



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 338 608**

51 Int. Cl.:  
**G01R 31/26** (2006.01)  
**G01R 31/265** (2006.01)  
**G01N 22/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07818978 .4**  
96 Fecha de presentación : **13.10.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2097761**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.09.2009**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para la determinación de las propiedades eléctricas de una muestra de un material excitable.**

30 Prioridad: **03.11.2006 DE 10 2006 051 577**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.05.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.05.2010**

73 Titular/es: **Deutsche Solar AG.**  
**Berthelsdorfer Strasse 111 A**  
**09599 Freiberg, DE**

72 Inventor/es: **Niklas, Jurgen;**  
**Dornich, Kay y**  
**Erfurt, Gunter**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 338 608 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

Dispositivo y procedimiento para la determinación de las propiedades eléctricas de una muestra de un material excitable.

5

La invención se refiere a un dispositivo para la determinación de las propiedades eléctricas de una muestra de un material excitable. La invención se refiere además a un procedimiento para la determinación de las propiedades eléctricas de un material excitable.

10 La fotoconductividad de los semiconductores se conoce aproximadamente desde hace medio siglo. En este efecto se generan en un semiconductor portadores de cargas libres por irradiación de luz. Los detalles exactos de este proceso dependen del material. Además, unas mínimas irregularidades en la estructura cristalina de un semiconductor ya pueden dar lugar a unas diferencias importantes en la cantidad y en las propiedades eléctricas, tales como la movilidad y la vida útil, de los portadores de cargas que se generen. Esta clase de faltas de homogeneidad repercuten negativamente en la calidad de los componentes semiconductores, por ejemplo en las plaquitas. Por este motivo es de suma importancia establecer una topografía detallada de las propiedades eléctricas de una plaquita para detectar defectos del cristal, en particular incluso ya durante la fabricación de la plaquita. Para ello se puede aprovechar la interacción de los portadores de cargas generados ópticamente, con un campo de microondas exterior.

20 En el documento DE 44 00 097 A1 se describe un procedimiento en el que se irradia luz sobre la superficie de un material semiconductor que se trata de medir, y que de este modo excita en la capa delgada superficial del material semiconductor unos portadores de carga. Una onda electromagnética proyectada sobre la superficie del material semiconductor es reflejada por la superficie en una medida que varía en función de la densidad momentánea del portador de cargas. La onda reflejada se detecta y se evalúa mediante un circuito de tratamiento de la señal.

25 Los procedimientos conformes al estado de la técnica adolecen del inconveniente de una sensibilidad de determinación relativamente reducida, y requieren por lo tanto para el uso de los componentes semiconductores unas tasas de inyección de un valor irrealistamente alto, y requieren mucho tiempo para determinar la topografía detallada de una plaquita completa.

30 La invención tiene como objetivo crear un procedimiento y un dispositivo mediante el cual se pueda determinar la topografía detallada de una plaquita con unas tasas de inyección reducidas y en tiempo corto.

35 Este objetivo se resuelve por las características de la reivindicación 1. La esencia de la invención consiste en que por lo menos una zona parcial de la muestra que se trata de investigar actúa ella misma como elemento parcial de un sistema de resonancia, y porque se mide con resolución en el tiempo la variación de impedancia del sistema de resonancia causada por una excitación controlada de la muestra. Esto da lugar a una sensibilidad de determinación considerablemente más alta y a un considerable ahorro de tiempo en comparación con el estado de la técnica.

40 Otras realizaciones ventajosas de la invención se deducen de las reivindicaciones subordinadas.

Otras características y detalles adicionales de la invención se deducen de la descripción de un ejemplo de realización sirviéndose de los dibujos. Éstos muestran:

45 Fig. 1 una vista esquemática de un dispositivo conforme a un ejemplo de realización,

Fig. 2 una vista esquemática de un puente de microondas que lleva acoplado un sistema de resonancia y un sistema de medición, y

50 Fig. 3 una vista detallada del sistema de resonancia.

A continuación se describe la estructura del dispositivo haciendo referencia a la Fig. 1. Un dispositivo para la determinación de las propiedades eléctricas de una muestra de un material excitable comprende un puente de microondas 1, un sistema de resonancia 2, por lo menos una fuente de excitación 3, un dispositivo de posicionamiento 4 y una instalación de medida 5. Además puede estar prevista una regulación de temperatura para enfriar o calentar el sistema de resonancia 2, que no está representada en la Fig. 1. Además puede estar previsto un dispositivo tampoco representado en la Fig. 1 para hacer el vacío en el sistema de resonancia 2.

60 En primer lugar se describirá con mayor detalle el puente de microondas 1, de por sí conocido, haciendo para ello referencia a la Fig. 2. El puente de microondas 1 comprende una fuente de microondas 6, que puede ser por ejemplo un diodo Gunn. Este genera microondas en un campo de 0,1 a 300 GHz, en particular en un campo de 1 a 100 GHz, en particular en el campo de 6 a 11 GHz, es decir en la banda X. La frecuencia de las microondas generadas por la fuente de microondas 6 se puede sintonizar. Las microondas se reparten por medio de un distribuidor que no está representado, en un brazo principal 7 y un brazo de referencia 8. En el brazo principal 7 está previsto un primer amortiguador. Entre el primer amortiguador y el sistema de resonancia 2 que está acoplado al puente de microondas está previsto un circulador 10. Para ello un primer brazo 11 del circulador 10 está unido al primer amortiguador 9. Un  
65 segundo brazo 12 del circulador 10 está unido al sistema de resonancia 2. Por último, un tercer brazo 13 del circulador

## ES 2 338 608 T3

está unido a un mezclador 14. El brazo de referencia 8 lleva un segundo amortiguador 15 y un modificador de fase 16. El brazo de referencia 8 también está unido al mezclador 14. Las uniones en el puente de microondas 1 están realizadas como guías de ondas 17, es decir en forma de transmisión de microondas. Pueden estar realizados por ejemplo como conductores huecos o cables coaxiales. El puente de microondas 1 también puede presentar un solo amortiguador o incluso ninguno.

A continuación y haciendo referencia a la Fig. 3 se describe el sistema de resonancia 2. El sistema de resonancia 2 comprende un resonador de microondas, una muestra que se trata de investigar, un dieléctrico 18 que absorbe las microondas y un reflector de microondas 19. El dieléctrico 18 puede ser por ejemplo de vidrio, teflón o aire. El reflector de microondas 19 consiste en un material de alta conductividad eléctrica, por ejemplo un metal, en particular Cu, Au, Al, latón, etc. o un material semiconductor altamente dotado. Existe la posibilidad de prever para una muestra más de un resonador de microondas. El resonador de microondas está realizado como resonador de cavidad 20, en particular como resonador de cavidad cilíndrica 20. Caben también otras formas geométricas del resonador de cavidad 20. El resonador de cavidad 20 también puede estar realizado en forma de cubo. El resonador de cavidad 20 tiene una calidad  $Q$  siendo  $Q > 100$ , en particular  $Q > 1000$ .

El resonador cilíndrico de cavidad 20 presenta una cavidad 21 de forma cilíndrica con un eje longitudinal central 22 así como una pared lateral 23 que rodea el perímetro de la cavidad 21, y por lo menos una primera pared frontal 24 que cubre por lo menos la cara frontal de la cavidad 21. Sobre el lado de la cavidad 21 opuesto a la primera pared frontal 24 y a lo largo del eje longitudinal central 22 está prevista una segunda pared frontal 25. La segunda pared frontal 25 presenta un orificio 26. El orificio 26 tiene preferentemente una sección circular con un diámetro  $D$ , y está dispuesta concéntricamente con respecto al eje longitudinal central 22. Se tiene:  $1 \text{ mm} < D < 30 \text{ cm}$ , en particular  $1 \text{ cm} < D < 10 \text{ cm}$ . Las paredes 23, 24, 25 que limitan la cavidad 21 son de un material de alta conductividad eléctrica, por ejemplo metal, y en particular Cu, Au, latón, etc. A lo largo del eje longitudinal central 22 y fuera de la cavidad 21 y a una distancia  $a$  delante del orificio 26 se encuentra una muestra que se trata de investigar. En este caso rige:  $a < 5 \text{ cm}$ , en particular  $a < 1 \text{ cm}$ , muy particularmente  $a < 1 \text{ mm}$ . Al ir aumentando la distancia  $a$ , disminuye la calidad  $Q$ . La muestra se compone de un material excitable, en particular de un material semiconductor. La probeta puede ser por ejemplo una plaquita 27, en particular de silicio. Por el lado de la plaquita 27 situada frente al resonador de cavidad 20 están situados el dieléctrico 18 que absorbe las microondas y el reflector de microondas 19. Tanto el dieléctrico 18 como también el reflector de microondas 19 tienen unas medidas en dirección perpendicular al eje longitudinal central 22 que son como mínimo tan grandes como el orificio 26 representado, de modo que recubran completamente no sólo el dieléctrico 18 como también el reflector de microondas 19 al realizar la proyección en la dirección del eje longitudinal central 22. Tanto el dieléctrico 18 como también el reflector de microondas 19 están realizados esencialmente de forma laminar. El dieléctrico 18 presenta un espesor del orden de 0 cm hasta 5 cm. El reflector de microondas 19 lleva una capa que es mayor que la profundidad de la piel de microondas, en particular es mayor que  $10 \mu\text{m}$ . El reflector de microondas 19 también puede ser parte de la misma plaquita 27, en particular cuando se miden materiales altamente dotados o células solares terminadas. Alternativamente, el sistema de resonancia 2 no lleva ningún dieléctrico 18.

El resonador de cavidad 20 presenta en la pared lateral 23 un diafragma 28. En el orificio libre del diafragma 28 está previsto además un tornillo de sintonización enroscable 29. El resonador de cavidad 20 está acoplado al puente de microondas a través del diafragma 28 mediante una de las guías de ondas 17. Alternativamente el diafragma 28 también puede estar previsto en la primera pared frontal 24. En lugar del acoplamiento a través del diafragma 28 las microondas procedentes del puente de microondas 1 también pueden estar acopladas al resonador de cavidad 20 por medio de un sistema de antenas.

El sistema de resonancia 2 presenta en conjunto una impedancia  $Z$  que depende no sólo de la impedancia del resonador de impedancia 20 sino también de la de la plaquita 27. De acuerdo con el ejemplo de realización está previsto situar varias fuentes de excitación 3 en el entorno de la plaquita 27. Deben entenderse como tales todas las disposiciones en las que las fuentes de excitación 3 pueden generar en la plaquita 27 unos portadores de carga libres. Las fuentes de excitación 3 son en particular fuentes de excitación 3 ópticas, por ejemplo láser o LEDs. La longitud de ondas de la luz de la fuente de excitación 3 está dentro de una gama de 200 nm a 10.000 nm, en particular en una gama de 400 nm a 1200 nm. Cada una de las fuentes de excitación 3 presenta eventualmente un sistema óptico, no representado en las figuras, necesario para el enfoque, para regular la intensidad y para orientar la excitación. El número de fuentes de excitación 3 está dentro de un campo de 1 a 1000.

Las fuentes de excitación 3 están dispuestas y alineadas ventajosamente de tal modo que la disposición de todas ellas no solamente cubre sin ningún hueco las zonas de la plaquita 27 que se pueden excitar sobre la plaquita 27 sino que también se transforma en sí misma mediante un giro de un ángulo de  $60^\circ$  ó  $90^\circ$  alrededor del eje longitudinal central 22.

Igualmente está previsto apoyar la plaquita 27 de forma desplazable en el plano perpendicular al eje longitudinal central 22 mediante el dispositivo de posicionamiento 4. Como alternativa, la plaquita puede estar apoyada fija siendo el resonador de cavidad 20 el que esté dispuesto de modo desplazable en el plano perpendicular al eje longitudinal central 22. En ambos casos, el dieléctrico 18 y el reflector de microondas 19 cubren el orificio 26 completamente también después de efectuado un desplazamiento del resonador de cavidad 20. El dispositivo de posicionamiento 4 puede estar realizado como un robot, un manipulador de plaquitas, cintas transportadoras, etc. En principio se pueden mover también el reflector de microondas y el dieléctrico junto con el resonador.

## ES 2 338 608 T3

El puente de microondas 1, la por lo menos una fuente de excitación 3 y el dispositivo de posicionamiento 4 están unidos a un sistema de control programable 30.

A continuación se describe el funcionamiento del dispositivo conforme a la invención. Para determinar las propiedades eléctricas de la plaquita 27 que se trata de ensayar se acoplan microondas procedentes de la fuente de microondas 6 a través de la guía de ondas 17 en el brazo principal 7 del puente de microondas y continúan después de atravesar el circulador 10 a través del diafragma 28 al sistema de resonancia 2. En el resonador de cavidad 20 las microondas son reflejadas prácticamente sin pérdidas por la pared lateral 23 así como por la primera y segunda pared frontal 24, 25. En la zona del orificio 26 en la segunda pared frontal 25 del resonador de cavidad 20, las microondas inciden sobre la plaquita 27, y si la plaquita 27 no tapa completamente el orificio 26, inciden sobre el dieléctrico 18 y el reflector de microondas 19. Las microondas que inciden sobre la plaquita 27 son reflejadas por ésta en función de la conductividad de la plaquita 27. Si la plaquita 27 presenta sólo una conductividad eléctrica reducida y/o no recubre completamente el orificio 26, las microondas que salen de la cavidad 27 a través del orificio 26 son reflejadas por el reflector de microondas. La cavidad 21 está por lo tanto rodeada totalmente de paredes de alto nivel de conductividad, con independencia de la conductividad de la plaquita 27, es decir que está eléctricamente cerrada. La disposición de la plaquita 27, del dieléctrico 18 que absorbe las microondas y del reflector de microondas 19 con relación al resonador de cavidad 20, en particular con relación al orificio 26, resulta sumamente universal en cuanto a los materiales que se pueden investigar. Permite efectuar investigaciones de plaquitas 27 tanto de escasa conductividad eléctrica como también de alta conductividad eléctrica, y funciona también si la plaquita 27 cubre sólo una parte del orificio 26.

Si las microondas acopladas al sistema de resonancia 2 tienen una frecuencia adecuada se produce el caso de resonancia en el que en la cavidad 21 se forman unas microondas estacionarias. La longitud de onda o frecuencia de estas microondas estacionarias depende entre otras cosas de la geometría de la cavidad 21 y especialmente de la conductividad de las paredes que rodean la cavidad 21 o de la conductividad de la plaquita 27.

El tornillo de sintonización 29 en el diafragma 28 en el que se acoplan las microondas procedentes de la fuente de microondas 6 a través del brazo principal 7 mediante la guía de ondas 17 al resonador de cavidad 20 actúa como condensador variable mediante el cual se puede regular la impedancia del resonador de cavidad 20 y por lo tanto la impedancia del sistema resonador 2. De este modo se tiene la posibilidad de sintonizar la resistencia del sistema de resonancia 2 con la de la guía de ondas 17 que comunica el brazo principal 7 del puente de microondas 1 con el resonador de cavidad 20, es decir acoplar de forma crítica el sistema de resonancia 2 al puente de microondas 1. En el caso de acoplamiento crítico del sistema de resonancia 2 al puente de microondas 1 toda la potencia de las microondas en la guía de ondas 17 se acopla en el sistema de resonancia 2, y no se refleja ninguna potencia por el sistema de resonancia 2.

Para sintonizar tanto la frecuencia de las microondas generadas por la fuente de microondas 6 por una parte como también la posición del tornillo de sintonización 29 en el diafragma 28 por otra, de acuerdo con la impedancia del sistema de resonancia 2, se procede en la forma siguiente:

En primer lugar se sintoniza la frecuencia de las microondas generadas por la fuente de microondas 6 de tal modo de acuerdo con el sistema de resonancia 2, en particular de acuerdo con la geometría del resonador de cavidad 20, que en el resonador de cavidad 20 se forma una microonda estacionaria. A continuación se ajusta el tornillo de sintonización 29 del diafragma 28 de tal modo que el sistema de resonancia quede acoplado en gran medida de forma crítica, es decir sin reflejos, a la guía de ondas 17 que comunica el circulador 10 con el sistema de resonancia 2. El acoplamiento de alto grado crítico se puede conseguir alternativamente mediante un posicionamiento exacto de una antena en el interior del resonador de cavidad 20. En caso de necesidad se puede repetir la sintonización de la frecuencia de las microondas generadas por la fuente de microondas 6 y el ajuste del tornillo de sintonización 29.

En un caso normal es casi imposible acoplar el sistema de resonancia 2 al puente de microondas 1 de modo totalmente exento de reflejos. Para tener esto en cuenta se ajustan la amplitud y la fase de las microondas en el brazo de referencia 8 del puente de microondas 1 mediante el segundo amortiguador 15 y/o el modificador de fase 16, de tal modo que al producirse la superposición en el mezclador 14 se anulen precisamente contra las microondas reflejadas por el sistema de resonancia 2 que son conducidas a través del tercer brazo 13 desde el circulador 10 al mezclador 14. En este estado no llega ninguna señal del mezclador 14 al sistema de medición 5.

El encendido de por lo menos una fuente de excitación 3 da lugar a la excitación eléctrica en una parte localmente limitada de la plaquita 27. Las dimensiones de la zona parcial excitada de la plaquita 27 en dirección perpendicular al eje longitudinal central 22 vienen dadas por la extensión del rayo de luz en esta dirección. La zona parcial excitada es en particular una zona de diámetro esencialmente circular, perpendicular al eje longitudinal central 22, en una gama de  $1\ \mu\text{m}$  a 4 cm, en particular en la gama de  $10\ \mu\text{m}$  a 5 mm. En la dirección del eje longitudinal central 22, la extensión de la parte excitada de la plaquita 27 depende de la profundidad de penetración de la luz procedente de la fuente de excitación 3 en la plaquita 27.

Las fuentes de excitación 3 se activan de modo pulsante por el dispositivo de control 30, estando el período de tiempo de un impulso en una gama de  $0,1\ \mu\text{s}$  hasta 1 s, en particular en una gama de 10 a  $100\ \mu\text{s}$ . Las fuentes de excitación 3 son además activadas por el sistema de control 30 de modo secuencial con una frecuencia en la gama de 1 Hz a 100 MHz, en particular de 1 Hz a 1 MGz, en particular de 1 kHz a 100 kHz.

## ES 2 338 608 T3

Mediante la excitación se generan en la plaquita 27 portadores de carga libres. De este modo varía la conductividad en por lo menos una zona parcial de una de las superficies que limitan la cavidad 21, con lo cual se modifican las propiedades de reflexión en cuanto a las microondas en esta zona parcial. De este modo también se modifica la impedancia del sistema de resonancia 2, que de este modo deja de estar acoplado al puente de microondas 1 de forma crítica, es decir exenta de reflejos. Dado que los parámetros del puente de microondas 1 y del sistema de resonancia 2 se ajustaron entre sí precisamente de modo que el sistema de resonancia 2 se encuentre en resonancia en el estado no excitado de la plaquita, y dado que la calidad del resonador de cavidad 20 es muy alta, se pueden determinar con gran sensibilidad incluso las más pequeñas variaciones de conductividad de la plaquita 27 producidas por la excitación de la plaquita 27 y las modificaciones de impedancia de la plaquita 27 debidas a ello, y por lo tanto del conjunto del sistema de resonancia 2. La potencia reflejada por el sistema de resonancia 2 da lugar a una señal de microondas que entra en el circulador 10 a través del segundo brazo 12, y que a través del tercer brazo 13 llega del circulador 10 al mezclador 14. En el mezclador 14 se superpone la señal reflejada con la señal de microondas del brazo de referencia 8 del puente de microondas 1, ajustada en la forma antes descrita antes de encender una de las fuentes de excitación 3. Desde el mezclador 14, la señal pasa al dispositivo de medición 5 donde se memoriza descompuesta en el tiempo, se sigue tratando y se evalúa. Mediante esta disposición se pueden determinar incluso las más pequeñas variaciones de las propiedades de resonancia del sistema de resonancia 2. Esto permite reducir la potencia de excitación de la fuente de excitación 3 hasta  $0,001 \text{ mW/cm}^2$ . Una potencia de excitación tan baja es ventajosa ya que se encuentra dentro del campo de la potencia de excitación que efectivamente aparecerá durante el futuro uso de la plaquita. Caben también potencias de excitación mayores hasta por ejemplo  $100 \text{ W/cm}^2$ .

Las fuentes de excitación 3 se activan de forma secuencial por el dispositivo de control 30. El intervalo de tiempo que transcurre entre el apagado de la fuente de excitación anterior 3 y el encendido de la fuente de excitación 3 siguiente está entre  $1 \mu\text{s}$  hasta 1 s. Este intervalo está elegido en particular de tal modo que más del 90%, en particular más del 99% de los portadores de carga generados por el encendido de la fuente de excitación 3 anterior se hayan recombinado hasta que se encienda la fuente de excitación 3 siguiente.

Con el fin de poder determinar las propiedades eléctricas en todo el campo de la plaquita 27, la plaquita 27 se puede desplazar con precisión en dirección perpendicular al eje longitudinal central 22 respecto al orificio 26 del resonador de cavidad 20, sirviéndose del dispositivo de posicionamiento 4.

Los portadores de carga libres generados al encender la fuente de excitación 3 tienen sólo una vida útil limitada, al cabo de la cual se vuelven a recombinar. Aquí se ha comprobado que la recombinación de los portadores de carga libres se ve influenciada por defectos del cristal tales como por ejemplo puntos de interferencia, átomos extraños o Traps. En general, el transitorio se puede describir muy bien después de apagar la fuente de excitación 3 mediante una suma de varias funciones exponenciales. La rápida caída del transitorio da una medida de la vida útil de recombinación. En la segunda parte, más lenta, del transitorio decadente se puede observar la influencia que tienen los defectos del cristal en los portadores de carga. La evaluación de las señales medidas por el dispositivo de medición 5, por ejemplo sirviéndose de la técnica de las dos puertas, en la que la amplitud de la señal se mide en dos intervalos, preferentemente de igual longitud pero con distintos momentos de inicio después de apagar la fuente de excitación 3, y se sigue evaluando permitiendo por lo tanto de forma sencilla sacar conclusiones relativas a la distribución y concentración de los defectos de cristal en la plaquita 27, así como sobre la longitud de difusión, es decir la movilidad de los portadores de carga libres.

El número de puntos de medición que se han de medir para obtener una topografía del conjunto de la plaquita depende de la resolución deseada, es decir del diámetro del rayo de luz de las fuentes de excitación 3, de las dimensiones de la plaquita 27 y de la calidad del material. Un factor importante fue hasta ahora aquí además el tiempo disponible. Mediante el dispositivo conforme a la invención o el procedimiento conforme a la invención se reduce notablemente el tiempo requerido para la determinación topográfica de las propiedades eléctricas de un conjunto de plaquita. Para una plaquita típica, una determinación topográfica de esta clase utilizando los medios aquí descritos, tarda menos de 10 s, en particular menos de 1 s.

Para mejorar las relaciones señal-ruido se pueden repetir las mediciones varias veces.

# ES 2 338 608 T3

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la determinación de las propiedades eléctricas de una muestra de un material excitable, en particular de una plaquita de silicio, comprendiendo:
- 10 a. una fuente de microondas (6) para generar un campo de microondas,
  - b. un sistema de resonancia (2) acoplado a la fuente de microondas (6) de una forma que transmita las microondas, que comprende
    - 15 i. un resonador de microondas,
    - ii. la muestra que se trata de investigar,
  - 20 c. por lo menos una fuente de excitación (3) situada en el entorno de la muestra para la excitación eléctrica controlada de la muestra, y
  - d. un dispositivo de medición (5) para medir por lo menos un parámetro físico del sistema de resonancia (2).
2. Dispositivo conforme a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el resonador de microondas es un resonador de cavidad (20) con una cavidad (21).
- 25 3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el resonador de cavidad (20) presenta un orificio (26) delante del cual está situada la muestra.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque por el lado de la muestra alejado del orificio (26) está dispuesto un dieléctrico (18) que absorbe las microondas.
- 30 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque por el lado de la muestra alejado del orificio (26) está dispuesto un reflector de microondas (19).
- 35 6. Dispositivo conforme a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la por lo menos una fuente de excitación (3) está controlada de modo pulsante.
- 40 7. Dispositivo conforme a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por estar previstas varias fuentes de excitación (3).
8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado** porque las fuentes de excitación (3) están controladas de forma secuencial.
- 45 9. Dispositivo conforme a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la muestra y el resonador de cavidad (20) se pueden desplazar relativamente la una respecto al otro en un plano perpendicular al eje longitudinal central (22).
10. Procedimiento para la determinación topográfica de las propiedades eléctricas de una muestra de un material excitable, en particular de una plaquita de silicio (27), comprendiendo los pasos siguientes:
- 50 a. Preparación
    - i. de una fuente de microondas (6) sintonizable,
    - 55 ii. de un sistema de resonancia (2) acoplado de forma sintonizable a la fuente de microondas (6), comprendiendo un resonador de microondas y una muestra,
    - iii. por lo menos una fuente de excitación (3) situada en el entorno de la muestra,así como
  - 60 iv. un sistema de medición (5).
  - b. Generación de un campo de microondas en el sistema de resonancia (2) mediante la fuente de microondas (6),
  - 65 c. Sintonización de la frecuencia del campo de microondas de acuerdo con una frecuencia de resonancia del sistema resonador (2) en un estado no excitado de la muestra,

## ES 2 338 608 T3

- d. Sintonización del acoplamiento del sistema de resonancia (2) a la fuente de microondas (6) de tal modo que el acoplamiento esté en gran medida exento de reflejos,
- e. Excitación local de la muestra, en particular generación de portadores de carga libres en la muestra mediante el encendido controlado de la por lo menos una fuente de excitación (3), y
- f. Determinación descompuesta en el tiempo de la variación provocada por la excitación de por lo menos un parámetro físico del sistema de resonancia (2) mediante el sistema de medición (5).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

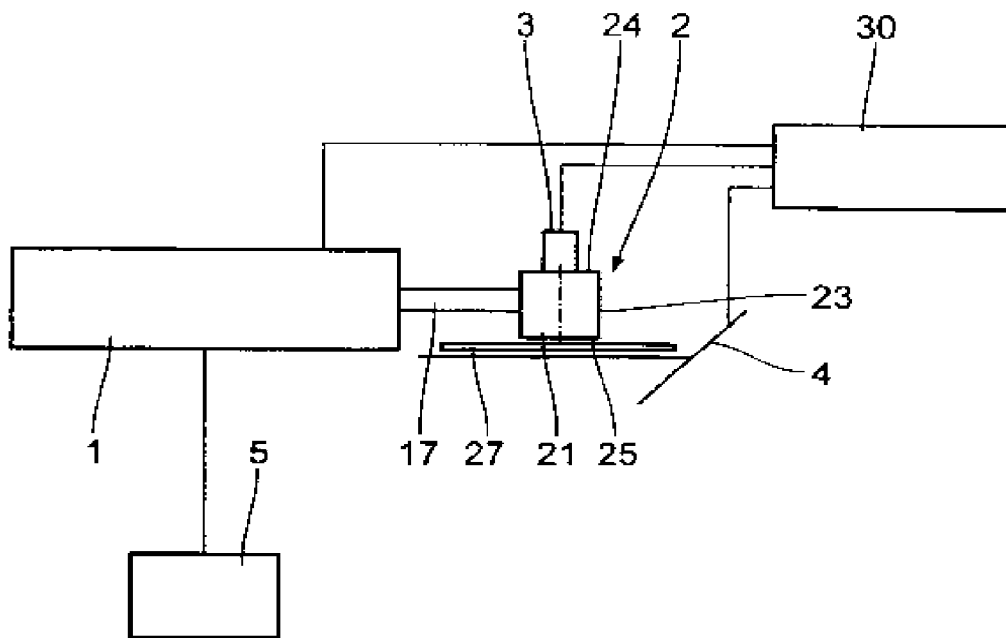


Fig. 1

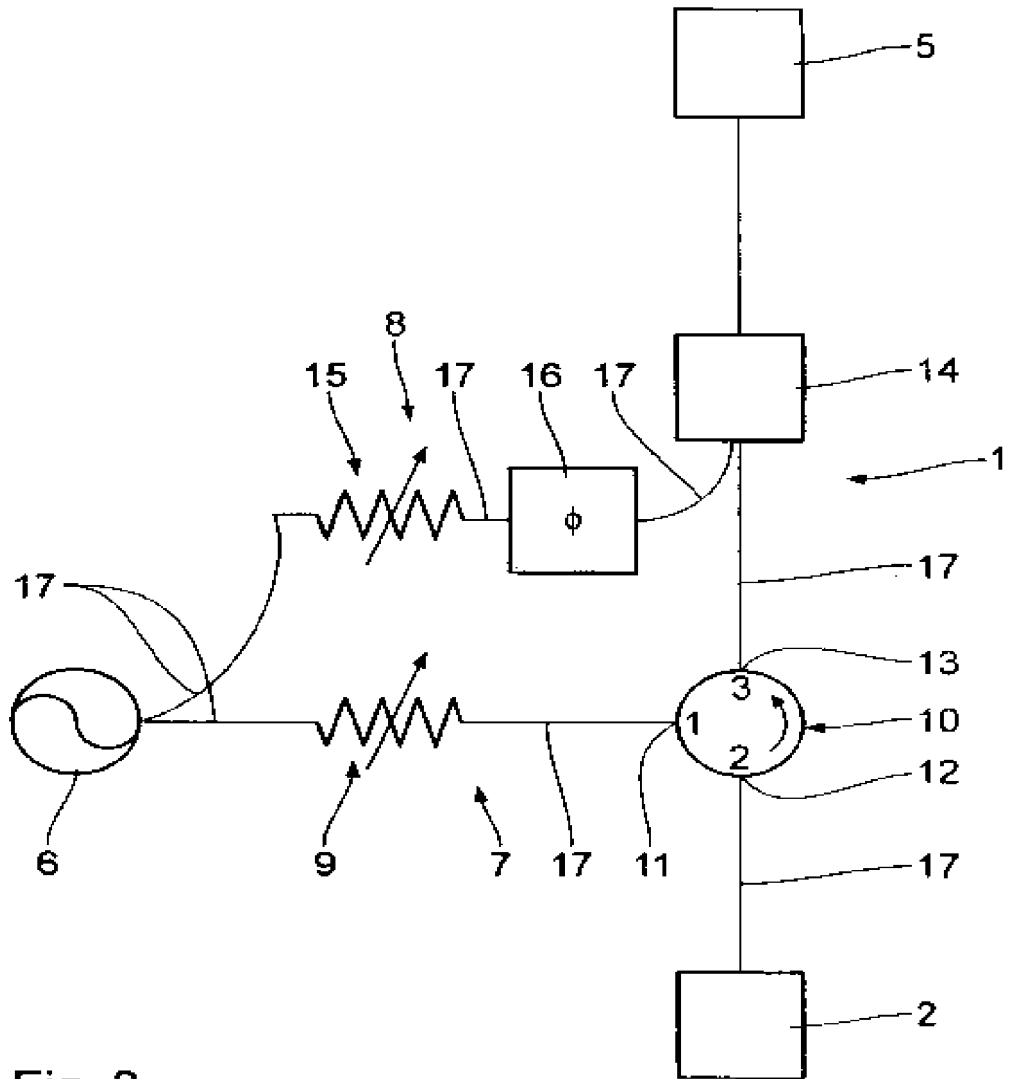


Fig. 2

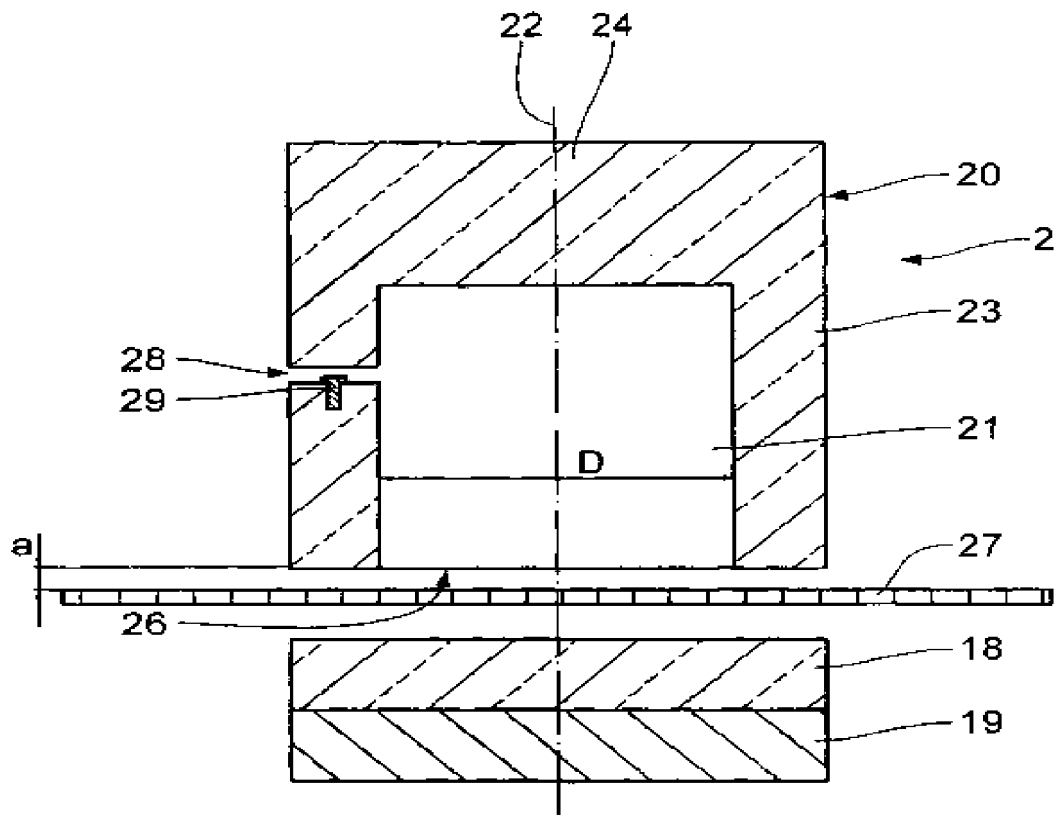


Fig. 3