



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 275 860**

51 Int. Cl.:
A61C 17/20 (2006.01)
B06B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **02724081 .1**
86 Fecha de presentación : **15.05.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1395197**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2004**

54 Título: **Instrumento de conformación por ultrasonidos.**

30 Prioridad: **25.05.2001 EP 01810514**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

73 Titular/es: **Ecole d'Ingénieurs
rue Baptiste-Savoye 26
2610 St-Imier, CH**

72 Inventor/es: **Huguenin, Gérard y
Pasche, Pierre**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 275 860 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

Instrumento de conformación por ultrasonidos.

5 La presente invención se refiere a los instrumentos de conformación por ultrasonidos, del tipo que comprende:

- una armadura,
- un sonotrodo montado elásticamente en la armadura,
- 10 • un útil fijado al sonotrodo para efectuar las operaciones de conformación, y
- un órgano de mando para controlar y alimentar el sonotrodo.

15 Se entiende por conformación toda operación mecánica tendente a modificar la estructura de un objeto por eliminación mecánica de material o por fusión.

20 Un instrumento de este tipo está descrito, por ejemplo, en el documento WO 89/01763. Este instrumento está destinado a la eliminación del sarro de los dientes por medio de un buril animado con un movimiento de escasa amplitud, a una frecuencia ultrasonora, que desmenuza el sarro y permite así limpiar los dientes. El órgano de mando es un circuito de tipo amplificador que, acoplado al sonotrodo, forma un oscilador cuya frecuencia está dada por las características del instrumento. Esta frecuencia varía especialmente con la temperatura, la cual puede aumentar, por efecto Joule, cuando el instrumento está activo.

25 La utilización de un circuito de tipo amplificador permite mantener condiciones de trabajo satisfactorias. Sin embargo es relativamente caro, más aún cuando las potencias que se ponen en juego son importantes teniendo en cuenta el volumen disponible.

30 La presente invención tiene por finalidad permitir la utilización de un órgano de mando simplificado, preparado para aplicar en los bornes del transductor una señal que no varíe en función de las características del instrumento. De este modo ya no es necesario tener una retroalimentación, lo que conduce a una simplificación y a un volumen reducido.

Esta finalidad se consigue gracias al hecho de que el instrumento esta dimensionado de manera:

- 35 • que el conjunto compuesto por el sonotrodo y el útil presenta una frecuencia ultrasonora f_0 de resonancia, en un modo elegido entre la tracción-compresión y la torsión, susceptible de variar entre un límite inferior $f_{omín}$ y un límite superior $f_{omáx}$, y
- 40 • que no presenta, por sí mismo, otra frecuencia de resonancia en un margen comprendido entre una frecuencia $f_{pmín} < f_{omín}$ y una frecuencia $f_{pmáx} > f_{omáx}$,

45 siendo el órgano de mando del tipo que genera una señal sinusoidal modulada en frecuencia por una señal cuasialeatoria, de manera que se aplica una señal eléctrica de banda de paso comprendida entre una frecuencia mínima $f_{emín}$ y una frecuencia máxima $f_{emáx}$, estando $f_{emín}$ comprendida en el intervalo $f_{pmín}-f_{omín}$ y $f_{emáx}$ comprendida en el intervalo $f_{omáx}-f_{pmáx}$.

50 Se entiende por señal cuasialeatoria una señal aleatoria o pseudoaleatoria que sean susceptibles de ser generadas por programas informáticos por medio de un registro de desplazamiento, por ejemplo. La frecuencia propia f_0 ha de considerarse como un espectro de frecuencias, cuyo máximo se encuentra en el valor f_0 . La anchura del espectro esencialmente es función de la estructura del sonotrodo y de las condiciones de trabajo. La ausencia de una frecuencia de resonancia distinta de f_0 en el margen considerado ha de tomarse en sentido relativo. En la práctica, una relación de cuatro a uno entre el nivel de energía a la frecuencia f_0 considerada y el del resto del margen $f_{pmín}-f_{pmáx}$ ya es suficiente para obtener condiciones de trabajo aceptables.

55 Con un instrumento tal como el definido anteriormente, el sonotrodo es alimentado por la componente de la señal correspondiente a su frecuencia propia instantánea. En efecto, como el intervalo $f_{omín}-f_{omáx}$ está comprendido en el intervalo $f_{emín}-f_{emáx}$, el mantenimiento puede hacerse en todo el margen de funcionamiento del instrumento. Además, como no hay otra frecuencia de resonancia en el intervalo $f_{pmín}-f_{pmáx}$, el cual contiene el intervalo $f_{emín}-f_{emáx}$, no hay riesgo de que el instrumento se ponga a oscilar a una frecuencia parásita, lo que tendría el efecto de reducir el rendimiento y provocar un calentamiento que podría llegar a impedir el trabajo en continuo.

60 En este instrumento el órgano de mando puede comprender un circuito de potencia y un circuito de mando que dirige el circuito de potencia, estando este último compuesto por un amplificador de tipo E, mientras que el sonotrodo comprende un transductor piezoeléctrico. Más precisamente, el circuito de potencia comprende un transistor de potencia y un transformador, estando el primario del transformador conectado al transistor y el secundario conectado al transductor piezoeléctrico.

ES 2 275 860 T3

Según las aplicaciones, es útil variar la potencia disponible en el útil. Esto es realizable fácilmente disponiendo un órgano de mando que permita variar los valores de *femín* y/o de *femáx*. En efecto, resultó que cuanto más se aumente el intervalo *femín-femáx*, más disminuye la potencia disponible a la frecuencia *fo* considerada. Más precisamente, la potencia disponible es inversamente proporcional a la variación del ancho de banda.

5

De manera ventajosa, el sonotrodo trabaja según un modo de tracción-compresión, siendo su frecuencia superior a 20 kHz.

Para permitir la manipulación del instrumento, su armadura está compuesta por un manguito en cuyo interior está montado el sonotrodo.

A fin de asegurar las condiciones óptimas de funcionamiento del sonotrodo, éste comprende una masa de inercia y una cabeza. El sonotrodo está montado en el manguito por medio de dos órganos elásticos que cooperan uno con la masa y el otro con la cabeza, mientras que el útil está montado rígidamente sobre la cabeza. El transductor piezoeléctrico está encerrado entre la cabeza y la masa.

15

Estos instrumentos permiten especialmente una conformación por raspado, lo cual es posible cuando el útil presenta una forma de buril preparado especialmente para eliminar el sarro de los dientes.

Otras ventajas y características de la invención se deducirán de la descripción que sigue, realizada a la vista del dibujo anejo, en el que:

20

- la figura 1 representa los componentes de un instrumento según la invención, y

25

- la figura 2 es un esquema del órgano de mando de este instrumento.

El instrumento representado en la figura 1 está destinado a eliminar el sarro de los dientes. El instrumento comprende esencialmente una armadura compuesta por un manguito 10 y, alojados en el interior de éste, un órgano de mando 12 que se describirá de modo detallado con referencia a la figura 2 y un sonotrodo 14, así como un útil compuesto por un buril 16 fijado rígidamente sobre el sonotrodo 14, por enroscado, y dispuesto en el exterior del manguito 10. El órgano de mando 12 se alimenta con una fuente de energía eléctrica, no representada, por medio de un cable 18 que sale del manguito 10 por uno de sus extremos.

30

El manguito 10 está compuesto por un tubo sensiblemente cilíndrico, con eje A-A, de acero inoxidable o de material sintético. Uno de sus extremos 10a está cerrado parcialmente por un tapón 20 anular que mantiene el órgano 12 en el interior del manguito 10 y está atravesado por el cable 18. El otro extremo 10b comprende una abertura en la que está metido el extremo del sonotrodo 14 que lleva el buril 16. El manguito 10 puede hacerse de una pieza o de anillos que cooperen unos con otros y estén fijados entre sí por enroscado o por soldadura. La utilización de anillos facilita el montaje del órgano de mando 12 y del sonotrodo 14.

40

El manguito 10 lleva, en su parte próxima a su extremo 10b, un anillo de mando 22 destinado a regular la potencia disponible en el buril 16 y un botón 24 que puede moverse longitudinalmente y que acciona la puesta en marcha y la parada del instrumento.

45

El anillo de mando 22 está provisto de un imán 26 anular y multipolar, el cual acciona un contactor magnetosensible 28 fijado en el interior del manguito 10 y conectado eléctricamente al órgano de mando 12 por medio de un conductor 30, estando dispuestos el anillo 22 y el contactor 28 de manera que el sentido de rotación del anillo 22 pueda ser identificado por el órgano 12.

50

El botón 24 acciona un interruptor 32 montado igualmente en el manguito 10 y conectado al órgano 12 por medio de un conductor 34 para accionar el arranque y la parada de la alimentación del sonotrodo 14, la cual asegura el movimiento del buril 16.

El sonotrodo 14 comprende una masa de inercia 36, una cabeza 38 y un transductor piezoeléctrico 40 interpuesto entre la cabeza 38 y la masa 36. El sonotrodo está montado elásticamente en el interior del manguito 10 por medio de dos toros 42 de material elástico ajustados en ranuras 44, practicadas una en la cabeza 38 y la otra en la masa 36, y que apoyan contra el manguito 10.

55

La masa de inercia 36 se elige tan pesada como sea posible, dentro de los límites aceptables para que pueda sujetarse bien con la mano, de manera que el movimiento generado por el transductor piezoeléctrico repercuta esencialmente sobre el buril 16 permaneciendo sensiblemente inmóvil el resto del instrumento. La masa se prolonga en dirección a la cabeza 38 mediante un vástago 36a sobre el que está ajustado el transductor 40 y cuyo extremo está provisto de un roscado interior 36b.

60

La cabeza 38 presenta una forma general de cánula, que comprende un anillo 38a enroscado sobre el vástago 36a y que apoya contra el transductor 40, en cuyo vástago está practicada la ranura 44. El anillo 38a se prolonga por medio de un tubo 38b, perforado de un extremo al otro por un canal 38c, cuyo extremo opuesto al anillo está provisto de un fileteado 38d sobre el que está fijado el buril 16.

65

ES 2 275 860 T3

El agujero 38c tiene la función de ajustar las frecuencias de resonancia de la cabeza. El diámetro del agujero 38c y el espesor de las paredes del tubo 38b se eligen de manera empírica, en función de la forma general de las diferentes partes activas del instrumento. En efecto, una modificación del diámetro del agujero cambia de forma distinta las frecuencias de resonancia de los modos de tracción-compresión, de torsión o de flexión. Por consiguiente es posible desplazar esas frecuencias de resonancia actuando sobre el diámetro del agujero 38c y sobre el espesor del tubo 38b.

La cabeza 38 se hace ventajosamente de un metal ligero, por ejemplo de titanio, de manera que su inercia sea tan escasa como sea posible, teniendo un mínimo de rozamientos internos.

La forma de la cabeza 38 se elige de manera que el movimiento del buril 16 sea lo más amplio posible. Las consideraciones a este respecto se evocan en el documento WO 89/01763 citado más arriba. Por tanto no se explicarán aquí con más detalle.

El transductor 40 está compuesto por cuatro arandelas 50 de material piezoeléctrico tales como las vendidas, por ejemplo, por la casa Philips (Eindhoven, NL) con la referencia 4322 020 0659. Esas arandelas 50 tienen un diámetro exterior de 10 mm, una abertura central de diámetro igual a 5 mm y un espesor de 2 mm. Las arandelas están revestidas en sus dos caras planas por una capa de material conductor que asegura su función de electrodo. Las arandelas 50 están puestas en paralelo y conectadas al órgano 12, por una parte mediante la masa eléctrica y por otra parte mediante un conductor 52, como se describe por ejemplo en el documento WO 89/01763. Habitualmente, el transductor piezoeléctrico trabaja en un modo de tracción-compresión. No obstante, también es posible prever un modo de torsión. Un modo de cizallamiento no parece tener aplicación particular.

La cabeza 38 está enroscada sobre la masa 36 de modo que precomprima las arandelas piezoeléctricas 50 para que, aun cuando se compriman por el efecto piezoeléctrico, no tengan holgura entre sí, ni con la masa 36 ni con la cabeza 38.

El buril 16 comprende una parte 16a que asegura su fijación sobre el extremo 38d de la cabeza 38, cuya parte está provista, con ese fin, de un agujero roscado interiormente, y una parte activa 16b que asegura la función de conformación. El material que lo constituye se elige suficientemente duro para atacar el sarro depositado sobre los dientes a tratar, pero no demasiado duro de manera que se evite dañar el esmalte.

Las características del conjunto de los componentes del sonotrodo, así como del buril 16 que soporta, definen su frecuencia propia f_0 . Esta frecuencia en general es superior a 20 kHz, típicamente es de 25 kHz. La frecuencia puede variar entre un valor $f_{omín}$ y un valor $f_{omáx}$, especialmente en función de la temperatura de trabajo y de la carga aplicada sobre el buril. Esta variación es del orden de $\pm 1\%$.

Se han efectuado ensayos con un sonotrodo que presentan las características siguientes. La masa de inercia 36, de titanio, tiene una longitud total igual a 30 mm, teniendo el vástago 36a una longitud de 12,5 mm y un diámetro de 4,2 mm. La masa está perforada axialmente en una longitud de 16 mm con un diámetro de 2 mm en su parte que presenta el diámetro más grande, mientras que en la parte 36a el diámetro es de 1 mm. La cabeza 38 es igualmente de titanio. El anillo 38a comprende una parte cilíndrica de diámetro igual a 10 mm y de longitud igual a 3 mm. El tubo 38b tiene un diámetro de 4 mm, una longitud sensiblemente igual a 20 mm y un espesor de pared igual a 0,4 mm. El extremo 38d tiene una longitud de 6 mm, de los que 4,5 mm están fileteados. Este extremo está perforado con un agujero de 1 mm de diámetro. El dispositivo obtenido ha mostrado una frecuencia de resonancia en tracción-compresión de 24,3 kHz, y frecuencias parásitas en flexión de 21,2 y 35,2 kHz, siendo las amplitudes respectivas $1/3$ y $1/9$ de la amplitud a la frecuencia f_0 .

Las frecuencias obtenidas con el ejemplo descrito están especificadas en la tabla siguiente:

Parámetro	f_0	$f_{omín}$	$f_{omáx}$	$f_{emín}$	$f_{emáx}$	$f_{pmín}$	$f_{pmáx}$
Frecuencia [kHz]	24,3	24,05	24,55	21,2-24,05	24,55-35,2	21,2	35,2

Así pues, es evidente que los márgenes en los que pueden variar $f_{emín}$ y $f_{emáx}$ son amplios, lo que da un gran margen de reglaje de la potencia suministrada al buril 16.

El órgano de mando 12 está representado en la figura 2. Este órgano comprende un circuito de potencia 54, que asegura la alimentación del sonotrodo 14, y un circuito de mando 56 que dirige el circuito de potencia 54.

El circuito de potencia 54 es un amplificador de clase E. Este circuito comprende un transistor de potencia 58 del tipo BUZ 11, tal como el comercializado por la casa Infineon Technologies (München, DE), y un transformador 60 cuyo primario está conectado a la fuente de alimentación VDD y al transistor 58, mientras que el secundario está conectado a los bornes del transductor 40. El transformador 60 está dimensionado de manera que la tensión en los bornes del transductor 40 sea suficiente para dispensar la potencia que necesitan las operaciones de eliminación del sarro. La práctica ha mostrado que era suficiente una tensión eficaz del orden de 400 V.

ES 2 275 860 T3

El circuito de mando 56 comprende el contactor 28 y el interruptor 32, así como un microprocesador 62, por ejemplo de tipo PIC 12 Cxxx, tal como el vendido por la casa Microchip Chandler, Arizona (USA).

5 El microprocesador 62 está provisto de una memoria que contiene informaciones relativas al estado del contactor 28 y del interruptor 32, así como su programa de funcionamiento.

El microprocesador 62 tiene la misión de controlar el estado del interruptor 32. Mientras éste esté abierto, los demás programas están en espera.

10 Cuando se cierra el interruptor 32, el microprocesador 62 va a buscar en memoria la información procedente del contactor 28, la cual puede modificarse girando el anillo 22 en un sentido u otro, lo que incrementa o disminuye el contenido de la memoria. A partir de esta información, el microprocesador 62 genera una señal portadora cuya frecuencia *femoy* está próxima a la frecuencia de resonancia *fo* del sonotrodo 14 y de un seudoruido generado mediante la utilización de un registro de desplazamiento, como se expone en "McMOS Handbook, section E, MOTOROLA
15 1974". El ancho de banda del seudoruido, definido por una frecuencia mínima *femín* y una frecuencia máxima *femáx*, es tanto más grande cuanto más elevado es el contenido de la memoria.

La señal, modulada por el seudoruido, se aplica a la rejilla 58a del transistor 58, en forma de impulsos amplificados en corriente por el transistor 58 y en tensión por el transformador 60. El sonotrodo 14 es alimentado por la parte de la
20 señal que coincide con su espectro de resonancia. De este modo, la energía suministrada es tanto mayor cuanto más estrecha sea la banda definida por *femín* et *femáx*. Por lo tanto, variando *femín* y/o *femáx* es posible regular la potencia suministrada al buril 16 por el sonotrodo 14.

Con un mando de esta clase, la señal resultante del microprocesador puede ser siempre la misma, a pesar de los
25 cambios de la frecuencia propia *fo* del sonotrodo, en la medida en que *fomín* y *fomáx* continúen comprendidas en el intervalo *femín-femáx*.

De este modo es posible asegurar el mantenimiento de un instrumento tal como el descrito, con un órgano de mando de simplicidad muy grande. No obstante, es necesario tomar una precaución particular. En efecto, si el instrumento
30 presentase una o varias frecuencias propias en el intervalo *femín-femáx*, también se pondría en vibración, disipándose entonces la energía como pura pérdida y provocando, además, un calentamiento del instrumento. Ese problema puede evitarse ajustando los componentes del instrumento de manera que no presente otra frecuencia de resonancia en un margen comprendido entre *fpmín* < *femín* y *fpmáx* > *femáx*.

35 Para satisfacer esta exigencia, es aconsejable disponer en su estructura un instrumento tan rígido como sea posible y ajustar las dimensiones de sus diferentes componentes de manera que se consiga esa finalidad.

En la práctica se dimensionan los diferentes componentes de modo que se obtenga esta rigidez, luego se alimenta el sonotrodo por medio de una señal de frecuencia variable, de manera que se pongan de manifiesto las frecuencias
40 de resonancia. Se ajustan sus dimensiones para obtener una frecuencia adaptada a las características del instrumento, eliminando las frecuencias parásitas. Ese dimensionamiento se efectúa por tanteo, modificando la inercia del sonotrodo, esencialmente a la altura de la masa 36 y de la cabeza 38, o su estructura elástica compuesta esencialmente por el vástago.

45 La práctica muestra que las piezas constitutivas del instrumento son suficientemente precisas para que sus frecuencias propias no cambien de manera sensible de uno a otro de esos instrumentos. Sin embargo, es aconsejable realizar un control al final de la fabricación, especialmente cuando se encuentre una frecuencia parásita de resonancia en la proximidad de una u otra de las frecuencias *fpmín* y *fpmáx*.

50 Es evidente que el instrumento descrito puede ser objeto de numerosas variantes, sin salirse por tanto del ámbito de la invención. De este modo, es posible utilizar un instrumento de esta clase para trabajos de desbarbado, corte o gravado, o incluso para efectuar microsoldaduras por ultrasonidos. En cada una de esas aplicaciones se adapta el útil a la operación de conformación a efectuar, teniendo en cuenta la influencia que se produce sobre las eventuales
55 frecuencias parásitas del instrumento.

60

65

ES 2 275 860 T3

REIVINDICACIONES

1. Instrumento de conformación por ultrasonidos que comprende:

- una armadura,
- un sonotrodo (14) montado elásticamente en la armadura,
- un útil (16) fijado al sonotrodo (14) para efectuar las operaciones de conformación, y
- un órgano de mando (12) para controlar y alimentar el sonotrodo (14),

caracterizado porque esta dimensionado de manera que:

- el conjunto compuesto por el sonotrodo (14) y el útil (16) presenta una frecuencia ultrasonora f_0 de resonancia, en un modo elegido entre la tracción-compresión y la torsión, susceptible de variar entre un límite inferior $f_{omín}$ y un límite superior $f_{omáx}$, y
- dicho conjunto no presenta otra frecuencia de resonancia en un margen comprendido entre una frecuencia $f_{pmín} < f_{omín}$ y una frecuencia $f_{pmáx} > f_{omáx}$,

y porque el órgano de mando (12) es del tipo que genera una señal sinusoidal modulada en frecuencia por una señal cuasialeatoria, de manera que se aplica una señal eléctrica de banda de paso comprendida entre una frecuencia mínima $f_{emín}$ y una frecuencia máxima $f_{emáx}$, estando $f_{emín}$ comprendida en el intervalo $f_{pmín}-f_{omín}$ y $f_{emáx}$ comprendida en el intervalo $f_{omáx}-f_{pmáx}$.

2. Instrumento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho órgano de mando (12) comprende un circuito de potencia (54) y un circuito de mando (56) que dirige el circuito de potencia (54), estando dicho circuito de potencia compuesto por un amplificador de tipo E, y porque dicho sonotrodo (14) comprende un transductor piezoeléctrico (40).

3. Instrumento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicho circuito de potencia (54) comprende un transistor de potencia (58) y un transformador (60) cuyo primario está conectado a dicho transistor y cuyo secundario está conectado a dicho transductor (40).

4. Instrumento según una de las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado** porque dicho circuito de mando (12) comprende medios (22) para variar la banda de paso $f_{emín}-f_{emáx}$ y modificar así la energía suministrada al útil (16).

5. Instrumento según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado** porque dicho modo es de tracción-compresión y porque su frecuencia f_0 es superior a 20 kHz.

6. Instrumento según una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado** porque dicha armadura está compuesta por un manguito (10) en cuyo interior está montado dicho sonotrodo (14).

7. Instrumento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque dicho sonotrodo (14) comprende una masa de inercia (36) y una cabeza (38), porque está montado en dicho manguito (10) por medio de dos órganos elásticos (42) que cooperan uno con la masa (36) y el otro con la cabeza (38), y porque dicho útil (16) está montado rígidamente sobre dicha cabeza (38).

8. Instrumento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque dicho transductor (14) está encerrado entre dicha masa (36) y dicha cabeza (38).

9. Instrumento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque dicho útil presenta una forma de buril (16).

10. Instrumento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque dicho buril (16) está preparado para eliminar el sarro de los dientes.

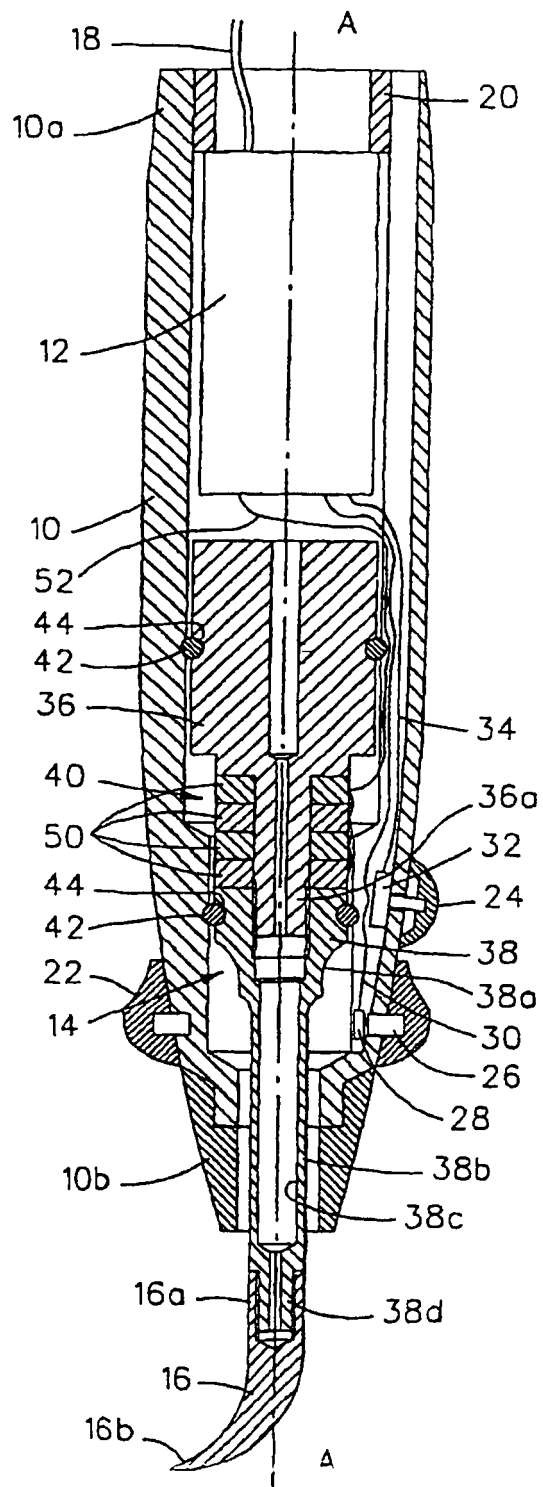


Fig.1

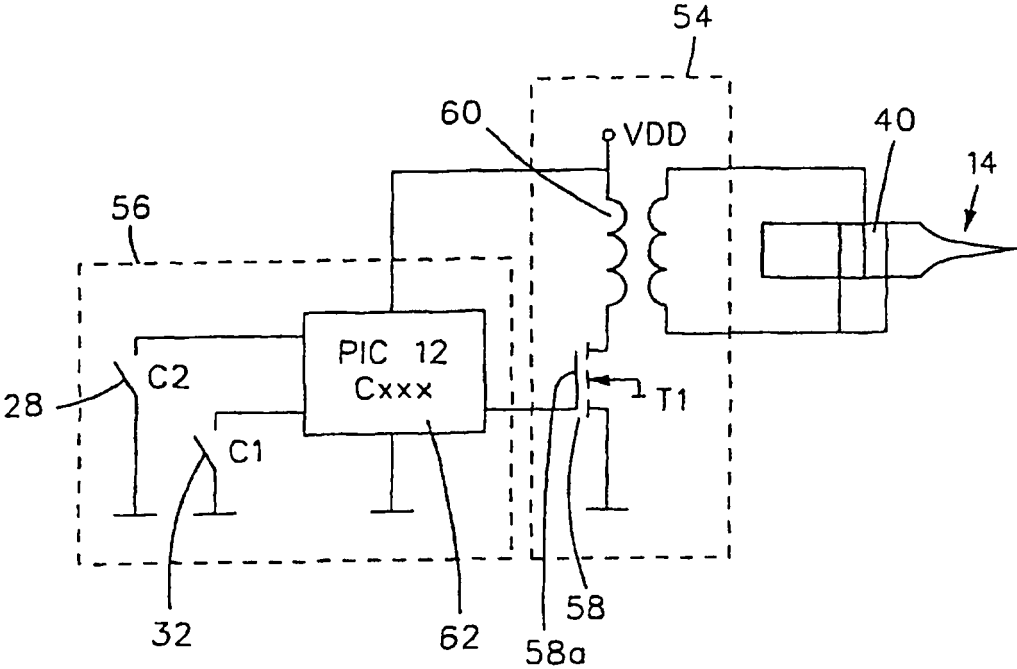


Fig.2