



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 278 007**

51 Int. Cl.:
G01N 29/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02706662 .0**

86 Fecha de presentación : **04.02.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1358476**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **05.11.2003**

54 Título: **Sensor de ultrasonidos para la realización de un control de proceso durante la soldadura por puntos de resistencia.**

30 Prioridad: **02.02.2001 DE 101 04 608**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.08.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.08.2007

73 Titular/es: **ROBERT BOSCH GmbH**
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE
Karl Deutsch Prüf- und Messgerätebau GmbH &
Co. KG.

72 Inventor/es: **Arndt, Volker;**
Lach, Michael;
Platte, Michael y
Mueller, Heinz-Ulrich

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 278 007 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

Sensor de ultrasonidos para la realización de un control de proceso durante la soldadura por puntos de resistencia.

Estado de la técnica

El invento se refiere a un sensor de ultrasonidos para la realización de un control de proceso durante la soldadura por puntos de resistencia de acuerdo con el genero de la reivindicación independiente.

El procedimiento descrito en el documento EP-A-653 061 consiste en esencia en radiar la zona de soldadura prevista con ondas de cizalla o periféricas durante el proceso de soldadura, mientras que en los ejes exteriores de electrodos de ambos electrodos de soldadura enfrentados está colocado un emisor de ultrasonido y un receptor de ultrasonido para ondas de cizalla. Partiendo del emisor de ultrasonido en uno de los electrodos de soldadura la señal de ultrasonido atraviesa el bien que va a ser soldado - dos o más chapas que van a ser soldadas - así como el otro electrodo de soldadura hasta el receptor de ultrasonido, en el que se transforma en una señal eléctrica U cuyo trazado en el tiempo puede ser representado por $U = U_0 \cdot \sin \omega t$, en donde $w = 2\pi f$ es la frecuencia circular de la onda de ultrasonido, f es la frecuencia y t es el tiempo. La señal de irradiación es captada online y su amplitud U_0 es utilizada como magnitud de control para la amplitud y el trazado en el tiempo de la corriente de soldadura. La onda transversal es elegida por ello porque la influencia de la formación de liquido en la lente de soldadura sobre la amortiguación de una onda que atraviesa es muy grande en este tipo de onda. La amplitud de la onda transversal U_0 que cambia claramente y de forma característica en el transcurso del proceso de soldadura permite una conclusión fiable sobre la formación y tamaño de la lente de soldadura y puede con ello ser utilizada como magnitud de ajuste para un proceso de regulación.

La posibilidad básica de llevar a cabo el proceso y la fiabilidad del resultado de la prueba dependen decisivamente de los sensores de ultrasonido utilizados, de su disposición respecto de los electrodos de soldadura y de la dispersión del sonido en el interior de los electrodos de soldadura. En la realización acorde con el documento EP-A-653 061 se ha elegido una disposición de sensor de ultrasonido y de receptor de ultrasonido en la que el emisor de ultrasonido y el receptor de ultrasonido están sujetos a los ejes exteriores de electrodos o en los portaelectrodos aquí no dibujados. Se generan ondas de cizalla u ondas transversales u ondas de eje helicoidal con una frecuencia menor de 1 Mhz. Como especialmente ventajoso se menciona el generar ondas transversales de polaridad horizontal puesto que estas tienen una tendencia muy pequeña a conversiones de modo indeseadas en reflexiones dentro del portaelectrodos que conduce el sonido. En los emisores y los receptores de ultrasonido se trata de los llamados cabezales de ensayo con onda de cizalla. Ellos contienen placas piezo la mayor parte de las veces planas y como máximo redondas, de algunos mm de diámetro hasta algunos cm de diámetro que cuando se excitan con una corriente eléctrica ejecutan un movimiento de cizalla o a la inversa, en el caso de recepción, ante una onda de cizalla recibida reaccionan con una tensión de recepción. Puesto que en el caso de colocación directa de un cabezal de prueba de onda de cizalla de este tipo sobre el eje exterior de electrodo la

dirección principal de irradiación del sonido no estaría dirigida en dirección del bien que va a ser soldado sino hacia el centro del electrodo, se utilizan preferiblemente cuñas adicionales que se colocan entre los cabezales de ensayo y los electrodos de soldadura y originan una orientación de la dirección principal de irradiación del cabezal de prueba hacia el bien que va a ser soldado bajo un ángulo que esta claramente por debajo de 90°, por ejemplo 45°. Sin embargo así no es posible una unión completa de la energía acústica generada en dirección del punto de soldadura.

En el documento DE-A-199 37 479 publicado posteriormente se describe una disposición de sensor de ultrasonido mejorada en este sentido en la que en el caso de una emisión y/o recepción una placa piezoeléctrica de ondas de cizalla o un cabezal completo de ondas de cizalla esta colocada en un vaciado en el interior del eje de electrodo, y concretamente de tal manera que la placa piezoeléctrica está orientada aproximadamente en perpendicular al eje de electrodo y con ello la dirección principal de radiación del emisor y la dirección principal de recepción del receptor son paralelas al eje de electrodo y esta orientadas una sobre la otra. De esta manera toda la energía de ultrasonido generada esta reunida en dirección del punto de soldadura y desde allí es dejada pasar al receptor. Con ello en el punto de soldadura se puede generar una intensidad de ultrasonido, y en el caso de recepción una señal de recepción tan grande que por lo que se refiere a la posterior valoración del proceso de soldadura siempre existe una relación señal - perturbación muy grande.

Por la disposición de sensor del documento EP-A-199 37 479 últimamente citado optimizada por lo que se refiere a la relación señal - ruido de las señales de ultrasonido en la que los sensores están integrados en electrodos de soldadura especialmente construidos se considera de vez en cuando una desventaja el que al soldar por puntos ya no se pueden emplear más los ejes de electrodos habituales. A causa de su forma cilíndrica lisa estos podían ser fabricados como una pieza giratoria con muy bajos costos. Por el contrario, en la disposición de sensor de acuerdo con el documento DE-A-199 37 479 tanto en el caso de un daño mecánico del eje del electrodo como también en el caso de un defecto del sensor hay que desechar el electrodo de soldadura completo con el sensor integrado.

En la soldadura por puntos de resistencia, sin embargo, debido a las múltiples formas diferentes de los objetos que se sueldan se utilizan también múltiples electrodos de soldadura de formas diferentes. Puesto que el diámetro de los electrodos de soldadura es igual en la mayor parte de las aplicaciones existen la multiplicidad de tipos en esencia en electrodos de soldadura de diferente longitud y diferente forma de la parte final, los cuales deben ser acogidos por los correspondientes soportes de electrodos. Para estos últimos existen también múltiples y numerosos tipos. Por ello con la disposición de sensor acústicamente optimizada de acuerdo con el documento DE-A-199 37 479 deben adquirirse numerosos tipos de electrodos de soldadura con sensores integrados.

En el documento EP-A-653 061 no se hace ninguna mención respecto de los sensores colocados en el exterior del eje de electrodo, cómo se fijan los cabezales de prueba de ondas de cizalla junto con las cuñas al exterior del eje de electrodo. Esto representa realmente un problema básico. Por un lado la unión

debe ser acústicamente buena conductora, pero por otro lado debe ser mecánicamente tan sólida que los sensores y/o las cuñas se recrecen por las altas aceleraciones que se producen durante el proceso de soldadura al abrir o cerrar las pinzas de soldadura y no se desprenden de los electrodos de soldadura al apoyar los electrodos de soldadura sobre la chapa que hay que soldar. Puesto que además pueden producirse altas oscilaciones de temperatura en los electrodos de soldadura no es adecuada una unión por pegamento. Entonces tampoco sería posible una fácil sustitución de los sensores.

Por tanto, es misión del presente invento presentar un sensor de ultrasonido para el control del proceso durante la soldadura por puntos de resistencia en el que los sensores o los cabezales de prueba estén orientados totalmente en dirección del punto de soldadura y estén sujetos al eje exterior del electrodo de soldadura con forma preferentemente cilíndrica de tal manera que sean posibles un fácil montaje y una fácil sustitución.

Ventajas del invento

El portasensor acorde con el invento presenta por lo menos un elemento oscilador que dirige ondas de ultrasonido sobre una zona a investigar y/o recibe las ondas de ultrasonido que provienen de la zona que hay que investigar, en donde el elemento oscilador esta situado en un portaoscilador y el portaoscilador comprende medios de unión con un electrodo o un eje de electrodo de un equipo de soldadura. Los medios de unión aseguran de forma sencilla que en el caso de un desgaste del electrodo de soldadura no se debe cambiar la disposición de sensor completa. Así, los medios de unión están contruidos preferiblemente para poder ser soltados para en el caso de una sustitución de los electrodos de soldadura soltar en primer lugar el portaoscilador del electrodo o de los ejes de electrodo y a continuación colocarlo nuevamente sobre el nuevo electrodo. Para las instalaciones de soldadura por resistencia habituales el portasensor acorde con el invento permite además utilizar los electrodos existentes en el comercio que se suministran con el portasensor.

En una formación subsiguiente adecuada el portasensor puede ser está unido por cierre de forma con el electrodo. Con ello las ondas de ultrasonido concebidas preferentemente como ondas de cizalla se extienden mas fácilmente por el electrodo desde el portaoscilador hasta la zona que se va a investigar. En una configuración adecuada está previsto además el construir el portaoscilador en forma de anillo cuyo diámetro interior se corresponde con el diámetro exterior del electrodo con ajuste exacto. Además el portaoscilador esta construido ranurado, estando contruidos los medios de unión como dispositivos de mordaza que en estado apretado para la transmisión de las ondas de ultrasonido realizan una unión por cierre de material entre la superficie exterior de los electrodos de soldadura y la superficie interior del portaoscilador. El elemento oscilador está colocado de tal manera que su normal a las superficies son aproximadamente paralelas al eje central del portaoscilador de forma anular o forman con esta un ángulo no mayor de 15 grados. Con ello se garantiza que las ondas de ultrasonido alcanzan de forma segura la zona que va a ser investigada. La disposición propuesta se destaca por su fácil manejo a mano con vista a la sustitución del portasensor y por otra parte garantiza que las ondas de

ultrasonido pasan con seguridad por el electrodo hasta la superficie que va a ser investigada. Con el dispositivo de apriete que presenta una ranura se garantiza además que el portasensor se puede colocar también en electrodos con diámetro ligeramente diferente sin tener que prever diferentes portasensores para diferentes electrodos.

En una formación subsiguiente adecuada está previsto que el material del portaoscilador presente una impedancia acústica similar a la del material del electrodo de soldadura. Con ello se puede mejorar más la transmisión del ultrasonido desde el portaoscilador al electrodo de soldadura.

Otras formaciones subsiguiente adecuadas se desprenden de otras reivindicaciones dependientes y de la descripción.

Dibujo

En el dibujo está representado un ejemplo constructivo que será aclarado a continuación con mas detalle.

La figura 1 muestra la construcción básica y la forma de funcionar del invento sobre el ejemplo de una forma constructiva sencilla de un sensor para el control de proceso en una soldadura por puntos de resistencia. La figura 1a es un corte a través del electrodo de soldadura con el sensor colocado sobre él, la figura 1b es una vista en planta sobre la disposición de sensor acorde con la figura 1a. La figura 2 completa la figura 1a con los frentes de onda de la radiación sonora esquematizados.

El invento aprovecha especialmente el efecto físico de que una onda de cizalla de baja frecuencia (< 1 MHz), como la propuesta en el documento DE-A-653 061 para el control de proceso en una soldadura por puntos de resistencia o también en general cada forma de onda de una onda de ultrasonido de baja frecuencia, que es conducida en un electrodo de soldadura cilíndrico y hueco para recibir agua de refrigeración, se extiende en su camino hacia el receptor por los demás electrodos de soldadura mas o menos homogéneamente por la sección transversal de los electrodos de soldadura. Esto se basa en que por debajo de una frecuencia de 1 MHz con velocidades de expansión típicas de 3000 m/s la longitud de onda de la onda de cizalla en el eje cilíndrico del electrodo de soldadura es desde algunos milímetros hasta algunos centímetros. Los electrodos de soldadura tienen de forma típica una diámetro exterior de 15 - 30 mm y 4 - 8 mm de espesor de pared. La sección transversal del eje de electrodos es por tanto de magnitud igual o menor que la longitud de onda. La propia sección transversal del electrodo de soldadura representa por tanto para la onda de ultrasonido que se está extendiendo una abertura de apertura tan pequeña que se produce una expansión sonora constantemente no dirigida y después de un corto trayecto la onda sonora llena toda la sección transversal del eje de electrodo.

Situado alrededor del eje cilíndrico del electrodo de soldadura se sitúa un portaoscilador 33 en forma de anillo. El diámetro interior del portaoscilador 33 en forma de anillo se elige de manera que respecto del diámetro exterior del electrodo de soldadura 31 posee solo una ligera sobremedida de manera que el portaoscilador 33 con un ajuste exacto puede ser deslizado por el eje del electrodo de soldadura 31 e igualmente puede ser retirado de nuevo fácilmente. El portaoscilador 33 está ranurado en un punto. En el punto ranurado se encuentra una delgada rendija 38. En el

portaoscilador 33, a izquierda y a derecha de la rendija 38, se han dispuesto unos rebajes de material 35.1 y 35.2 así como un taladro pasante 36 y un taladro roscado 37, de manera que al enroscar el tornillo 39 en el taladro roscado 37 y por la reducción de la anchura de la rendija 38 ambas patas del portaoscilador 33 se juntan. Si se hace deslizar el portaoscilador 33 sobre el electrodo de soldadura 31 entonces, al apretar el tornillo 39 que se encuentra en la rosca 37 el portaoscilador 33 se une agarrando firmemente al electrodo de soldadura 31. La superficie interior del portaoscilador 33 y la superficie exterior del electrodo de soldadura 31 forman entonces, dependiendo de la fuerza de apriete del tornillo 39, un contacto mas o menos por cierre de material uno con otro, por el que se puede transmitir bien una onda de ultrasonido de baja frecuencia incluso sin añadir medios de acoplamiento.

En el portaoscilador 33 se encuentra otro rebaje de material 35.3 en el que se puede insertar un elemento oscilador 32 piezoeléctrico o un cabezal completo de prueba de ultrasonido. En la figura 1 se utilizan elementos osciladores 33 piezoeléctricos de forma rectangular. Sin embargo, básicamente estos pueden tener también cualquier otra forma geométrica (por ejemplo, circular, semicircular o de rombo).

La colocación del elemento oscilador 32 en el portaoscilador 33 es tal que la normal a las superficies del portaoscilador 33, que es idéntica a la dirección de la radiación principal, discurre paralela al eje central 34 de manera que en el caso de emisión la radiación de sonido se produce en dirección del punto de soldadura. Con bajas frecuencias (< 1 MHz) y dimensiones del oscilador no muy grandes (por ejemplo < 20 mm) la longitud de onda del ultrasonido generado es del orden de magnitud de la longitud de los bordes del elemento oscilador 32 o es apenas mayor que este. Por ello la radiación de sonido se produce aproximadamente sin dirección y en forma esférica., como quieren exponer los frentes de onda 45 esquematizados en la figura 2. Por ello, la onda de ultrasonido generada por el elemento oscilador 32 piezoeléctrico pasa después de un corto trayecto desde el portaoscilador 33 totalmente al eje de electrodo 31.

En el caso de recepción, para una onda de ultrasonido de baja frecuencia que parte del fondo 46 valen lógicamente las mismas consideraciones respecto de la expansión sonora espacial en el electrodo de sol-

dadura 31 y el portaoscilador 33. Por ello la disposición de sensor descrita puede ser utilizada tanto como emisora como también como receptora. A causa de la gran longitud de onda de la onda de sonido y de las pequeñas dimensiones del punto de soldadura o del fondo 46 del electrodo de soldadura 31 tanto esta como cualquier otra sección transversal del electrodo de soldadura 31 forma una pequeña abertura de apertura de manera que sin límites materiales laterales se produciría una expansión del sonido aproximadamente en forma de esfera. Por ello en el caso de recepción una gran parte de la energía sonora se presenta sobre el elemento oscilador 32. Puesto que además su superficie está alineada casi paralela al frente de onda, entre la parte superior y la parte inferior del elemento piezoeléctrico se puede captar una tensión de recepción muy alta.

Para optimizar la alineación del elemento oscilador 32 respecto del frente de onda este puede ser inclinado ligeramente de manera que la normal a las superficies del elemento oscilador 32 y los ejes 41 forma un ángulo de pocos grados. Para optimizar la forma de oscilación los elementos osciladores 32 piezoeléctricos pueden estar provistos por la parte posterior con un cuerpo amortiguador.

Además entre el portaoscilador y los elementos osciladores piezoeléctricos se pueden colocar capas de ajuste acústicas.

Para en la transición del sonido entre el portaoscilador 33 y el electrodo de soldadura 31 evitar reflexiones sonoras, se puede elegir un material cuya impedancia acústica (producto de la densidad y la velocidad del sonido) se corresponda con la del material del cual están hechos los electrodos de soldadura 31.

Se evitan efectos de ruptura si para el portaoscilador 33 se elige un material cuya velocidad del sonido se corresponda con la del material del cual están hechos los electrodos de soldadura 31.

Se pueden concebir y fabricar transformadores piezoeléctricos también con la técnica de pilas. Esta técnica puede ser utilizada de forma ventajosa por lo que respecta a, por ejemplo, el presente invento. En el caso de conexión eléctrica en paralelo de n - elementos, por ejemplo, en el caso de emisión y con igual tensión de excitación se pueden generar amplitudes de sonido nueve veces mayores, en el caso de recepción cantidades de carga 9 veces superiores.

REIVINDICACIONES

1. Portasensor con por lo menos un elemento oscilador (32) que introduce ondas de ultrasonido sobre una zona a investigar y/o recibe las ondas de ultrasonido que provienen de la zona que hay que investigar, en donde el elemento oscilador (32) esta situado en o sobre un portaoscilador (33) por el exterior del electrodo de soldadura (31), **caracterizado** porque el portaoscilador (33) comprende medios de unión (36,37,38,39) para su unión con un electrodo de soldadura (31), y donde el portasensor (33) está construido con forma de anillo de manera que su diámetro interior corresponde aproximadamente con el diámetro exterior del electrodo de soldadura (31) de tal manera que el portasensor (33) puede ser colocado en el eje del electrodo de soldadura (31) ajustando exactamente.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el medio de unión (36,37,38,39) construye una unión liberable entre el portasensor (33) y el electrodo de soldadura (31).

3. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el portasensor (33) esta construido con cierre de forma con el electrodo (31).

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el medio de unión (36,37,38,39) está construido como un dispositivo de apriete.

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque en dirección longitudinal el portasensor (33) presenta una rendija (38) que puede ser modificada por el medio de unión (36,37,38,39) para construir una unión por cierre de forma con el electrodo (31).

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones

precedentes, **caracterizado** porque el elemento oscilador (32) está colocado de tal manera que su normal a las superficies esta orientada aproximadamente paralela el eje central del portaoscilador (33) o forma con éste un ángulo de no mas de 15 grados.

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque los elementos oscilador (32) utilizados están diseñados preferentemente como placas de onda de cizalla.

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el elemento oscilador (32) presenta por su parte posterior un cuerpo de amortiguación.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque entre los elementos oscilador (32) y el portaoscilador (33) hay colocadas capas de ajuste acústico.

10. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el material del portaoscilador (33) presenta una impedancia acústica similar a la del material del electrodo de soldadura (31).

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el material del portaoscilador (33) presenta una velocidad del sonido similar a la del material del electrodo de soldadura (31).

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la frecuencia del elemento oscilador (32) es menor de 1 MHz.

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque el elemento oscilador (32) esta construido con la técnica de pilas y consiste en por lo menos dos placas o discos piezoeléctricos alineados uno sobre otro.

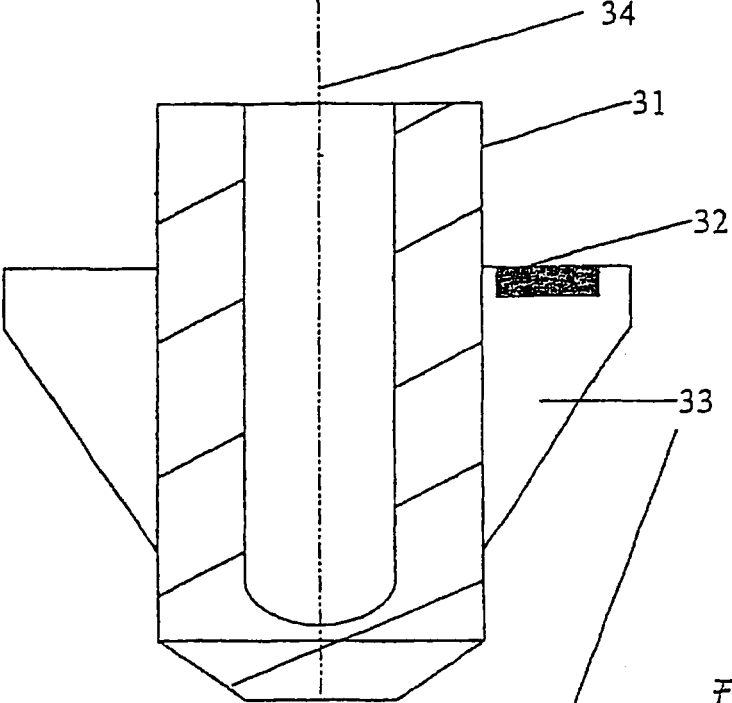


Fig. 1a

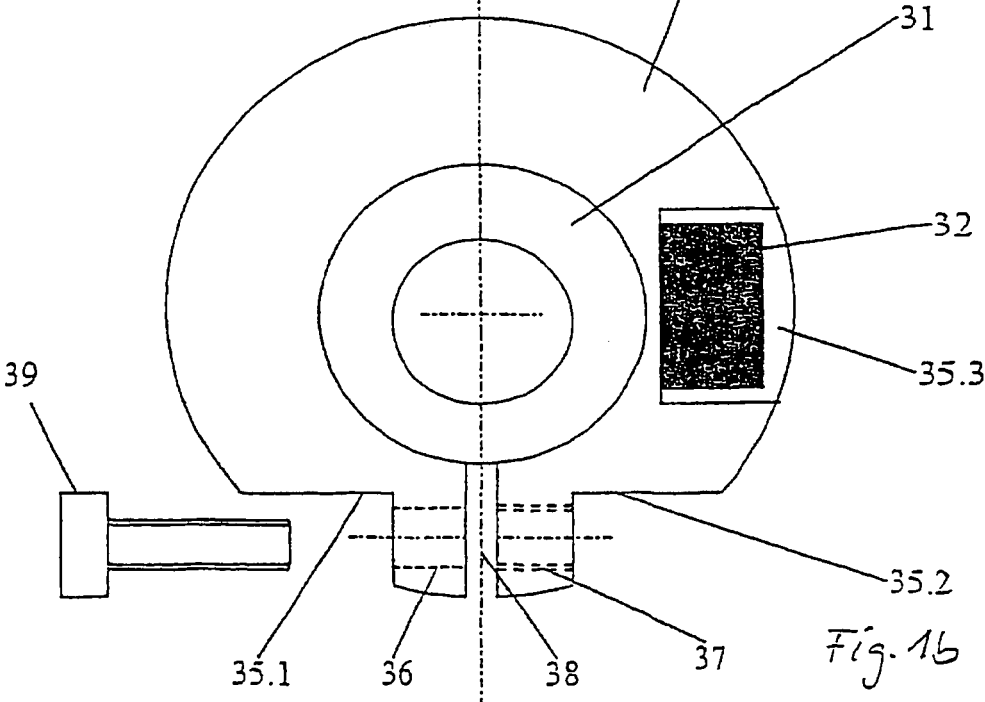


Fig. 1b

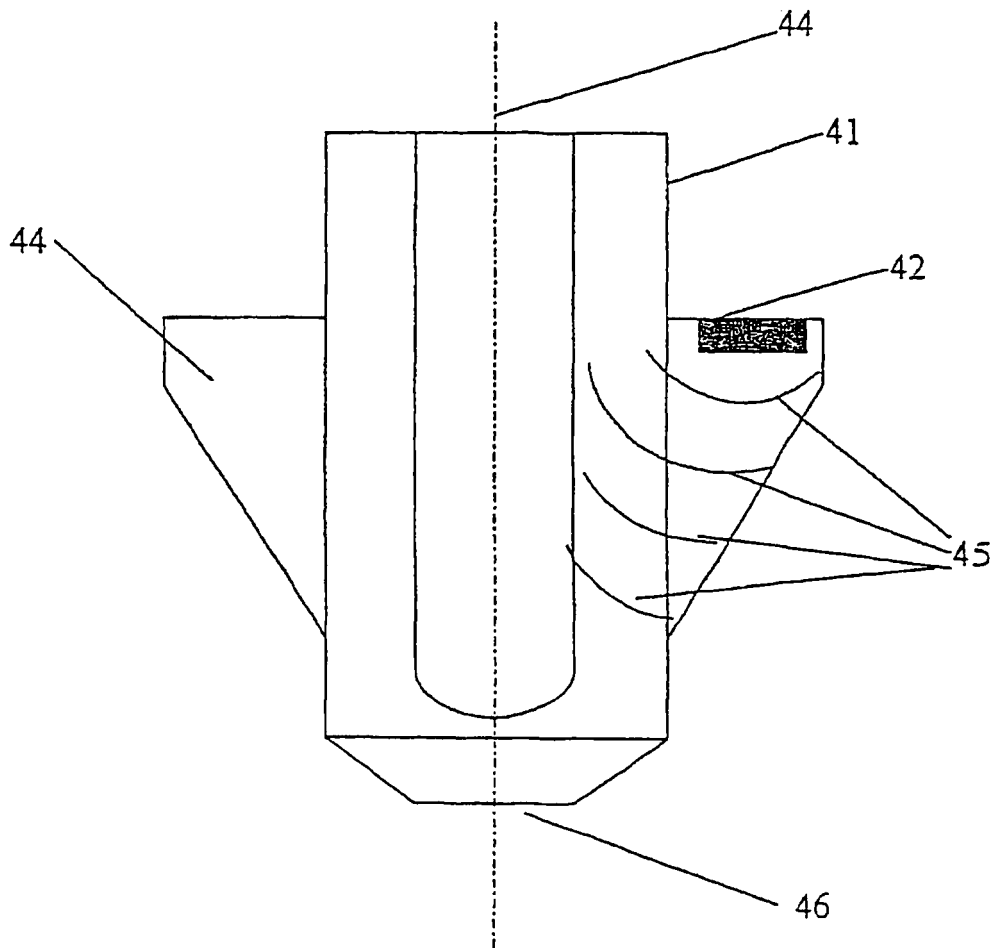


Fig. 2