

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 864**

21 Número de solicitud: 201530050

51 Int. Cl.:

G01N 1/00 (2006.01)

B23K 26/00 (2014.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

16.01.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.07.2016

Fecha de concesión:

21.04.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

28.04.2017

73 Titular/es:

INDRA SISTEMAS, S.A. (100.0%)

Avda. Bruselas, 33-35

28108 Alcobendas (Madrid) ES

72 Inventor/es:

GARCÍA RIERA, Adolfo;

DOÑA FERNANDEZ, Alicia;

HERNÁNDEZ CRESPO, F. Javier y

CALVO DÍEZ, Montserrat

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

54 Título: **Equipo para el análisis de residuos de disparos, métodos para la determinación de la presencia de residuos de disparo y método para determinar la distancia de disparo**

57 Resumen:

Equipo para el análisis de residuos de disparos, que consiste en un equipo basado en la espectrometría de plasma inducido por láser, que comprende:

- un cabezal láser pulsado (1)
- un sistema óptico (2) de guiado y enfoque del láser
- al menos un espectrómetro (3) para el análisis de las emisiones del plasma
- un sistema óptico (4) para el guiado de la radiación emitida por el plasma hasta los espectrómetros (3)
- un sistema de sincronización de los espectrómetros (3) con el pulso láser
- un sistema (5) para representar y/o procesar los espectros capturados, y
- una cubierta (7) del sistema óptico (2) de guiado y enfoque del láser, presentando uno de los extremos de la cubierta (7) una zona (8, 8') con varios elementos salientes (9, 9') de apoyo, siendo esta zona desmontable y reemplazable.

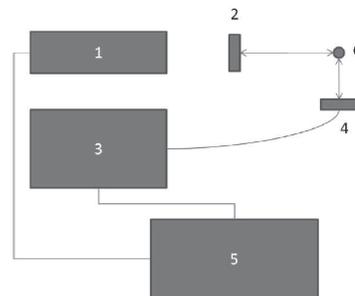


FIG. 1

ES 2 577 864 B1

DESCRIPCIÓN

Equipo para el análisis de residuos de disparos, métodos para la determinación de la presencia de residuos de disparo y método para determinar la distancia de disparo.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un equipo para el análisis de residuos de disparos en zonas corporales o de la ropa del posible autor de un disparo o de una víctima, por lo que se encuadra dentro del campo de la investigación forense, y más en particular dentro de la balística de efecto, tanto en el escenario de un delito como en un laboratorio.

10 La presente invención también se refiere a métodos para la determinación de la presencia de residuos de disparo y a un método para determinar la distancia de disparo, dentro del mismo campo técnico.

Antecedentes de la invención

15 En la actualidad, los laboratorios forenses utilizan kits de muestreo basados o bien en el uso de un paño impregnado con un disolvente con el que se frota la superficie corporal que se quiere analizar, o bien en una superficie de carbono con un adhesivo, que se analizan en un laboratorio mediante el microscopio de barrido electrónico u otras técnicas. Lamentablemente, estas técnicas solamente detectan la contaminación superficial que es “arrastrada” en el kit de muestreo, pero son inútiles si el sospechoso ha realizado un lavado cuidadoso, y no permiten distinguir si se trata de contaminación accidental (procedente del entorno) o si el sospechoso ha disparado un arma recientemente.

20 Para la detección del tatuaje profundo dejado por el disparo de un arma de fuego, tradicionalmente se ha utilizado la prueba de la parafina, que consiste en que se extiende, mediante un pincel de nylon, parafina de buena calidad fundida a temperatura adecuada sobre el sector de las manos formado por pulgar e índice y la parte intermedia; una vez solidificada la parafina, se obtiene un molde que es analizado mediante reactivos químicos.

25 La parafina caliente provoca dilatación de los poros y ligera tumefacción, con lo cual las partículas asentadas en la piel son transferidas y retenidas al solidificarse la misma. Sin embargo, esta prueba está en desuso debido a la poca especificidad de la misma.

30 La espectrometría de plasma inducido por láser (o espectroscopia LIBS, “Laser Induced Breakdown Spectroscopy”) es una técnica para la detección de residuos de disparos ampliamente empleada en la actualidad. Pueden encontrarse diversas publicaciones científicas al respecto, como por ejemplo C.R. Dockery, S.R. Goode, Appl. Opt. 42, 6153 (2003); C.R. Dockery, Matthew B. Rosenberg, Journal of Undergraduate Chemistry Research (2011); o el

libro "Laser-Induced Breakdown Spectroscopy, Theory and Applications", Springer-Verlag Berlin Heideberg 2014.

Existen algunos equipos comerciales para la detección de residuos de disparo en los kits de muestreo utilizados habitualmente, como el ECCO de Foster Freeman
5 (<http://www.fosterfreeman.com/index.php/trace-evidence/ecco-col-180-laser-induced-breakdown-spectrometer>).

También pueden encontrarse en el mercado algunos equipos LIBS portátiles (Porta LIBS 2000 Stellar net) y de laboratorio (ChemReveal LIBS Desktop Elemental Analyzer: Chem logix).

10 La aplicabilidad de la espectroscopia LIBS a la detección de residuos de disparos es conocida en la comunidad científica desde hace años. En el año 2000 Goode y colaboradores publicaron un artículo en el que se empleaba LIBS para discriminar munición de distintos fabricantes. En 2002 S. Goode and C.R. Dockery publicaron un artículo en el que mostraban la posibilidad de identificar residuos de disparos en las manos de un tirador, en base a la
15 detección de las líneas de emisión correspondientes al Ba y al Pb. En 2003 C.R. Dockery y S.R. Goode publicaron un estudio para determinar la persistencia de los residuos en las manos de un tirador en base a la presencia de emisiones de Ba. En 2009 Maria José Silva, Juliana Cortez y otros publicaron un artículo en Chem. Soc. 20, 1887 (2009) en el que determinaban que era posible discriminar entre voluntarios que habían realizado disparos y los
20 que no mediante el análisis de la presencia de Pb y Ba en las manos de los voluntarios. Los artículos mencionados siempre han sido realizados utilizando kits de muestreo (generalmente cinta adhesiva).

La aplicabilidad de la técnica LIBS a la solución de los problema de la ciencia forense está claramente condicionada por el equipo utilizado para realizar los análisis, como lo demuestra
25 la disparidad de resultados obtenidos en los distintos artículos publicados sobre el tema que se han citado anteriormente.

El documento de patente EP2359110 describe un dispositivo de espectrometría de plasma inducido por láser (dispositivo LIBS) para el análisis de materiales en la línea de producción. El dispositivo es portátil y autónomo, y comprende una carcasa que contiene un generador
30 láser que emite los pulsos de láser focalizados sobre la superficie de un material que se desea analizar mediante un espejo parabólico que es desplazable dentro de la carcasa para realizar una serie de medidas puntuales a lo largo de una línea de lectura en la superficie del material que se desea analizar, así como para tomar una medida de una muestra de calibración montada en la punta de medida de la carcasa.

El documento WO2014113574, referido a un sistema espectrométrico automatizado de muestreo, enfoque y limpieza, describe un sistema de análisis que incluye una lente concentradora desplazable, un láser (típicamente un láser seguro para la vista) orientado hacia la lente concentradora, y un espectrómetro que genera como respuesta la intensidad de los datos provenientes de la muestra. Un sistema de control sensible al espectrómetro y configurado para activar el láser procesa la respuesta del espectrómetro y ajusta la posición de la lente concentradora en relación con la muestra hasta que la respuesta del espectrómetro indique una intensidad máxima o cercana la intensidad máxima resultando un haz reflejado del láser concentrado en un punto en la muestra.

10 La determinación de la presencia de residuos de disparos (“Gun Shot Residue”, GSR en su siglas en Inglés) en el cuerpo o en la ropa de un sospechoso de haber disparado un arma de fuego es un problema largamente tratado en la ciencia forense. Las dificultades a las que se enfrentan los forenses son fundamentalmente dos:

15 - Si el sospechoso realiza un lavado cuidadoso de sus manos y antebrazos, puede eliminar con facilidad los residuos de disparo, de forma que los kits de muestreo utilizados no recogen cantidad suficiente de muestra, teniendo el análisis como resultado un falso negativo.

20 - Los residuos de disparo se transfieren con facilidad de un sujeto que ha disparado un arma a otro que no lo ha hecho por un simple contacto. De la misma forma, si el sospechoso está en un ambiente contaminado, un resultado positivo tras el muestreo con los kits puede deberse a la transferencia de residuos entre el ambiente y el sujeto.

Estos dos problemas se han discutido largamente en la ciencia forense, y hasta el momento no se ha encontrado una técnica de análisis que permita evitarlos.

Sumario de la invención

25 El objeto de la presente invención es proporcionar un equipo para el análisis de residuos de disparos que elimine los inconvenientes de la técnica anterior, resolviendo los problemas apuntados.

La presente invención permite detectar residuos de disparos en las manos de un tirador después de varios días, incluso después de un lavado cuidadoso empleando agua y alcohol.

30 El equipo y métodos propuesto son aplicables tanto a sospechosos como a víctimas, y son al mismo tiempo capaces de detectar la contaminación superficial que se elimina fácilmente con un lavado.

La invención proporciona un equipo para el análisis de residuos de disparos que consiste en un equipo basado en la espectrometría de plasma inducido por láser, que comprende:

- un cabezal láser pulsado,
- un sistema óptico de guiado y enfoque del láser sobre la muestra,
- 5 - al menos un espectrómetro para el análisis de las emisiones del plasma,
- un sistema óptico para el guiado de la radiación emitida por el plasma hasta los espectrómetros,
- un sistema de sincronización de los espectrómetros con el pulso láser,
- un sistema para representar y/o procesar los espectros capturados, y
- 10 - una cubierta del sistema óptico de guiado y enfoque del láser, presentando uno de los extremos de la cubierta una zona con varios elementos salientes de apoyo, siendo esta zona desmontable y reemplazable.

La configuración del equipo permite las siguientes aplicaciones:

- 15 - Capacidad de detectar el tatuaje indeleble dejado por el disparo que no se puede eliminar mediante el lavado.
- Capacidad de proporcionar un resultado inmediato y fiable del análisis de los kits de muestreo utilizados habitualmente, permitiendo conservar una cantidad de muestras suficiente para la aplicación de los métodos actuales y utilizar estos resultados en los tribunales si fuese necesario.
- 20 - Permite realizar medidas de la concentración de los residuos de disparos a diferentes distancias del orificio del proyectil para realizar una estimación de la distancia de disparo del arma.

La invención también proporciona un método para la determinación de la presencia de residuos de disparo, que emplea el equipo de la invención y que comprende las siguientes etapas:

- 25 - realización de un muestreo sobre las manos o la ropa del presunto tirador utilizando un kit de muestreo o tampón,
- realización del análisis de la superficie del tampón que contiene la muestra aproximando el tampón al equipo y efectuando un número de disparos láser que pue-

de variar entre un único disparo y los necesarios para analizar toda la superficie del tampón, moviendo la muestra en el intervalo entre disparos, y

- análisis de los espectros adquiridos para determinar la presencia de los elementos propios del fulminante de las municiones, como Sb, Pb, Ba, Zn, Ti, Al o Sr, pero sin limitarse a éstos.

5

La determinación de la presencia de los elementos químicos anteriores o de combinaciones de los mismos permite determinar si la persona analizada ha estado en contacto recientemente con munición disparada y determinar el tipo de munición empleada.

La invención también proporciona un método para la determinación de la presencia de residuos de disparo, que emplea el equipo de la invención y que comprende las siguientes etapas:

10

- realización de un análisis directo de la zona a analizar, aproximando el cabezal del equipo de la reivindicación 1 a la zona a analizar, enfocando el láser directamente sobre dicha zona a analizar, y efectuando disparos láser desplazando el cabezal del equipo o la zona a analizar entre disparo y disparo, y
- análisis de los espectros adquiridos para determinar la presencia de los elementos propios del fulminante de las municiones, como Sb, Pb, Ba, Zn, Ti, Al o Sr.

15

Una ventaja de este método es que permite identificar personas que han realizado disparos días antes del análisis incluso habiendo realizado un cuidadoso lavado de sus manos.

20

La invención también proporciona un método para determinar la distancia de disparo, que emplea el equipo de la invención y comprende las siguientes etapas:

- sobre una línea radial, con centro en el centro del orificio o impacto del proyectil, se delimitarán áreas iguales a distancias predeterminadas y crecientes del orificio, estando la primera de las áreas situada sobre el borde del orificio y las demás alejándose en sentido radial,
- sobre cada una de las áreas delimitadas se realizará un análisis directo, realizando un número igual de disparos de láser, un mínimo de tres disparos siendo el máximo dependiente del tamaño del área establecido,
- para cada uno de los disparos se establecerá la amplitud de los picos representativos de cada uno de los elementos que forma parte de los fulminantes utilizados Sb, Pb, Ba, Zn, Ti, Al, Sr obteniéndose un número de cuentas para cada pico/elemento,

25

30

- para cada área definida se realizará un promedio de la concentración o amplitud de los picos de los elementos detectados,
 - en una gráfica se representarán las concentraciones medias, comenzado con la concentración calculada en el orificio, siendo la gráfica representativa de las variaciones de la concentración del elemento con la distancia, y
- 5
- determinación, para cada tamaño de área y distancia entre las mismas, de un patrón de gráficos correspondientes a la dispersión de los residuos en función de la distancia de realización del disparo.

Este método permite identificar si una gráfica se aproxima más a la dispersión característica de las distancias estándar consideradas en balística forense.

10

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la siguiente descripción detallada de unas realizaciones ilustrativas y no limitativas de su objeto en relación con las figuras que se acompañan.

Breve descripción de las figuras

15 La figura 1 muestra un diagrama de bloques del equipo para el análisis de residuos de disparos de la invención.

La figura 2 muestra un mecanismo para mantener constante la distancia entre la última lente del sistema de enfoque del láser y la superficie de la muestra.

20 Las figuras 3.1 y 3.2 muestran dos implementaciones de una parte reemplazable del equipo de la invención que minimiza el riesgo de contaminación entre distintas muestras.

La figura 4 muestra un dispositivo, que utilizado con un tampón del kit estándar de muestreo de residuos de disparos permite mantener constante la distancia entre la superficie de un tampón y la lente de enfoque del láser.

25 La figura 5 es una gráfica de la distribución de las partículas de Pb tras realizar un disparo a 50 cm en la primera camiseta (camiseta naranja).

La figura 6 es una gráfica de la distribución de las partículas de Pb tras realizar un disparo a 50 cm en la segunda camiseta (camiseta gris).

La figura 7 es una gráfica de la distribución de las partículas de Ba tras realizar un disparo a 50 cm en la primera camiseta (camiseta naranja).

30 La figura 8 es una gráfica de la distribución de las partículas de Ba tras realizar un disparo a

50 cm en la segunda camiseta (camiseta gris).

La figura 9 es una gráfica de la distribución de las partículas de Pb tras realizar un disparo a 2 m en la primera camiseta (camiseta naranja).

La figura 10 es una gráfica de la distribución de las partículas de Pb tras realizar un disparo a 50 cm en la primera camiseta (camiseta naranja).

La figura 11 es una gráfica de la distribución de las partículas de Ba tras realizar un disparo a 50 cm en la primera camiseta (camiseta naranja).

La figura 12 es una gráfica de la distribución de las partículas de Ba tras realizar un disparo a 2 m en la primera camiseta (camiseta naranja).

10 Descripción detallada de la invención

La figura 1 muestra el diagrama de bloques del equipo de la invención utilizado para el análisis.

Los elementos que componen un equipo de análisis LIBS de propósito general son los siguientes:

- 15 - un cabezal láser pulsado 1
- un sistema óptico 2 de guiado y enfoque del láser sobre la muestra 6
- al menos un espectrómetro 3 para el análisis de las emisiones del plasma
- un sistema óptico 4 para el guiado de la radiación emitida por el plasma hasta los espectrómetros 3
- 20 - un sistema de sincronización de los espectrómetros 3 con el pulso láser
- un sistema 5 para representar y/o procesar los espectros capturados

Además de dichos elementos, el equipo de la invención comprende adicionalmente:

- una cubierta 7 del sistema óptico 2 de guiado y enfoque del láser, presentando uno de los extremos de la cubierta 7 una zona 8, 8' con varios elementos salientes 9, 9' de apoyo, siendo esta zona 8, 8' desmontable y reemplazable.

La figura 2 muestra una realización de dicha cubierta 7.

En una realización de la invención la cubierta 7 se estrecha hacia el extremo que comprende los elementos salientes 9, 9' de apoyo.

Asimismo, la cubierta 7 puede presentar sobre el extremo que se estrecha al menos tres elementos salientes 9, 9' de apoyo que pueden tener cualquier forma y un tamaño que minimice la superficie de apoyo al tiempo que garantiza un apoyo firme para el cabezal. Los elementos salientes 9, 9' de apoyo pueden ser de 1 mm de diámetro.

- 5 La cubierta 7 puede presentar una abertura 12, 12' entre los elementos salientes 9, 9' de apoyo, de manera que no encierra completamente la zona donde se produce el plasma.

El equipo para el análisis de residuos de disparos puede comprender adicionalmente una cámara conectada al sistema para poder observar la zona que se está analizando durante el análisis.

- 10 Asimismo, la cámara puede presentar un retículo generado por medios ópticos o por software para permitir el correcto apuntamiento del láser.

Los espectrómetros 3 permiten cubrir al menos el rango espectral entre 229,9 nm y al menos 481,5 nm, siendo preferible un rango extendido hasta los 923,8 nm y con las resoluciones en nm/píxel indicadas para cada elemento químico:

- 15 Sb: 230 nm, 252.7 nm, 259.6 nm (0.05-0.09 nm/píxel)
- Pb: 364.3 nm, 406.1 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
 - Ba: 455.7 nm, 493.7 nm, 553.8 nm, 614.1 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
 - Ti: 453.8 nm, 430.3 nm, 498.4 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
 - Al: 309.1 nm (0.05-0.09 nm/píxel), 394.6 nm, 396.4 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
- 20
- Zn: 472.5 nm, 481.4 nm, 468.3 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
 - Y preferiblemente
 - K: 404.6 nm, 766.5 nm, 769.9 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
 - Cu: 510.9 nm, 515.6 nm, 522.1 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
 - Mn: 279.8 nm, 280.1 nm (0.05-0.09 nm/píxel), 403.6 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
- 25
- Fe: 259.9 nm, 274.8 nm (0.05-0.09 nm/píxel)
 - Mg: 279.5 nm, 280.1 nm, 285.2 nm (0.05-0.09 nm/píxel), 383.7 nm (0.1-0.2 nm/píxel)
 - Si: 250.5 nm, 251.5 nm, 288 nm (0.05-0.09 nm/píxel)
 - S: 921.3 nm, 922.8 nm, 923.7 nm (0.1-0.2 nm/píxel)

- Cl: 837.8 nm (0.1-0.2 nm/pixel)

La tabla anterior no pretende ser exhaustiva, sino indicar unos requerimientos mínimos y deseables para el sistema

Es importante tener en cuenta la siguiente información sobre el equipo y los elementos que lo componen:

5

- Sistema óptico para enfocar el láser en un spot (punto) de un tamaño fijo a la distancia de trabajo predeterminada. En la implementación principal propuesta el sistema trabajaría a una distancia de 75 mm y el spot obtenido está entre las 400 μm y 600 μm . El tamaño del spot, es muy relevante para las aplicaciones propuestas ya que para tamaños de spots menores la probabilidad de que el láser incida sobre una partícula de interés disminuye y en caso de partículas muy pequeñas la probabilidad de que la cantidad analizada proporcione una señal por debajo del umbral de sensibilidad de los detectores aumenta. Para tamaños de spot mayores la energía por pulso necesaria para obtener una irradiación semejante es mayor haciendo muy complejo el desarrollo de un laser que permita la operación con baterías.

10

15

- Mecanismo para mantener de forma sencilla la distancia de trabajo entre la lente de enfoque del láser y la superficie de la muestra 6. Cualquier mecanismo que permita controlar esta distancia puede ser utilizado. La implementación preferible es una cubierta 7 para el sistema óptico de enfoque del laser que bloquee las posibles reflexiones del láser y que al apoyar la muestra 6 sobre esta cubierta 7 (o la cubierta 7 sobre la superficie a analizar) de forma manual, se mantenga fija la distancia de trabajo deseada. Los puntos de apoyo de la muestra 6 sobre la cubierta 7 del láser deben de permitir un apoyo estable de la muestra 6 sobre el cabezal (o del cabezal sobre la superficie a analizar) y ofrecer una superficie de apoyo lo más reducida posible para evitar, en la medida de lo posible, la contaminación cruzada que podría producirse al mover la muestra 6 durante el análisis. Una realización propuesta es un cabezal terminado en una punta con cuatro puntos de apoyos de 1 mm de diámetro. Son también posibles otras implementaciones con distinto número de puntos de apoyo y distintas dimensiones.

20

25

En la implementación propuesta se utiliza un cubierta 7 para el láser en la que la parte donde se apoya la muestra (o el cabezal sobre la superficie) es una pieza 8, 8' reemplazable que puede cambiarse antes de comenzar el análisis de una muestra 6 para evitar posibles contaminaciones procedentes de muestras previas. Cualquier otro procedimiento para evitar la contaminación del cabezal por el análisis de una

30

muestra 6 previa podría ser válido, como por ejemplo y sin limitarse a estos casos, utilizar una pieza fácilmente limpiable mediante disolventes u otros medios, o el uso de algún tipo de cubierta desechable para superficie de contacto de la muestra 6 con el detector.

- 5 Otra característica relevante del sistema para mantener la distancia de trabajo es que no encierre la zona donde se produce el plasma completamente, sino que deje un espacio libre entre los puntos de apoyo y el cabezal para evitar que las partículas desprendidas en la formación del plasma puedan llegar a ensuciar el sistema óptico degradando el funcionamiento del sistema.
- 10 • Uno o varios espectrómetros 3 que permitan analizar el espectro en un rango que incluya al menos las siguientes longitudes de onda: 230nm, 259 nm, 396 nm, 406 nm, 510 nm, 589 nm, 921 nm) aunque los métodos y el equipo descrito pueden ser aplicables utilizando otras longitudes de onda como 235 nm, 252 nm, 280 nm, 404,5 nm, 403 nm, 421 nm, 578 nm, 766 nm, 777 nm, con una resolución mínima de 0,1
- 15 nm/pixel
- La implementación propuesta puede implementarse con un SW (sistema de procesado) que ayuda al operador a determinar la naturaleza del vestigio analizado de forma automática. Este no es un requisito imprescindible en tanto en cuanto se sigan los métodos de análisis indicados a continuación, ya que un operador con la
- 20 formación apropiada podría llegar a realizar la interpretación de los espectros obtenidos sin necesidad de un procesado automatizado.
- Posibilidad de analizar distintos puntos de la superficie de la muestra 6. La implementación propuesta se ha diseñado un cabezal láser 1 móvil que puede aproximarse a la muestra 6 para su análisis o bien aproximar la muestra 6 al cabezal 1 para su
- 25 análisis, la muestra 6 (o el cabezal 1) se desplazan con un movimiento aleatorio en la zona que se quiere analizar de forma manual.
- Sin embargo otras implementaciones en la que el movimiento de la muestra 6 y/o del cabezal 1 se realicen mediante algún tipo de control mecánico también son posibles, no afectando al concepto de la invención que aquí se describe.
- 30 • Preferiblemente el equipo que se presenta incorporará una cámara que permitirá observar la zona donde se está realizando el análisis y apuntar de forma correcta el mismo sin que el operador tenga que exponerse a la radiación del laser (directa o reflejada).
- Preferiblemente la cámara presentará un retículo, generado por medios ópticos o por

software marcando la posición en la que se encuentra el spot del láser cuando la muestra se encuentra a la distancia de trabajo. La proyección de este retículo en las imágenes capturadas por la cámara permitirá un correcto apuntamiento del láser incluso para partículas pequeñas.

- 5 La figura 4 muestra un dispositivo para mantener constante la distancia entre la superficie de un tampón 10 y la lente de enfoque del láser, al mismo tiempo que permite el análisis de la mayor parte de la superficie del tampón 10 que contiene la muestra. En efecto, para poder apoyar el cabezal sobre la superficie del tampón 10 se utiliza la pieza 11 de la figura 4 que permite “extender” la superficie del círculo de carbono con adhesivo del tampón 10 de
 10 manera que el cabezal pueda apoyar cómodamente sobre la superficie sin que los apoyos toquen el disco central

La invención también propone métodos para la determinación de la presencia de residuos de disparo y un método para determinar la distancia de disparo, que se exponen a continuación.

- 15 Métodos para la determinación de la presencia de residuos de disparo (se proponen dos métodos distintos de análisis):

En el primero de ellos se utiliza un tampón 10 de los utilizados habitualmente por las fuerzas de seguridad para recoger las muestras tomadas a los posibles tiradores (por ejemplo, http://www.tedpella.com/forensic_html/forensic.htm#_16256). Tras tomar la muestra con el
 20 tampón 10, este se aproxima al cabezal del equipo y se realiza una serie de disparos sobre la superficie de muestreo moviendo la muestra en el intervalo entre disparos. Los espectros adquiridos se procesan para identificar los componentes del fulminante (principalmente, pero sin limitarse a éstos Pb, Sb, Ba, Zn, Al, Ti, Sr...). Las siguientes combinaciones de elementos en único disparo análisis Pb-Sb-Ba, Pb-Ba, Pb-Sb, Ba-Sb, Sb, Ti-Al-Zn, Zn-Ti, Zn-Al, Al-
 25 Ti) se interpretan como positivos en detección de residuos de disparos. La detección de esas mismas combinaciones en el conjunto de disparos realizados sobre la muestra, también se considera indicativa de la presencia de residuos de disparo. El método descrito se basa en los componentes más abundantes de los fulminantes de las municiones más habituales, pero podría extenderse a otros elementos presentes en algunas municiones como Sr
 30 y Gd sin que esto afecte al método propuesto. Los estudios realizados en otras aplicaciones muestran también la posibilidad de realizar el muestreo y análisis sobre una torunda de algodón, siendo éste un medio de muestreo de un coste inferior al de los empleados en la actualidad.

El segundo método propuesto se basa en el análisis directo sobre la piel de la mano del sospechoso, utilizando el cabezal descrito en la implementación del dispositivo de medida. El método propuesto se basa en el análisis de la piel de la mano, pero también sería posible la realización del análisis directo sobre la ropa del sospechoso o sobre la piel en otras partes del cuerpo.

5

La ventaja del segundo método propuesto es que elimina la necesidad de utilizar ningún kit de muestreo (reduciendo significativamente el coste), y que además permite la confirmación de la presencia de residuos de disparo en individuos que han realizado disparos días antes del momento del análisis debido a la absorción en la piel de algunos elementos característicos del fulminante, no siendo esto posible con el muestreo descrito en primer método. El procedimiento de análisis de los espectros adquiridos es el mismo que el descrito en el primer método.

10

Otra ventaja de este método es que es posible aplicarlo después de realizar un muestreo utilizando el kit de muestreo habitual (que podría reservarse para su análisis en laboratorio o bien emplear el primer método descrito), haciendo posible la discriminación entre la contaminación accidental y la provocada por el disparo de un arma de fuego (tatuaje profundo).

15

Para verificar estos métodos para la determinación de la presencia de residuos de disparo se han realizado los experimentos descritos a continuación.

El estudio se dividió en dos fases:

20

En la primera fase se procede al análisis de los voluntarios que participaron en el estudio. Los participantes se dividieron en dos grupos en función de si habían realizado disparos o habían mantenido algún contacto con munición o elementos balísticos en los días previos al estudio, o no habían realizado disparos en plazo aproximado de cuatro días.

25

Para la segunda fase se seleccionaron personas que no dieron positivo en la fase 1 para que realizasen uno o varios disparos, tras lo cual volvieron a ser analizados de forma indirecta y directa. Por tanto, al final de la segunda fase se cuenta con tres grupos diferenciados:

Grupo 1: Personas que no han estado en contacto con munición ni han realizado disparos recientemente.

30

Grupo 2: Personas que se presuponen limpias de residuos pero que estuvieron en contacto con munición o han realizado disparos entre 1 y 4 días antes de las pruebas, y que habían realizado una limpieza de manos con jabón y alcohol momentos antes de realizar el análisis.

Grupo 3: Personas que han realizado un disparo momentos antes de la toma de muestras: personas de los grupos anteriores que dieron negativo en la primera fase en detección de residuos con el equipo de la invención tanto en el análisis directo como con el análisis indirecto.

- 5 En los todos los grupos se realizaron dos tipos de análisis: en primer lugar se tomaron muestras con el kit de análisis de residuos de disparos según procedimiento habitual (50 tamponamientos). En segundo lugar se procedió a realizar un análisis directo sobre la mano de los voluntarios.

10 En la Tabla 1 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la detección de residuos de disparo según grupos y tipo de análisis; se han evaluado residuos tanto de munición convencional como Sintox.

DETECCIÓN DE RESIDUOS DE DISPARO				
Tipo análisis Grupos	Análisis tampón		Análisis directo	
	Munición convencional	Munición limpia Sintox	Munición convencional	Munición limpia Sintox
Grupo 1: no contacto con munición ni elementos balísticos				
Grupo 2: contacto con munición en días anteriores a la prueba días previos a la prueba pero limpiados con agua y jabón			POSITIVO (Pb, Ba, Sb)	

Tabla 1

Aunque en el análisis de tampones no se han detectado restos de residuos de disparo en ningún grupo, en el segundo grupo cuando se realiza el análisis directo sí se han detectado en el grupo que realizó disparos en los días previos al ensayo:

- 1^{er} individuo: positivo Antimonio (Sb), Bario (Ba) y Plomo (Pb)
- 5 • 2^o individuo: positivo Bario (Ba) y Plomo (Pb)
- 3^o individuo: solo positivo en Bario (Ba). Este individuo hacia más de 4 días que había estado en contacto con munición o realizando disparos.

El resultado obtenido es debido a la absorción en piel de los elementos que componen los fulminantes utilizados en la munición tradicional. Se desconoce si los miembros del segundo grupo habían realizado disparos con munición SINTOX en los días previos.

Ante el resultado positivo en residuos de disparo, el 1^{er} individuo del grupo 2, volvió a realizar una nueva limpieza de manos con jabón y alcohol. En la segunda comprobación volvió a dar positivo en residuos de disparo en los tres elementos (Pb, Ba, Sb).

El equipo permite detectar dichos elementos independientemente que se haya realizado una limpieza exhaustiva de la zona expuesta en contacto directo con dichos elementos.

En la segunda fase se examina el tercer grupo formado por la selección de individuos que no dieron positivo en la fase 1. Se toman muestras después de realizar disparos ya sea con munición convencional (SB) o con munición limpia (Sintox).

El procedimiento de análisis es el mismo que el realizado en la fase 1: en primer lugar se toma muestra con el kit de muestreo y después se realiza un segundo análisis utilizando el sistema de análisis directo del equipo.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

DETECCIÓN RESIDUOS DE DISPARO: GRUPO 3		
Tipo análisis \ Tipo de munición	Análisis tampón	Análisis directo
Munición convencional: Santa Bárbara (detección de Ba, Pb y Sb)	POSITIVO (Pb,Ba,Sb)	POSITIVO (Pb y Ba)
Munición limpia: SINTOX (detección de Ti, Al, Ba, Zn, Sr)	POSITIVO (Al,Ti,Ba)	POSITIVO (Al,Ti,Sr,Ba)

Tabla 2

5 Tal y como se puede observar en la Tabla 2, la detección de restos de disparo es positiva en todos los casos independientemente del método de análisis. Además es posible determinar el tipo de munición empleada, ya que se detectan las trazas de los elementos característicos de cada una de ellas.

10 El primer método permitió la identificación de los tiradores que habían realizado disparos recientemente, tanto si la munición empleada era munición convencional como si se trataba de munición sin plomo.

El segundo método permitió la identificación de tiradores que habían realizado disparos con munición convencional en los días previos a la realización de la prueba (entre uno y cuatro días), así como la identificación de tiradores que habían realizado un solo disparo en los momentos previos a la realización del análisis.

Método para la determinación de la distancia de disparo:

El método propuesto permite establecer la distancia de disparo en función de la clasificación estándar en la ciencia forense (muy corta distancia, corta distancia, media distancia y larga distancia). La determinación de la distancia de disparo es de gran importancia para determinar si se ha tratado de un suicidio, o si un disparo se ha realizado en defensa propia.

El método propuesto consiste en la realización de una serie de disparos del láser en superficies de un área fija, conocida a unas distancias pre-determinadas del orificio de la bala en una disposición radial con respecto al orificio. El número de medidas realizadas en el área debe ser mayor que tres y suficiente para realizar una cobertura de un porcentaje relevante del área seleccionada, y debe ser lo suficientemente pequeño para que la dispersión de partículas causada por el plasma no elimine la muestra (esto sucede si los impactos del láser están muy próximos). En el método propuesto se han realizado 10 medidas para un área en torno a un cm^2 ; sin embargo, se pueden utilizar otras áreas y número de disparos sin que esto afecte al concepto que se está presentado.

El resultado de los análisis en cada una de las áreas se promedia por cualquier método existente, obteniéndose así una concentración media de los elementos de interés (principalmente Pb, Ba, Sb, Zn, Ti, Al, pero también podría utilizarse cualquier otro elemento que pueda ser representativo del fulminante utilizado en la munición, como el Si, Sr o el K, etc). La evolución de la concentración media en las áreas seleccionadas es representativa de la distancia a la que se ha realizado el disparo según puede verse en los experimentos realizados.

La experimentación realizada para la verificación de este método es la siguiente:

Para verificar este método para la determinación de la distancia de disparo se han realizado los experimentos descritos a continuación.

Con el objeto de valorar la capacidad del equipo en la determinación de la distancia de disparo mediante la dispersión de los residuos, se realizó la siguiente prueba de concepto.

Se utilizan dos camisetas de distinto color: naranja (primera camiseta) y gris (segunda camiseta). Estas se dividieron en dos mitades (anterior y posterior) para así poder realizar un único disparo en cada parte desde una distancia diferente y evitar contaminación cruzada. Se realizaron disparos a diferentes distancias de disparo: media distancia 50 cm y larga distancia 2 m.

Camiseta naranja:

- Disparo 1: munición convencional 9 mm Parabellum (SB), distancia 50 cm

- Disparo 2: munición convencional 9 mm Parabellum (SB), distancia 2 m

Camiseta gris:

- Disparo 1: munición convencional 9 mm Parabellum (SB), distancia 50 cm

- Disparo 2: munición limpia (SINTOX) distancia 50 cm (no analizado)

5 Durante las pruebas se contrastaron diferentes formas de análisis para poder valorar el método óptimo de toma de muestras.

En el estudio se han utilizado los datos obtenidos del análisis de munición convencional. Para evaluar la distancia de 50 cm se ha utilizado la camiseta naranja y la camiseta gris. El análisis se ha realizado 2 meses después de efectuar los disparos y además las camisetas
10 fueron manipuladas para su transporte a las instalaciones de la empresa solicitante.

Las figuras 5, 6, 7 y 8 muestran las gráficas obtenidas de la distribución de las partículas de Plomo (Pb) y de Bario (Ba) en la camiseta naranja y gris después de recibir un impacto de bala a 50 cm.

En las figuras 5 y 6 el punto de corte con el eje Y corresponde a la concentración de Pb en
15 el orificio de entrada. Los puntos del eje X corresponden a la concentración de Pb a medida que se aleja del orificio, siendo 1 el punto más cercano y 6 el más alejado. Si nos fijamos en las gráficas de las figuras 5 y 6 se observa un mismo patrón de comportamiento en la distribución de la concentración de Plomo en las dos camisetas.

En las figuras 7 y 8 el punto de corte con el eje Y corresponde a la concentración de Ba en
20 el orificio de entrada. Los puntos del eje X corresponden a la concentración de Ba a medida que se aleja del orificio, siendo 1 el punto más cercano y 6 el más alejado. Se observa un mismo patrón de comportamiento en la distribución de la concentración de Bario en las dos camisetas (figuras 7 y 8).

El modelo de Pb y Ba permite identificar la distancia de disparo (50 cm) mediante la comparación con una gráfica patrón similar a las mostradas en las figuras 5 a 8.
25

Además se advierte una concentración similar en los orificios tanto de Pb como de Ba ambas camisetas.

Se ha evaluado de la misma forma la camiseta naranja con un disparo a 2 m. Las figuras 9 a 12 muestran las gráficas resultantes del análisis de la distribución de partículas de Plomo y
30 Bario.

Para el disparo a 2 m se puede observar una imagen de dispersión tanto en el Pb como en el Ba totalmente diferentes a las obtenidas a 50 cm.

Como se puede apreciar en las gráficas de las figuras 9 a 12, hay además una diferencia significativa de la concentración tanto de Pb como de Ba entre los dos orificios.

- 5 Aunque los experimentos se han realizado con tejidos (el caso más común), como se ha visto al describir el método, también es posible determinar la concentración media realizando un análisis directo sobre la piel. Por lo tanto es razonable considerar que los resultados obtenidos sobre las prendas de vestir son extrapolables al análisis directo sobre la piel de una víctima.
- 10 Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas modificaciones dentro de su alcance, no considerando éste como limitado por las anteriores realizaciones, sino por el contenido de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, que consiste en un equipo basado en la espectrometría de plasma inducido por láser, que comprende:

- 5 - un cabezal láser pulsado (1)
- un sistema óptico (2) de guiado y enfoque del láser
- al menos un espectrómetro (3) para el análisis de las emisiones del plasma
- un sistema óptico (4) para el guiado de la radiación emitida por el plasma hasta los espectrómetros (3)
- 10 - un sistema de sincronización de los espectrómetros (3) con el pulso láser
- un sistema (5) para representar y/o procesar los espectros capturados

caracterizado porque comprende adicionalmente:

- 15 - una cubierta (7) del sistema óptico (2) de guiado y enfoque del láser, presentando uno de los extremos de la cubierta (7) una zona (8, 8') con varios elementos salientes (9, 9') de apoyo, siendo esta zona desmontable y reemplazable.

2.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, según la reivindicación 1, caracterizado porque la cubierta (7) se estrecha hacia el extremo que comprende los elementos salientes (9, 9') de apoyo.

20 3.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, según la reivindicación 2, caracterizado porque la cubierta (7) presenta sobre el extremo que se estrecha al menos tres elementos salientes (9, 9') de apoyo.

4.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, según la reivindicación 3, caracterizado porque los elementos salientes (9, 9') de apoyo tienen 1 mm de diámetro.

25 5.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cubierta (7) presenta una abertura (12, 12') entre los elementos salientes (9, 9') de apoyo, y los puntos de apoyo de los elementos salientes de apoyo (9, 9') dejan un espacio libre entre ellos y el extremo correspondiente de la cubierta, de manera que no encierra completamente la zona donde se produce el plasma.

- 6.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende adicionalmente una cámara conectada al sistema para observar la zona que se está analizando durante el análisis.
- 7.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, según la reivindicación 6, caracterizado porque la cámara presenta un retículo generado por medios ópticos o por software para permitir el correcto apuntamiento del láser.
- 8.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los espectrómetros (3) permiten cubrir el rango espectral entre 229,9 nm y al menos 481,5 nm, con resoluciones comprendidas entre los 0.05nm/pixel y 0.09 nm/pixel en la zona entre los 229,9 y los 300 nm, de entre 0.1nm/pixel y 0.2 nm/pixel en el rango comprendido disponible a partir de los 300.1 nm.
- 9.- Equipo para el análisis de residuos de disparos, según la reivindicación 8, caracterizado porque los espectrómetros (3) permiten cubrir el rango espectral entre 229,9 nm y 923,8 nm.
- 10.- Método para la determinación de la presencia de residuos de disparo, que emplea el equipo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 y que comprende las siguientes etapas:
- realización de un muestreo sobre las manos o la ropa del presunto tirador utilizando un kit de muestreo o tampón (10),
 - realización del análisis de la superficie del tampón (10) que contiene la muestra (6) aproximando el tampón (10) al equipo y efectuando un número de disparos láser que puede variar entre un único disparo y los necesarios para analizar toda la superficie del tampón (10), moviendo la muestra en el intervalo entre disparos, y
 - análisis de los espectros adquiridos para determinar la presencia de los elementos propios del fulminante de las municiones, como Sb, Pb, Ba, Zn, Ti, Al o Sr.
- 11.- Método para la determinación de la presencia de residuos de disparo, según la reivindicación 10, en el que en la realización del análisis de la superficie del tampón (10) que contiene la muestra (6) se utiliza una pieza (11) adicional situada sobre el tampón (10) para facilitar el apoyo del equipo de análisis de residuos de disparos.
- 12.- Método para la determinación de la presencia de residuos de disparo, que emplea el equipo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 y que comprende las siguientes etapas:

- realización de un análisis directo de la zona a analizar, aproximando el cabezal del equipo de la reivindicación 1 a la zona a analizar, enfocando el láser directamente sobre dicha zona a analizar, y efectuando disparos láser desplazando el cabezal del equipo o la zona a analizar entre disparo y disparo, y
- 5 - análisis de los espectros adquiridos para determinar la presencia de los elementos propios del fulminante de las municiones, como Sb, Pb, Ba, Zn, Ti, Al o Sr.

13.- Metodo para la determinación de la presencia de residuos de disparos según la reivindicación 12, en el que el análisis se realiza sobre la piel del sospechoso, en la mano o cualquier otra parte del cuerpo, para detectar la existencia del tatuaje profundo dejado por el
10 disparo de un arma de fuego.

14.- Método para determinar la distancia de disparo, que emplea el equipo de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 y comprende las siguientes etapas:

- sobre una línea radial, con centro en el centro del orificio o impacto del proyectil, se delimitarán áreas iguales a distancias predeterminadas y crecientes del orificio, estando la primera de las áreas situada sobre el borde del orificio y las demás alejándose en sentido radial,
15
- sobre cada una de las áreas delimitadas se realizará un análisis directo, realizando un número igual de disparos de láser, un mínimo de tres disparos siendo el máximo dependiente del tamaño del área establecido,
- 20 - para cada uno de los disparos se establecerá la amplitud de los picos representativos de cada uno de los elementos que forma parte de los fulminantes utilizados Sb, Pb, Ba, Zn, Ti, Al, Sr obteniéndose un número de cuentas para cada pico/elemento,
- para cada área definida se realizará un promedio de la concentración o amplitud de los picos de los elementos detectados,
25
- en una gráfica se representarán las concentraciones medias, comenzado con la concentración calculada en el orificio, siendo la gráfica representativa de las variaciones de la concentración del elemento con la distancia, y
- determinación, para cada tamaño de área y distancia entre las mismas, de un patrón de gráficos correspondientes a la dispersión de los residuos en función de la
30 distancia de realización del disparo.

15.- Método para determinar la distancia de disparo, según la reivindicación 14, en el que sobre cada una de las áreas delimitadas se realizará un análisis directo, realizando en cada una de ellas 10 disparos, y siendo cada área de 1 cm².

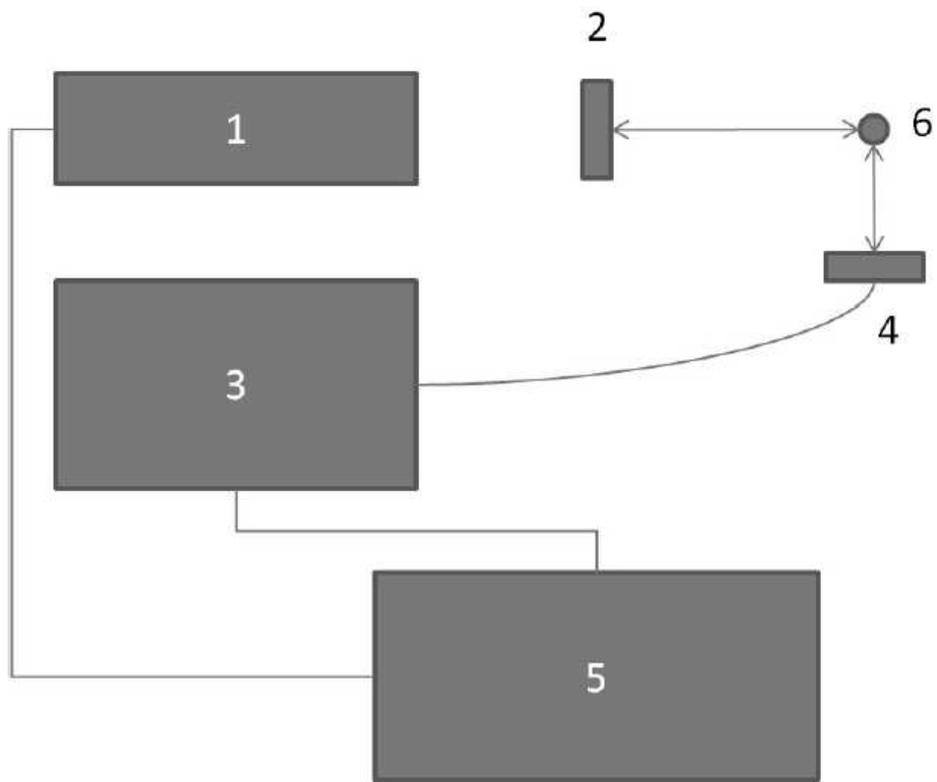


FIG. 1

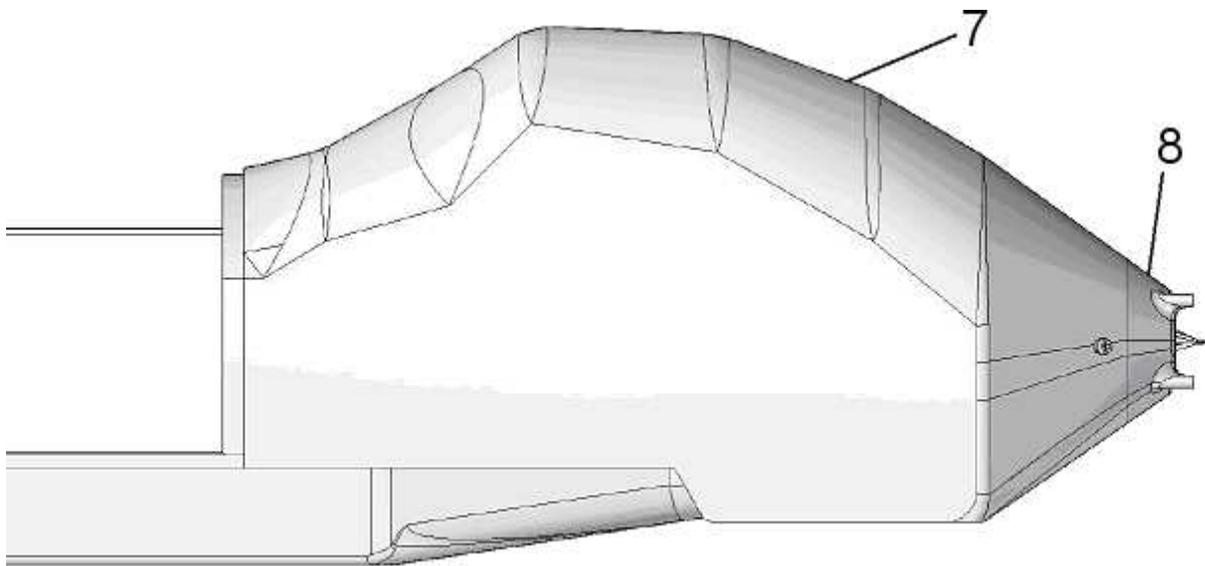


FIG. 2

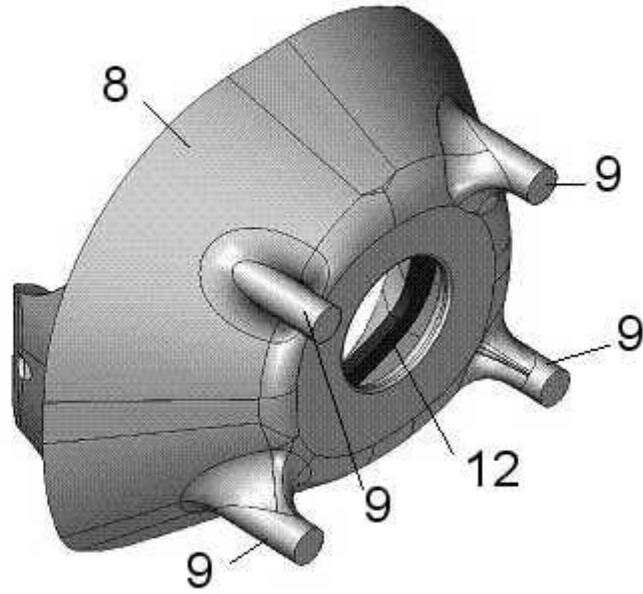


FIG. 3.1

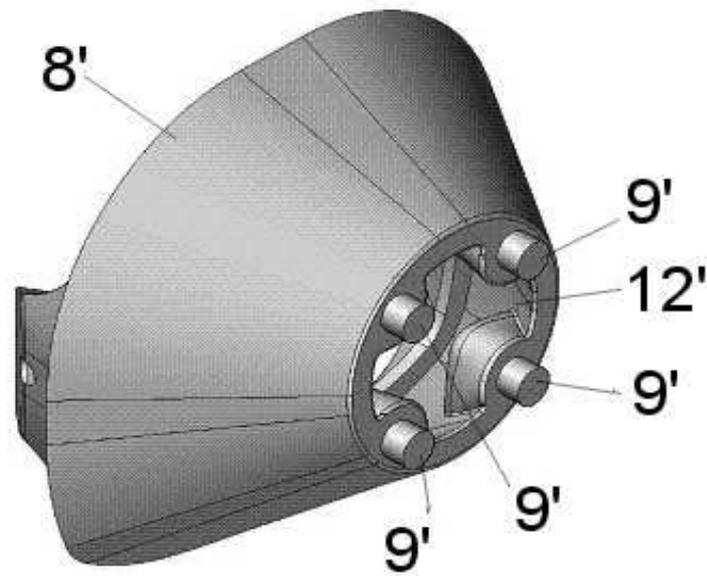


FIG.3.2

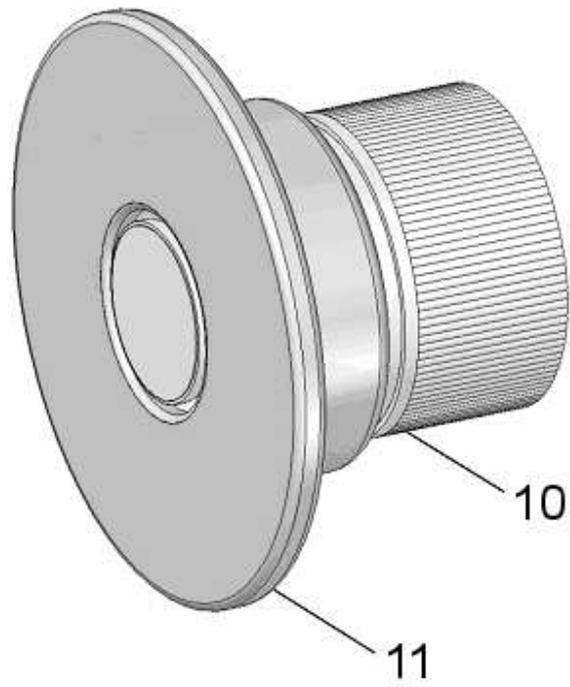


FIG. 4

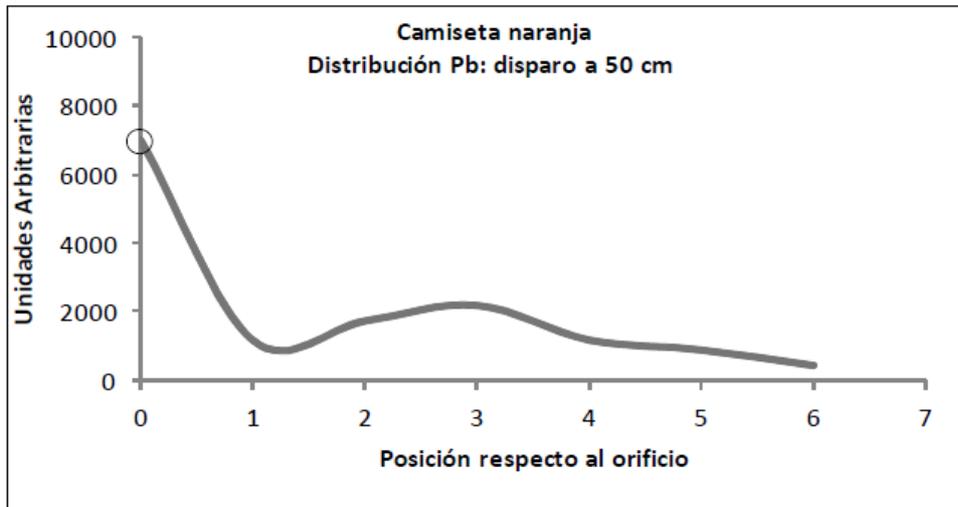


FIG. 5

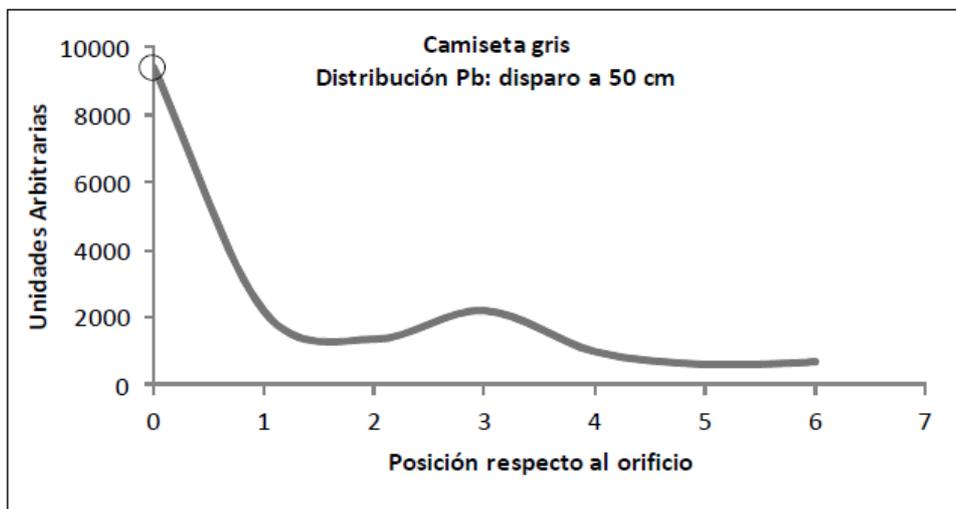


FIG. 6

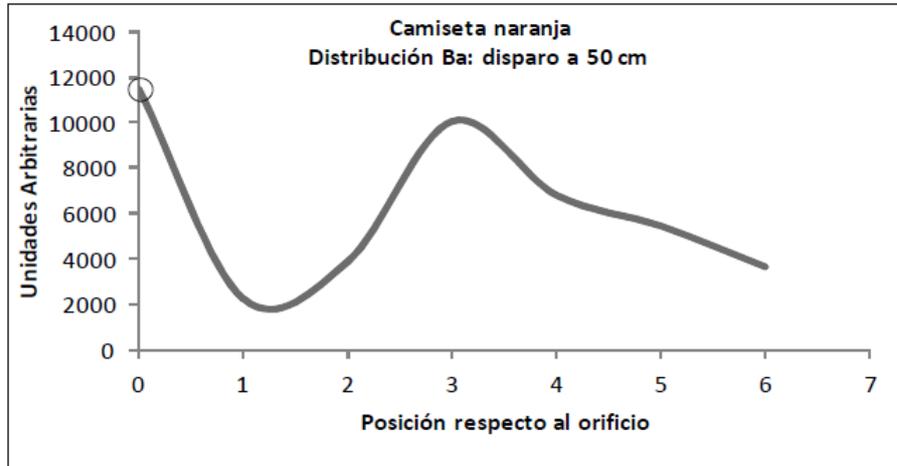


FIG. 7

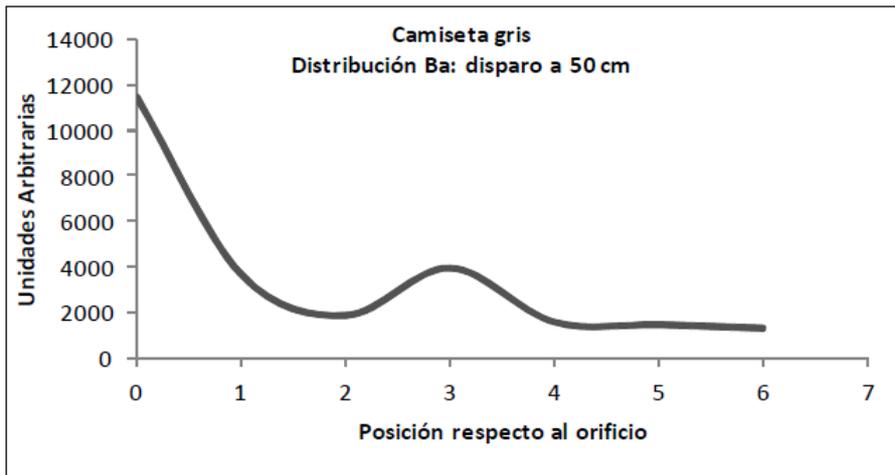


FIG. 8

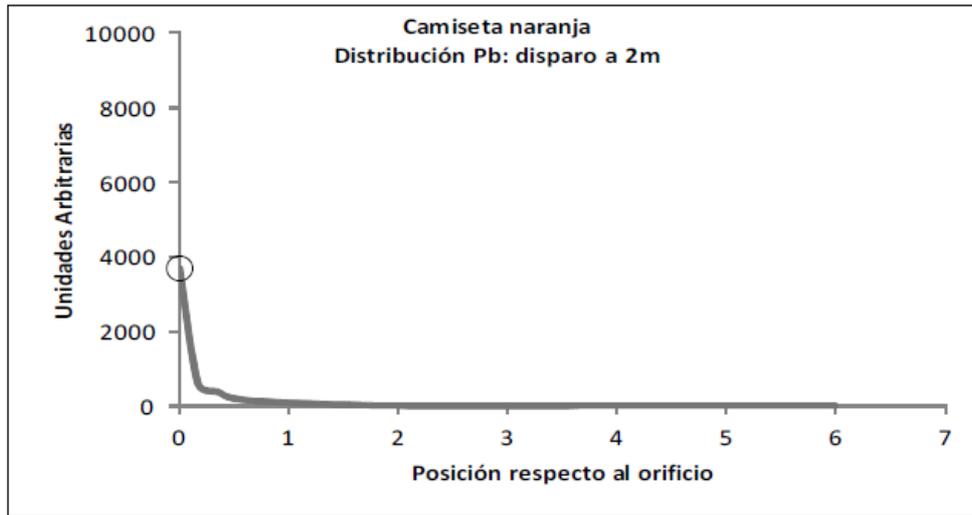


FIG. 9

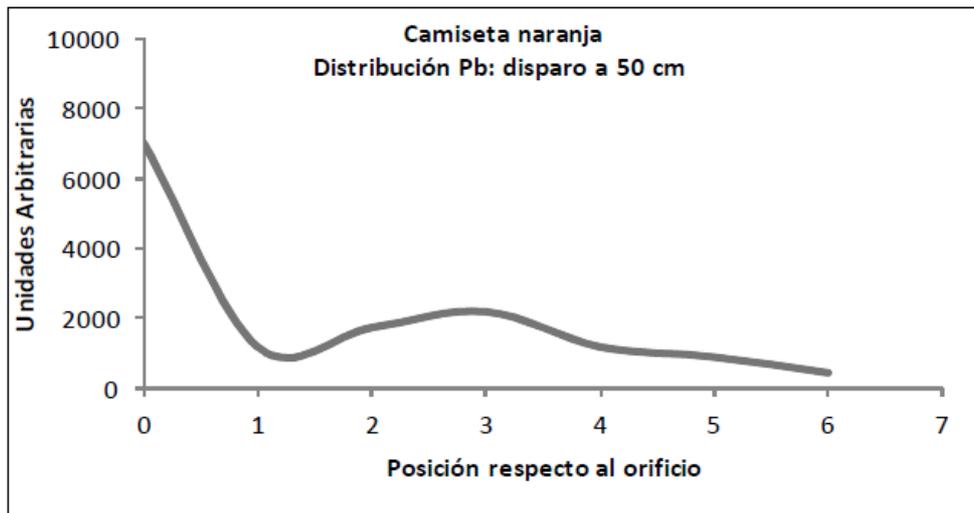


FIG. 10

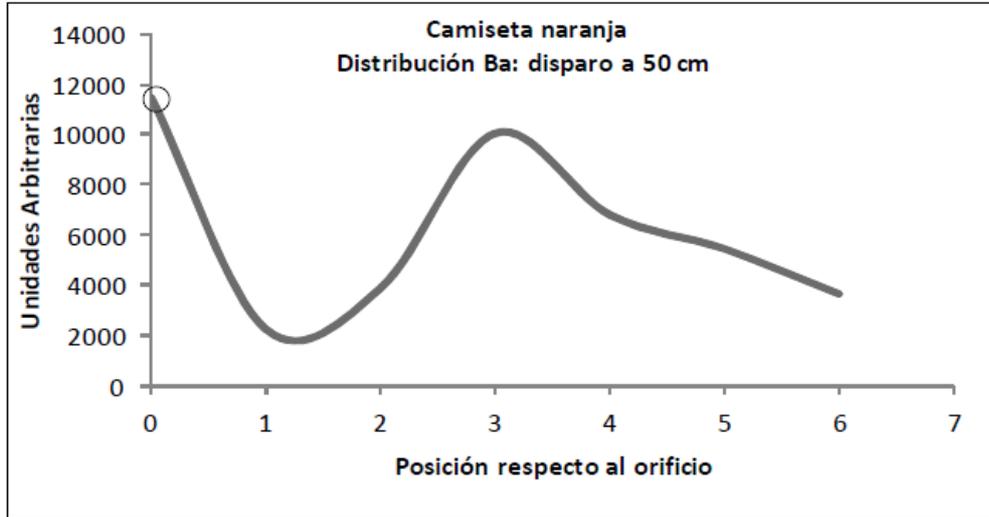


FIG. 11

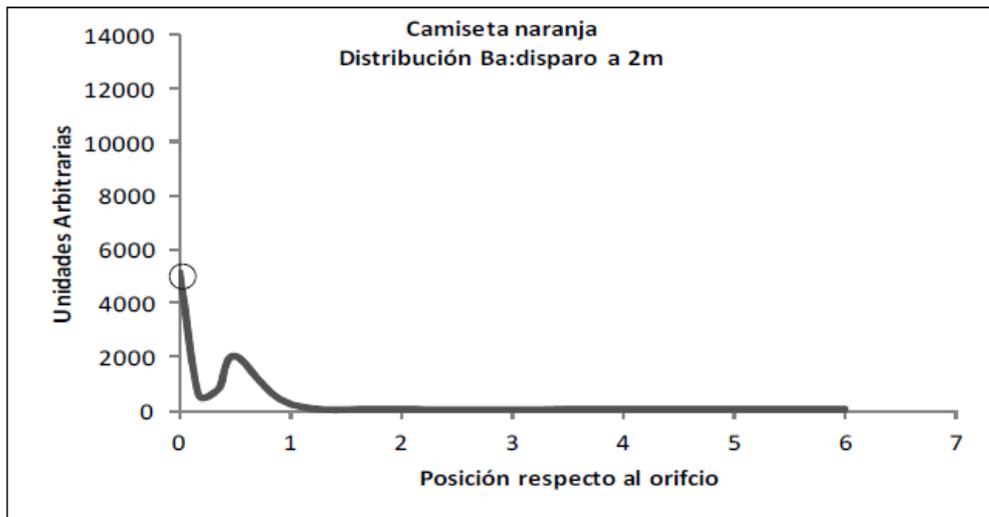


FIG. 12



- ②① N.º solicitud: 201530050
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 16.01.2015
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N1/00** (2006.01)
B23K26/00 (2014.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 2014113574 A1 (SCIAPS INC) 24.07.2014, resumen; figura 1.	1-15
Y	US 4237364 A (LEMELSON JEROME H) 02.12.1980, resumen; figura 3.	1-15
A	US 6593540 B1 (BAKER MARTIN C et al.) 15.07.2003, todo el documento.	1-15
A	ES 2356879 A1 (UNIV MADRID COMPLUTENSE) 14.04.2011, página 2, línea 9 – página 3, línea 33.	1-15
A	EP 2359110 A1 (BERTIN TECHNOLOGIES SA) 24.08.2011, resumen; figura 2.	1-15
A	US 2008264914 A1 (WEICK JUERGEN-MICHAEL et al.) 30.10.2008, resumen; figuras.	1-15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
21.04.2016

Examinador
G. Foncillas Garrido

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N, B23K

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.04.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-15	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2014113574 A1 (SCIAPS INC)	24.07.2014
D02	US 4237364 A (LEMELSON JEROME H)	02.12.1980
D03	US 6593540 B1 (BAKER MARTIN C et al.)	15.07.2003
D04	ES 2356879 A1 (UNIV MADRID COMPLUTENSE)	14.04.2011
D05	EP 2359110 A1 (BERTIN TECHNOLOGIES SA)	24.08.2011
D06	US 2008264914 A1 (WEICK JUERGEN-MICHAEL et al.)	30.10.2008

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**Reivindicación 1**

El documento más próximo al objeto de la invención es D1, dicho documento presenta un sistema espectrométrico automatizado de muestreo, enfoque y limpieza, describe un sistema de análisis que incluye una lente concentradora desplazable, un láser orientado hacia la lente concentradora, y un espectrómetro que genera como respuesta la intensidad de los datos provenientes de la muestra. Un sistema de control sensible al espectrómetro y configurado para activar el láser procesa la respuesta del espectrómetro y ajusta la posición de la lente concentradora en relación con la muestra hasta que la respuesta del espectrómetro indique una intensidad máxima o cercana a la intensidad máxima resultando un haz reflejado del láser concentrado en un punto en la muestra.

El objeto de la invención se basa en la espectrometría de plasma inducido por láser, de forma que los elementos que comprende son un cabezal de láser pulsado, sistemas ópticos de guiados, sistema de sincronización de los espectrómetros con el pulso láser o un sistema para representar y/o procesar los espectros capturados entre otros elementos.

Se considera que dichos aspectos son ampliamente conocidos en el estado de la técnica que nos ocupa y su disposición se deriva de la experimentación que pueda realizar un experto, además su combinación o disposición no establece un problema técnico que no pueda ser resuelto por un experto en la materia del sector que nos ocupa.

Respecto a la consideración de utilizar una cubierta del sistema óptico de guiado y enfoque del láser, es una diferencia respecto a D1 dado que en dicho documento no se considera la necesidad de regular la distancia o apoyo del láser respecto a la muestra.

En el documento D2 se presenta un láser con un punto de apoyo en la superficie que se desea radiar de forma que se mantiene la distancia deseada.

En base a la combinación de ambos documentos un experto en la materia llegaría a la solución del problema técnico planteado de manera evidente.

Por tanto, la reivindicación 1 es nueva (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicaciones 2-9

Respecto a que la cubierta presente una estrechez hacia donde apunta el láser, que presente puntos de apoyo o salientes, o los rangos espectrales que pueden cubrirse, se consideran opciones de diseño que no establecen la solución técnica a un problema planteado que no lo resuelva la combinación de los documentos citados.

En base a lo indicado, dichas reivindicaciones son nuevas (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicación 10

En base a lo indicado anteriormente, la mera aplicación del dispositivo indicado en las reivindicaciones anteriores en una muestra directamente o en un tapón, no presenta elementos técnicos que puedan suponer una aportación al estado de la técnica que nos ocupa.

Por tanto, la reivindicación 10 es nueva (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicaciones 11-15

La utilización de una pieza que permita utilizar el equipo de análisis con un tapón que contiene una muestra, sin poner en duda su utilidad, se considera que no presenta una aportación técnica que un experto en la materia no hubiera deducido de forma evidente.

Se considera que la incorporación de dicha pieza a un tapón en base a la utilización del equipo reivindicado se derivaría experimentalmente de forma evidente.

Respecto al método usado para determinar la distancia del disparo, este presenta una manera de obtener información en base a analizar áreas próximas al disparo bajo disparos del láser sobre dichas áreas, dicho análisis radial desde el centro de orificio de la bala se considera sobradamente conocido en el estado de la técnica que nos ocupa.

En base a lo indicado, dichas reivindicaciones son nuevas (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).