

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
11. Oktober 2007 (11.10.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2007/113087 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**B02C 4/30** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/052408

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. März 2007 (14.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2006 014 874.6 30. März 2006 (30.03.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **WACKER CHEMIE AG** [DE/DE]; Hanns-Seidel-  
Platz 4, 81737 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRÜBL, Peter**  
[DE/DE]; Unterpaukertsham 5, 84371 Triftern (DE). **HÖL-  
ZLWIMMER, Rainer** [DE/DE]; Karl-Pflaum-Strasse 37,  
84524 Neuötting (DE).

(74) Anwälte: **POTTEN, Holger** usw.; Wacker Chemie AG,  
Hanns-Seidel-Platz 4, 81737 München (DE).

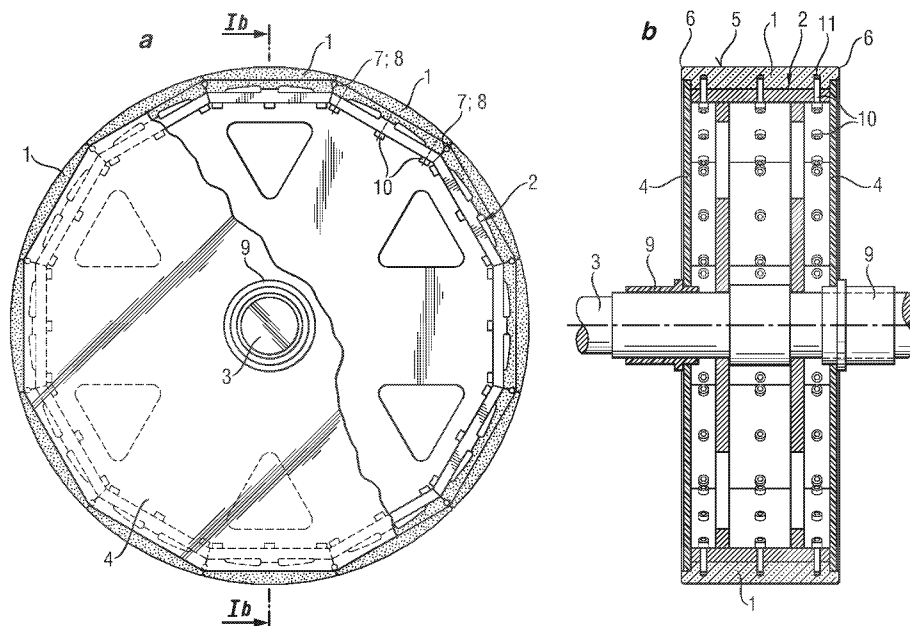
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,  
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS,  
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,  
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR COMMINUTING COARSELY CRUSHED POLYCRYSTALLINE SILICON

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ZERKLEINERN VON GROBTEILIG GEBROCHENEM PO-  
LYKRISTALLINEM SILICIUM



(57) Abstract: The present invention relates to roll crushers comprising a roll which rotates with a shaft (3), characterized in that the roll comprises a carrier roll (2) of steel and a number of hard metal segments (1), wherein the hard metal segments (1) consist of a cobalt matrix in which tungsten carbide is incorporated, and the hard metal segments (1) are fastened on the carrier roll (2) by a reversible form fit.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/113087 A1



CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft Walzenbrecher umfassend eine Walze, welche sich mit einer Welle (3) dreht, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze aus einer Trägerwalze (2) aus Stahl und aus mehreren Hartmetall-Segmenten (1) besteht, wobei die Hartmetall-Segmente (1) aus einer Cobaltmatrix, in die Wolframcarbid eingelagert ist, besteht und die Hartmetall-Segmente (1) formschlüssig reversibel auf der Trägerwalze (2) befestigt sind.

## Vorrichtung und Verfahren zum Zerkleinern von grobteilig gebrochenem polykristallinem Silicium

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum  
5 Zerkleinern von grobteilig gebrochenem polykristallinem Silicium in einer Reinheit, die direkt, d.h. ohne Nachreinigung, für photovoltaische Anwendungen eingesetzt werden kann.

Polykristallines Silicium (Polysilicium) wird üblicherweise  
10 hergestellt durch Gasphasenabscheidung in einem Siemens-Reaktor. Dabei werden hochreines Silan oder Chlorsilan auf einem heißen Substrat (bevorzugt aus Silicium) abgeschieden, so dass massive Stäbe, Blöcke oder Bretter erhalten werden. Bevor man dieses Polysilicium in Kristallisationsverfahren verwenden  
15 kann, muss man es zerkleinern. Dabei wird es üblicherweise so durch Abrieb kontaminiert, dass man durch Reinigungsverfahren die Verunreinigungen auf der Oberfläche entfernen muss.

In den Kristallisationsverfahren direkt (d.h. ohne Nachreinigung) verwendbares solartaugliches, d.h. sehr reines (metallische Gesamtkontamination typischerweise < 10 ppba), Polysilicium kann bislang nur durch aufwendige und personalintensive  
20 Handzerkleinerung gewonnen werden. In einem ersten Schritt wird ein Siliciumstab, wie er aus einem Siemens Abscheidereaktor erhalten wird, mit einem Handhammer vorgebrochen und anschließend mit einem Niethammer händisch auf die erforderliche Bruchgröße  
25 nachzerkleinert. Dieser manuell erzeugte Grobbruch kann als Aufgabematerial weiter maschinell zerkleinert werden.

Bisher beschriebene mechanische Brechverfahren, die geeignet  
30 sind, grobteilig gebrochenes polykristallines Polysilicium zu zerkleinern, z. B. übliche Backenbrecher oder Walzenbrecher, verursachen entweder eine zu hohe metallische Oberflächenkontamination (herkömmliche Backenbrecher ca. 500 - 1000 parts per  
35 billion atoms (ppba), herkömmliche Walzenbrecher ca. 200 - 500 ppba) was eine aufwendige Nachreinigung erfordert oder sind

durch sehr aufwändige Maschinenausführung bzw. aufwändige Verfahren (z. B. Schockwellenzerkleinerung oder thermisches Brechen) unwirtschaftlich.

- 5 Beim Einsatz von Walzenbrechern ist die geeignete Größe des Aufgabematerials vom Einzugswinkel und somit von der Dimensionierung der Brechmaschine abhängig. Aufgrund der Walzengeometrie können bisher nur Bruchstücke mit einer maximalen Kantenlänge  $< 110$  mm eingezogen werden. Zusätzlich sind für die Herstellung feinteiliger Produkte mehrere Brechzyklen notwendig. Aus fertigungstechnischen Gründen kommen Walzenbrecher mit Hartmetall-Brechwerkzeugen bisher nur mit einem Walzendurchmesser von  $\leq 450$  mm zum Einsatz. Ferner ist die Walzenwartung ein zusätzlicher Kostenfaktor. Aufgrund der technischen Ausführung der Hartmetall-Walzen ist der Austausch oder Ersatz der Walzen sehr zeit- und auch kostenintensiv.

- Aufgabe der Erfindung ist es, einen Walzenbrecher zur Verfügung zu stellen, der in der Lage ist, grobteilig gebrochenes polykristallines Silicium kostengünstig und kontaminationsarm zu zerkleinern.

- Die Aufgabe wird gelöst durch einen Walzenbrecher umfassend eine Walze, welche sich mit einer Welle (3) dreht, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze aus einer Trägerwalze (2) aus Stahl und aus mehreren Hartmetall-Segmenten (1) besteht, wobei die Hartmetall-Segmente (1) aus einer Cobaltmatrix, in die Wolframcarbid eingelagert ist, besteht und die Hartmetall-Segmente (1) formschlüssig reversibel auf der Trägerwalze (2) befestigt sind.

- Durch den segmentierten Aufbau aus mehreren Hartmetall-Segmenten weist die Walze sowie der mit der Walze versehene Walzenbrecher eine hohe Wartungsfreundlichkeit auf, denn die Hartmetall Segmente können ohne Demontage der Walze einzeln

ausgebaut und gewechselt werden. Vorzugsweise handelt es sich um 8 bis 16, besonders bevorzugt um 12 Hartmetall-Segmente.

Ein Hartmetall-Segment besteht vorzugsweise zu mehr als 80 Gew.%, besonders bevorzugt zu mehr als 90 Gew.%, insbesondere bevorzugt zu 91,5 Gew.% aus Wolframcarbid, das in eine Cobaltmatrix eingelagert ist. Das Hartmetall-Segment ist an seiner einen Teil der Mantelfläche der Walze bildenden Oberfläche vorzugsweise mit einem Facettenschliff versehen. Die Facetten wirken wie Einzugsleisten auf dem Walzenmantel und verbessern das Einzugsverhalten des Brechguts. Vorzugsweise besitzt jedes Hartmetall-Segment 3 - 12 Facetten, besonders bevorzugt 4 - 7 Facetten, insbesondere bevorzugt 5 Facetten (5) (Fig. 2). Alle Kanten des Hartmetall-Segments sind vorzugsweise mit einem Radius (6) (Fig. 2) ausgeführt, um Kantenausbrüche an dem Hartmetall-Segment zu vermeiden. Vorzugsweise ist der Radius gegen Kantenausbrüche von 2 mm bis 5 mm zu wählen.

Vorzugsweise sind die Hartmetall-Segmente gegeneinander mit einem hochreinen Kunststoff (7) abgedichtet, der in die Nut (8) zwischen den Segmenten (1) eingebracht ist. Vorzugsweise wird die gesamte Walze ferner stirnseitig mit Platten (4) aus hochreinem Kunststoff verkleidet. Auch die Welle (3), die sich mit der Walze dreht, wird vorzugsweise mit einem Formteil (9) aus einem hochreinen Kunststoff verkleidet. Durch die Verkleidung der Welle (3), die stirnseitige Abdichtung des Walzenträgers sowie die Abdichtung zwischen den einzelnen Hartmetall-Segmenten, wird eine Kontamination des Bruchgutes mit jeglichen Metallkontaminationen verhindert. Besonders bevorzugt sind die Platten 4 um mindestens 2 mm versetzt zu den Stirnseiten der Hartmetall-Segmente (1) angebracht, um den Abrieb am Kunststoff durch das Bruchgut zu vermeiden (Fig. 1b).

Als hochreiner Kunststoff wird vorzugsweise Polyethylen, Polypropylen, Polytetrafluorethylen, Polyurethan, Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer, Perfluoralkoxy-Copolymer oder Halar® verwendet. Besonders bevorzugt wird Polyurethan verwendet.

Vorzugsweise sind die Hartmetall-Segmente (1) mittels Schrauben (10) auf der Trägerwalze (2) befestigt, wobei besonders bevorzugt gesinterte Innengewinde (11) in die Hartmetall-Segmente (1) zur Befestigung dienen. Besonders bevorzugt sind die Innengewinde als Sacklochgewinde ausgeführt, um eine Kontamination des Brechgutes mit Stahl zu vermeiden. Dieser Aufbau der Walze ermöglicht es, im Reparaturfall nur das beschädigte aufgeschraubte Hartmetall-Segment zu wechseln.

10

Vorzugsweise weist der Walzenbrecher zwei Walzen auf. Vorzugsweise haben die Walzen einen Durchmesser von 1000 bis 2000 mm.

15

Die Walzen sind im Walzenbrecher vorzugsweise so zueinander angeordnet, dass der Brechwinkel  $\alpha$  einen Wert von  $40^\circ$  bis  $45^\circ$  hat. Unter dem „Brechwinkel“ ist im Sinne der vorliegenden Erfindung der Winkel zwischen den Tangenten an den Hartmetall-Segmenten im Berührungspunkt des Zerkleinerungsgutes (12) zu Beginn des Brechvorganges zu verstehen (siehe Fig. 3).

20

25

Vorzugsweise haben die Walzen für ein Aufgabegut von einer maximalen Kantenlänge von 100 mm bis 250 mm einen Durchmesser von 1000 mm bis 2000 mm. Besonders bevorzugt haben die Walzen für ein Aufgabegut von einer maximalen Kantenlänge von 180 mm bis 220 mm einen Durchmesser von 1300 mm bis 1700 mm. Diese Walzen-dimensionierung begünstigt den Einzug der Polysilicium-Bruchstücke. Aufgrund der Dimension der Walzen und deren Ausführung entstehen beim Brechen geringere Kräfte, so dass die eingebrachte Energie effizienter auf das Aufgabegut übertragen werden kann. Der erfindungsgemäße Walzenbrecher weist durch die Dimensionierung seiner Walzen daher ein großes Brechverhältnis auf, was die Anzahl der Durchläufe zur Zerkleinerung des Brechgutes vermindert und somit die verunreinigungsarme Zerkleinerung von polykristallinem Silicium vereinfacht. Das Brechverhältnis ist dabei definiert als das Verhältnis der maximalen

35

Kantenlänge des Aufgabegutes zur maximalen Kantenlänge des Produkts.

5 Aufgrund der genannten Geometrie, sowie des im Vergleich zum Stand der Technik günstigeren Einzugswinkels ist die zu erzeugende Bruchgröße über einen größeren Bereich einstellbar. Die Reproduzierbarkeit der Bruchgrößenverteilung ist ebenfalls gegeben.

10 Ein erfindungsgemäßer Walzenbrecher ermöglicht die Zerkleinerung eines Polysilicium-Aufgabeguts mit einer Größe von bis zu 250 mm Kantenlänge. Vorzugsweise ist das Aufgabegut ein solar-  
15 tauglicher Polysilicium-Bruch mit einer Kantenlänge von 80 - 200 mm. Dadurch, dass derart große Bruchstücke als Aufgabegut geeignet sind, kann die manuelle Vorzerkleinerung auf einen Arbeitsschritt reduziert werden, die weiteren manuellen Brech-  
schritte können entfallen.

20 Im erfindungsgemäßen Walzenbrecher ist die erzeugte mittlere Bruchgröße des Produktes über einen Bereich von 10 mm - 150 mm frei einstellbar. Die Bruchgröße des Produktes wird dabei über die Größe des Brechspalts zwischen den Walzen definiert. Für eine Bruchgröße von 60 bis 110 mm hat der Brechspalt vorzugs-  
25 weise eine Größe von 45 bis 55 mm. Eine reproduzierbare Bruchgrößenverteilung ist bei allen Spalteinstellungen sichergestellt. Dies ist mit einem manuellen Zerkleinerungsverfahren nicht möglich.

30 Versuche haben gezeigt, dass ein Spalt von 50 mm am Walzenbrecher sowie ein Aufgabematerial mit einer maximalen Kantenlänge von 150 mm bei 1000 mm Walzendurchmesser ähnliche Längenverteilung und Gewichtsverteilung wie beim derzeitigen händischen Brechverfahren liefern. Zusätzlich ist hier jedoch die Reproduzierbarkeit des Prozesses gegeben.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Zerkleinern von grobstückigem Polysilicium mittels eines erfindungsgemäßen Brechers.

- 5 Dieses Verfahren ist vorzugsweise dadurch gekennzeichnet, dass ein Polysilicium-Bruch einer mittleren Bruchgröße von 80 bis 250 mm auf einen erfindungsgemäßen Brecher aufgegeben wird und in einem Durchlauf mit einem Brechverhältnis größer 5 auf eine jeweilige erwünschte Zielgröße gebrochen wird.

10

- Während ein herkömmliches Verfahren zur Zerkleinerung eines im Siemensverfahren gewonnenen Polysiliciumstabes zu einem Polybruch einer Kantenlänge von 15 mm zunächst zwei Brechschritte mittels einer manuellen Zerkleinerung (händisches Vorzerkleinern auf eine maximale Bruchgröße von ca. 120 - 150 mm und anschließendes händisches Nachzerkleinern auf eine maximale Bruchgröße von ca. 80 - 110 mm) sowie anschließend 3 bis 4 Brechschritte mittels herkömmlicher Brecher und damit also insgesamt 5 bis 6 Brechschritte umfasst, ermöglicht ein erfindungsgemäßer Walzenbrecher ein Verfahren, welches in 2 bis 3 Brechschritten (Händischen Vorzerkleinerung auf eine Bruchgröße von ca. 200 - 250 mm und ein oder zwei Durchläufen auf dem erfindungsgemäßen Walzenbrecher ) das gleiche Ergebnis erzielt.

- 25 Die erwünschte Zielgröße ist vorzugsweise 65 bis 100 mm.

- Die Korngrößenverteilung des erfindungsgemäß hergestellten Siliziumbruches ist vergleichbar der Korngrößenverteilung eines mit händischen Verfahren hergestellten Bruchs, wobei jedoch zusätzlich eine Reproduzierbarkeit der Korngrößenverteilung im erfindungsgemäßen Verfahren gegeben ist. Durch eine Änderung des Spaltabstandes zwischen den Walzen lässt sich gezielt die mittlere Bruchgröße des erzeugten Polybruchs einstellen. Diese ist bei allen Spalteinstellungen reproduzierbar.

35



Das Verfahren ermöglicht somit das Einhalten eines reproduzierbaren Zerkleinerungsverhältnisses.

Die Durchsatzleistung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist gegenüber der mehrfachen händischen Zerkleinerung um ca. den Faktor 5 erhöht. Die Durchsatzleistung eines erfindungsgemäßen Brechers für das beschriebene Aufgabematerial beträgt ca. 10 t/h.

10 Im Gegensatz zum händischen Nachzerkleinern muss das Silicium im erfindungsgemäßen Verfahren nicht mit der Hand fixiert werden. Es kommt somit nicht mehr zum Eintrag von Natrium, Eisen, Aluminium und PU in das Brechgut.

15 Ein Vergleich der Verunreinigungen des zerkleinerten Produktes nach erfindungsgemäßen maschinellen Brechen und herkömmlichen händischen Brechen zeigt deutlich die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens:

20 Die Verunreinigung durch Natrium ist um den Faktor 50 niedriger, die Verunreinigung durch Wolfram um den Faktor 2, durch Kobalt um den Faktor 3 - 4 und durch Eisen um den Faktor 7 bis 8. Neben einem verringerten Eintrag von Verunreinigungen in das Polysilicium ist auch eine möglichst geringe Streuung des Verunreinigungsgrades für einen reproduzierbaren Prozess wünschenswert, da sich dies sehr stark auf die Qualität des hergestellten Siliciums auswirkt. Im erfindungsgemäßen Verfahren ist die Streuung bei den genannten Metallen um den Faktor 4 - 6 niedriger als bei herkömmlichen Verfahren. Bei Natrium ist die  
25 Streuung sogar um den Faktor 20 niedriger. Eine Nachreinigung des Produktes ist daher nicht notwendig.  
30

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens lässt sich somit ein hochreiner Polysilicium-Bruch mit engerer Streubreite von Verunreinigungen sowie eine größere reproduzierbare Produktvielfalt herstellen als mittels händischer Verfahren, ohne dass da-

35

durch erhöhte Kosten entstehen, wie mittels bekannter maschineller Verfahren.

5 Fig. 1a und 1b zeigen schematisch eine bevorzugte Ausführungsform einer Walze eines erfindungsgemäßen Walzenbrechers in Seitenansicht und im Schnitt.

Fig. 2 zeigt perspektivisch ein Hartmetall-Segment einer Walze eines erfindungsgemäßen Walzenbrechers.

10

Fig. 3 zeigt schematisch einen Walzenbrecher mit zwei Walzen und definiert den Brechwinkel  $\alpha$ .

15 Das folgende Beispiel dient zur weiteren Erläuterung der Erfindung:

Beispiel: Vergleich eines Brechverfahrens mit einem herkömmlichen mit einem Brechverfahren mit einem erfindungsgemäßen Brecher

20 a) Herkömmliches Verfahren: Siliciumstäbe mit einem Durchmesser von ca. 180 mm wurden im ersten manuellen Brechschritt zu ca. 200 mm großen Bruchstücken vorgebrochen. Anschließend wurden diese Bruchstücke händisch im zweiten Brechschritt auf eine maximale Kantenlänge von 110 mm gebrochen. Dieses Ausgangsmaterial wurde dann mittels eines Walzenbrechers mit einem Walzen-  
25 durchmesser von 450 mm in vier Durchläufen zerkleinert und mit verschiedenen Spaltweiten auf eine Kantenlänge von 8 mm - 15 mm gebrochen. Zur Herstellung des spezifischen Produktes waren somit 2 händische Arbeitsschritte und zusätzlich noch 4 maschi-  
30 nelle Arbeitsschritte notwendig.

b) Erfindungsgemäßes Verfahren: Siliciumstäbe mit einem Durchmesser von ca. 180 mm wurden im ersten manuellen Brechschritt auf ca. 200 mm großen Bruchstücken vorgebrochen. Diese  
35 Bruchstücke mit einer maximalen Kantenlänge von 200 mm wurden

direkt als Aufgabematerial auf einen erfindungsgemäßen Walzenbrecher wie in Fig. 1 dargestellt mit einem Walzendurchmesser von 2000 mm aufgegeben. Mit einer Spaltweite von 40 mm wurde ein erster maschineller Brechschritt durchgeführt. Anschließend  
5 wurde auf dem gleichen Brecher mit einer Spaltweite von 8 mm nochmals ein Brechschritt durchgeführt. Dadurch wurde das gleiche Produkt wie in a) erhalten.

Mit dem erfindungsgemäßen Brecher/Verfahren lässt sich bei  
10 gleichem Aufgabematerial in nur zwei Brechschritten ein Produkt erzeugen, welches mit einem herkömmlichen Brecher in 6 Schritten erzeugt wurde. Zudem zeigte das erfindungsgemäße Verfahren bei mehrfacher Wiederholung eine geringere Verunreinigung mit Fe, Na, Al, W und Co sowie eine geringere Streuung der Kontami-  
15 nation.

## Patentansprüche

1. Walzenbrecher umfassend eine Walze, welche sich mit einer Welle (3) dreht, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze aus einer Trägerwalze (2) aus Stahl und aus mehreren Hartmetall-Segmenten (1) besteht, wobei die Hartmetall-Segmente (1) aus einer Cobaltmatrix, in die Wolframcarbid eingelagert ist, besteht und die Hartmetall-Segmente (1) formschlüssig reversibel auf der Trägerwalze (2) befestigt sind.
2. Walzenbrecher gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze aus einer Trägerwalze aus Stahl und aus 8 bis 16, besonders bevorzugt 12 Hartmetall-Segmenten besteht.
3. Walzenbrecher gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartmetall-Segmente zu mehr als 80 Gew.%, besonders bevorzugt zu mehr als 90 Gew.%, insbesondere bevorzugt zu 91,5 Gew.% aus Wolframcarbid bestehen, das in die Cobaltmatrix eingelagert ist.
4. Walzenbrecher gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartmetall-Segmente an ihrer einen Teil der Mantelfläche der Walze bildenden Oberfläche mit einem Facettenschliff versehen sind.
5. Walzenbrecher gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Hartmetall-Segment 3 - 12 Facetten, besonders bevorzugt 4 - 7 Facetten, insbesondere bevorzugt 5 Facetten besitzt.
6. Walzenbrecher gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass alle Kanten des Hartmetall-Segments mit einem Radius ausgeführt sind.

7. Walzenbrecher gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartmetall-Segmente gegeneinander mit einem hochreinen Kunststoff abgedichtet, der in die  
5 Nut zwischen den Segmenten eingebracht ist.

8. Walzenbrecher gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze stirnseitig mit Platten aus einem hochreinen Kunststoff verkleidet sind.

9. Walzenbrecher gemäß einem Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle mit einem Formteil aus einem hochreinen Kunststoff verkleidet ist.

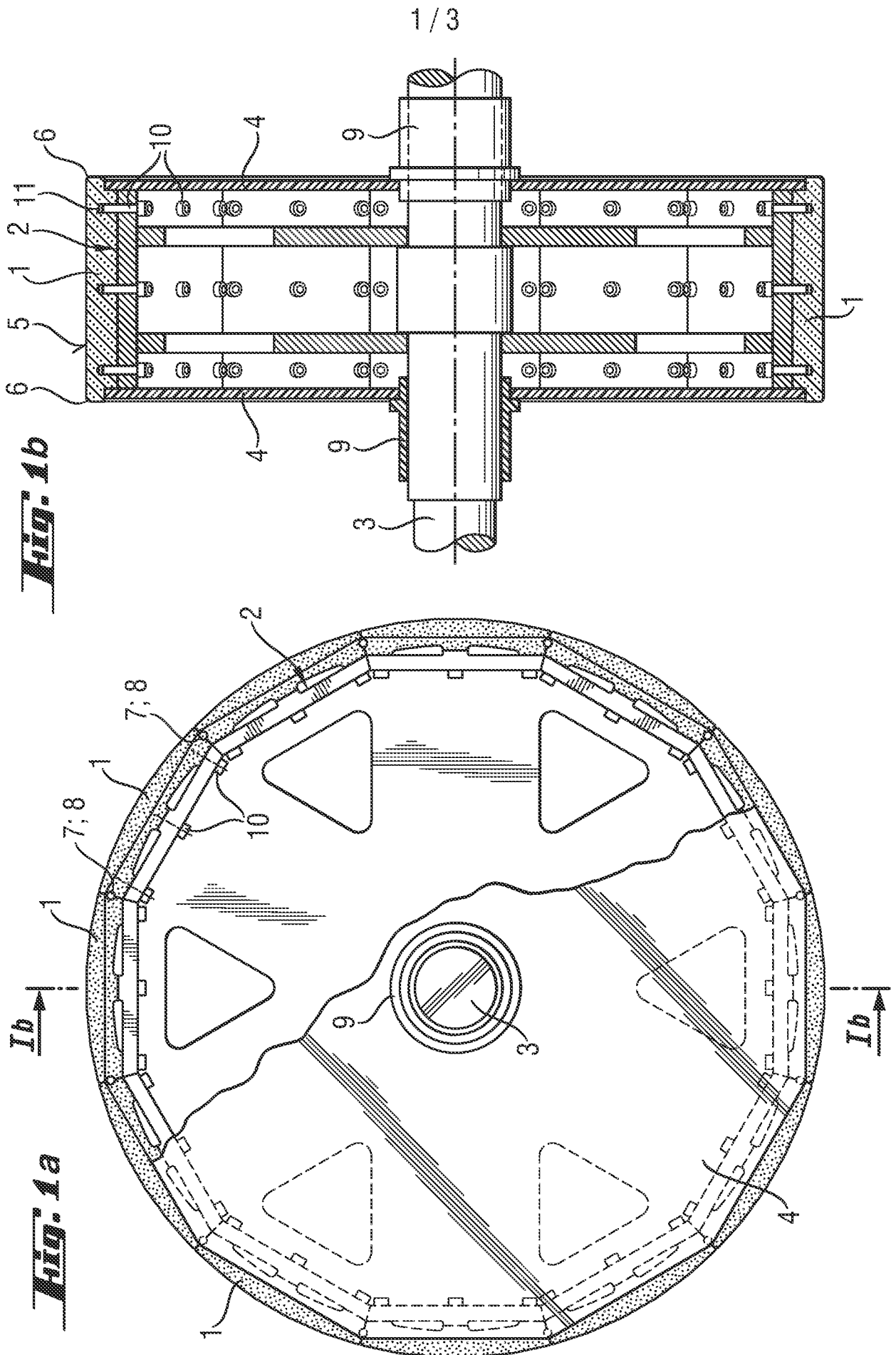
10. Walzenbrecher gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der hochreine Kunststoff ausgewählt ist aus der Gruppe Polyethylen, Polypropylen, Polytetrafluorethylen, Polyurethan, Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer, Perfluoralkoxy-Copolymer oder Halar®.

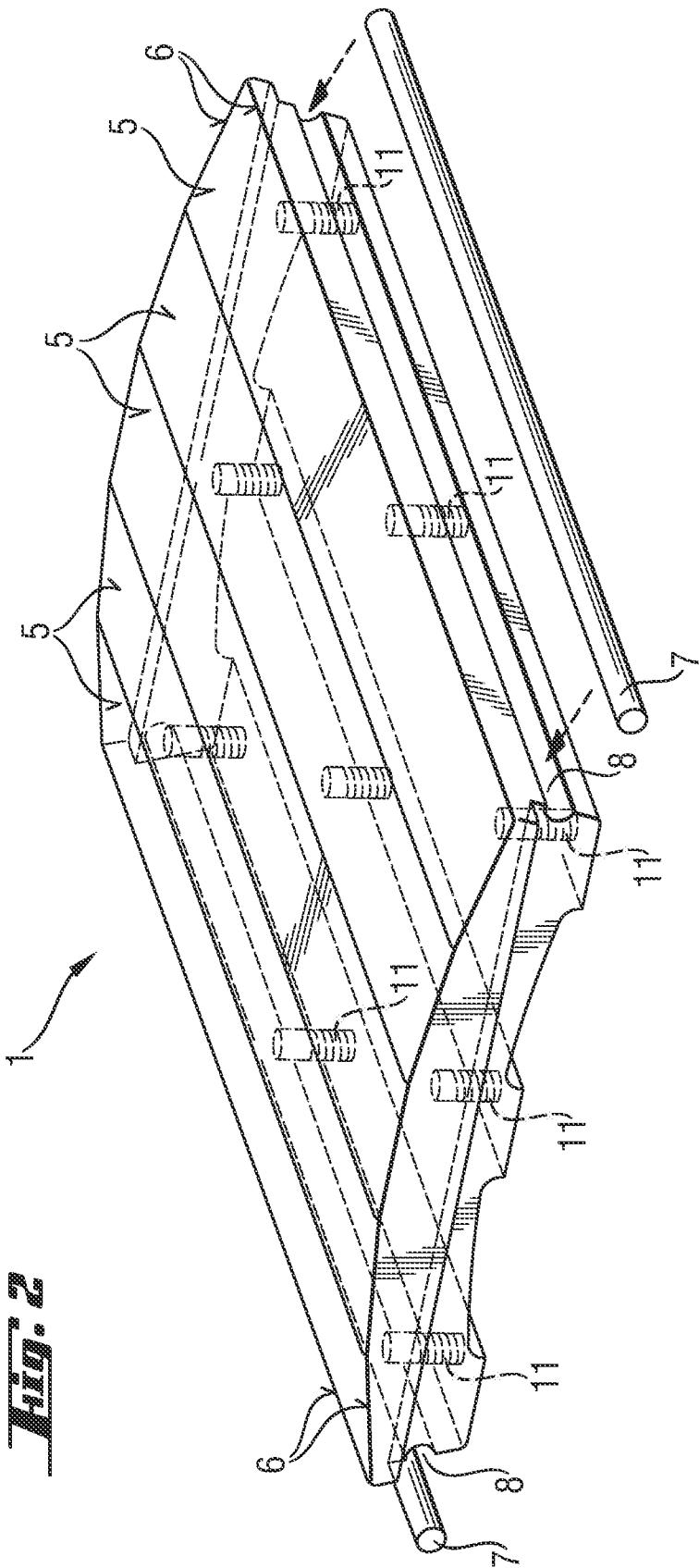
11. Walzenbrecher gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Hartmetall-Segmente mittels Schrauben auf der Trägerwalze befestigt sind, wobei in die Hartmetall-Segmente Innengewinde zur Befestigung der  
25 Schrauben eingesintert sind.

12. Walzenbrecher gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Walze einen Durchmesser von 1000 bis 2000 mm hat.

13. Verfahren zum Zerkleinern von grobstückigem Polysilicium, dadurch gekennzeichnet, dass das grobstückige Polysilicium mittels eines Walzenbrechers gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 zerkleinert wird.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Polysilicium-Bruch einer mittleren Bruchgröße von  
80 bis 250 mm auf einen Brecher gemäß einem der Ansprüche  
1 bis 12 aufgegeben wird und in einem Durchlauf mit einem  
5 Zerkleinerungsverhältnis größer 5 auf eine jeweilige er-  
wünschte Zielgröße gebrochen wird.

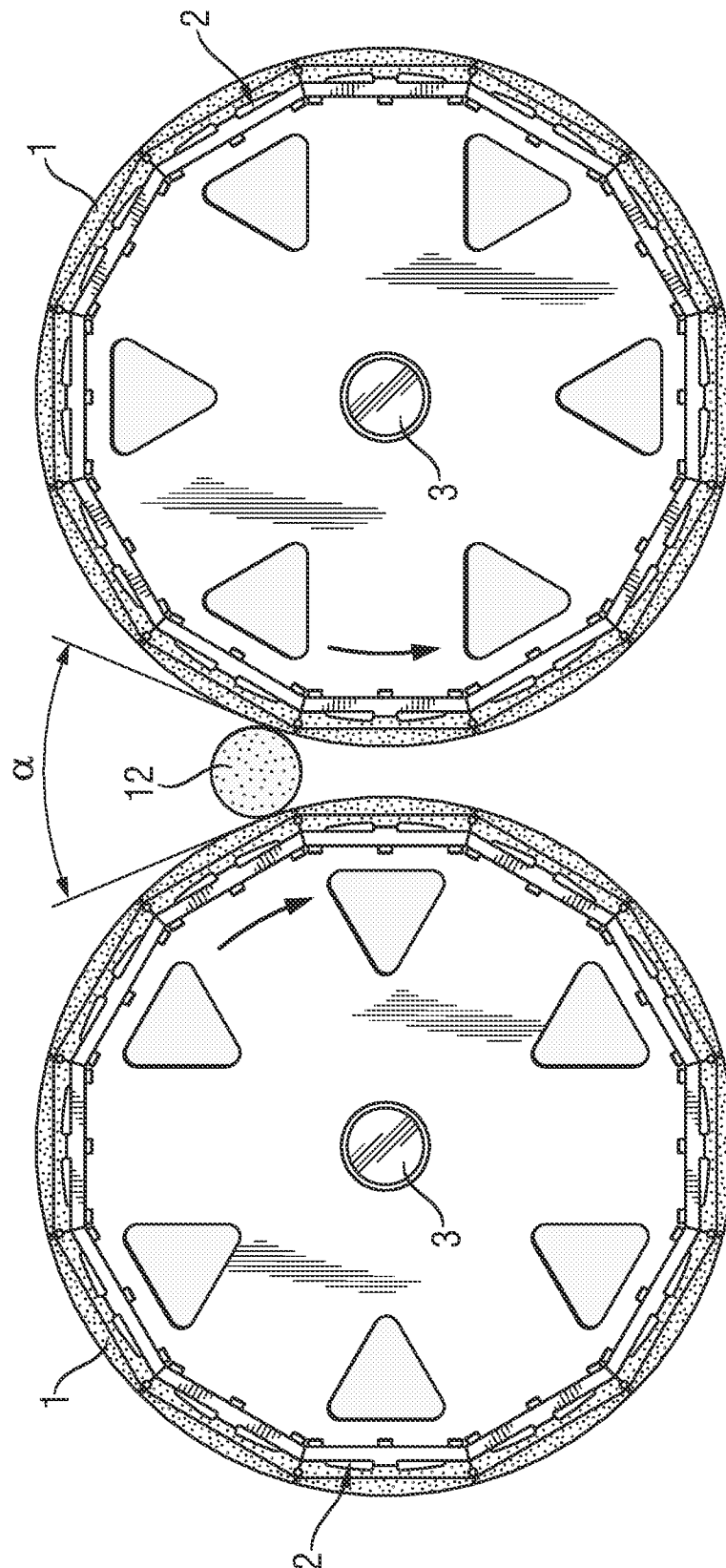




**Fig. 2**



3 / 3



**Fig. 3**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/052408

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. B02C4/30		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B02C C01B B28D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 2 025 260 A (BUCKAU WOLF MASCHF R) 23 January 1980 (1980-01-23)	1-3,7
A	page 2, line 21 - line 81; figures -----	6,13
Y	US 4 617 709 A (GUNDLACH THEODORE F [US]) 21 October 1986 (1986-10-21)	1-3
A	abstract; figures -----	11,12
Y	DE 197 09 263 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 10 September 1998 (1998-09-10)	1-3,7
A	column 1, line 16 - line 48 column 3, line 65 - column 4, line 5 figure 1 -----	10,12
A	JP 57 067019 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 23 April 1982 (1982-04-23)	13
	abstract; figure 1 ----- -/--	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</span> </div>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">11 June 2007</div>	Date of mailing of the international search report  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">28/06/2007</div>	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Leitner, Josef</div>	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/052408

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 38 11 091 A1 (HELIOTRONIC GMBH [DE])  12 October 1989 (1989-10-12)  column 5, line 59 - column 6, line 46  -----</p>	1,13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/052408

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2025260	A	23-01-1980	DE 2831214 A1	24-01-1980
			FR 2434202 A1	21-03-1980
			IN 151722 A1	16-07-1983
			NL 7905063 A	17-01-1980
US 4617709	A	21-10-1986	AU 3081289 A	15-06-1989
			AU 583807 B2	11-05-1989
			AU 3827785 A	12-09-1985
			BR 8500937 A	22-10-1985
			DE 3507590 A1	05-09-1985
			GB 2154898 A	18-09-1985
			GB 2168618 A	25-06-1986
			ZA 8500896 A	25-09-1985
DE 19709263	A1	10-09-1998	NONE	
JP 57067019	A	23-04-1982	JP 1461319 C	14-10-1988
			JP 63008044 B	19-02-1988
DE 3811091	A1	12-10-1989	IT 1231202 B	23-11-1991
			JP 2009706 A	12-01-1990
			US 4871117 A	03-10-1989

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/052408

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B02C4/30

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B02C C01B B28D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 2 025 260 A (BUCKAU WOLF MASCHF R) 23. Januar 1980 (1980-01-23)	1-3,7
A	Seite 2, Zeile 21 - Zeile 81; Abbildungen -----	6,13
Y	US 4 617 709 A (GUNDLACH THEODORE F [US]) 21. Oktober 1986 (1986-10-21)	1-3
A	Zusammenfassung; Abbildungen -----	11,12
Y	DE 197 09 263 A1 (KRUPP POLYSIUS AG [DE]) 10. September 1998 (1998-09-10)	1-3,7
	Spalte 1, Zeile 16 - Zeile 48 Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 4, Zeile 5	
A	Abbildung 1 -----	10,12
A	JP 57 067019 A (SHINETSU HANDOTAI KK) 23. April 1982 (1982-04-23)	13
	Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Juni 2007

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Leitner, Josef

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/052408

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 38 11 091 A1 (HELIOTRONIC GMBH [DE])  12. Oktober 1989 (1989-10-12)  Spalte 5, Zeile 59 – Spalte 6, Zeile 46  -----</p>	1,13

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/052408

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2025260 A	23-01-1980	DE 2831214 A1	24-01-1980
		FR 2434202 A1	21-03-1980
		IN 151722 A1	16-07-1983
		NL 7905063 A	17-01-1980
US 4617709 A	21-10-1986	AU 3081289 A	15-06-1989
		AU 583807 B2	11-05-1989
		AU 3827785 A	12-09-1985
		BR 8500937 A	22-10-1985
		DE 3507590 A1	05-09-1985
		GB 2154898 A	18-09-1985
		GB 2168618 A	25-06-1986
		ZA 8500896 A	25-09-1985
DE 19709263 A1	10-09-1998	KEINE	
JP 57067019 A	23-04-1982	JP 1461319 C	14-10-1988
		JP 63008044 B	19-02-1988
DE 3811091 A1	12-10-1989	IT 1231202 B	23-11-1991
		JP 2009706 A	12-01-1990
		US 4871117 A	03-10-1989