



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 238 157**

② Número de solicitud: 200302385

⑤ Int. Cl.

G06G 1/06 (2006.01)

G01B 11/06 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **10.10.2003**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.08.2005**

Fecha de la concesión: **08.02.2006**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **16.03.2006**

④ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.03.2006

⑦ Titular/es: **Miguel Guasp Carrascosa**
c/ Ingeniero José Sirera, nº 2-piso 13-pta. 60
46017 Valencia, ES
Teresa Tortajada González;
Miguel Guasp Tortajada y
Alejandra Guasp Tortajada

⑦ Inventor/es: **Guasp Carrascosa, Miguel**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Regla de cálculo reflexible y método para medir el espesor equivalente en plomo de los cristales utilizados como pantallas para la protección de las personas contra los rayos X.**

⑤ Resumen:

Regla de cálculo reflexible y método para medir el espesor equivalente en plomo de los cristales utilizados como pantallas para la protección de las personas contra los rayos X.

Dispositivo en forma de regla de cálculo, con reglilla deslizante y cursor, que permite medir el espesor equivalente en plomo de los cristales utilizados como pantallas para la protección de las personas contra los rayos X; para ello incorpora en su parte posterior un dibujo en forma de dos semirrectas (2 y 3) formando un ángulo agudo y un soporte (13) que permite su apoyo en el cristal con una inclinación determinada, permitiendo el deslizamiento del cursor mientras se mantiene la regla apoyada en el cristal, presentando en la parte frontal varias escalas nomográficas (5 a 10), que junto con su espesor y la medida del mismo permiten conocer su equivalente en plomo, para unas condiciones dadas.

Fig. 1

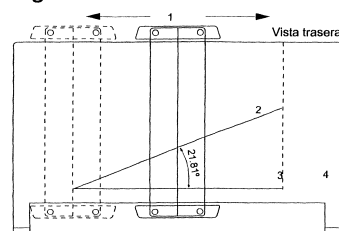
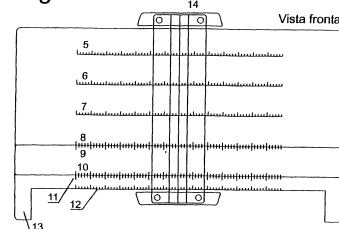


Fig. 2



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Regla de cálculo reflexible y método para medir el espesor equivalente en plomo de los cristales utilizados como pantallas para la protección de las personas contra los rayos X.

El sector de la técnica al que pertenece esta invención es el de la fabricación, construcción, montaje y utilización de cristales como pantallas para la protección de las personas contra los rayos X.

Antecedentes de la invención

La determinación usual de la protección contra rayos X de los cristales utilizados con este propósito se lleva a cabo utilizando fuentes o generadores de rayos X, detector de radiación y evaluación de la dosis de radiación que llega al otro lado del cristal; tanto el procedimiento como los dispositivos son bien conocidos y están descritos en la literatura.

El método y dispositivo que constituye el objeto de esta invención, constituye una alternativa a dicho procedimiento convencional, cuando no se dispone de generadores de radiación y se desea una comprobación aproximada de los cristales, pudiendo realizar dicha estimación de una manera sencilla y rápida, con un grado de aproximación suficiente.

El método utilizado aquí está basado en la determinación del espesor del cristal basado en la óptica de reflexión en las caras anterior y posterior de un cristal de caras paralelas pulidas, constituyendo una especie de regla de cálculo que maneja parámetros relacionados con esta medida y magnitudes relacionadas con la protección contra rayos X. No conocemos antecedentes de ningún dispositivo ni método, que no sea el reseñado anteriormente, de aplicación al problema propuesto, aunque sí de ingenios que utilizan principios físicos que parcialmente son utilizados aquí.

Así, en lo que concierne a la determinación del espesor por el método de reflexión citado existen algunos precedentes de este tipo de invento; reseñemos, la patente US3320849 (1967) que consiste en una hoja con unas señales convenientemente dibujadas y espaciadas cuya observación con una inclinación de 45 grados tras reflexión en ambas caras del cristal permite, por óptica elemental, la determinación del espesor del cristal; la patente se restringe al vidrio ordinario y a los espesores más usuales de cristales comerciales. Existen otras patentes que describen dispositivos más sofisticados, aunque basados en principios físicos similares, que o bien persiguen obtener una mayor exactitud en la medida del espesor o bien tratan de dicha medida en situaciones más complejas; así cabe citar, por ejemplo, las patentes JP2000111317 (2000), RU2141621 (1999), US1875665 (1932), US1756785 (1930), US1503543 (1924).

En lo que concierne a las reglas de cálculo, éstas son bien conocidas y existe variedad de ellas aplicables a situaciones muy diferentes; así, una regla con cursor magnificador puede encontrarse, por ejemplo, en la patente US4757616 (1998); en lo que respecta a nuestro campo de aplicación, son conocidas reglas de cálculo de aplicación a distintas magnitudes relacionadas con la protección contra radiaciones; en especial, la patente GB901502 (1962), es de aplicación al cálculo de pantallas protectoras contra fuentes radiactivas. Sin embargo, tales reglas sólo son de aplicación para calcular y no para realizar medidas físicas de objetos o sustancias, tales como los cristales, por lo tanto, no son de aplicación al problema propuesto.

En resumen, ninguno de los dispositivos mencionados aquí es de aplicación a la evaluación de la protección contra rayos X de los cristales utilizados en este campo de actividad y el dispositivo propuesto aquí constituye una solución alternativa sencilla al problema propuesto, en ausencia de generadores de rayos X y monitores de radiación.

Descripción de la invención

La protección de un cristal frente a los rayos X depende de las características de la fuente de radiación, de su espesor y de su coeficiente de atenuación másico; para haces monoenergéticos, el espesor lineal equivalente de un cristal con relación al plomo, es decir el espesor de cristal que atenúa exactamente lo mismo que un espesor dado de una lámina de plomo bajo unas condiciones dadas, está dado por la expresión:

$$x_g = [(\mu/\rho)_{pb}/(\mu/\rho)_g] (\rho_{pb}/\rho_g) x_{pb}$$

donde $(\mu/\rho)_g$ y $(\mu/\rho)_{pb}$ son los coeficientes de atenuación másicos del cristal y del plomo respectivamente y x_g y x_{pb} los espesores lineales equivalentes de ambos materiales; el coeficiente de atenuación másico del cristal, puede ser calculado con buena aproximación atribuyéndole propiedades aditivas, de modo que:

$$(\mu/\rho)_g = \sum g_i (\mu/\rho)_i$$

donde g_i es la fracción másica del cristal a la que contribuye el elemento cuyo coeficiente de atenuación másico es $(\mu/\rho)_i$. Así, en base a lo anterior y para resolver el problema de conocer la equivalencia en plomo de un cristal dado, se parte de las tres premisas siguientes, que pueden ser consideradas como justificadas aproximaciones prácticas;

- Se considera que el coeficiente de atenuación másico del cristal está comprendido entre el de la base cristalina y el plomo, en la medida que la adición de óxidos de este metal sustituye a la base.

b) La adición de plomo al cristal aumenta su densidad y en consecuencia su índice de refracción; una expresión lineal puede ser usada con buena aproximación entre éstas dos últimas magnitudes ($n = a\rho + b$).

c) La equivalencia en plomo del cristal aumenta proporcionalmente a su espesor.

El espesor del cristal puede ser medido por el método de reflexión en las caras anterior y posterior del mismo. La densidad del cristal plomado ordinario, como el recomendado para la protección contra rayos X, puede ser conocida asumiendo la relación lineal indicada en b); aunque esta relación no es necesariamente cierta a la inversa, es decir, que el procedimiento no es de aplicación para todos los cristales, sí lo es para los utilizados como pantallas protectoras como las que nos ocupan, basadas en un alto contenido en óxidos de plomo.

Por ello, por el método descrito, para un tipo de cristal dado, de densidad e índice de refracción conocidos, es posible determinar su equivalencia en plomo (x_{pb}) mediante una medida de su espesor x'_g pudiendo expresarse el primero en relación de proporcionalidad directa con el segundo:

$$x_{pb} = k x'_g$$

donde k es un coeficiente característico de cada cristal que puede expresarse en mm de plomo/mm de cristal.

Cuando el índice de refracción del cristal no es conocido, pero sí su espesor x_g , el conocimiento conjunto de este espesor y el medido por reflexión en las caras paralelas del cristal permiten determinar su equivalencia en plomo. Una expansión gráfica de estas consideraciones permite escribir esta equivalencia de la siguiente forma:

$$x_{pb} = \alpha x_g + \beta x'_g$$

es decir, como una suma ponderada a unos factores α y β de los espesores reales y medidos. Esto permite medir el espesor equivalente en plomo buscado mediante una sencilla operación de suma de escalas.

Estas consideraciones proporcionan una base conceptual suficiente para entender los fundamentos de la presente invención, que consiste en un dispositivo en forma de regla de cálculo de tipo lineal que se refleja en el cristal que se pretende medir, combinando así en un solo instrumento la medida y el cálculo necesarios para medir la equivalencia en plomo de los cristales utilizados como pantallas para la protección de las personas contra los rayos X. Las reglas de cálculo son ampliamente conocidas por lo que no es necesaria su descripción; sin embargo, la regla del presente invento dispone de un soporte que permite su apoyo en el cristal con una inclinación determinada, siendo su opción preferente la de 45° . El cursor de la regla, que está provisto de sendas rayas verticales visibles tanto por la parte delantera como trasera de la regla, puede deslizarse entre dos toques que sobresalen del resto de la regla para permitir el deslizamiento del mismo.

La parte posterior de la regla lleva un dibujo en forma de dos semirrectas unidas por un extremo y formando un ángulo agudo, una de ellas horizontal y la otra inclinada y sin marcas ni graduación. Cuando estas rectas se reflejan en las caras anterior y posterior de un cristal de caras paralelas pulidas se observará una imagen de reflexión en la que la recta oblicua reflejada en la primera cara del mismo intersecta a la recta horizontal reflejada en su cara posterior en un punto que dista del extremo una cierta cantidad d' relacionada con el espesor del cristal y su índice de refracción; el ángulo de inclinación de ambas rectas puede elegirse de manera que, para un cristal de índice de refracción dado, la citada cantidad coincida con el espesor del cristal y como una extensión no limitativa puede hacerse que dicho valor coincida con el doble de dicho espesor, para una mayor claridad en la visualización de la intersección.

La parte frontal de la regla lleva varias escalas nomográficas, todas ellas métricas con soporte de escala rectilíneo, cuyo número depende del número de situaciones que se desee contemplar y construidas sobre la base de las relaciones funcionales indicadas anteriormente; así, varias de ellas responden a la relación $x_{pb} = k x'_g$ y permiten leer en ellas directamente la equivalencia en plomo del cristal (por la intersección del cursor de la regla con la escala) cuando el índice de refracción real del mismo coincide con aquel para el que se ha diseñado la escala; estas escalas están diseñadas para tipos de cristales comunes bien conocidos usados en este campo de la técnica.

El resto de escalas son de aplicación a cristales cuyo espesor es conocido, obteniendo así, en general, una mayor precisión que el valor estándar proporcionado por las escalas anteriores y están diseñadas de modo que representan conjuntamente la expresión $x_{pb} = \alpha x_g + \beta x'_g$; la mitad de ellas son escalas milimétricas (αx_g), para leer en ellas el espesor real del cristal, mientras que la otra mitad están diseñadas para leer en ellas el espesor equivalente en plomo ($\beta x'_g$). Unas y otras se utilizan conjuntamente para dar la equivalencia en plomo del cristal para unas condiciones dadas. Estas escalas están situadas en la zona inferior de la parte frontal de la regla, de modo que las escalas del tipo $\beta x'_g$ quedan en la reglilla deslizante, mientras que las otras quedan situadas en la sección fija del soporte de la regla, por encima y por debajo de la reglilla deslizante.

El objetivo de la raya posterior del cursor es determinar con exactitud el punto de corte de las dos imágenes que se forman por reflexión en las caras paralelas del cristal, mientras que su raya delantera, que es coincidente en situación geométrica con la posterior, sirve para determinar la intersección con las escalas delanteras.

Las distintas líneas, escalas y marcas de la regla pueden ir grabadas en ella, o bien pueden adoptarse cualesquiera de los métodos utilizados para este propósito en las industrias de artes gráficas o cualesquiera otras de este sector industrial.

5 Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención se acompañan en hoja aparte unos dibujos en los que, a título de ejemplo no limitativo, se aprecia la esencia de la presente invención y un caso práctico de realización de la misma.

Así, la figura 1 muestra una vista trasera de la regla (4) con su cursor (1) y el dibujo formado por las semirrectas (2 y 3). La figura 2 es una vista frontal de la misma en la que se aprecian, además del cursor (14), las escalas nomográficas (5 a 12), su ubicación con respecto a la reglilla y los soportes inferiores (13) de la regla con su retranqueo correspondiente para permitir el deslizamiento del cursor. La figura 3 es una imagen del perfil de la regla: el detalle inferior muestra los soportes salientes (23) que sirven de apoyo de la regla en el cristal con corte en zizalladura de 45°, permitiendo el deslizamiento del cursor (25). El detalle superior muestra la sección transversal de la reglilla con corte en cola de milano (24). La figura 4 muestra la imagen que se observa por reflexión en el cristal (18). Se aprecia la reflexión de las rectas inclinadas en la primera cara del cristal (19), en la cara posterior (20), la reflexión del cursor (22) en la primera cara del cristal; asimismo aparece la distancia d' (21) de intersección de la raya del cursor con la imagen (19). La figura 5 es una imagen de la regla-soporte (17) y cursor (16)- apoyada en el cristal (15), con una inclinación de 45°.

Descripción de una realización preferida

A continuación se describe un ejemplo no limitativo de la presente invención. Consiste en un dispositivo en forma de regla de cálculo de tipo lineal que puede apoyarse en el cristal con una inclinación de 45°, mediante un soporte (13) que consiste en un corte en zizalladura de 45° de su parte inferior (23). La regla es rectangular y preferente aunque no limitativamente de material plástico o cualquier otro material apropiado que exista en el mercado. La reglilla deslizante (24) es accesible solo por su parte frontal, de modo que la parte trasera es completamente lisa. El cursor (1 y 14) de la misma posee sendas rayas verticales visibles tanto por la parte delantera como trasera de la regla, siendo ambas rayas geoméricamente coincidentes; el soporte del cursor está formado por dos láminas transparentes, preferentemente de material plástico, siendo su cara delantera abombada, al objeto de que sirva como magnificador. La regla es más ancha en los extremos de su parte inferior, configurando con ello los soportes indicados anteriormente, con el objeto de permitir el deslizamiento del cursor a lo largo de la regla mientras se mantiene ésta apoyada en el cristal y de tal modo que dichos extremos sirvan también de tope para el deslizamiento del cursor (13).

La parte trasera de la regla lleva dos rectas (2 y 3) coincidentes por el vértice formando un ángulo agudo de 21,81°, que ha sido elegido de manera que la cantidad d' (21) coincida con el doble del espesor del cristal para el vidrio ordinario ($n=1,52$), lo que constituye la opción preferente de la invención; una de ellas es horizontal y constituye un segmento cuyos extremos coinciden con las posiciones extremas de la raya posterior del cursor. La otra recta es oblicua y el conjunto formado por las dos rectas está situado y centrado en la parte trasera de la regla, de modo que la recta horizontal queda cerca de la parte inferior de la misma y el vértice de intersección de ambas rectas queda del lado derecho cuando la regla se observa por su parte trasera.

La parte frontal de la regla lleva grabadas ocho escalas nomográficas. La reglilla deslizante divide a la regla en tres zonas y la ubicación de estas escalas es la siguiente: cuatro de ellas (5,6,7 y 8) están situadas en su parte superior, que es la más amplia, dos de ellas (9 y 10) en la reglilla (parte superior e inferior, respectivamente) y las otras dos (11 y 12) en la parte inferior, de modo que las escalas (8) y (11) lindan por abajo y por arriba respectivamente con la reglilla deslizante, quedando enfrentadas a las escalas (9) y (10) de la misma. Las escalas están situadas de tal manera que su cero coincide con la posición extrema izquierda de la raya delantera del cursor, cuando la regla es observada desde su parte frontal; desde la misma perspectiva y para su identificación y fácil lectura, en el margen izquierdo de la regla puede aparecer la letra o alternativamente el título representativo de la escala y en el margen derecho la magnitud que representan o las unidades de medida.

Las ocho escalas son escalas métricas con soportes de escala rectilíneos y están construidas en base a las relaciones funcionales indicadas anteriormente; las tres primeras son del tipo $x_{pb} = kx'_g$, estando la primera (5) construida para vidrio ordinario ($n=1,52$; $\rho=2,5 \text{ gr/cm}^3$). La segunda escala (6) es para su uso con visores acrílicos plomados ("clear-Pb"; $n=1,54$; $\rho=1,6 \text{ gr/cm}^3$) y la tercera (7) para cristal plomado de densidad intermedia entre los utilizados para este propósito ($n=1,76$; $\rho=4,8 \text{ gr/cm}^3$) y para una tensión máxima de 150 kV (para tubos de rayos X). Las cinco escalas siguientes representan conjuntamente la expresión del tipo $x_{pb} = \alpha x_g + \beta x'_g$; tres de ellas (8, 11 y 12) son escalas milimétricas (αx_g), para leer en ellas el espesor real del cristal, mientras que las otras dos escalas (9 y 10) están diseñadas para leer en ellas la equivalencia en plomo ($\beta x'_g$). Dos escalas (8 y 9) se utilizan conjuntamente para dar el espesor equivalente en plomo del cristal ordinario y plomado para una tensión máxima de 150 kV; otras dos escalas (8 y 12) se utilizan conjuntamente para dar este espesor para una fuente radiactiva de Co-60 y finalmente otro par de escalas (10 y 11) se utilizan conjuntamente para el mismo propósito para una fuente radiactiva de Cs-137.

Todas las escalas son lineales con los siguientes valores de paso e intervalo gráfico: (5)-0,02 mm Pb; 3,714 mm-, (6)-0,02 mm Pb; 0,845 mm-, (7)-0,2 mm Pb; 0,953 mm-, (8)-0,2 mm; 0,375 mm-, (9)-0,2 mm Pb; 0,241 mm-, (10)-0,2 mm Pb; 0,257 mm-, (11)-0,2 mm; 0,406 mm-, (12)-0,2 mm; 0,425 mm-.

ES 2 238 157 B1

De este modo, cuando colocamos la regla sobre el visor (15 y 18), se observa en éste por reflexión la intersección de la recta horizontal reflejada en la segunda cara del cristal (20) con la oblicua reflejada en la primera cara (19). Si se lleva el cursor posterior hasta esta intersección, la intersección del cursor delantero con las escalas (5), (6) y (7) dan su espesor equivalente en milímetros de plomo, para cristal ordinario, plásticos o acrílicos plomados ("clear-Pb") y cristal plomado de densidad media. Asimismo desplazando la reglilla móvil, hasta dicha intersección, de tal modo que el origen de las escalas (9) y (10) coincida ahora con el cursor delantero, el resto de las escalas nos permiten conocer con más exactitud dicha equivalencia en plomo del cristal; así, para una tensión máxima de 150 kV se lee el espesor real del cristal en la escala (8) y para Co-60 en la escala (12) y en ambos casos ayudado del cursor el espesor equivalente en plomo se lee en la escala (9); para Cs-137 se utilizan las escalas (11)(espesor real) y (10)(equivalencia en plomo) respectivamente, con el mismo procedimiento.

Indicación de la manera en que la invención es susceptible de aplicación industrial

La presente invención es susceptible de aplicación industrial en la verificación de la correcta protección contra rayos X de los cristales más comúnmente usados como pantallas para este propósito (cristal ordinario, cristal plomado y acrílico plomado). Constituye una alternativa práctica y sencilla al uso de fuentes y monitores de radiación en ausencia de éstos, especialmente cuando se requiera una medida rápida y orientativa de la adecuada protección de estos cristales.

REIVINDICACIONES

5 1. Regla de cálculo reflexible y método para medir el espesor equivalente en plomo de los cristales utilizados como pantallas para la protección de las personas contra los rayos X, que es del tipo de los que miden el espesor de un cristal por el método de reflexión en las caras paralelas pulidas del mismo, con reglilla (24) y cursor magnificador (1 y 14), **caracterizada** por disponer de un soporte (13) que permite su apoyo en el cristal con una inclinación no limitativa de 45°, consistiendo dicho soporte en un corte en zizalladura de su parte inferior (23) y por ser más ancha en los extremos de su parte inferior, con el objeto de permitir el deslizamiento del cursor a lo largo de la regla mientras se mantiene ésta apoyada en el cristal, de tal modo que dichos extremos sirvan también de tope para el deslizamiento del cursor.

10 2. Regla de cálculo reflexible y método, según la reivindicación 1, que presenta en la parte trasera un dibujo en forma de dos semirrectas unidas por un extremo, una de ellas horizontal (3) y la otra inclinada (2) formando un ángulo agudo, elegido de forma que la intersección de las dos imágenes que se forman por reflexión de esta imagen en las caras anterior y posterior del cristal, cuando éstas son observadas bajo un ángulo determinado, den un múltiplo entero del espesor del cristal, **caracterizada** por no disponer de marcas ni graduación alguna, pudiéndose determinar dicha intersección a través del cursor deslizante (1).

15 3. Regla de cálculo reflexible y método, según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada** por presentar en su parte frontal varias escalas nomográficas (5 a 12), todas ellas métricas con soportes de escala rectilíneos, que en conjunción con la medida del espesor del cristal permiten conocer su espesor equivalente en plomo, para unas condiciones dadas y construidas de acuerdo con las relaciones funcionales: $x_{pb} = kx'_g$ y $x_{pb} = \alpha x_g + \beta x'_g$, donde x_{pb} es el espesor equivalente en plomo del cristal, x'_g y x_g los espesores medidos y reales, respectivamente y donde k , α y β son constantes que han sido determinadas asumiendo propiedades aditivas al coeficiente de atenuación másico del cristal, proporcionalidad entre la equivalencia en plomo del cristal con su espesor y relación lineal entre la densidad del cristal plomado (usado en este campo de la técnica) y su índice de refracción.

20 4. Regla de cálculo reflexible y método, según las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque varias escalas están construidas sobre la base de la relación funcional: $x_{pb} = kx'_g$, quedando estas escalas en la parte fija del soporte de la regla y porque el resto de escalas están construidas sobre la base de la relación funcional: $x_{pb} = \alpha x_g + \beta x'_g$, siendo la mitad de éstas últimas escalas milimétricas que representan el sumando αx_g , mientras la otra mitad obedecen al sumando $\beta x'_g$, quedando la primera mitad en la sección fija del soporte y la segunda en la reglilla deslizante.

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

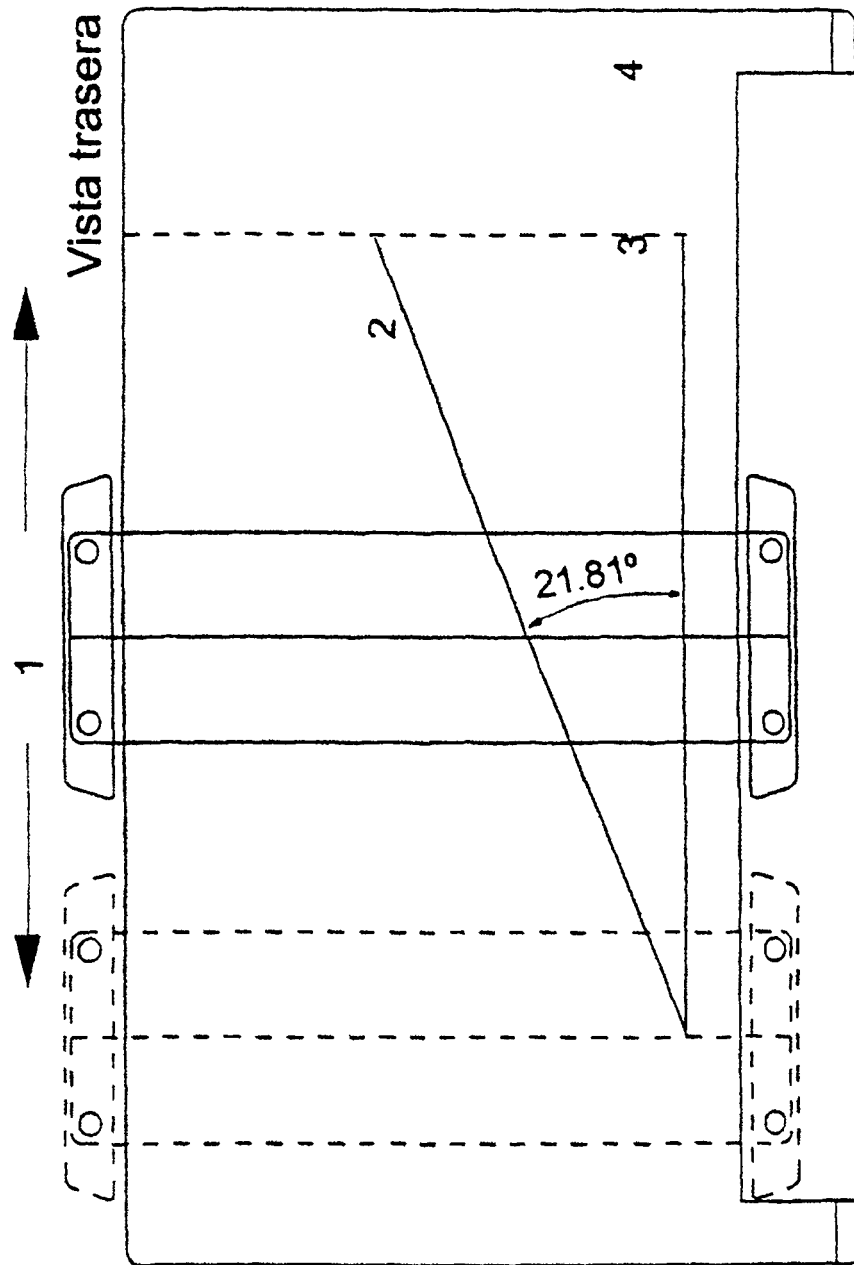


Fig. 2

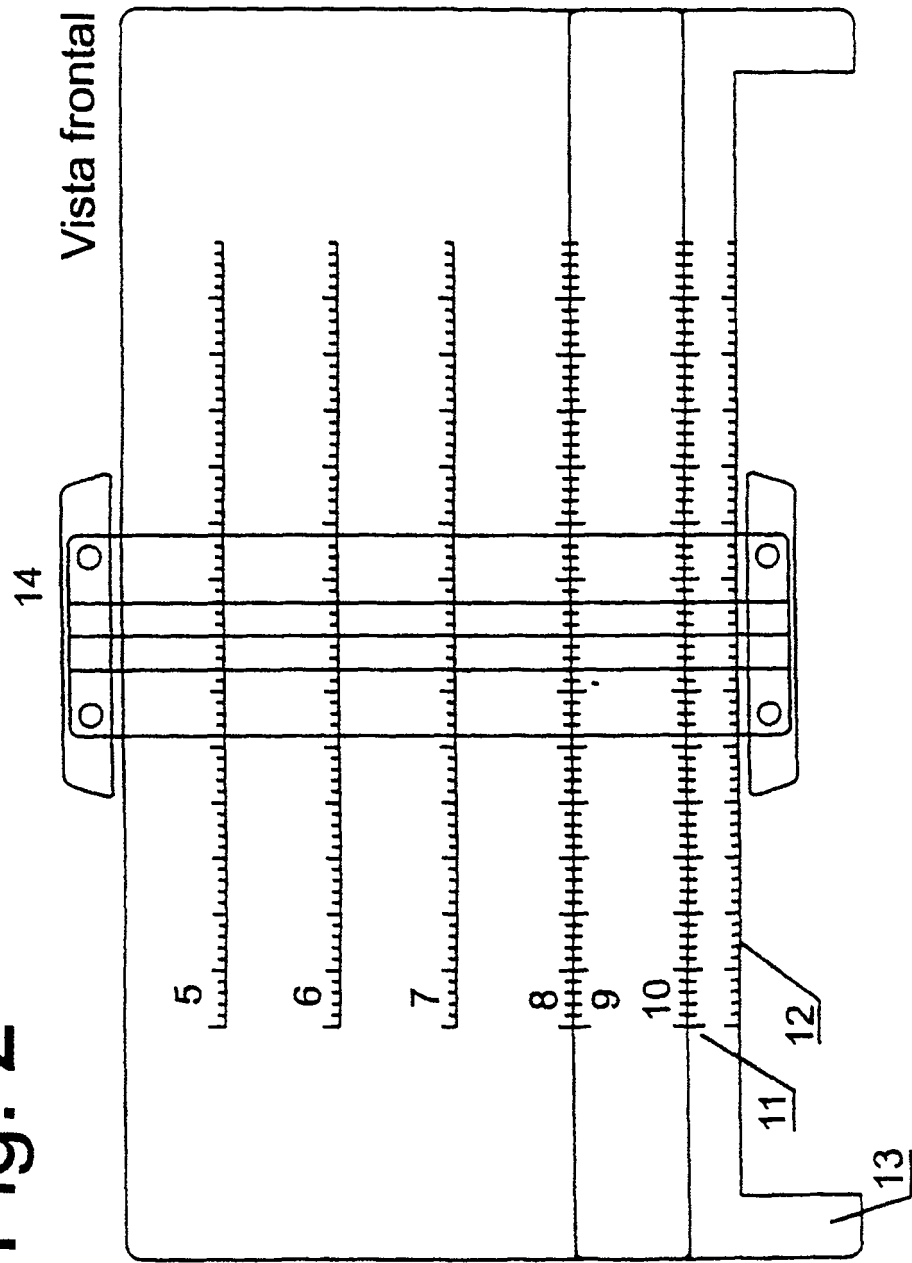


Fig. 3

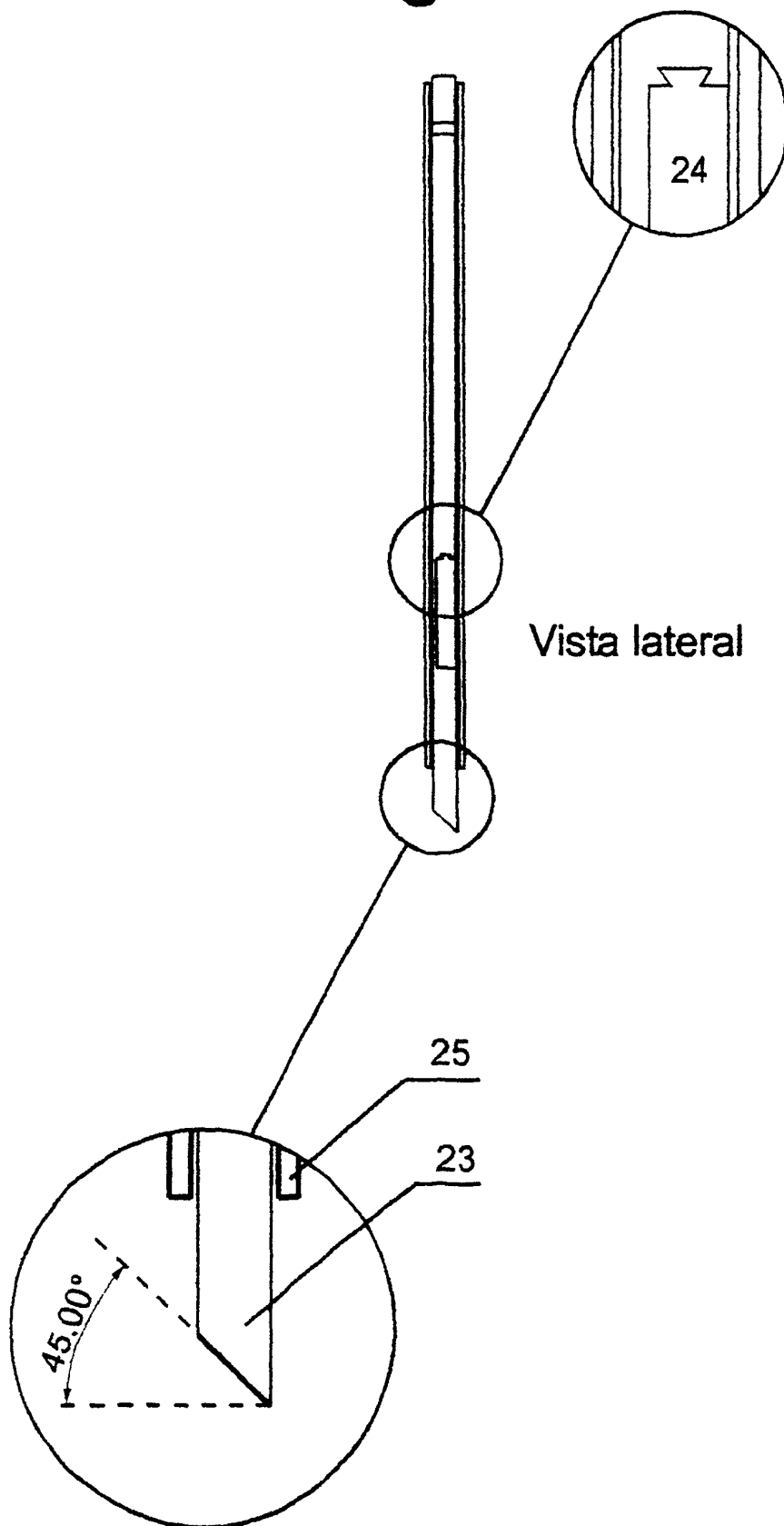


Fig. 5

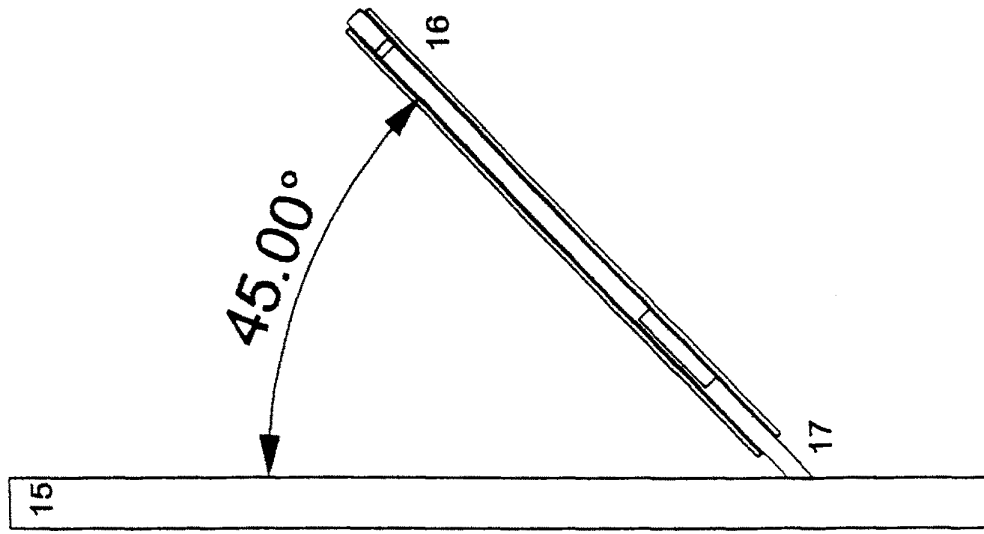
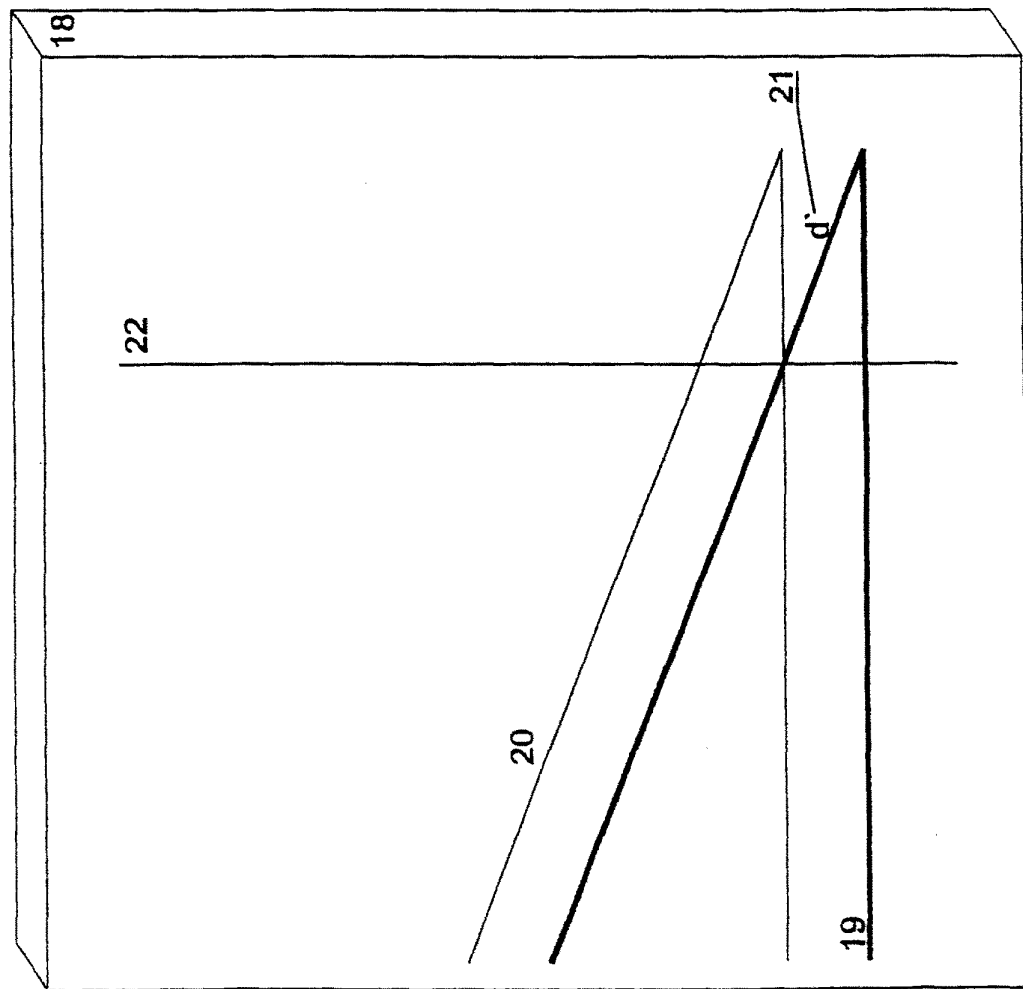


Fig. 4





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 238 157

⑫ Nº de solicitud: 200302385

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 10.10.2003

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.7: G06G 1/06, G01B 11/06

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	GB 901502 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 18.07.1962, todo el documento.	1-3
A	US 3320849 A (CUMBERLAND, J.) 23.05.1967, todo el documento.	1,2
A	US 1756785 A (GALLASCH, G.) 29.04.1930	

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

12.07.2005

Examinador

O. González Peñalba

Página

1/1