

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 348**

51 Int. Cl.:

B06B 1/08 (2006.01)

B06B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2009** **PCT/EP2009/001186**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.08.2009** **WO09103530**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2009** **E 09711651 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018** **EP 2252411**

54 Título: **Transductor de ultrasonidos de alta potencia y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

22.02.2008 DE 102008010617

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

28.03.2019

73 Titular/es:

BSONIC GMBH (100.0%)

Hagener Str. 62
58553 Halver, DE

72 Inventor/es:

HIRNSCHAL, UDO y
BRAAM, ERIK

74 Agente/Representante:

RIERA BLANCO, Juan Carlos

ES 2 706 348 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

Transductor de ultrasonidos de alta potencia y procedimiento para su fabricación

La presente invención se refiere a un transductor de ultrasonidos que comprende un sonotrodo de ultrasonidos y un excitador magnetostrictivo, en donde el excitador está conectado con una superficie de contacto dirigida hacia él del sonotrodo de ultrasonidos, así como un procedimiento para el establecimiento de una conexión duradera entre el sonotrodo de ultrasonidos y el excitador de un transductor de ultrasonidos semejante.

En el estado de la técnica mencionado anteriormente en el sector de los transductores de ultrasonidos se recurre a excitadores piezoeléctricos o magnetostrictivos como excitador para la oscilación por ultrasonidos pretendida. Los primeros tienen la ventaja de una eficiencia elevada, pero la desventaja de una potencia de partida limitada debido a la baja resistencia a tracción de los materiales piezoeléctricos. Por el contrario con los transductores de ultrasonidos magnetostrictivos se puede generar una potencia de partida más elevada, no obstante, en donde aquí se deben tener en cuenta las desventajas de una eficiencia proporcionalmente menor, un calor de escape más elevado durante el funcionamiento así como una estructura más compleja o un procedimiento de fabricación más caro.

Un problema en el diseño de transductores de ultrasonidos magnetostrictivos consiste en que el material magnetostrictivo se debe conectar de manera apropiada con el sonotrodo de ultrasonidos, en donde esta conexión se realiza en el estado de la técnica la mayoría de las veces mediante un procedimiento de soldadura, en particular un procedimiento de soldadura fuerte. Los transductores de ultrasonidos magnetostrictivos genéricos del tipo mencionado anterior se conocen, por ejemplo, por el documento WO 2004/105085 A1 y el WO 2006/055368 A2.

En estos transductores de ultrasonidos el excitador se compone de una pluralidad de placas de material magnetostrictivo (designado a continuación como placas magnéticas), que están soldadas fijas en escotaduras del sonotrodo de ultrasonidos o en una superficie del sonotrodo de ultrasonidos mediante un procedimiento de soldadura fuerte. Una geometría apropiada de las placas magnéticas permite la aplicación del campo magnético alternante en las placas. Para ello en los transductores de ultrasonidos descritos en los documentos mencionados anteriormente están previstas p. ej. una abertura central en las placas magnéticas y una apropiada disposición de bobinas, con las que los dos brazos de las placas magnéticas, que delimitan la abertura, se pueden excitar al circular una corriente apropiada en la bobina usando el efecto de la magnetostricción con una oscilación en el rango de frecuencia de ultrasonidos. Esta oscilación se transmite luego de las placas magnéticas al sonotrodo de ultrasonidos y se conduce dentro del sonotrodo de ultrasonidos más allá hasta su cabezal oscilador. No obstante, las desventajas ya mencionadas más arriba de los transductores de ultrasonidos magnetostrictivos también aparecen en el estado de la técnica.

Además, por el documento DD 59 963 A se conoce un procedimiento para la conexión de transductores electromecánicos con elementos de acoplamiento y herramientas de transmisores de ultrasonidos, en el que el paquete de chapas de un transductor magnetostrictivos se conecta con una superficie frontal plana del transmisor de ultrasonidos mediante soldadura por haz electrónico para la obtención de un acoplamiento de menos pérdidas posibles. A este respecto se requiere por un lado una energía elevada para el haz electrónico, a fin de soldar la placa de chapas en la zona de toda la superficie frontal con ésta. Por otro lado, esta tecnología de conexión resulta no ser especialmente estable, dado que el paquete de chapas está sujeto exclusivamente en la superficie plana.

Finalmente todavía el documento EP 0 468 125 A2 muestra un sonotrodo de ultrasonidos, en el que están conectadas dos secciones adyacentes entre sí mediante soldadura por haz electrónico o rayo láser.

Ante estos antecedentes el objetivo de la presente invención es proporcionar un transductor de ultrasonidos del tipo mencionado al inicio con propiedades mejoradas. Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para el establecimiento de una conexión duradera entre el sonotrodo de ultrasonidos y excitador magnetostrictivo de un transductor de ultrasonidos semejantes.

Este objetivo se consigue mediante un transductor de ultrasonidos según la reivindicación 1, así como un procedimiento según la reivindicación 8.

A este respecto - junto a las características mencionadas al inicio - está previsto según la invención que el excitador y el sonotrodo de ultrasonidos estén conectados o se conecten en la zona de la superficie de contacto mediante soldadura por haz electrónico y/o soldadura por rayo láser, en donde la superficie de contacto está configurado por el fondo de al menos un bolsillo de recepción, que recibe el extremo del excitador en el lado del sonotrodo de ultrasonidos, en donde el al menos un bolsillo de recepción está configurado en una elevación del tipo zócalo del extremo del sonotrodo de ultrasonidos dirigido hacia el excitador y en donde la elevación del tipo zócalo es mayor que la profundidad de los bolsillo de recepción configurados en ella.

En el procedimiento según la invención está previsto de forma complementaria a las características mencionadas anteriormente, que el haz electrónico o rayo láser esté orientado o guiado de modo que entre a través de la pared de delimitación lateral de la elevación de tipo zócalo en el sonotrodo de ultrasonidos configurado de forma maciza a la altura de la superficie de contacto y en paralelo a ella.

En el marco de la presente invención se ha comprobado en particular que los problemas mencionados al inicio de los transductores de ultrasonidos magnetostrictivos se causan en partes no irrelevantes debido a la conexión por soldadura prevista en el estado de la técnica, de modo que un transductor de ultrasonidos según la invención o fabricado según la invención se destaca entre otros por una eficiencia más elevada, un calor de escape más bajo, así como una multiplicidad de otras ventajas, discutidas todavía más en detalle a continuación.

Como primera ventaja de un transductor de ultrasonidos según la invención se puede mencionar que el procedimiento, que se usa según la invención en la zona de la superficie de contacto, de la soldadura de haz electrónico o soldadura de rayo láser abre la posibilidad de que el sonotrodo de ultrasonidos, la superficie de contacto del sonotrodo de ultrasonidos y/o el material magnetostrictivo del excitador se puedan someter a un tratamiento térmico separado antes del establecimiento de la conexión soldada, y a saber sin que se destruyan de nuevo posteriormente o se menoscaben de forma desventajosa las ventajas ligadas con ello en la fabricación posterior de una conexión duradera entre excitador y sonotrodo de ultrasonidos.

Por el contrario el procedimiento conocido por el estado de la técnica de la soldadura fuerte está ligado con la desventaja de que las temperaturas necesarias para la soldadura fuerte en el rango de aprox. 750 °C modifican de nuevo de forma desventajosa una microestructura del material, producida anteriormente mediante un tratamiento térmico costoso, del sonotrodo de ultrasonidos y/o del material magnetostrictivo del excitador, de modo que las ventajas de un tratamiento térmico anterior de los elementos mencionados ya no surten efecto completamente en el transductor de ultrasonidos terminado. En la soldadura por haz electrónico o soldadura por rayo láser por el contrario es menor la sollicitación de temperatura del transductor de ultrasonidos - también en comparación a otros procedimientos de soldadura - y está limitada a un rango esencialmente más bajo.

Además, en el marco de la presente invención se ha constatado que el procedimiento previsto según la invención de la soldadura por haz electrónico o soldadura por rayo láser garantiza una mejor transmisión de las oscilaciones acústicas del excitador al sonotrodo de ultrasonidos. En este sentido se puede partir de que el material de soldadura que se usa en el estado en la técnica en la soldadura (la así denominada masa de soldadura) provoca un elevado efecto de amortiguación en las oscilaciones acústicas en la zona del punto de conexión. La eficiencia del transductor de ultrasonidos según la invención se eleva por consiguiente respecto al estado de la técnica.

Adicionalmente se aporta una mejor resistencia mecánica de la conexión establecida al aplicar la tecnología de conexión prevista según la invención. Esto repercute positivamente en la resistencia a la fatiga de un transductor de ultrasonidos según la invención y también conduce en particular a una mayor capacidad de carga del punto de conexión entre el excitador y el sonotrodo de ultrasonidos. De este modo se abre junto a la posibilidad de un uso bajo cargas más elevadas también una mayor flexibilidad con vistas a la disposición exacta del punto de conexión teniendo en cuenta las relaciones de oscilaciones acústicas sobre la longitud del transductor de ultrasonidos.

Otro aspecto de la presente invención, que no se tuvo en cuenta suficientemente en el estado de la técnica, está fundamentado de nuevo en el hecho de que durante la soldadura o soldadura fuerte se ha expuesto una gran zona alrededor del punto de conexión verdadero a una temperatura elevada (durante la soldadura fuerte aproximadamente 750 °C), lo que no es el caso durante la soldadura por haz electrónico o soldadura por rayo láser. Al respecto se debe señalar que el material magnetostrictivo del excitador de un transductor de ultrasonidos según la invención está provisto preferiblemente con una capa de aislamiento, que se deteriora con frecuencia en una gran superficie por una aplicación de las temperaturas requeridas para la soldadura, lo que puede conducir p. ej. a cortocircuitos entre elementos adyacentes entre sí del excitador. Por el contrario, con la soldadura por haz electrónico o soldadura de rayo láser según la presente invención, la altura del cordón de soldadura - necesario para la conexión del excitador con el sonotrodo de ultrasonidos y guiada transversalmente a lo largo de la superficie de contacto - está limitada de manera ventajosa a un valor de hasta aproximadamente 1-2 mm, lo que está ligado con deterioros claramente más bajos de las capas de aislamiento en el material magnetostrictivo del excitador.

Además, en el marco de la presente invención todavía se manifiesta otro efecto ventajoso. Dado que en los procedimientos de soldadura usados en el estado de la técnica siempre se puede usar una aleación metálica fundible como material de conexión, las placas magnéticas que forma el excitador se han puesto en contacto en zonas mayores alrededor de la superficie de contacto por la masa de soldadura conductora o se han cortocircuitado entre sí y con la superficie de contacto del sonotrodo de ultrasonidos. Esto conduce a pérdidas eléctricas elevadas en la excitación electromagnética de las oscilaciones y en último término a una elevada generación de calor en la zona del punto de conexión durante el funcionamiento del oscilador de ultrasonidos. Este efecto desventajoso se puede reducir con la presente invención, dado que en la soldadura por haz electrónico o por rayo láser, en particular cuando ésta se realiza en el presente caso a lo largo de la superficie de contacto entre el sonotrodo de ultrasonidos y el excitador, sólo se crea una zona de conexión comparablemente pequeña en la zona del borde exterior del excitador. Los dispositivos de refrigeración a realizar anteriormente de forma costosa para el transductor de ultrasonidos se pueden realizar por ello de forma más sencilla o se pueden suprimir completamente.

Las técnicas aplicadas en el marco de la presente invención - alternativamente o eventualmente sucesivamente (p. ej. en distintos puntos) de la soldadura por haz electrónico o por rayo láser se conocen como tales de modo que se ahorran las explicaciones detalladas de ellas. No obstante se menciona que en ambos casos los cordones de soldadura se pueden generar con una profundidad de cordón predeterminarle y suficiente en el marco de la presente

invención. Esto resultar ser especialmente ventajoso en particular considerando el hecho de que la superficie de contacto, en cuya zona se debe establecer la conexión soldada según la invención, eventualmente no es accesible directamente.

Además, en el marco de la presente invención está previsto que la superficie de contacto, a lo largo de la que se establece la conexión soldada entre el borde del excitador y la superficie de contacto del sonotrodo de ultrasonidos, esté configurada por el fondo de al menos un bolsillo de recepción que recibe el extremo del excitador en el lado del sonotrodo de ultrasonidos. A este respecto, bajo el término de bolsillo de recepción se debe entender una escotadura adaptada al contorno del excitador o de los elementos magnetostrictivos en el lado del sonotrodo de ultrasonidos dirigido hacia el excitador.

En la soldadura por haz electrónico o por rayo láser se pueden generar para la presente finalidad grandes profundidades de cordón para el cordón de soldadura a producir, de modo que el haz electrónico o rayo láser usado para el establecimiento de la conexión soldada se puede guiar y ajustar, de modo que a través de una zona de borde del sonotrodo de ultrasonidos macizo establece la conexión soldada requerida en la zona del fondo de un bolsillo de recepción que sirve como superficie de contacto - y a saber sin que en las zonas por encima del cordón de soldadura real se provoque un cortocircuito de elementos magnetostrictivos adyacentes entre sí o en grandes zonas alrededor del punto o superficie de conexión real se provoque una modificación indeseada de la microestructura del material.

El haz electrónico o haz láser se dirige lateralmente hacia el sonotrodo de ultrasonidos de manera ventajosa en paralelo y a la altura de la superficie de contacto formada por el fondo del bolsillo de recepción, por lo que el excitador en contacto con el sonotrodo de ultrasonidos a la altura correspondiente en el al menos un bolsillo de recepción se suelda en la zona de su superficie de contacto con el fondo del bolsillo de recepción.

Además, en el transductor de ultrasonidos según la invención está previsto que el al menos un bolsillo de recepción esté configurado en una elevación de tipo zócalo del extremo del sonotrodo de ultrasonidos que señala hacia el excitador. En este sentido aquí se habla de una elevación de tipo zócalo, entonces ésta también puede estar realizada en particular porque se ha retirado por arranque de viruta una zona del sonotrodo de ultrasonidos que rodea el bolsillo de recepción.

Esto facilita el proceso de soldadura previsto según la invención, y concretamente en particular luego cuando, como en el marco de la presente, todavía está previsto adicionalmente que la elevación de tipo zócalo sea más elevada que la profundidad de los bolsillos de recepción configurados en ella.

De este modo el haz electrónico o rayo láser orientado durante la soldadura preferiblemente en paralelo a la superficie de contacto se puede guiar de modo que entra aproximadamente a la altura de la superficie de contacto desde fuera en una pared de delimitación lateral del zócalo - reducido en la sección transversal - por lo que se puede reducir de nuevo la profundidad de penetración necesaria para el haz electrónico o rayo láser y el aporte de energía provocado en este caso, incl. las repercusiones desventajosas en la microestructura de material adyacente al cordón de soldadura. El haz/rayo debe recorrer entonces concretamente sólo un recorrido menor a través del sonotrodo de ultrasonidos macizo, hasta que llega a la zona de conexión real entre el excitador o la placas magnéticas y el sonotrodo de ultrasonidos.

Como materiales para el (al menos un) sonotrodo de ultrasonidos y el excitador magnetostrictivo entran en consideración los materiales mencionados en este sentido a partir del estado de la técnica, en donde en el caso del sonotrodo de ultrasonidos - sometido a distintas solicitaciones según la finalidad de uso - se puede pensar en aluminio, titanio, los más distintos aceros y en particular también aleaciones a base de níquel (como p. ej. Nimonic80a; véase DIN 2.4952). Como material para el excitador se pueden usar en principio todo los tipos de materiales magnetostrictivos, en donde evidentemente se pueden preferir aquellos con una magnetostrictividad elevada. Entre ellos se encuentran p. ej. aleaciones de FeCo o aleaciones que contienen terbio, como p. ej. las familias de aleaciones conocidas bajo las designaciones genéricas hiperco, terfenol y gerfenol.

En este punto se constata expresamente que el excitador magnetostrictivo y, que se puede hacer oscilar con una disposición de bobina apropiada, de un transductor de ultrasonidos puede estar implementado en las más distintas geometrías a partir de uno o varios elementos magnetostrictivos - en tanto que a este respecto sea apropiado para una transducción de ultrasonidos y en el marco de la invención se pueda soldar al menos en el lado frontal o de borde con una superficie de contacto dirigida a él del sonotrodo de ultrasonidos.

En particular en este caso puede estar previsto en una configuración preferida de la invención, que el excitador se componga de sólo un único elemento magnetostrictivo (p. ej. en forma de placa o columna).

No obstante, en otra configuración preferida de la invención puede estar previsto, con prevención simultánea de las desventajas que resultan en este sentido del estado de la técnica, que el excitador comprende como elementos magnetostrictivos una pluralidad de placas magnéticas.

En una configuración preferida del procedimiento según la invención, a este respecto en el caso de un excitador que se compone de una pluralidad de placas magnéticas puede estar previsto complementariamente que el haz

electrónico o rayo láser guiado sobre toda la zona de conexión esté orientado no sólo en paralelo a la superficie de contacto, sino siempre en paralelo a las líneas de contacto entre las placas magnéticas y la superficie de contacto en el sonotrodo de ultrasonidos. La línea de contacto mencionada se define por la extensión lineal del borde de la placa magnética correspondiente en contacto con la superficie de contacto. Esta orientación del haz/rayo conduce a una minimización adicional de los cortocircuitos que se originan en la zona del cordón de soldadura entre las placas magnéticas adyacentes entre sí.

Para reducir de nuevo también la sollicitación por temperatura o el aporte de energía bajos de todos modos en comparación al estado de la técnica en la zona del cordón de soldadura, además, puede estar previsto que el haz electrónico y/o rayo láser se guíe sobre la zona de conexión, de modo que una primera parte de la conexión soldada se realice desde un primer lado y una segunda parte de la conexión soldada se realice desde un segundo lado, preferiblemente el lado opuesto. De este modo la profundidad de penetración del haz electrónico o rayo láser, necesaria para el establecimiento de una conexión soldada suficientemente estable, se puede hacer esencialmente la mitad, de modo que el borde del excitador en contacto con la superficie de contacto o el borde de los elementos magnetostrictivos se sueldan - en la línea imaginaria a través de la zona de conexión real - ventajosamente en primer lugar desde un lado hasta el centro (o ligeramente más allá) con la superficie de contacto del sonotrodo de ultrasonidos y a continuación se suelda la otra parte o la otra mitad desde el lado opuesto.

Preferiblemente en el marco de la invención están previstos varios bolsillos de recepción, en los que respectivamente está recibida una parte del excitador o de las placas magnéticas (eventualmente por paquetes). La unión del excitador con el sonotrodo de ultrasonidos se mejora de nuevo de este modo con vistas a la estabilidad de la conexión.

Un aspecto ya mencionado de la presente invención surte efecto finalmente cuando, en un perfeccionamiento preferido de nuevo de la invención, el sonotrodo de ultrasonidos y/o el material magnetostrictivo del excitador están sometidos al menos parcialmente (p. ej. sólo en zonas relevantes) a un tratamiento térmico (separado).

Los transductores de ultrasonidos de alta potencia proporcionados según la invención son apropiados en principio para finalidades de aplicación cualesquiera de los transductores de ultrasonidos, en donde considerando las ventajas según la invención se puede imaginar en particular en aplicaciones con elevadas sollicitaciones (como p. ej. un uso del transductor de ultrasonidos para el tratamiento de combustibles fósiles líquidos u otros líquidos). Por ello resulta ser ventajoso un tratamiento térmico anterior del sonotrodo de ultrasonidos, eventualmente también sólo en la zona de la(s) superficie(s) de contacto sometida(s) a sollicitaciones especiales y/o del cabezal oscilador opuesto al excitador e igualmente muy sollicitado. En el caso de un excitador también se puede recurrir de manera ventajosa a un tratamiento térmico anterior, dado que de este modo se pueden optimizar en particular las propiedades magnetostrictivas del material usado. Por lo demás el tratamiento térmico conduce a una capa de óxido sobre la superficie de las placas magnéticas, por lo que las placas magnéticas en contacto entre sí preferiblemente de forma apilada están aisladas entre sí. Según se ha explicado ya, en las técnicas de conexión conocidas por el estado de la técnica se produjo la problemática constatada en el marco de la presente invención de que mediante una sollicitación por temperaturas elevadas e introducidas sobre grandes zonas (p. ej. en la soldadura fuerte) se ha(n) destruido o influido negativamente en la microestructura de material o las propiedades magnetostrictivas del material tratado térmicamente o la capa de óxido o una capa de aislamiento aplicada por separado sobre la superficie de los elementos magnetostrictivos de un excitador. Este efecto desventajoso (reducción de la resistencia del sonotrodo o resistencia y de las propiedades magnetostrictivas del excitador; cortocircuitos entre las placas magnéticas debido a la destrucción de la capa de aislamiento) no aparece por el contrario en el procedimiento usado según la invención de la soldadura por haz electrónico o rayo láser o en todo caso en una zona delimitada localmente, de modo que en este sentido también surten efecto las ventajas ya mencionadas de la invención.

Además se menciona que un sonotrodo de ultrasonidos de un transductor de ultrasonidos según la invención no debe estar configurado forzosamente en una pieza, sino que eventualmente también puede estar configurado en varias partes, en particular dos partes. A este respecto puede estar previsto en una configuración preferida otra vez de la invención, que la superficie de contacto esté configurada en una parte intermedia del sonotrodo de ultrasonidos, que está conectada (p. ej. atornillada) con el sonotrodo de ultrasonidos restante.

Y finalmente se menciona que la presente invención también comprende un transductor de ultrasonidos, que comprende un excitador magnetostrictivo y en conjunto dos sonotrodos de ultrasonidos dispuestos en distintos lados del excitador. En este caso, entonces en ambos lados del excitador se puede aportar una conexión soldada según la invención entre el excitador y el sonotrodo de ultrasonidos correspondiente en la zona de la superficie de contacto correspondiente del sonotrodo de ultrasonidos.

A continuación la invención se explica más en detalle mediante varios ejemplos de realización representados en el dibujo. A este respecto muestra:

Fig. 1 una vista en perspectiva de un primer ejemplo de realización de un transductor de ultrasonidos según la invención,

Fig. 2 una primera sección longitudinal a través del transductor de ultrasonidos de la fig. 1 en paralelo al plano fijado por las placas magnéticas,

Fig. 3 una segunda sección longitudinal a través del transductor de ultrasonidos de la fig. 1 perpendicularmente al plano fijado por las placas magnéticas,

5 Fig. 4 una pieza intermedia de un segundo ejemplo de realización de un transductor de ultrasonidos según la invención,

Fig. 5 una vista en perspectiva de un tercer ejemplo de realización de la presente invención,

Fig. 6 una vista en perspectiva de un cuarto ejemplo de realización de la presente invención, y

Fig. 7 una vista en perspectiva de un quinto ejemplo de realización de la presente invención.

10 El primer ejemplo de realización representado en las fig. 1 a 3 de un transductor de ultrasonidos 1 según la invención comprende un sonotrodo de ultrasonidos 2 tratado térmicamente y un excitador 3 sólo representado parcialmente por motivos de claridad, accionable con la ayuda de varias bobinas no representadas y que funciona según el principio de la magnetostricción a partir de una pluralidad de placas magnéticas 4, que se agrupan formando en conjunto seis pilas 9 (aquí sólo está representa una). Las placas magnéticas 4 fabricadas de un material magnetostrictivo e igualmente tratadas térmicamente están en contacto con una superficie de contacto 6 gracias su borde 5 que señala hacia el sonotrodo de ultrasonidos 2, en donde la superficie de contacto 6 se forma en el ejemplo de realización representado respectivamente por el fondo 7 de un bolsillo de recepción 8 rectangular en vista en planta. En conjunto están previstos seis bolsillos de recepción 8, en los que en el oscilador de ultrasonidos 1 montado terminado está recibida en el lado final respectivamente una pila 9 de una pluralidad de placas magnéticas 4, en donde en el presente ejemplo de realización cada pila se compone de veintidós placas magnéticas con cada vez 0,4 mm de espesor. Se entiende por sí mismo que también se puede usar un número más pequeño o más elevado de placas magnéticas u otros espesores de placa.

Los bolsillos de recepción 8 están configurados en una elevación 10 de tipo zócalo, cuya altura H (véase la fig. 2) es mayor que la profundidad T (véase la fig. 3) de los bolsillos de recepción 8. Para el establecimiento de la conexión según la invención entre el excitador 3 formado por las placas magnéticas 4 y el sonotrodo de ultrasonidos 2, un haz electrónico se puede orientar o guiar según las flechas E1 y E2, de modo que entra lateralmente, es decir, a través de la pared de delimitación lateral 11 de la elevación 10 de tipo zócalo, en el sonotrodo de ultrasonidos configurado de forma maciza a la altura de las superficies de contacto 6 (véase la línea a trazos 12 en la fig. 2) y en paralelo a ella. No obstante, en lugar de un haz electrónico también se puede usar un rayo láser a concentrar de forma apropiada de suficiente energía para el establecimiento de la conexión soldada según la invención en el marco de la presente invención.

En el transductor de ultrasonidos 1 representado, el haz electrónico orientado siempre en paralelo a la línea de contacto entre una placa magnética y el sonotrodo de ultrasonidos (según se deduce de las fig. 1 y 2) se dirige en primer lugar desde un lado según la flecha E1 sobre el sonotrodo de ultrasonidos 2 o la pared lateral 11 de la elevación 10 de tipo zócalo, en donde la profundidad de penetración del haz electrónico ajustable por la energía del haz electrónico usado se puede seleccionar de modo que penetra en el material con suficiente energía para la generación de una conexión soldada duradera hasta aproximadamente la mitad del borde 5 de la placa magnética 4 en contacto con la superficie de contacto 6. A este respecto el haz electrónico se guía según la flecha F1 - con una orientación siempre en paralelo a la flecha E1 - de forma lineal sobre la zona de conexión, de modo que todas las placas magnéticas 4 recibida en los seis bolsillos de recepción 8 se sueldan en forma lineal con el sonotrodo de ultrasonidos 2 al menos hasta el centro con la superficie de contacto 6 o 7.

A continuación se reproduce un proceso de soldadura correspondiente del otro lado de las placas magnéticas 4. A este respecto, el haz electrónico según la flecha E2 se guía conservando su orientación sobre la zona de conexión (véase la flecha F2), de modo que tras la conclusión del proceso expuesto están soldadas todas las placas magnéticas 4 en el lado del borde con el sonotrodo de ultrasonidos 2. Eventualmente también se podría usar un guiado de haz electrónico en la dirección inversa al desarrollo representado según la flecha F2, p. ej. cuando para la fabricación de la conexión soldada se aborda el uso simultáneo de dos haces de electrones y/o rayos láser dirigidos desde distintos lados sobre la zona de conexión.

La oscilación por ultrasonidos aplicada mediante el excitador 3 se puede transmitir entonces a través de la zona de conexión soldada por haz electrónico (o soldada por rayo láser) de forma efectiva sobre el sonotrodo de ultrasonidos, donde se refuerza mediante un estrechamiento 13 del sonotrodo 2 y se transmite hacia el cabezal de ultrasonidos 14, que se hace oscilar luego según la flecha doble A.

El sonotrodo de ultrasonidos 2 presenta circunferencialmente una brida de fijación 15, con la que se puede fijar p. ej. en una estructura externa. Como punto de aplicación para la brida 14 es apropiado un punto de nodo de la oscilación transmitida a través del sonotrodo de ultrasonidos 2 en la dirección longitudinal.

La fig. 4 ilustra finalmente que la zona del sonotrodo de ultrasonidos 2, que presenta la(s) superficie(s) de contacto 6 puede estar configurada eventualmente en forma de una pieza intermedia 16, que se conecta con el sonotrodo de ultrasonidos restante (no representado) - p. ej. mediante atornillado. En el ejemplo representado, para ello la pieza intermedia 16 presenta en su lado inferior ventajosamente un pasador roscado 17 con una rosca exterior no representada, con la que se puede establecer una conexión roscada con una rosca interior correspondiente en el sonotrodo de ultrasonidos restante. Aquí las placas magnéticas 4 agrupadas formando en conjunto seis pilas 9 (de las que de nuevo sólo está representada una) (por sencillez aquí sólo está representada en conjunto la pila 9), que forman el excitador 3, están soldadas por haz electrónico o por rayo láser en su borde dirigido hacia la pieza intermedia 16 del sonotrodo de ultrasonidos en la zona de una superficie de contacto 7 de la pieza intermedia 16 formada por el fondo de los bolsillos de recepción 8 con la misma. Como en el ejemplo de realización anterior, los bolsillos de recepción 8 aquí están configurados en una elevación 10 de tipo zócalo del extremo que señala hacia el excitador 3 (aquí formado por la pieza intermedia 16) del sonotrodo de ultrasonidos.

La fig. 5 muestra un tercer ejemplo de realización de un transductor de ultrasonidos según la invención, que se compone de un excitador 3 y dos sonotrodos de ultrasonidos 2, 2', en donde los dos sonotrodos de ultrasonidos 2, 2' están dispuestos con una orientación opuesta entre sí en lados enfrentados del excitador que se compone de seis pilas de placas magnéticas 9 - como anteriormente - y están soldadas respectivamente con éste de la manera ya descrita anteriormente. Aquí p. ej. la zona final correspondiente de los dos sonotrodos de ultrasonidos 2, 2' dirigidos hacia el excitador también podría estar configurada por una pieza intermedia, que está conectada con el sonotrodo de ultrasonidos restante.

La fig. 6 muestra un cuarto ejemplo de realización de un transductor de ultrasonidos según la invención a partir del sonotrodo de ultrasonidos 2 y excitador 3, en el que el excitador 3 se compone de exactamente un elemento magnetostrictivo 18 en forma de columna, que de nuevo está recibido en el lado final en un bolsillo de recepción 8 adaptado a la sección transversal redonda en una elevación 10 de tipo zócalo en el sonotrodo de ultrasonidos 2 y aquí está soldado - con el sonotrodo de ultrasonidos 2 en la zona de la superficie de contacto formada por el fondo del bolsillo de recepción 8. Para ello un rayo láser o haz electrónico se puede guiar según la flecha E3 hacia la pared de delimitación lateral 11 de la elevación de tipo zócalo y (p. ej. mediante el giro del sonotrodo de ultrasonidos) - dirigido conservando su orientación paralela a la superficie de contacto a la altura de la misma y siempre radialmente hacia el centro de la sección transversal redonda - según la flecha F3 alrededor de la elevación 10 de tipo zócalo (véase la línea a trazos 19), de modo que aquí - en el caso de profundidad de penetración del haz electrónico o rayo láser que llega preferiblemente sólo aproximadamente hasta el centro - se realiza una primera parte de la conexión soldada desde un primer lado y una segunda parte de la conexión soldada desde un segundo lado del sonotrodo de ultrasonidos.

Y finalmente la fig. 7 muestra todavía un quinto ejemplo de realización de la invención con de nuevo dos sonotrodos 2, 2' (construidos de forma idéntica a aquel de la fig. 6) y un excitador 3 situado en medio de un único elemento magnetostrictivo 18 en forma de columna. La diferencia del transductor de ultrasonidos representado en la fig. 6 consiste en que en el lado 20 del excitador 3 opuesto al primer sonotrodo de ultrasonidos 2 se dispone otro sonotrodo de ultrasonidos 2' - igual constructivamente al primer sonotrodo de ultrasonidos 2 - y se suelda con éste de la manera ya descrita. En los ejemplos según las fig. 6 y 7, la zona del sonotrodo de ultrasonidos dirigida hacia el excitador también puede estar configurada eventualmente en forma de una pieza intermedia separada.

REIVINDICACIONES

1. Transductor de ultrasonidos (1) que comprende un sonotrodo de ultrasonidos (2) y un excitador magnetostrictivo (3),
5 en donde el excitador (3) está conectado con una superficie de contacto (6) dirigida hacia él del sonotrodo de ultrasonidos (2), en donde el excitador (3) y el sonotrodo de ultrasonidos (2) están conectados en la zona de la superficie de contacto (6) mediante soldadura por haz electrónico y/o soldadura por rayo láser, en donde la superficie de contacto (6) está configurada por el fondo (7) de al menos un bolsillo de recepción (8), que recibe el extremo del excitador (3) en el lado del sonotrodo de ultrasonidos,
10 en donde el al menos un bolsillo de recepción (8) está configurado en una elevación (10) de tipo zócalo del extremo del sonotrodo de ultrasonidos (2) que señala hacia el excitador (3), y en donde la elevación (10) de tipo zócalo es más alta que la profundidad de los bolsillos de recepción (8) configurados en ella.
2. Transductor de ultrasonidos según la reivindicación 1,
caracterizado porque
15 el excitador (3) comprende exactamente un elemento magnetostrictivo (18).
3. Transductor de ultrasonidos según la reivindicación 1,
caracterizado porque
el excitador (3) comprende una pluralidad de placas magnéticas (4).
4. Transductor de ultrasonidos según la reivindicación 1,
20 **caracterizado porque**
están previstos varios bolsillos de recepción (8), en los que está recibida respectivamente una parte del excitador (3) o de las placas magnéticas (4).
5. Transductor de ultrasonidos según la reivindicación 1,
caracterizado porque
25 el sonotrodo de ultrasonidos (2) y/o el material magnetostrictivo del excitador (3) están sometidos al menos parcialmente a un tratamiento térmico.
6. Transductor de ultrasonidos según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
30 el sonotrodo de ultrasonidos (2) está construido en varias partes, en particular en dos partes, en donde la superficie de contacto (6) está configurada en una parte intermedia (16) del sonotrodo de ultrasonidos (2), que está conectada con el sonotrodo de ultrasonidos (2) restante.
7. Transductor de ultrasonidos según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado porque
35 el transductor de ultrasonidos (1) comprende un segundo sonotrodo de ultrasonidos (2'), que está conectado en un lado del excitador (3) opuesto al primer sonotrodo de ultrasonidos (2) con éste, en donde el excitador y el segundo sonotrodo de ultrasonidos (2') están conectados en la zona de una superficie de contacto del segundo sonotrodo de ultrasonidos (2') mediante soldadura por haz electrónico y/o soldadura por rayo láser.
8. Procedimiento para la fabricación de una conexión permanente entre un sonotrodo de ultrasonidos (2) y un excitador magnetostrictivo (3) de un transductor de ultrasonidos (1),
40 en donde el excitador (3) y el sonotrodo de ultrasonidos (2) se conectan en una zona de contacto (6) del sonotrodo de ultrasonidos (2) dirigida hacia el excitador (3) mediante soldadura por haz electrónico y/o soldadura por rayo láser,
en donde la superficie de contacto (6) está configurada por el fondo (7) de al menos un bolsillo de recepción (8), que recibe el extremo del excitador (3) en el lado del sonotrodo de ultrasonidos,
45 en donde el al menos un bolsillo de recepción (8) está configurado en una elevación (10) de tipo zócalo del extremo del sonotrodo de ultrasonidos (2) que señala hacia el excitador (3),

en donde la elevación (10) de tipo zócalo es más alta que la profundidad de los bolsillos de recepción (8) configurados aquí, y

5 en donde el haz electrónico o rayo láser se orienta o guía de modo que entra por la pared de delimitación lateral (11) de la elevación (10) de tipo zócalo en el sonotrodo de ultrasonidos (2) configurado de forma maciza a la altura de la superficie de contacto (6) y en paralelo a ella.

9. Procedimiento según la reivindicación 8,

caracterizado porque

10 el excitador (3) está formado por una pluralidad de placas magnéticas (4), en donde el haz electrónico o rayo láser (E1, E2) se orienta durante el proceso de soldadura siempre en paralelo a la superficie de contacto (6) así como en paralelo a las líneas de contacto entre las placas magnéticas (4) y la superficie de contacto (6).

10. Procedimiento según la reivindicación 8 o 9,

caracterizado porque

15 el haz electrónico y/o rayo láser (E1, E2) se guía sobre la zona de conexión, de modo que se produce una primera parte de la conexión soldada de un primer lado y una segunda parte de la conexión soldada de un segundo lado.

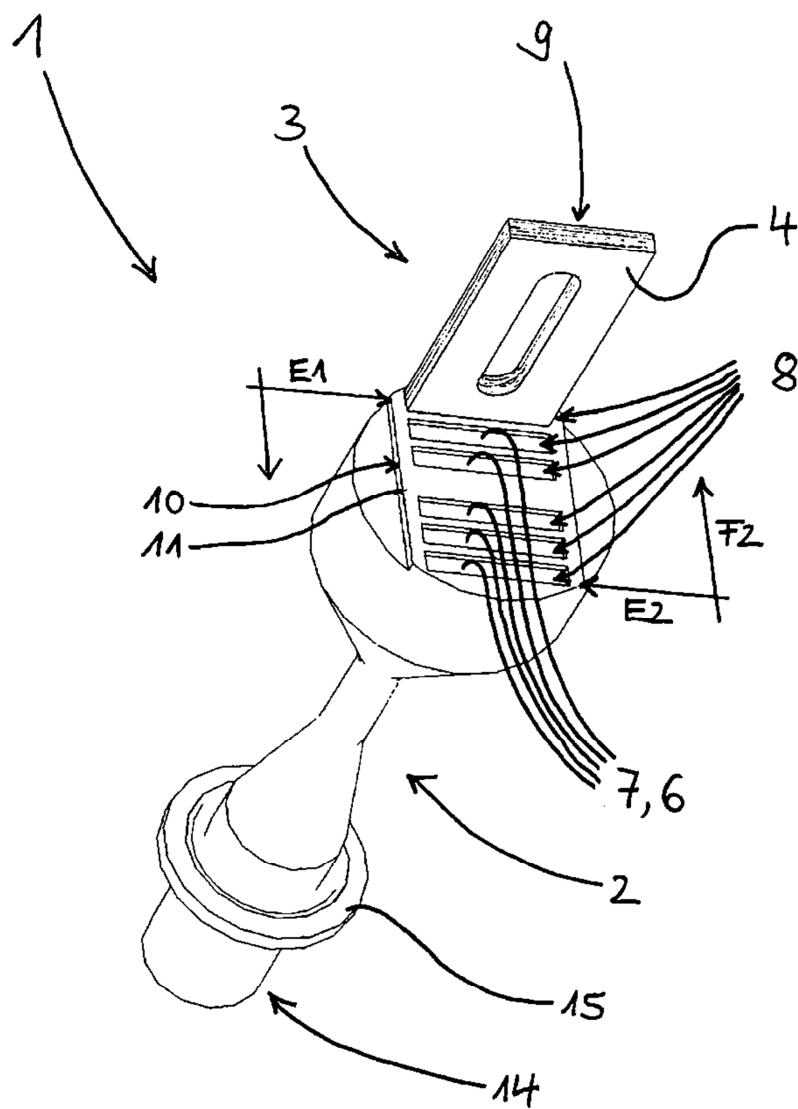
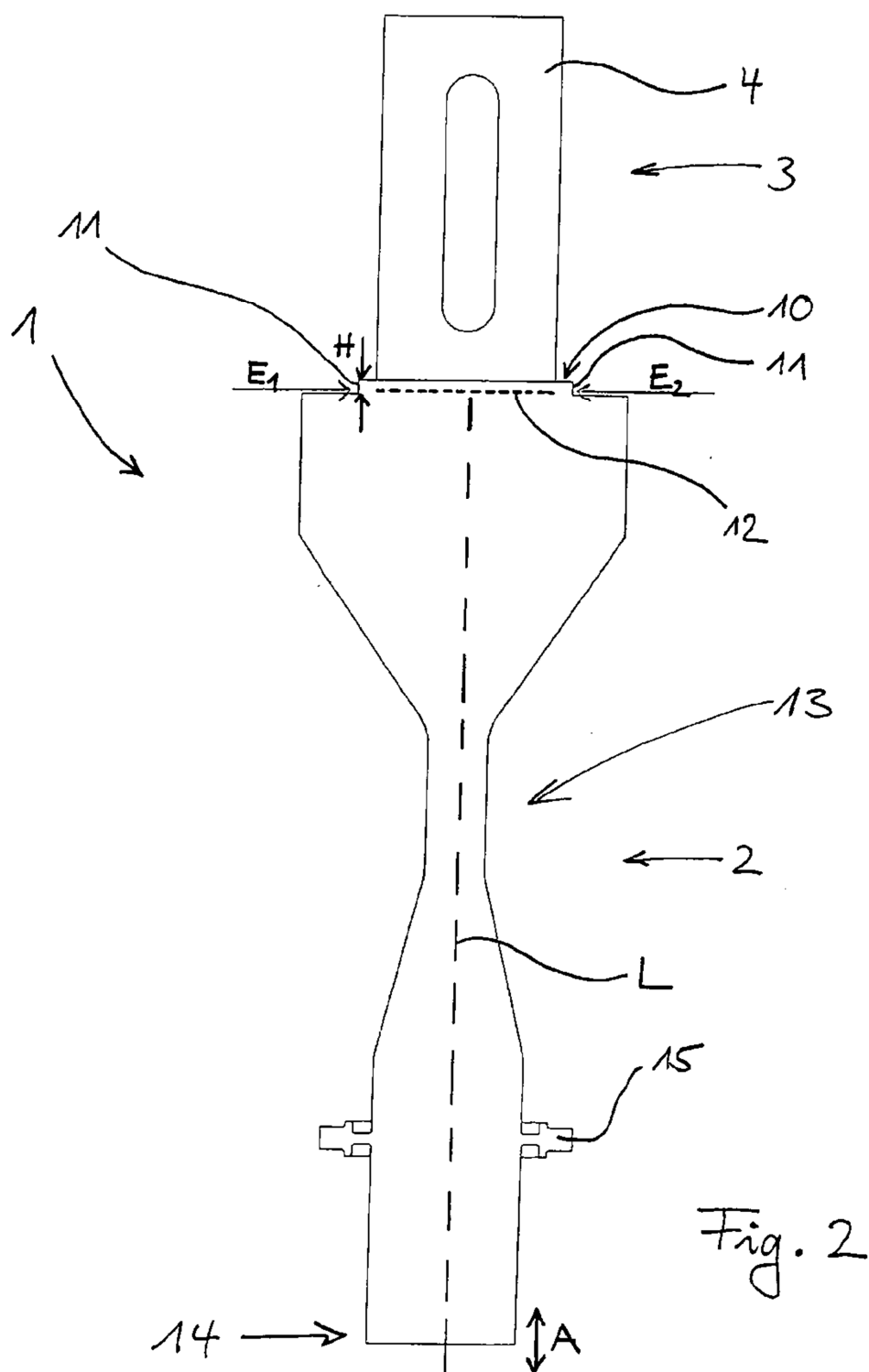


Fig. 1



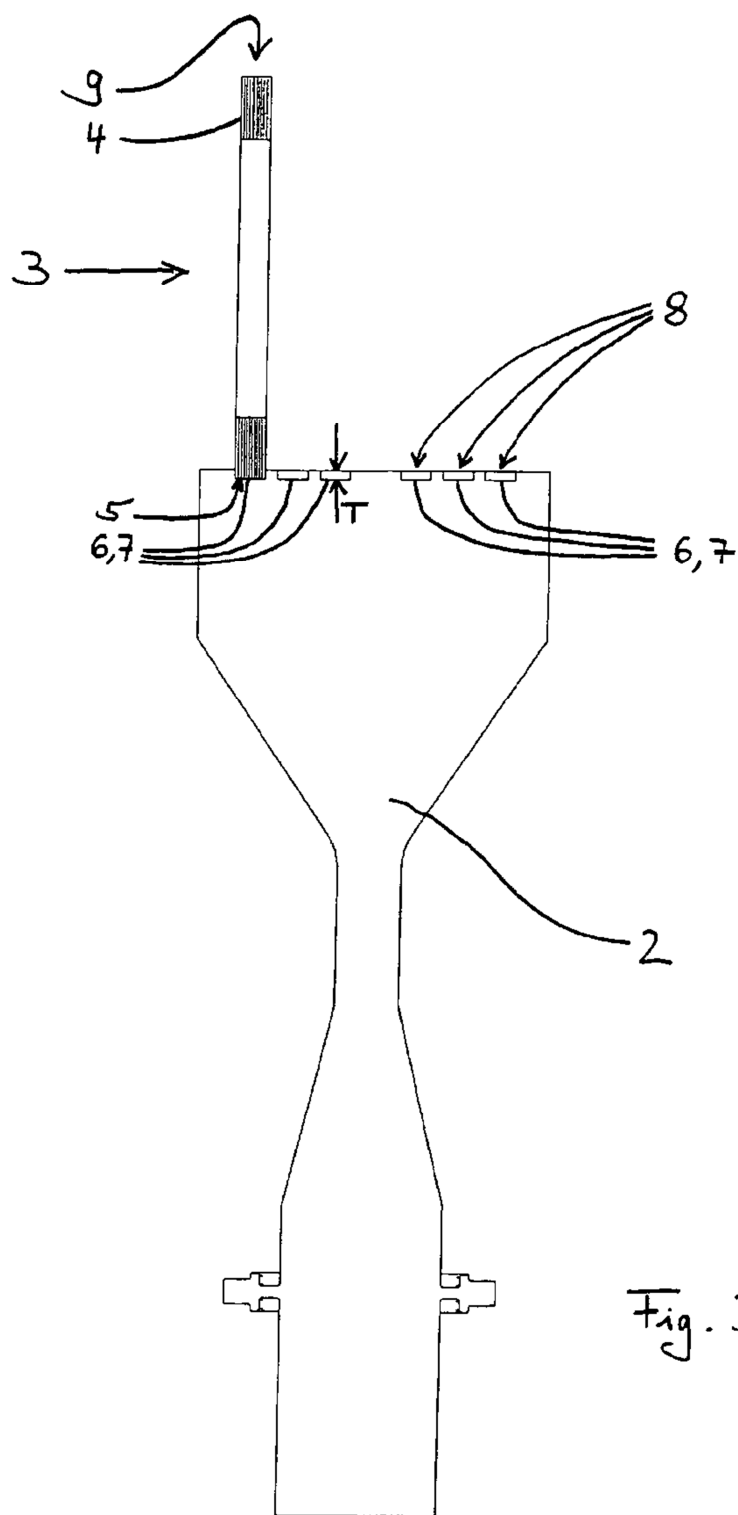


Fig. 3

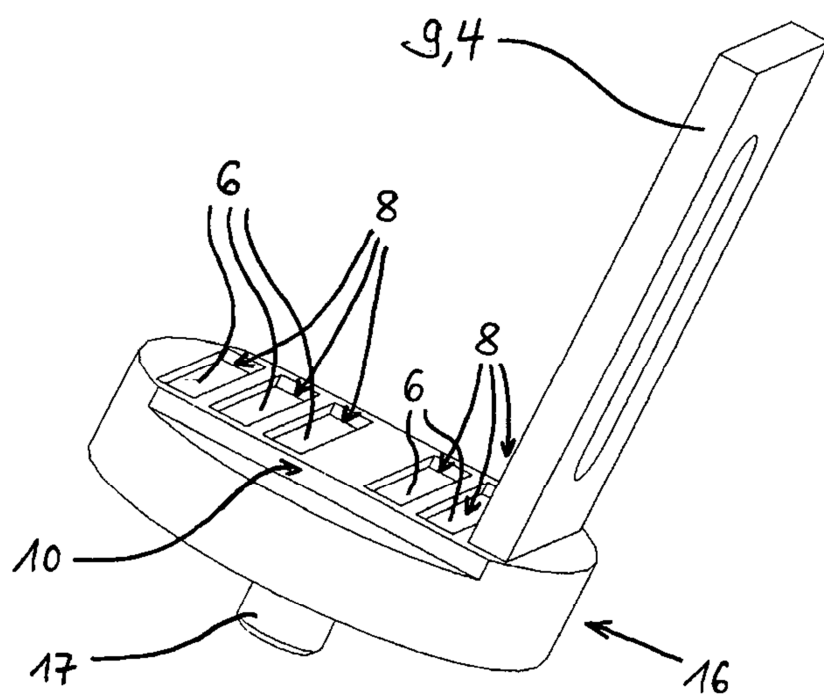


Fig. 4

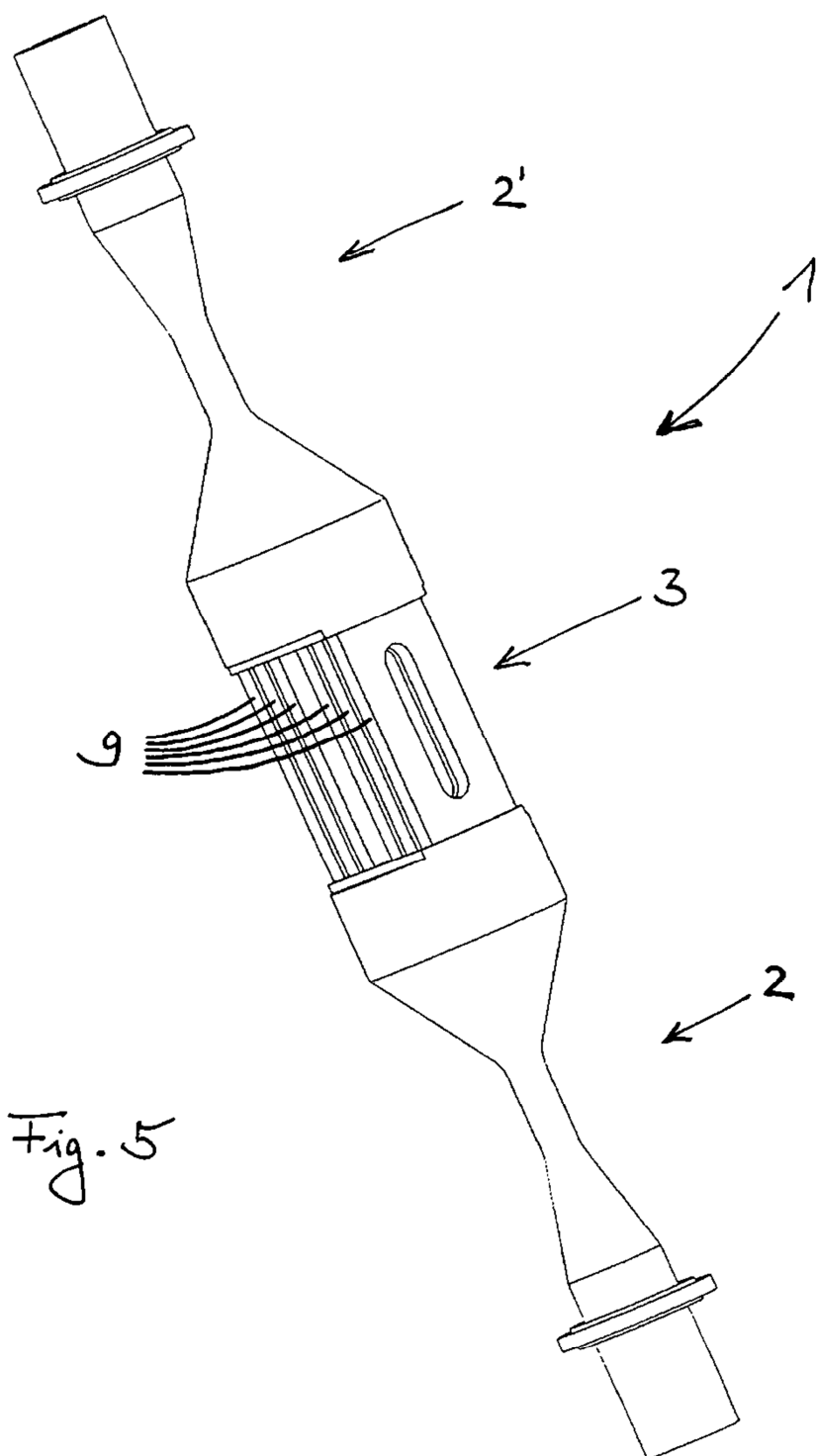
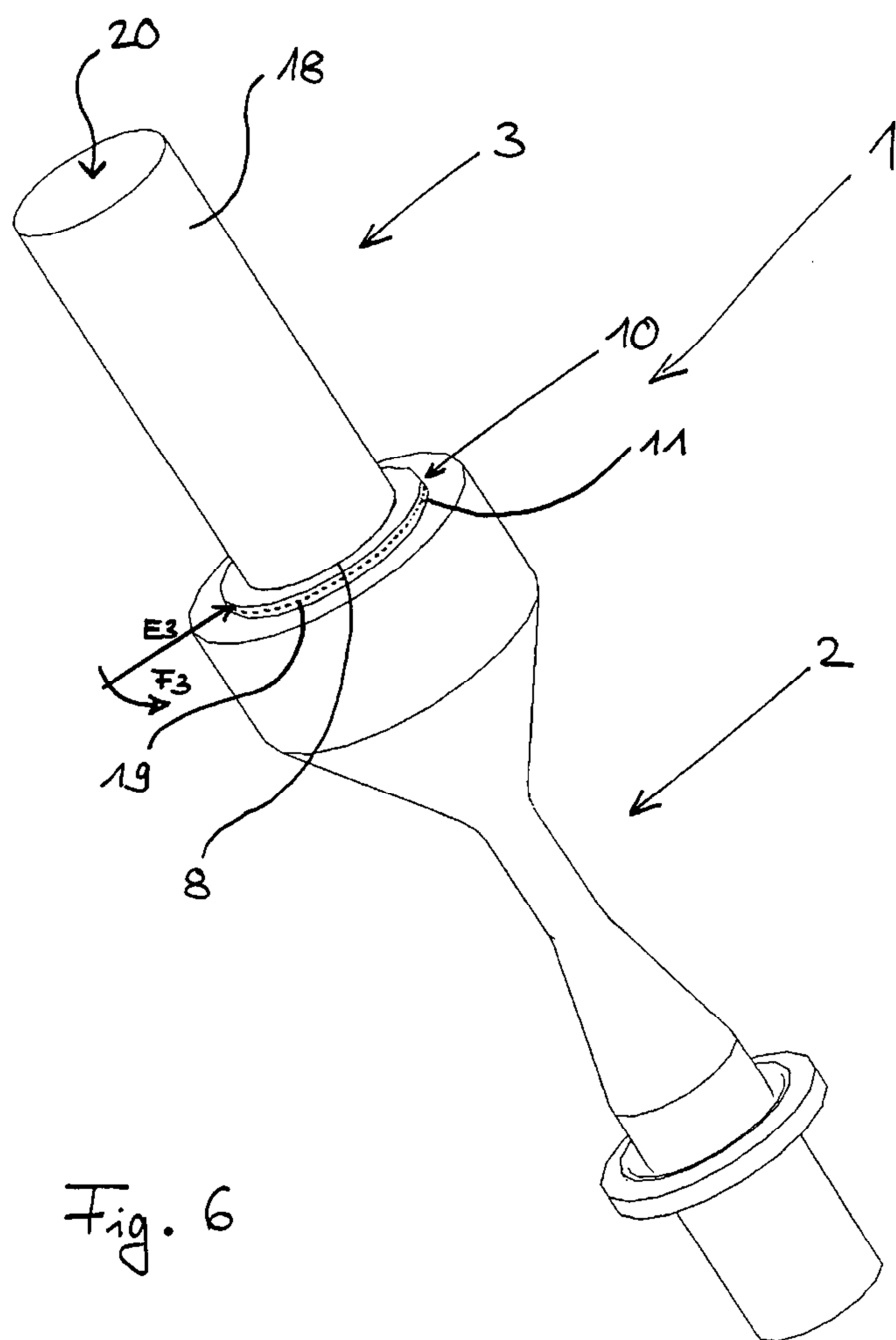


Fig. 5



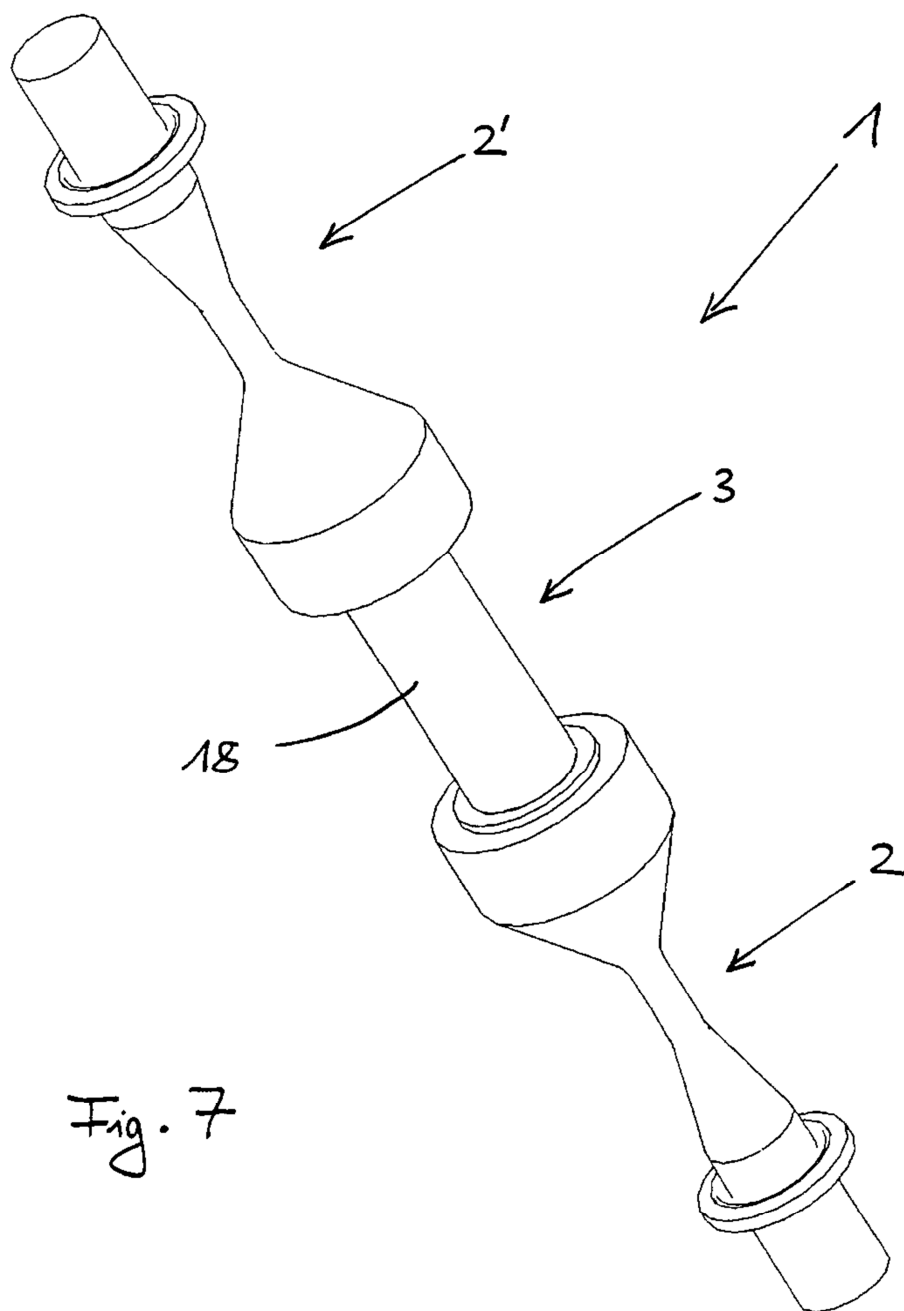


Fig. 7