



(11)

EP 3 308 878 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.04.2018 Patentblatt 2018/16

(51) Int Cl.:
B22D 11/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17195608.9**

(22) Anmeldetag: **10.10.2017**

(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 MD

(30) Priorität: **11.10.2016 DE 102016119296**

(71) Anmelder: **INTECO TBR casting technologies GmbH**
8600 Bruck an der Mur (AT)

(72) Erfinder:
• **Rumpler, Heinz-Dieter**
8713 St. Stefan ob Leoben (AT)
• **von Eynatten, Klaus**
8700 Leoben (AT)
• **Michelic, Sebastian**
8793 Trofaiach (AT)
• **Köller, Bernhard**
8045 Graz (AT)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Behrmann Wagner PartG mbB**
Maggistraße 5
Hegau-Tower (10. OG)
78224 Singen (DE)

(54) KOKILLE ZUM STRANGGIESSEN VON METALLEN

(57) Die Erfindung betrifft eine Kokille (10; 10a) zum Stranggießen von Metallen, mit einer Kokillenwand (15), mit einer geradlinig oder gekrümmt ausgebildeten Längsachse (11; 11a), wobei die Kokillenwand (15) innere Querschnittsflächen (20; 20a bis 20d) begrenzt, die senkrecht zur Längsachse (11; 11a) verlaufen, mit einem Eintrittsbereich (12) und einem Austrittsbereich (13), wobei die Stranglaufrichtung vom Eintrittsbereich (12) in Richtung des Austrittsbereichs (13) erfolgt, wobei sich die Querschnittsflächen (20; 20a bis 20d) vom Eintritts-

bereich (12) in Richtung des Austrittsbereichs (13) stetig verringern, mit gerundet ausgebildeten Eckbereichen (23; 23a bis 23d), mit zwischen den Eckbereichen (23; 23a bis 23d) angeordneten Seitenwänden (24; 24a bis 24d; 36 bis 39), wobei die Eckbereiche (23; 23a bis 23d) gekrümmte Umfangslinien (22) aufweisen, deren Krümmung (K) jeweils ein lokales Maximum aufweist, und wobei die Krümmung (K) der Umfangslinie (22) vom lokalen Maximum in Richtung der Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) zumindest abschnittsweise stetig abnimmt.

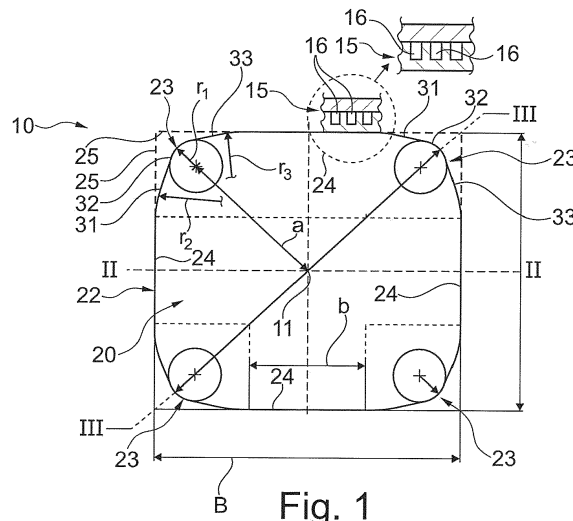


Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kokille zum Stranggießen von Metallen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine Kokille mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 ist aus der EP 1 547 705 B1 bekannt. Der Querschnitt der bekannten Kokille zeichnet sich durch Eckbereiche aus, die gekrümmte Umfangslinien aufweisen. Die Form der Umfangslinien verändert sich in Stranglaufrichtung bzw. in Längsrichtung der Kokille stetig und ist jeweils durch eine mathematische Kurvenfunktion $|X|^n + |Y|^n = |R|^n$ definiert. Weiterhin zeichnen sich die Umfangslinien der Querschnittsflächen der bekannten Kokille dadurch aus, dass die Umfangslinien eine Krümmung aufweisen, die in Umfangsrichtung der jeweiligen Umfangslinie betrachtet bis zu einem lokalen Maximum zunimmt und anschließend wieder abnimmt. Wesentlich bei der Form der Umfangslinien bei der bekannten Kokille ist darüber hinaus, dass sich der maximale Krümmungsgrad der Umfangslinien (d.h. das Maximum der Krümmung) der Querschnittsflächen in Stranglaufrichtung betrachtet mindestens über einen Teilbereich der Kokillenlänge stetig oder unstetig verkleinert. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass die maximale Krümmung jeder Querschnittsfläche in Stranglaufrichtung betrachtet sich verändert bzw. stetig abnimmt.

[0003] Hintergrund bei der Auslegung der Querschnittsflächen einer Kokille beim Stranggießen von Metallen ist es, den Erstarrungsprozess der Metallschmelze zu einem vorgegebenen, für das Weiterverarbeiten günstigen Querschnittsformat einzuleiten und zu unterstützen und durch Wärmeabtransport in ein Kühlmedium, welches üblicherweise die Kokillenwand durchströmt, ein möglichst homogenes Strangschalenwachstum des Querschnitts des Strangs zu bewirken. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass der Erstarrungsprozess der Metallschmelze in der Kokille derart erfolgen soll, dass über den Querschnitt des Strangs und seiner Oberfläche eine möglichst gleichmäßige und hohe Qualität erzielbar ist.

[0004] Hierzu ist ergänzend zu erwähnen, dass sich die Größe des Querschnitts des Strangs beim Erstarren durch den Erstarrungsprozess verkleinert. Um eine optimale bzw. eine gleichmäßige Wärmeabfuhr von dem Querschnitt des Strangs in die Kokillenwand zu erreichen ist es daher wünschenswert, dass der Querschnitt des Strangs in Stranglaufrichtung betrachtet einerseits möglichst ständig an der Kokillenwand anliegt, d.h., dass zwischen dem Strang und der Kokille keine Spalte auftreten, und dass andererseits die von der Kokillenwand auf den Strang ausgeübte Reaktions- bzw. Gegenkraft möglichst gleichmäßig und klein ist.

[0005] Aus diesem Grund werden zum Stranggießen üblicherweise konisch ausgebildete Kokillen verwendet, wobei sich die Konizität der Kokille dadurch äußert, dass sich die Querschnittsflächen, die zur Führung bzw. zur Anlage des Strangs an der Kokille dienen, von einem Eintrittsbereich der Schmelze in die Kokille bis zu einem Austrittsbereich der Kokille stetig verkleinern. Besonders kritisch sind hierbei bei Ecken aufweisenden Querschnittsformen des Strangs die Eckbereiche, da dort die lokale Wärmeabfuhr unterschiedlich von der Wärmeabfuhr zwischen den Eckbereichen angeordneten, üblicherweise eben oder leicht gekrümmt ausgebildeten Seitenflächen ist.

[0006] Die eingangs genannte Schrift versucht durch die beschriebenen Umfangslinien in den Eckbereichen dieses Ziel zu erreichen. Überraschenderweise hat es sich jedoch durch Untersuchungen herausgestellt, dass sich die Krümmung des Strangs in den Eckbereichen beim Erstarren in Stranglaufrichtung zumindest im Wesentlichen - gemeint ist hierbei der Abschnitt des Eckbereichs, in dem der Querschnitt seine größte Krümmung aufweist - zumindest näherungsweise nicht ändert. Insofern ist der Querschnittsverlauf bzw. die in der EP 1 547 705 B1 beschriebene Form der Umfangslinien in Stranglaufrichtung noch nicht optimal. Darüber hinaus ist die Herstellung einer derartigen, in Stranglaufrichtung sich stetig ändernden Innenkontur bzw. Querschnittsfläche der Kokille relativ aufwendig.

[0007] Weiterhin ist es aus der JP 2003-170 248 A bekannt, eine zur Herstellung einer quadratischen Querschnittsfläche aufweisenden Gussblocks dienende Kokille mit geneigt angeordneten, ebenen Seitenwänden auszubilden. Die Seitenwände der Kokille sind in Längsrichtung der Kokille über einen Kreisbogenabschnitt mit konstantem Radius miteinander verbunden, wobei der Radius mit 6mm relativ gering ist. Die Schrift schlägt zur Vermeidung von geometrischen Oberflächenfehlern wie Eindellungen an dem erzeugten Gussblock vor, die Größe der Querschnittsflächen der Kokille in Längs- bzw. Stranggussrichtung in einer definierten Art und Weise zu reduzieren. Der Einfluss der Geometrie der Eckbereiche ist jedoch nicht beschrieben.

Offenbarung der Erfindung

[0008] Die erfindungsgemäße Kokille zum Stranggießen von Metallen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass sie bei relativ einfacher Herstellbarkeit eine nochmals verbesserte Qualität des Stranggussprofils ermöglicht. Insbesondere wird unter einer nochmals verbesserten Qualität des Stranggussprofils ein verbessertes Schalenwachstum und somit eine homogenere Qualität im Kantenbereich beim Durchlauf des Strangs durch die Kokille verstanden, wobei der erzeugte Strang eine erhöhte Resistenz gegen eine Ausbauchung infolge von ferrostatischem Druck aufweist sowie verbesserte Voraussetzungen für ein mögliches, nachträgliches Umformen während des Gießens, wie Biegen und/oder

Richten, besonders aber während der Mechanical Soft-Reduction (MSR) als auch für die Weiterverarbeitung durch Walzen oder Schmieden bietet. Darüber hinaus ermöglicht es die erfindungsgemäße Kokille, dass Querschnittsflächen für alle bei der Erzeugung von Langprodukten gängigen Formate, wie Quadrat-Knüppel, Rechteck-Vorblöcke Doppel-T Profile sowie auch für spezielle gießtechnisch vorteilhafte Formate, wie beispielsweise X-Formate (die bisher nicht durch Stranggießen erzeugt werden) oder 3-Kant ähnliche Formate, hergestellt werden können.

[0009] Erfindungsgemäß weist die Kokille, im Gegensatz zum eingangs genannten Stand der Technik, Eckbereiche auf, bei denen das Maximum der Krümmungen der Querschnittsflächen zwischen dem Eintrittsbereich und dem Austrittsbereich der Kokille zumindest näherungsweise konstant ist. Vorzugsweise ist das Maximum der Krümmungen der Querschnittsflächen zwischen dem Eintrittsbereich und dem Austrittsbereich der Kokille konstant, jedoch sollen auch geringfügige Maßabweichungen von der Erfindung erfasst sein. Damit nähert sich die Form der Querschnittsflächen dem natürlichen Schrumpfungsverhalten des Querschnitts des Stranggussprofils optimal an, so dass in den Eckbereichen eine optimierte Wärmeabfuhr in die Kokille erfolgt. Konkret schlägt es die Erfindung bzgl. der Geometrie der Kokille vor, die Umfangslinien im Bereich des Maximums der Krümmung durch einen ersten Kreisbogenabschnitt mit einem ersten Radius auszubilden. Eine derartige Querschnittsform bzw. derartige Umfangslinien lassen sich besonders einfach herstellen. Weiterhin ist es erfindungsgemäß vorgesehen, um einen sanften bzw. stetigen Verlauf der Umfangslinie vom Eckbereich in eine Seitenfläche, ohne Knicke, Stufen oder ähnliches zu ermöglichen, die Umfangslinien zwischen dem ersten Kreisbogenabschnitt und der ihr zugewandten Seitenwand durch wenigstens einen zweiten Kreisbogenabschnitt mit einem zweiten Radius und wenigstens einen dritten Kreisbogenabschnitt mit einem dritten Radius auszubilden, wobei sich der zweite und der dritte Kreisbogenabschnitt an den ersten Kreisbogenabschnitt und die Seitenwand anschmiegt bzw. tangential in den ersten Kreisbogenabschnitt und die Seitenwand einläuft. Zuletzt ist es erfindungsgemäß vorgesehen, mit Blick auf das in Stranglaufrichtung auftretende Schrumpfverhalten des Strangs zur Optimierung der Wärmeabfuhr vorzusehen, dass der Abstand zwischen dem ersten Kreisbogenabschnitt am gerundet ausgebildeten Eckbereich und der Längsachse der Kokille in Stranglaufrichtung stetig abnimmt. Dadurch werden in Bezug auf die Längsachse der Kokille konisch ausgebildete Eckbereiche erzeugt. Dabei kann die Konizität der Eckbereiche unabhängig von der Konizität der Seitenflächen gestaltet sein.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kokille zum Stranggießen von Metallen sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0011] Je nach gewünschtem zu erzeugendem Querschnitt kann es vorgesehen sein, dass die wenigstens zwei, beidseitig des ersten Kreisbogenabschnitts angeordneten Kreisbogenabschnitte entweder dieselbe Krümmungsrichtung oder eine unterschiedliche Krümmungsrichtung aufweisen. Wesentlich dabei ist lediglich, dass die Wahl der Radien bzw. Anordnung der einzelnen Kreisbogenabschnitte derart ist, dass ein harmonischer Verlauf der Umfangslinie im Eckbereich erzielt wird, d.h., dass die Steigung einer an die Umfangslinie angelegten Tangente keine Sprünge aufweist.

[0012] Besonders bevorzugt ist es darüber hinaus, wenn die Seitenwände der Querschnittsflächen als ebene Seitenwände ausgebildet sind. Eine derartige Ausbildung ermöglicht es insbesondere, den Strang nach dem Verlassen der Kokille auf einer Fördereinrichtung besonders einfach und genau führen bzw. stützen zu können, da die ebenen Seitenflächen (des Strangs) als Auflageflächen des Strangs beispielsweise auf zylindrische Förderrollen dienen, so dass der Strang auf den Förderrollen mit einer minimalen Flächenpressung, welche im Bereich der Seitenflächen darüber hinaus konstant ist, gefördert werden können.

[0013] Abhängig von unterschiedlichen Faktoren, wie der Kokillenlänge, der Form (gerade oder gebogen) der Längsachse der Kokille, dem Querschnitt des Strangs, dem vergossenen Metall, der Abzugsgeschwindigkeit des Strangs usw. kann es vorgesehen sein, dass die Breite der Seitenflächen in Stranglaufrichtung entweder konstant ist, oder aber, vorzugsweise stetig, abnimmt.

[0014] Grundsätzlich ist es darüber hinaus zur Optimierung der eingangs erwähnten Ziele von Vorteil, wenn die Seitenwände konisch zueinander angeordnet sind, um einen stetigen, möglichst gleichmäßigen Anlagekontakt des Strangs an der Kokille zu ermöglichen.

[0015] Als bevorzugte geometrische Dimensionierung für die Seitenwand hat es sich herausgestellt, dass deren Breite in Bezug zur Breite des Strangquerschnitts zwischen 60% und 80% betragen soll.

[0016] Um es zu ermöglichen, dass die Auslegung der Konizitätsverläufe der Eckbereiche und der Seitenflächen frei voneinander und nur mit Blick auf die zu erwartende Strangschumpfung erfolgt, kann es vorgesehen sein, dass die Seitenwände gegenüber den Eckbereichen in Bezug zur Längsachse zurückgesetzt oder nach außen verschoben angeordnet sind.

[0017] Darüber hinaus hat es sich als optimal für eine gleichmäßige Wärmeabfuhr im Eckbereich erwiesen, wenn der Radius des ersten Kreisbogenabschnitts zwischen 10mm und 45mm, vorzugsweise zwischen 15mm und 30mm beträgt.

[0018] Eine weitere Optimierung der Qualität des Strangs mit Blick auf das in Stranglaufrichtung stattfindende Schrumpfverhalten des Strangs wird erzielt, wenn in Stranglaufrichtung betrachtet die Konizität der Eckbereiche, zumindest über eine Teillänge, vorzugsweise über einem Drittel der Teillänge der Kokille auf der dem Eintrittsbereich zugewandten Seite, größer ist als die Konizität der Seitenflächen, wobei sich ein Faktor zwischen 1,1 und 1,5 als vorteilhaft erwiesen hat. Als bevorzugte Konizität zwischen den Seitenflächen innerhalb der aktiven Kokillenlänge (d.h.

zwischen den Gießspiegel und dem Kokillenaustritt) hat sich darüber hinaus ein Wert zwischen 0,4%/m und 2%/m erwiesen. Alternativ kann es jedoch auch vorgesehen sein, dass die Konizität der Eckbereiche abschnittsweise unabhängig von der Konizität der Seitenwände ist.

[0019] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

[0020] Diese zeigt in:

Fig. 1 einen vereinfacht dargestellten Querschnitt durch eine erste Kokille in der Ebene I - I der Fig. 2,

Fig. 2 einen Längsschnitt durch die im Bereich der Querschnittsflächen der Kokille in der Ebene II - II der Fig. 1,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch die Querschnittsflächen der Kokille gemäß der Fig. 1 in der Ebene III - III der Fig. 1,

Fig. 4 und Fig. 5 jeweils Längsschnitte in der Ebene II - II der Fig. 1 bei unterschiedlich ausgestalteten Seitenwänden,

Fig. 6 eine zweite Kokille im Querschnitt bei einer gegenüber der Fig. 1 abgewandelten Querschnittsform und

Fig. 7 bis Fig. 9 weitere Querschnittsflächen von gegenüber den Fig. 1 und 6 modifizierten Kokillen.

[0021] Gleiche Bauteile bzw. Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

[0022] In den Fig. 1 bis 3 ist eine Kokille 10 zum Stranggießen von Metallen, insbesondere zum Stranggießen von legierten oder unlegierten Stählen, stark vereinfacht dargestellt. Die Kokille 10 ist Bestandteil einer im Einzelnen nicht gezeigten Stranggießanlage, und dient der Herstellung von vorzugsweisen langen Strangprofilen, die nach Passieren der Kokille 10 weiteren Bearbeitungsschritten zugeführt werden, um deren endgültige Form bzw. Querschnitt auszubilden.

[0023] Die Länge der Kokille 10 beträgt dabei typischerweise zwischen etwa 0,7m und etwa 1,0m. Ferner weist die Kokille 10 eine Längsachse 11 auf, die in dem dargestellten Ausführungsbeispiel geradlinig ausgebildet ist. Insbesondere um einen mittels der Kokille 10 geformten Strang in eine Horizontale zu überführen, damit dieser nach Austritt aus der Kokille 10 mittels einer ebenfalls nicht gezeigten Fördereinrichtung, welche typischerweise eine Vielzahl von zylindrischen Rollen aufweist, weitergefördert werden kann, ist es jedoch auch üblich, die Längsachse 11 bogenförmig auszubilden. Ferner weist die Kokille 10 einen in den Fig. 2 und 3 erkennbaren Eintrittsbereich 12 sowie einen Austrittsbereich 13 auf. Im Eintrittsbereich 12 wird das flüssige Metall in die Kokille 10 eingegeben, wobei der nicht dargestellte Gießspiegel typischerweise etwas unterhalb des Eintrittsbereichs 12 angeordnet ist, und im Austrittsbereich 13 tritt der zumindest teilweise erstarrte Strang aus der Kokille 10 aus.

[0024] Die Kokille 10 dient der Ausbildung des Querschnitts des Strangs und dem gezielten Abkühlen bzw. Erstarren des Metalls zur Erzielung einer möglichst über den Querschnitt gesehen homogenen und hochwertigen Qualität des Strangs. Die Kokille 10 weist darüber hinaus eine lediglich in der Fig. 1 abschnittsweise dargestellte, gekühlte Kokillenwand 15 auf, die typischerweise Kühlbohrungen oder außenseitige Kühlkanäle 16 aufweist, durch die ein flüssiges Kühlmittel (in der Regel Wasser) zirkuliert, um die Wärmeabfuhr von dem erstarrenden Metall des auszubildenden Strangs durch die Kokillenwand 15 zu unterstützen und die in die Kokillenwand 15 diffundierende Wärme in das Kühlmittel abzuführen. Vorzugsweise besteht die Kokille 10 bzw. die Kokillenwand 15 aus Gründen der guten Wärmeleitfähigkeit aus Kupfer bzw. hochwärmeleitfähigen Kupferlegierungen wie CuAg 0,1 oder CuCrZr.

[0025] Die Kokille 10 bzw. die Kokillenwand 15 begrenzt eine innere Querschnittsfläche 20, in deren Bereich sich das zunächst flüssige und anschließend erstarrende Metall befindet. Entsprechend der Darstellung der Fig. 2 und 3 ist die Strangaufrichtung durch einen Pfeil 21 verdeutlicht, die vom Eintrittsbereich 12 (Gießspiegel) in Richtung des Austrittsbereichs 13 der Kokille 10 verläuft. Anhand der Fig. 2 und 3 ist darüber hinaus erkennbar, dass die einzelnen Querschnittsflächen 20 in Richtung der Längsachse 11 betrachtet unterschiedlich groß sind. Insbesondere verringern sich die Querschnittsflächen 20 zwischen dem Eintrittsbereich 12 und dem Austrittsbereich 13 stetig.

[0026] Bei dem in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Umfangslinien 22, die die Querschnittsflächen 20 begrenzen, in Richtung der Längsachse 11 betrachtet jeweils in etwa quadratisch ausgebildet. Die Umfangslinien 22 bilden vier Eckbereiche 23 aus, die beidseitig in jeweils eine eben ausgebildete Seitenwand 24 übergehen. Die Seitenwände 24 weisen jeweils eine Breite b auf, die zwischen 60% und 80% der Breite B der Querschnittsfläche 20 beträgt. Weiterhin ist anhand der Fig. 1 erkennbar, dass die Eckbereiche 23 in Richtung zur Längsachse 11 hin zurückgesetzt sind, d.h. nicht bis zu einer gedachten Verlängerung 25 der Seitenwände 24 in den Eckbereichen 23 heranreichen.

[0027] Bei dem in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel setzt sich der gekrümmt ausgebildete Eckbereich 23 aus drei Kreisbogenabschnitten 31 bis 33 zusammen. Der (mittlere) Kreisbogenabschnitt 32 weist einen ersten Radius r_1 auf, wobei sich beidseitig an den ersten Kreisbogenabschnitt 32 der zweite Kreisbogenabschnitt 31 und der dritte Kreisbogenabschnitt 33 anschließt. Der zweite Kreisbogenabschnitt 31 weist einen Radius r_2 auf und der dritte Kreisbogenabschnitt 33 einen dritten Radius r_3 . Die Radien r_2 und r_3 können gleich groß ausgebildet sein. Weiterhin ist der Radius r_1 des ersten Kreisbogenabschnitts 32 kleiner als der Radius r_2 des zweiten Kreisbogenabschnitts 31 und kleiner als der Radius r_3 des dritten Kreisbogenabschnitts 33. Der zweite Kreisbogenabschnitt 31 und der dritte Kreisbogenabschnitt 33 verbinden jeweils eine der Seitenwände 24 mit dem ersten Kreisbogenabschnitt 32. Die Radien r_2 und r_3 der beiden Kreisbogenabschnitte 31 und 33 sowie die Anordnung deren Mittelpunkte, von denen sie jeweils ausgehen, sind vorzugsweise jeweils derart gewählt, dass sich ein kontinuierlicher, d.h. knickfreier Übergang von der Seitenwand 24 in die einzelnen Kreisbogenabschnitte 31 bis 33 hin zur einer anderen Seitenwand 24 ergibt, d.h., dass sich die einzelnen Kreisbogenabschnitte 31 bis 33 untereinander und an die Seitenwände 24 anschmiegen. Mit a ist in den Figuren der Abstand des jeweiligen Mittelpunkts des Kreises des ersten Kreisbogenabschnitts 32 von der Längsachse 11 bezeichnet, von dem der Radius r_1 ausgeht. Die Position des Mittelpunkts des Radius r_1 ergibt sich aus dem gewünschten Konizitätsverlauf zwischen den Kreisbogenabschnitten 32 (Diagonalenkonizität). Die Position der Seitenwände 24 ergibt sich aus dem gewünschten Konizitätsverlauf zwischen den Seitenwänden 24.

[0028] Anhand der Fig. 2 ist darüber hinaus erkennbar, dass die (ebenen) Seitenwände 24 der Kokille 10 konisch zueinander angeordnet sind, derart, dass sich deren Abstand zur Längsachse 11 in Stranglaufrichtung (Pfeil 21) linear verringert. Ferner ist anhand der Fig. 3 erkennbar, dass auch die Abstände der jeweiligen Eckbereiche 23 in Richtung der Stranglaufrichtung (Pfeil 21) stetig abnehmen, wobei die Abnahme jedoch nicht linear erfolgt, sondern in Stranglaufrichtung (Pfeil 21) betrachtet in jeweils anderem, im dargestellten Ausführungsbeispiel in geringerem Ausmaß im Vergleich zu den Seitenwänden 24, so dass die Konizität der Eckbereiche 23 in Stranglaufrichtung ebenfalls abnimmt, und zwar im oberen Bereich der Kokille 10 stärker als im unteren Bereich.

[0029] Wesentlich ist, dass jede Querschnittsfläche 20 zwischen dem Eintrittsbereich 12 und dem Austrittsbereich 13 der Kokille 10, die durch eine Umfangslinie 22 begrenzt bzw. ausgebildet wird, und die sich in einem Eckbereich 23 aus den drei Kreisbogenabschnitten 31 bis 33 zusammensetzt, jeweils einen ersten Kreisbogenabschnitt 32 (mit ggf. unterschiedlicher Kreisbogenlänge) mit einem ersten Radius r_1 aufweist, der in Stranglaufrichtung (Pfeil 21) betrachtet konstant ist.

[0030] Demgegenüber verändert sich typischerweise der Radius r_2 bzw. r_3 des zweiten Kreisbogenabschnitts 31 und des dritten Kreisbogenabschnitts 33 in Stranglaufrichtung (Pfeil 21) betrachtet und in Abhängigkeit von der Konizität der Seitenwände 24. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass die Krümmung $K=1/r$ aller ersten Kreisbogenabschnitte 32 in Stranglaufrichtung (Pfeil 21) betrachtet gleich groß ist und größer als die Krümmung K im Bereich des zweiten Kreisbogenabschnitts 31 und des dritten Kreisbogenabschnitts 33. Die Krümmung K weist somit im Bereich des ersten Kreisbogenabschnitts 32 ein lokales Maximum auf, wobei die Krümmung K der Umfangslinie 22 im Eckbereich 23, ausgehend von dem ersten Kreisbogenabschnitt 32 in Richtung der Seitenflächen 24 zumindest abschnittsweise stetig abnimmt. Darüber hinaus weisen die drei Kreisbogenabschnitte 31 bis 33 bei dem in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils die gleiche Krümmungsrichtung auf.

[0031] In der Fig. 4 ist der Fall dargestellt, dass die Breite b einer Seitenwand 24a zwischen dem Eintrittsbereich 12 und dem Austrittsbereich 13 in Stranglaufrichtung (Pfeil 21) sich stetig, vorzugsweise ähnlich der Verjüngung der benachbarten Seitenwände 24a, im Ausführungsbeispiel linear, verringert. Demgegenüber ist in der Fig. 5 der Fall dargestellt, dass die Seitenwand 24b zwischen dem Eintrittsbereich 12 und dem Austrittsbereich 13 stets dieselbe Breite b aufweist.

[0032] In der Fig. 6 ist der Querschnitt durch eine Kokille 10a gezeigt, deren Querschnittsfläche 20a sich von der Querschnittsfläche 20 der Kokille 10 gemäß der Fig. 1 dadurch unterscheidet, dass die zwei gegenüberliegenden Seitenwände 36, 37 gegenüber den beiden anderen Seitenwänden 38, 39 in Richtung der Längsachse 11a zurückgesetzt angeordnet sind. Dadurch überragen die Eckbereiche 23a die Seitenwände 36, 37.

[0033] Die Querschnittsflächen 20a weisen ebenfalls vier identisch ausgebildete Eckbereiche 23a auf, die sich aus jeweils einem ersten Kreisbogenabschnitt 32a mit einem Radius r_1 zusammensetzen, an den beidseitig ein zweiter Kreisbogenabschnitt 31a mit einem Radius r_2 bzw. ein dritter Kreisbogenabschnitt 33a mit einem Radius r_3 anschließt. Wesentlich ist, dass der erste Kreisbogenabschnitt 32a und der dritte Kreisbogenabschnitt 33a, der in die Seitenwand 38 bzw. 39 übergeht, in der gleichen Richtung gekrümmt sind. Demgegenüber ist der zweite Kreisbogenabschnitt 32a, der in die (zurückgesetzte) Seitenwand 36, 37 übergeht, in die andere Richtung gekrümmt. Jedoch weist auch die Querschnittsfläche 20a ebene Seitenwände 35 bis 39 mit der Breite b auf, wobei diese unterschiedlich breit sein können, ebenso wie die beiden Radien r_2 und r_3 unterschiedlich groß sein können.

[0034] In den Fig. 7 bis 9 sind weitere Querschnittsflächen 20b bis 20d dargestellt, die zur Ausbildung von im Wesentlichen doppel-T förmig bzw. X-förmig ausgebildeten Strangquerschnitten dienen. Auch die Querschnittsflächen 20b bis 20d weisen jeweils vier geradlinig bzw. eben ausgebildete Seitenwände 24b bis 24d auf, deren Breite b beispielhaft jeweils gleich groß ausgebildet ist. Weiterhin sind auch die ebenfalls beispielhaft jeweils identisch ausgebildeten Eck-

bereiche 23b bis 23d aus jeweils drei Kreisbogenabschnitten 31 b, 32b, 33b bis 31 d, 32d, 33d zusammengesetzt, wobei der erste (mittlere) Kreisbogenabschnitt 32b, 32c, 32d jeweils den kleinsten Radius r_1 im Vergleich mit den Radien r_2 und r_3 aufweist, und wobei der Radius r_1 in Stranglaufrichtung (Pfeil 21) betrachtet jeweils gleich groß ist und in Bezug auf den Eckbereich 23b bis 23d ein lokales Maximum darstellt.

5 **[0035]** Neben den dargestellten Querschnittsflächen 20, 20a bis 20d ist es auch denkbar, davon abweichende Querschnittsformen der Kokille 10 auszubilden, die nichtsdestotrotz sich dadurch auszeichnen, dass die Eckbereiche 23, 23a bis 23d jeweils einen ersten Kreisbogenabschnitt aufweisen, dessen Krümmung K größer ist als die sich an den ersten Kreisbogenabschnitt beidseitig anschließenden beiden Kreisbogenabschnitte, und wobei die Krümmung K des ersten Kreisbogenabschnitts in Stranglaufrichtung betrachtet stets gleich groß ist. Darüber hinaus kann auch die konstruktive Gestaltung der Kokille 10, insbesondere deren äußere Form, je nach Anforderung, unterschiedlich ausgebildet sein und ist nicht zwingend auf Rohrkokillen beschränkt, sondern auch Blockkokillen und Kokillen in Plattenbauweise umfassen.

Bezugszeichen

15

[0036]

	10, 10a	Kokille
	11, 11a	Längsachse
20	12	Eintrittsbereich
	13	Austrittsbereich
	15	Kokillenwand
	16	Kühlkanal
	20	Querschnittsfläche
25	20a - 20d	Querschnittsfläche
	21	Pfeil
	22	Umfangslinie
	22, 22b	Seitenwand
	23	Eckbereich
30	23a - 23d	Eckbereich
	24	Seitenwand
	24a - 24d	Seitenwand
	25	Verlängerung
	31	zweiter Kreisbogenabschnitt
35	31a - 31d	zweiter Kreisbogenabschnitt
	32	erster Kreisbogenabschnitt
	32a - 32d	erster Kreisbogenabschnitt
	33	dritter Kreisbogenabschnitt
	33a - 33d	dritter Kreisbogenabschnitt
40	36	Seitenwand
	37	Seitenwand
	38	Seitenwand
	39	Seitenwand
45	a	Abstand
	A	Abstand
	b	Breite
	B	Breite
50	r_1	Radius
	r_2	Radius
	r_3	Radius

55 **Patentansprüche**

1. Kokille (10; 10a) zum Stranggießen von Metallen, mit einer Kokillenwand (15), mit einer geradlinig oder gekrümmt ausgebildeten Längsachse (11; 11a), wobei die Kokillenwand (15) innere Querschnittsflächen (20; 20a bis 20d)

begrenzt, die senkrecht zur Längsachse (11; 11a) verlaufen, mit einem Eintrittsbereich (12) und einem Austrittsbereich (13), wobei die Stranglaufrichtung vom Eintrittsbereich (12) in Richtung des Austrittsbereichs (13) erfolgt, wobei sich die Querschnittsflächen (20; 20a bis 20d) vom Eintrittsbereich (12) in Richtung des Austrittsbereichs (13) stetig verringern, mit gerundet ausgebildeten Eckbereichen (23; 23a bis 23d), mit zwischen den Eckbereichen (23; 23a bis 23d) angeordneten Seitenwänden (24; 24a bis 24d; 36 bis 39), wobei die Eckbereiche (23; 23a bis 23d) gekrümmte Umfangslinien (22) aufweisen, deren Krümmung (K) jeweils ein lokales Maximum aufweisen, und wobei die Krümmung (K) der Umfangslinien (22) vom lokalen Maximum in Richtung der Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) zumindest abschnittsweise stetig abnimmt,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Maximum der Krümmungen (K) der Querschnittsflächen (20; 20a bis 20d) in den Eckbereichen (23; 23a bis 23d) zwischen dem Eintrittsbereich (12) und dem Austrittsbereich (13) zumindest näherungsweise konstant ist, dass die Umfangslinien (22) im Bereich des Maximums der Krümmung (K) durch einen ersten Kreisbogenabschnitt (32; 32a bis 32d) mit einem ersten Radius (r_1) ausgebildet sind, dass die Umfangslinien (22) zwischen dem ersten Kreisbogenabschnitt (32; 32a bis 32d) und der ihr zugewandten Seitenwand (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) wenigstens einen zweiten Kreisbogenabschnitt (31; 31a bis 31 d) mit einem zweiten Radius (r_2) und wenigstens einen dritten Kreisbogenabschnitt (33; 33a bis 33d) mit einem dritten Radius (r_3) aufweisen, wobei sich der zweite und der dritte Kreisbogenabschnitt (31; 31 a bis 31 d, 33; 33a bis 33d) an den ersten Kreisbogenabschnitt (32; 32a bis 32d) und die Seitenwand (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) anschmiegt, und dass der Abstand zwischen dem ersten Kreisbogenabschnitt (32; 32a bis 32d) und der Längsachse (11; 11a) in Stranglaufrichtung stetig abnimmt.

2. Kokille nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Radius (r_1) zwischen 10mm und 45mm, vorzugsweise zwischen 15mm und 30mm beträgt.

3. Kokille nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die wenigstens zwei, beidseitig des ersten Kreisbogenabschnitts (32; 32a bis 32d) angeordneten Kreisbogenabschnitte (31; 31 a bis 31 d, 33; 33a bis 33d) dieselbe Krümmungsrichtung aufweisen.

4. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die wenigstens zwei, beidseitig des ersten Kreisbogenabschnitts (32; 32a bis 32d) angeordneten Kreisbogenabschnitte (31; 31a bis 31 d, 33; 33a bis 33d) eine unterschiedliche Krümmungsrichtung aufweisen.

5. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) als ebene Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) ausgebildet sind.

6. Kokille nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Breite (b) der Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) in Stranglaufrichtung konstant ist.

7. Kokille nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Breite (b) der Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) in Stranglaufrichtung vorzugsweise stetig abnimmt.

8. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) konisch zueinander angeordnet sind.

9. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Breite (b) der Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) zwischen 60% und 80% der Breite (B) des Strangquerschnitts beträgt.

10. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) gegenüber den Eckbereichen (23; 23a bis 23d) in Bezug zur Längsachse (11; 11a) zurückgesetzt oder nach außen verschoben angeordnet sind.

11. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass in Stranglaufrichtung betrachtet die Konizität der Eckbereiche (23; 23a bis 23d), vorzugsweise über etwa einem Drittel der Teillänge der Kokille (10; 10a), auf der dem Eintrittsbereich (12) zugewandten Seite größer ist als die Konizität der Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39), oder dass die Konizität der Eckbereiche (23; 23a bis 23d) abschnittsweise unabhängig von der Konizität der Seitenwände (24; 24a bis 24d; 36 bis 39) ist.

12. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

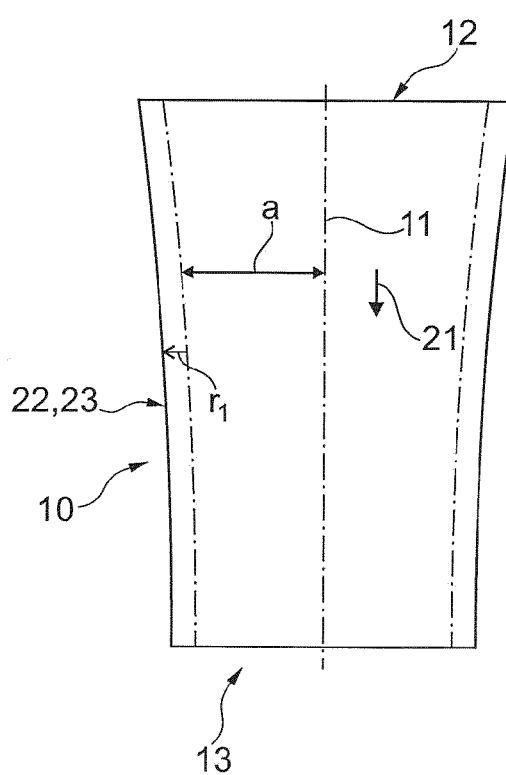
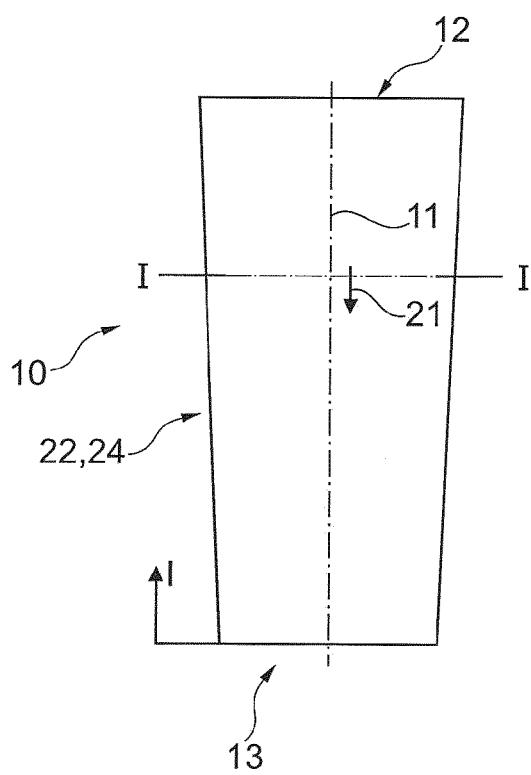
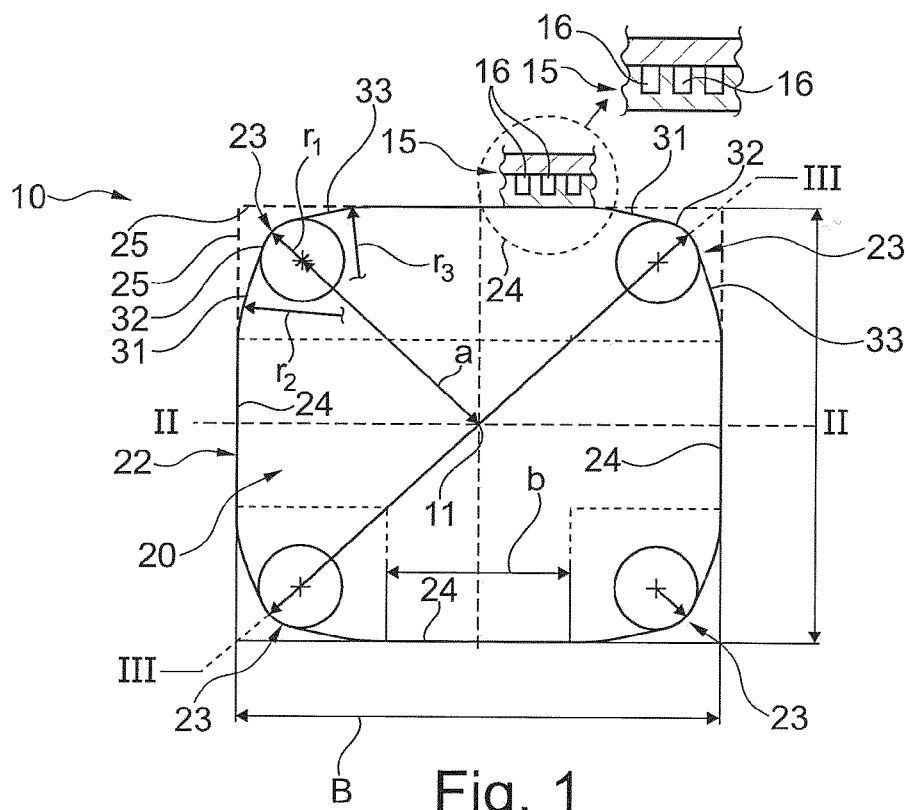
dadurch gekennzeichnet,

dass die Querschnittsflächen (20; 20a) im Wesentlichen rechteckförmig ausgebildet sind.

13. Kokille nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Querschnittsflächen (20b; 20c; 20d) im Wesentlichen doppel-T, dreieckförmig oder X-förmig ausgebildet sind.



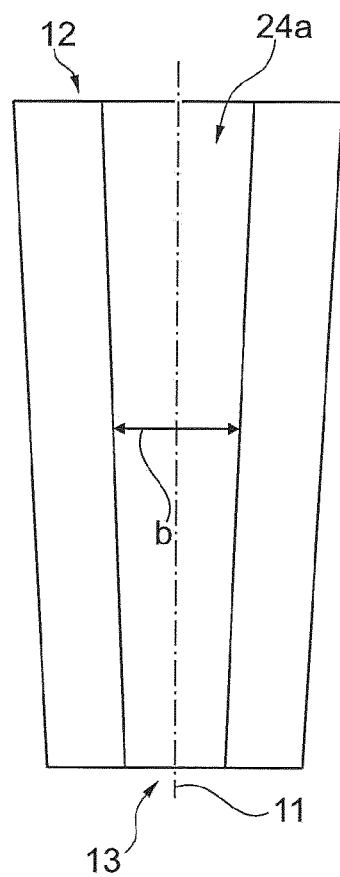


Fig. 4

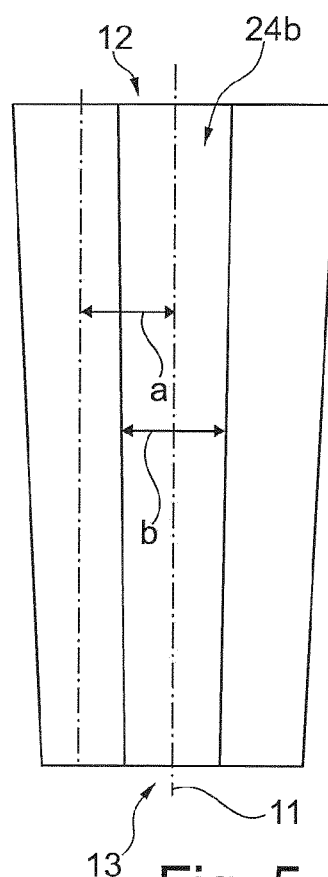


Fig. 5

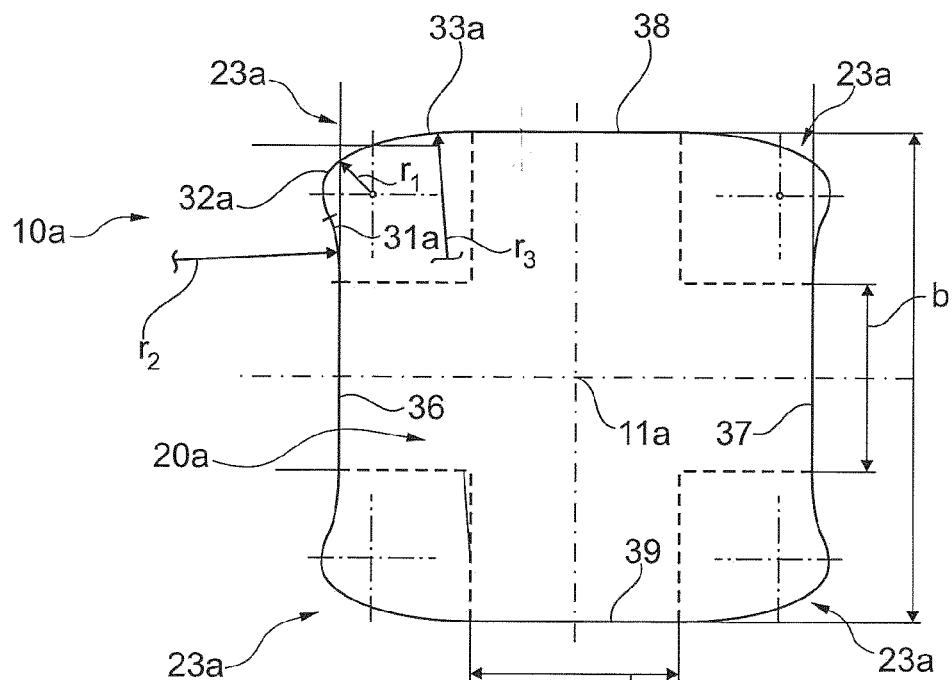


Fig. 6

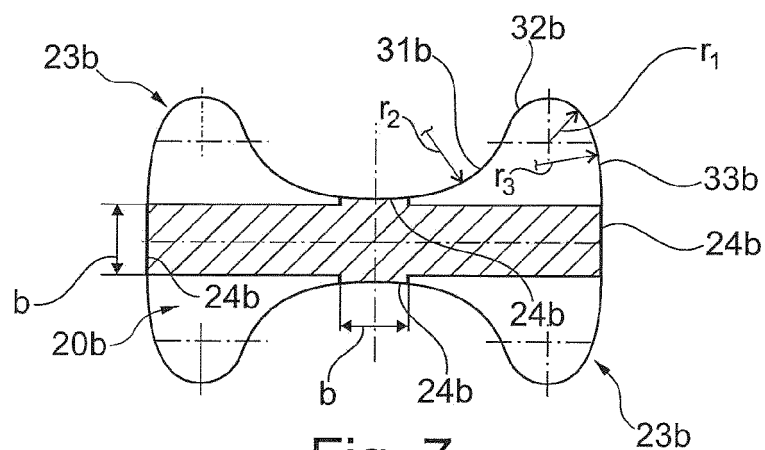


Fig. 7

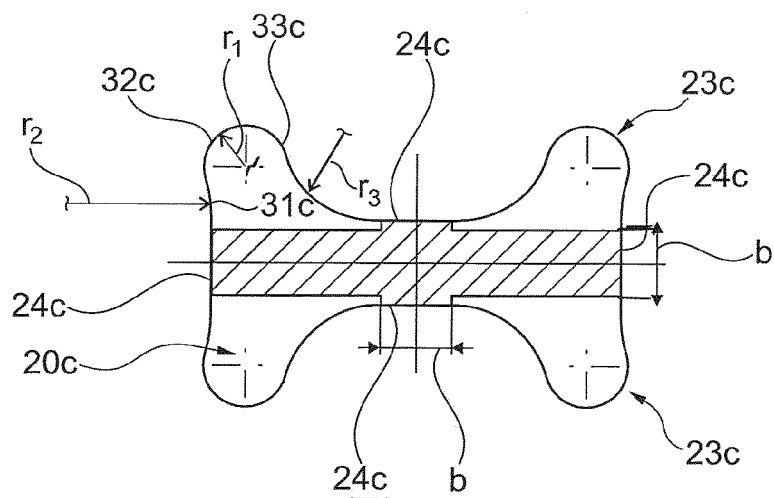


Fig. 8

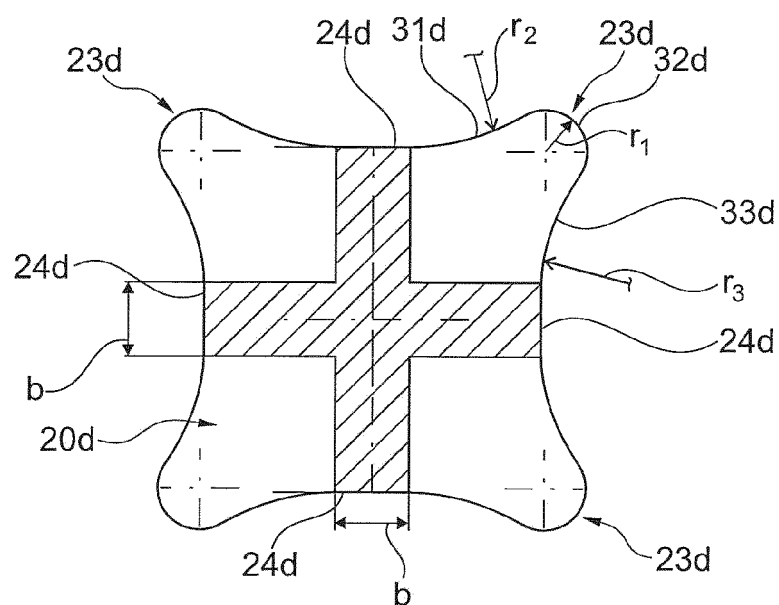


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 17 19 5608

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)
A	MAPELLI C ET AL: "DESIGN OF CORNERS OF MOULD IN SQUARE BILLET CASTING", IRONMAKING & STEELMAKING: PROCESSES, PRODUCTS AND APPLICATIONS, MANEY PUBLISHING, UNITED KINGDOM, Bd. 30, Nr. 6, 1. Dezember 2003 (2003-12-01), Seiten 503-510, XP001181788, ISSN: 0301-9233, DOI: 10.1179/030192303225004105 * das ganze Dokument * -----	1-13	INV. B22D11/04
A	EP 0 875 312 A1 (KVAERNER METALS CONT CASTING [GB]) 4. November 1998 (1998-11-04) * Spalte 2, Zeile 1 - Spalte 10, Zeile 58; Abbildungen 2, 3 * -----	1-13	
A	DE 10 28 300 B (OLSSON ERIK ALLAN) 17. April 1958 (1958-04-17) * Spalte 3, Zeile 61 - Spalte 5, Zeile 6; Abbildungen 1-11 * -----	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 13. Februar 2018	Prüfer Pipoli, Tiziana
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 17 19 5608

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.

13-02-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	EP 0875312	A1	04-11-1998	KEINE

15	DE 1028300	B	17-04-1958	KEINE

20				
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 1547705 B1 [0002] [0006]
- JP 2003170248 A [0007]