

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 975 207**

51 Int. Cl.:

C22C 21/00 (2006.01)

B22D 43/00 (2006.01)

H01M 4/13 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2018 PCT/EP2018/081890**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2019 WO19101723**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2018 E 18812082 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2024 EP 3714077**

54 Título: **Lámina de electrodo de batería para la producción de acumuladores de iones litio**

30 Prioridad:

21.11.2017 DE 102017127436

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

04.07.2024

73 Titular/es:

**SPEIRA GMBH (100.0%)
Aluminiumstraße 1
41515 Grevenbroich, DE**

72 Inventor/es:

**LAPTYEVA, GALYNA;
HAMPEL, ULRICH y
DENKMANN, VOLKER**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 975 207 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

Lámina de electrodo de batería para la producción de acumuladores de iones litio

5 Campo de la invención

La invención se refiere a una lámina de electrodo de batería que comprende una aleación de aluminio, en donde la aleación de aluminio presenta la siguiente composición en % en peso: Si: del 0,01 - 0,15 % en peso, Fe: del 0,02 - 0,4 % en peso, Cu: \leq 0,08 % en peso, Mn: \leq 0,03 % en peso, Mg: \leq 0,03 % en peso, Cr: \leq 0,01 % en peso, Ti: del 0,005 - 0,03 % en peso, en donde la aleación de aluminio puede presentar impurezas en cada caso hasta como máximo el 0,05 %, en total hasta como máximo el 0,15 %, en donde el % en peso restante es aluminio, en donde la proporción de aluminio debe ser sin embargo al menos el 99,35 % en peso; en donde la lámina de electrodo de batería presenta fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 y una densidad \leq 9500 partículas/ mm^2 , y en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

Antecedentes tecnológicos

Los acumuladores de iones litio están constituidos en el núcleo por capas de ánodo y cátodo dispuestas una sobre otra de manera alterna, que están separadas entre sí por capas separadoras. Para las capas de cátodo se usa normalmente lámina de aluminio revestida con pasta de electrodo que contiene Li. En el caso de la capa de ánodo puede tratarse, por ejemplo, de una lámina de cobre revestida con grafito y en el caso de la capa separadora puede tratarse de una capa de polímero permeable a los iones Li.

En la capa de cátodo, la lámina de aluminio sirve, por un lado, como soporte o sustrato para la pasta de electrodo y, por otro lado, para conducir la corriente, es decir, como un denominado descargador de corriente.

El documento CN 106929713A describe una tecnología para producir una lámina de aluminio de la aleación 1070A con resistencia ultra-alta y alargamiento alto para una batería de litio.

El documento CN 105 063 520 A hace referencia a un tratamiento de recocido de una lámina de aluminio para baterías de litio.

En este contexto, la presente invención se basa en el objetivo de facilitar una lámina de electrodo de batería con conductividad buena o alta en el menor espesor posible con dos superficies aproximadamente iguales.

Sumario de la invención

Para resolver este objetivo, se proporciona una lámina de electrodo de batería que comprende una aleación de aluminio, en donde la aleación de aluminio presenta la siguiente composición en % en peso:

Si:	0,01 - 0,15 % en peso,
Fe:	0,02 - 0,4 % en peso,
Cu:	\leq 0,08 % en peso
Mn:	\leq 0,03 % en peso,
Mg:	\leq 0,03 % en peso,
Cr:	\leq 0,01 % en peso
Ti:	0,005 - 0,03 % en peso

en donde la aleación de aluminio puede presentar impurezas en cada caso hasta como máximo el 0,05 %, en total hasta como máximo el 0,15 %, en donde el % en peso restante es aluminio, en donde la proporción de aluminio debe ser sin embargo al menos el 99,35 % en peso; en donde la lámina de electrodo de batería presenta fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 y una densidad \leq 9500 partículas/ mm^2 , y en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

Los inventores reconocieron que mediante el procesamiento de la aleación de aluminio anteriormente mencionada, adaptado a la composición de aleación específica, puede proporcionarse una lámina de aluminio que está caracterizada por una baja densidad de la fase de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm de al menos 100 partículas/ mm^2 y una densidad \leq 9500 partículas/ mm^2 y presenta una conductividad eléctrica buena o alta, en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

5 Las formas de realización preferentes se refieren a una lámina de electrodo de batería cuyas fases intermetálicas presentan una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 y una densidad ≤ 7000 partículas/ mm^2 , en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

10 Por lo tanto, las láminas de electrodo de batería de acuerdo con la invención se caracterizan en particular por una conductividad eléctrica buena o alta y al mismo tiempo con una capacidad de carga mecánica buena o alta. La lámina de electrodo de batería puede presentar una conductividad eléctrica mínima de $>56\%$ de IACS, en particular de aproximadamente el 56 % al 63 % de IACS. Además, la lámina de electrodo de batería puede presentar una resistencia a la tracción (en la dirección de laminación y transversalmente a la dirección de laminación) $R_m > 165$ MPa.

15 Normalmente, la lámina de electrodo de batería muestra una rugosidad de superficie R_a de 0,07 a 0,22 μm en ambos lados. Preferentemente, la diferencia de la rugosidad de superficie R_a en ambos lados de la lámina de electrodo de batería asciende a como máximo 0,03 μm .

En particular, la lámina de electrodo de batería presenta una cobertura de carbono de < 5 mg/m^2 .

20 En algunas formas de realización, la tensión superficial de la lámina de electrodo de batería se encuentra en >30 dyn/cm, tal como por ejemplo >32 dyn/cm.

Habitualmente, la lámina de electrodo de batería presenta un espesor de 8 a 20 μm , preferentemente de 12 μm .

25 La lámina de electrodo de batería, en particular con un espesor de 12 μm , puede mostrar las siguientes propiedades mecánicas:

R_m (en dirección de laminación):	≥ 165 MPa,
R_m (transversalmente a la dirección de laminación):	≥ 165 MPa,
$R_{p0,2}$ (en dirección de laminación):	≥ 110 MPa,
A_{100} (en dirección de laminación):	$\geq 1,0\%$.

30 Un aspecto adicional de la presente divulgación se refiere a un procedimiento para producir una lámina de electrodo de batería (12, 22),

- en el que una banda laminada en caliente de aluminio (8) con un espesor de banda laminada en caliente de al menos 2,5 mm de una aleación de aluminio como se describe en la reivindicación 1 y
- en el que la banda laminada en caliente de aluminio (8) se lamina en frío en varias pasadas de laminación en frío (K1, Kx, Kx+1, Ky, Ky+1, Kn) hasta obtener un espesor final de 8 a 20 μm ,

35 en donde la laminación en frío se realiza a partir de un espesor inicial de al menos 1 mm sin recocido intermedio, en donde la lámina de electrodo de batería presenta fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 y una densidad de ≤ 9500 partículas/ mm^2 y en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

45 Normalmente, la laminación en frío desde un espesor de la banda laminada en caliente hasta un espesor final se realiza sin recocido intermedio.

50 Los inventores reconocieron que el procesamiento de la aleación de aluminio anteriormente descrita mediante un procedimiento que no es un procedimiento de colada continua (continuous casting), en particular mediante el procedimiento anteriormente descrito, puede producir láminas de aluminio, en particular láminas de electrodo de batería, con una capacidad de carga mecánica buena o alta y una conductividad buena o alta.

55 En particular, en el procedimiento se lamina en frío hasta obtener un espesor final de 8 a como máximo 20 μm , preferentemente de 12 μm .

En algunas formas de realización, el grado de laminación por pasada de laminación en frío asciende a como máximo el 60 % a partir de un espesor inicial de al menos 0,55 mm, preferentemente de al menos 1,5 mm.

En formas de realización especiales del procedimiento, la banda de aluminio se enfría entre dos pasadas de laminación

en frío a partir de un espesor de al menos 0,1 mm, preferentemente de al menos 0,2 mm, en particular hasta una temperatura de como máximo 50 °C.

La banda de aluminio puede laminarse en frío en una sola capa hasta el espesor final.

5 Por consiguiente, otro aspecto de la presente divulgación se refiere a una lámina de electrodo de batería que se ha fabricado según el procedimiento descrito en este caso.

10 Otro aspecto de la invención hace referencia al uso de una lámina de electrodo de batería como lámina de descargador de corriente, en particular para la producción de un acumulador, en particular de un acumulador de iones litio.

Otro aspecto de la invención hace referencia a un acumulador, en particular un acumulador de iones litio, con un descargador de corriente de una lámina de electrodo de batería de la invención.

15 Descripción de los dibujos

Figura 1 Primer ejemplo de realización de un procedimiento para la producción de una lámina de electrodo de batería de acuerdo con la invención

20 **Figura 2** Segundo ejemplo de realización de un procedimiento para la producción de una lámina de electrodo de batería de acuerdo con la invención

Figura 3 Recorte de un procedimiento para la producción de acumuladores de iones litio

Figura 4a-b Representación esquemática de la estructura de capas de un acumulador de iones litio en modo de construcción plano

25 DESCRIPCIÓN DE FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

Cabe señalar que "que comprende" no excluye otros elementos o etapas, y "uno, una" o "un" no excluye una pluralidad.

30 Se demostró que a partir de la aleación de aluminio pueden producirse láminas de aluminio mediante el procesamiento descrito, que están caracterizadas por una baja densidad de fases con una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm y presentan una alta conductividad. Debido a ello son adecuadas estas láminas de aluminio especialmente como lámina de electrodo de batería para la producción de acumuladores, en particular acumuladores de iones litio.

35 La aleación de aluminio presenta un contenido de silicio del 0,01 al 0,15 % en peso y una proporción de hierro del 0,02 al 0,4 % en peso. Estos intervalos han resultado adecuados para las propiedades deseadas de una lámina de aluminio producida a partir de la aleación de aluminio.

40 La aleación de aluminio presenta además un contenido de cobre de $< 0,08$ % en peso, un contenido de manganeso de $< 0,03$ % en peso, un contenido de magnesio de $\leq 0,03$ % en peso, un contenido de cromo de $\leq 0,01$ % en peso y un contenido de titanio del 0,005 al 0,03 % en peso. Se demostró que mediante el ajuste conjunto exacto de los elementos Cu, Ti, Mn, Mg y Cr en los intervalos en cada caso indicados se consigue una aleación de aluminio de baja aleación que, sin embargo, puede solidificarse bien mediante conformación en frío, en particular mediante laminación de láminas.

45 Además, debido a sus límites de solubilidad, Cu y Mn, sin embargo también Si permanecen en gran medida en la solución, es decir, en la matriz de aluminio, y ejercen una fuerza restauradora sobre la recuperación estática y dinámica. Con los contenidos indicados para Cu, Mn y Si, esto permite un aumento continuo de la resistencia mediante la solidificación en frío. Además, la composición descrita conduce a una mejor estabilidad térmica de la lámina de aluminio, ya que mediante los elementos disueltos se inhibe el ablandamiento de la lámina de aluminio durante el tratamiento térmico.

50 El objetivo mencionado anteriormente se soluciona además mediante un procedimiento para producir una lámina de electrodo de batería, en el que se proporciona una banda laminada en caliente de aluminio con un espesor de banda laminada en caliente de al menos 3 mm a partir de la aleación de aluminio anteriormente descrita y en el que la banda laminada en caliente de aluminio se lamina en frío en varias pasadas de laminación en frío hasta obtener un espesor final de como mínimo 8 y como máximo 20 μm , en donde la laminación en frío se realiza a partir de un espesor inicial sin recocido intermedio.

60 Mediante la laminación de láminas sin recocido intermedio de la aleación de acuerdo con la invención se consigue una resistencia más alta en combinación con una buena conductividad eléctrica. El análisis de fases muestra que esta realización presenta una baja densidad de fases con una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm .

65 Por lo tanto, un aspecto principal de la invención es la facilitación de una lámina de electrodo de batería que comprende una aleación de aluminio, en donde la aleación de aluminio presenta la siguiente composición en % en peso:

ES 2 975 207 T3

Si:	0,01 - 0,15 % en peso,
Fe:	0,02 - 0,4 % en peso,
Cu:	≤ 0,08 % en peso
Mn:	≤ 0,03 % en peso,
Mg:	≤ 0,03 % en peso,
Cr:	≤ 0,01 % en peso
Ti:	0,005 - 0,03 % en peso

en donde la aleación de aluminio puede presentar impurezas en cada caso hasta como máximo el 0,05 %, en total hasta como máximo el 0,15 %,

en donde el % en peso restante es aluminio,

5 en donde la proporción de aluminio debe ser sin embargo al menos el 99,35 % en peso;

en donde la lámina de electrodo de batería presenta fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 µm con una densidad de al menos 100 partículas/mm² y una densidad ≤ 9500 partículas/mm², y en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

10 Las longitudes de diámetro indicadas en este caso hacen referencia a las longitudes de diámetro máximas de las partículas. Las partículas se representan como partículas bidimensionales en los registros del microscopio electrónico de barrido. El diámetro más largo que puede detectarse de esta representación bidimensional reproduce la longitud de diámetro máxima.

15 El experto en la técnica está familiarizado con procedimientos para determinar la longitud de diámetro de las fases intermetálicas. Por ejemplo, la longitud de diámetro puede medirse con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (Zeiss Merlin) con detector B2D4 (detector accionado neumáticamente para microscopio electrónico de barrido de emisión de campo) con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

20 Otra forma de realización hace referencia a una lámina de electrodo de batería que comprende una aleación de aluminio, en donde la aleación de aluminio presenta la siguiente composición en % en peso:

Si:	≤ 0,10 % en peso,
Fe:	≤ 0,12 % en peso,
Cu:	≤ 0,03 % en peso
Mn:	≤ 0,02 % en peso,
Mg:	≤ 0,02 % en peso,
Zn:	≤ 0,03 % en peso
Ti:	0,017 - 0,020 % en peso

25 en donde la aleación de aluminio puede presentar impurezas en cada caso hasta como máximo el 0,01 %, en total hasta como máximo el 0,15 %, en donde el % en peso restante es aluminio,

30 en donde la proporción de aluminio debe ser sin embargo al menos del 99,80 % en peso;

en donde la lámina de electrodo de batería presenta fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 µm con una densidad de al menos 100 partículas/mm² y una densidad ≤ 7000 partículas/mm², y en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV; En particular, una lámina de electrodo de batería de este tipo con un espesor de banda de ≤ 20 µm puede presentar fases intermetálicas de una

35 longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 µm con una densidad de al menos 100 partículas/mm² y una densidad ≤ 7000 partículas/mm², en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV; En particular, una lámina de electrodo de batería de este tipo con un espesor de banda de ≤ 12 µm puede presentar fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 µm con una densidad de al menos 100

40 partículas/mm² y una densidad ≤ 4000 partículas/mm², en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV; En particular, una lámina de electrodo de batería de este tipo con un espesor de banda de ≤ 20 µm puede presentar fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 µm con una densidad de al menos 100 partículas/mm² y una densidad ≤ 4000 partículas/mm², en donde la longitud de

45 diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV; En particular, una lámina de electrodo de batería de este tipo con un espesor de banda de ≤ 12 µm puede presentar fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 µm con una densidad de al menos 100 partículas/mm² y una densidad ≤ 2000 partículas/mm², en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda

50 de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

Otra forma de realización hace referencia a una lámina de electrodo de batería que comprende una aleación de aluminio, en donde la aleación de aluminio presenta la siguiente composición en % en peso:

Si:	0,1 - 0,15 % en peso,
Fe:	0,3 - 0,4 % en peso,
Cu:	≤ 0,05 % en peso
Mn:	≤ 0,01 % en peso,
Mg:	≤ 0,0029 % en peso,
Cr:	≤ 0,01
Zn:	≤ 0,05 % en peso
Ti:	≤ 0,03 % en peso

5 en donde la aleación de aluminio puede presentar impurezas en cada caso hasta como máximo el 0,015 %, en total hasta como máximo el 0,05 %, en donde el % en peso restante es aluminio, en donde la proporción de aluminio debe ser sin embargo al menos el 99,35 % en peso;

10 en donde la lámina de electrodo de batería presenta fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 y una densidad ≤ 7000 partículas/ mm^2 , en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV; En particular, una lámina de electrodo de batería de este tipo con un espesor de banda de $\leq 9 \mu\text{m}$ puede presentar fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 y una densidad ≤ 1000 partículas/ mm^2 , en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV; En particular, una lámina de electrodo de batería de este tipo con un espesor de banda de $\leq 9 \mu\text{m}$ puede presentar fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 y una densidad ≤ 1000 partículas/ mm^2 , en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV; En particular, una lámina de electrodo de batería de este tipo con un espesor de banda de $\leq 9 \mu\text{m}$ puede presentar fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 y ≤ 600 partículas/ mm^2 , en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

30 Normalmente, la lámina de electrodo de batería presenta fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 μm con una densidad de al menos 100 partículas/ mm^2 , al menos 1000 partículas/ mm^2 y una densidad ≤ 9500 partículas/ mm^2 , en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

35 En formas de realización especiales, la lámina de electrodo de batería presenta una fase intermetálica con una longitud de diámetro de $\geq 1,0 \mu\text{m}$ con una densidad de al menos 2000 partículas/ mm^2 . En particular, una lámina de electrodo de batería con un espesor de banda de $\leq 12 \mu\text{m}$ puede presentar fases intermetálicas de una longitud de diámetro de $\geq 1,0 \mu\text{m}$ con una densidad de al menos 3000 partículas/ mm^2 , preferentemente al menos 4000 partículas/ mm^2 .

40 En particular, una lámina de electrodo de batería con un espesor de banda de $\leq 15 \mu\text{m}$ puede presentar las fases intermetálicas de una longitud de diámetro de $\geq 1,0 \mu\text{m}$ de una densidad de al menos 3000 partículas/ mm^2 , preferentemente al menos 4000 partículas/ mm^2 .

45 Las densidades de partículas indicadas se midieron con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

50 Se ha descubierto que puede solidificarse una banda de aluminio de la aleación descrita anteriormente mediante laminación en frío desde un espesor de al menos 3 mm hasta al menos 8 y como máximo 20 μm , de modo que pueden conseguirse buenos valores de resistencia. Por lo tanto, la lámina de aluminio producida con el procedimiento presenta según esto una resistencia elevada con conductividad buena o alta.

55 Debido a ello, la lámina de aluminio es especialmente muy adecuada para la producción de acumuladores, en particular acumuladores de iones litio. De manera correspondiente, el objetivo mencionado anteriormente se soluciona de acuerdo con la invención además mediante el uso de la aleación de aluminio anteriormente mencionada para la producción de acumuladores, en particular acumuladores de iones litio así como mediante el uso de la lámina de aluminio anteriormente descrita como lámina de descargador de corriente, en particular para la producción de un acumulador, en particular de un acumulador de iones litio. Además, el objetivo anteriormente mencionado se soluciona mediante un acumulador, en particular un acumulador de iones litio, con un descargador de corriente a partir de la lámina de aluminio anteriormente descrita.

5 Con el procedimiento se proporciona una banda laminada en caliente de aluminio con un espesor de banda laminada en caliente de al menos 3 mm a partir de la aleación anteriormente mencionada. Por espesor de banda laminada en caliente se entiende el espesor de la banda de aluminio que se consigue al final del laminado en caliente. La banda laminada en caliente de aluminio puede producirse, por ejemplo, debido a que se cuela un lingote de una masa fundida con la composición de aleación anteriormente mencionada y después de un tratamiento de homogeneización opcional se lamina en caliente hasta obtener un espesor de 3 mm o más. La temperatura de la banda laminada en caliente, es decir, la temperatura de la banda laminada en caliente inmediatamente después de la última pasada de la banda laminada en caliente, se encuentra normalmente en el intervalo entre 300 °C y 350 °C, por ejemplo en 330 °C.

10 La banda laminada en caliente de aluminio se lamina en frío en varias pasadas de laminación en frío hasta obtener un espesor final de 8 a como máximo 20 µm. El número de pasadas de laminación en frío puede ajustarse según sea necesario, sin embargo preferentemente asciende a al menos siete.

15 La laminación en frío se realiza a partir de un espesor inicial de al menos 1 mm, preferentemente al menos 2 mm, en particular al menos 3 mm, sin recocido intermedio. Esto significa que la banda de aluminio a partir de un espesor de al menos 1 mm, preferentemente al menos 2 mm, en particular al menos 3 mm (ya) no se somete a un recocido intermedio entre dos pasadas de laminación en frío. Preferentemente no se realiza ningún recocido intermedio ya a partir del espesor de banda laminada en caliente, es decir, la laminación en frío se realiza preferentemente por completo sin recocido intermedio.

Por el espesor inicial se entiende el espesor de la banda de aluminio antes de la correspondiente pasada de laminación en frío. Por una pasada se entiende la laminación única de una banda.

25 Un recocido intermedio conduce a una recristalización al menos parcial de la banda de aluminio o a una reducción de las dislocaciones y contrarresta una solidificación del material. Al prescindir del recocido intermedio a partir de un determinado espesor inicial, puede conseguirse una buena solidificación mediante la fuerte conformación de la banda, de modo que la banda de aluminio o la lámina de aluminio en el espesor final presente buenas resistencias.

30 A continuación se describen diversas formas de realización de la aleación de aluminio, del procedimiento, de la lámina de aluminio, su uso y del acumulador. Las formas de realización individuales pueden aplicarse en cada caso para la aleación de aluminio, el procedimiento, la lámina de aluminio, su uso y el acumulador y además pueden combinarse también entre sí.

35 En otra forma de realización del procedimiento, el espesor de banda laminada en caliente se encuentra en el intervalo de 3 - 5 mm. Con un espesor mínimo de la banda laminada en caliente de 4 mm pudieron conseguirse buenas solidificaciones con la laminación en frío posterior hasta obtener el espesor final pretendido. La laminación en frío se realiza preferentemente a partir de un espesor de banda laminada en caliente sin recocido intermedio. Con un espesor de banda laminada en caliente de más de 5 mm, la banda laminada en caliente puede manipularse sólo difícilmente y, en particular, puede enrollarse con dificultad para obtener una bobina.

45 En otra forma de realización se realiza la laminación en frío desde el espesor de banda laminada en caliente hasta el espesor final sin recocido intermedio. En esta forma de realización, se prescinde por tanto básicamente de un recocido intermedio entre las pasadas de laminación en frío, independientemente del espesor inicial. De esta manera puede conseguirse una solidificación mejorada de la banda de aluminio mediante la laminación en frío.

50 En otra forma de realización se lamina en frío hasta obtener un espesor final de 8 a 20 µm, preferentemente como máximo 15 µm, en particular como máximo de 10 a 12 µm. En una forma de realización correspondiente de la lámina de aluminio, ésta presenta un espesor de 8 a 20 µm, preferentemente como máximo 15 µm, en particular como máximo 12 µm. Con la aleación anteriormente descrita pueden producirse láminas de aluminio con espesor bajo que, sin embargo, presentan una resistencia buena o alta, de modo que no se agrieten durante el procesamiento para dar acumuladores. Debido a ello pueden ahorrarse material y peso así como puede elevarse la densidad de energía de los acumuladores.

55 En otra forma de realización, el grado de laminación por pasada de laminación en frío asciende a como máximo al 60 % a partir de un espesor inicial de al menos 0,7 mm, preferentemente a partir de un espesor inicial de al menos 1,5 mm. Según esto, el grado de laminación por pasada de laminación en frío se limita a como máximo el 60 %, antes de que el espesor inicial quede por debajo de un valor de 0,7 mm o preferentemente de 1,5 mm.

60 Por el grado de laminación A de una pasada de laminación en frío se entiende la modificación del espesor debido a la pasada de laminación en frío, es decir, la diferencia entre el espesor de banda después de la pasada de laminación en frío $d_{\text{después}}$ y el espesor inicial d_{antes} , en relación al espesor inicial d_{antes} , dado en porcentaje:

$$A = (d_{\text{antes}} - d_{\text{después}}) / d_{\text{antes}}$$

65 Si la banda se lamina desde 200 µm hasta 100 µm en una pasada de laminación en frío, por ejemplo, entonces resulta

para el grado de laminación: $A = (200 \mu\text{m} - 100 \mu\text{m})/200 \mu\text{m} = 0,5 = 50 \%$.

Se determinó que el aporte de calor provocado por la conformación por laminación en frío puede calentar la banda de aluminio de modo que se produzca un ablandamiento significativo. Mediante la limitación del grado de laminado a como máximo el 60 % a partir de un espesor inicial de al menos 0,7 mm, preferentemente al menos 1,5 mm, esto se evita de modo que pueden conseguirse mejores resistencias de la banda en el espesor final.

En otra forma de realización, la banda de aluminio se enfría entre dos pasadas de laminación en frío a partir de un espesor de al menos 0,1 mm, preferentemente al menos a partir de un espesor de al menos 0,2 mm, en particular hasta una temperatura de como máximo 50 °C. De esta manera, la energía térmica introducida en la banda mediante la conformación por laminación en frío puede desprenderse entre las pasadas de laminación en frío individuales, de modo que la temperatura de la banda de aluminio no aumenta a través de varias pasadas de laminación en frío, lo que conduciría a un ablandamiento de la banda. Debido a ello pueden conseguirse resistencias más altas en el espesor final. Dado que el aumento de calor por pasada de laminación en frío es crítico, especialmente con espesores de banda más delgados, en la forma de realización del procedimiento se inicia con la etapa de enfriamiento entre dos pasadas de laminación en frío antes de que el espesor inicial quede por debajo de un valor de 0,7 mm, preferentemente 1,5 mm.

Para enfriar la banda de aluminio, ésta puede almacenarse entre dos pasadas de laminación en frío, por ejemplo durante al menos 24 horas, preferentemente a temperatura ambiente. Debido a ello puede conseguirse un enfriamiento de la banda de normalmente 80 °C a 100 °C inmediatamente después de una pasada de laminación en frío hasta como máximo 50 °C.

En otra forma de realización, la banda de aluminio se lamina en frío en una sola capa hasta obtener el espesor final. Según esto, la banda de aluminio no se dobla tampoco con espesores iniciales delgados, como es habitual en la producción de lámina de aluminio. Mediante la laminación en una sola capa hasta obtener el espesor final, la lámina de aluminio presenta en los dos lados una naturaleza similar, en particular una rugosidad comparable, lo que repercute positivamente en la capacidad de revestimiento uniforme de la lámina de aluminio.

Además, la laminación de una sola capa hasta obtener el espesor final puede reducir la cantidad de aceite de laminación necesaria en comparación con láminas de aluminio doblemente laminadas, ya que para la laminación de doble capa debe aplicarse una cantidad considerable de aceite de laminación entre las dos capas de aluminio para poder separarlas una de otra después de la laminación. Mediante la laminación en una sola capa puede reducirse la contaminación orgánica con ello en la superficie de la banda, preferentemente hasta una cobertura de aceite de laminación residual de como máximo 5 mg de carbono por metro cuadrado, lo que ha demostrado ser ventajoso con el uso de la lámina de aluminio para producir acumuladores de iones litio.

En otra forma de realización, la lámina de aluminio, en particular con un espesor de como máximo 12 μm , presenta las siguientes propiedades mecánicas, en particular en el estado curado por laminación:

Rm (en dirección de laminación):	$\geq 165 \text{ MPa}$,
Rm (transversalmente a la dirección de laminación):	$\geq 165 \text{ MPa}$,
Rp0,2 (en dirección de laminación):	$\geq 110 \text{ MPa}$,
A100 (en dirección de laminación):	$\geq 1,0 \%$.

Rm es la resistencia a la tracción, Rp0,2 el límite elástico al 0,2 % y A100 el alargamiento de rotura (con una longitud de muestra de 100 mm), en cada caso medido en el ensayo de tracción según la norma DIN 50154:1980-12 y DIN EN 546-2:2007-03.

El suplemento "en la dirección de laminación" significa que se debe usar en cada caso una muestra de tracción con la longitud de muestra en la dirección de laminación, y el suplemento "transversalmente a la dirección de laminación" significa que se debe usar en cada caso una muestra de tracción con la longitud de muestra transversalmente a la dirección de laminación.

Se ha determinado que mediante el uso de la aleación anteriormente descrita y del procedimiento anteriormente descrito puede producirse una lámina que presente las propiedades mecánicas mencionadas anteriormente.

Se determinó que con la aleación descrita puede conseguirse una alta estabilidad térmica de la lámina de aluminio, de modo que la lámina de aluminio presente buenas propiedades mecánicas incluso después de dicho tratamiento térmico. Esto es en particular ventajoso cuando se usa la lámina de aluminio para la producción de acumuladores de iones litio, ya que la lámina de aluminio presenta buenos valores de resistencia incluso después de un proceso de secado tras el revestimiento con material de electrodo que contiene litio.

En otra forma de realización, la lámina de aluminio presenta en ambos lados un valor de rugosidad Ra en el intervalo de 0,07 a 0,22 μm , medido según la norma DIN EN ISO 4287:2010 (con un aparato medidor de rugosidad estacionario Hommel-Tester T8000 RC). Preferentemente, el valor de rugosidad Ra en un lado de la lámina de aluminio se diferencia del valor de rugosidad Ra en el otro lado de la lámina de aluminio en como máximo 0,03 μm . Esto puede conseguirse en particular debido a que la lámina de aluminio se lamina en una sola capa hasta obtener el espesor final. De esta manera, la lámina de aluminio puede revestirse de manera más uniforme en ambos lados.

En otra forma de realización, la lámina de aluminio presenta una conductividad eléctrica $\geq 56\%$ de IACS (International Annealed Copper Standard), determinada mediante una medición de resistencia por medio de un puente de medición de Wheatstone. De este modo, la lámina de aluminio es muy adecuada para descargadores de corriente. En formas de realización especiales, la conductividad eléctrica se encuentra en del 55 % al 63 %.

Otras características y ventajas de la presente invención resultan de la siguiente descripción de diferentes ejemplos de realización, en donde se hace referencia al dibujo adjunto.

La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización del procedimiento para la producción de una lámina de electrodo de batería de acuerdo con la invención.

En el procedimiento se cuela en primer lugar en la etapa B un lingote 2 con la siguiente composición:

Si:	0,07 - 0,12 % en peso
Fe:	0,18 - 0,24 % en peso
Cu:	0,03 - 0,08 % en peso
Mn:	0,015 - 0,025 % en peso
Zn:	$\leq 0,01$ % en peso
Ti:	0,015 - 0,025 % en peso
Al:	resto, sin embargo al menos el 99,5 % en peso,

impurezas inevitables individualmente $\leq 0,01$ % en peso, en total $\leq 0,03$ % en peso.

A continuación, el lingote puede someterse a un tratamiento de homogeneización opcional en un horno de homogeneización 4 (etapa H). Después del tratamiento de homogeneización, el lingote se lamina en caliente en una caja de laminación en caliente 6 reversible (indicada por la doble flecha en la figura 1) hasta obtener una banda laminada en caliente de aluminio 8 con un espesor de banda laminada en caliente entre 3 y 5 mm (etapa W).

Después de la laminación en caliente, la banda laminada en caliente de aluminio 8 se lamina en frío en una caja de laminación en frío 10 en varias pasadas de laminación en frío hasta obtener un espesor final de, por ejemplo, 15 μm . La figura 1 muestra a modo de ejemplo la primera pasada de laminación en frío (etapa K_1), la última pasada de laminación en frío (etapa K_N , donde "N" representa el número total de pasadas de laminación en frío) así como dos pasadas de laminación en frío consecutivas (etapas K_x y K_{x+1}) entre la primera y la última pasada de laminación en frío. Después de la pasada de laminación en frío K_x , la banda de aluminio presenta un espesor de al menos 1 mm. El espesor inicial para la pasada de laminación en frío K_{x+1} asciende por tanto a 1 mm o más. La pasada de laminación en frío K_{x+1} sigue a la pasada de laminación en frío K_x , sin que se realice un recocido intermedio de la banda de aluminio. Del mismo modo, todas las otras pasadas de laminación en frío se suceden sin recocido intermedio hasta la última pasada de laminación en frío. De esta manera, a través de las pasadas de laminación en frío individuales se consigue a partir de K_x una alta solidificación de la lámina de aluminio 12 producida, sin que la lámina se ablande mediante recocidos intermedios entre las pasadas de laminación en frío. Preferentemente se prescinde por completo de un recocido intermedio durante la laminación en frío. Adicionalmente, el grado de laminación de las pasadas de laminación en frío individuales se limita a como máximo el 60 % a partir de un espesor inicial de al menos 1,5 mm.

La figura 2 muestra un ejemplo de realización alternativo del procedimiento para producir una lámina de electrodo de batería de acuerdo con la invención, en donde los mismos componentes están dotados de los mismos números de referencia. Al igual que en el procedimiento de la figura 1, a partir de un espesor inicial de al menos 1 mm no se realiza ningún recocido intermedio y el grado de laminación está limitado a como máximo el 60 % a partir de un espesor inicial de al menos 1,5 mm. El ejemplo de realización mostrado en la figura 2 se diferencia del ejemplo de realización de la figura 1 debido a que está prevista en cada caso una etapa de enfriamiento A entre las pasadas de laminación en frío individuales a partir de un espesor de banda de 0,1 mm (ilustrado en la figura 2 a modo de ejemplo entre K_y y K_{y+1}).

Debido a la energía de conformación introducida en la banda de aluminio durante la laminación en frío, la banda de aluminio presenta normalmente una temperatura en el intervalo de 80 °C - 100 °C inmediatamente después de una pasada de laminación en frío. En la etapa de enfriamiento A, la banda se almacena como una bobina a temperatura ambiente durante un espacio de tiempo de al menos 24 h y debido a ello se enfría lentamente hasta una temperatura inferior a 50 °C. Debido a ello se evitan un calentamiento excesivo de la banda de aluminio durante varias pasadas de laminación en frío sucesivas y un ablandamiento asociado a esto de la banda de aluminio. Debido a ello puede elevarse la resistencia de la lámina de aluminio 12 en el espesor final.

Las láminas de aluminio producidas con el procedimiento anteriormente descrito son especialmente adecuadas para su uso como descargadores de corriente en la producción de acumuladores de iones litio.

5 La figura 3 ilustra la producción de capas de cátodo para acumuladores de iones litio, a partir de la que se pueden ver los requisitos mecánicos para la lámina de aluminio 12.

10 En el procedimiento, de una bobina 20 se desenrolla una lámina de aluminio 22 que sirve como soporte para el material de electrodo y descargador de corriente. La lámina de aluminio 22 puede producirse, por ejemplo, con el procedimiento representado en la figura 1 o en la figura 2, por ejemplo puede tratarse de la lámina 12.

15 La lámina de aluminio 22 se alimenta en primer lugar a un dispositivo de revestimiento 24, en el que el lado superior de lámina y el lado inferior de lámina se revisten con un material de electrodo que contiene litio, por ejemplo mediante revestimiento con boquillas ranuradas. El revestimiento 26 aplicado sobre la lámina de aluminio puede presentar un espesor de capa de hasta 150 µm y con ello un múltiplo del espesor de la lámina de aluminio 22.

20 La lámina 22 revestida se alimenta entonces a un dispositivo de secado 28, en el que la lámina se seca en primer lugar en un secador de suspensión 30 y a continuación se enfría nuevamente en una sección de enfriamiento 32, por ejemplo con rodillos de enfriamiento 34. Normalmente se realiza un secado en el secador de suspensión durante 2 minutos a aproximadamente 150 °C. Después del enfriamiento, la lámina de aluminio se enrolla para dar una bobina 36.

25 Debido a la gran cantidad de aplicación de material de electrodo sobre la lámina de aluminio, es deseable una resistencia buena o alta de la lámina de aluminio, para que no se agriete ésta en particular en el secador de suspensión 30. Además, la lámina de aluminio debe presentar suficiente estabilidad térmica para que la resistencia requerida esté presente también aún después del tratamiento de secado, es decir después de 2 min a 150 °C.

30 En una segunda etapa del procedimiento, la lámina de aluminio 22 revestida se desenrolla nuevamente de la bobina 36 y se pasa a través de un equipo de calandrado 38, en el que la lámina de aluminio 22 revestida se presiona entre rodillos de calandria 40 para obtener un espesor uniforme predeterminado del revestimiento 26.

35 A continuación, la lámina revestida se divide longitudinalmente en bandas 44 más estrechas en un dispositivo de división 42 y se enrolla en bobinas 46. Las bandas de lámina de aluminio revestida producidas de esta manera se cortan o perforan con la geometría deseada en las siguientes etapas, no mostradas y se procesan posteriormente para obtener acumuladores de iones litio, apilándolas una sobre otra de manera alterna con capas de ánodo y en cada caso capas separadoras dispuestas entre éstas. Esto puede realizarse para la producción de acumuladores de iones litio en modo de construcción plano mediante apilamiento sucesivo de las capas individuales una sobre otra o para la producción de acumuladores de iones litio en modo de construcción cilíndrico mediante enrollado de una pila de en cada caso capas de cátodo y de ánodo con capas separadoras.

40 Las figuras 4a-b muestran esquemáticamente la estructura de capas de un acumulador de iones litio 50 en modo de construcción plano en una representación en sección, en donde la figura 4b muestra un detalle ampliado de la figura 4a. El acumulador 50 presenta una pila de capas de cátodo 52, capas de ánodo 54 y capas separadoras 56 dispuestas en cada caso entre éstas. Las capas de cátodo 52 se han producido a partir de la banda de aluminio 44 revestida de la figura 3.

45 Para este fin se colaron lingotes laminados con un espesor de 45 mm de las aleaciones A, B y C mencionadas en la Tabla 1, en donde A y B representan un ejemplo de realización de acuerdo con la invención de la aleación y C representa un ejemplo comparativo.

50 Composición de aleación A

Tabla 1

Elemento	% en peso
Si	0,05
Fe	0,1
Cu	0
Mn	0
Mg	0
Zn	0,01
Ti	0,01
Ga	0,01
V	0,006
Pb	0,001
Al	Resto

ES 2 975 207 T3

Composición de aleación B

Tabla 2

Elemento	% en peso
Si	0,12
Fe	0,38
Cu	0
Mn	0,0057
Mg	0,0016
Cr	0
Zn	0,01
Ti	0,005
B	0,009
Ca	0,0001
Na	0,0004
Pb	0,0013
V	0,0064
Ga	0,0126
Al	Resto

5 Composición comparativa de aleación C

Tabla 3

Elemento	% en peso
Si	0,06
Fe	0,86
Cu	0
Mn	0,018
Mg	0,0008
Cr	0
Ni	0,004
Ti	0,009
B	0,0005
Na	0,0001
Pb	0,0013
Sn	0,0004
V	0,0068
Ga	0,0149
Al	Resto

10 El número de fase de las fases con una longitud de diámetro máxima de 0,1 - 1,0 μm y una longitud de diámetro máxima de $> 1 \mu\text{m}$ se determinó a partir de muestras de bandas de un espesor de 9, 12 μm y 20 μm .

15 Las muestras se prepararon mecánicamente con una suspensión pulidora de óxido. La determinación de las longitudes de diámetro máximas se realizó con un microscopio electrónico de barrido por emisión de campo (Zeiss Merlin) con detector B2D4 (detector accionado neumáticamente para microscopio electrónico de barrido por emisión de campo) con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

Los resultados para partículas con una longitud de diámetro máxima de 0,1-1,0 μm se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4

Aleación	Espesor	Número de fases (longitud de diámetro máxima de 0,1-1,0 μm)/ mm^2
A	12 μm	2×10^3
A	20 μm	4×10^3
B	9 μm	$0,6 \times 10^3$
C (composición comparativa)	12 μm	25×10^3
C (composición comparativa)	9 μm	35×10^3

Los resultados para partículas con una longitud de diámetro $> 1,0 \mu\text{m}$ se muestran en la Tabla 5:

5

Tabla 5

Aleación	Espesor	Número de fases (longitud de diámetro máx $> 1,0 \mu\text{m}$)/ mm^2
A	12 μm	2×10^3
A	20 μm	3×10^3
B	9 μm	$0,2 \times 10^3$
C (composición comparativa)	12 μm	22×10^3
C (composición comparativa)	9 μm	24×10^3

REIVINDICACIONES

1. Lámina de electrodo de batería que comprende una aleación de aluminio,

5 en donde la aleación de aluminio presenta la siguiente composición en % en peso:

- Si: 0,01 - 0,15 % en peso,
- Fe: 0,02 - 0,4 % en peso,
- Cu: ≤ 0,08 % en peso
- Mn: ≤ 0,03 % en peso,
- Mg: ≤ 0,03 % en peso,
- Cr: ≤ 0,01 % en peso
- Ti: 0,005 - 0,03 % en peso

en donde la aleación de aluminio puede presentar impurezas en cada caso hasta como máximo el 0,05 %, en total hasta como máximo el 0,15 %,

10 en donde el % en peso restante es aluminio,

en donde la proporción de aluminio debe ser sin embargo al menos el 99,35 % en peso;

en donde la lámina de electrodo de batería presenta fases intermetálicas de una longitud de diámetro de 0,1 a 1,0 µm con una densidad de al menos 100 partículas/mm² y una densidad ≤ 9500 partículas/mm² y

15 en donde la longitud de diámetro de las fases intermetálicas y su densidad se determinan con ayuda de un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con un aumento de 1000:1 y una tensión de aceleración de 10 kV.

2. Lámina de electrodo de batería de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la lámina de electrodo de batería presenta una conductividad eléctrica mínima del 56 % al 63 % de IACS; y/o

20 en donde la lámina de electrodo de batería presenta una resistencia a la tracción (en la dirección de laminación y transversalmente a la dirección de laminación) $R_m > 165$ MPa.

3. Lámina de electrodo de batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la lámina de electrodo de batería presenta en ambos lados una rugosidad de superficie R_a de 0,07 a 0,22 µm, preferentemente

25 en donde la diferencia de la rugosidad de superficie R_a en ambos lados de la lámina de electrodo de batería asciende a como máximo 0,03 µm.

4. Lámina de electrodo de batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la lámina de electrodo de batería presenta una cobertura de carbono de < 5 mg/m².

30 5. Lámina de electrodo de batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la tensión superficial de la lámina de electrodo de batería asciende a > 30 dyn/cm, preferentemente en donde la tensión superficial de la lámina de electrodo de batería asciende a > 32 dyn/cm.

35 6. Lámina de electrodo de batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la lámina de electrodo de batería presenta un espesor de 8 a 20 µm, preferentemente de 12 µm.

7. Lámina de electrodo de batería de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la lámina de electrodo de batería, en particular con un espesor de 12 µm presenta las siguientes propiedades mecánicas:

- 40
- | | |
|--|------------|
| R_m (en dirección de laminación): | ≥ 165 MPa, |
| R_m (transversalmente a la dirección de laminación): | ≥ 165 MPa, |
| $R_{p0,2}$ (en dirección de laminación): | ≥ 110 MPa, |
| A_{100} (en dirección de laminación): | ≥ 1,0 %. |

8. Uso de una lámina de electrodo de batería de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7 como lámina de descargador de corriente, en particular para la producción de un acumulador, en particular de un acumulador de iones litio.

45 9. Acumulador, en particular acumulador de iones litio, con un descargador de corriente de una lámina de electrodo de batería de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7.

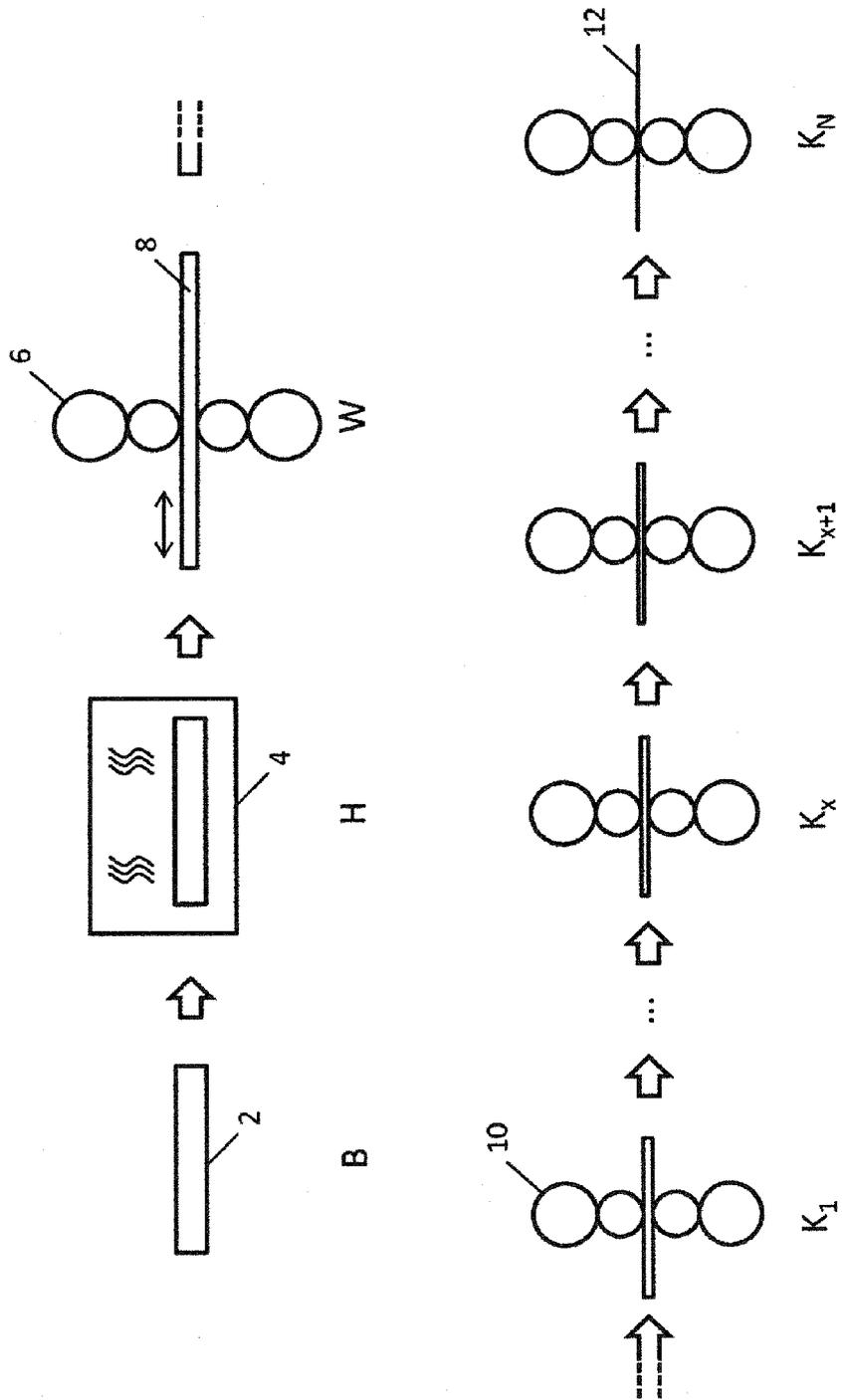


Fig. 1

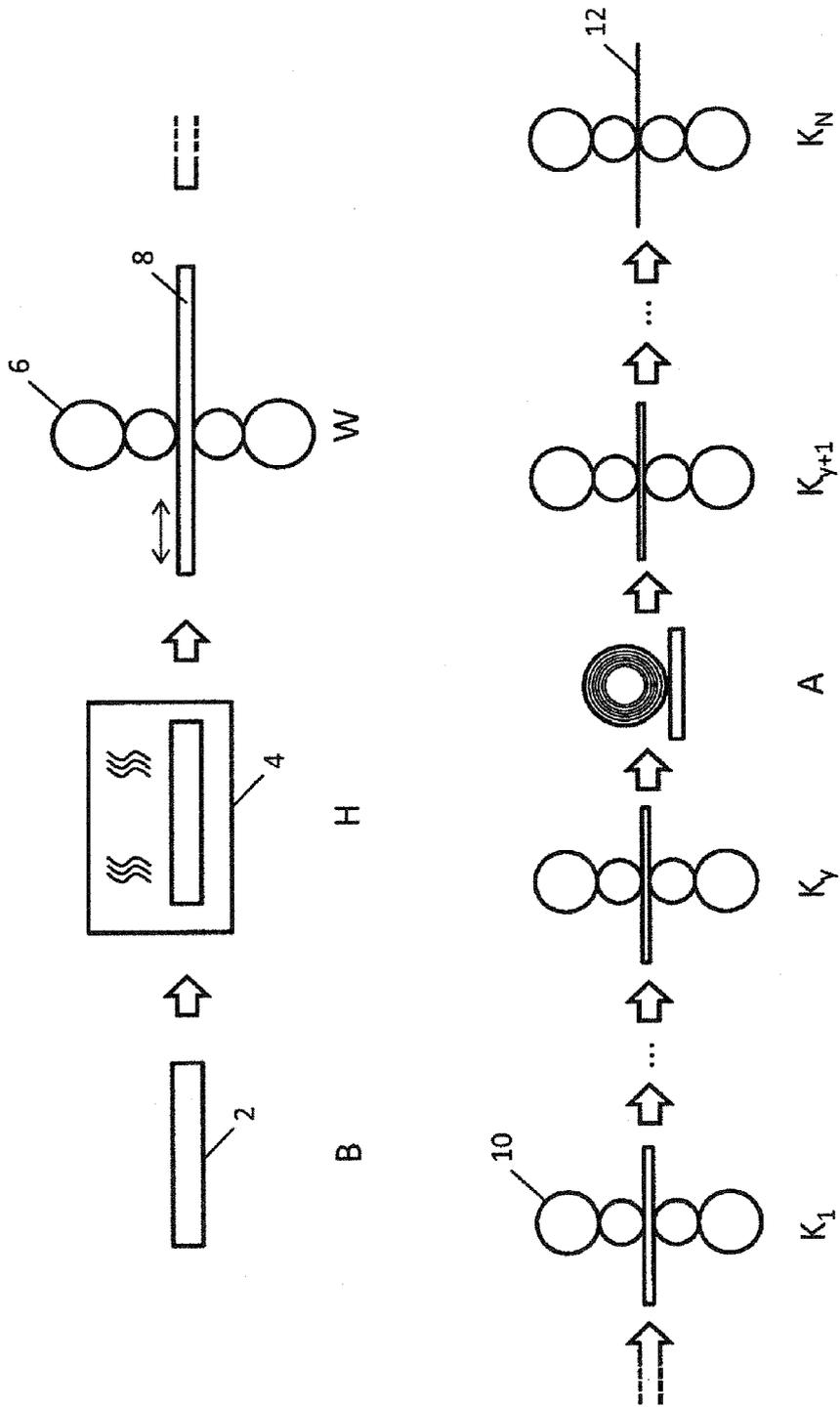


Fig. 2

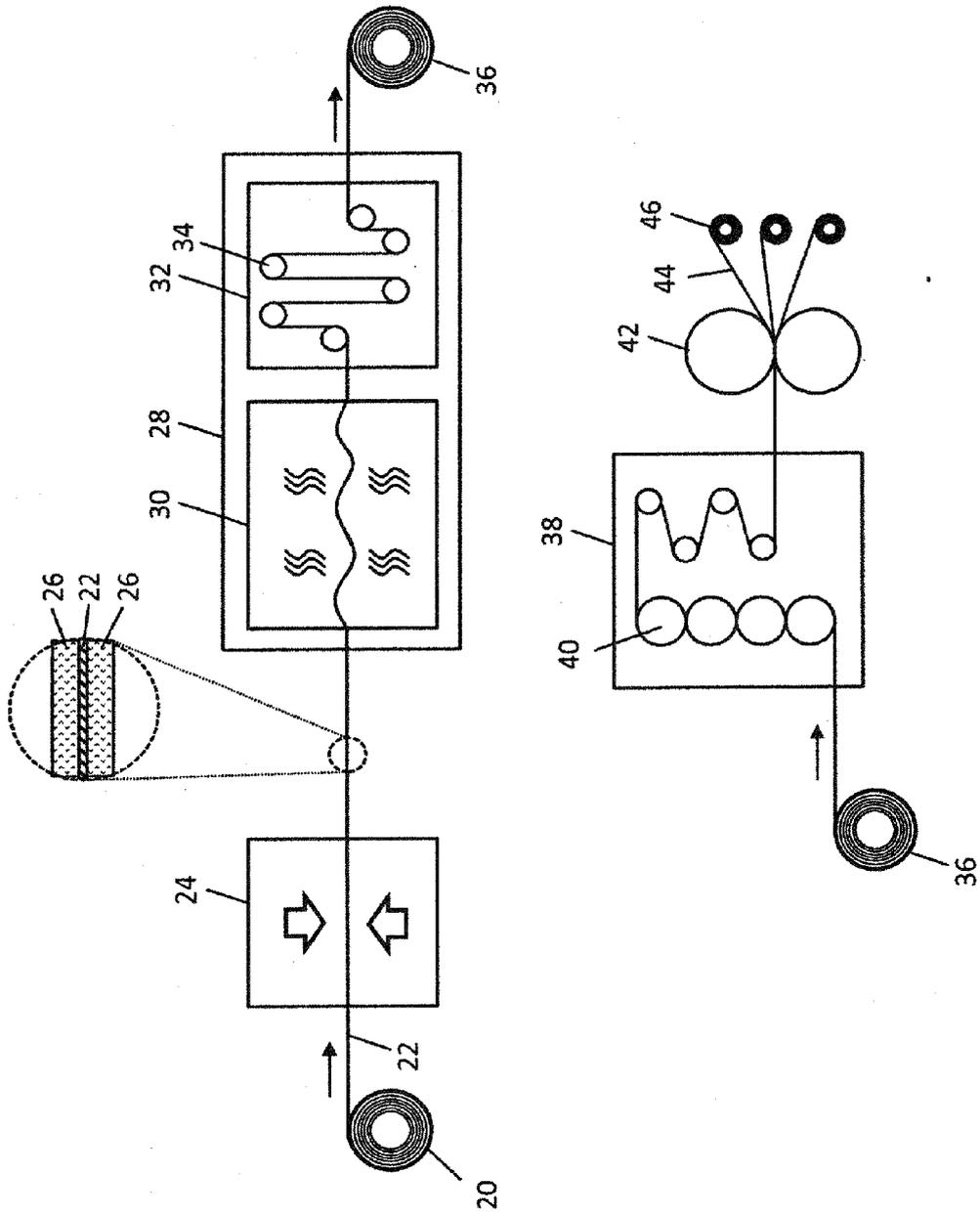


Fig. 3

