

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 723**

51 Int. Cl.:

B29C 65/16 (2006.01)

A61M 39/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2007** **E 07724068 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.01.2015** **EP 2001655**

54 Título: **Procedimiento de soldadura láser por transmisión para la unión de cuerpos de moldeo de plástico**

30 Prioridad:

06.04.2006 DE 102006016299

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

14.04.2015

73 Titular/es:

**FRESENIUS MEDICAL CARE DEUTSCHLAND
GMBH (100.0%)
ELSE-KRÖNER-STRASSE 1
61352 BAD HOMBURG, DE**

72 Inventor/es:

**KREISCHER, THOMAS y
KUGELMANN, FRANZ**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 533 723 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 de soldadura láser por transmisión para la unión de cuerpos de moldeo de plástico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de soldadura láser por transmisión para unir por soldadura especialmente segmentos de tubo flexible de plástico a cuerpos de moldeo sustancialmente tubulares como por ejemplo otros segmentos de tubo flexible, conectores, racores, cierres etc.

Para la unión geométrica de cuerpos de moldeo compuestos de plásticos, especialmente de diferentes plásticos, generalmente existen dos posibilidades distintas. Por ejemplo, dos cuerpos de moldeo pueden unirse entre ellas por unión geométrica mediante procedimientos de encolado o de soldadura.

10 Entre los procedimientos de soldadura, aparte de la soldadura por infrarrojos (véase por ejemplo el documento WO2005/080067), últimamente se está investigando con especial intensidad la soldadura mediante radiación láser.

15 El principio físico fundamental de un procedimiento de soldadura mediante láser requiere que al menos una parte de la luz láser empleada sea absorbida por el material de al menos una de los dos cuerpos de moldeo que han de ser unidos entre ellos, al menos en tal medida que se pueda convertir en calor y que, en el punto calentado por la luz láser, el material se vuelva fluido por calentamiento permitiendo una unión íntima con el material de plástico de la segunda pieza de moldeo.

20 Los parámetros que limitan el procedimiento de soldadura son la longitud de onda de la luz láser empleada y el comportamiento de absorción del plástico con esta longitud de onda. Especialmente, se usan láseres de diodos de alta potencia con una longitud de onda de 610 a 840 nanómetros y láseres de cuerpos sólidos Nd:YAG con una longitud de onda de aproximadamente 1.050 nanómetros o bien en el espectro de luz visible (400 a 750 nanómetros) o bien en el espectro infrarrojo. Sin embargo, también pueden usarse láseres de vidrio de CO₂ con una longitud de onda de 11.000 nanómetros, aproximadamente.

25 Las propiedades de absorción y por tanto el procesamiento de plásticos difieren mucho en función de la longitud de onda de la radiación láser empleada. Las inhomogeneidades en el plástico, como por ejemplo pigmentos, cargas o sustancias de refuerzo, pero también las superestructuras cristalinas en plásticos parcialmente cristalizantes dispersan la radiación acoplada y reducen especialmente la profundidad de penetración de la radiación en el plástico.

30 Si un rayo láser incide en una pieza de plástico que ha de ser calentada, la radiación láser es reflejada, absorbida y transmitida por partes distintas. La disminución de la intensidad de la radiación que penetra en el plástico se puede describir en función de la profundidad del material según la llamada ley de Bouguer. La intensidad acoplada disminuye de forma exponencial con la profundidad del material.

35 Surgen problemas especialmente por la descomposición térmica por el calentamiento por radiación de plásticos, especialmente mediante láseres de CO₂. Esto se debe a la mala termoconductividad de los plásticos, ya que frecuentemente la temperatura superficial del plástico sube rápidamente, existiendo el peligro de una descomposición térmica del material. [Las bases de los procedimientos de soldadura láser están representadas por ejemplo en H. Potente y col., "Laserschweissen von Thermoplasten" (Plastverarbeiter 1995, nº 9. páginas 42 y siguientes), F. Becker y col., "Trends bei Serienschweißverfahren" en Kunststoffe 87 (1997, pág. 11 y siguientes) así como por H. Puetz y col. en Modern Plastics, (1997, pág. 121 y siguientes).]

40 El comportamiento de absorción y por tanto también la transmisión de un polímero o un plástico transparentes al láser a una longitud de onda determinada, pueden ser controlados por ejemplo mediante la adición de absorbentes. Estos absorbentes son por ejemplo el hollín así como colorantes especiales desarrollados en los últimos años.

45 Una serie de colorantes que permiten un comportamiento de absorción controlable de este tipo están disponibles en los comercios y fueron desarrollados especialmente para añadirse a mezclas poliméricas para permitir una unión por soldadura láser con longitudes de onda definidas. Para ello, se ofrecen también los colorantes dados a conocer en I.A. Jones y col. "Use of infrared dyes for Transmission Laser Welding of Plastics" (Tech 2000 Conference Proceedings, pág. 1166 y siguientes).

50 Una forma especial del procedimiento de soldadura por láser, a saber, el procedimiento de soldadura láser por transmisión, tiene la ventaja en comparación con otros procedimientos de soldadura de que permite soldar de forma rápida y racional incluso geometrías complejas de la superficie de junta. Para unir por soldadura piezas de tubo flexible por ejemplo a conectores, racores etc. es necesario que una pieza a juntar sea atravesada completamente por el rayo láser, es decir, que no absorba la radiación láser. La segunda pieza a juntar o partes de esta tienen que poder absorber la luz láser bajo formación de calor. Habitualmente, la irradiación se realiza desde el lado exterior de una pieza a juntar.

El documento EP1552916A1 describe por ejemplo la unión de cuerpos de moldeo tubulares mediante procedimientos de soldadura láser por transmisión, en el que sin embargo, el láser se ha de girar alrededor de la unión a juntar de los cuerpos de moldeo, lo que requiere aparatos y una mecánica complejos para poder soldar una a otra sin junta dos piezas tridimensionales.

5 El documento US2003/0141634 describe tubos flexibles que se pueden unir por soldadura láser para aplicaciones médicas, según el cual en un tubo flexible estructurado en múltiples capas, cada capa comprende un material que absorbe láser. También aquí es necesario que o bien el tubo flexible o bien el aparato de transmisión de láser completo se someta a un movimiento de giro para que los tubos flexibles puedan unirse entre ellos por soldadura por toda su circunferencial.

10 El documento DE10245355A1 describe la unión de un elemento de tubo a través de un manquito. En un llamado procedimiento de soldadura láser por transmisión, una sección de tubo, un llamado conector, y el manguito se unen entre ellos por soldadura. En este caso, la unión por soldadura asimismo requiere un cordón de soldadura continuo alrededor de toda la circunferencia, lo que se realiza únicamente mediante el giro del dispositivo láser o del tubo flexible que ha de ser unido por soldadura.

15 El documento WO2005/063469 da a conocer piezas de tubo flexible que se pueden unir unas a otras a través de llamados manguitos. La unión entre el tubo flexible y el manguito se realiza a través de una capa de unión que contiene un material que absorbe entre 700 y 2500 nm. En este caso, el procedimiento de soldadura láser requiere un movimiento de rotación o bien del láser o bien del tubo flexible que ha de ser soldado.

20 Una desventaja de este procedimiento de soldadura láser por transmisión conocido por el estado de la técnica es por tanto especialmente que las superficies a juntar entre las dos piezas de moldeo que han de ser unidas entre sí deben ser irradiadas por el láser por todos los lados. Esto requiere que la superficie que ha de ser unida debe ser accesible para el láser desde todos los lados. La geometría de determinados componentes frecuentemente no permite una irradiación circunferencial. Frecuentemente, no se podía realizar por geometría una rotación del componente correspondiente, de modo que en muchos casos hasta ahora era imposible una unión por soldadura
25 láser.

Por lo tanto, la presente invención tenía el objetivo de proporcionar un procedimiento de soldadura láser por transmisión que remedie las desventajas mencionadas anteriormente del estado de la técnica y que especialmente permita que sea posible sin rotación o giro una unión por soldadura circunferencial completa de dos piezas de moldeo que han de ser unidas entre ellas. Además, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un
30 dispositivo con el que las dos piezas de moldeo que han de ser unidas entre ellas se puedan soldar rápidamente sin tener que girar una parte del dispositivo o una de las piezas que han de ser unidas por soldadura.

De acuerdo con la invención, el objetivo se consigue mediante un dispositivo para la unión por soldadura de dos piezas a juntar formadas por un segmento de tubo flexible y un cuerpo de moldeo tubular, que comprende un láser y un espejo, pudiendo disponerse el láser, las piezas a juntar y el espejo de tal forma que el rayo del láser incida en
35 las piezas a juntar y a continuación en el espejo, presentando el espejo en parte el contorno de la superficie interior de un cilindro hueco. Con la ayuda de este dispositivo, la capa que contiene el absorbedor puede ser irradiada de forma más homogénea. No se produce un sobrecalentamiento de zonas puntuales del tubo flexible y el cordón de soldadura se vuelve más uniforme.

40 En una forma de realización preferible, el rayo del láser es divergente en una sección del rayo y dicha sección divergente del rayo incide primero en el segmento de tubo flexible y a continuación en el espejo. La ventaja de esta forma de realización es una irradiación aún más homogénea de la capa que contiene el absorbedor.

Habitualmente, las piezas a juntar que han de ser unidas, el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular se irradian con un rayo láser. Por una parte, una gran parte de la energía láser proporcionada se pierde durante la soldadura por efectos de dispersión y de reflexión. Todos los rayos que no inciden perpendicularmente en la
45 superficie del tubo flexible se desvían, y a partir de un ángulo límite determinado, los rayos quedan reflejados totalmente y ya no contribuyen a la unión por soldadura de las piezas a juntar. Además, la capa de material absorbente de láser que ha de ser atravesada es notablemente más grande en las zonas marginales y por tanto también contribuye a que se suministre menos energía a las zonas situadas abajo. Por la reflexión de los rayos en el espejo se aprovecha la energía que en caso contrario se perdería por reflexión o transmisión. Los rayos reflejados
50 en el espejo pueden volver a penetrar en el material del tubo flexible para quedar a disposición para un procedimiento de soldadura.

El contorno del espejo describe una parte de una superficie interior de un cilindro hueco. La escotadura en un lado que le falta al contorno completamente cilíndrico sirve de diafragma para el rayo láser incidente. Son posibles ligeras desviaciones del contorno ideal de un cilindro hueco. Entonces, la sección transversal del cilindro hueco no sería
55 circular, sino elíptica.

En el marco de esta invención, un rayo láser es divergente si la sección transversal del rayo aumenta en la dirección del rayo. La ventaja de esta disposición consiste en que usando el dispositivo para un procedimiento de soldadura se pueden irradiar uniformemente todas las zonas de la capa de un segmento de tubo flexible que comprende el absorbedor. De esta manera, se mantienen reducidas las diferentes temperaturas dentro de la capa que comprende el absorbedor.

Preferentemente, el espejo se compone de aluminio o de una aleación de aluminio. Se ha mostrado que especialmente espejos de aluminio pulido presentan las mejores características de reflexión. Los espejos de acero se calientan muy fuertemente y reflejan de forma despreciable. Los espejos de latón también se calientan, pero también reflejan una parte de la radiación. El efecto de reflexión disminuye a medida que aumenta el deslustre de la superficie del espejo que se produce por calentamiento. Sin embargo, mediante un nuevo pulido se puede volver a restablecer una superficie que refleja bien.

Preferentemente, el diámetro del cilindro hueco se sitúa entre 5 y 25 mm, siendo preferentemente de 20 mm. La distancia entre la superficie del espejo y la superficie de las piezas a juntar no debería ser demasiado grande para que no se irradie demasiada energía de luz reflejada en el espejo, sin atravesar las piezas a juntar. Además, preferentemente, se pueden soldar con este dispositivo tubos flexibles con un diámetro total de hasta 13 mm. Los tubos flexibles con mayores diámetros tienen habitualmente mayores grosores de pared. Es más gruesa especialmente la capa que no contiene ningún absorbedor. Dicha capa tiene una mayor capacidad de absorción de calor. Con esta mayor absorción de calor se extrae calor al proceso de soldadura, de forma que pueden producirse más fácilmente errores en el cordón de soldadura. El tamaño del tubo flexible y la distancia entre la superficie del espejo y la superficie de las piezas a juntar son los factores limitadores con respecto al diámetro del cilindro hueco.

Preferentemente, en el dispositivo de acuerdo con la invención se usa un láser de diodo con una longitud de onda de 750 a 1000 nm, preferentemente de 808 nm. El láser puede presentar una potencia entre 380 y 520 W, preferentemente una potencia de 500 W. Con los láseres de diodos se pueden generar rayos láser que pueden convergir y divergir. Se trata de los llamados "láseres de rayos diódicos en abanico". Además, la potencia del láser y la longitud de onda de la luz emitida por el láser resultan óptimas para el proceso de soldadura, de forma que no se producen errores en el cordón de soldadura y no se sobrecalienta el material polímero.

El objetivo de la presente invención se consigue además por que se proporciona un procedimiento de soldadura láser para unir un segmento de tubo flexible exento de PVC a un cuerpo de moldeo tubular ("las piezas a juntar") usando un láser y un espejo, estando formada la pared de tubo flexible del segmento de tubo flexible por al menos dos capas de material distintas, conteniendo una de dichas capas al menos por secciones un absorbedor para la radiación láser, y en el procedimiento

a) se ponen a disposición el segmento de tubo flexible exento de PV y el cuerpo de moldeo tubular,

b) el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular se insertan uno en otro en unión geométrica, de tal forma que se solapan las zonas de superficie del segmento de tubo flexible y del cuerpo de moldeo tubular,

c) el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular con las zonas de superficie solapadas se disponen delante del espejo,

d) el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular con las zonas de superficie solapadas se irradian con radiación láser, de tal forma que los rayos láser reflejados o transmitidos por el segmento de tubo flexible o por el cuerpo de moldeo tubular son reflejados por el espejo y en parte vuelven a incidir en el segmento de tubo flexible o el cuerpo de moldeo tubular, durante lo que se produce una unión soldada entre el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular.

Con este procedimiento se consigue reducir considerablemente la duración de irradiación en comparación con procedimientos de soldadura en los que es necesario mover piezas a juntar que han de ser unidas por soldadura o partes del dispositivo. La luz láser irradiada por la reflexión y transmisión en las piezas a juntar es reflejada en el espejo y vuelve a estar disponible para otro procedimiento de soldadura, de modo que no es necesario mover el láser y/o las piezas a juntar que han de ser unidas por soldadura. Por lo tanto, la duración de irradiación se reduce a pocos segundos. Preferentemente, las piezas a juntar se pueden unir unas a otras por soldadura en menos de 3 segundos. Por tanto, con el procedimiento se irradia como máximo durante 3 segundos en el paso d).

Para conseguir resultados óptimos y formar un cordón de soldadura uniforme, en el procedimiento se usa un espejo que tiene el contorno de la superficie interior de un cilindro hueco. Preferentemente, el procedimiento se realiza usando el dispositivo de acuerdo con la invención.

En una forma de realización preferible de este procedimiento, el diámetro del rayo láser al incidir en la sección de tubo flexible es menor que el diámetro de la sección de sección transversal que ha de ser unida por soldadura.

Preferentemente, la proporción del diámetro del rayo láser con respecto al diámetro de la sección de tubo flexible se sitúa entre 1 a 2 y 1 a 5.

5 En el procedimiento de acuerdo con la invención se suprime cualquier recorrido de desplazamiento, ya que con la ayuda del espejo irradia la radiación homogéneamente por toda la superficie. Cualquier recorrido de desplazamiento se suprime también si el diámetro de la sección del rayo al incidir en la sección de tubo flexible es menor que el diámetro de la sección de tubo flexible.

Otra ventaja del procedimiento de acuerdo con la invención consiste en que resulta una imagen de soldadura más homogénea. Un efecto secundario positivo consiste en el espacio ganado entre la óptica láser y el punto de soldadura, que permite insertar y extraer las piezas a juntar más fácilmente en el soporte.

10 En caso de usar un espejo que presenta el contorno de la superficie interior de un cilindro hueco, la distancia entre el espejo y la pared de tubo flexible es aproximadamente igual por toda la circunferencia. En caso de que el espejo del dispositivo no describa exactamente el contorno de un cilindro hueco, la distancia entre el espejo y la pared de tubo flexible puede ser desigual. Si la sección transversal del cilindro hueco es elíptica, las piezas a juntar que han de ser unidas están dispuestas de forma centrada delante del espejo.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención ofrece la ventaja de que las dos piezas a juntar son atravesadas por la radiación sólo desde un único lado, resultando por toda la circunferencia una unión por soldadura en unión geométrica de las piezas a juntar. De esta manera, el procedimiento de acuerdo con la invención se puede realizar sin rotación o giro del dispositivo láser o de las piezas a juntar, de modo que se requiere un aparato mecánico mucho menos complejo para realizar el procedimiento de acuerdo con la invención que en los procedimientos conocidos por el estado de la técnica, lo que por tanto constituye una simplificación esencial.

20 Si se realiza un procedimiento sin usar un espejo, puede ser necesario que el láser o las piezas a juntar tengan que pasar por un trayecto de deslizamiento para producir cordones de soldadura uniformes. La ventaja del procedimiento usando un dispositivo de acuerdo con la invención es que es posible una irradiación más uniforme de las piezas a juntar y no es necesario mover partes del dispositivo o las piezas que han de ser unidas por soldadura.

25 Para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención es esencial de acuerdo con la invención que se pone a disposición un segmento de tubo flexible con una estructura multicapas, teniendo que contener una capa un absorbedor para radiación láser.

30 El término "unión geométrica" se entiende aquí de tal forma que el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular se solapan mutuamente sin ranura o junta. El segmento de tubo flexible ejerce preferentemente una fuerza de apriete sobre el cuerpo de moldeo tubular.

35 Por el término "segmento de tubo flexible" se entiende cualquier sección de un tubo de cualquier longitud por el que se pueden hacer pasar líquidos. Dado que puede estar previsto un uso como tubo flexible médico, por ejemplo en sistemas de hemodiálisis, es necesario que el tubo flexible esté realizado especialmente de forma exenta de PVC, ya que estudios más recientes arrojaron que los plastificantes empleados en PVC (poli(cloruro de vinilo)) pueden disolverse por los líquidos biológicos que se hacen pasar por el tubo flexible pudiendo provocar riesgos de salud en el organismo humano.

40 La aptitud para la unión por soldadura o la estabilidad de la unión soldada están determinadas especialmente por la cantidad de absorbedor para la luz láser empleada en la capa contenida en el absorbedor. De acuerdo con la invención, una superficie exterior del tubo flexible, es decir, o su lado interior o su lado exterior, contiene una capa delgada funcionalizada, es decir, que contiene el absorbedor. Dicha capa se coextrusiona típicamente con la segunda capa situada por debajo. Los grosores de capa de la capa que contiene el absorbedor se sitúan en el rango de 20 a 100 μm , de modo que incluso en el rango inferior de grosores de capa se pueden realizar por coextrusión.

45 La disposición de la capa que contiene el absorbedor o bien como la superficie que constituye el interior del tubo flexible o bien, en otra forma de realización de la invención, como superficie que constituye el exterior del tubo flexible, permite especialmente diferentes disposiciones geométricas de piezas de moldeo que han de ser unidas entre ellas por soldadura: por ejemplo, en una forma de realización preferible de la invención, el tubo flexible se puede enchufar en el cuerpo de moldeo tubular, es decir, por ejemplo en un conector, de modo que en este caso, la capa exterior debe estar funcionalizada con el absorbedor, es decir, la capa que entra en contacto con la segunda pieza a juntar que ha de ser unida por soldadura, el conector.

50 En otra forma de realización ventajosa de la invención, la capa funcionalizada, es decir, la capa que contiene el absorbedor forma el lado interior del segmento de tubo flexible, de forma que un cuerpo de moldeo tubular se puede introducir en el tubo flexible.

En otras variantes preferibles de la invención contiene el absorbedor sólo la parte de la capa que se solapa con la zona del cuerpo de moldeo tubular que ha de ser unida por soldadura. Evidentemente, esto también es posible en las dos alternativas geométricas descritas anteriormente. De esta manera, es posible especialmente también el uso de colorantes caros para la absorción.

- 5 La concentración del absorbedor en la capa que lo contiene se sitúa típicamente entre 50 y 300 ppm, preferentemente entre 80 y 200 ppm y se elige de tal forma que sólo aprox. entre 10 y 10%, preferentemente entre 15 y 40% de la luz láser empleada es absorbida a lo largo de la longitud de paso de la luz láser por la capa del primer segmento sustancialmente semicilíndrico, que contiene el absorbedor, pudiendo ser usada por tanto para la unión por soldadura de la primera pieza. En este contexto, se entiende que el experto adapta el tipo y la cantidad del
10 absorbedor al tipo del láser empleado, es decir a la longitud de onda de este, para lograr los valores mencionados anteriormente.

- De manera ventajosa, las capas del segmento de tubo flexible que se puede usar de acuerdo con la invención se componen de materiales exentos de PVC, en particular, la capa que contiene el absorbedor se compone de poliolefinas como por ejemplo polietileno, polipropileno, poliisopreno, además de copolímeros de estireno-olefina como por ejemplo copolímeros en bloque de estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS), copolímeros en bloque de estireno-etileno-propileno-estireno (SEPS), copolímeros de estireno-isopreno-estireno (SIS), copolímeros de estireno-etileno-butadieno (SEB) así como mezclas de estos.
15

La al menos una capa adicional, exenta de absorbedor tiene especialmente la función de conferir al segmento de tubo flexible cierta estabilidad mecánica, resistencia al doblado, etc.

- 20 Como materiales para dicha capa resultan especialmente preferibles los materiales poliolefínicos puros como el polipropileno, el polietileno, el poliisopreno y mezclas de estos. En otras formas se realización preferibles se pueden usar evidentemente también copolímeros en bloque de estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS), copolímeros en bloque de estireno-etileno-propileno-estireno (SEPS), copolímeros de estireno-isopreno-estireno (SIS), copolímeros de estireno-etileno-butadieno (SEB) así como mezclas de estos o con las poliolefinas puras.

- 25 En otras formas se realización de la invención, el segmento de tubo flexible empleado de acuerdo con la invención tiene un diámetro interior de 8 mm como máximo y un diámetro exterior máximo de 12 mm. Los grosores de pared preferibles del segmento de tubo flexible son de 2 mm, y en otras formas se realización específicas, como por ejemplo en caso de un uso previsto del tubo flexible como llamado tubo flexible de sistema de hematología, incluso de hasta 1,5 mm. En otras formas se realización ventajosas, el tubo flexible puede contener además secuencias
30 discretas de capas. Lo importante es sólo que estas capas adicionales no perjudiquen el procedimiento de soldadura láser, de modo que dichas capas deben ser sustancialmente transparentes al láser.

De esta manera, es posible tener en consideración suficientemente incluso requerimientos complejos, especialmente en cuanto a la estabilidad mecánica, la resistencia al doblado, la elasticidad etc.

- 35 Preferentemente, en el marco del procedimiento de acuerdo con la invención se usa un llamado láser de diodo. Este presenta una longitud de onda de hasta 1000 nm, preferentemente de 750 a 900 nm, de forma especialmente preferible de 808 nm. En la realización del procedimiento de acuerdo con la invención es especialmente importante que con o sin aplicación de presión se obtenga un plano de juntura en el que las dos piezas a juntar preferentemente se solapen sin junta, de modo que se consigue obtener de manera especialmente fácil la unión geométrica mediante el polímero fluido calentado por el láser, de modo que de acuerdo con la invención se puede obtener una gran
40 variedad de diseño de la geometría del cordón de soldadura. La geometría más frecuente empleada al juntar plásticos con un láser, especialmente con un láser de diodo, es el cordón solapado que se usa preferentemente también en el presente caso.

- En este contexto, es importante que la multiplicidad de posibles tipos de láser previstos para el uso en el marco de la presente invención (por ejemplo, láser de Nd:YAG para el caso de que el procedimiento se realiza sin usar un
45 espejo, o un láser de diodo para el procedimiento de acuerdo con la invención, ya sea con o sin usar un espejo, etc.) que por tanto presentan también diferentes longitudes de onda y por la gran densidad de energía de la radiación láser no suponen ninguna limitación en cuanto a las sustancias de absorbedor. Por la gran densidad de energía no es necesario irradiar en el valor máximo de absorción de la sustancia de absorbedor elegida respectivamente. Basta con que se irradie en un margen de aprox. ± 100 nm alrededor del valor máximo de la sustancia correspondiente, de modo que en el procedimiento de acuerdo con la invención se puede usar una amplia gama de absorbedores.
50 Habitualmente, en el procedimiento que comprende los pasos a) a e) se usa un láser que emite en mayor medida rayos de luz paralelos.

- En el procedimiento de acuerdo con la invención en el que no se usa ningún espejo para la reflexión de los rayos láser, resulta especialmente preferible que la atenuación por el absorbedor de la radiación láser a lo largo de la
55 longitud del recorrido de paso de la luz láser por la capa que contiene el absorbedor del primer segmento

sustancialmente semicilíndrico, se sitúa entre aprox. 10 y 50%, preferentemente entre 15 a 40%. Estos intervalos permiten que incluso en caso de recorridos de paso más largos, en distintos segmentos de círculo del tubo flexible aún llegue la radiación láser suficiente al segmento de círculo opuesto del tubo flexible de bombeo, de modo que también allí es posible aún una unión soldada sólida.

5 En caso de que el procedimiento se emplee sin usar un espejo, la capacidad del láser en el caso de un láser de diodo es habitualmente de aprox. 400 vatios. Se entiende que estos valores son sólo orientativos para el experto a la hora de elegir el láser apropiado. También en este procedimiento se puede usar como láser un "láser de rayos diódicos en abanico" con una potencia de aproximadamente 400 vatios que enfoca la radiación a un foco de aprox. 10 mm de diámetro. Los tiempos típicos para la acción de la radiación láser se sitúan entre 1 y 10 s, preferentemente entre 2 y 8 s, de forma especialmente preferible entre 3 y 7 s, de acuerdo con el grosor del tubo. Por ejemplo, en el caso de un tubo flexible de bombeo de sangre con un diámetro de aprox. 12 mm el tiempo es de 7 segundos, y en un tubo flexible con un diámetro de 6,5 mm es de aprox. 3 segundos, hasta la formación de una unión soldada sólida.

15 Además, el objetivo de la presente invención se consigue mediante una unión por junta soldada por láser entre un segmento de tubo flexible y un cuerpo de moldeo tubular que se realizan mediante el procedimiento de acuerdo con la invención, ya sea usando un espejo o no. Por tanto, las uniones de junta soldadas por láser que se pueden realizar sin aparato mecánico especialmente grande, se pueden emplear especialmente en el ámbito médico, especialmente para transportar líquidos fisiológicos, soluciones de suero o sangre.

20 En cuanto a las piezas de tubo flexible y de conexión que han de ser unidas por soldadura existen requisitos especiales, de modo que se ha de tener en cuenta la elección de los polímeros correspondientes con respecto a la transparencia en el espectro de longitud de onda visible, la aptitud para la esterilización por calor y la biocompatibilidad conocidas por el estado de la técnica mencionado anteriormente. Por lo tanto, la presente invención igualmente comprende un sistema de tubo flexible que comprende una pluralidad de este tipo de uniones de junta soldadas por láser entre un segmento de tubo flexible y un cuerpo de moldeo tubular, por ejemplo un conector u otro segmento de tubo flexible, por ejemplo para el uso en un circuito de hemodiálisis.

25 Además, la invención se describe en detalle con la ayuda de ejemplos de realización en las siguientes figuras, sin que ello se entienda como limitación de la idea de la invención.

Muestran:

30 La figura 1 una sección transversal a través de una unión en la que un conector se colocó por deslizamiento sobre un segmento de tubo flexible.

La figura 2 muestra una unión en la que un conector se colocó por deslizamiento dentro de un tubo flexible.

La figura 3 muestra una unión de junta soldada por láser entre un conector y un tubo flexible y un tubo flexible insertado en el conector.

La figura 4 muestra una disposición compuesta por un láser y un espejo cilíndrico hueco.

35 La figura 1 muestra una combinación 100 de acuerdo con la invención entre un conector 101 de polipropileno y un tubo flexible que se compone de una capa interior 103 y una capa exterior 102, conteniendo la capa exterior 102 un material que absorbe el láser, por ejemplo un colorante. La capa 102 presenta un grosor de aprox. 50 µm. Como sustancia de absorbedor se puede usar por ejemplo Lumogen IR788 de la empresa BASF, pero en el marco de la presente invención igualmente es posible usar cualquier otro absorbedor que absorba en el rango de longitudes de onda del láser de diodo empleado. Después de insertar el segmento de tubo flexible en el conector 101 se aplica una radiación láser 104 con una longitud de onda de 808 nm durante un período de tiempo de 3 a 5 segundos. La radiación láser 104 es absorbida por el absorbedor en la capa 102 en una zona semicilíndrica, que está representada por la letra "A", y funde el plástico, de modo que resulta una unión geométrica entre el conector 101 de polipropileno y el tubo flexible en la capa exterior 102. La radiación 104 es absorbida e incide como se ha descrito en detalle anteriormente, con una atenuación en aprox. 10 a 50%, representada por las flechas 105, en el segundo segmento B semicircular, donde igualmente es absorbida por el absorbedor en la capa 102 y por tanto produce también en el segmento B mediante la fusión de la capa 102 una unión geométrica entre la capa 102 del segmento de tubo flexible y el conector 101 de polipropileno. La radiación restante habitualmente no es absorbida completamente. En las figuras se puede ver también la distinta longitud de recorrido que ha de ser recorrida por el frente de ondas de la luz láser: la longitud de recorrido l_1 es mucho menor que la longitud de recorrido l_2 , de modo que a lo largo de la longitud de recorrido l_1 la luz se atenúa menos, es decir se sitúa más bien en el rango de una atenuación del 10%, que a lo largo de la longitud de recorrido l_2 donde la absorción es más bien del 50%.

La figura 2 muestra otra forma de realización de una unión 200 que se puede usar en el marco del procedimiento de

acuerdo con la invención. Para ello, el conector 201, por ejemplo de polipropileno, se introduce en un segmento de tubo flexible, de modo que la superficie interior del tubo flexible 202 contiene el material que absorbe láser y la capa exterior 203 sirve para la estabilización.

5 Se entiende que evidentemente también pueden estar dispuestos capas adicionales en la parte exterior o entre las capas 202 y 200, mientras estas sean transparentes al láser como ya se ha mencionado anteriormente. El grosor de la capa 202 igualmente es de 50 μm y como sustancia absorbente se usó igualmente Lumogen IR788 de BASF.

10 Ahora, la disposición 200 igualmente se irradia con radiación láser de una longitud de onda $\lambda = 808 \text{ nm}$ (representado por la flecha 204) que se absorbe a entre 10 y 50% en el primer semicírculo o segmento semicircular A, de modo que resulta una unión geométrica entre la superficie del conector 201 y la capa 202 que absorbe la radiación. La radiación 205 no absorbida incide en la capa 202 en el segmento B semicircular donde produce igualmente la absorción, el calentamiento y la fusión, de tal forma que se consigue una unión por soldadura completa en la circunferencia completa del segmento de tubo flexible con el conector.

15 Por lo tanto, no es necesaria ninguna rotación del láser o de los elementos a juntar 100 a 200 que han de ser unidas, tal como ha sido descrita aquí, con el procedimiento de acuerdo con la invención, para formar un cordón de soldadura circunferencial.

20 La figura 3 muestra una unión de junta 300 soldada completamente entre un conector 301 de polipropileno y un segmento de tubo flexible 306 que se compone de una capa interior 307 exenta de materiales que absorben láser y de una capa exterior 302 que contiene por zonas en la sección 303 que se solapa con el lado interior del conector 301 contiene un absorbedor para luz láser. Después de actuar la radiación láser 304 tal como se describe en las figuras 1 y 2 resulta un cordón de soldadura 305 circunferencial por unión geométrica.

25 La figura 4 muestra un dispositivo 400 para la unión por soldadura de un segmento de tubo flexible 401, compuesto por un láser 402 y un espejo 404. El láser de rayos diádicos emite un rayo de luz 403 que converge en una primera sección y presenta la menor sección transversal en el plano C y a continuación diverge. La sección divergente del rayo incide en el segmento de tubo flexible 401 en el plano D. Rayos láser dispersados que lo atraviesan inciden a continuación en el espejo 404, son reflejados en este y en parte vuelven a incidir en el tubo flexible. Mediante esta disposición queda garantizada una irradiación homogénea de la capa que comprende el absorbedor, de modo que el segmento de tubo flexible queda unido por soldadura homogéneamente.

Ejemplo de realización 1

En una forma de realización preferible se usó un tubo flexible exento de PVC con la siguiente estructura:

30 Diámetro interior 8 mm
 Diámetro exterior 12 mm
 Grosor de pared: 2 mm

La capa que contiene el absorbedor del tubo flexible presenta la siguiente composición:

Grosor de la capa de absorbedor: 50 μm

35 Composición: 60% de SEBS Tuftec 1221 (Asahi)
 40% de PP-R RD204 CF (Borealis)
 100 ppm de Lumogen IR 788 BASF.

La capa exenta de absorbedor estaba compuesta por una mezcla de 70% de SEBS Tuftec 1221 (Asahi) y 30% de SIS (Hybrar 7125 F, Kuraray).

40 El segmento de tubo flexible con las dos capas se fabricó por coextrusión.

Como segunda pieza a juntar se usó un llamado conector de polipropileno. En el ejemplo de realización, el segmento de tubo flexible se inserta en el conector de polipropileno tal como se describe en la figura 3, con la diferencia de que la capa exterior completa contenía el absorbedor.

Las piezas a juntar enchufadas una en otra, el segmento de tubo flexible y el conector se irradiaron de acuerdo con

la invención desde un solo lado con un láser de diodo de la empresa Laserline, D-Mühlheim (láser de diodo LDF 1000-500) con una longitud de onda de 808 nm. Se aplicó la llamada soldadura por transmisión con solape en el marco del procedimiento de acuerdo con la invención. De esta manera, se obtuvo un cordón de soldadura circunferencial por unión geométrica de acuerdo con la invención, sin girar una o ambas piezas a juntar.

- 5 La unión por soldadura obtenida de esta manera cumple todos los requisitos en cuanto a la estanqueidad, la resistencia a la tracción y la aptitud para la esterilización como las que existen en el ámbito médico. La resistencia a la tracción ("resistencia al desgarre del tubo flexible") se determinó de acuerdo con la norma DIN53455 y ascendió a aprox. 170 N. En el presente caso se rompió el tubo flexible, mientras que la unión soldada no se soltó tampoco con la acción de esta fuerza. Típicamente, el límite inferior de la resistencia a la tracción de las uniones soldadas de acuerdo con la invención era de 120 N y, según la superficie soldada de 160 a 170 N como máximo, y como se ha descrito anteriormente no se pudo determinar una medición exacta del límite superior por la rotura del tubo flexible correspondiente.
- 10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de soldadura láser para unir un segmento de tubo flexible exento de PVC a un cuerpo de moldeo tubular usando un láser y un espejo, estando formada la pared de tubo flexible del segmento de tubo flexible por al menos dos capas de material distintas entre sí y conteniendo una de estas capas al menos por secciones un absorbedor para radiación láser, y en el procedimiento
- 5 a) se ponen a disposición el segmento de tubo flexible exento de PVC y el cuerpo de moldeo tubular,
- b) el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular se insertan uno en otro en unión geométrica, de tal forma que se solapan las zonas de superficie del segmento de tubo flexible y del cuerpo de moldeo tubular,
- c) el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular con las zonas de superficie solapadas se disponen
- 10 delante del espejo,
- d) el segmento de tubo flexible y el cuerpo de moldeo tubular con las zonas de superficie solapadas se irradian con radiación láser, de tal forma que los rayos láser reflejados o transmitidos por el segmento de tubo flexible o por el cuerpo de moldeo tubular son reflejados por el espejo y en parte vuelven a incidir en el segmento de tubo flexible o el cuerpo de moldeo tubular, produciéndose una unión soldada entre el segmento de tubo flexible y el cuerpo de
- 15 moldeo tubular.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el espejo tiene el contorno de la superficie interior de un cilindro hueco.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el absorbedor está contenido en la capa que constituye la superficie interior del segmento de tubo flexible.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque en el paso b) el cuerpo de moldeo tubular se inserta en el segmento de tubo flexible.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el absorbedor está contenido en la capa que constituye la superficie exterior del segmento de tubo flexible.
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque en el paso b) el segmento de tubo flexible se inserta en el cuerpo de moldeo tubular.
- 25 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el absorbedor está contenido en una concentración de 50 a 300 ppm en la capa que lo contiene.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la capa que contiene el absorbedor se compone de un material exento de PVC.
- 30 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque el material está seleccionado de entre polietileno, polipropileno, poliisopreno, copolímeros en bloque de estireno-olefina tales como SEBS, SEPS, SIS, SEB y mezclas de estos.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 7, 8 o 9, caracterizado porque el grosor de capa de la capa que contiene el absorbedor es de 20 a 100 μm .
- 35 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el material de la capa exenta de absorbedor está seleccionado de entre polietileno, polipropileno, poliisopreno, copolímeros en bloque de estireno-etileno-butadieno-estireno (SEBS), copolímeros en bloque de estireno-etileno-propileno-estireno (SEPS), copolímeros de estireno-isopreno-estireno (SIS), copolímeros de estireno-etileno-butadieno (SEB) y mezclas de estos.
- 40 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el segmento de tubo flexible presenta un grosor de pared de 4 mm como máximo.
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el cuerpo de moldeo tubular es un conector u otro segmento de tubo flexible.
- 45 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado porque el conector se compone sustancialmente de polipropileno.

15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el segmento de tubo flexible comprende capas adicionales.
16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque las capas adicionales son permeables a la radiación láser.
- 5 17. Unión de junta soldada por láser entre un segmento de tubo flexible y un cuerpo de moldeo tubular, fabricado por el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
18. Sistema de tubo flexible que contiene una pluralidad de uniones de junta soldadas por láser entre un segmento de tubo flexible y un cuerpo de moldeo tubular de acuerdo con la reivindicación 17, para el uso en un circuito de hemodiálisis.
- 10 19. Dispositivo para unir por soldadura dos piezas a juntar formadas por un segmento de tubo flexible y un cuerpo de moldeo tubular que comprende un láser y un espejo, en el que el láser, las piezas a juntar y el espejo se pueden disponer de tal forma que el rayo del láser incida en las piezas a juntar y a continuación en el espejo, caracterizado porque el espejo presenta en parte el contorno de la superficie interior de un cilindro hueco.
- 15 20. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 19, caracterizado porque el rayo del láser diverge en una sección del rayo y la sección divergente del rayo incide en las piezas a juntar.
21. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 19 o la reivindicación 20, caracterizado porque el espejo se compone de aluminio o de una aleación de aluminio.
22. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 19 a 21, caracterizado porque el diámetro del cilindro hueco es de entre 5 y 25 mm.
- 20 23. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 22, caracterizado porque el diámetro del cilindro hueco es de 20 mm.
24. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 19 a 23, caracterizado porque el láser es un láser de diodo que emite luz de una longitud de onda de 750 a 1000 nm.
- 25 25. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 24, caracterizado porque el láser emite luz de una longitud de onda de 808 nm.
26. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 24 o la reivindicación 25, caracterizado porque el láser tiene una potencia de 380 a 520 W.
27. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 26, caracterizado porque el láser tiene una potencia de 500 W.

Figura 1

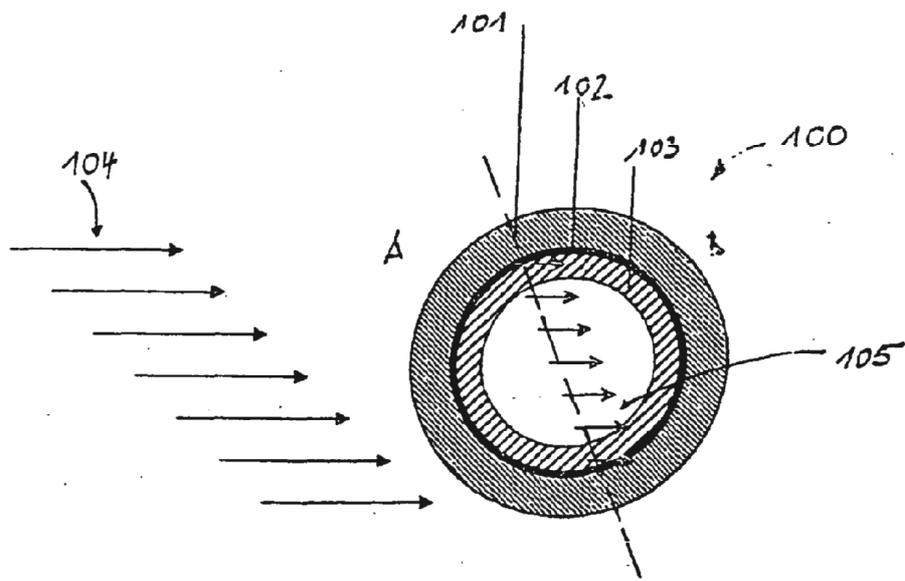


Figura 2

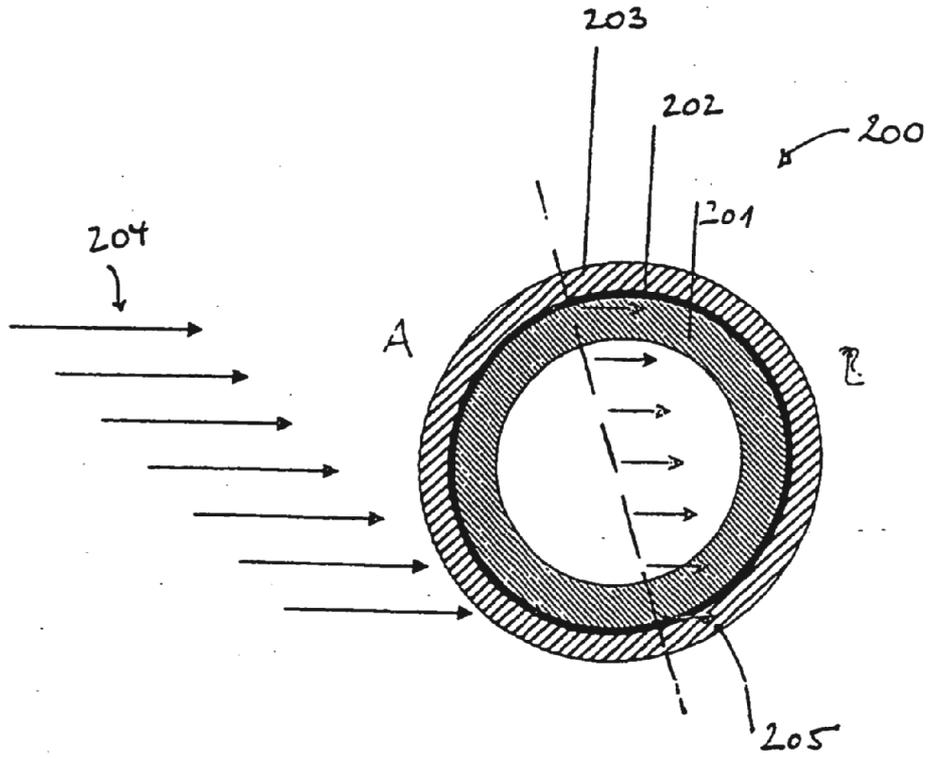


Figura 3

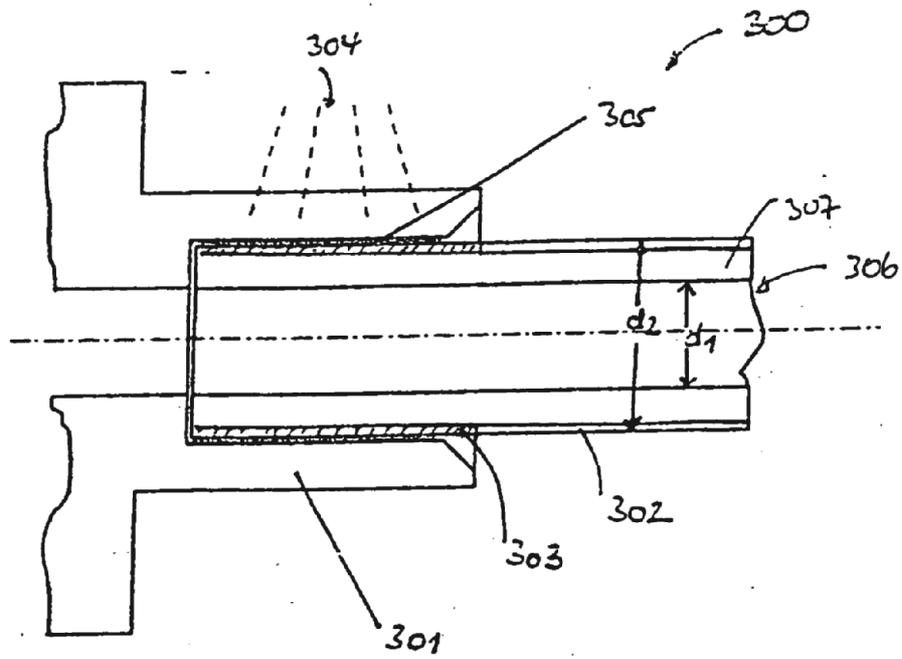


Figura 4

