

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 039**

51 Int. Cl.:

A61B 18/20 (2006.01)

H01S 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2002 E 11178769 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2389889**

54 Título: **Dispositivo láser portátil**

30 Prioridad:

25.07.2001 US 307628 P

24.07.2002 US 202325

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

24.04.2018

73 Titular/es:

INNOTECH USA, INC. (100.0%)

2975 Westchester Avenue

Purchase, NY 10577, US

72 Inventor/es:

GRUZDEV, VALENTIN y

EFREMKIN, PAVEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 665 039 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 láser portátil

Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

- 5 La invención se refiere, en general, a dispositivos láser portátiles basados en una tecnología láser de estado sólido, y se refiere en particular a dispositivos láser de mano con refrigeración directa de un conjunto de barras láser.

Explicación de antecedentes y de la técnica anterior

10 La radiación láser generada por los láseres de estado sólido se usa de manera generalizada en la industria y en la medicina. Como se ilustra en la figura 1, un conjunto típico de emisión de láser consiste en una barra de láser 6, una lámpara de excitación 3, un reflector 8, un par de espejos resonantes 5, 6 y una disposición de enfriamiento 7, 9. La longitud de onda de una radiación láser se determina por el tipo de una barra láser. La duración del impulso láser y su energía se establecen principalmente mediante la fuente de alimentación asociada al dispositivo láser. Entre los láseres comúnmente más usados en el campo médico se encuentran los láseres de estado sólido que utilizan cristales de granate de itrio y aluminio dopado con iones de neodimio, erbio, holmio, y también láser de rubí sobre la base de esmeril dopado con átomos de cromo.

15 La portabilidad es un aspecto importante para el uso efectivo de los dispositivos láser médicos. En este sentido, los dispositivos láser en miniatura capaces de adaptarse a la mano de un operador son de gran interés para los profesionales médicos. Entre los principales elementos de tales dispositivos láser de mano se encuentran: una disposición de enfriamiento y un sistema de puntería y enfoque de un haz láser. Una fuente de alimentación de un dispositivo láser de este tipo se puede posicionar bien en el interior o en el exterior de la carcasa. En los dispositivos láser de mano se ha de prestar especial atención a minimizar sus dimensiones y su peso. Las lámparas de excitación, que se usan principalmente en láseres pulsados de estado sólido, emiten radiación óptica que se encuentra dentro del intervalo de 0,2 y 0,7 micrómetros. Este intervalo es sustancialmente superior a una banda de absorción de la barra de láser. Por lo tanto, una parte considerable de la radiación óptica de la lámpara de excitación que pasa a través de la barra de láser se desperdicia convirtiéndose en una energía térmica inútil. En consecuencia, cuando la lámpara de excitación pulsa constantemente su radiación en la dirección de la barra de láser para generar un haz láser de salida requerido, la temperatura de la barra de láser aumenta, disminuyendo su eficiencia. Por ejemplo, cuando la temperatura de la barra de láser de erbio aumenta hasta 70°C, la radiación láser es casi nula. Esto hace que una disposición de enfriamiento eficiente sea un componente muy importante para el funcionamiento estable y eficiente de los conjuntos de barra de láser de estado sólido. En la resolución de estos problemas, un factor importante es que se debe disipar una energía térmica pulsada extensiva de una superficie muy pequeña de la barra de láser. De este modo, el desarrollo de disposiciones de enfriamiento efectivas en miniatura adaptadas a la eliminación de energía térmica de los conjuntos de barras de láser se considera un problema clave en el desarrollo de dispositivos láser de mano.

20 Actualmente, existen dos procedimientos básicos usados para facilitar la disipación térmica de los conjuntos de barras de láser. El primer procedimiento se basa en el uso de un medio de enfriamiento gaseoso, mientras que según el segundo procedimiento, se usa un medio de enfriamiento líquido. La absorción mínima de la radiación óptica de la lámpara de excitación por el refrigerante, la estabilidad del medio óptico y las dimensiones y el peso relativamente reducidos del sistema de enfriamiento se encuentran entre las importantes ventajas del primer procedimiento. El enfriamiento por líquido del segundo procedimiento proporciona una eficiencia de transferencia térmica considerablemente superior (en comparación con el enfriamiento gaseoso) de la barra de láser al refrigerante. Por otro lado, el uso de los refrigerantes líquidos no proporciona la estabilidad a largo plazo del medio óptico, y a menudo conduce a la contaminación de las superficies ópticas de la barra de láser, la lámpara de excitación y el reflector. Además, las disposiciones de enfriamiento por líquido actualmente disponibles aumentan sustancialmente el peso y las dimensiones de los respectivos dispositivos láser.

25 Es conocido que la cantidad de calor que se ha eliminar de una barra de láser o cristal depende de los siguientes factores: la dimensión de la superficie de enfriamiento; la diferencia entre la temperatura de la barra de láser y la temperatura del agente refrigerante, así como la velocidad del agente refrigerante en la proximidad de la superficie de la barra de láser. Cuando se utiliza el enfriamiento por líquido, el coeficiente de transferencia térmica es mucho más elevado que el del enfriamiento por gas. Esta es la razón por la cual en los dispositivos de láser pulsado, se usa muy raramente enfriamiento por gas. Sin embargo, el uso de la refrigeración por líquido para enfriar las barras de láser y las lámparas de excitación aumenta las dimensiones del emisor de láser, generando así mismo muchos otros problemas asociados a la refrigeración por líquido discutida anteriormente.

30 También se conocen disposiciones de enfriamiento para dispositivos láser que combinan el uso de los principios de enfriamiento por gas y por líquido. Una disposición de este tipo se divulga en la patente de los Estados Unidos 5.481.556. Según esta divulgación, la carcasa exterior de la cavidad del láser que contiene una lámpara de excitación, una barra de láser y un reflector son enfriados por un líquido que circula dentro de un circuito cerrado que rodea la cavidad del láser. El refrigerante líquido y la cavidad del láser se enfrían mediante un flujo de aire generado

por un ventilador situado dentro de la carcasa. Uno de los principales inconvenientes de esta disposición es que la eliminación de calor de la barra de láser se lleva a cabo de manera indirecta a través del enfriamiento del exterior de toda la cavidad del láser. Este enfoque reduce sustancialmente la eficiencia del proceso de enfriamiento de los conjuntos láser.

5 Sumario de la invención

La presente invención se define en la reivindicación 1 y proporciona un dispositivo láser de mano que consiste en una cubierta alargada formada con un espacio interior sustancialmente hueco. Se forma un emisor láser por al menos una lámpara de excitación y una barra de láser. Se genera una zona de baja presión dentro del espacio interior para facilitar la formación de una corriente de refrigerante gaseoso en el interior. Una abertura de entrada se sitúa en un extremo delantero de la carcasa. Se forma una zona de baja presión en el extremo trasero de la carcasa. Una corriente de refrigerante gaseoso entra en el espacio interior a través de la abertura y se extiende axialmente en la dirección de delante hacia atrás para eliminar el calor del emisor láser. Se proporciona un filtro en una abertura de entrada para filtrar una corriente de refrigerante gaseoso que entra en el espacio interior. De manera alterna, se puede formar una abertura de entrada en un área trasera de la carcasa, de modo que tras entrar en el espacio interior, la corriente de refrigerante gaseoso inicialmente se mueve axialmente en la dirección de atrás hacia delante y después se mueve en la dirección de delante hacia atrás.

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características de la invención se describen con referencia a realizaciones ejemplares, que se destinan a explicar y no a limitar la invención. La invención según se reivindica corresponde a las realizaciones de las figuras 3 y 4. Las otras realizaciones descritas han de considerarse ejemplos.

La figura 1 es un diagrama esquemático de un emisor láser según la técnica anterior.

La figura 2 es una vista parcial en sección transversal de un ejemplo que utiliza agentes refrigerantes gaseosos y líquidos;

La figura 3 es una vista parcial en sección transversal que muestra un interior de un dispositivo láser de mano según una realización de la invención;

La figura 4 es una vista parcial en sección transversal que muestra un interior de un dispositivo láser de mano según otra realización de la invención;

La figura 5 es una vista parcial en sección transversal que muestra un interior de un dispositivo láser de mano según un ejemplo que no pertenece a la invención;

La figura 6 es una vista parcial en sección transversal que muestra un interior de un dispositivo láser de mano según otro ejemplo más que no pertenece a la invención;

La figura 7 ilustra un diseño alternativo del conjunto de barras de láser que no pertenece a la invención;

La figura 8 muestra el conjunto que tiene una barra de láser de forma cónica que no pertenece a la invención; y

La figura 9 ilustra un ejemplo con un emisor de láser pulsado que utiliza una lámpara adicional que proporciona una irradiación óptica visible continua.

Descripción de la realización preferida

Con referencia ahora a la figura 2, que ilustra un ejemplo de un dispositivo 10 láser de mano que tiene un emisor láser 11 dispuesto en una cubierta 12 alargada sustancialmente hueca que se extiende longitudinalmente entre los extremos delantero 14 y trasero 16 de la misma. La cubierta está formada por paredes exteriores 15 e interiores 17 que definen un espacio de amortiguación 48 entre las mismas. En lo sucesivo en esta solicitud se volverá a esta estructura. En el interior de la cubierta se dispone una barra de láser 18 sustancialmente centrada con de una lámpara de excitación 20 que está separada de la misma. Se posiciona un espejo 22 resonante totalmente reflectante o trasero en un extremo trasero de la barra de láser y en un eje óptico de la misma. Se sitúa un espejo 24 resonante de salida o delantero enfrente de la barra de láser en un eje óptico de la misma. Se aloja una disposición formadora de haz láser o una lente de enfoque 26 en el extremo delantero 14, de manera que el espejo de salida 24 quede interpuesto entre la barra de láser 18 y la lente 26. Para facilitar el paso del haz láser, el espejo resonante de salida 24 se forma con características reflectantes reducidas respecto del espejo 22 resonante trasero totalmente reflectante. De manera alternativa, el espejo 24 se puede formar con una abertura en la zona central del mismo. La barra de láser 18 y la lámpara de excitación 20 están al menos parcialmente rodeadas por un reflector 28.

Durante el funcionamiento del dispositivo láser portátil, las luces de destellos son emitidas desde la lámpara de excitación 20 que es alimentada por una fuente de alimentación de la impulsión (no mostrada). Las luces de destello se reflejan en la superficie interior del reflector para hacer que la barra de láser absorba la energía generada. Se inyecta una luz desde la lámpara de excitación 20 dentro del material de láser de la barra de láser 18 que inicia la descarga de fotones en el cristal. Estos fotones se desplazan entre los espejos resonantes delantero 24 y trasero 22

que producen una amplificación armónica. Se resuena y amplifica una luz láser emitida desde la barra de láser por espejos resonantes. El haz láser amplificado se escapa del sistema a través del espejo 24 exterior. El haz de luz láser emitido se enfoca por la lente 26 e incide bien sobre una fibra óptica que se ha de transmitir a una sonda láser posicionada en el extremo delantero del aparato o directamente dirigida sobre el cuerpo de un paciente.

5 Un sistema refrigerante del dispositivo láser 10 ilustrado en la figura 2 es de un tipo combinado de líquido y gas. Se proporciona una disposición de enfriamiento convectivo o ventilador de enfriamiento 30 que genera una corriente de refrigerante gaseoso, tal como el aire ambiente, por ejemplo dentro del interior de la cubierta 12 en el extremo trasero 16. La disposición de enfriamiento por líquido incluye una carcasa 32 formada respectivamente por paredes interior 34 y exterior 36 separadas entre sí del mismo. Una cámara de enfriamiento 38 adaptada para recibir un medio de enfriamiento líquido se forma dentro del espacio hueco entre las paredes del alojamiento 32. La pared interior 34 define una abertura alargada 40 que se extiende a través de la longitud total del alojamiento y adaptada para recibir al menos parcialmente la barra de láser 18. Las paredes 34 y 36 de la carcasa están hechas de un material ópticamente transparente. Una cámara de acumulación intermedia 42 está dispuesta dentro de la cubierta 12 y se conecta a la cámara de enfriamiento 38 mediante elementos de conexión de entrada y salida 44 y 46, respectivamente. Con el fin de aumentar el volumen del medio de enfriamiento líquido disponible y de intensificar, además, el proceso de enfriamiento, el espacio de amortiguación 48 está dispuesto dentro del espacio interior de la cubierta 12 a lo largo de la pared exterior 15. La comunicación entre el espacio de amortiguación 48 y la cámara de acumulación intermedia 42 se realiza mediante elementos de entrada 52 y descarga 54. Múltiples aletas 56 se extienden hacia fuera desde la pared interior 17 de la cubierta hacia una región central del aparato 10.

20 En el sistema de enfriamiento del dispositivo láser de mano 10 cada uno de los agentes de enfriamiento por gas y líquido se aplica a diferentes elementos de la unidad láser 11. En este sentido, la corriente de un agente de enfriamiento por gas, tal como el aire, por ejemplo, generado por el ventilador 30 y dirigido longitudinalmente dentro de la cubierta se dirige típicamente hacia los elementos de la unidad láser expuesta a la máxima temperatura. Más específicamente, se dirige hacia la lámpara de excitación 20 y el reflector 28. Por otro lado, la barra de láser 18 se enfría mediante el medio de enfriamiento líquido, tal como agua, por ejemplo, que circula principalmente entre la cámara de enfriamiento 38, la cámara de acumulación intermedia 42 y el espacio de amortiguación 48. En el ejemplo de la figura 2, el refrigerante líquido se suministra a la cámara de enfriamiento 38 desde la cámara de acumulación intermedia 42 mediante una bomba 43 asociada al elemento de conexión de entrada 44. Al circular dentro de la cámara de enfriamiento 38, el refrigerante líquido que tiene una temperatura elevada se recicla hacia la cámara de acumulación intermedia 42 a través del elemento de salida 46 y finalmente puede volver a entrar en el espacio de amortiguación 48 a través del elemento de descarga 54. Se puede proporcionar un elemento de enfriamiento 58 auxiliar que tiene un contacto térmico con la pared de la cámara de acumulación intermedia 42 para intensificar el proceso de enfriamiento.

Como se ilustra en la figura 2, el flujo de refrigerante gaseoso generado por el ventilador 30 se dirige a las superficies exteriores de los elementos que forman el sistema de enfriamiento por líquido tal como; la cámara de enfriamiento 38 y la cámara de acumulación intermedia 42. Las múltiples aletas 56 aumentan la superficie de intercambio térmico de la pared interior 17 que forma el espacio de amortiguación 48 que está sujeto también a al flujo de refrigerante gaseoso. Para intensificar más el flujo de refrigerante gaseoso dentro de la cubierta 12, las regiones trasera 16 y delantera 14 de la misma están provistas de aberturas 58, 60 respectivamente.

40 Los elementos del dispositivo láser de mano 10 sometido a la temperatura máxima, tal como la lámpara de excitación 20 y el reflector 28 se enfrían efectivamente por la corriente de refrigerante gaseoso generado por el ventilador 30. Por otro lado, la temperatura de la barra de láser 18 se reduce directamente por el flujo de refrigerante líquido. Además, los elementos del sistema de refrigeración por líquido se enfrían también por la corriente de refrigerante gaseoso generado por el ventilador 30. Tal capacidad combinada de enfriamiento proporciona la estabilidad necesaria de la temperatura de la barra de láser 10 que se genera en las condiciones del dispositivo láser de mano.

La efectividad de eliminación de calor de la unidad 11 de barra de láser se puede reforzar aumentando la velocidad, rapidez y ritmo del flujo del refrigerante gaseoso a lo largo de sus elementos. En el ejemplo de la figura 2, esto se puede conseguir mediante el aumento de la velocidad de giro del ventilador 30 o mediante la provisión de una bomba de aire exterior que suministra un refrigerante gaseoso de presión relativamente elevada en el interior de la cubierta del dispositivo láser. En el dispositivo láser ilustrado en la figura 2, la disposición de enfriamiento por gas se adapta para utilizar el aire ambiente como medio refrigerante gaseoso y el agua como medio refrigerante líquido. Sin embargo, también se contempla el uso de otros agentes de enfriamiento gaseosos y líquidos que se pueden precalentar antes de entrar en el interior de la cubierta. Uno de los ejemplos de tal agente gaseoso preenfriado puede ser dióxido de carbono.

Ahora se hará referencia a la figura 3, que ilustra una realización de la invención. El aparato láser de mano 310 está formado por una cubierta alargada 312 que tiene una zona interna sustancialmente hueca que se extiende entre los extremos delantero 314 y trasero 316 de la misma. El conjunto emisor 311 que incluye la barra de láser 318, los espejos resonantes delantero 324 y trasero 322, la lámpara de excitación 320 y el reflector 328 están soportados por elementos 327 y 329 de soporte separados entre sí. Se dispone una zona de baja presión o de vacío 325 en el extremo trasero 316. En la realización de la figura 3, una corriente de refrigerante gaseoso entra en el interior de la

cubierta a través de una abertura de entrada 317 dispuesta en el extremo delantero 314 y se descarga a través de una abertura de salida dispuesta en el extremo trasero del dispositivo (no mostrado) . La zona de baja presión 325 da como resultado el diferencial de presión en los extremos trasero y delantero, de manera que se genera un flujo longitudinal de refrigerante gaseoso que pasa a lo largo de la barra de láser 318, la lámpara de excitación 320 y otros elementos del conjunto emisor. Para facilitar el paso del refrigerante, los elementos de soporte 327 y 329 se forman con aberturas 331 y 335, respectivamente. La zona de baja presión se puede generar delante 314 o detrás 316 de la cubierta mediante cualquier medio convencional tal como una bomba de aire, etc., que se puede posicionar dentro o fuera de la cubierta 312. Tal disposición da como resultado la velocidad elevada del flujo de refrigerante gaseoso y garantiza menores dimensiones del sistema de enfriamiento. Asimismo, en comparación con un ventilador que se ha usado típicamente para proporcionar un flujo de refrigerante gaseoso, la zona de baja presión requiere una menor alimentación energética. Otra ventaja importante de la zona de baja presión 325 es que mejora sustancialmente la homogeneidad del flujo de refrigerante gaseoso en el interior de la cubierta y elimina sustancialmente los vórtices gaseosos y las áreas de estancamiento en el interior de la misma.

El refrigerante gaseoso que entra en el interior de la cubierta contiene típicamente partículas de polvo ambiental así como partículas de sustancias tratadas con un dispositivo láser. Tales partículas, cuando pasan por el interior de la cubierta contaminan los elementos ópticos dispuestos en el interior de la misma. Finalmente esto da como resultado una reducción de las características esenciales del dispositivo láser. Para minimizar los efectos no deseados, se dispone en la entrada 317 una unidad de filtración 330 que contiene un filtro exterior desechable 332 y un filtro interior de larga duración 334.

En las aplicaciones médicas del aparato láser de mano 310, el refrigerante gaseoso también puede contener partículas de carne humana (residuos) formados durante la interacción del haz láser con un tejido tratado. Se considera que tales residuos son posibles patógenos y necesitan ser evacuados del aire para una eliminación apropiada. Con este fin se puede disponer un filtro desechable 340 en el extremo delantero del aparato 310. Como se ilustra en la figura 3, el filtro 340 incluye una pared interior 342 que define una abertura central 344 que pasa por toda la longitud de la misma. Se adapta un espacio sustancialmente hueco 346 formado entre la pared interior 342 y la pared exterior 348 para recibir un material filtrante en el interior del mismo. Se disponen múltiples aberturas de entrada 345 en la región delantera de la pared interior 342, mientras que las aberturas de salida 347 se disponen en la región trasera del filtro. En vista de la zona de baja presión 325 y el proceso de succión asociado a la misma, la corriente de aire que contiene partículas de carne humana entra inicialmente en el interior del filtro 340 a través de las múltiples aberturas 345. Al pasar a través del material filtrante, la corriente de aire separada de las partículas y residuos entra en la región delantera 314 del aparato a través de las aberturas de salida 347.

La realización de la figura 4 es en muchos aspectos similar a la realización de la figura 3. Sin embargo, las aberturas de entrada 417 y 419 que contienen las respectivas unidades filtrantes 430 y 440 se posicionan en la región trasera 416 del emisor láser. Como se ilustra en la figura 4, al entrar el flujo de refrigerante gaseoso en el interior de la cubierta por los respectivos filtros exterior e interior 432, 434 y 442, 444 se dirige inicialmente hacia la región delantera 414 del dispositivo que refuerza la disipación térmica desde el exterior del emisor láser. En la región delantera 414, el flujo de refrigerante gaseoso se deriva de nuevo hacia la zona de baja presión 425, de manera que circule a lo largo de la zona interior del emisor láser. En la realización de la figura 4, la corriente de refrigerante gaseoso entra en el interior de la cubierta en el extremo trasero de la misma donde la concentración de partículas resultantes del uso del dispositivo es inferior a la de la parte delantera del dispositivo.

Cabe señalar que la zona de baja presión o de vacío se puede usar también en el ejemplo de la figura 2 en lugar del ventilador para generar un flujo de refrigerante gaseoso dentro de la carcasa. En el ejemplo de la figura 2, la zona de baja presión se puede disponer, por ejemplo, en la región delantera de la carcasa.

Volviendo ahora a la figura 5, que ilustra un ejemplo que no pertenece a la invención de una disposición de enfriamiento 510 para un dispositivo láser de mano. Un emisor láser 511 consiste en dos lámparas de excitación 520 y 521 que se disponen en lados opuestos de la barra de láser 518. En la dirección longitudinal, la barra de láser 518 se interpone entre el espejo resonante 522 trasero totalmente reflectante y un espejo resonante 524 delantero o de salida semirreflectante. Las lámparas y la barra de láser están rodeadas por un reflector 528 que se posiciona dentro y separado de la cubierta exterior 512. Un espacio de amortiguación 548 sustancialmente hueco se forma entre la cubierta exterior 512 y el reflector 528.

Se dispone una camisa 519 realizada en un material ópticamente transparente a lo largo de una superficie exterior de la barra de láser 518. La camisa está definida por al menos una superficie exterior 515 y una abertura interior longitudinal 516 que pasa a través de la misma. Se forma una ranura espiral interna continua 517 dentro de un cuerpo de la camisa en la abertura 516 y se extiende a través de toda la longitud de la misma. La abertura longitudinal que incluye la ranura interna se adapta para recibir de manera rotativa la superficie exterior de la barra de láser 518. El movimiento rotativo de la camisa 519 respecto de la barra de láser se facilita mediante un pequeño hueco dispuesto entre la abertura interna 516 de la camisa y la superficie exterior de la barra de láser. La ranura espiral interna 517 se adapta para recibir el líquido refrigerante y hacerlo pasar a lo largo de la superficie exterior 515 de la barra de láser. Para aumentar el volumen del refrigerante líquido disponible y para intensificar más el proceso de enfriamiento, la ranura espiral interna 517 está en comunicación fluida con el espacio de amortiguación 548 también relleno del refrigerante líquido. Una disposición rotativa convencional, tal como un motor eléctrico 525

provisto de un embrague magnético, por ejemplo, genera el movimiento rotativo de la camisa 519 que incluye la ranura espiral interna 517 respecto de la barra de láser 518.

En el ejemplo de la figura 5, el ventilador de enfriamiento 530 se posiciona hacia atrás de la cubierta 512. Para facilitar la introducción y la salida del flujo de refrigerante gaseoso generado por el ventilador 530 dentro y desde la cavidad de láser, se forman las aberturas 527 y 529 en las paredes trasera y delantera de la cubierta, respectivamente. En funcionamiento, el espacio interior de la ranura espiral continuo 517 y el espacio de amortiguación 548 se llena con el medio de enfriamiento líquido. El movimiento rotativo de la camisa 519 que incluye la ranura espiral interna continua 517 respecto de la barra de láser 518 estacionaria proporciona el movimiento longitudinal del medio refrigerante líquido a lo largo de la superficie exterior 515 de la barra de láser calentada. La ranura espiral continua se comunica con el espacio de amortiguación 548 relleno del refrigerante líquido. Para reforzar más la eficiencia del enfriamiento de la barra de láser, el fluido de enfriamiento circula entre el espacio de amortiguación y la ranura espiral interna. Después de ser descargado de la ranura 517, el líquido refrigerante usado que tiene una temperatura elevada al entrar en el espacio de amortiguación 548 transfiere su calor a la cubierta 512 que es absorbido por la corriente de aire generada por el ventilador 530.

En el ejemplo de la figura 5, el ajuste fino de rotación entre la ranura espiral continua 517 de la camisa y la superficie exterior 515 de la barra de láser forman una pluralidad de cavidades juntas que se desplazan continuamente desde la entrada 532 a la salida 534 del conjunto de barra de láser. Esta disposición da como resultado la capacidad de presión positiva para el refrigerante líquido. En funcionamiento, estas cavidades atrapan el agente refrigerante líquido en la entrada 532, lo llevan a lo largo de las superficies exteriores 515 de la barra de láser y lo descargan en la salida 534, proporcionando un flujo continuo del refrigerante a lo largo de la barra de láser. De este modo, el movimiento de rotación de la ranura espiral interna 517 a lo largo de la barra de láser forma una disposición de desplazamiento positivo, que es capaz de desplazar una cantidad definida del refrigerante líquido con cada revolución de la ranura espiral.

Volviendo ahora a la figura 6, que ilustra otro ejemplo que no pertenece a la invención. Un conjunto de barra de láser que consiste en una barra de láser 618, el espejo resonante trasero totalmente reflectante 622 y el espejo resonante delantero semirreflectante de salida 624 se asocian de manera móvil con el eje del motor eléctrico 625 o cualquier otra disposición convencional de rotación. Una disposición espiral continua 627 que se extiende hacia fuera se enrolla alrededor o se distribuye sobre la superficie exterior 615 de la barra de láser 618. La disposición espiral 627 se puede tallar a partir de un cuerpo de la barra de láser. De manera alternativa, se puede posicionar una disposición espiral independiente sobre la superficie exterior de la barra láser. De esta manera se desarrolla una formación de ranuras espirales externas 629 continuas sobre la superficie exterior 615 de la barra de láser. Una camisa 619 definida por al menos la abertura longitudinal interna 628 y la superficie externa 619 se forma a partir de un material ópticamente transparente. La superficie exterior 619 de la camisa se posiciona fijamente en el interior de la cubierta (no mostrada), mientras la abertura longitudinal interna 628 se adapta para recibir con rotación la barra de láser 618 con la disposición espiral externa continua 627. Se facilita este movimiento rotativo mediante un hueco menor dispuesto entre los extremos exterior de la disposición espiral y la superficie interior de la camisa 619. Como en las realizaciones previamente descritas, la lámpara de excitación 620 se dispone en una relación espaciada de la barra de láser.

En el ejemplo de la figura 6, el movimiento de rotación de la barra de láser 618 dentro de la abertura longitudinal 628 proporciona un desplazamiento positivo rotativo en el cual el flujo de refrigerante líquido se dirige axialmente a través de la abertura, para la eliminación de calor de las superficies exteriores 615 de la barra de láser. El refrigerante es llevado por las estrías que se extienden hacia fuera sobre la barra de láser rotativa y se desplaza axialmente a medida que gira la espiral.

En funcionamiento, al activarse la disposición rotativa por el motor eléctrico 625, la barra de láser junto con la disposición espiral continua y los espejos resonantes 622 y 624 giran dentro del espacio hueco interno de la camisa ópticamente transparente. El movimiento de rotación de la espiral externa desarrolla la succión en la entrada de la camisa 619, de manera que el refrigerante se introduce en el hueco entre la barra de láser y el interior de la camisa. Al pasar a través del espacio hueco de la camisa, se lleva a cabo el proceso de intercambio de calor entre el refrigerante y la superficie externa de la barra de láser que reduce su temperatura. Cuando la frecuencia de rotación de la barra de láser sobrepasa la frecuencia de pulso de la lámpara de excitación, un pulso ultrarrápido de la lámpara de excitación corresponde a varias revoluciones de la barra de láser. Esta condición da como resultado la mayor uniformidad del haz láser generado por el dispositivo.

En el ejemplo de la figura 6, la temperatura de la barra láser se reduce mediante el flujo del refrigerante desarrollado durante la rotación de la barra de láser y la disposición espiral externa alrededor del eje longitudinal del dispositivo. En este caso, la velocidad del flujo del refrigerante en la superficie de la barra de láser además del componente axial tiene también un componente radial que depende directamente de una velocidad de giro de la barra de láser. De este modo, la cantidad de calor eliminada de la barra depende de la velocidad de giro de la misma. Si la velocidad de giro de la barra sobrepasa la tasa de repetición de los pulsos de láser entonces aumentará respectivamente la uniformidad del haz láser sobre su sección transversal. Se ha determinado que al aumentar la relación de la velocidad de giro de la barra de láser respecto de la tasa de repetición de los pulsos de láser, se lleva a cabo una mayor uniformidad del haz láser.

En un ejemplo alternativo, que no pertenece a la invención, la disposición espiral 27 puede girar dentro de la abertura longitudinal interna 628 de la camisa alrededor de una barra de láser posicionada de manera estacionaria.

Cabe señalar que la disposición de desplazamiento de refrigerante como se ha mencionado anteriormente con referencia a la figura 6 se puede utilizar en el aparato láser de mano de la figura 2. En este sentido, la barra de láser formada por la disposición espiral externa continua se posiciona de manera rotativa dentro del espacio interno de la cámara de enfriamiento que comunica con la cámara de acumulación intermedia mediante los elementos de conexión de entrada y salida. Al girar la barra de láser que incluye la disposición espiral externa, se desarrolla la succión en el elemento de conexión de entrada, de manera que lleva el refrigerante líquido desde la cámara de acumulación intermedia al espacio interior de la camisa de enfriamiento. El refrigerante líquido usado que tiene una temperatura elevada se vuelve a descargar en la cámara de acumulación intermedia a través del elemento de conexión de salida. El movimiento de giro de la barra de láser y la disposición espiral externa generan una succión dentro de la cámara de enfriamiento que da finalmente como resultado un flujo continuo del refrigerante a lo largo de la barra. En vista de esto, la disposición especial de bombeo utilizada en el ejemplo de la figura 2 para llevar el refrigerante líquido desde la cámara de acumulación intermedia al interior de la cámara de enfriamiento ya no es necesaria.

En el ejemplo de la figura 7 que no pertenece a la invención, la barra de láser 718 se forma con una configuración troncocónica o una forma de tronco de pirámide poligonal. Una superficie lateral o de lado 726 de la barra se extiende entre la primera base 732 y la segunda base 734 que son sustancialmente ortogonales al eje óptico A-A del dispositivo. Las lámparas de excitación 720 y 721 se disponen en ambos lados de la barra de láser 718. Las bases 732 y 734 así como la superficie lateral 726 de la barra de láser son transparentes a la radiación de las lámparas de excitación. De modo similar a los ejemplos descritos previamente, la barra de láser 718 se interpone entre el espejo resonante trasero totalmente reflectante 722 y un espejo resonante delantero semirreflectante 724. El espejo resonante 724 delantero está orientado hacia la primera base 732 de la barra de láser que tiene una sección transversal sustancialmente inferior a la segunda base 734 orientada hacia el espejo resonante trasero totalmente reflectante 722. Como se ilustra en la figura 7, el flujo del medio de enfriamiento se extiende a lo largo del eje longitudinal A-A de la barra de láser 718 en la dirección de delante hacia atrás. La superficie lateral 726 de la barra de láser es sometida a una corriente de refrigerante que se extiende a lo largo del eje longitudinal A-A de la barra de láser.

Como se ilustra en el diagrama que forma una parte de la figura 7 en el área de acoplamiento con la superficie lateral 726 del vector direccional de la velocidad V de la corriente del refrigerante se puede dividir en un componente V_n que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la superficie lateral y un componente tangencial V_t que se dirige a lo largo de la superficie lateral. Es conocido que la corriente del refrigerante dirigida de manera ortogonal proporciona el proceso de enfriamiento de mayor eficiencia en comparación con la disposición en la cual la corriente de refrigerante se dirige solamente de manera tangencial o a lo largo de la superficie de la barra de láser.

En el ejemplo de la figura 7, la existencia del componente ortogonal V_n en la velocidad del flujo de refrigerante reduce las áreas de estancamiento del flujo de refrigerante causadas por las fuerzas de fricción entre la superficie de la barra de láser y el flujo de refrigerante. Esta disposición aumenta más la eficiencia de la transferencia de calor entre la barra de láser y el refrigerante.

En el aparato láser de la figura 7, un diámetro o periferia exterior del espejo resonante trasero totalmente reflectante 722 sobrepasa la mayor sección transversal de la barra de láser 718. En este sentido, en la figura 7 se muestra que la periferia exterior del espejo trasero 722 es superior a la periferia exterior de la base trasera 734. De este modo, durante las múltiples reflexiones de la radiación óptica entre el espejo resonante trasero plenamente reflectante 722 y la superficie lateral 726 de la barra láser, se lleva a cabo una amplificación adicional de la radiación láser. Esto es más común cuando el ángulo que se forma en la punta de la barra de láser 718 es de aproximadamente 90° .

Volviendo ahora a la figura 8, que ilustra un ejemplo adicional que no pertenece a la invención con una barra de láser 818 que tiene una configuración sustancialmente cónica o con una forma de pirámide poligonal con una base 834. La superficie lateral 826 y la base 834 de la barra de láser son transparentes a la radiación óptica. El espejo resonante totalmente reflectante 822 está provisto de una abertura central 825 para descargar la radiación del haz láser generada por el dispositivo. El espejo resonante 822 se puede fijar a la base 834 o se puede espaciar de la base 834 (como se muestra en discontinuo). El espejo resonante 822 se puede formar aplicando un revestimiento reflectante especial a la base 834. La barra de láser 818 se interpone entre dos lámparas de excitación 720 y 721.

Como se ilustra en la figura 8, el flujo de medio de enfriamiento se dirige a lo largo del eje longitudinal A-A de la barra de láser 818. De manera similar a la realización de la figura 7, en la zona de acoplamiento del flujo de refrigerante con la superficie lateral 826, el vector direccional V de la velocidad de la corriente de refrigerante se forma con un componente ortogonal V_n que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la superficie lateral 826 y un componente tangencial V_t dirigido a lo largo de la superficie lateral 826. De manera similar a lo mencionado anteriormente, la corriente dirigida de manera ortogonal proporciona el proceso de enfriamiento de mayor eficiencia en comparación con la disposición en la cual toda la corriente de refrigerante se dirige solo de manera tangencial o a lo largo de la superficie de la barra de láser. Esta disposición también aumenta la eficiencia de la transferencia de calor entre la barra de láser 818 y el medio refrigerante.

Volviendo de nuevo a la figura 9 que ilustra el dispositivo láser pulsado 910 que tiene la barra de láser 928, los espejos resonantes delantero y trasero 924 y 922 y la lámpara de excitación 920 situados dentro del reflector 928. Una fuente de radiación óptica continua 927 se dispone dentro del reflector por un lado de la barra de láser 918 opuesto a la lámpara de excitación 920. La fuente 927 se debería posicionar de tal manera que interfiera mínimamente con interacción entre la barra de láser y la lámpara de excitación. Una parte de una radiación óptica visible continua generada por la fuente 927 y amplificada en la barra 928 sirve de luz visual piloto para reforzar el objetivo de un haz láser infrarrojo en una zona tratada. Asimismo, la radiación óptica continua después de ser absorbida por la barra de láser reduce un umbral de inactividad. Esto permite que la invención reduzca la energía eléctrica consumida por la lámpara de excitación 920 de manera que se reduzca finalmente la temperatura de la barra de láser 918.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo láser portátil que comprende:
 - una cubierta alargada de mano (312) formada con un espacio interior sustancialmente hueco y que se extiende entre sus extremos delantero (314) y trasero (316);
- 5 un emisor láser (311) formado por al menos una lámpara de excitación (320) y una barra de láser (318) espaciadas una de otra;
 - caracterizado por que el dispositivo comprende
 - una zona de baja presión (335) formada dentro de dicho espacio interior para facilitar la formación de una corriente de refrigerante gaseoso en el interior, configurada de tal forma que dicha corriente de refrigerante gaseoso atraviesa longitudinalmente dicho espacio interior a lo largo de dicho emisor láser dispuesto dentro de dicha corriente de refrigerante gaseoso para eliminar el calor de ella.
- 10
2. El dispositivo láser portátil según la reivindicación 1, en el que se proporciona una abertura de entrada en dicho extremo delantero, dicha zona de baja presión (325) está formada en dicho extremo trasero (316), una corriente de refrigerante gaseoso entra en dicho espacio interior a través de dicha abertura de entrada y se extiende axialmente en la dirección de delante hacia tras para eliminar el calor de dicho emisor láser.
- 15
3. El dispositivo láser portátil según la reivindicación 2, en el que se proporciona un filtro (330, 340) en dicha abertura de entrada para filtrar dicha corriente de refrigerante gaseoso que entra en el espacio interior.
4. El dispositivo láser portátil según la reivindicación 1, en el que se forma una abertura de entrada (440) en dicha área trasera (416) del espacio interior, de modo que tras entrar en el espacio interior, la corriente de refrigerante gaseoso inicialmente se mueve axialmente en la dirección de atrás hacia delante y después se mueve en la dirección de delante hacia atrás.
- 20
5. El dispositivo láser portátil de la reivindicación 1, en el que dicha zona de baja presión (325) da como resultado una presión diferencial entre los extremos trasero y delantero, para facilitar la formación de dicho flujo longitudinal de refrigerante gaseoso que pasa a lo largo del emisor láser.
- 25
6. El dispositivo láser portátil de la reivindicación 1, en el que la zona de baja presión se genera en el extremo delantero (314) de la cubierta mediante una disposición de bomba de gas que se posiciona dentro o fuera de una cubierta de un dispositivo láser, para proporcionar un flujo de alta velocidad del refrigerante gaseoso y para reducir las dimensiones del sistema refrigerante.
7. El dispositivo láser portátil de la reivindicación 3, en el que el filtro (330, 340) incluye un filtro desechable (340) que tiene una pared interior (342) que define una abertura central (344) que pasa por una longitud de la misma, se adapta un espacio sustancialmente hueco (346) formado entre la pared interior (342) y una pared exterior (348) para recibir un material filtrante en el interior del mismo, se disponen aberturas de entrada (345) en una región delantera de la pared interior (342), se proporcionan aberturas de salida (347) en una región trasera del filtro, debido a la zona de menor presión (325) y un proceso de succión asociado a la misma, la corriente de refrigerante gaseoso que entra en el interior del filtro (340) a través de las aberturas de entrada (345), al pasar a través del material filtrante, la corriente refrigerante entra en la región delantera (314) del dispositivo a través de las aberturas de salida (347) del filtro.
- 30
- 35
8. El dispositivo láser portátil de la reivindicación 3, en el que se proporcionan múltiples aberturas de entrada traseras (417, 419) que contienen unidades filtrantes (430, 440) en el extremo trasero, de modo que el flujo de refrigerante gaseoso tras entrar en el interior de la cubierta a través de las unidades filtrantes (430, 440) se dirige hacia el extremo delantero de la cubierta que potencia la disipación térmica desde un exterior del emisor láser.
- 40
9. El dispositivo láser portátil de la reivindicación 1, en el que la zona de baja presión (325) se configura para mejorar sustancialmente la homogeneidad del flujo de refrigerante gaseoso dentro del interior de la cubierta y eliminar, o minimizar, sustancialmente los vórtices gaseosos y las áreas de estancamiento en el interior de la misma
- 45
10. El dispositivo láser portátil de la reivindicación 1, en el que dicha barra de láser es una barra de láser alargada, dicha corriente de refrigerante gaseoso atraviesa longitudinalmente dicho espacio interior a lo largo de un exterior de la barra de laser alargada, de modo que potencia la disipación térmica desde el exterior de la barra de láser alargada.

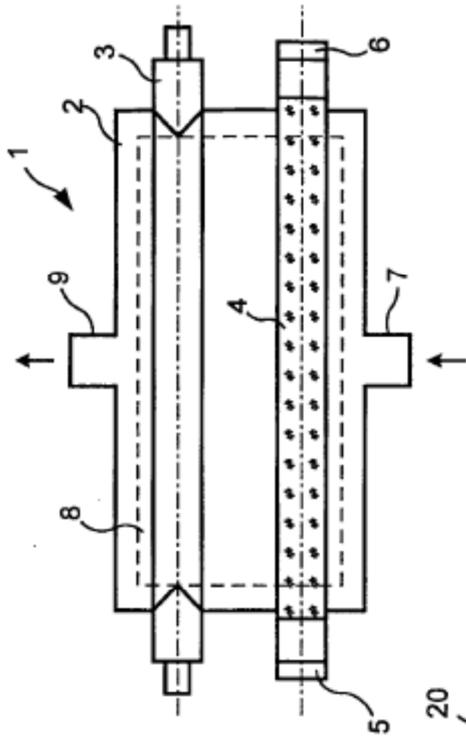


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

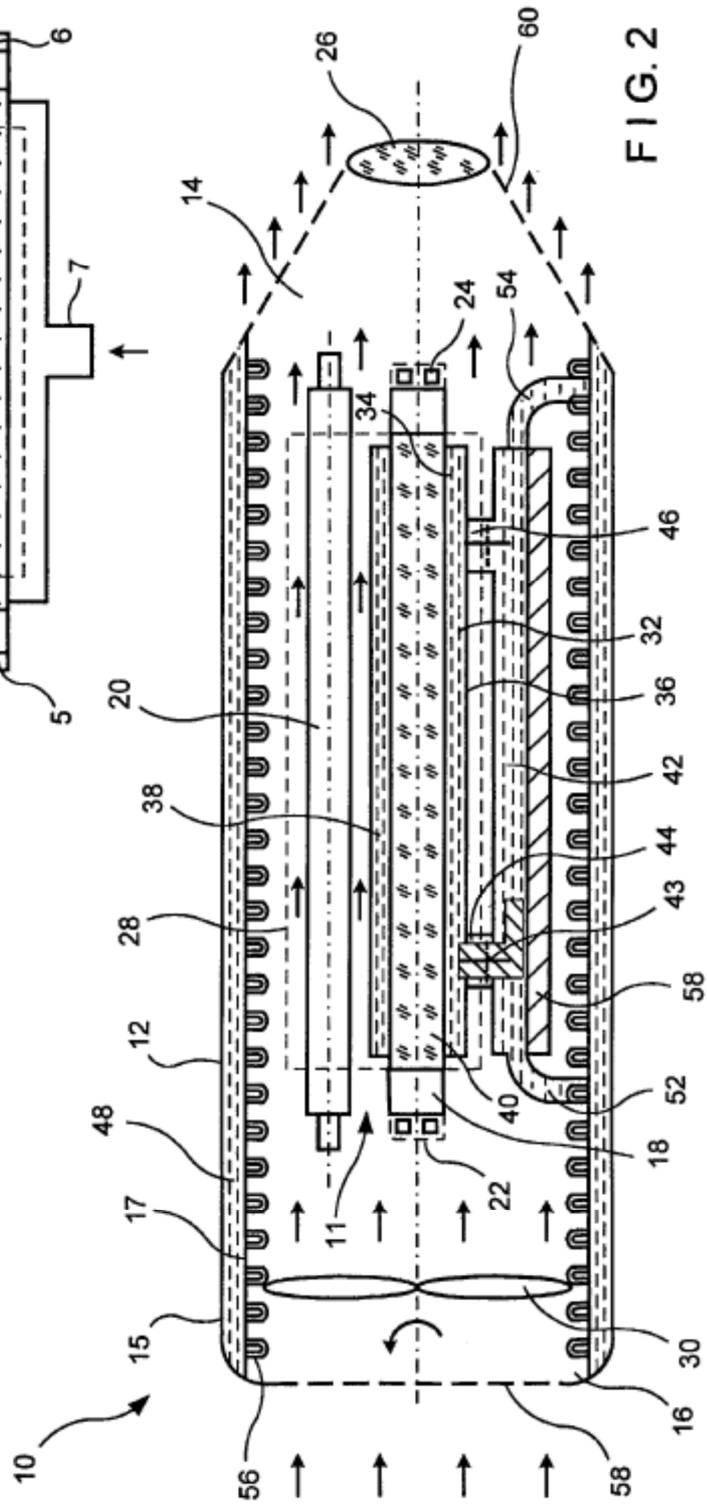


FIG. 2

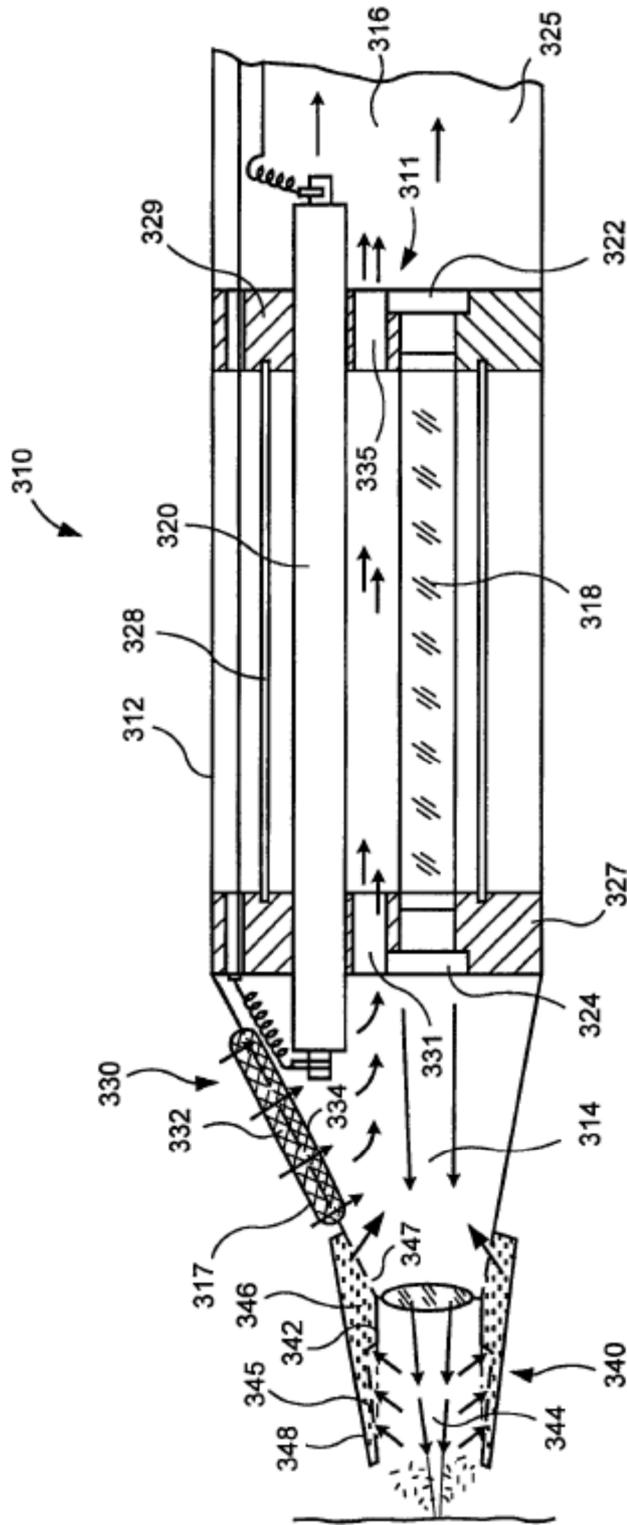


FIG. 3

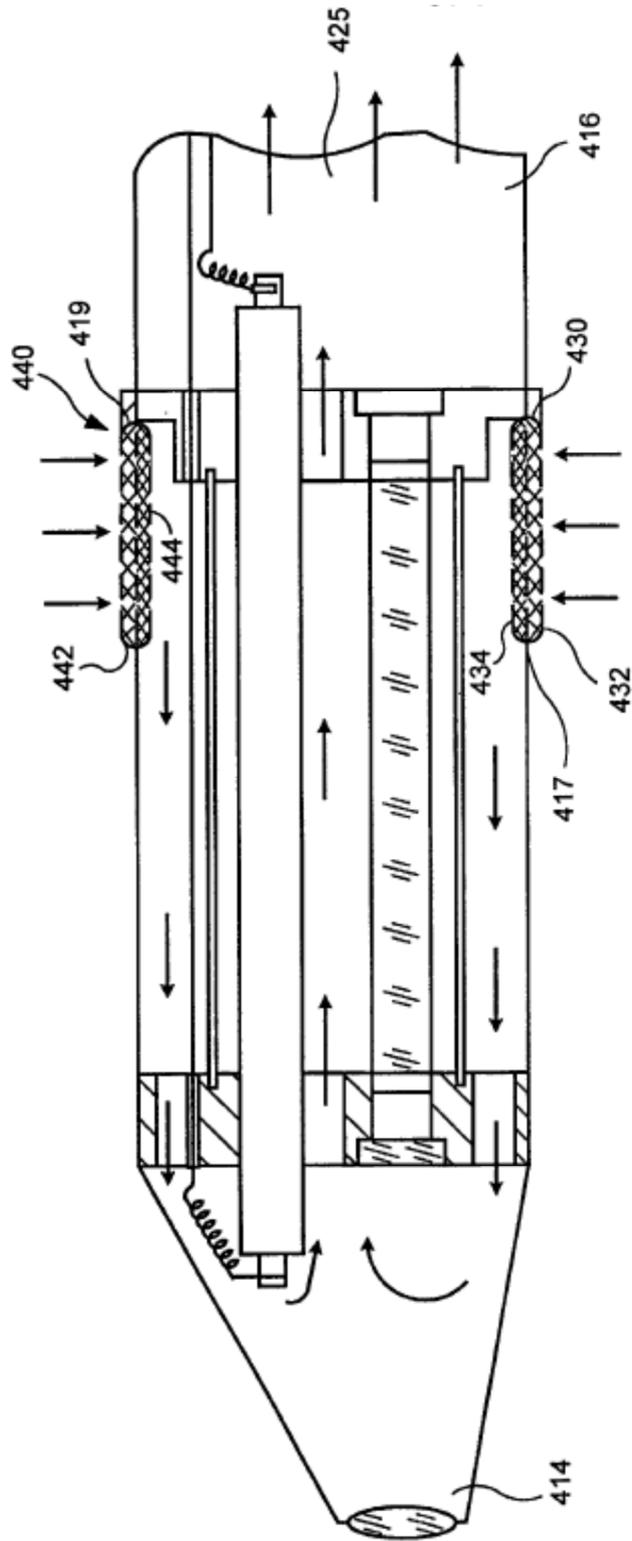


FIG. 4

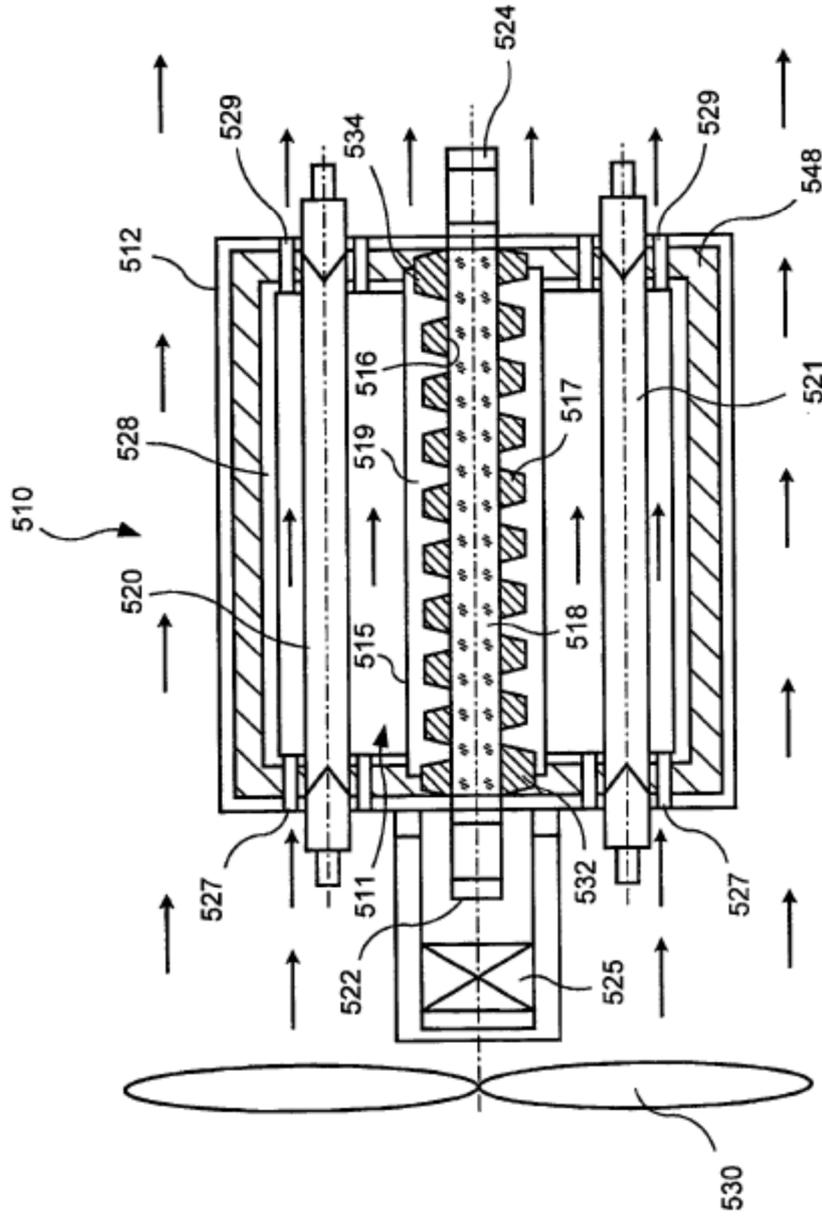


FIG. 5

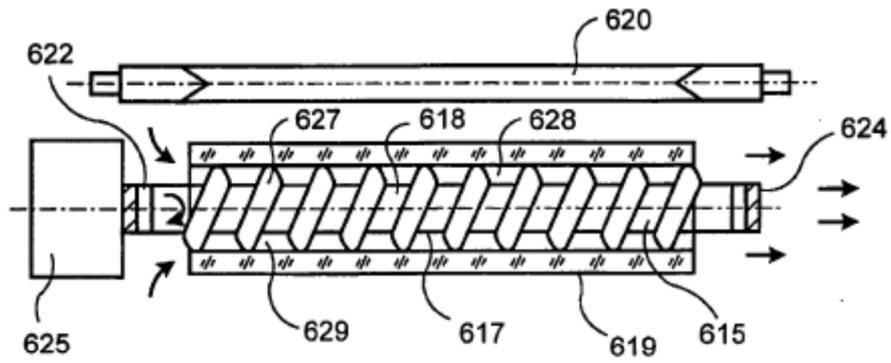


FIG. 6

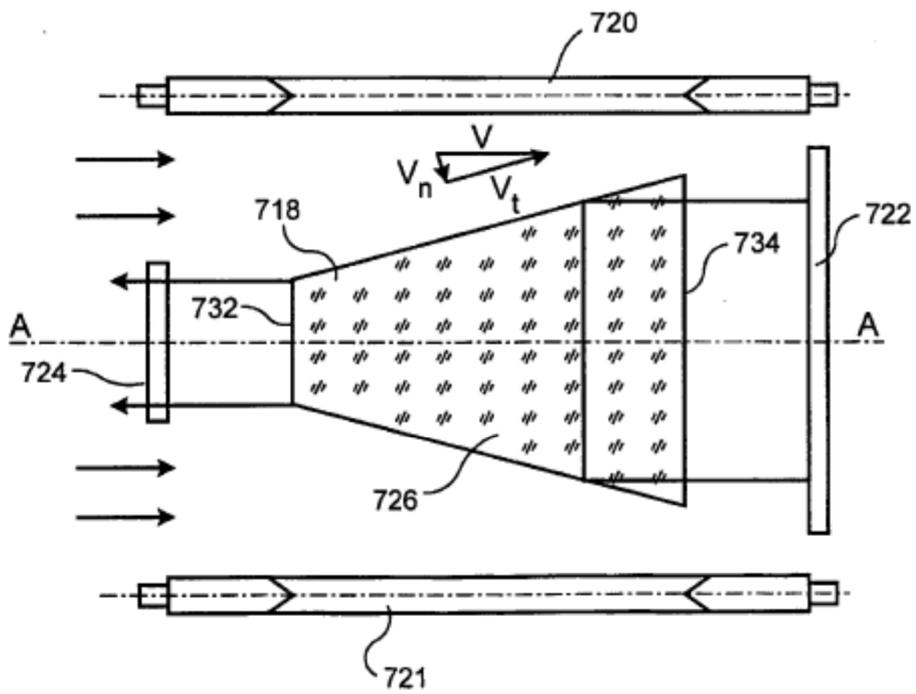


FIG. 7

