

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, durch Eingießen des Gießwerkstoffs in einen Tauchausguss, der in einer aus wassergekühlten Kupferplatten gebildeten und oszillierenden Stranggießkokille bis unter einen konstanten Gießspiegel und ggfs. bis zu einem Trichterende zwischen den Breitseiten-Kupferplatten reicht und zumindest teilweise mit seiner Außenform der Innenform der Kupferplatten angenähert ist.

[0002] Die Anordnung eines solchen Tauchausgusses beeinflusst in erheblichem Maß die Qualität des sich in der Stranggießkokille bildenden Gießstranges. Ein damit verbundener Nachteil sind die Abmessungen, die wegen der Haltbarkeit für eine hohe Anzahl von Schmelzen oder seine Standfestigkeit bei Dauerbetrieb erforderliche dicke Wandungen voraussetzen. Diese Wandungen stellen einen Isolator für die Abführung der Wärme in die Kokillenplatten dar. Außerdem betragen die Zwischenräume zwischen der Tauchausguss-Wandung und der Kokillenplatte nur noch ca. 25 mm. Die Folge der Isolierung ist eine ungleichmäßige Wärmeabfuhr im Einflussbereich des Tauchausgusses, im Vergleich zu dem Bereich außerhalb des Tauchausguss-Schattens, so dass in der Mitte der Breitseiten-Kupferplatten die Strangschale schneller wächst, d.h. es wird dort mehr Energie in Form von Erstarrungswärme abgegeben, da die Überhitzungsenergie durch die Isolation des Tauchausgusses ein Defizit aufweist. Die Folgen einer solch schnellen Unterkühlung wurden bisher unterschätzt. In Extremfällen muss davon ausgegangen werden, dass der erkaltende Gießstrang im Wärmestrom-Schatten des Tauchausgusses "kalt gezogen" wird. So kann jetzt angenommen werden, dass dieses Abkühlverhalten zu unsymmetrischen, verzogenen, profilverzerrten, in der Dicke nicht gleichmäßigen Strängen und Spannungen und damit zu Längsrissen in der Strangschale sowie auch zu inneren Fehlern führt, die sich später bei der Weiterverarbeitung des Materials als große Nachteile darstellen. Wirtschaftliche Schäden in Form von Längsrissen können ferner an besonders empfindlichen Stahl-sorten entstehen. So sind besonders peritektische Stahlgüten mit raum- oder flächenzentrierten Kristallgittern gefährdet. Die unterschiedliche Kühlung verursacht schließlich solche Spannungen im Gießstrang, dass die entstehenden Risse, die sogar mittels besonderen Flämm-Maschinen beseitigt werden mussten.

[0003] Normalerweise sind die Stranggießkokillen, insbesondere für dünne und dicke Brammen, für eine konstante Kühlkapazität in der Breite sowie auch in der Dicke, ausgedrückt in W / m^2 , konstant ausgelegt. Dies erklärt sich über eine Anordnung als Kühlwasserkanäle oder Kühlwasserbohrungen über die Breite und konstante Wassergeschwindigkeit in jedem Kühlwasserkanal.

[0004] Das eingangs bezeichnete Verfahren ist aus

der WO 02/16061 A1 bekannt. Dieses Verfahren schlägt vor, die Breite der Kühlwasserkanäle in Gießrichtung in Abhängigkeit vom Wärmestromprofil über die Kokillenhöhe vom Kokilleneingang zum Kokillenausgang zu reduzieren. Diese Maßnahme stellt zwar einen Schritt in die richtige Richtung dar, kann aber noch weiterentwickelt werden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch eine gleichmäßigere Kühlung der Metallschmelze eine gleichmäßigere Bildung der Strangschale zu erzielen, wobei die Entwicklung unter der Prämisse der thermischen Behandlung von Stranggießkokille und Tauchausguss als Einheit stehen muss.

[0006] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass während der Abkühlung in dem Bereich des Wärmestrom-Schattens des Tauchausgusses die Wärmeübergangszahl α [$W/m^2 \cdot K$] partiell derart abgesenkt wird, dass eine jeweils in einer horizontalen Höhenebene liegende Isotherme eine auf dem Umfang gleichmäßige Strangschale erzeugt. Dadurch wird die Wirkung des Tauchausgusses in der Stranggießkokille berücksichtigt. Bisherige Unterschiede der Abkühlung im Wärmestrom-Schatten und außerhalb des Wärmestromschattens treten nicht mehr auf. Dadurch wird über die Isotherme eine gleichmäßigere Abkühlung des Gießmetalls über den Umfang erzielt, so dass ein gleichmäßigeres Strangschalenwachstum erreicht wird.

[0007] Eine Weiterentwicklung des Erfindungsgedankens besteht ferner darin, dass die in vertikal übereinander und parallel vorausgesetzten horizontalen Höhenlinien auf der Innenform der Breitseiten-Kupferplatte jeweils auf dem vollen Umfang der Innenform verlaufenden Isothermen durch partielle Änderung der Wärmeübergangszahl α [$W / m^2 \cdot K$] funktional jeweils vom Beginn des Tauchausguss-Einflusses bis zur Mitte des Tauchausgusses erzeugt wird und dass gleichzeitig diese Isotherme durch eine partielle Wasserbedeckung über unterschiedlich beabstandete Kühlkanäle unterstützt wird. Das Absenken der Wärmeübergangszahl α erfolgt hier in Kombination mit der Wasserbedeckung und führt zu den genannten Vorteilen.

[0008] Eine weitere Variationsmöglichkeit wird ferner dadurch erzielt, dass die Isotherme durch Reduzieren der Wassermenge und / oder der Wassergeschwindigkeit in den Kupferplatten der Stranggießkokille gegenüber dem Tauchausguss erzeugt wird.

[0009] Eine andere Ausgestaltung als weitere Variation kann dahingehend eingesetzt werden, dass die Isotherme durch eine abschnittsweise veränderte Dicke der Kupferplatten und / oder einer aufgetragenen Nickel- oder Chromschicht erzeugt wird. Diese Maßnahme ist sowohl auf die konstruktive als auch auf eine wirtschaftliche Bauweise der Stranggießkokille gerichtet.

[0010] Die Ausgestaltungsmöglichkeiten richten sich weiter auf eine Variante, dass alternativ oder zusätzlich die Isotherme durch eine Trichteraufweitung einer mit dem Trichter versehenen Dünnbrammen- oder Dick-

brammen-Stranggießkokille im Einflussbereich des Tauchausgusses erzeugt oder unterstützt wird. Auch diese Variante ist eine unter konstruktiven oder wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfende Möglichkeit eines entsprechend höheren Kupfereinsatzes.

[0011] Vorrichtungstechnisch löst die Einrichtung die Erfindungsaufgabe dadurch, dass in den Breitseiten-Kupferplatten auf die Länge des Einflussbereichs des Tauchausgusses die Kühlwasserkanäle oder Kühlwasserbohrungen auf eine derart abgesenkte Kühlwassergeschwindigkeit mittels veränderten Strömungskanal-Querschnitten und / oder auf eine partielle Wasserbedeckung ausgelegt sind, dass die Wärmeübergangszahl α [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$] im Bereich des Tauchausguss-Schattens kleiner als im Bereich außerhalb des Schattens ist. Dadurch wird die Wirkung des Tauchausgusses berücksichtigt. Die isolierende Wirkung des Tauchausgusses kann dadurch ausgeglichen werden.

[0012] Die sich gegenüber den Breitseiten-Kupferplatten und dem Tauchausguss ergebende Einfluss-Fläche wird in der Kokillenplatte dadurch eingegrenzt, dass die Kühlwasserkanäle oder die Kühlwasserbohrungen im Einflussbereich des Tauchausgusses mittels Einlegestücken oder konischen Stangen im Strömungsquerschnitt reduziert wird.

[0013] Dabei können die seitlichen Übergänge des Einfluss-Bereiches des Tauchausgusses niedrig und gestuft ausgeführt sein.

[0014] Eine Alternative oder eine Zusatzmaßnahme zu Wassergeschwindigkeits- Änderungen besteht darin, dass die Kühlwasserkanäle oder die Kühlwasserbohrungen im Einflussbereich des Tauchausgusses im Sinn einer partiell verminderten Wasserbedeckung ausgeführt sind. Diese besteht aus einer Vergrößerung der Abstände der Kühlwasserkanäle oder der Kühlwasserbohrungen und / oder einer Verkleinerung der Strömungsquerschnittsflächen (F).

[0015] Eine andere Alternative oder Zusatzmaßnahme ist ferner dadurch gegeben, dass die Dicke der Breitseiten-Kupferplatten im Einflussbereich des Tauchausgusses partiell vergrößert ausgeführt ist.

[0016] Diese Maßnahme kann, um sehr hohen Kupferdicken zu entsprechen, noch dahingehend ausgeführt sein, dass die Breitseiten-Kupferplatten auf der Heißeite mit einer Nickel- oder Chromschicht versehen ist.

[0017] Die Wärmeübergangszahl α kann aber auch durch eine andere Alternative oder Zusatzmaßnahme gesenkt werden, dass die Breitseiten-Kupferplatten im Einflussbereich des Tauchausgusses bei gegebenem Trichter mit einer Aufweitung des Trichters versehen sind.

[0018] Zur Erläuterung des Verfahrens ist eine Zeichnung beigelegt, die die vorausgesetzten Anlagenteile, Vorrichtungen u. dgl. darstellt.

[0019] Es zeigen:

Fig. 1 einen horizontalen Schnitt durch eine sym-

metrische Hälfte einer Stranggießkokille mit Tauchausguss als Einheit,
den zu Fig. 1 gehörenden vertikalen Mittenschnitt durch die Stranggießkokille mit dem Tauchausguss,
einen Teil-Querschnitt durch die Kupferplatte mit Kühlwasserkanälen,
einen vertikalen Teilschnitt durch den Gießspiegelbereich mit den einzelnen Medien-Längen (-Dicken),
eine alternative Ausführungsform der Kühlwasserkanäle als Kühlwasserbohrungen,
einen Bereich der anzupassenden Wärmeübergangszahl α als Funktion der Wassergeschwindigkeit,
eine an den Strömungs-Schattenbereich des Tauchausgusses angepasste Wasserbedeckung,
eine an den Schattenbereich des Tauchausgusses angepasste Kupferplattendicke,
einen horizontalen Halbschnitt durch eine Trichteraufweitung in der Stranggießkokille,
ein Wärme-Übergangs-Diagramm zwischen der Kupferplatte und Kühlwasser,
einen senkrechten Schnitt mit Blickrichtung auf die Heißeite einer Breitseiten-Kupferplatte mit einem Horizontalschnitt des Gießstrangs im Zustand am Kokillenausgang,
die Ansicht auf die Breitseiten-Kupferplatte in der Ebene der Kühlwasserkanäle oder Kühlwasserbohrungen,
einen senkrechten Schnitt durch die Breitseiten-Kupferplatte der Fig. 10 im Einflussbereich des Tauchausgusses und außerhalb,
einen horizontalen Schnitt A-A durch die Breitseiten-Kupferplatte im Einflussbereich des Tauchausgusses und
einen horizontalen Schnitt B-B durch die Breitseiten-Kupferplatte außerhalb des Einflussbereichs des Tauchausgusses.

[0020] Als Beispiel für eine Stranggießkokille beliebigen Gießquerschnitts ist in Fig. 1 eine Einheit aus einem Tauchausguss 1 mit einer Dünnbrammen-Stranggießkokille 2, die aus zwei Breitseiten-Kupferplatten 2a und zwei Schmalseiten-Kupferplatten 2b bestehen, vorgesehen. Die Kupferplatten 2a weisen entweder schlitzförmige Kühlwasserkanäle 3 oder runde Kühlwasserbohrungen 4 auf. Der Tauchausguss 1 ist bis unter einen während des Gießens konstant geregelten Gießspiegel 5 eingetaucht. Für den Fall, dass die Stranggießkokille 2 einen Trichter 6 mit einem Trichter-Ende 6a aufweist, reicht der Tauchausguss 1 in die entsprechende Tiefe. Der flüssige Stahlwerkstoff 7 strömt durch die seitlichen Öffnungen 8 in den Pfeilrichtungen

9 in die Seitenräume 10 und um die Außenform 1 a des Tauchausgusses 1 herum auch in den zwischen der Außenform 1a und der Breitseiten-Kupferplatte 2a verbleibenden Zwischenraum 11. Auf dem Gießspiegel 5 wird durch Aufgeben von Gießpulver eine Schlackenschicht 13 zum Schutz gegen Oxidation gebildet (Fig. 2). Die Kupferplatten 2a und 2b werden durch am Eingang 14a einfließendes und am Ausgang 14b abfließendes Kühlwasser gebildet, dessen Fließrichtung (Eingang 14b und Ausgang 14a) auch umgekehrt werden kann. In Fig. 3 ist die Lage des Tauchausgusses 1 von der Seite gesehen, die die Öffnungen 8 zeigt. Die Kupferplatten 2a bilden den Trichter 6, in den der Tauchausguss 1 auf einer unveränderbaren Höhe eingestellt ist. Die Abkühlung in den Kühlwasserkanälen 3 bewirkt eine stetig fortschreitende Erstarrung des Gießwerkstoffes von außen her, die zunächst zu einer gleichmäßig dicken Strangschale 15 führt. Die partielle Änderung der Wärmeübergangszahl α und ggfs. die veränderte Wassergeschwindigkeit 16 zusammen mit der partiellen Wasserbedeckung 17 durch das am Eingang 14a einfließende und am Ausgang 14b abfließende Kühlwasser bewirken auf den verschiedenen Höhenlinien 18 auf dem vollen Umfang 20 der Innenform 2c eine zum Wärmestrom-Schatten des Tauausgusses 1 angepasste Wärmeabfuhr. Die Rückkühlung des erwärmten Kühlwassers, die Mengen und Geschwindigkeiten werden in dem die Kupferplatten 2a aufnehmenden Wasserkasten 19 durchgeführt bzw. eingestellt. In den Fig. 3A und 3C sind die Kühlwasserkanäle 3 als Kühlwasserschlitze und als Kühlwasser-Bohrungen 4 dargestellt.

[0021] In Fig. 3B sind die Medien dargestellt, die die Wärmeströmung bei jeweils unterschiedlichen Widerständen durchdringen müssen. Hierbei werden (von rechts nach links gesehen) der flüssige Stahlwerkstoff 7 (St), der Stahl im Tauchausguss 1 (St/C), der Schlackenschmierfilm (SL), und die Kupferplatte 2 berücksichtigt.

[0022] Die Erfindung wirkt sodann derart, dass eine in vertikal übereinander und parallel vorausgesetzte horizontale Höhenlinien 18 auf der Innenform 2c jeweils auf den vollen Umfang 20 der Innenform 2c verlaufende Isotherme durch die partielle Änderung der Wärmeübergangszahl α [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$] funktional jeweils vom Beginn des Tauchausguss-Einflusses (den äußeren Bereichen) bis zur Mitte 1b erzeugt wird, wobei gleichzeitig diese Isotherme durch eine partielle Wasserbedeckung 17 (vgl. die Fig. 4 und 5) über unterschiedlich beabstandete Kühlkanäle 3; 4 unterstützt wird.

[0023] Die Erfindung beruht auf einer Analogie zum Ohm'schen Gesetz aus der Elektrotechnik, in der die Spannung $U = \text{Widerstand } R \cdot \text{der Stromstärke } J$ ist. Dabei wird metallurgisch die Summe aller Teilwiderstände in mehreren Stoffen mit unterschiedlichen spezifischen Leitfähigkeiten λ [$\text{W} / \text{m} \cdot \text{K}$] ermittelt. Der Gesamtwiderstand ergibt sich zu $R_i = (l/\lambda \cdot F)$, mit $l = \text{Länge } [\text{m}]$ und $F = \text{Fläche } [\text{m}^2]$, wobei der Medienwiderstand R_i mit den in der Bezugszeichenliste angegebenen natürli-

chen Leitfähigkeitswerten λ berechnet wird.

[0024] Die angewendete Grundgleichung setzt l/λ gleich, einerseits für

- 5 - Stahl (einer Dünnbramme) (St)
- der Schlacke (SL)
- dem Kupfer (Cu)
- dem Kühlwasser und andererseits mit
- Stahl im Tauchausguss (St/C)
- 10 - der Keramik (Ref)
- dem Stahl im Verfahren (St)
- der Schlacke (SL)
- dem Kupfer (Cu)
- und dem Kühlwasser.

15 **[0025]** Die sich daraus errechnete Isotherme gilt für eine Änderung der Wärmeübergangszahl α bzw. einer anzusetzenden Wassergeschwindigkeit, und führt bspw. zu einem Wert α Wasser = $1/ -1,5 = -0,666$, d.h. es findet eine Absenkung auf ein α von ca. $2/3$ anstelle 1,000 statt.

[0026] Nach einer alternativen Lösung kann eine solche in einer Höhenebene verlaufende Isotherme ergänzend durch Reduzieren der Kühlwassermenge und / oder der Kühlwasser-Geschwindigkeit 16 in den Kupferplatten 2a der Stranggießkokille 2 in dem Zwischenraum 11 gegenüber dem Tauchausguss 1 erzeugt werden (Fig. 4). Nach der vorstehend schon beschriebenen Berechnungsmethode wird die Wärmeübergangszahl α auf den Wert - 0,666 von 1,000 gesenkt.

[0027] In Fig. 5 ist dazu noch eine Zusatzmaßnahme gezeigt, aufgrund deren diese Isotherme durch partielle Wasserbedeckung 17 über unterschiedlich beabstandete Kühlkanäle 3; 4 unterstützt wird. Die Wasserbedeckung 17 wird rechnerisch wiederum ermittelt durch Gleichsetzung der λ -Werte für den Tauchausguss-Werkstoff, die Kupferplatte 2, der Schlacke SL einerseits mit den Werten des Tauchausgusses 1, der Keramik, des Gießwerkstoffes 7, der Schlacke SL und der Kupferplatte Cu. Damit beträgt die Wasserbedeckung durch Änderung der Kühlschlitze ca. - 0,034. Somit sind (Fig. 5) im Schattenbereich des Tauchausgusses 1 weniger Kühlwasserschlitze mit größerem Abstand anzuordnen.

45 **[0028]** Eine weitere Alternative (Fig. 6) sieht vor, dass die Isotherme durch eine abschnittsweise veränderte Dicke 2d der Kupferplatte 2a erzeugt wird. Dazu werden wiederum die λ - Werte für den Gießwerkstoff Stahl (St), die Schlacke (SL) und für Kupfer (Cu) gleichgesetzt den λ - Werten für den Ausgusswerkstoff (St/C), der Ausguss-Keramik (Ref), dem Gießwerkstoff Stahl (St), der Schlacke (SL) und der Kupferplatte (Cu). Daraus errechnet sich eine theoretische Kupferdicke im Schattenbereich des Tauchausgusses von - 725 mm als Widerstand, um die Strangschale im Schattenbereich nicht zu unterkühlen.

50 **[0029]** Eine weitere Alternative für eine geringere Wärmeabfuhr im Schattenbereich des Tauchausgusses

1 gegenüber Bereichen der Kupferplatten 2 ergibt sich durch die Gestaltung gemäß Fig. 7. Danach ist vorgesehen, dass alternativ oder zusätzlich die Isotherme durch eine Trichteraufweitung 21 einer mit dem Trichter 6 versehenen Dünnbrammen- oder Dickbrammen-Stranggießkokille 2 im Einflussbereich des Tauchausgusses 1 erzeugt oder dadurch unterstützt wird. Die Berechnung erfolgt ebenfalls durch den vorgegebenen Berechnungsansatz mit den λ - Werten für Stahl (St), Schlacke (SL) und Kupferplatte (Cu) einerseits, die den λ - Werten für Stahl im Tauchausguss (St/C), der Keramik (Ref), dem Gießwerkstoff (St), der Schlacke (SL) und der Kupferplatte (Cu) gleichgesetzt werden. Aus der Gleichung errechnet sich $l = -100$ mm, so dass der Zwischenraum 11 auf beiden Seiten des Tauchausgusses 1 auf ca. 50 mm aufgeweitet wird.

[0030] Aus Fig. 8 ist der Wärme-Übergang von der Kupferplatte 2a; 2b auf das Kühlwasser dargestellt. Das Diagramm zeigt, dass mit zunehmender Kühlwassergeschwindigkeit 16 die Wärmeübergangszahl α [$W/m^2 \cdot K$] ansteigt. Der Wasser-Standard WS liegt bei 46, $\alpha_S = \text{normiert als "1"}$. Bei Wasser im Zentrum des Tauchausguss-Schattens mit $\alpha_Z = 0,66 \cdot \alpha_S$ ergibt sich eine Kühl-Wasser-Geschwindigkeit von ca. 7 m/sec, die außerhalb des Einfluss-Bereichs des Tauchausgusses 1 auf 12 m / sec ansteigt.

[0031] Gemäß Fig. 9 sind die Wirkungen der Kühlung ohne (linke Hälfte) und mit (rechte Hälfte) der Absenkung der Wärmeübergangszahl α ersichtlich. Im allgemeinen sind in den Breitseiten-Kupferplatten 2a die Kühlkapazitäten KW gleich im Hinblick auf gleiche Ausführung der Kühlwasserschlitze 3 oder der Kühlwasserbohrungen 4. Ohne die erfindungsgemäßen Kühlungsmaßnahmen ergibt sich jeweils außen eine Strangoberflächentemperatur S_{N1} und eine gleiche Strangoberflächentemperatur S_{N2} , die beide einen Wert $\alpha = 1$ aufweisen. Ebenso liegen die Strangoberflächentemperaturen T_{N1} und T_{N2} bei $\alpha = 1$ außerhalb des Tauchausguss-Schattens. Jedoch liegen die Strangschalendicke S_{Z1} und die Strangschalentemperatur T_{Z1} links bei $\alpha = 1$ und die Strangschalendicke S_{Z2} und die Strangschalentemperatur T_{Z2} bei $\alpha < 1$. Dementsprechend wird die Strangschalenerstarrung im Einflussbereich des Tauchausgusses 1 auch gleichmäßig.

[0032] Somit ergeben sich folgende Ergebnisse:

- a) Die Strangoberflächentemperatur $T_{N1} > T_{Z1}$ außerhalb des Tauchausguss-Schattens.
- b) Die Strangschalentemperatur T_{Z2} ist gleich der Strangoberflächentemperatur
- c) T_{N2} außerhalb des Tauchausguss-Schattens.
- c) Die Strangoberflächentemperatur S_{N1} (außerhalb des Tauchausguss-Einflusses) ist kleiner als Strangschalendicke S_{Z1} (innerhalb des Tauchausguss-Einflusses).
- d) Die Strangschalendicke S_{Z2} (innerhalb des Einflusses des Tauchausgusses) ist gleich der Strangoberflächentemperatur S_{N1} (außerhalb des Ein-

flusses des Tauchausgusses).

e) Die Kühlkapazität KW_N ist bei $\alpha = 1$ gleich der Kühlkapazität KW_Z .

f) Die Kühlkapazität KW_Z ist bei $\alpha = 0,66$ kleiner der Kühlkapazität KW_N .

[0033] In Fig. 10 in Verbindung mit den Fig. 10A, 11 und 12 werden die vorrichtungstechnischen Maßnahmen deutlich. Gemäß Fig. 10A sind Einlegestücke 23 und 24 zur Änderung der Strömungsgeschwindigkeit in die Kühlwasserkanäle 3 eingefügt. Entsprechende konische Stangen 22 befinden sich in den Kühlwasserbohrungen 4. In Fig. 10A sind die im Einflussbereich des Tauchausgusses 1 befindlichen Kühlwasserkanäle 3 für Kühlwassergeschwindigkeiten 16 ausgelegt bei einem $\alpha = 0,66$.

[0034] Die außerhalb des Tauchausguss-Einflusses befindlichen Kühlwasserkanäle 3 sind mit den Einlegestücken 24 versehen (Fig. 12) oder mit den konischen Stangen 22 und arbeiten bei einer Wärmeübergangszahl $\alpha = 1$. Entsprechendes gilt für die Kühlwasserbohrungen 4 mit den konischen Stangen 22.

[0035] Der hier wesentliche Bereich des Einflusses des Tauchausgusses 1 (Fig. 11) zeigt einen stufenförmigen Anstieg von Einlegestücken 23 bis zum Bereich außerhalb des Tauchausguss-Einflusses mit den Einlegestücken 24 und mit Werten für $\alpha = 0,66$ bis $\alpha = 1,0$.

Bezugszeichenliste

[0036]

- | | |
|-----|----------------------------------|
| 1 | Tauchausguss |
| 1a | Außenform |
| 1b | Mitte |
| 2 | (Dünnbrammen-) Stranggießkokille |
| 2a | Breitseiten-Kupferplatte |
| 2b | Schmalseiten-Kupferplatte |
| 2c | Innenform |
| 2d | veränderte Dicke |
| 3 | schlitzförmiger Kühlwasserkanal |
| 4 | Kühlwasserbohrung |
| 5 | Gießspiegel |
| 6 | Trichter |
| 6a | Trichter-Ende |
| 7 | (flüssiger) Stahlwerkstoff |
| 8 | seitliche Öffnung |
| 9 | (Strömungs- oder) Pfeilrichtung |
| 10 | Seitenraum |
| 11 | Zwischenraum |
| 12 | Schlackeschmierfilm |
| 13 | Schlackeschicht |
| 14a | Eingang |
| 14b | Ausgang |
| 15 | Strangschale |
| 16 | Wassergeschwindigkeit |
| 17 | partielle Wasserbedeckung |
| 18 | Höhenlinie |

- 19 Wasserkasten
 20 Umfang der Innenform
 21 Trichteraufweitung

St/C Stahl im Tauchausguss

2. Fortsetzung Bezugszeichenliste

1. Fortsetzung Bezugszeichenliste

5 [0038]

[0037]

- 22 konische Stange
 23 Einlegestück
 24 Einlegestück
 T_{N1} Strangoberflächentemperatur außerhalb des Tauchausguss-Schattens bei $\alpha=1$
 T_{N2} Strangoberflächentemperatur außerhalb des Tauchausguss-Schattens bei $\alpha<1$
 T_{Z1} Strangschalentemperatur im Tauchausguss-Schatten bei $\alpha = 1$
 T_{Z2} Strangschalentemperatur im Tauchausguss-Schatten bei $\alpha < 1$
 S_{N1} Strangoberflächentemperatur außerhalb des Tauchausguss-Schattens bei $\alpha = 1$
 S_{N2} Strangoberflächentemperatur außerhalb des Tauchausguss-Schattens bei $\alpha = 1$
 S_{Z1} Strangschalendicke innerhalb des Tauchausguss-Schattens bei $\alpha = 1$
 S_{Z2} Strangschalendicke innerhalb des Tauchausguss-Schattens bei $\alpha < 1$
 KW Kühlkapazität [W / m²]
 α Wärmeübergangszahl [W/m² • K]
 ws Wasser-Standard
 α_S Wärmeübergangszahl / Standard = 1 (normiert)
 α_Z im Zentrum des Tauchausguss-Schattens
 wZ Wasser im Zentrum des Tauchausgusses
 U Potentialdifferenz, Stahltemperatur und Wassertemperatur
 R Widerstand in allen Medien
 R_i Widerstand im Einzel-Medium
 J Wärmestrom in [W / m²]
 λ spezifische Wärmeleitfähigkeit in [W / m • K]
 l Dicke der spezifischen Medien zwischen Brammenmitte und Kokillenwasserkühlung in [mm]
 St flüssiger Stahlwerkstoff

- Ref Keramik; Feuerfest
 SL Schlackenschmierfilm
 Cu Kupferplatte zwischen Stahlwerkstoff und Kühlwasser
 F Strömungsquerschnittsfläche

- $\lambda_{St/C} = 50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
 $\lambda_{Ref} = 10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
 $\lambda_{St} = 50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
 $\lambda_{SL} = 10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$
 $\lambda_{Cu} = 300 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

20 Patentansprüche

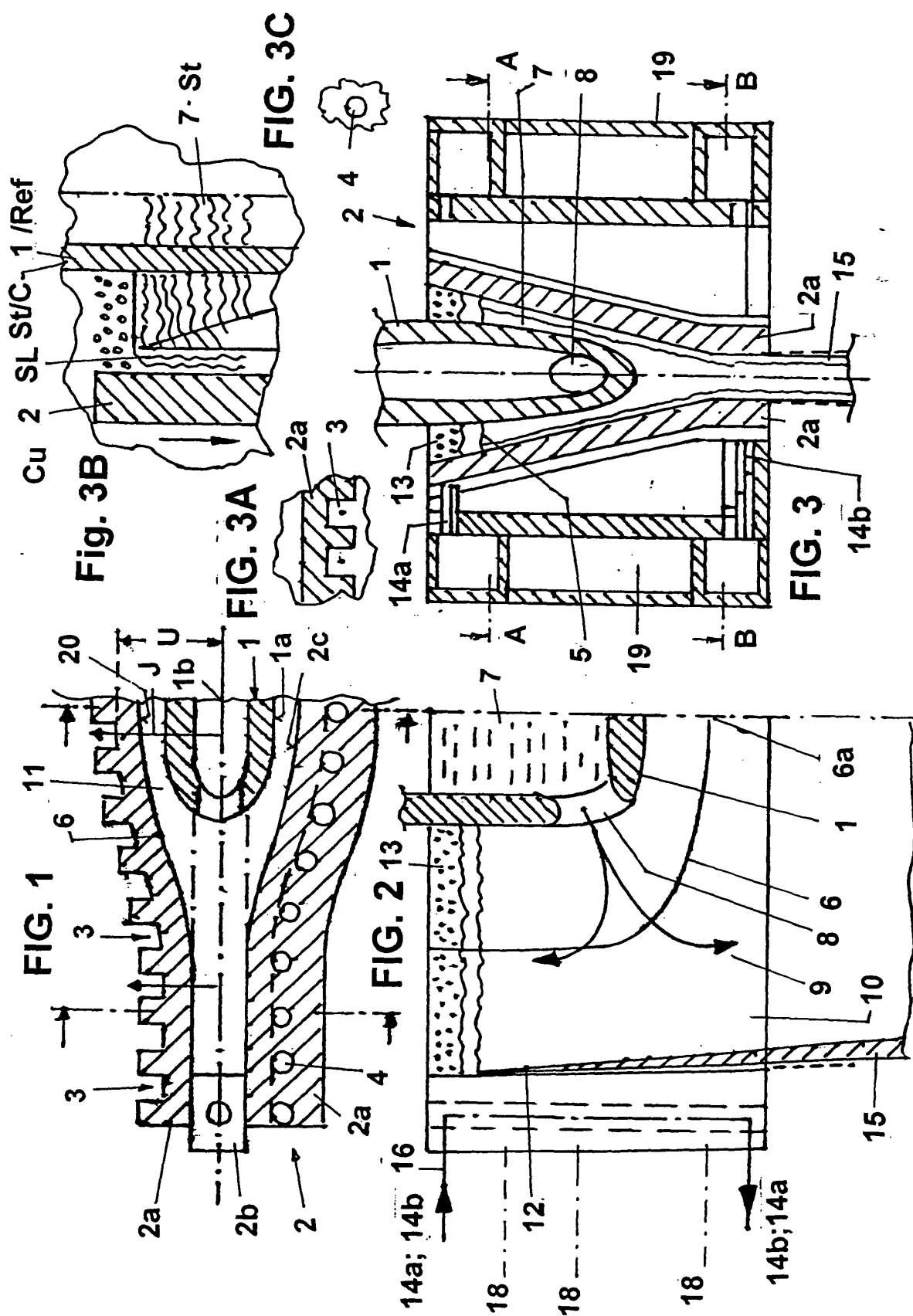
- Verfahren zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, durch Eingießen des Gießwerkstoffs in einen Tauchausguss (1), der in einer aus wassergekühlten Kupferplatten (2a; 2b) gebildeten Stranggießkokille (2) bis unter einen konstanten Gießspiegel (5) und ggfs. bis zu einem Trichterende (6a) zwischen den Breitseiten-Kupferplatten (2a) reicht und zumindest teilweise mit seiner Außenform (1a) der Innenform (2c) der Kupferplatten (2a) angenähert ist, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** während der Abkühlung in dem Bereich des Wärmestrom-Schattens des Tauchausgusses (1) die Wärmeübergangszahl α [W/m² • K] partiell derart abgesenkt wird, dass eine jeweils in einer horizontalen Höhenebene liegende Isotherme eine auf dem Umfang (20) gleichmäßige Strangschale (15) erzeugt
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die in vertikal übereinander und parallel vorausgesetzten horizontalen Höhenlinien (18) auf der Innenform (2c) der Breitseiten-Kupferplatte (2) jeweils auf dem vollen Umfang (20) der Innenform (2b) verlaufenden Isothermen durch partielle Änderung der Wärmeübergangszahl α [W/m² • K] funktional jeweils vom Beginn des Tauchausguss-Einflusses bis zur Mitte (1b) des Tauchausgusses (1) erzeugt wird und dass gleichzeitig diese Isotherme durch eine partielle Wasserbedeckung (17) über unterschiedlich beabstandete Kühlkanäle (3; 4) unterstützt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Isotherme durch Reduzieren der Wasser-

menge und / oder der Wassergeschwindigkeit (16) in den Kupferplatten (2a) der Stranggießkokille (2) gegenüber dem Tauchausguss (1) erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Isotherme durch eine abschnittsweise veränderte Dicke (2d) der Kupferplatten (2a) und / oder einer aufgetragenen Nickel- oder Chromschicht erzeugt wird. 5
5. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass alternativ oder zusätzlich die Isotherme durch eine Trichteraufweitung (21) einer mit dem Trichter (6) versehenen Dünnbrammen- oder Dickbrammen-Stranggießkokille (2) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) erzeugt oder unterstützt wird. 15
6. Einrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von Stahlwerkstoffen, mit einer Stranggießkokille (2) und einem unter einen konstanten Gießspiegel (5) eingestellten Tauchausguss (1), der ggfs. bis zu einem Trichterende (6a) zwischen den Breitseiten-Kupferplatten (2a) reicht und im wesentlichen mit seiner Außenform (1 a) der Innenform (2c) der Kupferplatten (2a) angenähert ist, 20
dadurch gekennzeichnet,
dass in den Breitseiten-Kupferplatten (2a) auf die Länge des Einflussbereichs des Tauchausgusses (1) die Kühlwasserkanäle (3) oder Kühlwasserbohrungen (4) auf eine derart abgesenkte Kühlwassergeschwindigkeit mittels veränderbaren Strömungskanalquerschnitten (F) und / oder auf eine partielle Wasserbedeckung ausgelegt sind, dass die Wärmeübergangszahl α [W / m² • K] im Bereich des Tauchausguss-Schattens kleiner als im Bereich außerhalb des Schattens ist. 25
30
35
40
7. Einrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlwasserkanäle (3) oder die Kühlwasserbohrungen (4) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) mittels Einlegestücken (23; 24) oder konischen Stangen (22) im Strömungsquerschnitt reduziert sind. 45
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Einlegestücke (23) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) niedrig und gestuft ausgeführt sind. 50
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kühlwasserkanäle (3) oder die Kühlwasserbohrungen (4) im Einflussbereich des Tauch-

ausgusses (1) im Sinn einer partiell verminderten Wasserbedeckung ausgeführt sind.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dicke (2d) der Breitseiten-Kupferplatten (2a) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) partiell vergrößert ausgeführt ist.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Breitseiten-Kupferplatten (2a) auf der Heißeite mit einer Nickel- oder Chromschicht versehen ist.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Breitseiten-Kupferplatten (2a) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) bei gegebenem Trichter (6) mit einer Aufweitung (25) des Trichters (6) versehen sind.



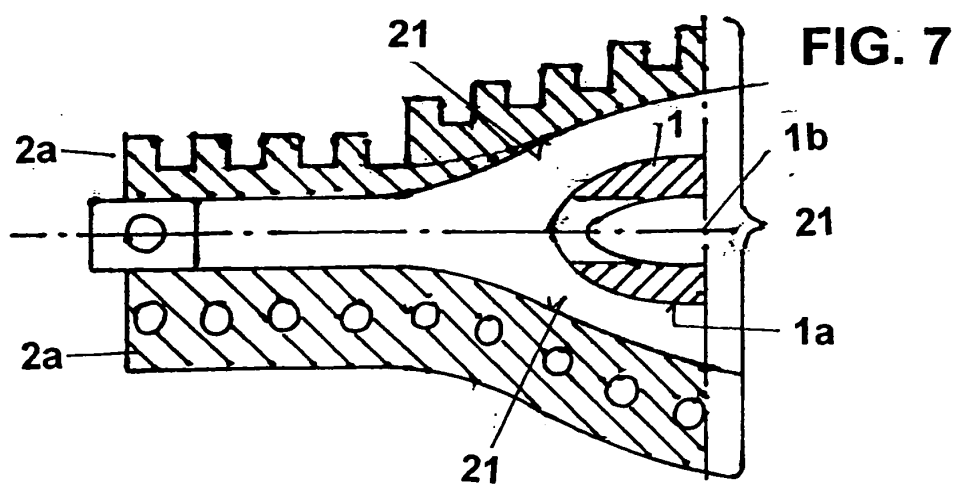
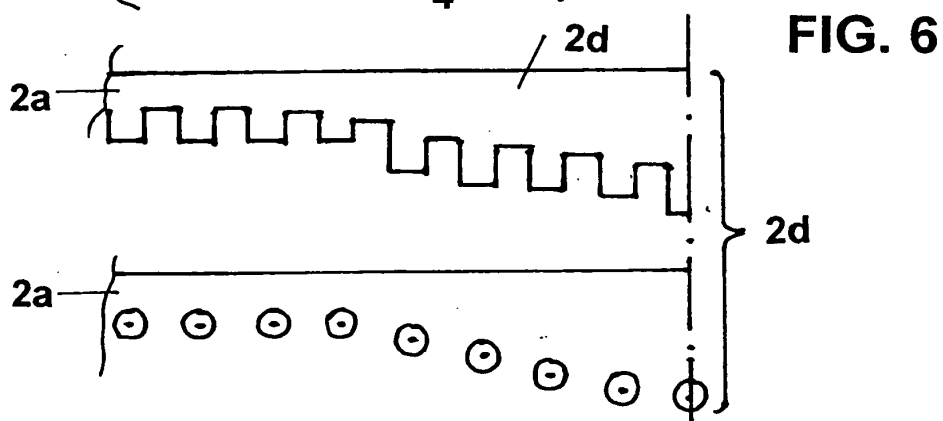
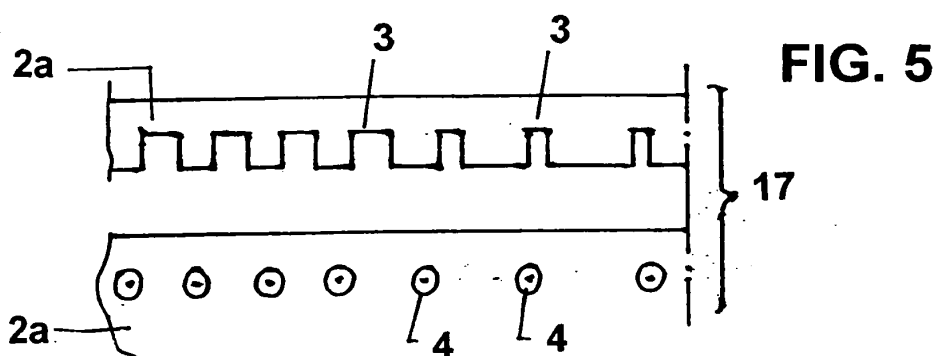
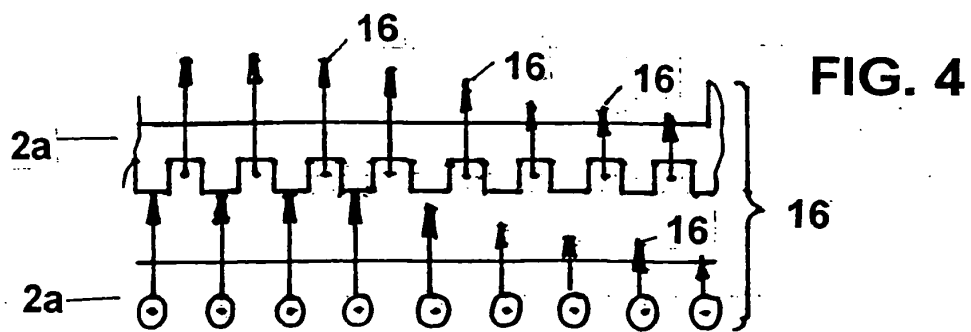


FIG. 8

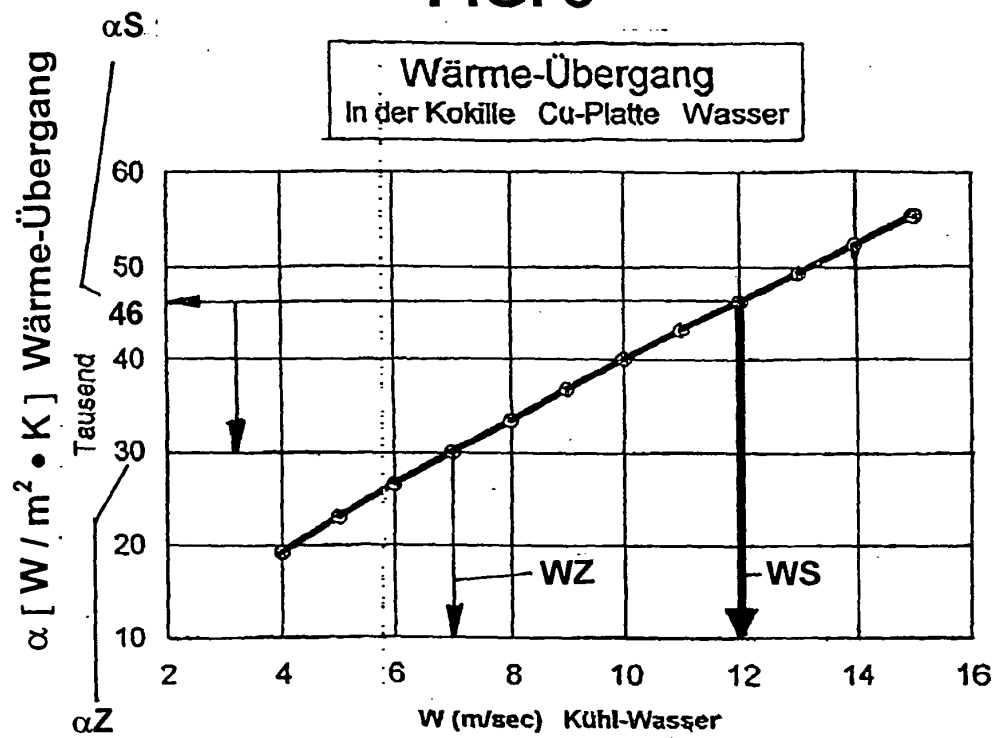


FIG. 9

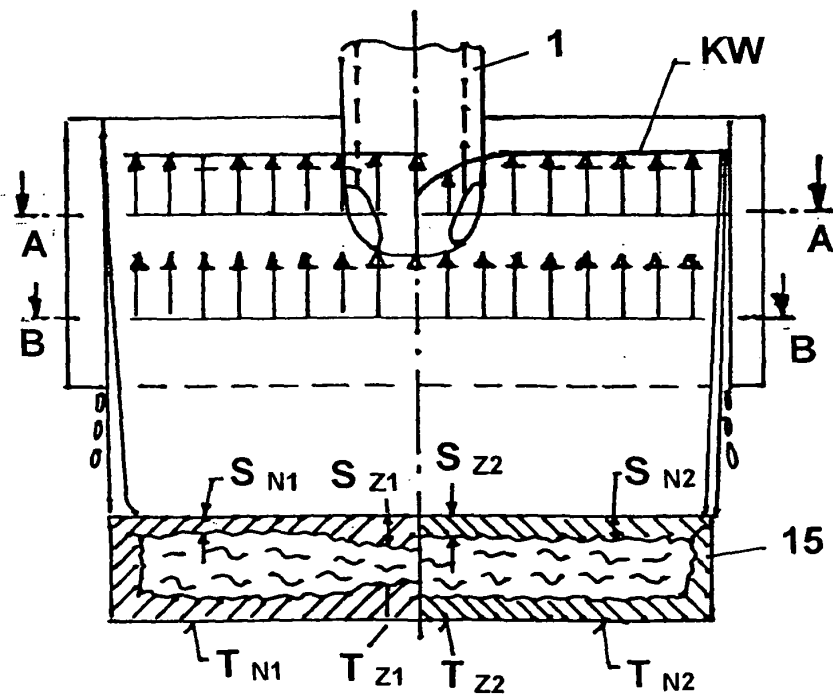
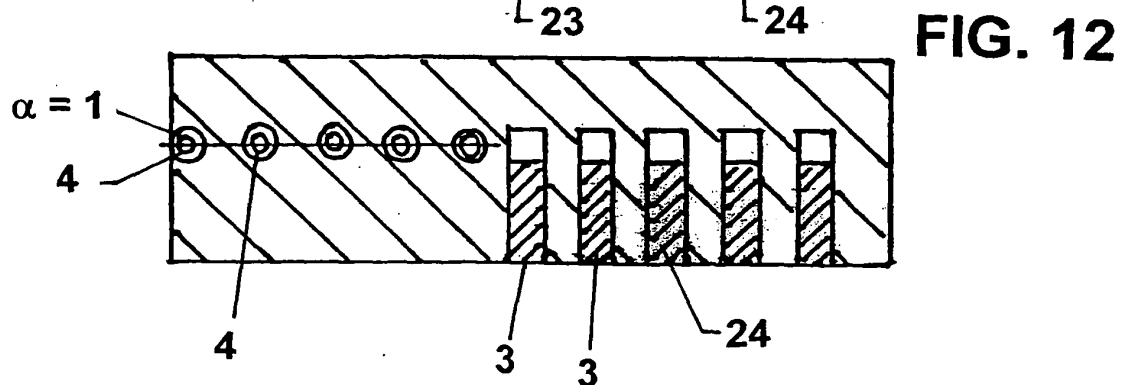
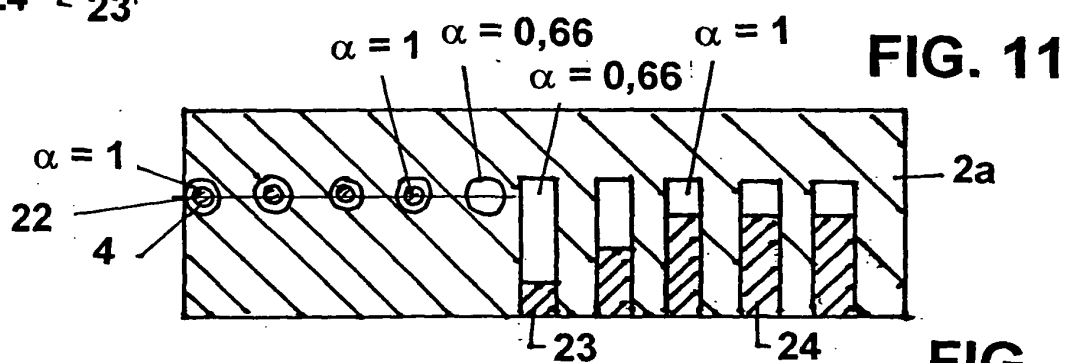
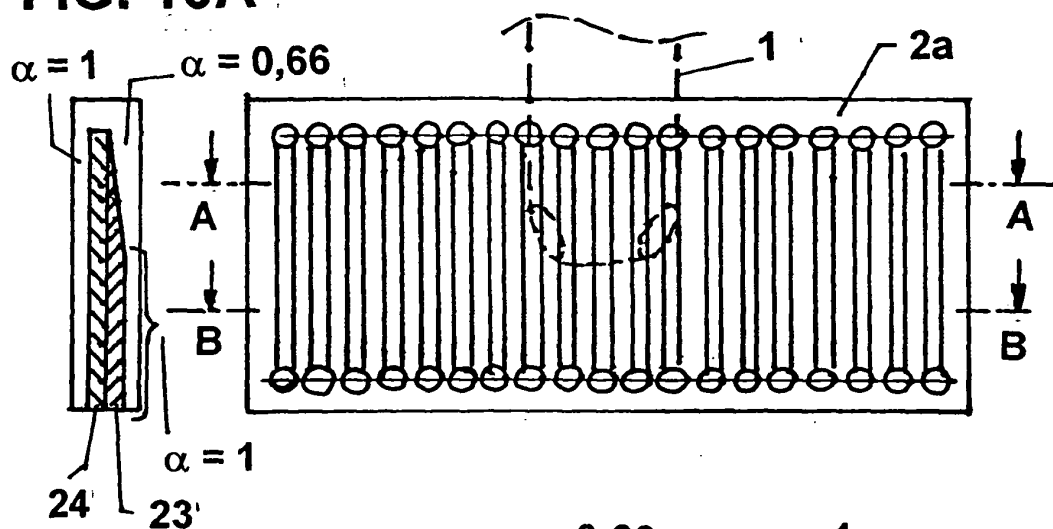


FIG. 10

FIG. 10A





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 2082

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 197 02 558 A (EL GAMMAL TAREK PROF DR ING) 30. Juli 1998 (1998-07-30) * Spalte 1 - Spalte 2; Ansprüche 1-11; Abbildungen 1-4 *	1	B22D11/04
X	* Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 39 *	5,12	
X	*, Satz 40 - Satz 55 *	4,10,11	

X	EP 0 931 609 A (KM EUROPA METAL AG) 28. Juli 1999 (1999-07-28)	1	
X	* Absatz [0001] - Absatz [0011]; Anspruch 1 *	1	
X	* Ansprüche 7,8 *	4,10	
X	* Ansprüche 9-12 *	3,7-9	

X	US 5 927 378 A (GROVE JOHN A ET AL) 27. Juli 1999 (1999-07-27) * Spalte 2; Ansprüche 1-15; Abbildung 2 *	1,3,7-9	

X	WO 97/04900 A (MANNESMANN AG ;PLESCHIUTSCHNIGG FRITZ PETER (DE)) 13. Februar 1997 (1997-02-13) * Seite 2, Absatz 4; Ansprüche 1-7; Abbildung 1 *	1,3,7-9	

X	EP 0 972 590 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 19. Januar 2000 (2000-01-19) * Absatz [0003] - Absatz [0007]; Ansprüche 1-4 *	1,4,10,11	

X	EP 0 865 849 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 23. September 1998 (1998-09-23) * Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 2, Zeile 8; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-4 *	1,5,12	

X	WO 94/26442 A (MORANDO MARIO ;ARVEDI GIOVANNI (IT); GOSIO GIOVANNI (IT); MANINI L) 24. November 1994 (1994-11-24) * Seite 2, Zeile 22 - Zeile 30 *	1	

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 19. Mai 2004	Prüfer Lombois, T
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 04 00 2082

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	RU 2 055 681 C (INST NOVOJ METALL T) 10. März 1996 (1996-03-10) * Zusammenfassung *	1-12	
A	CHEN JIE ET AL: "Design of funnel-shaped part of thin slab caster mould" KANG T'IEH;KANG T'IEH/IRON AND STEEL (PEKING) JAN 1993, Bd. 28, Nr. 1, Januar 1993 (1993-01), Seiten 22-25, XP002280956 * Seite 22 - Seite 25 * -----	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 19. Mai 2004	Prüfer Lombois, T
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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 04 00 2082

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19702558 A	30-07-1998	DE 19702558 A1	30-07-1998
EP 0931609 A	28-07-1999	DE 19802809 A1	29-07-1999
		AU 756323 B2	09-01-2003
		AU 1322099 A	19-08-1999
		BR 9900188 A	04-01-2000
		CA 2258451 A1	27-07-1999
		CN 1227778 A	08-09-1999
		EP 0931609 A1	28-07-1999
		JP 11267794 A	05-10-1999
		PL 331035 A1	02-08-1999
		TW 448081 B	01-08-2001
		ZA 9900141 A	09-07-1999
US 5927378 A	27-07-1999	AT 904098 A	15-04-2004
		AU 6573798 A	12-10-1998
		BR 9808394 A	28-08-2001
		CA 2284190 A1	24-09-1998
		CN 1251062 T	19-04-2000
		DE 19882215 T0	25-05-2000
		GB 2337715 A ,B	01-12-1999
		JP 2001516284 T	25-09-2001
		WO 9841342 A1	24-09-1998
WO 9704900 A	13-02-1997	DE 19529931 C1	03-04-1997
		AT 199846 T	15-04-2001
		AU 6983896 A	26-02-1997
		CN 1195307 A ,B	07-10-1998
		WO 9704900 A1	13-02-1997
		DE 19680629 D2	23-07-1998
		DE 59606639 D1	26-04-2001
		EP 0842001 A1	20-05-1998
		ES 2155199 T3	01-05-2001
		JP 3034957 B2	17-04-2000
		JP 11500361 T	12-01-1999
		RU 2142863 C1	20-12-1999
		US 6176295 B1	23-01-2001
EP 0972590 A	19-01-2000	DE 19831998 A1	20-01-2000
		AT 262993 T	15-04-2004
		DE 59908998 D1	06-05-2004
		EP 0972590 A1	19-01-2000
		JP 2000033461 A	02-02-2000
		US 6474401 B1	05-11-2002
EP 0865849 A	23-09-1998	DE 19710791 A1	24-09-1998

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

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

EP 04 00 2082

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0865849	A		AT 208670 T	15-11-2001
			BR 9806388 A	21-12-1999
			CA 2232216 A1	17-09-1998
			DE 59802117 D1	20-12-2001
			EP 0865849 A1	23-09-1998
			ES 2167819 T3	16-05-2002
			JP 10291056 A	04-11-1998
			US 5941298 A	24-08-1999
	ZA 9802226 A	09-10-1998		

WO 9426442	A	24-11-1994	IT 1265065 B1	30-10-1996
			AT 158732 T	15-10-1997
			AU 675324 B2	30-01-1997
			AU 6807494 A	12-12-1994
			BG 61904 B1	30-09-1998
			BG 100099 A	31-07-1996
			BR 9406300 A	26-12-1995
			CA 2162281 A1	24-11-1994
			CN 1123528 A	29-05-1996
			DE 69405995 D1	06-11-1997
			DE 69405995 T2	07-05-1998
			EP 0705152 A1	10-04-1996
			ES 2108995 T3	01-01-1998
			FI 955508 A	29-12-1995
			HU 73470 A2	28-08-1996
			WO 9426442 A1	24-11-1994
			JP 8510170 T	29-10-1996
			NO 954623 A	16-11-1995
			PL 311562 A1	19-02-1996
			TR 28417 A	19-06-1996
			ZA 9403352 A	28-03-1995
			ZW 6294 A1	06-07-1994

RU 2055681	C	10-03-1996	RU 2055681 C1	10-03-1996

EPO FORM P0461

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