

(19)



(11)

EP 3 395 472 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.10.2018 Patentblatt 2018/44

(51) Int Cl.:
B22D 11/055 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18167873.1**

(22) Anmeldetag: **18.04.2018**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **25.04.2017 DE 102017206914**

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Wiens, Oliver**
40667 Meerbusch-Büderich (DE)
• **Gabor, Pawel**
41470 Neuss (DE)
• **Vetter, Mike**
46519 Alpen (DE)

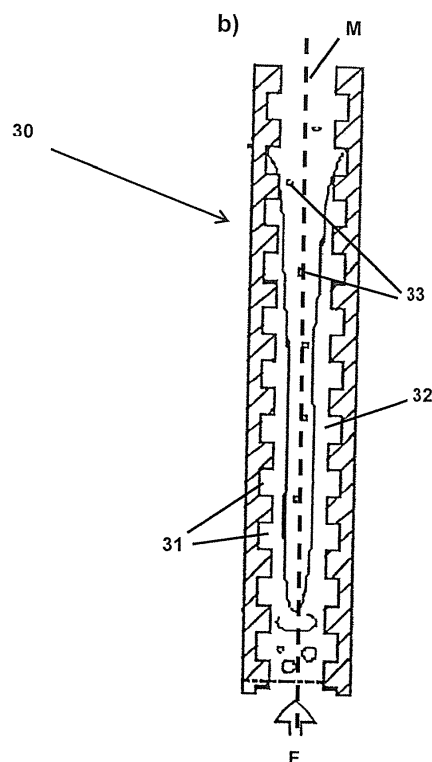
(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(54) **STRANGGIESSKOKILLE MIT STRÖMUNGSOPTIMIERTER KÜHLUNG**

(57) Kokille (1) zum Stranggießen von schmelzflüssigen Metallen, vorzugsweise Stahl, mit mindestens einem Kühlkanal (30), der sich entlang einer Axialrichtung (M) erstreckt und eingerichtet ist, um von einem Kühlmit-

tel in Axialrichtung (M) durchströmt zu werden, wobei der Kühlkanal (30) ein Drallerzeugungsmittel aufweist, das der Kühlmittelströmung eine definierte radiale Komponente vermittelt.

Fig. 2



EP 3 395 472 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kokille zum Stranggießen von schmelzflüssigen Metallen, vorzugsweise Stahl, mit einem oder mehreren Kühlkanälen.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Eine Stranggießkokille ist eine trichterförmige Gießform, die meist aus wassergekühlten Kupferplatten aufgebaut ist. Üblicherweise weist die Kokille einen sich in Gießrichtung verjüngenden quadratischen oder rechteckigen Querschnitt auf. Die heiße Schmelze wird durch ein Tauchgießrohr in den Formraum der Kokille bis zum sogenannten Badspiegel eingeleitet und durch die sich konisch verjüngende Kokille transportiert, wodurch Brammen im Stranggießverfahren gegossen werden. Die konische Anstellung der Kokillenwände ist nötig, da der flüssige Stahl in der Kokille stark abkühlt und sich dabei zusammenzieht. Die Kokillenwände führen und kühlen den Strang, um ein definiertes Gießergebnis, frei von Rissen und Defekten zu erzielen.

[0003] Um die Wärme des zu gießenden Stahls abzu-
leiten, weisen die Kokillenwände Kühlkanäle auf, durch
die ein Kühlmittel, etwa Wasser, strömt. So beschreibt
die WO 03/092931 A1 eine Kokille zum Stranggießen
von schmelzflüssigen Metallen, die mit Kühlkanälen in
der von der Kontaktfläche mit der Schmelze abgewand-
ten Kokillenseite ausgestattet ist. Die Kühlkanalwände
können beispielsweise als Glattringe mit allenfalls ferti-
gungstechnischer Rauheit ausgeführt sein. Bekannt sind
außerdem sogenannte U-Slots mit Füllstücken, insbe-
sondere auf dem Gebiet der Dünnbrammenkokillen,
Bohrungen und einfache Kühlkanalgeometrien. Zur Ver-
besserung der Kühlwirkung ist es ferner bekannt, die
Oberfläche der Kühlkanäle durch Riefen zu vergrößern
oder die Kühlkanäle mit turbulenz erzeugenden Elemen-
ten zu versehen, um eine nicht-stationäre, verwirbelte
Strömung zu erzeugen, wodurch eine bessere Durchmi-
schung des Kühlmittels bewirkt wird. Derartige Maßnah-
men gehen neben der oben genannten WO 03/092931
A1 auch aus der WO 2008/086856 A1 und EP 0 686 444
A1 hervor.

[0004] Nicht in jedem Fall kann eine Dampffilmbildung
an der Kühlkanalwand, die Temperaturen weit über
100°C aufweisen, unterbunden werden, was einen er-
heblichen Abfall des Wärmeaustauschs zur Folge haben
kann. Die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels ist
über den Querschnitt des Kühlkanals nicht konstant, sie
verringert sich zur Kühlkanalwand hin bis zu 0 m/s. Dies
führt dazu, dass die Ablösung der Dampfblasen aufgrund
der niedrigen Strömungsgeschwindigkeit im Randbe-
reich unzureichend ist. Zwar werden die Dampfblasen
ab einer bestimmten Größe vom Strom mitgerissen, sie
verbleiben aber in der Nähe der Kühlkanalwand, wo-
durch es zur sogenannten Siedekrise kommen kann, die

dann vorliegt, wenn die Dampfbildung dazu führt, dass
der Flüssigfilm an der Kühlkanalwand abreißt und die
Wärme somit nicht mehr ausreichend abgeführt werden
kann. Es besteht dann die Gefahr der Überhitzung. Der
zuverlässige und rasche Wärmeaustausch zwischen
dem gegossenen Strang und den Kokillenwänden ist ein
wichtiger Faktor für die Produktivität der Gießanlage und
die Qualität der gegossenen Brammen.

10 Darstellung der Erfindung

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine
Kokille zum Stranggießen von schmelzflüssigen Metal-
len, vorzugsweise Stahl, und ein Verfahren zum Kühlen
einer solchen Kokille anzugeben, die eine höhere Pro-
duktivität und/oder Produktqualität ermöglichen.

[0006] Gelöst wird die Aufgabe mit einer Kokille mit
den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie einem Verfahren
mit den Merkmalen des Anspruchs 6. Vorteilhafte Wei-
terbildungen folgen aus den Unteransprüchen, der fol-
genden Darstellung der Erfindung sowie der Beschrei-
bung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

[0007] Die erfindungsgemäße Kokille dient zum
Stranggießen von schmelzflüssigen Metallen, vorzugs-
weise Stahl. Sie weist eine oder mehrere Kokillenwände
auf, vorzugsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegie-
rung, die trichterförmig zulaufend, gegebenenfalls ver-
stellbar angeordnet sein können. Die Kokille weist min-
destens einen Kühlkanal auf, der sich entlang einer Axial-
richtung erstreckt und eingerichtet ist, um von einem
Kühlmittel in Axialrichtung durchströmt zu werden. Die
Angabe "Axialrichtung" dient der Festlegung einer Nor-
malströmungsrichtung des Kühlmittels, sie schließt da-
her einen gekrümmten, kurvigen, gekreuzten Verlauf und
andere geometrische Formen des Kühlkanals nicht aus.
Vielmehr hat der Kühlkanal besonders bevorzugt eine
zylindrische Form, gebildet aus einer oder mehreren
Kühlkanalinnenwänden, so dass die Axialrichtung mit
der Erstreckungsrichtung des Kühlkanals zusammen-
fällt, die jedoch - wie dargelegt - nicht geradlinig sein
muss, sondern einer anderen, auch komplizierten Tra-
jektorie folgen kann, solange die Normalströmungsrich-
tung entlang des Kühlkanals definiert ist. Der Kühlkanal
kann etwa durch Bohren, Schneiden, Ätzen oder andere
Techniken in die Kokillenwand eingebracht werden. Unter
einer normalen Arbeitsbedingung ist das Kühlmittel
vorzugsweise eine Flüssigkeit, besonders bevorzugt
Wasser oder eine Mischung, die Wasser als eine Haupt-
komponente aufweist.

[0008] Erfindungsgemäß weist der Kühlkanal ein
Drallerzeugungsmittel auf, das der Kühlmittelströmung
eine definierte radiale Komponente vermittelt. Unter einer
"definierten" radialen Komponente ist zu verstehen,
dass diese zumindest abschnittsweise gleichförmig ist,
so dass die radiale rotierende Bewegung des Kühlmittels
- im Unterschied zur durchmischenden, ungerichteten
Turbulenz aus dem Stand der Technik - geordnet ist. In
anderen Worten: Das Drallerzeugungsmittel ist dafür

verantwortlich, dass das Kühlmittel in Rotation versetzt wird, wobei eine Achse entlang der oben definierten Axialrichtung, etwa die Mittellinie des Kühlkanals, sofern eine solche definierbar ist, als Rotationsachse dient. Die resultierende, wohldefinierte Bewegungsrichtung des Kühlmittels setzt sich somit aus der Normalströmungsrichtung entlang der Erstreckungsrichtung des Kühlkanals und einer überlagerten Rotationsbewegung mit radialer Komponente zusammen.

[0009] Durch den so hergestellten Drall, d.h. die Rotation des Kühlmittels bildet sich ein Sog, wodurch eine Phasentrennung des Kühlmittels stattfindet. Dampfblasen, die tendenziell an den heißesten Stellen, d. h. am Rand des Kühlkanals oder der Kühlkanalwand entstehen, werden ins Innere des Kühlkanals transportiert. Gleichzeitig sammelt sich die Flüssigphase des Kühlmittels am Rand, die benetzte Oberfläche vergrößert sich, wodurch ein optimaler Wärmeübergang von der Kühlkanalwand zum Kühlmittel begünstigt wird. Ferner erhöht sich durch den Strudel die Strömungsgeschwindigkeit an der Kühlkanalwand, wodurch die Dampffilmausprägung verzögert und die Blasenablösung von der Wand begünstigt wird. Durch diese Wirkungen kann die sogenannte Siedekrise vermieden oder zumindest herausgezögert werden. Eine Siedekrise liegt vor, wenn die Dampfbildung dazu führt, dass der Flüssigfilm an der Kühlkanalwand abreißt und die Wärme somit nicht mehr ordnungsgemäß abgeführt werden kann. Neben den beiden obigen Wirkungen - Phasentrennung, Blasenablösung durch Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit - finden Nebeneffekte statt, wie etwa eine temperaturbedingte Gasausscheidung. Die Dampfblasen bilden sich an Keimzellen an der Kühlkanalwand, lösen sich und werden wiederum durch das Kühlmittel verdrängt. Durch diese Mechanismen wird der Wärmetransport begünstigt. Aufgrund des optimierten Wärmetransports werden die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Gießprozesses verbessert. Die Lebenszeit der Kokille, insbesondere die der Kupferplatten, sofern angewendet, wird erhöht, da temperaturabhängige Rekristallisationsprozesse speziell bei Kupferwerkstoffen verringert werden oder nicht mehr auftreten. Dadurch lässt sich die Gießleistung verbessern sowie die Gießgeschwindigkeit erhöhen. Ferner kann durch die optimierte Kühlleistung die Wassermenge zur Kühlung reduziert werden. Dies wiederum führt zu einer Energieeinsparung durch eine geringere Pumpenleistung.

[0010] Vorzugsweise ist der Kühlkanal zylindrisch ausgebildet und weist einen kreisförmigen Querschnitt senkrecht zur Erstreckungsrichtung auf. Dadurch lässt sich das Kühlmittel besonders einfach in Rotation versetzen, und die Rotation kann ungestört über weite Strecken aufrechterhalten werden. Dies führt zu einer weiteren Optimierung des Strömungsverhaltens. Abweichungen, insbesondere leichte Abweichungen von einem kreisförmigen Querschnitt sind allerdings möglich. So kann der Kühlkanal beispielsweise einen ovalen, elliptischen oder polygonalen Querschnitt aufweisen, sofern das oben be-

schriebene Strömungsverhalten erzeugt werden kann.

[0011] Vorzugsweise umfasst das Drallerzeugungsmittel eine oder mehrere Rillen und/oder Rippen, die besonders bevorzugt spiralförmig an der Kühlkanalinnenwand vorgesehen sind. Die Anzahl, Steigung und Ausprägung (Tiefe bzw. Höhe), sowie der Abstand, die Flanken-geometrie und andere geometrische Parameter der Rillen oder Rippen können im Hinblick auf die beabsichtigte Drallbildung, den Durchfluss (insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit) und die Wärmeanforderung des Systems optimiert werden. Gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform wird die Drallströmung des Kühlmittels durch spiralförmige Rillen und/oder Rippen erzielt. Gemäß einer anderen Ausführungsform befinden sich im Kühlkanal, vorzugsweise am Eintritt des Kühlkanals, ein oder mehrere Flügel, die ähnlich Turbinenschaukeln ausgebildet sein können. Die Flügel oder Schaufeln können stationär oder beweglich ausgebildet sein. Andere Drallerzeugungsmittel umfassen ein Drallblech oder Draht, vorzugsweise im Wesentlichen über die gesamte Bohr- oder Schlitzlänge. Ferner kann der Drall erzeugt oder die Drallbildung gefördert werden, indem das Kühlmittel tangential zugeführt wird.

[0012] Da der Übergang von der einphasigen flüssigen Kühlmittelströmung zur zweiphasigen Flüssig/Gas-Strömung gerade im hochtemperaturbelasteten Meniskusbereich, d.h. im Bereich des Badspiegels der Kokille gegeben ist, ist der Kühlkanal mit Drallerzeugungsmittel vorzugsweise auf der Höhe des Badspiegels vorgesehen.

[0013] Die oben dargelegte Aufgabe wird ferner mit einem Verfahren gelöst, das zum Kühlen einer Kokille zum Stranggießen von schmelzflüssigen Metallen, vorzugsweise Stahl, vorgesehen ist. Die Kokille ist wie oben beschrieben aufgebaut. Gemäß dem Verfahren wird das Kühlmittel so bereitgestellt und/oder in Umlauf gebracht, dass es den Kühlkanal in Axialrichtung durchströmt. Ferner wird eine definierte radiale Komponente der Kühlmittelströmung erzeugt, wodurch das Kühlmittel in Rotation versetzt wird, wobei eine Achse entlang der oben definierten Axialrichtung als Rotationsachse fungiert. Somit findet eine Trennung der Flüssigphase und Gasphase des Kühlmittels statt, wobei Gasblasen, die tendenziell am Rand des Kühlkanals oder an einer Kühlkanalinnenwand entstehen, ins Innere des Kühlkanals transportiert werden.

[0014] Die technischen Wirkungen, bevorzugten Ausführungsformen und Beiträge zum Stand der Technik, die mit Bezug auf die Kokille beschrieben wurden, gelten analog für das Verfahren zum Kühlen der Kokille.

[0015] Die beschriebene Kokille dient zum Stranggießen von schmelzflüssigen Metallen, vorzugsweise Stahl. Besonders bevorzugt weist die Kokille Wände aus einer oder mehreren Kupferplatten auf, die als Wärmetauscher besonders geeignet sind. Die Erfindung eignet sich zum Kühlen von Dünnbrammenkokillen mit Verdrängerkörpern oder Tieflochbohrungen zur Formgebung des einen oder der mehreren Kühlkanäle.

[0016] Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele ersichtlich. Die dort beschriebenen Merkmale können alleinstehend oder in Kombination mit einem oder mehreren der oben dargelegten Merkmale realisiert werden, insofern sich die Merkmale nicht widersprechen. Die folgende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele erfolgt dabei unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0017] Die Figur 1 zeigt schematisch eine Stranggießanlage mit Kokille im Längsschnitt mit nachgeordneter Stützföhrung.

[0018] Die Figur 2 zeigt schematisch die Innenwandstruktur eines Kühlkanals, wobei der Figurenausschnitt a) eine aufgeschnittene dreidimensionale Ansicht ist und der Figurenausschnitt b) einen Längsschnitt durch den Kühlkanal zeigt.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0019] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben. Dabei sind gleiche, ähnliche oder gleichwirkende Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen, und auf eine wiederholende Beschreibung dieser Elemente wird teilweise verzichtet, um Redundanzen zu vermeiden.

[0020] Die Figur 1 zeigt schematisch eine Stranggießanlage mit einer Kokille 1. Unterhalb der Kokille 1 sind ein Führungsgitter 2, mehrere Stützföhrungsrollen 3 und ein Treibrollenpaar 4 angeordnet. Zur Umleitung des gegossenen Stranges 5 in die Horizontale sind eine Biegerolle 6 und eine Leitrolle 7 vorgesehen. Zum Geraderichten des Stranges 5 nach der Umleitung dient ein Richttreiber 8. Der gegossene Strang 5 kann unterhalb der Kokille durch Aufsprühen von Wasser geköhlt werden.

[0021] Der Formraum 9 der Kokille 1 wird hier beispielhaft durch eine ebene Formwandung 10' einer ersten Breitseitenwand 10 und eine gewölbte Formwandung einer zweiten Breitseitenwand 11, sowie zwei dazwischen angeordnete Schmalseitenwände (in der Figur 1 nicht gezeigt) aufgebaut. Die ebene erste Breitseitenwand 10 und die ebenen seitlichen und unteren Flächen der gewölbten zweiten Breitseitenwand 11 sind in einem Winkel α zur Vertikalen geneigt. Ein Kokillenrahmen 13 ist an einer Oszillationsföhrung 14 verschiebbar vorgesehen. Die beispielhafte Oszillationsrichtung entsprechend dem Neigungswinkel α der ebenen Breitseitenwand 10 ist durch einen Doppelpfeil 15 verdeutlicht. Das Führungsgitter 2 und die Stützföhrungsrollen 3 bilden eine im Winkel α zur Vertikalen geneigte, d.h. der Strangaustrittsrichtung entsprechende Führungsbahn.

[0022] Die Stahlschmelze wird durch ein

Tauchgießrohr 16 in den Formraum 9 der Kokille 1 bis zum Badspiegel 17 eingeleitet. Das Tauchgießrohr 16 ist zur Gewährleistung eines ausreichenden Freiraumes zu den Formwandungen vorzugsweise abgeflacht. Während des Gießbetriebs befinden sich seitliche Ausströmungsöffnungen 18 unterhalb des Badspiegels 17.

[0023] In den Breitseitenwänden 10, 11 und Schmalseitenwänden der Kokille befinden sich Kühlkanäle 30, durch die ein Kühlmittel strömt. Das Kühlmittel ist vorzugsweise Wasser oder eine Mischung, deren Hauptkomponente Wasser ist. Die Kühlkanäle 30 verlaufen vorzugsweise parallel zu den Innenflächen der Breitseitenwände 10, 11 und Schmalseitenwände. Durch die rasche Abkühlung der Stahlschmelze erstarrt diese an den Kokillenwandungen zu einer Strangschale 20.

[0024] Die Figur 2 zeigt schematisch die Innenwandstruktur eines beispielhaften Kühlkanals 30. Hierbei ist der Figurenausschnitt a) eine aufgeschnittene dreidimensionale Ansicht, während Figurenausschnitt b) einen Längsschnitt durch den Kühlkanal 30 zeigt.

[0025] Der Kühlkanal 30 ist zylindrisch ausgebildet, er weist einen wenigstens ungefähr kreisförmigen Querschnitt senkrecht zur Mittellinie M auf, die sich in Längsrichtung des Kühlkanals 30 erstreckt. Zwar ist eine solche zylindrische Form, insbesondere ein kreisförmiger Querschnitt, bevorzugt, da er der weiter unten beschriebenen Drallwirkung zuträglich ist, allerdings kommen auch andere Querschnitte - etwa ein ovaler, elliptischer oder polygonaler - infrage, sofern Mittel vorhanden sind und die Geometrie geeignet ist, eine strudelähnliche, rotierende Strömung des Kühlmittels zu erreichen.

[0026] Zu diesem Zweck weist die Innenwand des Kühlkanals 30 im vorliegenden Ausführungsbeispiel eine oder mehrere Rillen, d.h. Vertiefungen 31 auf, die wie ein Gewinde spiralförmig eingeprägt oder ausgeschnitten oder auf andere Weise eingebracht sind. Eine Herstellungsmöglichkeit der Rillen 31 besteht darin, mit einem Spezialwerkzeug einen spiralförmigen Verlauf in die Innenwand des Kühlkanals 30 einzuschneiden. Das zylindrische Werkzeug hinterläßt auf der Kühlkanalwand Rillen 31 oder Riefen, die spiralförmig parallel oder auch kreuzend verlaufen können.

[0027] Die beschriebene Geometrie des Kühlkanals 30 föhrt nun dazu, dass die normale Axialströmung entlang der Achse M von einer Drallströmung überlagert wird, die eine definierte radiale Komponente aufweist. Durch die Rillen 31 entsteht somit im Unterschied zu turbulenz erzeugenden Elementen aus dem Stand der Technik keine ungerichtete, durchmischende Turbulenz des Kühlmittels, sondern das Kühlmittel erfährt ein wohldefiniertes Strömungsverhalten, das sich aus einer Normalströmung entlang der Längsrichtung des Kühlkanals 30 und einer überlagerten Drallströmung, d.h. strudelähnlichen Strömung mit radialer Komponente zusammensetzt. Dadurch werden Dampfblasen, die durch das Verdampfen der Flüssigkeit tendenziell an der Kühlkanalwand entstehen, ins Innere des Kühlkanals 30 transportiert. Es findet somit eine Phasentrennung des Kühl-

mittels statt, wobei die Flüssigkomponente sich am Rand des Kühlkanals sammelt, während die Gaskomponente nach innen transportiert wird. Die Anzahl, Steigung und Ausprägung (Tiefe bzw. Höhe), sowie der Abstand, die Flanken- und andere geometrische Parameter der Rillen 31 können im Hinblick auf die beabsichtigte Drallbildung, den Durchfluss (insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit) und die Wärmeanforderung des Systems optimiert werden. Durch den Drall entsteht ein Sog, der die Separation der Zweiphasenströmung begünstigt und die Gasphase auf die besprochene Weise ins Zentrum des Kühlkanals 30 drängt. Dadurch wird ein optimaler Wärmeübergang zwischen der Kühlkanalwand und dem Kühlmittel geschaffen. Ferner erhöht sich die grenzschichtnahe Strömungsgeschwindigkeit an der Kühlkanalwand, wodurch die Dampffilmausprägung verzögert sowie die Blasenablösung von der Wand begünstigt wird. Durch diese Wirkungen erfolgt eine optimale Benetzung der Kühlkanalwand. Folglich ist ein optimierter Wärmeübergang zwischen der Kühlkanalwand und dem Kühlmittel gegeben.

[0028] Die obigen technischen Wirkungen gehen aus dem Figurenausschnitt 2b) hervor, in dem die wandseitige Flüssigphase des Kühlmittels mit dem Bezugszeichen 32 und die nach innen tendierende Gasphase mit dem Bezugszeichen 33 bezeichnet sind. Das Kühlmittel F strömt im Figurenausschnitt 2b) von unten in den Kühlkanal 30 ein und wird durch die Rillen 31 in Rotation versetzt. Die mit der Flüssigphase 32 benetzte Oberfläche ist vergrößert und begünstigt einen optimalen Wärmeübergang zur Kühlkanalwand. Durch diese wohldefinierte und beabsichtigte Phasentrennung kann die sogenannte Siedekrise vermieden oder zumindest herausgezögert werden. Eine Siedekrise liegt vor, wenn die Dampfbildung dazu führt, dass der Flüssigfilm an der Kühlkanalwand abreißt und die Wärme somit nicht mehr ordnungsgemäß abgeführt werden kann.

[0029] In der Ausführungsform der Figur 2 wird die Drallströmung des Kühlmittels durch spiralförmige Rillen 31 erzielt. Gemäß einer anderen Ausführungsform befinden sich im Kühlkanal 30, vorzugsweise am Eintritt des Kühlkanals 30, ein oder mehrere Flügel, die ähnlich Turbinenschaufeln ausgebildet sind. Andere Mittel sind ein Drallblech oder Draht, vorzugsweise im Wesentlichen über die gesamte Bohr- oder Schlitzlänge. Ferner kann der Drall erzeugt oder die Drallbildung gefördert werden, indem das Kühlmittel tangential zugeführt wird. Für Kokillenplatten mit Füllstücken ist eine strömungsoptimierte Prägung der Füllstücke technisch realisierbar.

[0030] Vorzugsweise durchströmt das Kühlmittel den Kühlkanal 30 mit einer Geschwindigkeit relativ zur Kühlkanalwand von mehr als 7 m/s, um die Dampffilmbildung wirksam zu unterbinden. Da der Übergang von der einphasigen Kühlmittelströmung zur zweiphasigen Flüssig/Gas-Strömung gerade im hochtemperaturbelasteten Meniskusbereich, d.h. im Bereich des Badspiegels 17 gegeben ist, sind Kühlkanäle vorzugsweise in diesem Bereich mit Mitteln zur Drallbildung versehen.

[0031] Neben den oben beschriebenen technischen Wirkungen finden Nebeneffekte statt, wie etwa eine temperaturbedingte Gasausscheidung. Die Dampfblasen bilden sich an Keimzellen an der Kühlkanalwand, lösen sich und werden wiederum durch das Kühlmittel verdrängt. Durch diesen Mechanismus wird der Wärmetransport begünstigt. Durch die besprochene Radialströmung, d.h. den Drall wird das Ablösen der Dampfblasen erleichtert, es kommt zu einem intensiven Stoffaustausch, wodurch die Kühlleistung erhöht werden kann.

[0032] Aufgrund des optimierten Wärmetransports können die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Gießprozesses verbessert werden. Die Lebenszeit der Kokille, insbesondere die der Kupferplatten, sofern als Kokillenhüllen angewendet, wird erhöht, da temperaturabhängige Rekristallisationsprozesse speziell bei Kupferwerkstoffen verringert werden oder nicht mehr auftreten. Dadurch lässt sich die Gießleistung verbessern sowie die Gießgeschwindigkeit erhöhen. Ferner kann durch die optimierte Kühlleistung die Wassermenge zur Kühlung reduziert werden. Dies wiederum führt zu einer Energieeinsparung durch eine geringere Pumpenleistung.

[0033] Soweit anwendbar können alle einzelnen Merkmale, die in den Ausführungsbeispielen dargestellt sind, miteinander kombiniert und/oder ausgetauscht werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0034]

1	Kokille
2	Führungsgitter
3	Stützführungsrollen
4	Treibrollenpaar
5	Gegossener Strang
6	Biegerolle
7	Leitrolle
8	Richttreiber
9	Formraum
10	Erste Breitseitenwand
10'	Formwandung
11	Zweite Breitseitenwand
13	Kokillenrahmen
14	Oszillationsführung
15	Oszillationsrichtung
16	Tauchgießrohr
17	Badspiegel
18	Ausströmungsöffnung
20	Strangschale
30	Kühlkanal
31	Rille
32	Flüssigphase des Kühlmittels
33	Gasphase des Kühlmittels
M	Mittellinie des Kühlkanals/Axialrichtung
F	Kühlmittel

Patentansprüche

1. Kokille (1) zum Stranggießen von schmelzflüssigen Metallen, vorzugsweise Stahl, mit mindestens einem Kühlkanal (30), der sich entlang einer Axialrichtung (M) erstreckt und eingerichtet ist, um von einem Kühlmittel (F) in Axialrichtung (M) durchströmt zu werden, wobei der Kühlkanal (30) ein Drallerzeugungsmittel aufweist, das der Kühlmittelströmung eine definierte radiale Komponente vermittelt. 5
10
2. Kokille (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkanal (30) zylindrisch ist, vorzugsweise einen kreisförmigen Querschnitt senkrecht zur Axialrichtung (M) aufweist. 15
3. Kokille (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkanal (30) eine Kühlkanalinnenwand aufweist und das Drallerzeugungsmittel eine und/oder mehrere Rillen (31) oder Rippen umfasst, die vorzugsweise spiralförmig an der Kühlkanalinnenwand vorgesehen sind. 20
4. Kokille (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Drallerzeugungsmittel einen oder mehrere Flügel umfasst. 25
5. Kokille (1) nach einem der vorigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkanal (30) mit Drallerzeugungsmittel auf der Höhe des Badspiegels (17) der Kokille (1) vorgesehen ist. 30
6. Verfahren zum Kühlen einer Kokille (1) zum Stranggießen von schmelzflüssigen Metallen, vorzugsweise Stahl, wobei die Kokille (1) mindestens einen Kühlkanal (30) aufweist, der sich entlang einer Axialrichtung (M) erstreckt, wobei das Verfahren aufweist: 35
40
Bereitstellen des Kühlmittels (F), so dass dieses den Kühlkanal (30) in Axialrichtung (M) durchströmt;
Erzeugen einer definierten radialen Komponente der Kühlmittelströmung, wodurch das Kühlmittel in Rotation versetzt wird, wobei eine Achse entlang der Axialrichtung (M) als Rotationsachse fungiert. 45
50
55

Fig. 1

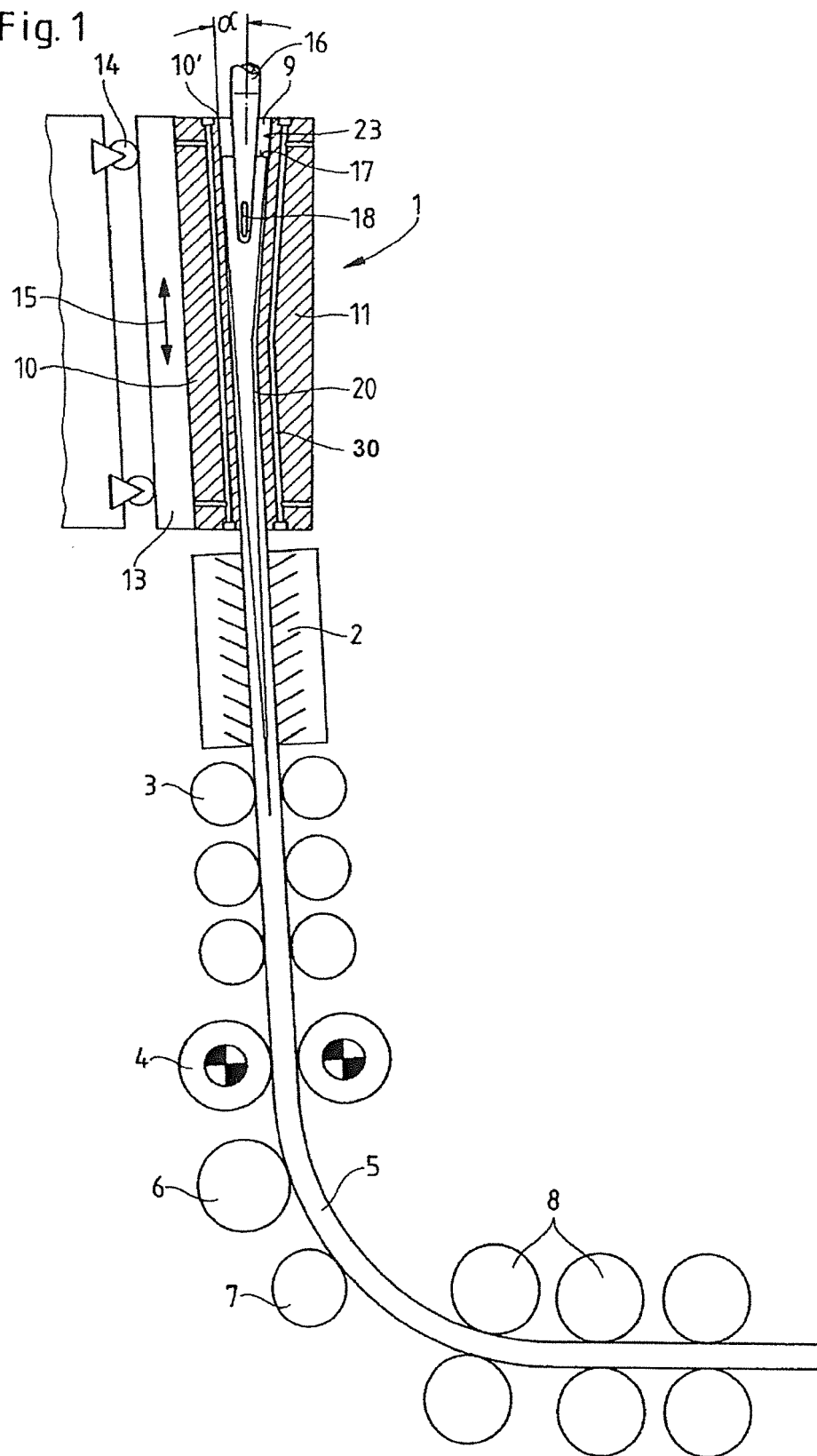
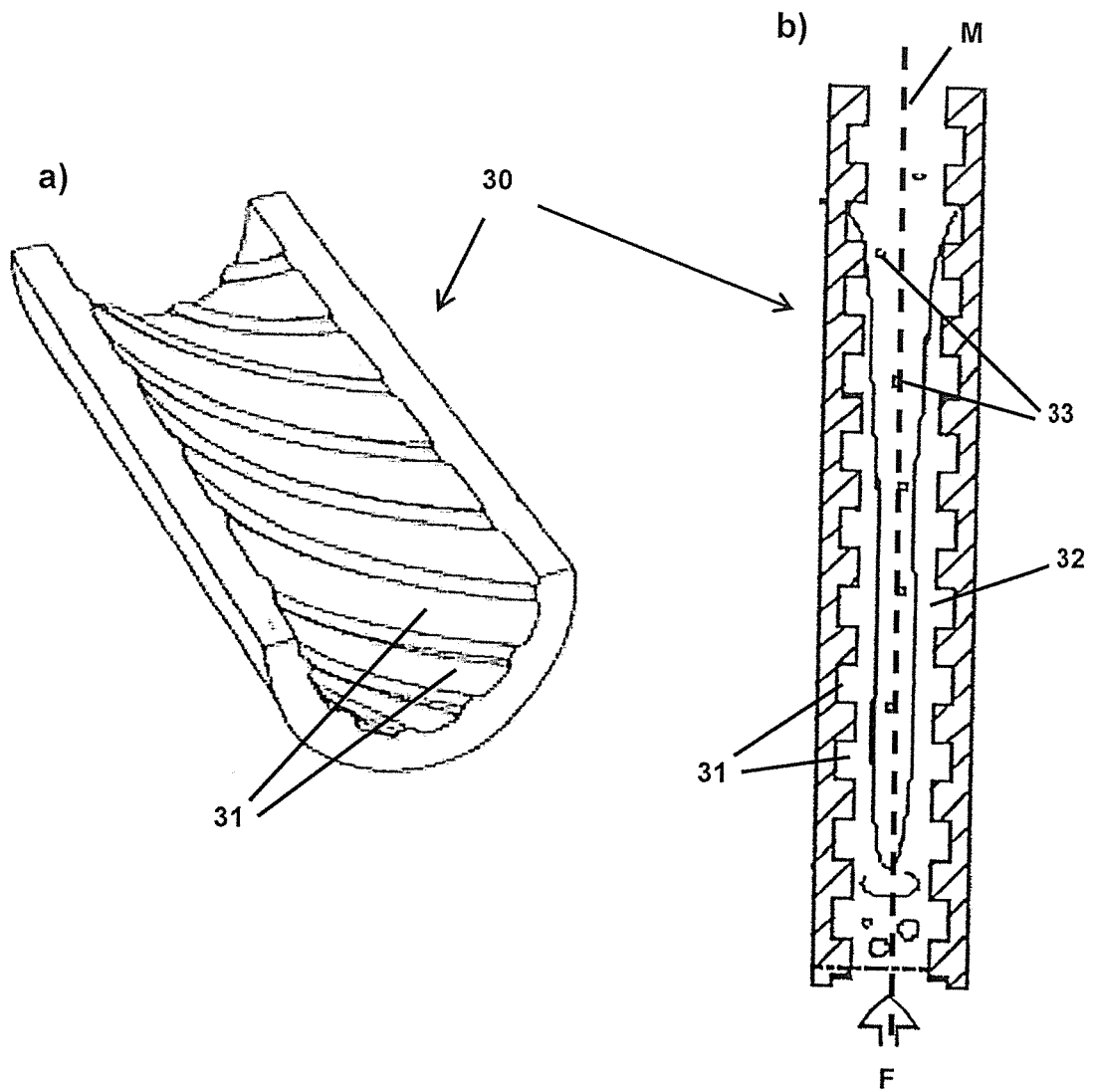


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 16 7873

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP S59 141347 A (KUROKI KOGYOSHO KK) 14. August 1984 (1984-08-14) * Abbildungen 1-3 * * Zusammenfassung *	1-6	INV. B22D11/055
X	JP H09 141395 A (KAWASAKI STEEL CO) 3. Juni 1997 (1997-06-03) * Abbildungen 1,2,5 * * Zusammenfassung *	1-6	
X	DE 10 2007 002405 A1 (SMS DEMAG AG [DE]) 24. Juli 2008 (2008-07-24) * Abbildung 4 * * Anspruch 1 *	1-6	
X	WO 2016/135690 A1 (PAVLICEVIC MILORAD [IT]) 1. September 2016 (2016-09-01) * Abbildungen 26,28,32 *	1,2,5,6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. Juli 2018	Prüfer Peis, Stefano
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 18 16 7873

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

20-07-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S59141347 A	14-08-1984	KEINE	
JP H09141395 A	03-06-1997	KEINE	
DE 102007002405 A1	24-07-2008	AR 064927 A1	06-05-2009
		BR PI0718884 A2	17-12-2013
		CA 2670037 A1	24-07-2008
		CN 101646515 A	10-02-2010
		DE 102007002405 A1	24-07-2008
		EP 2121218 A1	25-11-2009
		JP 2010515580 A	13-05-2010
		KR 20090077925 A	16-07-2009
		TW 200909099 A	01-03-2009
		UA 92985 C2	27-12-2010
		US 2010065242 A1	18-03-2010
		WO 2008086856 A1	24-07-2008
		ZA 200902185 B	27-01-2010
WO 2016135690 A1	01-09-2016	US 2018036794 A1	08-02-2018
		WO 2016135690 A1	01-09-2016

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

- WO 03092931 A1 [0003]
- WO 2008086856 A1 [0003]
- EP 0686444 A1 [0003]