

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 862**

51 Int. Cl.:

H01M 4/66

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2020** **PCT/EP2020/054907**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2020** **WO20173940**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2020** **E 20707247 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3931895**

54 Título: **Lámina de aluminio para electrodos de batería y procedimiento para la producción**

30 Prioridad:

25.02.2019 DE 102019104721

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

16.11.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DENKMANN, VOLKER;
KEMPER, BERND;
DRAESE, STEPHAN;
SEIFERTH, OLIVER y
SIMMER, JAN**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 953 862 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 aluminio para electrodos de batería y procedimiento para la producción

- 5 La invención se refiere a una lámina de aluminio para electrodos de batería, en donde la lámina de aluminio está constituida por una aleación del tipo AA 1xxx, AA 3xxx y/o AA 8xxx y en donde la lámina de aluminio presenta un estado solidificado en frío. La invención se refiere además a un procedimiento para la producción de una lámina de aluminio para electrodos de batería.
- 10 Las baterías tal como baterías de iones litio se usan en particular como medio de almacenamiento para energía eléctrica en la electromovilidad. La capacidad de tales baterías depende de la velocidad y la eficacia de los procesos de transporte de carga y masa durante la descarga y carga de las baterías. Los procesos de transporte se determinan entre otras cosas por la estructura de los electrodos en la batería.
- 15 Los electrodos y en particular los cátodos comprenden con frecuencia un sustrato de una lámina de metal, que presenta adicionalmente un revestimiento de electrodo o bien una masa de cátodo en la superficie. Los procesos químico-físicos en la superficie límite entre el sustrato y el revestimiento de electrodo han resultado en este sentido decisivos para la capacidad de la batería. Para la mejora de las propiedades de la batería deben adaptarse, por tanto, las propiedades de superficie del sustrato en cuanto a una capacidad de adhesión óptima del revestimiento de electrodo así como un contacto lo más seguro posible.
- 20

Las láminas de aluminio para su uso en electrodos de batería, que sirven como sustrato en electrodos, se producen normalmente a través de un proceso de laminación. Las láminas de aluminio se humedecen durante el proceso de laminación por regla general con un lubricante refrigerante, para reducir el rozamiento en el espacio entre cilindros, enfriar el aluminio y los cilindros, reducir el desgaste de los cilindros, evitar que quede adherido el producto a laminar durante la laminación.

25

Si se realiza un revestimiento de la lámina de aluminio con un material de electrodo en el estado solidificado en frío, grasiento para la laminación, la ocupación residual de la superficie con el lubricante refrigerante y otros residuos procedentes del proceso de laminación tal como por ejemplo partículas, abrasión y productos de reacción puede conducir a problemas de humectación y problemas de adherencia del revestimiento de electrodo sobre la lámina de aluminio. Además, la distribución del lubricante refrigerante sobre la superficie de la lámina de aluminio tras la laminación puede ser fuertemente irregular, de modo que se forman secciones con ocupación de lubricante refrigerante localmente excesiva, en la que no es posible un revestimiento ni un contacto óptimos.

30

Para el uso de láminas de aluminio para baterías debía reducirse o bien eliminarse por tanto el lubricante antes del revestimiento con el revestimiento de electrodo. Para ello, por ejemplo, puede someterse a recocido la lámina de aluminio a bajas temperaturas para evaporar o bien oxidar el lubricante refrigerante que queda, con lo que se ablanda la lámina de aluminio. Sin embargo, sobre todo durante el recocido con temperaturas bajas existe el riesgo de que queden residuos del lubricante refrigerante sobre la lámina de aluminio y de ese modo sea problemático un procesamiento posterior, por ejemplo un revestimiento. En particular, tras el recocido puede producirse además una humectabilidad fuertemente variable localmente debido a una ocupación irregular con lubricante refrigerante. También, mediante el calentamiento de la lámina de aluminio puede crecer la capa de óxido en la superficie, en donde en particular en las zonas de borde se produce un espesor más alto de la capa de óxido. Mediante las diferencias en el espesor de la capa de óxido, tras el calandrado del revestimiento de electrodo pueden producirse distintas resistencias de contacto en la superficie límite con respecto a la lámina de aluminio. Adicionalmente, con el recocido se produce un considerable gasto de tiempo, en donde en particular a bajas temperaturas son necesarios tiempos de recocido largos para el desengrasado y se producen costes elevados.

35

40

45

También pueden desengrasarse químicamente las láminas de aluminio para acondicionar la superficie para un revestimiento. Para ello se elimina el lubricante refrigerante en un desengrasado decapante y se disuelve la capa de óxido de laminación. Durante el proceso de lavado siguiente se produce una capa de hidróxido porosa más gruesa en la superficie de la lámina de aluminio. Estas láminas de aluminio acondicionadas de manera correspondiente se caracterizan por propiedades de superficie homogéneas y por altas humectabilidades, con lo que las láminas son adecuadas también para un revestimiento con suspensiones a base de agua. En este desengrasado químico se producen, sin embargo, también costes de proceso comparativamente altos.

50

55

Como tratamiento superficial alternativo para el desengrasado y acondicionamiento de la superficie puede realizarse una desengrasado a la llama de la lámina de aluminio. Sin embargo, las altas entradas de energía necesarias con el desengrasado a la llama pueden conducir a un ablandamiento indeseado de la lámina de aluminio y a un crecimiento significativo de la capa de óxido, de lo que sigue un peor contacto de la superficie de la lámina de aluminio. Resultados similares resultan mediante un tratamiento NIR y un tratamiento de plasma.

60

El documento CN 106 623 426 B divulga un procedimiento para la mejora de la tensión de humectación de la lámina de aluminio con tratamiento corona de múltiples etapas.

65

Por el documento KR 101 850 645 B1 se conoce un colector para un cátodo de una batería de litio y un procedimiento de producción para el colector.

El documento US 2004/0091773 A1 divulga un cátodo para una batería de litio que está constituido por una lámina de aluminio y un material de cátodo activo.

El objetivo de la presente invención es indicar una lámina de aluminio para electrodos de batería, cuya superficie pueda acondicionarse de manera económica, en donde se consiga una superficie comparativa con buena adherencia para distintos tipos de revestimientos de electrodo y se posibilite al mismo tiempo un contacto eléctrico eficaz con el revestimiento de electrodo. Además, la superficie generada debía presentar una buena estabilidad frente a la corrosión contra el electrolito usado en un elemento de batería. Para la solución de este objetivo debe indicarse además un procedimiento para producir una lámina de aluminio para electrodos de batería.

De acuerdo con la enseñanza de la invención se soluciona este objetivo con una lámina de aluminio según la reivindicación 1, su uso según la reivindicación 7 y con un procedimiento según la reivindicación 8.

La superficie de la lámina de aluminio se ha desengrasado al menos parcialmente con un tratamiento corona y la lámina de aluminio presenta una tensión superficial de al menos 34 mN/m.

Ha resultado que, por ejemplo, a través de un tratamiento corona de alta densidad de energía dosificado de manera dirigida puede conseguirse una superficie óptima de la lámina de aluminio para un uso como sustrato en un electrodo de una batería. Mediante esta dosificación dirigida de la densidad de energía pueden controlarse además las propiedades de la superficie de manera muy exacta y por consiguiente pueden adaptarse para distintos revestimientos de electrodo.

La superficie de la lámina de aluminio acondicionada presenta en este sentido una topografía ventajosa del proceso de laminación así como una ocupación del lubricante refrigerante lo más baja posible. En particular se realiza un acondicionamiento de la superficie, que reduce la proporción de lubricante refrigerante en la superficie, sin que el espesor de la capa de óxido natural crezca notablemente.

Con el uso como sustrato se reviste la lámina de aluminio normalmente en un procedimiento de colada por ranura. Para un ajuste lo más exacto posible del espesor de película húmeda y de la anchura de revestimiento así como para conseguir un revestimiento homogéneo es necesaria una buena humectabilidad de la superficie de la lámina de aluminio con una suspensión del revestimiento de electrodo (con una suspensión o bien lodo). La humectabilidad depende en este sentido de las tensiones superficiales de la suspensión y de la lámina de aluminio, en donde la tensión superficial de la lámina de aluminio es ventajosamente más alta que la tensión superficial de la suspensión. Con un tratamiento corona con una densidad de energía definida puede ajustarse de manera segura de procedimiento la tensión superficial de la lámina de aluminio sin un crecimiento de la capa de óxido y también puede influirse a través de la selección específica del aporte de energía de manera que la superficie de la lámina de aluminio sea adecuada para distintas composiciones de suspensiones.

En particular se realiza en este sentido, además de una reducción de la ocupación residual con lubricantes refrigerantes, una activación de la superficie. De ello se deriva una adherencia inicial especialmente buena en el revestimiento de electrodo.

Mediante esta forma del acondicionamiento de superficie se consigue además a diferencia de un decapado de la superficie un mantenimiento de la capa de óxido de laminación homogénea y comparativamente delgada. Esta estructura de la capa de óxido permite una penetración eficaz de la capa de óxido a través de un componente activo del material de electrodo, con lo que se garantiza una buena conexión eléctrica de la lámina de aluminio en la batería. La presente capa de óxido comparativamente densa permite una buena pasivación y con ello una alta protección frente a la corrosión de la lámina de aluminio. La lámina de aluminio de acuerdo con la invención es adecuada mediante la topografía específica del proceso de laminación y el bajo espesor de la capa de óxido tras el tratamiento superficial también de manera excelente para la soldadura por ultrasonidos.

Ha resultado que con este acondicionamiento de la superficie no se produzca esencialmente ningún ablandamiento de la lámina de aluminio. La lámina de aluminio presenta, por tanto, ventajosamente un estado solidificado en frío, con lo que se diferencia la lámina de aluminio de acuerdo con la invención por la estructura solidificada en frío de láminas de aluminio para electrodos de batería que se acondicionan por ejemplo a través de un tratamiento térmico o un desengrasado a la llama.

La lámina de aluminio se alimenta en este sentido preferentemente a partir del estado engrasado por laminación, solidificado en frío directamente al tratamiento corona. La superficie de la lámina de aluminio se ajusta, además del proceso de laminación, mediante el tratamiento corona y no experimenta en particular ningún tratamiento térmico, desengrasado a la llama y/o desengrasado químico.

La tensión superficial de la lámina de aluminio puede ajustarse a través de la dosificación de la densidad de energía

durante el acondicionamiento de la superficie específicamente para diversos tipos de revestimientos de electrodo. En particular se ajusta la tensión superficial de la lámina de aluminio a través de la dosificación de la densidad de energía de manera que la tensión superficial de la lámina de aluminio sea más alta que la tensión superficial de la suspensión del revestimiento de electrodo.

5

La tensión superficial de suspensiones correspondientes se determina entre otras cosas mediante los disolventes, en donde con frecuencia no se usa NMP polar con adiciones opcionales para materiales de electrodo. Debido a la acción perjudicial para la salud y explosiva de NMP se intenta, sin embargo, reducir las proporciones de NMP, lo que va unido sin embargo a un aumento de la tensión superficial de las suspensiones. Sorprendentemente ha resultado que con la lámina de aluminio de acuerdo con la invención pueden ajustarse tensiones superficiales comparativamente altas de la lámina de aluminio, de modo que la lámina de aluminio de acuerdo con la invención puede usarse también con suspensiones con bajos contenidos en NMP e incluso suspensiones puramente a base de agua.

10

La tensión superficial puede controlarse con buena precisión a través de la densidad de energía introducida con el tratamiento corona. En particular se ajusta una tensión superficial de 34 mN/m a 44 mN/m o de 37 mN/m a 44 mN/m para la lámina de aluminio, en donde con ello se consiguen buenos resultados de revestimiento con densidad de energía optimizada.

15

En una configuración de la invención, el ángulo de contacto en la prueba de gota sobre la superficie de la lámina de aluminio asciende a de 85° a 45°. Con la prueba de gota se coloca una gota de agua completamente desalinizada con un volumen de gota de 5 µl sobre la superficie de la lámina de aluminio. En condiciones de clima ambiente (21 +/-2 °C, 50 +/- 10 % de humedad del aire) se determina el ángulo de contacto de la gota con el aparato medidor del ángulo de contacto Drop Shape Analyzer DSA10, que puede obtenerse comercialmente por la empresa Krüss. El ángulo de contacto en la prueba de gota es otro indicador de la humectabilidad y con ello la idoneidad de la lámina de aluminio para un uso como sustrato en electrodos de batería, en donde ángulos de contacto más pequeños indican una mejor humectabilidad. Con ángulos de contacto en la prueba de gota de 85° a 45° pueden usarse de manera segura de procedimiento una pluralidad de suspensiones para la lámina de aluminio. En particular en el intervalo de 55° a 85° y en el intervalo de 65° a 80° se consiguen buenos resultados.

20

25

Junto a la tensión superficial es ventajosa para el resultado del revestimiento además una eliminación de la ocupación de lubricante refrigerante residual de la facilitación de la lámina de aluminio. Para ello, en una forma de realización, la superficie de la lámina de aluminio presenta un contenido residual de C de 1,0 mg/m² a 3,0 mg/m². Los valores del contenido residual de C se refieren a los dos lados de la lámina de aluminio, de modo que ha de aplicarse por cada superficie principal de la lámina de aluminio la mitad de estos valores. El contenido residual de C es aproximadamente proporcional a la ocupación del lubricante refrigerante. Con el tratamiento corona pueden ajustarse adicionalmente contenidos residuales reducidos de C para mejorar adicionalmente el resultado de revestimiento. El contenido residual de C puede ascender en particular a de 1,0 mg/m² a 2,7 mg/m² o idealmente a de 1,0 mg/m² a 2,0 mg/m².

30

35

Ha resultado ventajoso para la adherencia del revestimiento de electrodo sobre la superficie de la lámina de aluminio también una topografía de superficie específica. La topografía de superficie se determina decisivamente mediante la sección pulida de los cilindros de trabajo durante la laminación acabadora, en donde esta topografía de superficie se mantiene también tras el acondicionamiento de la superficie. Si la superficie de la lámina de aluminio presenta una rugosidad de superficie Sa de 0,07 µm a 0,12 µm, entonces se produce una capacidad de adhesión especialmente buena también por distintos materiales de electrodo.

40

45

Además, una superficie ventajosa de una lámina de aluminio presenta una rasgadura transversal específica del 0,3 % al 3,0 %. La rasgadura transversal se indica a través de la proporción superficial que se ocupa por cavidades o bien ranuras (transversales) con una profundidad mínima de 0,5 µm con respecto a la altura de superficie media, en donde estas cavidades presentan un diámetro de extensión de al menos 5 µm. El intervalo indicado de la rasgadura transversal ha resultado especialmente ventajoso para la adherencia de un revestimiento de electrodo.

50

Ha resultado además que la superficie de la lámina de aluminio debido al tratamiento corona no pasa por ninguna oxidación adicional notable. La superficie de la lámina de aluminio puede presentar, en una forma de realización, una capa de óxido con un espesor de 1,0 nm a 4,0 nm, con lo que debido al espesor comparativamente bajo de la capa de óxido puede conseguirse un buen contacto de la lámina de aluminio con el material de electrodo. Para el contacto han dado buen resultado espesores de 2,0 nm a 4,0 nm, en donde espesores de capa de óxido de 1,5 nm a 3,5 nm y de 1,0 nm a 3,0 nm pueden conducir a una mejora adicional del contacto.

55

Los valores indicados anteriormente, que pueden generarse de manera dirigida en el proceso de laminación y en el tratamiento superficial para la tensión superficial, el ángulo de contacto, el contenido residual de C, la rugosidad de superficie, la rasgadura transversal y/o el espesor de la capa de óxido, se consideran por ejemplo valores medios a través de una superficie principal de la lámina de aluminio y caracterizan con ello la superficie de una lámina de electrodo de batería.

60

A través del acondicionamiento puede ajustarse una superficie especialmente uniforme en cuando a estas propiedades. En una forma de realización, la diferencia de la tensión superficial, del contenido residual de C, de la

65

rugosidad de superficie y/o el espesor de la capa de óxido a través de la anchura de una superficie principal de la lámina de aluminio asciende como máximo al 10 % del respectivo valor medio, con lo que se encuentran propiedades de superficie especialmente homogéneas.

En otra configuración, la lámina de aluminio presenta una capa de pasivación, con lo que se impide una corrosión en la superficie límite entre el aluminio y el electrolito. Con el tratamiento superficial se consiguen buenas propiedades de pasivación de la lámina de aluminio, de modo que pueden formarse en particular con los componentes de electrolito del elemento de batería capas de pasivación (por ejemplo, que comprenden AlF_3) para la mejora de la protección frente a la corrosión.

En una siguiente configuración de la invención está dispuesto un revestimiento de electrodo al menos sobre una sección de la superficie de la lámina de aluminio. Un revestimiento de electrodo de este tipo comprende en particular al menos un óxido de metal, por ejemplo un óxido de litio-cobalto(III). Con el revestimiento de electrodo está configurada la lámina de aluminio en particular como material de cátodo.

De acuerdo con una segunda enseñanza de la invención se soluciona este objetivo con un procedimiento para la producción de una lámina de aluminio para electrodos de batería, en donde el procedimiento comprende: facilitar una lámina de aluminio de una aleación del tipo AA1xxx, AA 3xxx y/o AA 8xxx a través de un proceso de laminación; y tratar la superficie de la lámina de aluminio en el estado solidificado en frío a través de un tratamiento corona, en donde se ajusta una tensión superficial de al menos 34 mN/m. En particular se produce con el procedimiento de acuerdo con la segunda enseñanza una lámina de aluminio de acuerdo con la primera enseñanza.

La facilitación de la lámina de aluminio a través de un proceso de laminación puede comprender una o varias pasadas de laminación en caliente y/o de laminación en frío. Para ello puede colarse directamente un tocho de laminación o puede realizarse una colada de banda con posterior laminación. La lámina de aluminio se alimenta tras una laminación acabadora al tratamiento corona, en donde se encuentra la lámina de aluminio en el estado solidificado en frío. Mediante el tratamiento corona no se produce esencialmente ningún ablandamiento de la lámina de aluminio, de modo que el estado de estructura solidificado en frío se conserva esencialmente también tras el tratamiento superficial.

En una forma de realización se alimenta la lámina de aluminio también en el estado engrasado por laminación al tratamiento superficial, es decir, no se realizan en particular otras etapas de desengrasado tal como un recocido de desengrasado, un desengrasado a la llama o un decapado en la lámina de aluminio. El tratamiento superficial tras el proceso de laminación consiste por consiguiente en particular únicamente en el tratamiento corona. Sin embargo es concebible también que se realicen otros métodos para el acondicionamiento de la superficie en combinación con un tratamiento corona, en donde con los otros métodos se conserva el estado solidificado en frío.

La lámina de aluminio está constituida por una aleación del tipo AA 1xxx, AA 3xxx y/o AA 8xxx. Las aleaciones de aluminio del tipo AA 1xxx originan, debido a las bajas proporciones de aditivos de aleación, procesos químicos indeseados sólo muy bajos entre el revestimiento de electrodo y la superficie de la lámina de aluminio y presentan con ello sólo bajos efectos de corrosión. En este sentido pueden usarse entre otras cosas aleaciones del tipo AA 1050, AA 1100, AA 1200 o AA 1085, que pueden presentar parámetros mecánicos mejorados en comparación con el aluminio puro. Las propiedades mecánicas pueden mejorarse adicionalmente a través del uso de aleaciones del tipo AA 3xxx así como AA 8xxx.

En particular se realiza el tratamiento corona en la superficie de la lámina de aluminio de manera continua, con lo que se consiguen una estructura especialmente homogénea de la superficie y una alta rentabilidad. Por ejemplo, se realiza el tratamiento corona en la banda. Para ello puede estar conectado posteriormente el tratamiento corona a la última caja de laminación del proceso de laminación. Igualmente es posible que el tratamiento corona en la superficie de una lámina de aluminio en forma de banda se trate en un proceso reel-to-reel.

Con la densidad de energía usada en el tratamiento corona puede influirse esencialmente en la tensión superficial de la lámina de aluminio. Ha resultado que en particular se encuentra una dependencia aproximadamente lineal de la tensión superficial de la densidad de energía en el tratamiento corona. El tratamiento corona se realiza de acuerdo con la invención con una densidad de energía de 20 Wmin/m² a 130 Wmin/m², con lo que pueden ajustarse tensiones superficiales adecuadas para distintos materiales de electrodo. Con una densidad de energía de 20 Wmin/m² a 130 Wmin/m² pueden realizarse tensiones superficiales adecuadas de 34 mN/m a 44 mN/m.

En el marco de la invención ha resultado que también tales densidades de energía comparativamente altas pueden usarse en un tratamiento corona de una lámina de aluminio. En particular, con densidades de energía más altas puede estar previsto un equipo de refrigeración, que enfría la lámina de aluminio antes, durante y/o tras el tratamiento corona para evitar un ablandamiento.

En una configuración comprende el procedimiento además: revestir la superficie tratada de la lámina de aluminio con un revestimiento de electrodo. El revestimiento se realiza en particular en el procedimiento de colada por ranura, en donde la lámina de aluminio acondicionada mediante un tratamiento corona se humedece con una suspensión y se calandra. En particular, mediante el tratamiento corona obtiene la lámina de aluminio una superficie especialmente

uniforme y humectable para un recubrimiento por colada por ranura con material de electrodo.

En una forma de realización del procedimiento se usa una suspensión con bajos contenidos en NMP o bien disolventes comparables. En particular, la suspensión se basa en agua, es decir en particular se basa la suspensión predominantemente en agua o totalmente en agua. La suspensión está en particular libre de NMP. Con el tratamiento corona de la lámina de aluminio puede aumentarse la tensión superficial de la lámina de aluminio de manera que pueden usarse para el revestimiento de manera segura de procedimiento también suspensiones a base de agua.

En una forma de realización del procedimiento se selecciona la densidad de energía del tratamiento corona de manera que la tensión superficial de la lámina de aluminio sea al menos tan alta como la tensión superficial de una suspensión del revestimiento de electrodo. Con ello se garantiza una buena humectación de la superficie de la lámina de aluminio también en caso de distintos sistemas de suspensión. La humectación puede mejorarse además debido a que la densidad de energía del tratamiento corona se selecciona de manera que la tensión superficial de la lámina de aluminio sea al menos 3 mN/m más alta o al menos 5 mN/m más alta que la tensión superficial de la suspensión del revestimiento de electrodo.

Las configuraciones de la presente invención a modo de ejemplo descritas previamente en esta descripción deben entenderse también divulgadas en todas las combinaciones entre sí. En particular, las configuraciones a modo de ejemplo deben entenderse divulgadas en relación a las distintas enseñanzas. Las configuraciones de características de procedimiento de acuerdo con la segunda enseñanza deben referirse en particular también a posibles configuraciones de la lámina de aluminio de acuerdo con la primera enseñanza y a la inversa.

Otras configuraciones y ventajas de la invención pueden deducirse en la siguiente descripción detallada de algunas formas de realización a modo de ejemplo de la presente invención, en particular en conexión con el dibujo. El dibujo muestra en

la figura 1 una representación del ángulo de contacto en la prueba de gota dependiendo de la densidad de energía;
la figura 2 una representación de la tensión superficial dependiendo de la densidad de energía y
la figura 3 una representación del ángulo de contacto en la prueba de gota a través de la anchura de una lámina de aluminio de acuerdo con la invención.

En una serie de ensayos se acondicionaron superficies de lámina de aluminio de una aleación del tipo AA 1100 a través de un tratamiento corona y se determinó en una prueba de gota la tensión superficial. Las láminas de aluminio se alimentaron en este sentido desde el estado solidificado en frío, engrasado por laminación sin recocido posterior o desengrasado químico directamente al tratamiento corona. Durante la laminación se usó un aceite de laminación con un intervalo de punto de ebullición de 220 °C a 240 °C de acuerdo con la norma DIN EN ISO 3405.

La densidad de energía aplicada sobre la superficie se varió, en donde la figura 1 muestra una representación del ángulo de contacto en la prueba de gota dependiendo de la densidad de energía. El ángulo de contacto se determinó con agua completamente desalinizada con un volumen de gota de 5 µl por medio del aparato medidor de ángulo de contacto Drop Shape Analyzer DSA10, que puede obtenerse comercialmente por la empresa Krüss. El tratamiento corona se basaba en una potencia de 5 kW, en donde el tratamiento corona se realizó de manera continua. Los puntos de medición representados en la figura 1 son valores medios de mediciones individuales en cada caso en cuatro posiciones en ambos lados o bien superficies principales de la lámina de aluminio, en donde para cada posición se determinaron al menos 10 valores de medición.

A partir de la figura 1 puede distinguirse que aproximadamente se encuentra una relación lineal entre el ángulo de contacto y la densidad de energía. La figura 2 muestra de manera correspondiente una representación de la tensión superficial OFS dependiendo de la densidad de energía para la misma serie de ensayos y las muestras "B" a "H". A este respecto, en el caso de las muestras "B", "C" y "H" se trata de muestras no de acuerdo con la invención con una tensión superficial fuera del intervalo de al menos 34 mN/m a 44 mN/m y en el caso de las muestras "D" a "G" se trata de muestras de acuerdo con la invención con una tensión superficial en el intervalo de al menos 34 mN/m a 44 mN/m.

La muestra "A" sirvió como muestra de comparación sin tratamiento corona, en donde el alto ángulo de contacto de aproximadamente 105° indica una humectabilidad más bien mala. La tensión superficial de la muestra "A" se encontraba claramente por debajo de 34 mN/m.

Ya para la muestra "B", que se trató con un tratamiento corona con una densidad de energía de 32 Wmin/m², se mostró en la prueba de gota un ángulo de contacto de casi 90°. El ángulo de contacto para las muestras "C" a "H" pudo reducirse adicionalmente con densidad de energía creciente o bien la tensión superficial pudo aumentar. La muestra "H" consiguió en este sentido un valor de 50 mN/m para la tensión superficial. Con correspondientes tensiones superficiales puede conseguirse una buena humectabilidad con una suspensión durante el revestimiento de la lámina de aluminio, de manera que se garantiza una excelente capacidad de adhesión del material de electrodo con una aplicación uniforme del revestimiento.

La capacidad de adhesión sobre la lámina de aluminio de acuerdo con la invención se mejora adicionalmente debido a que la superficie de las láminas de aluminio de acuerdo con la invención presentaba únicamente un contenido residual de C de 1,0 mg/m² a 3,0 mg/m² y en particular de 1,0 mg/m² a 2,0 mg/m². La muestra de comparación "A" engrasada por laminación presentaba por el contrario un contenido residual de C de más de 4,0 mg/m². Con el tratamiento corona se produjo en consecuencia un desengrasado eficaz de la superficie de la lámina de aluminio.

Para la determinación de la capacidad de adhesión del revestimiento se determinó tras el revestimiento y el secado mediante una prueba de adhesión en el ensayo de escarpado. Para las muestras "B" a "H" resultó en este sentido una buena capacidad de adhesión del material de electrodo. Las muestras "D" a "G" de acuerdo con la invención consiguieron una buena capacidad de adhesión del material de electrodo en el ensayo de escarpado.

A través de la variación de la densidad de energía del tratamiento corona puede adaptarse además, tal como es evidente a partir de la figura 2, la tensión superficial de manera específica al revestimiento que va a usarse, en donde en particular se selecciona la densidad de energía de modo que la tensión superficial de la lámina de aluminio sea al menos tan alta como la tensión superficial de la suspensión.

A través del tratamiento corona se consigue además una estructura especialmente uniforme por la superficie de la lámina de aluminio. La figura 3 muestra para ello una representación del ángulo de contacto en la prueba de gota a través de la anchura de una lámina de aluminio de acuerdo con la invención, en donde se midió el ángulo de contacto en la muestra "G" de la serie de ensayos anteriormente descrita. Las desviaciones del ángulo de contacto a través de la anchura de la lámina de aluminio son en este sentido muy bajas y se encuentran por debajo del 10 % del valor medio.

Para la muestra "H", que se acondicionó con la densidad de energía más alta en el tratamiento corona, se midió el espesor de la capa de óxido. El espesor de la capa de óxido se determinó por medio de una medición IR, en donde la extinción de los grupos AlO en el intervalo de aproximadamente 950 cm⁻¹ se consultó como rasgo característico para el espesor de capa de óxido. En el caso de la muestra "H" resultaron en este sentido valores entre 2,5 nm y 2,7 nm con un valor medio de 2,6 nm para el espesor de la capa de óxido. Estos valores corresponden al espesor de la capa de óxido de la muestra de comparación "A" no tratada. En consecuencia, con el tratamiento corona también con altas densidades de energía no pudo detectarse ningún crecimiento notable de la capa de óxido.

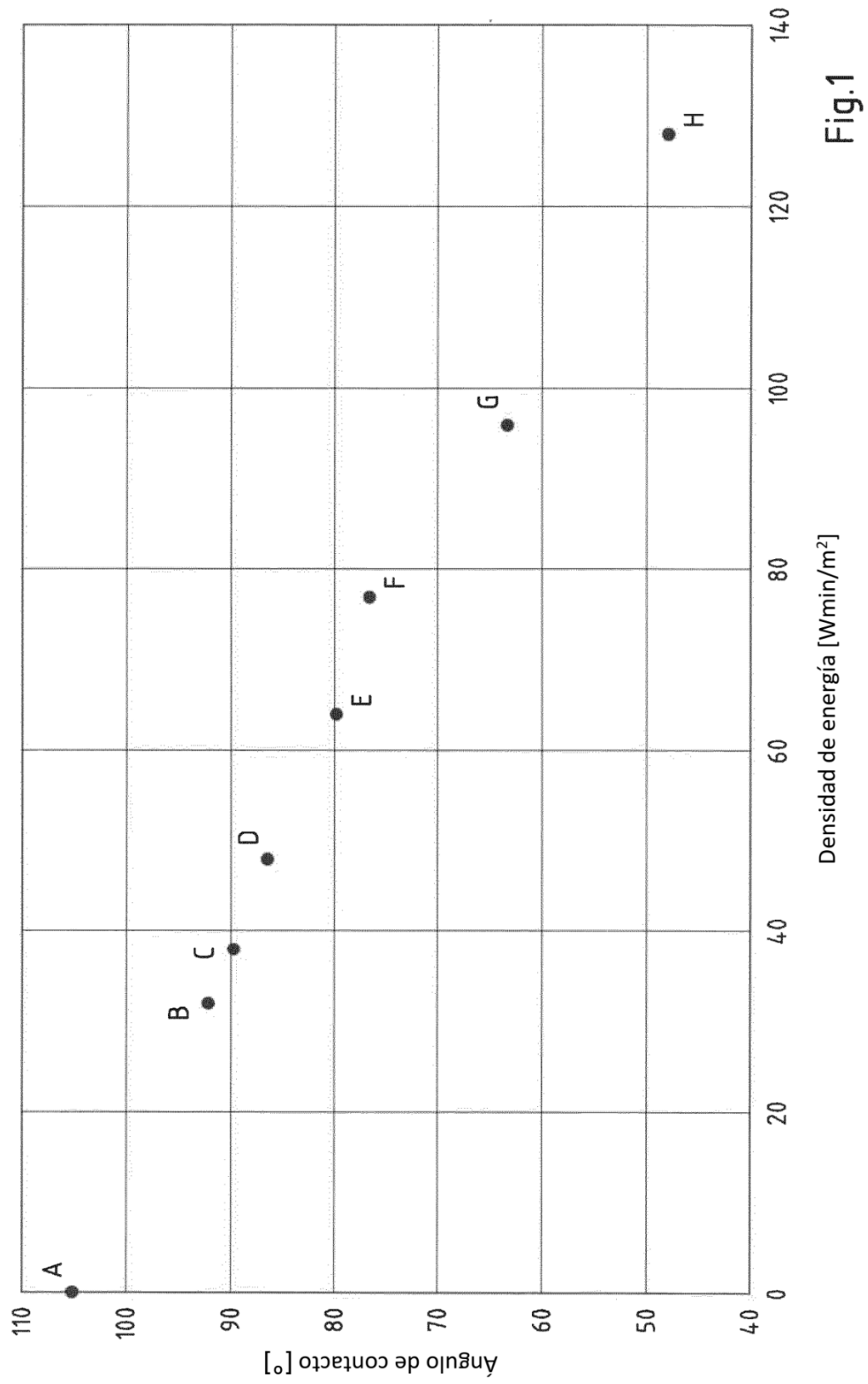
La superficie de las láminas de aluminio presentaba además una rugosidad de superficie Sa de 0,07 µm a 0,12 µm y una rasgadura transversal del 0,3 % al 3,0 %, lo que aumentaba además en particular la capacidad de adhesión del revestimiento.

Igualmente se compararon entre sí los parámetros mecánicos Rp0,2, Rm, Ag y A100 de la muestra de comparación no tratada "A" y de la muestra "H". De los parámetros mecánicos resulta en este sentido que con el tratamiento de corona no se produce esencialmente ningún ablandamiento de la lámina de aluminio. La lámina de aluminio se encuentra, por tanto, en el estado solidificado en frío. En este sentido, para las muestras "A" y "H" se encuentran en particular los valores de Rp0,2 en al menos 220 MPa y de Rm en al menos 266 MPa.

REIVINDICACIONES

1. Lámina de aluminio para electrodos de batería que presentan al menos por secciones un revestimiento de electrodo,
5 - en donde la lámina de aluminio está constituida por una aleación del tipo AA1xxx, A3xxx y/o AA 8xxx y
 - en donde la lámina de aluminio presenta un estado solidificado en frío,
 - en donde la superficie de la lámina de aluminio se ha desengrasado al menos parcialmente con un tratamiento
 corona y se ha preparado para un revestimiento de electrodo,
10 - en donde la lámina de aluminio presenta una tensión superficial de al menos 34 mN/m a 44 mN/m,
 caracterizada por que
 - la superficie de la lámina de aluminio presenta una rugosidad de superficie Sa de 0,07 μm a 0,12 μm .
2. Lámina de aluminio de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el ángulo de contacto en la prueba de gota sobre
15 la superficie de la lámina de aluminio asciende a de 85° a 45°, en particular a de 55° a 85° o a de 65° a 80°.
3. Lámina de aluminio según una de las reivindicaciones anteriores,

 en donde la superficie de la lámina de aluminio presenta un contenido residual de C de 1,0 mg/m² a 3,0 mg/m²,
 en particular un contenido residual de C de 1,0 mg/m² a 2,7 mg/m² o de 1,0 mg/m² a 2,0 mg/m².
20
4. Lámina de aluminio según una de las reivindicaciones anteriores,
 en donde la superficie de la lámina de aluminio presenta una rasgadura transversal del 0,3 % al 3,0 %.
5. Lámina de aluminio según una de las reivindicaciones anteriores,
25 en donde la superficie de la lámina de aluminio presenta una capa de óxido con un espesor de 1,0 nm a 4,0 nm,
 en particular con un espesor de 2,0 nm a 4,0 nm, de 1,5 nm a 3,5 nm o de 1,0 nm a 3,0 nm.
6. Lámina de aluminio según una de las reivindicaciones anteriores,
30 en donde está dispuesto un revestimiento de electrodo al menos en una sección de la superficie de la lámina de
 aluminio.
7. Uso de una lámina de aluminio según una de las reivindicaciones anteriores para facilitar electrodos de batería que
 presentan al menos por secciones un revestimiento de electrodo, en donde la superficie tratada con corona de la
35 lámina de aluminio se reviste con un revestimiento de electrodo.
8. Procedimiento para producir una lámina de aluminio para electrodos de batería,
 comprendiendo el procedimiento:
40 - facilitar una lámina de aluminio de una aleación del tipo AA1xxx, AA 3xxx y/o AA 8xxx a través de un proceso de
 laminación; y
 - tratar la superficie de la lámina de aluminio en el estado solidificado en frío a través de un tratamiento corona, en
 donde se ajusta una tensión superficial de al menos 34 mN/m a 44 mN/m,
45 **caracterizado por que**
 - el tratamiento corona se realiza con una densidad de energía de 20 Wmin/m² a 130 Wmin/m² y
 - mediante la laminación acabadora con cilindros de trabajo pulidos presenta la superficie de la lámina de aluminio
 una rugosidad de superficie Sa de 0,07 μm a 0,12 μm .
50
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en donde el tratamiento corona se realiza de manera continua.
10. Procedimiento según la reivindicación 8 o 9, que comprende además:
55 - revestir la superficie tratada de la lámina de aluminio con un revestimiento de electrodo.
11. Procedimiento según la reivindicación 10,
60 - en donde la densidad de energía del tratamiento corona se selecciona de manera que la tensión superficial de la
 lámina de aluminio sea al menos tan alta como la tensión superficial de una suspensión del revestimiento de
 electrodo, en particular de manera que la tensión superficial de la lámina de aluminio sea al menos 3 mN/m más
 alta o al menos 5 mN/m más alta que la tensión superficial de una suspensión del revestimiento de electrodo.



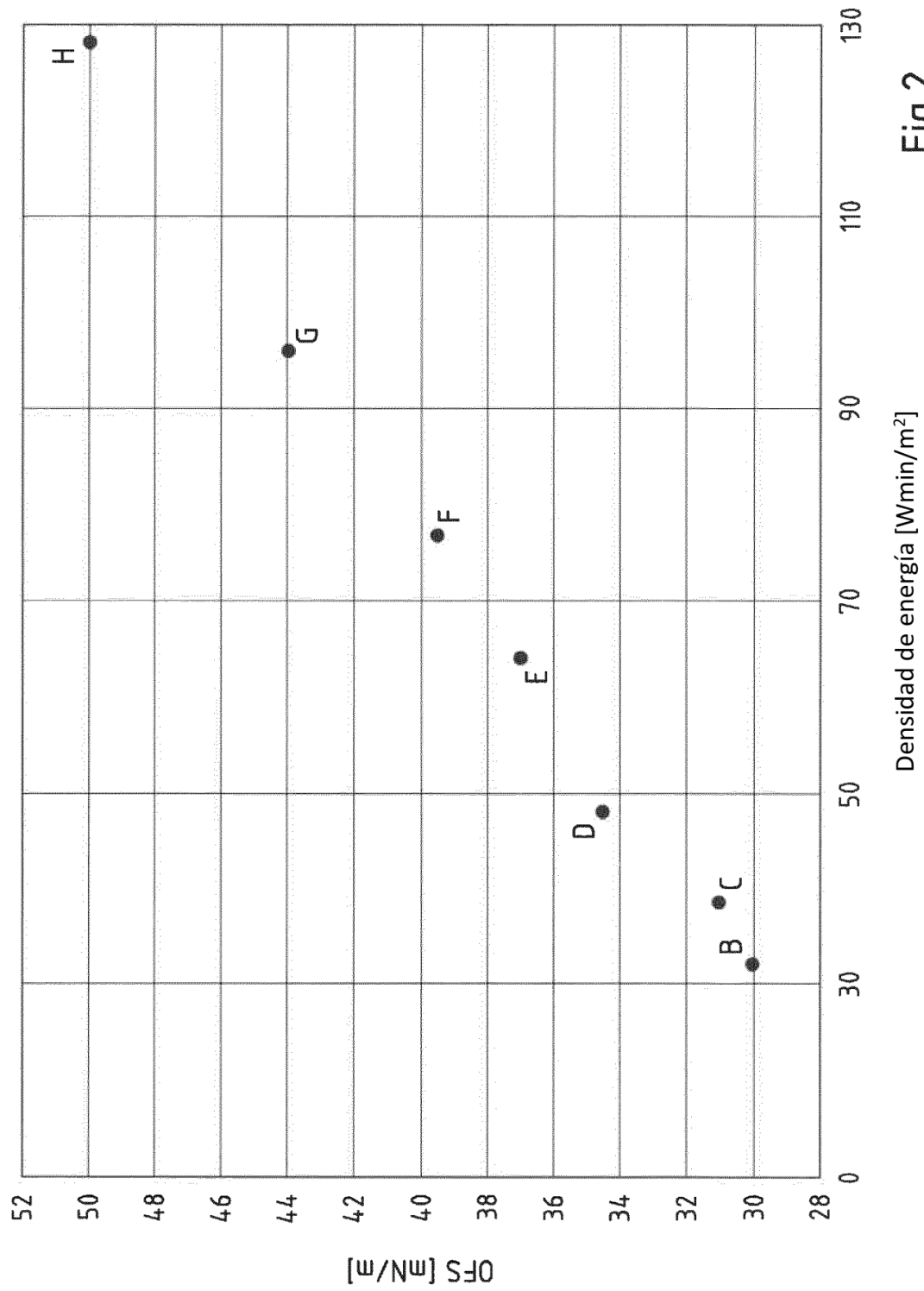


Fig.2

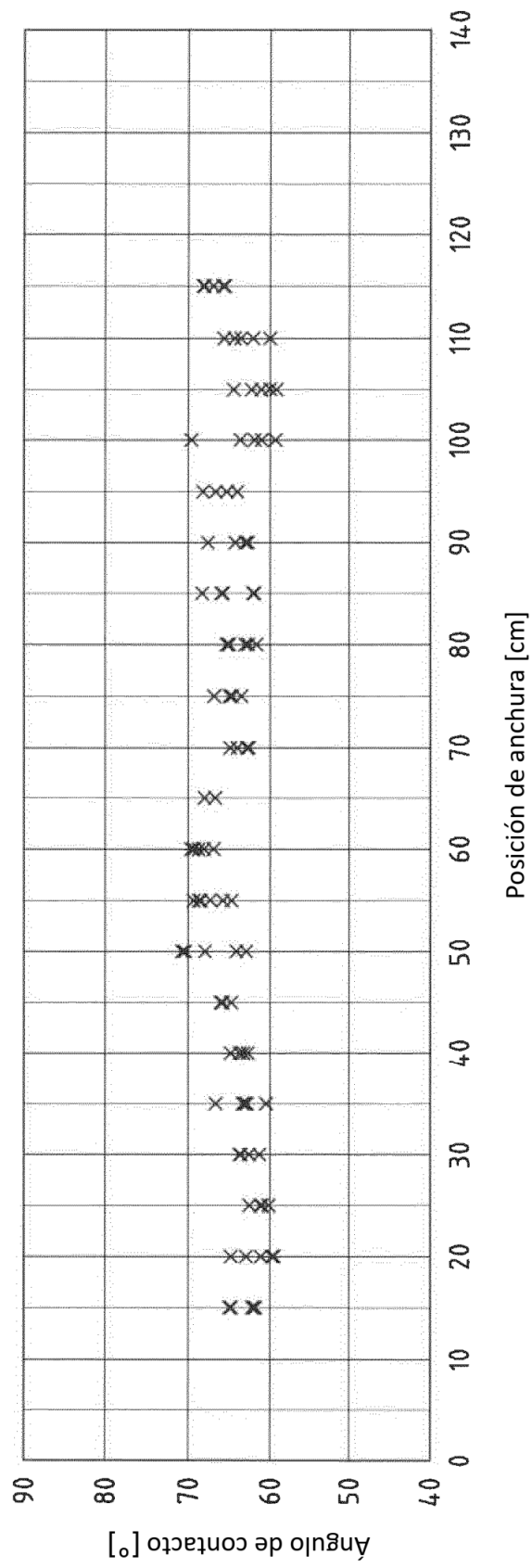


Fig.3