

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 550**

51 Int. Cl.:

H01M 10/54

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2022** **E 22189740 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024** **EP 4322283**

54 Título: **Dispositivo móvil para el tratamiento de acumuladores de iones litio y procedimiento para el tratamiento de acumuladores de iones litio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.04.2025

73 Titular/es:

RIEDHAMMER GMBH (100.00%)
Klingenhofstrasse 72
90411 Nürnberg, DE

72 Inventor/es:

UHL, MATTHIAS y
BIRD, DENNIS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 014 550 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

Dispositivo móvil para el tratamiento de acumuladores de iones litio y procedimiento para el tratamiento de acumuladores de iones litio

5 La invención se refiere a un dispositivo móvil para el tratamiento de acumuladores de iones litio así como a un procedimiento para el tratamiento de acumuladores de iones litio.

10 Un acumulador de iones litio es el término genérico para un acumulador a base de compuestos de litio. Dichos acumuladores de iones litio también se denominan pilas recargables de iones litio o baterías de iones litio. Debido a su alta energía específica, los acumuladores de iones litio se utilizan hoy en día para el suministro de energía eléctrica de una amplia variedad de dispositivos, por ejemplo, para teléfonos inteligentes, herramientas eléctricas, herramientas eléctricas de jardinería, scooters eléctricos, bicicletas eléctricas, carretillas elevadoras eléctricas, coches eléctricos, almacenamiento estacionario u otras aplicaciones en el campo de la electromovilidad.

15 Una vez finalizada la vida útil de los acumuladores de iones litio, se recomienda por razones ecológicas y económicas recuperar muchas de las materias primas presentes en los acumuladores de iones litio, tal como por ejemplo litio, cobalto, manganeso, níquel, cinc, aluminio o cobre. Lo mismo se cumple para el material de desecho de la producción de acumuladores de iones litio. De acuerdo con las disposiciones legales, también existe la obligación en algunos casos de que los acumuladores de iones litio sean retirados por el fabricante o distribuidor de los acumuladores de iones litio para poder reciclar las materias primas que contienen.

20 Para poder recuperar y reciclar las materias primas presentes en los acumuladores de iones litio, es necesario un tratamiento previo de acumuladores de iones litio. Un tratamiento de este tipo se realiza habitualmente en plantas industriales especialmente diseñadas para este fin. Con el fin de tratar los acumuladores de iones litio en dichas plantas para una recuperación de las materias primas presentes en estos, las compañías e instituciones primero recolectan los acumuladores de iones litio y a continuación los transportan en lotes a las plantas para permitir el tratamiento de los acumuladores de iones litio en estas plantas. Sin embargo, tal transporte está asociado con altos costos. Además, dicho transporte de acumuladores de iones litio representa un riesgo para la seguridad debido al alto riesgo de incendio e ignición de los acumuladores de iones litio. Por este motivo, según el "Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera" (ADR), todo transporte de acumuladores de iones litio se considera transporte de mercancías peligrosas, por lo que se aplican normas de seguridad especiales.

35 El documento EP 3 517 641 divulga un dispositivo para el tratamiento de acumuladores de iones litio en el que el material de trituración se descompone químicamente.

La invención se basa en el objetivo de proporcionar un dispositivo para el tratamiento de acumuladores de iones litio, en particular para poder tratar estos de manera que las sustancias presentes en los acumuladores de iones litio puedan recuperarse a continuación, mediante las cuales pueden reducirse tales transportes de acumuladores de iones litio.

40 En particular, la invención se basa en el objetivo de proporcionar un dispositivo móvil para el tratamiento de acumuladores de iones litio. A este respecto, la invención parte de la idea básica de reducir transportes de acumuladores de iones litio a dispositivos para el tratamiento de acumuladores de iones litio de manera que no se transportan los acumuladores de iones litio al dispositivo, sino más bien se transporta el dispositivo a los acumuladores de iones litio para tratar los acumuladores de iones litio mediante el dispositivo. Por lo tanto, el objetivo de la invención consiste en particular también en proporcionar un dispositivo para el tratamiento de acumuladores de iones litio que sea móvil, de modo que el dispositivo pueda transportarse hacia los acumuladores de iones litio.

50 Para solucionar estos objetivos se proporciona de acuerdo con la invención un dispositivo móvil para el tratamiento de acumuladores de iones litio, que comprende las siguientes características:

una cámara de introducción, en donde pueden alojarse acumuladores de iones litio en la cámara de introducción; un dispositivo de trituración, en donde los acumuladores de iones litio alojados en la cámara de introducción pueden transportarse desde la cámara de introducción hasta el dispositivo de trituración y los acumuladores de iones litio transportados hasta el dispositivo de trituración pueden triturarse mediante el dispositivo de trituración; un recipiente intermedio de carga, en donde los acumuladores de iones litio triturados mediante el dispositivo de trituración pueden transportarse desde el dispositivo de trituración hacia el recipiente intermedio de carga y los acumuladores de iones litio triturados, transportados hacia el recipiente intermedio de carga pueden alojarse en el recipiente intermedio de carga; un horno rotativo tubular, en donde los acumuladores de iones litio triturados, alojados en el recipiente intermedio de carga pueden transportarse desde el recipiente intermedio de carga hacia el horno rotativo tubular, el horno rotativo tubular puede calentarse eléctricamente y los acumuladores de iones litio triturados, transportados hacia el horno rotativo tubular pueden tratarse térmicamente mediante el horno rotativo tubular; y un equipo de transporte de descarga, en donde los acumuladores de iones litio triturados, tratados térmicamente en el horno rotativo tubular pueden transportarse desde el horno rotativo tubular mediante el equipo de transporte de descarga.

La invención se basa en la idea básica de proporcionar un dispositivo para el tratamiento de acumuladores de iones litio, mediante el cual pueden tratarse por un lado los acumuladores de iones litio de manera que puedan recuperarse las materias primas presentes en los acumuladores de iones litio después del tratamiento, sin embargo al mismo tiempo está diseñado el dispositivo de manera que este sea móvil. Por lo tanto, todos los componentes del dispositivo pueden estar configurados y pueden interactuar entre sí de manera que el dispositivo sea móvil en general, es decir, pueda transportarse en su totalidad.

Debido a esta movilidad o capacidad de transporte del dispositivo, este puede transportarse en su totalidad. Por ejemplo, el dispositivo puede transportarse hasta donde se recogen los acumuladores de iones litio a tratar, de modo que estos puedan tratarse sin un transporte mediante el dispositivo de acuerdo con la invención.

Preferentemente, el dispositivo móvil de acuerdo con la invención está diseñado de manera que este sea móvil o transportable en su disposición funcional, es decir, sin tener que desmontar el dispositivo para el transporte.

Según una forma de realización preferida, el dispositivo móvil está dispuesto en al menos un contenedor móvil, de modo que el dispositivo de acuerdo con la invención está configurado de manera debido a la movilidad o capacidad de transporte del al menos un contenedor. Por ejemplo, el dispositivo puede estar dispuesto en dos o más contenedores, en donde estos contenedores pueden acoplarse entre sí, por ejemplo, de manera que el dispositivo de acuerdo con la invención resulta cuando los contenedores están acoplados entre sí.

Según una forma de realización especialmente preferida, el dispositivo de acuerdo con la invención puede hacerse funcionar exclusivamente con corriente eléctrica. En otras palabras, para su funcionalidad, el dispositivo de acuerdo con la invención requiere con ello exclusivamente un suministro de energía eléctrica y ningún otro suministro, tal como por ejemplo un suministro de gas, combustible o agua.

Por lo tanto, todos los componentes del dispositivo de acuerdo con la invención están diseñados preferentemente de manera que puedan hacerse funcionar con corriente eléctrica.

Para poder introducir en el dispositivo los acumuladores de iones litio a tratar mediante el dispositivo de acuerdo con la invención, el dispositivo de acuerdo con la invención presenta una cámara de introducción. En esta cámara de introducción pueden alojarse acumuladores de iones litio a tratar mediante el dispositivo de acuerdo con la invención. Para poder introducir los acumuladores de iones litio en la cámara de introducción, la cámara de introducción presenta preferentemente una abertura de introducción por la que pueden introducirse los acumuladores de iones litio en la cámara de introducción. Según una forma de realización preferida, puede ajustarse una atmósfera de gas inerte en la cámara de introducción. La capacidad de ajuste de una atmósfera de gas inerte de este tipo en la cámara de introducción tiene en particular la ventaja de que mediante esto puede impedirse que mediante la cámara de introducción puedan llegar gases reactivos a los componentes del dispositivo de acuerdo con la invención conectados posteriormente a la cámara de introducción. Preferentemente, en la cámara de introducción puede ajustarse una atmósfera de gas inerte a base de nitrógeno. Preferentemente, está previsto que la cámara de introducción pueda cerrarse de manera estanca a los gases. Mediante esto puede impedirse que lleguen gases reactivos a la cámara de introducción cuando en esta se ha ajustado una atmósfera de gas inerte. La cámara de introducción presenta preferentemente una entrada de gas para introducir gas inerte en la cámara de introducción. Preferentemente, está previsto que la cámara de introducción presente una abertura, a través de la cual los acumuladores de iones litio alojados en la cámara de introducción pueden transportarse al dispositivo de trituración conectado posteriormente a la cámara de introducción. Esta abertura de distribución puede cerrarse preferentemente de manera estanca a los gases.

Un dispositivo de trituración está conectado posteriormente a la cámara de introducción en la dirección del proceso. Los acumuladores de iones litio alojados en la cámara de introducción pueden transportarse desde la cámara de introducción hasta el dispositivo de trituración. Según una forma de realización preferida, los acumuladores de iones litio alojados en la cámara de introducción pueden transportarse por medio de la gravedad desde la cámara de introducción hasta el dispositivo de trituración. En particular, esto también tiene la ventaja de que no se requiere una unidad de transporte separada para el transporte de los acumuladores de iones litio desde la cámara de introducción hasta el dispositivo de trituración, lo que permite una compacidad adicional del dispositivo y con ello se favorezca la movilidad del dispositivo. Si la cámara de introducción presenta una abertura de distribución que puede cerrarse, tal como se explicó anteriormente, los acumuladores de iones litio alojados en la cámara de introducción pueden transportarse por medio de la gravedad desde la cámara de introducción hasta el dispositivo de trituración mediante la apertura de la abertura de distribución. Según una forma de realización preferida, el dispositivo de trituración está dispuesto debajo de la cámara de introducción, de manera que los acumuladores de iones litio pueden transportarse desde la cámara de introducción hasta el dispositivo de trituración de manera especialmente sencilla por medio de la gravedad.

Según una forma de realización, está previsto que los acumuladores de iones litio puedan triturarse mediante el dispositivo de trituración hasta un tamaño de partícula, tras lo cual al menos el 90 % en masa de los acumuladores de iones litio triturados mediante el dispositivo de trituración presente un tamaño de partícula de como máximo 20 mm,

de manera especialmente preferente de como máximo 15 mm. Tal como se menciona adicionalmente a continuación, los acumuladores de iones litio en el horno rotativo tubular preferentemente pueden tratarse térmicamente de manera que estos se descompongan pirolíticamente al menos parcialmente. De acuerdo con la invención, se ha determinado ahora que no se puede conseguir o no regularmente una descomposición pirolítica suficiente cuando los acumuladores de iones litio se trituran hasta un tamaño de partícula de más de 20 mm o también solo de más de 15 mm. De acuerdo con la invención, por lo tanto, tal como se ha mencionado anteriormente, está previsto preferentemente que los acumuladores de iones litio se trituren predominantemente mediante el dispositivo de trituración hasta un tamaño de partícula por debajo de este tamaño crítico.

- 10 El tamaño de partícula de los acumuladores de iones litio triturados puede medirse preferentemente por medio de un análisis granulométrico.

Según una forma de realización preferida, el dispositivo de trituración comprende un triturador de un solo eje. Los trituradores de un solo eje, que también se denominan trituradoras de un solo eje, se conocen por el estado de la técnica. Los trituradores de un solo eje comprenden por regla general un eje giratorio en el que están dispuestas cuchillas rotativas en el lado circunferencial. Entre el eje y un borde, en el que están dispuestas las contracuchillas, está configurado un espacio de corte. Mediante la rotación del eje, los componentes en el espacio de corte se trituran, triturándose estos entre las cuchillas rotativas y las contracuchillas en el espacio de corte. De acuerdo con la invención, ha resultado sorprendente que los acumuladores de iones litio pueden triturarse de manera especialmente ventajosa por medio de un triturador de un solo eje de este tipo, y concretamente en particular también hasta tamaños de partícula de como máximo 20 mm o de como máximo 15 mm. Además, ha resultado sorprendente de acuerdo con la invención que una trituración de este tipo hasta como máximo 20 mm o 15 mm no puede lograrse mediante numerosas otras unidades de trituración disponibles en el mercado, por ejemplo trituradores de dos ejes. Esto se cumple en particular para la trituración de las láminas de polímero existentes regularmente en los acumuladores de iones litio. Según una forma de realización preferida, está previsto que el dispositivo de trituración comprenda un triturador de un solo eje y un punzón. Los acumuladores de iones litio pueden guiarse mediante el punzón contra el triturador de un solo eje o el espacio de corte del triturador de un solo eje. Mediante esto puede conseguirse una trituración óptima de los acumuladores de iones litio, en particular hasta el tamaño de partícula designado previamente, de manera particularmente fiable. Preferentemente, el punzón puede accionarse hidráulicamente.

El dispositivo móvil de acuerdo con la invención presenta un recipiente intermedio de carga conectado posteriormente al dispositivo de trituración en la dirección del proceso. El recipiente intermedio de carga es un recipiente en el que pueden alojarse los acumuladores de iones litio triturados por el dispositivo de trituración, antes de que se introduzcan los acumuladores de iones litio triturados en el horno rotativo tubular. El recipiente intermedio de carga sirve con ello en particular también como amortiguador para los acumuladores de iones litio triturados entre el dispositivo de trituración y el horno rotativo tubular. Esta acción del recipiente intermedio de carga como amortiguador también tiene en particular la ventaja de que el dispositivo móvil de acuerdo con la invención puede hacerse funcionar de manera continua, incluso si solo se carga de forma discontinua o en lotes con acumuladores de iones litio o los acumuladores de iones litio se introducen la cámara de introducción en lotes.

Según una forma de realización preferida, está previsto que los acumuladores de iones litio triturados por el dispositivo de trituración puedan transportarse por medio de la gravedad desde el dispositivo de trituración hacia el recipiente intermedio de carga. Un transporte de este tipo por medio de la gravedad también tiene en particular la ventaja de que puede prescindirse de un equipo de transporte separado, mediante el que pueden transportarse los acumuladores de iones litio triturados desde el dispositivo de trituración hacia el recipiente intermedio de carga. En particular, esto también tiene la ventaja de una compacidad adicional y, por lo tanto, una mejor movilidad del dispositivo de acuerdo con la invención. El recipiente intermedio de carga está dispuesto preferentemente por debajo del dispositivo de trituración, de modo que los acumuladores de iones litio triturados pueden transportarse por medio de la gravedad de manera especialmente sencilla desde el dispositivo de trituración hacia el recipiente intermedio de carga.

Ha resultado ventajoso cuando mediante el recipiente intermedio de carga pueden alojarse al menos 100 litros, de manera especialmente preferente al menos 150 litros de acumuladores de iones litio triturados.

El horno rotativo tubular del dispositivo de acuerdo con la invención puede estar configurado esencialmente como un horno rotativo tubular según el estado de la técnica. El horno rotativo tubular comprende preferentemente un tubo giratorio colocado de manera giratoria alrededor de su eje longitudinal, estando inclinado el eje longitudinal con respecto a la horizontal. Una inclinación en el intervalo entre 0 y 3°, de manera especialmente ventajosa entre 1 y 3°, ha demostrado ser ventajosa de acuerdo con la invención. En el interior del tubo giratorio está configurada la cámara de combustión, en la que puede tratarse térmicamente el material a quemar que se encuentra en esta. Al girar el tubo giratorio alrededor del eje longitudinal, el material a quemar se mueve automáticamente desde el extremo superior del tubo giratorio hasta el extremo inferior del tubo giratorio debido a la inclinación del eje longitudinal. Por lo tanto, el material de quemar que a tratarse térmicamente en el horno rotativo tubular se mueve desde el extremo superior del tubo giratorio, la entrada del horno, hasta el extremo inferior del tubo giratorio, la salida del horno. El material a quemar se introduce en el tubo giratorio en la entrada del horno y se descarga del tubo giratorio en la salida del horno.

Según una forma de realización preferida, puede estar previsto que el tubo giratorio presente una hélice interior. De

acuerdo con la invención, ha resultado que los acumuladores de iones litio triturados pueden transportarse mediante esto durante su tratamiento térmico de manera especialmente ventajosa mediante el tubo giratorio.

Según una forma de realización preferida, puede estar previsto que el tubo giratorio presente chapas guía que sobresalen en la cámara de combustión. De acuerdo con la invención, se ha determinado que los acumuladores de iones litio triturados pueden mezclarse de manera especialmente ventajosa mediante estas chapas guía y se les puede transferir calor especialmente bien.

En el dispositivo de acuerdo con la invención, los acumuladores de iones litio triturados, transportados hacia el horno rotativo tubular pueden tratarse térmicamente de manera preferente mediante el horno rotativo tubular de manera que tenga lugar una descomposición al menos parcialmente pirolítica de los acumuladores de iones litio. En el caso de una descomposición pirolítica de este tipo, que también se denomina pirólisis, tiene lugar, como se sabe, una conversión termoquímica en la que los materiales orgánicos se disocian con una amplia exclusión de oxígeno. El tratamiento térmico en el horno rotativo tubular tiene lugar preferentemente en una atmósfera de gas inerte, para lo cual puede ajustarse preferentemente una atmósfera de gas inerte en el horno rotativo tubular. Preferentemente puede ajustarse una atmósfera de gas inerte a base de nitrógeno. Para el ajuste de una atmósfera de gas inerte de este tipo, preferentemente puede introducirse un gas inerte en el horno rotativo tubular. Para ello, el horno rotativo tubular presenta preferentemente una entrada de gas a través de la cual puede introducirse gas inerte en el horno rotativo tubular. El horno rotativo tubular presenta preferentemente una entrada de gas de este tipo en la zona de la entrada del horno, es decir, en la zona en la que puede introducirse el material a quemar en el horno rotativo tubular.

El horno rotativo tubular presenta preferentemente una salida de gas a través de la cual puede descargarse gas combustible (gas de proceso) del horno rotativo tubular. Este gas combustible comprende en particular también el gas inerte que se encuentra en el horno rotativo tubular así como gases de pirólisis que se han formado durante el tratamiento térmico de los acumuladores de iones litio en el horno rotativo tubular. El gas combustible descargado del horno rotativo tubular puede alimentarse preferentemente a un tratamiento posterior. En particular, puede estar previsto un tratamiento posterior térmico de los gases combustibles para hacer inofensivos los componentes dañinos en el gas combustible.

Una temperatura en el intervalo entre 250 °C y 650 °C puede ajustarse preferentemente en el horno rotativo tubular, es decir, en el horno rotativo tubular o en la cámara de combustión del horno rotativo tubular. De acuerdo con la invención, ha resultado que una pirólisis completa de los acumuladores de iones litio que pueden tratarse en el horno rotativo tubular no está garantizada si la temperatura se encuentra por debajo de 250 °C. Además, ha resultado de acuerdo con la invención que puede producirse una fusión parcial no deseada de los componentes de los acumuladores de iones litio en el horno rotativo tubular si la temperatura supera los 650 °C. De manera especialmente preferente puede ajustarse el horno rotativo tubular a una temperatura en el intervalo entre 500 °C y 550 °C. Preferentemente, los acumuladores de iones litio se tratan térmicamente en un horno rotativo tubular durante una duración en el intervalo de 10 a 150 minutos.

Según una forma de realización especialmente preferida, como horno giratorio está previsto un horno rotativo tubular que puede calentarse indirectamente. Se sabe que en un horno rotativo tubular calentado indirectamente, el calor se genera fuera del horno rotativo tubular y se transfiere a través del horno rotativo tubular a la cámara de combustión dentro del horno rotativo tubular. De acuerdo con la invención, ha resultado que en un horno rotativo tubular calentado directamente, en el que el calor se genera dentro del horno rotativo tubular, en particular mediante quemadores de gas, pueden producirse fenómenos de fusión no deseados de los acumuladores de iones litio en el horno rotativo tubular, de manera que el horno rotativo tubular puede obstruirse o puede dificultarse el tratamiento térmico de los acumuladores de iones litio. Sin embargo, el uso de un horno rotativo tubular calentado indirectamente da como resultado un tratamiento térmico particularmente suave de los acumuladores de iones litio en la cámara de combustión, de manera que pueden suprimirse tales reacciones de fusión. De manera especialmente preferente está previsto un horno rotativo tubular que pueda calentarse indirectamente de manera eléctrica, realizándose el calentamiento eléctrico preferentemente mediante elementos calefactores eléctricos o varillas calefactoras, de manera especialmente preferente mediante varillas calefactoras de carburo de silicio, que están dispuestas preferentemente fuera del horno rotativo tubular. Tal como se sabe por el estado de la técnica, un horno rotativo tubular de este tipo que puede calentarse eléctricamente de manera indirecta puede comprender una mufla de calentamiento aislada desde el exterior, pudiendo estar dispuestas las varillas calefactoras o los elementos calefactores en el espacio entre el horno rotativo tubular y la mufla de calentamiento.

Una ventaja especial de acuerdo con la invención de un horno rotativo que puede calentarse eléctricamente de manera indirecta de este tipo se encuentra en particular también en que este debe conectarse a una fuente de alimentación eléctrica para funcionar solo. No es necesario un suministro adicional, por ejemplo de gas o combustible. Mediante esto, en particular, también se puede lograr un objetivo de acuerdo con la invención de hacer funcionar el dispositivo de acuerdo con la invención únicamente a través de una fuente de alimentación eléctrica externa.

El horno rotativo tubular trabaja preferentemente según el principio de corriente paralela. En este sentido, el horno rotativo tubular está configurado preferentemente de manera que los acumuladores de iones litio tratados térmicamente en el horno rotativo tubular y los gases del horno se conducen desde el lado de entrada hacia el lado

de salida del horno rotativo tubular o a través de la cámara de combustión definida por el tubo giratorio.

Según una forma de realización preferida, está previsto que el dispositivo móvil de acuerdo con la invención comprenda además un equipo de transporte de carga, en donde los acumuladores de iones litio alojados en el recipiente intermedio de carga pueden transportarse mediante el equipo de transporte de carga desde el recipiente intermedio de carga hacia el horno rotativo tubular. Según esto, el equipo de transporte de carga está configurado de manera que mediante este los acumuladores de iones litio triturados, alojados en el recipiente intermedio de carga, o bien amortiguador, pueden transportarse mediante el equipo de transporte de carga desde el recipiente intermedio de carga hacia el horno rotativo tubular y allí a continuación pueden tratarse térmicamente.

Según una forma de realización especialmente preferida, el equipo de transporte de carga comprende al menos dos transportadores de tornillo sin fin. De acuerdo con la invención, se ha determinado que los acumuladores de iones litio triturados mediante el dispositivo de trituración, en particular en la medida en que estos, como se indicó anteriormente, se hayan triturado predominantemente hasta un tamaño de como máximo 20 mm o 15 mm, pueden transportarse muy ventajosamente mediante transportadores de tornillo y pueden transportarse hacia el horno rotativo tubular. Según un perfeccionamiento de esta idea de la invención, el equipo de transporte de carga comprende al menos un primer transportador de tornillo sin fin, mediante el cual pueden transportarse los acumuladores de iones litio triturados desde el recipiente intermedio de carga, y un segundo transportador de tornillo sin fin, mediante el cual pueden transportarse los acumuladores de iones litio triturados hacia el horno rotativo tubular. Los transportadores de tornillo sin fin primero y segundo están diseñados preferentemente de tal manera que los acumuladores de iones litio triturados transportados mediante el primer transportador de tornillo sin fin pueden transferirse al segundo transportador de tornillo sin fin. Un equipo de transporte de carga que comprende al menos dos transportadores de tornillo sin fin de este tipo presenta numerosas ventajas. Por un lado, dos transportadores de tornillo sin fin de este tipo pueden moverse uno respecto al otro, de manera que el segundo transportador de tornillo sin fin puede adaptarse fácilmente a una inclinación deseada del horno rotativo tubular. Además, sin embargo, esto también permite que el primer y el segundo transportador de tornillo sin fin estén configurados de diferentes materiales. Por ejemplo, el segundo transportador de tornillo sin fin puede estar configurado de acero de alta resistencia que resiste las duras condiciones en la entrada del horno rotativo tubular, de modo que el segundo transportador de tornillo sin fin pueda transportar los acumuladores de iones litio triturados allí hacia el horno rotativo tubular. Sin embargo, el primer transportador de tornillo sin fin puede estar configurado de un material más económico, en particular un acero más económico, que no tenga que soportar condiciones tan duras.

Según una forma de realización preferida, está previsto que el horno rotativo tubular comprenda un tubo giratorio y una carcasa de entrada, en donde el tubo giratorio está obturado con respecto a la carcasa de entrada mediante una junta que comprende politetrafluoroetileno o una junta anular de carbono. Como es conocido por el estado de la técnica, la carcasa de entrada está dispuesta preferentemente en la zona de la entrada del horno. Las carcasas de entrada correspondientes se conocen por el estado de la técnica. Estas sirven para el alojamiento del material a quemar que va a tratarse térmicamente en el tubo giratorio antes de introducirlo en el horno rotativo tubular. De acuerdo con la invención, los acumuladores de iones litio triturados pueden transportarse preferentemente hacia la carcasa de entrada mediante el equipo de transporte de carga, de manera especialmente preferente mediante el segundo transportador de tornillo sin fin. A continuación, los acumuladores de iones litio triturados transportados hacia la carcasa de entrada pueden transportarse hacia el tubo giratorio y allí pueden tratarse térmicamente.

Según una forma de realización preferida, puede estar previsto que el horno rotativo tubular comprenda un dispositivo de refrigeración en la zona de la carcasa de entrada. En particular, un dispositivo de refrigeración de este tipo puede estar configurado de manera que mediante este pueda refrigerarse el tubo giratorio en la zona de su carcasa de entrada. Preferentemente, el dispositivo de refrigeración está configurado de manera que mediante este pueda refrigerarse el tubo giratorio en la zona de su carcasa de entrada con gas, en particular con aire. De manera especialmente preferente, está previsto que el dispositivo de refrigeración esté configurado de manera que mediante este pueda refrigerarse el tubo giratorio desde el exterior con gas. En particular, mediante un dispositivo de refrigeración de este tipo también puede impedirse que el politetrafluoroetileno se descomponga térmicamente a temperaturas más altas.

Según una forma de realización preferida, está previsto que el horno rotativo tubular comprenda un tubo giratorio y una carcasa de salida, en donde el tubo giratorio está obturado con respecto a la carcasa de salida mediante una junta que comprende politetrafluoroetileno o una junta anular de carbono.

Como es conocido por el estado de la técnica, la carcasa de salida está dispuesta preferentemente en la zona de la salida del horno. Las carcasas de salida correspondientes se conocen por el estado de la técnica. Estas sirven para el alojamiento del material a quemar tratado térmicamente en el tubo giratorio, después de haber sido descargado del tubo giratorio. A este respecto, el material a quemar, que ha sido tratado térmicamente en el tubo giratorio, se introduce regularmente en la carcasa de salida mediante la rotación del tubo giratorio. Un desafío técnico en los hornos rotativos tubulares de acuerdo con el estado de la técnica es la obturación del tubo giratorio con respecto a la carcasa de salida, ya que mientras que la carcasa de salida está dispuesta regularmente en una posición fija, el tubo giratorio está guiado de forma giratoria en la carcasa de salida. De acuerdo con la invención, se ha determinado ahora sorprendentemente que el tubo giratorio del dispositivo móvil de acuerdo con la invención puede obturarse muy ventajosamente con

respecto a la carcasa de salida a través de una junta que comprende politetrafluoroetileno.

Como se indicó anteriormente, una atmósfera de gas inerte puede ajustarse preferentemente en el horno rotativo tubular. Según un perfeccionamiento de esta idea de la invención, una atmósfera de gas inerte también puede ajustarse preferentemente en los componentes del dispositivo conectados posteriormente a la cámara de introducción en la dirección del proceso. Mediante esto puede impedirse que gases reactivos de estos componentes lleguen al horno rotativo tubular, donde podrían impedir una pirólisis de los acumuladores de iones litio.

En el caso del equipo de transporte de descarga del dispositivo móvil de acuerdo con la invención puede tratarse, en principio, de cualquier equipo de transporte conocido por el estado de la técnica, mediante el cual puede transportarse material a quemar tratado en un horno rotativo tubular desde el horno rotativo tubular. Según una forma de realización preferida, el equipo de transporte de descarga comprende una esclusa de rueda celular. Los acumuladores de iones litio tratados térmicamente en el horno rotativo tubular pueden transportarse preferentemente hacia el equipo de transporte de descarga o a la esclusa de rueda celular del equipo de transporte de descarga, dado el caso a través de una carcasa de salida diseñada como anteriormente. Los acumuladores de iones litio pueden transportarse preferentemente por medio de la gravedad hacia el equipo de transporte de descarga, en particular hacia una esclusa de rueda celular del equipo de transporte de descarga. Esto hace innecesario un equipo de transporte adicional, lo que es beneficioso para la movilidad del dispositivo de acuerdo con la invención.

Según una forma de realización especialmente preferida, el dispositivo móvil de acuerdo con la invención comprende además un recipiente intermedio de descarga, en donde los acumuladores de iones litio transportados desde el horno rotativo tubular por medio del equipo de transporte de descarga pueden alojarse en el recipiente intermedio de descarga. En el caso del recipiente intermedio de descarga se trata en este sentido de nuevo de un amortiguador, en el que pueden alojarse los acumuladores de iones litio tratados térmicamente, transportados desde el horno rotativo tubular por medio del equipo de transporte de descarga, antes de que se traten o se transporten adicionalmente. Esto, a su vez, hace posible que el horno rotativo tubular funcione de forma continua, mientras que los acumuladores de iones litio tratados térmicamente, transportados desde el horno rotativo tubular solo pueden tratarse o transportarse de forma discontinua, es decir, en lotes.

Según una forma de realización, puede estar previsto que el dispositivo móvil de acuerdo con la invención comprenda un transportador de tornillo sin fin, a través del cual se pueden transportar los acumuladores de iones litio alojados en el recipiente intermedio de descarga. Los acumuladores de iones litio pueden transferirse a continuación a cualquier equipo receptor mediante el tornillo sin fin de transporte. Según una forma de realización preferida, está previsto que el tornillo sin fin de transporte esté enfriado, preferentemente por medio de un fluido, por ejemplo en forma de agua o aceite. Preferentemente, está previsto a este respecto que el fluido circule y no se consuma. El calor se cede preferentemente al ambiente.

Según una forma de realización preferida, puede estar previsto que el dispositivo móvil de acuerdo con la invención comprenda un equipo para generar gas inerte. En particular, el dispositivo de acuerdo con la invención puede comprender un equipo de este tipo para generar nitrógeno gaseoso. Una ventaja especial de un equipo de este tipo para generar gas inerte consiste en particular en que el dispositivo de acuerdo con la invención no tiene que estar conectado a un suministro externo de gas inerte para su funcionamiento. Más bien, la presencia de un equipo de este tipo hace posible que el dispositivo de acuerdo con la invención pueda hacerse funcionar simplemente conectándolo a una fuente de alimentación externa. En el caso del equipo para generar gas inerte, en particular para generar nitrógeno gaseoso, puede tratarse en principio de cualquier equipo conocido por el estado de la técnica, mediante el cual pueda generarse un gas inerte, en particular nitrógeno gaseoso. De manera especialmente preferente, en el caso de un equipo de este tipo se trata de un equipo de este tipo que puede hacerse funcionar únicamente conectándolo a una fuente de alimentación externa. Preferentemente, en el caso del equipo se trata de un generador de nitrógeno, de manera especialmente preferente de un generador de nitrógeno basado en el principio de cambio de presión con tamiz molecular de carbono. Preferentemente, el generador de nitrógeno se alimenta por un compresor de aire comprimido de tornillo.

Según un perfeccionamiento de la idea de la invención, puede estar previsto que el dispositivo comprenda también un tanque para el almacenamiento del gas inerte generado por el equipo de generación de gas inerte.

Además, según un perfeccionamiento de esta idea de la invención, puede estar previsto que el dispositivo comprenda medios para conducir gas inerte desde el tanque hacia el horno rotativo tubular, en particular hacia el tubo giratorio del horno rotativo tubular, en particular para introducir gas inerte en la zona de la entrada del horno. Además, pueden estar previstos medios para conducir gas inerte desde el tanque hacia la cámara de introducción.

El dispositivo móvil de acuerdo con la invención comprende preferentemente medios de control mediante los cuales se puede controlar el dispositivo. Estos medios de control comprenden preferentemente un dispositivo electrónico de procesamiento de datos, por medio del cual se puede controlar el dispositivo. En particular, el funcionamiento de todos los componentes del dispositivo puede controlarse o supervisarse mediante los medios de control. En particular, el funcionamiento del horno rotativo tubular, es decir, en particular, la temperatura y la atmósfera del horno rotativo tubular, pueden controlarse o supervisarse mediante los medios de control.

También es objeto de la invención un procedimiento para el tratamiento de acumuladores de iones litio, que comprende las siguientes etapas:

- 5 proporcionar un dispositivo móvil de acuerdo con la invención;
introducir acumuladores de iones litio en la cámara de introducción;
transportar los acumuladores de iones litio introducidos en la cámara de introducción hasta el dispositivo de trituración;
triturar los acumuladores de iones litio mediante el dispositivo de trituración;
- 10 transportar los acumuladores de iones litio triturados hacia el recipiente intermedio de carga;
transportar los acumuladores de iones litio triturados, transportados hacia el recipiente intermedio de carga hacia el horno rotativo tubular;
tratar térmicamente los acumuladores de iones litio triturados, transportados hacia el horno rotativo tubular por el horno rotativo tubular;
- 15 transportar los acumuladores de iones litio triturados, tratados térmicamente en el horno rotativo tubular mediante el equipo de transporte de descarga fuera del horno rotativo tubular.

El procedimiento de acuerdo con la invención se realiza preferentemente de manera que mediante este se tratan los acumuladores de iones litio como se ha explicado anteriormente.

- 20 A este respecto, los acumuladores de iones litio, tal como se ha explicado anteriormente, se tratan térmicamente mediante el horno rotativo tubular preferentemente de manera que tenga lugar una descomposición al menos parcialmente pirolítica de los acumuladores de iones litio.

- 25 Los acumuladores de iones litio tratados térmicamente por medio del dispositivo móvil de acuerdo con la invención, en particular mediante el procedimiento de acuerdo con la invención, pueden tratarse posteriormente a continuación de manera que de estos pueden recuperarse al menos parcialmente de nuevo las materias primas antes mencionadas.

- 30 Otras características de la invención resultan de las reivindicaciones, las figuras así como de la siguiente descripción de las figuras correspondiente.

Todas las características de la invención se pueden combinar entre sí como se desee, individualmente o en combinación.

- 35 Un ejemplo de realización de la invención se explica con más detalle con referencia a las figuras muy esquemáticas adjuntas y la siguiente descripción de las figuras correspondiente.

En las figuras, muestra:

- 40 la figura 1 un diagrama de proceso esquemático de un ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la invención y del procedimiento de acuerdo con la invención; y

la figura 2 una vista lateral del ejemplo de realización del dispositivo de acuerdo con la figura 1.

- 45 El dispositivo móvil en su totalidad se identifica con el número de referencia 1 en la figura 1.

El dispositivo 1 comprende una cámara de introducción 10 en la que pueden introducirse acumuladores de iones litio 11 través de una abertura de introducción 12 de acuerdo con la flecha P1. La abertura de introducción 12 puede cerrarse de manera estanca a los gases a través de una primera válvula 13. En la parte inferior, la cámara de introducción 10 presenta una abertura de distribución 14, que puede cerrarse de manera estanca a los gases a través de una segunda válvula 15. La cámara de introducción 10 presenta un volumen de 250 litros y puede cerrarse de manera estanca a los gases por medio de la primera y segunda válvula 13, 15. La cámara de introducción 10 presenta una conexión de gas 16 para introducir gas inerte en la cámara de introducción 10. Puede ajustarse una atmósfera de gas inerte en la cámara de introducción 10 introduciendo gas inerte por medio de la conexión de gas 16.

- 55 Debajo de la cámara de introducción 10 está dispuesto un dispositivo de trituración 20 del dispositivo 1. La disposición del dispositivo de trituración 20 debajo de la cámara de introducción 10 permite transportar los acumuladores de iones litio desde la cámara de introducción 10 hasta el dispositivo de trituración 20 por medio de la gravedad. Al abrir la segunda válvula 15 de la cámara de introducción 10, los acumuladores de iones litio ubicados en la cámara de introducción 10 caen en el dispositivo de trituración 20 debido a la fuerza de la gravedad. En el caso del dispositivo de trituración 20 se trata de un triturador de un solo eje en el que el material a triturar se presiona contra el eje del triturador de un solo eje por medio de un punzón hidráulico. Mediante el triturador de un solo eje, los acumuladores de iones litio pueden triturarse de manera que se encuentren en casi completamente y más del 90 % en masa en un tamaño de partícula de como máximo 15 mm. La ruta de transporte de los acumuladores de iones litio desde la cámara de introducción 10 hasta el dispositivo de trituración 20 está indicada por la flecha P2. Los acumuladores de iones litio triturados mediante el dispositivo de trituración 20 están indicados mediante círculos negros 21.
- 60
- 65

Por debajo del dispositivo de trituración 20 está dispuesto un recipiente intermedio de carga 30. El recipiente intermedio de carga 30 está configurado como una caja de acero simple y sirve como amortiguador entre la cámara de introducción 10 conectada previamente en la dirección del proceso y el dispositivo de trituración 20 y el horno rotativo tubular 50 conectado posteriormente en la dirección del proceso. La disposición del recipiente intermedio de carga 30 por debajo del dispositivo de trituración 20 permite que los acumuladores de iones litio triturados en el dispositivo de trituración 20 caigan desde el dispositivo de trituración 20 al recipiente intermedio de carga 30 debido a la gravedad, indicado por la flecha P3. El recipiente intermedio de carga 30 presenta un volumen de aproximadamente 150 litros.

El dispositivo 1 móvil comprende además un horno rotativo tubular 50 y un equipo de transporte de carga 40 a través del cual pueden transportarse acumuladores de iones litio triturados, alojados en el recipiente intermedio de carga 30 desde el recipiente intermedio de carga 30 hacia el horno rotativo tubular 50.

El horno rotativo tubular 50 se encuentra en la forma de un horno rotativo tubular 50 que puede calentarse eléctricamente de manera indirecta a través de varillas calefactoras de carburo de silicio. El horno rotativo tubular 50 comprende un tubo giratorio 51 cilíndrico que está colocado de forma giratoria alrededor del eje longitudinal central L del tubo giratorio 51. A este respecto, el eje longitudinal central L está inclinado con respecto a la horizontal. El tubo giratorio 51 está constituido por un acero inoxidable, austenítico de cromo-níquel-molibdeno con bajo contenido de carbono. El extremo superior del tubo giratorio 51, izquierdo en la figura 1 es la entrada del horno 52 del horno rotativo tubular 50, a través de la cual pueden cargarse en el tubo giratorio 51 los acumuladores de iones litio triturados, que van a tratarse térmicamente en el horno rotativo tubular 50. El extremo inferior del tubo giratorio 51, derecho en la figura 1 representa la salida del horno 53 del tubo giratorio 51, a través de la cual pueden descargarse desde el tubo giratorio 51 de nuevo los acumuladores de iones litio tratados térmicamente en el horno rotativo tubular 50. El tubo giratorio 51 está aislado del exterior por una mufla calefactora (no representada), estando dispuestas las barras de combustible de carburo de silicio (no representadas) entre el tubo giratorio 51 y la mufla calefactora. El tubo giratorio 51 se calienta eléctricamente a través de las varillas calefactoras de carburo de silicio de acuerdo con el estado de la técnica. En este sentido, el tubo giratorio 51 se calienta desde el exterior a través de las varillas calefactoras, de modo que el calor se conduce a través del tubo giratorio 51 al espacio encerrado por el tubo giratorio 51. El espacio encerrado por el tubo giratorio 51 sirve con ello como cámara de combustión en la que se pueden tratar térmicamente los acumuladores de iones litio triturados. El horno rotativo tubular 50 se controla a través de un equipo de control de manera que impere una temperatura en el tubo giratorio 51 en el intervalo de 500 a 550 °C. En la zona de la entrada 52, el horno rotativo tubular 50 presenta una carcasa de entrada 54, en la que se inserta parcialmente el tubo giratorio 51 y contra la cual el tubo giratorio 51 está obturado mediante una junta 55 que comprende politetrafluoroetileno. Del mismo modo, el horno rotativo tubular 50 comprende una carcasa de salida 56 en la zona de la salida 53, en la que también se inserta parcialmente el tubo giratorio 51 y contra la cual el conducto rotatorio 51 está obturado mediante una junta 57 que comprende politetrafluoroetileno. El dispositivo 1 comprende además un enfriador de aire 60, a través del cual se puede enfriar el horno rotativo tubular 50 en la zona de la entrada 52 y la salida 53 del tubo giratorio 51. Para ello, el enfriador 60 comprende un ventilador 61, por medio del cual el tubo giratorio 51 se puede enfriar desde el exterior en la zona de la entrada 52 a través de una primera línea de refrigeración 62 y el tubo giratorio 51 se puede enfriar desde el exterior en la zona de la salida 53 por medio de una segunda línea 63 mediante soplado con aire (aire fresco). Como resultado, el tubo giratorio 51 se puede enfriar de manera que las obturaciones 55, 57 que comprenden politetrafluoroetileno pueden protegerse del daño térmico.

El equipo de transporte de carga 40 comprende un primer transportador de tornillo sin fin 41 y un segundo transportador de tornillo sin fin 42. Los acumuladores de iones litio 21 triturados, que se encuentran en el recipiente intermedio de carga 30 pueden transportarse desde el recipiente intermedio de carga 30 por medio del primer transportador de tornillo sin fin 41. En un punto de transferencia 43, el primer transportador de tornillo sin fin 41 transfiere los acumuladores de iones litio 21 triturados al segundo transportador de tornillo sin fin 42, a través del cual los acumuladores de iones litio 21 triturados pueden transportarse finalmente hacia la carcasa de entrada 54 del horno rotativo tubular 50. El transporte de los acumuladores de iones litio 21 triturados mediante el primer y segundo transportador de tornillo sin fin 41, 42 está indicado mediante la flecha P4 y la carga de los acumuladores de iones litio 21 triturados desde el segundo transportador de tornillo sin fin 42 hacia la carcasa de entrada 54 mediante la flecha P5.

Al girar el tubo giratorio 51 alrededor del eje longitudinal central L, los acumuladores de iones litio 21 triturados se transportan desde la carcasa de entrada 54 hacia el tubo giratorio 51 y a lo largo de la dirección de la flecha P6 a través de este hasta la carcasa de salida 56. Durante este paso por el tubo giratorio 51, los acumuladores de iones litio 21 triturados se tratan térmicamente de manera que se descomponen pirolíticamente. Para proporcionar la atmósfera de gas inerte necesaria para tal pirólisis en el tubo giratorio 51, el tubo giratorio 51 presenta una alimentación de gas 58 en la zona de la entrada 52, a través de la cual se puede introducir gas inerte en el tubo giratorio 51. El gas inerte introducido en el tubo rotatorio 51 fluye a través del tubo rotatorio 51 en la dirección de la flecha P6 hasta la zona de la salida 53, donde los gases combustibles, indicados por la flecha 59, se extraen nuevamente del horno rotativo tubular 50. Los gases combustibles extraídos pueden tratarse posteriormente a continuación mediante un tratamiento posterior de gases combustibles, no representado en las figuras.

En la zona de la salida 53, los acumuladores de iones litio 21 pirolizados en el tubo giratorio 51 caen por gravedad en

la carcasa de salida 56, indicado por la flecha P7, y desde allí nuevamente por gravedad en un equipo de transporte de descarga 70 en forma de una esclusa de rueda celular. Por debajo de la esclusa de rueda celular 70 está dispuesto un recipiente intermedio de descarga 80 como una caja de acero simple como amortiguador. Debido a la disposición del recipiente intermedio de descarga 80 por debajo de la esclusa de rueda celular 70, los acumuladores de iones litio 21 tratados térmicamente pueden caer desde la esclusa de rueda celular 70 al recipiente intermedio de descarga 80 debido a la fuerza de la gravedad, indicada por la flecha P9. A través de otro tornillo sin fin de transporte 90, los acumuladores de iones litio 21 pueden transportarse finalmente desde el recipiente intermedio de descarga 80 a lo largo de la dirección de la flecha P10 y pueden transportarse hacia un recipiente de transporte 100, indicado por la flecha P11. El tornillo sin fin de transporte 90 tiene un sistema de enfriamiento de camisa alimentado por agua, de modo que los acumuladores de iones litio 21 puedan enfriarse hasta una temperatura de como máximo 60 °C durante su transporte mediante el tornillo sin fin de transporte 90.

Los acumuladores de iones litio 21 triturados, tratados térmicamente pueden retirarse en lotes del dispositivo 1 a través del recipiente de transporte 100 y alimentarse a un tratamiento adicional. Esta extracción por lotes se amortigua por el recipiente intermedio de descarga 80.

El dispositivo 1 móvil comprende además un equipo 110 para generar un gas inerte en forma de nitrógeno gaseoso. El equipo 110 comprende un compresor de tornillo de aire comprimido 111, a través del cual se puede generar nitrógeno gaseoso. Además, el equipo 110 comprende un tanque de gas 112 en el que puede alojarse el gas nitrógeno generado por el compresor de tornillo de aire comprimido 111. El nitrógeno se puede introducir desde el tanque de gas 112 por un lado por medio de una primera tubería de gas inerte 113 a través de la abertura de gas 16 en la cámara de introducción 10 y por medio de una segunda tubería de gas inerte 114 en el tubo giratorio 51 a través de la conexión de gas 58.

Todos los componentes del dispositivo 1 pueden accionarse por energía eléctrica, de modo que se requiere exclusivamente un suministro de energía eléctrica para el funcionamiento del dispositivo 1.

Además, el dispositivo 1 está diseñado globalmente de manera que está dispuesto completamente en un contenedor, indicado por la línea 120 de trazos. Mediante el transporte del contenedor 120, todo el dispositivo 1 puede configurarse en total de manera transportable o móvil.

En la figura 2, solo algunos elementos del dispositivo 1 de acuerdo con la figura 1 están provistos de símbolos de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo móvil (1) para el tratamiento de acumuladores de iones litio, que comprende:

1.1 una cámara de introducción (10), en donde

1.1.1 en la cámara de introducción (10) pueden alojarse acumuladores de iones litio;

1.2 un dispositivo de trituración (20), en donde

1.2.1 los acumuladores de iones litio alojados en la cámara de introducción (10) pueden transportarse desde la cámara de introducción (10) hasta el dispositivo de trituración (20) y

1.2.2 los acumuladores de iones litio transportados hasta el dispositivo de trituración (20) pueden triturarse mediante el dispositivo de trituración (20);

1.3 un recipiente intermedio de carga (30), en donde

1.3.1 los acumuladores de iones litio triturados por el dispositivo de trituración (20) pueden transportarse desde el dispositivo de trituración (20) hacia el recipiente intermedio de carga (30) y

1.3.2 los acumuladores de iones litio triturados, transportados hacia el recipiente intermedio de carga (30) pueden alojarse en el recipiente intermedio de carga (30);

1.4 un horno rotativo tubular (50), en donde

1.4.1 los acumuladores de iones litio triturados, alojados en el recipiente intermedio de carga (30) pueden transportarse desde el recipiente intermedio de carga (30) hacia el horno rotativo tubular (50),

1.4.2 el horno rotativo tubular (50) puede calentarse eléctricamente y

1.4.3 los acumuladores de iones litio triturados, transportados hacia el horno rotativo tubular (50) pueden tratarse térmicamente mediante el horno rotativo tubular (50); y

1.5 un equipo de transporte de descarga (70), en donde

1.5.1 los acumuladores de iones litio triturados, tratados térmicamente en el horno rotativo tubular (50) pueden transportarse desde el horno rotativo tubular (50) mediante el equipo de transporte de descarga (70).

2. Dispositivo móvil (1) según la reivindicación 1, en donde puede ajustarse una atmósfera de gas inerte en la cámara de introducción (10).

3. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde los acumuladores de iones litio alojados en la cámara de introducción (10) pueden transportarse por medio de la gravedad desde la cámara de introducción (10) hasta el dispositivo de trituración (20).

4. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde los acumuladores de iones litio pueden triturarse mediante el dispositivo de trituración (20) hasta un tamaño de partícula, después de lo cual al menos el 90 % en masa de los acumuladores de iones litio triturados mediante el dispositivo de trituración (20) presenta un tamaño de partícula de como máximo 20 mm.

5. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo de trituración (20) comprende un triturador de un solo eje.

6. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde los acumuladores de iones litio triturados por el dispositivo de trituración (20) pueden transportarse por medio de la gravedad desde el dispositivo de trituración (20) hacia el recipiente intermedio de carga (30).

7. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde los acumuladores de iones litio triturados, transportados hacia el horno rotativo tubular (50) pueden tratarse térmicamente mediante el horno rotativo tubular (50) de manera que tiene lugar una descomposición al menos parcialmente pirolítica de los acumuladores de iones litio.

8. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un equipo de transporte de entrada (40), en donde los acumuladores de iones litio alojados en el recipiente intermedio de carga (30) pueden transportarse mediante el equipo de transporte de entrada (40) desde el recipiente intermedio de carga (30) hacia el horno rotativo tubular (50).

9. Dispositivo móvil (1) según la reivindicación 8, en donde el equipo de transporte de carga (40) comprende al menos dos transportadores de tornillo sin fin (41, 42).

10. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el horno rotativo tubular (50) comprende un tubo giratorio (51) y una carcasa de entrada (54), en donde el tubo giratorio (51) está obturado con respecto a la carcasa de entrada (54) a través de una junta (55) que comprende politetrafluoroetileno.
- 5 11. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en donde el horno rotativo tubular (50) comprende un tubo giratorio (51) y una carcasa de salida (56), en donde el tubo giratorio (51) está obturado con respecto a la carcasa de salida (56) a través de una junta (57) que comprende politetrafluoroetileno.
- 10 12. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un recipiente intermedio de descarga (80), en donde los acumuladores de iones litio transportados desde el horno rotativo tubular (50) por medio del equipo de transporte de descarga (70) pueden alojarse en el recipiente intermedio de descarga (80).
- 15 13. Dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un equipo (110) para generar un gas inerte.
14. Procedimiento para el tratamiento de acumuladores de iones litio, que comprende las siguientes etapas:
- 20 A. proporcionar un dispositivo móvil (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores;
B. introducir acumuladores de iones litio (11) en la cámara de introducción (10);
C. transportar los acumuladores de iones litio (11) introducidos en la cámara de introducción (10) hasta el dispositivo de trituración (20);
D. triturar los acumuladores de iones litio (11) mediante el dispositivo de trituración (20);
- 25 E. transportar los acumuladores de iones litio (21) triturados hacia el recipiente intermedio de carga (30);
F. transportar los acumuladores de iones litio (21) triturados, transportados hacia el recipiente intermedio de carga (30) hacia el horno rotativo tubular (50);
G. tratar térmicamente los acumuladores de iones litio (21) triturados, transportados hacia el horno rotativo tubular (50) mediante el horno rotativo tubular (50);
- 30 H. transportar los acumuladores de iones litio (21) triturados, tratados térmicamente en el horno rotativo tubular (50) mediante el equipo de transporte de descarga (70) desde el horno rotativo tubular (50).
15. Procedimiento según la reivindicación 14, en donde los acumuladores de iones litio (11) se tratan térmicamente mediante el horno rotativo tubular (50) de manera que tiene lugar una descomposición al menos parcialmente pirolítica de los acumuladores de iones litio (21) triturados.
- 35

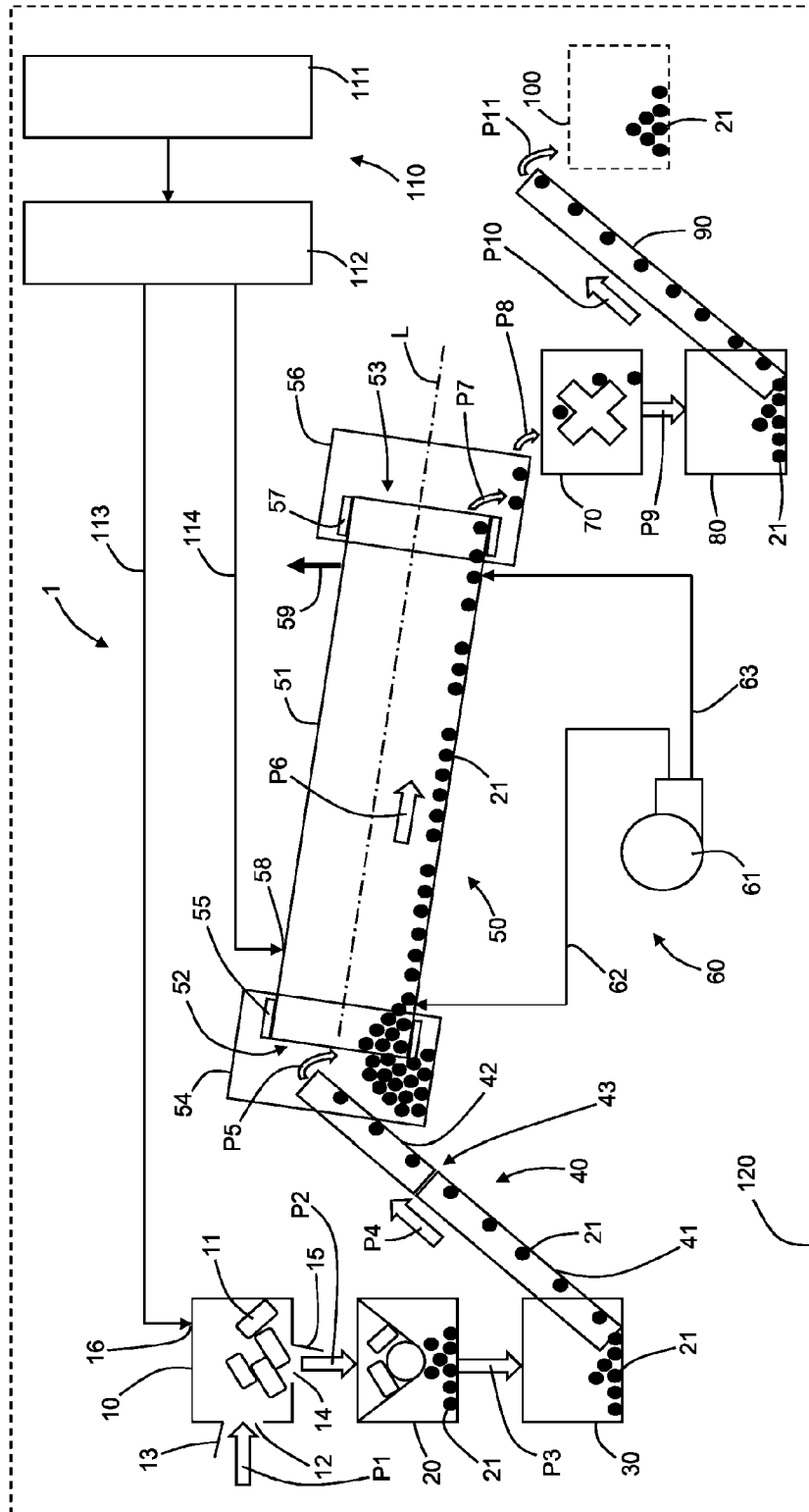


Fig. 1

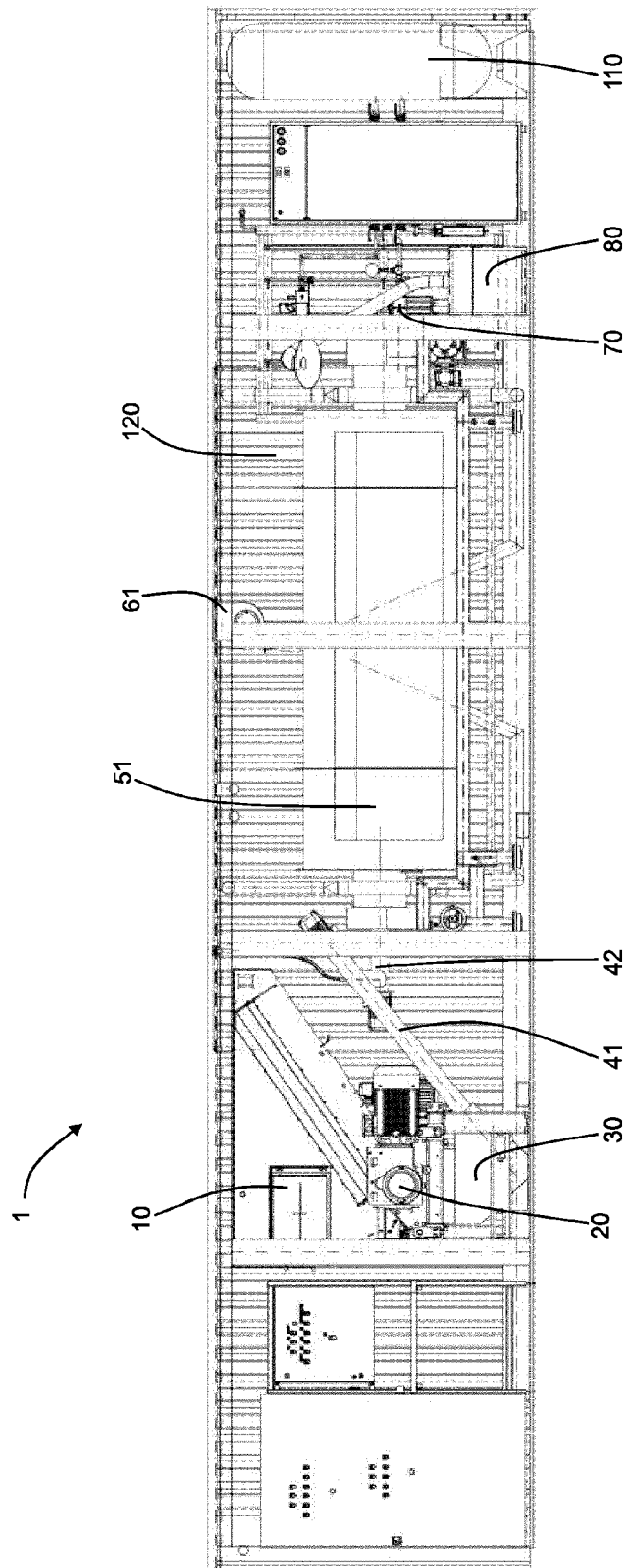


Fig. 2