

(19)



(11)

EP 1 893 367 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
10.06.2020 Patentblatt 2020/24

(51) Int Cl.:
B22D 11/128 ^(2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
14.03.2012 Patentblatt 2012/11

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2006/062374

(21) Anmeldenummer: **06755231.5**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/136484 (28.12.2006 Gazette 2006/52)

(22) Anmeldetag: **17.05.2006**

(54) VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES ANSTELLSEGMENTES IN EINER STRANGGIEßANLAGE

METHOD FOR REGULATING AN ADJUST ING SEGMENT IN A CONTINUOUS CASTING
INSTALLATION

PROCEDE DE REGULATION D'UN SEGMENT DE REGLAGE DANS UN DISPOSITIF DE COULEE
CONTINUE

(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**

(30) Priorität: **20.06.2005 DE 102005028703**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.03.2008 Patentblatt 2008/10

(73) Patentinhaber: **Primetals Technologies Germany
GmbH
91052 Erlangen (DE)**

(72) Erfinder: **WEISSHAAR, Bernhard
91074 Herzogenaurach (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 804 981 DE-A1- 10 160 636
DE-A1- 10 236 367 DE-A1-102004 048 618**

EP 1 893 367 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung eines Anstellsegmentes in einer Stranggießanlage, wobei das Anstellsegment einen Unterrahmen und einen Oberrahmen aufweist, die durch Verstellelemente in ihrer Position und Schräglage relativ zueinander justiert werden, wobei ein Strang zwischen einem Eingang und einem Ausgang in einer Gießrichtung von dem Unterrahmen und dem Oberrahmen geführt wird, wobei jedes Verstellelement durch je einen Positionsregler geregelt wird.

[0002] Stranggießanlagen dienen zum kontinuierlichen Vergießen von quadratischen (Knüppeln) oder rechteckförmigen (Brammen) Querschnitten in Kokillen. Der Strang wird bei Brammenanlagen nach dem Austritt aus einer gekühlten Kokille vorzugsweise zur Stützung einer Strangschale und zur Erzielung einer Dickenreduktion in Anstellsegmenten geführt. Ein Anstellsegment besteht vorzugsweise aus einem beweglichen Ober- und einem festen Unterrahmen, die beide mit mehreren Rollen versehen sind. Der Oberrahmen eines Anstellsegmentes kann beispielsweise gegenüber dem Unterrahmen über je zwei hydraulisch betätigbare Verstellelemente in der Nähe des Eingangs und des Ausgangs innerhalb gewisser Grenzen vertikal positioniert werden.

[0003] Ziel einer vorzugsweise automatisierten Verstellung oder Justierung des Anstellsegmentes ist es, eine Eingangs-Maulweite zwischen den ersten Ober- und Unterrollen am Eingang und den letzten Ober- und Unterrollen am Ausgang auf vorgegebene Werte einzustellen. Wegen beispielsweise einer thermischen Schrumpfung des Stranges muss die Eingangs-Maulweite am Eingang des Anstellsegmentes größer sein als eine Ausgangs-Maulweite am Ausgang des Anstellsegmentes. Dem Anstellsegment kommt hier die Aufgabe zu, einen Strang oder allgemein einem Fördergut eine gewisse Form zu geben oder für ein bestimmtes Dickenmaß eines Stranges am Ausgang des Anstellsegmentes zu sorgen. Ein Fehler des Dickenmaßes des Stranges muss vorzugsweise unter 0,1 mm liegen. Des Weiteren hat das Anstellsegment die Aufgabe, beispielsweise eine teilweise erstarrte Strangschale eines flüssigen Metalls zu stützen.

[0004] Bisherige Verfahren ließen ein derart geringes Toleranzmaß meist nicht zu oder waren gänzlich auf fest eingestellte Maulweiten abgestimmt. Insbesondere bei fest eingestellten Maulweiten, beispielsweise durch Distanzstücke zwischen dem Oberrahmen und dem Unterrahmen, ist keinerlei Flexibilität im Anlagenbetrieb einer Stranggießanlage gegeben. Darüber hinaus kann mit fest eingestellten Maulweiten in keinsten Weise auf dynamische Veränderungen im oder am Strang reagiert werden. Ändert sich beispielsweise aufgrund von thermischen Veränderungen in der Strangschale ein Rohmaß des Stranges, so muss die Ausgangs-Maulweite unmittelbar angepasst werden.

[0005] Die DE 101 60 636 A1 offenbart ein Verfahren

zur Einstellung eines Gießspalts an einer Strangführung einer Stranggießanlage. Es ist eine Mehrzahl von hintereinander in Stranglaufrichtung angeordneten Strangführungselementen vorhanden, wobei für jedes Strangführungselement individuell ein Gießspalt eingestellt werden kann. Der Gießspalt wird zunächst bei Gießbeginn als sich über die gesamte Länge der Strangführung parallel erstreckender oder stückweise keilförmiger Gießspalt eingestellt. Dazu werden bei Stützsegmenten für den Strang, die von unteren und oberen Rollenträgern gebildet sind, die Abstände der Rollen der oberen und unteren Rollenträger über Hydraulik-Verstellzylinder entsprechend eingestellt. Diese können über separate Positionsregelkreise gesteuert werden, um den Gießspalt im Anlagenbetrieb nachjustieren zu können.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung der Genauigkeit bei der Regelung eines Anstellsegmentes zur Verfügung zu stellen.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand nach Anspruch 1 gelöst. Von Vorteil ist hierbei, dass der Längs-Regler permanent die Position und Schräglage des Oberrahmens bezüglich der Eingangs-Maulweite und der Ausgangs-Maulweite korrigiert, wenn ein maximal zulässiger Wert überschritten wird. Die Korrektur wird mittels Positionskorrekturwerten durchgeführt.

[0008] Gemäß der Erfindung sind zumindest am Eingang je zwei der Positionsregler einem Quer-Regler zur Regelung einer Schräglage quer zur Gießrichtung und/oder zur Regelung eines Positionsunterschiedes zwischen einem ersten der Verstellelemente und einem zweiten der Verstellelemente hergerichtet. Dadurch kann eine Schräglage, beispielsweise des Oberrahmens, quer zur Gießrichtung kontrolliert und begrenzt werden.

[0009] Durch den Längs-Regler wird ein erster Positionskorrekturwert für die Positionsregler am Eingang und ein zweiter Positionskorrekturwert für die Positionsregler am Ausgang ermittelt. Die Schräglage zwischen dem Eingang und dem Ausgang kann nicht von den Quer-Reglern alleine eliminiert werden. Durch ein Weiterleiten von Positionskorrekturwerten für die Positionsregler am Eingang und für die Positionsregler am Ausgang wird eine Schräglage in Längsrichtung, also in Gießrichtung, fortlaufend durch die Positionskorrekturwerte in der geforderten Position gehalten.

[0010] Gemäß der Erfindung wird ein Schräglagen-Istwert durch eine Differenzbildung von Positionswerten von Verstellelementen am Eingang und am Ausgang ermittelt. Da die einzelnen Positionsregler vorzugsweise bereits einzelne Positionsgeber aufweisen, ist diese Vorgangsweise vorteilhaft.

[0011] Für die Differenzbildung wird ein Mittelwert der Positionswerte am Eingang und Ausgang bereitgestellt. Da der Eingang und der Ausgang jeweils eine Schräglage in Querrichtung aufweisen können, wird für die Ermittlung des Schräglagen-Istwertes eine Mittelwertbildung der einzelnen Positionswerte der Verstellelemente am

Eingang und der Verstellelemente am Ausgang bereitgestellt.

[0012] Zweckmäßig ist, dass jedem Positionsregler ein Kraftbegrenzungsregler zugeordnet ist. Kraftbegrenzungsregler werden mit Vorteil zur Vermeidung von Schäden oder Störungen im Anlagenbetrieb eingesetzt.

[0013] Eine weitere Steigerung der Regelgenauigkeit wird dadurch erreicht, dass als Quer-Regler und/oder der Längs-Regler ein nicht-linearer Regler gewählt wird. Mit Vorteil können so für den Quer-Regler und/oder den Längs-Regler nicht gewünschte Istwerte ignoriert werden. Beispielsweise werden negative Istwerte, für die eine Regelung nicht sinnvoll ist, begrenzt, somit wird die Stabilität des Regelkreises erhöht.

[0014] In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist der Quer-Regler und/oder der Längs-Regler ein nicht-linearer Regler, der eine Schräglage durch Erhöhen der jeweils niedrigeren Seite abbaut.

[0015] Zweckmäßigerweise ignorieren der Quer-Regler und/oder der Längs-Regler negative Regelabweichungen.

[0016] Eine besondere Ausgestaltungsform der Erfindung ist, dass bei Ausfall eines Positionsgebers eines Verstellelements der zugehörige Positionsregler durch einen Fehlerregler, welcher als Sollwert einen Kraft-Istwert des nächstgelegenen Verstellelementes erhält, abgelöst wird. Mit großem Vorteil wird bei Ausfall eines Positionsgebers der Positionsregler beispielsweise von einem proportionalen Fehlerregler für die Kraft abgelöst.

[0017] In zweckmäßiger Weise wird bei Ausfall eines Positionsgebers eines Verstellelements der Positionskorrekturwert des Quer-Reglers und/oder der des Längs-Reglers für die Dauer des Ausfalls auf seinem letzten Wert gehalten. Bei Verschwinden der Geber-Störung kann somit mit Vorteil wieder direkt auf dem alten Korrekturzustand aufgesetzt werden.

[0018] Weiterhin ist es vorteilhaft, dass bei Ausfall oder bei Nichterreichen eines Positionssollwertes eines Positionsreglers über den jeweiligen Kraftbegrenzungsregler ein Positionskorrekturwert für die Positionierung des jeweiligen Verstellelementes ermittelt wird.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung erzeugt der Kraftbegrenzungsregler bei Überschreiten einer Kraftgrenze einen Positionskorrektursollwert. Ist eine Kraftgrenze erreicht oder bereits überschritten, so kann vorteilhafterweise der Positionskorrektursollwert zu dem momentanen Positionswert hinzuaddiert werden, welches ein sofortiges Nachlassen der erreichten Kraft zur Folge hat.

[0020] Vorzugsweise umfasst ein Kraftbegrenzungsregler mindestens drei Teilkraftregler.

[0021] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird für jedes Verstellelement mindestens einer der folgenden vorgebbaren Kraftgrenzen und/oder Kraftsollwerte verwendet: Eine maximale Kraft in Öffnungsrichtung, eine maximale Kraft in Schließrichtung, eine minimale Kraft in Schließrichtung. Durch die Verwendung von beispielsweise drei Teilkraftreglern mit drei unterschied-

lichen Kraftgrenzen kann so vorteilhafterweise auf die in einem Anstellsegment auftretenden Kräfte reagiert werden.

[0022] Vorteilhaft ist, dass der Positionskorrekturwert für die Positionsregelung über eine Kaskadenregelung ermittelt wird, wobei ein Fehlerregelkreis einen Kraftbegrenzungs-Regelkreis einschließt und der Kraftbegrenzungs-Regelkreis einen Schräglagen-Regelkreis einschließt und der Schräglagen-Regelkreis einen Positionskorrekturkreis einschließt. Eine Parametrierung der Regelkreise kann so systematisch von innen nach außen, beginnend mit den Positionsreglern über die Schräglagenbegrenzungsregler, die Kraftbegrenzungsregler bis zu den Fehlerreglern vorgenommen werden.

[0023] Weist eine Regeleinrichtung für ein Anstellsegment einen Längs-Regler zur Regelung einer Schräglage in Gießrichtung auf, so kann in vorteilhafter Weise eine prozessbedingte Längsschräge des Anstellsegmentes unterhalb einer vorgebbaren Grenze gehalten werden.

[0024] Gemäß der Erfindung ist der Längs-Regler zur Erzeugung von zwei Positionskorrekturwerten, und zwar einem ersten Positionskorrekturwert für mindestens einen Positionsregler am Eingang und einem zweiten Positionskorrekturwert für mindestens einen Positionsregler am Ausgang hergerichtet. Durch eine Aufschaltung von Positionskorrekturwerten auf die Positionsregler für den Eingang des Anstellsegmentes und auf die Positionsregler für den Ausgang des Anstellsegmentes kann die Schräglage des Anstellsegmentes in Gießrichtung begrenzt werden.

[0025] Mit Vorteil weist jedes Verstellelement einen Positionsgeber auf. Durch die Aufnahme von Positionswerten eines jeden Verstellelementes kann die Schräglage des Anstellsegmentes rasch und exakt ausgeglichen werden.

[0026] Zur Regelung der Position und Schräglage quer zur Gießrichtung ist, ein Quer-Regler für den Eingang und ein weiterer Quer-Regler für den Ausgang vorhanden. Durch Quer-Regler am Eingang und am Ausgang des Anstellsegmentes kann eine Kippage begrenzt werden. Auch können dynamische Schräglagen während einer laufenden, kräftefreien Positionierung auftreten oder es können statische Positionsdifferenzen auftreten, wenn z.B. der Strangquerschnitt trapezförmig ist, oder ein optional eingesetzter Kraftbegrenzungsregler nur auf einer Seite des Stellelementes eingreift. In allen vorgenannten Fällen kann ein Quer-Regler erfolgreich die Kippage oder Schräglage quer zur Gießrichtung des Anstellsegmentes bzw. des Oberrahmens begrenzen.

[0027] Zur Bildung eines Schräglagen-Istwertes für den Längs-Regler sind Mittel zur Differenzbildung und/oder Mittelwertbildung der Positionswerte der Verstellelemente am Eingang und der Verstellelemente am Ausgang vorhanden. Durch die Möglichkeit, mit Mittelwerten von zwei oder mehr verschiedenen Positionswerten zu arbeiten, erhöht sich die Genauigkeit der Regelung.

[0028] Mit besonderem Vorteil weist ein Positionsregler einen Fehlerregler, welcher bei Ausfall eines Positionsgebers als Sollwert einen Kraftistwert des nächstgelegenen Verstellelementes erhält, auf.

[0029] Vorzugsweise ist für jeden Positionsregler ein Kraftbegrenzungsregler vorhanden.

[0030] Ein bevorzugtes, jedoch keinesfalls einschränkendes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nunmehr anhand der Zeichnung näher erläutert. Zur Verdeutlichung ist die Zeichnung nicht maßstäblich ausgeführt, und gewisse Merkmale sind nur schematisiert dargestellt.

[0031] Im Einzelnen zeigt:

- FIG 1 schematisch einen Ausschnitt einer Stranggießanlage mit Anstellsegmenten,
- FIG 2 schematisch ein Anstellsegment mit Rollen in einer Seitenansicht,
- FIG 3 schematisch das Anstellsegment in einer Draufsicht,
- FIG 4 schematisch das Anstellsegment in einer Seitenansicht mit Anstellvorrichtungen,
- FIG 5 ein Blockschaltbild einer Regelvorrichtung,
- FIG 6 einen Positionsregler im Detail,
- FIG 7 einen Kraftbegrenzungsregler im Detail,
- FIG 8 einen Quer-Regler im Detail und
- FIG 9 einen Längs-Regler im Detail.

[0032] Figur 1 zeigt ausschnittsweise eine Prinzipdarstellung einer Stranggießanlage 2. Die Stranggießanlage 2 ist mit Anstellsegmenten 1 zur Führung eines Stranges 3 hergerichtet. Die Anstellsegmente 1 dienen der Führung des Stranges 3 aus einer vertikalen in eine horizontale Lage. Flüssiges Metall 6, welches in einer Verteilerrinne 7 bevorratet ist, fließt oder wird über ein Tauchrohr in die Kokille 7a gegossen. Unmittelbar nach dem Austritt aus der Kokille 7a wird der bereits teilweise erstarrte Strang 3 durch die Anstellsegmente 1 geführt. Nach Austritt des Stranges 3 aus einem letzten Anstellsegment wird der Strang 3 auf einem Rollentisch 4 für einen nächsten Bearbeitungsschritt in der Stranggießanlage 2 geführt.

[0033] Figur 2 zeigt ein Anstellsegment 1 in einer Seitenansicht. Das Anstellsegment 1 weist einen Unterrahmen 9 und einen Oberrahmen 10 auf. Über einen Eingang EN wird der Strang 3 mittels Rollen 8 bis zu einem Ausgang EX durch das Anstellsegment 1 geführt. Mittels des beweglichen Oberrahmens 10 und des festen Unterrahmens 9 kann das Anstellsegment 1 für beliebige Dicken eines Stranges 3 eingestellt werden. Exemplarisch ist hier ein so genannter gerader Segment-Typ 1 dargestellt, es gelten analoge Verhältnisse für einen gleichförmig gekrümmten Segment-Typ oder für einen ungleichförmig gekrümmten Segment-Typ. Ein gleichförmig gekrümmter Segment-Typ führt den Strang 3 in einem Kreisbogen. Ein ungleichförmig gekrümmter Segment-Typ, welcher den Strang 3 mit einer abnehmenden Krümmung führt, wird als Richtsegment mit abnehmen-

der Krümmung bezeichnet.

[0034] Figur 3 zeigt das Anstellsegment 1 in einer Draufsicht. In der Nähe des Eingangs EN weist das Anstellsegment 1 eine erste Anstellvorrichtung 12 und eine zweite Anstellvorrichtung 13 auf. In der Nähe des Ausgangs EX weist das Anstellsegment 1 eine dritte Anstellvorrichtung 14 und eine vierte Anstellvorrichtung 15 auf. Mittels der vier Anstellvorrichtungen 12, 13, 14, 15 kann der Oberrahmen 10 des Anstellsegmentes 1 gegenüber dem Unterrahmen 9 über jeweils zwei hydraulische Anstellvorrichtungen 12 und 13 bzw. 14 und 15 in der Nähe des Eingangs EN und in der Nähe des Ausgangs EX innerhalb gewisser Grenzen positioniert oder justiert werden.

[0035] Figur 4 zeigt eine solche Positionierung des Oberrahmens 10 zum Unterrahmen 9. Die Anstellvorrichtungen 12 und 13 sind gegenüber den Anstellvorrichtungen 14 und 15 mit einer größeren Anstellweite derart positioniert, dass es zu einer Schräglage des Oberrahmens 10 gegenüber dem Unterrahmen 9 kommt. Der Oberrahmen 10 wird hierbei über jeweils einen Gleitschutz 50 seitlich geführt. Durch die gewollte Schräglage des Oberrahmens 10 wird eine Dickenreduktion des Stranges 3 erzielt.

[0036] Figur 5 zeigt eine Vorrichtung zur Regelung des Anstellsegmentes 1 ausschnittsweise in einem Blockschaltbild. Die Regelvorrichtung ist mit je einem Positionsregler S1, S2, S3 und S4 für die vier Anstellsegmente 12, 13, 14, 15 hergerichtet. Am Ausgang der Positionsregler S1 bis S4 wird die jeweilige Stellgröße y_1 bis y_4 , welche als Servoventilstromwert oder als Positionswert ausgegeben wird, bereitgestellt. Jedem Positionsregler S1 bis S4 ist je ein Kraftbegrenzungsregler F1 bis F4 zugeordnet. Des Weiteren ist den Positionsreglern S1 und S2 ein Quer-Regler Q_{12} zum Begrenzen einer Schräglage quer zu einer Transport- oder Gießrichtung zugeordnet. Analog zu den Positionsreglern S1 und S2 ist den Positionsreglern S3 und S4 ein weiterer Quer-Regler Q_{34} zum Begrenzen oder Korrigieren einer Schräglage quer zur Gießrichtung am Ausgang, zugeordnet. Als Istwert-Eingangsgrößen werden die Positionsregler S1 bis S4 mit den jeweiligen Positionswerten x_{S1} , x_{S2} , x_{S3} und x_{S4} versorgt, welche über Positionsgeber (nicht dargestellt) der einzelnen Anstellvorrichtungen 12 bis 15 ermittelt werden. Dabei ist das Vorzeichen der Position x_s für die Öffnen-Richtung als positiv vereinbart. Als zweite Eingangsgrößen erhalten die Positionsregler S1 bis S4 jeweils Positionssollwerte W_{S1} , W_{S2} , W_{S3} , W_{S4} und Positionskorrekturwerte, die mittels der überlagerten Teilregler ermittelt werden.

[0037] Die Quer-Regler Q_{12} und Q_{34} sind zur Bereitstellung von Positionskorrekturwerten W_{S112} , W_{S212} , W_{S334} und W_{S434} hergerichtet. Auch die Kraftbegrenzungsregler F1 bis F4 sind zur Erzeugung von Positionskorrektursollwerten W_{SF1} bis W_{SF4} hergerichtet. Zur Begrenzung der Schräglage zwischen dem Eingang EN und dem Ausgang EX weist die Regelvorrichtung einen Längs-Regler L auf. Der Längs-Regler stellt zwei Posi-

onskorrekturwerte, einen Positionskorrekturwert W_{SEN} zur Positionskorrektur am Eingang EN und einen weiteren Positionskorrekturwert W_{SEX} zur Positionskorrektur am Ausgang EX, zur Verfügung. Die Positionsregler S1 bis S4 weisen eine lineare proportionale Charakteristik (P-Regler) auf. Bei Ausfall eines Positionsgebers eines Anstellsegmentes 12 bis 15 wird der jeweilige Positionsregler S1 bis S4 (26 in Figur 6) "ruckfrei" von einem proportionalen Fehlerregler 24 (siehe Figur 6) abgelöst. Jedem Positionsregler 26 (S1 bis S4) W_F ist also je ein Fehlerregler 24 zugeordnet. Als Sollwert erhalten diese Fehlerregler 24 einen Kraftistwert x_{F1} bis x_{F4} der jeweiligen Nachbar-Anstellvorrichtung. Der Fehlerregler 24 ist ein Kraftregler und kein Begrenzungsregler, der Fehlerregler 24 hat mit den Kraftbegrenzungsreglern F1 bis F4 keine Gemeinsamkeiten und wird nur bei Ausfall eines jeweiligen Positionsgebers aktiv. Bei Übernahme eines Fehlerreglers 24 werden die momentanen Positionskorrekturwerte W_{S112} , W_{S212} , W_{S334} , W_{S434} der Quer-Regler Q_{12} und Q_{34} und des Längs-Reglers L auf ihren letzten gültigen Werten gehalten, damit bei verschwindender Geberstörung wieder auf dem alten Korrekturzustand aufgesetzt werden kann.

[0038] Jeder Kraftbegrenzungsregler F1 bis F4 besteht aus drei Teilkraftreglern 30, 31, 32 (siehe Figur 7). Ein erster Teilkraftregler 30 dient der Kraftbegrenzung einer maximalen Kraft in Öffnungsrichtung 34, ein zweiter Teilkraftregler 31 dient der Kraftbegrenzung einer maximalen Kraft 35 in Schließrichtung und ein dritter Teilkraftregler 32 dient der Kraftbegrenzung einer minimalen Kraft 36 in Schließrichtung. Der dritte Teilkraftregler 32 gewährleistet eine Mindestandrückkraft, wenn der zugehörige Positionssollwert, beispielsweise W_{S1} , nicht zum Kontakt mit dem Strang 3 führt. Dabei ist das Vorzeichen des Kraft-Istwertes x_F für die Schließrichtung als positiv vereinbart. Alle Kraftbegrenzungsregler F1 bis F4 erzeugen Positionskorrektursollwerte W_{SF1} bis W_{SF4} , die zu den Positionssollwerten W_{S1} bis W_{S4} addiert werden. Es folgt eine Beschreibung der nicht-linearen Wirkungsweise der Teilkraftregler 30, 31, 32 anhand der Fallunterscheidungen Öffnen des Anstellsegments, Schließen des Anstellsegments mit Strang 3 oder Distanzstücken und Schließen des Anstellsegmentes mit Kontaktieren des Stranges 3.

Öffnen des Anstellsegmentes:

[0039] Der Kraftbegrenzungs-Sollwert ist die maximale Kraft in Öffnungsrichtung 34 und größer Null. Während eines normalen Betriebes, d.h. der Kraft-Istwert x_F ist kleiner Null aber größer der negativen Maximalkraft in Öffnungsrichtung 34, ist eine Regelabweichung von der maximalen Kraft in Öffnungsrichtung 34 und dem Kraft-Istwert x_F positiv und der Ausgang des Teilkraftreglers 30 daher auf Null begrenzt. Verklemmt sich der Oberrahmen 10 beim Öffnen und wird der Kraft-Istwert x_F kleiner als die negative maximale Kraft in Öffnungsrichtung 34, dann ergibt sich eine negative Regelabweichung. Der

Ausgang des Teilkraftreglers 30 liefert daher einen negativen Positionskorrektursollwert für die Position. Dies reduziert den Gesamt-Positionskorrektursollwert W_{SF} , so dass der Oberrahmen 10 angehoben oder sogar soweit wieder abgesenkt wird, bis die Regelabweichung zu null wird. Da der Teilkraftregler 30 eine proportional-integrale Charakteristik (PI-Verhalten) aufweist, hält der Reglerausgang den Korrektursollwert auch bei verschwindender Regelabweichung.

Schließen des Anstellsegmentes:

[0040] Der Kraftbegrenzungs-Sollwert ist die maximale Kraft 35 in Schließrichtung und größer Null. Während des normalen Betriebes, d.h. die maximale Kraft 35 in Schließrichtung ist größer dem Kraft-Istwert x_F und größer Null ist die Regelabweichung negativ und der Ausgang des zweiten Teilkraftreglers 31 daher auf Null begrenzt. Übersteigt der Kraft-Istwert x_F die maximale Kraft 35 in Schließrichtung aufgrund eines zu niedrigen Positionssollwertes, wird die Regelabweichung positiv. Der Ausgang des Teilkraftreglers 31 liefert daher einen positiven Gesamt-Positionskorrektursollwert W_{SF} für den zugehörigen Positionsregler. Dies erhöht den Gesamt-Positionskorrektursollwert, so dass der Oberrahmen 10 etwas angehoben wird. Wegen der PI-Charakteristik des Reglers bleibt der Korrektursollwert auch bei verschwindender Regelabweichung erhalten.

Schließen des Anstellsegmentes mit kontaktieren des Strangs:

[0041] Der Minimalkraft-Sollwert ist die minimale Kraft in Schließrichtung und größer Null. Während des normalen Betriebes, d.h. die minimale Kraft 36 ist größer Null und kleiner dem Kraftistwert x_F , muss der heiße Strang 3 über die Positionssollwerte effektiv geführt werden. Die Regelabweichung ist dann positiv und der Ausgang des dritten Teilkraftreglers 32 ist auf null begrenzt. Fällt der Kraftistwert x_F unter die Grenze der minimalen Kraft 36 in Schließrichtung, entsteht ein negativer Gesamt-Positionskorrektursollwert W_{SF} für den zugehörigen Positionsregler. Dies vermindert den Gesamtpositionskorrektursollwert, so dass der Oberrahmen 10 abgesenkt wird. Wegen der PI-Charakteristik des Reglers bleibt der Positionskorrektursollwert auch bei Verschwinden der Regelabweichung erhalten.

[0042] Für alle Teilkraftregler 30, 31, 32 gilt:

[0043] Löst sich die Kraft aufgrund geänderter Anlagenzustände von der jeweiligen Kraftgrenze wird auch der Korrekturereingriff eines jeden Teilkraftreglers 30, 31, 32 wieder selbsttätig zurückgefahren.

[0044] Für die Quer-Regler Q_{12} und Q_{34} (siehe Figur 6), gilt folgende Fallunterscheidung:

1. Dynamische Schräglagen des Oberrahmens 10 können während einer laufenden, kräftefreien Positionierung auftreten, wenn ein Durchflussverhalten

von Proportionalventilen, welche zu den hydraulischen Anstellvorrichtungen gehören, ungleich ist oder der Reibungszustand in den Hydraulikzylindern sehr unterschiedlich ist.

2. Statische Positionsdifferenzen können auftreten, wenn der Strangquerschnitt trapezförmig ist, oder einer der Teilkraftregler auf einer Seite eingreift.

[0045] Dem ersten Fall würde am Besten eine Funktion gerecht werden, die die Position der höheren Seite absenkt und gleichzeitig die Position der niedrigen Seite anhebt oder die nur die Position auf der höheren Seite absenkt oder die nur die Position auf der niedrigen Seite anhebt und das zudem sehr dynamisch.

[0046] Der zweite Fall fordert eine Funktion, die die Position, bei der die Kraftbegrenzungsregler aktiv sind, konstant hält und nur die jeweils andere Seite in der Höhe anpasst. Eine Regelungsfunktion die beide Fälle abdeckt ist mit dem zweiten Fall gegeben. Bei Überschreiten der zulässigen Schräglage wird deshalb immer die niedrige Position der höheren Position nachgeführt.

[0047] Es ist die Aufgabe des Quer-Reglers Q_{12} eine Kipplage des Oberrahmens 10 an den Hydraulikzylindern der Anstellvorrichtungen 12 und 13 zu überwachen. Der Quer-Regler Q_{12} wird nur aktiv, wenn eine maximal zulässige Positionsdifferenz ΔS_{12} oder Schräglage überschritten wird. Sind die beiden Anstellvorrichtungen 12 und 13 in der Lage, sich in die geforderte Richtung zu bewegen, wird die Schräglage von beiden Anstellvorrichtungen 12 und 13 ausgeglichen. Wenn eine der beiden Anstellungen ein weiteres Positionieren verhindert, weil die maximale Kraft 35 in Schließrichtung erreicht ist, wird nur die andere Anstellvorrichtung die Schräglage ausgleichen. Ein analoges Verhalten gilt für den Quer-Regler Q_{34} .

[0048] Die Quer-Regler Q_{12} und Q_{34} müssen vom proportional-integralen Typ (PI-Regler) sein, damit die Regler die Positionskorrektur solange halten, wie es die Schräglage an ihrer Begrenzung erfordert, d.h. solange die Regelabweichung gleich null ist. Löst sich die Schräglage quer zur Gießrichtung, z.B. aufgrund geänderter Anlagenzustände von der jeweiligen Grenze, wird auch der Korrekturingriff wieder selbsttätig zurückgefahren. Eine Schräglage des Oberrahmens 10 zwischen dem Eingang EN und dem Ausgang EX kann nicht von den Quer-Reglern Q_{12} und Q_{34} eliminiert werden. Im Gegensatz zu der Schräglage quer zur Gießrichtung ist die Schräglage in Gießrichtung erwünscht. Dadurch kann eine Schrumpfs- und/oder eine Softkonizität eingestellt werden. Die Schräglage in Gießrichtung wird durch eine entsprechende Vorgabe der Positionssollwerte erzwungen. Der Schräglagen-Istwert ΔS_{ENEX} wird durch eine Differenzbildung der gemittelten Positions-Istwerte auf der Eingangsseite und auf der Ausgangsseite des Anstellsegmentes 1 gebildet (siehe Figur 9). Wenn die Anstellvorrichtungen 12, 13 am Eingang EN und die Anstellvorrichtungen 14, 15 am Ausgang EX in die geforderte Richtung fahren können, wird die Schräglage von

allen Anstellvorrichtungen ausgeglichen. Wenn ein Anstellvorrichtungs-Paar, beispielsweise 12 und 13, eine weitere Bewegung verhindert, weil die maximale Kraft 35 in Schließrichtung erreicht ist, wird nur das andere Anstellvorrichtungs-Paar 14 und 15 durch Anheben der Position des Oberrahmens 10 die Schräglage vermindern. Bei Überschreitung einer maximal zulässigen Schräglage wird deshalb immer die niedrigere Position der höheren Position nachgeführt.

[0049] Die Quer-Regler Q_{12} und Q_{34} sowie der Längs-Regler L zeichnen sich dadurch aus, dass sie der Positionsregelung überlagert sind und einen Positions-Korrekturwert erzeugen. Der Integralanteil liefert dabei den stationären Korrektursollwert. Dieser wird selbst auch wieder begrenzt, um ein zu starkes "Aufladen" des I-Anteils zu unterbinden.

[0050] Figur 6 zeigt einen der Positionsregler S1 bis S4 im Detail. Der Positionsregler weist neben dem eigentlichen Positionsregler 26 einen Fehlerregler 24 auf. Der Fehlerregler 24 bildet mit dem Positionsregler 26 ein redundantes System. Im Normalfall wirkt ausschließlich der Positionsregler 26. Zur Fehlerbetrachtung weist der Positionsregler ein Fehlersignal 22 auf. Das Fehler-Signal 22 wird über einen Inverter 25 zum Positionsregler 26 an einen Freigabeeingang 23 geführt. Im ungestörten Fall ist das Fehler-Signal 22 gleich Null und wird mittels des Inverters zu eins gesetzt und somit wird der Freigabeeingang 23 "enabled". Im Fehlerfall wird das Fehler-Signal 22 zu eins und somit der Freigabeeingang 23 des Positionsreglers 26 mittels des Inverters 25 gesperrt und seine Funktion inaktiv geschaltet. Fehlerregler 24 und Positionsregler 26 arbeiten also je nach Betriebszustand im Wechselbetrieb. Wie bereits schon weiter oben erwähnt, wird bei Ausfall eines Positionsgebers der Positionsregler 26 "ruckfrei" von dem Fehlerregler 24 abgelöst. Der Fehlerregler 24 erhält als Sollwert den Kraft-Istwert der jeweiligen Nachbar-Anstellvorrichtung. Weiterhin weist ein Positionsregler S1 bis S4 einen Offset-Integrator 20 zum Ausgleich eines Servoventil-Leckstroms und zur Überwindung von Haftkräften im Hydraulikzylinder der Anstellvorrichtungen auf.

[0051] Figur 8 zeigt im Detail einen der Quer-Regler Q_{12} oder Q_{34} . Ein solcher Quer-Regler weist zwei PI-Regler mit Begrenzung 40, 41 auf. Über eine erste Differenzbildungsstelle werden die Positions-Istwerte x_{S1} und x_{S2} an je zwei weitere Differenzbildungsstellen, auf die der Maximalwert ΔS_{12} aufgeschaltet ist, geführt.

[0052] Figur 9 zeigt den Längs-Regler L im Detail. Der Längs-Regler L ist mit zwei PI-Reglern 42 und 43 analog zu den Quer-Reglern aufgebaut. Der Längs-Regler L ist zur Auswertung aller vier Positions-Istwerte x_{S1} bis x_{S4} hergerichtet. Aus den Positions-Istwerten x_{S1} und x_{S2} wird mittels einer ersten Multiplikationsstelle 44 der Mittelwert gebildet. Auch die Positions-Istwerte x_{S3} und x_{S4} werden über eine zweite Multiplikationsstelle 45 gemittelt.

[0053] Eine konsequent additive Verschaltung der Positionsregler S1 bis S4, der Kraftbegrenzungsregler F1

bis F4, der Quer-Regler Q_{12} , Q_{34} und des Längs-Reglers L über Positionskorrekturwerte lässt eine vereinfachte Inbetriebnahme einer Regelvorrichtung für eine Stranggießanlage 2 zu. Die Parametrierung der Regelkreise kann systematisch von innen nach außen, beginnend mit den Positionsreglern S1 bis S4 über die Schräglagen-Begrenzungsregler, hier die Quer-Regler Q_{12} , Q_{34} und der Längs-Regler L, die Kraftbegrenzungsregler F1 bis F4 bis zu den Fehler-Reglern 24 vorgenommen werden. Darüber hinaus hat jeder Teilregler eine klar abgrenzbare Aufgabe ohne eine gegenseitige Verkopplung. Auch wenn beispielsweise Kraft- und Schräglagenbegrenzungs-Regler gleichzeitig aktiv werden, ist dies leicht an den Reglerausgängen zu erkennen, denn jeder Regler kann nur in eine Richtung korrigieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines Anstellsegmentes (1) in einer Stranggießanlage (2), wobei das Anstellsegment (1) einen Unterrahmen (9) und einen Oberrahmen (10) aufweist, die durch Verstellelemente (12,13,14,15) in ihrer Position und Schräglage relativ zueinander justiert werden, wobei ein Strang (3) zwischen einem Eingang (EN) und einem Ausgang (EX) in einer Gießrichtung von dem Unterrahmen (9) und dem Oberrahmen (10) geführt wird, wobei jedes Verstellelement (12,13,14,15) durch je einen Positionsregler (S1,S2,S3,S4) geregelt wird, wobei zumindest am Eingang (EN) je zwei der Positionsregler (S1,S2,S3,S4) einem Quer-Regler (Q, Q_{12} , Q_{34}) zugeordnet werden und eine Regelung der Schräglage quer zur Gießrichtung und eine Regelung eines Positionsunterschiedes zwischen einem ersten der Verstellelemente (12) und einem zweiten der Verstellelemente (13) mittels des Quer-Reglers (Q, Q_{12} , Q_{34}) erfolgt, wobei die relative Schräglage in Gießrichtung wie folgt geregelt wird:

- in einem Längsregler (L) wird ein Schräglagen-Istwert ($X_{sen}-X_{sex}$) durch eine Differenzbildung von Positionswerten (X_{S1} , X_{S2} , X_{S3} , X_{S4}) der Verstellelemente (12,13,14,15) am Eingang (EN) und am Ausgang (EX) berechnet, wobei für die Differenzbildung ein Mittelwert (X_{sen} , X_{sex}) der Positionswerte (X_{S1} , X_{S2} , X_{S3} , X_{S4}) am Eingang (EN) und Ausgang (EX) bereitgestellt wird,

- aus dem Schräglagen-Istwert ($X_{sen}-X_{sex}$) wird in dem Längs-Regler (L) ein erster Positionskorrekturwert (W_{sen}) für die Positionsregler (S1, S2) auf der Eingangsseite und ein zweiter Positionskorrekturwert (W_{ex}) für die Positionsregler (S3, S4) auf der Ausgangsseite berechnet und die Positionskorrekturwerte (W_{sen} , W_{ex}) für die Positionsregler (S1, S2) auf der Eingangsseite und für die Positionsregler (S3, S4) auf der Aus-

gangsseite weitergeleitet,

- zur Veränderung der Schräglage in Gießrichtung werden der erste Positionskorrekturwert (W_{sen}) auf die Positionsregler (S1, S2) für die Eingangsseite und der zweite Positionskorrekturwert (W_{ex}) auf die Positionsregler (S3, S4) für die Ausgangsseite aufgeschaltet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zu jeweils einem Positionsregler (S1,S2,S3,S4) ein diesem zugeordneter Kraftbegrenzungsregler (F1,F2,F3,F4) verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei am Ausgang (EX) zwei der Positionsregler (S3, S4) einem weiteren Quer-Regler (Q_{34}) zugeordnet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei bei Überschreiten einer maximal zulässigen Schräglage die niedrigere Position der höheren Position nachgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei als Quer-Regler (Q) und/oder Längs-Regler (L) ein nichtlinearer Regler gewählt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei als Quer-Regler (Q) und/oder Längs-Regler (L) ein nichtlinearer Regler gewählt wird, der eine Schräglage durch Erhöhen der jeweils niedrigeren Seite abbaut.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, wobei der Quer-Regler (Q) und/oder der Längs-Regler (L) negative Regelabweichungen ignorieren.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei bei Ausfall eines Positionsgebers eines Verstellelements (12,13,14,15) der zugehörige Positionsregler (S1,S2,S3,S4) durch einen Fehlerregler (24), welcher als Sollwert einen Kraftistwert (X_{F1} , X_{F2} , X_{F3} , X_{F4}) des nächstgelegenen Verstellelements (12,13,14,15) erhält, abgelöst wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei bei Ausfall eines Positionsgebers eines Verstellelements (12,13,14,15) der Positionskorrekturwert (W_{S112} , W_{S212} , W_{sen} , W_{sex}) des Quer-Reglers (Q) und/oder der des Längs-Reglers (L) für die Dauer des Ausfalls auf seinem letzten Wert gehalten wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, wobei bei Ausfall oder bei Nichterreichen eines Positionssollwertes eines Positionsreglers (S1,S2,S3,S4) über den jeweiligen Kraftbegrenzungsregler (F1,F2,F3,F4) ein Positionskorrekturwert für die Positionierung des jeweiligen Verstelle-

lementes (12,13,14,15) ermittelt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10, wobei der Kraftbegrenzungsregler (F1,F2,F3,F4) bei Überschreiten einer Kraftgrenze einen Positions-
korrektursollwert ($W_{Sf1}, W_{Sf2}, W_{Sf3}, W_{Sf4}$) erzeugt. 5
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11, wobei einer der Kraftbegrenzungsregler (F1,F2,F3,F4) derart gewählt wird, dass er mindestens drei Teilkraftregler (30,31,32) umfasst. 10
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 12, wobei für jedes Verstellelement (12,13,14,15) mindestens eine(r) der folgenden vorgebbaren Kraftgrenzen und/oder Kraftsollwerte verwendet wird: 15
 - eine maximale Kraft in Öffnungsrichtung (34),
 - eine maximale Kraft (35) in Schließrichtung,
 - eine minimale Kraft (36) in Schließrichtung. 20
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Positionskorrekturwert für die Positionsregelung über eine Kaskadenregelung ermittelt wird, wobei ein Fehlerregelkreis einen Kraftbegren-
zungs-Regelkreis einschließt und der Kraftbegren-
zungs-Regelkreis einen Schräglagen-Regelkreis und der Schräglagen-Regelkreis einen Positions-
Regelkreis einschließt. 25

Claims

1. Method for regulating an adjusting segment (1) in a continuous casting installation (2), with the adjusting segment (1) having a lower frame (9) and an upper frame (10), which are adjusted by means of adjusting elements (12, 13, 14, 15) in their position and inclination relative to one another, wherein a strand (3) is guided between an entry (EN) and an exit (EX) in a casting direction by the lower frame (9) and the upper frame (10), wherein each adjusting element (12, 13, 14, 15) is regulated by a position regulator (S1, S2, S3, S4), wherein at least at the entry (EN) of each two position regulators (S1, S2, S3, S4) a transverse regulator (Q, Q₁₂, Q₃₄) is assigned and a regulation of the inclination transverse to the casting direction and a regulation of a position difference between a first of the adjusting elements (12) and a second of the adjusting elements (13) is undertaken by means of the transverse regulator (Q, Q₁₂, Q₃₄), wherein the relative inclination in the casting direction is regulated as follows: 35
 - in a longitudinal regulator (L) an actual inclination value ($X_{sen}-X_{sex}$) is computed by differentiating position values ($X_{S1}, X_{S2}, X_{S3}, X_{S4}$) of the adjusting elements (12, 13, 14, 15) at the entry 40

(EN) and at the exit (EX), with an average value (X_{sen}, X_{sex}) of the position values ($X_{S1}, X_{S2}, X_{S3}, X_{S4}$) at the entry (EN) and/or at the exit (EX) being provided for the differentiation,
 - a first position correction value (W_{sen}) is computed in the longitudinal regulator (L) from the actual inclination value ($X_{sen}-X_{sex}$) for the position regulator (S1, S2) on the entry side and a second position correction value (W_{ex}) is computed for the position regulator (S3, S4) on the exit side and the position correction values (W_{sen}, W_{ex}) are passed on for the position regulator (S1, S2) on the entry side and for the position regulator (S3, S4) on the exit side,
 - to modify the inclination in the casting direction the first position correction value (W_{sen}) is connected to the position regulator (S1, S2) for the entry side and the second position correction value (W_{ex}) is connected to the position regulator (S3, S4) for the exit side.

2. Method according to claim 1 wherein, for each position regulator (S1, S2, S3, S4), a force limiting regulator (F1, F2, F3, F4) assigned thereto is used.
3. Method according to claim 1 or claim 2, wherein at the exit (EX) two of the position regulators (S3, S4) are assigned to a further transverse regulator (Q₃₄).
4. Method according to one of claims 1 to 3, wherein if a maximum allowable inclination is exceeded, the lower position is adjusted to the higher position. 30
5. Method according to one of claims 1 to 4, wherein a non-linear regulator is chosen as the transverse regulator (Q) and/or longitudinal regulator (L). 35
6. Method according to claim 5, wherein a non-linear regulator is chosen as the transverse regulator (Q) and/or longitudinal regulator (L) which reduces an inclination by raising the lower side in each case. 40
7. Method according to claim 5 or 6, wherein the transverse regulator (Q) and/or the longitudinal regulator (L) ignore negative regulation deviations. 45
8. Method according to one of claims 1 to 7, wherein, on failure of a position generator of an adjusting element (12, 13, 14, 15), an error regulator (24), which receives as its setpoint value an actual force value ($X_{F1}, X_{F2}, X_{F3}, X_{F4}$) of the next adjusting element (12, 13, 14, 15), takes over from the associated position regulator (S1, S2, S3, S4). 50
9. Method according to one of claims 1 to 8, 55

wherein, on failure of a position generator of an adjusting element (12, 13, 14, 15) the position correction value (W_{s112} , W_{s212} , W_{sen} , W_{sex}) of the transverse regulator (Q) and/or of the longitudinal regulator (L) is held at its last value for the duration of the failure.

10. Method according to one of claims 2 to 9, wherein, on failure of or in the event of a position setpoint value of a position regulator (S1, S2, S3, S4) not being reached, a position correction value for the positioning of the respective adjusting element (12, 13, 14, 15) is determined via the respective force limiting regulator (F1, F2, F3, F4).
11. Method according to one of claims 2 to 10, wherein the force limiting regulator (F1, F2, F3, F4) generates a position correction setpoint value (W_{sf1} , W_{sf2} , W_{sf3} , W_{sf4}) if the force limit is exceeded.
12. Method according to one of claims 2 to 11, wherein one of the force limiting regulators (F1, F2, F3, F4) is selected so that it comprises at least three part force regulators (30, 31, 32).
13. Method according to one of claims 2 to 12, wherein, for each adjusting element (12, 13, 14, 15), at least one of the following predeterminable force limits and/or force setpoint values is used:
 - a maximum force in the opening direction (34),
 - a maximum force (35) in the closing direction,
 - a minimum force (36) in the closing direction.
14. Method according to one of claims 1 to 13, wherein the position correction value for the position regulation is determined using a cascade regulation, with an error regulation circuit including a force limiting regulation circuit and the force limiting regulation circuit including an inclination regulation circuit and the inclination regulation circuit including a position regulation circuit.

Revendications

1. Procédé de régulation d'un segment (1) de serrage dans une installation (2) de coulée continue, dans lequel le segment (1) de serrage comprend un bâti (9) inférieur et un bâti (10) supérieur, qui sont ajustés l'un par rapport à l'autre en leurs position et inclinaison par des éléments (12, 13, 14, 15) de réglage, une barre (3) entre une entrée (EN) et une sortie (EX) étant guidée dans une direction de coulée par le bâti (9) inférieur et par le bâti (10) supérieur, chaque élément (12, 13, 14, 15) de réglage étant réglé par respectivement un régleur (S1, S2, S3, S4) de position, dans lequel au moins à l'entrée (EN) res-

pectivement deux des régleurs (S1, S2, S3, S4) de position sont associés à un régleur (Q, Q_{12} , Q_{34}) transversal et une régulation de l'inclinaison transversalement à la direction de coulée et une régulation, d'une différence de position entre un premier des éléments (12) de réglage et un deuxième des éléments (13) de réglage, sont effectuées au moyen du régleur (Q, Q_{12} , Q_{34}) transversal, l'inclinaison relative dans la direction de coulée étant réglée de la manière suivante :

- dans un régleur (L) longitudinal, une valeur ($X_{sen}-X_{sex}$) réelle d'inclinaison est calculée par la formation d'une différence de valeurs (X_{S1} , X_{S2} , X_{S3} , X_{S4}) de position des éléments (12, 13, 14, 15) de réglage à l'entrée (EN) et à la sortie (EX), une moyenne (X_{sen} , X_{sex}) des valeurs (X_{S1} , X_{S2} , X_{S3} , X_{S4}) de position à l'entrée (EN) et à la sortie (EX) étant mise à disposition pour la formation d'une différence,
- à partir de la valeur ($X_{sen}-X_{sex}$) réelle d'inclinaison, sont calculées dans le régleur (L) longitudinal une première valeur (W_{sen}) de correction de position pour le régleur (S1, S2) de position sur le côté entrée et une deuxième valeur (W_{ex}) de correction de position pour le régleur (S3, S4) de position sur le côté sortie, et les valeurs (W_{sen} , W_{ex}) de correction de position sont transmises pour le régleur (S1, S2) de position sur le côté entrée et pour le régleur (S3, S4) de position sur le côté sortie,
- pour la modification de l'inclinaison dans la direction de coulée, la première valeur (W_{sen}) de correction de position est acheminée au régleur (S1, S2) de position pour le côté entrée et la deuxième valeur (W_{ex}) de correction de position est acheminée au régleur (S3, S4) de position pour le côté sortie.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, pour respectivement un régleur (S1, S2, S3, S4) de position, on utilise un régleur (F1, F2, F3, F4) de limitation de force qui lui est associé.
3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel deux des régleurs (S3, S4) de position sont associés à la sortie (EX) à un autre régleur (Q_{34}) transversal.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel, si une inclinaison maximum admissible est dépassée, on suit la position la plus basse de la position la plus haute.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel on choisit, comme régleur (Q) transversal et/ou comme régleur (L) longitudinal, un régleur

non linéaire.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel on choisit, comme régleur (Q) transversal et/ou comme régleur (L) longitudinal, un régleur non linéaire, qui diminue une inclinaison par élévation du côté respectivement le plus bas. 5
7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, dans lequel le régleur (Q) transversal et/ou le régleur (L) longitudinal ne tiennent pas compte d'écarts de régulation négatifs. 10
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel, si un indicateur de position d'un élément (12, 13, 14, 15) de réglage est défaillant, le régleur (S1, S2, S3, S4) de position associé est relevé par un régleur (24) d'erreur, qui reçoit comme valeur de consigne une valeur (X_{F1} , X_{F2} , X_{F3} , X_{F4}) réelle de force de l'élément (12, 13, 14, 15) de réglage immédiatement suivant. 15 20
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel, si un indicateur de position d'un élément (12, 13, 14, 15) de réglage est défaillant, on maintient la valeur (W_{S112} , W_{S212} , W_{sen} , W_{sex}) de correction de position du régleur (Q) transversal et/ou celle du régleur (L) longitudinal à sa dernière valeur pendant la durée de la défaillance. 25 30
10. Procédé selon l'une des revendications 2 à 9, dans lequel, s'il y a défaillance ou si un régleur (S1, S2, S3, S4) de position n'atteint pas une valeur de consigne de position, on détermine par le régleur (F1, F2, F3, F4) de limitation de force respectif une valeur de correction de position pour la mise en position de l'élément (12, 13, 14, 15) de réglage respectif. 35
11. Procédé selon l'une des revendications 2 à 10, dans lequel le régleur (F1, F2, F3, F4) de limitation de force produit, lorsqu'une limite de force est dépassée, une valeur (W_{Sf1} , W_{Sf2} , W_{Sf3} , W_{Sf4}) de consigne de correction de position. 40 45
12. Procédé selon l'une des revendications 2 à 11, dans lequel on choisit l'un des régleurs (F1, F2, F3, F4) de limitation de force, de manière à ce qu'il comprenne au moins trois sous-régleurs (30, 31, 32). 50
13. Procédé selon l'une des revendications 2 à 12, dans lequel, pour chaque élément (12, 13, 14, 15) de réglage, on utilise au moins l'une des limites de force pouvant être prescrites et/ou valeurs de consigne de force suivantes : 55
 - une force maximum dans la direction (34) d'ouverture,

- une force (35) maximum dans la direction de fermeture,
- une force (36) minimum dans la direction de fermeture.

14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel on détermine la valeur de correction de position pour la régulation de position par une régulation en cascade, un circuit de régulation d'erreur incluant un circuit de régulation de limitation de force et le circuit de régulation de limitation de force incluant un circuit de régulation d'inclinaison et le circuit de régulation d'inclinaison incluant un circuit de régulation de position.

FIG 1

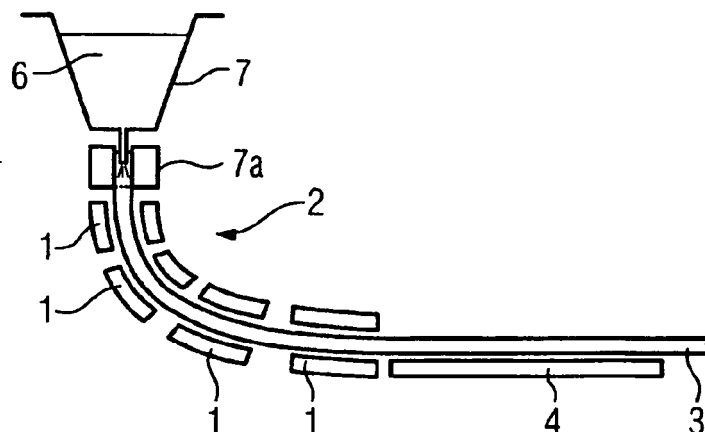


FIG 2

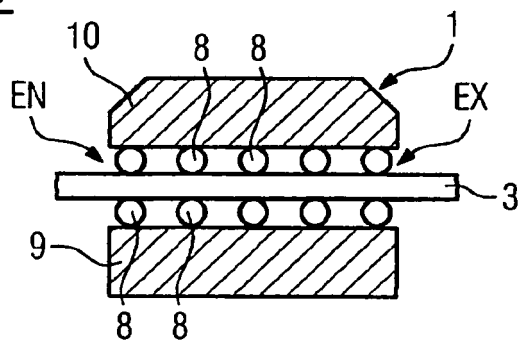


FIG 3

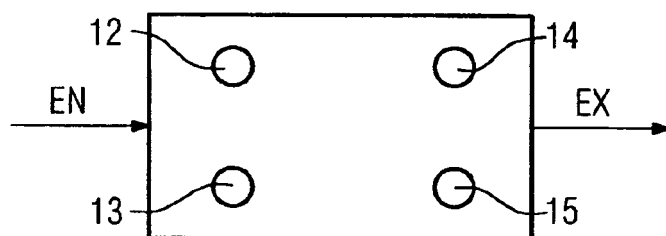


FIG 4

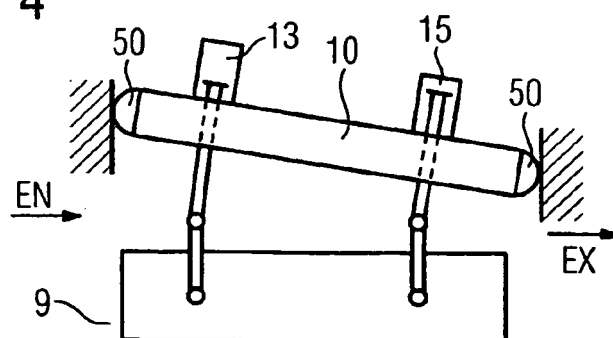


FIG 5

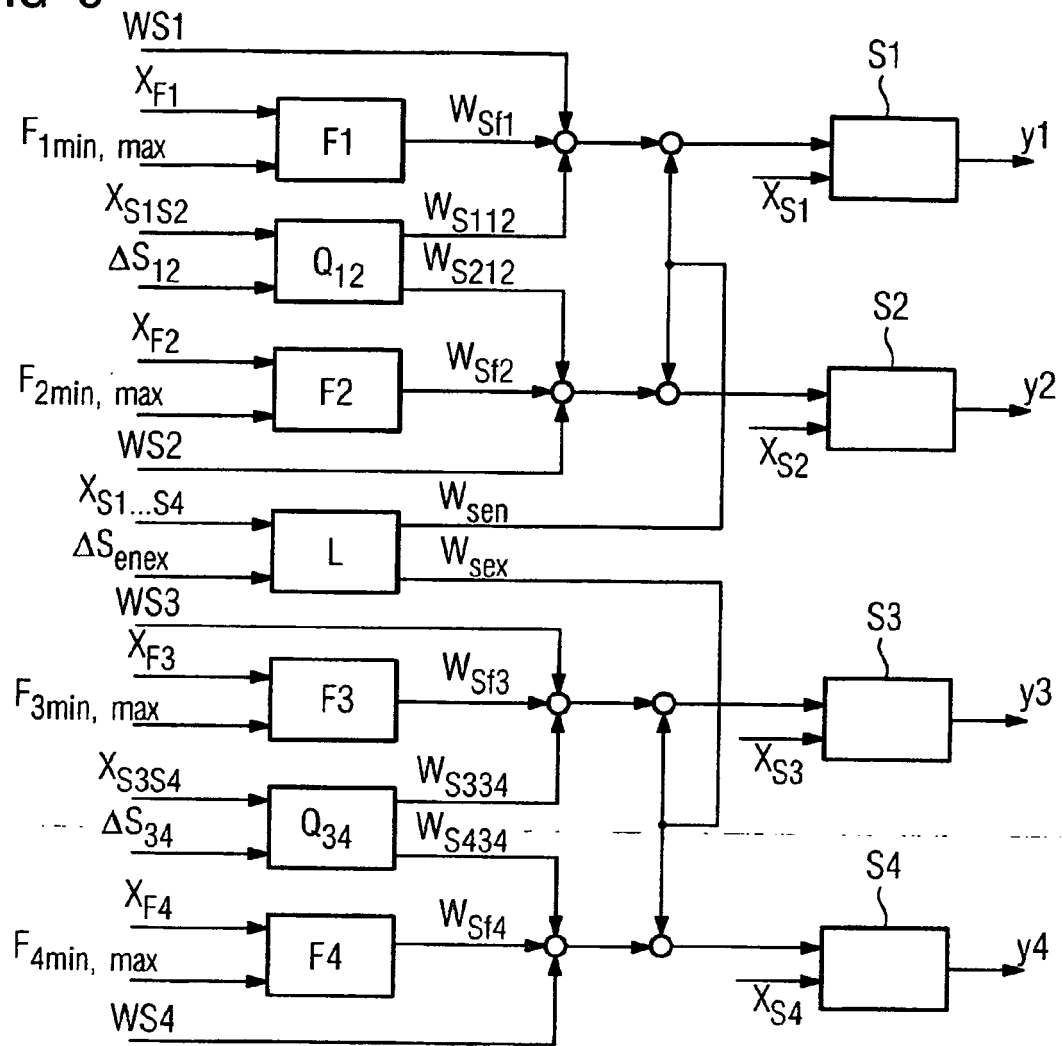


FIG 6

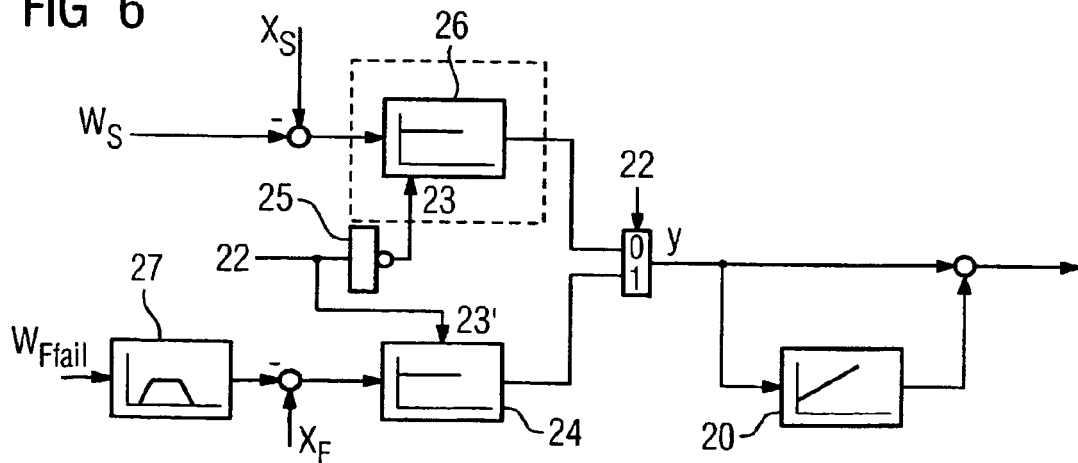


FIG 7

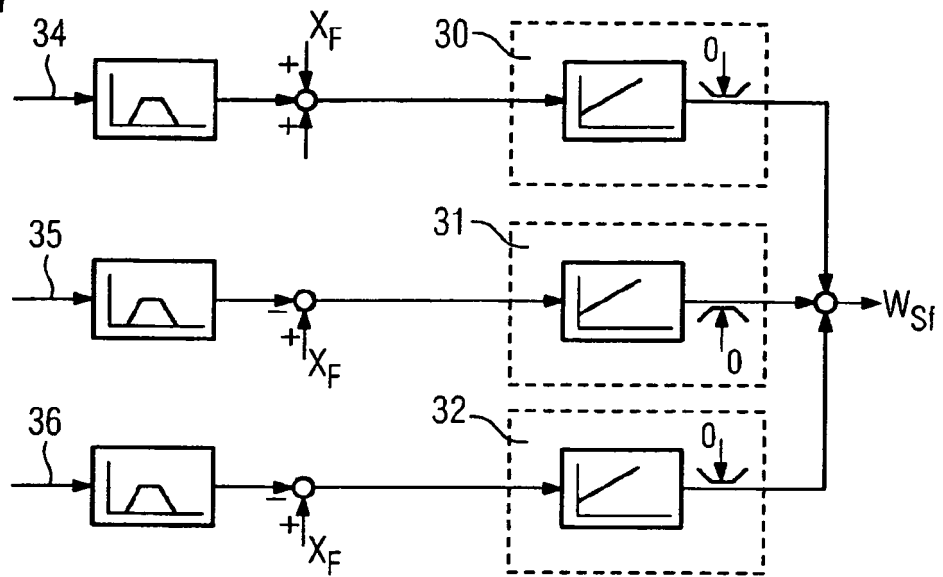


FIG 8

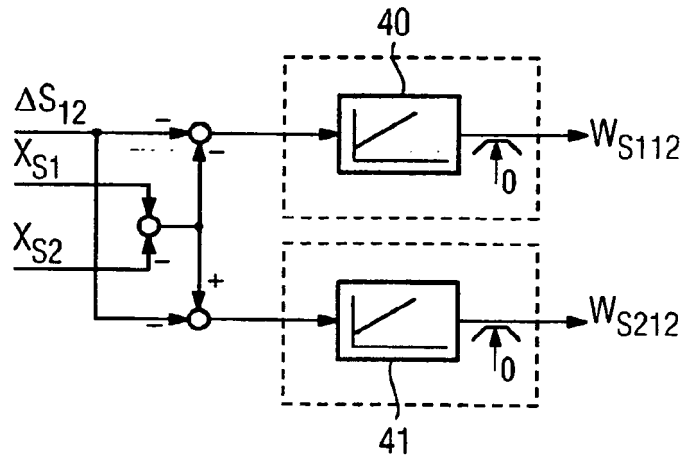
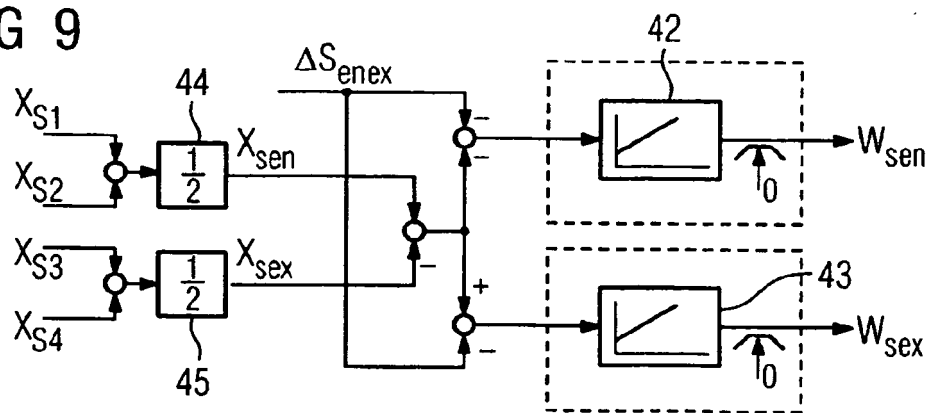


FIG 9



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

- DE 10160636 A1 [0005]