamente necesita conectarse al $(k+2m)$ -ésimo puerto de derivación en la AWG 302. Con el fin de garantizar que la señal óptica de enlace ascendente enviada por el k -ésimo usuario del aparato transceptor óptico en el extremo usuario pueda entrar en el k -ésimo receptor en la oficina central, se requiere que la localización del m -ésimo puerto de la AWG 302 del aparato transceptor óptico, en la oficina central, en el círculo de Roland de la AWG 302 esté en correspondencia con la localización del primer puerto de la AWG 402 en el aparato transceptor óptico en el extremo usuario en el círculo de Roland de la AWG 402.

En esta forma de realización, con la modificación de la conexión entre el medio de ganancia de amplificación y el puerto de derivación de la AWG 302 en el aparato transceptor óptico en la oficina central, los puertos de derivación de la AWG 402 y los medios de ganancia de amplificación en el aparato transceptor óptico en el extremo usuario solamente necesitan conectarse, uno a uno, en correspondencia, según se indica en la Figura 5.

Más concretamente, la señal óptica de enlace descendente desde el aparato transceptor óptico en la oficina central entra en la fibra de unión por intermedio del puerto de transmisión 312 de la AWG 302 y luego, entra en el puerto de recepción de señales 423 de la AWG 402 en el aparato transceptor óptico en el extremo usuario. Puesto que en la forma de realización de la presente invención, la AWG utilizada en el aparato transceptor óptico es una AWG de salto operativo 0 no de longitud de onda, es decir, el canal del puerto de envío de señales de la AWG 302 es diferente del canal en el puerto de recepción de señales de la AWG 402. Más concretamente, a modo de ejemplo, en esta forma de realización, el espaciamiento de canales es 1; en este caso, una señal óptica de enlace descendente, enviada al $(k+2)$ -ésimo puerto de derivación de la AWG 302 puede ser objeto de desmultiplexación para el k -ésimo puerto de derivación de la AWG 402 en el aparato transceptor óptico en el extremo usuario. Por lo tanto, con el fin de garantizar que el aparato transceptor óptico

en la forma de realización de la presente invención pueda funcionar con normalidad, el k-ésimo medio de ganancia de amplificación en el aparato transceptor óptico en la oficina central está conectado, además, al (k+2)-ésimo puerto de derivación de la AWG 302. A modo de ejemplo, el primer medio de ganancia de amplificación del aparato transceptor óptico, en la oficina central, está conectado al tercer puerto de derivación de la AWG 302, el segundo medio de ganancia de amplificación está conectado al cuarto puerto de derivación de la AWG 302 y la conexión de los restantes medios de ganancia y puertos de derivación de la AWG 302 puede deducirse por analogía. Con esta configuración, el aparato transceptor óptico en el extremo usuario puede utilizar una AWG de 32 canales para formar 32 receptores y transmisores; sin embargo, en el aparato transceptor óptico en la oficina central, puesto que el 32-ésimo medio de ganancia necesita conectarse al 34-ésimo puerto de derivación de la AWG 302, la AWG 302 del aparato transceptor óptico, en la oficina central, necesita disponerse con al menos 34 puertos de derivación. En la práctica, puede utilizarse una AWG de 40 canales.

Haciendo referencia a la Figura 6, en otra forma de realización de la presente invención, una AWG utilizada por un sistema de WDM-PON puede ser también una AWG de salto operativo 0 de longitud de onda.

Más concretamente, la forma de realización ilustrada en la Figura 6 es similar a la forma de realización correspondiente en la Figura 5. La diferencia radica en que la AWG de un aparato transceptor óptico, en la forma de realización ilustrada en la Figura 6, es una AWG de salto operativo 0 de longitud de onda. Suponiendo que la AWG de salto operativo 0 de longitud de onda presenta N puertos de derivación en total, puesto que los puertos de la AWG de salto operativo 0 de longitud de onda presenta una característica de circulación, es decir, una k-ésima longitud de onda y una (k+N)-ésima longitud de onda pueden presentarse en el mismo puerto, una longitud de onda próxima a la de un N-ésimo canal de la AWG puede volverse a presentar en un primer canal y a continuación, continúa la circulación.

Cuando, a la vez, un aparato transceptor óptico en una oficina central y un aparato transceptor óptico en un extremo usuario emplean la misma AWG de salto operativo 0 de longitud de onda y dos puertos comunes de la AWG son dos canales adyacentes, con el fin de enviar una señal óptica de enlace descendente proporcionada por un primer medio de ganancia de amplificación, en el aparato transceptor óptico en la oficina central, hacia un convertidor fotoeléctrico conectado a un primer puerto de derivación en una AWG 602, un primer medio de ganancia 511, en el aparato transceptor óptico en la oficina central, puede conectarse a un segundo puerto de derivación en una AWG 502. Los modos de conexión de otros medios de ganancia de amplificación son similares a los del primer medio de ganancia, con la excepción del último medio de ganancia del aparato transceptor óptico en la oficina central. Más concretamente, un segundo medio de ganancia necesita conectarse a un tercer puerto de derivación en la AWG 502 y el resto puede deducirse por analogía. El último medio de ganancia de amplificación, en el aparato transceptor óptico en la oficina central, necesita conectarse al primer puerto de derivación en la AWG 502. De este modo, los convertidores fotoeléctricos 621, en el aparato transceptor óptico en el extremo usuario corresponden, respectivamente, a los medios de ganancia 511 de los transceptores de láser de fibra óptica de auto-inyección 500 en la oficina central.

Un segundo convertidor fotoeléctrico, en el aparato transceptor óptico en la oficina central, está conectado al primer puerto de derivación de la AWG 502, con el fin de recibir una señal óptica de enlace ascendente enviada por el primer medio de ganancia en el aparato transceptor óptico en el extremo usuario. Los modos de conexión de otros convertidores fotoeléctricos son similares a los modos de conexión del segundo convertidor fotoeléctrico, con la excepción del primer convertidor fotoeléctrico del aparato transceptor óptico en la oficina central. Más concretamente, un tercer convertidor fotoeléctrico del aparato transceptor óptico en la oficina central necesita conectarse al segundo puerto de derivación en la AWG 502 y el resto puede deducirse por analogía. El primer convertidor fotoeléctrico en el aparato transceptor óptico en la oficina central necesita conectarse a un puerto de derivación en la AWG 502.

En otra forma de realización de la presente invención, dos AWGs con diferentes anchos de banda de 3 dB puede combinarse, en donde un puerto común de la AWG con ancho de banda de 3 dB, es decir, relativamente estrecho, sirve como un puerto de envío de señales y un puerto común con un ancho de banda de 3 dB, que es relativamente amplio, sirve como un puerto de recepción de señales. De este modo, un reflector parcial está conectado al puerto de envío de señales para la AWG con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho y una señal recibida está conectada al puerto de recepción de señales de la AWG con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio.

Más concretamente, haciendo referencia a la Figura 7, un aparato transceptor óptico, en una oficina central, puede incluir una AWG 31 y una AWG 41 y las dos AWGs presentan diferentes anchos de banda de 3 dB, respectivamente. Un aparato transceptor óptico, en un extremo usuario, puede utilizar una AWG 51 que presenta dos puertos comunes con diferentes anchos de banda de 3 dB.

La AWG 31 incluye un puerto de envío de señales 33 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho y el puerto de envío de señales 33 está configurado para enviar una señal óptica de enlace descendente. La AWG 41 incluye un puerto de recepción de señales 43 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio y el puerto de recepción de señales 43 está configurado para recibir una señal óptica de enlace ascendente. La AWG 51 incluye un puerto de envío de señales 53 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho y un puerto de recepción de señales 56 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio.

5 En la forma de realización de la presente invención, la operación específica del aparato transceptor óptico en la oficina central y del aparato transceptor óptico en el extremo usuario es como sigue. Un primer medio de ganancia 32 del aparato transceptor óptico en la oficina central envía, a través de un primer puerto de derivación 34, una señal óptica de enlace descendente a lo largo del puerto de envío de señales 33 hacia una fibra de unión. Después de que el puerto de recepción de señales 56 de la AWG 51 reciba la señal óptica de enlace descendente, la señal óptica de enlace descendente entra en un primer puerto de derivación 54 del aparato transceptor óptico en el extremo usuario y luego, entra en un primer convertidor fotoeléctrico 52.

10 Un primer medio de ganancia 52 del aparato transceptor óptico en el extremo usuario envía, a través del primer puerto de derivación 54, una señal óptica de enlace ascendente a lo largo del puerto de envío de señales 53 hacia la fibra de unión. Después de que el puerto de recepción de señales 43 de la AWG 41 reciba la señal óptica de enlace ascendente, la señal óptica de enlace ascendente entra en un primer puerto de derivación 44 de la AWG 41 y luego, entra en el primer convertidor fotoeléctrico 42.

15 Además, en otra forma de realización de la presente invención, el aparato transceptor óptico en la oficina central y el aparato transceptor óptico en el extremo usuario pueden establecerse para formarse por dos AWGs. Más concretamente, haciendo referencia a la Figura 8, un aparato transceptor óptico en una oficina central puede incluir una AWG 61 y una AWG 71 y las dos AWGs presentan diferentes anchos de banda de 3 dB, respectivamente. Un aparato transceptor óptico en un extremo usuario, puede incluir una AWG 81 y una AWG 91 y las dos AWGs presentan diferentes anchos de banda de 3 dB, respectivamente.

20 La AWG 61 incluye un puerto de envío de señales 63 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho y el puerto de envío de señales 63 está configurado para enviar una señal óptica de enlace descendente. La AWG 71 incluye un puerto de recepción de señales 73 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio y el puerto de recepción de señales 73 está configurado para recibir una señal óptica de enlace ascendente. La AWG 81 incluye un puerto de envío de señales 83 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente estrecho y el puerto de envío de señales 83 está configurado para enviar una señal óptica de enlace ascendente. La AWG 91 incluye un puerto de recepción de señales 93 con un ancho de banda de 3 dB que es relativamente amplio y el puerto de recepción de señales 93 está configurado para recibir una señal óptica de enlace descendente.

30 En la forma de realización de la presente invención, una operación específica del aparato transceptor óptico en la oficina central y el aparato transceptor óptico en el extremo usuario es como sigue. Un primer medio de ganancia 62 del aparato transceptor óptico en la oficina central envía, a través de un primer puerto de derivación 64, una señal óptica de enlace descendente a lo largo del puerto de envío de señales 63 hacia una fibra de unión. Después de que el puerto de recepción de señales 93 de la AWG 91 reciba la señal óptica de enlace descendente, la señal óptica de enlace descendente entra en un primer puerto de derivación 94 de la AWG 91 y luego, entra en un primer convertidor fotoeléctrico 92.

40 Un primer medio de ganancia 82 del aparato transceptor óptico en el extremo usuario envía, a través de un primer puerto de derivación 84 de la AWG 81, una señal óptica de enlace ascendente a lo largo del puerto de envío de señales 83 hacia la fibra de unión. Después de que el puerto de recepción de señales 73 de la AWG 71 reciba la señal óptica de enlace ascendente, la señal óptica de enlace ascendente entra en un primer puerto de derivación 74 de la AWG 71, luego, entra en un primer convertidor fotoeléctrico 72 del aparato transceptor óptico en la oficina central.

45 En todas las formas de realización según la presente invención, una banda de ondas de enlace ascendente y una banda de ondas de enlace descendente pueden ser una banda de ondas FSR (margen espectral libre, Free Spectral Range) adyacente a la AWG o una banda de ondas de FSR no adyacente a la AWG.

50 Las formas de realización en esta especificación se describen en una forma progresiva. Cada forma de realización resalta la diferencia con respecto a otras formas de realización y para las partes idénticas o similares de las formas de realización puede hacerse referencia mutua. La descripción en el aparato dado a conocer en las formas de realización es simple porque el aparato está en correspondencia con el método dado a conocer en las formas de realización y puede hacerse referencia a la descripción en la parte del método.

55 Las descripciones sobre las formas de realización dadas a conocer permiten a los expertos en esta técnica poner en práctica o realizar la presente invención. Las modificaciones realizadas a la forma de realización son evidentes para los expertos en esta técnica y los principios generales aquí definidos pueden ponerse en práctica en otras formas de realización.

60

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un aparato transceptor óptico que comprende una pluralidad de medios de ganancia de amplificación (11), una pluralidad de convertidores fotoeléctricos (21), al menos una red matricial de guía de ondas, AWG (2) y un espejo de reflexión parcial (12),
- 10 en donde la al menos una red AWG comprende una pluralidad de puertos de derivación (22), estando la pluralidad de medios de ganancia de amplificación (11) y la pluralidad de convertidores fotoeléctricos (21) respectivamente conectados a la pluralidad de puertos de derivación (22) de la red AWG (2), caracterizado por cuanto que:
- 15 la al menos una red AWG (2) comprende, además, dos puertos comunes, funcionando uno de los puertos comunes como un puerto de envío de señales (13), el otro de los puertos comunes funciona como un puerto de recepción de señales (23), con el ancho de banda del puerto de envío de señales (13) siendo menor que el del puerto de recepción de señales (23);
- 20 en donde el espejo de reflexión parcial (12) está conectado al puerto de envío de señales (13) de la red AWG (2), estando la red AWG (2) y el espejo de reflexión parcial (12) configurados para realizar, de forma cooperativa, un enclavamiento de longitud de onda para auto-inyección en una señal óptica proporcionada por uno de los medios de ganancia de amplificación (11) y proporcionando, a la salida, la señal óptica a través del puerto de envío de señales (13); en donde la red AWG (2) está configurada, además, para desmultiplexar una señal óptica recibida por el puerto de recepción de señales (23) hacia un puerto de derivación (22) correspondiente.
- 25 **2.** El aparato transceptor óptico según la reivindicación 1 que comprende, además, un circulador (1) o un multiplexor por división en longitud de onda, en donde el puerto de recepción de señales (23) y el puerto de envío de señales (13) de la red AWG (2) están acoplados a una fibra de unión (4) por intermedio del circulador (1) o del multiplexor por división en longitud de onda y el espejo de reflexión parcial (12) está conectado entre el circulador (1) o el multiplexor por división en longitud de onda y el puerto de envío de señales (13).
- 30 **3.** El aparato transceptor óptico según la reivindicación 1, en donde el puerto de envío de señales (13) es un puerto de tipo gaussiano y el puerto de recepción de señales (23) es un puerto de tipo plano.
- 35 **4.** El aparato transceptor óptico según la reivindicación 3, en donde un valor máximo de transmisión del puerto de envío de señales (13) es idéntico a una longitud de onda central de un canal correspondiente de la red AWG (2) y una curva de transmisión del puerto de recepción de señales (23) es una curva de transmisión de tipo plano.
- 40 **5.** El aparato transceptor óptico según la reivindicación 1, en donde el puerto de recepción de señales (23) comprende una estructura de interferómetro de Mach-Zehnder, una estructura de guía de ondas cónica o un acoplador multimodo y el puerto de envío de señales (13) comprende una estructura de guía de ondas cónica invertida.
- 45 **6.** El aparato transceptor óptico según la reivindicación 1, en donde el espejo de reflexión parcial (12) comprende un espejo de rotador de Faraday.
- 50 **7.** El aparato transceptor óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la al menos una red AWG (2) comprende una AWG de envío de señales (31) y una AWG de recepción de señales (41); un puerto común (43) de la AWG de recepción de señales (41) funciona como el puerto de recepción de señales (23) y un puerto común (33) de la AWG de envío de señales (31) funciona como el puerto de envío de señales (13).
- 55 **8.** EL aparato transceptor óptico según la reivindicación 7 que comprende, además, un filtro periódico, en donde el filtro periódico está conectado al puerto común de la AWG de envío de señales y está configurado para reducir el ancho de banda del puerto común de la AWG de envío de señales, de modo que el ancho de banda del puerto común de la AWG de envío de señales es menor que el ancho de banda del puerto común de la AWG de recepción de señales.
- 60 **9.** Un sistema de red óptica pasiva de multiplexación por división en longitud de onda, que comprende un terminal de línea óptica situado en una oficina central y una pluralidad de unidades de red óptica situadas en extremos usuarios, en donde el terminal de línea óptica está conectado a las unidades de red óptica por intermedio de fibras y el terminal de línea óptica comprende al menos un aparato transceptor óptico según una de las reivindicaciones 1 a 8.

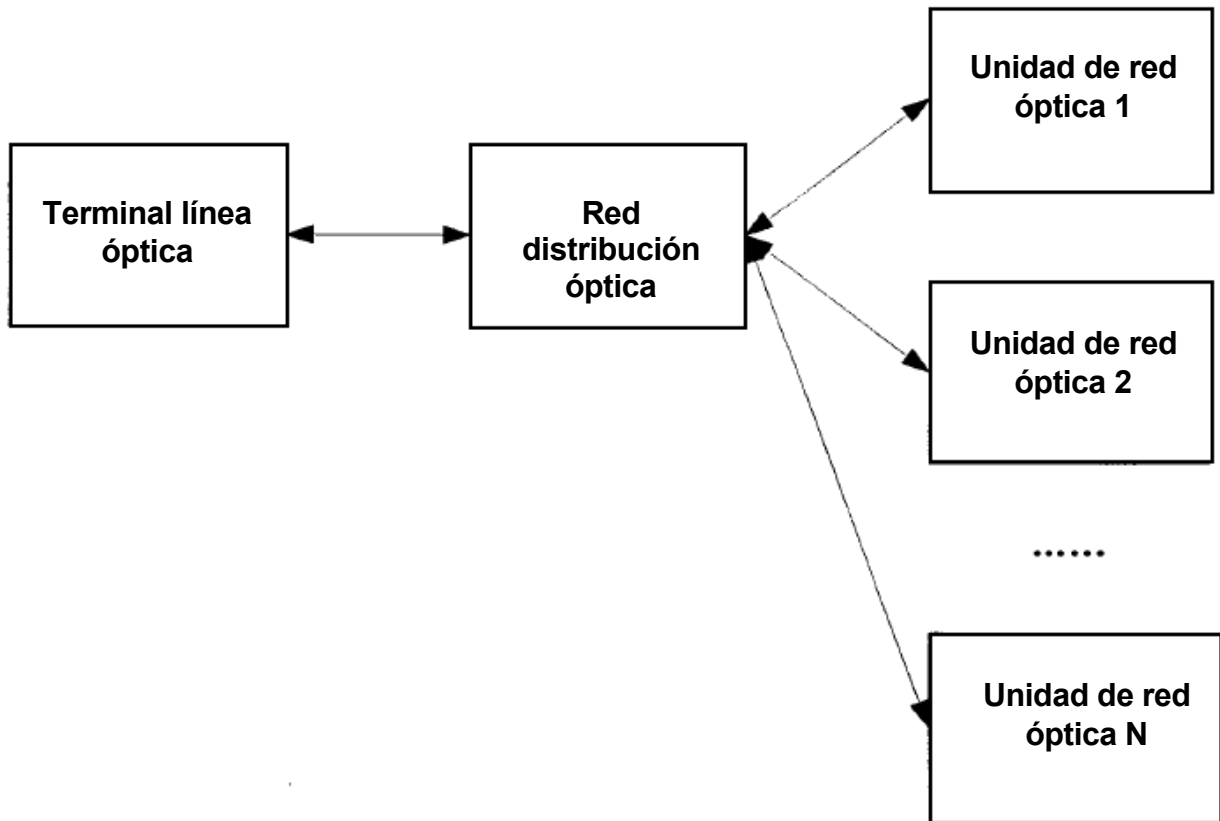


FIG. 1

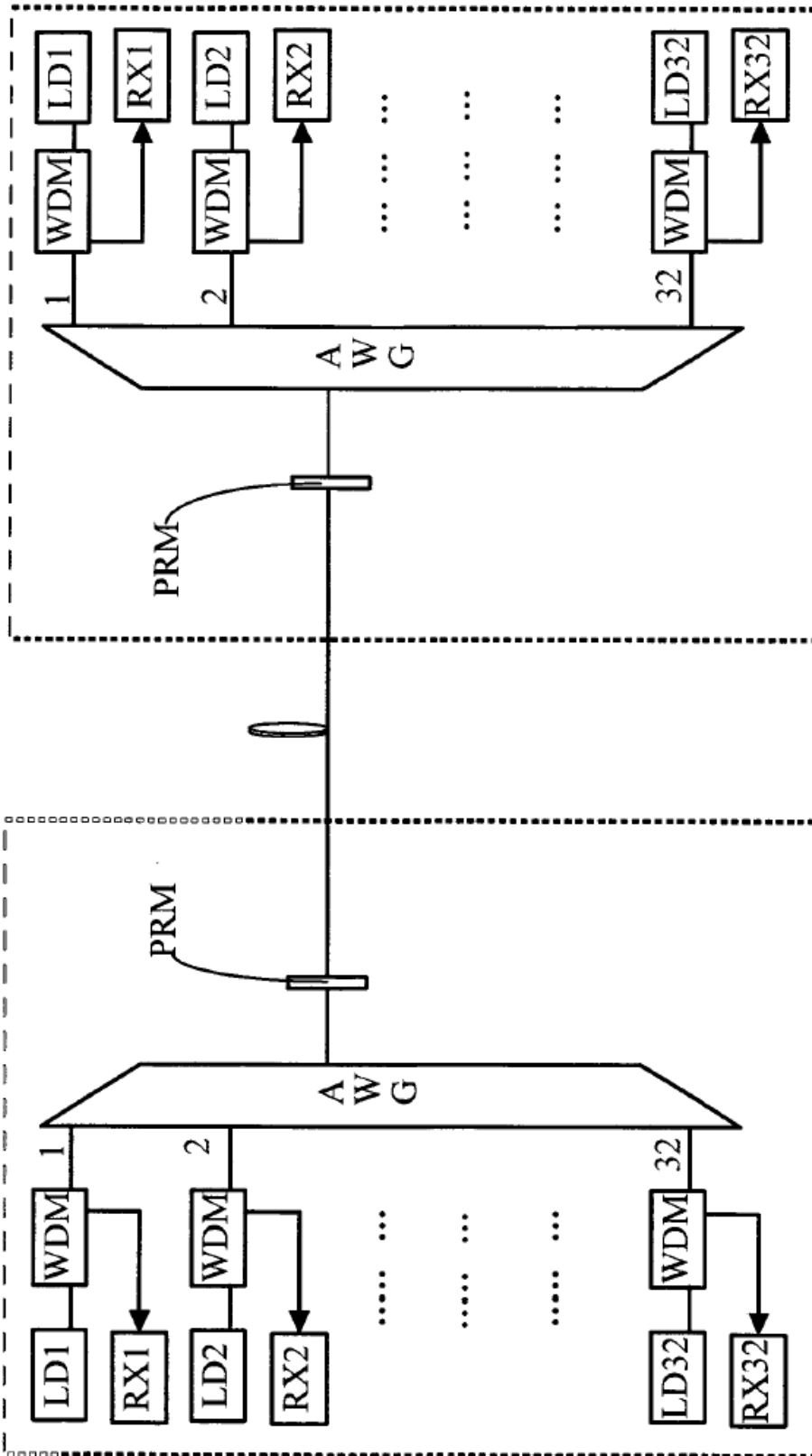


FIG. 2

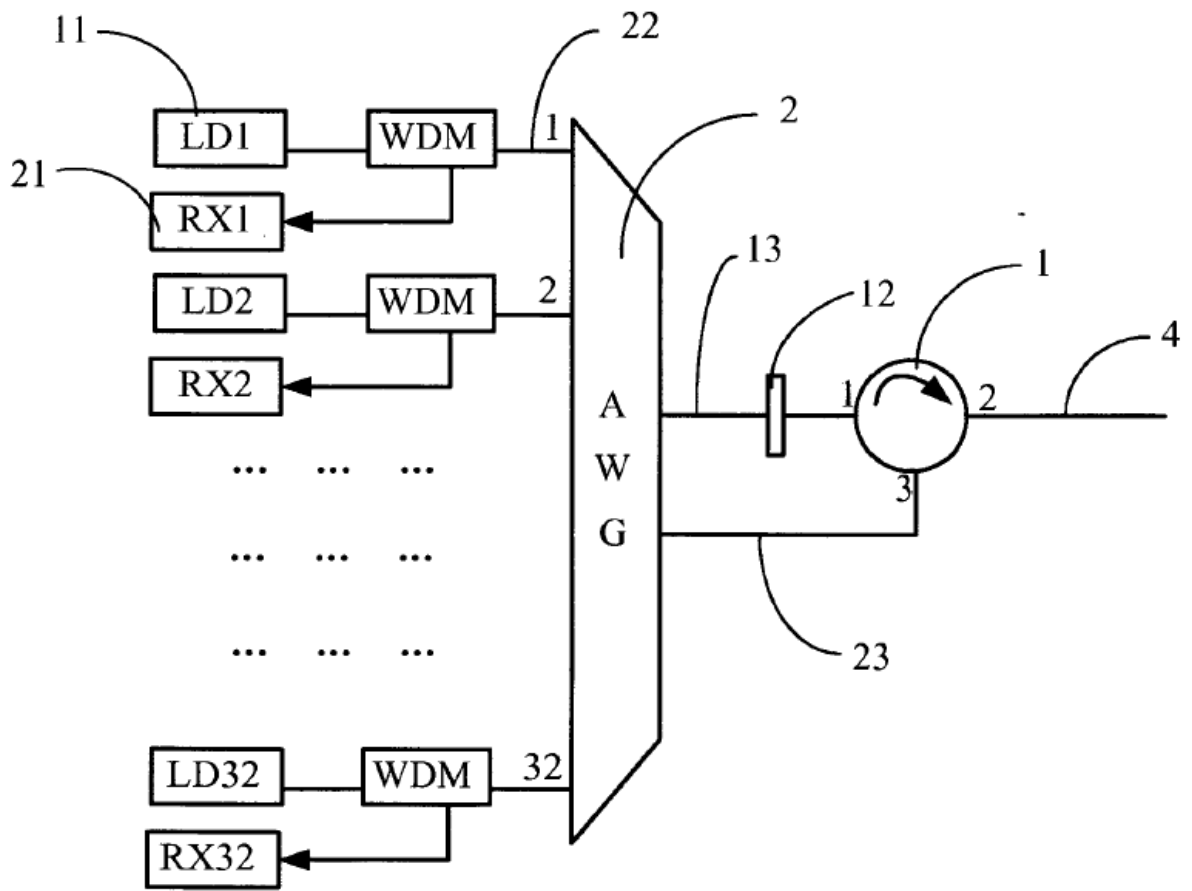


FIG. 3

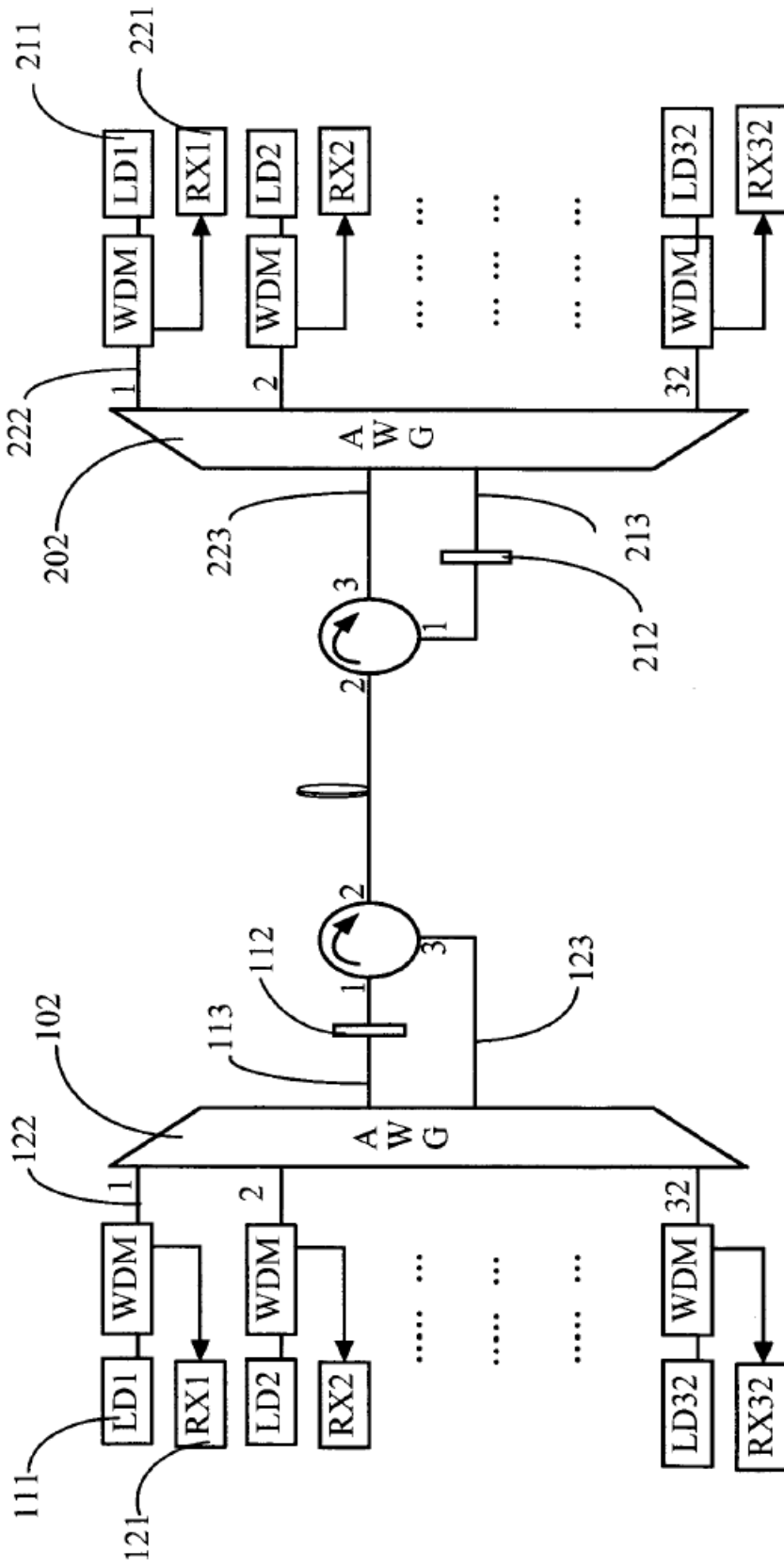


FIG. 4

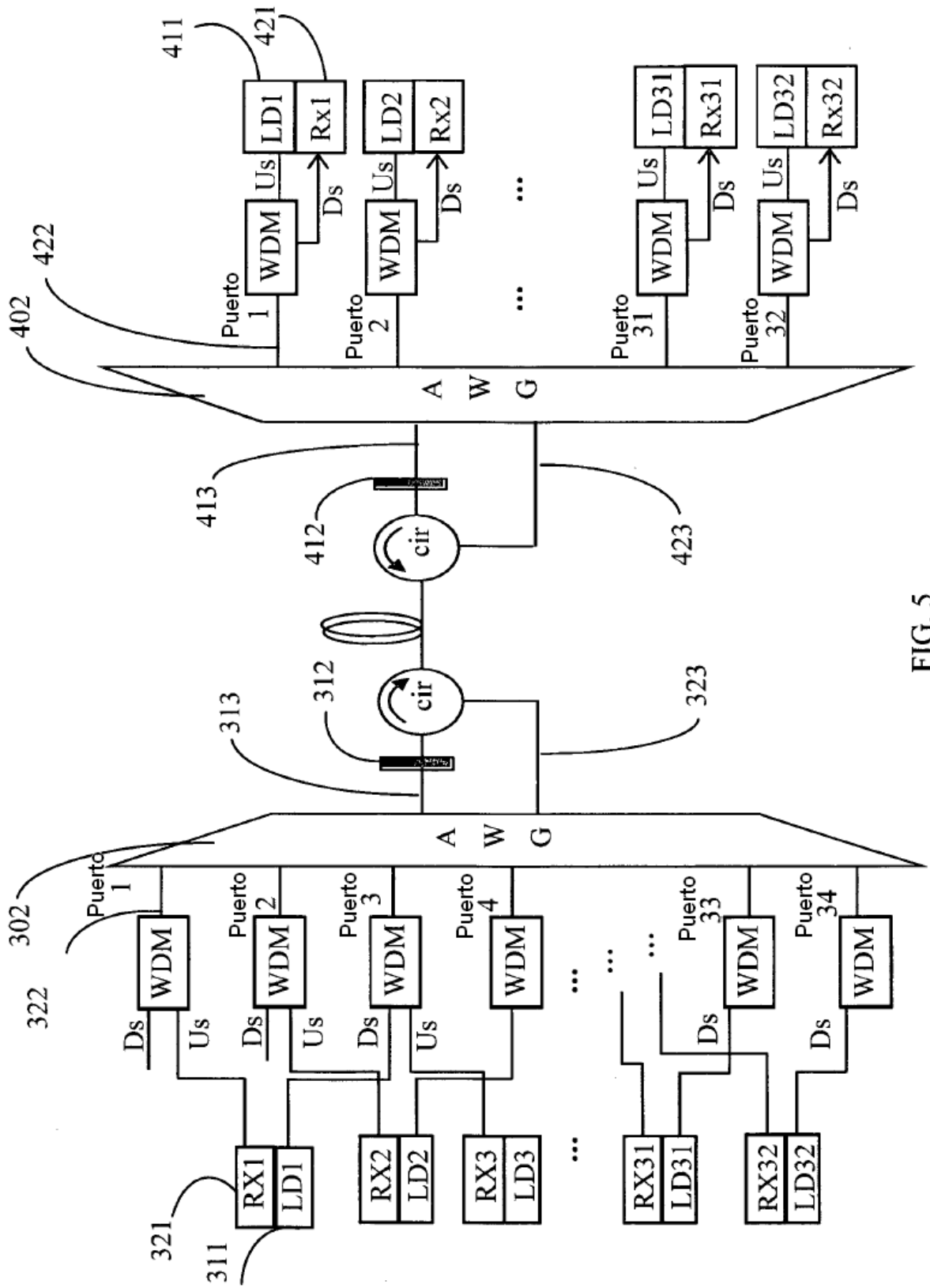


FIG. 5

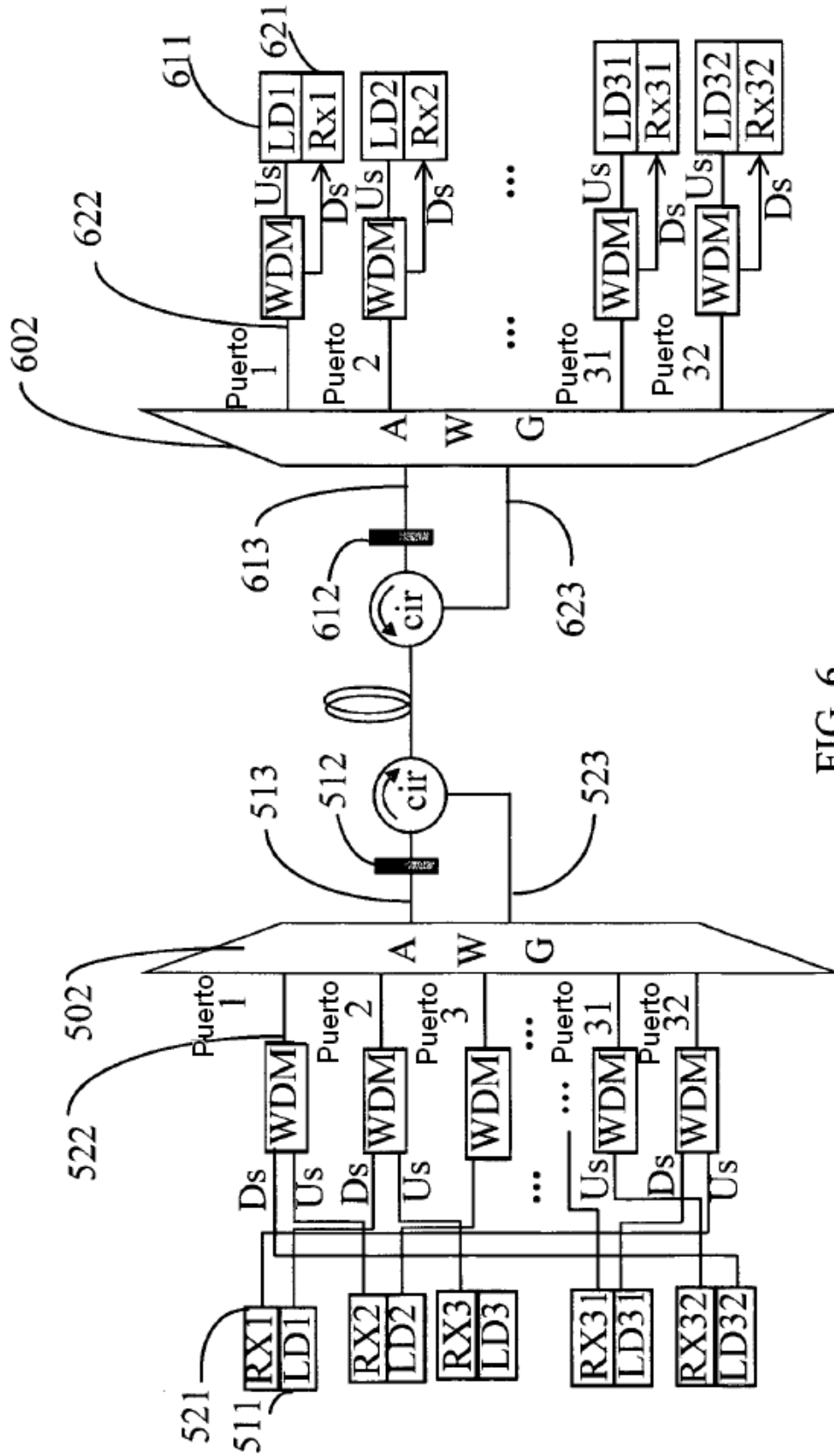


FIG. 6

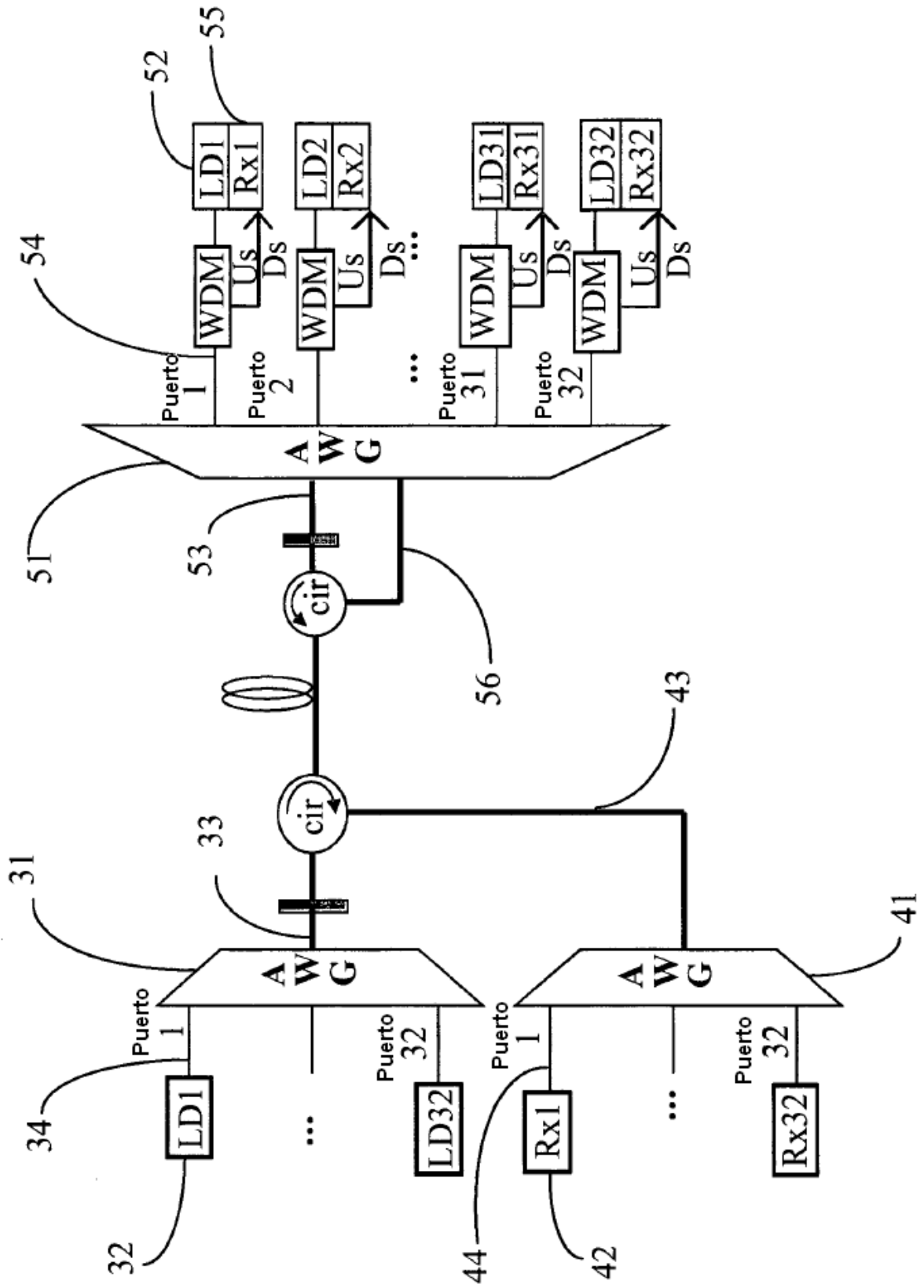


FIG. 7

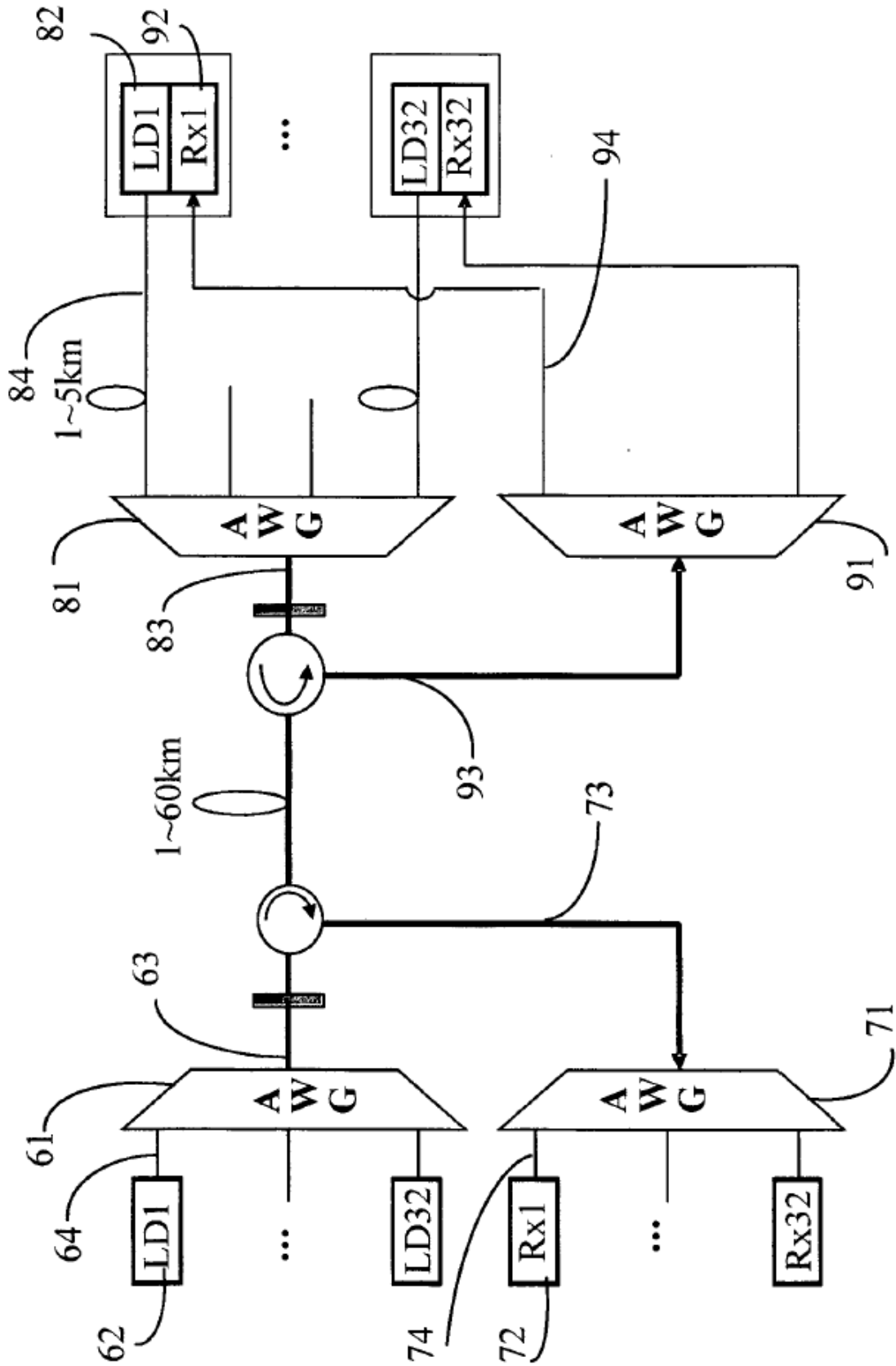


FIG. 8