

(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
12. September 2014 (12.09.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/135358 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23K 26/06 (2014.01) **B23K 26/34** (2014.01)
B23K 26/067 (2006.01) **B23K 26/00** (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/052939

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Februar 2014 (14.02.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
13158185.2 7. März 2013 (07.03.2013) EP

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
[DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: **BOSTANJOGLO, Georg;**
Hartmannsweilerweg 1, 14163 Berlin (DE). **BURBAUM, Bernd;**
Jenaer Str. 23, 14612 Falkensee (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, 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.

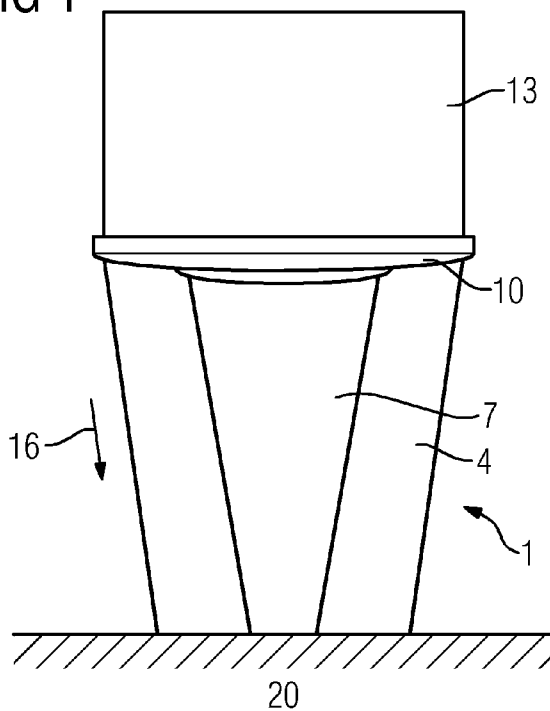
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LASER METHOD WITH DIFFERENT LASER BEAM AREAS WITHIN A BEAM AND DEVICES

(54) Bezeichnung : LASERVERFAHREN MIT UNTERSCHIEDLICHEN LASERSTRAHLBEREICHEN INNERHALB EINES STRAHLS UND VORRICHTUNGEN

FIG 1



(57) Abstract: The use of a laser beam (1) which has one external and one internal laser beam area (4, 7) with different intensities enables a higher temperature gradient to be produced in the z-direction.

(57) Zusammenfassung: Durch die Verwendung eines Laserstrahls (1), der einen äußeren und einen inneren Laserstrahlbereich (4, 7) aufweist mit unterschiedlichen Intensitäten kann ein höherer Temperaturgradient entlang der z-Richtung erzeugt werden.

WO 2014/135358 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Laserverfahren mit unterschiedlichen Laserstrahlbereichen
innerhalb eines Strahls und Vorrichtungen

5 Die Erfindung betrifft ein Laserverfahren, bei dem ein
Laserstrahl verwendet wird, der zwei verschiedene
Laserstrahlbereiche aufweist und Vorrichtungen dafür.

Laserschweißverfahren zum Umschmelzen von Rissen oder zum
10 Auftragsschweißen auf ein Substrat sind Stand der Technik.

Generell besteht das Problem beim Schweißen darin, dass Risse
zwischen Umschmelzgut oder Auftragsschweißung entstehen
können.

15

Bisher wird dies dadurch gelöst, dass das gesamte Bauteil
vorgeheizt wird.

Beim einkristallinen Umschweißen oder einkristallinen
20 Auftragsschweißen ist es die Aufgabe einen großen
Temperaturgradienten zu erzeugen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Verfahren und
Vorrichtungen aufzuzeigen, mit dem dies einfacher gestaltet
25 werden kann.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1
und eine Vorrichtung gemäß Anspruch 12 oder 13.

30 In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen
aufgelistet, die beliebig miteinander kombiniert werden
können, um weitere Vorteile zu erzielen.

Durch die Erfindung vereinfacht sich die operative und
35 prozessuale Vorwärmung beim Schweißen und die Erzeugung
größerer Temperaturgradienten.

Es zeigen:

Figur 1, 2, 3 schematisch die Erfindung.

5 Die Figuren und die Beschreibung stellen nur Ausführungsbeispiele der Erfindung dar.

10 In der Figur 1 ist ein Laserstrahl 1 gezeigt, der beim Auftreffen auf ein Substrat 20 zwei verschiedene Laserstrahlbereiche 7, 4 aufweist.

15 Im Inneren ist ein innerer Laserstrahlbereich 7 vorhanden, der eine höhere Intensität oder Leistung vorzugsweise von 200W bis 300W aufweist und einen Riss im Substrat 20 umschmelzen kann oder Material für einen Auftragsprozess (nicht dargestellt) aufschmelzen kann.

20 Der innere Laserstrahlbereich 7 ist, vorzugsweise vollständig, umgeben von einem äußeren Laserstrahlbereich 4, der einen größeren Querschnitt, insbesondere einen größeren Durchmesser aufweist und eine geringere Intensität oder eine geringere Leistung aufweist, so dass der äußere Laserstrahlbereich 4 den Bereich vor und hinter dem inneren Laserstrahlbereich 7 nur vor- und nachwärmt, wenn der Laserstrahl 1 über das Substrat 20 verfahren wird.

25 Vorzugsweise beträgt der Durchmesser des inneren Laserstrahlbereichs 7 3mm und der des äußeren Laserstrahlbereichs 4 beträgt mindestens 3,5mm, insbesondere mindestens 4mm, ganz insbesondere 4mm.

30 Der innere Bereich 7 ist vorzugsweise konzentrisch im äußeren Bereich 4 angeordnet.

35 Ein solcher Laserstrahl 1 kann vorzugsweise durch eine bifokale Linse 10 erzeugt werden, bei dem ein Laserstrahl 13 mit einer einzigen Wellenlänge λ durch die bifokale Linse 10 entsprechend in einem inneren 7 und äußeren 4 Laserstrahlbereich separiert wird.

Mit dem Pfeil 16 ist angedeutet, dass an dieser Stelle Material zugeführt werden kann, das durch den Laserstrahl 1, insbesondere durch den inneren Laserstrahlbereich 7, aufgeschmolzen wird und zur Auftragsschweißung führt.

5

Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung eines solchen Laserstrahls 1' besteht gemäß Figur 2 darin, dass ein ankommender Laserstrahl 14 zwei verschiedene Wellenlängen λ_1 , λ_2 aufweist, die durch eine einzige Linse 11 unterschiedliche stark gebrochen werden und so die unterschiedlichen Laserstrahlbereiche 7, 4 erzeugt.

15 Durch diese Intensitätsverteilung gemäß Figur 1, 2 wird der Temperaturgradient senkrecht zum Substrat 20 erhöht und ein solcher Laserstrahl 1, 1' kann vorzugsweise beim einkristallinen Umschmelzen oder Auftragsschweißen verwendet werden.

20 Ein Beispiel für ein Substrat, das eine gerichtet erstarrte Struktur aufweisen, ist PWA 1483SX, das eine einkristalline Struktur ergibt.

Das Verhältnis der Intensitäten oder der Leistungen der Laserstrahlbereiche 4, 7 zueinander beträgt mindestens 1,2, insbesondere mindestens 1,5.

Die Fläche des inneren Laserstrahlbereichs 7 beträgt vorzugsweise maximal 80% des inneren 7 und äußeren Laserstrahlbereich 4.

30

Durch diesen Aufbau gemäß Figur 1 oder 2 ist eine sehr einfache Handhabung möglich und es entsteht auch keine Richtungsabhängigkeit durch die Verwendung einer Optik.

35

In Figur 3 ist eine erfindungsgemäße Intensitätsverteilung gezeigt.

Der innere Laserstrahlbereich 7 ist konzentrisch innerhalb des äußeren Laserstrahlbereichs 4 angeordnet.

Patentansprüche

1. Verfahren

5 zur Laserbearbeitung eines Substrats (20),
insbesondere Schweißen eines Substrat (20),
bei dem ein Riss umgeschmolzen oder
Material aufgetragen wird,
dadurch kennzeichnet, dass
10 ein Laserstrahl (1, 1') verwendet wird,
der in sich zwei verschiedene Laserstrahlbereiche (4, 7)
aufweist,
wobei sich die verschiedenen Laserstrahlbereiche (4, 7)
zumindest in der Leistung der Laserstrahlbereiche (4, 7)
15 und/oder der Wellenlängen der Laserstrahlbereiche (4, 7)
unterscheiden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

20 bei dem der Laserstrahl (1, 1') einen inneren
Laserstrahlbereich (7) aufweist,
der umgeben ist von einem äußeren Laserstrahlbereich (4),
insbesondere vollständig umgeben ist vom äußeren
Laserstrahlbereich (4).

25

3. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 1 oder 2,

bei dem der äußere Laserstrahlbereich (7) nicht zur
Aufschmelzung des Substrats (20) oder aus zugeführtem
30 Material führt.

4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2
oder 3,

35 bei dem ein metallisches Substrat (20) behandelt wird.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 3
oder 4,
bei dem ein Riss umgeschmolzen wird.

5

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 3
oder 4,
bei dem eine Auftragsschweißung stattfindet.

10

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis
6,
bei dem der innere Laserstrahlbereich (4) innerhalb des
äußeren Laserstrahlbereichs (4) konzentrisch angeordnet
ist.

15

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis
7,
bei dem eine Intensität oder eine Leistung des inneren
Laserstrahlbereichs (7) mindestens 20% größer ist,
insbesondere mindestens 50% größer ist,
als eine Intensität oder eine Leistung des äußeren
Laserstrahlbereichs (4)
und zu einer stärkeren Erwärmung des Substrats (20)
oder zur Aufschmelzung von Material oder des Substrats (20)
führt.

20

25

30

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis
8,
bei dem der innere Laserstrahlbereich (7) eine Leistung von
200W bis 300W aufweist,
insbesondere bei einem Durchmesser von 3mm.

35

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis
9,
bei dem der Durchmesser des äußeren Laserstrahlbereichs (4)
mindestens 3,5mm,
5 insbesondere mindestens 4mm,
ganz insbesondere 4mm
beträgt.

10 11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis
10,
bei dem der innere Laserstrahlbereich (7) auf dem Substrat
(20) maximal 80% der Fläche des äußeren Laserstrahlbereichs
(4) auf dem Substrat (20) beträgt.

15

12. Vorrichtung (1)
zur Erzeugung eines Laserstrahls (1, 1') mit zwei
Laserstrahlbereichen (4, 7) zum Umschmelzen oder
20 Auftragsschweißen,
insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem
oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11,
die (1) eine bifokale Linse (10) aufweist,
die (10) einen Laserstrahl (13) mit einer Wellenlänge (λ)
25 in zwei Laserstrahlbereiche (7, 4) separieren kann,
insbesondere in einem inneren Laserstrahlbereich (7) und
einem äußeren Laserstrahlbereich (4).

30

35

13. Vorrichtung (1)

zur Erzeugung eines Laserstrahls (1) mit zwei
Laserstrahlbereichen (4, 7) zum Umschmelzen oder
Auftragsschweißen,

5 insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem
oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11,

die (1) einen Laserstrahl (14) mit zwei Wellenlängen (λ_1 ,
 λ_2) erzeugen kann,

die (1) eine einzige Linse (11) aufweist,

10 die den auf die Linse (11) auftreffenden Laserstrahl (14)
mit zwei verschiedene Wellenlängen (λ_1 , λ_2) aufspalten kann
in zwei Laserstrahlbereiche (7, 4),

insbesondere in einem inneren Laserstrahlbereich (7) und
einem äußeren Laserstrahlbereich (4).

15

FIG 1

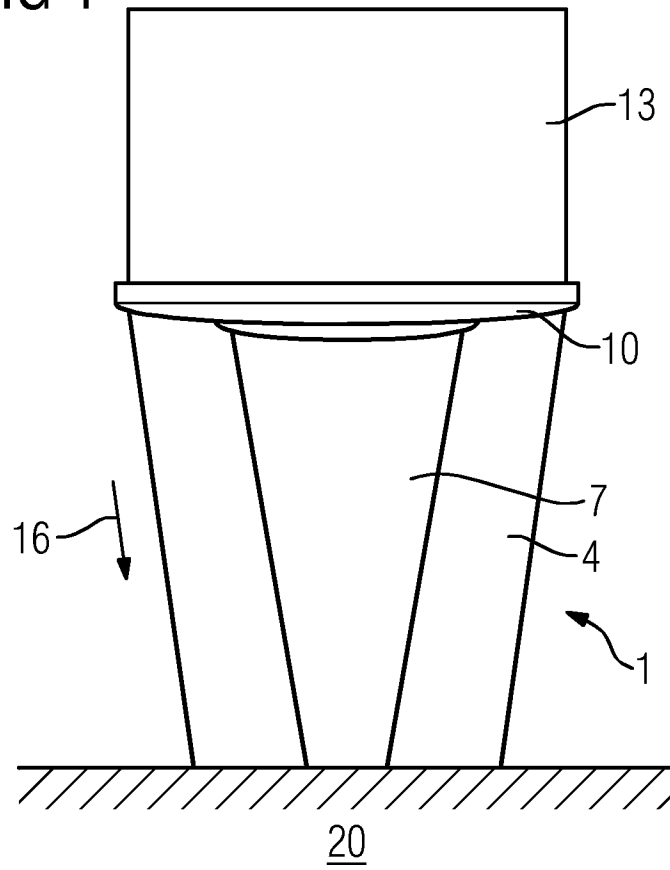


FIG 2

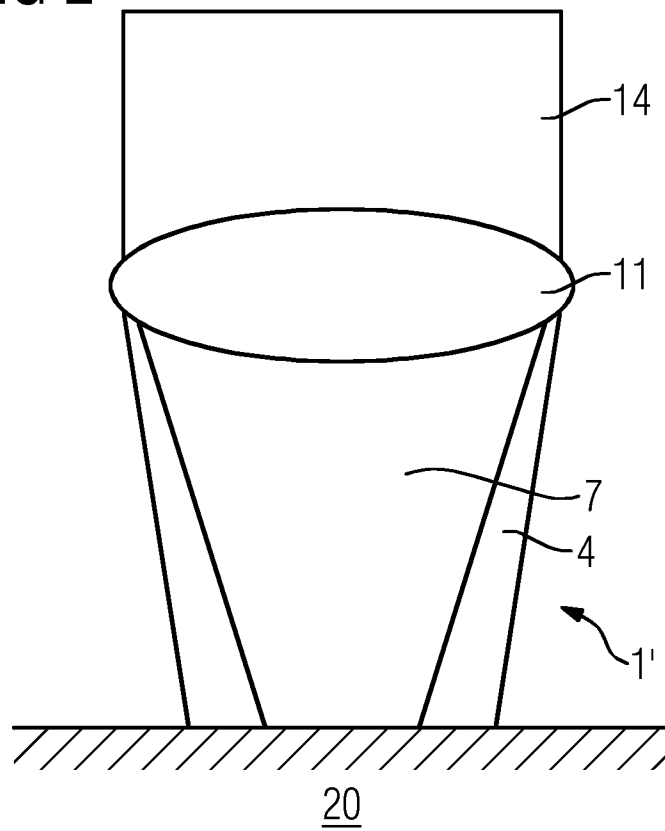
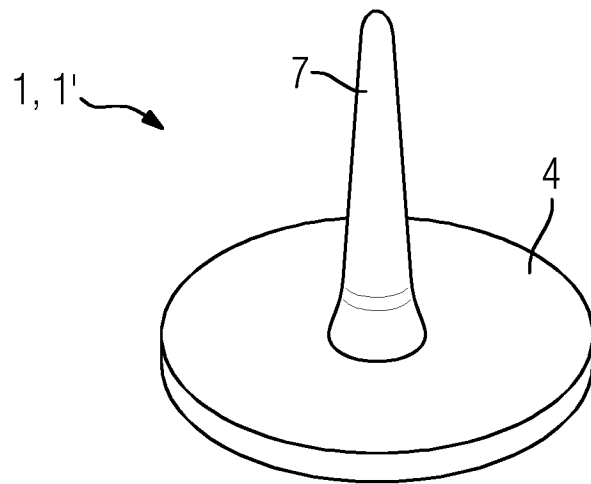


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/052939

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B23K26/06 B23K26/067 B23K26/34 B23K26/00
 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)
 B23K
 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 0 865 863 A1 (ALPHATECH IND [FR]) 23 September 1998 (1998-09-23) | 1-4,7-13 |
| Y | column 2, line 12 - line 48; figure 7 ----- | 5,6 |
| Y | EP 2 186 594 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19 May 2010 (2010-05-19) paragraph [0008] - paragraph [0015]; figures 1,2 ----- | 5,6 |
| A | JP H04 182087 A (KOBE STEEL LTD) 29 June 1992 (1992-06-29) abstract ----- | 1-13 |
| A | JP H04 182088 A (KOBE STEEL LTD) 29 June 1992 (1992-06-29) abstract ----- | 1-13 |
| | ----- -/-- | |

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 23 May 2014 | Date of mailing of the international search report 03/07/2014 |
| Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer De Backer, Tom |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/052939

| 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 40 34 745 A1 (UNIV SCHILLER JENA [DE]) 18 July 1991 (1991-07-18) figures 2,3 ----- | 13 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/052939

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|---|
| EP 0865863 | A1 | 23-09-1998 | NONE |
| EP 2186594 | A1 | 19-05-2010 | NONE |
| JP H04182087 | A | 29-06-1992 | NONE |
| JP H04182088 | A | 29-06-1992 | NONE |
| DE 4034745 | A1 | 18-07-1991 | DD 288933 A5 11-04-1991 DE 4034745 A1 18-07-1991 |

| | | |
|---|--|---|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23K26/06 B23K26/067 B23K26/34 B23K26/00 ADD. | | |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE | | |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23K | | |
| 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, 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 0 865 863 A1 (ALPHATECH IND [FR]) 23. September 1998 (1998-09-23) | 1-4,7-13 |
| Y | Spalte 2, Zeile 12 - Zeile 48; Abbildung 7 ----- | 5,6 |
| Y | EP 2 186 594 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19. Mai 2010 (2010-05-19) Absatz [0008] - Absatz [0015]; Abbildungen 1,2 ----- | 5,6 |
| A | JP H04 182087 A (KOBE STEEL LTD) 29. Juni 1992 (1992-06-29) Zusammenfassung ----- | 1-13 |
| A | JP H04 182088 A (KOBE STEEL LTD) 29. Juni 1992 (1992-06-29) Zusammenfassung ----- | 1-13 |
| | -/-- | |
| <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 : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts |
| 23. Mai 2014 | | 03/07/2014 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Bevollmächtigter Bediensteter De Backer, Tom |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|---|---|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | DE 40 34 745 A1 (UNIV SCHILLER JENA [DE]) 18. Juli 1991 (1991-07-18) Abbildungen 2,3 ----- | 13 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/052939

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|---|
| EP 0865863 | A1 | 23-09-1998 | KEINE |
| EP 2186594 | A1 | 19-05-2010 | KEINE |
| JP H04182087 | A | 29-06-1992 | KEINE |
| JP H04182088 | A | 29-06-1992 | KEINE |
| DE 4034745 | A1 | 18-07-1991 | DD 288933 A5 11-04-1991 DE 4034745 A1 18-07-1991 |