



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.12.2022 Patentblatt 2022/50

(21) Anmeldenummer: **22173780.2**

(22) Anmeldetag: **17.05.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/04 ^(2006.01) **B22D 11/041** ^(2006.01)
B22D 11/114 ^(2006.01) **B22D 11/115** ^(2006.01)
B22D 11/12 ^(2006.01) **B22D 11/128** ^(2006.01)
B22D 11/14 ^(2006.01) **B22D 11/16** ^(2006.01)
B22D 46/00 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 11/122; B22D 11/0401; B22D 11/041;
B22D 11/114; B22D 11/115; B22D 11/1281;
B22D 11/141; B22D 11/16; B22D 46/00

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **08.06.2021 AT 504592021**

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

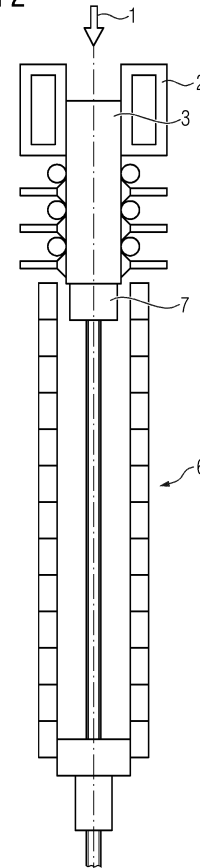
(72) Erfinder: **Wimmer, Franz**
4752 Riedau (AT)

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

(54) **RÜHREN BEI GEGOSSENEN KNÜPPELN ODER VORBLÖCKEN MIT OSZILLIERENDEM STRANGRÜHRER**

(57) Flüssiger Stahl (1) wird von oben in eine Durchlaufkokille (2) gegossen. Unten wird ein Stahlstrang (3) mit einer bereits erstarrten Strangschale (4) und einem noch flüssigen Kern (5) aus der Durchlaufkokille (2) abgezogen. Der Stahlstrang (3) wird ohne Richtungsänderung von oben in eine Halteeinrichtung (6) eingeführt, in welcher der Stahlstrang (3) während einer Erstarrungszeit verbleibt. In der Erstarrungszeit erstarrt der Stahlstrang (3) nach und nach zu einem Knüppel oder einem Vorblock. Während der Erstarrungszeit wird der flüssige Kern (5) mittels eines Strangrührers (9) gerührt. Weiterhin wird der Strangrührer (9) während der Erstarrungszeit mit einem Oszillationshub (h) vertikal oszillierend entlang des Stahlstrangs (3) zwischen einem oberen und einem unteren Umkehrpunkt (P1, P2) verfahren.

FIG 2



Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung

[0001] Rühren bei gegossenen Knüppeln oder Vorblöcken mit oszillierendem Strangrührer

Gebiet der Technik

[0002] Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Herstellungsverfahren für einen Knüppel oder einen Vorblock,

- wobei flüssiger Stahl von oben in eine Durchlaufkokille gegossen wird, unten ein Stahlstrang mit einer bereits erstarrten Strangschale und einem noch flüssigen Kern aus der Durchlaufkokille abgezogen wird und der Stahlstrang mit der bereits erstarrten Strangschale und dem noch flüssigen Kern ohne Richtungsänderung von oben in eine Halteeinrichtung eingeführt wird, in welcher der Stahlstrang während einer Erstarrungszeit, in welcher der Stahlstrang nach und nach erstarrt, verbleibt,
- wobei der flüssige Kern des stationären Stahlstrangs während der Erstarrungszeit mittels eines Strangrührers gerührt wird.

[0003] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einem Steuerprogramm, das Maschinencode aufweist, der von einer Steuereinrichtung einer Stranggießmaschine zum Herstellen eines Knüppels oder eines Vorblocks abarbeitbar ist, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung bewirkt, dass die Steuereinrichtung einen Strangrührer einer Halteeinrichtung, in welcher ein bereits erstarrte Strangschale und einen noch flüssigen Kern aufweisender stationärer Stahlstrang während einer Erstarrungszeit nach und nach zu dem Knüppel oder dem Vorblock erstarrt, derart ansteuert, dass während der Erstarrungszeit der flüssige Kern mittels des Strangrührers gerührt wird.

[0004] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einer Steuereinrichtung einer Stranggießmaschine zum Herstellen eines Knüppels oder eines Vorblocks, wobei die Steuereinrichtung mit einem derartigen Computerprogramm programmiert ist, so dass sie im Betrieb einen Strangrührer einer Halteeinrichtung, in welcher ein bereits erstarrte Strangschale und einen noch flüssigen Kern aufweisender stationärer Stahlstrang während einer Erstarrungszeit nach und nach zu dem Knüppel oder dem Vorblock erstarrt, derart ansteuert, dass während der Erstarrungszeit der flüssige Kern mittels des Strangrührers gerührt wird.

[0005] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einer Stranggießmaschine zum Herstellen eines Knüppels oder eines Vorblocks,

- wobei die Stranggießmaschine eine Durchlaufkokil-

le aufweist, in die von oben flüssiger Stahl gegossen wird und aus der unten ein Stahlstrang mit einer bereits erstarrten Strangschale und einem noch flüssigen Kern abgezogen wird,

- wobei die Stranggießmaschine unterhalb der Durchlaufkokille eine Halteeinrichtung aufweist, in welche der Stahlstrang mit der bereits erstarrten Strangschale und dem noch flüssigen Kern ohne Richtungsänderung von oben eingeführt wird und in welcher der Stahlstrang während einer Erstarrungszeit, in welcher der Stahlstrang nach und nach zu dem Knüppel oder dem Vorblock erstarrt, verbleibt,
- wobei die Halteeinrichtung einen vertikal entlang des Stahlstrangs verfahrbaren Strangrührer aufweist, mittels dessen der flüssige Kern des stationären Stahlstrangs während der Erstarrungszeit gerührt wird,
- wobei die Stranggießmaschine eine Steuereinrichtung aufweist, von der zumindest der Strangrührer gesteuert wird.

Stand der Technik

[0006] Derartige Herstellungsverfahren sind allgemein bekannt. Rein beispielhaft kann auf die WO 2015/079 071 A2, auf die WO 2018 192 903 A1 und auf die EP 3 251 773 B1 verwiesen werden. In diesen Schriften sind Herstellungsverfahren der oben genannten Art detailliert erläutert.

[0007] Stranggießmaschinen mit Strangrührern sind allgemein bekannt. Mittels der Strangrührer wird die Innenqualität des gegossenen Stranges verbessert. Insbesondere können Zentrumsseigerungen verringert werden.

[0008] Bei kontinuierlich arbeitenden Stranggießanlagen sind meist mehrere Strangrührer vorhanden. So ist beispielsweise oftmals ein Kokillenrührer vorhanden, der die noch flüssige Schmelze bereits in der Durchlaufkokille rührt. Auch nach dem Austreten aus der Durchlaufkokille erfolgt oftmals an einer Stelle oder an mehreren Stellen ein Rühren. In Gießrichtung gesehen ist der letzte Strangrührer meist in der Nähe des Ortes der Stranggießmaschine angeordnet, an der sich die Sumpfspitze des gegossenen Stahlstranges ausbildet. Die Strangrührer sind meist ortsfest angeordnet, d.h. in Gießrichtung gesehen nicht verfahrbar oder nur geringfügig verfahrbar.

[0009] Auch bei semi-kontinuierlich arbeitenden Stranggießanlagen, wie sie typischerweise zum Gießen von Vorblöcken verwendet werden, sind oftmals Strangrührer vorhanden. Im Gegensatz zu kontinuierlich arbeitenden Stranggießanlagen sind jedoch Ausgestaltungen bekannt, bei denen nur ein einzelner Strangrührer vorhanden ist, der in Gießrichtung verfahrbar ist. Dies ist auch in den eingangs genannten Patentdokumenten so erläutert.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Trotz der Verwendung von Strangrührern auch bei semi-kontinuierlich arbeitenden Stranggießanlagen treten bei den hiermit gegossenen Knüppeln oder Vorblöcken noch Zentrumsseigerungen auf.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels derer die Zentrumsseigerungen auf einfache und zuverlässige Weise stärker als im Stand der Technik verringert werden können.

[0012] Die Aufgabe wird durch ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhaft Ausgestaltungen des Herstellungsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 11.

[0013] Erfindungsgemäß wird ein Herstellungsverfahren der eingangs genannten Art dadurch ausgestaltet, dass der Strangrührer während der Erstarrungszeit mit einem Oszillationshub vertikal oszillierend entlang des Stahlstrangs zwischen einem oberen und einem unteren Umkehrpunkt verfahren wird.

[0014] Durch diese Oszillation kann mittels eines einzigen Strangrührers über die gesamte Länge des gegossenen Stahlstrangs eine effiziente Vermeidung von Zentrumsseigerungen erfolgen. Der Strangrührer kann hierbei sowohl die Funktion eines typischen Strangrührers im engeren Sinne (d.h. eines Rührers, der den Stahlstrang in einem Bereich rührt, in dem die Strangschale noch relativ dünn ist) als auch eines Finalrührers (d.h. eines Rührers, der den Stahlstrang im Bereich der Sumpfspitze rührt) gleichzeitig realisieren. Ein einzelner Rührer übernimmt somit Funktionen, die üblicherweise mit zwei Rührern realisiert werden.

[0015] In einer einfachen Ausgestaltung ist der obere Umkehrpunkt fix. Insbesondere kann der obere Umkehrpunkt von der Lage einer Oberkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs einen vorbestimmten Abstand aufweisen, beispielsweise mit der Oberkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs übereinstimmen oder bis zu ca. 30 cm unter der Oberkante liegen oder geringfügig über der Oberkante liegen.

[0016] Vorzugsweise ist der obere Umkehrpunkt jedoch variabel. In diesem Fall kann die Lage des oberen Umkehrpunktes insbesondere an das Erstarrungsverhalten des Stahlstrangs angepasst werden. Beispielsweise kann zu diesem Zweck der obere Umkehrpunkt in Abhängigkeit von einem oberen Ort oder in Abhängigkeit von einem unteren Ort bestimmt werden. Der obere Ort ist in diesem Fall derjenige Ort entlang des gegossenen Stahlstrangs in der Haltevorrichtung, an dem die Liquidus-Temperatur herrscht. In analoger Weise ist der untere Ort derjenige Ort entlang des gegossenen Stahlstrangs in der Haltevorrichtung, an dem die Solidus-Temperatur herrscht. Bei dieser Vorgehensweise wandert der obere Umkehrpunkt während der Erstarrungszeit zunächst - nämlich beim Einführen des Stahlstrangs in die Halteeinrichtung - nach unten und sodann allmählich nach oben. Der obere Umkehrpunkt kann beispielsweise

derart bestimmt werden, dass er um eine vorbestimmte Distanz oberhalb des oberen Ortes oder um eine vorbestimmte Distanz oberhalb des unteren Ortes angeordnet ist.

[0017] Das Temperaturfeld des Stahlstrangs während des Erstarrens wird vorzugsweise durch ein Rechenmodell, umfassend eine zwei- oder dreidimensionale Wärmeleitungsgleichung, berechnet. Die Berechnung erfolgt vorzugsweise in Echtzeit während der Herstellung des Knüppels oder des Vorblocks, d.h. online.

[0018] In völlig analoger Weise ist in einer einfachen Ausgestaltung der untere Umkehrpunkt fix. Insbesondere kann der untere Umkehrpunkt von der Lage einer Unterkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs einen vorbestimmten Abstand aufweisen, beispielsweise mit der Unterkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs übereinstimmen oder bis zu ca. 30 cm über der Unterkante liegen oder geringfügig unter der Unterkante liegen.

[0019] Ebenso in völlig analoger Weise ist vorzugsweise auch der untere Umkehrpunkt variabel. In diesem Fall kann auch die Lage des unteren Umkehrpunktes insbesondere an das Erstarrungsverhalten des Stahlstrangs angepasst werden. Beispielsweise kann zu diesem Zweck der untere Umkehrpunkt in Abhängigkeit von dem oberen Ort oder in Abhängigkeit von dem unteren Ort bestimmt werden. Bei dieser Vorgehensweise wandert - wieder völlig analog zum oberen Umkehrpunkt - der untere Umkehrpunkt während der Erstarrungszeit zunächst nach unten und sodann allmählich nach oben. Der untere Umkehrpunkt kann beispielsweise derart bestimmt werden, dass er um eine vorbestimmte Distanz oberhalb oder unterhalb des oberen Ortes oder um eine vorbestimmte Distanz oberhalb oder unterhalb des unteren Ortes angeordnet ist.

[0020] Die Lage des oberen und des unteren Umkehrpunktes können insbesondere derart aufeinander abgestimmt sein, dass einerseits der obere Umkehrpunkt bei einer Oberkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs oder darunter liegt und andererseits, solange der Abstand des unteren Umkehrpunktes von der Oberkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs mindestens so groß wie ein fester Nennhub ist, der obere Umkehrpunkt in Abhängigkeit vom unteren Umkehrpunkt derart bestimmt wird, dass der Oszillationshub gleich dem festen Nennhub ist. Wenn und solange der untere Umkehrpunkt hingegen um weniger als den festen Nennhub von der Oberkante beabstandet ist, wird der obere Umkehrpunkt gleich der Oberkante des Stahlstrangs gesetzt. Der letztgenannte Fall kann sowohl während des Einführens des Stahlstrangs in die Halteeinrichtung als auch bei vollständig in die Halteeinrichtung eingeführtem Stahlstrang auftreten. Durch die entsprechende Abstimmung des oberen und des unteren Umkehrpunktes aufeinander wird die Effizienz beim Rühren optimiert.

[0021] Der obere Ort und/oder der untere Ort können nach Bedarf bestimmt werden. Beispielsweise können der obere Ort und/oder der untere Ort als Funktionen der

Zeit ab Gießbeginn oder ab Gießende bestimmt sein. Diese Vorgehensweise ist relativ einfach zu implementieren. Bevorzugt ist jedoch, dass der obere Ort und/oder der untere Ort mittels eines thermodynamischen Modells des Stahlstrangs ermittelt werden. Dadurch erfolgt eine verbesserte Bestimmung des oberen Ortes und/oder des unteren Ortes.

[0022] In aller Regel ist der Strangrührer als elektromagnetische Rührspule ausgebildet, die mit mindestens einem Wechselstrom gespeist wird. Vorzugsweise wird der mindestens eine Wechselstrom während des Oszillierens des Strangrührers in Abhängigkeit von der aktuellen Position des Strangrührers variiert. Es können nach Bedarf Stromstärken, Frequenzen, Phasenlagen und andere den mindestens einen Wechselstrom charakterisierende Größen variiert werden.

[0023] Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Steuerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst. Erfindungsgemäß bewirkt die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung, dass die Steuereinrichtung den Strangrührer derart ansteuert, dass während der Erstarrungszeit zusätzlich der Strangrührer mit einem Oszillationshub vertikal oszillierend entlang des Stahlstrangs zwischen einem oberen und einem unteren Umkehrpunkt verfahren wird.

[0024] Vorzugsweise bewirkt die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung sogar, dass die Steuereinrichtung mindestens eine der vorstehend in Verbindung mit dem Herstellungsverfahren erläuterten vorteilhaften Betriebsweisen des Strangrührers realisiert.

[0025] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Steuereinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14 gelöst. Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung mit einem erfindungsgemäßen Steuerprogramm programmiert, so dass die Steuereinrichtung den Strangrührer so wie obenstehend erläutert ansteuert.

[0026] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Stranggießmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Erfindungsgemäß ist bei einer Stranggießmaschine der eingangs genannten Art die Steuereinrichtung als erfindungsgemäße Steuereinrichtung ausgebildet, so dass der Strangrührer während der Erstarrungszeit mit einem Oszillationshub oszillierend zwischen einem oberen und einem unteren Umkehrpunkt verfahren wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen in schematischer Darstellung:

FIG 1 bis 5 verschiedene Zustände während des Gießens eines Stahlstrangs,

FIG 6 ein Zeitdiagramm,
FIG 7 bis 9 Längsschnitte durch verschiedene Abschnitte eines gegossenen Stahlstrangs,
5 FIG 10 ein Blockschaltbild und
FIG 11 bis 14 Zeitdiagramme.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0028] Um einen Knüppel oder Vorblock (engl. *bloom* oder *billet*) herzustellen, wird gemäß den FIG 1 bis 5 flüssiger Stahl 1 von oben in eine Durchlaufkokille 2 einer Stranggießmaschine gegossen und unten ein Stahlstrang 3 aus der Durchlaufkokille 2 abgezogen. Der Stahlstrang 3 weist oftmals einen großen Querschnitt auf, beispielsweise im Falle eines kreisförmigen Querschnitts einen Durchmesser von 600 mm und mehr, teilweise bis zu über 1000 mm. Aufgrund der relativ geringen Erstarrungsgeschwindigkeit weist der Stahlstrang 3 - siehe insbesondere FIG 7 - eine bereits erstarrte Strangschale 4 und einen noch flüssigen Kern 5 auf. In diesem Zustand - also mit der bereits erstarrten Strangschale 4 und dem noch flüssigen Kern 5 - wird der Stahlstrang 3 von oben in eine Halteeinrichtung 6 der Stranggießmaschine eingeführt. Die Halteeinrichtung 6 wird im Stand der Technik oftmals als Tertiärkühlung bezeichnet. Die Halteeinrichtung 6 ist unterhalb der Durchlaufkokille 2 angeordnet. Das Einführen des Stahlstrangs 3 in die Halteeinrichtung 6 erfolgt damit gegenüber dem Ausziehen aus der Durchlaufkokille 2 ohne Richtungsänderung.

[0029] Die FIG 1 bis 5 zeigen verschiedene Phasen des Gießprozesses.

[0030] In der Darstellung von FIG 1 hat das Gießen gerade begonnen. Ein Strangkopf 7 eines Kaltstranges befindet sich noch in der Durchlaufkokille 2 und dichtet diese an ihrer Unterseite ab. In der Darstellung von FIG 2 hat der Strangkopf 7 eine Sekundärkühlzone der Stranggießmaschine gerade passiert. In der Sekundärkühlzone wird der Stahlstrang 3, z.B. mittels Strangführungsrollen aus der Durchlaufkokille 2 abgezogen und gestützt. Vorzugsweise wird der Stahlstrang 3 jedoch durch einen den Strangkopf 7 stützenden "Stempel" abgesenkt, ohne dass Strangführungsrollen den Strang ausziehen. Weiterhin wird der Stahlstrang 3 in der Sekundärkühlzone mittels Kühldüsen gekühlt. Der Strangkopf 7 ist bei der Darstellung von FIG 2 gerade in die Halteeinrichtung 6 eingetreten.

[0031] In der Darstellung von FIG 3 ist das Zuführen des flüssigen Stahls 1 in die Kokille 2 soeben beendet worden. Der Strangkopf 7 befindet sich zu diesem Zeitpunkt zwar in der Halteeinrichtung 6, hat aber noch nicht deren Boden erreicht. Der Stahlstrang 3 selbst hat hingegen nunmehr seine vollständige Länge erreicht. Sie liegt in der Regel im Bereich zwischen 10 m und 20 m.

[0032] In der Darstellung von FIG 4 wird der Stahlstrang 3 weiter aus der Durchlaufkokille 2 ausgezogen. In der Darstellung von FIG 5 hat der Strangkopf 7 den Boden der Halteeinrichtung 6 erreicht, sodass der Stahl-

strang 3 stationär in der Halteeinrichtung 6 verbleibt. Eine Oberkante 8 des Stahlstrangs 3 schließt in der Regel bündig oder nahezu bündig mit einer Oberkante der Halteeinrichtung 6 ab.

[0033] Bezüglich der weiteren Details beim Gießen des Stahlstrangs 3 wird auf den Stand der Technik verwiesen, beispielsweise auf die bereits erwähnte EP 3 251 773 B1.

[0034] FIG 6 zeigt in einer durchgezogenen Linie den Ort der Sumpfspitze als Funktion der Zeit t . Als Sumpfspitze kann beispielsweise ein oberer Ort O1 (siehe FIG 10) angesehen werden, an dem im Zentrum des Stahlstrangs 3 die Liquidus-Temperatur TL herrscht. Alternativ kann als Sumpfspitze ein unterer Ort O2 (siehe ebenfalls FIG 10) angesehen werden, an dem im Zentrum des Stahlstrangs 3 die Solidus-Temperatur TS herrscht.

[0035] Zu einem Zeitpunkt t_1 (vergleiche die in FIG 1 dargestellte Phase des Gießprozesses) wird mit dem Gießen des Stahlstrangs 3 begonnen. Ein Fußpunkt des Stahlstrangs 3 befindet sich daher noch oberhalb der Haltevorrichtung 6. Die Sumpfspitze bildet sich gerade aus. Im weiteren Verlauf wandert der Fußpunkt des Stahlstrangs 3 entsprechend dem Ausziehen des Stahlstrangs 3 aus der Durchlaufkokille 2 nach unten. Die Sumpfspitze liegt ein Stück oberhalb des Fußpunktes des Stahlstrangs 3. Zu einem Zeitpunkt t_2 (vergleiche die in FIG 3 dargestellte Phase des Gießprozesses) wird das Zuführen des flüssigen Stahls 1 zur Durchlaufkokille 2 beendet. Zum Zeitpunkt t_2 wandert der Fußpunkt des Stahlstrangs 3 weiter nach unten, hat also noch nicht seine tiefste Stelle erreicht. Die Sumpfspitze ist relativ zum Fußpunkt in der Zwischenzeit ein kleines Stück nach oben gewandert. Zu einem Zeitpunkt t_3 (vergleiche die in FIG 5 dargestellte Phase des Gießprozesses) hat der Strangkopf 7 und damit auch der Fußpunkt des Stahlstrangs 3 seine tiefste Stelle erreicht. Die Sumpfspitze ist relativ zum Fußpunkt in der Zwischenzeit wieder ein kleines Stück nach oben gewandert. Sie befindet sich aber tief in der Halteeinrichtung 6. Im weiteren Verlauf wandert die Sumpfspitze allmählich nach oben, bis sie zu einem Zeitpunkt t_4 die Oberkante 8 des Stahlstrangs 3 erreicht. Erst zum Zeitpunkt t_4 ist der Stahlstrang 3 zu dem Knüppel oder dem Vorblock erstarrt. Mindestens bis zum Zeitpunkt t_4 (in der Regel sogar darüber hinaus) verbleibt der Stahlstrang 3 in der Halteeinrichtung 6. Über die gesamte Länge des Stahlstrangs 3 nimmt die Dicke der Strangschale 4 jedoch allmählich zu, so dass die Sumpfspitze nach oben wandert.

[0036] Als Erstarrungszeit kann nach Bedarf die Zeitspanne zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_4 oder zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 , d.h. ab dem Vorliegen eines stationären Stahlstrangs 3, angesehen werden. Unabhängig davon, ob die eine oder die andere Festlegung getroffen wird, liegt die Erstarrungszeit in der Regel im Bereich etlicher Stunden, beispielsweise zwischen 5 Stunden und 15 Stunden, meist bei 10 Stunden und mehr. Als Gießzeit kann nach Bedarf die Zeitspanne zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 oder zwischen den Zeit-

punkten t_1 und t_3 angesehen werden. Unabhängig davon, ob die eine oder die andere Festlegung getroffen wird, ist die Gießzeit erheblich kürzer als die Erstarrungszeit. In der Regel liegt die Gießzeit bei maximal 3 Stunden, oftmals im Bereich von ca. 1 Stunde.

[0037] Auch während der Stahlstrang 3 sich in der Haltevorrichtung 6 befindet, weist der Stahlstrang 3 somit noch die Strangschale 4 und den flüssigen Kern 5 auf. Die FIG 7 bis 9 zeigen jeweils einen Querschnitt durch den Stahlstrang 3 unmittelbar nach dem vollständigen Einführen in die Halteeinrichtung 6. FIG 7 zeigt einen Querschnitt im oberen Bereich des Stahlstrangs 3, FIG 8 einen Querschnitt im mittleren Bereich des Stahlstrangs 3. FIG 9 zeigt einen Querschnitt im Bereich der Sumpfspitze des Stahlstrangs 3.

[0038] Während der Erstarrungszeit wird der flüssige Kern 5 des Stahlstrangs 3 mittels eines Strangrührers 9 der Halteeinrichtung 6 gerührt. Der Strangrührer 9 ist nur in FIG 8 dargestellt. Der Strangrührer 9 ist, wie in FIG 8 durch einen Doppelpfeil angedeutet ist, mittels eines Antriebs 10 vertikal oszillierend entlang des Stahlstrangs 3 verfahrbar. Der Antrieb 10 kann als Hydraulikzylinder ausgebildet sein. Es sind aber auch andere Ausgestaltungen möglich, insbesondere als elektrischer Antrieb.

[0039] Der Strangrührer 9 wird gemäß FIG 10 von einer Steuereinrichtung 11 der Stranggießmaschine gesteuert. Gegebenenfalls können von der Steuereinrichtung 11 auch weitere Komponenten der Stranggießmaschine gesteuert werden, beispielsweise die Zuführung des flüssigen Stahls 1 in die Durchlaufkokille 2, das Abziehen des Stahlstrangs 3 aus der Durchlaufkokille 2 und dass hiermit gekoppelte Einführen in die Halteeinrichtung 6 sowie verschiedene Kühlungen beispielsweise der Durchlaufkokille 2 sowie des Stahlstrangs 3 in der Sekundärkühlzone und der Halteeinrichtung 6. Die Steuereinrichtung 11 ist mit einem Steuerprogramm 12 programmiert. Das Steuerprogramm 12 umfasst Maschinencode 13, der von der Steuereinrichtung 11 abarbeitbar ist. Die Abarbeitung des Maschinencodes 13 durch die Steuereinrichtung 11 bewirkt, dass die Steuereinrichtung 11 den Strangrührer 9 auf eine Art und Weise ansteuert, die nachfolgend näher erläutert wird.

[0040] Zum einen wird der flüssige Kern 5 mittels des Strangrührers 9 während der Erstarrungszeit gerührt. Insbesondere im Falle der üblichen Ausgestaltung des Strangrührers 9, bei welcher der Strangrührer 9 als elektromagnetische Rührspule ausgebildet ist, wird die Rührspule gemäß FIG 9 mit mindestens einem Wechselstrom I gespeist. Die weitere Ausgestaltung kann nach Bedarf sein. Vorteilhafte Ausgestaltungen einer Rührspule, mittels derer der flüssige Kern 5 auf verschiedene Art und Weise gerührt werden kann, sind beispielsweise in der WO 2017/162 418 A1 näher erläutert. Die genaue Art und Weise, auf welche der flüssige Kern 5 gerührt wird, ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung von untergeordneter Bedeutung. Entscheidend ist lediglich, dass die genaue Einwirkung auf den flüssigen Kern 5 durch den Wechselstrom I (beispielsweise dessen Stromstärke,

dessen Frequenz und im Falle mehrerer Phasen des Wechselstroms I von Phasenbeziehungen der Phasen zueinander) bestimmt ist.

[0041] Zum anderen - und das ist der Kerngegenstand der vorliegenden Erfindung und wird in Verbindung mit den FIG 11 bis 14 erläutert - wird der Strangrührer 9 während der Erstarrungszeit mit einem Oszillationshub h oszillierend zwischen einem oberen Umkehrpunkt P1 und einem unteren Umkehrpunkt P2 verfahren. Zu diesem Zweck wird dem Antrieb 10 ein Positionswert p vorgegeben. Der Positionswert p ist zeitabhängig entsprechend der gewünschten Oszillation.

[0042] In Verbindung mit den FIG 11 bis 14 werden nachstehend mögliche Oszillationen des Strangrührers 9 näher erläutert. Die FIG 11 bis 14 gehen aus von FIG 6.

[0043] In der Darstellung gemäß FIG 11 sind sowohl der obere Umkehrpunkt P1 als auch der untere Umkehrpunkt P2 fix. Demzufolge erfolgt eine Oszillation mit einem einheitlichen, zeitlich konstanten Oszillationshub h . Die Frequenz der Oszillation kann ebenfalls konstant sein. Sie kann aber auch zeitlich variiert werden. Weiterhin kann die Oszillation nach Bedarf sinusförmig oder nicht sinusförmig sein. Eine nicht sinusförmige Bewegung kann beispielsweise vorliegen, wenn der Oszillationshub h und/oder die Oszillationsfrequenz relativ groß ist (insbesondere das Produkt einen Grenzwert übersteigt), so dass der Strangrührer 9 bei einer sinusförmigen Bewegung im Mittelbereich zwischen dem oberen und dem unteren Umkehrpunkt P1, P2 mit einer Geschwindigkeit verfahren werden müsste, die von dem Antrieb 10 nicht mehr erreicht werden kann. Aus dem gleichen Grund kann es auch möglich sein, dass eine im Bereich des oberen und/unteren Umkehrpunktes P1, P2 bei einer sinusförmigen Oszillation erforderliche Beschleunigung nicht mehr erreicht werden kann. Es sind aber auch andere Gründe für eine nicht sinusförmige Bewegung des Strangrührers 9 möglich. Sofern gewünscht, kann weiterhin der mindestens eine Wechselstrom I während des Oszillierens des Strangrührers 9 in Abhängigkeit von der aktuellen Position p des Strangrührers 9 variiert werden.

[0044] Der obere Umkehrpunkt P1 kann insbesondere von der Lage der Oberkante 8 des vollständig gegossenen Stahlstrangs 3 einen vorbestimmten Abstand a_1 aufweisen. Der Abstand a_1 liegt üblicherweise im Bereich unter 100 cm. Der Abstand a_1 kann nach Bedarf positiv oder negativ sein. In analoger Weise kann der untere Umkehrpunkt P2 insbesondere von der Lage einer Unterkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs 3 einen vorbestimmten Abstand a_2 aufweisen. Der Abstand a_2 liegt üblicherweise ebenfalls im Bereich unter 100 cm. Der Abstand a_2 kann ebenfalls nach Bedarf positiv oder negativ sein. Die Lage der Unterkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs 3 stimmt mit dem Ort des Strangkopfes 7 überein.

[0045] In der Darstellung gemäß FIG 12 ist der obere Umkehrpunkt P1 fix. Bezüglich der genauen Lage des oberen Umkehrpunktes P1 sind die Ausführungen zu FIG

11 in analoger Weise anwendbar. Der untere Umkehrpunkt P2 hingegen ist variabel. Insbesondere wird der untere Umkehrpunkt P2 bei FIG 12 in Abhängigkeit von dem oberen Ort O1 bestimmt. Beispielsweise kann der untere Umkehrpunkt P2 derart bestimmt werden, dass er mit dem oberen Ort O1 übereinstimmt oder von dem oberen Ort O1 einen vorbestimmten Abstand nach oben oder unten aufweist. Alternativ kann der untere Umkehrpunkt P2 in Abhängigkeit von dem unteren Ort O2 bestimmt werden. In diesem Fall wird der untere Umkehrpunkt P2 in der Regel derart bestimmt werden, dass er oberhalb des unteren Ortes O2 liegt und von dem unteren Ort O2 einen vorbestimmten Abstand aufweist. Aufgrund des Umstands, dass der obere Umkehrpunkt P1 zwar fix ist, der untere Umkehrpunkt P2 jedoch variabel, erfolgt eine Oszillation mit einem zeitlich variierenden Oszillationshub h . Die Ausführungen zu FIG 11 zur Frequenz der Oszillation und der Form der Oszillation sowie der möglichen Variation des Wechselstroms I gelten auch für FIG 12.

[0046] Zur Bestimmung des oberen Ortes O1 und/oder des unteren Ortes O2 implementiert die Steuereinrichtung 11 gemäß FIG 10 vorzugsweise ein thermodynamisches Modell 14 des Stahlstrangs 3. Mittels des thermodynamischen Modells 14 wird das Temperatur- und Erstarrungsverhalten des Stahlstrangs 3 von der Steuereinrichtung 11 auf Basis einer Wärmeleitungsgleichung und einer Phasenumwandlungsgleichung online modelliert. Zumindest die Wärmeleitungsgleichung ist eine Differenzialgleichung. Oftmals gilt dies auch für die Phasenumwandlungsgleichung. Die Wärmeleitungsgleichung und die Phasenumwandlungsgleichung sind miteinander gekoppelt und werden iterativ gelöst. Das Modell 14 ist zweidimensional oder dreidimensional. Entsprechende Modelle sind Fachleuten allgemein bekannt.

[0047] In der Darstellung gemäß FIG 13 sind sowohl der obere Umkehrpunkt P1 als auch der untere Umkehrpunkt P2 variabel. Insbesondere wird der untere Umkehrpunkt P2 bei FIG 13 - ebenso wie bei FIG 12 - in Abhängigkeit von dem oberen Ort O1 bestimmt. Alternativ kann der untere Umkehrpunkt P2 in Abhängigkeit von dem unteren Ort O2 bestimmt werden. Die entsprechenden Ausführungen zu FIG 12 sind in analoger Weise anwendbar. Für den oberen Umkehrpunkt P1 können völlig analoge Vorgehensweise ergriffen werden. Die Bestimmung muss lediglich derart erfolgen, dass der obere Umkehrpunkt P1 oberhalb des unteren Umkehrpunktes P2 liegt. Die Ausführungen zu FIG 11 zur Frequenz der Oszillation und der Form der Oszillation sowie der möglichen Variation des Wechselstroms I gelten auch für FIG 13.

[0048] Die in Verbindung mit FIG 13 erläuterte Ausgestaltung, bei welcher sowohl der obere Umkehrpunkt P1 als auch der untere Umkehrpunkt P2 variabel sind, ist besonders bevorzugt. Im Rahmen dieser Ausgestaltung ist es insbesondere möglich, dass zunächst der untere Umkehrpunkt P2 bestimmt wird und sodann (sofern möglich) der obere Umkehrpunkt P1 in Abhängigkeit von dem unteren Umkehrpunkt P2 derart bestimmt wird, dass der

Oszillationshub h gleich einem festen Nennhub h_N ist, also konstant ist. Diese Bestimmung ist möglich, solange der Abstand des unteren Umkehrpunkts P2 von der Oberkante 8 des vollständig gegossenen Stahlstrangs 3 mindestens so groß wie der Nennhub h_N ist. Wenn hingegen der untere Umkehrpunkt P2 um weniger als den festen Nennhub h_N von der Oberkante 8 beabstandet ist, wird der obere Umkehrpunkt P1 gleich der Oberkante 8 des Stahlstrangs 3 gesetzt. Dieser Zustand tritt zum einen kurzzeitig zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 auf, während also der Stahlstrang 3 in die Halteeinrichtung 6 eingeführt wird. Zum anderen tritt dieser Zustand kurz vor dem Zeitpunkt t_4 auf. Während dieser beiden Zeiträume ist daher der Oszillationshub h kleiner als der Nennhub h_N .

[0049] FIG 14 zeigt eine weitere Ausgestaltung, bei welcher sowohl der obere Umkehrpunkt P1 als auch der untere Umkehrpunkt P2 variabel sind. Der untere Umkehrpunkt P2 als solcher und auch der obere Umkehrpunkt P1 als solcher sind in FIG 14 zwar nicht eingezeichnet. Stattdessen ist jedoch die Position p des Strangrührers 9 als Funktion der Zeit t eingezeichnet.

[0050] Im Rahmen der Ausgestaltung gemäß FIG 14 verharrt der untere Umkehrpunkt P2 auf einem oberen Niveau N1, bis der Stahlstrang 3 in nennenswertem Umfang in die Halteeinrichtung 6 eingeführt ist. Danach wird der untere Umkehrpunkt P2 allmählich abgesenkt, bis er ein unteres Niveau N2 erreicht. Er kann während des Absenkens insbesondere dem Einführen des Stahlstrangs 3 in die Halteeinrichtung 6 folgen. Danach verharrt der untere Umkehrpunkt P2 für einige Zeit auf dem unteren Niveau N2. Während eines kurzen Zeitraums wird der untere Umkehrpunkt P2 unter das untere Niveau N2 abgesenkt und sodann allmählich auf das obere Niveau N1 angehoben. Das obere Niveau N1 wird vorzugsweise zum Zeitpunkt t_4 erreicht. Im Rahmen der Ausgestaltung gemäß FIG 14 oszilliert der Strangrührer 9 vorzugsweise stets mit dem Nennhub h_N .

[0051] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere sind im Stand der Technik meist mehrere Strangrührer 9 vorhanden, die jeweils nur einen Teilbereich des gegossenen Stahlstrangs 3 abdecken. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung kann hingegen ein und derselbe Strangrührer 9 über die gesamte Länge l bzw. zumindest über fast die gesamte Länge l des Stahlstrangs 3 ein Rühren des flüssigen Kerns 5 bewirken. Dennoch kann eine sehr hohe Qualität des Stahlstrangs 3 insbesondere in dessen Innenbereich erreicht werden.

[0052] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Varianten können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0053]

1	flüssiger Stahl
2	Durchlaufkokille
3	Stahlstrang
4	Strangschale
5	5 flüssiger Kern
6	Halteeinrichtung
7	Strangkopf
8	Oberkante des Stahlstrangs
9	Strangrührer
10	10 Antrieb
11	Steuereinrichtung
12	Steuerprogramm
13	Maschinencode
14	Modell
15	
a1,a2	Abstände
h	Oszillationshub
h_N	Nennhub
l	Länge des Stahlstrangs
20	l Wechselstrom
N1	oberes Niveau
N2	unteres Niveau
p	Positionswert
O1	oberer Ort
25	O2 unterer Ort
P1	oberer Umkehrpunkt
P2	unterer Umkehrpunkt
t	Zeit
TL	Liquidus-Temperatur
30	TS Solidus-Temperatur
t_1 bis t_4	Zeitpunkte

Patentansprüche

35 1. Herstellungsverfahren für einen Knüppel oder einen Vorblock,

- wobei flüssiger Stahl (1) von oben in eine Durchlaufkokille (2) gegossen wird, unten ein Stahlstrang (3) mit einer bereits erstarrten Strangschale (4) und einem noch flüssigen Kern (5) aus der Durchlaufkokille (2) abgezogen wird und der Stahlstrang (3) mit der bereits erstarrten Strangschale (4) und dem noch flüssigen Kern (5) ohne Richtungsänderung von oben in eine Halteeinrichtung (6) eingeführt wird, in welcher der Stahlstrang (3) während einer Erstarrungszeit, in welcher der Stahlstrang (3) nach und nach zu dem Knüppel oder dem Vorblock erstarrt, verbleibt,
- wobei der flüssige Kern (5) des stationären Stahlstrangs (3) während der Erstarrungszeit mittels eines Strangrührers (9) gerührt wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Strangrührer (9) während der Erstarrungszeit mit einem Oszillationshub (h) vertikal oszillie-

rend entlang des Stahlstrangs (3) zwischen einem oberen und einem unteren Umkehrpunkt (P1, P2) verfahren wird.

2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass der obere Umkehrpunkt (P1) fix ist, insbesondere von der Lage einer Oberkante (8) des vollständig gegossenen Stahlstrangs (3) einen vorbestimmten Abstand (a1) aufweist. 10

3. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der obere Umkehrpunkt (P1) variabel ist. 15

4. Herstellungsverfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der obere Umkehrpunkt (P1) in Abhängigkeit von einem 20
 oberen Ort (O1) bestimmt wird, an dem die Liquidus-Temperatur (TL) herrscht, oder in Abhängigkeit von einem unteren Ort (O2) bestimmt wird, an dem die Solidus-Temperatur (TS) herrscht. 25

5. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der untere Umkehrpunkt (P2) fix ist, insbesondere von der Lage einer Unterkante des vollständig gegossenen Stahlstrangs (3) einen vorbestimmten Abstand (a2) aufweist. 30

6. Herstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der untere Umkehrpunkt (P2) variabel ist. 35

7. Herstellungsverfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der untere Umkehrpunkt (P2) in Abhängigkeit von einem oberen Ort (O1) bestimmt wird, an dem die Liquidus-Temperatur (TL) herrscht, oder in Abhängigkeit von einem unteren Ort (O2) bestimmt wird, an dem die Solidus-Temperatur (TS) herrscht. 40
45

8. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, 50
 - **dass** der untere Umkehrpunkt (P2) und der obere Umkehrpunkt (P1) variabel sind,
 - **dass** der obere Umkehrpunkt (P1) bei einer Oberkante (8) des vollständig gegossenen Stahlstrangs (3) oder darunter liegt,
 - **dass**, solange der Abstand des unteren Umkehrpunkts (P2) von der Oberkante (8) des vollständig gegossenen Stahlstrangs (3) mindestens 55

tens so groß wie ein fester Nennhub (hN) ist, der obere Umkehrpunkt (P1) in Abhängigkeit vom unteren Umkehrpunkt (P2) derart bestimmt wird, dass der Oszillationshub (h) gleich dem festen Nennhub (hN) ist, und

- **dass**, wenn und solange der untere Umkehrpunkt (P2) um weniger als den festen Nennhub (hN) von der Oberkante (8) beabstandet ist, der obere Umkehrpunkt (P1) gleich der

Oberkante (8) des Stahlstrangs (3) gesetzt wird.

9. Herstellungsverfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der untere Umkehrpunkt (P2) in Abhängigkeit von einem oberen Ort (O1) bestimmt wird, an dem die Liquidus-Temperatur (TL) herrscht, oder in Abhängigkeit von einem unteren Ort (O2) bestimmt wird, an dem die Solidus-Temperatur (TS) herrscht.

10. Herstellungsverfahren nach Anspruch 4, 7 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der obere Ort (O1) und/oder der untere Ort (O2) mittels eines thermodynamischen Modells (14) des Stahlstrangs (3) ermittelt werden.

11. Herstellungsverfahren nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Strangrührer (9) als elektromagnetische Rührspule ausgebildet ist, die mit mindestens einem Wechselstrom (I) gespeist wird, und dass der mindestens eine Wechselstrom (I) während des Oszillierens des Strangrührers (9) in Abhängigkeit von der aktuellen Position des Strangrührers (9) variiert wird.

12. Steuerprogramm, das Maschinencode (13) aufweist, der von einer Steuereinrichtung (11) einer Stranggießmaschine zum Herstellen eines Knüppels oder eines Vorblocks abarbeitbar ist, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes (13) durch die Steuereinrichtung (11) bewirkt, dass die Steuereinrichtung (11) einen Strangrührer (9) einer Halteeinrichtung (6), in welcher ein bereits erstarrter Strangschale (4) und einen noch flüssigen Kern (5) aufweisender stationärer Stahlstrang (3) während einer Erstarrungszeit nach und nach zu dem Knüppel oder dem Vorblock erstarrt, derart ansteuert, dass während der Erstarrungszeit der flüssige Kern (5) mittels des Strangrührers (9) gerührt wird und der Strangrührer (9) mit einem Oszillationshub (h) vertikal oszillierend entlang des Stahlstrangs (3) zwischen einem oberen und einem unteren Umkehrpunkt (P1, P2) verfahren wird.

13. Steuerprogramm nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Abarbeitung des Maschinencodes (13) durch die Steuereinrichtung (11) bewirkt, dass die Steuereinrichtung (11) die zusätzlichen Verfahrensschritte mindestens eines der Ansprüche 2 bis 11 realisiert.

5

14. Steuereinrichtung einer Stranggießmaschine zum Herstellen eines Knüppels oder eines Vorblocks, wobei die Steuereinrichtung mit einem Computerprogramm (12) nach Anspruch 12 oder 13 programmiert ist, so dass sie im Betrieb einen Strangrührer (9) einer Halteeinrichtung (6), in welcher ein bereits erstarrte Strangschale (4) und einen noch flüssigen Kern (5) aufweisender stationärer Stahlstrang (3) während einer Erstarrungszeit nach und nach zu dem Knüppel oder dem Vorblock erstarrt, zumindest derart ansteuert, dass während der Erstarrungszeit der flüssige Kern (5) mittels des Strangrührers (9) gerührt wird und der Strangrührer (9) mit einem Oszillationshub (h) oszillierend zwischen einem oberen und einem unteren Umkehrpunkt (P1, P2) verfahren wird.

10

15

20

15. Stranggießmaschine zum Herstellen eines Knüppels oder eines Vorblocks,

25

- wobei die Stranggießmaschine eine Durchlaufkokille (2) aufweist, in die von oben flüssiger Stahl (1) gegossen wird und aus der unten ein Stahlstrang (3) mit einer bereits erstarrten Strangschale (4) und einem noch flüssigen Kern (5) abgezogen wird,
- wobei die Stranggießmaschine unterhalb der Durchlaufkokille (2) eine Halteeinrichtung (6) aufweist, in welche der Stahlstrang (3) mit der bereits erstarrten Strangschale (4) und dem noch flüssigen Kern (5) ohne Richtungsänderung von oben eingeführt wird und in welcher der Stahlstrang (3) während einer Erstarrungszeit, in welcher der Stahlstrang (3) nach und nach zu dem Knüppel oder dem Vorblock erstarrt, verbleibt,
- wobei die Halteeinrichtung (6) einen vertikal entlang des Stahlstrangs (3) verfahrbaren Strangrührer (9) aufweist, mittels dessen der flüssige Kern (5) des stationären Stahlstrangs (3) während der Erstarrungszeit gerührt wird,
- wobei die Stranggießmaschine eine Steuereinrichtung (11) aufweist, von der zumindest der Strangrührer (9) gesteuert wird,

30

35

40

45

50

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuereinrichtung (11) gemäß Anspruch 14 ausgebildet ist, so dass der Strangrührer (9) während der Erstarrungszeit mit einem Oszillationshub (h) oszillierend zwischen einem oberen und einem unteren Umkehrpunkt (P1, P2) verfahren wird.

55

FIG 1

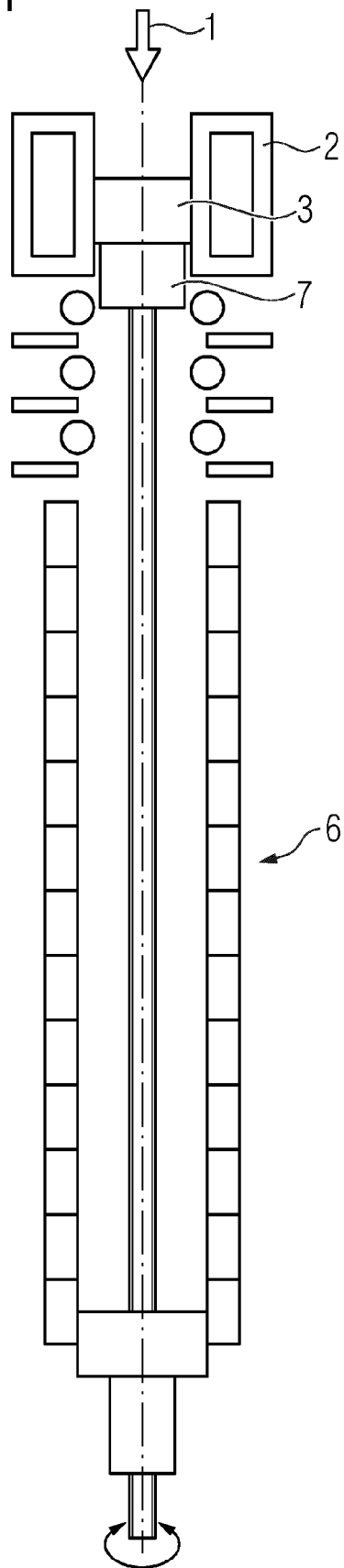


FIG 2

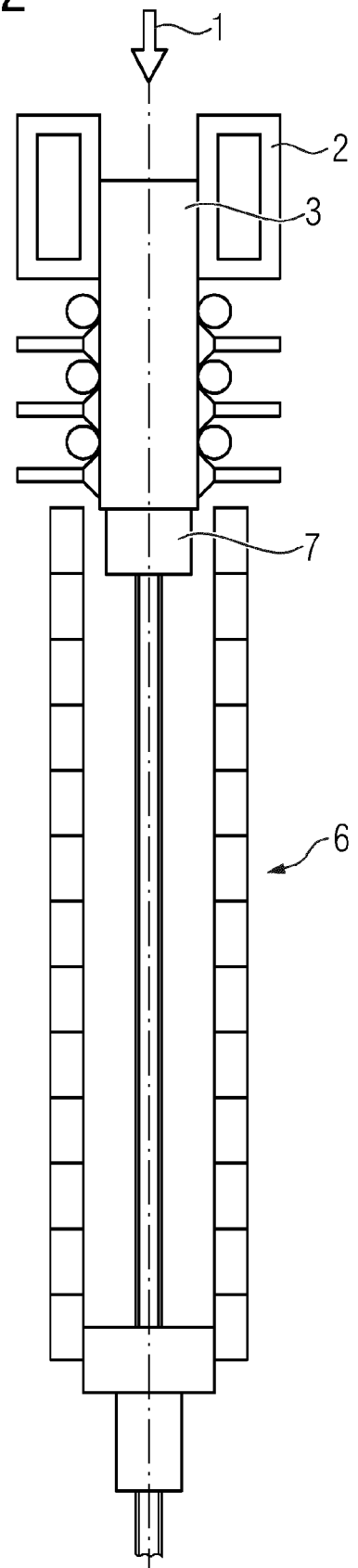


FIG 3

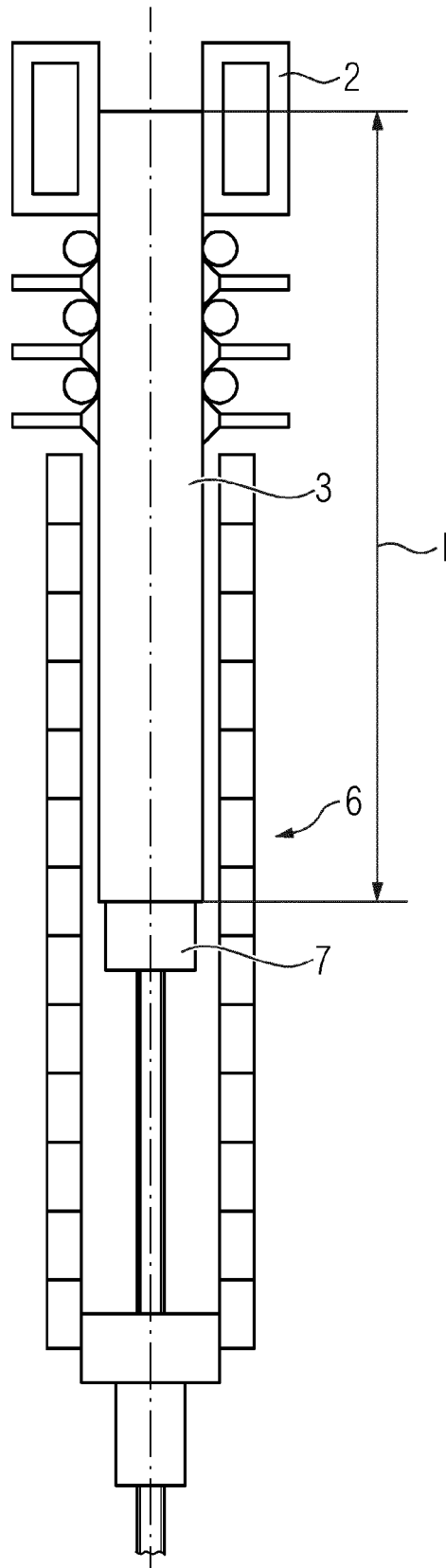


FIG 4

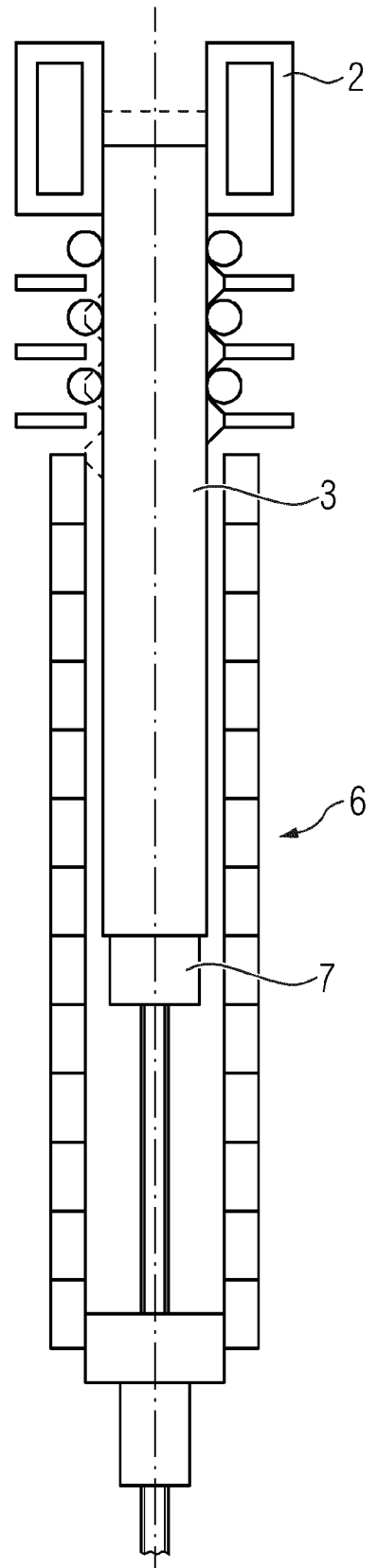


FIG 5

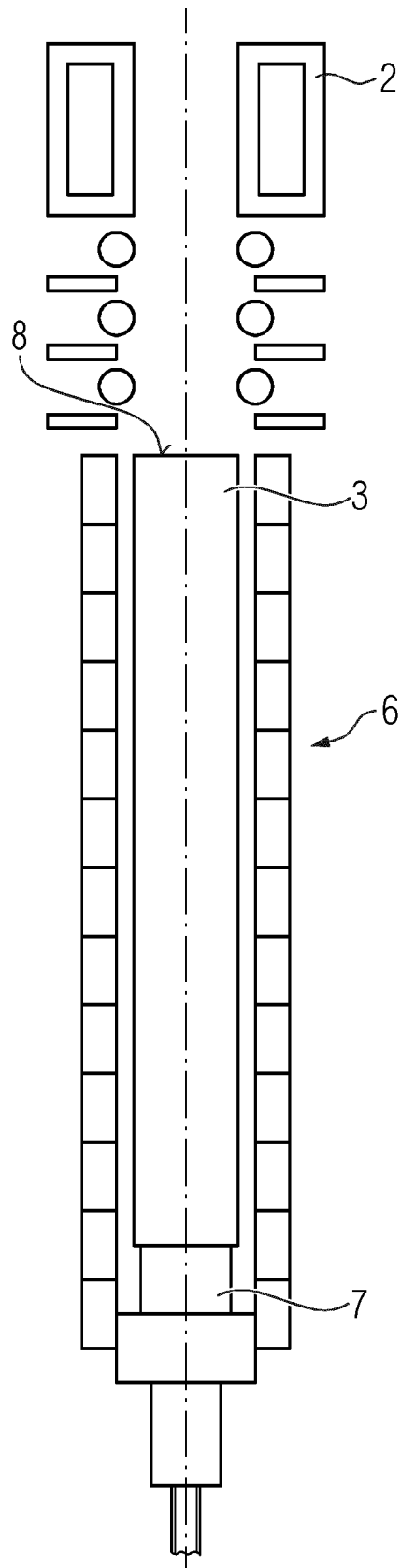


FIG 6

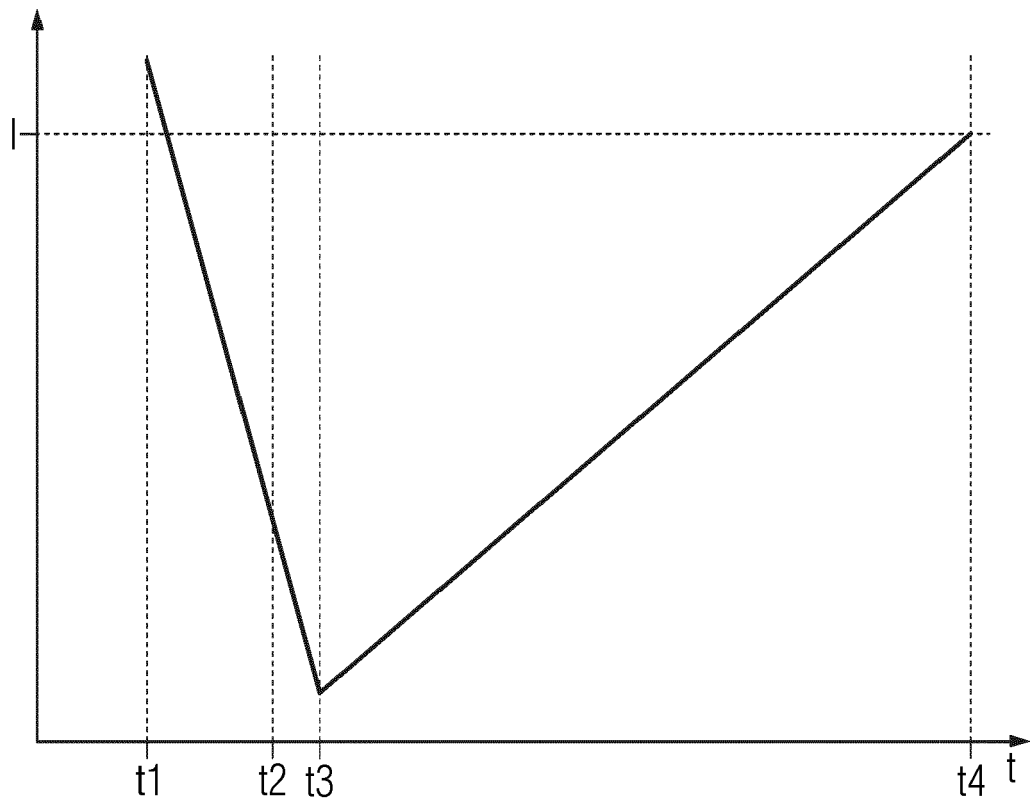


FIG 7

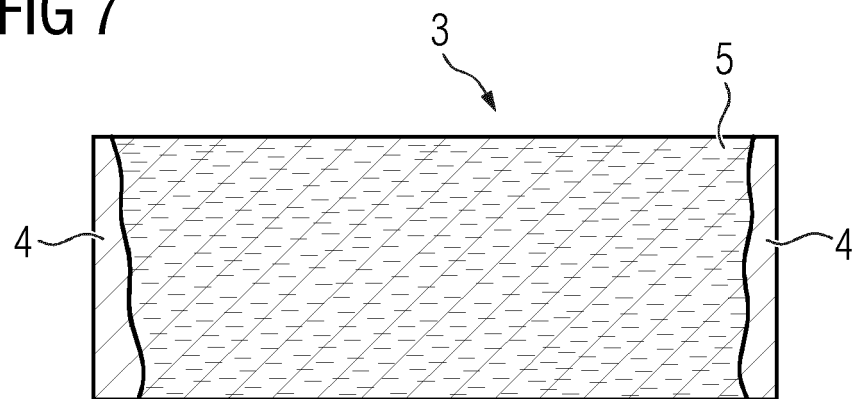


FIG 8

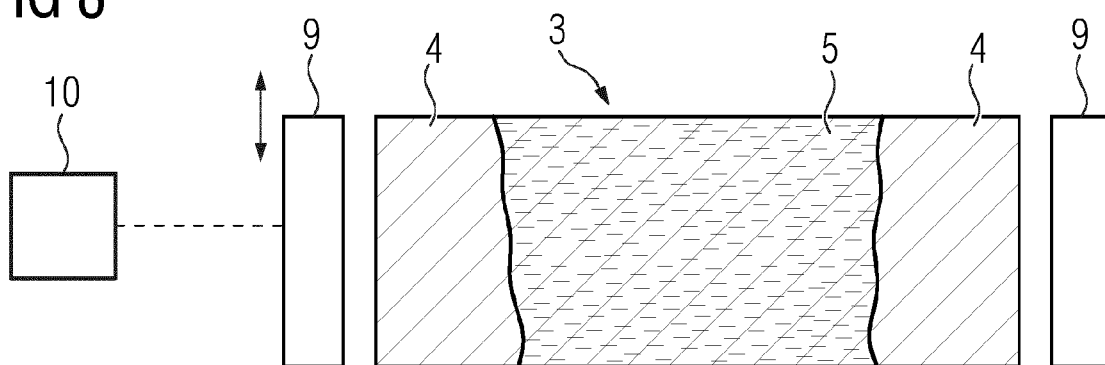


FIG 9

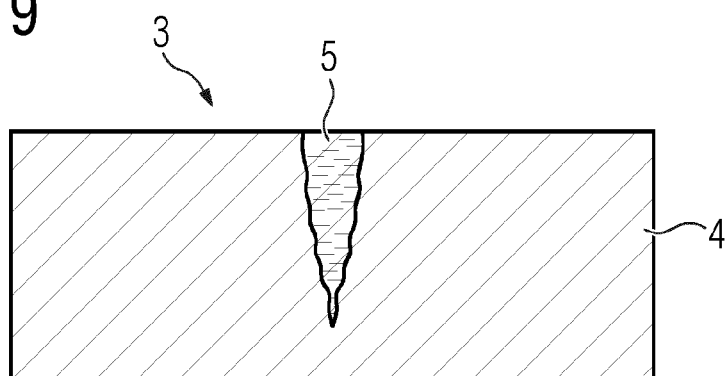


FIG 10

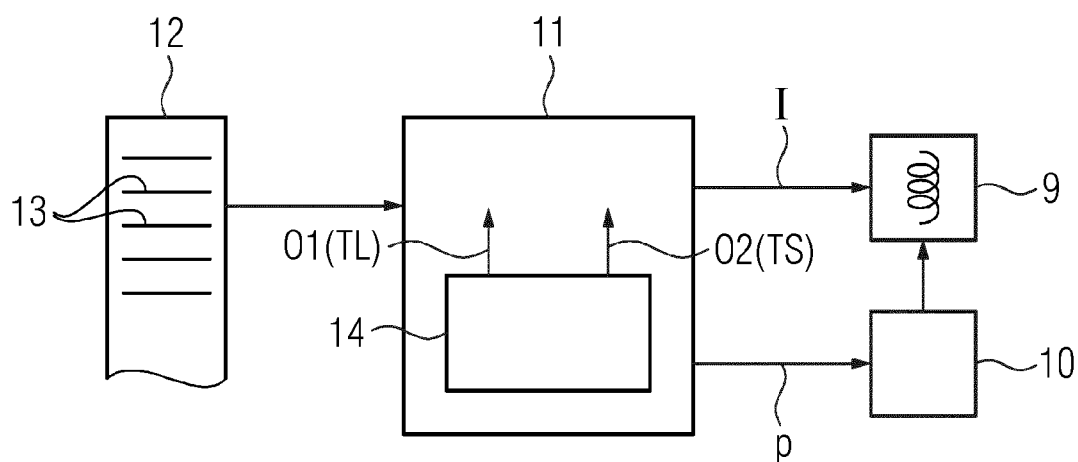


FIG 11

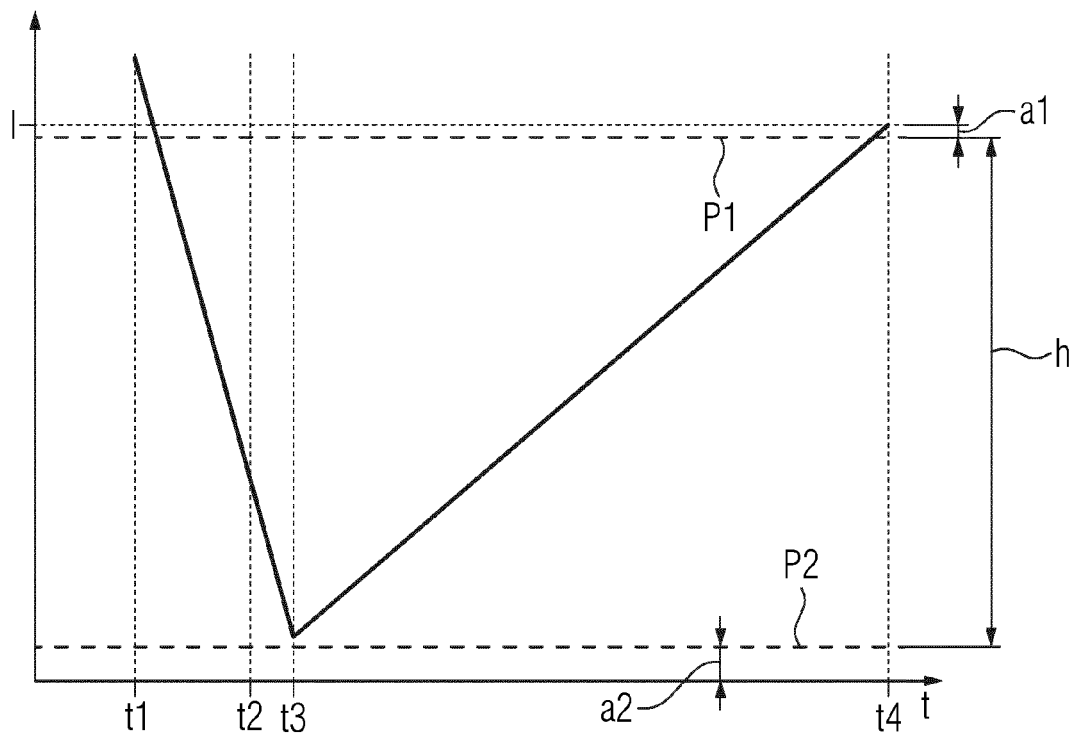


FIG 12

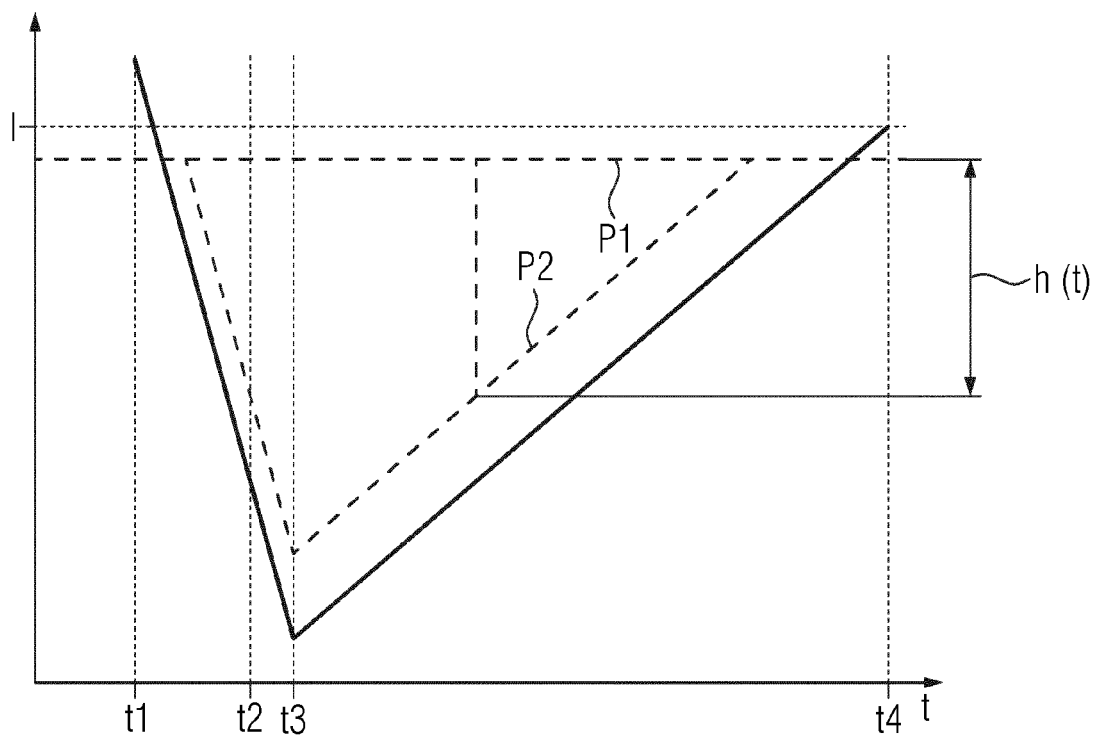


FIG 13

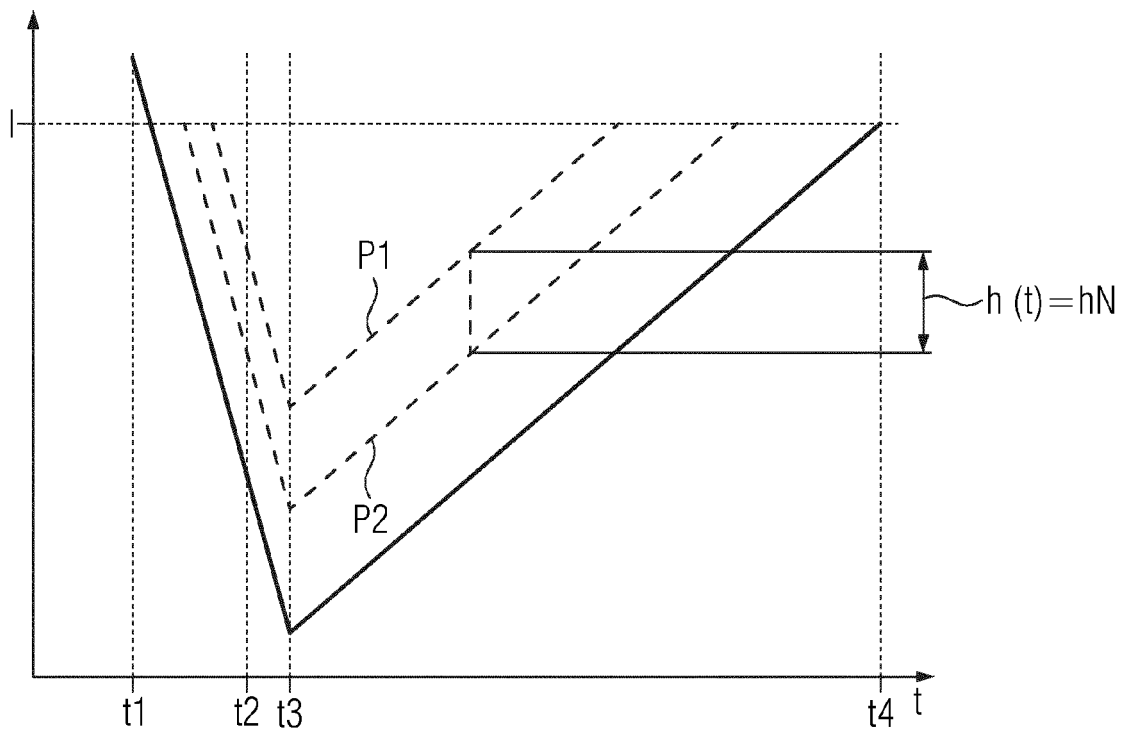
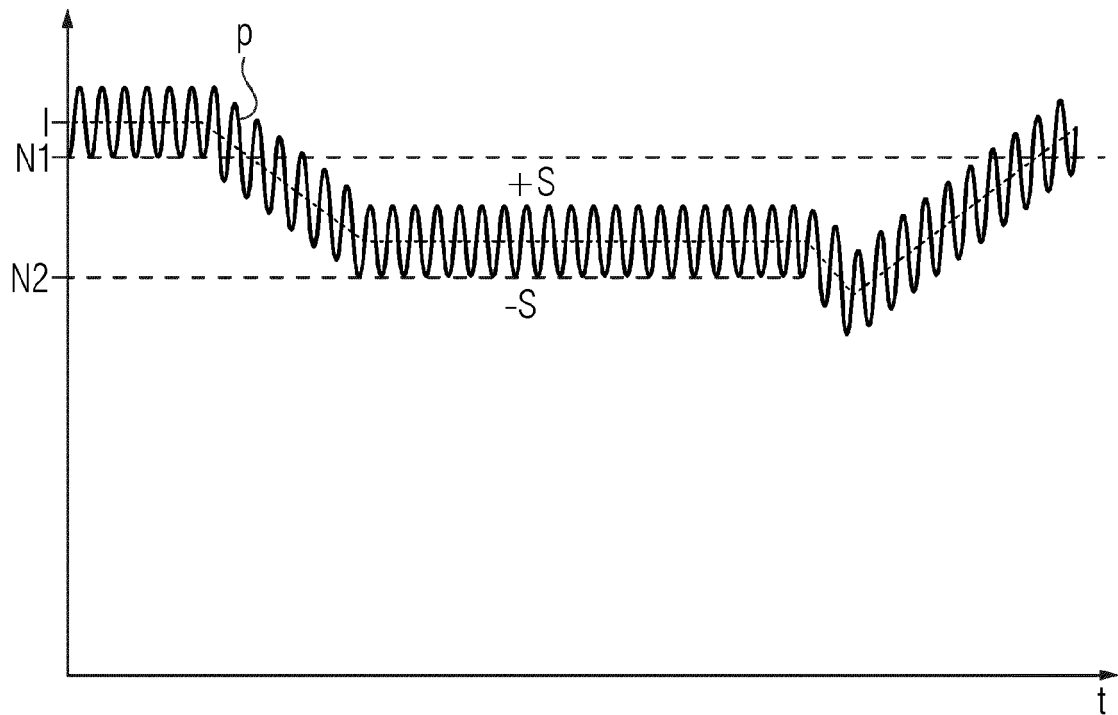


FIG 14





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 17 3780

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	US 2017/216908 A1 (BRUGGER CHRISTIAN [AT] ET AL) 3. August 2017 (2017-08-03)	1-11	INV. B22D11/04
A	* Absätze [0001], [0082]; Ansprüche 1, 9; Abbildungen 1A-F *	12-15	B22D11/041 B22D11/114 B22D11/115
Y	US 4 375 830 A (ROEHRIG ADALBERT [CH]) 8. März 1983 (1983-03-08)	1-11	B22D11/12 B22D11/128
A	* Abbildungen 1, 2 * * Spalte 1; Zeilen 7-12 * * Spalte 1; Zeilen 26-38 * * Spalte 2; Zeilen 1-9 * * Spalte 4; Zeilen 4-8 *	12-15	B22D11/14 B22D11/16 B22D46/00
X	US 3 987 841 A (ITOY YASUO ET AL) 26. Oktober 1976 (1976-10-26)	14, 15	
A	* Abbildungen 1, 2 * * Spalte 4; Zeilen 46-50 *	1-13	
X	US 5 762 127 A (BENEDETTI GIAMPIETRO [IT] ET AL) 9. Juni 1998 (1998-06-09)	14, 15	
A	* Anspruch 1; Abbildung 3a * * Spalte 10-11; Zeilen 65-3 *	1-13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	WO 2013/174512 A2 (ERGOLINES LAB S R L [IT]) 28. November 2013 (2013-11-28)	14, 15	B22D
A	* Anspruch 28; Abbildung 19 * * Seite 9-10; Zeilen 23-20 *	1-13	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	12. Oktober 2022	Momeni, Mohammad	
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE		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	
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		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 17 3780

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.

12-10-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	US 2017216908 A1	03-08-2017	AT	15215 U1	15-03-2017	
			AT	15223 U1	15-03-2017	
			AT	515731 A2	15-11-2015	
			CN	106457371 A	22-02-2017	
			EP	3122492 A2	01-02-2017	
			EP	3251773 A1	06-12-2017	
			RU	2016141648 A	27-04-2018	
			US	2017216908 A1	03-08-2017	
20			WO	2015079071 A2	04-06-2015	
25	US 4375830 A	08-03-1983	CH	646623 A5	14-12-1984	
			EP	0036611 A1	30-09-1981	
			JP	S6011586 B2	27-03-1985	
			JP	S56165550 A	19-12-1981	
			US	4375830 A	08-03-1983	
30	US 3987841 A	26-10-1976	AU	8227475 A	23-12-1976	
			BR	7503926 A	06-07-1976	
			CA	1045777 A	09-01-1979	
			DE	2528024 A1	08-01-1976	
			DE	2559511 A1	10-02-1977	
			FR	2284389 A1	09-04-1976	
			FR	2313155 A1	31-12-1976	
			GB	1519632 A	02-08-1978	
			IT	1039334 B	10-12-1979	
			JP	S511319 A	08-01-1976	
			JP	S5348171 B2	27-12-1978	
			US	3987841 A	26-10-1976	
			ZA	761319 B	26-01-1977	
			40	US 5762127 A	09-06-1998	AT
AU	692243 B2	04-06-1998				
BR	9502195 A	09-01-1996				
CA	2151098 A1	07-12-1995				
CN	1126121 A	10-07-1996				
DE	69518359 T2	21-12-2000				
EP	0686445 A1	13-12-1995				
ES	2148374 T3	16-10-2000				
KR	960000355 A	25-01-1996				
US	5762127 A	09-06-1998				
50	WO 2013174512 A2	28-11-2013	CN	104661772 A	27-05-2015	
			EP	2855048 A2	08-04-2015	
			RU	2014152242 A	20-07-2016	
			US	2015151355 A1	04-06-2015	
			WO	2013174512 A2	28-11-2013	

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

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

EP 22 17 3780

5 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.

12-10-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	-----			
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

- WO 2015079071 A2 [0006]
- WO 2018192903 A1 [0006]
- EP 3251773 B1 [0006] [0033]
- WO 2017162418 A1 [0040]