

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 485**

51 Int. Cl.:

**H01G 11/36** (2013.01)

**H01G 11/40** (2013.01)

**H01G 11/58** (2013.01)

**H01G 13/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2013 PCT/GB2013/052049**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.02.2014 WO14020338**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2013 E 13745879 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 2880667**

54 Título: **Supercondensador estructural utilizable en una estructura mecánica**

30 Prioridad:

**03.08.2012 GB 201213803**

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

**11.02.2020**

73 Titular/es:

**BAE SYSTEMS PLC (100.0%)  
6 Carlton Gardens  
London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**HUCKER, MARTYN JOHN;  
DUNLEAVY, MICHAEL y  
HAQ, SAJAD**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 741 485 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 estructural utilizable en una estructura mecánica

5 Esta invención se refiere a supercondensadores estructurales, más específicamente a supercondensadores estructurales que pueden reemplazar componentes estructurales basados en materiales compuestos.

10 El documento US2003/169558 está dirigido a un condensador electroquímico compuesto, con una capa separadora no curada. El documento US7864505 se dirige a una estructura compuesta de polímero para un condensador dieléctrico convencional. El documento US2011/164349 está dirigido a EDLC con estructuras separadoras sólidas. El documento US5793603 divulga una estructura separadora no curada y estructuras separadoras sólidas para supercondensadores. El documento US2011/051320 se dirige a una capa separadora flexible celular formada por impresión. El documento WO2011/098794 está dirigido al uso de un porógeno físico, para proporcionar cavidades en la capa separadora.

15 De acuerdo con la invención como se define en la reivindicación 1, se proporciona un componente que incluye un supercondensador estructural, el supercondensador estructural que comprende una primera estructura de electrodo, una segunda estructura (14) de electrodo y una estructura separadora, dicha estructura separadora se forma a partir de un material compuesto que comprende una capa de fibra de vidrio en una matriz de aglutinante eléctricamente aislante curada, dicha estructura separadora separa el primer electrodo del segundo electrodo, dicha estructura separadora comprende intersticios causados por la unión parcial de dicha estructura separadora al primer electrodo y la segunda estructura de electrodo, dichos intersticios comprenden un electrolito líquido, en donde el primer electrodo y el segundo electrodo se forman cada uno de al menos una capa de material compuesto conductor que incluye fibras eléctricamente conductoras en la matriz de aglutinante eléctricamente aislante curada y en donde el supercondensador es estructuralmente inseparable del resto de componente.

20 Preferiblemente, la estructura separadora comprende al menos una región que no contiene mezcla de aglutinante, para alojar dicho electrolito líquido.

30 Los intersticios se forman uniendo parcialmente la estructura separadora al primer electrodo y/o la segunda estructura del electrodo, para acomodar el electrolito acuoso.

35 En una disposición preferida, el primer electrodo y/o el segundo electrodo pueden comprender cada uno y están conectados eléctricamente a al menos una capa de fibra eléctricamente conductora, de manera que puede aumentarse el área del primer y segundo electrodo. A los electrodos primero y segundo se les puede quitar una porción de su resina para permitir el contacto eléctrico directo,

40 Una de las ventajas de un supercondensador estructural es el uso como reemplazo directo de un panel en un cuerpo, tal como una estructura, vehículo, embarcación o nave.

45 El componente, a saber, el supercondensador en sí, es estructuralmente rígido. Se ha encontrado que el uso de una estructura separadora que se forma a partir de capas no conductoras, que son eléctricamente aislantes y permiten la conducción de iones, tales como, por ejemplo, fibras tejidas que se usan habitualmente en la preparación de polímeros reforzados con fibra, cuando se curan proporcionan el grado requerido de rigidez estructural al panel final. La estructura separadora preferiblemente se forma a partir de un material compuesto que incluye fibras eléctricamente aislantes en una matriz aglutinante. Las fibras eléctricamente aislantes pueden ser fibras de vidrio, polímero, cerámica o textiles, y pueden seleccionarse dependiendo de las propiedades físicas o mecánicas deseadas del componente. Los ejemplos de fibras eléctricamente aislantes adecuadas incluyen fibras de vidrio E, vidrio S2, sílice y carburo de silicio. Los ejemplos de fibras textiles incluyen fibras naturales tales como algodón y fibras sintéticas que son típicamente fibras poliméricas tales como nailon (RTM), UHMWPE, aramidas, polipropileno, PTFE y poliéster. Por lo tanto, es posible proporcionar un componente que comprenda un supercondensador estructural, en el que los componentes de celdas reforzadas con fibra desempeñen una doble función al funcionar como elementos eléctricos activos y también como características estructurales del componente, siendo integrales con él. Por lo tanto, el condensador puede estar completamente libre de cualquier borde o barrera entre el condensador o sus electrodos y cualquier parte del componente que no actúe como parte del condensador. Por lo tanto, las partes del componente que no son parte del condensador pueden comprender simplemente material compuesto donde las fibras o la matriz no son eléctricamente conductoras.

60 La estructura separadora puede incluir materiales separadores tales como películas de polímeros microporos, que se pueden usar en combinación con fibras eléctricamente aislantes en una matriz aglutinante para ayudar al transporte de iones. El uso adicional de material de estructura separadora de electrodo convencional puede proporcionar niveles mejorados de capacitancia del dispositivo final, sin embargo, puede haber una reducción en la rigidez estructural del panel final.

65 Un condensador estructural está pensado como un reemplazo estructural directo para un panel existente en una embarcación o nave vehicular, y si se requiere un mayor almacenamiento de energía, los paneles de almacenamiento

no energéticos adicionales pueden reemplazarse con paneles de supercondensadores estructurales de acuerdo con la invención.

5 Los condensadores convencionales están típicamente presentes en las placas de circuitos integrados y requieren estructuras de soporte adicionales, tales como envolturas, embalajes, separadores, electrodos, colectores de corriente y similares. Estos, desde un punto de vista operacional componente, son totalmente parasitarios. Los presentes inventores han reconocido que estas estructuras de soporte adicionales reducen la eficiencia volumétrica y/o gravimétrica de los supercondensadores convencionales. En la presente invención, los componentes eléctricos activos son multifuncionales, ya que también desempeñan una función estructural como, por ejemplo, elementos de soporte  
10 de carga, protectores o de otro modo físicamente robustos del componente.

Los primer y segundo electrodos pueden seleccionarse a partir de cualquier material de capa conductora, preferiblemente tela de carbono. En una disposición altamente preferida, el carbono puede recubrirse con nanotubos de carbono que se sabe que aumentan la movilidad de los iones alrededor de los electrodos compuestos.  
15

Al menos uno de los electrodos primero y segundo puede incluir además un aditivo eléctricamente conductor tal como polvo de carbono. Será evidente para el lector experto que el polvo de carbón puede desempeñar una doble función como un aditivo poroso y un aditivo conductor de electricidad.

20 El grosor de los electrodos primero y segundo y/o la estructura separadora se puede variar convenientemente para proporcionar las propiedades mecánicas y eléctricas deseadas. Estas estructuras pueden estar formadas por una o más capas. La variación del número de capas es una forma en la que se puede variar el grosor de estas estructuras.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un panel en una embarcación o nave vehicular que comprende al menos un componente de acuerdo con la invención.  
25

El uso de capas de fibra de carbono proporcionadas permitirá que los componentes de la invención se usen donde se requiere que sean fuertes y ligeros, tal como en aplicaciones estructurales para aeronaves o satélites. Se considera que una aplicación particular proporciona tanto la estructura como la energía en los vehículos aéreos no tripulados, que a menudo se requiere que permanezcan en vuelo durante largos períodos de tiempo, por ejemplo, al realizar operaciones de vigilancia, y donde una fuente de energía que no aumenta significativamente el peso de la aeronave permitirá que la aeronave permanezca en vuelo durante más tiempo que si se usaran dispositivos de almacenamiento de energía convencionales. Los condensadores estructurales utilizados de esta manera funcionarán bien con celdas solares, ubicadas, por ejemplo, en las alas de la aeronave, que se pueden usar para recargar los dispositivos en vuelo.  
30 Los componentes de acuerdo con la invención se pueden usar, por ejemplo, como revestimientos de ala, se pueden usar para proporcionar energía para la monitorización de la salud estructural de la aeronave cuando está en vuelo. La disponibilidad de dicha potencia, con un peso adicional bajo, puede permitir que los vuelos más largos se planifiquen sabiendo que cualquier problema de salud de la aeronave que surja es probable que se notifique con anticipación y se le proporcione una sofisticación más avanzada de lo que era antes posible porque se pueden proporcionar más sistemas de monitorización para el mismo peso, en comparación con las baterías convencionales. Por lo tanto, es probable que una toma de decisiones más precisa sobre la capacidad de vuelo de la aeronave conduzca a una mayor disponibilidad de la misión. Los supercondensadores estructurales pueden usarse junto con baterías estructurales o convencionales, ya que son capaces de tomar una gran cantidad de energía y, por lo tanto, pueden usarse para recargar baterías estructurales o baterías convencionales.  
35  
40  
45

Las fibras eléctricamente conductoras del primer y segundo electrodos pueden incluir fibras que tienen un revestimiento conductor. Las fibras que tienen un revestimiento conductor pueden incluir fibras de carbono y/o fibras aislantes eléctricamente con un revestimiento conductor.

50 Preferiblemente, cuando las fibras eléctricamente conductoras del primer y segundo electrodos incluyen fibras que tienen un revestimiento conductor, estas fibras son fibras metalizadas, tales como fibras recubiertas de níquel. Sin embargo, se pueden usar otros recubrimientos conductores.

Las fibras eléctricamente conductoras del primer y segundo electrodos pueden estar en forma de una tela tejida o pueden estar no tejidas, por ejemplo, en capas unidireccionales o como una tela sin fruncir.  
55

El condensador estructural puede incluir una pluralidad de unidades supercondensadores que pueden estar Inter digitadas, en capas múltiples o distribuidas espacialmente dentro del componente o artículo. Por ejemplo, un compuesto de revestimiento de ala de aeronave que incorpora supercondensadores, de acuerdo con la invención, puede tener los dispositivos distribuidos en una gran área de ala, ya sea porque las celdas se pueden conectar a las celdas solares distribuidas en el revestimiento del ala o porque los dispositivos se pueden conectar a usuarios de energía distribuidos tales como luces, superficies de control de vuelo, válvulas o sensores para sistemas de aeronaves, etc., ubicados en diferentes partes del ala.  
60

65 Un componente compuesto de acuerdo con la invención puede fabricarse convenientemente mediante cualquier proceso conocido de fabricación de compuestos compatible con la química celular en cuestión. Por ejemplo, bandeja

húmeda; pre-impregnada; se puede utilizar infusión de resina o el moldeo por transferencia de resina o el moldeo por transferencia de resina asistida por vacío El uso de tales técnicas bien conocidas permite una gran flexibilidad en la forma y el tamaño de las baterías incorporadas en componentes fabricados de acuerdo con la invención. Una ventaja de usar estas técnicas comúnmente utilizadas es que los componentes de la invención pueden emplearse para reemplazar piezas ya existentes fabricadas con las mismas técnicas, pero sin tener la ventaja de un supercondensador formado de manera integral con ellas.

Los componentes de acuerdo con la invención se pueden usar en nuevos diseños o para reemplazar piezas desgastadas, dañadas o desactualizadas de cualquier artículo que pueda fabricarse de material compuesto. Por ejemplo, los vehículos, ya sean terrestres, aéreos, espaciales o acuáticos, pueden tener piezas fabricadas con supercondensadores integrales, de acuerdo con la invención. Los ejemplos de tal uso pueden incluir revestimientos de ala en aeronaves, y en particular vehículos aéreos no tripulados, donde los componentes de acuerdo con la invención se pueden usar para energizar equipos de monitorización estructural, superficies de control, cámaras, luces, etc. Cuando el componente puede estar expuesto a la luz solar o de lo contrario, se puede conectar al equipo fotovoltaico, los supercondensadores pueden cargarse utilizando dicho equipo. Debido a la capacidad de los supercondensadores en componentes compuestos de acuerdo con la invención para posicionarse en cualquier parte del componente, donde el componente es un revestimiento de ala, las celdas fotovoltaicas pueden colocarse adyacentes a los supercondensadores de la invención para evitar un cableado innecesario. Convenientemente, cuando el componente se usa para reemplazar un panel en un cuerpo, vehículo, embarcación o nave existentes, el componente puede diseñarse preferiblemente a las mismas dimensiones que el panel original.

Otros usos potenciales en vehículos pueden incluir paneles de carrocería en vehículos de accionamiento híbrido o eléctrico donde los componentes de la invención se pueden usar para ahorrar peso y volumen, en comparación con las fuentes de energía convencionales. Tales componentes también pueden ser útiles en los cascos hidrodinámicos de inundación libre de, digamos, vehículos sumergibles operados a distancia. Los componentes serían especialmente útiles en cualquier vehículo donde el peso o el volumen fuera mayor como un avión o un satélite. En un satélite, el ahorro en el espacio y la mayor parte de los componentes de acuerdo con la invención que podrían usarse para energizar varios sistemas potencialmente podría ser de gran beneficio y probablemente aumentaría sustancialmente la capacidad de carga útil del satélite.

En edificios, los componentes de acuerdo con la invención pueden comprender paneles de pared en edificios portátiles o temporales, divisores de habitaciones, paneles de techo suspendido, puertas o marcos de ventanas. En todos estos elementos, la energía eléctrica disponible del supercondensador reemplazaría o reduciría la necesidad de cableado y, una vez más, podría utilizarse junto con equipos fotovoltaicos para generar la energía contenida en los supercondensadores de los componentes de acuerdo con la invención.

Una ventaja adicional de usar dispositivos incorporados en tales componentes es que la masa de los supercondensadores, cuando se desee, puede distribuirse integralmente a lo largo de los diversos componentes. Esto puede ser muy beneficioso, por ejemplo, cuando se producen choques repentinos en el componente. Tales choques pueden ocurrir, por ejemplo, para vehículos involucrados en colisiones. Para militares o, digamos, equipos de contención nuclear, explosiones o impactos de proyectiles pueden causar tales choques. En tales condiciones, la naturaleza integral de los supercondensadores en los componentes de los que forman parte evitará que tiendan a actuar como misiles no contenidos. Los supercondensadores o condensadores convencionales, cuando se usan en tanques militares o vehículos blindados, por ejemplo, pueden actuar como misiles no contenidos durante una explosión o bajo un impacto de proyectil. Sin embargo, los supercondensadores integrales con los componentes de acuerdo con la invención, debido al soporte inherente proporcionado por la estructura del componente, no formarán objetos separados y evitarán este problema.

Un ejemplo de un componente de acuerdo con la invención en el cual los supercondensadores estructurales están distribuidos uniformemente es el panelado interno para un vehículo que puede estar en forma de un revestimiento en escamado, como se usa en vehículos militares. Estos vehículos se utilizan a menudo para patrullas de reconocimiento durante las cuales pasan un tiempo considerable con los motores apagados en "vigilancia silenciosa". En estas circunstancias, los supercondensadores se pueden usar para proporcionar energía para sensores, comunicaciones, soporte vital, aire acondicionado, etc. y debe haber suficiente energía residual para reiniciar el motor del vehículo. Los revestimientos en escamado formarán parte de la armadura del vehículo, pero también proporcionarán energía adicional sin ocupar más espacio interno limitado y no agregarán más peso o volumen al vehículo. El peso adicional de baterías o condensadores convencionales adicionales normalmente reduciría la maniobrabilidad y la velocidad del vehículo. Los componentes de acuerdo con la invención también pueden comprender blindaje externo del vehículo, ya que a menudo se fabrica con material compuesto.

La naturaleza distribuida de los supercondensadores en los componentes también tiene la ventaja de facilitar el diseño de una aeronave para la correcta distribución del peso. No hay una masa parásita que deba colocarse donde haya espacio disponible en la aeronave y que forme una masa concentrada que deba equilibrarse para compensar la aeronave y que debe estar conectada al equipo que se va a energizar y también a una fuente de energía. El peso de los soportes y el embalaje para los supercondensadores también se evitará, ya que formarán parte integral de la

aeronave. Pueden colocarse más cerca del equipo para ser energizado, ya que forman parte de la estructura de la aeronave y no necesitan alojamiento separado.

5 De gran importancia potencial sería el uso de componentes de acuerdo con la invención en equipos eléctricos o electrónicos, en particular equipos portátiles tales como ordenadores, asistentes personales digitales (PDAs), cámaras y teléfonos. En este caso, los montajes para este tipo de equipos, tales como tableros de circuitos, carcasas y similares, se podrían hacer de acuerdo con la invención, lo que, de nuevo, ayudaría a reducir el peso y el volumen de dichos artículos para que sean más ligeros, más pequeños y posiblemente más baratos. Debido a la cantidad reducida de piezas. Alternativamente, para el equipo que se lleva en la persona del usuario, tales como cámaras, PDAs y teléfonos móviles, la fuente de energía para dicho equipo podría estar comprendida en prendas de vestir para ser usadas por el usuario. Además, el problema perenne de la disipación de calor en equipos portátiles que funcionan con baterías podría aliviarse incorporando los supercondensadores, por ejemplo, en la carcasa de un ordenador portátil donde podrían disipar el calor mucho más fácilmente, con la evitación posible de la necesidad de ventiladores de refrigeración.

15 Para la captura de energía, los componentes tales como las carcasas o palas de los aerogeneradores y las estructuras de soporte de la matriz solar podrían fabricarse de acuerdo con la invención para reducir el cableado o el peso y el volumen

20 Cuando las estructuras de construcción se fabrican a partir de dichos componentes, pueden además proporcionarse con paneles solares u otros medios de generación de energía, para proporcionar una estructura fácilmente portátil que comprenda tanto medios de generación de energía como medios de almacenamiento de energía.

El siguiente experimento proporciona el ejemplo 1, que es la tecnología de electrodos de polímeros sólidos de la técnica anterior. El ejemplo 2 proporciona detalles experimentales para dispositivos de acuerdo con la invención.

25 Ejemplo 1) Construcción de Electrolito (SPE) de Polímero Sólido (tecnología de la técnica anterior)

30 Se disolvió triflato 1,6g de litio (sulfonato de litio-trifluorometano) en 40g de éter (PEGDE) diglicidílico de polietilenglicol. La mezcla se calentó a ~60° C para disolver las sales de Li. Trietilentetramina (TETA, endurecedor de Struer) se utilizó para reticular la mezcla de PEGDE/Li.

35 Se prepararon muestras con proporciones de 4: 1 y 25: 3 de PEGDE-Li/TETA y se curaron durante la noche a temperatura ambiente en recipientes cerrados. Las muestras eran, gomosas, pero se observó que la mezcla 4: 1 era algo más suave.

Construcción

40 Se prepararon dos condensadores separados utilizando telas de fibra de carbono (CF) de tejido plano estándar de 200gsm/m<sup>2</sup> [0,2 Kg/m<sup>2</sup>]. Para electrodos se utilizaron capas únicas de tejido de fibra de carbono (CF) de aproximadamente 80 mm x 80 mm. Se usaron cuatro capas de tela de fibra de e-vidrio (EG) de aproximadamente 120 x 120 mm entre los electrodos como un separador. La tela de vidrio se hizo mucho más grande que el carbono para garantizar que no fueran posibles cortocircuitos alrededor del perímetro de los condensadores debido a las fibras de carbono perdidas. Los apilamientos de tejido seco se infiltraron con mezclas de electrolitos premezclados utilizando una pipeta. Un apilamiento se infiltró con una mezcla 4:1 (PEGDE-Li:TETA) [HF3321] y otra con una mezcla 25:3 (PEGDE-Li:TETA) [HF3322]. Ambos apilamientos se empaquetaron al vacío y se curaron durante la noche a temperatura ambiente.

Pruebas de capacitancia

50 Las muestras se analizaron con un voltímetro (DVM) digital Fluke 287 para verificar el funcionamiento correcto. Para proporcionar un contacto eléctrico estable con los electrodos de fibra de carbono, se desgastó ligeramente un área de ~10x10mm en el centro de cada cara y se unió un contacto de malla de níquel utilizando epoxi conductor. Las muestras luego se curaron posteriormente a 70° C durante 2 horas. Las mediciones de capacitancia se tomaron usando el DVM y se muestran en la Tabla 1.

55

Tabla 1 Capacitancias iniciales después del postcurado.

Muestra	Capacitancia $\mu\text{F}$
Liso 4:1	115
Liso 25:3	120

Efectos de tasa de carga

60 Todos los condensadores (EDLC) electroquímicos de doble capa experimentan un efecto dependiente del tiempo conocido como "absorción dieléctrica", por lo que el tiempo de carga/descarga puede influir en la capacitancia aparente del dispositivo. A diferencia de los condensadores electrostáticos convencionales, la energía se almacena en supercondensadores mediante la formación de una doble capa electroquímica a través del movimiento de iones

móviles en el electrolito. Dependiendo de la movilidad de los iones en el electrolito, el dieléctrico puede tardar una cantidad de tiempo significativa en polarizarse completamente cuando se aplica un campo eléctrico. Asimismo, en la descarga, la tasa a la que se puede liberar la energía almacenada es limitada. La absorción dieléctrica, por lo tanto, representa un componente dinámico de la resistencia interna de los dispositivos EDLC y debe ser calculado al considerar cómo usarlos. Los efectos de la absorción dieléctrica significan que todos los supercondensadores basados en EDLC son esencialmente dispositivos de DC. Se sabe que los supercondensadores muestran una capacitancia decreciente con la frecuencia de la señal de prueba

Se realizaron pruebas con un dispositivo basado en SPE para investigar este efecto en un rango de tasas de carga en condiciones de DC. El dispositivo se cargó a 2V a través de una resistencia limitadora de corriente y el comportamiento de carga se monitorizó registrando el voltaje del condensador a lo largo del tiempo. Normalmente es posible estimar la capacitancia de un condensador ideal a partir de la constante de tiempo del circuito. El producto de resistencia (R) y capacitancia (C) representa el tiempo que se tarda en cargarse al 63.2% ( $1 - e^{-1}$ ) del voltaje aplicado. Se seleccionaron resistencias de 100kohm, 31k ohm y 1k ohm para proporcionar un rango de límites de corriente de carga. Los tiempos de carga a 100k y 31k ohms fueron muy largos y las pruebas se terminaron después de unos 30 minutos. El condensador se cortocircuitó durante 30 minutos antes de cada ejecución, ya que la carga residual debida a la absorción dieléctrica puede provocar grandes errores en la capacitancia aparente. Los datos de las ejecuciones se trazaron y se ajustó la curva (Ln) para permitir la estimación del tiempo de carga al 63.2% y al hacer esta suposición fue posible estimar la capacitancia aparente. Los resultados se muestran en la Tabla 4 y muestran que se debe tener mucho cuidado al determinar la capacitancia práctica de estos dispositivos. La absorción dieléctrica a largo tiempo está asociada con una baja movilidad de iones, que a su vez es una característica notable de los materiales SPE actuales. Es posible aumentar la movilidad de los iones de las SPEs reduciendo la densidad de los enlaces cruzados en el polímero. Sin embargo, una baja densidad de enlaces cruzados tiene un efecto perjudicial sobre las propiedades mecánicas de la SPE, lo que la hace mucho menos adecuada como matriz para materiales compuestos estructurales.

Tabla 4 Variación en la capacitancia “aparente” con la tasa de carga debido a la absorción dieléctrica constante de largo tiempo en electrolito de polímero sólido

Resistencia	Capacitancia aparente
100k ohm	~4800F
31k ohm	~50F
1 k ohm	~0.002F (2mF)

Ejemplo 2) Dispositivos llenos de electrolito líquido

La información experimental anterior para supercondensadores de tipo SPE sugiere que existe un compromiso entre el rendimiento eléctrico y el mecánico. Parece que los materiales SPE actuales no es adecuada para aplicaciones multifuncionales. La invención ha proporcionado una alternativa mejorada a las SPEs para dispositivos EDLC compuestos estructurales (supercondensadores) que proporciona una combinación de buenas propiedades eléctricas y mecánicas.

Construcción

Se unieron dos secciones de material CFRP de fibra de carbono a cada lado de una estructura separadora de tejido de fibra de vidrio usando una resina modificada por viscosidad, preferiblemente un sistema de resina epoxi modificada por viscosidad para crear áreas selectivamente infiltradas y no infiltradas en el tejido de fibra de vidrio. Esto proporciona estructuras con solo una pequeña reducción en el rendimiento mecánico en comparación con los electrolitos sólidos basados en el mismo sistema compuesto. La técnica puede utilizar materiales compuestos convencionales y rutas de fabricación.

Se fabricaron dos revestimientos de fibra de carbono a partir de 3 capas de tejido de fibra de carbono de tejido liso de 200gsm [0,2 Kg/m<sup>2</sup>]. Se colocó en húmedo usando resina de Struer y se curó al vacío durante la noche a temperatura ambiente, seguido de un post curado a 60° C durante ~1 hora. Se cortaron dos secciones de material de CFRP curado de ~60x60 mm para formar los dos electrodos del condensador y se frotaron las caras internas para exponer las fibras desnudas. Dos de los electrodos CFRP preparados se unieron a cada lado de una capa única de tejido de E-vidrio de 200gsm [0,2 Kg/m<sup>2</sup>] de tejido liso utilizando un epoxi modificado por viscosidad. El patrón de unión era un simple borde de 5 mm para crear un área no infiltrada de ~50x50 mm. Las áreas controladas de la tela no infiltrada se infiltraron con un electrolito líquido para crear una estructura de EDLC. Debido a su movilidad iónica significativamente mayor, el uso de electrolitos líquidos permite grandes aumentos en la capacitancia prácticamente útil de estos dispositivos (menor resistencia interna) en comparación con los basados en electrolitos de polímeros sólidos. Para estas pruebas, el electrolito era una solución acuosa 5,5 M de hidróxido de potasio, pero los dispositivos también podrían usar electrolitos orgánicos sin modificaciones adicionales si fuera necesario, ya que esto permitiría aumentar el voltaje de trabajo.

Ejemplo 3

Se preparó un segundo dispositivo lleno de líquido de una manera similar a la del ejemplo 2, pero con una simple modificación para proporcionar un aumento de la capacitancia. Se agregaron capas de tela de fibra de carbono de tejido plano a cada lado del separador de fibra de vidrio. Estas telas estaban conectadas eléctricamente a los revestimientos CFRP frotados, pero contenían secciones no infiltradas de ~50x50 mm, lo que se esperaba proporcionar un gran aumento en el área de superficie efectiva del electrodo.

Pruebas de capacitancia

Las pruebas se realizaron utilizando el método de descarga de corriente constante. Cada condensador se cargó a su voltaje de trabajo (2.5 V para los dispositivos de electrolito de polímero sólido y 1.0V para los dispositivos de electrolito acuoso). La capacitancia se derivó como  $C = I (dt/dV)$ , donde dV era el rango de voltaje  $(V_r \cdot 0.9) - (V_r \cdot 0.7)$  y dT fue el tiempo transcurrido para este cambio de voltaje.

Ejemplo	Descripción	Método C (µf) CI	C (µf) DVM	Cap. espec. CI (µF/cm <sup>3</sup> )	Cap. espec .. DVM (µF/cm <sup>3</sup> )
1	SPE Plano CF	0.062	120	0.008	17
2	Aq. Plano CFRP	257	280	64	70
3	Aq. CF + Tela	13705	14600	2741	2920

Tabla 5 comparación de electrolito (SPE) de polímero sólido y supercondensador (Aq) de electrolito de polímero líquido

Los dispositivos SPE tienen una capacitancia mucho menor en comparación con los dispositivos de acuerdo con la invención.

Aunque la invención se ha descrito anteriormente, se extiende a cualquier combinación inventiva de las características expuestas anteriormente, o en la siguiente descripción, dibujos o reivindicaciones.

Las realizaciones de ejemplo del componente de acuerdo con la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 muestra una vista lateral en sección transversal de un componente integral con un supercondensador, de acuerdo con la invención, y

Las Figuras 2a y 2b muestran una estructura separadora parcialmente unida para encapsular un electrolito líquido.

La invención proporciona componentes que comprenden un supercondensador estructural que se forma al menos en parte a partir de materiales compuestos, impartiendo así las propiedades estructurales deseadas. La figura 1 muestra un ejemplo de un componente integral con un supercondensador de la invención, representado en general en 10, que comprende una primera estructura 12 de electrodo que está separada de una segunda estructura 14 de electrodo por una estructura 16 separadora. La primera y segunda estructuras 12, 14 de electrodo se puede conectar a los contactos 18, 20 de electrodo adecuados para permitir la carga y descarga del supercondensador de la manera habitual, aunque, como se explica con más detalle a continuación, las estructuras 12, 14 de electrodo primera y segunda pueden actuar completamente como colectores de corriente.

Cada una de las estructuras 12, 14 de electrodo primera y segunda y la estructura 16 separadora se forman como un material compuesto que comprende fibras adecuadas en una matriz aglutinante. La primera y segunda estructuras 12, 14 de electrodo pueden comprender opcionalmente fibras 12a, 14a conductoras eléctricamente en matrices 12b, 14b aglutinante respectivas. La estructura 16 separadora comprende fibras 16a eléctricamente aislantes en una matriz 16b de aglutinante. El electrolito 17 líquido está ubicado dentro del supercondensador 10, en intersticios dentro de la estructura 16 separadora.

El electrolito líquido se puede acomodar de varias maneras. La estructura separadora puede estar parcialmente unida para proporcionar espacios que pueden llenarse con el electrolito. El electrolito es retenido por la acción capilar entre las fibras. Un grado de unión de 30 a 40% es adecuado para este propósito. Se puede usar un aditivo poroso, tal como una sílice o un gel de sílice, para proporcionar una estructura celular más abierta o se puede emplear una película de polímero micro poroso. Se pueden proporcionar respiraderos para controlar la liberación de gases durante condiciones de sobrecarga y se pueden instalar puertos de llenado/drenaje para permitir la introducción y eliminación del electrolito acuoso para mantenimiento o almacenamiento.

El componente de la invención puede fabricarse de diferentes maneras. Por ejemplo, es posible fabricar completamente cada una de las primera y segunda estructuras de electrodo y la estructura separadora por separado y posteriormente unir estas estructuras completas entre sí. Alternativamente, cada estructura puede producirse por separado, pero con un curado parcial de las matrices aglutinantes, de modo que las estructuras se puedan curar juntas. La estructura completa de los electrodos primero y segundo y las estructuras separadoras pueden formarse con una matriz de aglutinante común, por ejemplo, en un proceso de colocación en húmedo, para proporcionar una estructura "monolítica" para el componente.

Se pueden usar otros sistemas de electrolitos.

5 Los electrodos primero y segundo y las estructuras separadoras no son necesariamente planas. Se pueden emplear configuraciones no planas, por ejemplo, para proporcionar una estructura curva o incluso generalmente tubular. Las estructuras compuestas de la invención son muy adecuadas para tales configuraciones. El dispositivo puede comprender varios electrodos y puede formarse con celdas electroquímicas integrales.

10 La figura 2a muestra una estructura 20 de condensador, con una primera estructura 24 de electrodo y una segunda estructura 22 de electrodo, como se describe en la figura 1. Los electrodos intercalan una estructura 26 separadora parcialmente unida, la capa tiene un sitio 21 de unión de pluralidad que permite la adhesión de la estructura 26 separadora y las estructuras 22, 26 de electrodo primera y segunda. Los sitios 21 de unión abiertos crearán cavidades abiertas que pueden llenarse con un electrolito 27 líquido.

15 La figura 2b muestra una vista en plano de la estructura 26 separadora parcialmente unida, donde los sitios 21 de unión pueden definir pequeñas cavidades 28 o una cavidad 29 más grande, que luego son capaces de rellenar con el electrolito 27 líquido en el dispositivo final. El equilibrio de la resistencia de la estructura compuesta y la capacitancia determinará el grado de unión requerido en la estructura 26 separadora parcialmente unida y el volumen de electrolito líquido.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un componente que incluye un supercondensador (10) estructural, el supercondensador estructural que comprende una primera estructura (12) de electrodo, una segunda estructura (14) de electrodo y una estructura (16) separadora, dicha estructura separadora está formada de un material compuesto que comprende una capa (16a) de fibra de vidrio en una matriz (16b) de aglutinante eléctricamente aislante curada, dicha estructura separadora separa el primer electrodo del segundo electrodo, dicha estructura separadora comprende intersticios (28) causados por la unión parcial de dicha estructura separadora al primer electrodo y la segunda estructura del electrodo, dichos intersticios comprenden un electrolito (27) líquido, en donde el primer electrodo y el segundo electrodo están formados a partir de al menos una capa de material compuesto conductor que incluye fibras (12a, 14a) eléctricamente conductoras en la matriz (12b, 14b) de aglutinante eléctricamente aislante curada y en donde el supercondensador es estructuralmente inseparable del resto del componente.
2. Un componente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el cual al menos uno del primero, segundo electrodos (12, 14) incluye además un aditivo eléctricamente conductor.
3. Un componente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la matriz de aglutinante eléctricamente aislante se selecciona de un polímero, cerámica o vidrio.
4. Un componente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el primer electrodo y/o el segundo electrodo (12, 14) comprenden cada uno y están conectados eléctricamente a otra al menos una capa de fibra eléctricamente conductora.
5. Un componente de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la capa de fibra eléctricamente conductora es una capa de fibra de carbono.
6. Un componente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la estructura separadora comprende una película de polímero micro poroso.
7. Un componente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el material de matriz de aglutinante eléctricamente aislante es una resina curable modificada por viscosidad.
8. Un panel en una embarcación o nave vehicular que comprende al menos un componente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

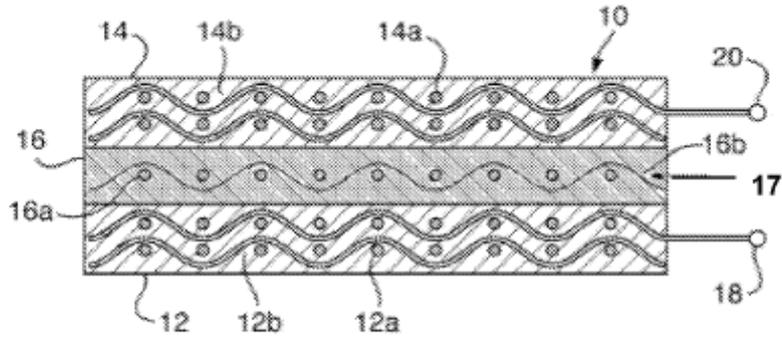


Fig 1

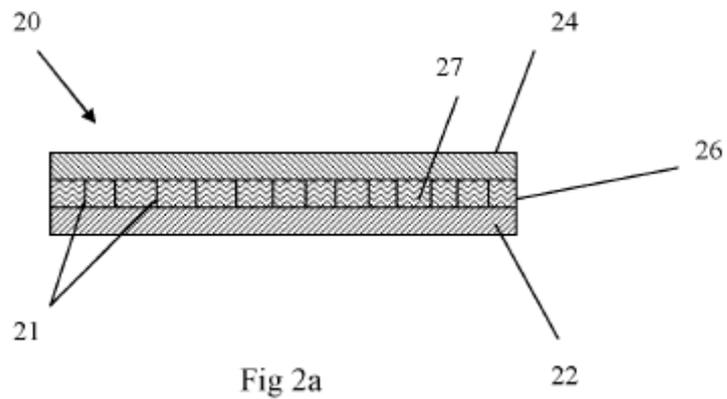


Fig 2a

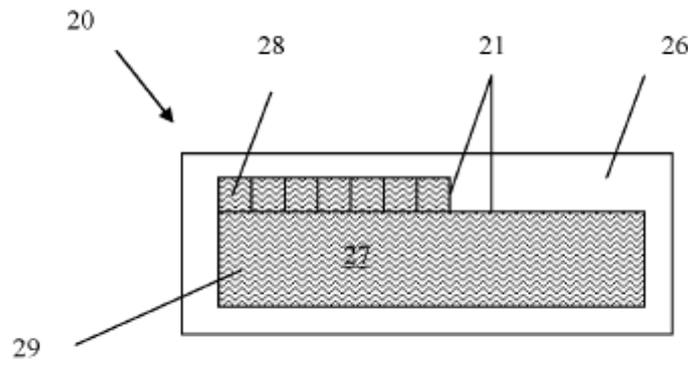


Fig 2b