

(19)



(11)

**EP 2 743 190 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**18.06.2014 Patentblatt 2014/25**

(51) Int Cl.:  
**B65B 25/00 (2006.01) B65B 29/00 (2006.01)**  
**B65B 31/04 (2006.01) B65B 51/14 (2006.01)**  
**B65B 5/06 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13195295.4**

(22) Anmeldetag: **02.12.2013**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder:  
• **Vietz, Matthias**  
**5230 Mattighofen (AT)**  
• **Lichtenegger, Bruno**  
**84547 Emmerting (DE)**  
• **Pech, Dr. Reiner**  
**84524 Neuötting (DE)**

(30) Priorität: **14.12.2012 DE 102012223192**

(74) Vertreter: **Killinger, Andreas et al**  
**Wacker Chemie AG**  
**Intellectual Property**  
**Hanns-Seidel-Platz 4**  
**81737 München (DE)**

(71) Anmelder: **Wacker Chemie AG**  
**81737 München (DE)**

(54) **Verpackung von polykristallinem Silicium**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verpacken von Polysilicium in Form von Bruchstücken durch Einfüllen der Bruchstücke in einen ersten Kunststoffbeutel, wobei der erste Kunststoffbeutel nach dem Einfüllen der Bruchstücke in einen zweiten Kunststoffbeutel eingebracht wird oder wobei bereits vor dem Einfüllen der Bruchstücke in den ersten Kunststoffbeutel der erste Kunststoffbeutel in den zweiten Kunststoffbeutel

gesteckt ist, wodurch sich die Bruchstücke in einem Doppelbeutel befinden, der verschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die nach dem Einfüllen der Bruchstücke in den beiden Kunststoffbeuteln des Doppelbeutels befindliche Luft vor dem Verschließen des Doppelbeutels derart entfernt wird, dass das Gesamtvolumen des Doppelbeutels im Verhältnis zum Volumen der Bruchstücke 2,4 bis 3,0 beträgt.

**EP 2 743 190 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verpackung von polykristallinem Silicium.

**[0002]** Polykristallines Silicium (Polysilicium) wird überwiegend mittels des Siemensverfahrens aus Halogensilanen wie Trichlorsilan abgeschieden und anschließend möglichst kontaminationsarm in polykristalline Siliciumbruchstücke zerkleinert.

**[0003]** Für Anwendungen in der Halbleiter- und Solarindustrie ist ein möglichst wenig kontaminierter Polysiliciumbruch erwünscht. Daher sollte das Material auch kontaminationsarm verpackt werden, bevor es zum Kunden transportiert wird.

**[0004]** Üblicherweise wird Polysiliciumbruch in Kunststoffbeuteln verpackt.

**[0005]** Bei Polysiliciumbruch handelt es sich um ein scharfkantiges, nicht rieselfähiges Schüttgut. 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. Um dies zu vermeiden, werden im Stand der Technik verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen. US2010/154357 A1 sieht beispielsweise einen Energieabsorber innerhalb des Kunststoffbeutels vor.

**[0006]** Solche Durchstoßungen des Beutels können jedoch nicht nur während der Verpackung, sondern auch beim Transport zum Kunden auftreten. Polysiliciumbruch ist scharfkantig, so dass bei ungünstiger Orientierung der Bruchstücke im Beutel durch Relativbewegung bzw. Druck der Bruchstücke zur bzw. auf die Beutelfolie diese durchschnitten bzw. durchstoßen werden.

**[0007]** Aus der Beutelverpackung herausstehende Bruchstücke können direkt durch umgebende Materialien, innenliegende Bruchstücke durch einströmende Umgebungsluft inakzeptabel kontaminiert werden.

**[0008]** Zudem kommt es beim Transport von verpackten Siliciumbruchstücken zu unerwünschter Nachzerkleinerung.

**[0009]** Dies ist insbesondere deshalb unerwünscht, da der dabei entstehende Feinanteil nachweislich zu einer geringeren Prozessperformance bei den Kunden führt. Dies hat zur Folge, dass vor der Weiterverarbeitung beim Kunden der Feinanteil wieder abgesiebt werden muss, was nachteilig ist.

**[0010]** Diese Problematik gilt gleichermaßen für gebrochenes und klassifiziertes, gereinigtes sowie ungereinigtes Silicium, unabhängig von der Größe der Verpackung (üblicherweise Beutel mit 5 oder 10 kg Polysilicium).

**[0011]** In US2010/154357 A1 wird vorgeschlagen, während des Verschließens die Luft aus dem Beutel abzusaugen, bis ein Vakuum von 10 bis 700 mbar entsteht.

**[0012]** US2012/198793 A1 offenbart, vor dem Verschweißen die Luft aus dem Beutel so lange abzusaugen, bis ein flacher, luftarmer Beutel entsteht.

**[0013]** Diese Maßnahmen sind nicht geeignet, Durchstoßungen zu vermeiden.

**[0014]** Daraus ergab sich die Aufgabenstellung der Erfindung.

**[0015]** Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Verpacken von Polysilicium in Form von Bruchstücken durch Einfüllen der Bruchstücke in einen ersten Kunststoffbeutel, wobei der erste Kunststoffbeutel nach dem Einfüllen der Bruchstücke in einen zweiten Kunststoffbeutel eingebracht wird oder wobei bereits vor dem Einfüllen der Bruchstücke in den ersten Kunststoffbeutel der erste Kunststoffbeutel in den zweiten Kunststoffbeutel gesteckt ist, wodurch sich die Bruchstücke in einem Doppelbeutel befinden, der verschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die nach dem Einfüllen der Bruchstücke in den beiden Kunststoffbeuteln des Doppelbeutels befindliche Luft vor dem Verschließen des Doppelbeutels derart entfernt wird, dass das Gesamtvolumen des Doppelbeutels im Verhältnis zum Volumen der Bruchstücke 2,4 bis 3,0 beträgt.

**[0016]** Vorzugsweise wird jeder der beiden Kunststoffbeutel des Doppelbeutels nach dem Entfernen von Luft separat durch Verschweißen verschlossen.

**[0017]** Ebenso ist bevorzugt, die beiden Kunststoffbeutel des Doppelbeutels durch Verschweißen mittels einer gemeinsamen Schweißnaht zu verschließen.

**[0018]** Vorzugsweise wird nach dem Einfüllen von Bruchstücken in den ersten Kunststoffbeutel Luft aus dem ersten Kunststoffbeutel entfernt, der erste Kunststoffbeutel verschlossen und in den zweiten Kunststoffbeutel eingebracht, so dass der Doppelbeutel entsteht, und anschließend Luft aus dem zweiten Kunststoffbeutel entfernt und dieser verschlossen.

**[0019]** Die Aufgabe wird auch gelöst durch einen Doppelbeutel, umfassend einen ersten und einen zweiten Kunststoffbeutel und Polysilicium in Form von Bruchstücken, das sich im ersten Kunststoffbeutel befindet, wobei der erste Kunststoffbeutel in den zweiten Kunststoffbeutel gesteckt ist, wobei beide Kunststoffbeutel verschlossen sind, wobei das Gesamtvolumen des Doppelbeutels im Verhältnis zum Volumen der Bruchstücke 2,4 bis 3,0 beträgt.

**[0020]** Vorzugsweise beträgt das Gesamtvolumen des ersten Beutels im Verhältnis zum Volumen der Bruchstücke 2,0 bis 2,7.

**[0021]** Vorzugsweise ist der erste Beutel so dimensioniert, dass die Kunststofffolien an den Silicium-Bruchstücken eng anliegen. Dadurch können Relativbewegungen zwischen den Bruchstücken vermieden werden.

**[0022]** Die Kunststoffbeutel bestehen vorzugsweise aus einem hochreinen Kunststoff. Dabei handelt es sich bevorzugt um Polyethylen (PE), Polyethylenterephthalat (PET) oder Polypropylen (PP) oder um Verbundfolien. Eine Verbundfolie

## EP 2 743 190 A1

ist eine mehrschichtige Verpackungsfolie, aus der flexible Verpackungen gemacht werden. Die einzelnen Folienschichten werden üblicherweise extrudiert oder kaschier bzw. laminiert.

**[0023]** Der Kunststoffbeutel weist vorzugsweise eine Dicke von 10 bis 1000  $\mu\text{m}$  auf.

**[0024]** Das Verschließen der Kunststoffbeutel kann beispielsweise mittels Verschweißen, Verkleben, Vernähen oder Formschluss erfolgen. Vorzugsweise erfolgt es mittels Verschweißen.

**[0025]** Um das Volumen des verpackten Beutel zu bestimmen wird dieser in ein Wasserbecken getaucht.

**[0026]** Das verdrängte Wasser entspricht dabei dem Gesamtvolumen des Beutels ( $V_{\text{ges}}$ ).

**[0027]** Über die Einwaage des Siliciums wurde mit der konstanten Dichte von Reinstsilicium ( $2,336\text{g/cm}^3$ ) das Volumen des Siliciums ( $V_{\text{Si}}$ ) ermittelt.

**[0028]** Alternativ könnte das Volumen des Siliciums ebenfalls über die Tauchmethode ermittelt werden.

**[0029]** Tabelle 1 zeigt das Verhältnis  $V_{\text{ges}} / V_{\text{Si}}$  und die qualitativen Ergebnisse bzgl. Durchstoßungen und Feinanteilerzeugung für Verpackungen ohne Luftabsaugung, für eine Verpackung nach dem Stand der Technik gemäß US2010/154357 A1 sowie für zwei einfach verpackte Beutel.

**[0030]** Durchstoßung der Verpackungsfolie und Entstehung von unerwünschtem Feinanteil wurden nach einer standardisierten Transportsimulation (LKW/Bahn/Schiff) ermittelt.

**[0031]** Beutel 1 war mit Bruchstücken der Größe 4-15 mm gefüllt.

**[0032]** Beutel 2 war mit Bruchstücken der Größe 45-120 mm gefüllt.

**[0033]** Die Größenklasse ist als längste Entfernung zweier Punkte auf der Oberfläche eines Siliciumbruchstücks (=max. Länge) definiert.

**Tabelle 1**

	$V_{\text{ges}} / V_{\text{Si}}$	Durchstoßung	Feinanteil
Ohne Luftabsaugung	>2,8	häufig	viel
US2010/154357 A1	<1,8	häufig	viel
Beutel 1	2,18-2,31	nein	nein
Beutel 2	2,00-2,69	kaum	nein

**[0034]** Beutel 1 und 2 wurden in einem weiteren Versuch in einen zweiten Beutel eingeschweißt (Doppelbeutel).

**[0035]** **Tabelle 2** zeigt das Verhältnis  $V_{\text{ges}} / V_{\text{Si}}$  und die qualitativen Ergebnisse bzgl. Durchstoßungen und Feinanteilerzeugung für Doppelbeutel-Verpackungen ohne Luftabsaugung, sowie für zwei erfindungsgemäße Beispiele.

**Tabelle 2**

	$V_{\text{ges}} / V_{\text{Si}}$	Durchstoßung	Feinanteil
Ohne Luftabsaugung	>3,4	häufig	viel
Beispiel 1	2,45-2,75	nein	nein
Beispiel 2	2,45-2,95	nein	nein

**[0036]** Für den Primärbeutel gilt es, ein Verhältnis  $V_{\text{ges}} / V_{\text{Si}}$  von 2,0 bis 2,7, bevorzugt von 2,0 bis 2,4 zu erzeugen.

**[0037]** Dadurch kann überraschender Weise eine feinanteil- u. durchstoßungsfreie Verpackung produziert werden.

**[0038]** Für das in Innen- u. Außenbeutel verpackte Silicium ist  $V_{\text{ges}} / V_{\text{Si}}$  von 2,40 bis 3,0 wesentlich.

**[0039]** Die Luft kann mit diversen Verfahren aus einem mit Silicium gefüllten Kunststoffbeutel entfernt werden:

- manuelles Drücken und anschließendem Verschweißen
- Klemm- oder Stempelvorrichtung und anschließendem Verschweißen
- Absaugvorrichtung u. anschließendem Verschweißen
- Vakuumkammer u. anschließendem Verschweißen

**[0040]** Die Umgebungsbedingungen beim Verpacken sind vorzugsweise eine Temperatur von 18-25 °C. Die relative Luftfeuchte beträgt vorzugsweise 30-70%.

**[0041]** Es hat sich gezeigt, dass dadurch Kondenswasserbildung vermieden werden kann.

**[0042]** Vorzugsweise findet die Verpackung zudem in der Umgebung von gefilterter Luft statt.

## Patentansprüche

- 5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55
1. Verfahren zum Verpacken von Polysilicium in Form von Bruchstücken durch Einfüllen der Bruchstücke in einen ersten Kunststoffbeutel, wobei der erste Kunststoffbeutel nach dem Einfüllen der Bruchstücke in einen zweiten Kunststoffbeutel eingebracht wird oder wobei bereits vor dem Einfüllen der Bruchstücke in den ersten Kunststoffbeutel der erste Kunststoffbeutel in den zweiten Kunststoffbeutel gesteckt ist, wodurch sich die Bruchstücke in einem Doppelbeutel befinden, der verschlossen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die nach dem Einfüllen der Bruchstücke in den beiden Kunststoffbeuteln des Doppelbeutels befindliche Luft vor dem Verschließen des Doppelbeutels derart entfernt wird, dass das Gesamtvolumen des Doppelbeutels im Verhältnis zum Volumen der Bruchstücke 2,4 bis 3,0 beträgt.
  2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Gesamtvolumen des ersten Kunststoffbeutels im Verhältnis zum Volumen der Bruchstücke 2,0 bis 2,7 beträgt.
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Kunststoffbeutel so dimensioniert ist, dass die ihn bildende Kunststoffolie an den Bruchstücken eng anliegt.
  4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Entfernen von Luft aus den Kunststoffbeuteln durch Zusammendrücken der Kunststoffbeutel, mittels einer Klemm- oder Stempelvorrichtung, mittels einer Absaugvorrichtung oder mittels einer Vakuumkammer erfolgt.
  5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei während des Verpackens eine relative Luftfeuchte 30-70% beträgt.
  6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei jeder der beiden Kunststoffbeutel des Doppelbeutels nach dem Entfernen von Luft separat durch Verschweißen verschlossen wird.
  7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die beiden Kunststoffbeutel des Doppelbeutels durch Verschweißen mittels einer gemeinsamen Schweißnaht verschlossen werden.
  8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei nach dem Einfüllen von Bruchstücken in den ersten Kunststoffbeutel Luft aus dem ersten Kunststoffbeutel entfernt, der erste Kunststoffbeutel verschlossen und in den zweiten Kunststoffbeutel eingebracht wird, so dass der Doppelbeutel entsteht, und anschließend Luft aus dem zweiten Kunststoffbeutel entfernt wird und dieser verschlossen wird.
  9. Doppelbeutel, umfassend einen ersten und einen zweiten Kunststoffbeutel und Polysilicium in Form von Bruchstücken, das sich im ersten Kunststoffbeutel befindet, wobei der erste Kunststoffbeutel in den zweiten Kunststoffbeutel gesteckt ist, wobei beide Kunststoffbeutel verschlossen sind, wobei das Gesamtvolumen des Doppelbeutels im Verhältnis zum Volumen der Bruchstücke 2,4 bis 3,0 beträgt.
  10. Doppelbeutel nach Anspruch 9, wobei das Gesamtvolumen des ersten Beutels im Verhältnis zum Volumen der Bruchstücke 2,0 bis 2,7 beträgt.
  11. Doppelbeutel nach Anspruch 9 oder nach Anspruch 10, wobei der erste und der zweite Kunststoffbeutel durch Verschweißen verschlossen sind und eine gemeinsame Schweißnaht aufweisen.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 13 19 5295

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2008/151978 A1 (WACKER CHEMIE AG [DE]; WOCHNER HANNS [DE]; LICHTENEGGER BRUNO [DE]; PE) 18. Dezember 2008 (2008-12-18) * Seite 7, Zeile 24 - Seite 13, Zeile 24 * -----	1-11	INV. B65B25/00 B65B29/00 B65B31/04 B65B51/14 B65B5/06
X	EP 2 487 112 A2 (WACKER CHEMIE AG [DE]) 15. August 2012 (2012-08-15) * Absätze [0006], [0057] - [0082] * -----	1-11	
A	EP 1 334 907 A1 (WACKER CHEMIE GMBH [DE]) 13. August 2003 (2003-08-13) * das ganze Dokument * -----	1-11	
A	EP 2 030 905 A2 (MITSUBISHI MATERIALS CORP [JP]) 4. März 2009 (2009-03-04) * das ganze Dokument * -----	1-11	
A	DE 10 2005 024584 A1 (LANG ROBERT [DE]; RYSTAU MATTHIAS [DE]) 30. November 2006 (2006-11-30) * das ganze Dokument * -----	1-11	
			RECHERCHIERTER SACHGEBIETE (IPC)
			B65B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>17. Januar 2014</b>	Prüfer <b>Philippon, Daniel</b>
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1  
EPO FORM 1503 03-82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 19 5295

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-01-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008151978 A1	18-12-2008	AT 508050 T	15-05-2011
		CA 2689053 A1	18-12-2008
		CN 101678905 A	24-03-2010
		DE 102007027110 A1	18-12-2008
		EP 2152588 A1	17-02-2010
		JP 2010528955 A	26-08-2010
		KR 20100018060 A	16-02-2010
		US 2010154357 A1	24-06-2010
		WO 2008151978 A1	18-12-2008
		-----	-----
EP 2487112 A2	15-08-2012	CA 2764984 A1	09-08-2012
		CN 102633002 A	15-08-2012
		DE 102011003875 A1	09-08-2012
		EP 2487112 A2	15-08-2012
		JP 2012168175 A	06-09-2012
		KR 20120092017 A	20-08-2012
		US 2012198793 A1	09-08-2012
-----	-----	-----	-----
EP 1334907 A1	13-08-2003	DE 10204176 A1	14-08-2003
		EP 1334907 A1	13-08-2003
		JP 3906161 B2	18-04-2007
		JP 2003237722 A	27-08-2003
		US 2005034430 A1	17-02-2005
-----	-----	-----	-----
EP 2030905 A2	04-03-2009	CN 101376442 A	04-03-2009
		EP 2030905 A2	04-03-2009
		JP 5239624 B2	17-07-2013
		JP 2010036981 A	18-02-2010
		KR 20090023136 A	04-03-2009
		TW 200925067 A	16-06-2009
		US 2009056279 A1	05-03-2009
-----	-----	-----	-----
DE 102005024584 A1	30-11-2006	DE 102005024584 A1	30-11-2006
		WO 2006125427 A2	30-11-2006
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 2010154357 A1 [0005] [0011] [0029] [0033]
- US 2012198793 A1 [0012]