

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 592 360 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.08.1998 Patentblatt 1998/33

(51) Int. Cl.⁶: **B22D 11/01**, B22D 11/04

(21) Anmeldenummer: **93810672.1**

(22) Anmeldetag: **22.09.1993**

(54) **Giessmaschine für das vertikale Stranggiessen in einem Magnetfeld**

Machine for vertical continuous casting in a magnetic field

Machine pour la coulée continue verticale dans un champs magnétique

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **06.10.1992 CH 3116/92**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.04.1994 Patentblatt 1994/15

(73) Patentinhaber:
Alusuisse Technology & Management AG
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)

(72) Erfinder:
• **Berclaz, Georges**
CH-3968 Veyras (CH)
• **Carrupt, Bertrand**
CH-1955 Chamoson (CH)
• **Plata, Miroslaw**
CH-1963 Vétroz (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 015 870 **EP-A- 0 062 606**
EP-A- 0 100 289 **EP-A- 0 229 589**
EP-A- 0 372 947

EP 0 592 360 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Giessmaschine nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Kühlen eines Stranges in einer Giessmaschine.

Bei Stranggiessverfahren, auch kontinuierliche Giessverfahren genannt, werden Metalle in Form von mehreren Meter langen Barren oder Bolzen gegossen, welche als Vormaterial für verschiedene nachfolgende Verarbeitungsschritte eingesetzt werden, wie z.B. zum Pressen, Walzen oder Schmieden.

Das wichtigste Glied einer Stranggiessmaschine sind Kokillen, welche in konventionellen Verfahren den Querschnitt des gegossenen Stranges festlegen. Eine Giessmaschine ist, je nach der Anzahl von gegossenen Strängen, mit entsprechend vielen, absenkbaaren Anfahrböden ausgerüstet, welche fest mit einem Giessstisch verbunden sind.

Während sich die Kokillen langsam mit der Schmelze füllen, beginnt das Metall an den Anfahrböden zu erstarren. Diese werden gekühlt und mit einer derartigen Geschwindigkeit abgesenkt, dass die Soliduslinie des erstarrenden Metalls stets innerhalb des Kokillenrahmens bleibt. Die Stränge, deren Erstarrung durch Wasserkühlung beschleunigt wird, wachsen in gleichem Masse nach unten, wie die Anfahrböden abgesenkt werden. Innerhalb einer vorgegebenen Länge eines Stranges ist der Giessvorgang unterbrechungsfrei.

Zu den wichtigsten Parametern des Stranggiessens gehören eine richtig gesteuerte Absenkgeschwindigkeit sowie die Kühlung des Metalls am richtigen Ort und mit der richtigen Intensität. Diese Parameter haben einen starken Einfluss auf die Oberfläche des Giessbarrens. Bei ungünstiger Steuerung der Parameter können Seigerung, Austritt von Schmelze durch die erstarrte Schale, Aufreissen oder Kalkaufbindung auftreten.

Das erst in jüngerer Zeit zu industrieller Reife geführte Magnetfeldgiessen (EMC) basiert auf der vollständigen Eliminierung mechanischer Berührung zwischen der Kokille und dem erstarrenden Metall. Das flüssige Metall wird durch steuerbare elektromagnetische Kräfte exakt in der Querschnittsform des Strangs gehalten.

Mit dem EMC-Verfahren lässt sich nicht nur eine homogene interne Struktur, sondern auch eine glatte Oberfläche des gegossenen Metalls erzielen, was zu besseren physikalischen und chemischen Eigenschaften der Press- oder Schmiedebolzen sowie Walzbarren führt. Kostspielige Nachbehandlungen, wie die Entfernung der Oberflächenhaut oder die Kantenbestossung, sind mit dem EMC-Verfahren nicht mehr notwendig.

Beim Magnetfeldgiessen ist die Startphase sehr wichtig, weil die Erstarrungsfront in einem engen Höhenbereich der Kokille von etwa 10 mm gehalten wird. Dies ist notwendig, weil bei einer EMC-Kokille die magnetischen Kräfte den metallostatistischen Druck der

Schmelze oberhalb der Erstarrungsfront kompensieren müssen. Deshalb ist eine vollständige Beherrschung der Kühlung, insbesondere während der Startphase, unerlässlich. Die Absenkgeschwindigkeit und die Kühlung einer bestimmten Legierung und Barrendimensionierung müssen zeitabhängig optimiert werden.

Die Barrenfusskrümmung und lokale Rissbildung können weitgehend eliminiert werden, wenn die Schockwirkung und die Intensität des Kühlwassers gesenkt werden können:

- Mit der Verwendung von kohlendioxidhaltigem Kühlwasser kann die Kühlintensität um einen Faktor bis etwa 5 gesenkt werden. Die Verwendung von CO₂-haltigem Kühlwasser bringt jedoch auch Nachteile mit sich. Das Kohlendioxid muss in Druckflaschen abgefüllt, transportiert und gelagert werden. Weiter muss CO₂-haltiges Kühlwasser bis kurz vor dem Austritt unter hohem Druck gehalten werden, was konstruktiv und werkstoffmässig zu einem höheren Aufwand führt.
- Nach einer weiteren Variante wird wenigstens während der Startphase des Giessens pulsierend Kühlwasser aufgespritzt. Dieses Verfahren hat sich beispielsweise beim Giessen der meisten Aluminiumlegierungen bewährt, bei harten Legierungen können jedoch Haarrisse entstehen.

Die nach unten keilförmig ausgebildete elektromagnetische Abschirmung bekannter Kokillen für EMC-Giessmaschinen erfüllt gleichzeitig zwei Funktionen:

- Das aus nichtrostendem Stahl, insbesondere INOX, bestehende Material der Abschirmung absorbiert die den Strang formenden elektromagnetischen Kräfte in gleichem Masse zunehmend, wie das Material zunimmt. Dies führt zu einer zusätzlichen Erwärmung.
- Die polierte Aussenfläche einer Abschrägung der Abschirmung wirkt zugleich als Leitfläche für das Kühlwasser, wobei auf der Leitfläche vorerst ein Kühlwasserfilm, dann ein auf den Strang aufspritzender Wasservorhang gebildet wird. Als Nebenwirkung wird die elektromagnetische Abschirmung durch das auftreffende Wasser gekühlt. INOX beispielsweise ist ein ausgesprochen schlechter thermischer Leiter.

Daraus ergeben sich für bekannte EMC-Kokille einige Probleme:

- Auf der polierten Aussenseite der elektromagnetischen Abschirmung, der Leitfläche, lagert sich Kalk ab und führt zu einer ungenügenden Filmbildung durch das Kühlwasser und zu schwachen Kühlung der Abschirmung. Da diese Kühlung hinreichend sein muss, sind aufwendige Unterhaltskosten unumgänglich.

- Die elektromagnetische Abschirmung ist starr an der Kokille befestigt, die Lage der Leitfläche kann also nicht verändert werden.
- Die Bestandteile der Kokille bestehen aus Aluminium, Eisen und Kupfer, was zu Korrosionsproblemen führt.

Eine Giessmaschine der eingangs genannten Art ist aus der EP-A-0229589 bekannt. Ein ggf. vertikal verschiebbarer Gegenschirm ist innengekühlt. Das zur Innenkühlung verwendete Kühlwasser tritt durch Kühlmitteldurchlässe aus dem Gegenschirm aus und wird auf den Strang geleitet. Durch die Verschiebung des Gegenschirms verändert sich auch die Auftreffhöhe dieser zusätzlich auf den Strang geleiteten Kühlmittelstrahlen. Die Hauptmenge des Kühlmittels wird über eine an der Abschirmung ausgebildete Leitfläche auf den Strang gelenkt. Die Menge des auf den Strang aufgeführten Kühlmittels kann hierbei über dielektrische Zwischenstücke bzw. Kühlmittelschikanen reguliert werden.

Die EP-A-0372947 offenbart eine konventionelle Stranggiesskokille mit einer schwenkbaren Ablenkeinrichtung für das Kühlmittel zur Veränderung der Auftreffhöhe des Kühlmittels auf dem Strang.

Die Erfinder haben sich die Aufgabe gestellt, eine Giessmaschine der eingangs genannten Art zu schaffen, welche dank einfacherer Gestaltung und geringeren Verlusten an elektromagnetischer Energie der Kokillen sowohl in bezug auf die Herstellungs- als auch auf die Betriebskosten wirtschaftlicher ist. Die Kokille soll im Auftragen von Kühlwasser flexibel sein und mit einem Verfahren gekühlt werden, das schonender als bisherige angewendet werden kann.

In bezug auf die Giessmaschine wird die Aufgabe erfindungsgemäss gelöst durch die Merkmale von Anspruch 1. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen der Giessmaschine sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

Nach einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung besteht das Kokillengehäuse aus einem zweckmässig etwa 3 mm dicken Lochblech. Dies bedeutet gegenüber dem bekannten Stand der Technik in ökonomischer und technischer Hinsicht einen gewaltigen Fortschritt, die teuren metallischen Formteile, welche massiv ausgebildet sind und in der Regel aus Aluminium bestehen, können durch ein Blechgehäuse aus nichtrostendem Stahl, dem gleichen Material wie die Abschirmung, hergestellt sein. Wegen der grossen Mengen durchgesetzten Kühlmediums können Formteile aus Kunststoff in das Blechgehäuse eingesetzt werden, was arbeitstechnisch und auch kostenmässig gewaltige Vorteile bringt. Ausserdem werden die vorstehend erwähnten Korrosionsprobleme restlos beseitigt.

Weitere Vorteile des abgekannten Kokillengehäuses liegen darin, dass der Verlust an elektromagnetischer

Energie geringer ist und der weitgehend einstückigen Ausführungsform keine Dichtungsprobleme auftreten.

Die erfindungsgemäss aus einem isolierenden Material bestehende Leitfläche für das Kühlwasser der Kokille ist vorzugsweise die Oberfläche einer separat und zweckmässig auswechselbar eingesetzten Ablenkplatte. Die dauernde intensive Kühlung erlaubt eine Herstellung aus Kunststoff, was ebenfalls eine arbeitstechnisch einfache und überaus billige Ausführungsform ist. Bevorzugt ist die Ablenkplatte verschieb- und/oder schwenkbar. Die Ablenkplatte kann in ihrer Position mit an sich bekannten Mitteln eingestellt werden. Das in unveränderbarer Richtung auftreffende Kühlwasser kann so in einem bestimmten Winkelbereich umgelenkt werden. Mit andern Worten ist die Auftreffhöhe des an dieser Leitfläche gebildeten, auf den Strang gespritzten Wasservorhangs einstellbar, beispielsweise über einen Bereich von 5 bis 20 mm bei nicht verstellbarer Kokillenhöhe.

Dies bedeutet gegenüber der Ablenkung des Kühlwassers an einer Leitfläche der magnetischen Abschirmung, welche starr montiert ist, einen bedeutenden Fortschritt. Der kühlende Wasserschleier kann mit einfachen Mitteln dort aufgebracht werden, wo er wirklich eine optimale Wirkung entfalten kann.

Die gleichmässige Ausbildung eines Wasserfilms auf der Leitfläche der Ablenkplatte kann noch dadurch verbessert werden, dass längslaufende Rillen ausgebildet sind. Unter längslaufend wird hier die Fliessrichtung des Kühlwassers verstanden.

Harte Aluminiumlegierungen beispielsweise werden mit niedriger Absenkgeschwindigkeit gegossen, dabei wird entsprechend weniger Kühlwasser gebraucht. Im Gegensatz zum Auftreffen von viel Wasser mit verhältnismässig hohem Druck auf der Leitfläche, wo ein weitgehend gleichmässiger Wasserfilm gebildet wird, trifft das Wasser bei geringeren Kühlmittelmengen mit zu niedrigem Druck auf die Leitfläche auf, das Kühlwasser läuft ohne Filmbildung ab und kann an den ohnehin schon empfindlicheren Strängen keine optimale Kühlwirkung entfalten. In der Kokille kann deshalb unter der Ablenkplatte bzw. unter dem austretenden Kühlwasser eine Tragplatte ausgebildet sein, welche im Vergleich zur Ablenkplatte länger ausgebildet ist, also näher zum Strang führt.

Das Kühlwasser wird auf die Tragplatte gespritzt, bei geringerem Druck wird die Leitfläche der Ablenkplatte wenig oder nicht benetzt. Die der Ablenkplatte zugewandte Oberfläche der aus dem gleichen Material wie die Ablenkplatte ausgebildeten Tragplatte ist ebenfalls als Leitfläche für Kühlwasser ausgebildet. Diese vorzugsweise wie die Ablenkplatte auswechselbare Tragplatte ist ebenfalls vorzugsweise verschieb- und/oder schwenkbar, zweckmässig mit dem gleichen Antriebsorganen wie die Ablenkplatte. Nur mit einer beweglichen Tragplatte kann das Niveau des auf den Strang auftreffenden Kühlwasservorhangs variiert wer-

den.

Bei empfindlichen Metallsträngen kann die Tragplatte Löcher oder Schlitze zur Ableitung von Kühlwasser aufweisen. Weil das derart abgeleitete Kühlwasser nie auf den heissen Strang trifft, kann so der Kühleffekt weiter vermindert werden.

Obwohl die Ablenk- und die Tragplatte wenigstens teilweise zwischen dem Induktor und der elektromagnetischen Abschirmung angeordnet sind, können sich diese nicht durch die elektromagnetische Einwirkung erhitzen, sie bestehen aus einem isolierenden Material, vorzugsweise aus Kunststoff, beispielsweise Polyäthylen oder Polypropylen. In jedem Fall ist die Kalkbildung wesentlich geringer als auf einer Leitfläche einer Abschirmung bisher bekannter Bauart.

Im aktiven Bereich des Induktors ist ein U- oder V-förmig umgebogenes, von Kühlwasser durchflossenes, also innengekühltes Abschirmblech angeordnet, welches wie der ausserhalb des aktiven Bereichs des Induktors liegende Abschirmkörper bevorzugt aus nichtrostendem Stahl besteht. Die vorzugsweise aus etwa 1 bis 2 mm dickem, INOX-Blechen bestehende, seitlich verschlossene Abschirmung wirkt nur als funktioneller Teil, wenn eine Einlage oder Beschichtung aus einem elektromagnetisch besser abschirmenden Material angeordnet ist. Sonst hat das gebogene Blech aus rostfreiem Stahl eine reine Schutz- und Trägerfunktion.

Bekannte Abschirmungen von EMC-Kokillen sind auch im untersten Bereich massiv ausgebildet, sie verlaufen wie erwähnt keilförmig. Dadurch wird mit grossem Materialaufwand und mit Aussenkühlung eine von unten nach oben zunehmende Abschirmung erreicht, wie dies den Erfordernissen beim EMC-Stranggiessen entspricht.

Nach der erfindungsgemässen Ausführungsform der Kokille schwächt eine Einlage oder Beschichtung im U- oder V-förmigen Teil der Abschirmung die elektromagnetische Einwirkung des Induktors in nach oben verlaufender Richtung zunehmend ab. Diese schrittweise oder kontinuierlich zunehmende elektromagnetische Abschirmung wird beispielsweise durch folgende Massnahmen erreicht:

- Das U- oder V-förmig umzubiegende Blech aus nichtrostendem Stahl wird bevorzugt mit Silber oder Kupfer beschichtet und dann mit dieser Schicht nach innen umgebogen. Das Beschichten erfolgt mit üblichen Verfahren, beispielsweise galvanisch, chemischer Abscheidung aus der Gasphase, Aufspritzen, Abscheidung aus einem Plasma.
- Das U- oder V-förmige Blech wird nach dem Umbiegen entsprechend beschichtet.
- Wenigstens eine Folie oder ein Blech aus Silber, Kupfer oder Messing, wird in das U- oder V-förmige Blech eingelegt. Diese Folie oder dieses Blech kann umgebogen, gefaltet oder mehrschichtig ausgebildet sein, wobei eine Abstufung oder eine kontinuierliche Dickenveränderung in der Weise erfolgt,

dass die Abschirmung von unten nach oben stufenweise oder kontinuierlich zunimmt.

Durch die Einlage einer Folie oder eines Blechs einerseits oder eine Beschichtung andererseits aus einem der erwähnten Metalle kann die Abschirmung gegenüber dem gebogenen Stahlblech vervielfacht werden, je nach Material und Dicke um einen Faktor von mehreren Hundert.

Eine Einlage oder Beschichtung aus Silber ist zweckmässig 0,05 bis 0,2 mm dick, aus Kupfer 0,2 bis 0,4 mm und aus Messing 0,5 bis 2 mm, entsprechend dem spezifischen Absorptionsvermögen, wobei die Dicke dieser Schicht kontinuierlich oder stufenweise von unten nach oben zunehmen kann.

In bezug auf das Verfahren zum Kühlen eines Stranges in einer Giessmaschine, in welcher das Kühlwasser in spitzem Winkel auf eine Leitfläche gespritzt, ein regelmässiger Wasserfilm gebildet und auf den Strang gespritzt wird, zeichnet sich die erfindungsgemässe Lösung der Aufgabe dadurch aus, dass die wasserbeaufschlagte Leitfläche kontinuierlich in einem vorgegebenen Rhythmus hin und her verschoben und/oder geschwenkt und dadurch der Wasservorhang auf dem Strang über eine bestimmte Höhe auf und ab bewegt wird. Spezielle und weiterbildende Ausführungsformen des Verfahrens sind Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren können die Vorteile einer pulsierenden Wasserkühlung ausgenutzt und verbessert werden, indem der verhältnismässig harte Uebergang von "Kühlen" zu "Nichtkühlen" in stark gemilderter Form kontinuierlich auftritt. So können auch bei empfindlichen Legierungen, wie beispielsweise harten Aluminiumlegierungen, Haarrisse vermieden werden.

In bezug auf den zeitlichen Ablauf wird die wasserbeaufschlagte Leitfläche vorzugsweise sinusförmig bewegt, insbesondere mit einer Zeitperiode von 1 bis 3 sec pro Halbwelle. Dabei vollzieht der Wasservorhang auf dem Strang vorzugsweise eine Auf- und Abwärtsbewegung von 5 bis 20 mm. In an sich bekannter Weise erfolgt die Bewegung der wasserbeaufschlagten Leitfläche vorzugsweise mit pneumatischem, hydraulischem oder elektromagnetischem Antrieb, von einem Microprozessor gesteuert.

Das Kühlwasser wird zweckmässig mit gleichbleibendem, im Bereich 0,01 bis 0,5 bar liegendem Druck aufgespritzt, beginnend mit dem Absenken des Anfahrbodens, was etwa 0 bis 3 min nach dem Giessbeginn entspricht. Weil insbesondere die Anfahrphase kritisch ist, kann das Bewegen der wasserbeaufschlagten Leitfläche, während in der Praxis meist 3 bis 7 min, fortgesetzt werden. Selbstverständlich wird das Bewegen der Leitfläche nur eingestellt, wenn dies die Empfindlichkeit der Legierung zulässt.

Der Strang kann während des Kühlens elektromagnetisch vibriert werden, insbesondere kontinuierlich.

Die mit der Erfindung erreichten Vorteile können wie folgt zusammengefasst werden:

- Durch eine vom Magnetfeld nicht erwärmte, wasserbeaufschlagte Leitfläche wird die Abscheidung von Kalk auf der polierten Oberfläche der Abschirmung vermieden und dadurch die Unterhaltskosten entsprechend herabgesetzt.
- Durch eine einstellbare wasserbeaufschlagte Leitfläche kann das Niveau des Kühlwasservorhangs auf den Strang eingestellt werden.
- Wenigstens in der Anfahrphase und/oder bei empfindlichen Legierungen kann der Wasservorhang in einem einstellbaren Rhythmus gehoben und gesenkt werden. Die Pulswasserkühlung wird verfeinert, indem die Schockwirkung der plötzlichen Wasserzugabe eliminiert und dauernd Kühlwasser auf den Strang geführt wird. Dadurch entstehen keine kurzzeitigen Ueberhitzungen.
- Die Zugabe von CO₂, welche beim EMC-Stranggiessen üblich ist, entfällt.
- Durch die Ausbildung eines abgekanteten Kokillengehäuses aus nichtrostendem Stahlblech, dem gleichen Material wie die elektromagnetische Abschirmung, entfallen Korrosionsprobleme.

Die erfindungsgemässe Ausgestaltung des Kokillengehäuses als aus einem Blech, insbesondere aus einem Lochblech aus nichtrostendem Stahl, ist an sich nicht zwangsläufig an die Leitfläche für das Kühlwasser und die innengekühlte Abschirmung gebunden, ebenso wenig diejenige des aktiven Bereichs der elektromagnetischen Abschirmung in Form eines U- oder V-förmig umgebogenen Blechs aus nichtrostendem Stahl mit einer Einlage oder Beschichtung.

Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen, welche auch Gegenstand von abhängigen Patentansprüchen sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 eine den Stand der Technik darstellende, in eine Giessmaschine eingesetzte EMC-Kokille,
- Fig. 2 eine Teilansicht eines Lochblechs für ein Kokillengehäuse,
- Fig. 3 einen Schnitt durch eine Kokille in Längsrichtung des Stranges,
- Fig. 4 eine Variante von Fig. 3,
- Fig. 5 den aktiven Teil einer elektromagnetischen Abschirmung,
- Fig. 6 einen Teilschnitt durch einen Schenkel einer Fig. 5 entsprechenden elektromagnetischen Abschirmung,
- Fig. 7 ein Einlageblech für eine elektromagnetische Abschirmung, und
- Fig. 8 eine Variante gemäss Fig. 7.

Fig. 1 zeigt ein an sich bekanntes Grundprinzip

einer Giessmaschine zum vertikalen Magnetfeld-Strangguss. Eine Giessmaschine kann eine oder mehrere Kokillen 10 umfassen.

Ein Induktor 12 für ein Mittelfrequenz-Starkstromsystem erzeugt ein Magnetfeld und dadurch jene Kraft im Strang 14, welche verhindert, dass das gegossene Metall die Kokilleninnenwand 16 berührt.

Eine keilförmige elektromagnetische Abschirmung 18 schirmt den Induktor 12 teilweise ab und verkleinert dadurch das Magnetfeld in Aufwärtsrichtung. Schliesslich bestimmt die Abschirmung 18 die Zone, in welcher das Kühlwasser 20 in Form eines Kühlwasservorhangs 22 auf den Strang 14 spritzt.

Ein Anfahrboden 24 ist auf einem nicht sichtbaren Giesstisch montiert. Der Anfahrboden 24 formt während der Startphase den Fuss 26 des Gussstranges 14 und stützt diesen während der ganzen Giessphase.

Dieses Grundprinzip des Magnetfeld-Stranggiessens gemäss Fig. 1 wird erfindungsgemäss bezüglich der Leitfläche 28 für das Kühlwasser 20, des aktiven Bereichs 30 der elektromagnetischen Abschirmung 18 und des geformten, massiv ausgebildeten Kokillengehäuses 32 verbessert, im übrigen jedoch im wesentlichen unverändert beibehalten.

In Fig. 2 ist ein etwa 3 mm dickes nichtrostendes Stahlblech 34 (INOX) zur Herstellung eines Kokillengehäuses 32 dargestellt. Das Stahlblech 34 umfasst bereits in regelmässigen Abständen a von etwa 10 mm angebrachte Löcher 36 mit einem Durchmesser von etwa 3 mm, welche später dem Austritt des Kühlwassers dienen.

Die in Fig. 3 dargestellte Kokille 10 einer Giessmaschine umfasst ein Kokillengehäuse 32 aus einem nichtrostendem Stahlblech 34. Der gebildete Innenraum ist mit Kühlwasser 20 gefüllt und mit einem Wasserverteilerblock 38 aus Kunststoff versehen. Eine elektromagnetische Abschirmung 18 aus nichtrostendem Stahl hat zwei Innennuten 42 zum Einstecken von stirnseitigen Kanten des Kokillengehäuses 32. Das Kokillengehäuse 32 und der Wasserverteilerblock 38 aus Kunststoff werden von einem Bolzen 44 durchgriffen, an welchem eine Schraube 46 in der elektromagnetischen Abschirmung 18 angreift und den Wasserverteilerblock 38 und damit das Kokillengehäuse 32 festzieht.

Der Wasserverteilerblock 38 weist eine verhältnismässig tiefe Nut 50 auf, von welcher in regelmässigen Abständen a (Fig. 2) Kühlwasserkanäle 52 ausgebildet sind, welche in ein Loch 36 im Stahlblech 34 münden. Die Richtung des austretenden Kühlwassers 20 wird durch die Richtung der Kühlwasserkanäle 52 bestimmt.

Durch Lösen der Schrauben 46 kann die elektromagnetische Abschirmung 18 und nach dem Entfernen des Bolzens 44 auch der Wasserverteilerblock 38 entfernt bzw. ausgewechselt werden.

Ueber eine angeschraubte Klammer 54 und eine Abkantung 56 sind zwei miteinander verzahnte, geformte Kunststoffblöcke 58, 60 mit dem Kokillenge-

häuse 22 verbunden.

Der Induktor 12, im vorliegenden Fall aus Kupfer, ist mit dem Kunststoffblock 58 unter Zwischenlage einer temperaturbeständigen Isolationsschicht 62 verschraubt, welcher im vorliegenden Fall aus Kupfer besteht.

In einer Aussparung des Kunststoffblocks 60 ist der Anstell- und Bewegungsmechanismus einer Ablenkplatte 66 aus Kunststoff für das Kühlwasser 20 angeordnet. Ein aufblasbarer Balg 68 verschiebt druckabhängig eine Dichtungsscheibe 70 mit einer entsprechenden Bohrung im Kunststoffblock 60 und der Abkantung 56 durchgreifenden Schubstange 72. An dieser Schubstange 72 ist die Ablenkplatte 66 gelenkig verbunden. Mit einer ebenfalls an der Schubstange 72 befestigten Feder 74 wird die Ablenkplatte 66 gegen das U-förmig gebogene Abschirmblech 76 der elektromagnetischen Abschirmung 18 geschwenkt. Die elektromagnetische Abschirmvorrichtung 18 ist mindestens im Bereich des U-förmigen Abschirmblechs 76 mit Wasser 78 innengekühlt, weil das Kühlwasser 20 für den Strang 14 nicht in Aussenkontakt mit der elektromagnetischen Abschirmung 18, insbesondere dem Abschirmblech 76, tritt.

Mit einem Druck von beispielsweise 0,5 bar aus den Kühlwasserkanälen 52 austretend, trifft das Kühlwasser 20 in einem spitzen Winkel auf der Leitfläche 80 der Ablenkplatte 66 auf, fliesst unter Bildung eines Wasserfilms entlang dieser Leitfläche, bildet beim Ablösen von der Ablenkplatte einen homogenen Kühlwasservorhang 22, welcher seinerseits den zu kühlenden Strang 14 beaufschlagt.

In Fig. 3 ist die Ablenkplatte 66 in zwei Extrempositionen gezeichnet. Der Wasservorhang kann innerhalb einer Höhe h von 5 bis 20 mm, insbesondere 5 bis 10 mm, in jeder einstellbaren Position auf den Strang 14 auftreten. Damit ist die Kokille 10 auch bei starrer elektromagnetischer Abschirmung sehr flexibel. Der Wasservorhang kann jedoch auch kontinuierlich gehoben und gesenkt werden, beispielsweise in Form einer sinusförmigen Bewegung.

In der Kokille 10 gemäss Fig. 4 ist anstelle der Ablenkplatte 66 eine ebenfalls mit der Schubstange 72 schwenkbar verbundene Tragplatte 82 angeordnet. Diese Tragplatte 82 aus Kunststoff dient der Verteilung von mit geringem Druck ausfliessendem Kühlwasser 20, beispielsweise mit weniger als 0,05 bar. Das Kühlwasser erreicht die Leitfläche 80 der Ablenkplatte 66 nicht. Damit das als Film auf der Leitfläche 84 der Tragplatte 82 abfliessende Kühlwasser 20 den Strang 14 erreicht, ist die Tragplatte 82 länger als die Ablenkplatte 66 ausgebildet und reicht bis in den näheren Bereich des Stranges 14.

In der Tragplatte 82 sind Löcher 86 oder Schlitze ausgebildet, damit ein Teil des Kühlwassers abgeleitet werden kann, ohne dass es den Strang 14 erreicht.

Im Abschirmblech 76 ist ein Einlageblech 88 aus Kupfer eingeklemmt, welches einen hohen Absorpti-

onsgrad für das vom Induktor 12 erzeugte Magnetfeld hat. Im oberen Bereich sind zwei Kupferbleche durch Löten, Nieten oder Kleben miteinander verbunden, wodurch in diesem Bereich stärker abgeschirmt wird.

Auf dem Wasserverteilerblock 38 ist ein Flansch 90 mit einer Eintrittsöffnung 92 für das Kühlwasser 20 befestigt, beispielsweise mit Schrauben. Dadurch wird eine grosse Kammer 93 und eine mit der Nut 50 im Wasserverteilerblock 38 identische kleine Kammer für das Kühlwasser 20 gebildet. Mit dem Flansch 90 kann das Kühlwasser 20 ruhiger in die Kühlwasserkanäle 52 eingeführt werden.

Fig. 5 zeigt ein Detail bezüglich der aktiven Zone der Abschirmung 18, welche durch das U-förmig gebogene, am Abschirmungskörper befestigte Abschirmblech 76 gebildet wird. Auf den beiden Schenkeln des Abschirmblechs 76 sind 0,3 mm dicke Beschichtungen 94 aus Kupfer aufgebracht, welche unterschiedlich lang sind. Dadurch entsteht eine abgestuft wirksame elektromagnetische Abschirmung, welche - wie in konventionellen Ausführungsformen - oben stärker ist als unten.

Eine Variante ist in Fig. 6 dargestellt. Auf einem Teil des Abschirmblechs 76 ist eine von unten nach oben dicker werdende Beschichtung 94 aufgebracht, welche einen von unten nach oben kontinuierlich zunehmenden Abschirmungseffekt erzeugt.

In Fig. 7 ist ein oben bis zur Längsmitte umgebogenes Einlageblech 88 für ein U- oder V-förmig abgebeugenes Abschirmblech 76 (Fig. 3, 4). Die Wirkung bezüglich der elektromagnetischen Abschirmung ist äquivalent zu Fig. 5.

In Fig. 8 sind zwei aufeinanderliegende, umgebogene Einlagebleche 88 gezeigt, welche verglichen mit Fig. 7 eine feinere Abstufung ergeben.

Patentansprüche

1. Giessmaschine mit Wenigstens einer wassergekühlten Kokille (10) zum kontinuierlichen Giessen eines vertikalen Stranges (14) im Magnetfeld eines durch eine elektromagnetische Abschirmung (18,76) von oben teilweise abgeschirmten Induktors (12), mit in einem spitzen Winkel über Wenigstens eine Leitfläche (28,80,84) zur Bildung eines Wasserfilms auf den Strang (14) gerichteten Kühlwasserkanälen (52) und mit einem absenkbaren Anfahrboden (24) pro Kokille (10), dadurch gekennzeichnet, dass die aus einem elektrisch isolierenden Material bestehende/bestehenden, Leitfläche/n (80,84) zur Veränderung der Auftreffhöhe (h) des Kühlwassers (20) auf den Strang (14) verschieb- und/oder schwenkbar ist/sind und die elektromagnetische Abschirmung (18,76) innengekühlt ist.
2. Giessmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kokillengehäuse (32) aus einem Lochblech aus nichtrostendem Stahl mit einge-

schweissten Seitenwänden besteht.

3. Giessmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass stirnseitige Kanten des Kokillengehäuses (32) in entsprechende Innennuten (42) der Abschirmung (18) gesteckt sind und das Kokillengehäuse mit der Abschirmung verschraubt ist, vorzugsweise über einen eingelegten, geformten Wasserverteilerblock (38), wobei in dem vorzugsweise aus Kunststoff bestehenden Wasserverteilerblock (38) die Kühlwasserkanäle (52) für das Kühlwasser (20) ausgespart sind.
4. Giessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitfläche (80) die Oberfläche einer verschieb- und/oder schwenkbaren Ablenplatte (66) ist.
5. Giessmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die auswechselbare Ablenplatte (66) aus Kunststoff besteht und deren Leitfläche (80) in Richtung der Kühlwasserkanäle (52) vorzugsweise das Kühlwasser führende Rillen aufweist.
6. Giessmaschine nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass anstelle oder unterhalb der Ablenplatte (66) eine ebenfalls verschieb- und/oder schwenkbare Tragplatte (82) mit der Leitfläche (84) angeordnet ist.
7. Giessmaschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragplatte (82) Löcher (86) oder Schlitze zur Ableitung von Kühlwasser (20) aufweist.
8. Giessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetische Abschirmung (18) im aktiven Bereich des Induktors als U- oder V-förmig umgebogenes, von Wasser (78) durchflossenes Abschirmblech (76), vorzugsweise aus 1 bis 2 mm dickem, nichtrostendem Stahl, ausgebildet ist, wobei eine Einlage (88) oder Beschichtung (94) im U- oder V-förmigen Teil die magnetische Einwirkung des Induktors (12) in nach oben verlaufender Richtung zunehmend abschwächt.
9. Giessmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein von unten nach oben stufenweise oder kontinuierlich dicker werdendes Einlageblech (88) oder eine von unten nach oben dicker werdende Schicht (94) auf dem Abschirmblech (76) angeordnet ist.
10. Giessmaschine nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlage (88) oder Beschichtung (94) aus Silber, vorzugsweise 0,05

bis 0,2 mm dick, Kupfer, vorzugsweise 0,2 bis 0,4 mm dick, oder Messing, vorzugsweise 0,5 - 2 mm dick, besteht.

- 5 11. Verfahren zum Kühlen eines Stranges (14) in einer Giessmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, in welcher das Kühlwasser (20) in spitzem Winkel auf eine Leitfläche (80,84) gespritzt, ein regelmässiger Wasserfilm gebildet und als Wasservorhang (22) auf den Strang (14) gesprüht wird, dadurch gekennzeichnet, dass die wasserbeaufschlagte Leitfläche (80,84) kontinuierlich in einem vorgegebenen Rhythmus hin und her verschoben und/oder geschwenkt und dadurch der Wasservorhang (22) auf dem Strang (14) über eine Höhe (h) auf und ab bewegt wird.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die wasserbeaufschlagte Leitfläche (80,84) sinusförmig bewegt wird, vorzugsweise mit einer Zeitperiode von 1 bis 3 sec pro Halbwelle und einer Auf- und Abwärtsbewegung des Wasservorhangs (22) auf dem Strang (14) über eine Höhe (h) von 5 bis 20 mm, vorzugsweise 5 bis 10 mm.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Leitfläche (80,84) vorzugsweise programmgesteuert, mit pneumatischem, hydraulischem oder elektromagnetischem Antrieb bewegt wird.
- 25 30

Claims

- 35 1. Casting machine comprising at least one water-cooled mould (10) for the continuous casting of a vertical bar (14) in the magnetic field of an inductor (12) partially screened off from above by an electromagnetic screen (18, 76), cooling-water conduits (52) directed on to the bar (14) at an acute angle via at least one guide surface (28, 80, 84) in order to form a water film and one withdrawable starting base (24) per mould (10), characterised in that the guide surface/s (80, 84) consisting of an electrically insulating material can be displaced and/or pivoted in order to vary the height (h) at which the cooling water (20) strikes the bar (14) and the electromagnetic screen (18, 76) is internally cooled
- 40 45 50 2. Casting machine according to claim 1, characterised in that the mould housing (32) consists of a perforated sheet of stainless steel with welded side walls.
- 55 3. Casting machine according to claim 2, characterised in that end edges of the mould housing (32) are inserted into corresponding internal grooves (42) in the screen (18) and the mould housing is

screwed on to the screen, preferably by means of an inserted moulded water-distributing block (38), the cooling-water conduits (52) for the cooling water (20) being formed in the water-distributing block (38) preferably consisting of plastic.

4. Casting machine according to one of claims 1 to 3, characterised in that the guide surface (80) is the surface of a displaceable and/or pivotable deflecting plate (66). 5
5. Casting machine according to claim 4, characterised in that the exchangeable deflecting plate (66) consists of plastic and its guide surface (80) has grooves preferably guiding the cooling water in the direction of the cooling-water conduits (52). 10
6. Casting machine according to claim 4 or claim 5, characterised in that a supporting plate (82) which is also displaceable and/or pivotable and comprises the guide surface (84) is provided instead of or below the deflecting plate (66). 15
7. Casting machine according to claim 6, characterised in that the supporting plate (82) has holes (86) or slots for draining off cooling water (20). 20
8. Casting machine according to one of claims 1 to 7, characterised in that the electromagnetic screen (18) is a screening sheet (76) bent into a U-shape or a V-shape in the active region of the inductor, traversed by water (78) and preferably made of stainless steel 1 to 2 mm thick, an insert (88) or coating (94) in the U-shaped or V-shaped part increasingly weakening the magnetic action of the inductor (12) in the upwardly extending direction. 25
9. Casting machine according to claim 8, characterised in that an inserted sheet (88) becoming thicker stepwise or continuously from the bottom to the top or a layer (94) becoming thicker from the bottom to the top is arranged on the screening sheet (76). 30
10. Casting machine according to claim 8 or claim 9, characterised in that the insert (88) or coating (94) consists of silver, preferably 0.05 to 0.2 mm thick, copper, preferably 0.2 to 0.4 mm thick, or brass, preferably 0.5 - 2 mm thick. 35
11. Method of cooling a bar (14) in a casting machine according to one of claims 1 to 10, in which the cooling water (20) is sprayed on to a guide surface (80, 84) at an acute angle, a uniform water film is formed and is sprayed on to the bar (14) as a water curtain (22), characterised in that the guide surface (80, 84) to which water is applied is displaced and/or pivoted to and fro continuously at a predetermined rhythm, the water curtain (22) thereby being 40

moved up and down on the bar (14) over a height (h).

12. Method according to claim 11, characterised in that the guide surface (80, 84) to which water is applied is moved sinusoidally, preferably at an interval of 1 to 3 sec per half-wave, moving the water curtain (22) up and down on the bar (14) over a height (h) of 5 to 20 mm, preferably 5 to 10 mm. 45
13. Method according to claim 11 or claim 12, characterised in that the guide surface (80, 84) is preferably moved in a program-controlled manner by a pneumatic, hydraulic or electromagnetic drive. 50

Revendications

1. Machine pour la coulée continue comportant au moins une lingotière (10) refroidie à l'eau pour la coulée continue d'une billette verticale (14) dans le champ magnétique d'un inducteur (12) partiellement protégé d'en haut par un blindage électromagnétique (18, 76), comportant des canaux (52) d'eau de refroidissement orientés sous un angle aigu au-dessus d'au moins une surface de guidage (28, 80, 84) pour former un film d'eau sur la billette continue (14) et comportant, par lingotière (10), une fausse billette (24) qui peut s'abaisser, caractérisée par le fait que la surface de guidage/les surfaces de guidage, constituée(s) d'un matériau électriquement isolant, prévue(s) pour modifier la hauteur d'incidence (h) de l'eau de refroidissement (20) sur la billette continue (14) peut/peuvent coulisser et/ou pivoter, et que le blindage électromagnétique (18, 76) est refroidi intérieurement. 55
2. Machine pour la coulée continue selon la revendication 1, caractérisée par le fait que le carter de lingotière (32) est constitué d'une tôle perforée d'acier inoxydable avec des parois latérales soudées.
3. Machine pour la coulée continue selon la revendication 2, caractérisée par le fait que des arêtes frontales du carter de lingotière (32) sont insérées dans des encoches intérieures appropriées (42) du blindage (18) et que le carter de lingotière est vissé avec le blindage, de préférence par l'intermédiaire d'un bloc (38) de répartition de l'eau façonné et inséré, les canaux d'eau de refroidissement (52) prévus pour l'eau de refroidissement (20) étant usinés dans le bloc (38) de répartition de l'eau, constitué de préférence de plastique.
4. Machine pour la coulée continue selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée par le fait que la surface de guidage (80) est la surface d'une plaque défectrice (66) qui peut coulisser et/ou pivoter.

5. Machine pour la coulée continue selon la revendication 4, caractérisée par le fait que la plaque défectrice (66), qui peut s'échanger, est constituée de plastique et que sa surface de guidage (80) présente des sillons qui guident l'eau de refroidissement, de préférence selon la direction des canaux (52) d'eau de refroidissement. 5
6. Machine pour la coulée continue selon la revendication 4 ou 5, caractérisée par le fait qu'à la place, ou en dessous, de la plaque défectrice (66) est disposée une plaque support (82), qui peut également coulisser et/ou pivoter et présente la surface de guidage (84). 10
7. Machine pour la coulée continue selon la revendication 6, caractérisée par le fait que la plaque support (82) présente des trous (86) ou des fentes pour la dérivation de l'eau de refroidissement (20). 15
8. Machine pour la coulée continue selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée par le fait que le blindage électromagnétique (18) est conçu, dans la zone active de l'inducteur, sous forme d'une tôle de blindage (76), en acier inoxydable, d'épaisseur de préférence de 1 à 2 mm, pliée en forme de U ou de V et parcourue par de l'eau (78), une garniture insérée (88) ou un revêtement (94) s'affaiblissant de façon croissante en allant vers le haut l'action magnétique de l'inducteur (12). 20
9. Machine pour la coulée continue selon la revendication 8, caractérisée par le fait que sur la tôle de blindage (76) est disposée une tôle insérée (88) qui devient plus épaisse, par échelons ou de façon continue, en allant de bas en haut, ou bien une couche (94) qui devient plus épaisse en allant de bas en haut. 25
10. Machine pour la coulée continue selon la revendication 8 ou 9, caractérisée par le fait que la garniture insérée (88) ou le revêtement (94) est en argent, de préférence d'épaisseur 0,05 à 0,2 mm, en cuivre de préférence d'épaisseur 0,2 à 0,4 mm, ou en laiton de préférence d'épaisseur 0,5 - 2 mm. 30
11. Procédé pour le refroidissement d'une billette continue (14) dans une machine pour la coulée continue selon l'une des revendications 1 à 10 dans lequel l'eau de refroidissement (20) est projetée sous un angle aigu sur la surface de guidage (80, 84), et se forme un film d'eau régulier qui est pulvérisé sur la billette continue (14) sous forme d'un rideau d'eau (22), 35
- caractérisé 55
- par le fait que la surface de guidage (80,84), sur laquelle arrive l'eau, coulisse et/ou pivote selon un rythme prescrit et que le rideau d'eau (22) se déplace sur la billette continue (14) en monte et baisse sur une hauteur (h). 40
12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé par le fait que la surface de guidage (80, 84), sur laquelle arrive l'eau, se déplace selon une sinusoïde, de préférence avec une période de 1 à 3 secondes par demi-onde et avec un mouvement de monte et baisse du rideau d'eau (22) sur la billette continue (14) sur une hauteur (h) de 5 à 20 mm, de préférence de 5 à 10 mm. 45
13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, caractérisé par le fait que la surface de guidage (80, 84), se déplace, de préférence sous la commande d'un programme, au moyen d'un mécanisme d'entraînement pneumatique, hydraulique ou électromagnétique. 50

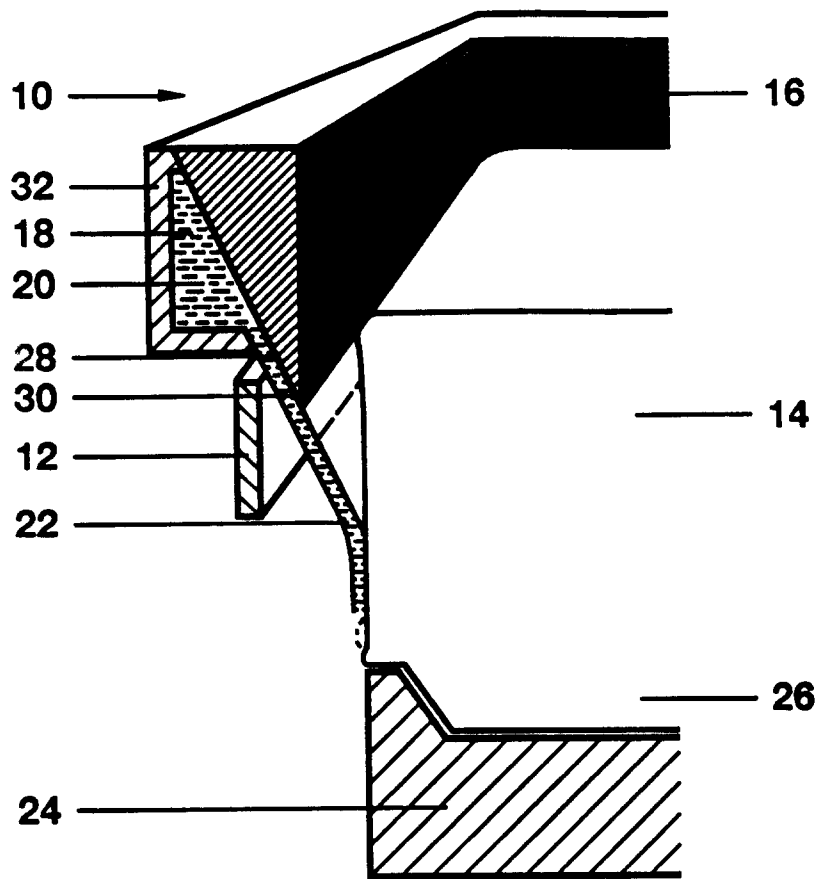


Fig. 1

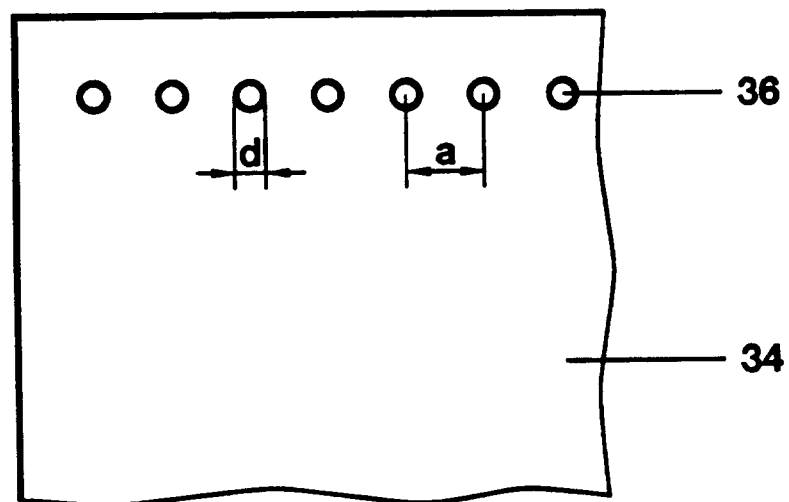


Fig. 2

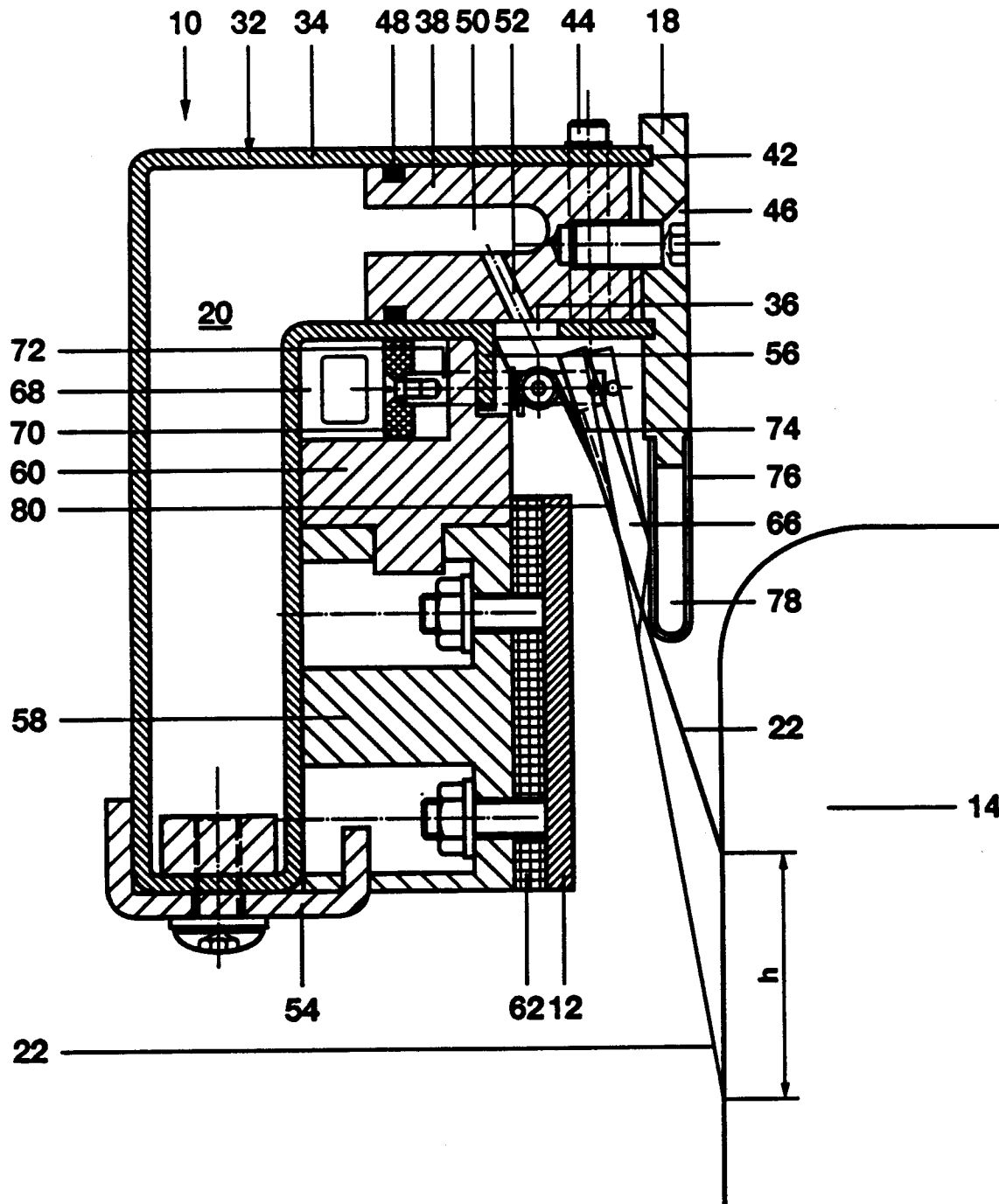


Fig. 3

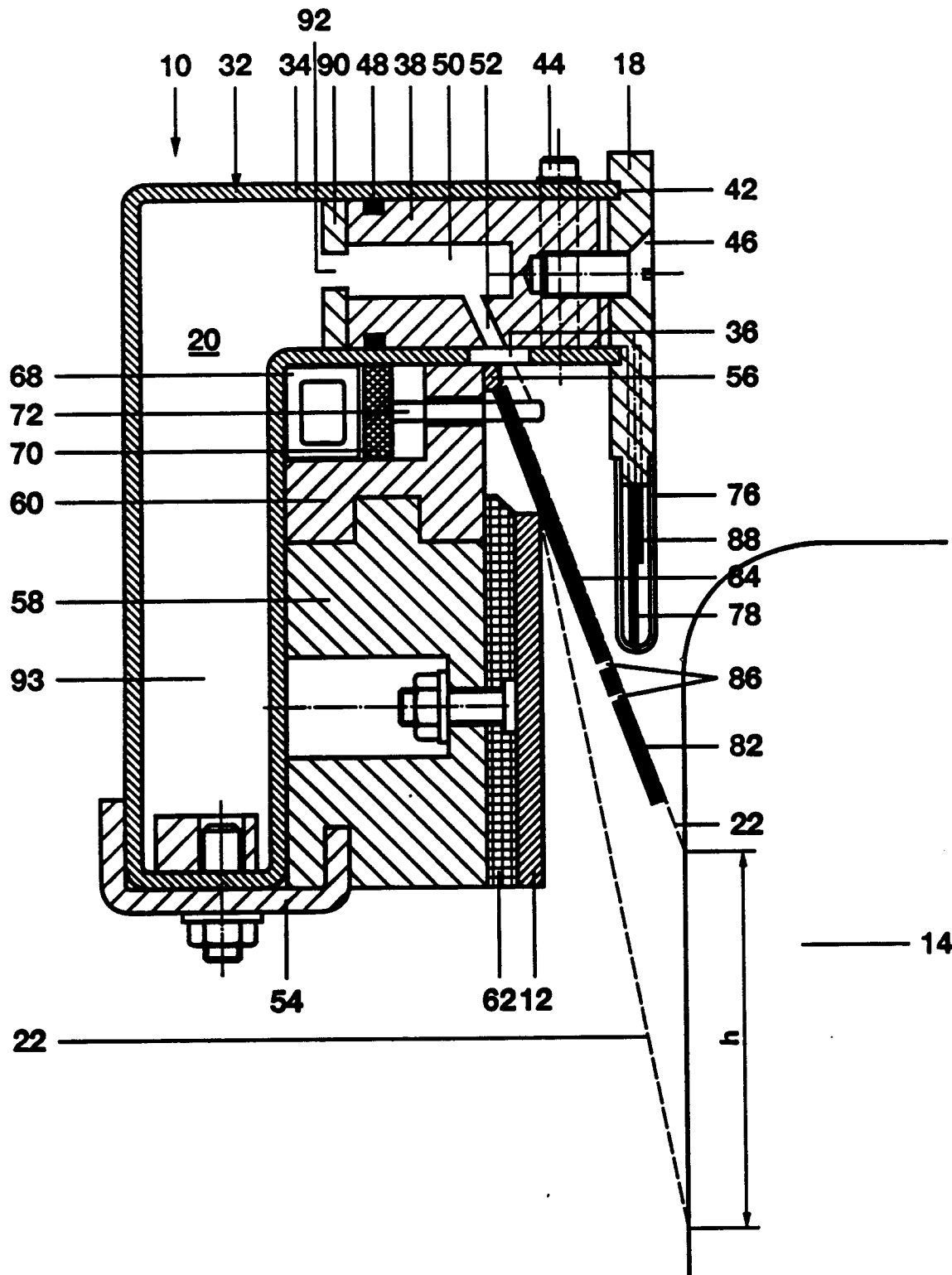


Fig. 4

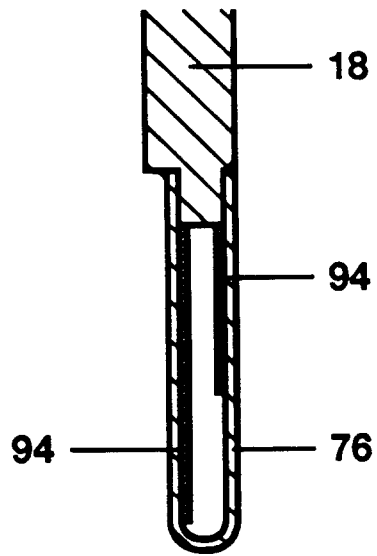


Fig. 5

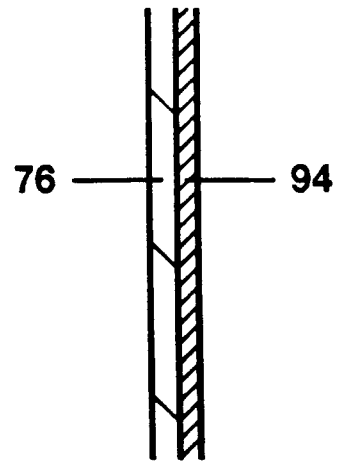


Fig. 6

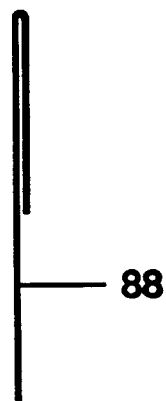


Fig. 7

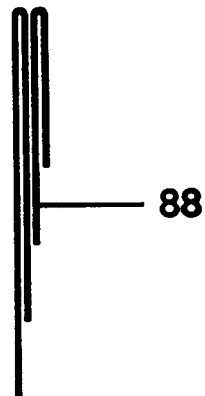


Fig. 8