

(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
3. November 2016 (03.11.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/173901 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22D 11/10 (2006.01) **B22D 41/18** (2006.01)
B22D 11/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/058751

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2016 (20.04.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A50346/2015 29. April 2015 (29.04.2015) AT

(71) Anmelder: PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA
GMBH [AT/AT]; Turmstraße 44, 4031 Linz (AT).

(72) Erfinder: HARTL, Franz; Waldingerstr. 11/EG 1, 4020
Linz (AT). MAIRHOFER, Markus; Mitterweg 10, 4120
Neufelden (AT). ROHRHOFER, Andreas; Zinoeggerweg
2/1/6, 4020 Linz (AT).

(74) Anwalt: METALS@LINZ; Primetals Technologies
Austria GmbH, Intellectual Property Upstream IP UP,
Turmstraße 44, 4031 Linz (AT).

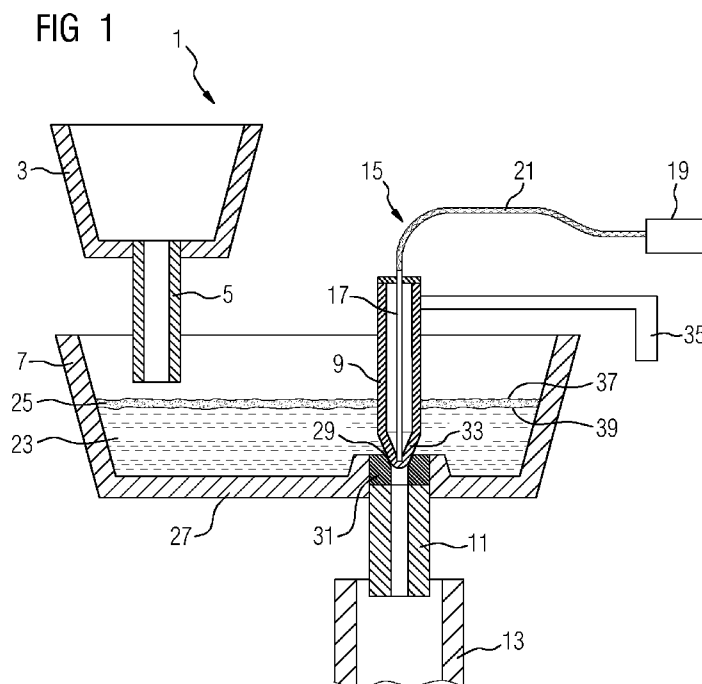
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST,
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: SLAG DETECTION IN A DISTRIBUTOR OF A STRAND CASTING SYSTEM

(54) Bezeichnung : SCHLACKEDETEKTION IN EINEM VERTEILER EINER STRANGGIESSANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to a method
and to a measuring device (15) for slag detection in
a distributor (7) of a strand casting system (1). A
position of a slag/metal interface (39) between a
slag layer (25) and a metal melt (23) in the
distributor (7) is determined by means of time-
domain reflectometry in that an electromagnetic
pulse is transmitted into the distributor (7) by means
of a probe (17), which is inserted into the distributor
(7) and is designed as a sensor rod, and a
propagation time of a reflection component of the
electromagnetic pulse reflected at the slag/metal
interface (39) is sensed and evaluated.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein
Verfahren und eine Messvorrichtung (15) zur
Schlackedetektion in einem Verteiler (7) einer
Stranggießanlage (1). Dabei wird eine Lage einer
Schlacke-Metall-Grenzfläche (39) zwischen einer
Schlackeschicht (25) und einer Metallschmelze (23)
in dem Verteiler (7) zeitbereichsreflektometrisch
ermittelt, indem ein elektromagnetischer Impuls
mittels einer in den Verteiler (7) eingeführten Sonde
(17), die als ein Sensorstab ausgebildet ist, in den
Verteiler (7) gesendet wird und eine Laufzeit eines
an der Schlacke-Metall-Grenzfläche (39)
reflektierten Reflektionsanteils des

elektromagnetischen Impulses erfasst und ausgewertet wird.



Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Schlackedetektion in einem Verteiler einer Stranggießanlage

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Messvorrichtung zur Schlackedetektion in einem Verteiler einer Stranggießanlage.

10 In Stranggießanlagen wird gewöhnlich Metallschmelze von einer Gießpfanne über einen so genannten Verteiler in eine Kokille, in der die Erstarrung der Metallschmelze beginnt, gefördert. Der Verteiler dient insbesondere als ein Pufferbehälter, in dem Metallschmelze während eines Gießpfannenwechsels gepuffert wird, um den Stranggießprozess nicht unterbrechen
15 zu müssen und ein kontinuierliches Stranggießen zu ermöglichen. Von dem Verteiler fließt die Metallschmelze in der Regel durch eine Verteileröffnung im Verteilerboden des Verteilers in die Kokille, wobei der Durchfluss durch einen Stopfen oder Schieber steuerbar ist.

20

Bei dem Stranggießen wird mit der Metallschmelze auch in der Gießpfanne befindliche Schlacke in den Verteiler gefördert. Die Schlacke schwimmt bei ausreichender Verweildauer in dem Verteiler auf, so dass sie eine auf der Metallschmelze
25 schwimmende Schlackeschicht bildet. Der Verteiler stellt somit auch einen Schutz vor ungewollter Einbringung von Schlacke in den Gießstrang dar. Das Einbringen von Schlacke oder auch anderen Verunreinigungen in den Gießstrang ist nämlich unerwünscht, da es die Qualität des
30 Stranggießprodukts mindert und das Risiko eines Durchbruchs erhöht. Von einem Durchbruch spricht man in diesem Zusammenhang, wenn der noch nicht erstarrte, d. h. flüssige innere Kern des Gießstranges durch die bereits erstarrte Schale bricht. Schlacke und andere Verschmutzungen stellen
35 ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar und können hohe Kosten bei einem Produktionsausfall verursachen, wenn sie in den Gießstrang gelangen. Um das Eindringen von Schlacke in den Gießstrang zu verhindern, wird der Verteiler beim

Stranggießen niemals völlig entleert, damit keine Schlacke durch die Verteileröffnung in die Kokille gelangt. Dadurch verbleiben immer mehrere Tonnen Metallschmelze im Verteiler, die nicht vergossen werden.

5

Eine mögliche Methode, um die in dem Verteiler verbleibende Metallschmelze zu reduzieren, ist der Einbau einer induktiven Schleife im Verteilerboden bzw. in den Wänden des Verteilers. Diese Methode ist Stand der Technik bei der Schlackedetektion in einem Pfannenausguss und denkbar auch in einem Verteiler. Dabei wird der aktuelle Pegel der Metallschmelze in dem Verteiler erfasst. Unterschreitet dieser eine untere Grenze, wird der Gießvorgang beendet und somit ein Einbringen von Schlacke in den Gießstrang verhindert. Da sich die induktive Schleife hinter der Ausmauerung befindet, wird jedoch deren Erneuerung erschwert, da beim Entfernen der verbrauchten Ausmauerung besonders darauf geachtet werden muss, die induktive Schleife nicht zu beschädigen.

Bei einer anderen bekannten Methode wird das Gesamtgewicht des Verteilers erfasst. Dabei ist jedoch keine Unterscheidung zwischen Metall- und Schlackemenge möglich. Es wird lediglich detektiert, dass der Verteiler leer wird. In diesem Fall wird von einem prozentualen Anteil von Schlacke im Verteiler ausgegangen und der Gießprozess beendet, bevor dieser Schlackeanteil in den Gießstrang gelangt.

Die WO 2013/002220 A1 offenbart ein Verfahren zur Bestimmung einer Dicke und Lage einer Schlackeschicht in einer Kokille einer Stranggießanlage mittels eines so genannten modulierten Dauerstrichradars (FMCW Radar = Frequency Modulated Continuous Wave Radar). Dabei wird kontinuierlich eine frequenzmodulierte Mikrowellenstrahlung in die Kokille gesendet, und es werden Laufzeiten von an den Grenzflächen der Schlackeschicht reflektierten Strahlungsanteilen unter Ausnutzung der Frequenzmodulation der Mikrowellenstrahlung detektiert.

DE 100 51 151 A1 offenbart ein Verfahren zur Zeit-Bezirk-Reflexmessung (TDR = Time Domain Reflectometry) zur Bestimmung der Positionen oberer und unterer Grenzflächen einer ersten Flüssigkeit, die auf einer zweiten Flüssigkeit in einem Behälter schwimmt, unter Verwendung eines Systems mit einer Sonde in Form einer Übertragungsleitung und einem Impulsradarsystem.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Messvorrichtung zur Schlackedetektion in einem Verteiler einer Stranggießanlage anzugeben, um die in dem Verteiler verbleibende Metallschmelze reduzieren zu können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich der Messvorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 6 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Schlackedetektion in einem Verteiler einer Stranggießanlage wird eine Lage einer Schlacke-Metall-Grenzfläche zwischen einer Schlackeschicht und einer Metallschmelze in dem Verteiler zeitbereichsreflektometrisch ermittelt. Dazu werden ein elektromagnetischer Impuls in den Verteiler gesendet und eine Laufzeit eines an der Schlacke-Metall-Grenzfläche reflektierten Reflektionsanteils des elektromagnetischen Impulses erfasst und ausgewertet.

Das Verfahren basiert auf dem physikalischen Effekt, dass ein elektromagnetischer Impuls an Grenzflächen, an denen sich eine Wellenimpedanz für den Impuls sprunghaft ändert, teilweise reflektiert wird, so dass aus der Laufzeit des reflektierten Anteils des Impulses eine Entfernung zu der Grenzfläche ermittelt werden kann. Die Erfindung nutzt diesen Effekt zur Bestimmung der Lage einer Schlacke-Metall-

Grenzfläche in einem Verteiler einer Stranggießanlage. Die Kenntnis der Lage der Schlacke-Metall-Grenzfläche ermöglicht es, den Verteiler gezielt immer genau soweit zu leeren, dass gerade keine Schlacke aus dem Verteiler fließt. Dadurch

5 können die in dem Verteiler verbleibenden Mengen an Metallschmelze reduziert und die Effizienz und der materielle Gewinn des Stranggießens erhöht werden. Außerdem kann das Einbringen von Schlacke in den Gießstrang sicher vermieden werden und dadurch die Gefahr von Beeinträchtigungen der
10 Produktqualität und Durchbrüchen durch Schlackeeinschlüsse in dem Gießstrang reduziert werden.

Darüber hinaus sind das Messprinzip und die Messgenauigkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens praktisch unabhängig von

15 Materialeigenschaften wie Viskosität, Leitfähigkeit und pH-Wert der Metallschmelze und von Umgebungsbedingungen wie Druck, Temperatur, Dampf, Staub oder Schaum, da das Verfahren auf der von derartigen Materialeigenschaften und Umgebungsbedingungen weitgehenden unabhängigen
20 Zeitbereichsreflektometrie, die auch unter englischen Bezeichnung Time Domain Reflectometry (TDR) bekannt ist, basiert. Das Verfahren ermöglicht daher eine kontinuierliche und präzise Schlackedetektion, die von den Prozessbedingungen des Stranggießens kaum beeinflusst wird.

25 Die Erfindung sieht vor, dass der elektromagnetische Impuls mittels einer in den Verteiler eingeführten Sonde, die als Sensorstab ausgebildet ist, in den Verteiler gesendet wird. Besonders bevorzugt wird die Sonde ferner in einen Stopfen
30 des Verteilers eingeführt.

Diese Ausgestaltungen der Erfindung nutzen vorteilhaft bereits verfügbare und in Stranggießanlagen teilweise ohnehin vorhandene Komponenten. So sind Sensorstäbe als Sonden für
35 Zeitbereichsreflektometrie bereits bekannt und verfügbar, und Verteiler von Stranggießanlagen werden häufig mit rohrförmigen Stopfen verschlossen, die gemäß der oben

genannten Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft zur Aufnahme und zum Schutz der Sonden genutzt werden können.

5 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass als elektromagnetischer Impuls ein Mikrowellenimpuls in den Verteiler gesendet wird.

10 Diese Ausgestaltung der Erfindung nutzt vorteilhaft aus, dass Mikrowellenimpulse aufgrund ihrer Frequenzen und Wellenlängen besonders gut an Schlacke-Metall-Grenzflächen reflektiert werden.

15 Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass eine Dicke der Schlackeschicht ermittelt wird. Dabei wird die Lage einer von der Metallschmelze abgewandten Schlackeschichtoberfläche der Schlackeschicht in dem Verteiler zeitbereichsreflektometrisch ermittelt, indem eine Laufzeit eines an dieser Schlackeschichtoberfläche reflektierten zweiten Reflektionsanteils des
20 elektromagnetischen Impulses erfasst und ausgewertet wird.

25 Diese Ausgestaltung der Erfindung ermöglicht vorteilhaft eine zuverlässige Ermittlung und Kontrolle einer sich in dem Verteiler befindenden Schlackemenge.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass eine Dicke einer die Schlackeschicht bedeckenden Abdeckpulverschicht in dem Verteiler ermittelt wird, indem ein Abstand zweier sich gegenüber liegender
30 Pulverschichtoberflächen der Abdeckpulverschicht zeitbereichsreflektometrisch ermittelt wird, wobei Laufzeiten von an diesen Pulverschichtoberflächen reflektierten Reflektionsanteilen des elektromagnetischen Impulses erfasst und ausgewertet werden.

35 Diese Ausgestaltung der Erfindung ist für Stranggießanlagen vorgesehen, die einen Verteiler ohne Deckel aufweisen und bei denen die Metallschmelze in dem Verteiler durch ein

Abdeckpulver vor Wärmeverlust und Oxidation geschützt wird.
Bei derartigen Verteilern ermöglicht die vorgenannte
Ausgestaltung der Erfindung eine Ermittlung und Kontrolle der
Dicke der Abdeckpulverschicht, die sich in den Verteilern
5 oberhalb der Schlackeschicht und Metallschmelze bildet.

Eine erfindungsgemäße Messvorrichtung zur Schlackedetektion
in einem Verteiler einer Stranggießanlage umfasst eine als
ein Sensorstab ausgebildete und in einen Stopfen des
10 Verteilers eingeführte Sonde zur Führung elektromagnetischer
Impulse und eine Sensorelektronik zum Erzeugen
elektromagnetischer Impulse, Einkoppeln elektromagnetischer
Impulse in die Sonde, Empfangen der reflektierten
elektromagnetischen Impulse und Ermitteln und Auswerten von
15 Laufzeiten elektromagnetischer Impulse.

Eine derartige Messvorrichtung ermöglicht die Durchführung
des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Schlackedetektion. Neben
den oben bereits genannten Vorteilen dieses Verfahrens hat
20 eine erfindungsgemäße Messvorrichtung die weiteren Vorteile,
dass die Messvorrichtung kaum Wartungsaufwand verursacht, da
sie keine beweglichen Teile umfasst und keine Neukalibrierung
erfordert. Ferner ist die Messvorrichtung relativ
kostengünstig realisierbar, da lediglich die kostengünstige
25 Sonde verschleißt und häufiger ausgetauscht werden muss,
während die Sensorelektronik wieder verwendbar ist.

Vorzugsweise weist die Messvorrichtung ein Kalibrierelement
auf, das in einer definierten Lage innerhalb des Verteilers
30 platzierbar ist und elektromagnetische Impulse wenigstens
anteilig reflektiert. Beispielsweise ist das Kalibrierelement
eine Ringscheibe, die an einer Verteileröffnung des
Verteilers platzierbar ist, oder eine Metallfahne, die an
einem manuell oder automatisch in den Verteiler einführbaren
35 Kalibrierstab angeordnet ist.

Derartige Kalibrierelemente ermöglichen vorteilhaft eine
Kalibrierung der Messvorrichtung, die die spezifische

Ausbildung des Verteilers, z. B. die Ausbildung und den Einbau eines Stopfens zum Verschließen einer Verteileröffnung des Verteilers und/oder die Ausbildung der Verteileröffnung selbst, berücksichtigt.

5

Die Sonde ist beispielsweise als ein aus einem Edelstahl gefertigter Sensorstab ausgebildet.

Derartige Sonden eignen sich insbesondere, wenn ein Edelstahl mit einer hohen Korrosions- und Temperaturbeständigkeit, wie beispielsweise Edelstahl der WNr. 1.4841 (X15CrNiSi25-21), verwendet wird.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sehen vor, dass die Sonde über ein Koaxialkabel mit der Sensorelektronik verbunden ist und/oder ein der Sensorelektronik zugewandtes gebogenes Ende aufweist.

Die vorgenannten Ausgestaltungen der Erfindung ermöglichen vorteilhaft, die Sensorelektronik in einer sie vor den hohen Temperaturen in der Umgebung des Verteilers schützenden Entfernung zum Verteiler anzuordnen.

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Dabei zeigen:

30

FIG 1 eine Stranggießanlage mit einem Verteiler und eine Messvorrichtung zur Schlackedetektion in dem Verteiler in einer Schnittdarstellung,

FIG 2 einen eine Verteileröffnung verschließenden Stopfen, in den ein Sensorstab eingeführt ist, und eine Ringscheibe zum Kalibrieren einer Messvorrichtung zur Schlackedetektion in einer Schnittdarstellung, und

FIG 3 einen Verteiler einer Stranggießanlage und eine Messvorrichtung zur Schlackedetektion in dem Verteiler mit einem Kalibrierstab zum Kalibrieren der Messvorrichtung in einer Schnittdarstellung.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Figur 1 zeigt schematisch eine Stranggießanlage 1 in einer Schnittdarstellung. Die Stranggießanlage 1 umfasst eine Gießpfanne 3, ein Schattenrohr 5, einen Verteiler 7, einen Stopfen 9, ein Gießrohr 11 und eine Kokille 13.

Aus der Gießpfanne 3 ist durch das Schattenrohr 5 Metallschmelze 23 in den Verteiler 7 leitbar. Mit der Metallschmelze 23 gelangt auch Schlacke in den Verteiler 7. In dem Verteiler 7 bildet sich eine auf der Metallschmelze 23 schwimmende Schlackeschicht 25.

Der Verteiler 7 weist in seinem Verteilerboden 27 eine Verteileröffnung 29 auf, die von einem in dem Verteilerboden 27 angeordneten ringförmigen Lochstein 31 gebildet wird. An dem Lochstein 31 liegt das Gießrohr 11 an, durch das Metallschmelze 23 von dem Verteiler 7 in die Kokille 13 gefördert wird. Der Stopfen 9 ist über der Verteileröffnung 29 angeordnet und als ein geschlossenes Rohr mit einer vertikal verlaufenden Längsachse ausgebildet. Ein der Verteileröffnung 29 zugewandtes Stopfenende 33 des Stopfens 9 ist konisch geformt, wobei sein Durchmesser zu der Verteileröffnung 29 hin abnimmt. Mittels des Stopfenendes 33 ist die Verteileröffnung 29 verschließbar, indem das Stopfenende 33 in die Verteileröffnung 29 eingefahren wird bis es an dem Lochstein 31 anliegt. Zum Öffnen und Verschließen der Verteileröffnung 29 sowie zur Steuerung des Durchflusses durch die Verteileröffnung 29 ist der Stopfen 9 mittels einer (nur schematisch dargestellten) Antriebsvorrichtung 35 entlang seiner Längsachse bewegbar.

Ein Hohlraum innerhalb des Stopfens 9 ist mit einem Inertisierungsgas befüllbar.

Figur 1 zeigt außerdem eine Messvorrichtung 15 zur
5 Schlackedetektion in dem Verteiler 7. Die Messvorrichtung 15 umfasst eine Sonde 17 zur Führung elektromagnetischer Impulse und eine Sensorelektronik 19 zum Erzeugen elektromagnetischer Impulse, Einkoppeln der elektromagnetischen Impulse in die Sonde 17, Empfangen elektromagnetischer Impulse und Ermitteln
10 von Laufzeiten elektromagnetischer Impulse. Optional umfasst die Messvorrichtung 15 ferner ein strahlungsgeschütztes und hitzebeständiges Koaxialkabel 21, das die Sonde 17 mit der Sensorelektronik 19 verbindet, so dass die Sensorelektronik 19 in einer sie vor den hohen Temperaturen
15 in der Umgebung des Verteilers 7 schützenden Entfernung zum Verteiler 7, beispielsweise auf oder nahe der Antriebsvorrichtung 35, angeordnet werden kann.

Die Sonde 17 ist als ein Sensorstab ausgebildet, der in den
20 Hohlraum des Stopfens 9 eingeführt ist. Der Sensorstab wird aus einem Material hoher Dauertemperaturbeständigkeit gefertigt, beispielsweise aus einem geeigneten Edelstahl wie dem Edelstahl der WNr. 1.4841 (X15CrNiSi25-21), der eine hervorragende Korrosionsbeständigkeit aufweist und im
25 Dauerbetrieb an Luft bis etwa 1150°C einsetzbar ist, oder aus einer geeigneten Heizleiterlegierung wie einer Legierung aus Eisen, Chrom und Aluminium mit einer Temperaturbeständigkeit bis 1425°C.

30 Als elektromagnetische Impulse werden vorzugsweise Mikrowellenimpulse erzeugt und entlang der Sonde 17 geführt. Ein sich entlang der Sonde 17 zu dem Verteilerboden 27 hin ausbreitender elektromagnetischer Impuls wird an einer von der Metallschmelze 23 abgewandten
35 Schlackeschichtoberfläche 37 der Schlackeschicht 25 und an der Schlacke-Metall-Grenzfläche 39 jeweils teilweise reflektiert. Mittels der Sensorelektronik 19 werden die Laufzeiten dieser Reflektionsanteile des elektromagnetischen

Impulses zwischen dem Aussenden des elektromagnetischen Impulses und dem Empfang der Reflektionsanteile durch die Sensorelektronik 19 ermittelt. Aus der Laufzeit des an der Schlacke-Metall-Grenzfläche 39 reflektierten

5 Reflektionsanteils wird die Lage der Schlacke-Metall-Grenzfläche 39, insbesondere deren Abstand von der Verteileröffnung 29 ermittelt. Optional wird aus der Differenz der Laufzeiten der an der Schlacke-Metall-Grenzfläche 39 und an der Schlackeschichtoberfläche 37

10 reflektierten Reflektionsanteile außerdem die Dicke der Schlackeschicht 25 ermittelt.

Bei einem Verteiler 7 ohne Deckel wird die Metallschmelze 23 in dem Verteiler 7 häufig durch ein Abdeckpulver vor

15 Wärmeverlust und Oxidation geschützt. Das Abdeckpulver bildet dann eine auf der Schlackeschicht 25 schwimmende Abdeckpulverschicht. In einem solchen Fall kann mit der Messvorrichtung 15 auch die Dicke der Abdeckpulverschicht ermittelt werden. Dazu wird ein Abstand zweier sich gegenüber

20 liegender Pulverschichtoberflächen der Abdeckpulverschicht zeitbereichsreflektometrisch ermittelt, wobei Laufzeiten von an diesen Pulverschichtoberflächen reflektierten Reflektionsanteilen des elektromagnetischen Impulses erfasst und ausgewertet werden.

25 Um die Lage der Schlacke-Metall-Grenzfläche 39 aus der Laufzeit eines daran reflektierten Reflektionsanteils eines elektromagnetischen Impulses möglichst genau zu ermitteln, sind in der Regel Kalibrierungen der Antriebsvorrichtung 35

30 und der Messvorrichtung 15 erforderlich, da der Einbau des Stopfens 9 und die Ausbildung der Verteileröffnung 29, z. B. der Einbau des Lochsteins 31, zwischen verschiedenen Verteilern 7 variieren können. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass sich die Länge des Stopfens 9 in Abhängigkeit

35 von der Temperatur ändert.

Zur Kalibrierung der Antriebsvorrichtung 35 wird der Stopfen 9 mittels der Antriebsvorrichtung 35 zunächst in eine

obere Endstellung gefahren. Anschließend wird der Stopfen 9 mittels der Antriebsvorrichtung 35 nach unten gefahren bis das Stopfenende 33 am Lochstein 31 anliegt und die Verteileröffnung 29 vollständig verschließt. Eine Abschaltung
5 der Antriebsvorrichtung 35 erfolgt dabei über eine kontinuierliche Messung der Schließkraft über einen Motorstrom der Antriebsvorrichtung 35. Dabei wird in einem ersten Schritt eine größere Schließkraft aufgeschaltet. Dies bewirkt, dass der Stopfen 9 vollständig die
10 Verteileröffnung 29 verschließt. Danach wird die Kraft reduziert, um die Antriebsvorrichtung 35 nicht unnötig zu erwärmen. Die Verteileröffnung 29 bleibt dabei vollständig verschlossen. Die Position des Stopfens 9, in der die Verteileröffnung 29 vollständig verschlossen ist, wird als
15 Nullposition des Stopfens 9 gesetzt bzw. kalibriert.

Zur Kalibrierung der Messvorrichtung 15 werden im Folgenden anhand der Figuren 2 und 3 zwei mögliche Alternativen beschrieben, bei denen jeweils ein Kalibrierelement 41
20 eingesetzt wird, das in einer definierten Lage innerhalb des Verteilers 7 platziert wird und elektromagnetische Impulse anteilig reflektiert.

Figur 2 zeigt ein Kalibrierelement 41, das als eine in dem
25 Lochstein 31 angeordnete Ringscheibe ausgebildet ist, und den die Verteileröffnung 29 verschließenden Stopfen 9 in einer Schnittdarstellung. Die Ringscheibe ist derart ausgebildet, dass sie mittels eines entlang der Sonde 17 geführten elektromagnetischen Impuls detektiert wird, indem an ihr ein
30 Reflektionsanteil des elektromagnetischen Impulses reflektiert wird. Bei durch das Stopfenende 33 verschlossener Verteileröffnung 29 und aufgeheiztem Stopfen 9 wird mittels der Messvorrichtung 15 eine Referenzmessung der Position der Ringscheibe 41 durchgeführt und die dabei ermittelte Position
35 wird anschließend als Null-Referenzhöhe verwendet.

Figur 3 zeigt ein Kalibrierelement 41, das als eine Metallfahne ausgebildet ist, die an einem manuell (durch eine

Person) oder automatisch (beispielsweise durch einen Roboter) in den Verteiler 7 einföhrbaren Kalibrierstab 43 angeordnet ist. Die Metallfahne befindet sich dabei in einem bekannten Abstand, beispielsweise in einem Abstand von 10 cm, von einem Kalibrierstabende 45 des Kalibrierstabes 43. Abgesehen von der Metallfahne ist der Kalibrierstab 43 aus einem Material gefertigt, das von entlang der Sonde 17 geföhrten elektromagnetischen Impulsen nicht detektiert wird. Zur Kalibrierung der Messvorrichtung 15 wird die Verteileröföfnung 29 durch das Stopfenende 33 des Stopfens 9 vollständig verschlossen und der Kalibrierstab 43 wird parallel zu dem Stopfen 9 in den Verteiler eingeföhrt bis das Kalibrierstabende 45 auf dem Lochstein 31 aufliegt. Dann wird mittels der Messvorrichtung 15 eine Referenzmessung der Position der Metallfahne durchgeföhrt und die dabei ermittelte Position der Metallfahne wird auf den bekannten Abstand zwischen der Metallfahne und dem Kalibrierstabende 45 kalibriert.

Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

	1	Stranggießanlage
	3	Gießpfanne
5	5	Schattenrohr
	7	Verteiler
	9	Stopfen
	11	Gießrohr
	13	Kokille
10	15	Messvorrichtung
	17	Sonde
	19	Sensorelektronik
	21	Koaxialkabel
	23	Metallschmelze
15	25	Schlackeschicht
	27	Verteilerboden
	29	Verteileröffnung
	31	Lochstein
	33	Stopfenende
20	35	Antriebsvorrichtung
	37	Schlackeschichtoberfläche
	39	Schlacke-Metall-Grenzfläche
	41	Kalibrierelement
	43	Kalibrierstab
25	45	Kalibrierstabende

Patentansprüche

1. Verfahren zur Schlackedetektion in einem Verteiler (7) einer Stranggießanlage (1), wobei

- 5 - eine Lage einer Schlacke-Metall-Grenzfläche (39) zwischen einer Schlackeschicht (25) und einer Metallschmelze (23) in dem Verteiler (7) zeitbereichsreflektometrisch ermittelt wird,
- indem ein elektromagnetischer Impuls mittels einer in den
10 Verteiler (7) eingeführten Sonde (17), die als ein Sensorstab ausgebildet ist, in den Verteiler (7) gesendet wird
- und eine Laufzeit eines an der Schlacke-Metall-Grenzfläche (39) reflektierten Reflektionsanteils des elektromagnetischen Impulses erfasst und ausgewertet wird.

15

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (17) in einen Stopfen (9) des Verteilers (7) eingeführt wird.

- 20 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als elektromagnetischer Impuls ein Mikrowellenimpuls in den Verteiler (7) gesendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 dadurch gekennzeichnet, dass eine Dicke der Schlackeschicht (25) ermittelt wird, wobei die Lage einer von der Metallschmelze (23) abgewandten Schlackeschichtoberfläche (37) der Schlackeschicht (25) in dem Verteiler (7) zeitbereichsreflektometrisch ermittelt
30 wird, indem eine Laufzeit eines an dieser Schlackeschichtoberfläche (37) reflektierten zweiten Reflektionsanteils des elektromagnetischen Impulses erfasst und ausgewertet wird.

- 35 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dicke einer die Schlackeschicht (25) bedeckenden Abdeckpulverschicht in dem Verteiler (7) ermittelt wird, indem ein Abstand zweier sich

gegenüber liegender Pulverschichtoberflächen der Abdeckpulverschicht zeitbereichsreflektometrisch ermittelt wird, wobei Laufzeiten von an diesen Pulverschichtoberflächen reflektierten Reflektionsanteilen des elektromagnetischen Impulses erfasst und ausgewertet werden.

6. Messvorrichtung (15) zur Schlackedetektion in einem Verteiler (7) einer Stranggießanlage (1), die Messvorrichtung (15) umfassend

- 10 - eine als ein Sensorstab ausgebildete und in einen Stopfen (9) des Verteilers (7) eingeführte Sonde (17) zur Führung elektromagnetischer Impulse
- und eine Sensorelektronik (19) zum Erzeugen elektromagnetischer Impulse, Einkoppeln elektromagnetischer
- 15 Impulse in die Sonde (17), Empfangen elektromagnetischer Impulse und Ermitteln und Auswerten von Laufzeiten elektromagnetischer Impulse.

7. Messvorrichtung (15) nach Anspruch 6,

- 20 gekennzeichnet durch ein Kalibrierelement (41), das in einer definierten Lage innerhalb des Verteilers (7) platzierbar ist und elektromagnetische Impulse wenigstens anteilig reflektiert.

8. Messvorrichtung (15) nach Anspruch 7,

- dadurch gekennzeichnet, dass das Kalibrierelement (41) eine Ringscheibe, die an einer Verteileröffnung (29) des Verteilers (7) platzierbar ist, oder eine Metallfahne, die an einem manuell oder automatisch in den Verteiler (7)
- 30 einführbaren Kalibrierstab (43) angeordnet ist, ist.

9. Messvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorstab aus einem Edelstahl gefertigt ist.

35

10. Messvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 6 bis 9,

dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (17) über ein Koaxialkabel (21) mit der Sensorelektronik (19) verbunden ist.

- 5 11. Messvorrichtung (15) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Sonde (17) ein der Sensorelektronik (19) zugewandtes gebogenes Ende aufweist.

FIG 1

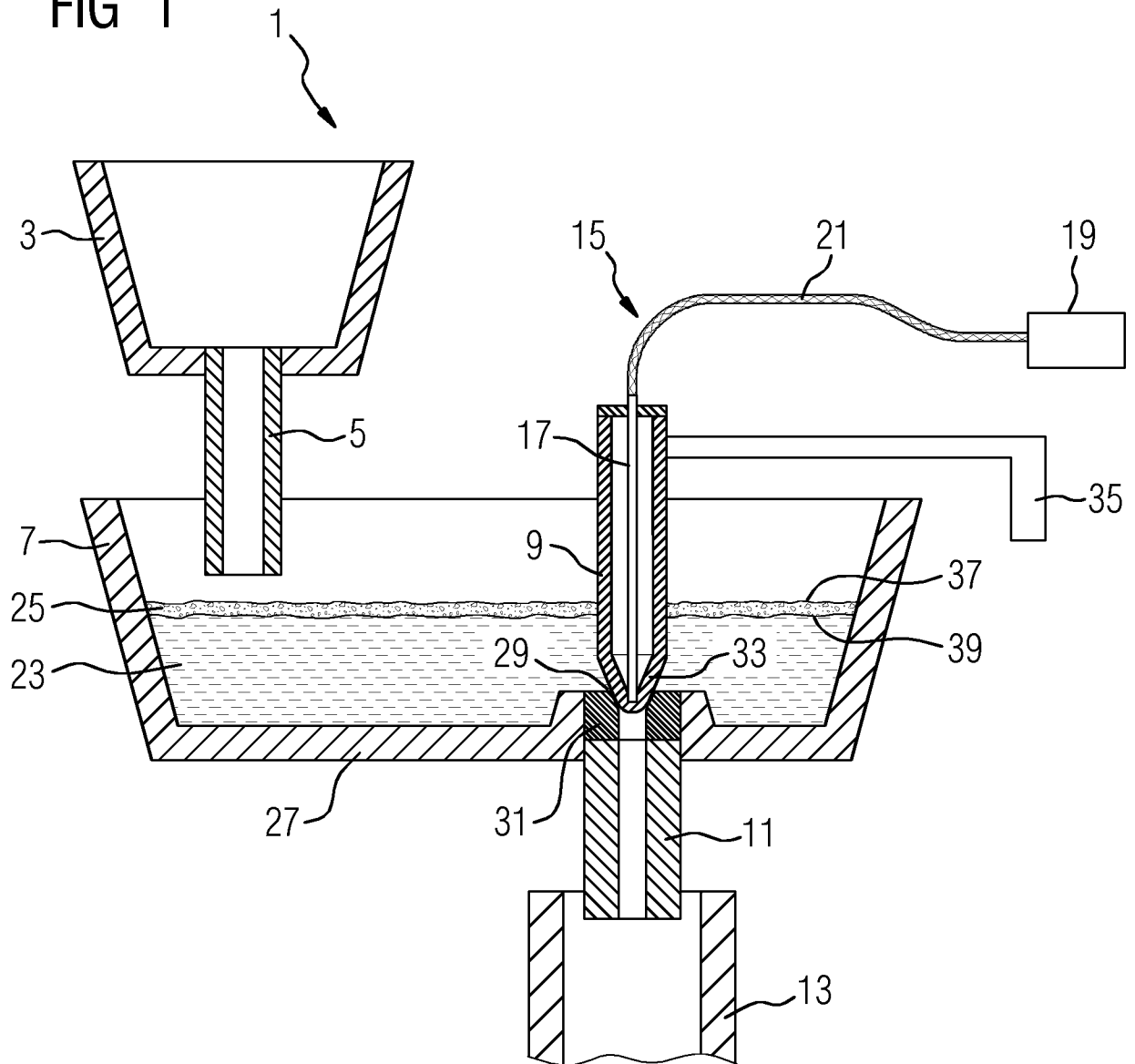


FIG 2

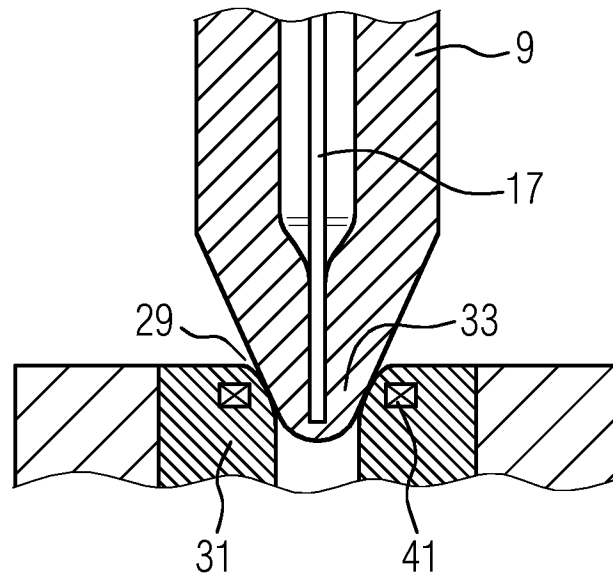
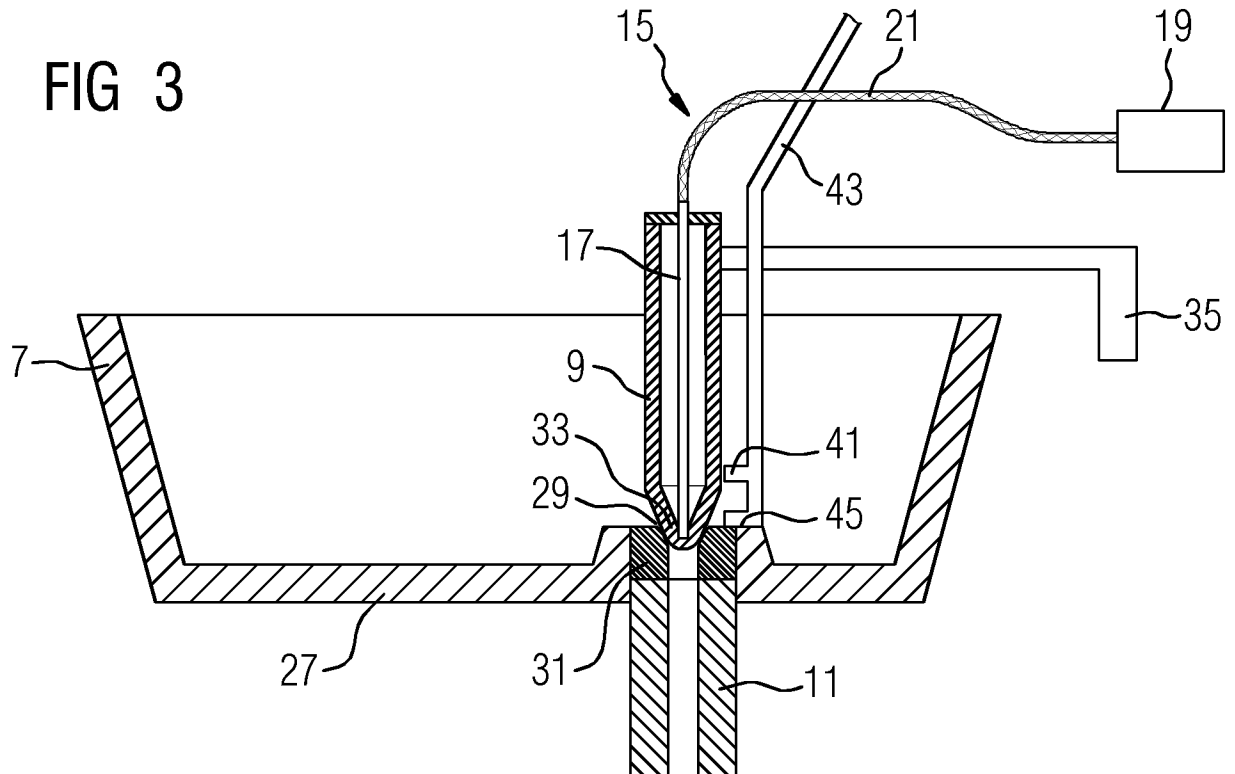


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/058751

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B22D11/10 B22D11/18 B22D41/18
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)
B22D G01F

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.
A	JP 2013 006206 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP; WIRE DEVICE KK) 10 January 2013 (2013-01-10) cited in the application abstract; figures 5,6,10 -----	1-11
A	JP 2003 236649 A (JFE STEEL KK) 26 August 2003 (2003-08-26) abstract paragraphs [0014], [0015] -----	1-11
A	US 5 588 324 A (SPERANZA BERNARD E [US]) 31 December 1996 (1996-12-31) columns 2-3; figure 1 ----- -/-	1-11



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

1 July 2016

Date of mailing of the international search report

13/07/2016

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

Baumgartner, Robin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/058751

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2007 061573 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 25 June 2009 (2009-06-25) the whole document -----	1-11
A	EP 2 759 813 A1 (SICK AG [DE]) 30 July 2014 (2014-07-30) the whole document -----	1-11
A	WO 2005/042183 A1 (MEFOS METALLURG RES I AB [SE]; ERIKSSON SEYMOUR [SE]; NYSTROEM RALPH []) 12 May 2005 (2005-05-12) the whole document -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/058751

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2013006206 A	10-01-2013	JP 5690230 B2 JP 2013006206 A WO 2013002220 A1	25-03-2015 10-01-2013 03-01-2013
JP 2003236649 A	26-08-2003	NONE	
US 5588324 A	31-12-1996	CA 2190020 A1 US 5588324 A	08-05-1998 31-12-1996
DE 102007061573 A1	25-06-2009	CN 101896798 A DE 102007061573 A1 EP 2223060 A2 US 2010301878 A1 WO 2009077435 A2	24-11-2010 25-06-2009 01-09-2010 02-12-2010 25-06-2009
EP 2759813 A1	30-07-2014	CN 103968916 A DK 2759813 T3 EP 2759813 A1 KR 20140096001 A US 2014210488 A1	06-08-2014 06-06-2016 30-07-2014 04-08-2014 31-07-2014
WO 2005042183 A1	12-05-2005	SE 0302895 A WO 2005042183 A1	05-05-2005 12-05-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B22D11/10 B22D11/18 B22D41/18 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B22D G01F		
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.
A	JP 2013 006206 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORP; WIRE DEVICE KK) 10. Januar 2013 (2013-01-10) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 5,6,10 -----	1-11
A	JP 2003 236649 A (JFE STEEL KK) 26. August 2003 (2003-08-26) Zusammenfassung Absätze [0014], [0015] -----	1-11
A	US 5 588 324 A (SPERANZA BERNARD E [US]) 31. Dezember 1996 (1996-12-31) Spalten 2-3; Abbildung 1 ----- -/-	1-11
☒ 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" 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
1. Juli 2016		13/07/2016
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 Baumgartner, Robin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 061573 A1 (ENDRESS & HAUSER GMBH & CO KG [DE]) 25. Juni 2009 (2009-06-25) das ganze Dokument -----	1-11
A	EP 2 759 813 A1 (SICK AG [DE]) 30. Juli 2014 (2014-07-30) das ganze Dokument -----	1-11
A	WO 2005/042183 A1 (MEFOS METALLURG RES I AB [SE]; ERIKSSON SEYMOUR [SE]; NYSTROEM RALPH []) 12. Mai 2005 (2005-05-12) das ganze Dokument -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/058751

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2013006206 A	10-01-2013	JP 5690230 B2	25-03-2015
		JP 2013006206 A	10-01-2013
		WO 2013002220 A1	03-01-2013

JP 2003236649 A	26-08-2003	KEINE	

US 5588324 A	31-12-1996	CA 2190020 A1	08-05-1998
		US 5588324 A	31-12-1996

DE 102007061573 A1	25-06-2009	CN 101896798 A	24-11-2010
		DE 102007061573 A1	25-06-2009
		EP 2223060 A2	01-09-2010
		US 2010301878 A1	02-12-2010
		WO 2009077435 A2	25-06-2009

EP 2759813 A1	30-07-2014	CN 103968916 A	06-08-2014
		DK 2759813 T3	06-06-2016
		EP 2759813 A1	30-07-2014
		KR 20140096001 A	04-08-2014
		US 2014210488 A1	31-07-2014

WO 2005042183 A1	12-05-2005	SE 0302895 A	05-05-2005
		WO 2005042183 A1	12-05-2005
