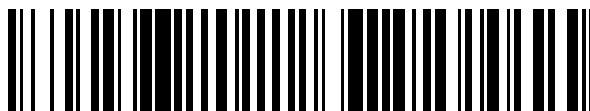


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 502 765**

51 Int. Cl.:

B65B 1/32 (2006.01)
B65B 5/10 (2006.01)
B65B 25/00 (2006.01)
B65B 39/00 (2006.01)
B65B 1/06 (2006.01)
B65B 43/58 (2006.01)
B65B 43/59 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.08.2012** **E 12179993 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014** **EP 2559620**

54 Título: **Procedimiento para el envasado de silicio policristalino**

30 Prioridad:

18.08.2011 DE 102011081196

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

06.10.2014

73 Titular/es:

WACKER CHEMIE AG (100.0%)
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 München, DE

72 Inventor/es:

VIETZ, MATTHIAS y
HÖLZLWIMMER, RAINER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 502 765 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

Procedimiento para el envasado de silicio policristalino

5 La invención se refiere a un procedimiento para el envasado de silicio policristalino.

Silicio policristalino (polisilicio) es separado predominantemente mediante el proceso de Siemens a partir de silanos halogenados tales como triclorosilano y, a continuación, es desmenuzado en fragmentos de silicio policristalino de forma poco contaminante.

10 Para aplicaciones en la industria de los semiconductores y la industria solar se desean fragmentos de polisilicio lo menos contaminados posible. Por lo tanto, el material debería ser envasado también de forma poco contaminante antes de ser transportado al cliente.

15 Habitualmente, los fragmentos de polisilicio para la industria electrónica se envasan en bolsas de 5 kg con una tolerancia de peso de + / - máx. 50 g. Para la industria solar, los fragmentos de polisilicio son habituales en bolsas con un peso neto de 10 kg y una tolerancia de peso de + / - máx. 100 g.

20 Máquinas para formar, llenar y sellar bolsas, que son adecuadas, en principio, para el envasado de fragmentos de silicio, están disponibles comercialmente. Una máquina de envasado correspondiente se describe, por ejemplo, en el documento DE 36 40 520 A1.

25 En el caso de los fragmentos de polisilicio se trata de un material a granel de bordes afilados, incapaz de fluir, con un peso de los distintos fragmentos de Si de hasta 2500 g. Por lo tanto, durante el envasado se ha de tener en cuenta que el material no perfora las bolsas de material sintético habituales durante el llenado o, en el peor de los casos, las destruya incluso por completo.

Para evitar esto, las máquinas de envasado comerciales tienen que ser modificadas de una manera adecuada con la finalidad del envasado de polisilicio.

30 A partir del documento EP 1 334 907 B1 se conoce un dispositivo para el transporte, la ponderación, el reparto en porciones, llenado y envasado totalmente automáticos y económicos de un fragmento de polisilicio de alta pureza, que comprende un canal transportador para el fragmento de polisilicio, un dispositivo de pesaje para el fragmento de polisilicio que está unido con una tolva, chapas deflectoras de silicio, un dispositivo de llenado que forma una bolsa de material sintético a partir de una película de material sintético de alta pureza, que comprende un desionizador que impide una carga estática y, con ello, una contaminación con partículas de la película de material sintético, un dispositivo de soldadura para la bolsa de material sintético llena con fragmentos de polisilicio, una caja de flujo dispuesta por encima del canal transportador, del dispositivo de pesaje, del dispositivo de llenado y del dispositivo de soldadura, que impide una contaminación con partículas de los fragmentos de polisilicio, una cinta transportadora con un detector inductivo magnéticamente para la bolsa de material sintético soldada y llena de los fragmentos de polisilicio, estando todos los componentes que entran en contacto con los fragmentos de polisilicio reforzados con silicio o revestidos con un material sintético altamente resistente al desgaste.

45 Se ha demostrado que en dispositivos de este tipo se manifiesta a menudo un atascamiento de los fragmentos de silicio en el dispositivo de llenado. Esto es desventajoso, debido a que con ello se producen tiempos de inactividad elevados de la máquina. También se producen perforaciones de la bolsa de material sintético, lo cual conduce también a una parada de la instalación y a la contaminación del silicio.

50 El documento DE 10 2007 027 110 A1 da a conocer un procedimiento para el envasado de silicio policristalino, en el que silicio policristalino es introducido en una bolsa conformada, suspendida libremente, por medio de un dispositivo de llenado, sellándose a continuación la bolsa llena, caracterizado por que la bolsa se compone de un material sintético de alta pureza con un espesor de pared de 10 a 1000 μm , comprendiendo el dispositivo de llenado un absorbedor de la energía suspendido libremente a base de un material poco contaminante, no metálico, que se introduce antes de la introducción del silicio policristalino en la bolsa de material sintético y a través del cual el silicio policristalino se introduce en la bolsa de material sintético, y el absorbedor de energía suspendido libremente se retira a continuación de la bolsa de material sintético llena de silicio policristalino y se cierra la bolsa de material sintético.

60 Mediante un procedimiento de este tipo que prevé un absorbedor de energía en el interior de la bolsa de material sintético se pueden impedir ampliamente perforaciones de la bolsa de material sintético. Lo desventajoso de este procedimiento es, sin embargo, que siguen produciéndose atascamientos. Éstos se manifiestan en este procedimiento, ante todo, en el absorbedor de energía. Por consiguiente, esto también conduce a paradas en la producción y requiere intervenciones manuales, que conllevan a una contaminación del silicio.

El documento DE 32 21 436 A1 da a conocer un dispositivo para el llenado de sacos, consistente en un saco exterior y en un saco interior abierto por arriba, dispuesto en el anterior, a base de una película de material sintético, con una tolva de llenado, con un transportador que sustenta y transporta los sacos llenos, en donde se puede hacer descender a los sacos durante el llenado hasta la sustentación en el transportador.

Misión de la invención es evitar atascamientos de este tipo del silicio, así como llevar a cabo un envasado del silicio con poco desmenuzamiento posterior.

El problema se resuelve mediante un procedimiento para el envasado de silicio policristalino, en el que silicio policristalino se introduce por medio de un dispositivo de llenado en una bolsa de material sintético, en donde el dispositivo de llenado comprende un absorbedor de energía suspendido libremente a base de un material poco contaminante no metálico, caracterizado por que la bolsa de material sintético es hecha pasar sobre el absorbedor de energía, se introduce silicio policristalino y la bolsa de material sintético se hace descender durante el llenado, de manera que el silicio se deslice en la bolsa de material sintético, en donde antes del comienzo del movimiento descendente de la bolsa de material sintético se reduce su sección transversal por medio de un dispositivo adecuado y se aumenta paulatinamente durante el llenado o después del llenado, con el fin de llevar a cabo un llenado controlado de la bolsa de material sintético con silicio policristalino.

Se ha demostrado que con ello se puede evitar un atascamiento del silicio.

En este caso, el procedimiento de acuerdo con la invención utiliza asimismo un absorbedor de energía, como ya se conoce del estado de la técnica. Sin embargo, el proceso de llenado en sí difiere del modo de proceder descrito en el estado conocido de la técnica. Durante el llenado de silicio, la bolsa de material sintético se hace descender. Debido a la presencia del absorbedor de energía, se impide, además, una perforación de la bolsa de material sintético, ya que ésta está protegida por el absorbedor de energía frente a un impacto duro del silicio. Al mismo tiempo, se asegura por el descenso de la bolsa de material sintético que no aparezcan atascamientos en el absorbedor de energía.

Preferiblemente, el absorbedor de energía comprende una balanza.

Esta balanza se compone preferiblemente de un metal duro o de material cerámico o de carburos.

La bolsa preferiblemente prefabricada se hace pasar sobre el recipiente de pesaje y se llena con poco desmenuzamiento posterior girando toda la unidad.

La balanza está realizada preferiblemente como un tamiz y está situada en el fondo del absorbedor de energía o bien del depósito de reserva.

Preferiblemente, está previsto un mecanismo de vibración con el fin de poder excluir totalmente atascamientos y con el fin de lograr una mejor separación. Un mecanismo de vibración de este tipo puede generarse, por ejemplo, mediante ultrasonidos.

Otra forma de realización preferida prevé una balanza con transmisión a un absorbedor de energía.

En este caso, la bolsa de material sintético se hace pasar sobre el absorbedor de energía, a continuación, se abre la balanza, incluido el tamiz, después de ello se abre y se cierra un freno de caída y luego se hace descender la bolsa bajo movimientos ondulatorios y/o vibraciones.

En calidad de freno de caída sirve preferiblemente un dispositivo que es presionado contra la bolsa de material sintético o bien el absorbedor de energía.

Con ello se reduce primero la sección transversal de la bolsa de material sintético o bien del absorbedor de energía y luego se libera de forma controlada.

Con ello se puede controlar el flujo de producto y se puede alcanzar un llenado del silicio con poco desmenuzamiento posterior en las bolsas pre-fabricadas.

Preferiblemente, el absorbedor de energía se compone de un material poco contaminante no metálico.

A diferencia del documento DE 10 2007 027 110 A1 el absorbedor de energía no se introduce en la bolsa de material sintético antes del llenado del silicio policristalino, sino que la bolsa de material sintético se hace pasar sobre el absorbedor de energía.

Preferiblemente, la bolsa de material sintético se hace pasar por encima del absorbedor de energía por medio de un

sistema de manipulación adecuado. Para ello se adecua, por ejemplo, un robot de brazo articulado.

De acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención, el silicio policristalino es introducido en la bolsa de material sintético a través del absorbedor de energía.

5 Durante el llenado la bolsa de material sintético es movida hacia abajo.
Esto tiene lugar preferiblemente por medio de sistemas de uñas adecuados.

10 Después del proceso de llenado se cierra preferiblemente la bolsa de material sintético.
Previamente, de preferencia se hace un vacío en la bolsa de material sintético aspirando aire de la bolsa de material sintético y luego soldando.

15 En este caso, para una manipulación más sencilla se puede practicar en la bolsa de material sintético un agujero de agarre, así como eliminar cualquier residuo de la bolsa después de la soldadura.

En contraposición a la posición fija de la bolsa prefabricada suspendida libremente, con la presente invención se puede posibilitar, a través del posicionamiento flexible de la uña de la bolsa, por medio de sistemas de manipulación,
20 un proceso de llenado libre de atascamientos, de poco desmenuzamiento posterior y con pocas perforaciones.

El procedimiento descrito se adecua tanto para el envasado de fragmentos de polisilicio para aplicaciones solares como de fragmentos de polisilicio para la industria electrónica. En particular, se trata de procedimientos para el envasado de fragmentos de silicio policristalinos de bordes afilados, de hasta 10 kg de peso. Las ventajas surten
25 particularmente efecto en presencia de fragmentos con un peso medio mayor que 80 g.

La bolsa de material sintético está hecha preferiblemente de un plástico de alta pureza. Se trata en este caso, preferiblemente, de polietileno (PE), poli(tereftalato de etileno) (PET) o polipropileno (PP) o de películas de material compuesto.

30 Una película de material compuesto es una película para envasado de múltiples capas, a partir de la cual se hacen envases flexibles. Las distintas capas de la película son habitualmente extrudidas o estratificadas o bien laminadas. Los envases encuentran aplicación principalmente en el uso de la industria alimentaria.

35 Preferiblemente, la bolsa de material sintético se sujeta durante el llenado con fragmentos de polisilicio por medio de al menos dos elementos en la bolsa y es movida hacia abajo por el absorbedor de energía y es aportada, después de la finalización del proceso de llenado, por medio de estas uñas a un dispositivo de cierre, preferiblemente un dispositivo de soldadura.

40 La bolsa de material sintético presenta preferiblemente un espesor de 10 a 1000 μm .

El absorbedor de energía se compone preferiblemente de un material poco contaminante no metálico. Éste tiene preferiblemente la forma de una tolva o cuerpo hueco.

45 Se compone preferiblemente de material textil (p. ej., Gore-Tex® - tejido de PTFE o tejido de poliéster/poliamida), materiales sintéticos (p. ej., PE, PP, PA, o copolímeros de estos materiales sintéticos). De manera particularmente preferida, se compone de un material sintético cauchoide, p. ej., PU, caucho, caucho vulcanizado o etileno-acetato de vinilo (EVA), con una dureza Shore A entre 30 A y 120 A, preferiblemente de 70 A.

50 El cierre de la bolsa de material sintético puede tener lugar, por ejemplo, por medio de soldadura, pegado, costura o cierre de forma. Preferiblemente, tiene lugar por medio de soldadura.

Preferiblemente, el dispositivo de llenado se compone una unidad de llenado y del absorbedor de energía suspendido libremente que está unido con la unidad de llenado. Preferiblemente, el absorbedor de energía suspendido libremente tiene la forma de un tubo flexible móvil suspendido libremente o cualquiera de las otras
55 formas mencionadas que, en lo que sigue y para simplificar, se han de entender bajo la expresión tubo flexible.

La bolsa de material sintético es hecha pasar por encima del tubo flexible móvil y los fragmentos de polisilicio se introducen en la bolsa a través de la unidad de llenado y el tubo flexible.

60 En el caso de la unidad de llenado se trata preferiblemente de una tolva, un canal transportador o un plano inclinado de descarga que están revestidos con un material poco contaminante o se componen de un material poco contaminante.

- El absorbedor de energía suspendido libremente absorbe una gran parte de la energía cinética de movimiento del fragmento de polisilicio que cae en la bolsa. Protege las paredes de la bolsa de material sintético antes del contacto con el silicio policristalino de bordes afilados e impide una perforación de la bolsa de material sintético. Debido a que la bolsa de material sintético es estirada hacia abajo después del llenado, no se producen atascamientos del silicio policristalino en el absorbedor de energía.
- Preferiblemente, el polisilicio se divide primero en porciones y se pesa antes del envasado.
- La unidad de llenado está diseñada de manera que las partículas más finas y el astillado del polisilicio se eliminan antes o durante el llenado. Por ejemplo, las partículas pueden ser separadas mediante tamizado de forma segura con una longitud de arista de menos de 16 mm.
- Para ello, preferiblemente una corriente de producto se transporta en fragmentos de polisilicio en un canal transportador, mediante al menos un tamiz, pudiendo tratarse del tamiz de una placa perforada, un tamiz de varillas, un clasificador opto-neumático u otro dispositivo adecuado, se separa en fragmentos toscos y finos, se pesa mediante una balanza dosificadora y se dosifica a un peso objetivo, se descarga a través de un canal de descarga y se transporta a una unidad de envasado.
- Preferiblemente, el al menos un tamiz y la balanza dosificadora comprenden en sus superficies, al menos en parte, un material poco contaminante tal como, p. ej., un metal duro.
- La división en porciones y el pesaje de los fragmentos de polisilicio se efectúan preferiblemente por medio de una unidad dosificadora para un dispositivo para la dosificación y el envasado de fragmentos de polisilicio, que comprende un canal transportador, adecuado para transportar una corriente de producto de fragmentos, al menos un tamiz adecuado para la separación de la corriente de producto en fragmentos toscos y finos, un canal dosificador para fragmentos toscos y un canal dosificador para fragmentos finos, una balanza dosificadora para determinar el peso de dosificación, en donde el al menos un tamiz, así como la balanza dosificadora comprende en sus superficies, al menos en parte, un metal duro.
- Una unidad dosificadora de este tipo sirve para dosificar con la mayor precisión posible fragmentos de polisilicio de un determinado tipo de tamaño antes de su envasado.
- Mediante la separación de la corriente de producto en partículas toscas y finas es posible una dosificación más exacta del polisilicio.
- La cantidad pesada de fragmentos de polisilicio se envasa, después de la dosificación y de una eventual etapa de limpieza conforme al procedimiento descrito anteriormente, en una bolsa de película.
- La unidad dosificadora comprende al menos un tamiz, p. ej., un tamiz de varillas, adecuado para la separación de los fragmentos de la corriente inicial de producto en un canal transportador de fragmentos toscos y finos.
- Preferiblemente, la unidad dosificadora comprende dos tamices, con especial preferencia tamices de varillas.
- Fragmentos toscos o bien grandes son transportados en un canal transportador de fragmentos toscos.
- Fragmentos finos o bien pequeños son transportados en un canal transportador de fragmentos finos.
- La distribución por tamaño de los fragmentos de polisilicio en la corriente de producto de partida depende, entre otros, de los procesos de desmenuzamiento precedentes. El tipo de división en fragmentos toscos y finos, así como el tamaño de los fragmentos toscos y finos dependen del producto final deseado que ha de dosificarse y envasarse.
- Una distribución típica por tamaño de los fragmentos comprende fragmentos de tamaños de 5-170 mm.
- Por ejemplo, pueden ser evacuados de la unidad dosificadora fragmentos inferiores a un tamaño determinado mediante un tamiz, de preferencia por medio de un tamiz de varillas, en asociación con un canal de descarga. De esta forma, se puede hacer que sólo sean dosificados fragmentos de una clase de tamaño muy determinada.
- Mediante el transporte del polisilicio en los canales transportadores resultan de nuevo tamaños de producto no deseados. Éstos pueden ser eliminados de nuevo, por ejemplo, mediante una separación en la balanza dosificadora. Para ello, la balanza está equipada con una abertura, un mecanismo de separación desmontable y una unidad de descarga.

Los fragmentos más pequeños evacuados se clasifican de nuevo conforme a procesos dispuestos a continuación, se dosifican y se envasan o suministran para otro uso.

5 Preferiblemente, la unidad dosificadora comprende un plano inclinado de descarga de partículas finas. Éste puede ser diseñado de forma basculante. En función del producto objetivo deseado (distribución por tamaño de los fragmentos) el mismo se utiliza para separar mediante tamizado partículas finas y separarlas de la corriente de producto para la dosificación precisa.

10 La dosificación del polisilicio a través de los dos canales dosificadores se puede automatizar.

Particularmente ventajoso es el uso de elementos de metal duro para el tamiz y la balanza dosificadora. Al menos el tamiz y la balanza dosificadora deberían presentar en sus superficies, al menos en parte, metal duro.

15 Por metales duros se entienden metales duros de carburo sinterizados. Junto a los metales duros convencionales a base de carburo de wolframio existen también metales duros que, en calidad de materiales duros, contienen preferiblemente carburo de titanio y nitruro de titanio, comprendiendo la fase aglutinante en este caso níquel, cobalto y molibdeno. También se prefiere su uso en el procedimiento de acuerdo con la invención.

20 Preferiblemente, al menos las zonas de la superficie solicitadas mecánicamente y sensibles al desgaste del tamiz y la balanza dosificadora comprenden metal duro y/o material cerámico/carburos. Preferiblemente, al menos un tamiz está hecho completamente de metal duro.

25 El tamiz y la balanza dosificadora pueden estar provistos, parcialmente o en toda su superficie, de un revestimiento. En calidad de revestimiento se utiliza preferiblemente un material elegido del grupo que consiste en nitruro de titanio, carburo de titanio, nitruro de titanio y aluminio y DLC (siglas inglesas de "carbono tipo diamante").

30 Se ha demostrado que el uso de elementos de metales duros mejora la estabilidad mecánica de la unidad dosificadora. Además, los intervalos de mantenimiento de la unidad dosificadora son claramente mayores, debido a que los elementos de metales duros se desgastan menos que los revestimientos de silicio y de material sintético utilizados en el estado conocido de la técnica.

35 Sorprendentemente, se ha demostrado que la contaminación del silicio debido al uso de metal duro no aumenta significativamente con respecto al uso de revestimientos de silicio o de material sintético. Esto se refiere, en particular, a la contaminación con wolframio y cobalto. Esto se refiere, en particular, a la contaminación de wolframio y cobalto.

40 La unidad dosificadora también hace posible distribuir, a través de un canal basculante regulado, la corriente de producto de silicio a varios sistemas dosificadores y de envasado y, por consiguiente, transportar a diferentes máquinas de envasado, después de la dosificación y del pesaje, una combinación de varios sistemas dosificadores que son llenados con un producto de partida.

El sistema dosificador incluye mecanismos de separación (tamices), que separan por tamizado tamaños de producto más pequeños, no deseados, y los aportan luego a los procesos antepuestos (tamizado, clasificación).

45 Preferiblemente, los fragmentos de polisilicio se envasan en dos bolsas de material sintético.

El envasado en una primera bolsa de material sintético tiene lugar tal como se mencionó anteriormente, utilizando un absorbedor de energía.

50 A continuación, se sella la primera bolsa de material sintético.

Preferiblemente, la bolsa soldada se transfiere a continuación, a través de un sistema de uña o una cinta transportadora, a una parte de la máquina para incorporar una segunda bolsa.

55 Alternativamente, el polisilicio se puede llenar también en dos bolsas introducidas una dentro de otra.

Después de la soldadura de la bolsa interior, ésta se desliza al fondo de la bolsa exterior y ésta también se puede soldar.

60 Otra forma de realización prevé introducir completamente una dentro de otra la bolsa interior y la exterior, soldar la bolsa interior, plegarla y soldar la bolsa exterior después de un control opcional.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el envasado de silicio policristalino, en el que silicio policristalino se introduce por medio de un dispositivo de llenado en una bolsa de material sintético, en donde el dispositivo de llenado comprende un
absorbedor de energía suspendido libremente a base de un material poco contaminante no metálico, caracterizado
por que la bolsa de material sintético es hecha pasar sobre el absorbedor de energía, se introduce silicio
policristalino y la bolsa de material sintético se hace descender durante el llenado, de manera que el silicio se deslice
10 en la bolsa de material sintético, en donde antes del comienzo del movimiento descendente de la bolsa de material
sintético se reduce su sección transversal por medio de un dispositivo adecuado y se aumenta paulatinamente
durante el llenado o después del llenado, con el fin de llevar a cabo un llenado controlado de la bolsa de material
sintético con silicio policristalino.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la bolsa de material sintético se compone de
polietileno (PE), poli(tereftalato de etileno) (PET) o polipropileno (PP) o de una película de material compuesto.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el absorbedor de energía se compone de un material poco
contaminante no metálico y presenta la forma de una tolva, un tubo flexible o de un cuerpo hueco.
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el depósito de reserva o bien absorbedor de
energía comprenden una balanza.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el depósito de reserva o bien absorbedor de energía
comprenden una balanza que está realizada en forma de tamiz y se encuentra en el fondo del absorbedor de
energía o bien del depósito de reserva.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que está previsto un mecanismo que durante el
llenado efectúa un movimiento ondulatorio y/o vibratorio con el fin de poder excluir por completo un atascamiento y
para efectuar una mejor separación.