

(19)



(11)

EP 3 135 402 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.03.2017 Patentblatt 2017/09

(51) Int Cl.:
B22D 11/05 (2006.01) B22D 11/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15182676.5**

(22) Anmeldetag: **27.08.2015**

(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:
MA

- **Leitner, Guenter**
4240 Freistadt (AT)
- **Oberschmidleitner, Nicole**
4020 Linz (AT)
- **Ortner, Christian**
4073 Wilhering (AT)
- **Schuster, Martin**
4794 Kopfing (AT)
- **Winder, Martin**
4173 St. Veit i.M. (AT)

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Austria GmbH**
4031 Linz (AT)

(72) Erfinder:
• **Lang, Oliver**
4407 Dietach (AT)

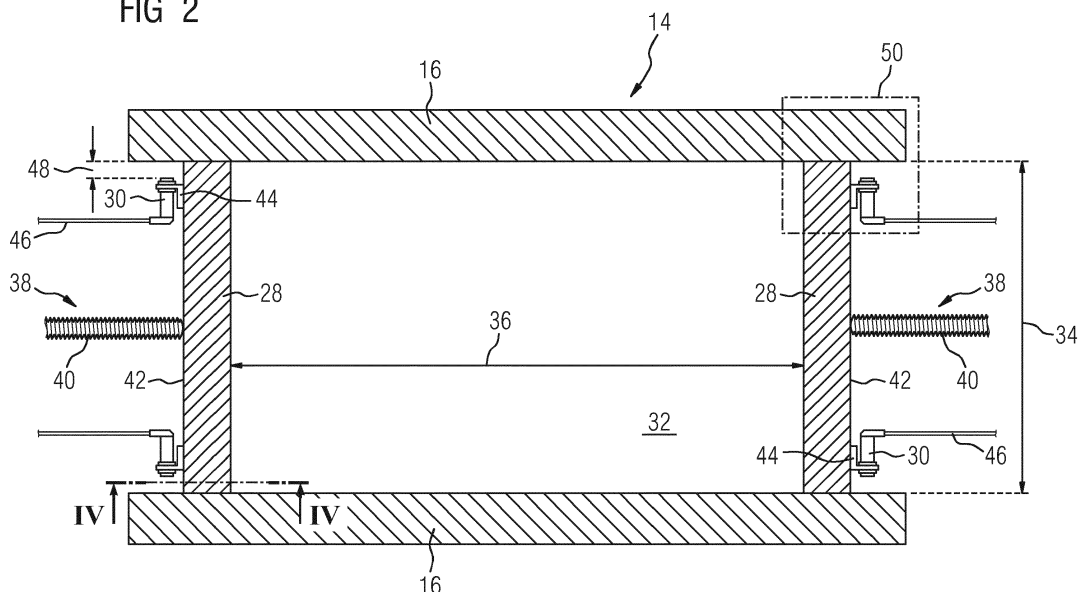
(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(54) KOKILLE UND VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINER KOKILLE

(57) Die Erfindung betrifft eine Kokille (14, 58), aufweisend eine erste und eine zweite Schmalseitenplatte (28), deren Abstand (36) zueinander verstellbar ist, sowie eine erste und eine zweite Breitseitenplatte (16).

Damit ein metallurgischer Prozess, insbesondere ein Stranggussprozess, effizient durchgeführt werden kann, wird vorgeschlagen, dass die Kokille (14, 58) min-

destens einen Abstandssensor (30) aufweist, der dazu eingerichtet ist, ein abstandsabhängiges Sensorsignal zu erzeugen, und welcher derart angeordnet ist, dass das Sensorsignal von einem Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte (28) und der ersten Breitseitenplatte (16) abhängig ist.

FIG 2**EP 3 135 402 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kokille, aufweisend eine erste und eine zweite Schmalseitenplatte, deren Abstand zueinander verstellbar ist, sowie eine erste und eine zweite Breitseitenplatte. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Überwachen einer solchen Kokille.

[0002] Kokillen der zuvor genannten Art werden beispielsweise in Stranggießanlagen zum Gießen von metallischen Strängen, insbesondere zum Gießen von Brammen, eingesetzt.

[0003] Bei einer solchen Kokille ist eine ihrer beiden Breitseitenplatten unbeweglich angeordnet, wohingegen ihre andere Breitseitenplatte zur ersten Breitseitenplatte beweglich angeordnet ist. Während eines Stranggussprozesses (Gießvorgangs) werden die Breitseitenplatten die meiste Zeit über mit einem vorgegebenen Anpressdruck gegen die Schmalseitenplatten gepresst. Dadurch soll verhindert werden, dass die Kokille an den Kontaktflächen zwischen den Schmal- und Breitseitenplatten undicht wird und flüssiges Metall und/oder flüssiges Gießpulver zwischen den Platten aus der Kokille austritt.

[0004] Die Gießbreite der Kokille, die durch den Abstand der Schmalseitenplatten zueinander vorgegeben wird, kann beispielsweise zwischen einzelnen Stranggussprozessen (Gießvorgängen) durch seitliches Verfahren der Schmalseitenplatten eingestellt werden. Befindet während des Verstellens kein Metallstrang im Gießvolumen der Kokille, wird dies als Kaltverstellung bezeichnet. Bei der Kaltverstellung können Fremdkörper, wie z.B. Reste von Gießpulver, zwischen den Schmal- und Breitseitenplatten eingeklemmt werden, so dass ein Spalt zwischen den jeweils aneinandergrenzenden Schmal- und Breitseitenplatten verbleibt.

[0005] Bei modernen Stranggießanlagen kann die Verstellung der Gießbreite jedoch auch während des Stranggussprozesses selbst geschehen. Dabei wird der Anpressdruck der Breitseitenplatten verringert und der Abstand der Schmalseitenplatten auf einen gewünschten Wert eingestellt.

[0006] Wegen des verringerten Anpressdrucks beim Verstellen des Abstands kann flüssiges Metall zwischen die (wassergekühlten) Schmal- und Breitseitenplatten eindringen und dort erstarren.

[0007] In beiden Fällen, also sowohl bei der Kaltverstellung als auch bei der Verstellung während des Stranggussprozesses, können zwischen den Schmal- und Breitseitenplatten scharfkantiger Grate, sogenannte Finnen, entstehen.

[0008] Beim Ausfordern eines Strangs aus der Kokille unterliegen Finnen einer höheren Haftreibung als eine restliche Oberfläche des Strangs. Dadurch entstehen mechanische Spannungen, die zum Reißen einer sich bildenden Strangschale führen können. Nur wenn ein Riss in der Strangschale rechtzeitig detektiert wird, kann ein Durchbrechen der Strangschale außerhalb der Kokille noch verhindert werden. In jedem Fall muss bei der Detektion eines solchen Risses die Gießgeschwindigkeit re-

duziert werden, um ein Ausheilen des Risses zu ermöglichen, was einen Durchsatz der Gießanlage entsprechend reduziert und auch die Qualität des Strangs beeinträchtigt. In ungünstigen Fällen kann ein Reißen der Strangschale auch zu einem Durchbrechen des Strangs außerhalb der Kokille führen. Es ist daher wünschenswert, die Entstehung von Finnen frühzeitig zu erkennen, damit es nicht zum Reißen und/oder zum Durchbrechen des Strangs kommt.

[0009] In der Patentanmeldung WO 2009/152940 A1 wird vorgeschlagen, Thermoelemente an den Schmalseitenplatten, insbesondere in Kantennähe, anzubringen, um anhand einer Temperaturveränderung beim Stranggussprozess eine Entstehung von Finnen feststellen zu können.

[0010] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kokille der eingangsgenannten Art bzw. ein Verfahren zum Überwachen einer solchen Kokille anzugeben, mittels welcher bzw. welchem ein metallurgischer Prozess, insbesondere ein Stranggussprozess, effizient durchgeführt werden kann.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Kokille bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des jeweiligen unabhängigen Anspruchs.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand abhängiger Ansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung. Außerdem können sich die nachfolgend beschriebenen Merkmale sowohl auf die erfindungsgemäße Kokille als auf das erfindungsgemäße Verfahren beziehen.

[0013] Die erfindungsgemäße Kokille umfasst eine erste und eine zweite Schmalseitenplatte, deren Abstand zueinander verstellbar ist, sowie eine erste und eine zweite Breitseitenplatte. Zudem weist die erfindungsgemäße Kokille mindestens einen Abstandssensor auf, der dazu eingerichtet ist, ein abstandsabhängiges Sensorsignal zu erzeugen, und welcher derart angeordnet ist, dass das Sensorsignal von einem Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte abhängig ist.

[0014] Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass eine Finnenbildung bei einem metallurgischen Prozess, wie z.B. einem Stranggussprozess, zu einer verringerten Effizienz des Prozesses führen kann, insbesondere wenn aufgrund der Finnenbildung der metallurgische Prozess unterbrochen werden muss und/oder andere zeit-/kostenaufwendige Maßnahmen getroffen werden müssen. Wenn jedoch durch eine Überwachung einer Messgröße die Entstehung von Finnen frühzeitig erkannt oder sogar vermieden werden kann, lässt sich eine Stillstandzeit der jeweiligen metallurgischen Anlage verkürzen oder ganz vermeiden. Entsprechend lässt sich der metallurgische Prozess kosten- und/oder zeiteffizienter durchführen.

[0015] Weiter geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, dass bei bzw. vor der Entstehung einer Finne zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte sich der Abstand zwischen diesen bei-

den Platten vergrößert, weil flüssiges Metall zwischen die Platten eindringt, aus welchem sich die Finne ausgebildet. Mithilfe des Abstandssensors, der ein Sensorsignal erzeugt, welches von besagtem Abstand abhängig ist, lässt sich der Abstand zwischen diesen Platten bzw. eine von diesem Abstand abhängige Größe ermitteln. Anhand einer Änderung des Abstands bzw. einer Änderung der abstandsabhängigen Größe lässt sich wiederum die Entstehung einer Finne bzw. die Voraussetzung für die Entstehung einer Finne, wie z.B. ein zwischen den Schmalseitenplatten und der Breitseitenplatten vorhandener Spalt, erkennen.

[0016] Verfahren zur Erkennung einer Finnenbildung, die auf Temperaturmessungen basieren, sind fehleranfällig, da Temperaturveränderungen in der Kokille auch auf anderen Vorgängen als auf einer Finnenbildung basieren können. Die Erfindung hingegen ermöglicht anhand des Sensorsignals eine zuverlässige Früherkennung einer Finnenbildung bzw. eine zuverlässige Vorhersage einer Finnenbildung, da eine Änderung des Abstands zwischen den Platten entweder direkt auf eine einsetzende Finnenbildung zurückgeht bzw. eine Änderung des Abstands (z.B. aufgrund eines Spalts zwischen den Platten, in den flüssiges Metall eindringen kann) mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer Finnenbildung führt.

[0017] Eine Temperaturveränderung in der Kokille, die auf eine Finnenbildung zurückgeht, tritt erst mit einer gewissen Zeitverzögerung nach Beginn der Finnenbildung ein. Somit kann die Finnenbildung bei Verfahren, die auf Temperaturmessungen basieren, erst mit einer gewissen Zeitverzögerung erkannt werden. Die Erfindung hingegen ermöglicht insbesondere eine frühzeitige Erkennung einer Finnenbildung oder sogar ein Voraussagen einer Finnenbildung, da die Abstandsänderung vorzugsweise unmittelbar mit Beginn der Finnenbildung oder bereits vor Beginn der Finnenbildung eintritt.

[0018] Vorzugsweise ist die Kokille für eine Stranggießanlage, insbesondere für eine Stranggießanlage zum Gießen von Brammen, vorgesehen. Das heißt, die Kokille kann ein Element bzw. eine Baueinheit einer Stranggießanlage sein.

[0019] Zweckmäßigerweise sind die Breitseitenplatten einander gegenüberliegend angeordnet und/oder die Schmalseitenplatten einander gegenüberliegend angeordnet. Ferner ist es zweckmäßig, wenn die Breitseitenplatten zumindest im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind und/oder die Schmalseitenplatten zumindest im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind. Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn die Schmalseitenplatten zumindest im Wesentlichen senkrecht zu den Breitseitenplatten angeordnet sind.

[0020] Vorliegend kann ein Element als im Wesentlichen senkrecht zu einem anderen Element aufgefasst werden, wenn die beiden Elemente in einem Winkel von mindestens 80° und höchstens 90° zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise sind zwei Elemente, die im Wesentlichen senkrecht zueinander angeordnet sind, in einem Winkel von 90° zueinander angeordnet. Vorliegend

kann ein Element als im Wesentlichen parallel zu einem anderen Element aufgefasst werden, wenn die beiden Elemente in einem Winkel von höchstens 10° zueinander angeordnet sind.

[0021] In bevorzugte Weise sind die beiden Schmalseitenplatten zumindest im Wesentlichen gleich breit. Weiter ist es bevorzugt, wenn die beiden Breitseitenplatten zumindest im Wesentlichen gleich breit sind. Sinnvollerweise können als Breitseitenplatten diejenigen Platten der Kokille aufgefasst werden, die eine größere Breite aufweisen als die Schmalseitenplatten. Als Breite der jeweiligen Platte kann ihre größere Ausdehnung in einer Schnittebene senkrecht zu einer Längs-/ Gießrichtung der Kokille aufgefasst werden. Entsprechend kann als Dicke der jeweiligen Platte ihre kleinere Ausdehnung in einer Schnittebene senkrecht zur Längs-/Gießrichtung der Kokille aufgefasst werden.

[0022] Um eine Schrumpfung des Strangs, die aufgrund seiner Erstarrung beim Durchtritt der Kokille auftritt, auszugleichen, kann sich eine Querschnittsfläche in einer Normalebene zur Gießrichtung des von den Breitseitenplatten und Schmalseitenplatten umschlossenen Volumens (gleichmäßig) vom eingießseitigen Ende zum austrittseitigen Ende der Kokille verringern. Diese Verringerung des von der Kokille umschlossenen Volumens wird auch als "Taper" bezeichnet. Die Querschnittsfläche kann sich in Gießbreitenrichtung und/oder in Gießdickenrichtung jeweils um einige wenige Prozent, beispielsweise um 1 bis 5%, verringern. Vorzugsweise bewirkt der Taper, dass die Innenflächen der Kokillenplatten möglichst großflächig am schrumpfenden Strang anliegen. Dieser Taper kann unter anderem dadurch realisiert werden, dass sich die Breite der Schmalseitenplatten vom eingießseitigen Ende zum austrittseitigen Ende der Kokille entsprechend verringert, was einer entsprechenden Reduktion der Gießdicke entlang der Höhe der Kokille entspricht. Zusätzlich können die unteren Enden der beiden Schmalseitenplatten während des Gießbetriebs entsprechend nach innen geneigt werden, was einer Reduktion der Gießbreite über der Höhe der Kokille entspricht.

[0023] Die zuvor beschriebene Anordnung bzw. Ausgestaltung der Schmal- und Breitseitenplatten ermöglicht es, bei einem Stranggussprozess einen Strang mit einem zumindest im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt zu erzeugen.

[0024] Vorteilhafterweise sind die Schmal- und/oder Breitseitenplatten zumindest teilweise aus einem oder mehreren Metallen gefertigt. Besonders bevorzugt ist es, wenn die Schmal- und/oder Breitseitenplatten zumindest teilweise aus Kupfer gefertigt sind. Denn Kupfer weist eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf und eignet sich daher gut, um Wärme von einem in der Kokille befindlichen Metall abzuführen. Ferner können die Schmal- und/oder Breitseitenplatten jeweils einen oder mehrere Kühlmittelführungskanäle aufweisen. Die Schmal- und/oder Breitseitenplatten können also von einem Kühlmittel, beispielsweise Wasser, durchströmbar sein. Auf diese Wei-

se kann die Wärme, welche die Schmal- und/oder Breitseitenplatten von dem in der Kokille befindlichen Metall aufnehmen, effektiv aus den Platten abgeführt werden.

[0025] Des Weiteren können die Schmal- und/oder Breitseitenplatten beschichtet sein, insbesondere mit einer metallischen Beschichtung, z.B. aus Nickel und gegebenenfalls aus anderen Metallen, und/oder mit einer keramischen Beschichtung. Eine solche Beschichtung kann unter anderem als Verschleißschutz dienen.

[0026] Dadurch, dass der Abstand zwischen den Schmalseitenplatten verstellbar ist, ist es z.B. möglich, eine Gießbreite der Kokille einzustellen. Zweckmäßigerweise ist dieser Abstand mithilfe einer Gewindespindel-einheit, welche eine oder mehrere Gewindespindeln aufweisen kann, verstellbar. Alternativ oder zusätzlich kann dieser Abstand mittels einer Hydraulikeinheit, welche eine oder mehrere Hydraulikzylinder aufweisen kann, verstellbar sein.

[0027] Vorzugsweise wird zum Verstellen des Abstands zwischen den Schmalseitenplatten ein Anpressdruck, mit dem mindestens eine der Breitseitenplatten an die Schmalseitenplatten gedruckt wird, verringert. Nachdem der gewünschte Abstand eingestellt wurde, wird der Anpressdruck zweckmäßigerweise wieder erhöht, insbesondere auf seinen ursprünglichen Wert.

[0028] Vorteilhafterweise ist ein Abstand zwischen den Breitseitenplatten verstellbar, insbesondere durch Austauschen der Schmalseitenplatten durch andere Schmalseitenplatten mit anderen Abmessungen. Auf diese Weise ist es z.B. möglich, eine Gießdicke der Kokille einzustellen.

[0029] Bevorzugterweise ist der Abstandssensor an der ersten Schmalseitenplatte angeordnet. Der Abstandssensor kann unter anderem im Bereich einer Kannte der ersten Schmalseitenplatte angeordnet sein.

[0030] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstandssensor an einer Außenseite der ersten Schmalseitenplatte angeordnet.

[0031] Als Außenseite einer Schmalseitenplatte kann diejenige Seite der Schmalseitenplatte aufgefasst werden, die einem Gießvolumen der Kokille abgewandt ist bzw. einer Innenseite der Schmalseitenplatte, die das Gießvolumen einseitig begrenzt, abgewandt ist. Vorzugsweise sind die Außenseite und die Innenseite zwei Seiten der Kokille, die nicht aneinander angrenzen. Unter einem Gießvolumen wiederum kann ein durch die Schmal- und Breitseitenplatten begrenztes Volumen der Kokille aufgefasst werden, welches insbesondere von einem flüssigen Metall durchströmbar ist bzw. im Betrieb der Kokille von einem flüssigen Metall durchströmt wird.

[0032] Ferner kann der Abstandssensor mithilfe einer Haltevorrichtung, z.B. mittels eines Haltewinkels, an der ersten Schmalseitenplatte befestigt sein. Die Haltevorrichtung kann z.B. an die erste Schmalseitenplatte geschweißt und/oder geschraubt sein. Der Abstandssensor wiederum ist vorzugsweise an die Haltevorrichtung geschraubt. Der Abstandssensor kann aber auch auf eine andere Weise mit der Haltevorrichtung verbunden sein.

Eine solche Anordnung des Abstandssensors ermöglicht unter anderem ein aufwandsgünstiges Anbringen des Abstandssensors an die erste Schmalseitenplatte. Außerdem kann durch eine solche Anordnung eine bisher bekannte Kokille (ohne Abstandssensor) aufwandsgünstig mit einem solchen Abstandssensor nachgerüstet werden.

[0033] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Abstandssensor in einer Ausnehmung, insbesondere in einer Ausfräsung, der ersten Schmalseitenplatte platziert. Durch eine solche Anordnung des Abstandssensors kann unter anderem verhindert werden, dass der Abstandssensor im Falle einer Verkipfung der ersten Schmalseitenplatte gegen eine der Breitseitenplatten stößt und gegebenenfalls beschädigt wird. Weiterhin kann der Abstandssensor durch eine solche Anordnung vor flüssigem Metall und/oder Gießpulver, das aus der Kokille überschwappt, geschützt werden.

[0034] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist der Abstandssensor ein berührungsloser Abstandssensor, beispielsweise ein (elektro-)magnetischer Abstandssensor.

[0035] Besonders bevorzugt ist es, wenn der Abstandssensor ein induktiver Sensor, insbesondere ein Wirbelstromsensor, ist. Mithilfe eines Wirbelstromsensors ist es möglich, einen Abstand mit einer hohen Genauigkeit zu bestimmen. Ferner liefern Wirbelstromsensoren Signale mit hoher Reproduzierbarkeit. Zudem sind Wirbelstromsensoren selbst bei rauen Produktionsbedingungen, wie sie bei metallurgischen Prozessen, insbesondere bei Stranggussprozessen, vorzufinden sind, also z.B. bei hoher Feuchtigkeit, hohen Temperaturen und/oder starker Verschmutzung, einsetzbar.

[0036] Zweckmäßigerweise ist der Abstandssensor von der ersten Breitseitenplatte beabstandet. Weiter ist es zweckmäßig, wenn der Abstandssensor in einem Abstand von höchstens 6 mm, vorzugsweise höchstens 3 mm, zu der ersten Breitseitenplatte angeordnet ist.

[0037] Außerdem ist es vorteilhaft, wenn der Abstandssensor einen Messbereich von höchstens einigen Millimetern, vorzugsweise von höchstens 3 mm, hat. Den für eine hohe Auflösung bzw. Genauigkeit eines Abstandssensors ist es üblicherweise erforderlich, dass der Abstandssensor einen geringen Messbereich hat. Vorzugsweise hat der Abstandssensor eine Auflösung im Mikrometer-Bereich, insbesondere eine Auflösung von 1 µm.

[0038] Zweckmäßigerweise ist der Abstandssensor derart angeordnet, dass seine Messrichtung zumindest im Wesentlichen senkrecht zur ersten Breitseitenplatte ausgerichtet ist.

[0039] In dem Fall, dass der Abstandssensor ein induktiver Sensor, insbesondere ein Wirbelstromsensor, ist, kann die Messrichtung diejenige Richtung sein, entlang welcher Magnetfeldlinien aus dem Abstandssensor austreten bzw. in diesen eintreten. Vorzugsweise werden aus dem Abstandssensor austretende Magnetfeldlinien vom Abstandssensor selbst erzeugt.

[0040] In bevorzugter Weise ist eine Messfläche des Abstandssensors zumindest im Wesentlichen parallel zur ersten Breitseitenplatte ausgerichtet.

[0041] Als Messfläche des Abstandssensors kann eine stirnseitige, insbesondere kreisförmige Fläche des Abstandssensors, welche sensorseitig einen Abstand des Abstandssensors zu einem Messobjekt bestimmt, aufgefasst werden. In dem Fall, dass der Abstandssensor ein induktiver Sensor, insbesondere ein Wirbelstromsensor, ist, kann die Messfläche diejenige Fläche des Abstandssensors sein, durch welche Magnetfeldlinien aus dem Abstandssensor austreten bzw. in diesen eintreten. Zweckmäßigerweise ist die Messrichtung des Abstandssensors senkrecht zu seiner Messfläche.

[0042] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Abstandssensor kommunikativ mit einer Auswerteeinheit verbunden ist, entweder kabelgebunden oder über eine drahtlose Verbindung. Die Auswerteeinheit kann unter anderem dazu eingerichtet sein, unter Verwendung des Sensorsignals den Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte zu ermitteln. Alternativ oder zusätzlich kann die Auswerteeinheit dazu eingerichtet sein, unter Verwendung des Sensorsignals eine andere vom Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte abhängige Größe, wie z.B. einen Abstand zwischen dem Abstandssensor und der ersten Breitseitenplatte, zu ermitteln.

[0043] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist die Kokille mindestens einen weiteren Abstandssensor auf. Dieser weitere Abstandssensor ist zweckmäßigerweise dazu eingerichtet, ein abstandsabhängiges Sensorsignal zu erzeugen. Zudem ist der weitere Abstandssensor zweckmäßigerweise derart angeordnet, dass sein Sensorsignal von einem Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der zweiten Breitseitenplatte abhängig ist. Mithilfe des weiteren Abstandssensors ist es daher möglich, den letztgenannten Abstand zu ermitteln. Der weitere Abstandssensor kann insbesondere an der ersten Schmalseitenplatte angeordnet sein. Sinnvollerweise sind die Messrichtung des erstgenannten Abstandssensors und die Messrichtung des weiteren Abstandssensors einander entgegengerichtet.

[0044] Besonders bevorzugt ist es, wenn an beiden Schmalseitenplatten mehrere Abstandssensoren angeordnet sind. Die Abstandssensoren können an der jeweiligen Schmalseitenplatte unter anderem in mindestens zwei Sensorreihen, insbesondere zueinander parallelen Sensorreihen, angeordnet sein. Weiterhin können die Sensorreihen aneinander gegenüberliegenden Kanten und/oder einander gegenüberliegenden Seiten der jeweiligen Schmalseitenplatte platziert sein. Zudem können die Sensorreihen insbesondere vertikal ausgerichtet sein. Mithilfe der Abstandssensoren ist es möglich, für beide Schmalseitenplatten ihre jeweiligen Abstände zu den beiden Breitseitenplatten zu ermitteln.

[0045] Zweckmäßigerweise ist jeder der Abstands-

sensoren dazu eingerichtet, ein abstandsabhängiges Sensorsignal zu erzeugen, und ist derart angeordnet, dass sein Sensorsignal von einem Abstand zwischen einer der Schmalseitenplatten und einer der Breitseitenplatte abhängig ist. Vorzugsweise sind mindestens acht Abstandssensoren pro Schmalseitenplatte vorgesehen. Weiterhin können insbesondere vier Abstandssensoren pro Sensorreihe vorgesehen sein.

[0046] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Überwachen einer Kokille, aufweisend eine erste und eine zweite Schmalseitenplatte, deren Abstand zueinander verstellbar ist, sowie eine erste und eine zweite Breitseitenplatte, ist vorgesehen, dass von mindestens einem Abstandssensor der Kokille ein Sensorsignal erzeugt wird, welches von einem Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte abhängig ist.

[0047] Die Kokille, die beim erfindungsgemäßen Verfahren überwacht wird, kann unter anderem die erfindungsgemäße Kokille, insbesondere eine der oben beschriebenen Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kokille, sein.

[0048] Unter Verwendung des Sensorsignals kann der Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte überwacht werden. Alternativ oder zusätzlich kann eine andere vom Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte abhängige Größe, wie z.B. ein Abstand zwischen dem Abstandssensor und der ersten Breitseitenplatte, überwacht werden.

[0049] Sinnvollerweise wird das Verfahren bei einem metallurgischen Prozess, insbesondere bei einem Stranggussprozess, eingesetzt. Das Verfahren kann also insbesondere in einer Stranggießanlage durchgeführt werden, während ein metallischer Strang, beispielsweise ein Stahlstrang gegossen wird.

[0050] Vorteilhafterweise wird das Sensorsignal an eine Auswerteeinheit übermittelt. Die Auswerteeinheit kann unter Verwendung des Sensorsignals den Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte ermitteln. Alternativ oder zusätzlich kann die Auswerteeinheit unter Verwendung des Sensorsignals eine andere Größe ermitteln, welche vom Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte abhängig ist.

[0051] Unter dem Überwachen der Kokille kann insbesondere das Überwachen eines Zustands bzw. einer Zustandsgröße der Kokille, wie z.B. des Abstands zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte, verstanden werden. Weiter kann das Überwachen ein Protokollieren einer solchen Zustandsgröße und/oder ein Vergleichen der Zustandsgröße mit einem Sollwert umfassen. Der Sollwert kann z.B. ein Abstands-Sollwert sein. Als Abstands-Sollwert kann hierbei insbesondere ein zuvor bei einer Kalibrierungsmessung ermittelter Referenzwert für eine Abstandsgröße, wie z.B. für den Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte, sein.

[0052] Vorteilhafterweise wird unter Verwendung des Sensorsignals ermittelt, ob zwischen die erste Schmalseitenplatte und die erste Breitseitenplatte Fremdmaterial, insbesondere Metall und/oder Gießpulver, eingedrungen ist und/oder ob sich zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte ein Spalt ausgebildet hat. Auf diese Weise kann eine Entstehung einer Finne bzw. die Voraussetzung für die Entstehung einer Finne zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte erkannt werden. Insbesondere kann anhand des unter Verwendung des Sensorsignals ermittelten Abstands zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte oder anhand eines anderen von diesem Abstand abhängigen Abstands ermittelt werden, ob zwischen die erste Schmalseitenplatte und die erste Breitseitenplatte Fremdmaterial eingedrungen ist und/oder ob sich zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte ein Spalt ausgebildet hat. Vorzugsweise wird hierzu ein anhand des Sensorsignals ermittelter Abstand mit einem (zuvor bei einer Kalibrierungsmessung ermittelten) Sollwert für diesen Abstand verglichen.

[0053] Dass zwischen die erste Schmalseitenplatte und die erste Breitseitenplatte Fremdmaterial eingedrungen ist, ist z.B. dadurch feststellbar, dass der ermittelte Abstand einen vorgegebenen Abstandswert überschreitet. Anders ausgedrückt, wenn der ermittelte Abstand einen vorgegebenen Abstandswert überschreitet, kann die Auswerteeinheit dies dahingehend interpretieren, dass zwischen die erste Schmalseitenplatte und die erste Breitseitenplatte Fremdmaterial eingedrungen ist.

[0054] Das Fremdmaterial kann beispielsweise ein Material sein, welches vor/bei dem Eindringen flüssig ist und gegebenenfalls nach dem Eindringen erstarrt.

[0055] Zweckmäßigerweise werden vom Abstandssensor zumindest während eines Verstellvorgangs, bei dem der Abstand zwischen den beiden Schmalseitenplatten verstellt wird, nacheinander mehrere solche Sensorsignale erzeugt. Auf diese Weise kann der Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte zu unterschiedlichen Zeitpunkten während des Verstellvorgangs überwacht werden. Folglich kann eine Entstehung von Finnen frühzeitig erkannt werden.

[0056] Ferner ist es möglich, dass vom Abstandssensor zusätzlich während eines vorgegebenen Zeitraums nach dem Verstellvorgang und/oder während eines vorgegebenen Zeitraums vor dem Verstellvorgang nacheinander mehrere solche Sensorsignale erzeugt werden. Grundsätzlich ist es möglich, dass vom Abstandssensor permanent nacheinander mehrere solche Sensorsignale erzeugt werden.

[0057] Das Sensorsignal kann von einem Materialzustand, insbesondere von einer lokalen Materialzusammensetzung, der ersten Breitseitenplatte abhängig sein. In solch einem Fall ist es möglich, anhand des Sensorsignals zu ermitteln, welche Dicke eine Beschichtung der ersten Breitseitenplatte an derjenigen Stelle aufweist,

bezüglich welcher der Abstand der ersten Breitseitenplatte zu ersten Schmalseitenplatte ermittelt wird. Auf diese Weise kann z.B. festgestellt werden, wie stark die Beschichtung abgenutzt ist, bzw. wie viel Material von der Beschichtung abgetragen wurde.

[0058] Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn das Sensorsignal vom Materialzustand, insbesondere von der lokalen Materialzusammensetzung, der ersten Breitseitenplatte unabhängig ist. Dadurch kann erreicht werden, dass der Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte und der ersten Breitseitenplatte, nicht jedoch der Materialzustand der ersten Breitseitenplatte das Sensorsignal beeinflusst. In solch einem Fall, kann auf (aufwendige) Maßnahmen zur Berücksichtigung einer Materialabhängigkeit des Sensorsignals bei dessen Auswertung verzichtet werden.

[0059] In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird von mehreren Abstandssensoren der Kokille jeweils ein abstandsabhängiges Sensorsignal erzeugt. Vorzugsweise wird unter Verwendung dieser Sensorsignale ermittelt, welche Abstände die erste Schmalseitenplatte zu den beiden Breitseitenplatten aufweist. Weiter ist es bevorzugt, wenn unter Verwendung dieser Sensorsignale ermittelt wird, welche Abstände die zweite Schmalseitenplatte zu den beiden Breitseitenplatten aufweist.

[0060] Weiter ist es vorteilhaft, wenn anhand der Sensorsignale bzw. anhand der aus den Sensorsignalen ermittelten Abstände festgestellt wird, ob zwischen mindestens eine der Breitseitenplatten und mindestens eine der Schmalseitenplatten Fremdmaterial eingedrungen ist und/oder sich zwischen mindestens einer der Schmalseitenplatten und einer der Breitseitenplatten ein Spalt ausgebildet hat. Vorzugsweise wird, bei Bedarf, anhand der Sensorsignale bzw. anhand der aus den Sensorsignalen ermittelten Abstände festgestellt, zwischen welche der Schmalseitenplatten und welche der Breitseitenplatten Fremdmaterial eingedrungen ist und/oder zwischen welcher der Schmalseitenplatten und welcher der Breitseitenplatten sich ein Spalt ausgebildet hat.

[0061] Außerdem kann unter Verwendung der Sensorsignale bzw. anhand der aus den Sensorsignalen ermittelten Abstände ermittelt werden, ob mindestens eine der Schmalseitenplatten gegenüber mindestens einer der Breitseitenplatten gekippt ist. Eine der Schmalseitenplatten kann dann als gekippt gegenüber einer der Breitseitenplatten aufgefasst werden, wenn mindestens eine der Kanten dieser Schmalseitenplatte weder parallel noch senkrecht zu einer der Kanten der Breitseitenplatte ausgerichtet ist.

[0062] Vorzugsweise wird von mehreren Abstandssensoren der Kokille jeweils ein Sensorsignal erzeugt, anhand dessen ein Abstandswert ermittelt wird. Weiter ist es vorteilhaft, wenn die ermittelten Abstandswerte einer Plausibilitätsprüfung unterzogen werden.

[0063] Die Plausibilitätsprüfung kann z.B. umfassen, dass geprüft wird, ob einige oder alle der ermittelten Abstandswerte eine vorgegebene Bedingung, beispielsweise eine mathematische Relation, erfüllen.

[0064] Insbesondere in dem Fall, dass die Sensorsignale von einem Materialzustand mindestens einer der Breitseitenplatten abhängig sind, kann anhand der ermittelten Abstandswerte ein Profil einer Beschichtungsdicke der jeweiligen Breitseitenplatte ermittelt werden.

[0065] Die bisher gegebene Beschreibung vorteilhafter Ausgestaltungen der Erfindung enthält zahlreiche Merkmale, die in den einzelnen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale können jedoch zweckmäßigerweise auch einzeln betrachtet und zur sinnvollen weiteren Kombination zusammengefasst werden. Insbesondere sind diese Merkmale jeweils einzeln und in beliebiger geeigneter Kombination mit der erfindungsgemäßen Kokille und den erfindungsgemäßen Verfahren kombinierbar. So sind Verfahrensmerkmale, gegenständlich formuliert, auch als Eigenschaft der entsprechenden Vorrichtungseinheit zu sehen und umgekehrt.

[0066] Auch wenn in der Beschreibung bzw. in den Patentansprüchen einige Begriffe jeweils im Singular oder in Verbindung mit einem Zahlwort verwendet werden, soll der Umfang der Erfindung für diese Begriffe nicht auf den Singular oder das jeweilige Zahlwort eingeschränkt sein. Ferner sind die Wörter "ein" bzw. "eine" nicht als Zahlwörter, sondern als unbestimmte Artikel zu verstehen.

[0067] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile der Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele der Erfindung, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen mehr erläutert werden. Die Ausführungsbeispiele dienen der Erläuterung der Erfindung und beschränken die Erfindung nicht auf daran angegebenen Kombination von Merkmalen, auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Außerdem können dazu geeignete Merkmale eines jeden Ausführungsbeispiels auch explicit isoliert betrachtet, aus einem Ausführungsbeispiel entfernt, in ein anderes Ausführungsbeispiel zu dessen Ergänzung eingebracht und mit einer beliebigen der Ansprüche kombiniert werden.

[0068] Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Darstellung einer Stranggießanlage mit einer Kokille;

FIG 2 einen Schnitt durch die Kokille entlang einer Schnittebene II-II aus FIG 1;

FIG 3 einen Teilbereich aus FIG 2 in einer vergrößerten Darstellung;

FIG 4 einen Schnitt durch eine Schmalseitenplatte der Kokille entlang einer Schnittebene IV-IV aus FIG 2;

FIG 5 einen Schnitt durch eine andere Kokille;

FIG 6 einen Teilbereich der Kokille aus FIG 5 in einem Zustand, in welchem eine ihrer Schmalseitenplatten gegenüber ihrer Breitseitenplatten gekippt ist; und

FIG 7 eine andere Ansicht der Kokille aus FIG 5 in einem Zustand, in welchem eine ihrer Schmalseitenplatten in eine andere Richtung gegenüber ihrer Breitseitenplatten gekippt ist.

[0069] FIG 1 zeigt eine Stranggießanlage 2 in einer schematischen Darstellung. Die Stranggießanlage 2 kann z.B. eine Anlage zum Gießen von Stahlbrammen sein. Weiterhin könnte die Stranggießanlage 2 alternativ eine sogenannte Endlos-Gießanlage, auch Gieß-Walz-Verbundanlage, sein.

[0070] Die Stranggießanlage 2 umfasst unter anderem eine Pfanne 4 mit einem Auslassrohr 6. Weiter umfasst die Stranggießanlage 2 ein unterhalb der Pfanne 4 angeordnetes Verteilerbecken 8 mit einem Gießrohr 10 sowie einen im Verteilerbecken 8 angeordneten Stopfen 12.

[0071] Darüber hinaus umfasst die Stranggießanlage 2 eine Kokille 14 mit zwei zumindest im Wesentlichen parallel zueinander angeordneten Breitseitenplatten 16. Ferner weist die Kokille 14 zwei zumindest im Wesentlichen parallel zueinander angeordnete Schmalseitenplatten auf, an welchen jeweils mehrere Abstandssensoren befestigt sind (vgl. FIG 2). Die Schmalseitenplatten und die Abstandssensoren sind in der Darstellung aus FIG 1 jedoch nicht sichtbar. Sowohl die Breitseitenplatten 16 als auch die Schmalseitenplatten sind aus Kupfer gefertigt und sind zudem mit einer Nickelschicht beschichtet. Ferner sind die Breitseitenplatten 16 und die Schmalseitenplatten wassergekühlt.

[0072] Außerdem umfasst die Stranggießanlage 2 mehrere angetriebene Transportrollen 18, mehrere Kühlköpfe 20 zum Kühlen eines Strangs und ein figürlich nicht dargestelltes Folgeaggregat, wie z.B. eine Brennschneidmaschine. Weiterhin umfasst die Stranggießanlage 2 eine Auswerteeinheit 22, welche kommunikativ mit den zuvor erwähnten Abstandssensoren verbunden ist.

[0073] In der Pfanne 4 befindet sich flüssiger Stahl 24, der über ein Auslassrohr 6 in das Verteilerbecken 8 eingeleitet wird. Aus dem Verteilerbecken 8 wiederum wird der flüssige Stahl 24 über das Gießrohr 10 in die Kokille 14 eingeleitet, wobei ein Massenstrom des in die Kokille 14 fließenden Stahls 24 mithilfe des Stopfens 12 gesteuert wird.

[0074] In der Kokille 14 kühlt der Stahl 24 an seinen Kontaktflächen mit den Breitseitenplatten 16 und den Schmalseitenplatten ab und erstarrt hierbei, sodass der Stahl in Form eines Strangs 26 mit einem rechteckigen Querschnitt aus der Kokille 14 austritt. Beim Austreten hat der Strang 26 eine erstarrte Schale von einigen Zentimetern Dicke, während ein Großteil seines Querschnitts noch flüssig ist.

[0075] Mithilfe der Transportrollen 18 wird der Strang 26 abtransportiert und zum zuvor erwähnten (figürlich nicht dargestellten) Folgeaggregat geführt, mittels welchem der Strang 26 beispielsweise in Form von Brammen zugeschnitten und anschließend abtransportiert wird. Alternativ könnte der Strang 26 von einem (anderen) Folgeaggregat, beispielsweise einem Walzgerüst einer Gieß-Walz-Verbundanlage, direkt weiterverarbeitet werden, ohne vorher in Brammen zerteilt zu werden.

[0076] In der Kokille 14 wird der Stahl 24 mit Schlacke abgedeckt, welche eine Reoxidation des Stahls 24 verhindern soll und als Schmiermittel zwischen der erstarrten Schale und den Platten der Kokille 14 dient. Zum Ausbilden der Schlacke wird von oben Gießpulver in die Kokille 14 eingebracht.

[0077] In FIG 1 ist außerdem eine horizontale Schnittebene II-II dargestellt, welche durch die Kokille 14 verläuft.

[0078] FIG 2 zeigt einen schematischen Schnitt durch die Kokille 14 aus FIG 1 entlang der Schnittebene II-II. In dieser Figur sind neben den zuvor erwähnten Breitseitenplatten 16 der Kokille 14 auch ihre Schmalseitenplatten 28 sowie die an den Schmalseitenplatten 28 befestigten Abstandssensoren 30 abgebildet.

[0079] Die Schmalseitenplatten 28 sind zumindest im Wesentlichen senkrecht zu den Breitseitenplatten 16 angeordnet. Gemeinsam mit den Breitseitenplatten 16 begrenzen die Schmalseitenplatten 16 ein Gießvolumen 32 der Kokille 14, welches senkrecht zur Zeichenebene der FIG 2 vom Stahl 24 durchströmt wird. Ein Abstand 34, den die Breitseitenplatten 16 zueinander aufweisen, entspricht einer Gießdicke der Kokille 14, während ein Abstand 36, den die Schmalseitenplatten 28 zueinander aufweisen, einer Gießbreite der Kokille 14 entspricht.

[0080] Der Abstand 36, den die Schmalseitenplatten 28 zueinander aufweisen, ist mithilfe von Gewindespindeleneinheiten 38 verstellbar. Jede der beiden Schmalseitenplatten 28 ist mit einer Gewindespindeleneinheit 38 verbunden, die mehrere übereinander angeordnete Gewindespindeln 40 umfasst, wobei mittels der Gewindespindeln 40 eine Position sowie (zur Einstellung des sogenannten Tapers) eine vertikale Neigung der jeweiligen Schmalseitenplatte 28 verändert werden kann. Letztgenannte Neigung ist in FIG 2 nicht dargestellt. Außerdem ist in der Darstellung aus FIG 2 von den Gewindespindeleneinheiten 38 jeweils nur eine ihrer Gewindespindeln 40 sichtbar, da die Gewindespindeln 40 übereinander angeordnet sind und die oberste Gewindespindel 40 die übrigen Gewindespindeln 40 derselben Gewindespindeleneinheit 38 verdeckt.

[0081] An jeder der beiden Schmalseitenplatten 28 sind acht Abstandssensoren 30 befestigt, die in zwei zueinander parallelen Sensorreihen von je vier Abstandssensoren 30 (vgl. FIG 4) an der jeweiligen Schmalseitenplatte 28 angeordnet sind, wobei die beiden Sensorreihen der Abstandssensoren 30 an einander gegenüberliegenden Kanten der jeweiligen Schmalseitenplatte 28 platziert sind. Grundsätzlich kann an den Schmalsei-

tenplatten 28 eine geringere oder eine höhere Anzahl von Abstandssensoren 30 angeordnet sein. Die Abstandssensoren 30 können insbesondere äquidistant zueinander angeordnet sein. Alternativ können die Abstandssensoren 30, den jeweiligen baulichen Erfordernissen entsprechend, auf eine andere Weise angeordnet sein. In der Perspektive aus FIG 2 ist von jeder Sensorreihe jeweils nur ein Abstandssensor 30 erkennbar. Die übrigen Abstandssensoren 30 sind senkrecht zur Zeichenebene der FIG 2 davor oder dahinter angeordnet.

[0082] Außerdem ist jeder der Abstandssensoren 30 an einer Außenseite 42, d.h. an einer dem Gießvolumen 32 abgewandten Seite, der jeweiligen Schmalseitenplatte 28 angeordnet. Zudem ist jeder der Abstandssensoren 30 über einen L-förmigen Haltewinkel 44 an der jeweiligen Schmalseitenplatte 28 befestigt und über ein Kabel 46 mit der zuvor erwähnten Auswerteeinheit 22 verbunden.

[0083] Die Abstandssensoren 30 sind als Wirbelstromsensoren ausgestaltet und weisen einen Messbereich von 3 mm sowie eine Auflösung von 1 μ m auf. Weiterhin sind die Abstandssensoren 30 von den Breitseitenplatten 16 beabstandet, wobei ihr jeweiliger Abstand 48 zur nächstliegenden Breitseitenplatte 16 circa 3 mm beträgt.

[0084] Jeder der Abstandssensoren 30 erzeugt während des oben beschriebenen Stranggussprozesses zeitlich aufeinander folgende, abstandsabhängige Sensorsignale. Die Sensorsignale der zeichnungsgemäß oberen Abstandssensoren 30 sind jeweils von einem Abstand zwischen der Schmalseitenplatte 28, an welcher der jeweilige Abstandssensor 30 befestigt ist, und der zeichnungsgemäß oberen Breitseitenplatte 16 abhängig. In analoger Weise sind die Sensorsignale der zeichnungsgemäß unteren Abstandssensoren 30 jeweils von einem Abstand zwischen der Schmalseitenplatte 28, an welcher der jeweilige Abstandssensor 30 befestigt ist, und der zeichnungsgemäß unteren Breitseitenplatte 16 abhängig.

[0085] Die Sensorsignale werden an die Auswerteeinheit 22 übermittelt, die unter Verwendung der Sensorsignale ermittelt, welche Abstände jede der beiden Schmalseitenplatten 28 zu den beiden Breitseitenplatten 16 aufweist. Somit werden unter Verwendung der Sensorsignale die Abstände zwischen der den Schmalseitenplatten 28 und den Breitseitenplatten 16 überwacht.

[0086] Ferner werden die Abstände, die anhand der jeweils zum selben Zeitpunkt erzeugten Sensorsignale ermittelt werden, von der Auswerteeinheit 22 einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Hierbei werden die Abstandswerte miteinander verglichen. Insbesondere wird aus den Abstandswerten eine Regressionsgerade als Funktion der Sensorpositionen gebildet. Wenn einer der Abstandswerte um einen vorgegebenen Betrag bzw. Relativwert von der Regressionsgerade abweicht - was ein Indiz auf einen Defekt des zugehörigen Abstandssensors 30 ist - wird von der Auswerteeinheit 22 eine Fehlermeldung ausgegeben.

[0087] Um während des Stranggussprozesses den Abstand 36 zwischen den Schmalseitenplatten 28 zu verstellen, wird ein Anpressdruck, mit welchem die Breitseitenplatten 16 gegen die Schmalseitenplatten 16 gedrückt werden, verringert. Aufgrund des verringerten Anpressdrucks kann der flüssige Stahl zwischen die Schmalseitenplatten 28 und die Breitseitenplatten 16 eindringen und dort anschließend erstarren. Hierbei können sich zwischen den Schmalseitenplatten 28 und den Breitseitenplatten 16 Finnen ausbilden. Ebenso kann aufgrund des verringerten Anpressdrucks Gießpulver zwischen die Schmalseitenplatten 28 und die Breitseitenplatten 16 eindringen, sodass sich zwischen den Platten 16, 28 ein oder mehrere Spalte ausbilden können, die zu einer Finnenbildung führen können.

[0088] Unter Verwendung der Sensorsignale bzw. der aus den Sensorsignalen ermittelten Abstände wird von der Auswerteeinheit 22 ermittelt, ob zwischen mindestens eine der Schmalseitenplatten 28 und eine mindestens eine der Breitseitenplatten 16 Fremdmaterial, insbesondere Stahl und/oder Gießpulver, eingedrungen ist. Zu diesem Zweck vergleicht die Auswerteeinheit 22 die aus den ermittelten Abständen gebildete Regressionsgerade als Funktion der Sensorpositionen mit einer Referenz-Regressionsgeraden als Funktion der Sensorpositionen, wobei die Referenz-Regressionsgerade aus zuvor bei einer Kalibrierungsmessung mithilfe der Abstandssensoren 30 ermittelten Abständen gebildet wird. Zeigt die Regressionsgerade im Vergleich zur Referenz-Regressionsgeraden einen signifikant anderen Verlauf, insbesondere einen deutlich höheren mittleren Abstand der Abstandssensoren 30 um z.B. mehr als 0,5 mm und/oder eine deutlich andere Steigung von z.B. plus oder minus 0,5 mm pro Meter, interpretiert die Auswerteeinheit 22 dies, als Eindringen von Fremdmaterial.

[0089] Anhand des Verlaufs der Regressionsgeraden im Vergleich zur Referenz-Regressionsgeraden kann die Auswerteeinheit 22 zudem ermitteln, ob ein Spalt, der sich zwischen einer der Schmalseitenplatten 28 und einer der Breitseitenplatten (aufgrund von eingedrungene Fremdmaterial) ausgebildet hat, ein Spalt mit (im Wesentlichen) gleicher Dicke oder ein keilförmiger Spalt ist. Im Fall eines (im Wesentlichen) gleich dicken Spalts ist die Regressionsgerade (im Wesentlichen) parallel zur Referenz-Regressionsgeraden verschoben, während im Fall eines keilförmigen Spalts die Regressionsgerade eine signifikant andere Steigung als die Referenz-Regressionsgerade aufweist.

[0090] Wird von der Auswerteeinheit 22 festgestellt, dass zwischen mindestens eine der Schmalseitenplatten 28 und eine mindestens eine der Breitseitenplatten 16 Fremdmaterial eingedrungen ist, können vorgegebene Maßnahmen eingeleitet werden. So kann z.B. ein Massenstrom des Stahls während eines Gießvorganges reduziert werden. Im Falle einer Kaltverstellung kann ein erneutes Aufspreizen der Platten 16, 28 erfolgen, um die Zwischenräume zwischen den Platten 16, 28 zu inspizieren bzw. von Fremdmaterial zu säubern.

[0091] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind alle Abstandssensoren 30 mit einer gemeinsamen Auswerteeinheit, nämlich der zuvor erwähnten Auswerteeinheit 22, kommunikativ verbunden. Prinzipiell können die Abstandssensoren 30 zu mehreren Gruppen von jeweils mehreren Abstandssensoren 30 zusammengefasst sein. Jede dieser Gruppen von Abstandssensoren 30 kann mit einer eigenen Auswerteeinheit kommunikativ verbunden sein, welche ihre Sensorsignale auswertet.

[0092] Ferner ist in FIG 2 ein Teilbereich 50 der Kokille 14, der in FIG 3 vergrößert dargestellt ist, in Form eines gestrichelten Rechtecks kenntlich gemacht. Weiterhin ist FIG 2 eine Schnittebene IV-IV dargestellt, welche senkrecht durch eine der Schmalseitenplatten 28 verläuft.

[0093] FIG 3 zeigt den in FIG 2 kenntlich gemachten Teilbereich der Kokille 14 (siehe Teilbereich 50 in FIG 2) in einer vergrößerten Darstellung.

[0094] Aus FIG 3 ist ersichtlich, dass eine Messrichtung 52 des abgebildeten Abstandssensors 30 zumindest im Wesentlichen senkrecht bzw. eine Messfläche 54 des abgebildeten Abstandssensors 30 zumindest im Wesentlichen parallel zu der (teilweise) abgebildeten Breitseitenplatte 16 ausgerichtet ist.

[0095] Entsprechend sind die Messrichtungen der übrigen Abstandssensoren 30 zumindest im Wesentlichen senkrecht zur jeweils nächstliegenden Breitseitenplatte 16 ausgerichtet.

[0096] FIG 4 zeigt einen Schnitt durch eine der Schmalseitenplatten 28 der Kokille 14 entlang der Schnittebene IV-IV aus FIG 2.

[0097] In FIG 4 ist eine der zuvor erwähnten Sensorreihen 56 erkennbar. Die abgebildete Sensorreihe 56 umfasst - genauso wie die übrigen, nicht dargestellten Sensorreihen - vier äquidistant nebeneinander angeordnete Abstandssensoren 30.

[0098] FIG 5 zeigt einen schematischen Schnitt durch eine andere Kokille 58 aus derselben Perspektive, aus der die erstgenannte Kokille 14 in FIG 2 dargestellt ist.

[0099] Die Beschreibungen des nachfolgenden Ausführungsbeispiels beschränken sich primär auf die Unterschiede zum vorhergehenden, im Zusammenhang mit den FIGen 1 bis 4 beschriebenen Ausführungsbeispiel, auf das bezüglich gleichbleibender Merkmale und Funktionen verwiesen wird. Im Wesentlichen gleiche bzw. einander entsprechende Elemente sind grundsätzlich mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet und nicht erwähnte Merkmale sind im nachfolgenden Ausführungsbeispiel übernommen, ohne dass sie erneut beschrieben sind.

[0100] Diese andere Kokille 58 unterscheidet sich von der zuvor beschriebenen Kokille 14 dadurch, dass die beiden Schmalseitenplatten 28 der anderen Kokille 58 für jeden der Abstandssensoren 30 eine Ausnehmung 60 aufweisen, wobei in den Ausnehmungen 60 jeweils einer der Abstandssensoren 30 angeordnet ist.

[0101] Die Ausnehmungen 60 befinden sich an den Außenseiten 42 der Schmalseitenplatten 28 und sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel als Ausfräsungen

ausgebildet.

[0102] Ferner kann diese Kokille 58 beispielsweise anstelle der zuvor beschriebenen Kokille 14 in der Stranggießanlage 2 eingesetzt werden.

[0103] Von der Auswerteeinheit 22 wird unter Verwendung der Sensorsignale bzw. der aus den Sensorsignalen ermittelten Abstände geprüft, ob mindestens eine der Schmalseitenplatten 28 gegenüber mindestens einer der Breitseitenplatten 16 gekippt ist. Insbesondere wenn die Abstandssensoren 30 jeweils hintereinander mehrere Sensorsignale erzeugen, kann eine derartige Verkipfung auch während des Verstellvorgangs der Schmalseitenplatten 28 detektiert werden.

[0104] FIG 6 zeigt - aus derselben Perspektive wie in FIG 5 - einen Teilbereich der Kokille 58 aus FIG 5 in einem Zustand, in welchem die zeichnungsgemäß linke Schmalseitenplatte 28 der Kokille 58 gegenüber den Breitseitenplatten 16 gekippt ist. Die vorliegende Verkipfung kommt durch eine Drehung der besagten Schmalseitenplatte 28 um eine senkrecht zur Zeichenebene aus FIG 5 ausgerichtete Achse zustande.

[0105] Im Falle der vorliegenden Verkipfung wird aus jedem der Sensorsignale ein größerer Abstand zwischen der besagten Schmalseitenplatte 28 und den Breitseitenplatten 16 ermittelt als in dem Zustand, in welchem die Schmalseitenplatte 28 nicht gegenüber den Breitseitenplatten 16 gekippt ist. Hieraus lässt sich feststellen, dass die beschriebene Verkipfung der Schmalseitenplatte 28 vorliegt.

[0106] FIG 7 zeigt - aus einer seitlichen Perspektive - wie in FIG 6 sowie die beiden Breitseitenplatten 16 der Kokille 58. In dieser Figur ist die Schmalseitenplatte 28 ebenfalls gegenüber den Breitseitenplatten 16 gekippt. Die vorliegende Verkipfung kommt durch eine Drehung der besagten Schmalseitenplatte 28 um eine Achse zustande, welche parallel zur Zeichenebene der FIG 5 und parallel zu den Breitseitenplatten 16 ausgerichtet ist.

[0107] Im Falle der vorliegenden Verkipfung wird aus den Sensorsignalen der jeweiligen Sensorreihe 56 ermittelt, dass der Abstand zwischen der Schmalseitenplatte 28 und den Breitseitenplatten 16 linear in Anreihrichtung der Abstandssensoren 30 zu- bzw. abnimmt. Hieraus lässt sich feststellen, dass die zuletzt beschriebene Verkipfung der Schmalseitenplatte 28 vorliegt.

[0108] Eine Verkipfung wie in FIG 6 oder FIG 7 lässt sich bei der Kokille 14 aus den FIGen 1 bis 4 in analoger Weise feststellen.

[0109] Obwohl die Erfindung im Detail durch die bevorzugten Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0110]

2	Stranggießanlage
4	Pfanne
6	Auslassrohr
8	Verteilerbecken
5 10	Gießrohr
12	Stopfen
14	Kokille
16	Breitseitenplatte
18	Transportrolle
10 20	Kühldüse
22	Auswerteeinheit
24	Stahl
26	Strang
28	Schmalseitenplatte
15 30	Abstandssensor
32	Gießvolumen
34	Abstand
36	Abstand
38	Gewindespindereinheit
20 40	Gewindespindel
42	Außenseite
44	Haltewinkel
46	Kabel
48	Abstand
25 50	Teilbereich
52	Messrichtung
54	Messfläche
56	Sensorreihe
58	Kokille
30 60	Ausnehmung

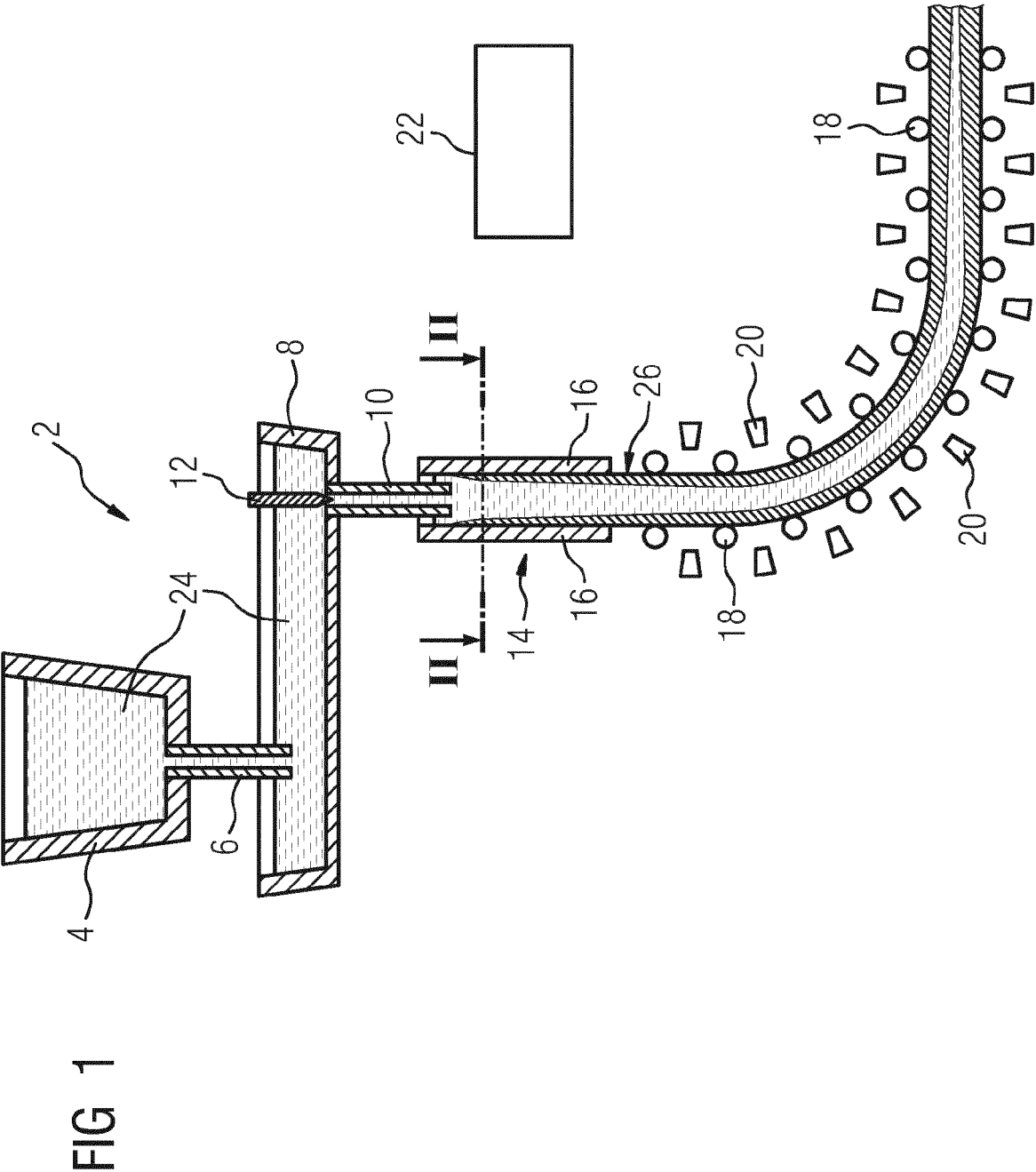
Patentansprüche

- 35 1. Kokille (14, 58), aufweisend eine erste und eine zweite Schmalseitenplatte (28), deren Abstand (36) zueinander verstellbar ist, sowie eine erste und eine zweite Breitseitenplatte (16),
gekennzeichnet durch mindestens einen Abstandssensor (30), der dazu eingerichtet ist, ein abstandsabhängiges Sensorsignal zu erzeugen, und welcher derart angeordnet ist, dass das Sensorsignal von einem Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte (28) und der ersten Breitseitenplatte (16) abhängig ist.
- 40 2. Kokille (14, 58) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (30) an einer Außenseite (42) der ersten Schmalseitenplatte (28) angeordnet ist und mithilfe einer Haltevorrichtung (44) an der ersten Schmalseitenplatte (28) befestigt ist.
- 45 3. Kokille (14, 58) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (30) in einer Ausnehmung (60), insbesondere in einer Ausfräsung, der ersten Schmalseitenplatte (28) platziert ist.

4. Kokille (14, 58) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (30) ein induktiver Sensor, insbesondere ein Wirbelstromsensor, ist. 5
5. Kokille (14, 58) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (30) von der ersten Breitseitenplatte (16) beabstandet ist, wobei der Abstandssensor (30) in einem Abstand (48) von höchstens 6 mm, vorzugsweise höchstens 3 mm, zu der ersten Breitseitenplatte (16) angeordnet ist. 10
6. Kokille (14, 58) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (30) derart angeordnet ist, dass seine Messrichtung (52) zumindest im Wesentlichen senkrecht zur ersten Breitseitenplatte (16) ausgerichtet ist. 20
7. Kokille (14, 58) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandssensor (30) kommunikativ mit einer Auswerteeinheit (22) verbunden ist, welche dazu eingerichtet ist, unter Verwendung des Sensorsignals den Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte (28) und der ersten Breitseitenplatte (16) zu ermitteln. 25 30
8. Kokille (14, 58) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens einen weiteren Abstandssensor (30), der dazu eingerichtet ist, ein abstandsabhängiges Sensorsignal zu erzeugen, und welcher derart an der ersten Schmalseitenplatte (28) angeordnet ist, dass sein Sensorsignal von einem Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte (28) und der zweiten Breitseitenplatte (16) abhängig ist. 35 40
9. Kokille (14, 58) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass an beiden Schmalseitenplatten (28) mehrere Abstandssensoren (30) angebracht sind, wobei die Abstandssensoren (30) an der jeweiligen Schmalseitenplatte (28) in zwei zueinander parallelen Sensorreihen (56) angeordnet sind, welche insbesondere an einander gegenüberliegenden Kanten oder an einander gegenüberliegenden Seiten der jeweiligen Schmalseitenplatte (28) platziert sind. 45 50
10. Verfahren zum Überwachen einer Kokille (14, 58), aufweisend eine erste und eine zweite Schmalseitenplatte (28), deren Abstand (36) zueinander verstellbar ist, sowie eine erste und eine zweite Breitseitenplatte (16), bei dem von mindestens einem Ab-

standssensor (30) der Kokille (14, 58) ein Sensorsignal erzeugt wird, welches von einem Abstand zwischen der ersten Schmalseitenplatte (28) und der ersten Breitseitenplatte (16) abhängig ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass unter Verwendung des Sensorsignals ermittelt wird, ob zwischen die erste Schmalseitenplatte (28) und die erste Breitseitenplatte (16) Fremdmaterial, insbesondere Metall und/oder Gießpulver, eingedrungen ist und/oder ob sich zwischen der ersten Schmalseitenplatte (28) und der ersten Breitseitenplatte (16) ein Spalt ausgebildet hat.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass vom Abstandssensor (30) zumindest während eines Verstellvorgangs, bei dem der Abstand (36) zwischen den beiden Schmalseitenplatten (28) verstellt wird, nacheinander mehrere solche Sensorsignale erzeugt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, dass von mehreren Abstandssensoren (30) der Kokille (14, 58) jeweils ein abstandsabhängiges Sensorsignal erzeugt wird und unter Verwendung dieser Sensorsignale ermittelt wird, welche Abstände die erste Schmalseitenplatte (28) zu den beiden Breitseitenplatten (16) aufweist und welche Abstände die zweite Schmalseitenplatte (28) zu den beiden Breitseitenplatten (16) aufweist.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass von mehreren Abstandssensoren (30) der Kokille (14, 58) jeweils ein abstandsabhängiges Sensorsignal erzeugt wird und unter Verwendung dieser Sensorsignale ermittelt wird, ob mindestens eine der Schmalseitenplatten (28) gegenüber mindestens einer der Breitseitenplatten (16) gekippt ist.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass von mehreren Abstandssensoren (30) der Kokille (14, 58) jeweils ein abstandsabhängiges Sensorsignal erzeugt wird, anhand dessen ein Abstandswert ermittelt wird, wobei die ermittelten Abstandswerte einer Plausibilitätsprüfung unterzogen werden.



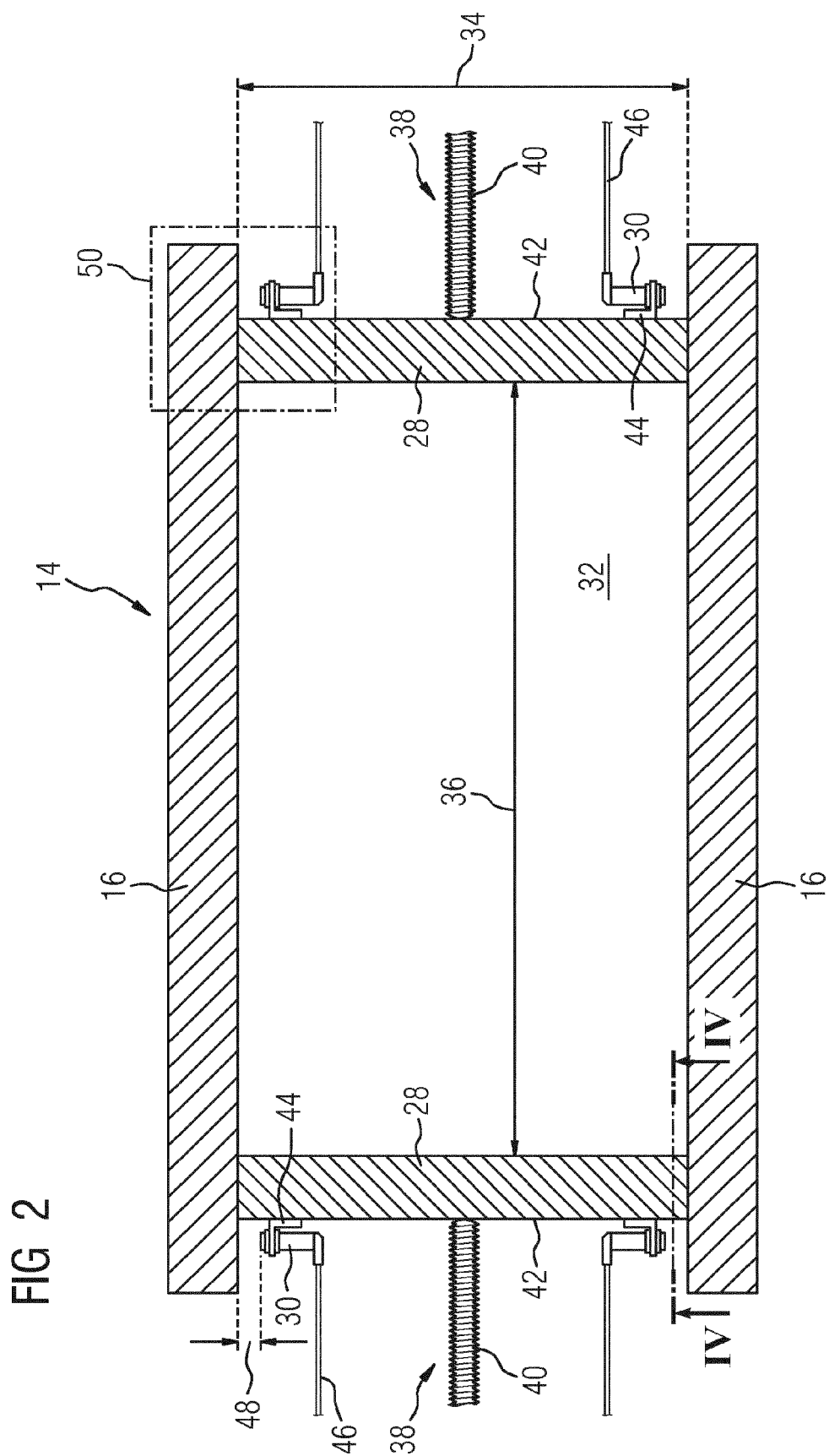


FIG 2

FIG 4

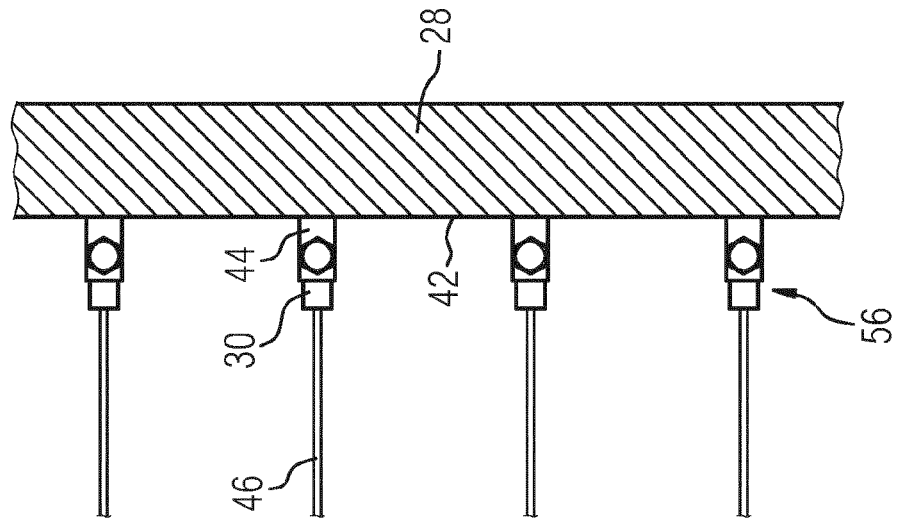
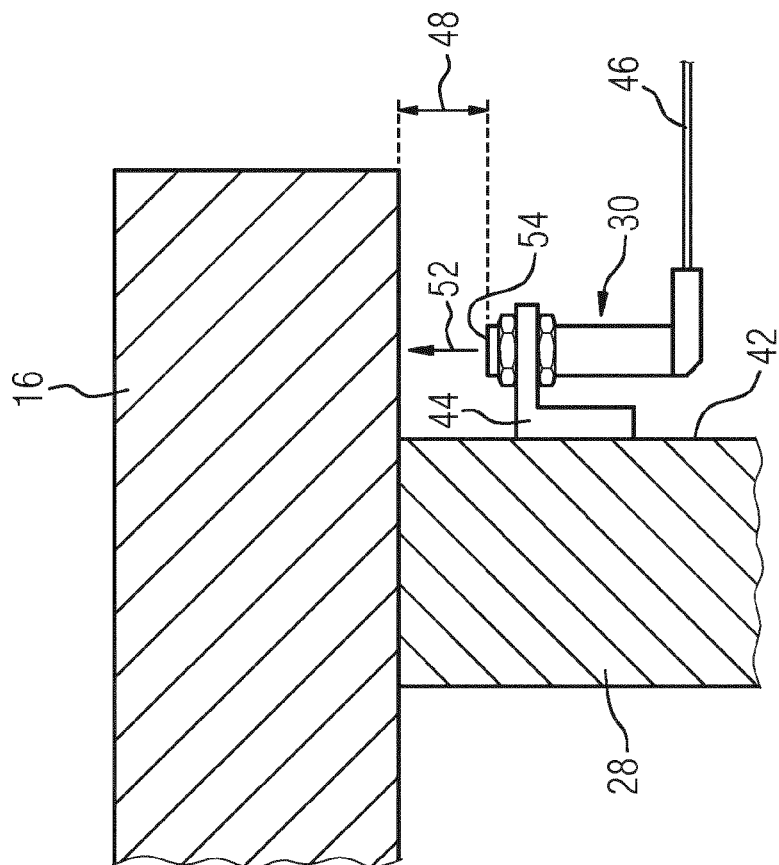


FIG 3



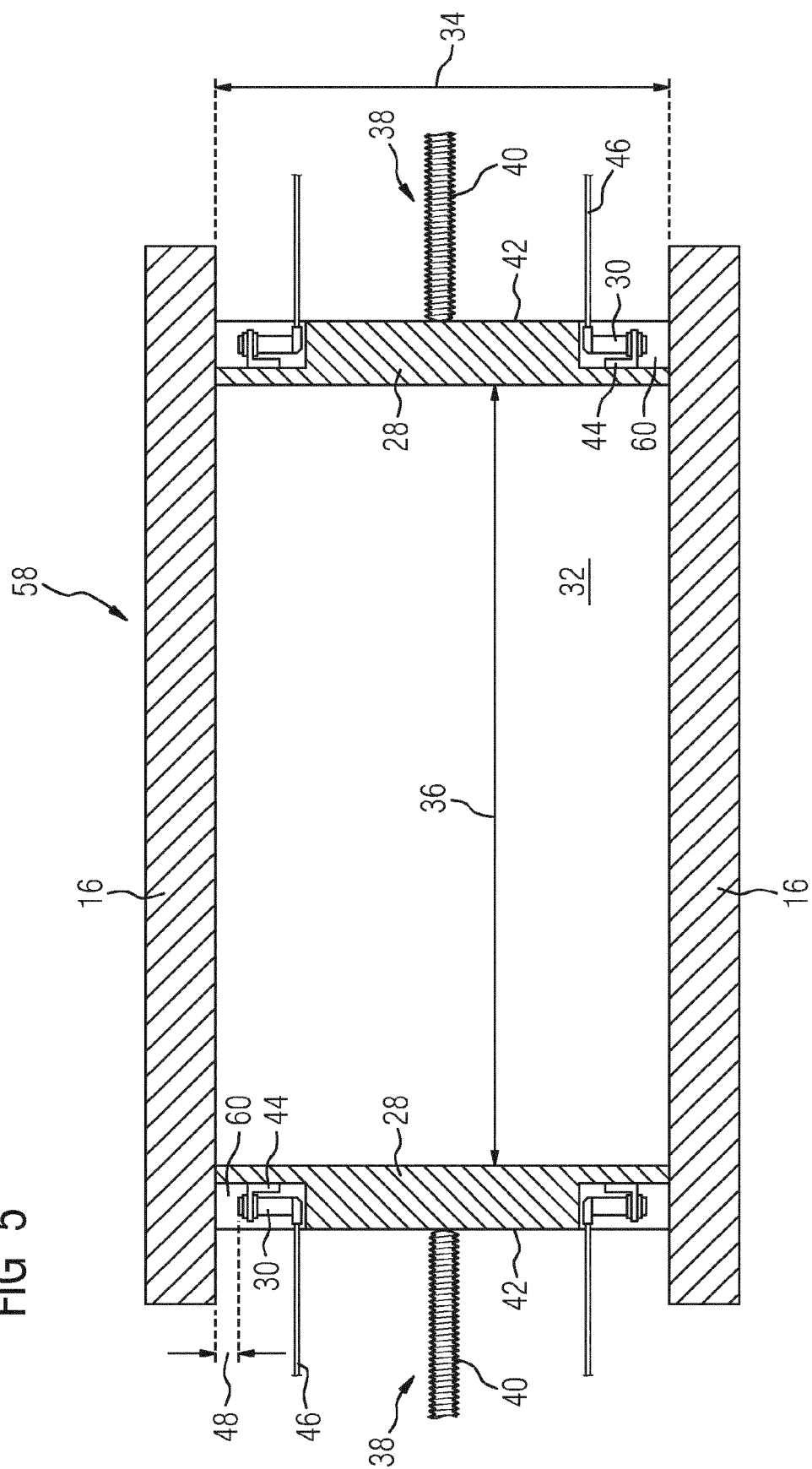
5
G
F

FIG 7

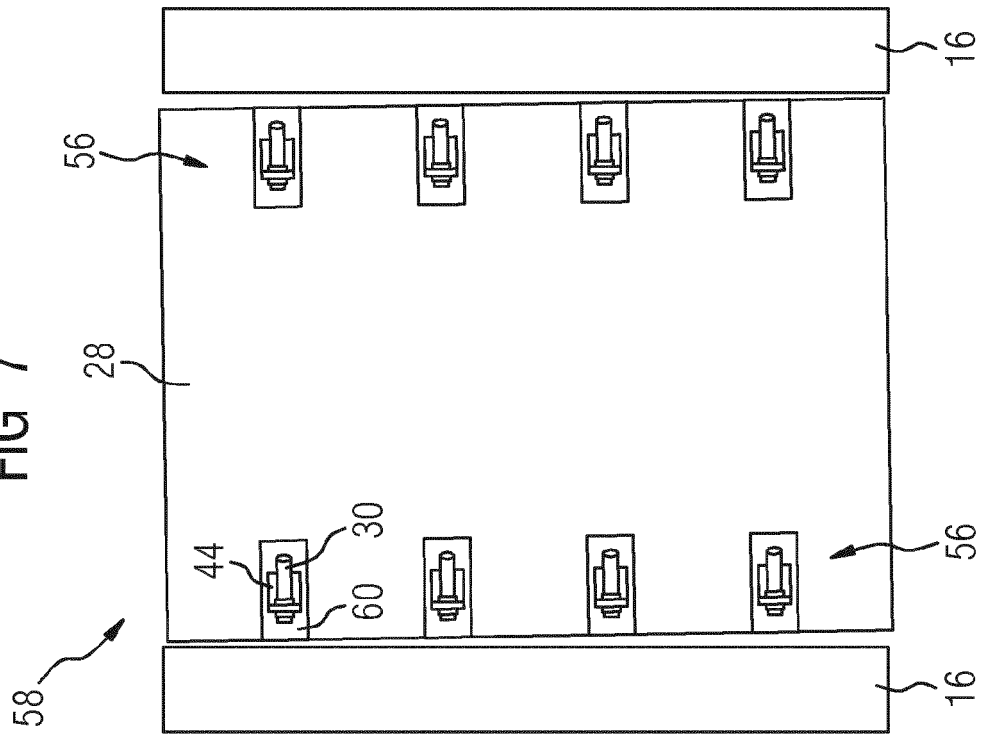
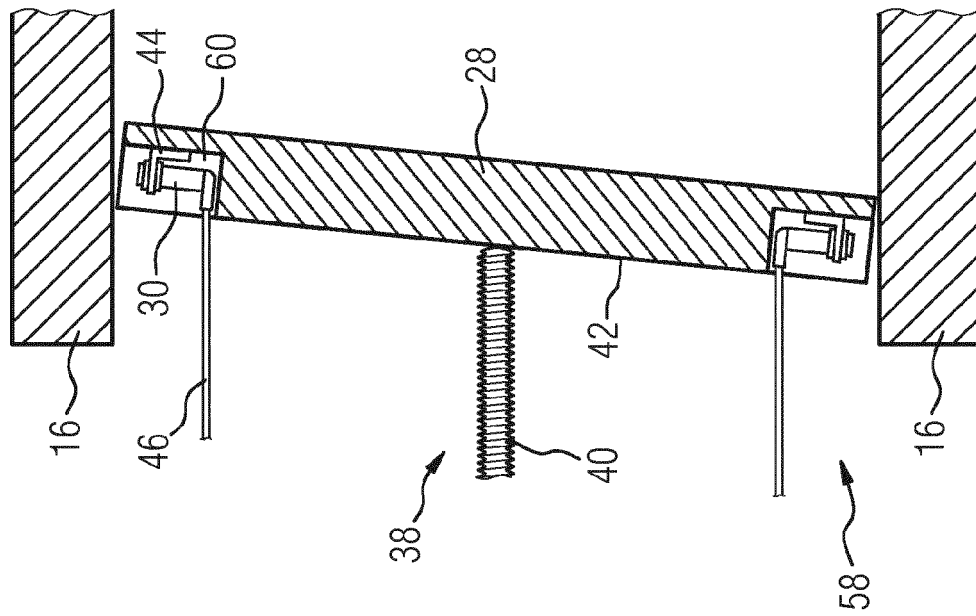


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 18 2676

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	EP 0 120 338 A1 (LICENTIA GMBH [DE]; MANNESMANN AG [DE]) 3. Oktober 1984 (1984-10-03) * Abbildungen 1-3 * * Seite 1, Zeile 15 - Seite 6, Zeile 26 *	1,4,6,7, 10-13	INV. B22D11/05 B22D11/16
X	JP 2008 043981 A (NIPPON STEEL CORP; NIPPON STEEL WELDING PROD ENG) 28. Februar 2008 (2008-02-28) * Zusammenfassung *	1,3,5, 8-11	
X	WO 2014/155342 A1 (SIDER SISTEM ENGINEERING SRLCR [IT]) 2. Oktober 2014 (2014-10-02) * Abbildungen 1-11 * * Seite 2, Zeile 23 - Seite 16, Zeile 14 *	1,6,10	
A	WO 2012/164477 A1 (SIDER SISTEM S R L [IT]; FOSSI FRANCO [IT]) 6. Dezember 2012 (2012-12-06) * das ganze Dokument *	1-15	
A	DE 36 42 302 A1 (WIEGARD MASCHF GUSTAV [DE]) 23. Juni 1988 (1988-06-23) * das ganze Dokument *	1-15	
A,D	WO 2009/152940 A1 (SMS SIEMAG AG [DE]; LIEFTUCHT DIRK [DE]; PLOCIENNIK UWE [DE]) 23. Dezember 2009 (2009-12-23) * das ganze Dokument *	1-15	
A	JP 2009 178746 A (JFE STEEL CORP) 13. August 2009 (2009-08-13) * Zusammenfassung *	1-15	
A	EP 0 101 521 A1 (KAWASAKI STEEL CO [JP]) 29. Februar 1984 (1984-02-29) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 1. Februar 2016	Prüfer Zimmermann, Frank
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 Patentedokument, 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	

1

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 18 2676

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.

01-02-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0120338 A1	03-10-1984	DE 3309885 A1	20-09-1984
		EP 0120338 A1	03-10-1984
		JP S59169658 A	25-09-1984
		US 4545420 A	08-10-1985
JP 2008043981 A	28-02-2008	JP 4688755 B2	25-05-2011
		JP 2008043981 A	28-02-2008
WO 2014155342 A1	02-10-2014	EP 2981375 A1	10-02-2016
		WO 2014155342 A1	02-10-2014
WO 2012164477 A1	06-12-2012	CN 103561887 A	05-02-2014
		EP 2529859 A1	05-12-2012
		WO 2012164477 A1	06-12-2012
DE 3642302 A1	23-06-1988	KEINE	
WO 2009152940 A1	23-12-2009	CN 102066023 A	18-05-2011
		DE 102008028752 A1	24-12-2009
		EP 2291253 A1	09-03-2011
		WO 2009152940 A1	23-12-2009
JP 2009178746 A	13-08-2009	KEINE	
EP 0101521 A1	29-02-1984	DE 3367341 D1	11-12-1986
		EP 0101521 A1	29-02-1984
		US 4553604 A	19-11-1985
		WO 8302911 A1	01-09-1983

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 2009152940 A1 [0009]