



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.12.2024 Patentblatt 2024/50

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 41/16 (2006.01) **B22D 41/20** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23189818.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 41/20; B22D 41/16

(22) Anmeldetag: **04.08.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **voestalpine Stahl GmbH**
4020 Linz (AT)

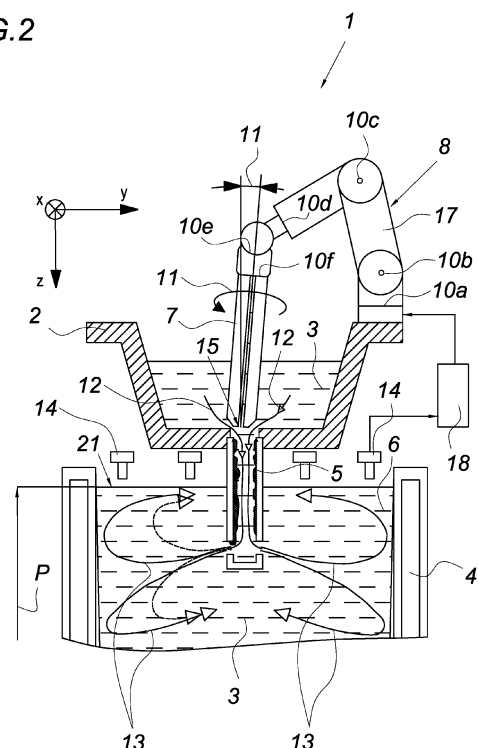
(72) Erfinder:
• **Brummayer, Markus**
4082 Aschach an der Donau (AT)
• **Fuchshumer, Stefan**
4201 Gramastetten (AT)
• **Kugi, Andreas**
1200 Wien (AT)
• **Steinböck, Andreas**
3033 Altlengbach (AT)

(74) Vertreter: **Jell, Friedrich**
Bismarckstrasse 9
4020 Linz (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM, INSBESONDERE KONTINUIERLICHEN, STRANGGIESSEN EINES STRANGS**

(57) Es wird ein Verfahren zum, insbesondere kontinuierlichen, Stranggießen eines Strangs gezeigt. Um reproduzierbar einen qualitativ hochwertigen Strangguss zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass der Manipulator (8), während, insbesondere beim Abzug des Strangs, die Metallschmelze (3) vom Behälter (2) über das Tauchgießrohr in das Flüssigkeitsbad (6) der Kokille (4) fließt, den Verschlussstopfen (7) in zumindest einem weiteren Freiheitsgrad ($x, y, \varphi x, \varphi y, \varphi z$), der zum ersten Freiheitsgrad (z) verschieden ist, insbesondere entlang einer zweiten Bewegungsbahn (11), bewegt und damit auf die Metallschmelze (3) strömungsmechanisch einwirkt, um das ausgebildete Strömungsfeld ($u_{x,y,z,t}$) zu verändern.

FIG.2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren zum, insbesondere kontinuierlichen, Stranggießen eines Strangs, bei dem, insbesondere bei einem Abzug des Strangs, eine Metallschmelze von einem, einen Verschlussstopfen aufweisenden Behälter, insbesondere Zwischenbehälter, über mindestens ein Tauchgießrohr in das Flüssigkeitsbad einer Kokille fließt, und bei dem der Volumenstrom der Metallschmelze durch dieses Tauchgießrohr von einem Verschlussstopfen eingestellt und/oder geregelt wird, indem ein mit dem Verschlussstopfen verbundener Manipulator den Verschlussstopfen in einem ersten Freiheitsgrad, insbesondere entlang einer ersten Bewegungsbahn, bewegt, wodurch sich in der Metallschmelze ein Strömungsfeld vom Behälter bis in die Kokille ausbildet.

[0002] Es ist bekannt (EP0564674A1), die Höhe des Badspiegels (oftmals auch Gießspiegel genannt) eines Flüssigkeitsbads in einer Kokille einer Stranggießanlage mithilfe eines Verschlussstopfens einzustellen, indem dieser coaxial zu einer Einstromöffnung eines Tauchgießrohrs bewegt wird, welches Tauchgießrohr in die Kokille mündet. Die Bewegung des Verschlussstopfens erfolgt entlang einer ersten linearen Bewegungsbahn mit einem Manipulator, der den Verschlussstopfen in einem ersten Freiheitsgrad z entlang einer ersten Bewegungsbahn vertikal bewegt.

[0003] Für einen vergleichsweise qualitativ hochwertigen Strangguss bedarf es unter anderem auch eines symmetrischen Strömungsfelds im Flüssigkeitsbad, was sich auch in der Welligkeit der Oberfläche des Badspiegels des Flüssigkeitsbads der Kokille ausdrückt. So führen beispielsweise Störungen im Strömungsmuster, welche sich beispielsweise durch Anbackungen am Verteiler (Tundish), Tauchrohr und/oder Verschlussstopfen etc. ergeben, zu einer erhöhten Oberflächenwelligkeit am Badspiegel. Zu Reduktion einer Oberflächenwelligkeit des Badspiegels schlägt die WO95/30500A1 vor, einen Schwimmer im Flüssigkeitsbad der Kokille hin und her zu bewegen, wodurch auf die Metallschmelze strömungsmechanisch eingewirkt wird, um das ausgebildete Strömungsfeld in der Metallschmelze in der Stranggießanlage zu verändern. Dies ist jedoch vergleichsweise konstruktiv aufwendig und wartungsintensiv, zumal selbst Anbackungen und/oder Ausscheidungen am Schwimmer zu befürchten sind, welche bei einem Ablösen den Strangguss beeinträchtigen können. Zudem ist die Ansteuerung oder Regelung solch eines Schwimmers vergleichsweise komplex. Eine ähnliche Maßnahmen ist auch aus der WO00/02685A1 bekannt.

[0004] Die Erfindung hat sich daher die Aufgabe gestellt, ein Verfahren zu schaffen, mit dem reproduzierbar ein qualitativ hochwertiger Strangguss ermöglicht wird. Zudem soll das Verfahren einfach handzuhaben sein.

[0005] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0006] Indem der Manipulator, während die Metall-

schmelze vom Behälter über das Tauchgießrohr in das Flüssigkeitsbad der Kokille fließt, den Verschlussstopfen in zumindest einem weiteren Freiheitsgrad, der zum ersten Freiheitsgrad verschieden ist, bewegt und damit auf die Metallschmelze strömungsmechanisch einwirkt, kann diese zusätzliche Bewegungsfreiheit eine Möglichkeit eröffnen, das ausgebildete Strömungsfeld zu verändern. Dies beispielsweise, um damit reproduzierbar für einen vergleichsweise qualitativ hochwertigen Strangguss zu sorgen und/oder diesen reproduzierbar sicherzustellen. Beispielsweise kann damit ein Verfahren zum, insbesondere kontinuierlichen, Stranggießen eines Strangs mit einer verbesserten Reproduzierbarkeit geschaffen werden.

Zudem ist die Bewegung des Verschlussstopfens in einem weiteren Freiheitsgrad vergleichsweise einfach handzuhaben, was das Verfahren erheblich erleichtert. Auch kann im Gegensatz zum Stand der Technik auf vergleichsweise aufwendige zusätzliche Mittel für strömungsmechanische Maßnahmen in der Kokille verzichtet werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann daher nicht nur reproduzierbar einen qualitativ hochwertigen Strangguss sicherstellen, sondern ist auch handhabungsfreundlich in der Anwendung und konstruktiv vergleichsweise einfach zu realisieren.

[0007] Vorzugsweise erfolgt diese Bewegung des Manipulators beim Abzug des Strangs. Dies kann beim Stranggießen des Strangs der Fall sein, bei dem der Volumenstrom der Metallschmelze durch dieses Tauchgießrohr vom Verschlussstopfen eingestellt und/oder geregelt wird, beispielsweise damit den Badspiegel auf eine Sollhöhe in der Kokille einzustellen oder einzuregulieren. Diese Bewegung in dem zumindest einen weiteren Freiheitsgrad erfolgt beispielsweise entlang einer zweiten Bewegungsbahn. Die zweite Bewegungsbahn ist zur ersten Bewegungsbahn zumindest abschnittsweise unterschiedlich.

Der Manipulator kann den Verschlussstopfen translatorisch und/oder rotatorisch bewegen. Beispielsweise kann mit einer translatorischen Bewegung des Verschlussstopfens in mindestens einem translatorischen Freiheitsgrad (x und/oder y) einem in der Kokille bestehenden asymmetrischen Strömungsfeld entgegengewirkt werden. Beispielsweise kann mit einer rotativen Bewegung des Verschlussstopfens in einem rotatorischen Freiheitsgrad (φ_x , φ_y und/oder φ_z) das Strömungsfeld in der Kokille gegenüber Störungen robuster ausgebildet werden.

[0008] Da der Verschlussstopfen diese Veränderung am Strömungsfeld vornimmt, kann beispielsweise bei dieser Bewegung der Verschlussstopfen auf die Metallschmelze derart strömungsmechanisch einwirken, dass sich das ausgebildete Strömungsfeld zumindest vom Behälter bis in die Kokille verändert. Damit kann auf weite Abschnitte der Stranggießanlage Einfluss genommen werden, um damit deren Reproduzierbarkeit in der Herstellung eines qualitativ hochwertigen Stranggusses weiter zu verbessern.

[0009] Vorzugsweise kann mit dem in der Kokille veränderten Strömungsfeld eine Welligkeit einer Badspiegeloberfläche des Flüssigkeitsbads und/oder eine Schwankung eines Badspiegels des Flüssigkeitsbads der Kokille reduziert werden.

Beispielsweise ist durch die reduzierte Welligkeit der Badspiegeloberfläche die Qualität des Stranggusses und des stranggegossenen Brammenstrangs weiter verbesserbar - dies, indem die Funktion einer Schlackenschicht auf dem Badspiegel in der Kokille verbessert wird. Jene am Badspiegel in der Kokille schwimmende Schlacke kann somit Verunreinigungen, die aus der Metallschmelze aufschwimmen, verbessert aufnehmen und auch die Metallschmelze gegenüber Umgebungsatmosphäre verbessert abschirmen. Die Welligkeit der Badspiegeloberfläche ist beispielsweise die Differenz aus maximaler und minimaler Höhe der Badspiegeloberfläche, und zwar in vertikaler Richtung gesehen über den gesamten Querschnitt der Kokille zu einem bestimmten Zeitpunkt beim Strangguss.

Beispielsweise kann durch die reduzierte Schwankung des Badspiegels, jene über den Umfang der Kokille gesehene Höhenabweichung eines initialen Strangschalenwachstums (Meniskus) des Strangs vermindert werden, was einer gleichmäßigeren Erstarrung des Strangs im Querschnitt gesehen förderlich ist. Auch kann ein gleichmäßigeres initiales Strangschalenwachstum die Gefahr weiter verringern, dass jene in der Kokille anfänglich sehr dünne Strangschale umklappt oder abreißt. Die Schwankung des Badspiegels ist beispielsweise die Differenz aus maximaler und minimaler Höhe, und zwar in vertikaler Richtung gesehen eines Punkts an der Badspiegeloberfläche über eine Gussdauer des Stranggusses.

[0010] Vorzugsweise werden mit dem in der Kokille veränderten Strömungsfeld zwei einander entgegengesetzt drehende Wirbelgebiete im Flüssigkeitsbad der Kokille symmetriert. Diese Symmetrierung der Wirbelgebiete kann beispielsweise durch eine Bewegung des Verschlussstopfens von einer zentrischen zu einer exzentrischen Anstellung zum Tauchgießrohr ermöglicht werden. Zudem können zueinander symmetrische Wirbelgebiete im Flüssigkeitsbad der Kokille beispielsweise zu einem symmetrischeren Strangschalenwachstum führen, was der Homogenität in Qualität und Materialeigenschaften am Strang förderlich ist. Beispielsweise können damit die zwei einander entgegengesetzt drehenden Wirbelgebiete in der Kokille im Wesentlichen spiegel-symmetrisch ausgebildet werden.

[0011] Vorzugsweise werden mit dem veränderten Strömungsfeld Anbackungen, beispielsweise im Tauchgießrohr, gelöst. Alternativ kann das veränderte Strömungsfeld auch dazu verwendet werden, Anbackungen, beispielsweise im Tauchgießrohr, zu verhindern.

[0012] Das Lösen von Anbackungen kann beispielsweise ermöglicht werden, indem das veränderte Strömungsfeld im Bereich der Anbackungen eine turbulente Strömungsform ausbildet. Durch das Vermeiden oder

Lösen von Anbackungen wird unter anderem ein Qualitätsverlust im Strangguss vermieden, was beispielsweise durch wegbrechende Tonerde-Anbackungen ("Unclogging") im Bereich des Regelspalts der Fall sein kann.

[0013] Zudem kann beispielsweise mit dem veränderten Strömungsfeld eine Restmenge an Metallschmelze im Behälter reduziert werden. Bekanntermaßen ist jene Restmenge für einen störungsfreien Betrieb der Stranggießanlage notwendig. Beispielsweise kann das bestehende Strömungsfeld durch eine drehende Bewegung des Verschlussstopfens verändert werden. Der Strangguss kann dadurch effizienter und mit geringer Restmenge durchgeführt werden.

[0014] Vorzugsweise bleibt während der Bewegung des Verschlussstopfens in dem zumindest einen weiteren Freiheitsgrad der Volumenstrom der Metallschmelze durch das Tauchgießrohr im Wesentlichen gleich, um damit bei gleichbleibendem Badspiegel ein symmetrisches Strömungsfeld in der Kokille sicherzustellen. Damit kann unter anderem der Mittelwert der Badspiegelhöhe in der Kokille konstant gehalten werden. Dies macht eine Änderung der Regelungsstrategie des mittleren Badspiegels überflüssig und erleichtert damit das Verfahren weiter.

[0015] Zur weiteren Verbesserung der Regelung des strömungsmechanischen Einflusses der Bewegung in dem zumindest einen weiteren Freiheitsgrad auf das Strömungsfeld kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Sensor einer Einrichtung die Kontur der Oberfläche des Badspiegels erfasst, und dass die Einrichtung den Manipulator zur Bewegung des Verschlussstopfens ansteuert. Beispielsweise kann damit vergleichsweise dynamisch auf Asymmetrien im Strömungsfeld in der Kokille reagiert werden. Stellt beispielsweise der Sensor eine asymmetrische Welligkeit des Badspiegels in der Kokille fest, kann eine durch eine Regelung veranlasste Bewegung des Verschlussstopfens reaktionsschnell diese Asymmetrie kompensieren.

[0016] Für eine Veränderung des ausgebildeten Strömungsfelds der Metallschmelze im Tauchgießrohr und/oder in der Kokille kann es ausreichend sein, wenn der weitere Freiheitsgrad ein translatorischer Freiheitsgrad oder ein rotatorischer Freiheitsgrad ist.

[0017] Vorzugsweise bewegt der Manipulator den Verschlussstopfen in mehreren, insbesondere zumindest zwei, weiteren Freiheitsgraden translatorisch und/oder rotatorisch. Dies kann beispielsweise die Möglichkeiten in der Veränderung der Strömung in statischem und/oder dynamischem Sinne weiter erhöhen. Beispielsweise kann eine zyklische Bewegung des Verschlussstopfens zu einer zyklischen Änderung des Strömungsfelds führen, was das Strömungsfeld robuster gegen Störungen macht und damit die Homogenisierung des Stranggusses weiter verbessert.

[0018] Vorzugsweise tritt am Verschlussstopfen aus zumindest einer am Verschlussstopfen ausmündenden Spülgasöffnung Spülgas aus, während der Verschlussstopfen in dem zumindest einen weiteren Freiheitsgrad

bewegt wird. Diese Spülgasöffnung ist beispielsweise am Verschlussstopfen exzentrisch positioniert. Mithilfe der Spülgasöffnung kann sohin Spülgas an zeitlich veränderlicher Stelle in die Metallschmelze eingebracht werden. Dies kann zu einer homogenen Vermischung von Spülgas und Metallschmelze sorgen und das Verfahren weiter verbessern.

[0019] Vorstehendes kann weiter verbessert werden, wenn der Manipulator den Verschlussstopfen um eine Drehachse dreht, während aus diesem das Spülgas austritt.

[0020] Die Handhabung des Verfahrens kann weiter erleichtert werden, wenn der Manipulator als Roboter ausgebildet ist. Vorzugsweise weist der Roboter, beispielsweise Gelenkarmroboter, sechs Freiheitsgrade (6DoF) auf.

[0021] In den Figuren ist beispielsweise der Erfindungsgegenstand anhand mehrerer Ausführungsvarianten näher dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine teilweise Darstellung einer Stranggießanlage mit einem Manipulator zur Bewegung eines Verschlussstopfens nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 die Stranggießanlage nach Fig. 1 mit einem Manipulator zur erfindungsgemäßen Bewegung des Verschlussstopfens,

Figuren 3a, 3b ein erstes Verfahrensbeispiel zur Reduktion einer Oberflächenwelligkeit eines Badspiegels in einer Kokille,

Figuren 4a, 4b ein zweites Verfahrensbeispiel zur Stabilisierung von periodisch schwankenden Strömung,

Figuren 5a, 5b ein drittes Verfahrensbeispiel zur Vermeidung und/oder zur Lösung von Anbackungen und

Figuren 6a, 6b ein viertes Verfahrensbeispiel zur Reduktion einer Restmenge an Metallschmelze 3 im Behälter 2 der Stranggießanlage.

[0022] Nach Fig. 1 ist von einer Stranggießanlage 1 ein Behälter 2, nämlich Zwischenbehälter, mit Metallschmelze 3 und eine Kokille 4 dargestellt, die über ein Tauchgießrohr 5 mit dem Behälter 2 strömungsmechanisch verbunden ist. Die Metallschmelze 3 fließt vom Behälter 2 in das Tauchgießrohr 5 und dann in die Kokille 4, wo dieses zu einem Flüssigkeitsbad 6 führt. Der Zwischenbehälter wird bei Stranggießanlagen auch oftmals als Verteiler oder Tundish bezeichnet. Aus der Kokille 4 tritt ein nicht näher dargestellter teilerstarrter Strang aus, der von der Stranggussanlage abgezogen wird, was nicht näher dargestellt ist.

Dem Behälter 2 ist auch ein Verschlussstopfen 7 zugeordnet, mit dem der Volumenstrom der Metallschmelze 3 durch das Tauchgießrohr 5 eingestellt wird, und zwar beim Abziehen des Strangs. Diese Einstellung erfolgt, indem der Manipulator 8 den Verschlussstopfen 7 in einem ersten Freiheitsgrad z translatorisch bewegt. Die

Bewegungsbahn 9 hierzu verläuft in vertikaler Richtung und je nach Bedarf wird Verschlussstopfen 7 zu einer Einströmöffnung 5a des Tauchgießrohrs 5 zu oder weg bewegt. Durch dieses strömungsmechanische Einwirken auf die Metallschmelze 3 wird eine örtlich gemittelte Pegelhöhe P in der Kokille 4 im Wesentlichen konstant gehalten. Dabei bildet sich in der Metallschmelze 3 ein Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ aus.

[0023] Im Allgemeinen wird erwähnt, dass ein Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ ein Vektorfeld ist, das jedem Raumpunkt (x, y, z) in einer Strömung die Strömungsgeschwindigkeit $v(x, y, z)$ in Abhängigkeit von der Zeit t zuordnet.

[0024] Erfindungsgemäß wird auf diese Metallschmelze 3 mit Hilfe des Verschlussstopfens 7 strömungsmechanisch erweitert eingewirkt. Dies erfolgt, indem - wie in Fig. 2 dargestellt - der Manipulator 8 den Verschlussstopfen 7 in zumindest einem weiteren Freiheitsgrad x, y, φx , φy und/oder φz entlang einer zweiten Bewegungsbahn 11 bewegt. Der weitere Freiheitsgrad x, y, φx , φy und/oder φz ist zum ersten Freiheitsgrad z verschieden. Die Bewegung erfolgt, während die Metallschmelze 3 beim Abziehen des Strangs vom Behälter 2 über das Tauchgießrohr in das Flüssigkeitsbad 6 der Kokille fließt, und damit der Strang kontinuierlich gegossen wird. Damit wird auf die Strömung 12 der in das Tauchgießrohr 5 einfließenden Metallschmelze 3 strömungsmechanisch eingewirkt, und zwar derart, dass sich damit das ausgebildete Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ der Metallschmelze 3 im Tauchgießrohr 5 und/oder in der Kokille 4 verändert, um damit die Reproduzierbarkeit des Stranggießens zu verbessern.

So ist in Fig. 2 zu erkennen, dass mithilfe des sich entlang der zweiten Bewegungsbahn 11 geführten Verschlussstopfens 7 auf das in der Symmetrie gestörte Strömungsfeld 13 strömungsmechanisch eingewirkt wird. Dies ist zudem auch vergleichsweise dynamisch, was reproduzierbar einen qualitativ hochwertigen Strangguss ermöglicht. Beispielsweise kann damit die Welligkeit W der Oberfläche 21a des Badspiegels 21 des Flüssigkeitsbads 6 der Kokille 4 reduziert werden, wie in Fig. 3a zu erkennen.

[0025] Da sich die Spaltfläche zwischen Verschlussstopfen 7 und Einströmöffnung 5a des Tauchgießrohrs 5 nicht verändert, bleibt während der Bewegung des Verschlussstopfens 7 entlang der zweiten Bewegungsbahn 11 der Volumenstrom der Metallschmelze 3 durch das Tauchgießrohr 5 im Wesentlichen gleich. Dies stellt einen gleichbleibenden mittleren Pegel P am Flüssigkeitsbad 6 in der Kokille 4 sicher.

[0026] Vorteilhaft werden mehrere Sensoren 14 einer Einrichtung 18 zur Erfassung einer Kontur der Oberfläche 21a der Metallschmelze 3 in der Kokille 4 verwendet, wie in Fig. 2 zu erkennen. Beispielsweise kann durch eine Abstandsmessung zum Flüssigkeitsbad 6 eine unerwünschte Oberflächenwelligkeit W erfasst werden. Die Einrichtung 18 steuert in weiterer Folge den Manipulator 8 dementsprechend an, um die Oberflächenwelligkeit W des Flüssigkeitsbads 6 über die Bewegung des Ver-

schlussstopfens 7 zu reduzieren.

[0027] Wie zudem der Fig. 2 zu entnehmen ist, kann der Verschlussstopfen 7 translatorisch und rotatorisch in den translatorischen und rotatorischen Freiheitsgraden x , y , z , φ_x , φ_y , φ_z bewegt werden.

Beispielsweise kann ein translatorischer Freiheitsgrad x , y , z durch eine Translationsachse des Manipulators 8 oder durch dessen Rotationsachsen ermöglicht werden. Ein translatorischer Freiheitsgraden x , y , z kann beispielsweise durch eine Rotationsachse des Manipulators 8 ermöglicht werden.

[0028] Wie in Fig. 2 zu erkennen, wird der Manipulator 8 durch einen Roboter 17, nämlich Gelenkarmroboter (RRR-Bauform), mit sechs Freiheitsgrade (6DoF) ausgebildet und weist hierfür sechs nicht redundante Achsen 10a, 10b, 10c, 10d, 10e und 10f, nämlich Rotationsachsen, auf. Damit kann der Manipulator den Verschlussstopfen 7 in den translatorischen Freiheitsgraden x , y , z und in den rotatorischen Freiheitsgraden φ_x , φ_y , φ_z bewegen.

Der Verschlussstopfen 7 kann damit beispielsweise um die Einströmöffnung 5a des Tauchgießrohrs 5 bewegt werden.

[0029] Zudem wird während dieser Bewegung aus einer Spülgasöffnung 15 des Verschlussstopfens 7 ein Spülgas 16 in die Metallschmelze 3 eingetragen. Diese Spülgasöffnung 15 ist am Verschlussstopfen 7 zentrisch angeordnet.

[0030] In den Figuren 3a, 3b, 4a, 4b, 5a, 5b, 6a und 6b sind exemplarisch vier Verfahrensbeispiele zur Veränderung des ausgebildeten bzw. bestehenden Strömungsfelds $u_{x,y,z,t}$ einer Metallschmelze 3 in einer Stranggießanlage 1 dargestellt.

Erstes Verfahrensbeispiel:

[0031] Nach Figur 3a ist eine Anbackung 20 im Tauchgießrohr 5 zu erkennen. Diese Anbackung 20 befindet sich in einem ersten Seitenrohr 5b der beiden Seitenrohre 5b, 5c, die an ein zentrisches Hauptrohr 5d des Tauchgießrohrs 5 anschließen, und führt nachteilig zu unsymmetrischen Strömungsverhältnissen in der Kokille 4 - was daran zu erkennen ist, dass sich eine quer zur Rohrachse ergebende Strömungsform 19a im ersten Seitenrohr 5b deutlich von einer sich quer zur Rohrachse ergebenden Strömungsform 19b im zweiten Seitenrohr 5c unterscheidet. Eine erhöhte Welligkeit W^* der Oberfläche 21 des Badspiegels 21* ist die Folge, wie dies - in Fig. 3a strichliert eingezeichnet - zu erkennen ist. Außerdem bildet sich am Badspiegel 21 eine asymmetrische Oberfläche 21a aus - dies im Wesentlichen geprägt durch das ausgebildete bzw. bestehende Strömungsfeld mit asymmetrischen Strömungsverhältnissen im Flüssigkeitsbad 6 mit einer WDR (Weak Double Roll) 22 auf dessen einer Seite und mit einer SDR (Strong Double Roll) 23 auf dessen gegenüberliegenden Seite.

[0032] Erfindungsgemäß wird das bestehende Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ der Metallschmelze 3 in der Kokille 4

verändert, indem der Verschlussstopfen 7 aus der zentrischen Lage gegenüber der Einströmöffnung 5a des Tauchgießrohrs 5 in der x/y -Ebene bewegt wird, nämlich wie dargestellt in y -Richtung verschoben wird - wie dies in Fig. 3b zu erkennen ist. Währenddessen fließt die Metallschmelze 3 vom Behälter 2 über das Tauchgießrohr 5 in das Flüssigkeitsbad 6 der Kokille 4.

[0033] Durch den nunmehr exzentrischen Ringspalt entstehen lokal unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten und Durchflüsse, was zu einem asymmetrischen Strömungsfeld im Tauchgießrohr 5 führt. Das asymmetrische Strömungsfeld im Tauchgießrohr vor der Bewegung des Verschlussstopfens 7 ist im Tauchgießrohr strichliert eingezeichnet. Dadurch entstehen unterschiedliche Drücke an den Eingängen der beiden Seitenrohre 5b, 5c, was trotz unterschiedlicher Querschnittsflächen einen gleichen Gesamtvolumenstrom durch beide Seitenrohre bewirkt. Mit dieser symmetrischen und stabilen Kokillenströmung werden zwei im Wesentlichen gleichen Double Roll 23 auf beiden Seiten der Kokille 4 sichergestellt. Dies reduziert zudem die Welligkeit W des Badspiegels 21 erheblich, wie in Fig. 3a ausgehend von einer Welligkeit W^* auf die Welligkeit W zu erkennen.

Zweites Verfahrensbeispiel:

[0034] Nach Fig. 4a ist eine gasbeladene Flüssigstahlströmung, welche Flüssigstahlströmung beispielsweise bei Gasbeladung durch den Verschlussstopfen 7 entstehen kann, zu erkennen, die im Hauptrohr 5d des Tauchgießrohrs 5 eine Strömungsform asymmetrisch zur Rohrachse erzeugt. Dies führt im Flüssigkeitsbad 6 zu einer WDR (Weak Double Roll) 22 auf dessen einer Seite und zu einer SDR (Strong Double Roll) 23 auf dessen gegenüberliegenden Seite.

[0035] Nachteilig zeigen sich durch das bestehende Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ lokal starke Änderungen in der Welligkeit der Oberfläche 21a des Badspiegels 21, deren Amplitude sich über die Zeit ändert und auch resonant schwingen kann, was die Qualität des Stranggusses erheblich reduziert.

[0036] Erfindungsgemäß wird das ausgebildete Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ der Metallschmelze 3 in der Kokille 4 verändert und hierfür der Verschlussstopfen 7 gegenüber der Einströmöffnung 5a des Tauchgießrohrs 5 in der x/y -Ebene bewegt, nämlich wie in Fig. 4b dargestellt in y -Richtung hin und her verschoben. Dieses vorzugsweise periodische Bewegung des Verschlussstopfens 7 im weiteren Freiheitsgrad y entlang der zweiten translatorischen Bewegungsbahn 11 verändert das ausgebildete Strömungsfeld.

[0037] Einerseits führt dies - wie bereits auch zum ersten Verfahrensbeispiel beschrieben - zu einer symmetrischen und stabilen Kokillenströmung mit zwei im Wesentlichen gleichen Double Rolls 23 auf beiden Seiten der Kokille 4. Auch werden damit Schwankungen am Badspiegel 21 verringert.

[0038] Andererseits kann durch ein, vorzugsweise periodisches, Hin- und Herbewegen des Verschlussstopfens 7 in y-Richtung einer schwachen über das Tauchgießrohr 5 hinweg periodisch schwankenden Strömung in der Kokille 4 entgegengewirkt werden.

Drittes Verfahrensbeispiel:

[0039] Nach den Figuren 5a und 5b ist die Qualität des Stranggusses aufgrund eines Lösens von Anlagerungen im Bereich des Regelspalts zwischen Verschlussstopfen 7 und Tauchgießrohr 5 vermindert, was auch unter "Unclogging" bekannt ist.

[0040] Erfindungsgemäß wird das ausgebildete Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ der Metallschmelze 3 in der Kokille 4 verändert, indem der Verschlussstopfen 7 gegenüber der Einstromöffnung 5a des Tauchgießrohrs 5 um die z-Achse gedreht wird. Der Manipulator 8 bewegt damit den Verschlussstopfen 7 mit einem dritten Freiheitsgrad φ_z entlang einer zweiten rotatorischen Bewegungsbahn 11, während die Metallschmelze 3 vom Behälter 2 über das Tauchgießrohr 5 in das Flüssigkeitsbad 6 der Kokille 4 fließt.

[0041] Durch diese Drehung des Verschlussstopfens 7 um die z-Achse wird die Strömung in der Metallschmelze 3 beeinflusst. Damit können Wirbel im Strömungsfeld erzeugt oder verstärkt werden. Diese Wirbel reduzieren die Anfälligkeit für Anbackungen. Zudem erhöhen diese Wirbel Impuls und Geschwindigkeit der Strömung, was zu höheren Scherspannungen gegenüber der feststehenden Umgebung führt. Bestehende Anbackungen können damit losgelöst werden. "Unclogging" kann damit vermieden werden, was die Qualität des Stranggusses sicherstellt.

[0042] Zudem tritt am Verschlussstopfen 7 aus einer am Verschlussstopfen 7 exzentrisch ausmündenden Spülgasöffnung 15 Spülgas 16 aus, während der Verschlussstopfen 7 entlang der zweiten Bewegungsbahn 11 bewegt wird. Mit dieser exzentrischen Spülgaszugabe über eine oder mehrere Spülgasöffnungen des rotierenden Verschlussstopfens 7 in unmittelbarer Nähe der Grenzfläche zwischen Feuerfestoberflächen der Stranggießanlage 1 und der Metallschmelze 3 kann insbesondere eine unerwünschte Anbackungen (z. B. von Tonerde) an der mit Metallschmelze 3 benetzten Feuerfestoberflächen der Stranggießanlage 1 verhindert werden. Auch kann sich durch die Drehung des Verschlussstopfens 7 um die z-Achse die Strömungsform des Strömungsfelds stabilisieren und diese so robuster gegenüber Störungen ausgebildet werden.

Viertes Verfahrensbeispiel:

[0043] Nach den Figuren 6a und 6b wird die Restmenge an Metallschmelze 3 im Behälter 2 reduziert, welche Restmenge für einen störungsfreien Betrieb der Stranggießanlage notwendig ist. Hierzu wird das Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ der Metallschmelze 3 in der Kokille 4 verändert,

indem der Verschlussstopfen 7 gegenüber der Einstromöffnung 5a des Tauchgießrohrs 5 um die z-Achse gedreht wird. Damit wird der bestehende Wirbel im Behälter, der durch Coriolisbeschleunigung zufolge der Erdrotation entsteht, abschwächt. Die Gefahr, dass oberflächliche Verunreinigungen am Spiegel des Behälters in den Gießkanal mitgerissen werden, ist so reduziert. Ein längeres Gießen und sohin mehr Ausbeute aus einer Behälterfüllung kann erreicht werden.

[0044] Zudem werden durch diese drehende Bewegung des Verschlussstopfens 7 Schwankungen des Badspiegels 21 in der Kokille 4 vermieden oder zumindest reduziert, welche Schwankungen beispielsweise durch wegbrechende Tonerde-Anbackungen (sogenanntes "Unclogging") im Bereich des Regelspalts ausgelöst werden können. Das veränderte Strömungsfeld $u_{x,y,z,t}$ kann nämlich Ablagerung von Tonerde-Partikel aufgrund von zusätzlich induzierten Wandschubspannungen, die aus einer Drehung des Verschlussstopfens 7 resultieren, vermeiden.

[0045] Optional kann für Reinigungszwecke auch zusätzlich noch über den Verschlussstopfen 7 Spülgas 16 in die Metallschmelze 3 eingetragen werden.

[0046] Im Allgemeinen wird festgehalten, dass "insbesondere" als "more particularly" ins Englische übersetzt werden kann. Ein Merkmal, dem "insbesondere" vorangestellt ist, ist als fakultatives Merkmal zu betrachten, das weggelassen werden kann, und stellt damit keine Einschränkung, beispielsweise der Ansprüche, dar. Das Gleiche gilt für "vorzugsweise", ins Englische übersetzt als "preferably".

Patentansprüche

1. Verfahren zum, insbesondere kontinuierlichen, Stranggießen eines Strangs, bei dem, insbesondere bei einem Abzug des Strangs,

eine Metallschmelze (3) von einem, einen Verschlussstopfen (7) aufweisenden Behälter (2), insbesondere Zwischenbehälter, über mindestens ein Tauchgießrohr (5) in das Flüssigkeitsbad (6) einer Kokille (4) fließt und hierbei der Volumenstrom der Metallschmelze (3) durch dieses Tauchgießrohr (5) von einem Verschlussstopfen (7) eingestellt und/oder geregelt wird, indem ein mit dem Verschlussstopfen (7) verbundener Manipulator (8) den Verschlussstopfen (7) in einem ersten Freiheitsgrad (z), insbesondere entlang einer ersten Bewegungsbahn (9), bewegt, wodurch sich in der Metallschmelze (3) ein Strömungsfeld ($u_{x,y,z,t}$) zumindest vom Behälter (2) bis in die Kokille (4) ausbildet,

dadurch gekennzeichnet, dass der Manipulator (8), während, insbesondere beim Abzug des Strangs, die Metallschmelze (3)

- vom Behälter (2) über das Tauchgießrohr in das Flüssigkeitsbad (6) der Kokille (4) fließt, den Verschlussstopfen (7) in zumindest einem weiteren Freiheitsgrad ($x, y, \varphi x, \varphi y, \varphi z$), der zum ersten Freiheitsgrad (z) verschieden ist, insbesondere entlang einer zweiten Bewegungsbahn (11), bewegt und damit auf die Metallschmelze (3) strömungsmechanisch einwirkt, um das ausgebildete Strömungsfeld ($u_{x,y,z,t}$) zu verändern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dieser Bewegung der Verschlussstopfen (7) auf die Metallschmelze (3) derart strömungsmechanisch einwirkt, dass sich das ausgebildete Strömungsfeld ($u_{x,y,z,t}$) zumindest vom Behälter (2) bis in die Kokille (4) verändert.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem in der Kokille (4) veränderten Strömungsfeld ($u_{x,y,z,t}$) eine Welligkeit (W) einer Badspiegeloberfläche (21a) des Flüssigkeitsbads (6) und/oder eine Schwankung eines Badspiegels (21) des Flüssigkeitsbads (6) der Kokille (4) reduziert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem in der Kokille (4) veränderten Strömungsfeld ($u_{x,y,z,t}$) zwei zueinander entgegengesetzt drehende Wirbelgebiete (DR) im Flüssigkeitsbad (6) der Kokille (4) symmetriert werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem veränderten Strömungsfeld ($u_{x,y,z,t}$) Anbackungen, insbesondere im Tauchgießrohr (5), gelöst oder verhindert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem veränderten Strömungsfeld ($u_{x,y,z,t}$) eine Restmenge an Metallschmelze (3) im Behälter (2) reduziert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Bewegung des Verschlussstopfens (7) in dem zumindest einen weiteren Freiheitsgrad ($x, y, \varphi x, \varphi y, \varphi z$) der Volumenstrom der Metallschmelze (3) durch das Tauchgießrohr (5) im Wesentlichen gleich bleibt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Sensor (14) einer Einrichtung (18) die Kontur der Oberfläche (21a) des Badspiegels (21) erfasst, und dass die Einrichtung (18) den Manipulator (8) zur Bewegung des Verschlussstopfens (7) ansteuert.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der weitere Freiheitsgrad ($x, y, \varphi x, \varphi y, \varphi z$) ein translatorischer Freiheitsgrad (x, y) oder ein rotatorischer Freiheitsgrad ($\varphi x, \varphi y, \varphi z$) ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Manipulator (8) den Verschlussstopfen (7) in mehreren, insbesondere zumindest zwei, weiteren Freiheitsgraden ($x, y, \varphi x, \varphi y, \varphi z$) translatorisch und/oder rotatorisch bewegt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Verschlussstopfen (7) aus zumindest einer am Verschlussstopfen (7), vorzugsweise exzentrisch, ausmündenden Spülgasöffnung (15) Spülgas (16) austritt, während der Verschlussstopfen (7) in dem zumindest einen weiteren Freiheitsgrad ($x, y, \varphi x, \varphi y, \varphi z$) bewegt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Manipulator (8) den Verschlussstopfen (7) um eine Drehachse ($\varphi x, \varphi y, \varphi z$) dreht, während aus diesem das Spülgas (16) austritt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Manipulator (8) als Roboter (17), insbesondere mit sechs Freiheitsgraden (6DoF), ausgebildet ist.

FIG.1

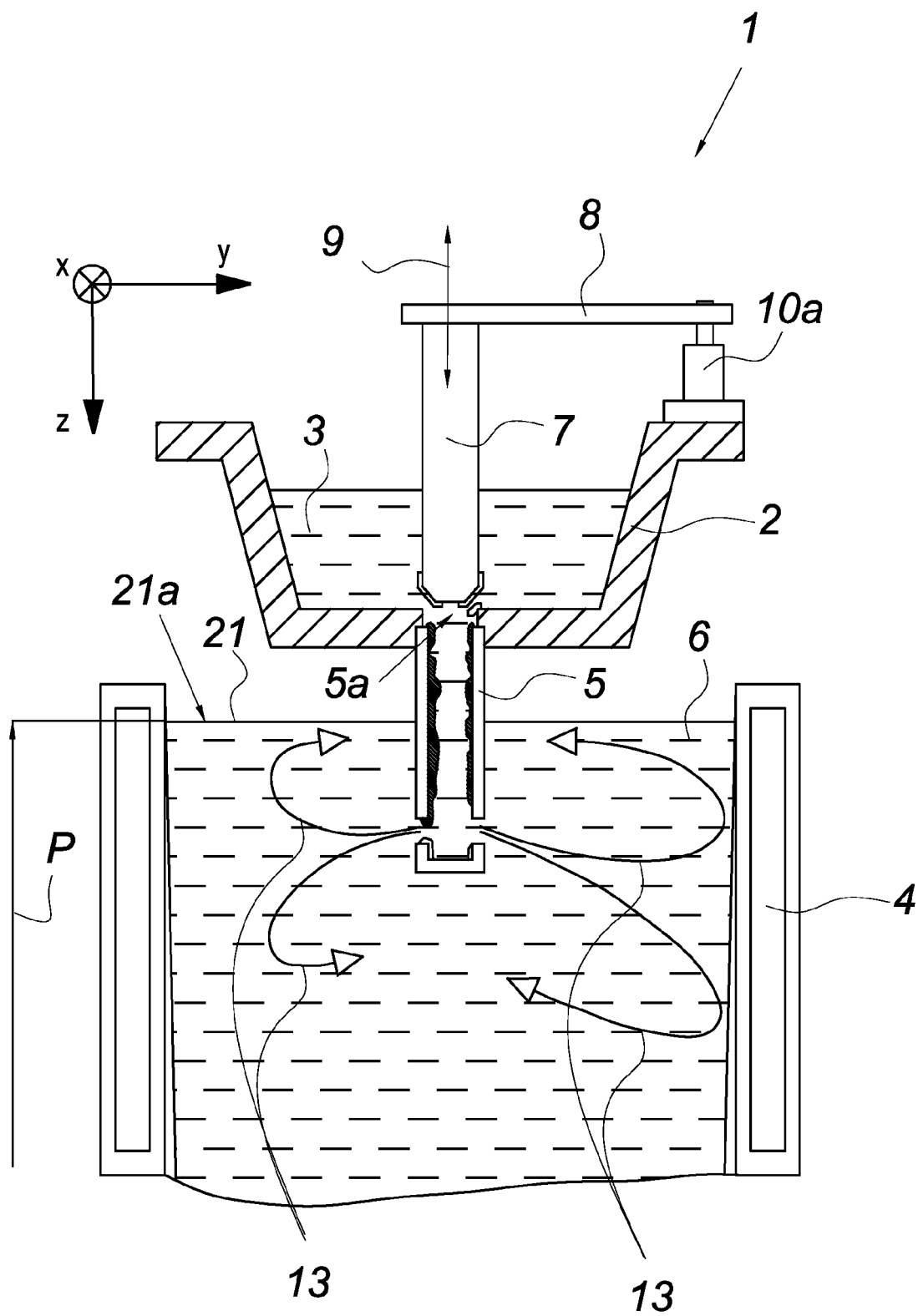


FIG. 2

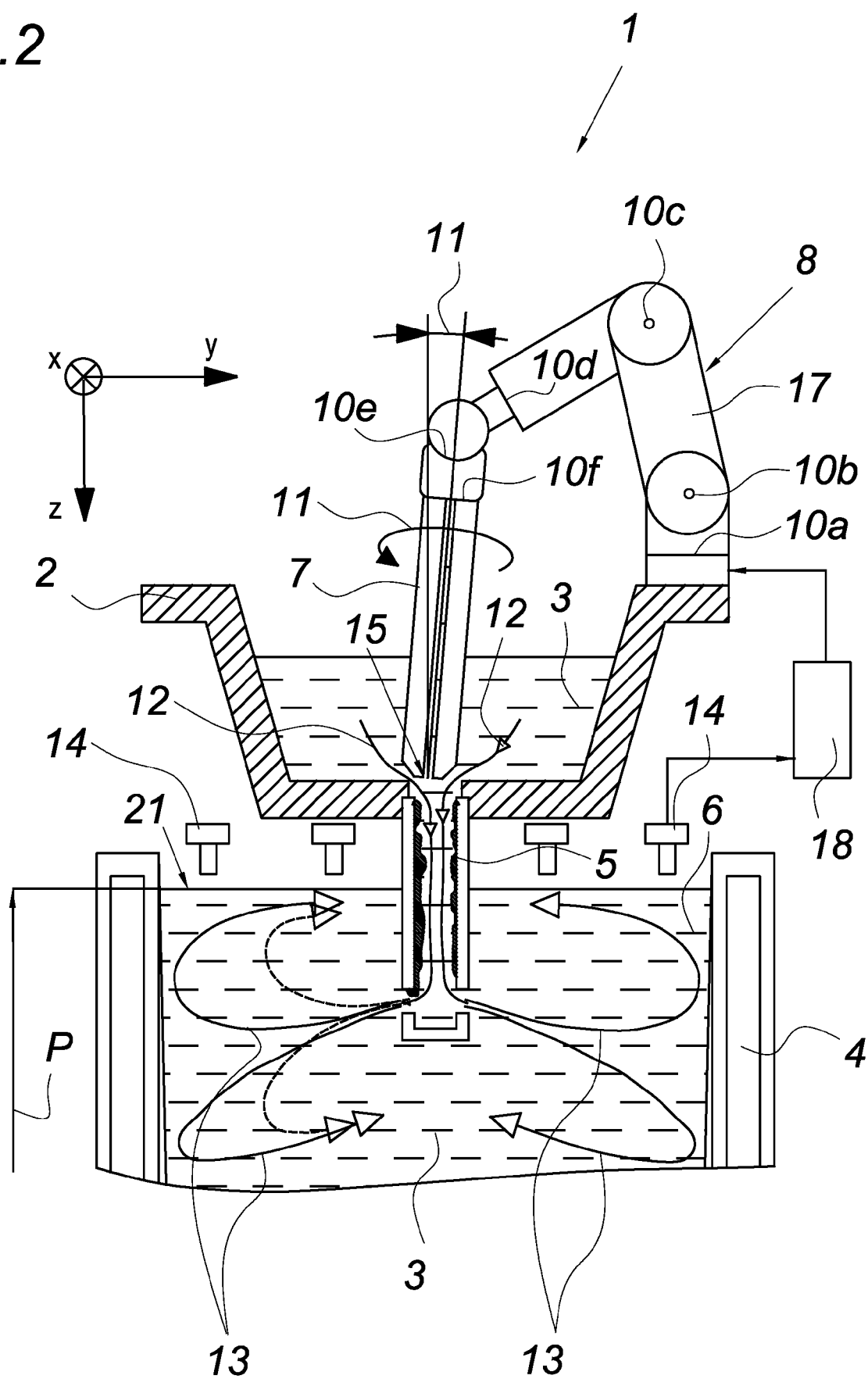


FIG.3a

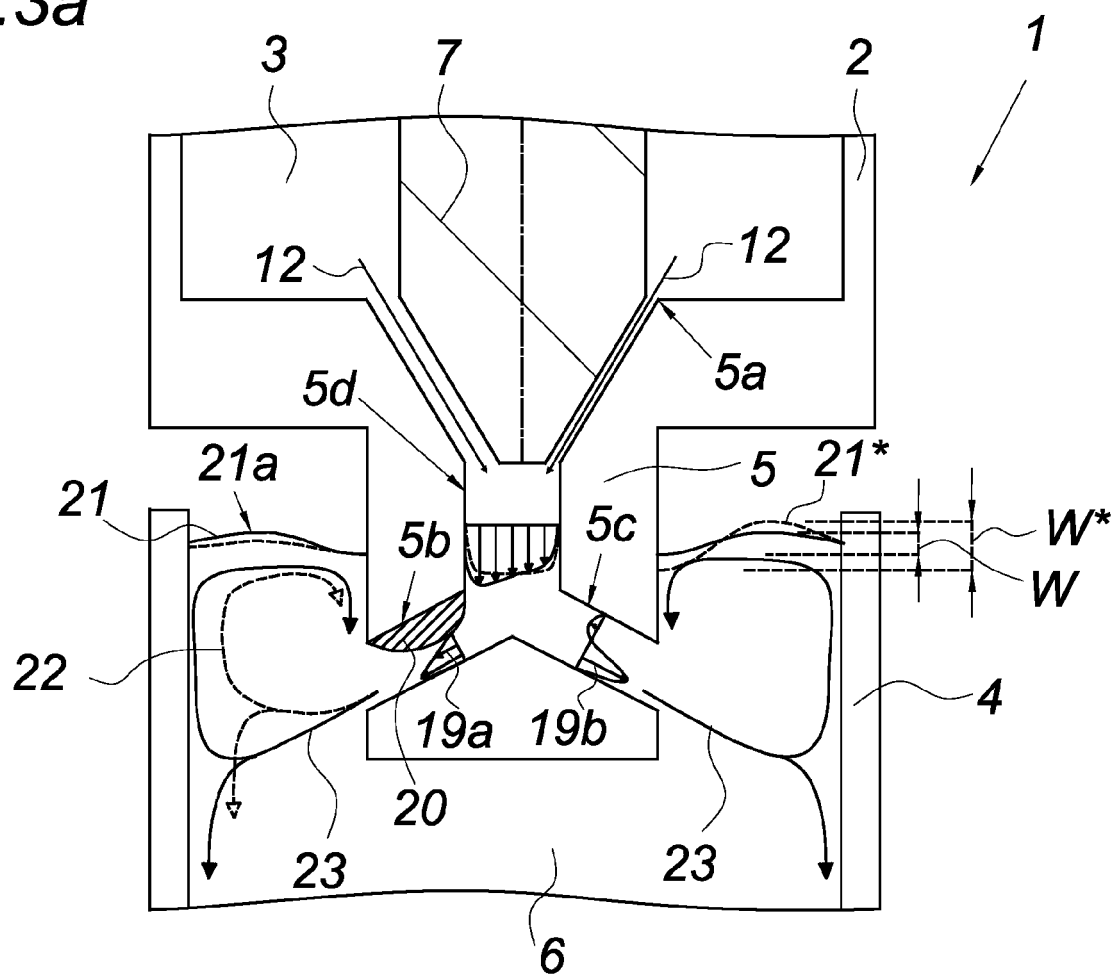


FIG.3b

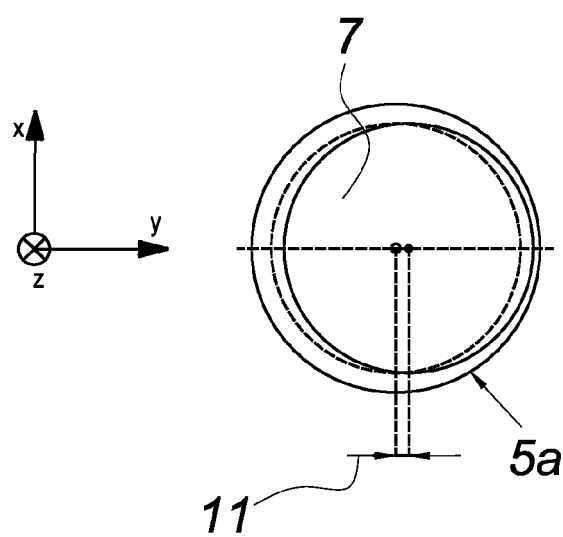


FIG.4a

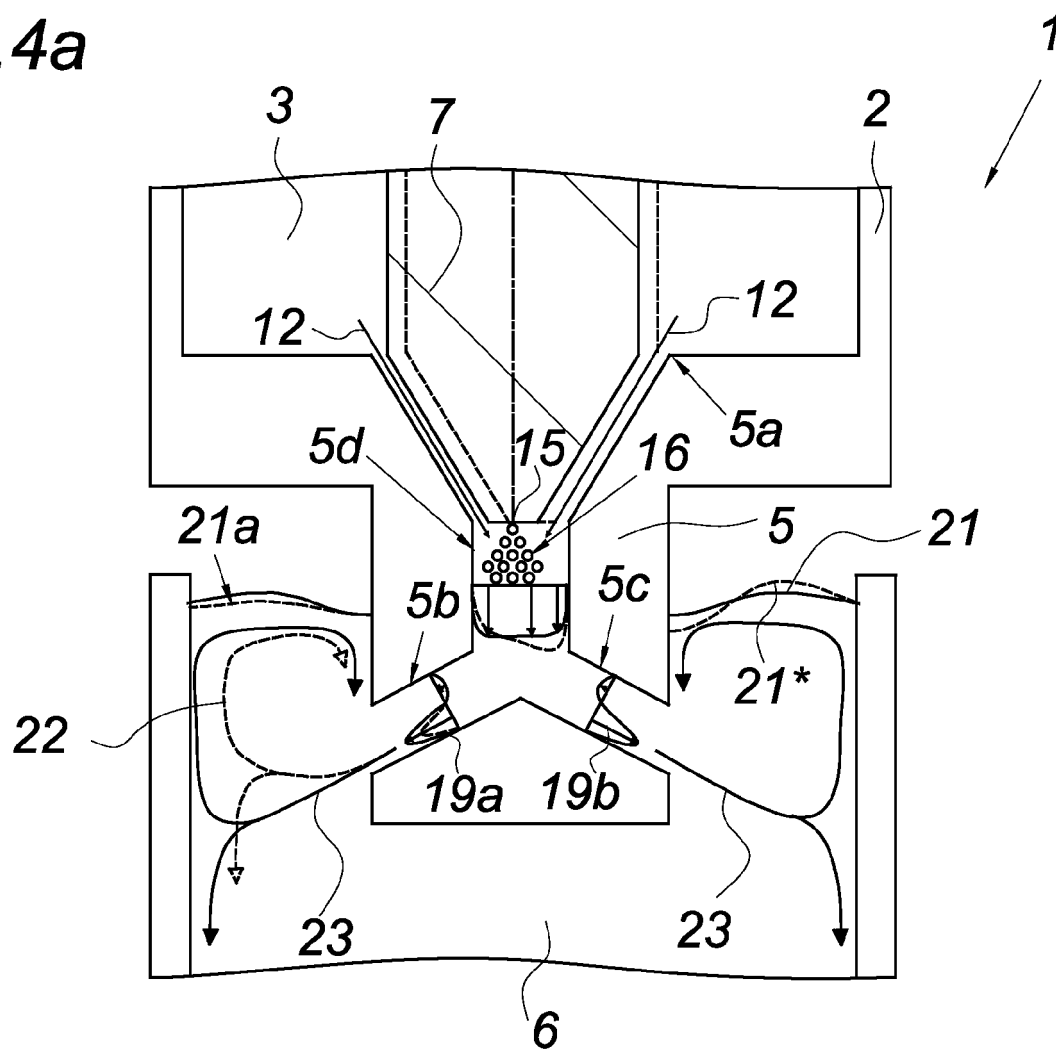


FIG.4b

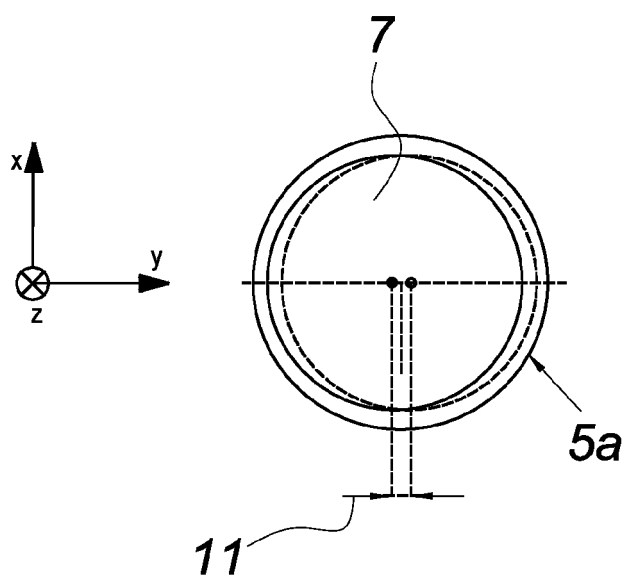


FIG.5a

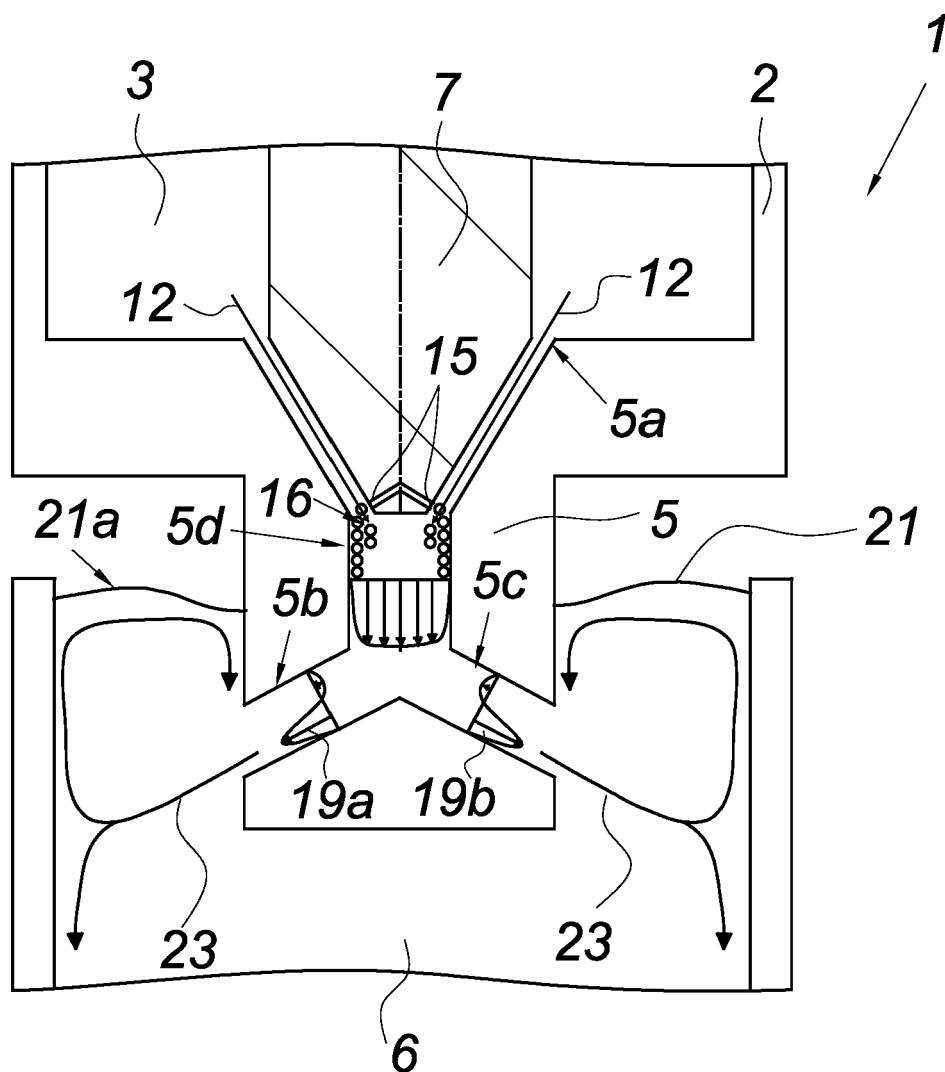


FIG.5b

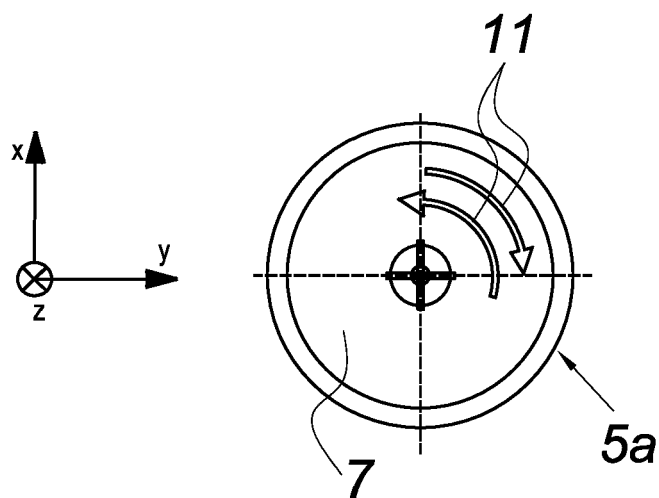


FIG. 6a

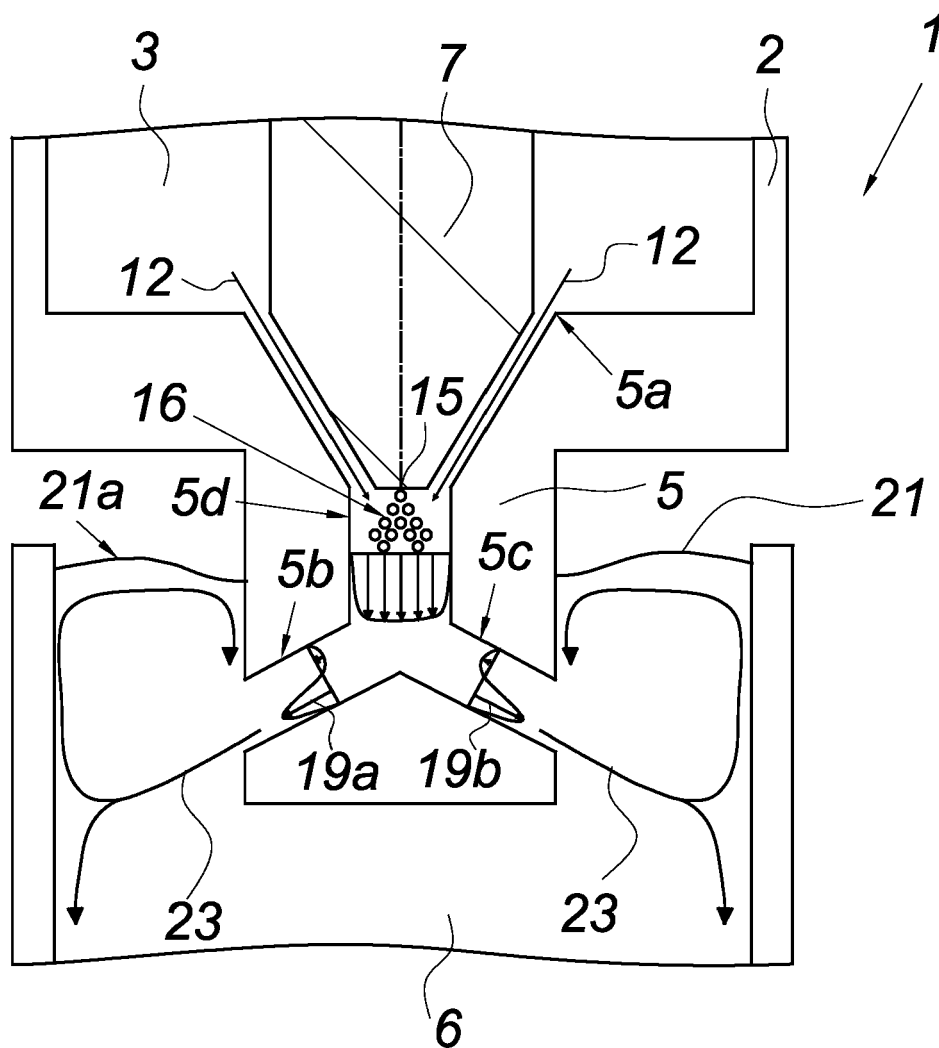
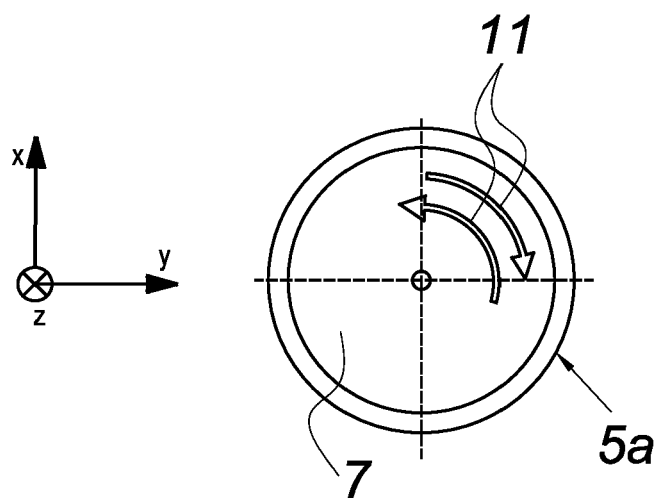


FIG. 6b





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 9818

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 952 922 A (DITTO EDWIN D ET AL) 27. April 1976 (1976-04-27) * Abbildungen 1-6 * * Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 7 * * Spalte 1, Zeile 30 - Spalte 2, Zeile 2 * * Spalte 2, Zeile 22 - Spalte 5, Zeile 65 * * -----	1-13	INV. B22D41/16 B22D41/20
A	CN 102 985 196 A (SMS SIEMAG AG) 20. März 2013 (2013-03-20) * Abbildung 1 * * Absatz [0001] * * Absatz [0006] - Absatz [0012] * * Absatz [0017] - Absatz [0019] * * -----	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 18. Januar 2024	Prüfer Jung, Régis
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 18 9818

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-01-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 3952922 A	27-04-1976	KEINE	
15	CN 102985196 A	20-03-2013	BR 112012023626 A2	02-08-2016
			CA 2793913 A1	22-09-2011
			CN 102985196 A	20-03-2013
			DE 102010012062 A1	22-09-2011
			EP 2547472 A1	23-01-2013
20			KR 20120132637 A	06-12-2012
			RU 2012144443 A	27-04-2014
			WO 2011113701 A1	22-09-2011
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0564674 A1 [0002]
- WO 9530500 A1 [0003]
- WO 0002685 A1 [0003]