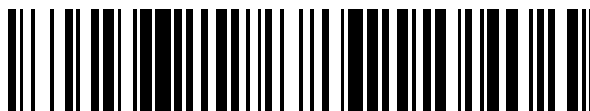


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 036**

51 Int. Cl.:

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 10/052 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2016** **PCT/US2016/037216**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2016** **WO16205124**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2016** **E 16732435 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019** **EP 3311462**

54 Título: **Celda de batería de baja capacidad y baja resistencia específica de área para dispositivos electrónicos**

30 Prioridad:

16.06.2015 US 201514740500

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

24.06.2020

73 Titular/es:

AMAZON TECHNOLOGIES INC. (100.0%)
P.O. Box 81226
Seattle, WA 98108-1226, US

72 Inventor/es:

LIM, JAMES ROBERT;
WANG, THOMAS GANG;
WANG, DAVID;
TUZMAN, DAVID;
ANG, POON-KEONG y
RAMASAMY VENKATASAMY, VIDHYANANTH

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 769 036 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

Celda de batería de baja capacidad y baja resistencia específica de área para dispositivos electrónicos

5 ANTECEDENTES

Los dispositivos electrónicos portátiles, como lectores de libros electrónicos, teléfonos inteligentes o tabletas, se han vuelto cada vez más populares. Una limitación en la usabilidad de los dispositivos electrónicos portátiles es su duración limitada de la batería, debido a los tamaños de batería más pequeños, lo que requiere que los usuarios recarguen el dispositivo después de un período de uso. Para los lectores de libros electrónicos («e-book») en particular, es deseable proporcionar una mayor duración de la batería para evitar obligar al usuario a recargar el lector de libros electrónicos con demasiada frecuencia. Muchos usuarios de lectores de libros electrónicos esperan pasar muchos días, semanas o meses con una sola carga. Como resultado, aumentar la capacidad de la batería para mejorar la vida útil de la batería generalmente requiere un aumento en el tamaño y el peso de la batería y, por lo tanto, del dispositivo también. Sin embargo, el peso y el grosor reducidos también son características muy deseables para dispositivos electrónicos portátiles, en particular lectores de libros electrónicos que, en el uso típico, pueden mantenerse por el usuario durante horas.

A diferencia de los dispositivos analógicos, que normalmente consumen una corriente constante, los dispositivos digitales imponen nuevas demandas a las baterías, incluida la carga de la batería con picos periódicos de alta corriente. Muchos de estos dispositivos digitales están diseñados con voltajes de corte, como 3,0 V o más, en cuyo punto el dispositivo deja de funcionar o se apaga. Como resultado, durante el funcionamiento normal, un pico de corriente temporal puede hacer que el dispositivo muestre una advertencia de batería baja al usuario e incluso se apague. Aunque el dispositivo podría reiniciarse y funcionar con un consumo de corriente bajo durante un período de tiempo adicional, la advertencia de batería baja causada por el pico de corriente provocaría que el usuario concluya que la batería está agotada y el dispositivo quede inutilizable hasta que se vuelva a cargar.

Por consiguiente, existe la necesidad de sistemas de batería mejorados que puedan minimizar el peso y el grosor del dispositivo mientras alimentan dispositivos electrónicos, particularmente aquellos con demandas de alta potencia y pico de potencia. Se describen varias celdas en la publicación de patente de EE. UU. US2002/061436, US2013/323607, US2010/291442 y US2014/217984, "Electrochemical performance of $\text{Li}_{4/3}\text{Ti}_{5/3}\text{O}_4/\text{Li}_{1+x}(\text{Ni}_{1/3}\text{CO}_{1/3}\text{Mn}_{1/3})_{1-x}\text{O}_2$ cell for high power applications", Lu et al, Journal of Power Sources, 167 (2007) 212-216, y la descripción detallada de la Thinerger[®] MEC220 DS1013 v1.1.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de recarga modular con un módulo de batería suplementaria, según las realizaciones de la presente invención.

La figura 2A ilustra una vista frontal de un dispositivo lector de libros electrónicos, según realizaciones de la presente invención.

La figura 2B ilustra una vista en perspectiva posterior de un dispositivo lector de libros electrónicos, según realizaciones de la presente invención.

La figura 2C ilustra una vista frontal del módulo de batería suplementaria, según realizaciones de la presente invención.

La figura 2D ilustra una vista lateral de un dispositivo lector de libros electrónicos conectado a un módulo de batería suplementaria, según las realizaciones de la presente invención.

La figura 3 ilustra una estructura celular apilada.

La figura 4 ilustra una sección transversal de una estructura de celda enrollada, con una perspectiva desvelada.

Las figuras 5-6 son gráficos que ilustran las curvas de descarga de los conjuntos de baterías tomados a distintas velocidades de descarga.

Las figuras 7-8 son gráficos que ilustran las curvas de descarga de los conjuntos de baterías tomadas a distintas temperaturas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la descripción siguiente, se hace referencia a los dibujos adjuntos que ilustran varias realizaciones de la presente descripción. Deberá entenderse que se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden hacer cambios en el sistema o proceso sin apartarse del alcance de la presente descripción. La descripción detallada siguiente no deberá tomarse en un sentido limitante, y el alcance de las realizaciones de la presente invención se define solo por las reivindicaciones
5 de la patente emitida. Deberá entenderse que los dibujos no están necesariamente dibujados a escala.

Según aspectos de la presente invención, se proporciona una batería de pequeña capacidad para alimentar dispositivos electrónicos, como un lector de libros electrónicos. Esta batería de pequeña capacidad está diseñada para producir una resistencia específica de área baja, que mantiene los voltajes operativos utilizables incluso durante
10 períodos de alto consumo de corriente. Como resultado, una batería de factor de forma más ligero y más pequeño puede proporcionar un rendimiento de batería similar al de una batería convencional más grande y más pesada. A continuación, se puede proporcionar a un usuario un dispositivo electrónico de factor de forma pequeño y ligero que logre una mayor duración de la batería, en comparación con otros factores de forma de batería de pequeña capacidad.

15 Según algunas realizaciones, el dispositivo electrónico que tiene la batería de pequeña capacidad puede ser parte de un sistema de computación modular que incluye un módulo de batería suplementaria con una batería de mayor capacidad. El módulo de batería suplementaria se puede conectar al dispositivo electrónico para recargar la batería de pequeña capacidad. Como resultado, el usuario puede optar por usar el dispositivo electrónico solo, cuando se desea un tamaño y peso reducidos, o puede optar por usar el dispositivo electrónico acoplado a la batería
20 suplementaria para proporcionar al usuario una mayor duración de la batería pero con un tamaño y un peso aumentados. Según otras realizaciones, el dispositivo electrónico que tiene la batería de pequeña capacidad es un dispositivo independiente.

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema modular 100 que comprende un dispositivo electrónico 110 y un
25 módulo de batería suplementaria extraíble 150, según realizaciones de la presente invención. El dispositivo electrónico 110 está provisto de una batería interna de pequeña capacidad para reducir el tamaño y el peso del dispositivo 110, y la batería suplementaria 150 está provista de una batería suplementaria interna de mayor capacidad para proporcionar una mayor duración de la batería a expensas de un mayor tamaño y peso. El dispositivo electrónico 110 puede implementarse como cualquiera de una serie de dispositivos electrónicos alimentados por batería, tales como un lector
30 de libros electrónicos, un dispositivo informático de tableta, un teléfono inteligente, un reproductor multimedia, un dispositivo de juego portátil, un asistente digital portátil, un dispositivo portátil, un dispositivo de Internet de las cosas con dispositivos electrónicos integrados y una batería recargable, un accesorio con alimentación para cualquiera de los dispositivos mencionados anteriormente y otros dispositivos con batería. Ciertas realizaciones son particularmente útiles para dispositivos electrónicos que tienen baterías de pequeña capacidad que experimentan variación en el
35 consumo de corriente durante el uso normal, con picos periódicos causados por diversas operaciones en el dispositivo.

El dispositivo electrónico 110 incluye una batería interna 122 del dispositivo y un sistema de gestión de energía 120 para controlar la recarga de la batería 122 del dispositivo. El conjunto de baterías del dispositivo 122 puede comprender cualquier tipo de batería recargable adecuada para su uso con la aplicación prevista del dispositivo, tal como, por
40 ejemplo, níquel-metal hidruro (NiMH), y, más preferiblemente, baterías con química de alta densidad de energía, como ion de litio (Li-ion) o baterías de polímero de ion de litio (polímero de Li-ion). En la realización ilustrada, el conjunto de baterías 122 del dispositivo comprende un módulo de circuito de protección 125 y una batería de pequeña capacidad que comprende una única celda 123 de ion de litio que tiene una resistencia específica de área baja, como se describirá con mayor detalle a continuación. En otras realizaciones, el conjunto de baterías del dispositivo 122 puede incluir una
45 pluralidad de celdas conectadas en serie.

El dispositivo electrónico 110 puede incluir un componente de visualización 130. El componente de visualización 130 puede comprender, por ejemplo, una pantalla electroforética (EPD), pantalla de electrohumectación, pantalla electrofluídica, pantalla moduladora interferométrica y/o cualquier otro tipo de pantalla biestable. Alternativamente, el
50 componente de visualización 130 puede comprender otro tipo de dispositivo capaz de representar imágenes visibles, tales como, por ejemplo, pantallas de cristal líquido (LCD), pantallas planas de plasma, etc.

El dispositivo electrónico 110 puede incluir uno o más componentes de entrada 131 operables para recibir entradas de un usuario. Los componentes de entrada 131 pueden incluir, por ejemplo, un botón pulsador, panel táctil, pantalla
55 táctil, rueda, joystick, teclado, ratón, bola de desplazamiento, teclado numérico, acelerómetro, pistola de luz, controlador de juego o cualquier otro dispositivo o elemento por el cual un usuario puede proporcionar entradas al dispositivo electrónico 110. Estos componentes de entrada 131 pueden incorporarse al dispositivo electrónico 110 o acoplarse operativamente al dispositivo electrónico 110 a través de una interfaz cableada o inalámbrica. Para dispositivos electrónicos con pantallas sensibles al tacto, los componentes de entrada 131 pueden comprender un
60 sensor táctil que funciona junto con el componente de visualización 130 para permitir a los usuarios interactuar con la imagen mostrada por el componente de visualización 130 usando entradas táctiles (por ejemplo, con un dedo o lápiz óptico).

El dispositivo electrónico 110 también puede incluir al menos una interfaz de comunicación 132 que comprende uno o más componentes inalámbricos operables para comunicarse con uno o más dispositivos separados dentro de un rango de comunicación del protocolo inalámbrico particular. El protocolo inalámbrico puede ser cualquier protocolo apropiado utilizado para permitir que los dispositivos se comuniquen de forma inalámbrica, como protocolos de comunicaciones Bluetooth, celular, IEEE 802.11 o infrarrojos, como un protocolo que cumple con IrDA.

El dispositivo electrónico 110 también puede incluir un elemento de procesamiento 133 para ejecutar instrucciones y recuperar datos almacenados en un elemento de almacenamiento 134 o memoria. Como sería evidente para un experto en la materia, el elemento de almacenamiento 134 puede incluir uno o más tipos distintos de memoria, almacenamiento de datos o medios de almacenamiento legibles por ordenador, tales como, por ejemplo, un primer almacenamiento de datos para instrucciones del programa para ejecución por el elemento de procesamiento 133, y un segundo almacenamiento de datos para imágenes o datos y/o un almacenamiento extraíble para transferir datos a otros dispositivos. El elemento de almacenamiento 134 puede almacenar software para su ejecución por el elemento de procesamiento 133, tal como, por ejemplo, software de sistema operativo y aplicaciones de usuario.

El dispositivo electrónico 110 incluye además una primera interfaz 111 y una segunda interfaz 112, que proporcionan interfaces de alimentación entre el dispositivo 110 y otros componentes del sistema 100, como se describirá con mayor detalle a continuación. La primera interfaz 111 puede comprender un puerto de alimentación dedicado cuya única función es suministrar energía para recargar la batería 122 del dispositivo. Alternativamente, la primera interfaz 111 puede comprender un puerto multipropósito que puede incluir un colector de alimentación 116 para suministrar energía al conjunto de baterías 122 del dispositivo y un colector de datos para comunicaciones de datos entre el dispositivo 110 y dispositivos externos conectados a la primera interfaz 111. Los conectores USB, los conectores micro-USB y los conectores mini-USB son ejemplos de puertos multipropósito disponibles comercialmente.

Una fuente de alimentación externa 140 puede estar acoplada a la primera interfaz 111 para suministrar energía al dispositivo 110 a través del colector de alimentación 116 en la primera interfaz 111. La fuente de alimentación 140 puede comprender cualquier tipo de fuente de alimentación, tal como, por ejemplo, un adaptador de alimentación de CA que convierte la alimentación de CA de un receptáculo de alimentación doméstico estándar en energía de CC suministrada al dispositivo 110. Alternativamente, la fuente de alimentación 140 puede comprender un cable USB conectado a un puerto USB con alimentación, tal como un puerto en un ordenador personal o un concentrador USB con alimentación. El adaptador de alimentación de CA puede configurarse para recibir un voltaje de entrada de, por ejemplo, 220-240 VCA, y emitir un voltaje nominal de 5 V a la primera interfaz 111.

La segunda interfaz 112 se puede acoplar de forma desmontable a una interfaz de módulo de batería 152 en el módulo de batería 150 para permitir tanto las comunicaciones como la entrega de energía entre el dispositivo 110 y el módulo de batería 150. El módulo de batería 150 incluye una batería suplementaria 162 y un circuito de carga/alimentación 160 (denominado en este documento circuito de carga 160). El circuito de carga 160 está configurado para operar el módulo de batería 150 en un modo de refuerzo (alimentación), en el que la energía es suministrada por la batería suplementaria 162 al dispositivo 110 para recargar la batería del dispositivo 122 o alimentar directamente el dispositivo 110, un modo de carga, en el que el módulo de batería 150 recibe energía a través de la interfaz del módulo de batería 152 para recargar la batería suplementaria 162 (por ejemplo, un modo de carga de estado activo) o el circuito de carga 160 está esperando recibir energía a través de la interfaz del módulo de batería 152 (por ejemplo, un modo de carga de estado de espera). El circuito de carga 160 puede funcionar adicionalmente en un modo de desconexión en el que la batería suplementaria 162 se desconecta eléctricamente de la interfaz del módulo de batería 152 para evitar que se escape cualquier voltaje/corriente a través de la interfaz del módulo de batería 152.

El dispositivo electrónico 110 y el módulo de batería 150 pueden proporcionarse en cualquier tipo de carcasa adecuada para el uso previsto del dispositivo 110. Las figuras 2A-2D ilustran un dispositivo electrónico ejemplar 110 y un módulo de batería suplementaria 150 según realizaciones de la presente invención.

La figura 2A ilustra una vista frontal de un dispositivo electrónico lector de libros electrónicos 110. La figura 2B ilustra una vista en perspectiva posterior del dispositivo electrónico 110. El dispositivo electrónico 110 tiene una carcasa rectangular 210 e incluye un componente de pantalla táctil 130 rodeado por un bisel 212. Como se puede ver en la figura 2B, la realización ilustrada del dispositivo electrónico 110 tiene una sección transversal no uniforme con una porción delgada 202, una porción gruesa 204 y una porción de transición 203 entre la porción delgada 202 y la porción gruesa 204. La porción gruesa 204 puede alojar ciertos componentes del dispositivo electrónico 110, tales como el elemento de procesamiento 133, el elemento de almacenamiento 134, el sistema de gestión de energía 120 y el conjunto de baterías del dispositivo 122. Además, un interruptor de alimentación 212 y la primera interfaz 111 pueden proporcionarse a lo largo de un borde de la porción gruesa 204 de la carcasa 210. En la realización ilustrada, la primera interfaz comprende un puerto micro-USB. Tal colocación de ciertos componentes en la porción gruesa 204 puede ser ventajosa para la comodidad de sostener el dispositivo electrónico 110 en una mano, de modo que la mano pueda

agarrar más cómodamente la porción gruesa 204. Además, el peso de la porción gruesa 204 puede proporcionar un mejor equilibrio para sostener el dispositivo electrónico 110 con una mano.

La figura 2C ilustra una vista frontal de un módulo de batería suplementaria 150 y la figura 2D ilustra una vista lateral del dispositivo electrónico 110 acoplado al módulo de batería 150. El módulo de batería ilustrado 150 tiene una carcasa rectangular 410 que tiene aproximadamente la misma longitud que el dispositivo 110, pero con un ancho ligeramente más corto. Cuando el módulo de batería 150 está acoplado con el dispositivo electrónico 110, una porción de cuerpo 252 del módulo de batería 150 se coloca adyacente a la porción delgada 202 del dispositivo electrónico 110 y la porción inclinada 253 del módulo de batería 150 sigue el contorno de la porción de transición 203 del dispositivo electrónico 110, lo que proporciona al sistema 100 un grosor de sección transversal aproximadamente uniforme. Como resultado, cuando el módulo de batería 150 está acoplado con el dispositivo 110, el usuario puede sostener fácilmente el sistema 100 para simular un solo dispositivo. En la realización ilustrada en la figura 2D, el módulo de batería 150 incluye además una porción de cubierta opcional 260 que se extiende sobre el frente del dispositivo electrónico 110 para cubrir y proteger el componente de pantalla 130. La porción de cubierta 260 se puede plegar para abrirla como la cubierta de un libro cuando el usuario desea ver el componente de visualización 130 y cerrar cuando el dispositivo 110 no está en uso.

El dispositivo electrónico 110 y el módulo de batería 150 pueden incluir características para permitir que el dispositivo 110 y el módulo 150 se retengan juntos de forma segura cuando se acoplan, a la vez que se pueden separar fácilmente para permitir que el usuario transporte solo el dispositivo electrónico 110 cuando la vida útil de la batería extendida proporcionada por el módulo de batería 150 no sea necesaria. Estas características de acoplamiento pueden comprender imanes provistos en o cerca de las superficies enfrentadas del dispositivo 110 y el módulo de batería 150 para proporcionar una fuerza de retención magnética para mantener de forma segura el acoplamiento del dispositivo 110 y el módulo de batería 150. Alternativa o adicionalmente, las características de acoplamiento pueden comprender pestillos mecánicos, abrazaderas u otros sujetadores mecánicos para proporcionar la fuerza de retención deseada entre el dispositivo 110 y el módulo de batería 150.

En la realización ilustrada, la segunda interfaz 112 del dispositivo electrónico 110 comprende una pluralidad de contactos provistos en la porción de transición 203, y la interfaz del módulo de batería 152 comprende una pluralidad correspondiente de contactos de pin con resorte que forman una conexión eléctrica 171 con los contactos de la segunda interfaz 112 cuando el dispositivo electrónico 110 está conectado al módulo de batería 150. Las características de acoplamiento se pueden usar para mantener una conexión eléctrica segura entre los contactos y los pines correspondientes hasta que el dispositivo 110 se separe del módulo de batería 150. En otras realizaciones, se pueden usar otros tipos de interfaces para la segunda interfaz 112 y la interfaz del módulo de batería 152, tales como, por ejemplo, un enchufe y puerto de receptáculo correspondiente (por ejemplo, un conector USB).

Las realizaciones de la presente invención pueden implementarse usando celdas de batería con la química y el factor de forma deseados. La figura 3 es una vista en perspectiva que ilustra una estructura de celda apilada ejemplar utilizada en celdas de bolsa. La figura 4 es una sección transversal de una vista en perspectiva que incluye una porción desarmada, que ilustra una estructura de celda enrollada ejemplar usada en celdas de bolsa, prismáticas y cilíndricas.

Como se muestra en la figura 3, la estructura de electrodos apilados incluye una pluralidad de electrodos de ánodo 302 apilados alternativamente con una pluralidad de electrodos de cátodo 304, con separadores 306 que separan los ánodos 302 y los cátodos 304. Como se muestra en la figura 4, la estructura de celda enrollada incluye un electrodo de ánodo continuo 402 y un electrodo de cátodo continuo 404 separado por un separador continuo o segmentado 406. Estos componentes 402, 404, 406 se enrollan alrededor de un mandril para formar una forma prismática o cilíndrica.

Los electrodos de ánodo y los electrodos de cátodo en las celdas de ion de litio se pueden formar de varias maneras usando procesos similares. Por ejemplo, los materiales de los electrodos activos para los ánodos y los cátodos están recubiertos a ambos lados de láminas metálicas, que comprenden, por ejemplo, aluminio o cobre, que actúan como colectores de corriente, cuando se colocan en electrolitos (por ejemplo, sal de litio en disolventes orgánicos con aditivos), lo que conduce la corriente dentro y fuera de la celda. El material del ánodo activo puede comprender una forma de carbono y el material del cátodo activo puede comprender un óxido metálico mixto.

El diseño de las celdas de la batería requiere la selección de una gran cantidad de parámetros de diseño. Por ejemplo, los parámetros del electrodo anódico y catódico pueden incluir, por ejemplo, el porcentaje de material activo en el recubrimiento del material activo, la capacidad específica del material activo, el peso del recubrimiento, el espesor final del recubrimiento y la densidad del electrodo. En el ejemplo descrito a continuación, la celda de la batería tiene una capacidad específica de material activo de aproximadamente 350 mAh/g para el ánodo y aproximadamente 150 mAh/g para el cátodo, un peso de recubrimiento de aproximadamente 6 mg/cm² para el ánodo y aproximadamente 13 mg/cm² para el cátodo, un espesor de recubrimiento final de aproximadamente 35 μm para el ánodo y aproximadamente 30 μm para el cátodo, y una densidad de electrodo de aproximadamente 1,5 g/cm³ para el ánodo y aproximadamente 4,0

g/cm³ para el cátodo. Estos parámetros son meramente ejemplares y pueden variar en otras realizaciones.

La resistencia específica de área (ASR) de una celda de batería puede tener un impacto considerable en el rendimiento de la batería. En particular, cuando se usa una celda de batería con una capacidad pequeña (por ejemplo, menos de 5 aproximadamente 400 mAh), el impacto en la impedancia de CA y la resistencia de CC es mucho mayor que en una celda de batería de gran capacidad (por ejemplo, mayor de aproximadamente 500 mAh).

La impedancia de CC es la medida de la impedancia cuando se aplica una carga de CC, y la impedancia de CA es la medida de la impedancia cuando se aplica una carga de CA. Según las realizaciones de la presente invención, las 10 celdas que tienen una ASR baja se usan en una batería de pequeña capacidad para producir un rendimiento mejorado de la batería. En particular, una celda de batería de baja capacidad (p. ej., menor o igual que aproximadamente 400 mAh) tiene una ASR de impedancia de CA de entre aproximadamente 5 Ohm-cm² y 21 Ohm-cm² (por ejemplo, aproximadamente 11 Ohm-cm²), y un ASR de resistencia de CC de entre aproximadamente 10 Ohm-cm² y 41 Ohm-cm² (por ejemplo, aproximadamente 26 Ohm-cm²). La impedancia de CA se mide a 1 KHz, 23 °C +/- 2 °C, 0 % a 100 % 15 de estado de carga (SOC). La resistencia de CC se mide a 0,5 A para un impulso de 50 mseg a 4,0 V OCV (voltaje de circuito abierto) o menos del 85 % del estado de carga, y 23 °C +/- 2 °C.

Según algunas realizaciones, la impedancia de CA total de la celda es menor o igual que aproximadamente 100 mOhm (máx.) o, más preferiblemente, menor que aproximadamente 50 mOhm, medida a 1 KHz, 23 °C +/- 2 °C, 0 % a 100 % 20 de estado de carga (SOC), y la resistencia total de CC de la celda es menor o igual que aproximadamente 200 mOhm (máx.) o, más preferiblemente, menor que aproximadamente 100 mOhm, medida a 0,5 A para un pulso de 50 mseg a 4,0 V OCV (voltaje de circuito abierto) y 23 °C +/- 2 °C.

La densidad de potencia se define como la potencia por unidad de volumen o por unidad de masa. La densidad de 25 energía volumétrica es la cantidad de energía almacenada por unidad de volumen, a menudo medida en Wh/l. La densidad de energía gravimétrica es la capacidad de la batería en peso, a menudo medida en Wh/kg. Según algunas realizaciones, con respecto a celdas de <3 mm de espesor, la densidad de energía volumétrica de las celdas es mayor o igual que aproximadamente 250 Wh/l, o, más específicamente, mayor que aproximadamente 350 Wh/l, y la densidad de energía gravimétrica de las células es mayor o igual que aproximadamente 124 Wh/kg, o, más específicamente, 30 mayor que aproximadamente 190 Wh/kg. La densidad de energía es la cantidad de energía almacenada en un sistema o región de espacio dada por unidad de volumen o masa

Según algunas realizaciones, la batería se usa en un dispositivo lector de libros electrónicos. El dispositivo lector de libros electrónicos puede ser un lector independiente o puede ser parte de un sistema modular con un módulo de 35 batería extraíble, como se describió anteriormente con referencia a las figuras 1 y 2A-2D.

Según algunas realizaciones, la batería se usa en un dispositivo electrónico de factor de forma pequeño, como un reloj inteligente, un auricular inalámbrico de corto alcance, un dispositivo portátil con batería recargable (p. ej., colgante, 40 pulsera, anteojos), un reproductor de música o un dispositivo de Internet de las cosas con dispositivos electrónicos integrados y una batería recargable.

Como se describió anteriormente, para muchos dispositivos electrónicos, pequeñas reducciones de tamaño son extremadamente deseables. Las realizaciones de la presente invención pueden ser particularmente útiles en dispositivos electrónicos en los que el conjunto de baterías ocupa un volumen menor o igual que 10 cm³ dentro de la 45 carcasa del dispositivo o, más preferiblemente, menor o igual que 5 cm³.

En la realización ejemplar mostrada en la figura 1, la batería 122 tiene una capacidad total de 250 mAh y dimensiones externas de, por ejemplo, 2,42 mm de espesor (con un máximo de 2,55 mm después del incremento), 33,43 mm de ancho y 40,55 mm de longitud, con cada celda de batería con dimensiones externas de, por ejemplo, 2,32 mm de 50 espesor, 33,33 mm de ancho y 37,15 mm de longitud. En otras realizaciones, las dimensiones externas pueden variar de este ejemplo, por ejemplo, en +/- 50 % o +/- 25 %. La densidad de energía volumétrica de la celda es de aproximadamente 322 Wh/l, la densidad de energía gravimétrica es de aproximadamente 168 Wh/kg, la superficie total del electrodo de la celda es de aproximadamente 155 cm², con una impedancia de CA de celda de aproximadamente 70 mOhm (máx.) y una ASR de impedancia de CA de celda de aproximadamente 11 Ohm-cm², 55 ambas medidas a 1 KHz, 23 °C +/- 2 °C, 0 % a 100 % de estado de carga (SOC), y una resistencia de CC de la celda de aproximadamente 170 mOhm (máx.) y una ASR de resistencia de CC de celda de aproximadamente 26 Ohm-cm², ambas medidas a 0,5 A para un pulso de 50 ms a 4,0 V OCV (voltaje de circuito abierto), y 23 °C +/- 2 °C. El electrolito de celda tiene una conductividad mayor que 6x10⁻³ S/cm. El separador de celdas tiene un espesor de menos de 12 µm. El material de la bolsa del conjunto de baterías tiene un grosor de menos de 100 µm. Deberá entenderse que esta 60 es simplemente una realización ejemplar y otras realizaciones pueden tener características distintas.

Las figuras 5-6 son gráficos que ilustran las curvas de descarga de los paquetes de baterías tomadas con distintas

clasificaciones C. La figura 5 muestra las curvas de descarga 504a-501a de una batería convencional que tiene una capacidad de 300 mAh. La figura 6 muestra las curvas de descarga 501b-504b del conjunto de baterías de 250 mAh 122 descrito anteriormente. El eje x representa el porcentaje de la capacidad medida a 0,2 C de la capacidad esperada en los distintos voltajes de corte en el eje y, en base a la capacidad esperada nominal proporcionada por el fabricante de la celda. Las clasificaciones C se utilizan para escalar las corrientes de carga y descarga de una batería. Cada 5 curva de descarga representa las capacidades medidas para una velocidad de descarga distinta, donde la curva 504a representa una velocidad de descarga de 2,0 C, la curva 503a representa una velocidad de descarga de 1,0 C, la curva 502a representa una velocidad de descarga de 0,5 C y la curva 501a representa una velocidad de descarga de 0,2 C. El voltaje puede ser medido por el módulo de circuito de protección 125. Durante el uso normal, el elemento de 10 procesamiento 133 puede programarse para hacer que el dispositivo 110 comience un proceso de apagado correcto cuando el módulo de circuito de protección 125 detecta que se ha alcanzado el voltaje de corte.

Como se muestra en la curva de descarga 501a, al descargar la batería convencional a una velocidad de descarga baja de 0,2 C, la batería puede alcanzar aproximadamente el 100 % de la capacidad esperada con un voltaje de corte 15 de 3,0 V. Sin embargo, como se describió anteriormente, muchos dispositivos modernos requieren voltajes de corte mucho más altos y están configurados para emitir una advertencia de batería baja o apagarse cuando la batería alcanza voltajes de corte de hasta, por ejemplo, 3,4 V o 3,5 V. En las figuras 5-6, el dispositivo electrónico con el que se espera usar la batería tiene un voltaje de corte de 3,4 V, que se muestra en la línea 505. A una velocidad de 20 descarga de 0,2 C, la curva 501a alcanza el voltaje de corte de 3,4 V a aproximadamente el 98 % de la capacidad esperada. En una batería convencional a bajas velocidades de descarga, la capacidad medida es típicamente muy cercana a la capacidad esperada, lo que se confirma mediante la curva 501a. A una velocidad de descarga de 0,5 C, la curva de descarga 502a alcanza el voltaje de corte de 3,4 V a aproximadamente el 95 % de la capacidad esperada, que es solo una ligera caída de rendimiento de la curva 501a. Sin embargo, a velocidades de descarga más altas, el 25 rendimiento es considerablemente peor. Por ejemplo, a una velocidad de descarga de 1,0 C, la curva 503a alcanza el voltaje de corte de 3,4 V a aproximadamente el 78 % de la capacidad medida, y a una velocidad de descarga de 2,0 C, la curva 504a alcanza el voltaje de corte de 3,4 V a aproximadamente 32,5 % de la capacidad medida. Como resultado, cuando se usa una batería convencional de pequeña capacidad en un dispositivo electrónico que experimenta picos periódicos en el consumo de corriente, el usuario solo podrá alcanzar el 32,5 % de la vida útil 30 esperada de la batería antes de que el dispositivo se apague debido a un estado de batería baja. Este nivel de rendimiento de la batería puede reducir drásticamente la calidad de la experiencia del usuario con ese dispositivo.

Como se muestra en la figura 6, un conjunto de baterías de pequeña capacidad 122 que tiene una resistencia específica de área baja puede lograr un rendimiento mejorado de la vida útil de la batería, incluso a altas velocidades de descarga. Las curvas de descarga 501b-504b representan el rendimiento de la batería en los mismos niveles que 35 los probados en la figura 5: 0,2 C, 0,5 C, 1,0 C y 2,0 C, respectivamente. Como se puede ver en la figura 6, las curvas de descarga 501b-504b se agrupan muy estrechamente, lo que indica que el rendimiento de la batería a esas velocidades de descarga distintas es muy similar. Esto está en contraste con la amplia extensión de las curvas 501a-504a en la figura 5. A 0,2 C, la curva de descarga 501b cruza el voltaje de corte de 3,4 V a aproximadamente el 98 % de la capacidad esperada. A 1,0 C, la curva de descarga 503b cruza el voltaje de corte de 3,4 V a aproximadamente 40 el 97 % de la capacidad esperada. A 2,0 C, la curva de descarga 504b cruza el voltaje de corte de 3,4 V a aproximadamente el 95 % de la capacidad esperada. Como resultado, un usuario de un dispositivo con un conjunto de baterías 122 recibirá una vida útil de la batería mucho mejor y, por lo tanto, una experiencia de usuario mejorada. En otras realizaciones, la capacidad medida de la celda con una clasificación C de 2,0 C y un voltaje de 3,4 V se reduce desde una capacidad esperada evaluada por el fabricante de la celda en menos del 20 %, menos del 10 % o 45 menos del 5 %, y la capacidad medida de la celda con una calificación C de 1,0 C y un voltaje de 3,4 V se reduce desde una capacidad esperada de la celda evaluada por el fabricante en menos del 15 %, menos del 10 % o menos de 5 %.

Las figuras 7-8 son gráficos que ilustran las curvas de descarga de los conjuntos de baterías tomadas a una velocidad de descarga fija de 0,2 C, pero a distintas temperaturas. La figura 7 muestra las curvas de descarga 701a-702a 50 medidas a temperatura ambiente (aproximadamente 23 °C +/- 2 °C) y 0 °C, respectivamente, y la figura 8 muestra las curvas de descarga 701b-702b a esas mismas temperaturas. Como se puede ver en la figura 7, la capacidad medida a 0 °C es aproximadamente el 88 % de la capacidad esperada. En consecuencia, operar el dispositivo a temperaturas más frías degrada notablemente el rendimiento de la batería. En contraste, la figura 8 muestra que la baja resistencia 55 específica de área de la batería 122 da como resultado capacidades medidas muy similares, independientemente de la temperatura de funcionamiento.

Las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar distintas ventajas no proporcionadas por los sistemas de la técnica anterior. Los dispositivos con baterías de baja capacidad que tienen baja resistencia específica de área 60 pueden proporcionar mejoras en la vida útil de la batería con respecto a las baterías convencionales, particularmente en condiciones de consumo de corriente variable. Sin embargo, el uso de baterías con bajas resistencias específicas de área también puede presentar una serie de desventajas, por lo que las baterías convencionales generalmente no

utilizan dichos diseños. Por ejemplo, disminuir la ASR de una batería a menudo resulta en una disminución de la densidad de energía, lo que resulta en una capacidad de batería disminuida para una batería que tiene el mismo volumen. Sin embargo, el impacto en el rendimiento de esta reducción en la densidad de energía está más que compensado por las mejoras en la capacidad de la batería a velocidades de descarga más altas y temperaturas más bajas.

Además, la reducción del grosor del recubrimiento de material activo en los electrodos y separadores más delgados, para lograr una ASR más baja, puede resultar en una tasa de autodescarga más alta para la celda de la batería. Como resultado, las celdas con baja ASR pueden proporcionar una disminución en el almacenamiento y la vida útil en espera.

Si bien la invención se ha descrito en términos de realizaciones particulares y figuras ilustrativas, los expertos en la materia reconocerán que la invención no se limita a las realizaciones o figuras descritas. Muchas de las realizaciones descritas anteriormente están dirigidas a un dispositivo electrónico lector de libros electrónicos y, en particular, a un lector de libros electrónicos con un módulo de batería suplementario extraíble. Estas realizaciones pueden ser particularmente ventajosas para lectores de libros electrónicos porque los usuarios de lectores de libros electrónicos tienen expectativas muy altas con respecto al peso ligero del dispositivo (por ejemplo, menos de 8 oz.) y la capacidad extendida de la batería (por ejemplo, varias semanas o meses de duración de la batería entre recargas). Sin embargo, cualquier tipo de dispositivo electrónico alimentado por batería puede usarse en otras realizaciones, tales como teléfonos móviles, tabletas, relojes inteligentes y similares.

Aunque varios sistemas descritos en el presente documento pueden incorporarse en software o código ejecutado por hardware de propósito general como se discutió anteriormente, como alternativa, el mismo también puede incorporarse en hardware dedicado o una combinación de software/hardware de propósito general y hardware dedicado. Si están incorporados en hardware dedicado, cada uno puede implementarse como un circuito o máquina de estado que emplea cualquiera o una combinación de varias tecnologías. Estas tecnologías pueden incluir, pero no se limitan a, circuitos lógicos discretos que tienen puertas lógicas para implementar diversas funciones lógicas en una aplicación de una o más señales de datos, circuitos integrados específicos de la aplicación que tienen puertas lógicas apropiadas u otros componentes, etc. Dichas tecnologías son generalmente bien conocidas por los expertos en la materia y, en consecuencia, no se describen en detalle en la presente invención. Si está incorporado en el software, cada bloque o etapa puede representar un módulo, segmento o porción de código que comprende instrucciones del programa para implementar las funciones lógicas especificadas. Las instrucciones del programa se pueden incorporar en forma de código fuente que comprende declaraciones legibles por humanos escritas en un lenguaje de programación o código de máquina que comprende instrucciones numéricas reconocibles por un sistema de ejecución adecuado, como un componente de procesamiento en un sistema informático. Si está incorporado en hardware, cada bloque puede representar un circuito o varios circuitos interconectados para implementar las funciones lógicas especificadas.

Aunque los procesos, diagramas de flujo y procedimientos descritos en este documento pueden describir un orden específico de ejecución, se entiende que el orden de ejecución puede diferir del que se describe. Por ejemplo, el orden de ejecución de dos o más bloques o etapas puede codificarse en relación con el orden descrito. Además, dos o más bloques o etapas pueden ejecutarse simultáneamente o con concurrencia parcial. Además, en algunas realizaciones, uno o más de los bloques o etapas pueden saltarse u omitirse. Se entiende que todas estas variaciones están dentro del alcance de la presente descripción.

Además, cualquier lógica o aplicación descrita en el presente documento que comprenda software o código puede incorporarse en cualquier medio legible por ordenador no transitorio para su uso por o en conexión con un sistema de ejecución de instrucciones, como un componente de procesamiento en un sistema informático. En este sentido, la lógica puede comprender, por ejemplo, declaraciones que incluyen instrucciones y declaraciones que pueden ser obtenidas del medio legible por ordenador y ejecutadas por el sistema de ejecución de instrucciones. En el contexto de la presente descripción, un «medio legible por ordenador» puede ser cualquier medio que pueda contener, almacenar o mantener la lógica o aplicación descrita en este documento para su uso por o en conexión con el sistema de ejecución de instrucciones. El medio legible por ordenador puede comprender cualquiera de los muchos medios físicos tales como, por ejemplo, medios magnéticos, ópticos o semiconductores. Los ejemplos más específicos de un medio legible por ordenador adecuado incluyen, entre otros, cintas magnéticas, disquetes magnéticos, discos duros magnéticos, tarjetas de memoria, unidades de estado sólido, unidades flash USB o discos ópticos. Además, el medio legible por ordenador puede ser una memoria de acceso aleatorio (RAM) que incluye, por ejemplo, memoria estática de acceso aleatorio (SRAM) y memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), o memoria magnética de acceso aleatorio (MRAM). Además, el medio legible por ordenador puede ser una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura programable borrable (EPROM), una memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM) u otro tipo de dispositivo de memoria.

Deberá enfatizarse que las realizaciones descritas anteriormente de la presente descripción son meramente ejemplos posibles de implementaciones establecidas para una comprensión clara de los principios de la descripción. Se pueden hacer muchas variaciones y modificaciones a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse sustancialmente de los principios de la descripción. Se pretende que todas estas modificaciones y variaciones queden incluidas en este
5 documento dentro del alcance de la presente descripción y estén protegidas por las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Una celda de batería recargable (123) para un dispositivo lector de libros electrónicos, que comprende:
 - 5 un electrodo anódico (302; 402);
un electrodo catódico (304; 404); y
un separador (306; 406) entre el electrodo anódico y el electrodo catódico;
caracterizada porque la batería recargable tiene una resistencia específica de área (ASR) de resistencia de CC
menor o igual que 55 Ohm-cm² medida a 0,5 A, 23 °C +/- 2 °C para un pulso de 50 mseg a 4,0 V de voltaje de circuito
abierto o menos del 85 % de estado de carga, donde la ASR de resistencia de CC de la celda de batería recargable
10 está relacionada con el electrodo anódico, el electrodo catódico y el separador de la batería recargable.
2. La celda de batería recargable de la reivindicación 1, donde tanto el electrodo anódico y como el
electrodo catódico comprenden respectivamente un recubrimiento de material activo, donde la ASR de resistencia de
15 CC se relaciona además con el recubrimiento de material activo del electrodo anódico y con el recubrimiento de
material activo del electrodo catódico.
3. La celda de batería recargable de la reivindicación 1, donde la celda de batería recargable tiene una
resistencia específica de área (ASR) de impedancia de CA menor o igual que 25 Ohm-cm² medida a 1 KHz, 23 °C +/-
2 °C, 0 % a 100 % de estado de carga.
20
4. La celda de batería recargable de la reivindicación 1, donde la celda de batería recargable tiene una
resistencia específica de área (ASR) de impedancia de CA de entre 5 Ohm-cm² y 21 Ohm-cm² medida a 1 KHz, 23 °C
+/- 2 °C, 0 % a 100 % de estado de carga, y una resistencia específica de área (ASR) de impedancia de CC de entre
25 10 Ohm-cm² y 41 Ohm-cm² medida a 0,5 A, 23 °C +/- 2 °C para un pulso de 50 ms a un voltaje de circuito abierto de
4,0 V o menos que el 85 % de estado de carga.
5. La celda de batería recargable de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde una capacidad medida
de la celda con una clasificación C de 2,0 C y un voltaje de 3,4 V se reduce desde una capacidad esperada evaluada
30 por el fabricante en menos del 20 % o una capacidad medida de la celda con una calificación C de 1,0 C y un voltaje
de 3,4 V se reduce desde una capacidad esperada por el fabricante en menos del 5 %.
6. La pila de batería recargable de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la pila tiene un volumen
de menos de 5 cm³ o una capacidad menor que 400 mAh.
35
7. La celda de batería recargable de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la celda comprende
una celda de ion de litio.
8. Un dispositivo electrónico (110), que comprende:
40 una pantalla (130);
un componente de procesamiento (133); y
la batería recargable de cualquier reivindicación anterior.
9. El dispositivo de la reivindicación 8, donde la celda de batería recargable tiene una capacidad menor
que 400 mAh y un espesor <3 mm.
45
10. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, que comprende además: una memoria legible
por ordenador (134) que almacena instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan, hacen que el
50 componente de procesamiento apague el dispositivo electrónico cuando la celda de la batería recargable alcanza un
voltaje de corte mayor que 3,6 V.
11. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende además: una carcasa (210)
que contiene la celda de batería recargable; y un módulo de batería suplementaria (150); acoplado de forma
55 desmontable a la carcasa y configurado para recargar la celda de batería recargable, donde el módulo de batería
suplementaria tiene una capacidad mayor que 1.000 mAh.
12. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, donde el dispositivo es un dispositivo lector
de libros electrónicos.
60
13. Un dispositivo lector de libros electrónicos, que comprende:

- una pantalla (130);
- un componente procesador (133);
- una batería (122), que comprende:
- un módulo de circuito de protección (125); y
- 5 la celda de batería recargable de la reivindicación 1, donde la celda de batería recargable es una celda de batería recargable de ion de litio que tiene una capacidad menor que 400 mAh, un espesor menor que 3 mm, una resistencia específica de área (ASR) de impedancia de CA menor o igual que 21 Ohm-cm² medida a 1 KHz, 23 °C +/- 2 °C, 0 % a 100 % de estado de carga, y la ASR de resistencia de CC es menor o igual que 40 Ohm-cm² medida a 0,5 A, 23 °C +/- 2 °C para un pulso de 50 ms a un voltaje de circuito abierto de 4,0 V o menor que el 85 % de estado de carga; y
- 10 una memoria legible por ordenador (134) que almacena instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan, hacen que el componente de procesamiento apague el dispositivo electrónico cuando la celda de la batería recargable alcanza un voltaje de corte mayor o igual que 3,4 V.
- 14. El dispositivo de la reivindicación 13, donde la celda de batería recargable tiene:
- 15 una densidad de energía volumétrica superior a 300 Wh/l; y
- una densidad de energía gravimétrica superior a 160 Wh/kg.
- 15. El dispositivo de la reivindicación 13, donde la celda de batería recargable tiene:
- 20 una impedancia de CA de celda menor o igual que 0,070 Ohm; y
- una resistencia de CC de celda menor o igual que 0,170 Ohm.

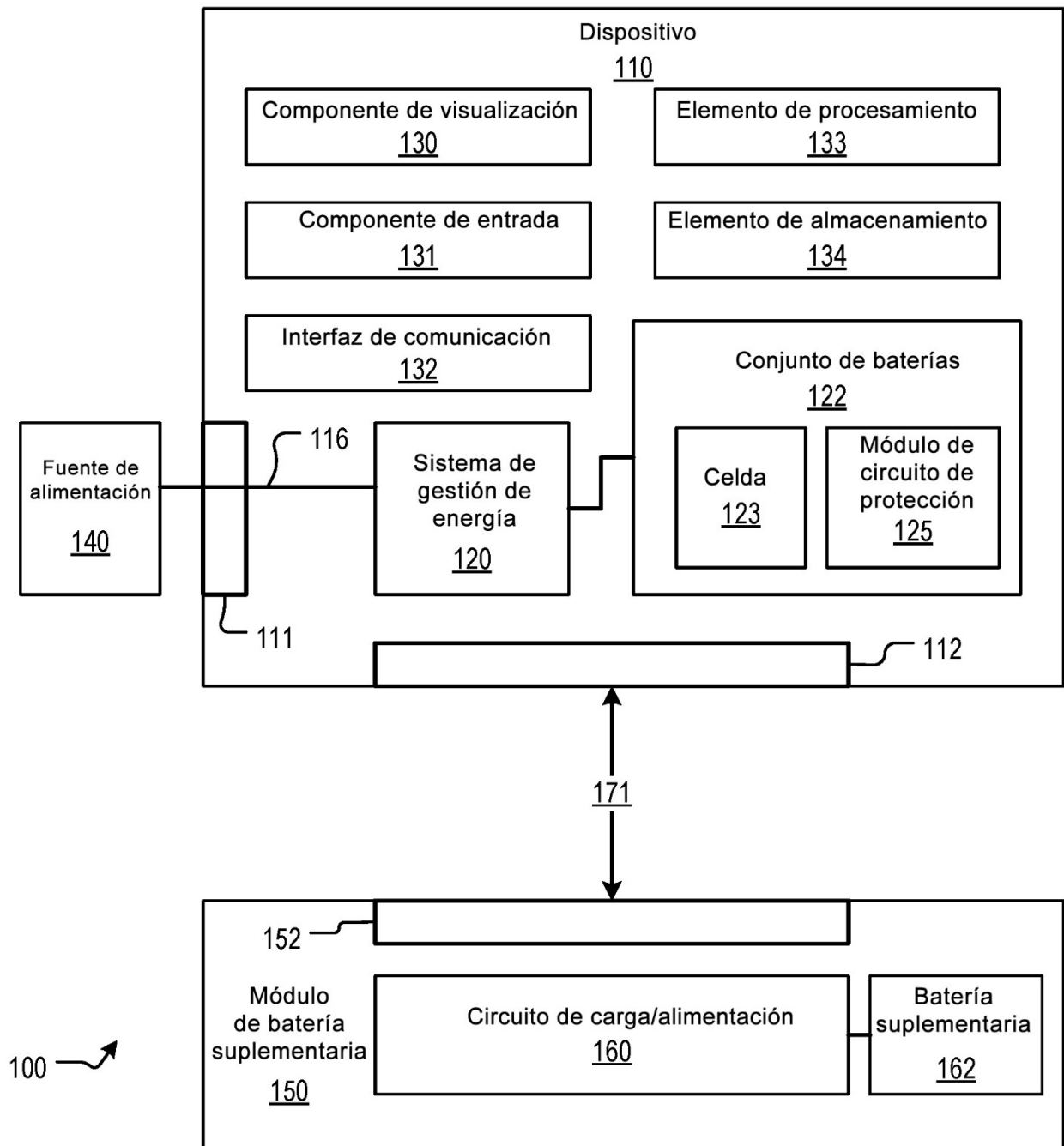


FIG. 1

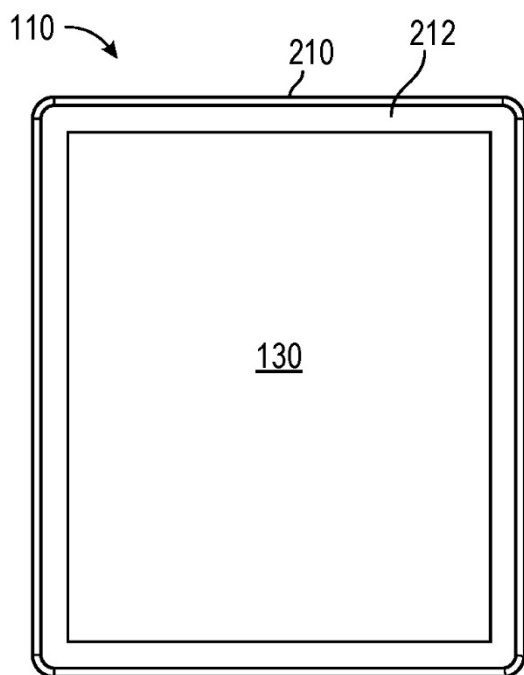


FIG. 2A

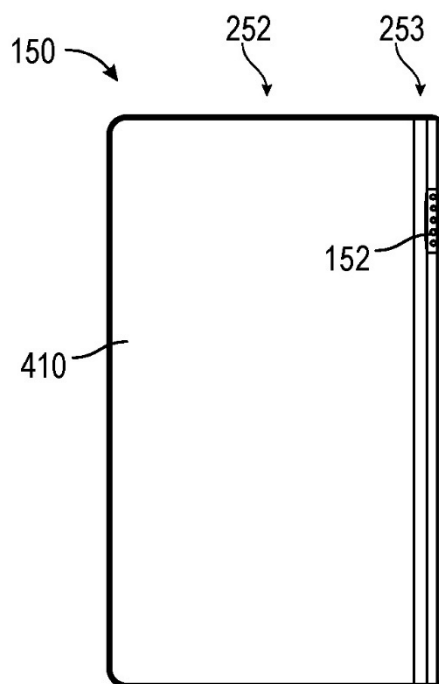


FIG. 2C

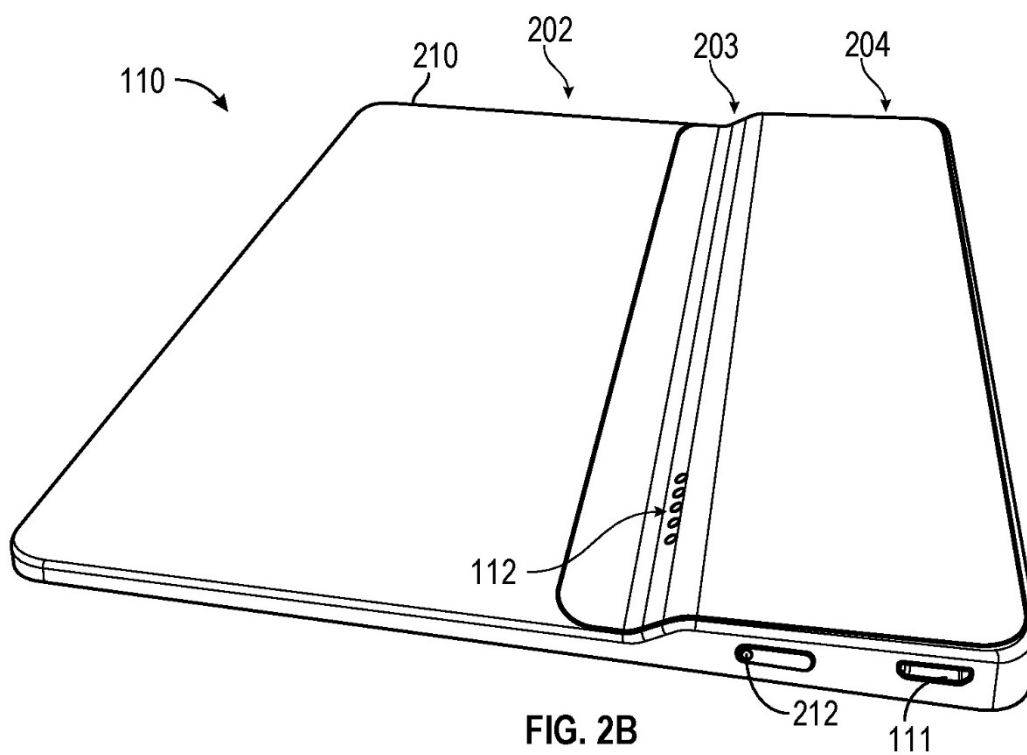


FIG. 2B

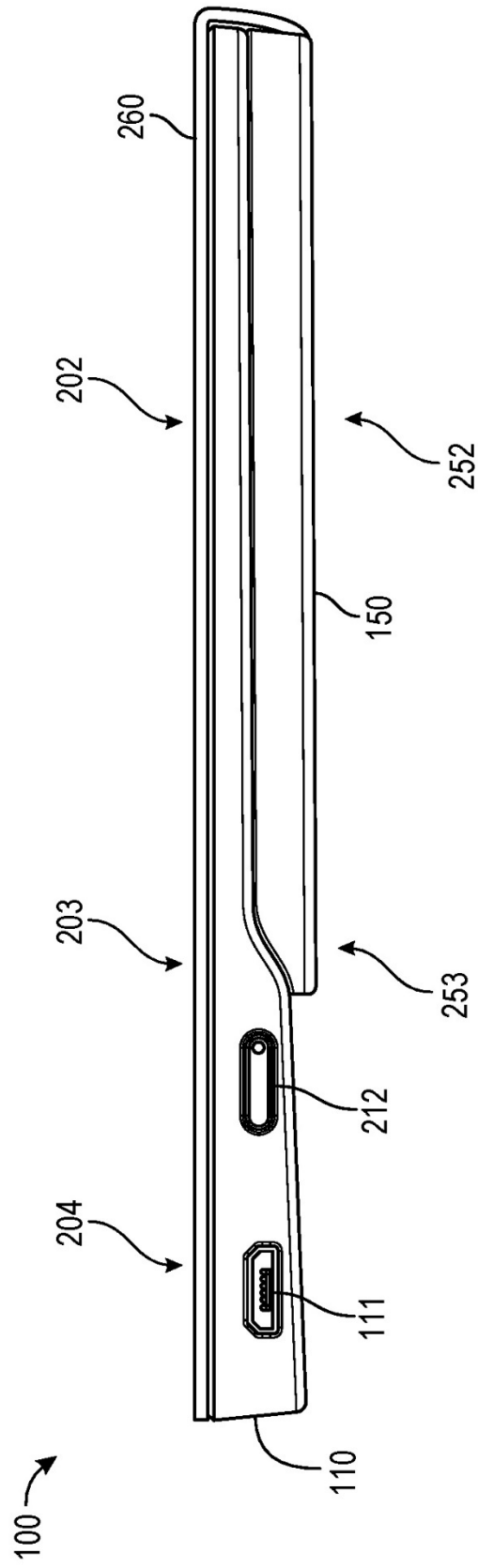


FIG. 2D

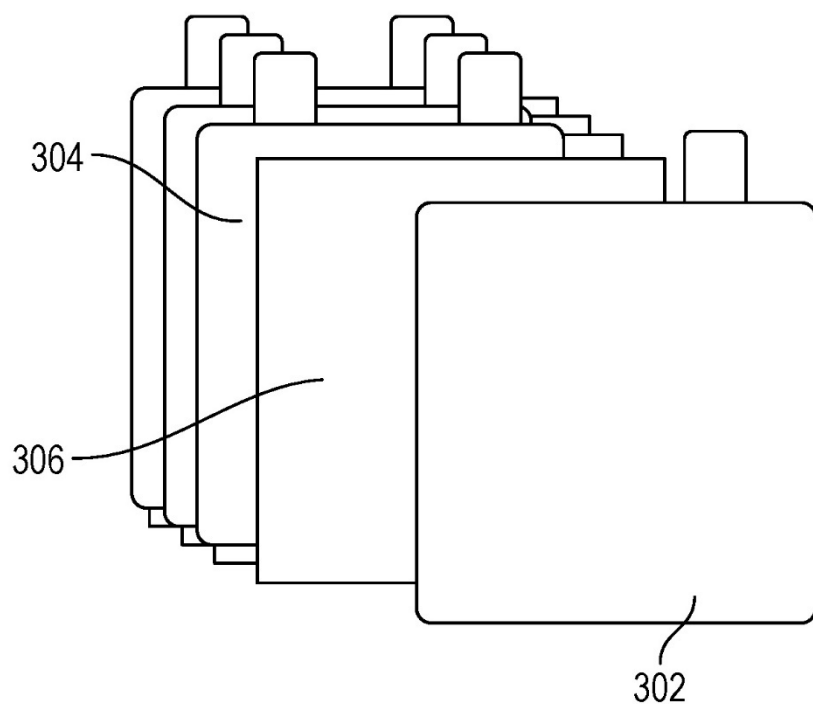


FIG. 3

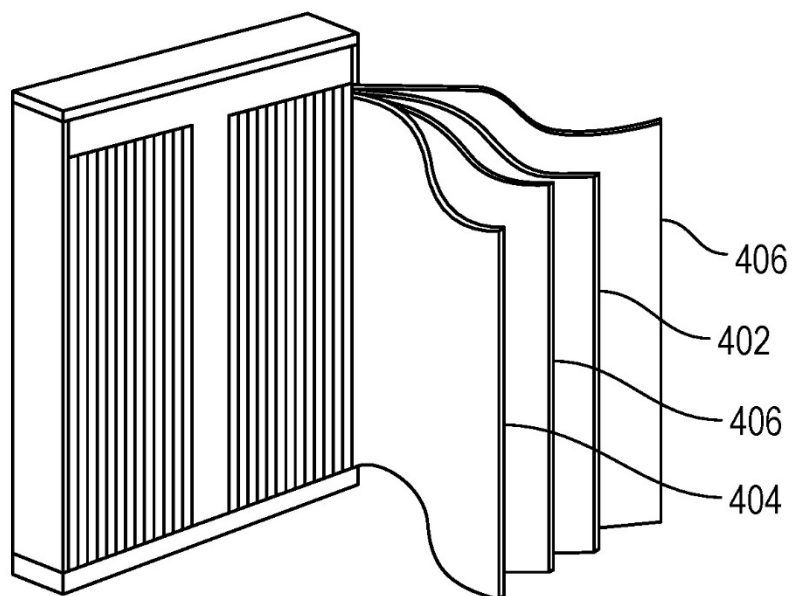


FIG. 4

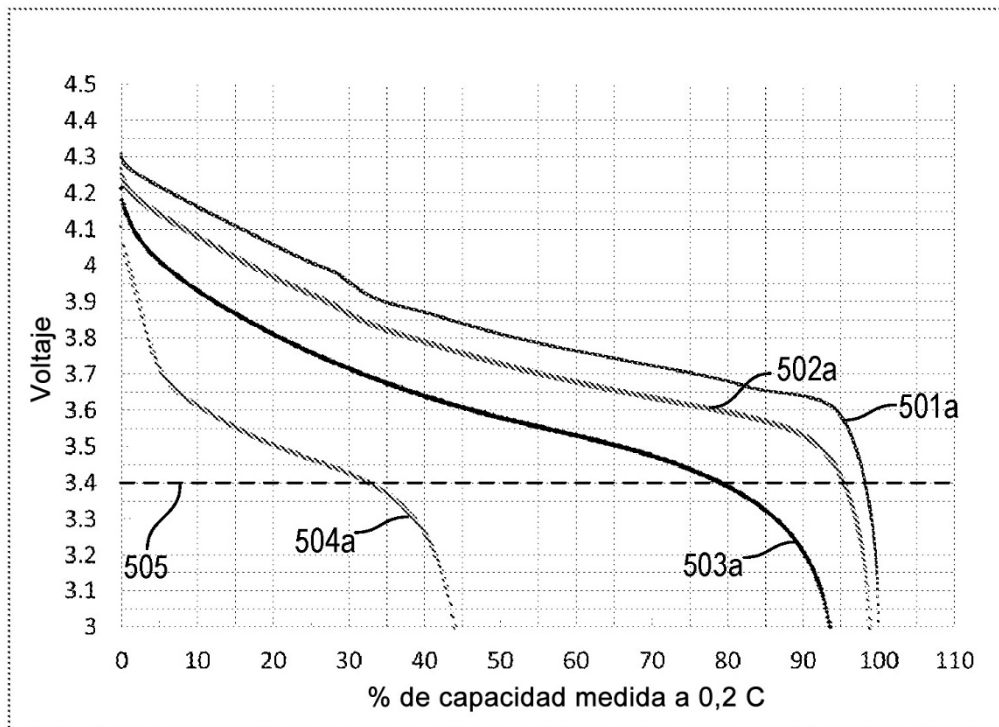


FIG. 5

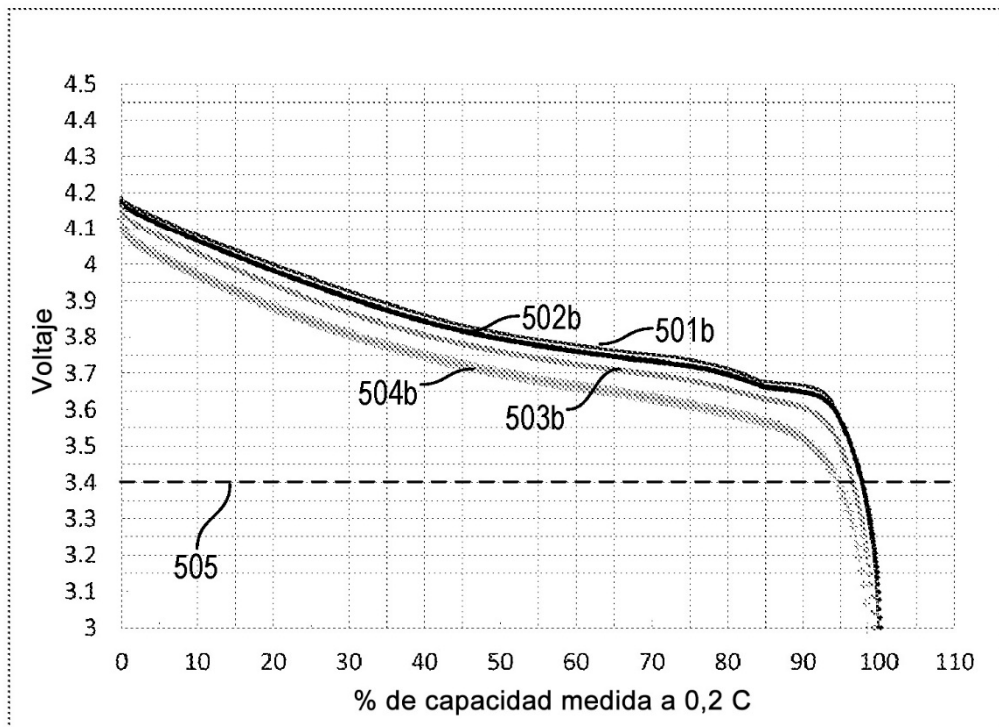


FIG. 6

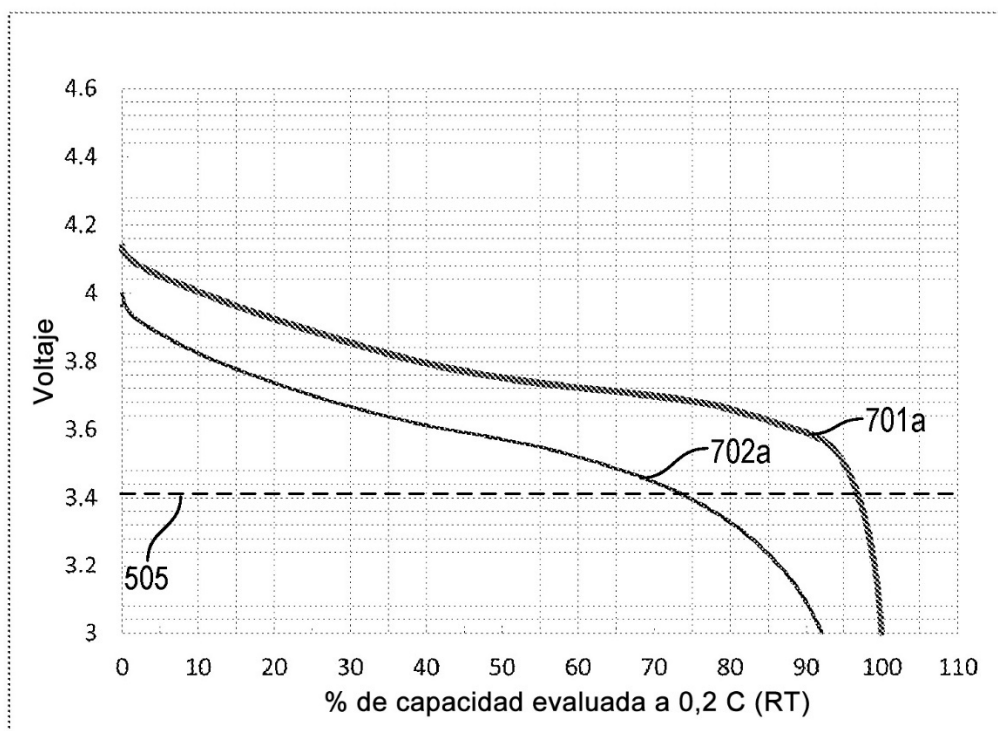


FIG. 7

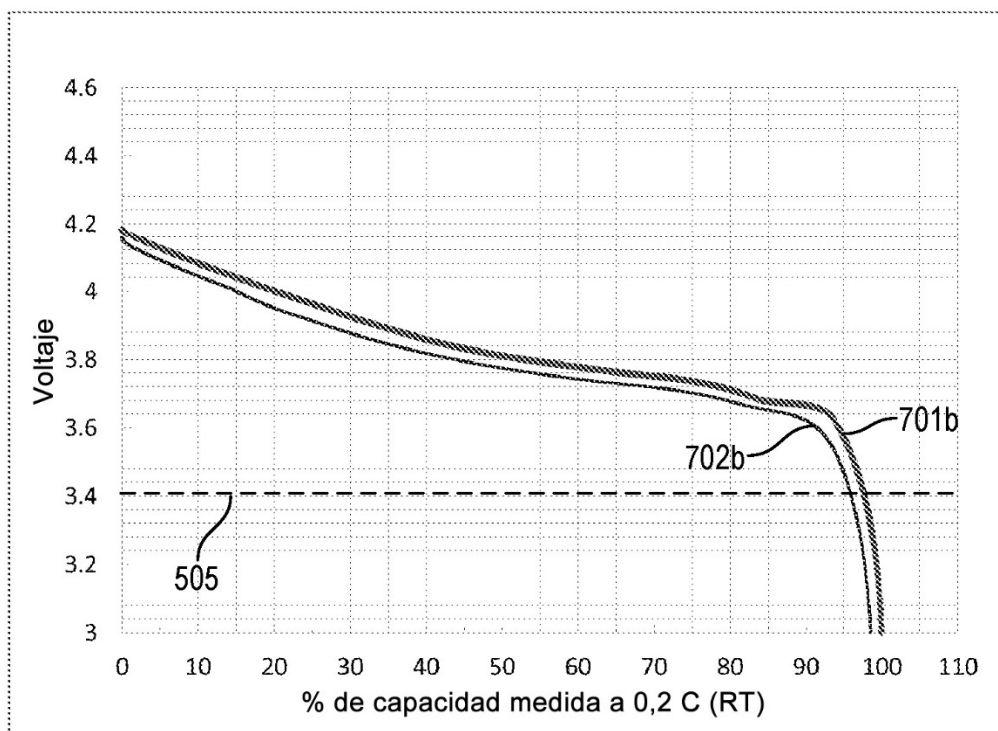


FIG. 8