



(11)

EP 2 730 510 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
30.08.2017 Patentblatt 2017/35

(51) Int Cl.:
B65B 25/00 ^(2006.01) **B65B 1/06** ^(2006.01)
B65B 1/32 ^(2006.01) **B65B 5/10** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13190464.1**

(22) Anmeldetag: **28.10.2013**

(54) Verfahren zum Verpacken von polykristallinem Silicium

Method for packaging of polycrystalline silicon

Méthode pour emballer du silicium polycristallin

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **09.11.2012 DE 102012220422**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.2014 Patentblatt 2014/20

(73) Patentinhaber: **Wacker Chemie AG
81737 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lazarus, Werner
84335 Mitterskirchen (DE)**

- **Fraunhofer, Christian
84335 Mitterskirchen (DE)**
- **Schmölz, Herbert
84561 Mehring (DE)**
- **Vietz, Matthias
5230 Mattighofen (AT)**

(74) Vertreter: **Potten, Holger et al
Wacker Chemie AG
Zentralbereich Patente, Marken und Lizenzen
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 2 487 112 DE-A1-102007 027 110
GB-A- 2 197 290**

EP 2 730 510 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Verpackung von polykristallinem Silicium.

[0002] Polykristallines Silicium, im Folgenden als Polysilicium bezeichnet, dient u. a. als Ausgangsmaterial für die Herstellung von elektronischen Bauteilen und Solarzellen.

[0003] Es wird durch thermische Zersetzung eines Silicium haltigen Gases oder eines Silicium haltigen Gasgemisches gewonnen. Dieser Prozess wird als Abscheidung aus der Gasphase (CVD, chemical vapor deposition) bezeichnet.

[0004] In großem Maßstab wird dieser Prozess in so genannten Siemens-Reaktoren realisiert. Das Polysilicium fällt dabei in Form von Stäben an. Die Polysiliciumstäbe werden in der Regel mittels händischer Verfahren zerkleinert.

[0005] Es sind eine Reihe maschineller Verfahren bekannt, in denen händisch vorgebrochener Polysilicium-Grobbruch unter Einsatz üblicher Brecher weiter zerkleinert wird. Mechanische Brechverfahren sind beispielsweise in US 8021483 B2 beschrieben.

[0006] US 8074905 offenbart eine Vorrichtung umfassend eine Aufgabereinrichtung für einen Polysilicium-Grobbruch in eine Brechanlage, die Brechanlage und eine Sortieranlage zum Klassieren des Polysilicium-Bruchs, dadurch gekennzeichnet, dass die Brechanlage mit einer Steuerung versehen ist, die eine variable Einstellung mindestens eines Brechparameters in der Brechanlage und/oder mindestens eines Sortierparameters in der Sortieranlage ermöglicht.

[0007] Für Anwendungen in der Halbleiter- und Solarindustrie ist ein möglichst wenig kontaminierter Polysiliciumbruch erwünscht. Um dies zu bewerkstelligen, kommen auch verschiedene Reinigungsverfahren zum Einsatz.

[0008] US 2010/0001106 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von hochreinem klassierten Polysilicium-Bruch, bei dem ein Polysilicium aus dem Siemens-Verfahren mittels einer Vorrichtung umfassend Zerkleinerungswerkzeuge und einer Siebvorrichtung zerkleinert und klassiert wird und der so erhaltene Polysilicium-Bruch mittels eines Reinigungsbad gereinigt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Zerkleinerungswerkzeuge und die Siebvorrichtung durchgängig eine mit dem Polysilicium in Kontakt kommende Oberfläche aus einem Werkstoff besitzen, welcher den Polysilicium-Bruch nur mit solchen Fremdpartikeln verunreinigt, welche anschließend gezielt durch das Reinigungsbad entfernt werden.

[0009] Auch an den Bruchstücken anhaftender Siliciumstaub wird als Kontamination angesehen, da er die Ausbeute beim Kristallziehen reduziert.

[0010] Aus US 2012/0052297 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung von polykristallinem Silicium bekannt, umfassend Brechen von an Dünnstäben in einem Siemensreaktor abgeschiedenem polykristallinem Silicium in

Bruchstücke, Klassieren der Bruchstücke in Größenklassen von etwa 0,5 mm bis grösser als 45 mm und Behandlung der Bruchstücke mittels Druckluft oder Trockeneis, um Siliciumstaub von den Bruchstücken zu entfernen, wobei keine chemische Nassreinigung erfolgt.

[0011] Das polykristalline Silicium muss jedoch nach den Zerkleinerungsschritten und der gegebenenfalls durchgeführten Reinigung- oder Entstaubung verpackt werden, bevor es zum Kunden transportiert wird.

[0012] Demzufolge ist beim Verpacken darauf zu achten, dass dieses möglichst kontaminationsarm erfolgt.

[0013] Üblicherweise wird Polysiliciumbruch für die Elektronikindustrie in 5-kg-Beuteln mit einer Gewichtstoleranz von +/- max. 50 g verpackt. Für die Solarindustrie ist Polysiliciumbruch in Beuteln mit einer Einwaage von 10 kg und einer Gewichtstoleranz von +/- max. 100 g üblich.

[0014] Schlauchbeutelmaschinen, die zur Verpackung von Siliciumbruch prinzipiell geeignet sind, sind kommerziell erhältlich. Eine entsprechende Verpackungsmaschine ist beispielsweise in DE 36 40 520 A1 beschrieben.

[0015] Bei Polysiliciumbruch handelt es sich aber um ein scharfkantiges, nicht rieselfähiges Schüttgut mit einem Gewicht der einzelnen Siliciumbruchstücke von bis zu 2500 g. Daher ist bei der Verpackung darauf zu achten, dass das Material die üblichen Kunststoffbeutel beim Befüllen nicht durchstößt oder im schlimmsten Fall sogar vollständig zerstört.

[0016] Um dies zu verhindern, sind die kommerziellen Verpackungsmaschinen zum Zwecke der Verpackung von Polysilicium in geeigneter Weise zu modifizieren.

[0017] Aus US 7013620 B2 ist eine Vorrichtung zum kostengünstigen vollautomatischen Transportieren, Abwägen, Portionieren, Einfüllen und Verpacken eines hoch reinen Polysiliciumbruchs bekannt, umfassend eine Förderrinne für den Polysiliciumbruch, eine Wägevorrückung für den Polysiliciumbruch, welche mit einem Trichter verbunden ist, Ablenkleche aus Silicium, eine Abfüllvorrichtung, welche aus einer hochreinen Kunststoffolie einen Kunststoffbeutel formt, umfassend einen Deionisierer, der eine statische Aufladung und damit eine Partikelverunreinigung der Kunststoffolie verhindert, eine Verschweißvorrichtung für den mit Polysiliciumbruch gefüllten Kunststoffbeutel, eine oberhalb von Förderrinne, Wägevorrückung, Abfüllvorrichtung und Verschweißvorrichtung angebrachte Flowbox, die eine Partikelverunreinigung des Polysiliciumbruchs verhindert, ein Förderband mit einem magnetisch induktiven Detektor für den verschweißten mit Polysiliciumbruch gefüllten Kunststoffbeutel, wobei alle Bauteile, die mit dem Polysiliciumbruch in Kontakt kommen, mit Silicium armiert oder mit einem hochverschleißfestem Kunststoff verkleidet sind.

[0018] DE 103 46 881 A1 offenbart eine Anlage zum Füllen und Verschließen von offenen Kunstoffsäcken, die mit einer Füllmaschine ausgestattet ist, die einen um eine vertikale Achse rotierend antreibbaren Rotor ent-

hält, der mit mehreren Füllleinrichtungen ausgestattet ist, an denen die zu füllenden Kunststoffsäcke anhängbar sind, und bei der den Füllleinrichtungen Schweißaggregate zum Herstellen der Verschlussnähte nach dem Abnehmen der gefüllten Kunststoffsäcke von den Füllleinrichtungen zugeordnet sind, und die Anlage noch mit einem linearen Austrageband zum Abtransport der gefüllten Kunststoffsäcke von der Füllmaschine ausgerüstet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor der Füllmaschine mit konstanter Drehzahl antreibbar sowie mit den Füllstutzen zugeordneten Verschlussnahtschweißeinrichtungen ausgerüstet ist, und außerdem am Rotor der Füllmaschine den einzelnen Schweißeinrichtungen schwenkbar gelagerte Sackstützeinrichtungen zugeordnet sind, die die von den Füllleinrichtungen abzunehmenden Kunststoffsäcke unmittelbar nach dem Herstellen der Verschlussnähte von den Schweißeinrichtungen übernehmen und auf ein mit der Umlaufgeschwindigkeit des Rotors antreibbares, sowie tangential dazu stationär angeordnetes Austrageband übergeben.

[0019] Es hat sich gezeigt, dass bei solchen Vorrichtungen oftmals ein Verkleben der Siliciumbruchstücke in der Abfüllvorrichtung auftritt. Dies ist nachteilig, da es dadurch zu erhöhten Stillstandszeiten der Maschine kommt.

[0020] Auch treten Durchstoßungen des Kunststoffbeutels auf, was ebenfalls zu einem Stillstand der Anlage und zu Kontamination des Siliciums führt.

[0021] Außerdem hat sich gezeigt, dass während des Verpackens von Bruchstücken einer bestimmten Größenklasse, z.B. Bruchgrößen von 20 bis 60 mm, auch unerwünschte kleinere Siliciumpartikel oder Bruchstücke entstehen. Der Anteil solcher unerwünschter Partikel beträgt für solche Bruchgrößen 17000-23000 ppmw.

[0022] Nachfolgend sollen alle Bruchstücke oder Partikel aus Silicium, die eine solche Größe aufweisen, dass sie die durch ein Maschensieb mit quadratischen Maschen 8mm x 8mm abtrennen lassen, als Feinanteil bezeichnet werden. Der Feinanteil ist beim Kunden unerwünscht, da er die Kundenprozesse negativ beeinflusst. Falls der Feinanteil vom Kunden z.B. durch Sieben abgetrennt wird, bedeutet das einen erhöhten Aufwand. Neben der automatischen Verpackung von polykristallinem Silicium wie nach US 7013620 B2 kommt auch ein händisches Verpacken des polykristallinen Siliciums in Kunststoffbeutel in Frage. Durch ein händisches Verpacken kann der Feinanteil deutlich reduziert werden, für die o.g. Bruchgröße 20-60 mm von 17000 ppmw auf bis 1400 ppmw.

Allerdings bedeutet das händische Verpacken einen hohen Aufwand und erhöhte Personalkosten. Daher kommt ein händisches Verpacken aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage. Zudem wäre es wünschenswert, den Feinanteil noch weiter zu reduzieren als durch händisches Verpacken realisierbar.

EP 2 487 112 A1 offenbart ein Verfahren zum Dosieren und Verpacken von Polysiliciumbruchstücken, wobei ein Produktstrom an Polysiliciumbruchstücken über eine

Förderrinne transportiert, mittels wenigstens eines Siebs in grobe und feine Bruchstücke getrennt, mittels einer Dosierwaage abgewogen und auf ein Zielgewicht dosiert wird, über eine Abföhrinne abgeföhrt und zu einer Verpackungseinheit transportiert wird, wo die Polysiliciumbruchstücke in Kunststoffbeuteln verpackt werden.

Das Abföhren der Polysiliciumbruchstücke aus der Dosiereinheit mittels der Abföhrinne und deren Transport zu der Verpackungseinheit föhrt jedoch zum Entstehen von Feinanteil.

Daher bestand die Aufgabe der Erfindung darin, polykristallines Silicium automatisch zu verpacken und den dabei entstehenden Feinanteil auf ein äüßerst niedriges Niveau zu reduzieren.

[0023] Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch ein Verfahren zum Verpacken von polykristallinem Silicium, umfassend folgende Schritte

- Bereitstellen von polykristallinem Silicium in einem Dosiersystem umfassend eine Förderrinne zum Befördern des polykristallinen Siliciums sowie Dosierinnen, umfassend eine Grobdosierinne für grobe Bruchstücke und eine Feindosierinne für feine Bruchstücke, an deren Ende Abtrennmechanismen zum Absieben von Feinanteil angebracht sind;
- Einfüllen von polykristallinem Silicium aus den Dosierinnen des Dosiersystems, durch welches Feinanteil mittels Sieben abgetrennt wird, direkt in einen unter den Dosiersystem angeordneten Kunststoffbeutel;

wobei während des Einfüllens das Gewicht des Kunststoffbeutels mit dem eingefüllten polykristallinen Silicium bestimmt und nach dem Erreichen eines Zielgewichts der Einfüllvorgang beendet wird;

wobei während des gesamten Einfüllvorgangs eine Fallhöhe des polykristallinen Siliciums von Dosiersystem in Kunststoffbeutel mittels wenigstens einer Klemmvorrichtung bei weniger als 450 mm gehalten wird.

Vorzugsweise wird während des gesamten Einfüllvorgangs eine Fallhöhe des polykristallinen Siliciums von Dosiersystem in Kunststoffbeutel mittels wenigstens einer Klemmvorrichtung bei weniger als 300 mm gehalten. Dazu eignet sich eine Klemmvorrichtung für eine Vorrichtung zum Verpacken von polykristallinem Silicium in einem Kunststoffbeutel, die derart auf den Kunststoffbeutel einwirkt, dass dieser an einer bestimmten Stelle seitlich durch eine Klemmung zusammengedrückt wird, so dass sich dort dessen Querschnitt verringert, wobei jene Klemmung jederzeit ganz oder teilweise gelöst werden kann, so dass sich der Querschnitt des Kunststoffbeutels an dieser Stelle wieder vergrößert.

[0024] Wird der Kunststoffbeutel an einer bestimmten Stelle seitlich durch eine Klemmung zusammengedrückt, so dass sich dort dessen Querschnitt verringert, kann einzufüllendes polykristallines Silicium in vertikaler Richtung nur bis zu dieser Stelle des Kunststoffbeutels gelangen, wobei jene Klemmung ganz oder teilweise gelöst

werden kann, so dass sich der Querschnitt des Kunststoffbeutels an dieser Stelle wieder vergrößert und das polykristalline Silicium von dieser Stelle in vertikaler Richtung im Kunststoffbeutel sich weiter nach unten bewegen kann.

[0025] Es hat sich gezeigt, dass der während des Verpackens neu entstehende Feinanteil deutlich niedriger als bei herkömmlichen automatischen Verpackungsverfahren ist. Beispielsweise beträgt der Feinanteil für Bruchgröße 20-60 mm 1400 ppmw oder weniger.

[0026] Die Erfindung geht aus von Siliciumbruchstücken von bestimmten Größenklassen, die durch Zerkleinern eines mittels des Siemensprozess abgeschiedenen Stabs und nachfolgendem Sortieren und Klassifizieren erzeugt wurde.

[0027] Die Größenklasse ist als längste Entfernung zweier Punkte auf der Oberfläche eines Siliciumbruchstücks (=max. Länge) definiert:

Bruchgröße 0 [mm] 1 bis 5
 Bruchgröße 1 [mm] 4 bis 15
 Bruchgröße 2 [mm] 10 bis 40

[0028] Neben den zuvor erwähnten Größenklassen ist die Klassifizierung und Sortierung von polykristallinem Silicium in folgende Bruchgrößen ebenfalls üblich:

Bruchgröße 3 [mm] 20 bis 60
 Bruchgröße 4 [mm] 45 bis 120
 Bruchgröße 5 [mm] 90 bis 200

[0029] Dabei liegen jeweils mindestens 90 Gew.-% der Bruchfraktion innerhalb der genannten Größenbereiche.

[0030] Die Polysiliciumbruchstücke werden über eine Förderrinne transportiert und mittels wenigstens eines Siebs in grobe und feine Bruchstücke getrennt.

[0031] Anders als im Stand der Technik, wo die Bruchstücke mittels einer Dosierwaage abgewogen und auf ein Zielgewicht dosiert, anschließend über eine Abföhrinne abgeföhrt und zu einer Verpackungseinheit transportiert und verpackt wurden, erfolgen im erfindungsgemäßen Verfahren Dosierung und Verpackung in einem Schritt.

[0032] Das Dosiersystem ist so gestaltet, dass Feinanteil, also feinste Partikel und Absplitterungen des Polysiliciums, vor dem Einföllvorgang mittels Sieben entfernt werden. Beim Sieb kann es sich um eine Lochplatte, ein Stangensieb, eine optopneumatische Sortierung oder eine andere geeignete Vorrichtung handeln. Je nach Bruchgröße können unterschiedliche Siebe zum Einsatz kommen. Für Bruchgrößen von 20 bis 60 mm werden vorzugsweise Siebe mit einer Siebweite von 3 mm eingesetzt. Bei Bruchgrößen 45 bis 120 mm werden vorzugsweise Siebe mit einer Siebweite von 9 mm eingesetzt.

[0033] Vorzugsweise umfassen die verwendeten Siebe an ihren Oberflächen wenigstens teilweise einen kontaminationsarmen Werkstoff wie z.B. ein Hartmetall. Un-

ter Hartmetallen versteht man gesinterte Carbidhartmetalle. Es gibt neben den konventionellen Hartmetallen auf Wolframcarbid-Basis auch Hartmetalle, die vorzugsweise Titancarbid und Titanitrid als Hartstoffe beinhalten, wobei die Bindephase dabei Nickel, Kobalt und Molybdän umfasst.

[0034] Vorzugsweise umfassen zumindest die mechanisch beanspruchten, verschleißempfindlichen Oberflächenbereiche von Sieben Hartmetall oder Keramik/Carbide. Vorzugsweise ist wenigstens ein Sieb komplett aus Hartmetall gefertigt. Sie können teilweise oder vollflächig mit einer Beschichtung versehen sein. Als Beschichtung wird vorzugsweise ein Material, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Titanitrid, Titancarbid, Aluminiumtitanitrid und DLC (Diamond Like Carbon), verwendet.

Das Einbringen des Polysiliciumbruchs in den Kunststoffbeutel erfolgt mittels einer Dosiereinheit, umfassend eine Förderrinne, geeignet zum Befördern eines Produktstroms an Bruchstücken, wenigstens ein Sieb, geeignet zur Trennung des Produktstroms in grobe und feine Bruchstücke, eine Grobdosierrinne für grobe Bruchstücke und eine Feindosierrinne für feine Bruchstücke. Durch Trennung des Produktstroms in Grob- und Feinteile ist ein exakteres Dosieren des Polysiliciums möglich.

Die Größenverteilung der Polysiliciumbruchstücke im Ausgangsproduktstrom hängt u.a. vom vorangegangenen Zerkleinerungsprozessen ab. Die Art der Aufteilung in grobe und feine Bruchstücke sowie die Größe der groben bzw. feinen Bruchstücke hängen vom gewünschten Endprodukt ab, das zu dosieren und zu verpacken ist.

Eine typische Bruchgrößenverteilung umfasst Bruchstücke der Größen 1 bis 200 mm.

Beispielsweise können Bruchstücke unterhalb einer bestimmten Größe mittels eines Siebs, bevorzugt mittels eines Stangensiebs, in Verbindung mit einer Abföhrinne aus der Dosiereinheit abgeföhrt werden. So lässt es sich bewerkstelligen, dass nur Bruchstücke einer ganz bestimmten Größenklasse dosiert und verpackt werden.

Durch den Transport des Polysiliciums auf den Förderrinnen entstehen erneut unerwünschte Produktgrößen. Diese werden im Dosiersystem mittels eines Siebs abgetrennt.

[0035] Die abgeföhrten kleineren Bruchstücke werden in nach gelagerten Prozessen erneut klassifiziert, dosiert und verpackt oder einer anderen Verwendung zugeföhrt.

[0036] Die Dosierung des Polysiliciums über die beiden Dosierinnen lässt sich automatisieren.

[0037] Es ist auch bevorzugt, über eine geregelte Schwenkrinne den Silicium-Produktstrom auf mehrere integrierte Dosier- und Verpackungssysteme aufzuteilen.

[0038] Das polykristalline Silicium wird vom Dosiersystem direkt in den Kunststoffbeutel, insbesondere einen PE-Beutel, geföllt und vorzugsweise zusammen mit der Verpackung und einem Greifersystem verwogen. Das Wiegesystem basiert auf dem System einer Bruttowaa-

ge.

[0039] Die Klemmvorrichtung dient dazu, den Beutel während des Befüllens zusammenzudrücken. Damit kann das polykristalline Silicium nicht über die gesamte Beutellänge fallen. Die Klemmvorrichtung dient als eine Art Fallbremse, die gegen den Kunststoffbeutel gedrückt wird, wodurch der Querschnitt des Kunststoffbeutels zunächst reduziert und dann kontrolliert freigegeben wird.

[0040] Damit lässt sich der Produktstrom kontrollieren und es wird ein Einfüllen des Siliciums in den vorgefertigten Beutel erreicht, bei dem nur wenig Feinanteil erzeugt wird.

[0041] Die Abtrennung von Feinanteil erfolgt über Dosierinnen, an deren Ende Abtrennmechanismen, insbesondere Stangensiebe, angebracht sind, welche die Abtrennung des Feinanteils bewerkstelligen.

[0042] Vorzugsweise öffnet sich die wenigstens eine Klemmvorrichtung, wenn eine bestimmte Füllhöhe und ein bestimmtes Gewicht an polykristallinem Silicium im Beutel erreicht sind.

[0043] Durch die Erfindung ist es möglich, den Produktstrom feinanteilfrei zum Beutel zu führen. Dies wird mit kontaminationsarmen Sieben am Dosiersystem bewerkstelligt. Über eine gezielte Anordnung der Dosierinnen (zusätzliche Feindosierinne) ist es möglich, den Produktstrom möglichst nah an den geöffneten Beutel heranzuführen. Damit kann der Materialstrom mit geringstmöglicher Fallhöhe in den Beutel gefüllt werden. Vorzugsweise erfolgt die Befüllung über einen Einlauftrichter. Der Einlauftrichter besteht vorzugsweise aus einem für Silicium kontaminationsarmen Material.

[0044] Durch geeignete Sensorik wird dabei die sich während des Befüllvorgangs weiter reduzierende Fallhöhe erfasst.

[0045] Sobald eine Fallhöhe von nahezu 0 mm erreicht ist, kann die Produktklemmung gelöst werden, so dass das Material bis zur nächsten Klemmung oder dem Beutelboden nach unten sackt.

[0046] Vorzugsweise werden Dämpfungs-Speicherelemente in den Produktstrom eingeschwenkt. Diese sind vorzugsweise aus einem kontaminationsarmen Material gefertigt oder mit einem solchen beschichtet. Diese Elemente bewerkstelligen einen gewissen Dämpfungseffekt in Bezug auf den Produktstrom, absorbieren Energie und füllen sich mit polykristallinem Silicium. Nach einer partiellen Befüllung des Kunststoffbeutels werden sie entleert und wieder aus dem Produktstrom entfernt. Dies ist einerseits zum Erreichen der Taktrate und andererseits zur weiteren Reduzierung der Fallhöhe wünschenswert.

[0047] Vorzugsweise werden die Polysiliciumbruchstücke vor dem Dosiervorgang noch durch eine Kamera erfasst, dabei wird das spezifische Gewicht der Bruchstücke ermittelt und weiterhin die Oberflächenbeschaffenheit der Bruchstücke erkannt.

[0048] Dies ermöglicht einen noch exakteren sowie einen beutelschonenden Verpackungsprozess.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verpacken von polykristallinem Silicium, das in Form von Bruchstücken vorliegt, umfassend folgende Schritte

- Bereitstellen von polykristallinem Silicium in einem Dosiersystem umfassend eine Förderrinne zum Befördern des polykristallinen Siliciums sowie Dosierinnen, umfassend eine Grobdosierinne für grobe Bruchstücke und eine Feindosierinne für feine Bruchstücke, an deren Ende ein Abtrennmechanismus zum Absieben von Feinanteil angebracht ist;

- Einfüllen von polykristallinem Silicium aus den Dosierinnen des Dosiersystems, durch welches Feinanteil mittels Sieben abgetrennt wird, direkt in einen unter dem Dosiersystem angeordneten Kunststoffbeutel, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Einfüllens das Gewicht des Kunststoffbeutels mit dem eingefüllten polykristallinen Silicium bestimmt und nach dem Erreichen eines Zielgewichts der Einfüllvorgang beendet wird;

wobei während des gesamten Einfüllvorgangs eine Fallhöhe des polykristallinen Siliciums von Dosiersystem in Kunststoffbeutel mittels wenigstens einer Klemmvorrichtung bei weniger als 450 mm gehalten wird, wobei die Klemmvorrichtung so gestaltet ist, dass der Kunststoffbeutel während des Befüllens zusammengedrückt wird, wodurch der Querschnitt des Kunststoffbeutels zunächst reduziert und dann kontrolliert freigegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei über die Länge des Kunststoffbeutels mehrere derartiger Klemmvorrichtungen vorgesehen sind, die bei zunehmender Befüllung des Kunststoffbeutels nach und nach gelöst werden.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei das polykristalline Silicium über einen Einlauftrichter in den Kunststoffbeutel gefüllt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei Dämpfungs- und Speicherelemente in einen Strom von Polysilicium zwischen Dosiersystem und Kunststoffbeutel eingeschwenkt werden, sich mit Bruchstücken füllen und nach einem bestimmten Füllgrad des Kunststoffbeutels entleert und wieder entfernt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei vor der Dosierung das polykristalline Silicium mittels einer Kamera erfasst wird, wobei ein spezifisches Gewicht und eine Oberflächenbeschaffenheit des polykristallinen Siliciums bestimmt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei während des gesamten Einfüllvorgangs eine Fallhöhe des polykristallinen Siliciums von Dosiersystem in Kunststoffbeutel mittels wenigstens einer Klemmvorrichtung bei weniger als 300 mm gehalten wird.

Claims

1. Process for packaging polycrystalline silicon in the form of chunks, comprising the following steps:

- providing polycrystalline silicon in a metering system comprising a conveyor channel for conveying the polycrystalline silicon and metering channels comprising a coarse metering channel for coarse chunks and a fine metering channel for fine chunks, at the end of which there is mounted a removal mechanism for screening out fines;
- filling polycrystalline silicon from the metering channels of the metering system, which removes fines by means of screening, directly into a plastic bag arranged below the metering system, **characterized in that** the weight of the plastic bag with the polycrystalline silicon introduced is determined during the filling operation and the filling operation is ended after the attainment of a target weight;

wherein a fall height of the polycrystalline silicon from metering system into plastic bag is kept at less than 450 mm by means of at least one clamp apparatus over the entire filling operation, wherein the clamp apparatus is configured such that the plastic bag is compressed during the filling operation, as a result of which the cross section of the plastic bag is at first reduced and then released in a controlled manner.

2. Process according to Claim 1, wherein several clamp apparatuses of this kind are provided over the length of the plastic bag, and these are gradually released with increasing filling of the plastic bag.
3. Process according to either of Claims 1 and 2, wherein the polycrystalline silicon is filled into the plastic bag via an inlet funnel.
4. Process according to any of Claims 1 to 3, wherein damping and storage elements are pivoted into a stream of polysilicon between metering system and plastic bag, are filled with chunks and are emptied and removed again after a particular fill level of the plastic bag.
5. Process according to any of Claims 1 to 4, wherein the metering is preceded by recording of the polycrystalline silicon by means of a camera to determine

a specific weight and surface characteristics of the polycrystalline silicon.

6. Process according to any of Claims 1 to 5, wherein a fall height of the polycrystalline silicon from metering system into plastic bag is kept at less than 300 mm by means of at least one clamp apparatus over the entire filling operation.

Revendications

1. Procédé pour emballer du silicium polycristallin qui se trouve sous forme de fragments, comprenant les étapes suivantes

- mettre à disposition le silicium polycristallin dans un système de dosage comprenant un chenal de transport pour transporter le silicium polycristallin ainsi que des chenaux de dosage, comprenant un chenal de dosage grossier pour les gros fragments et un chenal de dosage fin pour les petits fragments, à la fin desquels est disposé un mécanisme de séparation pour l'élimination par tamisage de la proportion de fines ;
- verser le silicium polycristallin provenant des chenaux de dosage du système de dosage, via lequel la proportion de fines est séparée par tamisage, directement dans un sac en matériau synthétique disposé sous le système de dosage, **caractérisé en ce que** pendant le déversement, le poids du sac en matériau synthétique présentant le silicium polycristallin déversé est déterminé et le processus de déversement est terminé après avoir atteint un poids cible ;

une hauteur de chute du silicium polycristallin du système de dosage dans le sac en matériau synthétique étant maintenue à moins de 450 mm à l'aide d'au moins un dispositif de serrage pendant l'ensemble du processus de déversement, le dispositif de serrage étant conçu de manière telle que le sac en matériau synthétique est comprimé pendant le remplissage, suite à quoi la section transversale du sac en matériau synthétique est d'abord réduite et ensuite libérée de manière contrôlée.

2. Procédé selon la revendication 1, plusieurs de ces dispositifs de serrage étant disposés sur la longueur du sac en matériau synthétique, qui sont relâchés au fur et à mesure du remplissage croissant du sac en matériau synthétique.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, le silicium polycristallin étant rempli via une buse d'entrée dans le sac en matériau synthétique.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications

1 à 3, des éléments d'amortissement et d'accumulation étant pivotés dans un flux de polysilicium entre le système de dosage et le sac en matériau synthétique, qui se remplissent de fragments et qui sont vidés après un degré de remplissage déterminé du sac en matériau synthétique et de nouveau éliminés.

5

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, le silicium polycristallin étant enregistré avant le dosage au moyen d'une caméra, un poids spécifique et un état de surface du silicium polycristallin étant déterminés.

10

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, une hauteur de chute du silicium polycristallin du système de dosage dans le sac en matériau synthétique étant maintenue à moins de 300 mm à l'aide d'au moins un dispositif de serrage pendant l'ensemble du processus de déversement.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 8021483 B2 **[0005]**
- US 8074905 B **[0006]**
- US 20100001106 A1 **[0008]**
- US 20120052297 A1 **[0010]**
- DE 3640520 A1 **[0014]**
- US 7013620 B2 **[0017]** **[0022]**
- DE 10346881 A1 **[0018]**
- EP 2487112 A1 **[0022]**