

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 479**

51 Int. Cl.:

H01G 4/38 (2006.01)

H01G 11/24 (2013.01)

H01G 11/72 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2009 E 09712937 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2255368**

54 Título: **Supercondensador de doble capa multielectrodos**

30 Prioridad:

19.02.2008 FR 0851058

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

19.08.2015

73 Titular/es:

BLUE SOLUTIONS (100.0%)

Odet

29500 Ergué Gabéric, FR

72 Inventor/es:

AZAIS, PHILIPPE;

CAUMONT, OLIVIER y

DEPOND, JEAN-MICHEL

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 543 479 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Supercondensador de doble capa multielectrodos.

5 La presente invención se refiere al campo técnico general de los supercondensadores, es decir de los condensadores de doble capa electroquímica (o EDLC, sigla de la expresión anglosajona "*Electrochemical Double Layer Capacitor*").

Exposición general de la técnica anterior

10 Un supercondensador es un medio de almacenamiento de energía que permite obtener una densidad de potencia y una densidad de energía intermedia entre las de los condensadores dieléctricos y las de las baterías. Su tiempo de descarga es generalmente del orden de algunos segundos.

15 Un supercondensador comprende clásicamente un elemento bobinado cilíndrico que comprende por lo menos dos electrodos. Cada electrodo está fabricado a partir de una mezcla de carbón activo (también denominado "materia activa") de negro de carbono y de polímeros. En una etapa denominada de extrusión, se deposita una pasta conductora sobre un colector de aluminio, que sirve de colector de corriente. Los dos electrodos están separados por un separador poroso para evitar los cortocircuitos entre los dos electrodos. En una etapa denominada de impregnación, el supercondensador se rellena con un electrolito. Este electrolito está compuesto por una sal disuelta en un disolvente, generalmente acetonitrilo. Esta sal se separa en dos especies cargadas que se denominan iones (por ejemplo: BF₄⁻ y TEA⁺).

20 El grosor de un electrodo es típicamente de 100 µm. Los iones tienen un tamaño del orden de 1/1000 de µm, es decir 100000 veces más pequeños que el grosor del electrodo. El carbón activo (o materia activa) es un material extremadamente poroso.

25 Cuando se aplica una tensión con un generador continuo entre los dos electrodos del supercondensador, los iones se desplazan por la porosidad lo más cerca posible de la superficie del carbón. Cuanto más importante sea la cantidad de iones presentes en la superficie del carbón, más elevada será la capacidad.

La cantidad de energía almacenada en un supercondensador depende de la tensión aplicada entre los dos electrodos y de la capacidad total del supercondensador.

35 Numerosos trabajos han mostrado que cuanto más sea elevada la tensión de funcionamiento de los supercondensadores, más corta es la vida útil, debido a una generación muy importante de gas en el supercondensador.

40 Esta generación de gas está relacionada con la descomposición del material que forma el electrolito, dependiendo esta descomposición de la tensión aplicada entre los electrodos del supercondensador.

Por ejemplo, la tensión de descomposición del acetonitrilo puro es de 5,9 V.

45 Actualmente, la tensión de referencia aplicada a los electrodos de los supercondensadores es de 2,7 V (véase en particular el documento WO 9815962, que enseña al experto en la materia que la tensión de un supercondensador debe ser limitada para no degradar demasiado el electrolito).

50 Para remediar este inconveniente, se conoce conectar eléctricamente varios supercondensadores los unos a los otros para formar un módulo. Esto permite aumentar la tensión aplicada al módulo.

Con el fin de conectar eléctricamente dos supercondensadores adyacentes, se utilizan unos medios de conexión que comprenden dos tapas y una regleta.

55 Cada tapa es apta para cubrir un supercondensador respectivo con el fin de estar conectado eléctricamente a éste, por ejemplo mediante soldadura.

60 Tal como se ilustra en la figura 11, cada tapa 90 comprende además una borne de conexión 80 apto para entrar en contacto con un orificio pasante que atraviesa la regleta 70, con el fin de unir eléctricamente los dos supercondensadores 20 adyacentes.

Sin embargo, dichos supercondensadores adolecen de ciertos inconvenientes.

65 En particular, el volumen y la masa de dos supercondensadores conectados eléctricamente por una regleta y dos tapas son elevados.

Por otro lado, el coste de fabricación relacionado con la compra y el montaje de las regletas y de las tapas para la

conexión de dos supercondensadores es elevado.

Asimismo, la resistencia serie R_s entre dos supercondensadores conectados eléctricamente, que corresponde a la suma de las resistencias de los supercondensadores y de los medios de conexión (regleta+ tapa + soldadura) es importante.

El documento US 2006/221551 describe un condensador de alta tensión con doble capa electroquímica.

El documento WO 2004/075320 describe un conjunto de acumulador compuesto de una pluralidad de celdas conectadas en serie.

El documento EP 0 786 786 describe un condensador de doble capa que comprende dos electrodos y un electrolito líquido, siendo uno de los electrodos de carbono fibroso y siendo el otro electrodo de óxido de níquel.

El documento EP 1 801 825 describe un condensador que comprende una pluralidad de electrodos paralelos, estando cada electrodo compuesto por una o varias capas formadas y separado de otro electrodo por un dieléctrico.

El documento CH 84 526 describe un condensador eléctrico tubular constituido por unidades dispuestas unas tras otras sobre un soporte dieléctrico común.

El documento DE 39 13 611 describe un condensador de películas arrolladas.

El documento US nº 6.493.206 describe un condensador que incluye unas hojas metalizadas arrolladas en espira y desplazadas unas con respecto a las otras.

El documento US 2002/093783 describe un condensador de doble capa electroquímica que comprende unos electrodos de polvo de carbono.

El objetivo general de la invención es proponer un supercondensador cuya vida útil aumente con la tensión de referencia.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un supercondensador en el que la generación de gas esté limitada.

Otro objetivo de la presente invención es proponer un supercondensador apto para soportar una tensión superior a la tensión de referencia sin sufrir ninguna degradación.

Exposición de la invención

Con este fin, se prevé un supercondensador tal como se define en la reivindicación 1.

Se denomina "compleja" la asociación de un colector de corriente y de por lo menos un electrodo, teniendo el colector de corriente y el electrodo una superficie eléctricamente conductora en común.

Se denomina "complejos yuxtapuestos" a dos complejos coplanarios (antes del arrollamiento en espira para formar un elemento bobinado) y separados por un espacio aislante electrónico de anchura D . En otras palabras, se entiende por "complejos yuxtapuestos" dos complejos espaciados por una distancia d según una dirección paralela al eje longitudinal (es decir el eje de arrollamiento) del elemento bobinado.

Se denomina "complejo común" cualquier asociación de complejos en continuidad electrónica.

El o los separador(es) sobrepasa(n) de los electrodos de cada complejo enfrentado pero no de los colectores de complejos que sirven de conexión hacia el exterior.

Unos aspectos preferidos, pero no limitativos, del supercondensador según la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Presentación de las figuras

Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención destacarán también a partir de la descripción siguiente, la cual es puramente ilustrativa y no limitativa y debe ser leída con respecto a los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1 a 10 ilustran diferentes modos de realización de un supercondensador según la invención,
- la figura 11 ilustra un módulo de la técnica anterior,

- la figura 12 ilustra un modo de realización del supercondensador según la invención una vez que los diferentes elementos que lo constituyen se arrollan juntos para formar un elemento bobinado,

- 5
- las figuras 13a a 13c representan los volúmenes ocupados por respectivamente 12 supercondensadores de la técnica anterior, seis supercondensadores de doble pista según la invención y cuatro supercondensadores de triple pista según la invención.

Descripción de la invención

10 Se describirán ahora diferentes modos de realización del supercondensador según la invención en referencia a las figuras 1 a 13. En estas diferentes figuras, los elementos equivalentes del supercondensador llevan las mismas referencias numéricas.

15 En referencia a la figura 1, se ha ilustrado los diferentes elementos de un primer modo de realización del supercondensador.

El supercondensador comprende dos complejos yuxtapuestos 1, 2 separados por una distancia d .

20 Ventajosamente, se prevé la distancia d entre los complejos yuxtapuestos 1, 2 suficiente para aislar eléctricamente los complejos yuxtapuestos 1, 2 uno del otro.

El supercondensador comprende también un complejo 3, denominado "complejo común" dispuesto enfrente de los dos complejos yuxtapuestos 1, 2.

25 El supercondensador comprende además dos separadores 4. Los separadores 4 permiten aislar eléctricamente los complejos yuxtapuestos 1, 2 del complejo común 3. Uno de los separadores está dispuesto entre el complejo común y los complejos yuxtapuestos. El otro separador está dispuesto sobre la otra cara del complejo común de manera que el complejo común está situado entre los separadores.

30 En referencia a la figura 2, cada complejo 1, 2, 3 comprende un colector de corriente 11, 21, 31 y un electrodo 12, 22, 32 (estando el electrodo 32 representado en la figura por sus dos partes 32a y 32b) que tiene una cara eléctricamente conductora en común con el colector de corriente.

35 Las zonas Z1 y Z2 enfrente de los complejos yuxtapuestos y comunes definen dos células de supercondensador cuyas capacidades son determinadas por sus anchuras respectivas. La continuidad del complejo común 3 permite la colocación en serie de dos células de supercondensador.

Los complejos 1, 2, 3 y los separadores 4 están respectivamente constituidos por una o varias hojas superpuestas.

40 Ventajosamente, los complejos yuxtapuestos 1, 2, el complejo común 3 y los separadores 4 son arrollados juntos en espira para formar un elemento bobinado.

45 La solución propuesta es menos costosa que los supercondensadores de la técnica anterior descritos anteriormente. En efecto, el número de regletas, de tapas y de tubos (que sirven de alojamiento a los elementos bobinados) para conectar eléctricamente dos células de supercondensador es inferior al número de regletas, de tapas y de tubos necesarios para la conexión eléctrica de varios supercondensadores de la técnica anterior.

50 Por otra parte, la solución propuesta antes permite disminuir la resistencia en serie R_s del sistema (por la disminución del número de tapas y regletas necesarias para conectar las células de supercondensador con respecto al número de tapas y de regletas necesarias para conectar dos supercondensadores adyacentes de la técnica anterior), y aumentar de manera importante la energía admisible por unidad de volumen, optimizando al mismo tiempo la capacidad.

55 Las ventajas relacionadas con la eliminación de las regletas y tapas para conectar dos células de supercondensador en serie son las siguientes:

- incremento de la tensión unitaria del arrollamiento, pero sin ganancia de energía total almacenada, *a priori*,
- 60 - optimización de las conexiones interbobinados
- disminución de la resistencia R_s entre dos células de supercondensador conectadas en serie,
- disminución de masa con respecto a dos supercondensadores de la técnica anterior conectados en serie,
- 65 - disminución del volumen con respecto a dos supercondensadores de la técnica anterior conectados en serie,

- por lo tanto, incremento de las densidades volúmicas y másicas de las energías y potencias,
- ninguna disminución del volumen libre interno con respecto a una asociación en serie de supercondensadores de la técnica anterior monopista (estándares),
- ganancia de tiempo desde un punto de vista del procedimiento de fabricación (n células en un solo supercondensador).

En el modo de realización ilustrado en la figura 1, cada complejo yuxtapuesto 1, 2 sobrepasa un extremo respectivo del elemento bobinado con el fin de ser conectado eléctricamente con el exterior. Uno de los complejos yuxtapuestos 1, 2 se utiliza como ánodo del supercondensador y el otro 2 se utiliza como cátodo del supercondensador.

El complejo común 3 no está conectado con el exterior, y es menos ancho que los separadores 4. El experto en la materia comprende entonces fácilmente que el complejo común 3 desempeña el papel:

- de cátodo para el complejo yuxtapuesto 1 utilizado como ánodo,
- de ánodo para el complejo yuxtapuesto 2 utilizado como cátodo.

La figura 2 es una representación detallada del esquema general ilustrado a la figura 1.

Ventajosamente, cada complejo 1, 2, 3 puede comprender dos electrodos 12, 13, 22, 23, 32, 33 opuestos a uno y otro lado del colector de corriente 11, 21, 31. Cada electrodo 12, 13, 22, 23, 32 (estando el electrodo 32 representado en la figura por sus dos partes 32a y 23b separadas por una distancia g), 33 (el complejo común 3 comprende él también dos electrodos yuxtapuestos 33a, 33b separados también por una distancia g en la figura, pudiendo la distancia g ser superior o igual a la distancia d) tiene una superficie eléctricamente conductora en común con una cara respectiva del colector de corriente 11, 21, 31.

Esto permite duplicar la cantidad de materia activa del supercondensador así formado, por lo tanto aumentar la capacidad volúmica de éste y, en consecuencia, aumentar la energía admisible por el supercondensador.

Esto permite facilitar el arrollamiento en espira de los complejos y de los separadores.

Cada uno de estos electrodos 32a, 32b está frente a un electrodo 12, 22 respectivo de los complejos yuxtapuestos 1, 2.

El complejo común 3 comprende también otros dos electrodos 33a, 33b opuestos a los dos electrodos yuxtapuestos 32a, 32b. Estos dos electrodos están en contacto eléctrico con la otra cara del colector de corriente 3.

Más precisamente, cada uno de los otros electrodos 33a, 33b es respectivamente opuesto a uno de los electrodos yuxtapuestos 32a, 32b del complejo común 3.

En otras palabras, el complejo común 3 comprende cuatro electrodos 32a, 32b, 33a, 33b yuxtapuestos de dos en dos y dispuestos de manera simétrica con respecto al colector de corriente 31 del complejo común 3.

El espacio g entre los electrodos 32a/32b, 33a/33b del complejo común 3 se puede realizar por medio de una máscara dispuesta a ambos lados del colector de corriente 31 durante el recubrimiento (o la extrusión) de manera activa sobre el colector 31, siendo la máscara retirada en continuo del procedimiento de fabricación del complejo común.

En un modo de realización, los electrodos de los diferentes complejos 1, 2, 3 son idénticos. En otras palabras, los electrodos de los diferentes complejos presentan unas longitudes iguales, unas anchuras iguales, unos grosores iguales y están realizados en un mismo material.

Esto permite obtener un supercondensador simétrico de dos pistas.

Sin embargo, los electrodos de los diferentes complejos 1, 2, 3 pueden ser diferentes (en términos de longitud y/o anchura y/o grosor y/o naturaleza del material que los constituye).

Esto permite obtener un supercondensador asimétrico, es decir un supercondensador en el que el volumen del ánodo del supercondensador es diferente del volumen del cátodo del supercondensador.

El hecho de trabajar con un supercondensador asimétrico permite optimizar:

- la capacidad del supercondensador por un lado, y
- el envejecimiento del supercondensador por otro lado, debido a un mejor control del potencial de cada electrodo.

5 La asimetría del supercondensador se puede obtener, por ejemplo, haciendo variar el grosor de los electrodos sobre los complejos yuxtapuestos, o haciendo variar la anchura de los electrodos, de manera que los electrodos positivos y negativos tengan unos volúmenes diferentes.

10 En referencia a la figura 3, se ha ilustra un modo de realización en el que ánodos y cátodos del supercondensador son asimétricos. Los complejos yuxtapuestos 1, 2 comprenden cada uno dos electrodos 12, 13 y 22, 23. El complejo común 3 comprende también cuatro electrodos 32a, 32b, 33a, 33b.

15 Los electrodos 12, 13 del primero 1 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 son cada uno de un primer grosor e_1 y los electrodos 22, 23 del segundo 2 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 son cada uno de un grosor e_2 diferente del primer grosor e_1 .

20 Además, los electrodos 32a, 33a del complejo común 3 frente al primero 1 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 son cada uno de un grosor igual al segundo grosor e_2 , y los electrodos 32b, 33b del complejo común 3 frente al segundo 2 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 son cada uno de un grosor igual al primer grosor e_1 .

En otras palabras, los grosores de los electrodos 12, 13 y 32b, 33b que forman un ánodo son diferentes de los grosores de los electrodos 22, 23 y 32a, 33a que forman un cátodo.

25 Esto permite obtener un supercondensador asimétrico que comprende dos supercondensadores de capacidades *a priori* diferentes conectados en serie.

En referencia a la figura 4, se ha ilustrado otro modo de realización en el que ánodos y cátodos del supercondensador son asimétricos.

30 En este modo de realización, el grosor de cada uno de los electrodos 12, 13, 22, 23 de los complejos 1, 2 yuxtapuestos es idéntico.

35 Por otro lado, todos los electrodos 32a, 32b, 33a, 33b del complejo común 3 presentan el mismo grosor.

Para obtener la asimetría, el grosor de electrodo en el lado del complejo común 3 es diferente del grosor de electrodo en el lado de los complejos yuxtapuestos 1, 2.

40 Por otro lado, la anchura L_1 de los electrodos 12, 13 del primero 1 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 es diferente de la anchura L_2 de los electrodos 22, 23 del segundo 2 de los complejos yuxtapuestos 1, 2, siendo la anchura de los electrodos 32a, 33a (respectivamente 32b, 33b) del complejo común 3 igual a la anchura L_1 (respectivamente L_2) de los electrodos del complejo yuxtapuesto 1 (respectivamente 2) que le hace frente.

45 En referencia a la figura 5, se ha ilustrado otro modo de realización de un supercondensador asimétrico.

En este modo de realización, las anchuras L_1 , L_2 de los electrodos 12, 13 y 22, 23 de los complejos yuxtapuestos son diferentes, siendo los electrodos 32a, 33a (respectivamente 32b, 33b) del complejo común 3 de anchura igual a la anchura L_1 (respectivamente L_2) de los electrodos del complejo yuxtapuesto 1 (respectivamente 2) que le hace frente.

50 Por otro lado, el grosor de los electrodos 12, 13 del primer 1 de los dos complejos yuxtapuestos 1, 2 es diferente del grosor de los electrodos 22, 23 del segundo 2 de los dos complejos yuxtapuestos 1, 2.

55 Los electrodos 32a, 32b, 33a, 33b del complejo común 3 son de grosores idénticos. Además, el grosor de los electrodos 32a, 32b, 33a, 33b del complejo común 3 es diferente de los grosores de los electrodos 12, 13 y 22, 23 de los complejos yuxtapuestos.

60 En este modo de realización, el grosor total del primer supercondensador, compuesto por el primero 1 de los dos complejos yuxtapuestos 1, 2 y por la porción de complejo común enfrente de éste, es diferente del grosor total del segundo supercondensador, compuesto por el segundo 2 de los dos complejos yuxtapuestos 1, 2 y por la porción de complejo común enfrente de éste.

65 Para compensar esta diferencia de grosor total de los supercondensadores, el supercondensador puede comprender unos tirantes con el fin de facilitar el arrollamiento de los separadores 4 y de los tres complejos 1, 2, 3 para formar un elemento bobinado. Ventajosamente, estos tirantes pueden comprender unas capas de material neutro y/o de un material idéntico al utilizado para los separadores.

En otro modo de realización, los electrodos 12, 13, 22, 23 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 son de grosor idéntico pero están constituidos por materiales diferentes, con el fin de presentar unas densidades farádicas diferentes.

5 En la figura 6, se ha ilustrado un modo de realización en el que el complejo común 3 comprende únicamente dos electrodos opuestos 32, 33 dispuestos frente a los complejos yuxtapuestos 1, 2. En este modo de realización, el separador 4 dispuesto entre los complejos yuxtapuestos 1, 2 y el complejo común 3 es continuo.

10 Los electrodos 12, 22, 32, de los complejos 1, 2, 3 pueden ser de cualquier anchura. Ventajosamente, los electrodos opuestos 12, 23, 33 de cada complejo 1, 2, 3 son de anchura idéntica.

Los colectores 11, 21 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 sobresalen de los electrodos 12, 13, 22, 23 hacia el exterior con el fin de permitir la conexión del supercondensador (una vez arrollado) con otros supercondensadores.

15 Los separadores 4 sobresalen de los electrodos 12, 13, 22, 23, 32, 33 enfrentados para evitar el deterioro de los electrodos de los complejos 1, 2, 3.

20 Los complejos yuxtapuestos 1, 2 están separados por una distancia d con el fin de obtener una zona de discontinuidad eléctrica. Ventajosamente, esta distancia d está prevista para ser suficiente para evitar el paso directo de la corriente de uno de los complejos yuxtapuestos 1, 2 hacia el otro de los complejos yuxtapuestos 1, 2. Por ejemplo, la distancia d puede ser superior a un milímetro. Una distancia d de un milímetro es, en efecto, suficiente para evitar que el campo eléctrico creado entre los dos complejos yuxtapuestos 1, 2 sea demasiado grande, lo que tendría como riesgo descomponer el electrolito en condiciones normales de utilización del supercondensador. En efecto, la tensión de dicho sistema está duplicada con respecto la de un elemento estándar del estado de la técnica anterior, en una misma caja, de manera que el electrolito está sometido a una tensión doble, de ahí su riesgo de descomposición más rápida. La distancia d entre los complejos yuxtapuestos 1 y 2 se selecciona por lo tanto con el fin de evitar que el electrolito no sufra esta doble tensión.

30 Ventajosamente, la zona Z3 definida entre los dos complejos yuxtapuestos 1, 2 puede comprender un aislante eléctrico, por ejemplo un espacio vacío, un líquido o un gas. Para que esta zona pueda ser así rellenada, se seleccionará juiciosamente el volumen de electrolito en el interior de la caja de manera que impregne sólo el conjunto de la materia activa, sin exceso, con el fin de dejar vacíos los espacios vacíos.

35 La porción de colector 31c del complejo común 3 dispuesta enfrente de la zona Z3 definida entre los dos complejos yuxtapuestos 1, 2 es una región de continuidad eléctrica del complejo común 3.

Esta región puede estar formada:

- 40
- por una porción del colector del complejo común en el caso en el que el complejo común 3 comprenda un solo y único colector, como se ilustra en la figura 6, o puede estar formado
 - por una conexión eléctrica como, por ejemplo, una soldadura en el caso en el que el complejo común 3 comprenda dos colectores yuxtapuestos 31a, 31b soldados entre sí, como se ilustra en la figura 7.

45 Como se ilustra en la figura 8, el separador 4 dispuesto entre los complejos yuxtapuestos 1, 2 y el complejo común 3 puede ser discontinuo, es decir estar constituido por dos separadores yuxtapuestos 4a, 4b. En este caso, la distancia entre estos separadores yuxtapuestos 4a, 4b es ventajosamente inferior a la distancia d entre los complejos yuxtapuestos 1, 2. Esto permite garantizar un aislamiento eléctrico entre los electrodos 12, 22 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 y los electrodos 32a, 32b del complejo común 3, y evitar así los riesgos de degradación de los complejos 1, 2, 3. La zona definida entre dos separadores yuxtapuestos 4a, 4b, puede comprender cualquier tipo de material aislante, por ejemplo un espacio vacío, o un gas o un líquido aislante.

50 La figura 9 ilustra dos arrollamientos sucesivos del supercondensador de la figura 6, una vez que los diferentes complejos y separadores estén arrollados juntos para formar un elemento bobinado.

55 Los electrodos 12, 13, 22, 23, 32, 33 de los diferentes complejos 1, 2, 3 forman una pluralidad de supercondensadores.

60 Los electrodos 12, 22 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 enfrente del electrodo 32 del complejo común 3 forman, con este electrodo 32 del complejo común 3 y el separador 4 dispuesto entre los complejos común 3 y yuxtapuestos 1, 2, unos primer y segundo supercondensadores A, B conectados (el uno al otro) eléctricamente en serie por construcción del arrollamiento.

65 Los electrodos opuestos 13, 23 de los complejos yuxtapuestos 1, 2 y el electrodo opuesto 33 del complejo común 3 forman, con el separador 4 dispuesto entre los electrodos opuestos 13, 23, 33 de los diferentes complejos 1, 2, 3, unos tercer y cuarto supercondensadores C, D conectados (el uno al otro) eléctricamente en serie por construcción.

del arrollamiento.

Los primer y segundo supercondensadores A, B están conectados eléctricamente en paralelo de los tercero y cuarto supercondensadores C, D por construcción del arrollamiento.

5 Se obtiene así un supercondensador que comprende cuatro supercondensadores A, B, C, D en el mismo elemento bobinado.

10 Por supuesto, los electrodos 12, 13, 22, 23, 32, 33 de los diferentes complejos 1, 2, 3 pueden estar compuestos por materias activas diferentes para obtener una asimetría, tal como se ha descrito anteriormente (una mezcla diferente de materias activas para los electrodos de los diferentes complejos). Se pueden utilizar ventajosamente unos carbonos activados diferentes para los diferentes electrodos 12, 13, 22, 23, 32, 33 adaptando el tamaño de los poros del carbono al tamaño de los iones utilizados.

15 Se puede también actuar sobre el volumen de los electrodos 12, 13, 22, 23, 32, 33 de los diferentes complejos 1, 2, 3 para obtener una asimetría.

Se ha ilustrado en la figura 10 un supercondensador que comprende un número n de supercondensadores.

20 El supercondensador comprende una pluralidad de complejos 1, 2 3a, 3b dispuestos alternativamente por encima o por debajo del separador 4.

25 Dos complejos contiguos 3a (respectivamente 3b) de la pluralidad de complejos están separados por un margen 40a (respectivamente 40b) de anchura distinta de cero. Los márgenes 40a entre los complejos yuxtapuestos 3a situados por encima del separador 4 están desplazados con respecto a los márgenes 40b entre los complejos yuxtapuestos 3b situados por debajo del separador 4.

30 La continuidad electrónica del complejo común para dos complejos contiguos -a través de una zona de conexión interna al complejo común y dispuesta frente al margen 40- asegura la conexión en serie de los dos supercondensadores así formados.

Se obtiene así un supercondensador que comprende n supercondensadores conectados eléctricamente en serie.

35 Para los diferentes modos de realización ilustrados en las figuras 1 a 10, el margen 40 se obtiene durante el bobinado en una máquina de bobinar efectuando un bobinado simultáneo de los complejos contiguos separados por la anchura prevista para el margen 40.

40 En el caso de un separador no continuo (es decir, varios separadores yuxtapuestos entre los complejos yuxtapuestos y el complejo común), se puede utilizar el mismo procedimiento para realizar el espacio entre los separadores.

La anchura d del margen 40, que corresponde a la separación entre los complejos yuxtapuestos, se obtiene mecánicamente por un posicionamiento adecuado de los complejos al inicio del bobinado.

45 La anchura "d" del margen 40 depende del material aislante utilizado.

Si el margen 40 contiene un gas (por ejemplo disolvente del electrolito en forma gaseosa), la tensión Un, aplicada al elemento en funcionamiento normal, debe ser inferior a "d" veces el campo de ruptura del gas.

50 Si el margen 40 contiene un líquido, la resistencia total del margen 40 que es igual a $\frac{1}{\sigma} \times \frac{d}{Le_c}$, siendo σ la conductividad del electrolito, L la longitud total bobinada y e_c el grosor del margen 40, debe ser superior a 1 k Ω . Esta limitación fija el valor admisible de la anchura d.

55 Si el margen 40 contiene un sólido (eléctricamente aislante), la tensión Un entre los complejos yuxtapuestos debe ser inferior al campo de ruptura del material aislante.

Si el margen 40 contiene una estructura mixta (mezcla de diferentes materiales y/o diferentes fases) la anchura d se seleccionará como el mayor de todos los valores.

60 Ventajosamente, el supercondensador puede comprender un apilamiento de complejos.

Por ejemplo, en un modo de realización, el supercondensador comprende dos complejos yuxtapuestos que tienen por lo menos un complejo común enfrente, separado de los complejos yuxtapuestos por un separador. Los complejos y el separador son arrollados juntos en espiras con el fin de formar un primer elemento bobinado. El

supercondensador comprende también otros complejos yuxtapuestos que tienen otro complejo común enfrente, separado por otro separador. Los otros complejos y el otro separador son arrollados juntos en espiras alrededor del primer elemento bobinado con el fin de formar un segundo elemento bobinado. Los primer y segundo elementos bobinados están separados por un espacio electrónicamente aislante.

5 Esto permite disminuir el volumen y la masa del supercondensador con respecto al volumen y a la masa de los módulos de la técnica anterior que comprenden unos supercondensadores conectados eléctricamente por unas regletas y unas tapas.

10 Esto permite también disminuir el coste de fabricación relacionado con la compra y el montaje de las regletas y de las tapas, así como la resistencia en serie del supercondensador así obtenido.

Los supercondensadores pueden tener diferentes formas. Por ejemplo, los supercondensadores pueden ser cilíndricos.

15 Los supercondensadores pueden también tener una base de forma hexagonal, o triangular, u octogonal, o rectangular, o también elíptica ortogonalmente al eje de bobinado. Esto permite limitar el volumen muerto entre dos supercondensadores adyacentes. Los ángulos de los elementos bobinados pueden ser no sobresalientes.

20 Caso general que permite demostrar la ganancia de volumen en un sistema de múltiples pistas

Como se ha descrito anteriormente, el supercondensador según la invención permite reducir el volumen asociado con la conexión eléctrica en serie de dos supercondensadores con respecto a los módulos de la técnica anterior.

25 Dicho módulo de la técnica anterior se ilustra en la figura 11. El módulo comprende dos supercondensadores 20. Cada supercondensador 20 comprende un elemento bobinado cilíndrico que comprende dos electrodos y un separador. Una porción 85 de los electrodos sobresale hacia el exterior. Los supercondensadores son conectados en serie por medio de una regleta 70 de unión y de tapas 90. Cada tapa 90 cubre un supercondensador 20 respectivo con el fin de ser conectado eléctricamente a éste a nivel de la porción 85 de electrodo que sobresale hacia el exterior. Cada tapa 80 comprende además un borne 80 de conexión, adecuado para entrar en contacto con un orificio pasante que atraviesa la regleta 70, con el fin de conectar eléctricamente en serie los dos supercondensadores 20.

35 En referencia a la figura 12, se ha ilustrado un ejemplo de supercondensador según la invención formado por la construcción de dos supercondensadores conectados eléctricamente en serie. Este supercondensador es apto para ser conectado a un supercondensador adyacente del mismo tipo mediante una regleta de unión.

Para demostrar la ganancia de volumen del supercondensador ilustrado en la figura 12 con respecto al módulo ilustrado en la figura 11, son necesarios los parámetros siguientes:

- 40
- h: altura activa (cm)
 - e: altura de la porción de electrodo que sobresale del elemento bobinado (cm)
 - e_c: grosor de la tapa (cm)
 - e_b: grosor de la regleta de unión (cm)
 - 45 \varnothing_{ext} : diámetro exterior del supercondensador (cm)
 - d: anchura del margen (siendo e > d) (cm)

A partir de estos parámetros, se pueden calcular los volúmenes del módulo de la técnica anterior y del supercondensador según la invención:

- 50
- V_n : volumen del supercondensador n-pistas de valor equivalente $\frac{C}{n}$ (cm³)
 - V: volumen del módulo de la técnica anterior que comprende n supercondensadores de valor C en serie (cm³)

Para unos valores h, e_c, \varnothing_{ext} , e, y, e_b idénticos en las figuras 11 y 12, se obtiene:

55

$$V = \varnothing_{ext}^2 (\pi/4) n (h + 2 e + 2 e_c + 2 e_b)$$

$$V_n = \varnothing_{ext}^2 (\pi/4) (n h + (n-1) d + 2 e + 2 e_c + 2 e_b)$$

La diferencia de volumen ΔV entre el módulo de la técnica anterior y el supercondensador según la invención es por lo tanto igual a:

60

$$\Delta V = \varnothing_{ext}^2 (\pi/4) (n-1) (2 e + 2 e_c + 2 e_b - d)$$

Caso general que permite demostrar la ganancia de masa en un sistema de múltiples pistas.

Para demostrar la ganancia de masa del supercondensador ilustrado en la figura 12 con respecto al módulo ilustrado en la figura 11, también son necesarios los parámetros siguientes:

- 5
 10
 e_t : grosor del tubo en el que se disponen los elementos bobinados (cm)
 m_u : masa del supercondensador C (g)
 m_c : masa de la tapa de un supercondensador de valor C (g)
 m_b : masa de la regleta de unión (g)
 ζ : masa volúmica del material del tubo y de la tapa (g/cm^3)

A partir de estos parámetros, se pueden calcular las masas siguientes:

- 15
 m_t^C : masa del tubo de un supercondensador de valor C (en un módulo de la técnica anterior)(g)
 $m_t^{C/n}$: masa del tubo de los supercondensadores n-pistas de valor equivalente $\frac{C}{n}$ (en el supercondensador según la invención) (g)
 20
 m : masa total de n supercondensadores de valor C en serie (en un módulo de la técnica anterior) (g)
 m_n : masa total de los supercondensadores n-pistas de valor equivalente $\frac{C}{n}$ (en un supercondensador según la invención) (g)

Para unos valores h, e_c , \varnothing_{ext} , e, y, e_b idénticos en las figuras 11 y 12, se obtiene:

- 25
 $m_t^C = \varnothing_{ext} \pi e_t (h + 2 e + 2 e_c) \zeta$
 $m_t^{C/n} = \varnothing_{ext} \pi e_t (n h + (n-1) d + 2 e + 2 e_c) \zeta$
 $m = n (m_u + m_t^C + 2 m_c) + (n-1) m_b$
 $m_n = n m_u + 2 m_c + m_t^{C/n}$
 30

La diferencia de masa Δm entre el módulo de la técnica anterior y el supercondensador según la invención es por lo tanto igual a:

35

$$\Delta m = (n-1) (2 m_c + m_b + \varnothing_{ext} \pi e_t (2 e + 2 e_c - d) \zeta)$$

Se supone en estos cálculos que la masa de la bobina n-pistas es igual a n veces la masa de la bobina unitaria. Se sabe que esta hipótesis es pesimista ya que es verdadera sólo si $d = 2a$. En el caso real, e es muy superior a d.

Aplicación numérica de las fórmulas establecidas anteriormente

40
 Comparación entre un supercondensador estándar de 2600F y un supercondensador de doble pista según la invención de 2600F

- 45
 $m_u = 370$ g
 $\varnothing_{ext} = 7$ cm
 $C = 2600$ F
 $e_t = 0,05$ cm
 $h = 8$ cm
 $e = 0,7$ cm
 50
 $e_c = 0,3$ cm
 $e_b = 0,4$ cm
 $d = 0,4$ cm
 $\zeta = 2,7$

55 Resultados:

- 60
 $m_c = 30$ g
 $m_b = 15$ g
 $m_t^C = 30$ g
 $m_t^{C/n} = 55$ g
 $m = 935$ g (masa total de 2 supercondensadores unidos por una regleta de unión)
 $m_n = 855$ g (masa del supercondensador de doble pista)

$$\begin{aligned} V_n &= 900 \text{ cm}^3 \\ V &= 1020 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

5 Las ganancias de volumen y de masa del supercondensador según la invención con respecto al módulo de la técnica anterior son por lo tanto de: un -11,7% en volumen y un 9% en masa.

Ejemplos de aplicación de la invención de los elementos de múltiples pistas para la realización de módulos

10 Se considera un módulo de 12 elementos posicionados según la figura 13a. La masa de un elemento de 3000F es de 469 g, masa que incluye las tapas y el tubo. El módulo comprende 11 regletas de unión de 15 g cada una. El diámetro de los elementos es de 6,85 cm y la altura unitaria es de 9 cm.

El volumen de los 12 supercondensadores vale 3980,1 cm³ según el cálculo:

15 $V_{\text{supercapacidades}} = 12 \times \pi \times 9 \times 3,425^2 = 3980,1 \text{ cm}^3$

20 Las supercapacidades están separadas por 2 mm entre sí (para evitar los cortocircuitos). El conjunto de los supercondensadores está cubierto, en la cara inferior y superior, por un espacio libre de 2 mm y después está tapado por unas placas inferiores y superiores de 3 mm. Estas placas son de aluminio (d = 2,7). Los flancos del módulo están constituidos por chapas de 2 mm de grosor en aluminio (d = 2,7). El volumen del módulo vale por lo tanto:

$$\begin{aligned} V_{\text{externo}} &= (6,85 \times 6 + 0,2 \times 7) \times (6,85 \times 2 + 0,2 \times 3) \times (9 + (0,3 + 0,2) \times 2) \\ &= 42,5 \times 14,3 \times 10 \\ &= 6077,5 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

25 La masa total del módulo vale por lo tanto:

$$\begin{aligned} m_{\text{módulo}} &= (469 \times 12) + 11 \times 15 + (42,5 \times 14,3 \times 0,3 \times 2,7) \times 2 + (10 \times 42,5 \times 0,2 \times 2,7) \times 2 \\ &= 5628 + 165 + 985 + 459 + 154,5 \\ &= 7391,5 \text{ g} \end{aligned}$$

30 Se considera ahora un elemento de doble pista de 1500F de tensión doble con respecto al sistema descrito en la técnica anterior. Conservando la misma relación (altura del bobinado)/(diámetro del bobinado) del elemento de la técnica anterior, se obtienen los parámetros de altura y de diámetro siguientes para el elemento de doble pista:

35 $\begin{aligned} D_{\text{bobinado}} &= 8,5 \text{ cm} \\ H_{\text{bobinado}} &= 11 \text{ cm} \end{aligned}$

La masa de un elemento de doble pista unitario vale 863 g, masa que incluye las dos tapas y el tubo.

40 Existen ahora, según la figura 13b, 6 elementos de doble pista unidos entre sí en serie por 5 regletas. El módulo comprende 5 regletas de unión de 17 g cada una.

El volumen de los 6 supercondensadores de doble pista vale 3745,2 cm³ según el cálculo:

$$V_{\text{supercapacidades}} = 6 \times \pi \times 11 \times 4,25^2 = 3745,2 \text{ cm}^3$$

45 Las supercapacidades están separadas por 2 mm entre sí (para evitar los cortocircuitos). El conjunto de los supercondensadores está recubierto, en la cara inferior y superior, por un espacio libre de 2 mm y después está tapado por unas placas inferiores y superiores de 3 mm. Estas placas son de aluminio (d = 2,7). Los flancos del módulo están constituidos por chapas de 2 mm de grosor en aluminio (d = 2,7). El volumen externo del módulo vale por lo tanto:

50 $\begin{aligned} V_{\text{externo}} &= (8,5 \times 3 + 0,2 \times 4) \times (8,5 \times 2 + 0,2 \times 3) \times (11 + (0,3 + 0,2) \times 2) \\ &= 26,3 \times 17,6 \times 12 \\ &= 5554,6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$

La masa total del módulo vale por lo tanto:

ES 2 543 479 T3

$$\begin{aligned}
 m_{\text{módulo}} &= (863 \times 6) + 5 \times 17 + (26,3 \times 17,6 \times 0,3 \times 2,7) \times 2 + (12 \times 26,3 \times 0,2 \times 2,7) \times \\
 &2 + (12 \times 17,6 \times 0,2 \times 2,7) \times 2 \\
 &= 5178 + 85 + 750 + 341 + 228 \\
 &= 6582\text{g}
 \end{aligned}$$

5 Se considera ahora un elemento "de triple pista" de 1000F de tensión triple con respecto al sistema descrito en la técnica anterior. Conservando la misma relación (altura del bobinado)/(diámetro del bobinado) del elemento de la técnica anterior, se obtienen los parámetros de altura y de diámetro siguientes para el elemento de triple pista:

$$\begin{aligned}
 D_{\text{bobinado}} &= 9,7 \text{ cm} \\
 H_{\text{bobinado}} &= 12,3 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

10 La masa de un elemento de triple pista unitario vale 1251 g, masa que incluye las dos tapas y el tubo.
Existen ahora, según la figura 13c, 4 elementos de triple pista unidos entre sí en serie por 3 regletas. El módulo comprende 3 regletas de unión de 20 g cada una.

15 El volumen de los 4 supercondensadores de triple pista vale $3635,8 \text{ cm}^3$ según el cálculo:

$$V_{\text{supercondensadores}} = 4 \times \pi \times 12,3 \times 4,85^2 = 3635,8 \text{ cm}^3$$

20 Las supercapacidades están separadas por 2 mm entre sí (para evitar los cortocircuitos). El conjunto de los supercondensadores está recubierto, en la cara inferior y superior, por un espacio libre de 2 mm y después está tapado por unas placas inferiores y superiores de 3 mm. Estas placas son de aluminio ($d = 2,7$). Los flancos del módulo están constituidos por chapas de 2 mm de grosor en aluminio ($d = 2,7$). El volumen externo del módulo vale por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{externo}} &= (9,7 \times 2 + 0,2 \times 3) \times (9,7 \times 2 + 0,2 \times 3) \times (12,3 + (0,3 + 0,2) \times 2) \\
 &= 20 \times 20 \times 13,3 \\
 &= 5320 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

25 La masa total del módulo vale por lo tanto:

$$\begin{aligned}
 m_{\text{módulo}} &= (1251 \times 4) + 3 \times 20 + (20 \times 20 \times 0,3 \times 2,7) \times 2 + (20 \times 13,3 \times 0,2 \times 2,7) \times 2 \\
 &+ (13,3 \times 20 \times 0,2 \times 2,7) \times 2 \\
 &= 5004 + 60 + 648 + 287,3 + 287,3 \\
 &= 6286,6\text{g}
 \end{aligned}$$

30 La tabla siguiente resume la ganancia en masa y en volumen de los módulos que contienen unos elementos de doble pista o triple pista comparados con el módulo descrito en la técnica anterior. Estas ganancias en masa y en volumen son idénticas a las obtenidas para la energía específica másica y volúmica, ya que la tensión total del módulo no se modifica:

Nombre de elementos en el módulo	Técnica anterior: 12 elementos 100 (figura 13a)	6 elementos 110 de doble pista, según la presente invención (véase la figura 13b)	4 elementos 120 de triple pista, según la presente invención (véase la figura 13c)
Masa total	7391,5 g	6582 g	6286,6 g
Volumen total	6077,5 cm ³	5554,6 cm ³	5320 cm ³
Ganancia másica con respecto al estado de la técnica anterior	0%	12,3%	17,5%
Ganancia volúmica con respecto al estado de la técnica anterior	0%	9,4%	14,2%

Ganancia en resistencia total

40 La ganancia en resistencia se debe a la ausencia de regleta y a la reducción del número de tapas.

La trayectoria de los electrones está por lo tanto disminuida con respecto al ensamblaje de dos supercondensadores

distintos.

La resistencia equivalente de un ensamblaje de dos supercondensadores es del orden de 0,4 mΩ. La resistencia equivalente de un elemento de doble pista se evalúa en 0,2 mΩ.

5 En este caso preciso, la resistencia está por lo tanto dividida por 2.

La ganancia en resistencia permite por lo tanto poder incrementar la densidad de potencia ($V^2/(4R_s)$).

10 Los ejemplos mencionados anteriormente son explicitados precisamente para unas aplicaciones para los supercondensadores, pero el lector entenderá que pueden ser aportadas numerosas modificaciones *mutatis mutandis* al supercondensador descrito anteriormente, para adaptarse a las configuraciones de los otros diversos elementos de almacenamiento considerados, tales como baterías o pilas, sin apartarse por ello materialmente de las nuevas enseñanzas y ventajas descritas en la presente memoria.

15 Por consiguiente, todas las modificaciones de este tipo están destinadas a ser incorporadas en el interior del alcance del supercondensador, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

20 Se han presentado en la presente memoria dos tipos de supercondensadores.

El primer tipo de supercondensador (denominado a continuación "supercondensador de múltiples pistas") comprende por lo menos dos complejos yuxtapuestos separados por una distancia d y por lo menos un complejo común frente a los dos complejos yuxtapuestos y separado de éstos por lo menos por un separador, siendo el separador y los complejos arrollados juntos en espira para formar un elemento bobinado.

25 El segundo tipo de supercondensador (denominado a continuación "supercondensador de múltiples bobinas") comprende por lo menos dos complejos y por lo menos un separador entre los dos complejos, siendo los complejos y el separador arrollados juntos en espiras con el fin de formar un elemento bobinado, siendo el supercondensador de múltiples bobinas significativo por que comprende además por lo menos otro complejo y por lo menos otro separador, siendo el otro complejo y el otro separador arrollados juntos en espiras alrededor del elemento bobinado con el fin de formar por lo menos un elemento bobinado consecutivo, estando estos elementos bobinados sucesivos separados por un espacio aislante electrónico.

35 Los supercondensadores de múltiples pistas y múltiples bobinas presentan numerosas ventajas:

- para un supercondensador de múltiples pistas o de múltiples bobinas, de energía volumica idéntica a la de 2 supercondensadores estándar, se puede aplicar una tensión inferior y por lo tanto limitar en gran medida la creación de gas y por lo tanto incrementar de manera muy ventajosa la vida útil,
- 40 - el volumen interno de un supercondensador de múltiples pistas o de múltiples bobinas puede ser ventajosamente superior, por montaje, al volumen interno de dos supercondensadores estándar asociados. En este caso, la vida útil será también incrementada.

45 Por último, en un módulo que comprende una pluralidad de supercondensadores conectados unos a los otros, por lo menos la mitad de la resistencia en serie del módulo es una resistencia de conectividad entre las bobinas y las tapas.

50 En un módulo que comprende una pluralidad de supercondensadores de múltiples pistas o de múltiples bobinas, la resistencia en serie del módulo está muy disminuida, debido a la reducción del número de uniones necesarias entre tapa y bobina con respecto a un módulo que comprende una pluralidad de supercondensadores estándar.

El supercondensador de múltiples pistas presenta además unas ventajas con respecto al supercondensador de múltiples bobinas.

55 En particular, el supercondensador de múltiples pistas permite la utilización de tapas y de regletas de la técnica anterior para la conexión eléctrica de dos supercondensadores de múltiples pistas adyacentes.

60 Por consiguiente, el procedimiento de fabricación de un supercondensador de múltiples pistas es más fácil de adaptar a los procedimientos existentes de fabricación de supercondensador que el procedimiento de fabricación de un supercondensador de múltiples bobinas, ya que no necesita la realización de la etapa de soldadura o de fabricación de tapas específicas.

REIVINDICACIONES

1. Supercondensador de doble capa electroquímica, que comprende:

- 5 - por lo menos dos complejos yuxtapuestos (1, 2) que incluyen cada uno un electrodo, estando dichos complejos yuxtapuestos separados por una distancia d según un eje longitudinal y,
- por lo menos un complejo común (3) que incluye un electrodo, extendiéndose dicho complejo común frente a los dos complejos yuxtapuestos (1, 2) y separado de éstos por lo menos por un separador (4),

10 siendo el separador (4) y los complejos (1, 2, 3) arrollados juntos en espira según el eje longitudinal para formar un elemento bobinado,

15 caracterizado por que el separador (4) está constituido por lo menos por dos partes separadas por una distancia w inferior a la distancia d , separando cada una de las partes integralmente unos complejos (1, 2, 3) enfrentados.

2. Supercondensador según la reivindicación 1, caracterizado por que la distancia w es superior a 1 mm.

20 3. Supercondensador según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que los electrodos de los complejos (1, 2, 3) son de naturalezas diferentes.

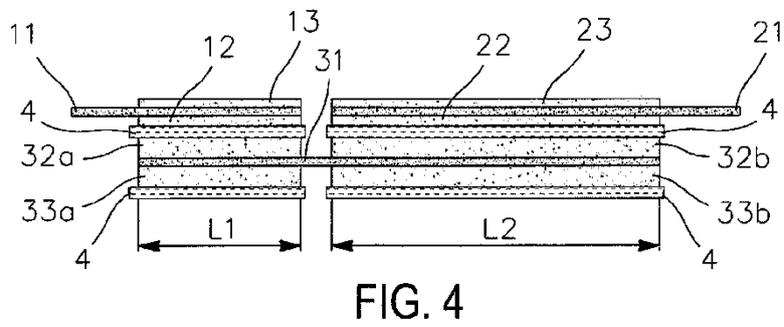
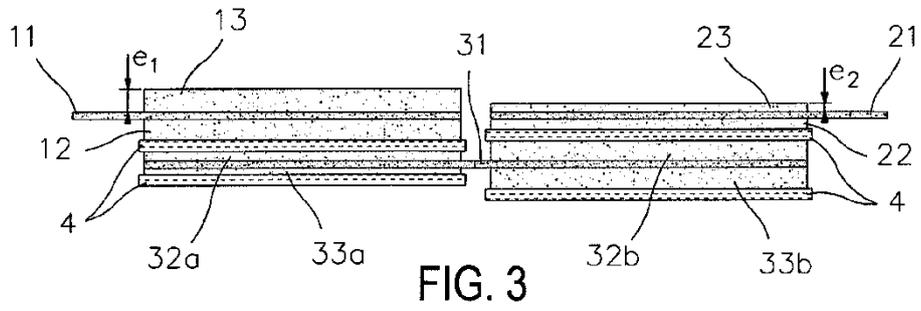
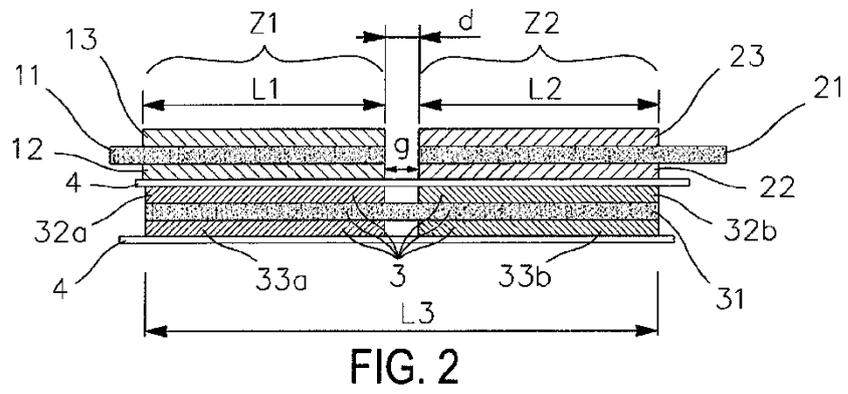
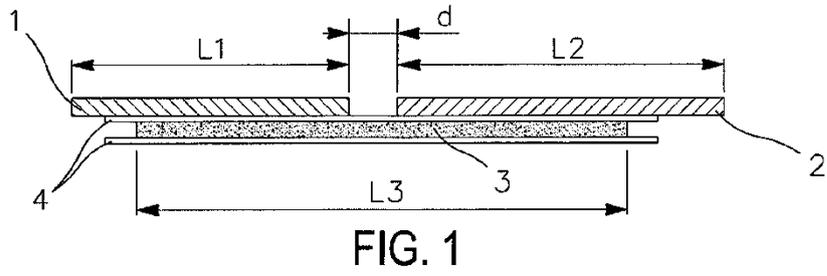
4. Supercondensador según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que contiene dos complejos yuxtapuestos y un complejo común, estando los dos complejos yuxtapuestos conectados hacia el exterior.

25 5. Supercondensador según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que contiene tres complejos conectados hacia el exterior y yuxtapuestos de dos en dos, y un complejo común.

30 6. Supercondensador según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que contiene dos conjuntos de un complejo conectado hacia el exterior yuxtapuesto a un complejo común, estando estos dos conjuntos enfrentados de tal manera que el complejo común del primer conjunto esté enfrente del complejo conectado hacia el exterior del segundo conjunto.

35 7. Supercondensador según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende por lo menos dos complejos yuxtapuestos que tienen por lo menos un complejo común enfrente separado por lo menos por un separador y arrollados juntos en espiras de manera que formen un primer elemento bobinado, caracterizado por que comprende además por lo menos otros dos complejos yuxtapuestos que tienen por lo menos otro complejo común enfrente separado por lo menos por otro separador, estando estos últimos arrollados juntos en espiras alrededor del primer elemento bobinado de manera que formen por lo menos un segundo elemento bobinado, estando estos elementos bobinados sucesivos separados por un espacio electrónicamente aislante.

40 8. Supercondensador según la reivindicación 4, caracterizado por que existe un complejo común a dos elementos bobinados sucesivos.



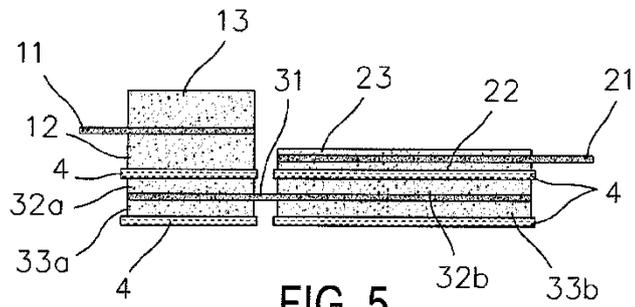


FIG. 5

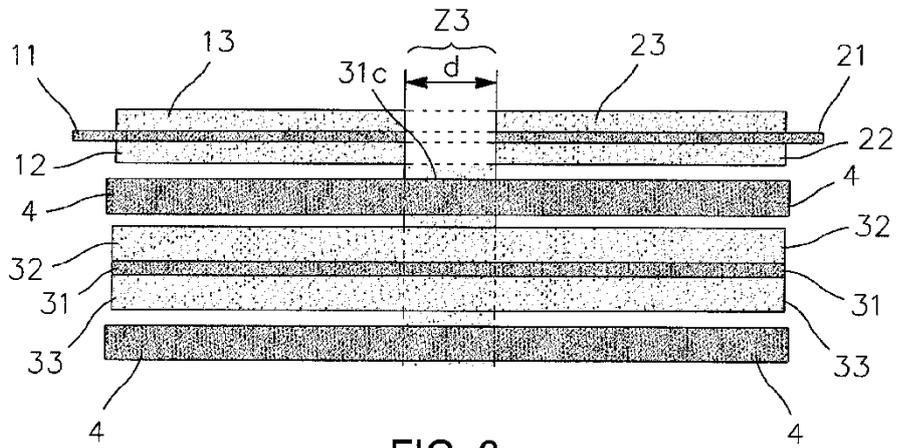


FIG. 6

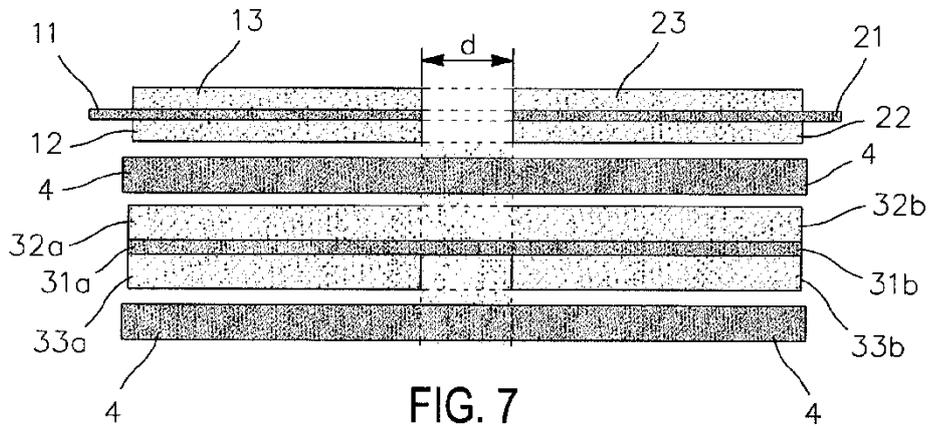


FIG. 7

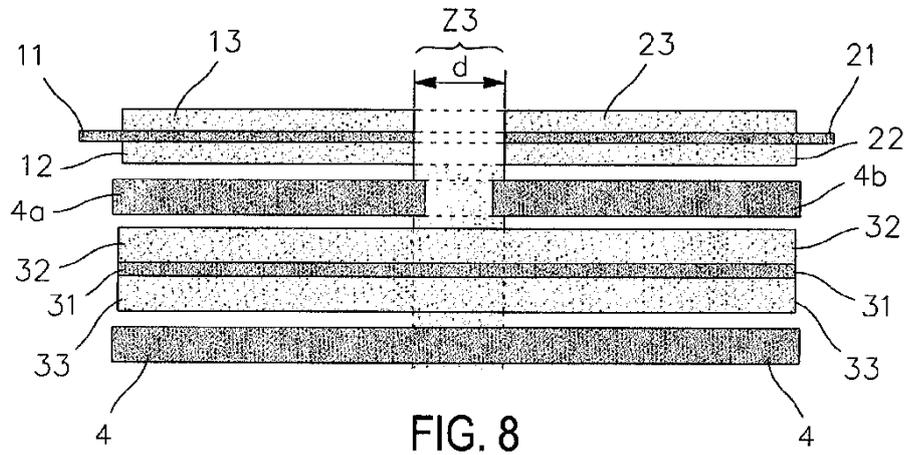


FIG. 8

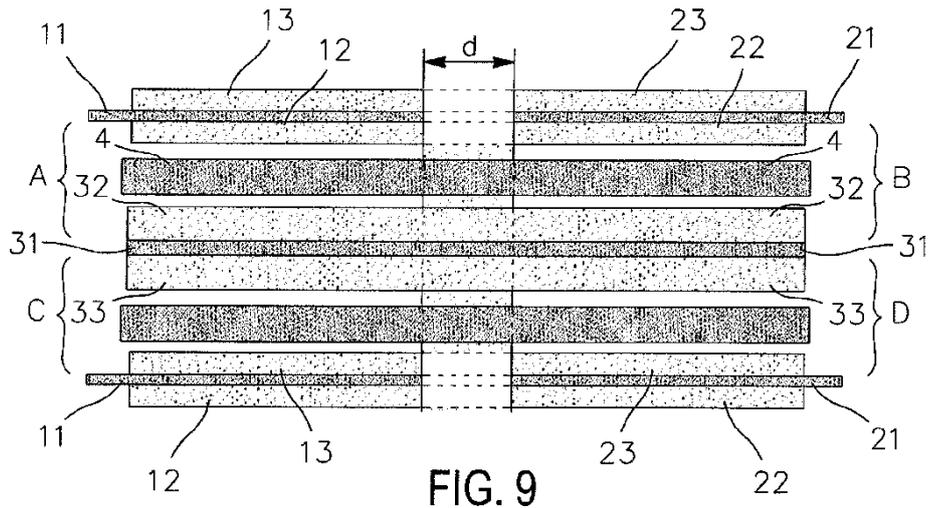


FIG. 9

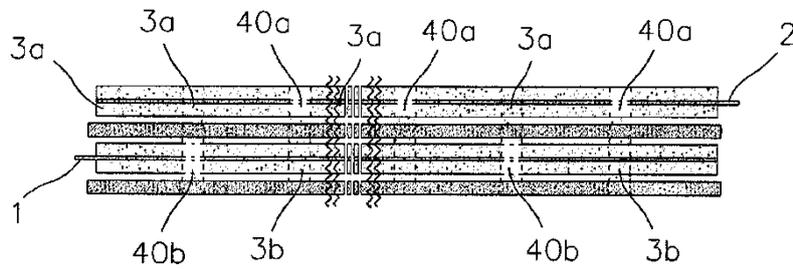


FIG. 10

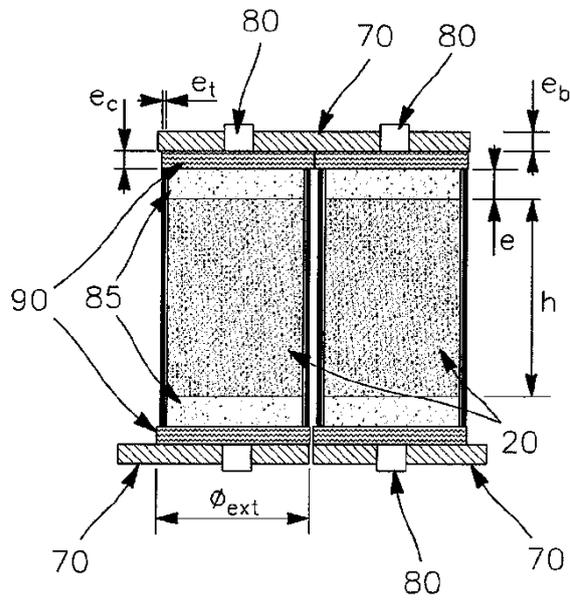


FIG. 11

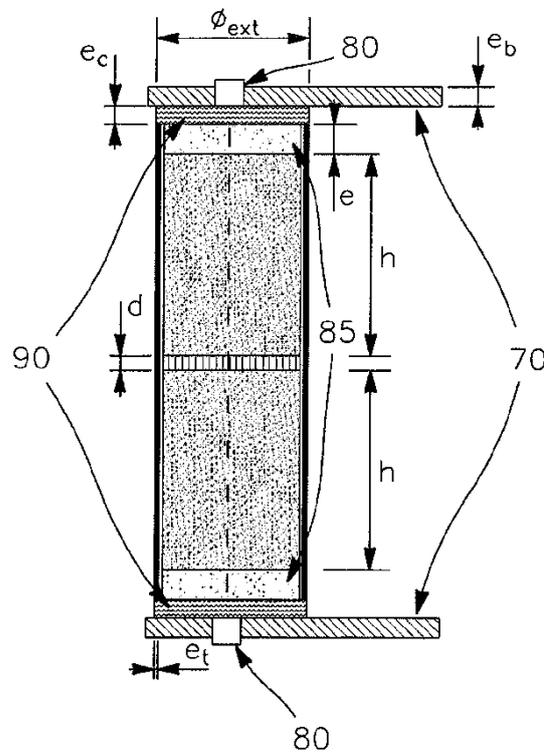


FIG. 12

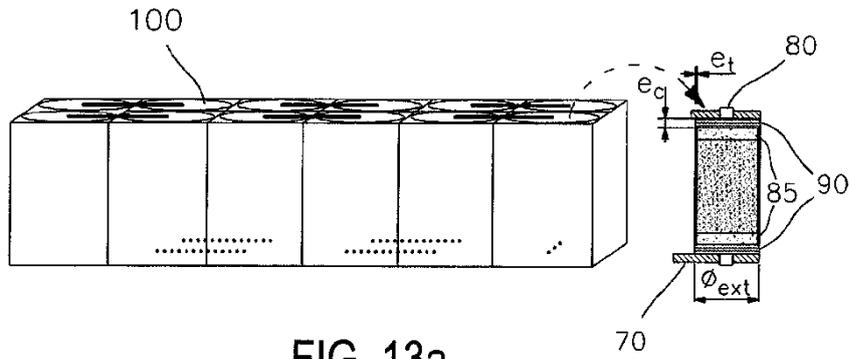


FIG. 13a

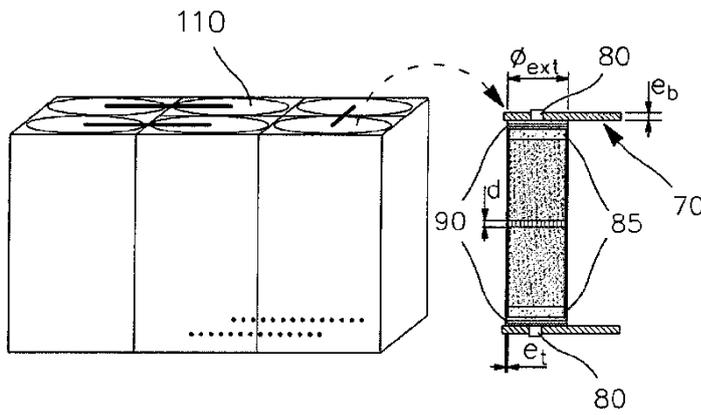


FIG. 13b

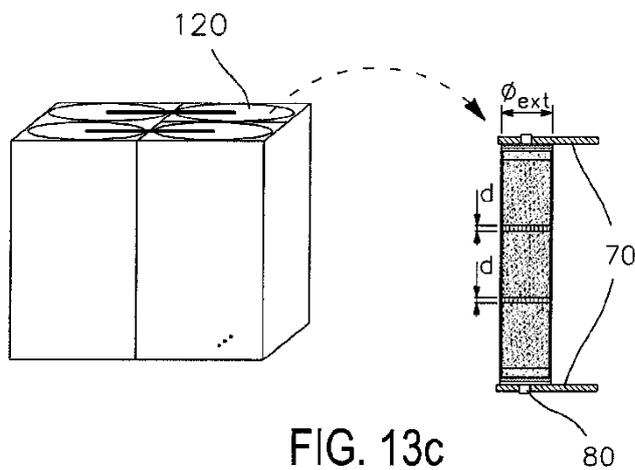


FIG. 13c