



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 674**

51 Int. Cl.:
H01L 21/00 (2006.01)
H01L 21/306 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04722226 .0**
96 Fecha de presentación : **22.03.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1733418**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.12.2006**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de superficies de sustratos.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.02.2011

73 Titular/es: **RENA SONDERMASCHINEN GmbH**
Ob Der Eck 5
78148 Gütenbach, DE

72 Inventor/es: **Delahaye, Franck**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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 de tratamiento de superficies de sustratos

- 5 La presente invención concierne en general al tratamiento o mecanización de superficies de sustratos. En particular, la invención concierne a procedimientos de modificación de la superficie de láminas de silicio.
- En la fabricación de láminas de silicio, placas de silicio o pastillas para la industria de los semiconductores y de las placas solares se someten las pastillas a una serie de pasos de tratamiento mecánico y/o químico para que adquieran las propiedades de tamaño y de producto deseadas. En lo que sigue se describen los pasos de procesos usuales según el estado de la técnica para la fabricación de células solares.
- 10 En primer lugar, se corta un bloque de silicio con una sierra de alambre en láminas, también llamadas pastillas. Después del corte se limpian las pastillas para eliminar una llamada papilla de aserrado. Seguidamente, se efectúa la mayoría de las veces una corrosión química en húmedo de los daños de aserrado empleando productos químicos adecuados, tales como especialmente lejías, para eliminar la capa rica en defectos originados por el proceso de corte. A continuación, se lavan y secan las pastillas.
- 15 Las pastillas o sustratos consisten generalmente en láminas de silicio monocristalino o policristalino p-dopado con boro. Para producir una transición p-n necesaria para el funcionamiento de la célula solar se n-dopa un lado de las láminas de silicio. Este n-dopado se realiza usualmente por medio de dopado con fósforo. Se modifica con ello la superficie del sustrato o del silicio debido a la incorporación de átomos de fósforo, utilizándose generalmente como fuente de fósforo un gas o una composición líquido-pastosa. Después de una incubación o revestimiento correspondiente de la lámina de silicio en el gas o con la composición se efectúa la difusión o la aplicación o incorporación de los átomos de fósforo en la superficie del silicio mediante calentamiento a una temperatura de habitualmente 800 a 1000°C. Después de este dopado con fósforo, la placa de silicio presenta una capa n⁺-dopada con fósforo de hasta unos pocos µm de espesor.
- 20 Un problema con esta modificación de la superficie consiste en que la mayoría de las veces no solo se modifican o dopan por el tratamiento la superficie deseada (lado superior), sino también la superficie opuesta (lado inferior), así como especialmente los cantos periféricos de las láminas del sustrato, de lo que resulta el riesgo de cortocircuitos durante el uso posterior, ya que los cantos son eléctricamente conductivos. Sin embargo, un dopado adicional del lado inferior, como el que se realiza, por ejemplo, por dopado en fase gaseosa, es aceptable en muchos campos de aplicación, ya que el dopado n⁺ de los lados inferiores o posteriores de las placas se transforma seguidamente la mayoría de las veces, por formación de un "campo de superficie posterior de aluminio", en un dopado p⁺ que es necesario, por ejemplo, para el contactado posterior de una célula solar. Sin embargo, las pastillas tratadas de esta manera poseen siempre cantos que presentan átomos de fósforo y que, por tanto, son eléctricamente conductivos, lo que, sin un tratamiento adicional, conduce a láminas de silicio con la desventaja antes mencionada de un riesgo de producción de cortocircuitos durante el uso posterior.
- 25 Para subsanar este problema se han desarrollado diferentes procedimientos en el estado de la técnica. Por ejemplo, se resuelve el problema de los cantos eléctricamente conductivos sometiéndolos a un amolado mecánico. Sin embargo, debido al amolado se pueden originar, al igual que con el aserrado, defectos en la estructura cristalina que conduzcan a pérdidas eléctricas. Sin embargo, el mayor inconveniente de este modo de proceder reside en el considerable riesgo de rotura para las sensibles láminas.
- 30 Además, se propone que la capa conductiva presente en el lado inferior o posterior sea interrumpida en la zona exterior o en el borde por la acción de un rayo láser. Sin embargo, este aislamiento de los cantos por medio de láser no está todavía establecido y plantea problemas especialmente para la automatización del proceso y respecto del rendimiento que se puede conseguir. Asimismo, existe el riesgo de que los pasos subsiguientes del procedimiento y el rendimiento de, por ejemplo, una célula correspondientemente fabricada puedan ser perjudicados por la deposición de productos de combustión – resultantes del tratamiento con láser – sobre la superficie de las pastillas.
- 35 Por último, se propone apilar varias placas y corroer los cantos de la pila de placas por medio de plasma. El aislamiento de los cantos por medio de plasma requiere que las pastillas se apilen una sobre otra. Tanto el apilamiento como la manipulación de las pilas se efectúan por vía manual o bien en forma automatizada con un gasto en aparatos muy alto. Por tanto, el procesamiento en pilas ocasiona siempre una interrupción o conmutación del flujo de producción, concretamente tanto en el marco de una fabricación según el principio de "lotes", en el que se transportan las pastillas en portadores del proceso, como en el caso de una fabricación "en línea", en el que se conducen las pastillas sobre cintas transportadoras o rodillos, etc. a través de los distintos pasos del procedimiento. Asimismo, debido a la complicada manipulación, las pastillas están expuestas nuevamente a un riesgo de rotura incrementado.
- 40 Otro procedimiento, en el que solamente se tratan los cantos, se encuentra propuesto en el documento DE 100 32 279 A1. El documento DE 100 32 279 A1 describe un procedimiento de pasivación química de defectos de los bordes en células solares de silicio mediante una corrosión de eliminación de tales defectos de los bordes. A este fin, se aplica un agente corrosivo sobre los cantos de las células solares de silicio empleando un paño de fieltro impregnado con dicho agente corrosivo.
- 45
- 50
- 55

Otros procedimientos conocidos por el estado de la técnica resuelven el problema de los cantos eléctricamente conductivos retirando la capa conductiva aplicada sobre los cantos y un lado de los sustratos por medio de corrosión en un baño de ácido. Por ejemplo, los documentos DE 43 24 647 A1 y US 2001/0029978 A1 describen un procedimiento de corrosión multietapa en el que se sumerge un sustrato completamente en un baño de ácido. Para que se efectúe aquí cada vez solamente una corrosión en el lado posterior y en los cantos del sustrato, el lado anterior del sustrato tiene que ser protegido por medio de un material de fotorreserva resistente a ácidos o por una máscara.

En particular, el procedimiento de corrosión según los documentos DE 43 24 647 A1 y US 2001/0029978 A1 no solo consume mucho tiempo, ya que son necesarios pasos de trabajo especiales para aplicar y retirar capas de protección, sino que requiere también la utilización de materiales adicionales. En particular, debido a la aplicación y al desprendimiento de capas de protección existe el riesgo de que se deterioren los sustratos que se deben tratar. En caso de que una capa de protección aplicada sea defectuosa o esté dañada, existe el riesgo de que los lados anteriores de los sustratos sean dañados durante la corrosión y, por tanto, los sustratos resulten inutilizables.

El documento US 5,660,642 describe un dispositivo y un procedimiento de tratamiento con líquido y secado subsiguiente de sustratos planos aprovechando el efecto de Marangoni. El dispositivo comprende dos recipientes con líquido de tratamiento o de lavado. Este dispositivo se coloca en un primer paso en proximidad inmediata a la superficie del sustrato que se debe tratar, de modo que ambos líquidos humecten la superficie formando un menisco. A continuación, se "traslada" el dispositivo con relación a la superficie del sustrato de tal manera que una zona del sustrato sea contactada primeramente con el líquido de tratamiento y luego con el líquido de lavado antes de que en un paso adicional se mueva el sustrato con una velocidad determinada y se le seque entonces aprovechando el efecto de Marangoni.

En el documento WO 99/17344 se revelan un dispositivo y un procedimiento de tratamiento químico en húmedo de sustratos planos, en donde un respectivo sustrato es retenido durante el tratamiento por un soporte 16 dispuesto encima del mismo y puede ser trasladado verticalmente hacia abajo o hacia arriba.

Por tanto, el problema de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para tratar un lado de láminas de silicio, en el que se puede prescindir de los pasos de procedimiento del estado de la técnica en relación con la protección o el enmascaramiento de los lados anteriores o superiores que no se deben tratar, y en el que se realiza el procedimiento en una cadena de fabricación.

El problema se resuelve según la invención proporcionando el procedimiento según la reivindicación 1. Formas de realización ventajosas del procedimiento según la invención son objeto de las reivindicaciones subordinadas y/o se exponen en la descripción siguiente.

Según la invención, se ha visto que se puede tratar selectivamente tan solo una de las dos superficies de un sustrato. Este tratamiento de un lado comprende, por ejemplo, una corrosión, un revestimiento o una limpieza de una de las dos superficies. Según una forma de realización, se puede modificar por corrosión, por ejemplo, solamente el lado superior o el lado inferior de un sustrato correspondiente, tal como una lámina de silicio, con lo que se elimina de manera sencilla el problema de la formación de cortocircuitos. Para mejor compresión, se hace referencia en lo que sigue a una corrosión de una superficie como ejemplo de un tratamiento de un lado de un sustrato.

Según una forma de realización especialmente preferida, el procedimiento según la invención se realiza en el marco de un procesamiento continuo, en el que se humectan los lados inferiores de los sustratos, tales como especialmente láminas de silicio (en caso deseado incluyendo los cantos periféricos), con un líquido de corrosión que se encuentra en un baño de líquido.

Se consigna que el procedimiento según la invención es adecuado cuando solamente se desea o es necesario un tratamiento de un lado de un sustrato. Según una forma de realización preferida, el procedimiento según la invención prevé que el sustrato, preferiblemente en forma de una lámina de silicio, sea alimentado, después del dopado con fósforo, a un lugar de corrosión por un lado para retirar la capa dopada con fósforo. Esto se realiza poniendo en contacto tan solo un lado de la lámina de silicio, completa o parcialmente o en parte, con una composición líquida que contiene preferiblemente NaOH, KOH, HF, HNO₃, HF con O₃ y/o HF con oxidante, tal como, por ejemplo, ácido oxidante.

A este fin, se orienta la lámina de silicio en dirección sustancialmente horizontal y se humecta el lado que se debe corroer con un líquido corrosivo que se encuentra en un baño de líquido. Se elige aquí la distancia del líquido corrosivo al lado inferior de la lámina de silicio de modo que se humecte el lado del sustrato que se debe corroer (en caso deseado incluyendo los cantos periféricos), pero no el lado opuesto.

Se consigna que este paso de corrosión se realiza de preferencia directamente después del dopado con fósforo, ya que la corrosión con ácido fosfórico glacial se efectúa casi siempre por vía química húmeda y el aislamiento de los cantos según la invención puede realizarse entonces en la misma instalación con ahorro de espacio y a bajo coste. Sin embargo, es evidente para el experto que el paso según la invención puede realizarse también en otro momento. Importante es solamente que la corrosión según la invención tenga lugar antes de la aplicación de los contactos metálicos sobre el lado posterior o inferior de un sustrato dado.

Según una forma de realización preferida del procedimiento conforme a la invención, se pueden tratar de la manera descrita en el presente documento tanto un lado del sustrato como los cantos periféricos de los sustratos.

Según una forma de realización, se sumergen los sustratos en un baño de líquido con una composición líquida, pudiendo ajustarse fácilmente por el experto el grado de inmersión en función del espesor, el peso y las propiedades superficiales del sustrato, así como de la tensión superficial de la composición líquida. Mediante un ajuste exacto, por ejemplo del nivel de llenado en el baño de tratamiento, es posible, además, que no solo se trate el lado inferior, sino que se traten también los cantos, lo que es especialmente preferible según la invención. Es evidente para el experto que el tratamiento según la invención puede efectuarse no solo por inmersión en un líquido, sino también de otras maneras, en tanto quede garantizado que realmente un solo lado y, en caso deseado, también los cantos sean humectados por el agente corrosivo y modificados por éste. Por ejemplo, según otra forma de realización, pueden preverse dos recipientes de tamaños diferentes, conteniendo el recipiente más pequeño la composición líquida y estando éste rodeado por el recipiente más grande. El recipiente más pequeño está lleno de líquido hasta el borde y recibe su alimentación a través de una unión con el recipiente más grande. Esta alimentación de líquido puede efectuarse, por ejemplo, continuamente por medio de una bomba y puede ajustarse de modo que rebose siempre una cierta cantidad de líquido corrosivo hacia la cuba exterior (el recipiente más grande), rebombeándose de preferencia nuevamente el líquido desde allí hasta la cuba interior (el recipiente más pequeño). El bombeo de la composición líquida da lugar a que el nivel de líquido se encuentre siempre a una altura algo mayor que la del borde periférico del recipiente más pequeño, y la diferencia entre el nivel del líquido y la altura del borde del recipiente depende, entre otras cosas, de la tensión superficial del agente corrosivo aportado. Empleando esta disposición, las láminas a tratar en el marco de una cadena de fabricación pueden ser transportadas fácilmente en posición horizontal a través del líquido, con lo que se humecta el lado inferior de las láminas, sin que estas láminas tropiecen con las paredes laterales del recipiente interior más pequeño y puedan resultar dañadas.

Se consigna que la humectación o tratamiento de un lado de un sustrato, propuesto conforme a la invención, en las formas de realización descritas en el presente documento puede lograrse o fomentarse de maneras diferentes, diferenciándose en principio entre humectación activa (directa) y humectación pasiva (indirecta).

Por humectación activa o directa se entiende según la invención que el tratamiento deseado de un lado del sustrato se asegura directamente por la conducción del mismo a través del líquido de tratamiento. Esto requiere según la invención que el nivel del lado inferior del sustrato a tratar se encuentre al menos por breve tiempo por debajo del máximo nivel del líquido de tratamiento. En el marco de la humectación activa se puede sumergir, por ejemplo, el sustrato en el líquido o se puede elevar completa o parcialmente el nivel del líquido en la cuba, estando abarcada también según la invención una combinación de inmersión del sustrato y elevación del nivel del líquido.

Por ejemplo, la superficie del baño en el sitio en el que se introducen los sustratos en el baño puede ser elevada localmente por medio de una entrada de líquido correspondientemente dispuesta y orientada por debajo de la superficie. Asimismo, la superficie del baño puede elevarse parcialmente por insuflado de burbujas de gas por debajo del sustrato, por ejemplo con aire comprimido, con lo que se puede asegurar también la humectación del lado inferior del sustrato.

Frente a esto, se entiende por humectación pasiva o indirecta según la invención que el lado inferior del sustrato que se debe tratar se encuentre durante todo el periodo de tratamiento por encima del nivel del líquido, de modo que se efectúe una humectación únicamente de forma indirecta a través de piezas estructurales o componentes del sistema que estén a su vez en contacto con el líquido y que medien en la humectación de los lados inferiores de los sustratos. En este contexto, se consigna que el lado del sustrato que se debe tratar por contacto con la pieza estructural mediadora necesita ser humectado completamente (en toda la superficie) o bien solamente en parte, puesto que, debido a las propiedades higroscópicas de la superficie de láminas de silicio, se asegura que incluso una humectación parcial del lado inferior a través de una pieza estructural dentro de un tiempo muy corto conduzca a una humectación de toda la superficie.

Respecto de los componentes y piezas estructurales que pueden preverse para la humectación indirecta se consigna que estos son parte integrante de los sistemas de transporte expuestos en el presente documento o bien están dispuestos en el baño del líquido de tal manera que, al menos parcialmente, se proyecten hacia fuera del líquido o salgan al exterior de éste. Por consiguiente, entran igualmente en consideración según la invención piezas estructurales estacionarias, rotativas o trasladables en altura. Preferiblemente, debido a la naturaleza de la superficie y/o debido a la conformación (por ejemplo, por aprovechamiento de un efecto capilar) de la pieza estructural se asegura que la zona de la misma prevista para el contacto con el lado inferior del sustrato esté humectada y produzca la humectación de la superficie que se debe tratar, sin que el propio sustrato entre en contacto con el baño del líquido. Por ejemplo, la pieza estructural consiste en un rodillo de humectación que gira dentro del líquido del baño y que, debido al movimiento de giro, recoge líquido corrosivo con el cual se humectan después los lados inferiores de los sustratos que se encuentran por encima del nivel de líquido. Sin embargo, como ya se ha explicado, se pueden utilizar también según la invención piezas estructurales configuradas de otra manera, tales como mesas (trasladables en altura), clavijas o vástagos, ya que, sorprendentemente, es suficiente incluso un contactado puntiforme del lado inferior del sustrato para garantizar una humectación de toda la superficie.

El empleo de un sistema de transporte para conducir los sustratos a tratar en el marco del procedimiento según la invención hace posible en principio tanto la humectación activa como la humectación pasiva. En el caso de la

humectación activa se conduce el sustrato a tratar a través del líquido, mientras que la humectación pasiva se efectúa a través de componentes correspondientemente configurados del sistema de transporte.

Haciendo referencia complementaria a la figura 1 se explica seguidamente con más detalle la idoneidad de ejemplos de sistemas de transporte según la invención.

5 Según una forma de realización de la presente invención, se colocan los sustratos sobre un sistema de transporte, tal como, por ejemplo, un sistema de transporte de rodillos. En este caso, se transportan los sustratos con ayuda de varios rodillos de transporte 1 dispuestos uno tras otro y orientados en dirección horizontal. En el sentido de la humectación activa anteriormente definida, los distintos rodillos de transporte están dispuestos en un baño de líquido preferiblemente de tal manera que el respectivo canto superior de los rodillos se encuentre aproximadamente a la altura de la superficie del baño, es decir, del borde superior del líquido, con lo que el lado inferior del sustrato es humectado por contacto directo con la superficie del baño. Se forma aquí un menisco en los cantos del sustrato. Una cooperación de fuerza de gravedad y tensión superficial tira entonces del sustrato hacia abajo y cuida de que éste, sin flotar, permanezca en contacto con los rodillos. Es posible así un transporte controlado y definido de los sustratos con el sistema de transporte de rodillos. Es esencial a este respecto que la altura del baño de líquido pueda ajustarse tan exactamente con respecto al sistema de transporte que sea posible una humectación del lado inferior y eventualmente de los cantos de los sustratos, sin que se humecten los respectivos lados superiores. La configuración del sistema de transporte ha de posibilitar también el contacto entre los sustratos y el líquido en el baño de líquido.

20 Según una forma de realización especialmente preferida, sobre el rodillo de transporte 1 se encuentran al menos dos elementos de apoyo 3 que pueden estar dispuestos ventajosamente sobre el rodillo de transporte en la zona de dos ranuras 2. La distancia entre los elementos de apoyo viene prefijada por la anchura de los sustitos que se deben tratar. En el marco de la humectación activa las explicaciones anteriores se refieren al posicionamiento de los rodillos de transporte, en esta forma de realización, sobre los elementos de apoyo.

En el sentido de la humectación pasiva anteriormente definida los propios rodillos de transporte o bien los elementos de apoyo producen la humectación completa o parcial de los lados inferiores de los sustratos.

25 El rodillo de transporte está constituido preferiblemente por al menos dos partes y consta de un elemento de eje y al menos un elemento de vía que rodea al elemento de eje. El elemento de eje puede poseer la función de un estabilizador puro o la de un soporte estabilizador. Preferiblemente, se trata de un eje de soporte. El material del eje, que no entra en contacto físico ni con el producto de transporte ni con un entorno químico agresivo en ciertas circunstancias, puede elegirse atendiendo puramente a criterios mecánicos y térmicos. Según la invención, este material es rígido a la flexión. Por el contrario, se le permiten ciertas tolerancias térmicas al elemento de vía por parte del eje de soporte estabilizador. Para el material es decisivo que éste no reaccione ni con el producto en piezas ni con el medio circundante. El eje de soporte rígido a la flexión garantiza que el producto de transporte se mantenga en una recta fijamente elegida en la dirección perpendicular a la dirección de transporte. Tiene lugar así un sincronismo del rodillo de transporte a todo lo largo de su longitud, lo que es de importancia especialmente en el caso de rodillos de transporte más anchos con varias vías de transporte y para un producto de transporte plano sensible a la rotura.

En una realización preferida el elemento de eje está fabricado de un material compuesto de fibra de carbón. Los materiales compuestos de fibra de carbón poseen una alta estabilidad térmica y mecánica y, por este motivo, son especialmente adecuados como eje de soporte en caso de su uso a temperaturas cambiantes.

40 En una forma de realización preferida el eje de soporte está encapsulado, por ejemplo por medio de anillos de junta, con respecto al medio con el cual se trata el producto de transporte. El medio, que, según la invención, consiste en un baño químico húmedo, entra en contacto físico entonces únicamente con el exterior de los elementos de vía y el medio líquido no puede llegar al interior de los elementos de vía, al eje de soporte ni a elementos de fijación eventualmente existentes entre el eje de soporte y los elementos de vía. La junta puede estar realizada en forma resistente al líquido o, incluso en cierto grado, resistente al gas, de modo que tampoco lleguen vapores nocivos al interior de los elementos de vía.

45 Los elementos de vía se pueden ensamblar con cualquier longitud y un rodillo de transporte puede consistir, por ejemplo, en un eje con un número cualquiera de elementos de vía. Un fabricante o distribuidor de rodillos de transporte puede atender de manera muy flexible a los requisitos de un cliente, sin tener que gestionar un complicado almacenamiento de existencias. El elemento de vía, dado que se puede utilizar para rodillos de transporte de cualquier longitud, es un artículo de producción en masa, lo que reduce el precio de fabricación.

50 Los elementos de vía pueden, por ejemplo, enchufarse uno en otro, atornillarse uno con otro, unirse con una pinza o soldarse uno con otro.

55 El apoyo propiamente dicho del sustrato a tratar tiene lugar, en una forma de realización preferida, en elementos de apoyo 3 con propiedades de rozamiento estático adecuadas para la pieza de trabajo, cumpliéndose que, como se ha mencionado, los elementos de apoyo, además de servir para el transporte, pueden servir también para la humectación pasiva. Estos elementos deberán ser también térmica y químicamente estables. Para la fabricación de células solares se ha acreditado el empleo de anillos tóricos a base de caucho fluorado. Dado que el diámetro que abarcan los elementos de apoyo es mayor que el resto del elemento de vía, el producto de transporte experimenta solamente un

contacto físico puntiforme y eventualmente una humectación puntiforme. En contraste con un contacto físico lineal, esto contribuye a la buena conservación del producto de transporte y garantiza al mismo tiempo un buen contacto con el medio circundante.

5 En otra realización ventajosa el elemento de vía está fabricado de plástico. Como es sabido, el plástico se puede mecanizar fácilmente y ofrece un amplio abanico de propiedades diferentes que se seleccionan según el empleo y el lugar de utilización del rodillo de transporte. Por ejemplo, se ha acreditado el empleo de polietileno, polifluoralcóxido o polifluoruro de vinilideno. Estos materiales son resistentes a temperaturas de hasta más de 80 grados Celsius, pueden soldarse, tienen cierta resistencia química, no ocasionan contaminación metálica y cuentan con una pequeña abrasión.

10 Un perfeccionamiento ventajoso de la invención consiste en que los elementos de vía sean accionables. Esto quiere decir que es posible que el accionamiento no se ejerza sobre el eje de soporte y se retransmita desde éste hasta los elementos de vía, sino que actúe directamente sobre los elementos de vía. Los rodillos de transporte con tales elementos de vía se pueden ensamblar para obtener sistemas de transporte que funcionan especialmente en sincronismo. Se puede transmitir una tracción óptima al producto de transporte.

15 En una realización un primer elemento de borde de una serie ensamblada de elementos de vía posee medios para transmitir la fuerza de accionamiento y un segundo elemento de vía de borde posee medios para realizar una función de soporte rotativo. El accionamiento puede ser transmitido al rodillo de transporte a través de un elemento de acoplamiento que está montado sobre un árbol de accionamiento y que puede unirse con el primer elemento de vía de borde. El elemento de acoplamiento posee, además, una posibilidad de alojamiento para el eje de soporte. Si un rodillo de transporte debe ser alejado de una posición de transporte, hay que soltar entonces primeramente el segundo
20 elemento de vía de borde para separarlo de la disposición de soporte, hay que bascular el rodillo de transporte completo alrededor del elemento de acoplamiento y finalmente hay que retirar el rodillo de transporte alejándolo del elemento de acoplamiento.

Los medios de soporte rotativo pueden consistir en una semicubeta superior y una semicubeta inferior, estando fijada la semicubeta inferior a la pared del sistema de transporte y sirviendo para sostener el rodillo de transporte, y fijándose la
25 segunda semicubeta superior en forma soltable para fines de inmovilización.

Ventajosamente, la anchura del elemento de vía corresponde a al menos la anchura de la pieza de trabajo a transportar, de modo que una pieza de trabajo descansa por su lado ancho sobre solamente un elemento de vía. Preferiblemente, cada elemento de vía acoge solamente a una pieza de trabajo, es decir que las anchuras del elemento de vía y del producto de transporte son casi iguales.

30 En una realización ventajosa del rodillo de transporte está montado sobre el eje de soporte un anillo de fijación, siendo el diámetro interior de un elemento de vía al menos en un sitio más pequeño que el diámetro del anillo de fijación. Por tanto, el anillo de fijación impide que un elemento de vía pueda realizar movimientos mayores sobre el eje de soporte. Esto desempeña su cometido sobre todo en caso de variaciones de temperatura cuando el material del eje de soporte y los elementos de vía se dilate de manera diferente y se pudiera provocar así un movimiento relativo entre ellos.

35 El anillo de fijación está fabricado preferiblemente de metal, ya que el metal puede ceñirse bien al eje y afianzarse allí firmemente.

Para uso a temperaturas diferentes, las pequeñas variaciones de longitud no deberán afectar negativamente a la estabilidad de todo el rodillo de transporte. Por este motivo, en otra realización ventajosa de la invención los elementos de vía están provistos de un pliegue de compensación en el que se compensan dilataciones térmicas. El pliegue de
40 compensación consiste generalmente en un abombamiento interiormente hueco en el material del elemento de vía, que absorbe la dilatación del material condicionada por la temperatura mediante un alargamiento en dirección longitudinal. Cuando el pliegue de compensación no se encuentra entre los puntos de apoyo del producto de transporte, se mantiene entonces equilibrada la estabilidad de apoyo incluso en caso de variaciones de longitud originadas por la temperatura. Cuando, además, los elementos de vía están fijados cada uno de ellos en el eje de soporte, se conserva también el
45 carácter rectilíneo de la vía.

La conducción uniforme del producto de transporte se garantiza especialmente bien cuando se ensamblan rodillos de transporte según la invención para obtener un sistema de transporte.

En un perfeccionamiento preferido del sistema de transporte se acciona cada rodillo de transporte. Cada rodillo de transporte experimenta entonces la misma transmisión de fuerza y, por tanto, se carga también en igual medida.

50 Dado que la conducción de transporte por medio del sistema de transporte propuesto conforme a la invención hace posible un alto rendimiento y al mismo tiempo ofrece un trato muy cuidadoso para el producto de transporte, existe una idoneidad especial para su uso en el marco del procedimiento según la invención.

Otra posibilidad de transporte en un sistema de transporte está formada por una viga móvil. En este sistema se emplean dos o más vigas que transportan alternativamente los sustratos hacia delante. Mientras que una primera viga se mueve hacia adelante, una segunda viga se mueve hacia atrás. En este caso, la segunda viga está situada a mayor
55

profundidad en el baño de líquido y no tiene contacto directo con el sustrato. Cuando la primera viga o viga superior llega al final de su carrera de transporte posible y la segunda viga o viga inferior llega al principio de esta carrera, se eleva la viga inferior, con lo que los sustratos entran en contacto con ambas vigas. Se baja entonces la viga superior y ésta puede trasladarse así nuevamente hasta el comienzo del baño de líquido, mientras que la viga superior realiza un movimiento de avance.

En realizaciones habituales de un sistema de transporte de vigas de esta clase las vigas están apoyadas sobre árboles giratorios con una excéntrica, es decir que se mueven continuamente hacia arriba y hacia abajo. Sin embargo, para garantizar un tratamiento de un lado de sustratos, estos sustratos, en el sentido de la humectación activa, han de permanecer siempre a la misma altura. Sin embargo, modificaciones correspondientes de un sistema de transporte de vigas habitual y su empleo en el sentido de la humectación pasiva anteriormente definida serán inmediatamente evidentes para un experto que conozca la presente descripción.

Por tanto, el procedimiento según la invención se puede realizar de manera especialmente ventajosa en una instalación continua, puesto que en el marco de una producción "en línea" de esta clase se suprime cualquier paso de manipulación adicional de las láminas. Asimismo, el aislamiento del lado posterior/los cantos según la invención, juntamente con la corrosión oxidante, puede tener lugar en la misma instalación, con lo que la cadena del proceso resulta más sencilla y más barata. Asimismo, empleando el procedimiento según la invención se puede materializar también aquellos conceptos de célula en los que el lado posterior de la célula no presenta un "campo de superficie posterior de aluminio" (AIBSF) de superficie completa. Dado que en el procedimiento según la invención se retira completamente la capa n-dopada en el lado posterior de la célula, ya no es forzosamente necesario compensar este dopado mediante la formación de un AIBSF para obtener una zona p-dopada. Esto deja abiertas más posibilidades de configuración del lado posterior de la célula y simplifica la materialización de conceptos de célula sin AIBSF.

Según el procedimiento (continuo o discontinuo), puede ocurrir que la composición líquida necesite aditivos, por ejemplo para evitar o reducir el tamaño de burbujas de gas, y tales materiales aditivos pueden ser seleccionados fácilmente por el experto teniendo en cuenta las necesidades concretas. Para la selección de aditivos adecuados, especialmente en el procedimiento continuo, hay que cuidar de que las pastillas no reciban por efecto de un eventual formación de burbujas de gas un empuje ascensional demasiado grande que pudiera perjudicar el transporte efectivo, ya que las pastillas pueden perder así el contacto con un medio de transporte correspondiente. En consecuencia, según una forma de realización preferida, se propone que la solución corrosiva contenga al menos un material aditivo que esté en condiciones de fijar ampliamente los gases producidos durante la reacción química, con lo que se suprime en amplio grado la formación de burbujas de gas en el lado inferior de las láminas.

Se consigna que el procedimiento según la invención puede aplicarse no solo al aislamiento eléctrico de los dos lados de pastillas o células solares, sino que es adecuado también para la realización de otros tratamientos químicos en húmedo en los que sea necesario o deseable un tratamiento de un lado de un sustrato con un medio líquido, tal como, por ejemplo, para limpiarlo y revestirlo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de tratamiento químico en húmedo de un lado de láminas de silicio empleando un baño de líquido, en el que las láminas descansan sobre rodillos de transporte dispuestos en el líquido o sobre varias vigas de transporte móviles dispuestas en el líquido y cuyas láminas, en el marco de una cadena de fabricación, son transportada horizontalmente a través o por encima del líquido que se encuentra en el baño, manteniéndose el nivel del líquido contactado por el lado inferior por encima del nivel de la superficie del baño no contactada por el lado inferior.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se tratan también los cantos de las láminas de silicio.
- 10 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque se sumergen las láminas de silicio con los lados inferiores en el baño de líquido.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se emplea como baño de líquido una cuba cuyo borde periférico es más bajo que el nivel de líquido.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tratamiento es una corrosión, un revestimiento o una limpieza.
- 15 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la corrosión se efectúa en una composición líquida que contiene KOH, HF, HNO₃, HF con O₃ y/o HF con oxidante.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el oxidante es un ácido oxidante.
8. Procedimiento según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado porque la composición líquida contiene al menos un aditivo para fijar los gases que se producen durante la corrosión.

20

Fig. 1

