

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 522 891**

51 Int. Cl.:

**G01N 3/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2003 E 03704200 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 1478915**

54 Título: **Durómetro con un diamante Vickers translúcido e iluminado mediante un conductor de luz**

30 Prioridad:

**22.02.2002 DE 10207566**

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

**19.11.2014**

73 Titular/es:

**AGFA NDT GMBH (100.0%)  
Robert-Bosch-Strasse 3  
50354 Hürth , DE**

72 Inventor/es:

**ANTHE, ENNO y  
LAMMERICH, WERNER**

74 Agente/Representante:

**RIZZO, Sergio**

**ES 2 522 891 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

Durómetro con un diamante Vickers translúcido e iluminado mediante un conductor de luz

**[0001]** La invención se refiere a un durómetro según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 **[0002]** Se conoce un durómetro de este tipo en la publicación del autor Stefan Frank: "Transpyramidal Indentation Viewing - New Possibilities for Mobile Hardness Testing", 15ª Conferencia Mundial sobre Ensayos No Destructivos, Roma, 15-21 de octubre de 2000. También se suele hablar de observación a través de los  
10 diamantes, es decir «through diamond viewing», en inglés. La medición tiene lugar bajo carga. En el artículo mencionado aparece una ilustración esquemática, en la cual el diamante está sujeto de tal forma a la punta frontal de la carcasa que sus superficies piramidales sobresalen libremente. La carcasa presenta orificios laterales que desembocan en las superficies de entrada de luz. Aquí se encuentran los diodos luminosos. A la superficie de salida de luz se le asigna una lente que está inmediatamente conectada a una cámara CCD.

15 **[0003]** Del documento DE 41 09 014 A1 se conoce un dispositivo para la medición de dureza, en el que se suministra luz en forma de haz luminoso a una probeta translúcida mediante un conductor de luz. Dicho haz luminoso se refleja en la superficie límite (superficie de indentación) formada por el cuerpo de ensayo y la probeta. La luz reflejada se suministra a un receptor mediante un conductor de luz. A partir de la relación entre el flujo de luz suministrado y el reflejado se puede deducir el tamaño de la superficie de indentación. Según los  
20 datos de este documento, la cantidad de luz reflejada es proporcional a la superficie de indentación. En el dispositivo no se emplea una cámara de vídeo, de modo que no se registra ninguna imagen de la superficie de indentación con una videocámara. Por ello, durante el análisis no se puede corregir la forma conocida de la superficie de indentación, no se registra toda esta superficie de indentación y los reflejos desde el exterior o los reflejos escasos en la zona de la superficie de indentación parecen errores desproporcionados en el resultado de medición.

25 **[0004]** Del documento DE 44 22 873 A1 se conoce un medidor de dureza que funciona de forma absolutamente mecánica. Posee un sensor de desplazamiento que registra el movimiento relativo entre una unidad de penetración y una unidad de referencia. A partir del documento DE 38 34 846 A1 se conoce un durómetro previsto particularmente para la medición de la capacidad de resistencia del suelo en un cuerpo de agua. Funciona de forma exclusivamente mecánica. En el documento WO 98/03848 A1 se conoce un durómetro con el  
30 que se puede calcular la aceleración, velocidad y recorrido de la probeta mediante un sensor. En este caso tampoco se prevén mediciones ópticas.

35 **[0005]** El aparato según la invención es adecuado particularmente para mediciones de dureza que requieran desplazamiento, es decir, las conocidas pruebas manuales. Sin embargo, principalmente también es adecuado para su uso en laboratorios.

40 **[0006]** Aquí comienza la invención, la cual tiene por objeto seguir desarrollando el durómetro arriba mencionado, que hasta el momento ha sido descrito solo esquemáticamente, de modo que se pueda ahorrar espacio en sus extremos inferior y frontal. El durómetro debe poseer una construcción relativamente más estrecha en la zona del diamante que aquella del durómetro mencionado anteriormente. Debe existir la posibilidad de desarrollar la parte frontal del aparato de forma tan estrecha y fina para que, en condiciones de espacio limitadas, también se pueda llevar a cabo una medición de la dureza, por ejemplo en los flancos de un engranaje o en otras zonas de difícil  
45 acceso.

**[0007]** Partiendo del tipo de durómetro mencionado inicialmente, este objetivo se consigue con las características de la reivindicación 1.

50 **[0008]** Por lo tanto, de acuerdo con la invención se emplean conductores de luz que pueden ser de uso comercial como fibras ópticas, tubos de luz, barra de plástico de luz o similares. Poseen un extremo de salida que se encuentra justo al lado de la superficie de entrada de luz del diamante, y preferentemente presenta contacto directo con dicha superficie de entrada de luz. Cada superficie de entrada de luz tiene un conductor de luz asignado. También cabe la posibilidad de asignar varios conductores de luz a una superficie de entrada de luz.

55 **[0009]** En el otro extremo del conductor de luz, en el extremo de entrada, se prevé una fuente de luz. En este caso se emplea normalmente un diodo luminoso. Preferentemente, cada conductor de luz posee su propia fuente de luz. Sin embargo, también es posible unir parejas de conductores de luz a una fuente de luz o varios conductores a una fuente de luz. Preferentemente se emplean conductores de luz de uso comercial muy finos, especialmente con un diámetro inferior a 0,7 mm, en particular inferior a 0,2 mm.  
60

**[0010]** Los conductores de luz poseen la ventaja de poder suministrar la luz de forma exacta y con precisión milimétrica al diamante. Por una parte, la superficie puede fabricarse de un tamaño muy pequeño en el extremo

de salida del conductor de luz, de modo que el lugar de acoplamiento para la luz puede fijarse de forma muy precisa a los diamantes. Por otra parte, la distancia y la clasificación entre el extremo de salida inferior del conductor de luz y la superficie de entrada de luz del diamante puede establecerse de forma conveniente y ajustarse opcionalmente. Los conductores de luz son considerablemente más fáciles de manipular que los diodos luminosos, especialmente las sustituciones son más sencillas.

**[0011]** Los conductores de luz ofrecen particularmente la posibilidad de ahorrar espacio en la zona terminal inferior y frontal del durómetro. Se consigue un aparato delgado en el que se pueden desarrollar los diamantes lateralmente de forma muy fina. Ya no hay diodos luminosos dispuestos con sus conexiones eléctricas justo al lado del diamante, sino más bien preferentemente conductores de luz finos que se pueden doblar de modo que el aparato se construya de forma relativamente delgada en la zona del diamante. De modo que cabe la posibilidad de desarrollar la parte frontal del aparato de forma tan estrecha y fina para que, en condiciones de espacio limitadas, también se pueda llevar a cabo una medición de la dureza, por ejemplo en los flancos de un engranaje o en otras zonas de difícil acceso.

**[0012]** El uso de conductores de luz presenta la gran ventaja de poder disponer las fuentes de luz, especialmente los diodos luminosos, sobre una placa del circuito de la pieza electrónica. Se suprimen los conductos separados de componentes electrónicos en cada uno de los diodos luminosos, como es necesario según el estado de la técnica mencionado anteriormente. Con ello se facilita el montaje, mantenimiento y fabricación del aparato.

**[0013]** Finalmente se debe indicar la siguiente ventaja: en el caso de los diodos luminosos prefabricados, como los que se pueden obtener de un fabricante, el punto de salida de luz se encuentra dentro de una zona específica de la carcasa de dicho diodo luminoso. El lugar exacto puede variar de un diodo luminoso a otro. Un ajuste de los diodos luminosos en el aparato según el estado de la técnica se asocia a un gran esfuerzo. En cambio, se puede llevar a cabo un ajuste del extremo de entrada del conductor de luz a un diodo luminoso que se encuentra sobre una placa de circuito realizando un esfuerzo razonable aunque, con ello, se facilita tanto el acoplamiento como el desacoplamiento de la luz. A través de los conductores de luz, se aporta luz al diamante de forma sustancialmente más precisa, en el lugar y ángulo exactos en caso de una sección transversal más pequeña.

**[0014]** Según la invención, el conductor de luz está doblado, particularmente los conductores de luz están doblados de modo que permanecen lo más cerca posible del eje del aparato. Por tanto, todos los conductores de luz en su recorrido hasta el medio luminoso están doblados hacia un eje de la carcasa. Por ello, no se necesita demasiado espacio lateral para la iluminación; en el mejor de los casos, los conductores de luz consiguen un pequeño aumento del tamaño del aparato en las proximidades del diamante Vickers.

**[0015]** En una forma de realización preferente, los conductores de luz poseen una funda protectora mecánica que los cubre al menos externamente. Preferentemente, la funda protectora mecánica posee forma tubular. Esto permite proteger a los conductores de luz de ataques mecánicos. El espacio necesario es mínimo; no es necesaria ninguna capa protectora adicional como parte de la carcasa alrededor de los conductores de luz.

**[0016]** Preferentemente, el dispositivo es adecuado para su empleo de forma portátil, es decir, como aparato de mano. Para ello, supone una ventaja el hecho de que la carcasa presente una superficie de agarre en su capa exterior que pueda ser utilizada por una persona. Preferentemente, el aparato posee forma de lápiz. El diámetro exterior de la superficie de agarre se encuentra preferentemente entre 5 y 12 cm.

**[0017]** En otra realización preferente, la carcasa posee una primera pieza de carcasa que forma el extremo frontal, y también una segunda pieza de carcasa; la primera pieza de carcasa se puede desplazar en relación a la segunda pieza a lo largo de un eje de la carcasa; entre la primera y la segunda pieza de carcasa se dispone un resorte mecánico, particularmente un resorte de compresión. Al desplazar la primera pieza de carcasa hacia la segunda pieza que, por su parte está situada sobre una pieza objeto de análisis, se puede conseguir una fuerza de ensayo. Al mismo tiempo, este movimiento puede servir incluso para encender el aparato. Sin embargo, también cabe la posibilidad de prever un interruptor independiente.

**[0018]** Ha resultado ser considerablemente ventajoso el hecho de incorporar un sensor de aceleración a la carcasa. Emite una señal de ángulo que depende de aquel ángulo que rodea el eje de la carcasa con el sector de gravitación local. Esta señal de ángulo es enviada a un circuito de mando dispuesto en el interior de la unidad electrónica. Teniendo en cuenta la masa conocida del diamante Vickers y las partes directamente relacionadas, así como otras características como la fricción y la proporción de masa del resorte, se puede calcular un valor de corrección para la medición de la dureza. Gracias a ello, el durómetro puede poseer una orientación diferente al vector gravitatorio en una pieza de trabajo, siendo el valor de dureza indicado independiente de la orientación. Por ejemplo, se puede trabajar con las manos por encima de la cabeza, es decir, en dirección contraria al vector gravitatorio, o disponer el aparato de forma lateral. Por vector gravitatorio se entiende un vector unitario que indica la dirección del campo gravitatorio desde el punto de contacto del diamante Vickers con la pieza de trabajo, y que generalmente está dirigido hacia el centro de la tierra.

**[0019]** Finalmente se ha demostrado la ventaja que supone el hecho de disponer de un sensor correspondiente que separe la primera y la segunda pieza de carcasa. De esta manera, se registra la elongación del resorte, que determina esencialmente la fuerza de ensayo. Para ello, en la unidad electrónica se dispone de una señal relativa a la fuerza respectiva con la que el diamante Vickers actúa sobre una pieza de trabajo objeto de análisis. Se puede medir al alcanzar una fuerza de ensayo establecida. Preferentemente, la fuerza de ensayo establecida también depende de la señal del sensor de aceleración. Sin embargo, también se puede medir en caso de fuerza de ensayo establecida y, a continuación, tener en cuenta el efecto del campo gravitatorio en el resultado de la medición.

**[0020]** Otras ventajas y características se deducen del resto de reivindicaciones, así como de la siguiente descripción de un ejemplo de realización de la invención que debe entenderse con carácter no limitativo y que se describirá con más detalle con ayuda de las figuras que muestran:

FIG. 1: una vista lateral del durómetro.

FIG. 2: un corte axial del durómetro según la figura 1.

FIG. 3: la parte inferior del dibujo seccional según la figura 2 en representación ampliada,

FIG. 4: una parte vista desde abajo, es decir, una vista del extremo frontal del durómetro.

Y FIG. 5: una vista del diamante conforme a la figura 4.

**[0021]** El durómetro posee un diamante 20 translúcido, presenta tan pocas inclusiones como sea posible y puede ser de color amarillo, por ejemplo. En su punta forma una pirámide Vickers; esta se crea a partir de cuatro superficies piramidales 22 que confluyen en dicha punta. Frente a la punta se encuentra una superficie de salida de luz 24 cuya realización es lo más plana posible. A través de esta superficie de salida de luz 24 se puede examinar la punta o una señal efectuada sobre la pieza a analizar a través del diamante 20. Alrededor de la superficie de salida de luz 24 se presentan cuatro superficies de entrada de luz 26 en un ángulo de 45° con respecto a esta, correspondiéndole a cada superficie piramidal 22 una superficie de entrada de luz 26. El diamante presenta una altura aproximada de 1,6 mm.

**[0022]** El diamante está sinterizado en forma continua en un extremo frontal de una primera pieza de carcasa 28, denominada también pieza interior. Principalmente solo sobresale la pirámide de diamante Vickers de la primera pieza de carcasa 28 hacia abajo. La punta de la pirámide Vickers se encuentra en un eje 30 de la primera pieza de carcasa 28. La primera pieza de carcasa 28 posee unos orificios 32 dispuestos en un ángulo de 45° en relación al eje 30, que acaban lo más exactamente posible en el centro de las superficies de entrada de luz 26. Están dispuestos de forma escalonada como se muestra en la figura 4. Alojan conductores de luz 34 que, en este caso, están dispuestos como barras pulidas de PMMA. Están situados en tubos protectores rígidos 36, que están colocados en un nivel del orificio 32, de modo que no pueden establecer contacto directo con la superficie de entrada de luz 26.

**[0023]** Para cada superficie de entrada de luz 26 se prevé un conductor de luz 34. Los tubos protectores 36 están curvados, por ello también lo están los conductores de luz 34. De un trazado en un ángulo de 45° en relación al eje 30, estos están doblados hacia el eje y discurren por la mayor parte de su longitud de forma paralela al eje 30. Mediante los tubos protectores 36 se establece el trazado de cada uno de los conductores de luz 34.

**[0024]** Los cuatro tubos protectores 36 pasan a través de un soporte en forma de anillo, por encima del cual se encuentra una placa anular 38 que forma parte de una unidad electrónica. En esta placa se disponen cuatro diodos luminosos 40, estando asociado cada diodo luminoso 40 a un conductor de luz 34 y adaptado ópticamente a su extremo de entrada.

**[0025]** Los diodos luminosos emiten alrededor de 630 nanómetros. En la parte superior de la placa 38 se dispone un anillo elástico. Dicho anillo y la placa rodean un tubo interno inferior 42; por encima del anillo elástico empieza un tubo interno superior 44. Ambos están centrados en relación al eje 30 y unidos entre ellos mediante una rosca fina, de modo que se pueden ajustar uno contra otro en la dirección del eje. Ambos tubos internos 42, 44 forman parte de la primera pieza de carcasa 28. Por debajo de los tubos internos inferiores 42 y unida a estos, se encuentra una contrapieza escalonada 46 que aloja el diamante 20. Del mismo modo es hueco y tiene en su interior un sistema óptico compuesto por tres lentes y un filtro de color.

**[0026]** En el extremo superior del tubo interno superior 44 se dispone una cámara CCD 50, también mencionada como videocámara. La óptica 48 proyecta la imagen de la superficie piramidal 22 en esta videocámara 50. Para una visión nítida, puede modificarse la distancia entre ambos tubos internos 42, 44. La videocámara 50 está

conectada a la unidad electrónica. Alrededor de los tubos internos 42, 44 se disponen placas de circuito 52 que pertenecen igualmente a la unidad electrónica.

5 **[0027]** Por encima de la cámara 50 se prevé un resorte de medición 54 que se sostiene en su extremo inferior mediante una pieza intermedia del tubo interno superior 44 y, con ello, finalmente en el diamante 20. En su extremo superior se sostiene a una pieza intermedia 55 que se encuentra en el margen de la segunda pieza de carcasa 56 (en posición de reposo del dispositivo, tal y como se representa). Esto también incluye un revestimiento 58 exterior de varias piezas que forma una superficie de agarre 60 y es básicamente cilíndrico. En la segunda pieza de carcasa 56 se prevé una conexión de enchufe 62 mediante la cual se puede unir el aparato con un elemento de control externo. En este elemento de control externo (no representado) se encuentra por ejemplo un indicador que muestra el valor de la dureza. También se puede conectar una fuente de alimentación.

15 **[0028]** En la parte superior de la segunda pieza de carcasa se extiende una cubierta de accionamiento 64 por el extremo abierto por la parte superior de la segunda pieza de carcasa. Esta se aleja de la segunda pieza de carcasa 56 mediante un muelle helicoidal 66, realizado como resorte de compresión, y se mantiene en una posición de reposo. Si se presiona la cubierta de accionamiento en sentido contrario del efecto de este muelle helicoidal 66, se inicia un mecanismo accionador (microinterruptor 57) que prepara al aparato para un proceso de medición, especialmente enciende la unidad electrónica. La estructura se asemeja a un bolígrafo de pulsador, cuyo pulsador es la cubierta de accionamiento, su carcasa es la segunda pieza de carcasa y su punta es la primera pieza de carcasa.

25 **[0029]** En el lateral del resorte de medición 54 está dispuesta una barra 68 que forma parte de un sensor diseñado para registrar el recorrido entre ambas piezas de carcasa 28, 56. Está unida a la pieza intermedia 55 y posee un imán de barra 70 en su extremo inferior. Además, se sitúa de forma muy próxima a una sonda Hall 72 que está dispuesta en una de las placas de circuito 52 que, a su vez, está unida directamente a la primera pieza de carcasa 28. Al moverse el imán 70 en relación a la sonda Hall 72 se obtiene una señal que se analiza en la unidad electrónica y suministra información sobre la distancia relativa entre ambas piezas de carcasa 28, 56. Además, en una de las placas de circuito 52 se dispone un sensor de aceleración 74, por ejemplo se emplea un componente ADXL 105 de la empresa Analog Devices.

30 Este también forma parte de la unidad electrónica.

**[0030]** En una medición manual se une el aparato con la segunda pieza de carcasa 56 a la superficie de una pieza objeto de análisis. En el ejemplo de realización mostrado, la segunda pieza de carcasa 56 posee una cuña de sonda, que presenta ventanas laterales por las que puede observarse la punta del diamante 20. El aparato se sujeta con una mano mediante la superficie de agarre 60 y con la otra se presiona la cubierta de accionamiento 64. De este modo se enciende la electrónica.

40 **[0031]** Si se conserva la presión, la cubierta de accionamiento 64 presiona las barras intercaladas y la pieza intermedia 55 sobre el extremo superior del resorte de medición 54. Por ello, al empujar y desplazar la primera pieza de carcasa 28 hacia abajo, la punta del diamante 20 puede entrar en contacto con la superficie de la pieza de trabajo. Aplicando una fuerza continua sobre la cubierta de accionamiento 64 se consigue la fuerza de ensayo. La fuerza de ensayo se registra en el sensor de desplazamiento que consta de un imán de barra 70 y una sonda Hall 72. Al mismo tiempo se calcula la señal del sensor de aceleración 74. Si la fuerza de ensayo posee el valor deseado, se llevará a cabo la medición.

45 **[0032]** Debido a la fuerza de ensayo, la pirámide de diamante 20 Vickers ha penetrado hasta una determinada profundidad en la pieza objeto de análisis. Esta profundidad se representa en negro en la figura 5. La diagonal de esta zona mide por ejemplo 0,8 mm. En la videocámara se puede distinguir perfectamente la parte que está en contacto con la pieza de trabajo de la pieza que no está en contacto con ella. A través de la imagen del vídeo se puede averiguar la diagonal, que en el ejemplo tiene 0,8 mm. Con la diagonal se calcula el valor de dureza y se muestra en el indicador (no representado).

50

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Durómetro con a) un diamante Vickers (20) translúcido y que presenta superficies piramidales (22), superficies de entrada de luz (26) y una superficie de salida de luz (24), con b) una carcasa que posee un extremo frontal en el que se sostiene el diamante Vickers (20), con c) una videocámara asignada a la superficie de salida de luz (24) y con d) medios luminosos asignados a las superficies de entrada de luz (26), **caracterizado porque** dicho durómetro presenta, además, una unidad electrónica alojada en la carcasa, porque la videocámara está conectada por fuera a la unidad electrónica, porque hay conductores de luz (34) entre los medios luminosos y las respectivas superficies de entrada de luz (26), y porque los conductores de luz (34) están dispuestos partiendo de un recorrido orientado de forma transversal a las superficies de entrada de luz (26) y de manera curvada en relación al eje (30) de la carcasa en su recorrido hacia los medios luminosos.
- 15 2. Durómetro según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios luminosos están dispuestos en la unidad electrónica.
3. Durómetro según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los conductores de luz (34) poseen una funda protectora mecánica que los cubre al menos externamente.
- 20 4. Durómetro según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la carcasa presenta una superficie de agarre (60) en su capa exterior que puede ser empuñada por una mano humana.
- 25 5. Durómetro según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la carcasa posee una primera pieza de carcasa (28) que forma el extremo frontal, y también una segunda pieza de carcasa (56); porque la primera pieza de carcasa (28) está dispuesta de forma desplazable en relación a la segunda pieza (56) a lo largo de un eje (30) de la carcasa, y porque entre la primera pieza de carcasa (28) y la segunda pieza de carcasa (56) se dispone un resorte de medición (54).
- 30 6. Durómetro según la reivindicación 5, **caracterizado porque** prevé un sensor de desplazamiento en la carcasa que registra la respectiva distancia entre la primera pieza de carcasa (28) y la segunda pieza de carcasa (56), y está unido a la unidad electrónica.
7. Durómetro según la reivindicación 1, **caracterizado porque** incorpora un sensor de aceleración (74) a la carcasa que está unido a la unidad electrónica.
- 35 8. Durómetro según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se prevé una tapa de accionamiento (64) que posee un microinterruptor (57).

Fig. 1

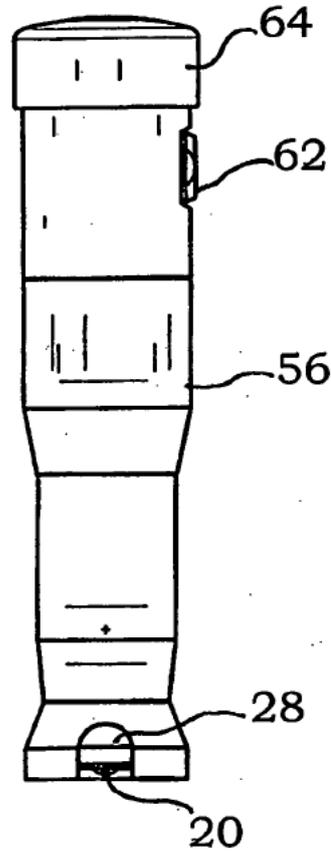


Fig. 3

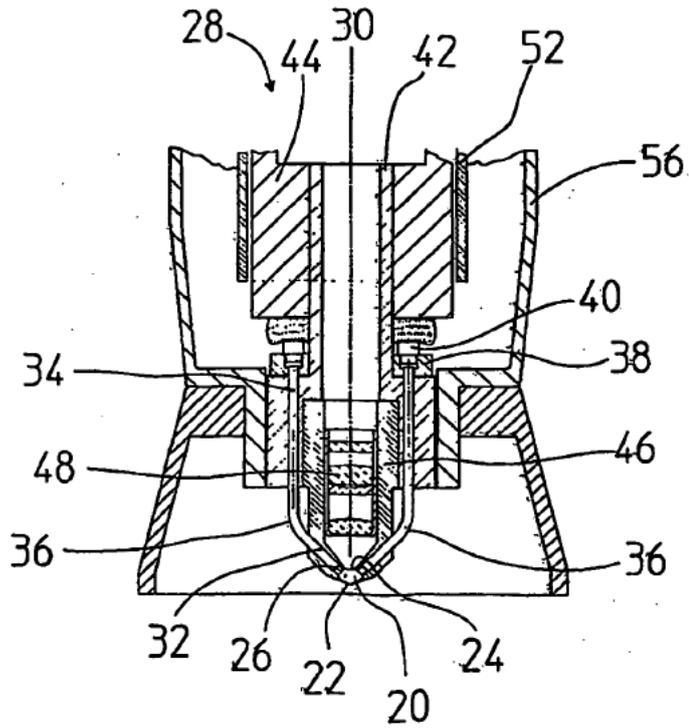


Fig. 2

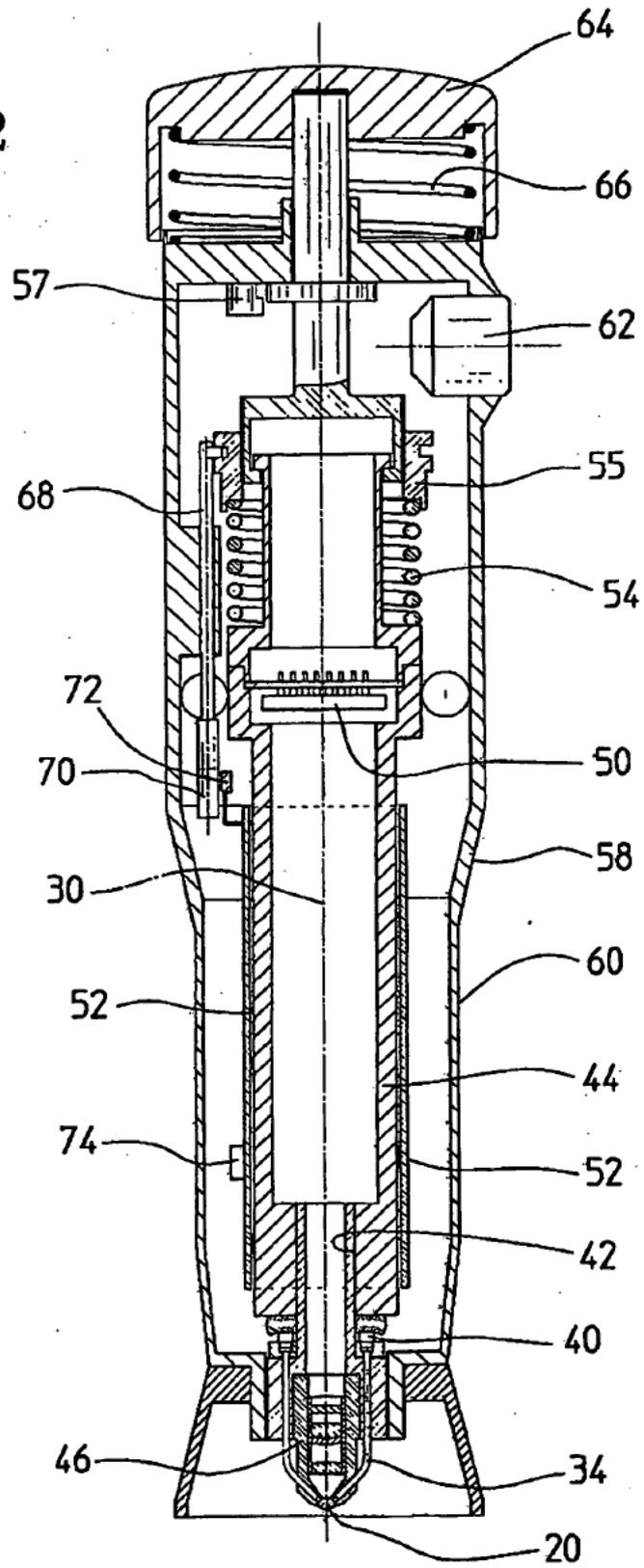


Fig. 4

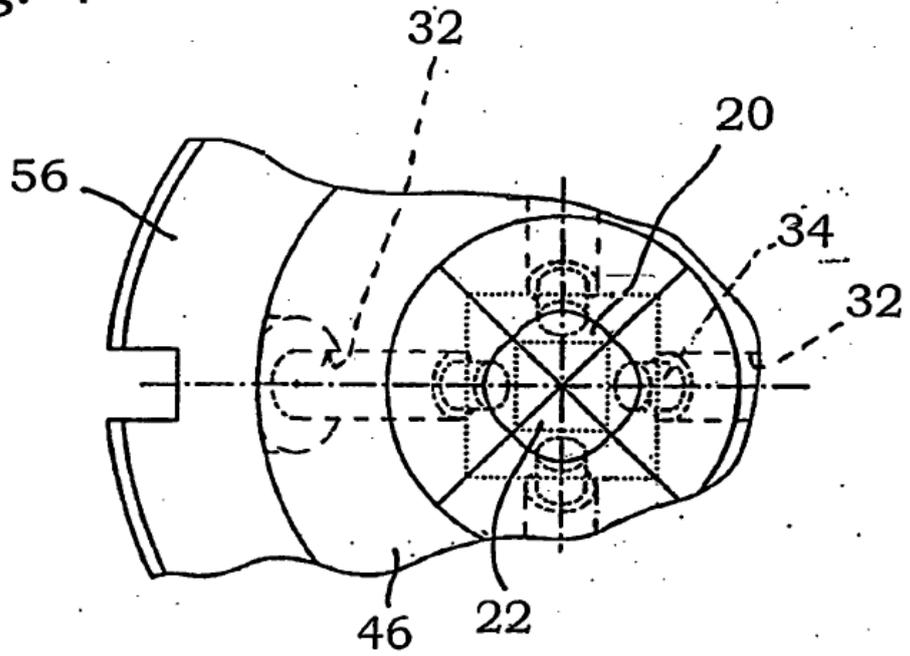


Fig. 5

