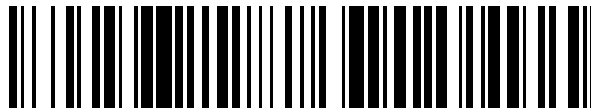


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 651**

51 Int. Cl.:

H01M 4/139 (2010.01)

H01M 4/74 (2006.01)

H01M 10/052 (2010.01)

H01M 10/0587 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2010 PCT/JP2010/068544**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2011 WO11049153**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2010 E 10825002 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 2492994**

54 Título: **Método para fabricar una batería secundaria de litio y su aparato**

30 Prioridad:

23.10.2009 JP 2009244054

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

19.03.2019

73 Titular/es:

**SEI CORPORATION (100.0%)
862-2, Hisaishimachi
Tsu-shi, Mie 514-1118, JP**

72 Inventor/es:

**SAWAI, TAKEHIKO;
SAITO, SHINJI y
URAO, KAZUNORI**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 704 651 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

Método para fabricar una batería secundaria de litio y su aparato

CAMPO TÉCNICO

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una batería secundaria de litio, un método de producción para producir una lámina de recogida de energía para la batería secundaria de litio, y el aparato para producir la lámina de recogida de energía para la batería secundaria de litio.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 **[0002]** Una batería secundaria de ion-litio en la que se forma un electrodo negativo mediante la utilización de un material capaz de absorber y descargar iones de litio es capaz de limitar el depósito de dendrita en una medida superior que una batería de litio en la que el electrodo negativo se forma mediante la utilización de litio metálico. Por lo tanto, la batería anterior presenta la ventaja de que puede evitar que se produzca un cortocircuito y presenta una mayor seguridad.

15 **[0003]** En los últimos años, se ha exigido que las baterías secundarias de litio tengan una gran capacidad y se carguen y descarguen con un nivel elevado de corriente para su utilización en equipos que funcionan con un nivel elevado de potencia. De esta manera, el litio metálico puede depositarse en el electrodo negativo y puede producirse un cortocircuito interno. En el peor de los casos, se teme que se genere calor y se produzca un accidente de ignición.

20 **[0004]** Debido a la exigencia de una capacidad elevada de un material de electrodo positivo que contiene un óxido de litio-metal o un material de electrodo negativo que contiene un material a base de carbono, se ha propuesto tradicionalmente que los dispositivos permitan que las reacciones de absorción y descarga se consigan de manera suficiente en el electrodo negativo para evitar que el litio metálico sea depositado en el electrodo negativo. Además, se han propuesto dispositivos para aumentar áreas de superficie específicas de los electrodos al reducir los diámetros de las partículas de una sustancia activa. Además, los electrodos están diseñados de esta manera con el fin de aumentar sus áreas. Si bien estos dispositivos han permitido que se
25 avance en el diseño del electrodo en una dirección segura, las medidas contra la incidencia de un cortocircuito provocado por la caída y el descascarado de la sustancia activa en la producción de una batería son insuficientes. Por lo tanto, se proponen dispositivos para la mejora de la lámina de recogida de energía. Por ejemplo, los siguientes materiales de recogida de energía son conocidos: el material de recogida de energía que es reticulado consiste en el metal punzonado formado con agujeros o que ha sido procesado con torno
30 (documento de patente 1), presentando el material de recogida de energía que presenta la lámina metálica irregularidades formadas sobre su superficie (documento de patente 2), y la lámina de recogida de energía que presenta una pluralidad de agujeros que penetran a través de la misma, en los que las periferias de los agujeros sobresalen desde al menos una superficie del material de recogida de energía de tipo lámina, y el grosor del material de recogida de energía de tipo lámina incluyendo la parte que sobresale formada en la periferia del
35 agujero es superior a un 3 % y no sobrepasa un 25 % del grosor total de una placa polar, que es la suma del grosor de la capa de agente mezclado y del material de recogida de energía de electrodo negativo o de electrodo positivo (documento de patente 3).

40 **[0005]** Sin embargo, la lámina de recogida de energía anteriormente propuesta reticulada, que consiste en el metal punzonado formado con agujeros o que ha sido procesada con torno presenta una resistencia menor de la que debería presentar el material de recogida de energía de electrodo normal. El método de formación de las irregularidades en la lámina no es diferente de un método de contacto para una lámina plana normal utilizado como técnica para evitar el descascarado de una sustancia activa. Por consiguiente, cuando una batería se carga y descarga de forma repetida con una corriente elevada, la sustancia activa de los electrodos positivos y de los electrodos negativos se expande, contrae, descascara y se cae de la lámina de recogida de energía. De
45 esta manera, se provoca un cortocircuito, que puede dar lugar a la generación de calor. Asimismo, estos métodos hacen que el polvo de metal de la lámina de recogida de energía generado en el procesamiento entre en la batería, lo que provoca un problema de incidencia de cortocircuito.

50 **[0006]** Como método de producción para producir electrodos para la batería secundaria de litio, se da a conocer el aparato para producir, sucesivamente, las placas de electrodo de tipo pasta al tiempo que el aparato mide sucesivamente el peso de la pasta sin contacto entre el aparato y la pasta (documento de patente 4).

55 **[0007]** Se expone el método de producción para producir el electrodo para la batería secundaria de litio que presenta la primera etapa de formación de la película de sustancia activa que absorbe y descarga litio sobre la lámina de recogida de energía con un proceso de vacío y la segunda etapa de eliminar los salientes formados sobre la superficie de la película de la sustancia activa mediante la cuchilla que presenta el borde recto. En la segunda etapa, los salientes se eliminan al desplazar la película de la sustancia activa estando separado el

borde recto de la cuchilla en el intervalo predeterminado de la superficie de la película de sustancia activa (documento de patente 5).

5 **[0008]** Sin embargo, el aparato presenta un problema, que consiste en que durante el enrollamiento de la lámina de recogida de energía en forma de rollo a través del que se forma una pluralidad de los agujeros que penetran la lámina de recogida de energía, el polvo de metal generado mientras se procesa la lámina permanece en la superficie de la misma y se escurre en la capa de agente mezclado en la formación de la capa de agente mezclado sobre la lámina de recogida de energía posteriormente.

DOCUMENTO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

DOCUMENTO DE PATENTE

10 **[0009]**

Documento de patente 1: Solicitud de patente japonesa sometida a inspección pública n.º H11-260375
Documento de patente 2: Solicitud de patente japonesa sometida a inspección pública n.º 2004 -342519
Documento de patente 3: Solicitud de patente japonesa sometida a inspección pública n.º 2008 -311171
Documento de patente 4: Solicitud de patente japonesa sometida a inspección pública n.º H08-96806
15 Documento de patente 5: Solicitud de patente japonesa sometida a inspección pública n.º 2008

[0012] En los documentos JP2008311171, US6444366, US2004/0262239 y EP0926752 se exponen láminas de recogida de energía perforadas para baterías secundarias de litio.

SUMARIO DE LA INVENCION

PROBLEMA QUE HA DE RESOLVER LA INVENCION

20 **[0011]** La presente invención se ha llevado a cabo para lidiar con los problemas descritos anteriormente. Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar una batería secundaria de litio en la que el descascarado de una sustancia activa puede evitarse y puede evitarse la generación de polvo de metal cuando se procesa una lámina de recogida de energía en una etapa de producción de electrodo, un método de producción de la lámina de recogida de energía para la batería secundaria de litio y un aparato para la
25 producción de la lámina de recogida de energía para la batería secundaria de litio.

MEDIOS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

[0012] El método y aparato de acuerdo con la presente invención se exponen en las reivindicaciones 1 y 11.

[0013] En la etapa de perforación, los agujeros pasantes se forman mediante perforación de la lámina de recogida de energía.

30 EFECTO DE LA INVENCION

[0014] En el método de la presente invención para producir la batería secundaria de litio, después de que finalice la etapa de perforación, la capa de agente mezclado se forma sucesivamente sin enrollar la lámina de recogida de energía a través de la que se han formado los agujeros pasantes. Por lo tanto, las partes que sobresalen no se rompen después de formarse los agujeros, aunque las partes que sobresalen corren el riesgo de romperse
35 cuando la lámina de recogida de energía se enrolla alrededor de un rodillo después de finalizar la etapa de perforación. Por consiguiente, no se genera polvo de metal en el procesamiento de la lámina de recogida de energía.

[0015] La batería secundaria de litio que se ha de obtener mediante el método de producción de la presente invención presenta una pluralidad de los agujeros que penetran los materiales de recogida de energía de electrodo negativo y positivo de tipo lámina que funcionan como miembros de construcción de batería. Las periferias de los agujeros sobresalen desde al menos una superficie del material de recogida de energía de tipo lámina. Las partes que sobresalen, formadas en las periferias de los agujeros, producen un efecto de anclaje para la capa del agente mezclado que contiene la sustancia activa, de tal manera que se mejora el rendimiento de sujeción de la capa del agente mezclado que contiene la sustancia activa, formada sobre la superficie del
40 material de recogida de energía. De esta manera, es posible evitar el descascarado de la capa de agente mezclado del material de recogida de energía y alojar una gran cantidad de la sustancia activa en la batería.

[0016] Después del procesamiento del material de recogida de energía de electrodo positivo o de electrodo negativo de tipo lámina para formar las partes que sobresalen en las periferias de una pluralidad de los agujeros que penetran a través de la misma, es posible procesar sucesivamente la lámina y formar la capa de agente mezclado que contiene la sustancia activa sobre la lámina sin enrollar el material de recogida de energía y sin
50 contacto entre las partes que sobresalen y el equipo de transporte cuando se transporta la lámina. Además, la lámina de recogida de energía es procesada para doblar la porción de extremo distal de cada parte que

sobresale de la misma hacia dentro o hacia fuera con respecto al agujero correspondiente. En la batería secundaria de litio que se ha de obtener mediante el método de producción de la presente invención para producir el electrodo de la batería secundaria de litio, aunque la capa de agente mezclado de electrodo positivo o de electrodo negativo de tipo lámina se expande y contrae mientras la batería se está cargando y descargando, la adhesión entre las partículas y entre la capa de agente mezclado de electrodo positivo o de electrodo negativo y el material de recogida de energía se mantiene y no se genera polvo de metal durante el procesamiento de la lámina. Por consiguiente, no se produce un cortocircuito interno y, por lo tanto, puede mejorar la seguridad de la batería secundaria de litio en comparación con la batería secundaria de litio convencional. Puesto que las porciones de extremo distal de las partes que sobresalen formadas sobre las periferias de los agujeros se doblan hacia dentro o hacia fuera, las partes que sobresalen presentan un rendimiento de sujeción de la sustancia activa mejorado. Las porciones de extremo distal de las partes que sobresalen son redondas. Por lo tanto, si las porciones de extremo distal de las partes que sobresalen formadas sobre las periferias de los agujeros sobresalen del electrodo, las partes que sobresalen no perforan un separador y provocan un cortocircuito interno entre el electrodo y el electrodo opuesto.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DEL DIBUJO

[0017]

En la figura 1, se representa una vista transversal que muestra un ejemplo de una placa de electrodo positivo o una placa de electrodo negativo.

En la figura 2, se representa una vista transversal que muestra un ejemplo de otra placa de electrodo positivo o placa de electrodo negativo.

En la figura 3, se representa una vista posterior en la que la configuración de un extremo distal de un agujero de una placa polar está doblada hacia fuera.

En la figura 4, se muestra un dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía para formar partes que sobresalen continuas y un dispositivo de formación de capa de agente mezclado.

En la figura 5, se muestra una vista transversal de un rodillo de transporte.

En la figura 6, se muestra una vista transversal de un troquel.

En la figura 7, se muestra una vista de planta de una lámina de recogida de energía para una batería secundaria de litio.

MODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

[0018] A continuación, se describe un ejemplo de una lámina de recogida de energía de electrodo positivo o electrodo negativo que funciona como material de recogida de energía para una batería secundaria de litio que se obtiene mediante la ejecución del método de producción de la presente invención. En las figuras 1 y 2, se muestran vistas transversales en las que se muestra un ejemplo de una placa de electrodo positivo o de electrodo negativo. En la figura 3, se muestra una vista posterior en la que se muestra la configuración de extremos distales doblados hacia fuera de agujeros de la placa polar.

[0019] Una capa de sustancia activa que forma una capa de agente mezclado de electrodo negativo del electrodo negativo para la batería secundaria de litio puede formarse mediante el amasado de un material principal que contiene un material que puede absorber y descargar iones de litio, un agente aglutinante y un disolvente de dispersión para pegar una mezcla amasada y, posteriormente, aplicar la mezcla amasada pastosa obtenida a ambas superficies de un material de recogida de energía de tipo lámina 1a.

[0020] Como material que puede absorber y descargar los iones de litio, es posible enumerar un material de carbono, una aleación de litio-aluminio, una aleación de litio a base de silicón y una aleación de litio a base de estaño. De entre estos materiales, es preferible utilizar el material de carbono porque absorbe y descarga una gran cantidad de los iones de litio y presenta una capacidad irreversible pequeña. Como material de recogida de energía 1a que puede utilizarse en la presente invención, una lámina de aluminio se utiliza para el electrodo positivo y una lámina de cobre se utiliza para el electrodo negativo en vista de sus propiedades electroquímicas, procesabilidades en la configuración de tipo lámina y costes.

[0021] Una sustancia activa que forma una capa de agente mezclado de electrodo positivo del electrodo positivo para la batería secundaria de litio puede formarse mediante el amasado de un material principal que contiene un óxido metálico que contiene litio, un compuesto de fosfato metálico que contiene litio o un compuesto que contiene litio, el agente aglutinante y el disolvente de dispersión para pegar una mezcla amasada obtenida y, posteriormente, aplicar la mezcla pastosa a ambas superficies del material de recogida de energía en forma de lámina 1a.

[0022] Como óxido metálico que contiene litio, se enumera LiCoO_2 , $\text{Li}(\text{Ni}/\text{Co}/\text{Mn})\text{O}_2$ y LiMn_2O_4 . Como compuesto de fosfato metálico que contiene litio, se enumera LiFePO_4 , LiCoPO_4 y LiMnPO_4 . Como compuesto que contiene litio, se enumera $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$, LiFeO_2 . De entre estos compuestos, es preferible utilizar LiCoO_2 , $\text{Li}(\text{Ni}/\text{Co}/\text{Mn})\text{O}_2$, LiMn_2O_4 y LiFePO_4 debido a sus propiedades electroquímicas, seguridad y costes.

[0023] En las figuras 1 y 2, se representan vistas transversales de una placa de electrodo positivo o negativo compuesta por la capa de agente mezclado y el material de recogida de energía de tipo lámina que presenta una pluralidad de agujeros pasantes, teniendo cada uno una parte que sobresale.

5 **[0024]** Si suponemos que el grosor del material de recogida de energía 1a incluyendo una parte que sobresale 1d del mismo formada en la periferia de un agujero que sobresale (agujero pasante) 1c es t_1 , la proporción de un grosor total t_0 de una placa polar con el valor obtenido mediante la sustracción del grosor t_1 del grosor total t_0 de la placa polar, que es la suma del grosor del material de recogida de energía 1a y del de la capa de agente mezclado 1b es, de manera favorable, no inferior a un 3 % y, de manera más favorable, no inferior a un 10 % ni superior a un 50 %.

10 **[0025]** En caso de que la parte que sobresale 1d, formada en la periferia del agujero 1c formado a través del material de recogida de energía 1a sobresalga solamente de una superficie del material de recogida de energía 1a, el grosor t_1 del material de recogida de energía 1a es la altura desde una superficie que no sobresale del agujero 1c hasta el extremo distal de la parte que sobresale 1d (figura 1). En caso de que la parte que sobresale 1d, formada en la periferia del agujero 1c sobresalga de ambas superficies del material de recogida de energía 1a, el grosor t_1 del material de recogida de energía 1a es la altura desde el extremo distal de la parte que sobresale 1d proyectada desde una superficie del material de recogida de energía 1a hasta el extremo distal de la parte que sobresale 1d proyectada desde la superficie opuesta de la misma (figura 2). Las partes que sobresalen y los agujeros pueden formarse por completo en la superficie del material de recogida de energía o pueden formarse parcialmente en la superficie del mismo, con la excepción de la parte de tipo lámina plana de la superficie que no sobresale del material de recogida de energía 1a. Es más favorable formar parcialmente las partes que sobresalen y los agujeros en la superficie de la lámina de recogida de energía 1a en vista de la resistencia de la misma en la producción de la batería. Es preferible formar los agujeros que sobresalen en ninguna de las partes laterales de la lámina de recogida de energía y dejar allí la porción de tipo lámina plana. En el método de producción de la presente invención, las porciones de tipo lámina planas en ambas partes laterales de la lámina de recogida de energía quedan atrapadas entre rodillos de transporte sin contacto entre las porciones de extremo distal de los agujeros que sobresalen y los rodillos de transporte.

20 **[0026]** Para impedir que se produzca un cortocircuito en el interior de la batería, tal y como se muestra en la figura 3, es preferible doblar de forma curvada un extremo distal 1d' del agujero que sobresale 1c. La dirección en la que el extremo distal 1d' se dobla puede ser hacia fuera o hacia dentro con respecto al agujero correspondiente, pero es favorable doblar el extremo distal 1d' hacia fuera para sujetar la sustancia activa con gran potencia.

30 **[0027]** Es posible utilizar la lámina de recogida de energía cuyo agujero que sobresale presenta cualquiera entre una configuración piramidal poliangular, una configuración columnar, una configuración cónica y configuraciones formadas en combinación de estas configuraciones en su sección transversal. La configuración cónica es más favorable que las demás configuraciones, puesto que la configuración cónica permite que el procesamiento se realice a alta velocidad, que la vida corta de procesamiento de una plantilla de procesamiento sea larga y que haya pocas posibilidades de que se genere polvo por el corte y polvo por el descascarado a bajos niveles después de que se procese la lámina de recogida de energía en las porciones de extremo distal de los agujeros que sobresalen.

40 **[0028]** Es preferible formar el agujero que sobresale de la lámina de recogida de energía como agujero pasante perforando la lámina de recogida de energía, puesto que el agujero que sobresale mejora el efecto de recogida de energía. El agujero pasante formado mediante perforación a través de la lámina de recogida de energía es superior a un agujero pasante formado a través de la lámina de recogida de energía mediante procesamiento de punzonado y a irregularidades formadas en la misma mediante procesamiento de estampado en la realización de la carga y descarga de la batería secundaria de litio con una corriente elevada cuando la lámina de recogida de energía se utiliza para ello y en la durabilidad, puesto que el agujero pasante anterior evita que se produzca un cortocircuito interno en una duración de ciclo.

50 **[0029]** En la figura 2, se muestra una pluralidad de agujeros pasantes formados mediante perforación a través de la lámina de recogida de energía. Los diámetros t_2 de los agujeros pasantes están entre 50 y 150 μm . Las alturas t_3 de las partes que sobresalen están entre 50 y 400 μm . Una distancia t_4 entre los agujeros pasantes adyacentes está entre 300 y 2000 μm .

55 **[0030]** Con el establecimiento de las especificaciones de los agujeros pasantes en el rango descrito anteriormente, la totalidad de la superficie formada con agujeros pasantes recibe una presión superficial. Por lo tanto, cuando la lámina de recogida de energía se enrolla alrededor de un rodillo de enrollamiento con el rodillo de enrollamiento en contacto directo con la superficie formada con agujeros pasantes, los agujeros pasantes no se bloquean.

[0031] Un separador que puede utilizarse para la batería secundaria de litio aísla eléctricamente los electrodos positivo y negativo entre sí y sujeta un electrolito. Es posible enumerar resinas sintéticas y fibras inorgánicas

como material del separador. A modo de ejemplo del material del separador, es posible enumerar una película de polietileno y una película de polipropileno.

5 **[0032]** Como electrolito de la batería secundaria de litio en la que se sumerge el grupo descrito anteriormente de los electrodos, es preferible utilizar un electrolito no acuoso que contiene sales de litio o un polímero conductor de iones.

[0033] Como disolvente no acuoso del electrolito no acuoso que contiene las sales de litio, se enumera el carbonato de etileno (EC), el carbonato de propileno (PC), el carbonato de dietilo (DEC), el carbonato de dimetilo (DMC) y el etil metil carbonato (MEC).

10 **[0034]** Como sales de litio que pueden disolverse en el disolvente no acuoso, se enumera el hexafluorofosfato de litio (LiPF_6), el tetrafluoroborato de litio (LiBF_4) y el trifluorometanosulfonato de litio (LiSO_3CF_3).

[0035] En la figura 4, se muestra el contorno de un aparato de producción de electrodos, que se utilizará en las etapas de producción, en el que se disponen de forma sucesiva un dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía y un dispositivo de formación de capa de agente mezclado.

15 **[0036]** En el aparato de producción de electrodos 2, se disponen de forma sucesiva un dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía 3, un dispositivo de barra de presión cilíndrica 4 para doblar la porción de extremo distal de la parte que sobresale hacia dentro o hacia fuera con respecto al agujero correspondiente después de que el procesamiento de la lámina de recogida de energía 1a haya finalizado, así como un dispositivo de recubrimiento 5 para formar sucesivamente la capa de agente mezclado después de que el procesamiento de la lámina de recogida de energía haya finalizado en el orden desde el dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía 3, el dispositivo de barra de presión cilíndrica 4 y el dispositivo de recubrimiento 5 a lo largo de la cadena de producción del material de recogida de energía 1 para producirse como el electrodo positivo o negativo sin enrollamiento de la lámina de recogida de energía 1a por la mitad. El dispositivo de barra de presión cilíndrica 4 se equipa según sea necesario.

20

25 **[0037]** El dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía 3 forma los agujeros que sobresalen 1c como los agujeros pasantes que penetran sucesivamente la lámina de recogida de energía 1a. Este dispositivo es un troquel construido con punzones 3a dispuesto perpendicularmente a las superficies superior e inferior de la lámina de recogida de energía 1a y troqueles 3b dispuestos por debajo de la superficie inferior de la lámina de recogida de energía 1a o por encima de la superficie superior de la misma y que presentan porciones cóncavas.

30 **[0038]** En la figura 6, se muestra una superficie en corte del troquel. El troquel está formado por un troquel superior 3a' y un troquel inferior 3b', donde se dispone una pluralidad de punzones 3a y de troqueles 3b.

[0039] Los punzones 3a y los troqueles 3b están formados en superficies de tope de troquel 3c del troquel superior 3a' y del troquel inferior 3b'. Los troqueles 3b, que presentan cada uno la porción cóncava que tiene una profundidad t_6 más larga que una longitud vertical t_5 de cada uno de los punzones que sobresalen 3a, están formados en las superficies de tope 3c del troquel superior 3a' y del troquel inferior 3b'.

35 **[0040]** Al ensamblarse de forma sucesiva y repetida el troquel superior 3a' y el troquel inferior 3b' entre sí y abrirse, los punzones 3a presionan la lámina de recogida de energía 1a contra las porciones cóncavas de los troqueles 3b. De esta manera, los agujeros que sobresalen 1c están formados a través de la lámina de recogida de energía 1a. Es preferible dar forma cónica a las porciones de extremo distal de los punzones 3a.

40 **[0041]** El dispositivo de barra de presión cilíndrica 4 dobla las porciones de extremo distal de los agujeros que sobresalen 1c hacia dentro o hacia fuera después de que los agujeros que sobresalen 1c sean formados a través de la lámina de recogida de energía 1a. El dispositivo de barra de presión cilíndrica 4 está formado por un rodillo 4a que soporta la lámina de recogida de energía 1a a través de la que se han formado los agujeros que sobresalen 1c y una barra de presión cilíndrica 4b que puede desplazarse hacia delante y hacia atrás con respecto al rodillo 4a. La barra de presión cilíndrica 4b es presionada contra la lámina de recogida de energía 1a, dispuesta en el rodillo 4a. De esta manera, es posible doblar la porción de extremo distal de cada uno de los agujeros que sobresalen 1c hacia dentro o hacia fuera con respecto al agujero pasante correspondiente.

45

50 **[0042]** Mediante la utilización del dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía 3, es posible producir la lámina de recogida de energía para la batería secundaria de litio al enrollar la lámina de recogida de energía sin llevar a cabo la etapa de formación de agente mezclado. En este caso, se dispone un separador entre las capas enrolladas de la lámina de recogida de energía. En la figura 7, se muestra una vista de planta de la lámina de recogida de energía obtenida para la batería secundaria de litio. La parte central longitudinal de la figura 7 es una parte de la lámina de recogida de energía que consiste en una lámina de aluminio en la que se forma una pluralidad de agujeros pasantes. En ambas partes laterales que consisten en una lámina de aluminio de la figura 7 no hay agujeros pasantes formados.

55 **[0043]** El dispositivo de recubrimiento 5 forma la capa de agente mezclado de electrodo positivo o negativo 1b en ambas superficies laterales de la lámina de recogida de energía 1a a través de las cuales se han formado los

agujeros que sobresalen. Como dispositivos para formar la capa de agente mezclado 1b, se enumera un dispositivo de recubrimiento para transferir pintura que consiste en el agente mezclado a la lámina de recogida de energía 1a por medio de rodillos aplicadores de pintura o una máquina de recubrimiento con masa fundida caliente, un dispositivo de pulverización para pulverizar la pintura del agente mezclado y un dispositivo de inmersión para sumergir la lámina de recogida de energía 1a en una solución de pintura. De entre estos dispositivos, se prefiere el dispositivo de recubrimiento y el dispositivo de inmersión que pueden formar simultáneamente la capa de agente mezclado 1b en ambas superficies laterales de la lámina de recogida de energía 1. Se prefiere, particularmente, un dispositivo de recubrimiento de troquel de hendidura que puede recubrir simultáneamente ambas superficies laterales de la lámina de recogida de energía 1.

10 **[0044]** Después de haberse recubierto la lámina de recogida de energía 1a con el agente mezclado, el agente mezclado se seca en un horno de secado. Como horno de secado, puede utilizarse uno de tipo vertical o de tipo horizontal.

15 **[0045]** En el método de producción de la presente invención para producir la batería secundaria de litio, al utilizar el aparato de producción de electrodos, se realizan sucesivamente la etapa de perforación de agujeros a través de la lámina de recogida de energía suministrados sucesivamente, la etapa de procesamiento de la lámina de recogida de energía en los extremos distales de los agujeros que sobresalen y la etapa de formación de la capa de agente mezclado. Al llevar a cabo sucesivamente las etapas descritas anteriormente, se evita que las superficies superior e inferior de la lámina de recogida de energía entren en contacto o se froten entre sí al enrollarse y desenrollarse la lámina de recogida de energía. Por consiguiente, después de procesarse la lámina de recogida de energía 1a, no se genera polvo por el corte ni polvo por el descascarado de los extremos distales de los agujeros de la misma.

20 **[0046]** Después de someterse la lámina de recogida de energía 1a a la etapa de perforación, la lámina de recogida de energía 1a es transportada en contacto con rodillos de transporte R1 hasta R5. Un transporte intermitente generado en la etapa de perforación es devuelto a un transporte sucesivo mediante los rodillos R3 y R4. Puesto que los agujeros pasantes de la lámina de recogida de energía 1a se forman densamente, como se ha descrito anteriormente, la totalidad de la superficie formada con agujeros pasantes se somete a presión superficial. Por lo tanto, aunque la lámina de recogida de energía 1a se enrolla alrededor del rodillo de enrollamiento con el rodillo de enrollamiento en contacto con la superficie formada con agujeros pasantes, los agujeros pasantes no se bloquean.

30 **[0047]** Es posible enrollar la lámina de recogida de energía 1a alrededor del rodillo de enrollamiento sin que haya contacto entre el rodillo de enrollamiento y la superficie formada con agujeros pasantes. En la figura 5, se muestra una vista transversal de dicho rodillo de transporte. Para evitar que las partes que sobresalen 1d formadas mediante el procesamiento de la lámina de recogida de energía 1a en las porciones de extremo distal 1d de los agujeros que sobresalen 1c entren en contacto con la superficie del rodillo de transporte de lámina R1, el rodillo de transporte de lámina R1 presenta una incisión 6 formada en el mismo. Cuando las partes que sobresalen 1d formadas mediante el procesamiento de la lámina de recogida de energía 1a en las porciones de extremo distal 1d de los agujeros que sobresalen 1c están presentes en ambas superficies de la lámina de recogida de energía 1a, la incisión 6 se forma en ambos rodillos de transporte R1 y R2.

40 **[0048]** En el método de la presente invención para producir la batería secundaria de litio, después de haberse producido los electrodos positivo y negativo al llevar a cabo el método descrito anteriormente, es posible adoptar métodos conocidos sin limitación llevando a cabo la etapa de formación del grupo de electrodos mediante la superposición de los electrodos positivos y negativos entre sí a través del separador o mediante enrollamiento de los electrodos positivo y negativo a través del separador y la etapa de sumergir el grupo de los electrodos en el electrolito.

45 **[0049]** Puesto que el electrodo que se ha de producir mediante un dispositivo de formación de agente mezclado/procesamiento de lámina de tipo continuo de la presente invención no genera el polvo por corte ni el polvo por descascarado en el procesamiento de la lámina, es posible solucionar la falta de seguridad de la batería secundaria de litio convencional provocada por el cortocircuito interno.

EJEMPLOS

50 Ejemplo 1

[0050] El electrodo positivo de la batería secundaria de litio se produjo con el método descrito anteriormente.

55 **[0051]** Ocho partes en peso de un agente conductor compuesto por una mezcla de carbono conductor y un material fibroso de carbono conductor y ocho partes en peso de un aglutinante que consiste en fluoruro de polivinilideno fueron añadidas a 84 partes en peso de una sustancia activa de electrodo positivo que consiste en fosfato de hierro de litio de tipo olivino cuyas partículas secundarias presentaban diámetros de entre 2 y 3 μm . Se añadió 1-metil-2-pirrolidona a la mezcla obtenida como disolvente de dispersión. Posteriormente, se amasaron

los componentes descritos anteriormente para producir un agente mezclado de electrodo positivo (suspensión de electrodo positivo).

[0052] Se preparó una lámina de aluminio con un grosor de 20 μm y un ancho de 150 mm. Se suministró la lámina de aluminio enrollada alrededor de un rodillo de suministro.

5 **[0053]** La lámina de aluminio extraída del rodillo de suministro fue sometida a procesamiento de formación de agujeros que sobresalen a través de la misma en el dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía 3 del aparato de producción que se muestra en la figura 4. Se formaron los agujeros que sobresalen, presentando cada uno la altura t_1 de 120 μm , que se muestra en la figura 2. Posteriormente, sin intervenir el dispositivo de barra de presión cilíndrica 4, la lámina de aluminio que presenta los agujeros que sobresalen
10 formados a través de la misma fue guiada al dispositivo de recubrimiento 5. La suspensión de electrodo positivo se aplicó a ambas superficies de la lámina de aluminio procesada y se secó. En las etapas de perforación y de recubrimiento, se suministraba la lámina de aluminio sucesivamente desde el rodillo de suministro. Después de finalizar la etapa de formación de perforaciones, la lámina de aluminio fue guiada sucesivamente a la etapa de recubrimiento sin enrollarse la lámina de aluminio. Posteriormente, la lámina de aluminio fue prensada y cortada
15 para obtener el electrodo positivo para la batería secundaria de litio. Cuando se prensó la lámina de aluminio después de que se aplicara la suspensión de electrodo positivo a ambas superficies de la lámina de aluminio y después de que se secara, el grosor total t_0 del electrodo positivo era de 160 μm .

Ejemplo 2

20 **[0054]** El electrodo negativo de la batería secundaria de litio se produjo con un método que se describe a continuación.

[0055] Cinco partes en peso del aglutinante que consiste en el fluoruro de polivinilideno fueron añadidas a 94 partes en peso de polvo de grafito y una parte en peso del agente conductor que consiste en la mezcla del carbono conductor y material fibroso de carbono conductor. Se añadió 1-metil-2-pirrolidona a la mezcla obtenida como disolvente de dispersión. Posteriormente, se amasaron los componentes descritos anteriormente para
25 producir un agente mezclado de electrodo negativo (suspensión de electrodo negativo).

[0056] Se preparó una lámina de cobre con un grosor de 10 μm y un ancho de 150 mm. Se suministró la lámina de cobre enrollada alrededor del rodillo de suministro.

[0057] La lámina de cobre extraída del rodillo de suministro fue sometida al procesamiento de formación de agujeros que sobresalen a través de la misma en el dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía 3 del aparato de producción que se muestra en la figura 4. Se formaron los agujeros que sobresalen, presentando cada uno la altura t_1 de 90 μm , que se muestra en la figura 2. Posteriormente, sin intervenir el dispositivo de barra de presión cilíndrica 4, la lámina de cobre que presenta los agujeros que sobresalen
30 formados a través de la misma fue guiada al dispositivo de recubrimiento 5. La suspensión de electrodo negativo se aplicó a ambas superficies de la lámina de cobre procesada y se secó. En las etapas de perforación y de recubrimiento, se suministraba la lámina de cobre sucesivamente desde el rodillo de suministro. Después de finalizar la etapa de formación de perforaciones, la lámina de cobre fue guiada sucesivamente a la etapa de recubrimiento sin enrollarse la lámina de cobre. Posteriormente, la lámina de cobre fue prensada y cortada para
35 obtener el electrodo negativo para la batería secundaria de litio. Cuando se prensó la lámina de cobre después de que se aplicara la suspensión de electrodos negativos a ambas superficies de la lámina de cobre y después
40 de que se secara, el grosor total t_0 del electrodo negativo era de 120 μm .

Ejemplo 3

[0058] Al utilizar las placas de electrodos positivo y negativo producidas, se produjo una batería de ion-litio de tipo empaquetado de película laminada de aluminio de 4V-10Ah. Como electrolito, se utilizó una solución que contiene 1 mol/l de hexafluorofosfato de litio (LiPF_6) (LiPF_6) disuelta en una solución que contiene EC y MEC
45 mezclados a 30:70 en una proporción de volumen. Una tela tejida, hecha de fibra de resina de PP, con un grosor de 40 μm fue utilizada como aislante para separar los electrodos positivo y negativo entre sí.

[0059] La batería de ion-litio obtenida se cargaba y descargaba excelentemente con una corriente elevada y, por lo tanto, presentaba una durabilidad y seguridad excelentes.

Ejemplo 4

50 **[0060]** En el método de producción del ejemplo 1, después de que la lámina de aluminio se sometiera al procesamiento de formación de agujeros que sobresalen a través de la misma, el dispositivo de barra de presión cilíndrica 4 intervino para empujar una barra de presión cilíndrica 4b contra la lámina de aluminio situada en el rodillo 4a. De esta manera, las porciones de extremo distal de los agujeros que sobresalen se doblaron hacia dentro o hacia fuera con respecto a los agujeros pasantes. Las alturas t_1 de los salientes de la lámina, que se
55 muestran en la figura 2, que se formaron mediante procesamiento de la lámina de aluminio, eran de 150 μm . Con

la excepción del método descrito anteriormente, se llevó a cabo el mismo método que el del ejemplo 1. Se obtuvo un electrodo positivo con un grosor total t_0 de 180 μm .

Ejemplo 5

5 **[0061]** En el método de producción del ejemplo 2, después de que la lámina de cobre se sometiera al procesamiento de formación de agujeros que sobresalen a través de la misma, el dispositivo de barra de presión cilíndrica 4 intervino para empujar la barra de presión cilíndrica 4b contra la lámina de cobre situada en el rodillo 4a. De esta manera, se dobló la porción de extremo distal de cada agujero que sobresale hacia dentro o hacia fuera con respecto al agujero pasante. Las alturas t_1 de los salientes de la lámina, que se muestran en la figura 2, que se formaron mediante procesamiento de la lámina de cobre, eran de 120 μm .
10 descrito anteriormente, se llevó a cabo el mismo método que el del ejemplo 1. Se obtuvo un electrodo negativo con un grosor total t_0 de 140 μm .

Ejemplo 6

15 **[0062]** Al utilizar las placas de electrodos positivo y negativo producidas, se produjo una batería de ion-litio de tipo empaquetado de película laminada de aluminio de 4V-10 Ah. Como electrolito, se utilizó una solución que con 1 mol/l de hexafluorofosfato de litio (LiPF_6) disuelta en una solución con EC y MEC mezclados a 30:70 en una proporción de volumen. Una tela tejida, hecha de fibra de resina de PP, con un grosor de 40 μm fue utilizada como aislante para separar los electrodos positivo y negativo entre sí.

[0063] La batería de ion-litio obtenida se cargaba y descargaba más excelentemente con una corriente elevada que la batería del ejemplo 3 y, por lo tanto, presentaba una durabilidad y seguridad excelentes.

20 Ejemplo comparativo 1

[0064] En los métodos de producción de los ejemplos 1 y 2, después de que las láminas se sometieran al procesamiento de formación de agujeros que sobresalen a través de las mismas, las láminas de recogida de energía se enrollaron alrededor de rodillos, respectivamente. Posteriormente, mediante la utilización de rodillos en los que las láminas de recogida de energía estaban enrolladas como rodillos de suministro de lámina, se produjeron placas de electrodos positivo y negativo con el mismo método que el de los ejemplos 1 y 2.
25

[0065] Se obtuvo una batería de ion-litio con el mismo método que el del ejemplo 3.

[0066] La batería de ion-litio obtenida se cargaba y descargaba excelentemente con una corriente elevada en una fase temprana, pero se produjo un cortocircuito interno en una duración de ciclo y, por lo tanto, presentaba una durabilidad y seguridad inferiores.

30 APLICABILIDAD INDUSTRIAL

[0067] El método de la presente invención para producir la batería secundaria de litio con una gran capacidad y que puede cargarse y descargarse repetidamente con una corriente elevada no genera un fenómeno peligroso, tal como un cortocircuito. Por consiguiente, el método de producción de la presente invención puede aplicarse a la producción de la batería secundaria de litio, que se utiliza para muchos fines en el futuro.

35 EXPLICACIÓN DE SÍMBOLOS Y NÚMEROS DE REFERENCIA

[0068]

1: electrodo positivo o negativo
1a: lámina de recogida de energía de electrodo positivo o electrodo negativo
1b: capa de agente mezclado positivo o negativo
40 1d: parte que sobresale
1d': ejemplo de configuración doblada de porción de extremo distal de parte que sobresale
2: aparato de producción de electrodos
3: dispositivo de procesamiento de lámina compuesto por troquel
4: dispositivo de barra de presión cilíndrica
45 5: dispositivo de recubrimiento
6: incisión

REIVINDICACIONES

1. Método para producir una batería secundaria de litio, que comprende:
 - una etapa de producción de electrodos de producción de un electrodo positivo y un electrodo negativo;
 - 5 una etapa de formación de un grupo de electrodos mediante superposición de dicho electrodo positivo y dicho electrodo negativo uno sobre el otro a través de un separador, o enrollamiento de dicho electrodo positivo y dicho electrodo negativo a través de un separador; y
 - una etapa de sumersión de dicho grupo de dichos electrodos en un electrolito,
 - 10 donde dicha etapa de producción de electrodos presenta una etapa de perforación de formación de una pluralidad de agujeros pasantes (1c) que penetran una lámina de recogida de energía (1a) y que presentan partes que sobresalen (1d) proyectadas desde al menos una superficie trasera de dicha lámina de recogida de energía (1a) y una etapa de formación de agente mezclado de electrodo de formación de una capa de agente mezclado de electrodo en dicha lámina de recogida de energía (1a) a través de la que dichos agujeros pasantes (1c) han sido formados; **caracterizado por que**
 - 15 después de la finalización de dicha etapa de perforación de formación de una pluralidad de agujeros pasantes, dicha etapa de formación de agente mezclado de electrodo se lleva a cabo sin enrollar dicha lámina de recogida de energía (1a) a través de la que dicha pluralidad de agujeros pasantes (1c) han sido formados; y
 - 20 donde un transporte intermitente generado en dicha etapa de perforación de formación de dicha pluralidad de agujeros pasantes se devuelve a un transporte sucesivo mediante rodillos de transporte (R3).
2. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con la reivindicación 1, donde en dicha etapa de perforación, dichos agujeros pasantes (1c) se forman mediante perforación a través de dicha lámina de recogida de energía (1a).
- 25 3. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con la reivindicación 2, donde en dicha etapa de perforación de formación de dicha pluralidad de agujeros pasantes (1c), los punzones (3a) y los troqueles (3b) se ensamblan entre sí y dicha lámina de recogida de energía (1a) queda atrapada entre un troquel superior y un troquel inferior mediante la utilización de un dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía (3) formado por dichos punzones (3a) formados en una superficie de tope de cada uno de dicho troquel superior y dicho troquel inferior y troqueles (3b) donde las porciones cóncavas presentando cada una una profundidad más larga que una longitud vertical de cada uno de dichos punzones que sobresalen (3a) están formadas en otra superficie de tope de cada uno de dicho troquel superior y dicho troquel inferior.
- 30 4. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con la reivindicación 3, donde los diámetros de una pluralidad de dichos agujeros pasantes (1c) son de entre 50 y 150 μm ; las alturas de dichas partes que sobresalen (1d) son de entre 50 y 400 μm ; y una distancia entre los agujeros pasantes adyacentes (1c) es de entre 300 y 2000 μm .
- 35 5. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, donde dichos agujeros pasantes presentan una configuración cónica.
- 40 6. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con la reivindicación 1, donde ambas partes laterales de dicha lámina de recogida de energía (1a) en una dirección de ancho de la misma son porciones planas donde no se forma una pluralidad de dichos agujeros pasantes (1c).
7. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha lámina de recogida de energía (1a) es una lámina de aluminio o una lámina de cobre.
- 45 8. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con la reivindicación 1, donde después de finalizar dicha etapa de formación de perforaciones, dicha lámina de recogida de energía (1a) es transportada sin contacto entre dichas partes que sobresalen (1d) y el equipo de transporte de lámina de recogida de energía antes de llevarse a cabo dicha etapa de formación de agente mezclado de electrodo.
- 50 9. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con la reivindicación 1, presentando una etapa de procesamiento de dicha lámina de recogida de energía (1a) para doblar un extremo distal de cada una de dichas partes que sobresalen (1d) hacia dentro o hacia fuera con respecto a dicho agujero pasante después de finalizar dicha etapa de formación de perforaciones.
- 55 10. Método para producir una batería secundaria de litio de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha etapa de formación de agente mezclado incluye una etapa de formación de una capa de agente

mezclado de electrodo positivo o una capa de agente mezclado de electrodo negativo en ambas superficies laterales de dicha lámina de recogida de energía (1a) donde dichos agujeros que sobresalen se forman y una etapa de secado de dicho agente mezclado de electrodo positivo o dicho agente mezclado de electrodo negativo con un horno de secado.

- 5 **11.** Aparato para producir una batería secundaria de litio, que comprende: un dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía (3) para producir un electrodo positivo y un electrodo negativo; donde dicho dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía (3) está dispuesto para:

10 llevar a cabo una etapa de perforación de formación de una pluralidad de agujeros pasantes (1c) que penetran una lámina de recogida de energía (1a) y que presentan partes que sobresalen (1d) proyectadas desde al menos una superficie trasera de dicha lámina de recogida de energía (1a); y un dispositivo de recubrimiento (5) para formar una capa de agente mezclado de electrodo en dicha lámina de recogida de energía (1a) a través de la que dicha se han formado dichos agujeros pasantes (1c), de tal forma que después de la finalización de dicha etapa de perforación de formación de una pluralidad de agujeros pasantes, dicha etapa de formación de agente mezclado de electrodo se lleva a cabo sin enrollar dicha lámina de recogida de energía (1a) a través de la que dicha pluralidad de agujeros pasantes (1c) han sido formados; y rodillos de transporte (R3), donde un transporte intermitente generado en dicha etapa de perforación de formación de dicha pluralidad de agujeros pasantes se devuelve a un transporte sucesivo mediante los rodillos de transporte (R3).

- 20 **12.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, donde dichos agujeros pasantes (1c) son formados mediante perforación de dicha lámina de recogida de energía (1a)

- 25 **13.** Aparato de acuerdo con la reivindicación 12, donde en el dispositivo de procesamiento (3) para formar dicha pluralidad de agujeros pasantes (1c), los punzones (3a) y los troqueles (3b) se ensamblan entre sí y dicha lámina de recogida de energía (1a) queda atrapada entre un troquel superior y un troquel inferior del dispositivo de procesamiento de lámina de recogida de energía (3) formado por dichos punzones (3a) formados en una superficie de tope de cada uno de dicho troquel superior y dicho troquel inferior y troqueles (3b) donde las porciones cóncavas presentando cada una una profundidad más larga que una longitud vertical de cada uno de dichos punzones que sobresalen (3a) están formadas en otra superficie de tope de cada uno de dicho troquel superior y dicho troquel inferior.

Fig.1

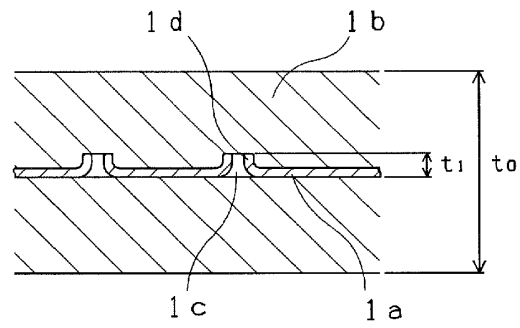


Fig.2

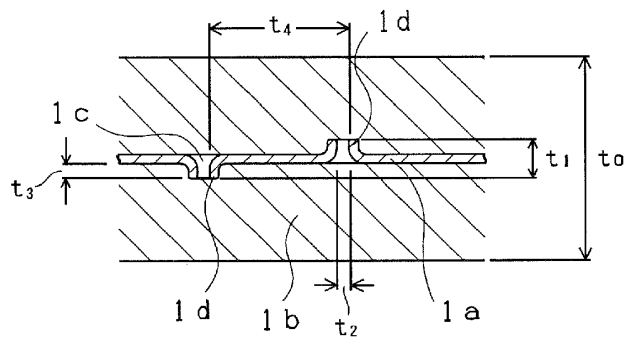


Fig.3

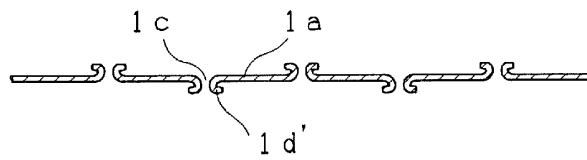


Fig.4

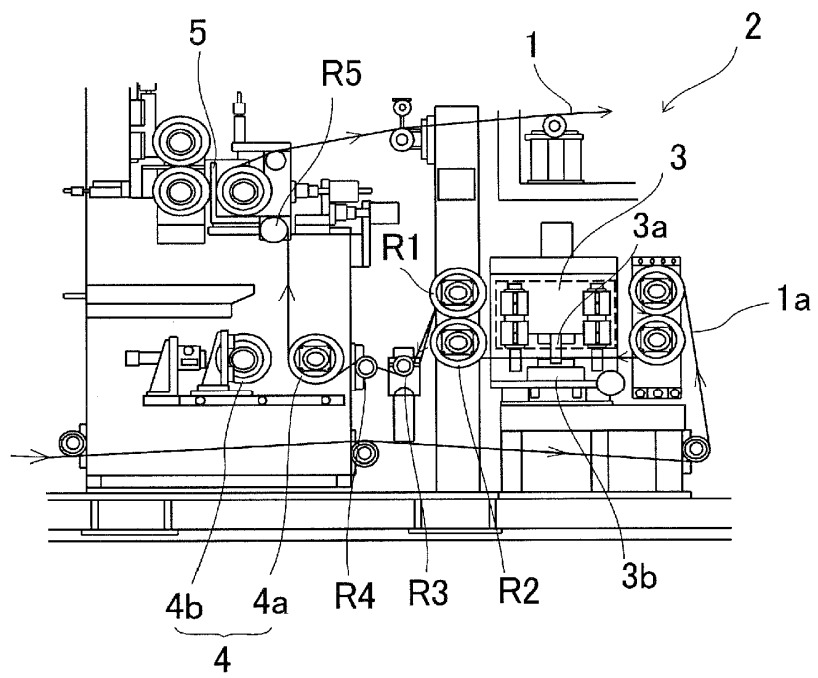


Fig.5

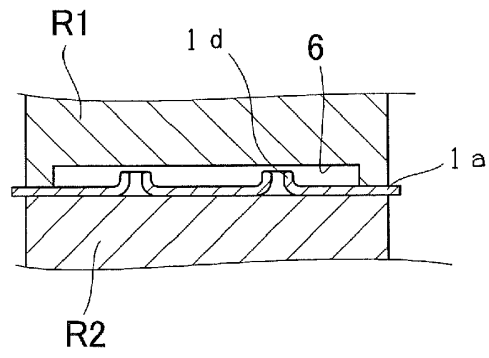


Fig.6

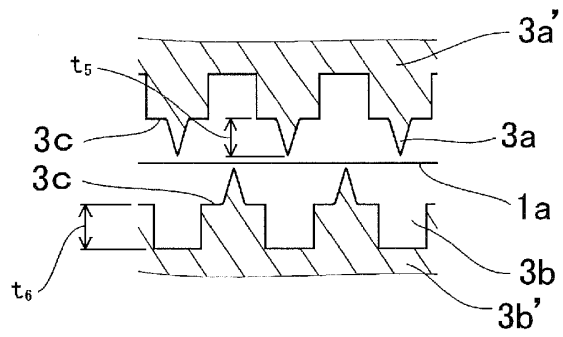


Fig. 7

