

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

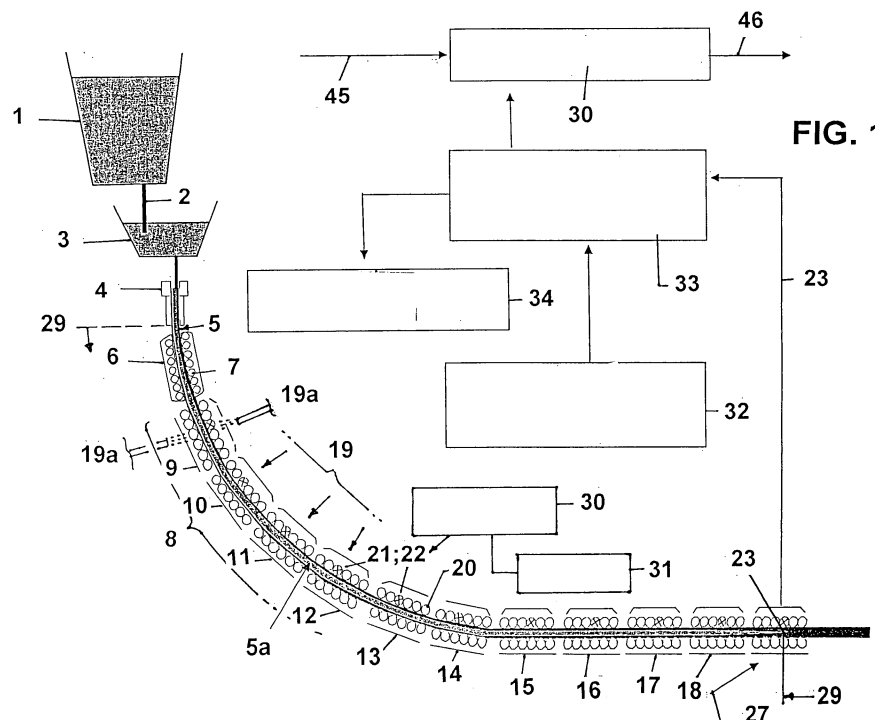
EP 1 731 243 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
13.12.2006 Patentblatt 2006/50(51) Int Cl.:
B22D 11/128 (2006.01) B22D 11/20 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **06011881.7**(22) Anmeldetag: **08.06.2006**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU(72) Erfinder:
• **Weyer, Axel**
42349 Wuppertal (DE)
• **Reifferscheid, Markus, Dr.**
42352 Korschenbroich (DE)(30) Priorität: **08.06.2005 DE 102005026259**(71) Anmelder: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)(74) Vertreter: **Klüppel, Walter et al**
Patentanwälte Hemmerich & Kollegen
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, mit einer Strangführung aus Stützrollensegmenten**

(57) Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Stranggießen von flüssigen Stahlwerkstoffen (2) mit einer Strangführung (8) aus Stützrollensegmenten (9-18) messen die Sumpfspitze (23) über einen oszillierenden Segmentoberrahmen (24) oder eine oszillierende Hub-Traverse (28) oder über eine Kraftüberwachung in einem Kolben-Zylinder-Antrieb (25) und regeln die Lage der

Sumpfspitze (23) über die Gießgeschwindigkeit und / oder die Sekundärkühlung (10), so dass diese vor einem Master-Stützrollensegment (27), innerhalb des Master-Stützrollensegmentes (27) oder nachfolgend auf das Master-Stützrollensegment (27) fest eingeregelt werden kann, um unterschiedliche Verformungsarten anzuwenden und um eine gleichmäßigere Innenqualität des Warmstrangs (5a) zu erzielen.

**FIG. 1****EP 1 731 243 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, bei dem der in einer Stranggießkokille gebildete Gießstrang in einer Strangführung aus Stützrollensegmenten teils ohne Anstellung der Stützrollen und ohne Antrieb teils in Stützrollensegmenten mit zumindest einer angestellten und angetriebenen Stützrolle ausgefordert wird und bei dem die momentane Sumpfspitze über einen oszillierenden Segmentoberrahmen oder eine oszillierende Hubtraverse für die angetriebenen Stützrollen oder über eine Kraftüberwachung in einem oder mehreren Kolben-Zylinder-Antrieben des Stützrollen-Segmentes gemessen und ihre Lage über die Gießgeschwindigkeit und / oder Sekundärkühlung des Gießstrangs geregelt wird.

[0002] Aus der Fachzeitschrift "Stahl und Eisen" 125 (2005) Nr. 2, Seiten 58 - 61 ist ein Sensor beschrieben, der die Einflussfaktoren bei der Sumpfspitzendetektion ermittelt. Dabei wird ein eigenschwingungsfähiges System angewendet, das heißt eine Traverse des Segmentoberrahmens oszilliert und bei durcherstartem Strang findet eine geringe Dämpfung statt, hingegen bei einem Strangquerschnitt mit innerem flüssigen oder zähen Anteil eine hohe Dämpfung. Weiter gelangen zur Sumpfspitzen-Ermittlung eine Kraftüberwachung in einem der Kolben-Zylinder-Antriebe zur Verstellung des Abstandes zwischen Segmentoberrahmen / Segmentunterrahmen zur Anwendung. Die Messmethoden zur Sumpfspitzen-Ermittlung sind außerdem in der EP 1 369 192 A1, der EP 1 193 007 A1 oder der EP 1 307 309 B1 beschrieben.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Messergebnis der für den jeweiligen Anwendungsfall günstigsten Messmethode in die Praxis für den Stranggießbetrieb einer Stranggießanlage umzusetzen, d.h. seine praktische Ausführung vorzuschlagen.

[0004] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass unter Einbeziehung der gesamten Länge der Strangführung für den Warmstrang als metallurgische Länge über die Spritzstrahlen der Sekundärkühlung und / oder die Stützrollenantriebe der Stützrollensegmente, die Sumpfspitze vor einem Master-Stützrollensegment, innerhalb eines Master-Stützrollensegments oder nachfolgend auf ein Master-Stützrollensegment fest eingeregelt wird, wobei die Gießgeschwindigkeit über zumindest ein Stützrollensegment mit angestellter angetriebener Stützrolle erfasst wird, und die Regelung der Sekundärkühlung und / oder die Regelung der Gießgeschwindigkeit selbst in allen vorangehenden Stützrollensegmenten individuell, jedoch aufeinander abgestimmt, eingestellt wird. Der Vorteil ist eine Ausnutzung der gesamten Strangführung als metallurgische Länge und dadurch eine hohe Produktion von maximaler Brauchbarkeit des Gießstrangwerkstoffs durch gleichmäßige Innenqualität.

[0005] Dabei kann das Master-Stützrollensegment im horizontalen Bereich der Strangführung angeordnet werden,

um die Sumpfspitze bei unterschiedlichen Betriebsverhältnissen zu erfassen.

[0006] In jedem Fall erfolgt eine sichere Regelung, wenn das Master-Stützrollensegment als letztes oder vorletztes Stützrollensegment in der Strangführung angeordnet wird.

[0007] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass die Messwerte zur Überwachung der Verformungsrollen-Anstellung einer soft-reduction des Warmstrangs eingesetzt wird.

[0008] Die Regelung kann auch noch genauer dadurch ausgeführt werden, dass einzelne der alle angetriebenen Stützrollen mit oder ohne Lastausgleichsregelung betrieben werden.

[0009] Die Vorrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen geht von Merkmalen aus, bei denen der in einer Stranggießkokille gebildete Gießstrang als Warmstrang in einer Strangführung aus Stützrollensegmenten teils ohne Anstellung der Stützrollen und ohne Antrieb teils in Stützrollensegmenten mit zumindest einer angestellten und angetriebenen Stützrolle ausgefordert wird und zur Messung der momentanen Sumpfspitze ein oszillierender Segmentoberrahmen oder eine oszillierende Hubtraverse für die jeweils angetriebene Stützrolle eingesetzt wird oder über eine Kraftüberwachung in einem oder mehreren Kolben-Zylinder-Antrieben des Stützrollensegmentes die Sumpfspitze messbar und ihre Lage über die Gießgeschwindigkeit und / oder Sekundärkühlung des Warmstrangs regelbar ist.

[0010] Die vorstehend gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass alle Spritzstrahlen und / oder die Stützrollenantriebe von einem Master-Stützrollensegment aus regelbar sind, wobei die Gießgeschwindigkeit über eines oder mehrere ausgewählte Stützrollensegmente mit angestellter, angetriebener Stützrolle gemessen wird, und die Regelung der Sekundärkühlung in allen vorangehenden Stützrollensegmenten individuell, jedoch aufeinander abgestimmt einstellbar ist.

[0011] Die Vorteile sind das Festhalten der Sumpfspitze an einem für das ausgeübte Verfahren (soft-reduction oder hard-reduction) günstigen Ort der Stranglänge und dadurch die Erzeugung von gleichmäßigerer Innenqualität des Gießstrangs. Dadurch kann auch das Ausbringen verwertbaren Materials erhöht werden.

[0012] Es ist weiter vorteilhaft, dass das Master-Stützrollensegment im horizontalen Bereich der Strangführung angeordnet ist. Dadurch werden die Nähe der Verformungsstrecke und die Anstellwege der Verformungswalzen besser berücksichtigt.

[0013] Eine Ausgestaltung ist dadurch gegeben, dass das Master-Stützrollensegment als letztes Stützrollensegment in der Strangführung angeordnet ist.

[0014] Weiterhin kann in Kombination vorgesehen werden, dass einzelne oder alle angetriebenen Stützrollen an eine Lastausgleichsregelung angeschlossen sind. Dadurch kann die Drehzahlregelung mit einbezogen

werden.

[0015] Eine weitere Ausgestaltung besteht darin, dass die an einer angestellten, angetriebenen Stützrolle eines dem Master-Stützrollensegment vorangehenden Stützrollensegments gemessenen Gießgeschwindigkeits-Unterschiede über eine Spritzwassermengen-Vorgabe-
5 regelung an die Regelung der Sekundärkühlung angeschlossen ist.

[0016] Die Daten-Kommunikation mit dem Steuerstand erfolgt vorteilhafterweise dadurch, dass auf dem Master-Stützrollensegment Feldgeräte an einen Achsenregler in einem Klemmenkasten angeschlossen sind und dass Schaltventile vorgesehen sind, die mit dem Achsenregler verbunden sind und der Achsenregler über eine lösbare Medienkupplung mittels eines Kabelpakets mit dem Klemmenkasten an ein Feldbusmodul mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung angeschlossen ist.

[0017] Diese Vorrichtung ist noch dahingehend weitergestaltet, dass in dem Achsenregler die gespeicherten Signale zum Positionieren und Synchronisieren der Stützrollen eines Nachbar-Stützrollensegmentes, für linke oder rechte Kolben-Zylinder-Antriebe bzw. für die Einlaufseite oder die Auslaufseite, für die Überwachung des Zustands der Sensoren, eine Stützrollensegment-Kodierung, für Wartungszyklen u. dgl. verarbeitbar sind.

[0018] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, die nachstehend näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine gesamte Stranggießvorrichtung in Seitenansicht, mit Blockdiagramm-Darstellung einiger Regelungsschaltkreise und

Fig. 2 das Master-Stützrollensegment in perspektivischer Ansicht.

[0019] Aus einer Gießpfanne 1 strömt der Stahlwerkstoff (Stahl oder Stahllegierung) 2 über einen Zwischenbehälter 3 in eine Stranggießkokille 4 und aus dieser zum Gießstrang 5 außen verfestigt in eine Dampfkammer 6, die ein sog. Null-Segment bildet und aus nicht angetriebenen Stützrollen 7 ein erstes Stützrollensegment darstellt.

[0020] Nachfolgend wird der Warmstrang 5a in einer Strangführung 8 durch Stützrollensegmente 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 und 18 weiter gestützt, transportiert und abgekühlt mittels einem Netz von Spritzstrahlen 19a einer Sekundärkühlung 19. In den Stützrollensegmenten 9-18 können jeweils alle Stützrollen 20 fest angestellt und geschleppt mitlaufend oder zumindest eine weitere Stützrolle 21 anstellbar und mit einem Antrieb 22 versehen sein. Der oder die Antriebe 22 sind in der Drehzahl und / oder im Drehmoment regelbar.

[0021] Dabei stellt sich eine Sumpfspitze 23 ein, die sich aufgrund der Gießparameter im Inneren des Gießstrangs 5 in ihrer Lage und Länge verändern kann, was durch Abweichungen der Regelung oder durch veränderte Gießparameter insgesamt zustande kommen

konnte.

[0022] Gemäß Fig. 2 besteht ein Stützrollensegment 9 - 18 jeweils aus einem Segmentoberrahmen 24 und einem mittels Paaren von hydraulischen Kolben-Zylinder-Antrieben 25 auf die Gießstrangdicke einstellbaren Segmentunterrahmen 26. Der Segmentoberrahmen 24 ist in einem Master-Stützrollensegment 27 oszillierbar oder eine besonders vorgesehene Hubtraverse 28 ist oszillierbar. Es kann auch, wie eingangs erwähnt, eine Kraftüberwachung in den hydraulischen Kolben-Zylinder-Antrieben 25 der Stützrollensegmente 9 - 18 zur Sumpfspitzenermittlung eingesetzt werden. Alle Messmethoden dienen zur Ermittlung der Lage der Sumpfspitze 23. Unter Einbeziehung der gesamten Länge der Strangführung 8 für den Warmstrang 5a als metallurgische Länge 29 von der Stranggießkokille 4 bis zur völligen Abkühlung des Gießstrangs 5 wird der Abkühlungsvorgang bis zur Sumpfspitze 23 über die Spritzstrahlen 19a der Sekundärkühlung 19 und / oder die Stützrollen-Drehantriebe 22 der Stützrollensegmente 9-18 mit angetriebenen Stützrollen 21 vor einem Master-Stützrollensegment 27, innerhalb eines Master-Stützrollensegmentes 27 oder nachfolgend auf ein Master-Stützrollensegment 27 fest eingeregelt (Fig. 1). Dabei kann die Gießgeschwindigkeit über eines oder mehrere der Stützrollensegmente 9-18 mit jeweils einer anstellbaren, angetriebenen Stützrolle 21 erfasst werden und die Regelung der Sekundärkühlung 19 und /oder die Regelung der Gießgeschwindigkeit selbst in allen vorangehenden Stützrollensegmenten 9-18 wird individuell, jedoch aufeinander abgestimmt eingestellt.

[0023] Dieses in Fig.2 näher dargestellte Master-Stützrollensegment 27 ist im horizontalen Bereich der Strangführung 8 angeordnet. In der speziellen Ausführungsform befindet sich das Master-Stützrollengerüst 27 als letztes oder vorletztes Stützrollensegment in der Strangführung 8 am Ende der metallurgischen Länge 29 des Gießstrangs 5.

[0024] Die Messwerte des Master-Stützrollensegmentes 27 zur Sumpfspitzen-Ermittlung werden zusätzlich zur Überwachung der Verformungsrollen-Anstellung einer soft-reduction des Warmstrangs 5a eingesetzt. Einzelne oder alle angetriebenen Stützrollen 21, 22 können auch innerhalb der Antriebsregelung 30 mit oder ohne Lastausgleichsregelung 31 betrieben werden.

[0025] Der Ist-Wert 32 der Gießgeschwindigkeit, der über die angetriebene Stützrolle 21 gemessen wird, wird aus dem Differenzwert der Gießgeschwindigkeit ermittelt und für eine Spritzwassermengen-Vorgabe 33 eingesetzt. Daraus erfolgt die Regelung 34 der Sekundärkühlung 19.

[0026] Ferner sind (Fig. 2) auf dem Master-Stützrollensegment 27 Feldgeräte 35 an einen Achsenregler 36 in einem Klemmenkasten 37 angeschlossen. Es sind Schaltventile 38 vorgesehen, die mit dem Achsenregler 36 verbunden sind. Der Achsenregler 36 ist über eine lösbare Medienkupplung 39 mittels eines Kabelpaketes 40 mit dem Klemmenkasten 37 an ein Feldbusmodul 41

angeschlossen und mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung 42 verbunden.

[0027] In dem Achsenregler 36 werden die gespeicherten Signale zum Positionieren und Synchronisieren der Stützrollen 21 eines Nachbar-Stützrollensegmentes 9-18, für linke oder rechte Kolben-Zylinder-Antriebe 25 bzw. für die Einlaufseite 43 oder die Auslaufseite 44 oder für die Überwachung des Zustandes der Sensoren, eine Stützrollensegment-Kodierung, für Wartungszyklen u. dgl. verarbeitet.

[0028] Die Anlage kann selbstverständlich auch im Handbetrieb durch eine Bedienervorgabe 45 des Sollwerts in die Antriebsregelung 30 bis zur maximalen Gießgeschwindigkeit 46 betrieben werden (Fig. 1, oben).

Bezugszeichenliste

[0029]

1	Gießpfanne
2	flüssiges Metall, Stahlwerkstoff
3	Zwischenbehälter
4	Stranggießkokille
5	Gießstrang
5a	Warmstrang
6	Dampfkammer
7	nicht angetriebene Stützrollen
8	Strangführung
9	Stützrollensegment
10	Stützrollensegment
11	Stützrollensegment
12	Stützrollensegment
13	Stützrollensegment
14	Stützrollensegment
15	Stützrollensegment
16	Stützrollensegment
17	Stützrollensegment
18	Stützrollensegment
19	Sekundärkühlung
19a	Spritzstrahlen
20	geschleppte Stützrolle
21	angetriebene Stützrolle
22	Drehantrieb
23	Sumpfspitze
24	Segmentoberrahmen
25	Paar aus Kolben-Zylinder-Antrieben
26	Segmentunterrahmen
27	Master-Stützrollensegment
28	Hub-Traverse
29	metallurgische Länge
30	Antriebsregelung
31	Lastausgleichsregelung
32	Ist-Wert der Gießgeschwindigkeit
33	Spritzwassermengen-Vorgaberegulung
34	Regelung der Sekundärkühlung
35	Feldgerät
36	Achsenregler

37	Klemmenkasten
38	Schaltventile
39	lösbare Medienkupplung
40	Kabelpaket
5 41	Feldbusmodul
42	speicherprogrammierbare Steuerung
43	Einlaufseite
44	Auslaufseite
45	Bedienervorgabe, Sollwert
10 46	maximale Gießgeschwindigkeit

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, bei dem der in einer Stranggießkokille (4) gebildete Gießstrang (5) in einer Strangführung (8) aus Stützrollensegmenten (9-18) teils ohne Anstellung der Stützrollen (20) und ohne Antrieb (22) teils in Stützrollensegmenten (9-18) mit zumindest einer angestellten und angetriebenen Stützrolle (21) ausgefordert wird und bei dem die momentane Sumpfspitze (23) über einen oszillierenden Segmentoberrahmen (24) oder eine oszillierende Hubtraverse (28) für die angetriebenen Stützrollen (21) oder über eine Kraftüberwachung in einem oder mehreren Kolben-Zylinder-Antrieben (25) des Stützrollensegmentes (9-18) gemessen und ihre Lage über die Gießgeschwindigkeit und / oder Sekundärkühlung (10) des Gießstrangs (5) geregelt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass unter Einbeziehung der gesamten Länge der Strangführung (8) für den Warmstrang (5a) als metallurgische Länge (29) über die Spritzstrahlen (19a) der Sekundärkühlung (19) und / oder die Stützrollenantriebe (22) der Stützrollensegmente (9-18) die Sumpfspitze (23) vor einem Master-Stützrollensegment (27), innerhalb eines Master-Stützrollensegmentes (27) oder nachfolgend auf ein Master-Stützrollensegment (27) fest eingeregelt wird, wobei die Gießgeschwindigkeit über zumindest ein Stützrollensegment (9-18) mit angestellter angetriebener Stützrolle (21) erfasst wird, und die Regelung der Sekundärkühlung (19) und / oder die Regelung der Gießgeschwindigkeit selbst in allen vorangehenden Stützrollensegmenten (9-18) individuell, jedoch aufeinander abgestimmt, eingestellt wird.
- 50 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Stützrollensegment (27) im horizontalen Bereich der Strangführung (8) angeordnet wird.
- 55 3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Stützrollensegment (27) als letztes

oder als vorletztes Stützrollensegment in der Strangführung (8) angeordnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Messwerte zur Überwachung der Verformungsrollen-Anstellung einer soft-reduction des Warmstrangs (5a) eingesetzt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass einzelne oder alle angetriebenen Stützrollen (21, 22) mit oder ohne Lastausgleichsregelung (31) betrieben werden.
6. Vorrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, bei der der in einer Stranggießkokille (4) gebildete Gießstrang (5) als Warmstrang (5a) in einer Strangführung (8) aus Stützrollensegmenten (9-18) teils ohne Anstellung der Stützrollen (20) und ohne Antrieb (22) teils in Stützrollensegmenten (9-18) mit zumindest einer angestellten und angetriebenen Stützrolle (21) ausgeführt wird und zur Messung der momentanen Sumpfspitze (23) ein oszillierender Segmentoberrahmen (24) oder eine oszillierende Hubtraverse (28) für die jeweils angetriebene Stützrolle (21) eingesetzt wird oder über eine Kraftüberwachung in einem oder mehreren Kolben-Zylinder-Antrieben (25) des Stützrollensegmentes (9-18) die Sumpfspitze (23) messbar und ihre Lage über die Gießgeschwindigkeit und / oder Sekundärkühlung (19) des Warmstrangs (5a) regelbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass alle Spritzstrahlen (19a) und / oder die Stützrollenantriebe (22) von einem Master-Stützrollensegment (27) aus regelbar sind, wobei die Gießgeschwindigkeit über eines oder mehrere ausgewählte Stützrollensegmente (9-18) mit angestellter angetriebener Stützrolle (21) gemessen wird, und die Regelung der Sekundärkühlung (19) in allen vorangehenden Stützrollensegmenten (9-18) individuell, jedoch aufeinander abgestimmt einstellbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Stützrollensegment (27) im horizontalen Bereich der Strangführung (8) angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Master-Stützrollensegment (27) als letztes Stützrollensegment in der Strangführung (8) angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,

dass einzelne oder alle angetriebenen Stützrollen (21,22) an eine Lastausgleichsregelung (31) angeschlossen sind.

10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die an einer angestellten, angetriebenen Stützrolle (21) eines dem Master-Stützrollensegment (27) vorangehenden Stützrollensegmentes (9-18) gemessenen Gießgeschwindigkeits-Unterschiede über eine Spritzwassermengen-Vorgaberegulation (32) an die Regelung (33) der Sekundärkühlung (19) angeschlossen ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf dem Master-Stützrollensegment (27) Feldgeräte (35) an einen Achsenregler (36) in einem Klemmenkasten (21) angeschlossen sind und dass Schaltventile (38) vorgesehen sind, die mit dem Achsenregler (36) verbunden sind und der Achsenregler (36) über eine lösbare Medienkupplung (39) mittels eines Kabelpaketes (40) mit dem Klemmenkasten (37) an ein Feldbusmodul (41) mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung (42) angeschlossen ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Achsenregler (36) die gespeicherten Signale zum Positionieren und Synchronisieren der Stützrollen (21) eines Nachbar-Stützrollensegmentes (9-18), für linke oder rechte Kolben-Zylinder-Antriebe (25) bzw. für die Einlaufseite (43) oder die Auslaufseite (44), für die Überwachung des Zustands der Sensoren, eine Stützrollensegment-Kodierung, für Wartungszyklen u. dgl. verarbeitbar sind.

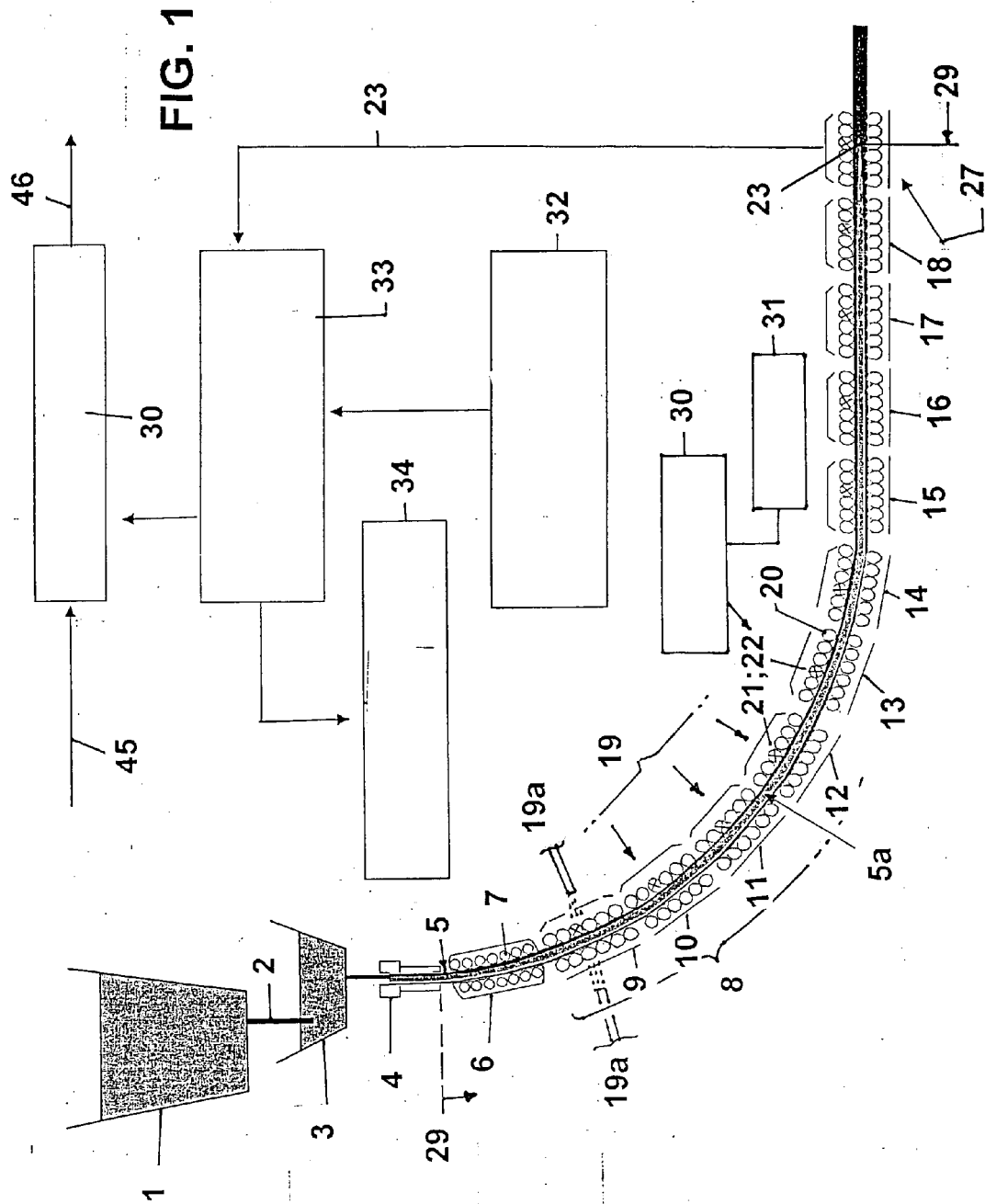
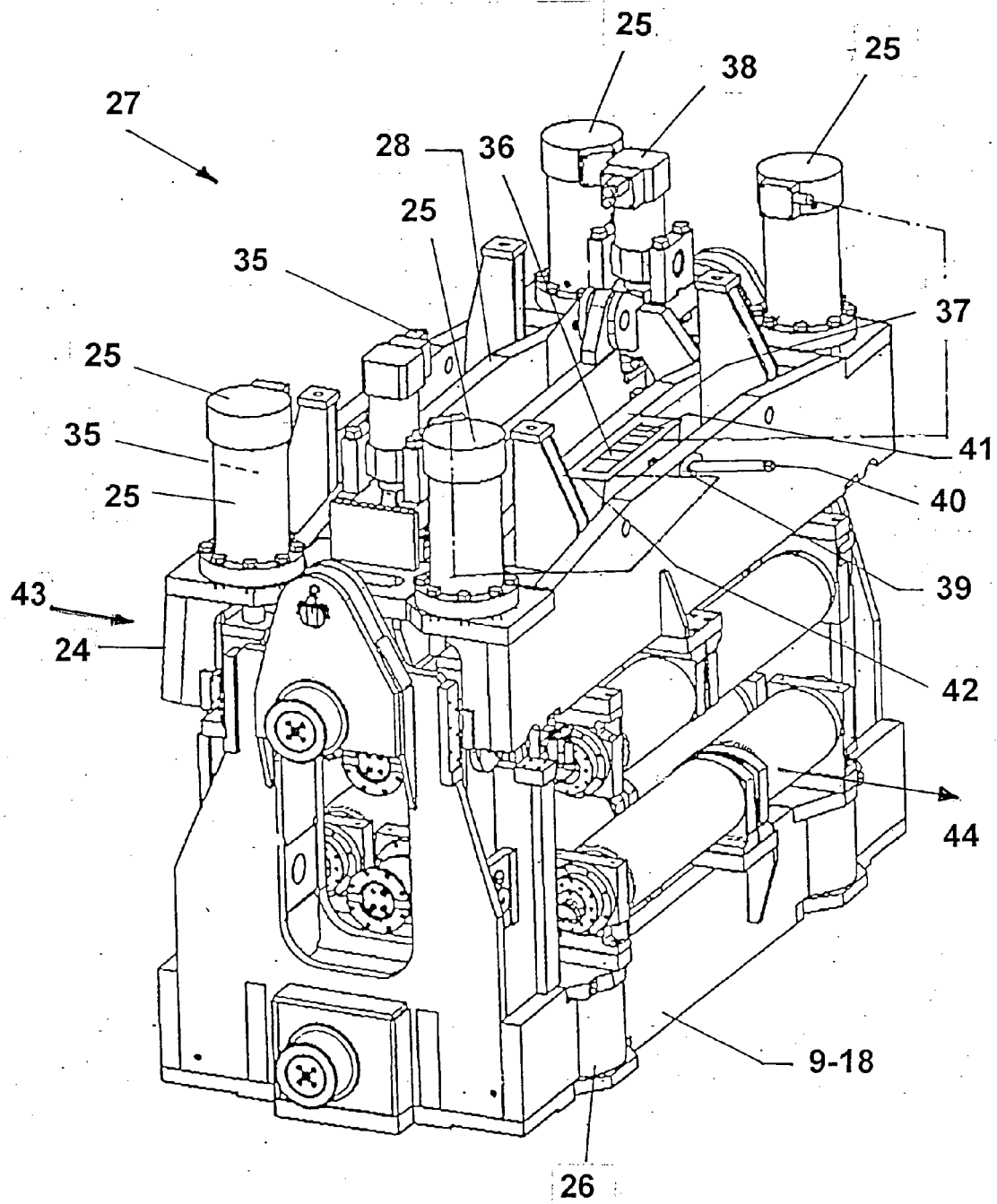


FIG. 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1369192 A1 [0002]
- EP 1193007 A1 [0002]
- EP 1307309 B1 [0002]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Stahl und Eisen. *Fachzeitschrift*, 2005, vol. 125 (2), 58-61 [0002]