



29

E.L. Bush, 18-5.

438755

Int. Cl.:	H01G
-----------	------

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE IN-
VENCION EN ESPAÑA POR: "UN ELECTRODO PARA UN CON-
DENSADOR ELECTROLITICO", A NOMBRE DE STANDARD ELEC-
TRICA, S.A., DOMICILIADA EN MADRID, CALLE DE RAMI-
REZ DE PRADO, Nº 5.

El presente invento se refiere a un electrodo para un condensador electrolítico y, concretamente, al electrodo metálico del mismo.

5 En la fabricación de condensadores de tántalo a partir de tántalo en polvo, parte del tántalo se utiliza solamente como contacto y no juega parte activa en el mecanismo que forma la capacidad. El tántalo y otros metales como el niobio, así como las aleaciones de los mismos, tales como la aleación niobio/tántalo, son caros, y un objetivo del
10 presente invento es sustituir la parte metálica que no hace contac



to por un material menos caro.

El invento se refiere a un electrodo para un condensador electrolítico que, comprende un cuerpo poroso y compactado de partículas recubiertas de metal, en
5 dónde los núcleos de partículas son de material no-conductivo
 y no-combustible y en dónde el espesor inicial del
 recubrimiento metálico es tal que a la anodización del
 cuerpo a un tensión de anodización determinada por el có-
 digo de tensión requerida del condensador, el espesor me-
10 dio del recubrimiento metálico sin anodizar no exceda los
 0,5 micrómetros.

El invento se refiere tambien a un electrodo para un condensador electrolítico que comprende un cuerpo poroso y compactado de partículas recubiertas de metal,
15 en dónde los núcleos de partículas son de material no-
 conductor y no-combustible y en dónde el espesor de la
 porción anodizada del recubrimiento está determinada por
 el código de tensión requerida del condensador, y en dón-
 de el espesor medio de la porción no anodizada del recubri-
20 miento no exceda los 0,5 micrómetros.

El recubrimiento metálico en los núcleos de partículas se realiza de cualquier manera apropiada, normal-
mente, para el tántalo, por reducción a fase de vapor en
nitrógeno del pentacloridrato de tántalo con el substrato d
25 partículas sobre un lecho fluido.

El material cerámico, tal como la alúmina, es apropiado para el material del núcleo de partícula no-con-
ductor y no-combustible. Como describiremos después, el
tamaño del núcleo de partícula (substrato) puede estar en-
30 tre 30μ y $2,5\mu$.

28 JUN

3.



Ya que el espesor metálico después de la anodización está limitado al necesario para el contacto del ánodo, la estructura obtenida ofrece la posibilidad de obtener un condensador con características auto-sellantes.

5 Como resultado del proceso de reforma el espesor de la capa de metal se convertirá en óxido, aislando efectivamente la región de ruptura. Si este proceso puede ocurrir antes de la recristalización del óxido, se reducirá la tendencia de que la región de ruptura se propague a través

10 del condensador.

Otra ventaja cuando se utiliza el tántalo está en que con bajo contenido de tántalo el condensador es significativamente menos combustible que los condensadores convencionales. Resulta así menos importante la encapsualción retardante por llama, además de la necesidad de

15 impedir la encapsulación misma mediante la cocción.

Los pasos de fabricación básicos en la producción del ánodo del condensador implican la provisión de partículas recubiertas de metal con un tamaño de sustrato apropiado según las dimensiones del ánodo y el espesor del recubrimiento de metal según la tensión de anodización requerida, presión y sinterización de las partículas para formar un cuerpo poroso y compacto, y la anodización del cuerpo resultante de acuerdo con la tensión máxima de funcionamiento requerida para el funcionamiento del condensador, esto es, el código de tensión del condensador.

20

25

Las otras fases de la producción de un condensado electrolítico a partir del cuerpo del ánodo, esto es, la provisión de electrolito (líquido o sólido) cátodo, terminales, alojamiento y/o encapsulación, se realizan de una

30



28 JU

4.

manera ya conocida.

El invento lo explicaremos mejor en la descripción que sigue junto con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

5 La fig. 1 es una porción de un núcleo recubierto de tántalo o substrato,

La fig. 2 es un gráfico que muestra el volumen compacto en relación con el tamaño de la partícula de substrato,

10 La fig. 3 es un gráfico que muestra el producto/gramo CV de tántalo en relación con el espesor de recubrimiento de tántalo, y

La fig. 4 es una sección de un condensador electrolítico que constituye el invento.

15 Las partículas del núcleo de substrato no son esféricas, sino que tienen forma irregular. Esto tiene la ventaja de tener un área superficial más grande que en el caso de que fuera esférica. Aunque las partículas del núcleo se seleccionan haciéndolas pasar por una malla de tamaño dado, para los fines de la última descripción sus dimensiones se darán mediante el radio o diámetro, como una indicación de su tamaño.

20 Como se muestra en la fig. 1, el recubrimiento de tántalo 1 en un núcleo 2 no tiene un espesor uniforme pero puede considerarse como de un espesor medio, como se indica por la línea de puntos 3, que es el espesor medio.

Densidad de tántalo (d_{Ta}) 16,6

Densidad del pentóxido de tántalo ($d_{Ta_2O_5}$) 8,2.

30 Densidad de alúmina ($d_{Al_2O_3}$) 3,97



28
5.

Densidad típica de los compactos de tántalo
(d_B) 9,4.

Radio típico (α) de la superficie retenida
después de sintetizar a 1450° C, 0,57.

5 Relación $d_B:d_{Ta}$ (B), típicamente, 0,57 para
tántalo R5 sintetizado a 1450°,

Rigidez dieléctrica Ta_2O_5 17 \bar{A} /volt., equiva-
lente a 8,5 \bar{A} /volt de Ta.

Constante dieléctrica de Ta_2O_5 , 28.

10 Para el polvo de tántalo puro (tamaño de partí-
cula medio 2r cms)

$$\text{superficie/volumen unidad} = \frac{3\alpha B}{r} \text{ cm}^2$$

$$\text{superficie/peso unidad (g)} = \frac{3\alpha}{16.6r} \text{ cm}^2$$

Para un condensador de placas paralelas,

15 producto CV = $\frac{0,0885 \times \text{constante dieléctrica} \times 10^{-6}}{\text{rigidez dieléctrica}} \mu C$

para el tántalo, producto CV = 14,5 $\mu C/cm^2$ superficie

$$\text{producto CV/gramo} = \frac{14,5 \times 3\alpha}{16.6r} \mu C$$

$$\text{Y volumen}/10000 \mu C = \frac{10000r}{14,5 \times 3\alpha B} \text{ cm}^3$$

20

Para los substratos recubiertos con

t = espesor del recubrimiento de tántalo

d = densidad del substrato

r_s = radio del substrato

$$\text{superficie/volumen unidad} = \frac{3\alpha B}{(r_s + t)} \text{ cm}^2$$

25

$$= \frac{3(r_s + t)^2 \alpha}{[r_s^3 \alpha + 16.6 [(r_s + t)^3 - r_s^3]]} \text{ cm}^2$$

$$\text{Así, superficie/gramo de tántalo} = \frac{3(r_s + t)^2 \alpha}{16,6 (r_s + t) - r_s^2} c$$

30



$$\text{producto CV/gramo de tántalo} = \frac{14,5X3 (r_s+t)^2 \cdot \mu c}{16,6 [(r_s+t)^3 - r_s^3]}$$

$$\text{Y volumen } 10000 \mu C = \frac{10000 (r_s+t)}{14,5 \times 3 \times 3} \text{ cm}^3$$

5

TABLA 1

10

15

20

25

30

Diámetro de substrato (μ)	Espesor del recubrimiento (μ)	producto CV/gramo de tántalo	Volumen / 10000 μC (mm^3)	Producto CV relativo a T5 (5 μ día)
0	2,5 (5 μ día)	6000	1,77	1
30	2	2807	12,03	0,47
	1	5303	11,32	0,89
	0,5	10285	10,97	1,72
	0,25	20247	10,79	3,39
	0,2	25227	10,75	4,22
	0,1	50125	10,68	8,39
20	2	2954	8,49	0,49
	1	5460	7,78	0,91
	0,5	10447	7,43	1,75
	0,25	20408	7,25	3,42
	0,2	25387	7,32	4,25
	0,1	50276	7,15	8,42
10	2	3357	4,95	0,56
	1	5909	4,24	0,99
	0,5	10921	3,89	1,83
	0,25	20894	3,71	3,50
	0,2	25880	3,68	4,33
	0,1	50787	3,61	8,50



20

7.

TABLA 1
(continuación)

5	5	2	4006	3,18	0,67
		1	6714	2,48	1,12
		0,5	11817	2,12	1,98
		0,25	21839	1,95	3,66
		0,2	26831	1,91	4,49
		0,1	51760	1,81	8,66
10	2,5	2	4873	2,30	0,32
15		1	8012	1,59	1,34
		0,5	13430	1,24	2,25
		0,25	23635	1,06	3,96
		0,2	28670	1,03	4,80
		0,1	53677	0,96	8,98
15	4	0,5	12243	1,77	2,05
	4,6	0,2	26998	1,77	4,52
	4,8	0,1	51840	1,77	8,68
	4,9	0,05	101626	1,77	17,00
20					

La Tabla 1 muestra la variación en la utilización del tántalo y el volumen del compacto del condensador respecto al diámetro del sustrato y el espesor del recubrimiento de tántalo. Puede verse del valor del producto CV/peso unidad de tántalo, que el diámetro tiene poca influencia. El factor principal en la utilización eficiente de tántalo es el espesor del recubrimiento. Por ejemplo, una capa de 1 μ de espesor de tántalo en sustratos de 30 y 2,5 μ de diá-



metro produce, respectivamente, 5303 y 8012 μ C/gramo de tántalo. Para tener un orden de magnitud en el diámetro del substrato, existe solamente un incremento del 50% en la superficie/gramo disponible de tántalo.

5 Sin embargo, el tamaño de la partícula de substrato afecta directamente el volumen total ocupado por el compacto del condensador y la reducción de 30 a 2,5 micrones disminuye el volumen/10000 μ C de 11,32 a 1,59 mm^3 para un recubrimiento de tántalo de 1 micrón. El efecto es aún mayor para recubrimientos más delgados de tántalo, por ejemplo, 0,1 μ en 30 μ - 10,68 mm^3 , 0,1 μ en 2,5 μ - 0,96 mm^3 .

10 De este modo es posible optimizar, independientemente, el tamaño compacto del condensador (volumen del compacto/tamaño de la partícula de substrato fig. 1), y la utilización del tántalo (producto CV/gramos de tántalo/15 espesor del recubrimiento, fig. 2).

Si se toma polvo de tántalo de 5 como modelo para la comparación, puede verse que es necesario utilizar un espesor de recubrimiento de tántalo de menos de 1 μ si se quiere obtener un ahorro. El recubrimiento ideal sería 20 de unos 0,2 μ que proporcionaría, por lo menos, una reducción de cuatro capas en el material de tántalo. Si se utiliza un substrato de 10 μ de diámetro el volumen/10000 μ C, comparado con el tántalo de 5 μ , es el doble, por lo tanto, el aumento lineal en la dimensión del compacto disminuirá solamente a $(2)^{1/3}$ que es de 1,25 comparado con unos 1,85 25 para el substrato de 30 μ de diámetro.

Una capa de tántalo de 0,2 μ podría ser anodizado hasta 2000/8,5 voltios, esto es, 235 voltios antes de que 30 la capa se aisle por una anodización completa. Hoy día los



20

9.

experimentos han demostrado que una capa de tántalo de 0,1 nominales puede ser anodizada a unos 108 voltios antes de que el contacto del ánodo se haga circuito abierto debido a la anodización completa. Así, una capa de tántalo de 0,2 μ puede ser aplicable para condensadores de código hasta 35 voltios. Por supuesto que el objetivo es utilizar un espesor mínimo de tántalo para un código de tensión dado. Este concepto asegura la utilización máxima del tántalo.

La tabla 2 muestra el espesor mínimo requerido de tántalo para proporcionar el dieléctrico de pentóxido de tántalo a códigos de tensión diferentes. Si se supone que para el contacto del ánodo se requiere un espesor de tántalo de hasta 500 Å, es posible diseñar un polvo recubierto para cada código de tensión, quedando el espesor de tántalo después de la anodización de acuerdo con el código de tensión deseado en, por ejemplo, no superior a 0,5 μ . Para condensadores de entretenimiento, el criterio del tamaño es menos crítico que para los condensadores de uso profesional. Actualmente, un condensador típico para entretenimiento de 1 μ F 35 V utilizando polvo de T5/Ta (7000 μ C/g) emplea un ánodo de 1,8 mm de longitud y 1,5 mm de diámetro y 20 mg de peso.

Si este ánodo fuese hasta el doble de tamaño (lineal), no significaría mayor coste del proceso, pero tendría la ventaja de ser más fácilmente manejable.

Además su aplicación no se vería afectada por el aumento de volumen. De tal manera que se puede pensar en utilizar substratos de particular más grandes y contar con la ventaja de una mejorada manganización.



TABLA 2

Código de Tensión	Tensión de Anodización	Espesor del Dieléctrico \AA	Espesor de tantalato total ()	Producto CV/gramo de tantalato. (diam. del sustrato 10 μ)
3	20	170	0,035	143248
6	30	255	0,045	111635
15	70-80	680	0,075	67376
20	80-90	765	0,095	53400
35	140	1190	0,14	36550
50	200	1700	0,19	27188
75	300	2550	0, 28	19759

La fig. 4 muestra un condensador electrolítico con un ánodo l de un cuerpo anodizado, poroso y compactado de metal, por ejemplo Ta, partículas recubiertas, siendo los núcleos de partículas de un material no-conductor y no-combustible, por ejemplo, un cerámico tal como la alúmina. El espesor del recubrimiento metálico después de la anodización es suficiente para asegurar el contacto del ánodo. Estos márgenes de espesores de entre 10 \AA a 2000 \AA permiten tener, inicialmente, un polvo de metal de partícula recubiertas de material no-conductivo y no-combustible, en donde el espesor del recubrimiento de metal no exceda de 0,5 μ m y después de la compactación y subsecuencia según el código de tensión requerido del condensador, una capa de contacto del ánodo de metal permanece dentro del margen



de espesor mencionado anteriormente.

El condensador comprende además un terminal de ánodo 2 insertado en polvo recubierto antes de la compactación del mismo. El cátodo comprende una carcasa 3 a partir de la cual se prolonga un terminal del cátodo 4, además de una encapsulación del conjunto 5.

Se han realizado pruebas de ruptura en un conjunto de condensadores con la construcción de la fig. 4 (ánodo de tántalo recubierto de partículas de alúmina) y su comportamiento es superior al de los condensadores de tántalo convencionales.

Con el ánodo de tántalo recubierto de alúmina, el proceso de ruptura no es destructivo, y el modo de fallo es el de circuito abierto (opuesto al de corto-circuito como para los condensadores de tántalo) y el número de rupturas que pueden tolerarse aumenta en dos órdenes de magnitud por lo menos.

En la prueba de condensadores de 15V, según el presente invento, con una resistencia serie de 500 ohmios y una tensión aplicada de 60V, tiene lugar una condición de "circuito abierto" después de unas 70,000 a 80,000 rupturas. Parece probable que el calor generado por una descarga destruye los puentes de tántalo entre diversas partículas alrededor de la región de descarga, aislándola del resto del condensador. El término "circuito abierto" se utiliza para indicar una condición que es, realmente, un estado de resistencia de $\geq 10^8$ ohmios a 15V DC con una capacitancia asociada de algunos cientos de picofaradios.

Bajo las mismas condiciones de prueba, un grupo de condensadores de tántalo convencionales aguantó un pro-



medio de 230 descargas antes de llegar al cortocircuito.

Ha de quedar entendido que la anterior descripción de una forma determinada del invento se hace a modo de ejemplo y no debe considerarse como limitación de su alcance.

5

El presente invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Gran Bretaña el día 20 de Junio de 1974 señalada con el Nº 27378/74, y se acoge por tanto a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

10

-----NOTAS-----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de la presente patente de veinte años son:

15

1.- Un electrodo para un condensador electrolítico que comprenda un cuerpo poroso y compactado de partículas recubiertas de metal, en donde los núcleos de las partículas son de un material no-conductor y no-combustible y en donde el espesor inicial del recubrimiento metálico es tal que a la anodización del cuerpo a una tensión de anodización determinada por el código de tensión requerido del condensador, el espesor medio del recubrimiento de metal no anodizado no exceda de 0,5 micrómetros.

20

25

2.- Un electrodo para un condensador electrolítico que comprende un cuerpo anodizado poroso y compactado de partículas recubiertas de metal, en donde los núcleos de las partículas son de un material no-conductor y no-combustible, en donde el espesor de la porción anodizada del recubrimiento está determinada por el código de tensión requerido por el condensador, y en donde el espesor medio de la porción no anodizada del recubrimiento no exceda de 0,5 mi-

30

MGE

crómetros.

3.- Un electrodo, según el punto 1, en dónde el espesor inicial del recubrimiento metálico es de unos 0,2 micrómetros.

5 4.- Un electrodo, según los puntos 1, 2 ó 3 en dónde el núcleo es de material cerámico.

5.- Un electrodo, según el punto 4, en dónde el elemento cerámico es alúmina.

10 6.- Un electrodo, según cualquiera de los puntos del 1 al 5, en dónde el tamaño de los núcleos de partículas está entre 2,5 y 30 micrómetros.

7.- Un electrodo, según cualquiera de los puntos del 1 al 6, en dónde los núcleos de las partículas son de forma irregular.

15 8.- Un electrodo, según cualquiera de los puntos del 1 al 7, en dónde el metal es tántalo, niobio o una aleación tántalo/niobio.

20 9.- Un electrodo, según cualquiera de los puntos del 1 al 8 en dónde el espesor del metal no anodizado llega hasta 500 Angstroms.

25 10.- Un electrodo, según cualquiera de los puntos anteriores, que incorpora un polvo que consiste de partículas de material no-conductor y no-combustible, recubiertas de metal en un espesor medio que no excede los 0,5 micrómetros.

11.- Un electrodo, según el punto 11, en dónde el polvo es cerámico.

12.- Un electrodo, según el punto 12, en dónde dicho elemento cerámico es la alúmina.

30 13.- Un electrodo, según los puntos del 11 al 13 en

ME

dónde el tamaño de las partículas no recubiertas está entre 2,5 y 30 micrómetros.

14.- Un electrodo, según los puntos del 11 al 14, en dónde las partículas son de forma irregular.

5 15.- Un electrodo, según los puntos del 11 al 15, en dónde el metal es el tántalo, niobio o una aleación tántalo/niobio.

16.- Un electrodo para un condensador electrolítico.

10 Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

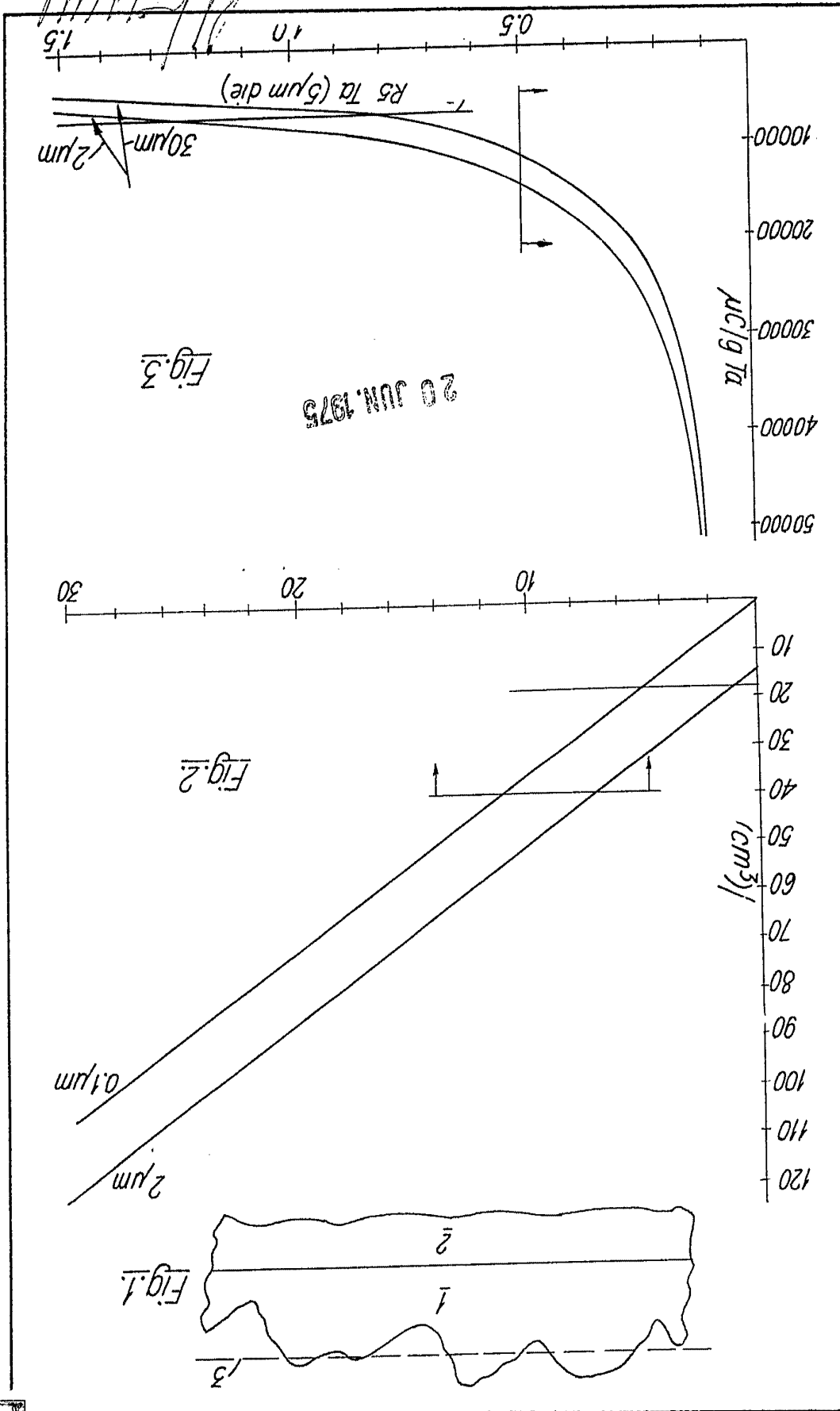
Esta memoria consta de catorce hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 24 de Julio 1977.



Eugenio Barroso
EUGENIO BARROSO
Secretario General

mg



20 JUN. 1975

Handwritten signature and stamp at the top of the page.



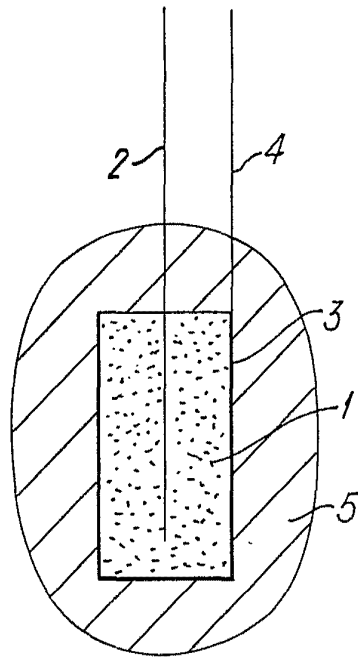


Fig. 4.

1913

[Handwritten signature]