

(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  
20. Dezember 2012 (20.12.2012)



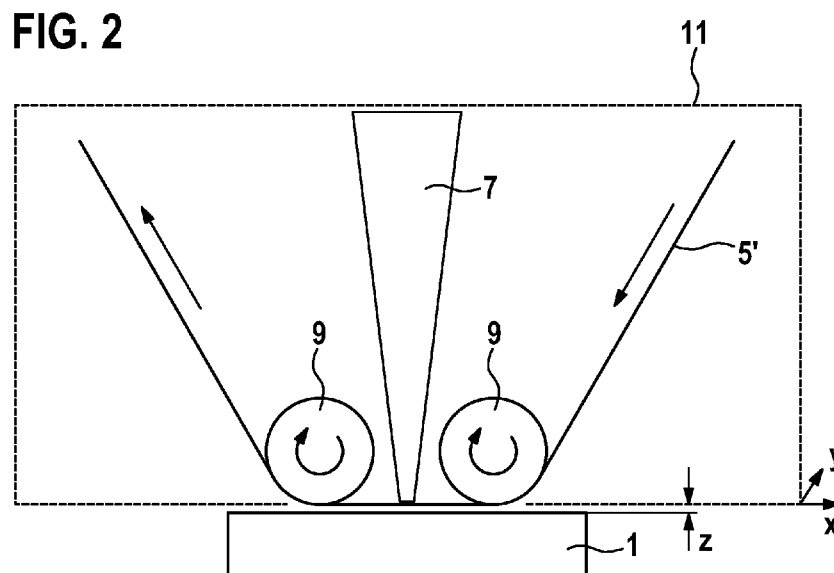
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/171927 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01L 31/0224* (2006.01) *C23C 14/28* (2006.01)  
*H01L 31/18* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/061138
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
13. Juni 2012 (13.06.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102011077450.5 14. Juni 2011 (14.06.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WAGNER, Thomas** [DE/DE]; Albertus-Magnus-Str. 33, 71229 Leonberg (DE). **LETSCH, Andreas** [DE/DE]; Turmhallestr. 9 B, 70565 Stuttgart (DE). **KIEDROWSKI, Thomas** [DE/DE]; Raiffeisenstr. 13, 52511 Geilenkirchen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**, Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND ARRANGEMENT FOR PRODUCING A CRYSTALLINE SOLAR CELL

(54) Bezeichnung : VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR HERSTELLUNG EINER KRISTALLINEN SOLARZELLE



(57) Abstract: Method for producing a crystalline solar cell, more particularly a silicon solar cell, which is formed in and on a semiconductor substrate with an applied passivation and/or antireflection layer and has a metal-containing contact layer, wherein the contact layer is formed, after removal of the passivation and/or antireflection layer and/or after doping of a surface layer of the semiconductor substrate for the purpose of reducing a contact resistance, by means of spray deposition of pure metal, from a metal film positioned above the semiconductor substrate and melted there.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/171927 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Verfahren zur Herstellung einer kristallinen Solarzelle, insbesondere einer Silizium-Solarzelle, die in und auf einem Halbleitersubstrat mit einer aufgetragenen Passivierungs- bzw. Antireflexschicht gebildet ist und eine ein Metall enthaltende Kontaktschicht aufweist, wobei die Kontaktschicht nach Entfernung der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht und/oder nach Dotierung einer Oberflächenschicht des Halbleitersubstrats zur Reduzierung eines Kontaktwiderstands durch Sprüh-Abscheidung von reinem Metall aus einer über dem Halbleitersubstrat platzierten und dort aufgeschmolzenen Metallfolie gebildet wird.

## 5 Beschreibung

Titel

Verfahren und Anordnung zur Herstellung einer kristallinen Solarzelle

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer kristallinen Solarzelle, insbesondere einer Silizium-Solarzelle, die in und auf einem Halbleitersubstrat mit einer aufgetragenen Passivierungs- bzw. Antireflexschicht gebildet ist und eine ein Metall enthaltende Kontaktschicht aufweist, sowie eine Anordnung zur

15 Durchführung dieses Verfahrens.

Stand der Technik

Bei der Herstellung von Solarzellen aus kristallinem Silizium wird sowohl der

20 Front-(Emitter-Kontakt) als auch der Rückkontakt (Basiskontakt) zurzeit durch ein Siebdruckverfahren hergestellt. Das Siebdruckverfahren besteht im Wesentlichen aus zwei Schritten. Im ersten Schritt wird Aluminiumpaste auf die Vorder- und Rückseite aufgebracht. Dabei besteht der Frontkontakt aus einem sogenannten Grid, das wiederum aus Fingern und Busbar besteht. Auf der Rückseite wird

25 die Aluminiumpaste ganzflächig aufgebracht. Im zweiten Schritt wird in einem Durchlaufofen die so aufgetragene Paste ausgehärtet bzw. versintert. Die Aluminiumpaste wird durch die das Silizium umschließende Antireflexschicht gebrannt. Dadurch kommt es zur leitenden Verbindung von Silizium mit dem Aluminium-Basiskontakt. Des Weiteren dient das Einbrennen zur Herstellung des

30 Back-Surface-Fields auf der Rückseite.

Dieser Standardprozess hat wesentliche Nachteile:

1. Durch das Aufbringen der Paste im Siebdruckverfahren sind nur relativ geringe
- 35 Aspektverhältnisse der Emitterkontakte (Busbar und Finger) von 8:1 möglich.

- 2 -

- 5 2. Die im Siebdruckverfahren hergestellten Leiterbahnen haben nur ca. 50 % der Leitfähigkeit des Vollmaterials.
3. Durch das Einbrennen entstehen Spannungen, die einen Verzug der gesamten Zelle zur Folge haben.

10

Das geringe Aspektverhältnis sowie der geringe Leitwert erfordern eine Vergrößerung des Leitungsquerschnitts im Vergleich zur Verwendung von Vollmaterial. Dies führt zu einer erhöhten Abschattung des photoaktiven Bereichs der Solarzelle. Eine Verringerung der Abschattung erhöht unmittelbar den Wirkungsgrad der

15 Solarzelle.

Der Verzug, der sich durch das Einbrennen ergibt, erschwert das Handling der Solarzellen während der Herstellung und erhöht damit die Bruchrate.

## 20 Offenbarung der Erfindung

Mit der Erfindung wird ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Anordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 bereitgestellt.

- 25 Das vorgeschlagene Verfahren kann für die Optimierung von Emitter- und Basiskontakt bei Solarzellen auf Basis von kristallinem Silizium Anwendung finden. Dies bedeutet, dass die Prozesskette bei der Realisierung der meisten Solarzellkonzepte, wie z. B. Standard-Siebdruckzelle und Zellen der Typen MWT (Metal-Wrap-Through), EWT (Emitter-Wrap-Through) oder IBC (Inter-digitated Back
- 30 Contact) eingesetzt werden kann.

- Mit dem vorgeschlagenen Verfahren und der hierfür geeigneten Anordnung ist es möglich, die Erhöhung des Wirkungsgrades wirtschaftlich umzusetzen. Dabei werden zumindest in vorteilhaften Ausführungen des Verfahrens und der Anordnung folgende den Wirkungsgrad erhöhende Effekte wirtschaftlich realisiert.
- 35

- 3 -

- 5 - Reduzierung der Abschattung durch schmalere Leiterbahnen,  
- Reduzierung der Fläche des Metall-Halbleiter-Kontakts sowohl am Emitter als  
auch am Basiskontakt und damit Reduzierung der Rekombinationsverluste an  
diesen Flächen,  
- Einbringung von Selektiven Emittlern und damit Reduzierung der Auger-Rekom-  
10 bination und  
- Erzeugung von lokalen BSFs zur Reduzierung der Rekombination am Basis-  
Kontakt

Durch die Erhöhung des Wirkungsgrades werden die Wirtschaftlichkeit der Solar-  
15 zellproduktion und damit die Wettbewerbsfähigkeit des das Verfahren anwenden-  
den Herstellers verbessert.

In einer Ausführung der Erfindung werden eine selektive Entfernung der Passi-  
vierungs- bzw. Antireflexschicht und/oder selektive Dotierung der Oberflächen-  
20 schicht sowie selektive Sprüh-Abscheidung an vorbestimmten Orten gemäß einem  
vorbestimmten Kontaktstrukturmuster ausgeführt. Dies betrifft typischerweise die  
Solarzellen-Vorderseite, die mit dem oben erwähnten Grid zu versehen ist. In  
einer anderen Ausführung, die typischerweise für eine ganzflächig zu metallisie-  
rende Solarzellen-Rückseite zur Anwendung kommt, werden die Entfernung der  
25 Passivierungs- bzw. Antireflexschicht und/oder Dotierung der Oberflächenschicht  
und Sprüh-Abscheidung über die gesamte Substratoberfläche ausgeführt.

In einer weiteren Ausführung des Verfahrens, die mit aktuellen Solarzellen-Her-  
stellungsprozessen unter Einsatz von Bearbeitungslasern kompatibel ist, wird die  
30 Metallfolie durch Laserstrahlung aufgeschmolzen. In einer Ausgestaltung ist  
hierbei vorgesehen, dass die Metallfolie durch einen relativ zu ihr bewegten  
Laserstrahl lokal aufgeschmolzen wird. Anlagentechnisch lässt sich das grund-  
sätzlich mit kommerziell verfügbaren Laserbearbeitungs-Ausrüstungen realisie-  
ren. In einer weiteren Ausgestaltung wird die Metallfolie während des Aufschmel-  
35 zens an einem mit vorbestimmtem Abstand über den Halbleitersubstrat gehaltenen  
Bearbeitungskopf positioniert, und es wird speziell die Metallfolie während

- 4 -

5 des Aufschmelzens relativ zum Strahl eines ebenfalls am Bearbeitungskopf gehaltenen Lasers transportiert.

In einer weiteren Ausführung ist zwischen dem Halbleitersubstrat und der Metallfolie ein Abstandshalter angeordnet. Speziell ist hierbei als Abstandshalter eine  
10 Maske mit Öffnungen, die insbesondere gemäß einem vorbestimmten Kontaktstrukturmuster konfiguriert sind, vorgesehen. Aus derzeitiger Sicht ist jedoch eine abstandshalter-freie Führung der aufzuschmelzenden Metallfolie über dem Substrat (mittels eines geeignet gesteuerten Bearbeitungskopfes, wie weiter oben erwähnt) in Verbindung mit einem präzise lokal gesteuerten Aufschmelzen/Sprühen bevorzugt.  
15

In einer weiteren Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schritte des Entferns der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht und/oder der Dotierung einer Oberflächenschicht des Halbleitersubstrats und der Sprüh-Abscheidung von  
20 Metall zeitlich zusammenhängend in einer einzelnen Bearbeitungsstation einer Herstellungsanlage ausgeführt werden. Dies ermöglicht die Ausführung der einzelnen Verfahrensschritte mit der erforderlichen hohen relativen Positioniergenauigkeit.

25 Vorrichtungsaspekte der Erfindung ergeben sich ohne Weiteres aus den oben erläuterten Verfahrensaspekten und werden hier insoweit nicht nochmals beschrieben. Insbesondere versteht es sich, dass den Prozessschritten des Entferns der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht und/oder des Dotierens einer Oberflächenschicht des Halbleitersubstrats geeignete Komponenten einer Herstellungsanlage entsprechen; gleiches gilt für den Schritt der Sprüh-Abscheidung  
30 aus einer über dem Halbleitersubstrat angeordneten Metallfolie. Es sei jedoch hervorgehoben, dass die genannten Komponenten zweckmäßigerweise in einer Bearbeitungsstation vereinigt sind, in der das Halbleitersubstrat in vorbestimmter Lage relativ zur der Metallfolie und zu einem Bearbeitungskopf gehalten ist,  
35 welcher eine Strahlungsquelle zum Aufschmelzen der Metallfolie und hierdurch bewirkten Sprüh-Abscheidung des Metalls auf das Halbleitersubstrat aufweist.

- 5 -

- 5 Hier ist insbesondere als Strahlungsquelle ein – speziell positionsgesteuerter – Laser vorgesehen.

In einer weiteren Ausführung weist der Bearbeitungskopf Abstandseinstellmittel zur Einstellung eines vorbestimmten Abstandes gegenüber der Oberfläche des Halbleitersubstrats und eine Folienhalterung zur Halterung der Metallfolie mit diesem vorbestimmten Abstand auf. In einer Ausgestaltung gehört zum Bearbeitungskopf eine Transporteinrichtung zum Transport der Metallfolie relativ zu einem von der Strahlungsquelle ausgehenden Bearbeitungsstrahl.

15 Zeichnungen

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Gegenstände werden durch die Zeichnungen veranschaulicht und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Dabei ist zu beachten, dass die Zeichnungen nur beschreibenden Charakter haben und nicht dazu gedacht sind, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipskizze zur Erläuterung eines wesentlichen Verfahrensschrittes einer Ausführung der Erfindung,
- 25 Fig. 2 eine Prinzipskizze zur Verdeutlichung wesentlicher Schritte einer Ausführung des vorgeschlagenen Verfahrens,
- Fig. 3 eine schematische Querschnittsdarstellung zur Erläuterung eines Verfahrens- und Vorrichtungsaspektes einer Ausführung der Erfindung und
- 30 Fig. 4 ein Blockschema zur Erläuterung des Grundaufbaus einer beispielhaften erfindungsgemäßen Anordnung.

35

Fig. 1 zeigt als Prinzipsskizze, wie über einem Halbleitersubstrat **1** eine Maskenschicht **3** mit einer Öffnung **3a** und über der Maskenschicht eine Metallfolie **5**

- 6 -

5 platziert ist. Mittels eines fokussierten Laserstrahls **7** wird ein kleiner Bereich **5a** der Metallfolie **5** derart aufgeschmolzen, dass sich hieraus ein Sprühnebel **5b** innerhalb der Öffnung **3a** der Maske **3** bildet. Aus dem Sprühnebel schlägt sich Metall **5c** mit einer Metallisierungs-Strukturbreite **x**, die durch die Breite der Öffnung **3a** vorgegeben ist, auf dem Halbleitersubstrat **1** nieder und bildet dort  
10 einen Leiterbereich (etwa einen Abschnitt eines Grid) aus.

Fig. 2 verdeutlicht in einer schematischen Querschnittsansicht, wie dieses Prinzip bei der Leitbahnbeschichtung des Halbleitersubstrats **1** mittels eines quasi-endlosen Metallbandes **5'** realisiert wird, das über zwei Transportrollen **9** durch den  
15 abtastend über das Halbleitersubstrat geführten Laserstrahl **7** hindurch transportiert werden. Die Transportrollen **9** sind ebenso wie der den Laserstrahl **7** erzeugende (nicht dargestellte) Laser in einem positionsgesteuerten Bearbeitungskopf **11** untergebracht, dessen Positionssteuerung in der Figur mit einer x- und einer y-Achse symbolisch dargestellt ist. Ebenfalls symbolisch dargestellt ist, dass der  
20 Bearbeitungskopf **11** und mit ihm die Metallfolie **5'** mit einem präzise vorbestimmten Abstand **z** über der Oberfläche des Halbleitersubstrats **1** entlang geführt wird. Dies ermöglicht eine Prozessführung ohne auf das Substrat aufgebraachte Abstandshalter bzw. Maskenschicht. Da die Geschwindigkeit des Bandes nicht mit der Vorschubgeschwindigkeit übereinstimmen muss, kann so die Dicke  
25 der Leiterbahn gesteuert werden.

Fig. 3 zeigt schematisch Schritte einer Ausführung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens auf einem Solarzellensubstrat **1**, welches zu Beginn des relevanten Verfahrensablaufes eine Emitterschicht **1a** in der oberen Hauptoberfläche (Vorderseite) und hierauf eine Passivierungsschicht **1b** aufweist. In einem  
30 ersten Bearbeitungsschritt **S1** wird lokal die Passivierungsschicht **1b** entfernt, wodurch eine reguläre Anordnung von Kontaktierungsbereichen **1c** ausgebildet wird. In einem Schritt **S2** wird in diesen Kontaktierungsbereichen eine Dotierung zur Reduzierung des Kontaktwiderstandes mit einer später aufzubringenden  
35 Metallisierung erzeugt, wodurch dotierte Kontaktierungsbereiche **1d** ausgebildet werden. In einem dritten Schritt **S3** schließlich werden auf die weiter oben erläuterte Weise Metallisierungs-Streifen **1e** mit derartiger Positionierung erzeugt,

- 7 -

5 dass unter ihnen die dotierten Kontaktierungsbereiche **1d** liegen. Dies ist im Teil „Schnitt A“ der Figur dargestellt.

Fig. 4 zeigt schematisch den Aufbau einer Bearbeitungsstation **10**, in der das Solarzellensubstrat **1** auf die in Fig. 3 dargestellte Weise bearbeitet werden kann  
10 und die hierzu neben dem Bearbeitungskopf **11** gemäß Fig. 2 eine Einrichtung **13** zum Abtragen des lokalen Dielektrikums (der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht) und eine Laserdotiereinrichtung **15** umfasst. Letztere enthält eine (nicht dargestellte) Dotierstoffquelle und bedient sich zur Erzeugung der lokalen Dotierung eines Laserstrahls, der durch den gleichen Laser geliefert werden kann, der  
15 im Bearbeitungskopf **11** den für die lokale Metallisierung verwendeten Laserstrahl **7** liefert.

Im Rahmen fachmännischen Handelns ergeben sich weitere Ausgestaltungen und Ausführungsformen des hier nur beispielhaft beschriebenen Verfahrens und der  
20 Vorrichtung.

25

30

35

## 5 Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer kristallinen Solarzelle, insbesondere einer Silizium-Solarzelle, die in und auf einem Halbleitersubstrat (1) mit einer aufgetragenen Passivierungs- bzw. Antireflexschicht (1b) gebildet ist und eine ein Metall enthaltende Kontaktschicht (1c) aufweist,  
10 wobei die Kontaktschicht nach Entfernung der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht und/oder nach Dotierung einer Oberflächenschicht des Halbleitersubstrats zur Reduzierung eines Kontaktwiderstands durch Sprüh-Abscheidung von reinem Metall aus einer über dem Halbleitersubstrat  
15 platzierten und dort aufgeschmolzenen Metallfolie (5;5') gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei eine selektive Entfernung der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht (1b) und/oder selektive Dotierung der Oberflächenschicht sowie selektive  
20 Sprüh-Abscheidung an vorbestimmten Orten gemäß einem vorbestimmten Kontaktstrukturmuster (3a) ausgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
wobei die Entfernung der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht (1b) und/  
25 oder Dotierung der Oberflächenschicht und Sprüh-Abscheidung über die gesamte Substratoberfläche ausgeführt werden.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei die Metallfolie (5;5') durch Laserstrahlung aufgeschmolzen wird.  
30
5. Verfahren nach Anspruch 4,  
wobei die Metallfolie (5;5') durch einen relativ zu ihr bewegten Laserstrahl lokal aufgeschmolzen wird.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei zwischen dem Halbleitersubstrat (1) und der Metallfolie (5;5') ein Abstandshalter (3) angeordnet ist.

- 9 -

- 5 7. Verfahren nach Anspruch 6,  
wobei als Abstandshalter eine Maske (3) mit Öffnungen (3a), die insbesondere gemäß einem vorbestimmten Kontaktstrukturmuster konfiguriert sind, vorgesehen ist.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
wobei die Metallfolie (5;5') während des Aufschmelzens an einem mit vorbestimmtem Abstand über den Halbleitersubstrat (1) gehaltenen Bearbeitungskopf (11) positioniert wird.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 8,  
wobei die Metallfolie (5;5') während des Aufschmelzens relativ zum Strahl eines ebenfalls am Bearbeitungskopf (11) gehaltenen Lasers (7) transportiert wird.
- 20 10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei die Schritte des Entferns der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht (1b) und/oder der Dotierung einer Oberflächenschicht des Halbleitersubstrats (1) und der Sprüh-Abscheidung von Metall zeitlich zusammenhängend in einer einzelnen Bearbeitungsstation (10) einer Herstellungsanlage  
25 ausgeführt werden.
- 30 11. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einer Bearbeitungsstation (10), in der das Halbleitersubstrat (1) in vorbestimmter Lage relativ zur der Metallfolie (5;5') und zu einem Bearbeitungskopf (11) gehalten ist, welcher eine Strahlungsquelle (7) zum Aufschmelzen der Metallfolie und hierdurch bewirkten Sprüh-Abscheidung des Metalls auf das Halbleitersubstrat aufweist.
- 35 12. Anordnung nach Anspruch 11,  
wobei als Strahlungsquelle ein Laser (7) vorgesehen ist.

- 10 -

5 13. Anordnung nach Anspruch 11 oder 12,  
wobei der Bearbeitungskopf (11) Abstandseinstellmittel zur Einstellung  
eines vorbestimmten Abstandes gegenüber der Oberfläche des Halbleiter-  
substrats (1) und eine Folienhalterung (9) zur Halterung der Metallfolie mit  
diesem vorbestimmten Abstand aufweist.

10

14. Anordnung nach Anspruch 13,  
wobei der Bearbeitungskopf eine Transporteinrichtung (9) zum Transport  
der Metallfolie (5;5') relativ zu einem von der Strahlungsquelle (7) ausge-  
henden Bearbeitungsstrahl aufweist.

15

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 11 bis 14,  
wobei die Bearbeitungsstation (10) weitere Bearbeitungsmittel (13;15) zur  
Entfernung der Passivierungs- bzw. Antireflexschicht (1b) und/oder zur  
Erzeugung der Dotierung der Oberflächenschicht des Halbleitersubstrats  
20 (1) umfasst.

25

30

35

FIG. 1

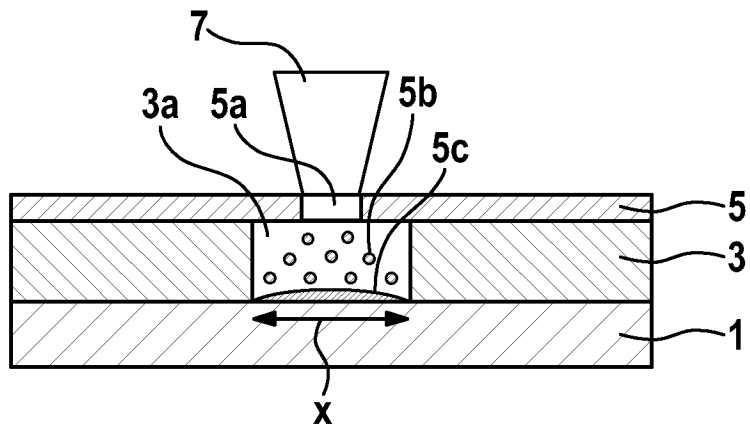


FIG. 2

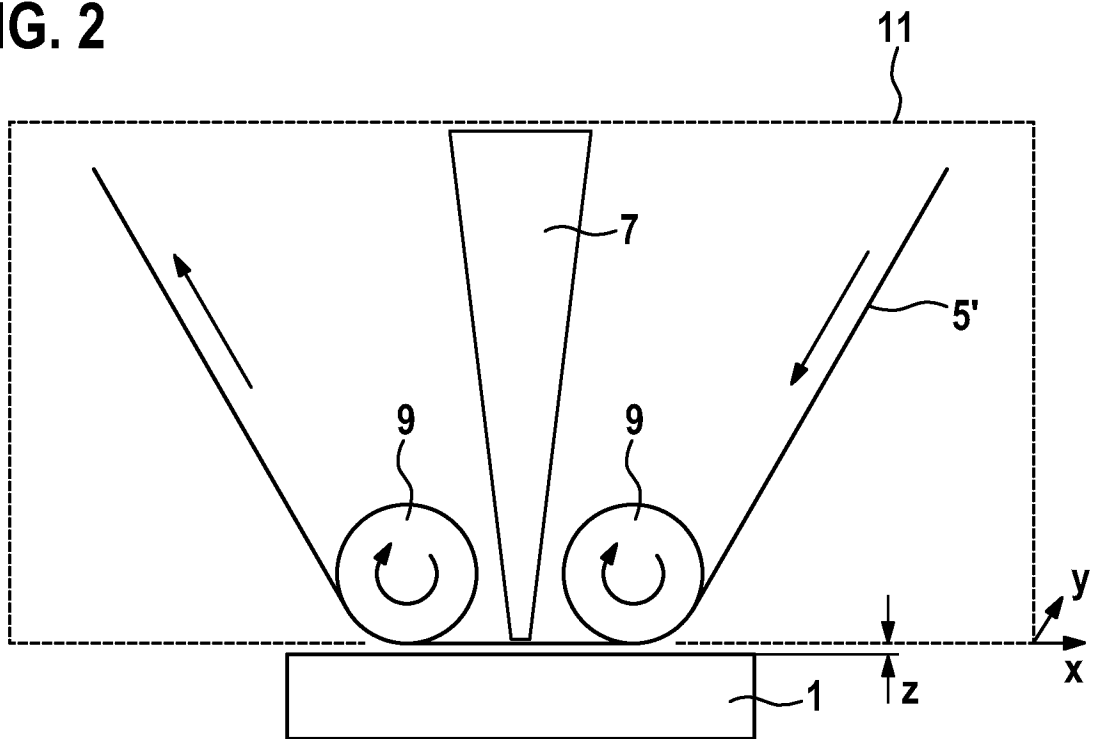
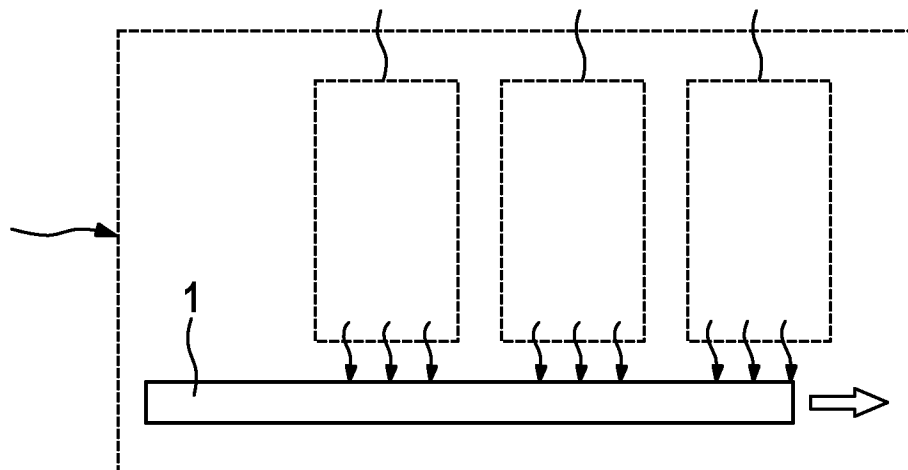


FIG. 4



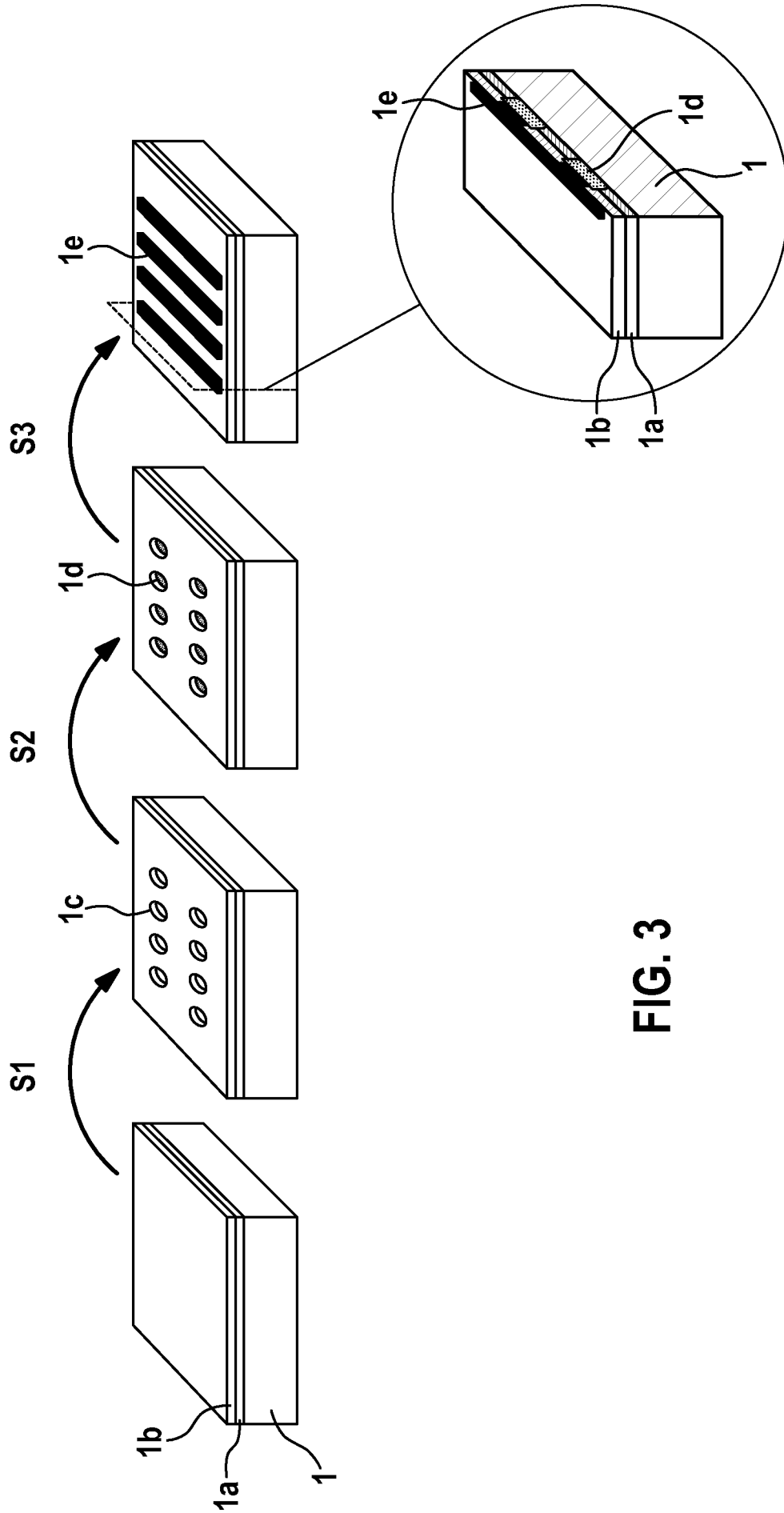


FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/061138

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H01L31/0224 H01L31/18 C23C14/28  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H01L C23C

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 practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X         | EP 0 331 022 A2 (TEXAS INSTRUMENTS INC [US]) 6 September 1989 (1989-09-06)   | 11-15                 |
| Y         | page 2, line 47 - line 51<br>page 3, line 42 - page 5, line 54<br>page 6, line 24 - line 46                                  | 1-10                  |
| Y         | FR 2 943 180 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR])<br>17 September 2010 (2010-09-17)<br>page 12, line 1 - page 13, line 13 | 1-10                  |
| X         | DE 10 2008 057228 A1 (SCHMID TECHNOLOGY GMBH [DE]) 23 July 2009 (2009-07-23)<br>paragraph [0009]<br>paragraph [0026]         | 1-15                  |
|           | -----<br>-/--  |                       |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "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)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "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
- "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
- "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
- "&" document member of the same patent family

|  |   |
|--|---|
| Date of the actual completion of the international search<br><b>27 August 2012</b> | Date of mailing of the international search report<br><b>07/09/2012</b> |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| Name and mailing address of the ISA/<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer<br><b>Hoffmann, Niels</b> |
|--|--|

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/061138

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |  |                       |
|--|--|-----------------------|
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
| X  | DE 10 2009 020774 A1 (UNIV STUTTGART [DE])<br>11 November 2010 (2010-11-11)<br>the whole document<br>-----   | 1-5,8-15              |
| X  | WO 2011/060764 A2 (SYSTAIC CELLS GMBH<br>[DE]; GRABITZ PETER [DE]; WAHL GERHARD<br>[DE]; SCHOMA) 26 May 2011 (2011-05-26)<br>page 6, paragraph 3 - page 7, paragraph 4<br>page 8, paragraph 5<br>claims 2,6,8,9<br>-----   | 1-10                  |
| X  | DE 42 29 399 A1 (DEUTSCHE FORSCH LUFT<br>RAUMFAHRT [DE] DEUTSCH ZENTR LUFT &<br>RAUMFAHRT [DE]) 10 March 1994 (1994-03-10)<br>-----  | 11-15                 |
| A  | column 1, line 50 - column 5, line 50<br>column 14, line 61 - column 17, line 33<br>-----  | 1-10                  |
| A  | US 2006/234163 A1 (ZHU LEI [SG] ET AL)<br>19 October 2006 (2006-10-19)<br>the whole document<br>-----  | 1-10                  |
| A  | US 2004/250769 A1 (FREEMAN WILLIAM [US] ET<br>AL) 16 December 2004 (2004-12-16)<br>paragraph [0028] - paragraph [0034]<br>-----  | 1-10                  |
| A  | WO 91/19827 A1 (DEUTSCHE FORSCH LUFT<br>RAUMFAHRT [DE]; VOEST ALPINE STAHL LINZ<br>[AT]) 26 December 1991 (1991-12-26)<br>page 22, paragraph 3 - paragraph 4<br>-----  | 1-10                  |
| A  | EP 2 243 855 A1 (SOLMATES B V [NL])<br>27 October 2010 (2010-10-27)<br>the whole document<br>-----   | 6,7                   |
| A  | MARCU A ET AL: "Pulsed laser deposition<br>of YBCO thin films in a shadow mask<br>configuration",<br>THIN SOLID FILMS, ELSEVIER-SEQUOIA S.A.<br>LAUSANNE, CH,<br>vol. 360, no. 1-2,<br>1 February 2000 (2000-02-01), pages<br>166-172, XP004188127,<br>ISSN: 0040-6090, DOI:<br>10.1016/S0040-6090(99)01083-4<br>the whole document<br>----- | 6,7                   |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2012/061138

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date              |
|--|------------------|-------------------------|-------------------------------|
| EP 0331022                             | A2               | 06-09-1989              | EP 0331022 A2 06-09-1989      |
|  |                  |                         | JP 2034916 A 05-02-1990       |
|  |                  |                         | US 4895735 A 23-01-1990       |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| FR 2943180                             | A1               | 17-09-2010              | NONE                          |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| DE 102008057228                        | A1               | 23-07-2009              | DE 102008057228 A1 23-07-2009 |
|  |                  |                         | WO 2009090098 A2 23-07-2009   |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| DE 102009020774                        | A1               | 11-11-2010              | CN 102422430 A 18-04-2012     |
|  |                  |                         | DE 102009020774 A1 11-11-2010 |
|  |                  |                         | KR 20120023714 A 13-03-2012   |
|  |                  |                         | US 2012080088 A1 05-04-2012   |
|  |                  |                         | WO 2010127764 A2 11-11-2010   |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| WO 2011060764                          | A2               | 26-05-2011              | DE 102009053776 A1 01-06-2011 |
|  |                  |                         | WO 2011060764 A2 26-05-2011   |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| DE 4229399                             | A1               | 10-03-1994              | DE 4229399 A1 10-03-1994      |
|  |                  |                         | JP 2592215 B2 19-03-1997      |
|  |                  |                         | JP 6188191 A 08-07-1994       |
|  |                  |                         | US 5725914 A 10-03-1998       |
|  |                  |                         | US 5736464 A 07-04-1998       |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| US 2006234163                          | A1               | 19-10-2006              | NONE                          |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| US 2004250769                          | A1               | 16-12-2004              | NONE                          |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| WO 9119827                             | A1               | 26-12-1991              | AT 129294 T 15-11-1995        |
|  |                  |                         | AU 7958591 A 07-01-1992       |
|  |                  |                         | DE 4019965 A1 09-01-1992      |
|  |                  |                         | EP 0535019 A1 07-04-1993      |
|  |                  |                         | JP H05507965 A 11-11-1993     |
|  |                  |                         | US 5324552 A 28-06-1994       |
|  |                  |                         | WO 9119827 A1 26-12-1991      |
| -----                                  |                  |                         |                               |
| EP 2243855                             | A1               | 27-10-2010              | CN 102459687 A 16-05-2012     |
|  |                  |                         | EP 2243855 A1 27-10-2010      |
|  |                  |                         | KR 20120005524 A 16-01-2012   |
|  |                  |                         | US 2012122317 A1 17-05-2012   |
|  |                  |                         | WO 2010121931 A1 28-10-2010   |
| -----                                  |                  |                         |                               |

|   |  |  |
|---|--|--|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES<br>INV. H01L31/0224 H01L31/18 C23C14/28<br>ADD.   |  |  |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC   |  |  |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE  |  |  |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)<br>H01L C23C   |  |  |
| 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)<br>EPO-Internal, WPI Data   |  |  |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN   |  |  |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.                                   |
| X   | EP 0 331 022 A2 (TEXAS INSTRUMENTS INC [US]) 6. September 1989 (1989-09-06)  | 11-15  |
| Y   | Seite 2, Zeile 47 - Zeile 51<br>Seite 3, Zeile 42 - Seite 5, Zeile 54<br>Seite 6, Zeile 24 - Zeile 46<br>-----                             | 1-10   |
| Y   | FR 2 943 180 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR])<br>17. September 2010 (2010-09-17)<br>Seite 12, Zeile 1 - Seite 13, Zeile 13<br>----- | 1-10   |
| X   | DE 10 2008 057228 A1 (SCHMID TECHNOLOGY GMBH [DE]) 23. Juli 2009 (2009-07-23)<br>Absatz [0009]<br>Absatz [0026]<br>-----<br>-/-            | 1-15   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie  |  |  |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |  |  |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche   |  | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts   |
| 27. August 2012   |  | 07/09/2012   |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |  | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Hoffmann, Niels |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |  |                    |
|---|--|--------------------|
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
| X   | DE 10 2009 020774 A1 (UNIV STUTTGART [DE])<br>11. November 2010 (2010-11-11)<br>das ganze Dokument<br>-----  | 1-5,8-15           |
| X   | WO 2011/060764 A2 (SYSTAIC CELLS GMBH<br>[DE]; GRABITZ PETER [DE]; WAHL GERHARD<br>[DE]; SCHOMA) 26. Mai 2011 (2011-05-26)<br>Seite 6, Absatz 3 - Seite 7, Absatz 4<br>Seite 8, Absatz 5<br>Ansprüche 2,6,8,9<br>-----   | 1-10               |
| X   | DE 42 29 399 A1 (DEUTSCHE FORSCH LUFT<br>RAUMFAHRT [DE] DEUTSCH ZENTR LUFT &<br>RAUMFAHRT [DE]) 10. März 1994 (1994-03-10)<br>-----  | 11-15              |
| A   | Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 50<br>Spalte 14, Zeile 61 - Spalte 17, Zeile 33<br>-----  | 1-10               |
| A   | US 2006/234163 A1 (ZHU LEI [SG] ET AL)<br>19. Oktober 2006 (2006-10-19)<br>das ganze Dokument<br>-----   | 1-10               |
| A   | US 2004/250769 A1 (FREEMAN WILLIAM [US] ET<br>AL) 16. Dezember 2004 (2004-12-16)<br>Absatz [0028] - Absatz [0034]<br>-----   | 1-10               |
| A   | WO 91/19827 A1 (DEUTSCHE FORSCH LUFT<br>RAUMFAHRT [DE]; VOEST ALPINE STAHL LINZ<br>[AT]) 26. Dezember 1991 (1991-12-26)<br>Seite 22, Absatz 3 - Absatz 4<br>-----  | 1-10               |
| A   | EP 2 243 855 A1 (SOLMATES B V [NL])<br>27. Oktober 2010 (2010-10-27)<br>das ganze Dokument<br>-----  | 6,7                |
| A   | MARCU A ET AL: "Pulsed laser deposition<br>of YBCO thin films in a shadow mask<br>configuration",<br>THIN SOLID FILMS, ELSEVIER-SEQUOIA S.A.<br>LAUSANNE, CH,<br>Bd. 360, Nr. 1-2,<br>1. Februar 2000 (2000-02-01), Seiten<br>166-172, XP004188127,<br>ISSN: 0040-6090, DOI:<br>10.1016/S0040-6090(99)01083-4<br>das ganze Dokument<br>----- | 6,7                |

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/061138

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0331022   | A2                            | 06-09-1989                        | EP 0331022 A2 06-09-1989      |
|  |                               |                                   | JP 2034916 A 05-02-1990       |
|  |                               |                                   | US 4895735 A 23-01-1990       |
| FR 2943180   | A1                            | 17-09-2010                        | KEINE                         |
| DE 102008057228                                    | A1                            | 23-07-2009                        | DE 102008057228 A1 23-07-2009 |
|  |                               |                                   | WO 2009090098 A2 23-07-2009   |
| DE 102009020774                                    | A1                            | 11-11-2010                        | CN 102422430 A 18-04-2012     |
|  |                               |                                   | DE 102009020774 A1 11-11-2010 |
|  |                               |                                   | KR 20120023714 A 13-03-2012   |
|  |                               |                                   | US 2012080088 A1 05-04-2012   |
|  |                               |                                   | WO 2010127764 A2 11-11-2010   |
| WO 2011060764                                      | A2                            | 26-05-2011                        | DE 102009053776 A1 01-06-2011 |
|  |                               |                                   | WO 2011060764 A2 26-05-2011   |
| DE 4229399   | A1                            | 10-03-1994                        | DE 4229399 A1 10-03-1994      |
|  |                               |                                   | JP 2592215 B2 19-03-1997      |
|  |                               |                                   | JP 6188191 A 08-07-1994       |
|  |                               |                                   | US 5725914 A 10-03-1998       |
|  |                               |                                   | US 5736464 A 07-04-1998       |
| US 2006234163                                      | A1                            | 19-10-2006                        | KEINE                         |
| US 2004250769                                      | A1                            | 16-12-2004                        | KEINE                         |
| WO 9119827   | A1                            | 26-12-1991                        | AT 129294 T 15-11-1995        |
|  |                               |                                   | AU 7958591 A 07-01-1992       |
|  |                               |                                   | DE 4019965 A1 09-01-1992      |
|  |                               |                                   | EP 0535019 A1 07-04-1993      |
|  |                               |                                   | JP H05507965 A 11-11-1993     |
|  |                               |                                   | US 5324552 A 28-06-1994       |
|  |                               |                                   | WO 9119827 A1 26-12-1991      |
| EP 2243855   | A1                            | 27-10-2010                        | CN 102459687 A 16-05-2012     |
|  |                               |                                   | EP 2243855 A1 27-10-2010      |
|  |                               |                                   | KR 20120005524 A 16-01-2012   |
|  |                               |                                   | US 2012122317 A1 17-05-2012   |
|  |                               |                                   | WO 2010121931 A1 28-10-2010   |