

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 364 007**

21 Número de solicitud: 201100112

51 Int. Cl.:

H01S 3/042 (2006.01)

H01S 3/10 (2006.01)

G05D 23/19 (2006.01)

G02B 26/02 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **31.01.2011**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **23.08.2011**

Fecha de la concesión: **23.04.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **07.05.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
07.05.2012

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
PLAZA DE EL EJIDO, S/N
29071 MÁLAGA, ES**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ RAMOS, RAQUEL;
RÍOS GÓMEZ, FRANCISCO JAVIER;
ROMERO SÁNCHEZ, JORGE;
MARÍN MARTÍN, FRANCISCO JAVIER y
MARTÍN CANALES, JOSE FRANCISCO**

74 Agente/Representante:

No consta

54 Título: **APARATO TRANSMISOR LÁSER TERMORREGULADO CON CONTROL EMBEBIDO.**

57 Resumen:

Aparato transmisor láser termorregulado con control embebido, para la transmisión de haces láser modulados, que comprende un diodo láser (2) con fotodiodo sensor (2) que se encuentra sometido a tres lazos de control regulados por un microcontrolador (29):

- un lazo de control térmico encargado de mantener estable la temperatura del diodo láser (2);
- un lazo de control luminoso encargado de mantener estable la irradiancia del haz láser emitida por el diodo láser (2);
- un lazo de control del índice de modulación encargado de controlar la profundidad de modulación del haz láser.

Aplicable para comunicaciones ópticas por láser.

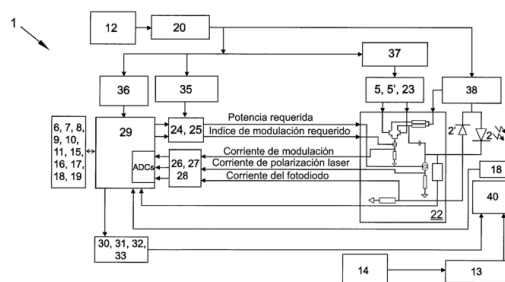


Fig. 1

ES 2 364 007 B1

DESCRIPCIÓN

Aparato transmisor láser termorregulado con control embebido.

Campo de la invención

La invención presentada, se enmarca en el campo de la industria electrónica de las comunicaciones ópticas de alta velocidad en las que intervienen haces láser modulados.

Antecedentes de la invención

Un diodo láser de estado sólido es un dispositivo no lineal que sigue la curva tensión-corriente convencional de un diodo pero que, a partir de un umbral de tensión, exhibe el denominado fenómeno "lasing" creándose una emisión de luz altamente coherente espacial y temporal. La luz producida focalizada tiene una gran directividad y muy baja dispersión permitiendo dirigirla hacia puntos lejanos del espacio. Si esta luz es modulada por una fuente de información, es posible transmitirla a gran velocidad (varios Giga-hertzios). Por su comportamiento no lineal se opta por modulaciones tipo - binarias en la que el diodo láser conmuta entre dos niveles de luminosidad establecidos, siempre bajo el fenómeno lasing.

El diodo láser de estado sólido tiene una fuerte dependencia térmica con sus variables eléctricas y luminosas. La irradiancia de la luz que genera depende de la temperatura. Normalmente, los fabricantes incluyen en la cápsula de láser a un fotodiodo sensor que mide la irradiancia transmitida con el fin de cerrar un lazo de control entre su valor y la corriente generada a una temperatura dada. Así, cambiando los niveles de corriente de polarización en función de la temperatura, puede mantenerse una irradiancia constante. La estabilidad en la irradiancia emitida es imprescindible para la discriminación de niveles por parte del receptor o demodulador. Por tanto, no sólo es necesario controlar los niveles de polarización, sino también la propia temperatura del diodo láser. El diodo láser se calienta cuando emite luz. A medida que aumenta su temperatura necesita más corriente de polarización para mantener el mismo nivel de irradiancia. El excesivo consumo de corriente envejece al diodo. Los cambios de temperatura generan tensiones mecánicas en la estructura cristalina del diodo que también inducen al envejecimiento. Por todo ello, es necesario mantener al diodo láser a una temperatura baja y estable. Un sistema termorregulador de flujo simétrico que albergue a la cápsula del diodo láser, soluciona estos inconvenientes.

Para maximizar la relación señal-ruido y evitar costes en las líneas de transmisión, la señal moduladora se construye en forma diferencial verificando la norma de un estándar. En el caso binario, se trata de dos señales complementarias las que portan información. Teniendo en cuenta la naturaleza de la señal moduladora, la mayor parte de los sistemas de amplificación, filtrado o de comparación serán diferenciales. El driver que inyecta corriente en el diodo láser suele ser diferencial. Las potencias irradiadas a controlar en láseres modulados para transmisión en el espacio libre deben ser de unos cuantos a decenas de miliwatios en enlaces entre unos centenares de metros y varios kilómetros.

Descripción de la invención

En esta invención se presenta un aparato transmisor láser termorregulado con control embebido. El aparato transmisor emite luz láser modulada en for-

mato binario siendo controlado por un microcontrolador en sus parámetros de potencia transmitida e índice de modulación y conteniendo elementos de control térmico, de control de irradiancia y de control de la señal modulada.

Para mantener la estabilidad en el funcionamiento del láser modulado se diseñan tres lazos de control:

- Un lazo de control térmico que mantenga al diodo en un estado térmico estable.
- Un lazo de control luminoso que mantenga su irradiancia estable debiendo medirse con un fotodiodo externo para, una vez cerrado el lazo, controlar la corriente de polarización del láser y, por tanto, su potencia transmitida.
- Un lazo de control del índice de modulación. A la corriente de polarización controlada, debe sumarse la corriente de la señal moduladora que hace excursionar la irradiancia emitida en dos niveles definidos. La profundidad de modulación también debe encontrarse en un lazo de control que optimice la potencia media transmitida. La distancia entre los dos niveles de luminosidad debe controlarse para una determinada irradiancia.

Por otro lado, los esquemas de alimentación eléctrica de un diodo láser y de los dispositivos que conforman las unidades de control y modulación también deben ser altamente estables y de muy bajo ruido. Si se utilizan dispositivos de conmutación tales como microcontroladores, deben tener fuentes de alimentación separadas que impidan la transmisión de impulsos o espigas parásitas. En esta invención se presenta un esquema de alimentación con un circuito de prerregulación previo a un conjunto de fuentes de alimentación de bajo ruido dedicadas *ad-hoc* a elementos funcionales concretos. Se separan las funciones de conmutación, las de los subsistemas de entrada-salida y acondicionamiento de señal y las propias de polarización y control del diodo láser. Las fuentes de gran consumo tales como las de los circuitos de control del termorregulador y celdas peltier deben diseñarse de forma separada con unidades transformadoras distintas.

El aparato transmisor láser consta de un diodo láser encapsulado con un fotodiodo sensor con el fin de monitorizar y controlar la irradiancia emitida. El conjunto láser-fotodiodo es activado por un driver que recibe la señal moduladora en forma diferencial para modular la corriente de un diodo láser polarizado en la zona lasing. El driver contiene fuentes de corriente controlada que permiten modificar el punto de polarización y el índice de modulación a la vez que sensores de corriente que permiten monitorizar la corriente de modulación, la corriente de polarización y la corriente del fotodiodo. También posee un circuito detector de umbral que genera una señal de alarma cuando el diodo láser supera una corriente límite.

La señal moduladora de entrada posee las características de un estándar. La etapa de entrada contiene un amplificador, un conformador de pulsos y un adaptador de niveles e impedancias.

Las señales de actuación "potencia requerida" e "índice de modulación requerido" se generan por conversores digitales-analógicos (DAC) bajo el control de un microcontrolador. Las señales de senseo "corriente de modulación", "corriente de polariza-

ción” y “corriente del fotodiodo” se procesan mediante filtros pasa baja siendo convertidas a formato digital (ADC) bajo el control de un microcontrolador.

El microcontrolador lee el estado térmico del diodo láser mediante sensores de temperatura y actúa a través de un circuito de control de potencia sobre un aparato termorregulador de flujo simétrico que, cerrando el lazo, mantienen estable su temperatura.

La señal transmitida debe estar libre de ruidos parásitos. Por ello, el aparato transmisor láser objeto de esta invención posee un esquema de alimentación con un circuito de prerregulación previo a un conjunto de fuentes de alimentación de bajo ruido dedicadas a elementos funcionales concretos. Se hace uso de dos fuentes de alimentación externas separadas, una de baja potencia y bajo ruido para el transmisor propiamente dicho, y otra de alta potencia que alimenta a los circuitos de control del termorregulador, las celdas peltier y los ventiladores. El termorregulador empleado puede ser, por ejemplo, el empleado en el solicitud de patente P201001621.

La fuente de alimentación de baja potencia es procesada por una etapa de prerregulación que proporciona un potencial estable a partir del cual se derivan una fuente convencional que alimenta al microcontrolador y sus circuitos de conmutación, y tres fuentes de alimentación de bajo ruido que alimentan los conversores y filtros, la etapa diferencial de entrada y el driver con el propio diodo láser.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

La Figura 1 muestra el diagrama funcional del bloques del aparato transmisor láser termorregulado con control embebido.

Las Figuras 2A y 2B muestran la disposición de componentes en la parte anterior y posterior, respectivamente, de la tarjeta de circuito impreso.

Las Figuras 3A y 3B muestran la vista superior e inferior, respectivamente, del aparato transmisor con un termorregulador de flujo simétrico basado en celdas peltier.

Descripción detallada de la invención

El aparato transmisor láser termorregulado con control embebido objeto de la presente invención emite una señal láser luminosa modulada en formato binario con las especificaciones del estándar de transmisión serie IEEE802.3 FX 100/1000.

La Figura 1 muestra el diagrama funcional de bloques del aparato transmisor 1 objeto de esta invención. Consta de un diodo láser de estado sólido 2 cuyas características de emisión pueden estar en la franja de longitudes de onda que van desde el espectro visible (680 nm) al infrarrojo lejano (15 micrómetros), con posibilidad de conmutar por encima de 1 Gbps y con potencias comprendidas entre 5 y 50 miliwatios (láseres de clase 3). Estos rangos son consistentes con la transmisión láser en el espacio libre. El diodo láser contiene en su cápsula a un fotodiodo que permite la medición de la irradiancia del haz láser emitido. En la realización presentada y sin restar generalidad, se ha empleado un diodo láser de cavidad vertical VCSEL multimodo con irradiancia anular de una longitud de onda de 850 nm e irradiancia máxima de 10 miliwatios.

El aparato transmisor láser se ha implementado en un circuito electrónico cuyos componentes se encuentran interconectados en una tarjeta de circuito impreso 4 de doble cara con especificación FR4. Los elementos del circuito se pueden agrupar por funcionalidades existiendo la posibilidad de realizar las mismas funciones con distintos elementos de circuito considerando las posibilidades que ofrecen diferentes fabricantes. La realización presentada es un caso particular no restando generalidad a las funciones que se reivindican.

El aparato transmisor láser implementa los siguientes elementos:

- Un driver 22 con entrada diferencial que permite definir el estado de polarización y de modulación del diodo láser mediante fuentes de corriente controladas a la vez que el senseo de la corriente del fotodiodo, de polarización y de modulación. El driver posee también un comparador que fija una corriente de seguridad límite. El driver fija la potencia requerida bajo el control de un microcontrolador.
- Una etapa de entrada diferencial 5-5', 23 formada por un amplificador-comparador o conformador y un adaptador de nivel.
- Un conjunto de filtros 26, 27, 28 y conversores 24, 25 DAC y ADC para procesar las señales de entrada y de salida del driver bajo el control de un microcontrolador 29.
- Un microcontrolador 29 que gestiona las señales de entrada y de salida en tres lazos: térmico, de polarización y de modulación.
- Un circuito de prerregulación 20 previo a un conjunto de fuentes de alimentación de bajo ruido (35, 37, 38) dedicadas *ad-hoc* a elementos funcionales concretos.
- Un circuito de control de potencia (30, 31, 32, 33) que permite cambiar el sentido de la corriente en las celdas peltier de un termorregulador de flujo simétrico 40 bajo el control del microcontrolador 29.

El microcontrolador 29 posee conexiones de entrada y salida que le permiten monitorizar su estado (6, 7, 8, 9, 10); establecer sus condiciones iniciales 11; comunicarse a través de el bus estándar I2C con otros microcontroladores en modo maestro-esclavo 15; acciones de entrada-salida on-off 16, 17; conexiones 18' con sensores de temperatura externos al aparato transmisor y un conector de entrada-salida serie para su programación externa 19.

La Figura 2A ilustra la vista anterior, sin restar generalidad, de una realización del aparato transmisor láser 1 que consta de un diodo láser 2 que contiene a un fotodiodo sensor insertado en un zócalo 3 que lo conecta con la tarjeta de circuito impreso 4. La señal de entrada diferencial se inyecta a través de los dos conectores BNC (5, 5'). El diodo luminiscente 6 indica, si luce, la superación de la corriente de polarización límite en el diodo láser. Esta señal umbral actúa sobre el microcontrolador generando una interrupción y la ejecución de un programa de alarma. El diodo luminiscente 7 indica la condición de encendido del prerregulador. Los diodos luminiscentes (8, 9, 10) monitorizan el estado del microcontro-

lador en tareas de test. El pulsador 11 activa la señal de reset del microcontrolador para reiniciar sus funciones. Los conectores 12' y 14' son las entradas de las dos fuentes de alimentación independientes: una fuente de alimentación de potencia 14 para el circuito de control térmico y el termorregulador, y otra fuente de alimentación de bajo ruido 12 (menor de 10 milivoltios) para el circuito de prerregulación. El conector 13 es una salida de alimentación controlada para las celdas peltier del termorregulador. El microcontrolador tiene la posibilidad de comunicarse con otros microcontroladores en modos maestro-esclavo mediante un bus estándar I2C 15 y señales de control 16,17. El conector 18' recibe las señales de los sensores de temperatura y el conector 19 permite la programación serie del microcontrolador. El prerregulador 20 regula la tensión de entrada 12 previo a las sucesivas etapas de bajo ruido. El microcontrolador activa sus circuitos de tiempo mediante cristal 21.

La Figura 2B ilustra la vista posterior del aparato transmisor láser que consta del driver 22 del diodo láser con fotodiodo, el conformador diferencial de la señal de entrada y adaptador de niveles 23, los conversores DAC de "potencia requerida" 24 e "índice de modulación requerido" 25, los filtros paso bajo de la "corriente de modulación" 26, "corriente de polarización del láser", 27 y "corriente del fotodiodo", 28. El microcontrolador 29, los circuitos de control de po-

tencia del termorregulador: inversor de corriente 30 y 31 control de activación y transistores periféricos 33. El circuito 34 genera el nivel de referencia para los conversores ADC de microcontrolador 29. Finalmente, se muestran los reguladores de bajo ruido para los filtros y conversores DAC, 35, etapa de entrada 37, y drivers (38, 39). Los reguladores de bajo ruido y referencia de tensión generan niveles de ruido menores de 10 microvoltios. El regulador convencional 36 suministra una tensión estable para el microcontrolador 29.

Las Figuras 3A y 3B muestran dos vistas del aparato transmisor láser con un termorregulador de flujo simétrico basado en celdas peltier. El termorregulador 40 contiene un dado refrigerado que se adapta a la capsula TO46 del diodo láser utilizado en esta realización conformando una cavidad adiabática en la que el calor intercambiado se realiza a través de las caras de cuatro celdas peltier situadas en las cuatro caras contiguas del dado. El termorregulador 40 posee dos sensores de temperatura 18 situados en los focos frío y caliente de las celdas peltier que se conectan al microcontrolador 29 a través del conector 18'. Un circuito de control del termorregulador (30, 31, 32, 33) permite, bajo el control del microcontrolador 29, suministrar corriente en ambos sentidos para realizar labores de regulación térmica.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Aparato transmisor láser termorregulado con control embebido, para la transmisión de haces láser modulados, que comprende un diodo láser (2) con fotodiodo sensor (2') y un microcontrolador (29), **caracterizado** porque el diodo láser (2) se encuentra sometido a tres lazos de control regulados por el microcontrolador (29):

- un lazo de control térmico encargado de mantener estable, a un valor determinado por el microcontrolador (29), la temperatura del diodo láser (2), comprendiendo dicho lazo de control térmico un termorregulador (40) con medios sensores de temperatura (18) conectados al microcontrolador (29) y un circuito de control del termorregulador (30, 31, 32, 33) controlado por el microcontrolador (29);

- un lazo de control luminoso encargado de mantener estable, a un valor determinado por el microcontrolador (29), la irradiancia del haz láser emitida por el diodo láser (2), comprendiendo dicho lazo de control luminoso:

- el fotodiodo sensor (2'), medios sensores de la corriente del fotodiodo conectados al microcontrolador (29) para medir la irradiancia emitida y medios sensores de la corriente de polarización láser conectados al microcontrolador (29); y
- un driver (22), mediante una fuente de corriente de polarización controlada por el microcontrolador (29), para polarizar el diodo láser en un estado determinado de corriente;

- un lazo de control del índice de modulación encargado de controlar la profundidad de modulación del haz láser, comprendiendo dicho lazo de control del índice de modulación medios sensores de la corriente de la señal moduladora conectados al microcontrolador (29) y el driver (22), mediante una

fuerza de corriente de modulación que actúa sobre el par diferencial controlada por el microcontrolador (29), para modificar el índice de modulación del haz láser.

2. Aparato transmisor láser según la reivindicación 1, donde el driver (22) comprende fuentes de corrientes controladas por el microcontrolador (29) para modificar el estado de polarización y el índice de modulación del haz láser (2).

3. Aparato transmisor láser según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de entrada diferencial (23) formada por un amplificador, un conformador de pulsos y un adaptador de niveles e impedancias.

4. Aparato transmisor láser según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el termorregulador (40) es de flujo simétrico basado en celdas peltier, estando el circuito de control del termorregulador (30, 31, 32, 33) configurado para permitir el cambio del sentido de la corriente en las celdas peltier del termorregulador (40).

5. Aparato transmisor láser según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un conjunto de filtros paso bajo (26, 27, 28) y conversores DAC (24, 25) para procesar las señales de entrada y de salida del driver (22) bajo el control del microcontrolador (29).

6. Aparato transmisor láser según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un circuito de prerregulación (20) previo a un conjunto de fuentes de alimentación de bajo ruido (35, 37, 38) dedicadas *ad-hoc* a elementos funcionales específicos del aparato transmisor (1).

7. Aparato transmisor láser según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un circuito detector de umbral, conectado con el microcontrolador (29), encargado de generar una señal de alarma cuando el diodo láser supera una corriente de polarización límite.

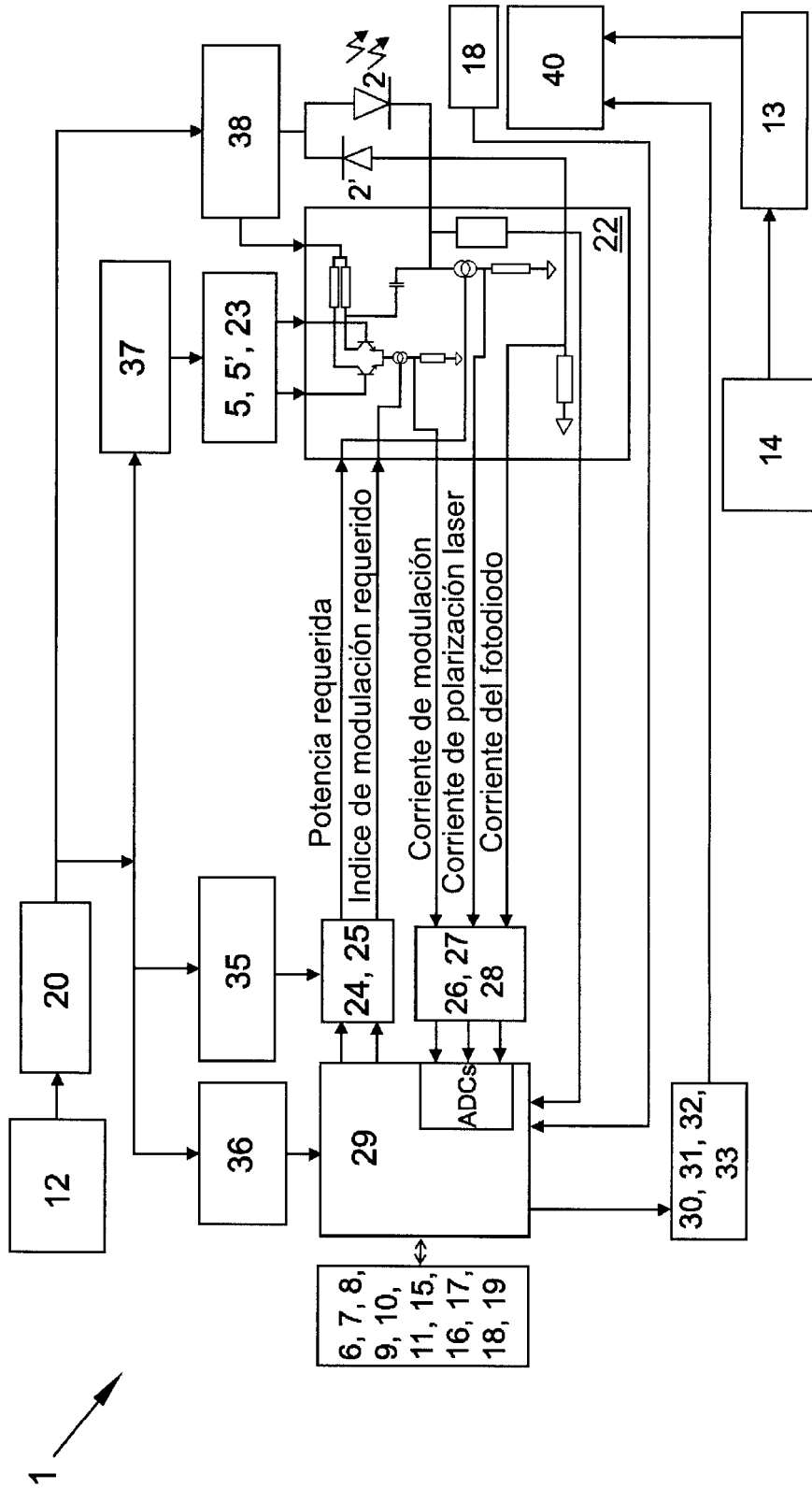


Fig. 1

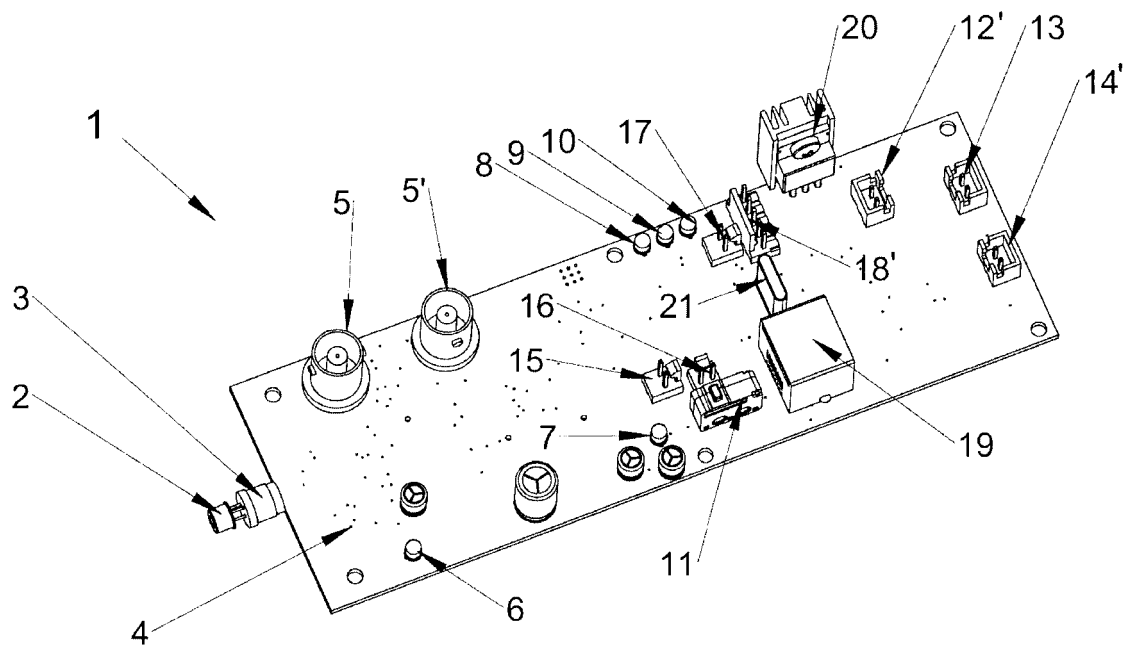


Fig. 2A

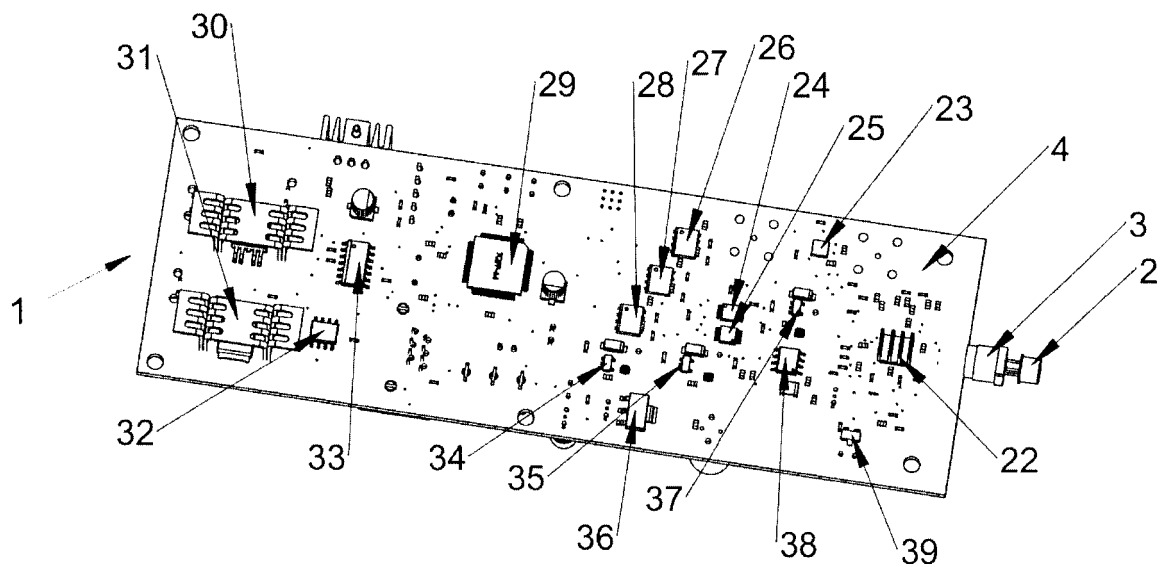


Fig. 2B

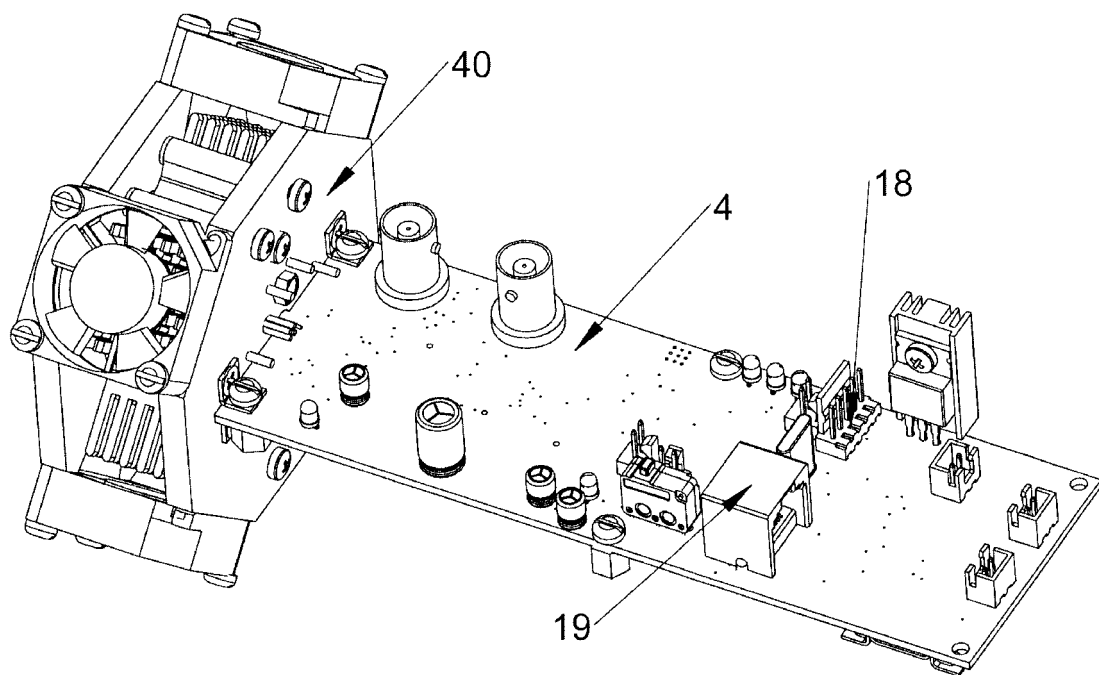


Fig. 3A

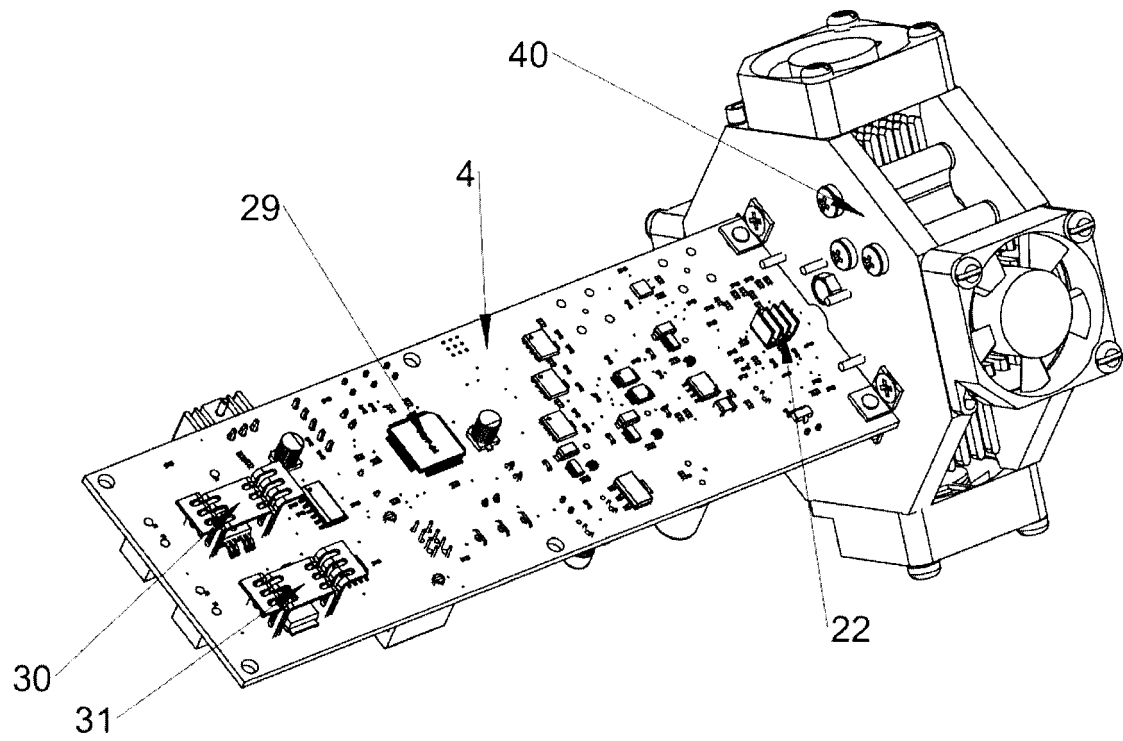


Fig. 3B



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201100112

②② Fecha de presentación de la solicitud: 31.01.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 5383208 A (QUENIAT JEAN-FRANCOIS et al.) 17.01.1995, columna 2, línea 35 – columna 5, línea 6; figura 6.	1-7
X	US 2005199779 A1 (NOGUCHI NOBUAKI et al.) 15.09.2005, párrafos [0040-0076]; figuras 1-5.	1-7
A	US 6097746 A (NODA MITSU HARU et al.) 01.08.2000, columna 4, línea 37 – columna 14, línea 11; figuras 1-4,6-10,12-14.	1-7
A	WO 2007137087 A2 (CENTILLIUM COMMUNICATIONS INC et al.) 29.11.2007, párrafos [0011-0033]; figuras 1-2,4-5.	1-7
A	US 2001046243 A1 (SCHIE DAVID CHAIMERS) 29.11.2001, párrafos [0020-0040]; figuras 2-6.	1-7
A	US 6091750 A (PASCHAL MATTHEW JAMES et al.) 18.07.2000, columna 2, línea 65 – columna 4, línea 38; figuras 1,2.	1-7
A	US 5666045 A (GRODEVANT SCOTT R) 09.09.1997, columna 3, línea 13 – columna 23, línea 37; figuras 1-12.	1-7
A	US 5499258 A (KAWANO MICHINAO et al.) 12.03.1996, columna 5, línea 65 – columna 10, línea 5; figuras 1-2,4-6,9.	1-7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
02.08.2011

Examinador
J. Calvo Herrando

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H01S3/042 (2006.01)

H01S3/10 (2006.01)

G05D23/19 (2006.01)

G02B26/02 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01S, G05D, G02B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 02.08.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 3-6	SI
	Reivindicaciones 1-2,7	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-7	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 5383208 A (QUENIAT JEAN-FRANCOIS et al.)	17.01.1995
D02	US 2005199779 A1 (NOGUCHI NOBUAKI et al.)	15.09.2005
D03	US 6097746 A (NODA MITSU HARU et al.)	01.08.2000
D04	WO 2007137087 A2 (CENTILLIUM COMMUNICATIONS INC et al.)	29.11.2007
D05	US 2001046243 A1 (SCHIE DAVID CHAIMERS)	29.11.2001
D06	US 6091750 A (PASCHAL MATTHEW JAMES et al.)	18.07.2000
D07	US 5666045 A (GRODEVANT SCOTT R)	09.09.1997
D08	US 5499258 A (KAWANO MICHINAO et al.)	12.03.1996

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto principal de la invención es un aparato transmisor láser termorregulado con control embebido. Se considera como el documento del estado de la técnica más próximo al objeto reivindicado el documento D01, el cual afecta a la novedad y actividad inventiva de todas las reivindicaciones, tal y como se explica a continuación:

Reivindicación independiente R1

El objeto de la invención recogido en la reivindicación R1 deriva directamente y sin ningún equívoco del documento D01 (columna 2, líneas 35-columna 5, línea 6; figs. 6) donde se divulga un dispositivo transmisor láser modulado, que comprende un diodo láser, con fotodiodo sensor, y un microprocesador caracterizado por que el diodo láser se encuentra sometido a tres lazos de control regulados por el microprocesador: un lazo de control térmico que comprende de un control térmico con medios sensores de temperatura conectados al microprocesador (153, 159, 158, 157, 203); un lazo de control luminoso que comprende de un sensor fotodiodo, medios sensores de corriente del fotodiodo conectados al microprocesador y medios sensores de corriente de polarización láser (202, 150, 151, 154, 162, 161, 153); y un lazo de control del índice de modulación que comprende de sensores de corriente conectados al microprocesador, un driver, controlado por el microprocesador para modificar el índice de modulación del haz del diodo (154, 153, 162, 201).

En consecuencia, la reivindicación R1 no es nueva a la vista del estado de la técnica conocido (Artículo 6.1 LP).

Reivindicaciones dependientes R2 y R7

Las características de las reivindicaciones R2 y R7 ya son conocidas del documento D01 (columna 2, líneas 35-columna 5, línea 6; figs. 6) donde las fuentes controladas por el microprocesador para modificar el estado de polarización y el índice de modulación del haz láser y los circuitos para detectar el umbral conectados al micro procesador (micro controlador) que generan una señal de alarma (155, 153, 157, 203).

Por lo tanto estas reivindicaciones no son nuevas a la vista del estado de la técnica conocido (Artículo 6.1 LP).

Reivindicaciones dependientes R3-R6

El objeto de las reivindicaciones R3-R6 comprende solo modos de realización y opciones de diseño que no se consideran que impliquen actividad inventiva ya que el uso de termo reguladores de flujo simétrico a través de celdas peltier y los circuitos de control que permitan el cambio de corriente, así como los filtros paso bajo y conversores de DAC para el procesamiento de señales de los controladores y las fuentes de alimentación son ampliamente conocidos por un experto en la materia en el campo de los controladores y transmisores; como se puede apreciar en los documentos (D01, D02, D03).

Por tanto, el experto en la materia podría considerar como obvia incluir estas características en el control de temperatura en los diodos láser. Por consiguiente, el objeto de las reivindicaciones R3-R6 no implica actividad inventiva y no satisface el criterio establecido en el Artículo 8.1 LP.