

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 364**

51 Int. Cl.:

H01S 3/03 (2006.01)

H01S 3/07 (2006.01)

H01S 3/0975 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2011 E 11007188 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2013 EP 2565995**

54 Título: **Dispositivo de láser de gas con depósito de gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.03.2014

73 Titular/es:

**ALLTEC ANGEWANDTE LASERLICHT
TECHNOLOGIE GESELLSCHAFT MIT
BESCHRÄNKTER HAFTUNG (100.0%)
An der Trave 27-31
23923 Selmsdorf, DE**

72 Inventor/es:

**ARMBRUSTER, KEVIN L.;
GILMARTIN, BRAD D.;
KUECKENDAHL, PETER J.;
RICHARD, BERNARD J. y
RYAN, DANIEL J.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 446 364 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

Dispositivo de láser de gas con depósito de gas

La presente invención hace referencia a un dispositivo de láser de gas.

5 Durante la operación de un dispositivo de láser de gas, se generarán productos de desecho que no son adecuados para una excitación adicional. Por ejemplo, en un láser de CO₂ se forman componentes de gas tales como H₂, H₂O y CO durante la operación del láser. Por lo tanto, el gas en el dispositivo de láser bien tiene que ser regenerado en ciertos intervalos o bien se tiene que proporcionar un flujo constante de gas renovado.

10 Para reducir el tiempo entre dos regeneraciones sucesivas se conoce la conexión de un recipiente de gas al espacio tubular del dispositivo de láser en el que tiene lugar la excitación del gas. El recipiente de gas proporciona gas renovado al espacio tubular.

El documento WO 02/43197 da a conocer un láser de gas que comprende un tubo de descarga en el que se produce una descarga de láser. Un depósito de gas se encuentra en comunicación de fluido con el interior del tubo de descarga a través de dos pasos distintos.

15 El documento US 4.189.687 describe un láser de gas que tiene un tubo láser y un depósito que está conectado al tubo láser a través de distintos conductos en extremos opuestos del tubo láser. El gas procedente del depósito migra al interior del tubo láser, manteniendo gas con capacidad para una acción láser en el tubo láser.

20 El documento US 5.592.504 da a conocer un láser de gas que incluye una pluralidad de luces cilíndricas alargadas, en el que una primera luz forma una cámara de descarga de gas de láser y una segunda luz forma una cámara colectora de gas de láser. Las cámaras están conectadas en comunicación de fluido por medio de una abertura que es una ranura estrecha que se extiende a lo largo de toda la longitud de las cámaras.

El documento US 4.189.687 da a conocer un láser de gas excitado longitudinalmente que comprende tubos láser y electrodos para generar una descarga de láser de gas excitado longitudinalmente, comprendiendo el tubo láser una pluralidad de secciones de tubo conectadas mutuamente entre sí. Se proporciona un depósito de gas para suministrar el gas en las secciones de tubo.

25 El documento US 6.263.007 B1 da a conocer un conjunto de láser que comprende un alojamiento que tiene una cavidad óptica que contiene un medio de láser, una fuente de bombeo acoplada para estimular el medio de acción láser para amplificar la luz láser que pasa a través de la cavidad óptica y al menos un depósito de suministro de medio de acción láser separado del alojamiento y que almacena una cantidad del medio de acción láser.

30 El documento 5.115.446 da a conocer una estructura portadora para los rebordes y otros elementos de dos recorridos de haces de rayos láser. Por encima de una superficie superior de un alojamiento se proporciona una configuración superior parcial en estrella de líneas de conexiones, que tiene cuatro líneas de entrada y cuatro líneas de retorno. Estas tienen la forma de tubos rectangulares y alojan refrigeradores.

Un **objeto** de la presente invención es proporcionar un dispositivo compacto de láser con un rendimiento particularmente bueno.

35 El objeto se resuelve según la invención por medio de un dispositivo de láser que tiene las características de la reivindicación 1. Se proporcionan las realizaciones preferentes en las reivindicaciones dependientes.

40 El dispositivo de láser según la invención comprende un espacio tubular formado por al menos tres tubos resonantes para que se excite un gas, medios de excitación para cada uno de los al menos tres tubos resonantes para excitar el gas en los tubos resonantes para generar luz láser, un acoplador de salida parcialmente reflectante para extraer un haz de rayos láser, y al menos un recipiente depósito de gas que forma un depósito de gas, estando libre el recipiente depósito de gas de medios de excitación y en comunicación de fluido con el espacio tubular. El recipiente depósito de gas está dispuesto entre los al menos tres tubos resonantes y está conectado al espacio tubular en dos porciones separadas de conexión.

45 El dispositivo inventivo de láser es un láser de gas. En particular, puede ser un dispositivo de láser de CO₂, en el que el gas en el espacio tubular incluye CO₂. Los principios de tales dispositivos de láser son bien conocidos en la técnica, por lo que se omitirá en el presente documento una descripción detallada de los mismos. En una realización preferente de la invención el dispositivo de láser es un dispositivo de láser o cabeza de marcado para marcar o grabar un objeto con un haz de rayos láser.

50 Una idea básica de la invención es proporcionar un depósito de gas o volumen de gas que extienda el volumen de gas en el espacio tubular que forma un resonador del láser. Este volumen adicional de gas está libre de medios de excitación y se proporciona además del espacio tubular del dispositivo de láser, es decir, el resonador del láser.

- 5 Según la invención el espacio tubular contiene un gas que es excitado mediante medios de excitación proporcionados en una circunferencia externa del espacio tubular. En particular, tales medios de excitación pueden ser electrodos de radiofrecuencia. El espacio tubular puede estar rodeado, al menos parcialmente, mediante los medios de excitación para la excitación del gas. La luz láser se forma en el espacio tubular mediante la excitación del gas.
- Debido a que el recipiente depósito de gas no tiene ningún medio de excitación no se forma luz láser en el recipiente de gas. Además, la luz láser se refleja, preferentemente, únicamente en el exterior del recipiente de gas.
- 10 El recipiente depósito de gas comprende dos conectores separados que están conectados a dos porciones separadas de conexión del espacio tubular. Estos conectores y estas porciones de conexión separados proporcionan un buen flujo de gas desde el recipiente depósito de gas hasta el espacio tubular del dispositivo de láser. En particular, el gas puede ser distribuido a distintas secciones del espacio tubular para proporcionar una distribución más uniforme de gas renovado en el espacio tubular.
- 15 En una realización preferente de la invención, el espacio tubular y el recipiente depósito de gas forman un sistema cerrado de gas. Esto significa, en particular, que una cavidad del dispositivo de láser formada por el espacio tubular y el recipiente depósito de gas es una cavidad cerrada y que no hay un flujo constante de gas hacia el resonador, o desde el mismo. El gas en la cavidad solo es sustituido en ciertos intervalos cuando el dispositivo de láser no está funcionando. Se suministra gas renovado desde el recipiente depósito de gas al espacio tubular, que forma el resonador, principalmente mediante difusión.
- 20 El espacio tubular incluye una pluralidad de tubos resonantes, en particular al menos tres tubos resonantes, que pueden ser tubos resonantes lineales interconectados por medio de uno o más rebordes. Los tubos resonantes están dispuestos de una forma inclinada entre sí y se puede reflejar luz láser desde un tubo resonante hasta un tubo resonante adyacente por medio de un espejo dispuesto entre los tubos resonantes. Los tubos resonantes pueden estar conectados mecánicamente entre sí. En otras palabras, el dispositivo de láser puede comprender un resonador que incluye una pluralidad de tubos resonantes interconectados.
- 25 Los tubos resonantes pueden tener cualquier forma que sea adecuada para la generación de luz láser y pueden ser denominados, generalmente, volúmenes de ganancia láser. Según la invención es preferente que los volúmenes de ganancia tengan una forma cilíndrica o tubular, pero se podrían utilizar otras geometrías de volumen de ganancia.
- 30 Se proporciona un elemento de conexión que está conectado entre dos tubos resonantes adyacentes. El elemento de conexión o reborde de esquina puede comprender al menos un espejo para reflejar luz láser entre los tubos resonantes e incluye, preferentemente, un material cerámico. Además de tales rebordes intermedios entre dos tubos resonantes, puede haber rebordes extremos conectados a los tubos resonantes en los extremos axiales opuestos del espacio tubular común.
- 35 El espacio o resonador tubular forma una cavidad del dispositivo de láser en el que se refleja luz láser entre un espejo trasero totalmente reflectante en un extremo y un acoplador de salida parcialmente reflectante en el extremo opuesto. Preferentemente, los rebordes extremos contienen el acoplador de salida y el espejo trasero, respectivamente.
- El recipiente depósito de gas está conectado a al menos un elemento de conexión y/o a un reborde extremo. El elemento de conexión incluye porciones de entrada o de conexión para al menos dos tubos resonantes y el al menos un recipiente depósito de gas.
- 40 También es preferente que el elemento de conexión comprenda una cavidad interna que esté conectada en comunicación de fluido con al menos dos tubos resonantes y que permita que fluya gas entre al menos dos tubos resonantes adyacentes y el al menos un recipiente depósito de gas. La cavidad interna puede tener una forma inclinada similar a un tubo, en la que en una esquina de la cavidad puede haber dispuesto un espejo para reflejar la luz láser entre los tubos resonantes.
- 45 Se consigue una ventaja de montar el recipiente de gas porque se proporcionan dos elementos de conexión, estando conectado cada elemento de conexión entre dos tubos resonantes adyacentes, y el recipiente depósito de gas está conectado a los dos elementos de conexión. Es decir, el recipiente de gas puede extenderse entre dos elementos de conexión. El recipiente de gas se extiende sustancialmente a lo largo de un tubo resonante dispuesto entre los dos elementos de conexión.
- 50 Además, según la invención el recipiente depósito de gas se encuentra en comunicación de fluido con los tubos resonantes. Por lo tanto, se puede suministrar gas renovado directamente a los tubos resonantes, por ejemplo por medio de dos de los elementos de conexión. El recipiente depósito de gas tiene una forma tubular y está dispuesto en el mismo plano que los tubos resonantes.
- 55 Se consigue un dispositivo compacto de láser con una mayor potencia porque los tubos resonantes están dispuestos en forma de un anillo abierto o cerrado que rodea un espacio central entre los mismos. Al doblar el resonador en

5 torno a un espacio central libre de tubos resonantes, se puede aumentar la longitud del resonador sin aumentar la longitud total del dispositivo de láser, en comparación con un resonador lineal. Los tubos resonantes doblados con una configuración con forma de anillo proporcionan un espacio libre en el interior del dispositivo de láser que puede estar rodeado, al menos parcialmente, por los tubos resonantes. El espacio libre en el corte transversal del dispositivo de láser puede ser utilizado, por ejemplo, porque se coloque un objeto en dicho espacio libre. El objeto puede ser, por ejemplo, un dispositivo de barrido que tiene uno o más espejos amovibles, los medios de excitación del gas o un medio de refrigeración de los tubos resonantes.

10 Para proporcionar el espacio libre en el área central del dispositivo de láser o de la cabeza de marcado, los tubos resonantes están dispuestos en forma de un circuito o anillo que define el espacio libre. Preferentemente, los tubos resonantes son tubos rectos, es decir, tienen un eje longitudinal que se extiende a lo largo de una línea recta. Las áreas de esquina pueden estar formadas entre tubos resonantes adyacentes. Por lo tanto, también se puede describir la forma de tal resonador como un anillo inclinado, que puede ser bien un anillo cerrado en forma de un bucle o bien un anillo abierto que tiene una separación entre dos de los tubos resonantes.

15 Es particularmente preferente que el ángulo entre cada dos tubos resonantes adyacentes sea mayor de 60°. Esto permite un mejor acoplamiento y, en particular, más eficaz de la luz láser entre los tubos resonantes. También es preferente según la invención que los ángulos formados entre cada dos tubos adyacentes sean idénticos.

20 En una realización preferente adicional de la invención los tubos resonantes están dispuestos en una configuración triangular, rectangular, cuadrado o con forma de U. En una configuración triangular el resonador del dispositivo de láser incluye tres tubos resonantes, mientras que en la configuración rectangular o cuadrada el resonador puede estar compuesto de cuatro tubos resonantes. En otras realizaciones preferentes se pueden proporcionar cinco o más tubos resonantes y pueden estar dispuestos en forma poligonal. La disposición similar a un anillo de los tubos resonantes permite que se optimice la geometría del resonador, por ejemplo a la potencia requerida y la limitación de volumen de la aplicación particular. La configuración con forma de U como una realización de un anillo abierto o un circuito permite un acceso sencillo al espacio central libre por medio de la abertura en el anillo. Por lo tanto, se puede insertar un objeto en el espacio central libre a través de la separación entre dos tubos resonantes adyacentes a la abertura en el anillo.

30 El dispositivo de láser puede estar configurado para dirigir el haz de rayos láser al interior del espacio central libre rodeado por los tubos resonantes y/o el al menos un tubo depósito de gas. Con este fin, se puede proporcionar un espejo deflector que desvía el haz de rayos láser que pasa a través del acoplador de salida en la dirección del espacio central libre. Este espejo deflector o espejo de salida está dispuesto, preferentemente, en el exterior del resonador, que está definido en extremos axiales opuestos por el espejo trasero y el acoplador de salida.

35 El recipiente depósito de gas es un tubo depósito de gas que tiene dos conectores separados de tubos para una conexión a las porciones de conexión del espacio tubular. El tubo depósito de gas está dispuesto a lo largo de uno de los tubos resonantes. Además, es preferente que el tubo depósito de gas esté dispuesto de forma que se mantenga el espacio central libre para colocar el dispositivo de barrido, los medios de excitación de gas, el medio de refrigeración de los tubos resonantes y/u otros objetos en el mismo.

40 Los tubos resonantes y el tubo depósito de gas están dispuestos en un plano. Los tubos en un plano común proporcionan un diseño plano y muy compacto del dispositivo de láser. Además, esta realización permite que se apile una pluralidad de dispositivos de láser, de forma que se pueda formar una disposición láser que tiene una pluralidad de dispositivos apilados de láser.

45 Hay formado un dispositivo compacto de láser en el que el tubo depósito de gas se extiende en paralelo a al menos uno de los tubos resonantes del dispositivo de láser. Así, el recipiente depósito de gas tiene una forma tubular con un eje longitudinal que se extiende de forma paralela a un eje longitudinal del espacio tubular o a uno de los tubos resonantes del espacio tubular. El tubo depósito de gas puede tener sustancialmente la misma longitud que el tubo resonante y puede estar dispuesto directamente junto al mismo, de forma que se pueda minimizar el corte transversal del dispositivo de láser.

50 En otra realización preferente de la invención, los medios de excitación incluyen al menos un electrodo de radiofrecuencia que se extiende a lo largo de un eje longitudinal del espacio tubular, en particular a lo largo del eje longitudinal de los tubos resonantes.

Se describirá adicionalmente la invención con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La Fig. 1 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de láser según la invención;

la Fig. 2 muestra una vista en planta de un dispositivo de láser según la Fig. 1; y

la Fig. 3 muestra una vista ampliada de una porción de esquina del dispositivo de láser según las Figuras 1 y 2.

En todas las figuras, se identifican los componentes idénticos o correspondientes por medio de signos de referencia idénticos.

5 Las Figuras 1 y 2 muestran un dispositivo 10 de láser, según la invención. El dispositivo 10 de láser puede ser, en particular, un dispositivo de láser para marcar un objeto por medio de un haz de rayos láser. Se pueden integrar uno o más de tales dispositivos 10 de láser en una cabeza de marcado para marcar un objeto.

10 El dispositivo 10 de láser comprende una pluralidad de tubos resonantes 12 que, en particular, pueden ser tubos de óxido de aluminio. Los tubos resonantes 12 forman una parte de un espacio tubular común que puede ser denominado el resonador del dispositivo 10 de láser. Los tubos resonantes 12 están rodeados, al menos parcialmente, por medios 50 de excitación en forma de electrodos 51 de radiofrecuencia para excitar un gas contenido en los tubos resonantes 12. Los electrodos 51 se extienden sustancialmente a lo largo de toda la longitud de los tubos resonantes 12 para excitar un gas contenido en su interior.

15 En la realización mostrada el dispositivo 10 de láser comprende cuatro tubos resonantes 12 dispuestos en un cuadrado. Sin embargo, en vez de un resonador cuadrado el resonador también puede adoptar la forma de un rectángulo, una forma de U o una forma triangular. En vez de un resonador compuesto de cuatro lados también podría ser construido únicamente con dos o tres lados o más de cuatro lados. El diseño permite que se optimice la geometría del resonador a la potencia requerida y a la limitación del volumen de la aplicación.

Hay formado un espacio libre central 8 en un área interna del dispositivo 10 de láser. El espacio 8 está rodeado por los tubos resonantes 12. Cada uno de los tubos resonantes 12 tiene un eje longitudinal. Los ejes longitudinales de los tubos resonantes 12 se extienden en un plano común.

20 En tres de las cuatro esquinas de los elementos cuadrados 20, 21 de conexión en forma de triángulos cerámicos hay dispuestos tubos resonantes adyacentes 12 de conexión. Cada uno de los elementos 20, 21 de conexión tiene un espejo 22 para reflejar luz láser desde un tubo resonante 12 hasta un tubo resonante adyacente 12, acoplado de esta manera la energía láser entre los tubos resonantes 12. Cada uno de los elementos 20, 21 de conexión tiene un cuerpo 24 de base, al que están conectados los tubos resonantes 12. El espejo 22 está fijado al cuerpo 24 de base.

25 En un extremo axial de uno de los tubos resonantes 12 hay dispuesto un espejo trasero o extremo 44 totalmente reflectante para reflejar la luz láser en el tubo resonante 12. En el extremo del segundo tubo resonante 12 hay dispuesto un acoplador 42 de salida para extraer un haz de rayos láser. El acoplador 42 de salida es un espejo parcialmente reflectante.

30 En la realización ilustrada hay interconectados dos de los tubos resonantes 12, que pueden ser denominados tubos resonantes extremos, por medio de un reborde integrado 40 de salida. Es decir, la cuarta esquina está construida de forma que una cara contiene el espejo trasero 44 y otra cara contiene el acoplador 42 de salida parcialmente reflectante.

35 El reborde integrado 40 de salida comprende un primer cuerpo interno 70 de base y un segundo cuerpo externo 72 de base. Hay formada una cavidad o separación interna 74 entre los cuerpos primero y segundo 60, 62 de base en la que se reciben el espejo trasero 44 y el acoplador 42 de salida.

40 En un área de esquina del reborde integrado 40 de salida se proporciona un espejo 46 de salida para reflejar el haz de rayos láser extraído a través del acoplador 42 de salida en una dirección predeterminada. El espejo 46 de salida está dispuesto de forma que se refleje el haz de rayos láser en el espacio central libre 8 del dispositivo 10 de láser. Hay formado un agujero 48 de salida en el primer cuerpo 70 de base del reborde integrado 40 de salida a través del cual puede pasar el haz de rayos láser desviado por medio del espejo 46 de salida al espacio central libre 8. Hay conectado un reborde 76 de montaje al segundo cuerpo 72 de base.

45 A lo largo de un tubo resonante 12 hay dispuesto un segundo tubo que está libre de medios 50 de excitación y forma un recipiente depósito 60 de gas del dispositivo 10 de láser. El recipiente depósito 60 de gas suministra lastre de gas a los tubos resonantes 12 para una vida útil mayor del dispositivo 10 de láser. El recipiente o tubo depósito 60 de gas puede tener distintas dimensiones, en particular un diámetro grande, que los tubos resonantes 12. En general, la estructura del lastre de gas podría adoptar cualquier forma o incluso ser un volumen separado conectado al dispositivo 10 de láser por medio de tubos.

50 El recipiente o tubo depósito 60 de gas está conectado en un primer extremo axial 62 a un primer elemento 20 de conexión y en un segundo extremo axial 64 a un segundo elemento 20 de conexión. Se proporciona un primer conector 66 de tubos en el primer extremo axial 62 y se proporciona un segundo conector 68 de tubos en el segundo extremo axial 64. El primer elemento 20 de conexión incluye una primera porción 30 de conexión para conectarse al primer conector 66 de tubos del tubo depósito de gas y el segundo elemento 20 de conexión incluye una segunda porción 32 de conexión para conectarse al segundo conector 68 de tubos.

55 El tubo depósito de gas está dispuesto de una forma paralela al tubo resonante 12 conectado a los mismos elementos 20 de conexión.

5 La Fig. 3 muestra una vista detallada de una esquina entre dos tubos resonantes 12. Los tubos resonantes 12 están conectados a un elemento 20 de conexión que también puede ser denominado reborde de conexión o reborde de esquina. El elemento 20 de conexión tiene tres porciones de entrada, dos para conectar los tubos resonantes 12 y una para conectar el recipiente o tubo depósito 60 de gas. Se forma una cavidad interna 26 en el interior del elemento 20 de conexión, que proporciona una conexión de fluido entre los tubos resonantes 12 y el recipiente depósito 60 de gas.

10 La porción de entrada para conectar el recipiente depósito 60 de gas y la porción de entrada para uno de los tubos resonantes 12 están dispuestas en un lado del elemento 20 de conexión juntas la una a la otra de forma paralela. La porción de entrada para el otro tubo resonante 12 está dispuesta en un segundo lado del elemento 20 de conexión. En un área de esquina hay dispuesto un espejo 22 para reflejar luz láser entre los tubos resonantes 12. El espejo 22 está dispuesto de forma que básicamente no entra luz láser en el interior del recipiente depósito 60 de gas.

Hay dispuestos bloques 78 de refrigeración junto a los tubos resonantes 12 para refrigerar el gas contenido en los tubos resonantes 12.

15

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de láser que comprende
- un espacio tubular formado por al menos tres tubos resonantes (12) para un gas a excitar,
 - medios (50) de excitación para cada uno de los al menos tres tubos resonantes (12) para excitar el gas en el tubo resonante (12) y generar luz láser,
 - un acoplador (42) de salida parcialmente reflectante para acoplar un haz de rayos láser, y
 - al menos dos elementos (20) de conexión, estando conectado cada elemento (20) de conexión entre dos tubos resonantes adyacentes (12),
 - en el que los tubos resonantes (12) están dispuestos en un plano y en forma de un anillo abierto o cerrado que rodea un espacio central (8) entre los mismos, y
 - al menos un tubo depósito (60) de gas está conectado al espacio tubular en dos porciones separadas (30, 32) de conexión formadas en dos de los elementos (20) de conexión, estando libre el tubo depósito (60) de gas de medios de excitación y en comunicación de fluido con el espacio tubular y formando un depósito de gas, **caracterizado porque**
 - el tubo depósito (60) de gas está dispuesto en el plano de los tubos resonantes (12), en el espacio (8) entre los tubos resonantes (12) y a lo largo de uno de los tubos resonantes (20).
2. Un dispositivo de láser según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el espacio tubular y el recipiente depósito (60) de gas forman un sistema cerrado de gas, en el que se suministra gas desde el recipiente depósito (60) de gas al espacio tubular principalmente mediante difusión.
3. Un dispositivo de láser según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** cada uno de los elementos (20) de conexión comprende al menos un espejo (22) para reflejar luz láser entre los tubos resonantes (12).
4. Un dispositivo de láser según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** cada uno de los elementos (20) de conexión comprende una cavidad interna (26) que se encuentra en comunicación de fluido con al menos dos tubos resonantes adyacentes (12) y el al menos un recipiente depósito (60) de gas.
5. Un dispositivo de láser según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el recipiente depósito (60) de gas se encuentra en comunicación de fluido con los al menos tres tubos resonantes (12).
6. Un dispositivo de láser según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** los tubos resonantes (12) están dispuestos en una configuración triangular, rectangular, cuadrada o con forma de U.
7. Un dispositivo de láser según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el tubo depósito de gas tiene dos conectores separados (66, 68) de tubos para una conexión a las porciones (30, 32) de conexión del espacio tubular.
8. Un dispositivo de láser según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el tubo depósito de gas se extiende en paralelo a al menos uno de los tubos resonantes (12).
9. Un dispositivo de láser según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** los medios (50) de excitación incluyen al menos un electrodo (51) de radiofrecuencia que se extiende a lo largo de un eje longitudinal del espacio tubular.

Fig. 3

