



18	ES	11	NUMERO	10	Y
		21	<b>256770</b>		
		22	FECHA DE REPRESENTACION		
			26-MARZO-1980		

15 OCT. 1981

**MODELO DE UTILIDAD**

ESPAÑA

PROCEDE DE LA PATENTE DE INVENCION No 489.948/2. Solic. el 26-3-1980

50	PRIORIDADES	52	FECHA	53	PAIS
51	NUMERO				
	024.386		27-3-1979		ESTADOS UNIDOS

54	FECHA DE PUBLICACION	55	CLASIFICACION INTERNACIONAL
			G 01 N 31/00

56	TITULO DE LA INVENCION
	" DOSIMETRO PERSONAL "

57	SOLICITANTE (S)
	E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY

58	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	Wilmington, Delaware 19898 - ESTADOS UNIDOS

59	INVENTOR (ES)
	Elbert Victor Kring y William Jacob Lautenberger

60	TITULAR (ES)

61	REPRESENTANTE
	DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada con un dosímetro destinado a registrar los contaminantes gaseosos contenidos en la atmósfera. De manera más particular, la invención está relacionada con un dosímetro integrador útil para medir el nivel medio de exposición a un contaminante gaseoso durante un periodo de tiempo dado.

Descripción de la técnica anterior ....

10 La supervisión de los contaminantes contenidos en el aire está tomando una importancia cada vez más importante conforme los efectos perjudiciales de estos contaminantes se hacen más evidentes. En lugares de trabajo de grandes dimensiones, por ejemplo, un aparato previsto para esta finalidad utiliza una bomba que empuja el aire que ha de ser muestreado, 15 bajo la forma de una corriente continua y uniforme, sobre un elemento de detección. Sin embargo estos aparatos no supervisan con precisión la exposición de una persona que se desplaza en la zona amplia donde se efectúa el muestreo.

20 Igualmente se han utilizado dispositivos de muestreo personales llevados por trabajadores individuales que recogen de manera pasiva los contaminantes. Unos dispositivos empleando la difusión molecular del contaminante gaseoso supervisado para recoger la muestra, han sido descritos, por ejemplo, 25 en las patentes de Los Estados Unidos números 3.924.219 y

3.985.017. Numerosos aparatos que permiten la difusión del contaminante gaseoso hasta un medio colector pueden dar ind  
caciones inexactas de la concentración media del contaminante porque los aparatos recogen cantidades variables de contami  
5 nante, y están afectados de manera perjudicial por los perfi  
les de circulación atmosférica o el desplazamiento de los  
individuos que llevan los aparatos.

La solución a este problema que se ha utilizado en los aparatos de la técnica anterior, que implicaba esen  
10 cialmente la limitación de la velocidad de difusión, ha resul  
tado a menudo en un dispositivo algo insensible a las bajas  
concentraciones de los contaminantes gaseosos. Por consiguien  
te existe todavía la necesidad de un dosímetro independiente  
del movimiento relativo de la atmósfera y capaz de funcionar  
15 de manera satisfactoria con reducidas concentraciones de  
contaminantes.

#### RESUMEN DE LA INVENCION

De acuerdo con la presente invención, se proporcio  
na un dosímetro personal para medir la concentración media  
20 de un contaminante gaseoso en la atmósfera durante un perio  
do de tiempo dado. El dosímetro incluye:

- una base plana provista de una cavidad poco profunda;
- una sustancia detectora capaz de reaccionar con el contaminante gaseoso situado en el interior de la cavidad; y
- 25 una hoja de recubrimiento, superpuesta a la base

1 cuyo lado interno se adapta a la cavidad formada en la  
base de tal manera que la sustancia detectora quede  
contenida y mantenida firmemente entre la cavidad y la  
hoja de recubrimiento, estando dicho dosímetro caracte-  
5 rizado porque por lo menos uno de los elementos consti-  
tuídos por la base y la hoja de recubrimiento tiene una  
pluralidad de canales circulares que lo atraviesan de  
par en par, teniendo cada canal una relación entre lon-  
gitud y diámetro de por lo menos 3, de tal manera que  
10 los canales constituyan el único medio de comunicación  
entre la atmósfera y la sustancia detectora.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

15 La figura 1 es una vista de despiece de un  
dosímetro en el cual tanto la base como la hoja de re-  
cubrimiento contienen canales de difusión.

20 La figura 2 es una vista en sección trans-  
versal del dosímetro de la figura 1, en forma ensam-  
blada, tomada a lo largo de la línea 2-2.

---

---

## DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

El dosímetro descrito aquí, recoge, para su análisis ulterior, un contaminante gaseoso proporcionalmente a su concentración media en la atmósfera durante el periodo de recogida. El dosímetro efectúa pasivamente un muestreo del contaminante gaseoso permitiendo la difusión del contaminante a través de una pluralidad de canales hasta la parte interior del dosímetro donde se mantiene por medio de una sustancia detectora hasta su análisis.

El funcionamiento del dosímetro está basado en la ley de Fick que da una expresión matemática de la difusión, o transferencia molecular de un contaminante gaseoso contenido en el aire a través de un canal.

De forma relevante, esta ley se expresa por la siguiente fórmula:

$$M = D.C.t.A/L$$

en la cual

M = cantidad de contaminante gaseoso transferido (mg)

D = coeficiente de difusión del contaminante gaseoso a través del aire ( $\text{cm}^2/\text{min}$ )

C = concentración del contaminante en la atmósfera ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ )

t = tiempo de exposición (minutos)

A = superficie de la sección transversal del canal ( $\text{cm}^2$ )

-6-

L = distancia en la dirección de la difusión, en  
este caso longitud del canal (cm)

Los valores de D para varios contaminantes gaseosos pueden obtenerse fácilmente en la literatura. La ley de Fick se aplica a cada canal del dosímetro.

En las figuras 1 y 2 se ilustra un dosímetro que incluye una base 1 dotada de una cavidad 2 poco profunda en la cual está dispuesta una capa de una sustancia detectora 3 que cubre totalmente el fondo plano de la cavidad 2.

Una hoja de recubrimiento 5, cuya longitud y anchura corresponden a las de la base 1, tiene una porción saliente 10 que se adapta íntimamente por fricción con las paredes de la cavidad 2, como puede verse en la figura 2. Cuando la hoja de recubrimiento 5 y la base 1 están adaptadas conjuntamente, la sustancia detectora 3 está mantenida firmemente entre la parte saliente 10 y el fondo de la cavidad 2, sin dejar ningún espacio entre la sustancia detectora y el fondo de la cavidad o la parte saliente. La adaptación íntima deseada se facilita dotando la base 1 de pestañas 7 que corresponden a las pestañas 8 formadas en la hoja de recubrimiento 5. Cada par de pestañas 7 y 8 están sujetas conjuntamente introduciéndolas en la ranura correspondiente de una de las cu biertas de extremidad 9, tal y como se ilustra.

La hoja de recubrimiento 5 tiene una pluralidad de canales circulares 6 que se extienden a partir de su cara

externa superior a través del saliente 10. La base 1 tiene también una pluralidad de canales circulares 4 que se extienden a partir del fondo de la cavidad 2 a través del lado opuesto de la base 1. Cuando la hoja de recubrimiento 5 y la base 1 están adaptadas conjuntamente, conteniendo la sustancia detectora 3, los canales 4 y 6 constituyen la única comunicación entre la atmósfera y la sustancia detectora 3.

Cuando el dosímetro está en funcionamiento, el contaminante gaseoso se propaga a través de los canales 4 y 6 de acuerdo con la ley de Fick y está mantenido por la sustancia detectora 3 hasta su análisis. La sustancia detectora puede estar constituida por cualquier material que absorbe, adsorbe, reacciona o se combina de otra manera con el contaminante gaseoso. Cualquiera que sea la manera con la cual la sustancia detectora reacciona, como se indica más arriba, con el contaminante gaseoso, su cantidad o su fuerza han de ser suficientes para reaccionar completamente con la cantidad total de contaminante con la cual está en contacto. La sustancia detectora será a menudo específica para el contaminante gaseoso particular cuya supervisión se está efectuando. Unos ejemplos de detectores útiles para varios contaminantes son el carbón activado o el carbón vegetal, los geles de sílice, los polímeros porosos y la alumina activada. El carbón o la alumina por ejemplo, pueden envolverse en un aglomerante polimérico tal como el politetrafluoretileno.

La hoja de recubrimiento 5 y la base 1 se hacen preferentemente con materiales no higroscópicos y a la vez química y físicamente inertes al contaminante gaseoso cuya supervisión se está efectuando. Unos ejemplos de estos materiales son el polietileno, el polipropileno, los polímeros o copolímeros de tetrafluoretileno y de hexafluorpropileno, acero inoxidable, y varios metales. Los polímeros mencionados más arriba son los preferidos puesto que pueden moldearse por inyección fácilmente.

Para que un dosímetro personal pueda dar una indicación precisa de la concentración media en función del tiempo de un contaminante gaseoso contenido en la atmósfera, debe no ser afectado por el movimiento del aire con relación al dosímetro, y debe tener una sensibilidad suficiente para recoger una masa adecuada incluso a concentraciones reducidas. En el dosímetro de la presente invención, la recogida del contaminante gaseoso se efectúa a través de los canales cuyas extremidades conducen directamente a la sustancia detectora, sin dejar ningún espacio de aire alrededor del detector. Se ha comprobado que con una configuración de este tipo, cuando los canales tienen una relación entre longitud y diámetro de por lo menos 2,5, y preferentemente de por lo menos 3,0, y de manera todavía más preferida de por lo menos 3,4, el dosímetro es sustancialmente independiente de los efectos de la velocidad del aire ambiente. Aunque la sección transversal

5

10

15

20

25

de los canales es normalmente redonda, se entenderá que pueden utilizarse eficazmente canales de otras secciones transversales. En tales casos, las relaciones entre longitud y diámetro ( $L/d$ ) de la sección transversal circular pueden transformarse en relaciones entre longitud y superficie para obtener una correspondencia de otras configuraciones de sección transversal.

Con las limitaciones de las relaciones mencionadas más arriba, puede utilizarse cualquier longitud o cualquier diámetro, en canales circulares por ejemplo, aunque un límite superior de aproximadamente 10 es útil para la relación  $L/d$ . Se prefieren longitudes de canal incluidas aproximadamente entre 0,1 y 1,0 cm, y también diámetros de aproximadamente 0,04 a 0,25 cm. Sin embargo el tamaño deseado del dosímetro determinará de manera general los límites superiores prácticos de las dimensiones de los canales.

Como puede verse basándose en la ley de Fick, el número de canales afecta la cantidad de contaminante gaseoso recogida puesto que afecta la superficie de sección transversal total disponible para la transferencia. Sin embargo, el dosímetro tiene una sensibilidad aceptable comercialmente a concentración reducida con un número de canales no superior a 50.

Aunque las figuras 1 y 2 representan canales tanto en la hoja de recubrimiento 5 como en la base 1, se entenderá

que el dosímetro funciona de la misma manera cuando los canales están formados solamente en uno de estos elementos. Igualmente, no es necesario, cuando ambos elementos están dotados de canales, que cada uno de ellos tenga el mismo número de canales. Preferentemente, sin embargo, se utilizan 200 a 350 canales y más preferentemente de 275 a 325 canales en cada uno de los elementos constituidos por la placa de recubrimiento y la base.

Durante la utilización, un dosímetro del tipo descrito más arriba es llevado por la persona expuesta al contaminante gaseoso, generalmente mediante la fijación del dosímetro en la ropa de tal manera que los canales no estén obstaculizados. En variante, el dosímetro puede situarse en una posición en la cual está sometido a una muestra de aire ambiente representativa del aire al cual está expuesto la persona en cuestión. Después de la exposición durante un periodo de tiempo medido, se analiza la sustancia detectora para conocer el contenido de contaminante gaseoso. Los valores de los niveles de contaminante gaseoso presentes pueden relacionarse matemáticamente con la concentración ambiente mediante la aplicación de la ley de Fick, lo que permite conocer la concentración ambiente media durante el periodo de exposición.

El análisis puede efectuarse retirando la sustancia detectora y aplicando a continuación técnicas analíticas standard para medir los cambios de las propiedades térmicas, que

1 micas o físicas de la sustancia detectora. La cromatografía  
en fase gaseosa es un método analítico preferido. Cuando se  
desea aislar el contaminante gaseoso de la sustancia detecto  
5 ra, puede utilizarse en primer lugar solventes de extracción  
corrientes tales como el disulfuro de carbono, el cloruro de  
metileno, éteres y alcoholes, con el fin de separar el conta  
minante del detector.

La demostración de la independencia del dosímetro  
con respecto al movimiento relativo de la atmósfera puede  
efectuarse comparando los resultados experimentales del fun  
10 cionamiento del dosímetro en varias condiciones de funciona  
miento con los valores teóricos previstos a partir de la ley  
de Fick. La ecuación de Fick mencionada más arriba puede es  
cribirse de nuevo bajo la siguiente forma

$$D \cdot A / L = \frac{M}{C \cdot t}$$

15 en la cual cada símbolo tiene el significado mencionado más  
arriba.

Puesto que  $A$  y  $L$  son constantes en cualquier dosí  
metro particular y  $D$ , coeficiente de difusión, es independien  
20 te de la concentración ( $C$ ), del tiempo ( $t$ ), o de la recogida  
de masa ( $M$ ), la expresión matemática  $D \cdot A / L$  será una constante  
para cualquier dosímetro particular.

A título ilustrativo, se construyeron varios dosí  
metros de los tipos ilustrados en las figuras 1 y 2 (en los  
25 cuales: (1) la hoja de recubrimiento 5 y la base 1 tenían ca

da una 291 canales; (2) cada canal tenía un diámetro de 0,11 cm y una longitud de 0,352 cm; y (3) la sustancia detectora era carbón vegetal activado empotrado en una matriz de poli tetrafluoretileno). Se efectuaron un total de 3 pruebas diferentes, y en cada una de ellas se situaron dos dosímetros en una cámara en la cual se sopló aire teniendo una concentración conocida de benceno sobre los dosímetros en una dirección paralela a las caras externas de la base y de la hoja de recubrimiento de cada uno. Los dosímetros se expusieron de esta manera a la acción del aire durante 30 minutos y después de este tiempo se retiró la sustancia detectora de cada uno de ellos, se efectuó la extracción del benceno acumulado utilizando disulfuro de carbono, y se determinó la cantidad de benceno con un cromatógrafo en fase gaseosa calibrado previamente. Los resultados se dan en la tabla que

Prueba	Concentración C de benceno ( $\text{mg}/\text{cm}^3 \times 10^5$ )	Velocidad del aire (pies/mi- nuto)	t Tiempo de exposición (min)	M benceno recogido ( $\text{mg} \times 10^2$ )	$\frac{M}{C \cdot t}$ ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
1	11,4	32,5	30	31,9	93,4
	11,4	32,5	30	28,6	83,8
2	2,14	162,5	30	5,7	88,8
	2,14	162,5	30	5,49	85,8
3	1,024	325,0	30	2,99	97,3
	1,024	325,0	30	2,85	92,8

1 pie/min = 0,304 m/min.

El coeficiente de difusión del benceno a la temperatura de la prueba, aproximadamente 23°C, es de 5,592 cm<sup>2</sup>/min (tablas críticas internacionales). En estas pruebas, la expresión D.A/L tiene un valor que se determina de la siguiente manera:

5

$$D.A/L = 5,592 \frac{2 \times 291 \left( 3,14 \left( \frac{0,11^2}{2} \right) \right)}{0,352} = 87,8 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

10

Los resultados experimentales obtenidos para M/(C.t) están sustancialmente conformes al valor teórico de D.AL de 87,8 cm<sup>3</sup>/min como puede verse por medio de la ecuación de Fick.

15

En otra demostración de la independencia respecto al movimiento atmosférico relativo, se construyeron 6 grupos de 2 dosímetros, cada uno como en las figuras 1 y 2, pero teniendo canales solamente en la hoja de recubrimiento 5, la sustancia detectora era carbón vegetal activado empujado en una matriz de politetrafluoretileno. Cada grupo difería de cualquier otro grupo por el número de canales, la longitud de los canales o el diámetro de los canales. Un dosímetro de cada grupo se situó en una cámara en la cual se sopló aire con una concentración de benceno de 1,152 x 10<sup>-5</sup> mg/cm<sup>3</sup> paralelamente a la cara externa de la hoja de recubrimiento de cada dosímetro. La velocidad del aire con relación al dosímetro, es de 1,52 m/min. Al cabo de 3 horas, se determinó

20

25

de la manera descrita anteriormente la cantidad de benceno recogida por cada dosímetro. Se repitió la prueba con el dosímetro restante salvo que se utilizó una velocidad de aire relativa de 48,64 m/min (160 pies/min).

5 Para cada grupo de dosímetros, el efecto del cambio de velocidad se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Efecto de velocidad} = \frac{M_{160} - M_5}{M_5} \times 100\%$$

10 en esta fórmula:

$M_{160}$  = Masa recogida a 48,64 m/min

$M_5$  = Masa recogida a 1,52 m/min

Los resultados se dan en la tabla que sigue:

15	Grupo de dosímetros	Nº de canales	L Longitud de los canales (cm)	d diámetro de los canales (cm)	$\frac{L}{d}$	Efecto de la velocidad
	1	96	0,60	0,20	3,0	0,0%
	2	177	0,48	0,14	3,43	-1,6%
	3	401	0,32	0,08	4,0	+1,9%
20	4	401	0,635	0,08	7,94	-1,4%
	5	177	0,32	0,14	2,29	+18,8%
	6	1	0,97	3,15	0,31	+313,0%

25 Como puede verse los dosímetros de acuerdo con la presente invención, es decir los dosímetros 1-4, en los cuales

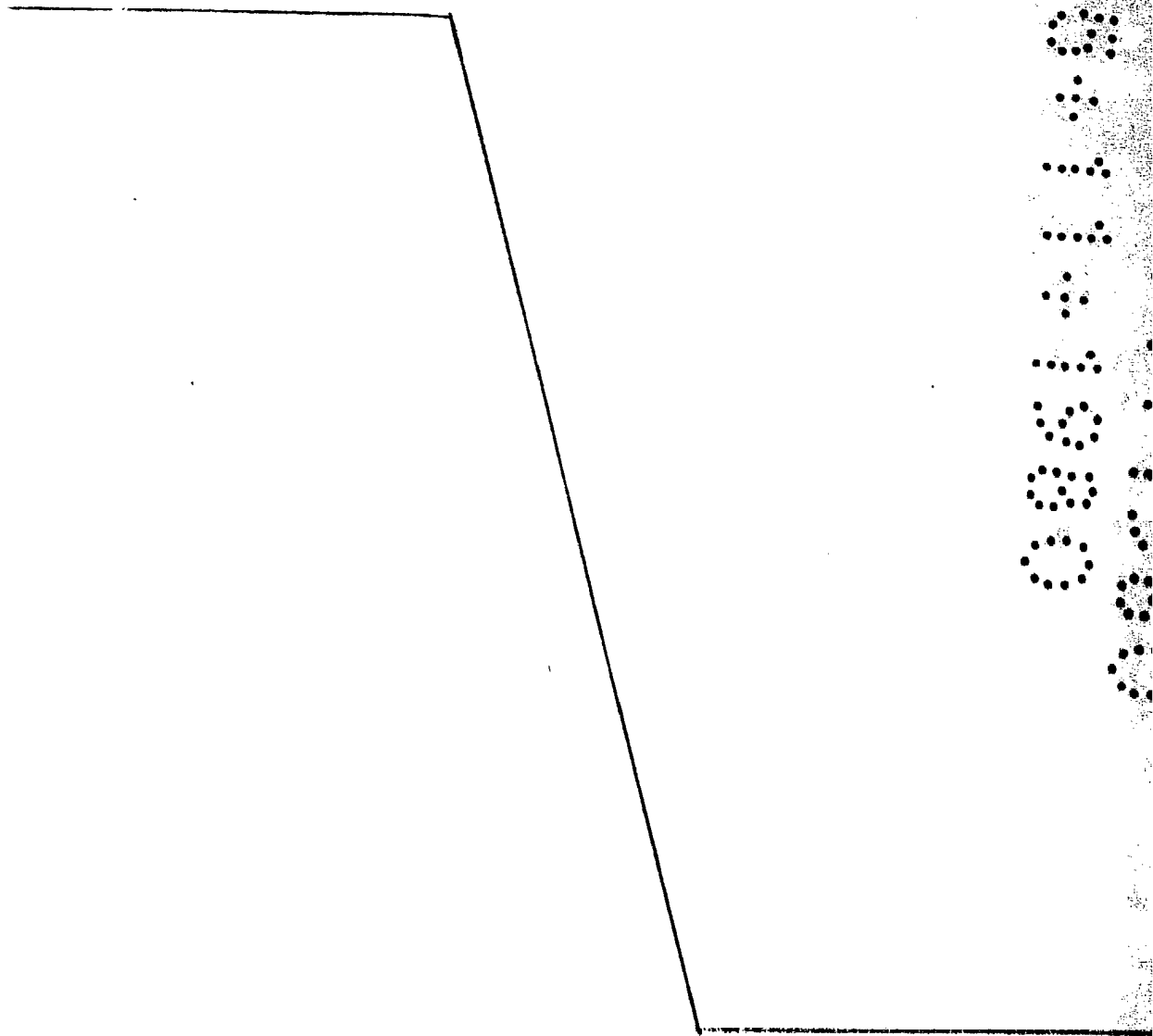
L/d 2,5 - presentan un cambio insignificante de captación de masa producido por el cambio de la velocidad ambiente. Los dosímetros de control 5 y 6, que no forman parte de la presente invención, presentan un cambio sustancial. El dosímetro 6 ilustra los efectos extremos de la velocidad ambiente cuando L/d es muy inferior al límite más bajo de la presente invención.

10

15

20

25



1                    En resumen, el Modelo de Utilidad que se  
solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

5                    1. Dosímetro personal para medir la concentración  
media en función del tiempo de un contaminante gaseoso, conte  
nido en la atmósfera, que incluye:

                  una base plana teniendo en ella una cavidad poco  
profunda;

10                    una sustancia detectora capaz de reaccionar con el  
contaminante gaseoso situado en el interior de la cavidad; y

                  una hoja de recubrimiento, superpuesta a la base,  
cuya cara interna se adapta a la cavidad formada en la base,  
de tal manera que la sustancia detectora quede contenida y  
15                    mantenida firmemente entre el fondo de la cavidad y la hoja  
de recubrimiento,

                  caracterizado porque por lo menos uno de los dos  
elementos constituidos por la base y la hoja de recubrimiento  
presenta una pluralidad de canales circulares que lo atravie  
20                    san de par en par, teniendo cada canal una relación entre lon  
gitud y diámetro de por lo menos 3, y porque los canales cons  
tituyen la única comunicación entre la atmósfera y la sustan  
cia detectora.

25                    2. Dosímetro según la reivindicación 1, caracteri

1 zado porque los canales tienen una longitud de aproximadamente  
0,1-1,0 cm, y un diámetro de aproximadamente 0,04-0,25 cm.

3. Dosímetro según la reivindicación 2, caracteri-  
zado porque cada uno de los dos elementos constituidos por la  
5 hoja de recubrimiento y la base presenta 200-350 canales.

4. Dosímetro según la reivindicación 1, 2 o 3,  
caracterizado porque la sustancia detectora se elige en el  
grupo que consiste en carbón vegetal activado, carbón activa-  
do, geles de sílice, alumina activada y polímeros porosos.

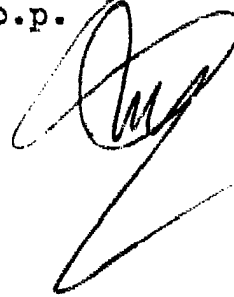
10 5.- Se reivindica por último como objeto sobre-  
el que ha de recaer el Modelo de Utilidad que se solicita:  
" DOSIMETRO PERSONAL ".

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en  
la presente memoria descriptiva que consta de diecisiete  
páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 26 de Marzo de 1980

BERNARDO UNGRIA

P.P.



20

25

FIG. 1

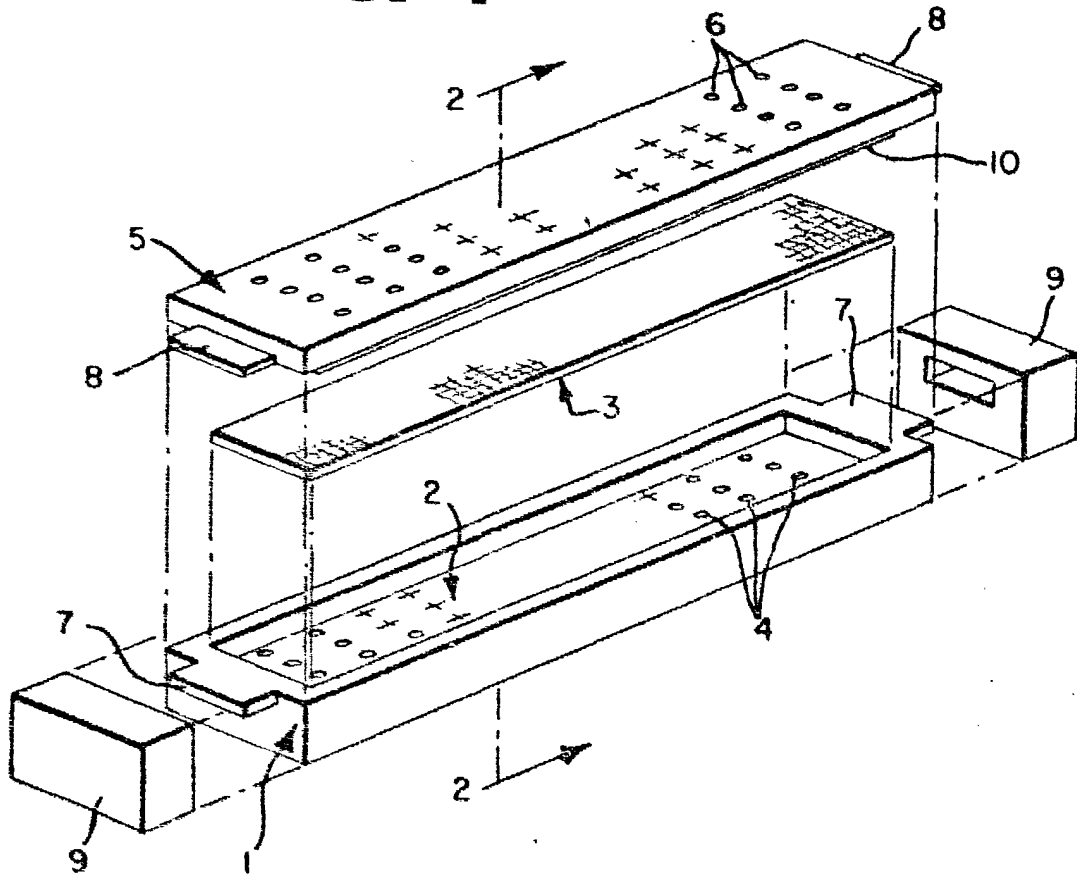
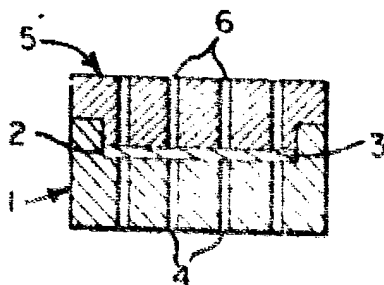


FIG. 2



ESCALA VARIABLE  
Madrid 26 Marzo 1.980  
BERNARDO UNGRIA  
P.O.