

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 406**

51 Int. Cl.:
B23K 26/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06806959 .0**
96 Fecha de presentación: **04.10.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1931496**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.06.2008**

54 Título: **Procedimiento e instalación de corte / de soldadura por láser**

30 Prioridad:
05.10.2005 FR 0553001

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.09.2012

73 Titular/es:
**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES
BÂTIMENT D "LE PONANT" 25, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**AUBERT, Philippe y
DE DINECHIN, Guillaume**

74 Agente/Representante:
Pérez Barquín, Eliana

ES 2 387 406 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

Procedimiento e instalación de corte / de soldadura por láser

5 **Campo técnico**

El campo técnico de la invención es el de las instalaciones de corte y de soldadura por láser de potencia, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, así como unos procedimientos de corte y de soldadura que se aplican por medio de estas instalaciones. Estos procedimientos e instalaciones se conocen por el documento US 4707585.

10 La invención encuentra una aplicación particular en el campo del corte / de la soldadura por láser de materiales con un grosor importante, en particular de los materiales que se utilizan en instalaciones de la industria nuclear, de la industria naval, o también de la industria del automóvil o aeronáutica.

15 A este respecto, hay que señalar que una aplicación aun más preferente de la invención se refiere al corte por láser de materiales en el marco del desmantelamiento de instalaciones nucleares.

Estado de la técnica anterior

20 En este ámbito del corte / de la soldadura de piezas mediante láser de potencia, las instalaciones conocidas del estado de la técnica se enfrían habitualmente por medio de un dispositivo que emplea agua como líquido de enfriamiento.

25 No obstante, este tipo de dispositivo de enfriamiento con agua puede resultar difícil de poner en marcha en determinadas aplicaciones, en particular cuando la instalación está destinada para utilizarse en unas "condiciones de obra". En efecto, el enfriamiento con agua es limitante en el sentido de que precisa una instalación compleja que integra unos elementos de tipo bomba y circuitos estancos. Además, hay que señalar que las eventuales fugas pueden tener graves consecuencias en la obra.

30 Por otra parte, este dispositivo de enfriamiento con agua puede resultar incluso extremadamente limitante cuando la instalación de corte / de soldadura por láser está destinada a utilizarse en un emplazamiento nuclear, en particular en un desmantelamiento de instalaciones de este tipo, ya que el agua constituye entonces un fluido generador de desechos que hay que tratar.

35 Se ha observado, por otra parte, que cuando el cabezal láser de la instalación de corte / de soldadura no se enfriaba durante su funcionamiento, este podía alcanzar rápidamente unas temperaturas críticas, a menudo superiores a 50 °C, estas temperaturas siendo ciertamente más altas cuanto más alta es la potencia láser utilizada.

40 Por esta razón, se muestra con claridad que las instalaciones de corte / de soldadura no enfriadas no pueden alcanzar unos altos rendimientos de corte / de soldadura incluso cuando estas son capaces de liberar una fuerte potencia láser, ya que esta última puede provocar un calentamiento del cabezal láser que puede implicar su deterioro.

45 Este inconveniente es, por lo tanto, especialmente limitante para las instalaciones que precisan desplegar unas potencias elevadas durante un largo periodo, como es de manera general el caso para las aplicaciones del tipo corte / soldadura en "obra", como la que concierne al desmantelamiento de instalaciones nucleares que habitualmente precisan unas intervenciones de larga duración con unas potencias elevadas que superan a menudo los 4 kW.

Exposición de la invención

50 El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, proponer una instalación de corte o de soldadura por láser capaz de limitar los riesgos de calentamiento del cabezal láser, y que se pueda utilizar sin limitaciones en cualquier tipo de aplicaciones, incluidas las nucleares.

55 Para ello, la invención tiene por objeto una instalación de corte / de soldadura por láser de acuerdo con la reivindicación 1.

60 De este modo, el dispositivo de enfriamiento que se utiliza integra varios tubos de vórtice cuyo principio de funcionamiento conocido es relativamente simple. En efecto, un gas comprimido se inyecta radialmente en un dispositivo realizado, por ejemplo, de aluminio o de acero, para que se pueda dividir en dos flujos de gas distintos. En el interior de este dispositivo, se genera una transferencia de energía cinética en forma de calor entre los dos flujos de gas, lo que permite disponer, por una parte, de un flujo de gas caliente que sale por una salida de gas caliente y, por otra parte, de un flujo de gas frío que sale por una salida de gas frío opuesta a la otra salida ya mencionada. Estas dos salidas están, por lo general, situadas en los dos extremos del tubo de vórtice, y pueden disponer, cada una, de bifurcaciones con el fin de constituir varias salidas de gas caliente o bien varias salidas de gas frío.

Con la presencia de este dispositivo de enfriamiento que actúa sobre el cabezal láser, el calentamiento de este último se puede ver en gran medida minimizado durante el funcionamiento de la instalación, lo que permite utilizar unas elevadas potencias de láser durante un largo intervalo sin correr el riesgo de deteriorar este mismo cabezal.

5 Las aplicaciones del tipo corte / soldadura en "obra" como las que conciernen al desmantelamiento de instalaciones nucleares son, por lo tanto, fácilmente factibles con la instalación de acuerdo con la invención.

La ventaja que se deriva de lo que se acaba de exponer reside en el hecho de que los rendimientos de soldadura / de corte se pueden incrementar, estas pudiendo traducirse en una velocidad de corte / de soldadura incrementada,

10 y/o un corte / una soldadura satisfactoria de piezas de mayor espesor que pueden alcanzar con facilidad 100 mm, y/o una mayor tolerancia en la posición relativa entre el primer cabezal y las piezas que hay que cortar / que soldar, esta última característica siendo ventajosa, en particular, en el marco de un corte industrial en "condiciones de obra".

Por otra parte, otra ventaja de la presente invención se refiere a la utilización de gas comprimido como fluido de enfriamiento. La alimentación del tubo de vórtice es, por lo tanto, muy cómoda y, sobre todo, el dispositivo de enfriamiento ya no integra agua cuya incompatibilidad con las aplicaciones nucleares constituía antes el inconveniente principal.

15

Una ventaja adicional de la instalación de acuerdo con la invención se refiere a la presencia de un flujo de gas caliente que sale del tubo de vórtice, que puede utilizarse de forma adecuada en cooperación con el baño de fusión con el fin de aumentar todavía más los rendimientos de corte / de soldadura.

20

En efecto, cuando la instalación está destinada al corte por láser, el gas caliente que sale de la salida de gas caliente del tubo de vórtice está de manera preferente destinado a garantizar la expulsión de partículas metálicas fundidas fuera del baño de fusión creado por el haz láser. En consecuencia, este gas caliente expulsado por el tubo de vórtice se puede añadir de manera ventajosa a un chorro de gas de trabajo ya previsto en la instalación de corte, lo que permite mejorar la expulsión de las partículas fuera de la sangría y, por lo tanto, aumentar los rendimientos de corte. Obviamente también se podría utilizar como única fuente de gas de trabajo, sin salirse del marco de la invención.

25

Además, cuando la instalación está destinada a la soldadura láser, el gas caliente que sale de la salida de gas caliente del tubo de vórtice está de manera preferente destinado a garantizar un precalentamiento de las piezas que hay que soldar, y/o una protección del baño de fusión solidificado frente al aire ambiente. En el primer caso, el gas caliente se expulsa, de preferencia, por delante del haz láser con respecto al sentido de soldadura, para poder garantizar su función de precalentamiento de las piezas destinadas a soldarse y, por lo tanto, permitir obtener unos rendimientos de soldadura incrementadas. Por el contrario, en el segundo caso, el gas caliente se expulsa, de preferencia, por detrás del haz láser con respecto al sentido de soldadura, y de manera aun más preferente por detrás del baño de fusión líquido. En efecto, se trata de proteger del aire ambiente al metal que procede del baño de fusión que acaba de solidificarse y que está enfriándose, con el fin de evitar en particular la nitruración y la oxidación del metal soldado. Una ventaja adicional es que el gas caliente expulsado permite actuar sobre los ciclos térmicos de soldadura, al contrario que el gas frío, lo que es beneficioso para las microestructuras de solidificación y que, por ejemplo, se puede traducir en una disminución de la dureza del cordón de soldadura. Por esta razón, la adición de este flujo de aire caliente por detrás del haz láser y del baño de fusión permite mejorar sensiblemente la soldabilidad de los materiales difícilmente soldables, como los que se conocen por plantear problemas de excesiva dureza del cordón de soldadura.

30

35

40

45

Además, el dispositivo de enfriamiento comprende una multitud de tubos de vórtice alimentados con gas comprimido. En esta configuración, los tubos de vórtice pueden estar montados o bien en paralelo, o bien en cascada donde la salida de gas caliente de un tubo de vórtice alimenta la entrada de un tubo de vórtice que es directamente consecutivo a este.

50

Hay que señalar que, de forma general, el montaje en cascada se busca principalmente con el fin de disponer de un flujo de gas caliente a alta temperatura, lo que lo hace que esté bien adaptado para las instalaciones de soldadura por láser en las que permite entonces un precalentamiento muy satisfactorio de las piezas que hay que soldar. Por otra parte, el montaje en paralelo se adopta esencialmente para disponer de gran un caudal de gas caliente / de gas frío, lo que lo hace que esté bien adaptado para las instalaciones de corte por láser en las que el gran caudal de aire caliente permite entonces una expulsión muy satisfactoria de las partículas metálicas fuera de la sangría.

55

No obstante, hay que señalar que estos dos tipos de montaje de los tubos de vórtice se consideran naturalmente para las dos aplicaciones de corte y de soldadura, sin salirse del marco de la invención.

60

De preferencia, el tubo de vórtice que se utiliza está diseñado de tal modo que produzca alrededor de un 80 % de gas frío y alrededor de un 20 % de gas caliente, habiéndose seleccionado estos valores para garantizar un enfriamiento óptimo del cabezal láser, esté este destinado a garantizar una función de corte o de soldadura.

65

De preferencia, el tubo de vórtice está diseñado de tal modo que produzca gas caliente a una temperatura de

aproximadamente entre 80 y 100 °C superior a una temperatura de entrada del gas comprimido y a producir gas frío a una temperatura aproximadamente de entre 20 y 30 °C inferior a la temperatura de entrada del gas comprimido.

5 Tal y como ya se ha mencionado con anterioridad, cuando la instalación está destinada al corte por láser, el gas caliente que sale de la salida de gas caliente del tubo de vórtice está de manera preferente destinado a garantizar la expulsión de partículas metálicas fundidas fuera de un baño de fusión líquido creado por el haz láser. En este caso, se puede prever que la salida de gas caliente del tubo de vórtice esté unida al cabezal láser, de tal modo que el gas caliente se expulse de esta mediante una boquilla perteneciente a este mismo cabezal. De este modo, a la boquilla ya mencionada también puede atravesarla el haz láser, implicando que el eje de eyección de gas caliente y el eje de haz láser estén de manera preferente confundidos.

Hay que señalar que la salida de gas caliente del tubo de vórtice podría estar de manera alternativa unida a otro cabezal diferente del cabezal láser, sin salirse del marco de la invención.

15 Para el corte por láser, el gas comprimido que se emplea es de manera preferente aire comprimido. Sin embargo, se considera obviamente utilizar todo tipo de gas de trabajo conocido para cumplir con esta función de expulsión de las partículas metálicas fundidas fuera de la sangría.

20 Por último, hay que señalar que una ventaja ligada a la utilización de un gas caliente para garantizar en parte o por completo la expulsión de las partículas fundidas fuera de la sangría reside en el hecho de que la naturaleza "caliente" de este gas limita en gran medida el efecto de enfriamiento de las partículas metálicas fundidas, lo que conduce a reducir sensiblemente los riesgos de bloqueo de la progresión del corte.

25 Tal y como se ha mencionado con anterioridad, cuando la instalación está destinada a la soldadura por láser, el gas caliente que sale de la salida de gas caliente del tubo de vórtice puede estar destinado a garantizar un precalentamiento de las piezas que hay que soldar. En ese caso, la salida de gas caliente del tubo de vórtice está situada por delante con respecto al cabezal láser, de acuerdo con el sentido de soldadura.

30 El gas caliente que sale de la salida de gas caliente del tubo de vórtice puede estar destinado de manera alternativa a garantizar una protección del baño de fusión solidificado frente al aire ambiente. La salida de gas caliente del tubo de vórtice está entonces situado por detrás con respecto al cabezal láser, de acuerdo con el sentido de soldadura, y de manera preferente por detrás con respecto al baño de fusión generado por el haz.

35 Naturalmente, tal y como se ha mencionado con anterioridad, el gas caliente también puede cumplir con las dos funciones ya citadas, previendo varias salidas de gas caliente en el tubo de vórtice concernido.

40 Para la soldadura láser, el gas comprimido que se emplea es de manera preferente un gas neutro o un gas que comprende oxígeno y/o dióxido de carbono, este tipo de gas denominándose "activo" y seleccionándose en función de la clase de materiales que hay que soldar, de tal modo que puede proteger estos últimos de la mejor manera posible del aire ambiente durante la fase sólida de enfriamiento tras la soldadura.

45 Por otra parte, la invención también tiene por objeto un procedimiento de corte / de soldadura por láser que se lleva a cabo por medio de una instalación como la que se ha descrito con anterioridad, esto es realizando el corte / la soldadura por medio del dispositivo de enfriamiento ya mencionado.

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención en la descripción detallada, no excluyente, que se da a continuación.

50 **Breve descripción de los dibujos**

Esta descripción se hará en relación con los dibujos que se anexan, entre los que:

55 la figura 1 representa una vista parcial de frente de una instalación de corte de acuerdo con un modo preferente de realización de la presente invención,

la figura 2 representa una vista simplificada de la instalación de corte que se muestra en la figura 1,

60 la figura 3 representa una vista parcial de frente de la instalación de corte que se muestra en la figura 2, en la cual el dispositivo de enfriamiento del cabezal láser se muestra detallado,

la figura 4 representa una vista que esquematiza una alternativa de realización para el dispositivo de enfriamiento de la instalación de corte que se muestra en la figura 3,

65 la figura 5 representa una vista que esquematiza otra alternativa de realización para el dispositivo de enfriamiento de la instalación de corte que se muestra en la figura 3, y

la figura 6 representa una vista esquemática y parcial de frente de una instalación de soldadura de acuerdo con un modo preferente de realización de la presente invención.

Descripción detallada de un modo de realización preferido

5 En referencia a las figuras, se va a describir una instalación 1 de corte / de soldadura por láser del tipo láser Nd-YAG, seleccionado en particular a causa de las ventajas ligadas al transporte de un haz láser 6 a través de fibras ópticas o también a causa de las ventajas que ofrece referentes a la posibilidad de disponer de una mejor interacción entre este haz láser 6 y una pieza que hay que cortar / que hay que soldar (con la referencia 7). No obstante, hay que señalar que sería plenamente apropiado utilizar un láser CO₂ para llevar a cabo la invención.

10 La invención está destinada a utilizarse para unas piezas con un espesor variado, y de manera más específica para unas piezas cuyo espesor es superior a alrededor de 50 mm y que puede superar los 100 mm. En cualquier caso, la invención propone un dispositivo de corte / de soldadura por láser para unas piezas con un gran espesor, el límite admitido por lo general por el experto en la materia siendo de 10 mm.

15 Del mismo modo, la potencia liberada en el dispositivo 1 se sitúa aproximadamente entre 4 y 6 kW, este intervalo de valores correspondiendo a la potencia que se utiliza de manera habitual en los dispositivos de la técnica anterior, y plenamente adaptado para unas condiciones de trabajo de tipo "obra", como las que se encuentran en el marco de la aplicación preferente, pero no excluyente, del desmantelamiento de instalaciones nucleares.

20 En referencia, en primer lugar, a la figura 1, se muestra una parte de una instalación 1 de corte por láser que se presenta en forma de un modo preferente de realización de la presente invención, esta instalación comprendiendo un primer cabezal 2, denominado cabezal láser, con una forma prácticamente cilíndrica y que comprende un diámetro exterior de alrededor de 30 mm y una longitud de alrededor de 250 mm, para una potencia administrada del orden de 6 kW.

25 En el interior del cabezal se sitúan unos dispositivos ópticos 4, 5, de preferencia formados por una lente de colimación 4 y una lente de convergencia 5, estas lentes estando situadas una frente a la otra.

30 A los dispositivos ópticos 4, 5 los atraviesa el haz láser 6, transportado por una fibra óptica 18 unida mecánicamente al primer cabezal 2. La fibra 18 está, por lo tanto, soportada por un conjunto mecánico 16, 17 que comprende un conector 16 que envuelve la fibra 18 y una interfaz mecánica 17 que lleva este conector 16. La interfaz mecánica 17 también está acoplada al cabezal 2 de tal modo que coloca el haz láser 6 saliendo del cable 18 enfrente a los medios ópticos 4, 5.

35 De preferencia y en particular para limitar el tamaño del cabezal 2, el haz láser 6 se extiende por el interior del conjunto mecánico por una distancia aproximadamente de entre 40 y 60 mm. Por supuesto, este intervalo de valores no es restrictivo y lo puede modificar el experto en la materia.

40 Los dispositivos ópticos 4, 5 atravesados por el haz láser 6 producen una mancha focal 8, esta mancha focal 8 correspondiendo aproximadamente a una anchura de una sangría realizada en una pieza que hay que cortar 7 durante la utilización del dispositivo 1. La mancha focal 8 presenta de un diámetro, de preferencia, superior a 1,5 mm, y siendo de manera aun más preferente del orden de 2 mm. Esto corresponde, en efecto, a los valores que se precisan para garantizar un corte de calidad para unas piezas que tienen un espesor que puede llegar hasta los 100 mm, e incluso superar este valor.

45 El cabezal 2 comprende, además, una primera boquilla 12 apta para dejar que el haz láser 6 pase a través de un orificio de salida 14, este orificio de salida 14 presentando un diámetro ligeramente superior al diámetro de la mancha focal 8.

50 El cabezal 2 recibe el haz láser 6 procedente de la fibra óptica 18, este haz láser 6 atravesando los dispositivos ópticos 4, 5 situados en el interior del cabezal 2. El haz láser 6, en la salida de estos dispositivos ópticos 4, 5, comprende un ángulo de convergencia α inferior a alrededor de 10°. De preferencia, el ángulo de convergencia α está comprendido entre 5° y 9°. Con este ángulo de convergencia, las exigencias ligadas a la separación "e" entre la pieza que hay que cortar y el cabezal 2 se ven sensiblemente reducidas. Se obtiene entonces una muy buena calidad de corte para una separación comprendida aproximadamente entre 0,5 y 20 mm, e incluso para una separación mayor que puede superar los 50 mm con la puesta en marcha del segundo cabezal de la instalación que se describirá a continuación.

55 Además, hay que señalar que la calidad del haz láser generado influye sobre el dimensionado de la instalación de corte, así como sobre sus rendimientos. De este modo, se han descubierto dos combinaciones especialmente interesantes en términos de profundidad de campo y de densidad de potencia obtenidas. Se trata, en primer lugar, de una combinación entre una fuente láser del tipo YAG de barra bombeada por lámparas de flash, y un diámetro de fibra óptica del orden de 600 μ m. La otra combinación se refiere a una fuente láser de tipo YAG de disco bombeado por diodos láser, y un diámetro de fibra óptica del orden de 200 μ m. En estos dos casos, se ha obtenido de manera

ventajosa una densidad de potencia superior a $1,3 \text{ kW/mm}^2$ en una profundidad de campo que supera los 50 mm, con unas velocidades de soldadura del orden de entre 100 y 150 mm/min.

5 En este modo preferente de realización, la instalación 1 comprende un segundo cabezal 20 distinto del primero, que puede, por lo tanto, estar desplazado y experimentar unas operaciones de mantenimiento de manera independiente del primer cabezal 2. En otras palabras, está previsto de preferencia que los dos cabezales 2, 20 puedan, cada uno, retirarse de la instalación, sin que el otro cabezal se tenga que desplazar.

10 El segundo cabezal 20, también denominado cabezal de expulsión de gas, permite expulsar el gas de trabajo en dirección al baño de fusión creado por el haz láser que sale del primer cabezal 2.

15 El chorro de gas de trabajo 22 sale, por lo tanto, del cabezal 20 mediante una boquilla 24, después de haberlo conducido hacia este mismo cabezal a través de una canalización 26 conectada a una fuente de gas (no representada), que pertenece a los dispositivos de expulsión de gas de trabajo de la instalación 1.

De preferencia, la expulsión se realiza a una presión inferior a 10 bares, y de manera aun más preferente comprendida aproximadamente entre 1 y 6 bares.

20 La razón del empleo de esta presión es evitar que unas partículas metálicas en fusión que se encuentran en la sangría se enfríen y queden bloqueadas antes de su expulsión de la sangría. Resulta, por lo tanto, necesario aplicar unas bajas presiones, que permiten de todos modos al gas realizar su función de expulsor de partículas metálicas fundidas.

25 Los gases de trabajo que se pueden utilizar son los que conoce el experto en la materia, como los gases neutros, por ejemplo el nitrógeno, el helio, el argón, o también los gases denominados activos, que integran oxígeno y/o dióxido de carbono.

30 Tal y como se mencionará con más detalle a continuación, hay que señalar que los cabezales 2 y 20 pueden estar desconectados de la instalación de corte 1. La desconexión se puede realizar por medio de dispositivos controlables a distancia, como ya es habitual en la técnica anterior.

Además, la especificidad de la invención reside en la presencia del dispositivo de enfriamiento 21 con tubo de vórtice. Este dispositivo 21 que está acoplado al cabezal láser 2 se describirá en detalle a continuación.

35 En referencia ahora a la figura 2 que muestra la instalación de corte de forma más completa, se puede observar que una parte de esta se puede desviar a la zona de trabajo correspondiente, que toma la forma de un medio irradiante 28 en el marco del desmantelamiento de instalaciones nucleares.

40 Esta parte integra globalmente un portador 30 capaz de controlarse a distancia, por lo tanto desde un medio 32 no irradiante en el que también se encuentran, de preferencia, situadas la fuente láser 34 conectada a la fibra óptica 18, así como la fuente de gases de trabajo 36 conectada a la canalización 26. Esta comprende también evidentemente los dos cabezales 2, 20, que están respectivamente conectados al portador 30 por medio de brazos manipuladores 38, 40, también controlables a distancia desde el medio 32. Estos dos brazos permiten no solo ajustar la posición de cada uno de los cabezales 2, 20 con respecto a la pieza que hay que cortar 7, sino también ajustar sus posiciones relativas.

45 Tal y como se puede observar en la figura 2, se puede ver que el primer y segundo cabezales 2, 20 están dispuestos de tal modo que el haz láser salga del primer cabezal 2 de acuerdo con un eje de haz láser 42 inclinado con respecto a un eje de expulsión de gas 44 de acuerdo con el cual el gas de trabajo se expulsa del segundo cabezal 20. De manera más precisa, se busca habitualmente que el eje de haz láser 42 atraviese ortogonalmente la pieza que hay que cortar 7. De este modo, el eje de expulsión de gas 44 está, por lo tanto, inclinado con respecto a la dirección ortogonal a la pieza 7, pero se encuentra de preferencia realizado en un plano P que integra también el eje de haz láser 42 y la sangría rectilínea creada por el haz, cuando esta sangría se realiza. Además, está previsto, tal y como se muestra en la figura 2, que en este plano P paralelo al sentido de corte 46 y que pasa por los dos ejes 42, 44, estos dos últimos estén inclinados uno con respecto al otro con un ángulo β comprendido entre 20° y 30° . Este valor permite una expulsión óptima de las partículas metálicas fuera de la sangría y se obtiene de preferencia colocando el segundo cabezal 20 por detrás con respeto al primer cabezal 2 de acuerdo con el sentido de corte 46, y haciéndolo de tal modo que el eje inclinado 44 se extienda hacia delante acercándose a la pieza que hay que cortar.

50 No obstante, incluso si este eje 44 está inclinado, lo que implica que el chorro de gas de trabajo se acerca al haz láser, se puede prever que el punto de impacto P1 del gas de trabajo sobre la pieza que hay que cortar 7 esté situado por detrás del punto de impacto P2 del haz láser sobre esta misma pieza 7, tal y como se ve con claridad en la figura 2. No obstante, hay que señalar que para obtener unos rendimientos de corte óptimos, se prevé un ajuste que implica una identidad entre los puntos de impacto P1 y P2.

65 En referencia ahora a la figura 3, se puede observar de forma más detallada el dispositivo de enfriamiento 21 del

cabezal láser 2.

Globalmente, este comprende un tubo de vórtice 50, conocido por sí mismo, como por ejemplo el modelo 3225 de la empresa EXAIR. El tubo 50, con una longitud que puede ser del orden de 150 mm, comprende de forma habitual una entrada de gas comprimido 52, una salida de gas frío 54, así como una salida de gas caliente 56.

La entrada 52 está conectada mediante una canalización 60 a una fuente de gas comprimido 58, que puede eventualmente ser la misma que la fuente 36 destinada a garantizar la alimentación del cabezal 20 con gas de trabajo. No obstante, hay que señalar que el aire comprimido se prefiere para la alimentación del tubo de vórtice 50, la presión buscada siendo inferior a 10 bares, y de preferencia comprendida entre 4 y 6 bares, para obtener la presión deseada, un regulador de presión 62 equipado con un filtro está colocado entre el tubo 50 y la fuente de gas comprimido 58.

Además, se puede observar que la salida de gas frío 54 comunica con el cabezal 2, por medio de una canalización 64 que lleva al gas frío al nivel de una parte superior de este cabezal láser 2. Una vez integrado en el cabezal 2, el gas frío toma un camino determinado para garantizar el enfriamiento del cabezal, antes de salir por un orificio de expulsión 68 previsto para ello.

De forma similar, se puede observar que la salida de gas caliente 56 comunica con el cabezal 2, por medio de una canalización 66 que lleva el gas caliente al nivel de una parte más inferior de este cabezal láser. Una vez integrado en el cabezal 2, el gas caliente toma un camino determinado de tal modo que a continuación se pueda expulsar de la boquilla 12, coaxialmente al haz láser 6 tal y como lo muestran las flechas 67 de la figura 3. En este modo preferente de realización, el eje de haz láser 42 es, por lo tanto, idéntico al eje de expulsión de gas caliente.

En consecuencia, este chorro de gas caliente participa activamente en la expulsión de las partículas metálicas fundidas fuera de la sangría durante la operación de corte, conjuntamente con el chorro de gas trabajo que sale del cabezal 20.

No obstante, se indica que la instalación 1 de corte podría ser de tal modo que el gas empleado para garantizar la expulsión de las partículas metálicas esté únicamente constituido por el gas caliente que sale de la boquilla 12, en este caso la presencia del segundo cabezal 20, por lo tanto, ya no sería necesaria. De manera alternativa, este segundo cabezal se podría conservar de todos modos y alimentarlo con gas, ya no con el gas procedente de la fuente 36, sino con el gas caliente que sale de la salida 56 del tubo de vórtice 50.

De forma más general, cuando se decide no emplear más que el gas caliente para garantizar la expulsión de las partículas metálicas fundidas fuera de la sangría, se hace de preferencia de tal modo que este gas caliente se expulse de una forma idéntica o similar a la que se ha descrito con anterioridad para el gas de trabajo que sale del cabezal 20, con el fin de optimizar al máximo los rendimientos de corte.

El tubo de vórtice está por tanto diseñado y ajustado de tal modo que produzca alrededor de un 80 % de gas frío y alrededor de un 20 % de gas caliente, del mismo modo está diseñado de tal modo que produzca gas caliente a una temperatura aproximadamente de entre 80 y 100 °C superior a una temperatura de entrada del gas comprimido y que produzca gas frío a una temperatura aproximadamente de entre 20 y 30 °C inferior a la temperatura de entrada del gas comprimido.

A título de ejemplo indicativo, se realiza de tal modo que el gas comprimido se inyecte a una presión de alrededor de 4 bares a una temperatura del orden de 25 °C, para obtener un caudal de gas frío de alrededor de 330 l/min a una temperatura de 0 °C, y un caudal de gas caliente de alrededor de 83 l/min a una temperatura de 115 °C.

Para poder aumentar la temperatura del gas caliente del dispositivo de enfriamiento 21, se pueden utilizar una multitud de tubos de vórtice en cascada, tal y como se muestra en la figura 4. Para ello, el primer tubo 50 está situado de forma idéntica al que se muestra en la figura 3, con la excepción del hecho de que su salida de gas caliente 56 está conectada de tal modo que comunique con la entrada de gas comprimido 52 del segundo tubo de vórtice 50. Este tipo de empalme se repite con tantos tubos de vórtice como sea necesario, previendo siempre que la salida de gas caliente de un tubo de vórtice alimenta la entrada del tubo de vórtice que es directamente consecutivo a este.

De este modo, la salida de gas caliente 56 del tubo de vórtice 50 situado más abajo en la cascada puede estar conectado al cabezal láser 2 por medio de la canalización 66 de un modo idéntico a la que se encuentra con el dispositivo 21 de la figura 3, mientras que las salidas de gas frío 54 de los tubos 50 pueden, por ejemplo cada una estar conectada a la canalización 64 dirigiéndose hacia la parte superior del cabezal láser.

Cuando un único tubo de vórtice es suficiente para alcanzar las temperaturas de gas caliente y de gas frío deseadas, y cuando el caudal de estos flujos de gas se debe aumentar, entonces se pueden emplear varios tubos de vórtice 50 montados en paralelo, tal y como se muestra en la figura 5.

En este caso, cada una de las entradas 52 está alimentada con gas comprimido mediante la canalización 60, las salidas de gas frío 54 están todas conectadas a la canalización 64 en la dirección del cabezal 2, mientras que las salidas de aire caliente 56 están conectadas en la canalización 66 también en la dirección del cabezal láser 2.

5 Por esta razón, en las condiciones que se han expuesto con anterioridad que integran tres tubos de vórtice, se obtiene un caudal de gas frío de en torno a 3 veces 330 l/min a una temperatura de 0 °C, y un caudal de gas caliente de en torno a tres veces 83 l/min a una temperatura de 115 °C.

10 Naturalmente, en el caso de que se empleen varios tubos de vórtice 50 para el dispositivo 21, estos se pueden colocar de acuerdo con una disposición híbrida entre la configuración en paralelo y la configuración en cascada, sin salirse del marco de la invención.

15 La instalación 1 que se muestra en la figura 6 es una instalación similar a la que se muestra en las figuras anteriores, con la diferencia de que no está destinada al corte, sino a la soldadura por láser de piezas 7.

20 Globalmente, el cabezal láser 2 es idéntico al que ya se ha descrito, mientras que el segundo cabezal 20, de preferencia, se suprime. El dispositivo de enfriamiento 21 puede, por su parte, presentar una cualquiera de las formas que se han expuesto con anterioridad, el gas caliente recuperado pudiendo servir entonces para el precalentamiento de las piezas 7 y/o para la protección del baño de fusión solidificado frente al aire ambiente.

25 En este último caso, se emplea de manera preferente, un gas neutro o un gas que comprende oxígeno y/o dióxido de carbono, este tipo de gas denominándose "activo" y seleccionándose en función de la clase de materiales que hay que soldar, de tal modo que puedan proteger a estos últimos lo mejor posible del aire ambiente durante su fase sólida de enfriamiento después de la soldadura.

30 A título de ejemplo ilustrativo, puede tratarse de un gas binario o ternario a base de argón o de helio. En el caso de que el material que hay que soldar sea un acero de fuerte aleación, el gas puede comprender un 96,5% de argón, un 1,5% de oxígeno y un 2% de dióxido de carbono o incluso un 96% de argón, un 1% de hidrógeno y un 3% de dióxido de carbono, mientras que en el caso de que el material que hay que soldar sea un acero de baja aleación, el gas puede comprender un 70% de argón, un 10% de oxígeno y un 20% de dióxido de carbono.

35 Hay que precisar que la función de protección del baño de fusión solidificado, es decir de la parte de la soldadura que procede evidentemente del baño de fusión líquido, pero que ya se ha solidificado y que está en fase de enfriamiento, consiste en particular en evitar los problemas de formación de fisuras de los materiales durante esta fase de enfriamiento, y también en evitar la nitruración y la oxidación del metal soldado.

40 Para ello está, por lo tanto, prevista una primera salida de gas caliente para situarse por detrás del cabezal 2 en el sentido de soldadura 70 y, de preferencia, por detrás del límite 72 entre el baño de fusión en el estado líquido 74 y el baño de fusión solidificado en proceso de enfriamiento 76. Obviamente, la primera salida 56 podría estar situada de forma diferente, como por ejemplo enfrente del límite 72 ya citado. A título de ejemplo, la distancia entre el eje de haz láser 42 y el eje 78 de la primera salida 56 puede estar comprendida entre 0 y 40 mm.

45 Por otra parte, puede estar prevista una segunda salida de aire caliente 56 para garantizar el precalentamiento de las piezas 7 que hay que soldar. En este caso, esta salida está situada por delante con respecto al cabezal láser 2 de acuerdo con el sentido de soldadura 70, y la distancia entre el eje de haz láser 42 y el eje 80 de la segunda salida 56 puede estar comprendida entre 0 y 100 mm.

50 En el modo preferente de realización que se ha representado, los tres ejes 56, 42, 78 están situados en un mismo plano, que integra también la soldadura y son, de preferencia, paralelos entre sí.

55 Naturalmente, se pueden realizar una solo de las dos salidas 56, en función de las necesidades encontradas para la soldadura. En el caso de que se deseen las dos funciones ya citadas, hay que señalar que las dos salidas 56 están o bien directamente previstas en el tubo de vórtice asociado, o bien salen de una bifurcación (no representada) montada en la salida única del tubo. En cualquier caso, se emplean unos dispositivos adaptados y clásicos que permiten regular la distribución del caudal de aire caliente hacia estas dos entradas 56. Cuando se adopta la disposición de la figura 5 para el dispositivo de enfriamiento 21, y por lo tanto se libera un caudal de aire caliente total del orden de entre 240 y 250 l/min, la distribución se realiza de tal modo que se obtenga un caudal de aire caliente de al menos 230 l/min para el precalentamiento y un caudal de aire caliente inferior a 20 l/min para la protección del baño de fusión solidificado.

60 La presente invención se refiere también a un procedimiento de corte / de soldadura por láser que se puede llevar a cabo mediante la instalación 1, en las condiciones que se acaban de exponer más arriba.

65 La invención encuentra una multitud de aplicaciones, entre las que están las relativas al campo de la industria nuclear, y de manera más particular la relativa al desmantelamiento de instalaciones nucleares. Se pueden citar por tanto como ejemplos el corte de elementos irradiantes y/o contaminados en una cámara de corte, el

desmantelamiento de una cámara con la fase de corte de todas sus instalaciones internas o también algunas intervenciones muy específicas en reactores parados o dañados.

5 Además, esta invención también se puede utilizar en la industria del automóvil o en la industria naval en la que las chapas gruesas están muy extendidas. La invención permitiría de este modo sustituir las técnicas de sopletes y de antorchas de plasma que se emplean de forma tradicional en este campo.

REIVINDICACIONES

1. Instalación (1) de corte / de soldadura por láser que comprende un cabezal láser (2) capaz de liberar un haz láser (6) destinado a generar un baño de fusión (74), dicha instalación comprendiendo también un dispositivo de enfriamiento (21) de dicho cabezal láser, dicho dispositivo de enfriamiento (21) comprendiendo al menos un tubo de vórtice (50) alimentado con gas, dicho tubo de vórtice (50) disponiendo de al menos una salida de gas frío (54) que comunica con dicho cabezal láser (2) de tal modo que el gas frío se introduzca en el interior de este cabezal láser para el enfriamiento de este, así como de al menos una salida de gas caliente (56), que se caracteriza porque el dispositivo de enfriamiento (21) comprende una multitud de tubos de vórtice (50) que se alimentan con gas comprimido.
2. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 1 que se caracteriza porque los tubos de vórtice (50) que se alimentan con gas comprimido están montados en paralelo.
3. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 1 que se caracteriza porque los tubos de vórtice (50) que se alimentan con gas comprimido están montados en cascada, la salida de gas caliente (56) de un tubo de vórtice (50) alimentando una entrada (52) de un tubo de vórtice (50) que es directamente consecutivo a este.
4. Instalación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que se caracteriza porque dicho tubo de vórtice (50) está diseñado de tal modo que produzca en torno a un 80 % de gas frío y en torno a un 20 % de gas caliente.
5. Instalación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que se caracteriza porque dicho tubo de vórtice (50) está diseñado de tal manera que produzca gas caliente a una temperatura de entorno a entre 80 y 100 °C superior a una temperatura de entrada del gas comprimido, y que produzca gas frío a una temperatura de entorno a entre 20 y 30 °C inferior a la temperatura de entrada del gas comprimido.
6. Instalación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que se caracteriza porque se trata de una instalación de corte por láser.
7. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 6, que se caracteriza porque dicho gas caliente que sale de dicha salida de gas caliente (56) del tubo de vórtice (50) está destinado a garantizar la expulsión de partículas metálicas fundidas fuera de un baño de fusión (74) creado por dicho haz láser (6).
8. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 7, que se caracteriza porque dicha salida de gas caliente (56) del tubo de vórtice (50) está unida a dicho cabezal láser (2) de tal modo que dicho gas caliente se expulse de este mediante una boquilla (12) que pertenece a este mismo cabezal.
9. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 8, que se caracteriza porque dicha boquilla (12) también está atravesada por dicho haz láser (6).
10. Instalación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que se caracteriza porque dicho gas comprimido es aire comprimido.
11. Instalación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza porque se trata de una instalación de soldadura por láser.
12. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 11, que se caracteriza porque dicho gas caliente que sale de dicha salida de gas caliente (56) del tubo de vórtice (50) está destinado a garantizar un precalentamiento de las piezas que hay que soldar (7).
13. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 11, que se caracteriza porque dicha salida de gas caliente (56) del tubo de vórtice (50) está situada por delante con respecto a dicho cabezal láser (2), de acuerdo con el sentido de soldadura (70).
14. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 11, que se caracteriza porque dicho gas caliente que sale de dicha salida de gas caliente (56) del tubo de vórtice (50) está destinado a garantizar una protección del baño de fusión solidificado (76) frente al aire ambiente.
15. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 14, que se caracteriza porque dicha salida de gas caliente (56) del tubo de vórtice (50) está situada por detrás con respecto a dicho cabezal láser (2), de acuerdo con el sentido de soldadura (70).
16. Instalación (1) de acuerdo con la reivindicación 11, que se caracteriza porque dicho gas caliente que sale e dicha salida de gas caliente (56) del tubo de vórtice (50) está destinado a garantizar un precalentamiento de las piezas que hay que soldar (7), así como una protección del baño de fusión solidificado (76) frente al aire ambiente.

17. Instalación (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, que se caracteriza porque dicho gas comprimido es un gas neutro o un gas que comprende oxígeno y/o dióxido de carbono.
- 5 18. Procedimiento de corte / de soldadura por láser que se aplica por medio de una instalación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

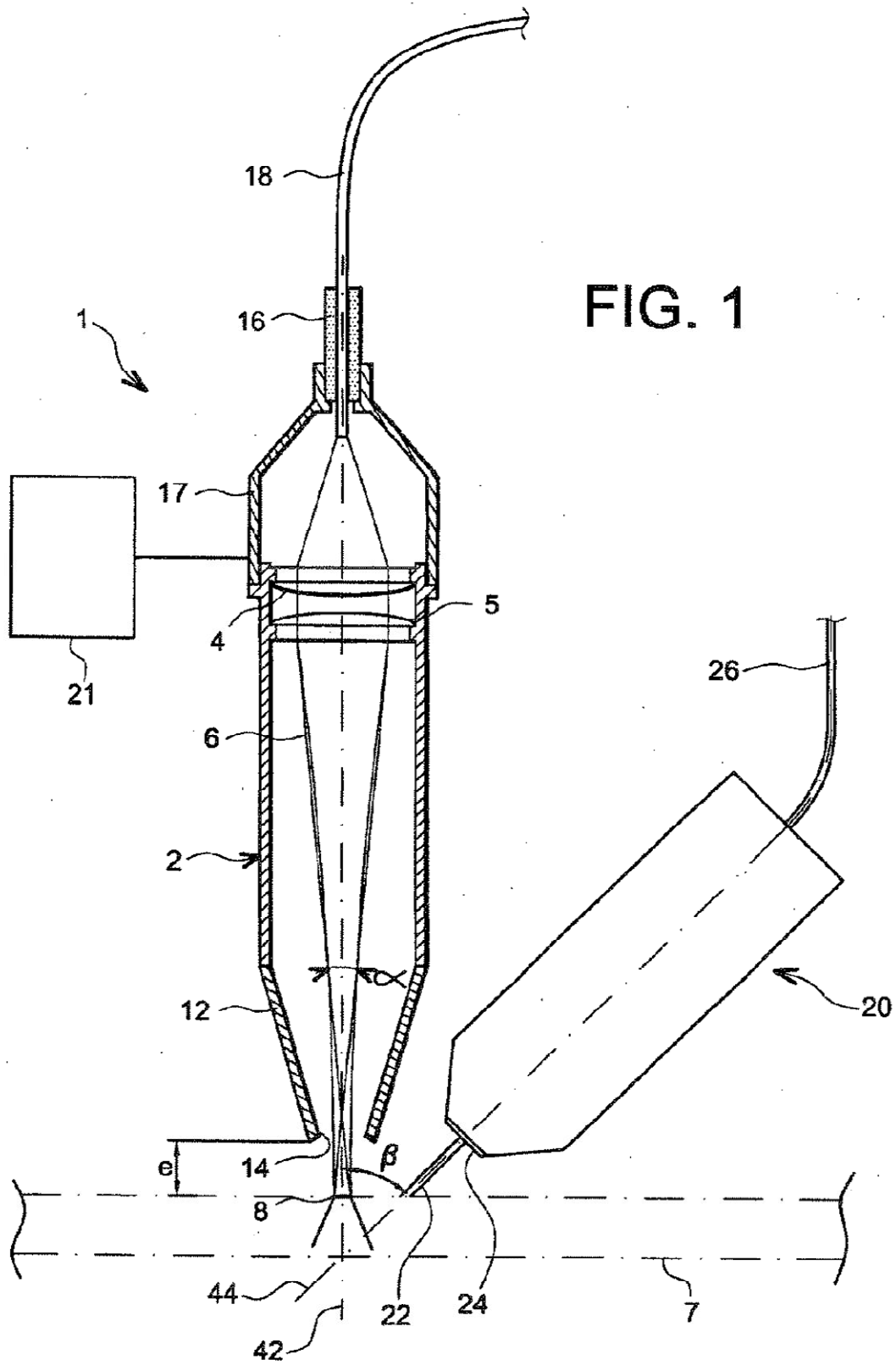


FIG. 1

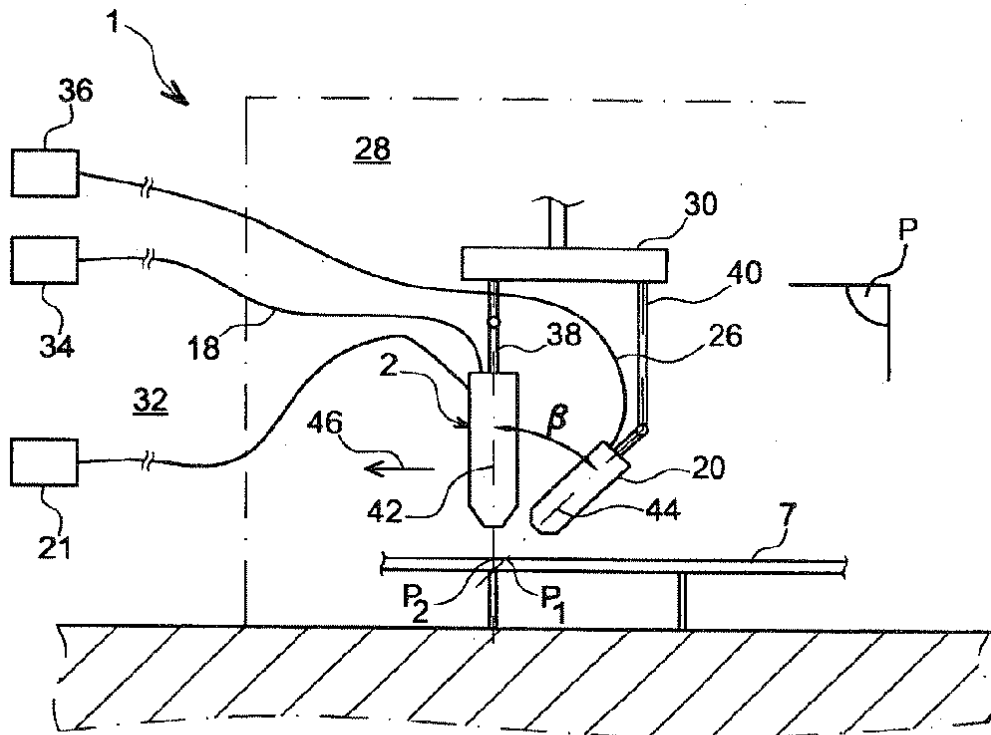


FIG. 2

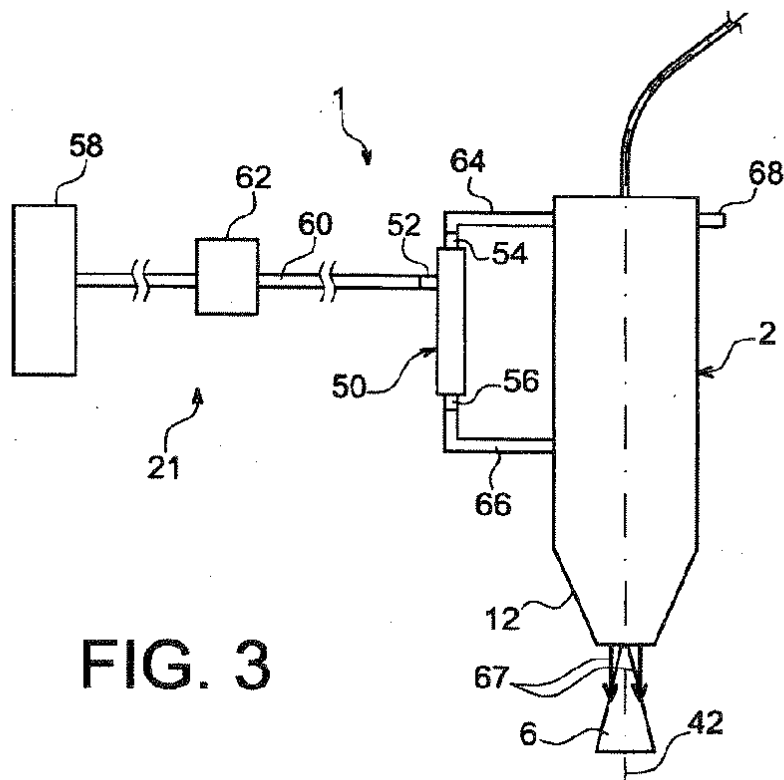


FIG. 3

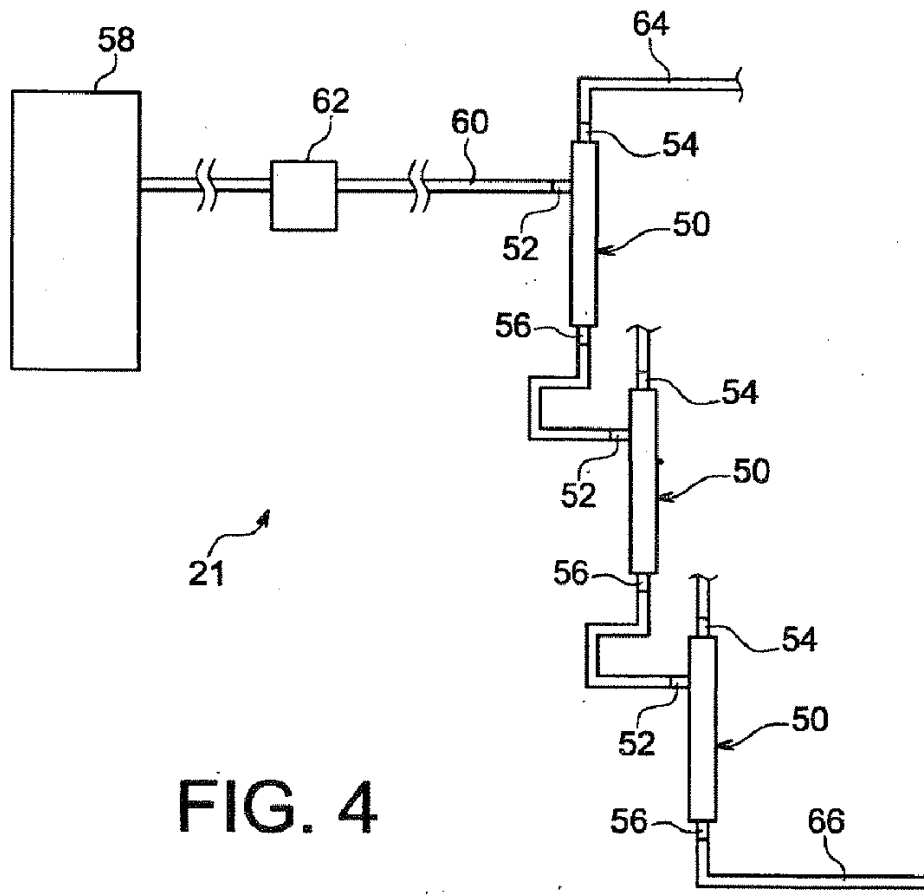


FIG. 4

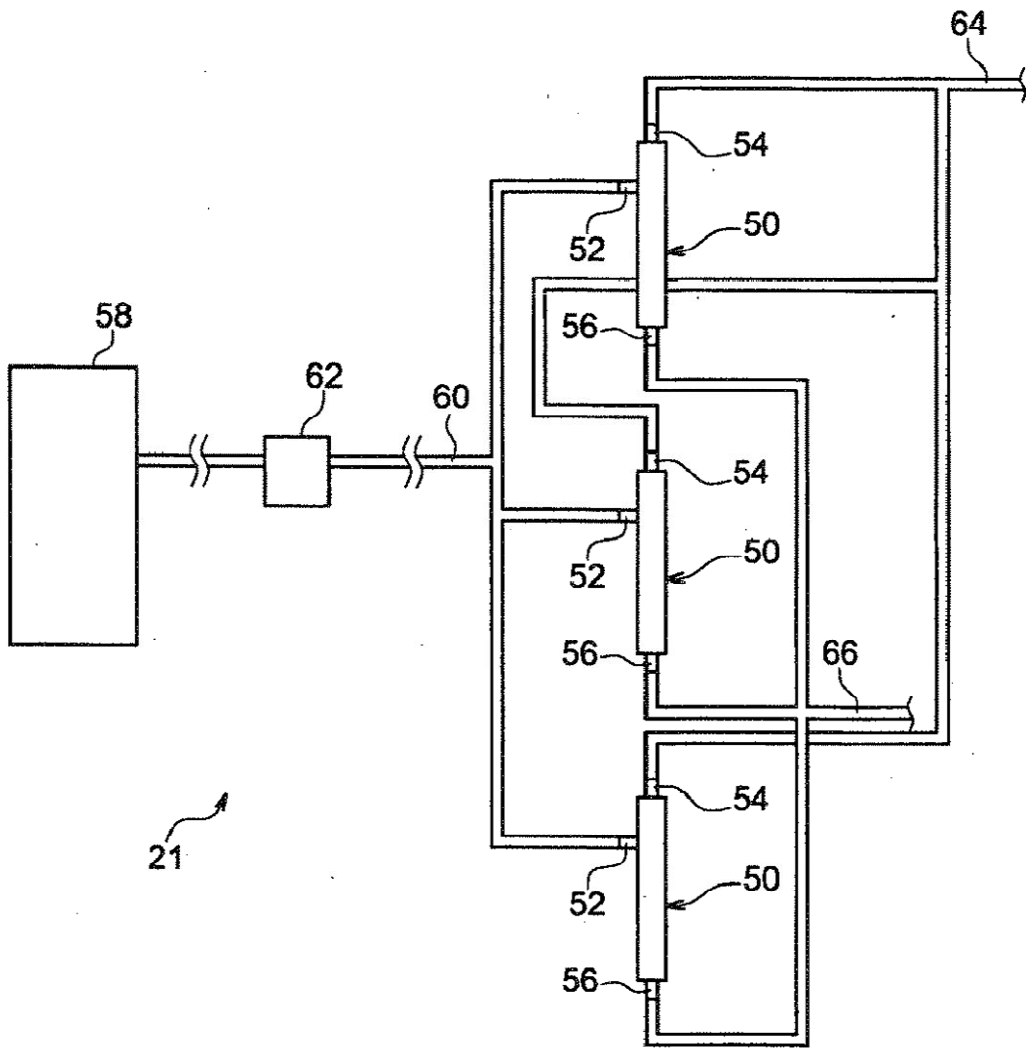


FIG. 5

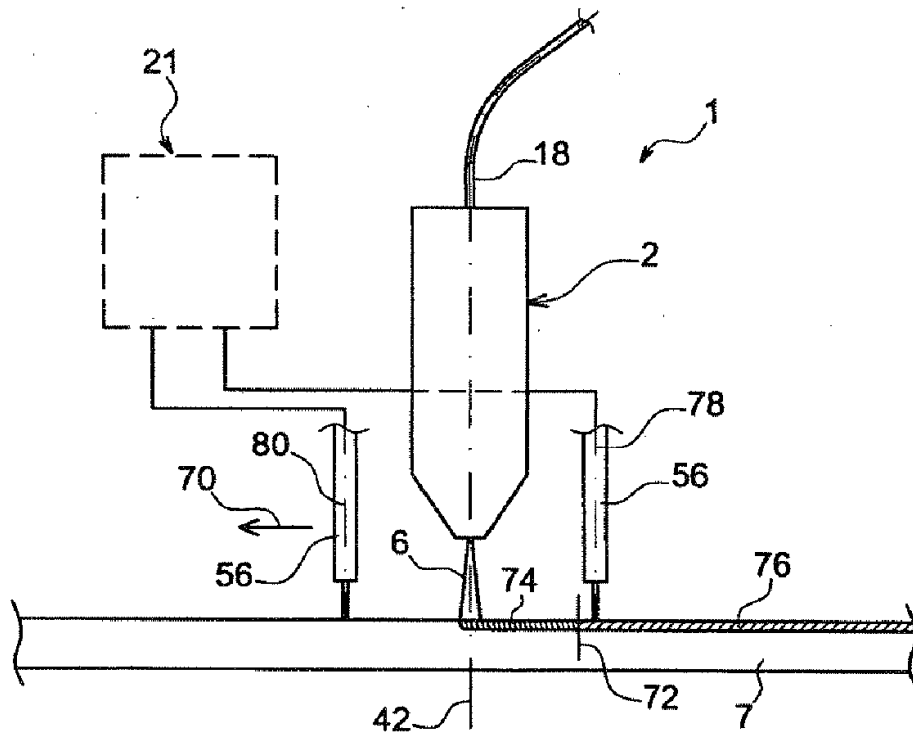


FIG. 6