



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 408 854 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1113/97
(22) Anmeldetag: 30.06.1997
(42) Beginn der Patentdauer: 15.08.2001
(45) Ausgabetag: 25.03.2002

(51) Int. Cl.⁷: **B22D 11/20**

(30) Priorität:
22.08.1996 DE 19633738 beansprucht.
(56) Entgegenhaltungen:
JP 4-9260A JP 4-344862A DE 4404148A1
DE 4442087A1

(73) Patentinhaber:
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
D-80333 MÜNCHEN (DE).
(72) Erfinder:
NITSCHKE HANS-JOACHIM
ERLANGEN (DE).
ADAMY JÜRGEN DR.
IGENSDORF (DE).
NIEMANN MARTIN
ERLANGEN (DE).

(54) VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM GIESSEN EINES STRANGES AUS FLÜSSIGEM METALL

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen eines Stranges (1) aus flüssigen Metall, das in eine Kokille (3) gegossen und als Strang mit erstarrter Hülle (14) und Sumpfspitze, d. h. flüssigem Kern aus der Kokille herausgezogen wird, wobei der Gießspiegel, d. h. der Stand des flüssigen Metalls in der Kokille (3), durch eine Bestimmung des Gießspiegels und eine Beeinflussung des Zuflusses flüssigen Metalls in die Kokille (3) mittels eines Reglers geregelt wird, dessen Regelparameter on-line mittels Fuzzytechniken an eine Veränderung der Parameter der Regelstrecke (28, 43), d.h. an der Gießapparatur und der Kokille (3), angepaßt werden.

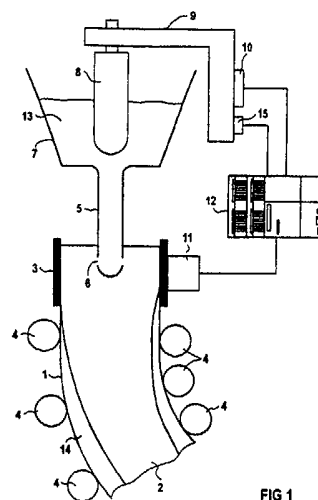


FIG 1

AT 408 854 B

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Einrichtung zum Gießen eines Stranges aus flüssigem Metall, das in eine Kokille gegossen und als Strang mit erstarrter Hülle und flüssigem Kern aus der Kokille herausgezogen wird.

Beim Stranggießen wird mittels einer Kokille aus flüssigem Metall ein Strang gegossen, der aus der Kokille herausgezogen wird. Ein wesentlicher Faktor für eine gute Qualität des so gegossenen Stranges ist eine Konstanzhaltung des Gießspiegels, d.h. des Stands von flüssigem Metall in der Kokille. Es ist bekannt, den Gießspiegel zu regeln. Dabei ist die Reglerauslegung schwierig, da die Parameter der Regelstrecke, d.h. der Gießapparatur und der Kokille, zum Teil starken Schwankungen unterworfen sind.

Der Zufluss flüssigen Metalls in eine Kokille erfolgt z.B. über ein Zuflussrohr, das in das flüssige Metall in der Kokille getaucht wird und das Auslassöffnungen zum Austritt flüssigen Metalls in die Kokille aufweist. Diese Auslassöffnungen werden ggf. im Laufe eines Gießvorgangs aufgrund des Absetzens von erstarrtem Material kleiner. Der Zuflusswiderstand steigt, d.h. die Regelstrecke wird verändert. Reißt erstarrtes Material von den Auslassöffnungen ab, so wird der Zuflusswiderstand sprunghaft kleiner und es kommt zu sprunghaften Veränderungen in der Regelstrecke. Durch diese Schwankungen in der Regelstrecke kann ein Regler nicht in bezug auf die Regelstrecke optimiert werden.

Aus der JP-A-4-9260 ist eine Einrichtung zur Regelung eines Gießspiegels einer Stranggießanlage bekannt, bei der anhand der Abweichung des Gießspiegels von einem Sollgießspiegel und der Abweichung einer Verschlussstellung eines Kokillenzuflusses von einer erwarteten Verschlussstellung mittels Fuzzytechniken ein Korrekturwert für eine Strangabzugsgeschwindigkeit ermittelt wird.

Aus der JP-A-4-344 862 ist ein Verfahren zur Gießspiegelregelung bekannt, bei dem anhand der Abweichung des Gießspiegels von einem Sollgießspiegel eine Zuflussmenge mittels Fuzzytechniken nachgeführt wird.

Aus der DE 44 04 148 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Herstellen von Gusssträngen aus Metall durch Stranggießen bekannt, bei denen der Gießspiegel mittels eines halb- oder vollautomatischen Regelsystems konstant gehalten wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Gießen eines Stranges aus flüssigem Metall mittels einer Kokille anzugeben, das beim Auftreten von, insbesondere typischen, Störungen den Gießspiegel in der Kokille besser als bisher konstant hält.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. eine Einrichtung gemäß Anspruch 8 gelöst. Dabei wird der Gießspiegel, d.h. der Stand flüssigen Metalls in der Kokille, durch eine Bestimmung des Gießspiegels und eine Beeinflussung des Zuflusses flüssigen Metalls in der Kokille mittels eines Reglers geregelt, mit dem Merkmal, dass dessen Reglerparameter on-line mittels Fuzzytechniken an eine Veränderung der Parameter der Regelstrecke, d.h. der Gießapparatur und der Kokille, angepasst werden.

Die Verwendung von Fuzzytechniken hat sich besonders darin bewährt, Veränderungen in der Regelstrecke zu erkennen und die Reglerparameter entsprechend diesen Veränderungen anzupassen.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Reglerparameter mittels eines Fuzzyeinstellers zu bilden, dessen Eingangsgröße zumindest eine der Größen Istwert des Gießspiegels, Regelabweichung des Gießspiegels, d.h. Differenz zwischen Soll- und Istwert des Gießspiegels, oder relativer Regelabweichung des Gießspiegels, d.h. Quotient aus Differenz zwischen Soll- und Istwert des Gießspiegels und Sollwert des Gießspiegels, ist.

Dabei eignet sich besonders die relative Regelabweichung als Eingangsgröße für den Fuzzyeinsteller. Mit der relativen Regelabweichung, die eine normierte Größe ist, lassen sich die Zugehörigkeitsfunktionen des Fuzzyeinstellers für eine derartige Eingangsgröße besonders einfach einstellen. Die Zugehörigkeitsfunktionen werden in besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung on-line optimiert. Dabei werden vorteilhafterweise die Bereiche der Zugehörigkeit erhöht, wenn periodische oder quasiperiodische Schwankungen im Gießspiegel-Istwert steigen. Werden dagegen die periodischen bzw. quasiperiodischen Schwankungen im Gießspiegel-Istwert geringer, so werden die Bereiche der Zugehörigkeit des Fuzzyeinstellers ebenfalls verringert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die Reglerparameter zusätzlich zur Einstellung durch den Fuzzyeinsteller einer on-line-Optimierung unterzogen. Bei der

on-line-Optimierung werden die Reglerparameter an periodische bzw. quasiperiodische Störgrößen, die sich als periodische bzw. quasiperiodische Schwankungen des Gießspiegel-Istwerts bemerkbar machen, optimiert.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist der Regler eine Reibkraft-

5 kompensierung auf.
Weitere Vorteile und erfinderische Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, anhand der Zeichnung und in Verbindung mit den Unteransprüchen. Im einzelnen zeigen:

- FIG. 1 eine Anordnung zum Stranggießen,
- 10 FIG. 2 ein Blockschaltbild mit Regler und Regelstrecke,
- FIG. 3 ein Blockschaltbild mit Regler und Regelstrecke,
- FIG. 4 Zugehörigkeitsfunktionen für die Regelabweichung,
- FIG. 5 Zugehörigkeitsfunktionen für die Regelabweichung,
- FIG. 6 eine Hardwarestruktur für die Steuerung bzw. Regelung von Stranggussanlagen,
- 15 FIG. 7 ein Blockschaltbild mit einem Optimierer,
- FIG. 8 einen Optimierungsvorgang,
- FIG. 9 ein Blockschaltbild einer Reibkompensation.

In einer beispielhaften Anordnung gemäß FIG. 1 wird flüssiges Metall 13, in diesem Falle Stahl 13, in eine Verteilerrinne 7 gegossen. Aus der Verteilerrinne 7 fließt flüssiger Stahl 13 über ein Tauchrohr 5 mit Auslassöffnung 6 in eine Kokille 3. In der Kokille 3 bildet sich aus dem flüssigen Stahl 13 ein Strang 1, der über Rollen 4 aus der Kokille 3 herausgezogen wird. Der Zufluss flüssigen Metalls 13 über das Tauchrohr 5 in die Kokille 3 wird über einen Stopfen 8 beeinflusst, der über eine Mechanik 9, die einen Tragarm und eine Hubstange aufweist, bewegt wird. Die Hubstange wird wiederum durch einen Hydraulikzylinder 10, der über ein Automatisierungsgerät 12 gesteuert bzw. geregelt wird, angetrieben. Die Position wird mittels eines Positionsmessgerätes 15 gemessen und an das Automatisierungsgerät 12 übertragen. Außerdem weist die Anordnung ein Kokillenfüllstandsmessgerät 11 auf, das ebenso wie das Positionsmessgerät 15 und der Hydraulikzylinder 10 datentechnisch mit dem Automatisierungsgerät 12 verbunden ist. Das Automatisierungsgerät 12 regelt bzw. steuert den Gießspiegel, d.h. den Stand flüssigen Metalls 13 in der Kokille 3. Der aus der Kokille 3 herausgezogene Strang 1 weist eine Sumpfspitze, d.h. einen flüssigen Kern 2, und eine erstarrte Hülle 14 auf.

FIG. 2 zeigt ein Blockschaltbild mit Regler und Regelstrecke 28. Wesentliche Einflussgrößen der Regelstrecke 28 bilden der Stopfen 29, die Kokille 30 und die Kokillenfüllstandsmessung 31. Die Regelstrecke wird mittels eines Gießspiegelreglers 22, der in der beispielhaften Ausgestaltung als PID-Regler ausgeführt ist, und einem Stellungsregler 25, der in der beispielhaften Ausgestaltung als P-Regler ausgeführt ist, geregelt. Mittels des Stellungsreglers 25 wird der Hydraulikzylinder 27 zur Bewegung der Hubstange (FIG. 1) geregelt. Mittels einer zusätzlichen Reibkraftkompensation 26 ist es möglich, die Reibung beim Verstellen der Hubstange zu kompensieren. Die eigentliche Gießspiegelregelung erfolgt im Gießspiegelregler 22, dessen Parameter k_p , t_n , t_v on-line an Parameterschwankungen in der Regelstrecke 28 angepasst werden. Große und insbesondere aperiodische Schwankungen in der Regelstrecke 28, die sich in der Regelabweichung, d.h. der Differenz zwischen Gießspiegel-Sollwert 20 und Gießspiegel-Istwert 32 bemerkbar machen, werden mittels eines Fuzzyeinstellers 23 an die veränderten Streckenparameter angepasst. Zur besseren Kompensation von periodischen bzw. quasiperiodischen Störungen, die sich als Schwankungen in der Regelabweichung bemerkbar machen, werden die Parameter k_p , t_n , t_v des Gießspiegelreglers 22 durch eine on-line Regleroptimierung 21 in Hinblick auf diese Störung optimiert. Um ein unerwünschtes Reagieren des Fuzzyeinstellers 23 auf derartige periodische bzw. quasiperiodische Störungen zu vermeiden, wird dieser ebenfalls an periodische bzw. quasiperiodische Störungen, die sich als Schwankungen in der Regelabweichung bemerkbar machen, angepasst. Dazu werden mittels eines Fuzzyoptimierers 24 die Zugehörigkeitsfunktionen des Fuzzyeinstellers 23 verändert. Wirken sich die periodischen bzw. quasiperiodischen Störungen der Regelstrecke 28 als große periodische bzw. quasiperiodische Schwankungen der Regelabweichung aus, so vergrößert der Fuzzyoptimierer 24 die Zugehörigkeitsfunktionen des Fuzzyeinstellers 23 derart, dass dieser die Schwankung nicht als Regelabweichung interpretiert. Bei Schwankungen kleinerer Amplitude verringert der Fuzzyoptimierer die Breite der Zugehörigkeitsfunktionen des Fuzzyein-

stellers 23 entsprechend.

FIG. 3 zeigt ein gegenüber dem Ausführungsbeispiel aus FIG. 2 detaillierteres Zusammenwirken zwischen Fuzzyeinsteller 47 und Gießspiegelregler. Der Gießspiegelregler gemäß FIG. 3 weist einen P-Regler 41, einen PI-Regler 42, einen Block 49 zur Bildung der numerischen Ableitung, ein digitales Filter 48 sowie einen Multiplizierer 50 auf. Die Regelstrecke 43, angedeutet durch eine Kokille 44, eine Kokillenfüllstandsmessung 45 sowie Störgrößen 46, liefert den Gießspiegel-Istwert 51. Auf der Basis der Differenz zwischen Gießspiegel-Sollwert 40 und Gießspiegel-Istwert 51 werden durch den Fuzzyeinsteller 47 die Parameter k_p und t_n des PI-Reglers 42 sowie eine Konstante k_2 gebildet. Die Differenz zwischen Gießspiegel-Sollwert 40 und Gießspiegel-Istwert 51 wird ferner in einen Funktionsblock 49 numerisch abgeleitet und in einem digitalen Filter 48 geglättet. Der Ausgangswert des digitalen Filters 48 wird mittels eines Multiplizierers 50 mit der Konstante k_2 multipliziert. Der Ausgangswert des Multiplizierers 50 wird vom Ausgangswert des P-Reglers 41 subtrahiert, dessen Eingangsgröße die Regelabweichung, d.h. die Differenz zwischen Gießspiegel-Sollwert 40 und Gießspiegel-Istwert 51, ist. Die Differenz zwischen dem Ausgangssignal des P-Reglers 41 und dem Ausgangssignal des Multiplizierers 50 ist Ausgangsgröße des PI-Reglers 42, der Stellgröße für die Regelstrecke 43 ermittelt.

FIG. 4 zeigt ein Beispiel für Zugehörigkeitsfunktionen des Fuzzyeinstellers. Dazu wird der Bereich, in dem sich die relative Regelabweichung bewegen kann, in fünf Zugehörigkeitsfunktionen negativ-groß 60, negativ 61, null 62, positiv 63 und positiv-groß 64 unterteilt. Gemäß der Anordnung aus FIG. 2 werden diese Zugehörigkeitsfunktionen des Fuzzyeinstellers 23 durch einen Fuzzyoptimierer 24 beeinflusst. Verringern sich z. B. die Schwankungen in der Regelabweichung bzw. der relativen Regelabweichung, so verringert der Fuzzyoptimierer 24 die Bereichsbreite der Zugehörigkeitsfunktion. Dieses ist beispielhaft in FIG. 5 ausgeführt. Bei kleineren periodischen bzw. quasiperiodischen Schwankungen in der relativen Regelabweichung werden die Eckpunkte der Zugehörigkeitsfunktionen, wie in FIG. 5 gezeigt, näher an die Null-Achse bewegt. Dabei bezeichnet in FIG. 5 Bezugszeichen 80 die Zugehörigkeitsfunktion negativ-groß, Bezugszeichen 81 die Zugehörigkeitsfunktion negativ, Bezugszeichen 82 die Zugehörigkeitsfunktion null, Bezugszeichen 83 die Zugehörigkeitsfunktion positiv und Bezugszeichen 84 die Zugehörigkeitsfunktion positiv-groß.

FIG. 6 zeigt eine Hardwarestruktur für die Steuerung bzw. Regelung von Stranggussanlagen. Dabei werden zur Steuerung bei mehreren Stranggussanlagen je Stranggussanlage eine speicherprogrammierbare Steuerung 65 bzw. 68 eingesetzt, die über ein Bussystem 69 miteinander und mit einem PC 66 verbunden sind. Dabei sind Gießspiegelregler, Stellungsregler, on-line-Regeloptimierung, Fuzzyeinsteller und Fuzzyoptimierung jeweils auf einer speicherprogrammierbaren Steuerung 65 bzw. 68 implementiert. Die Sollwert-Berechnung und übergeordnete Aufgabe erfolgen dagegen im PC 66. Zur Datenprotokollierung weist das System einen Drucker 67 auf.

FIG. 7 zeigt den Optimierer 21 aus FIG. 2 in detaillierterer Form. Die Ausgangsgröße 90 der Regelstrecke 91 wird durch den Regler 92 auf den vorgegebenen Sollwert 93 geregelt. Auf den Prozesseingang 94 wirken Störungen ein, die eine Regelabweichung 95 verursachen. Aufgabe des Reglers 92 ist die Minimierung dieser Regelabweichung 95. Der vorliegende Prozess besitzt folgende Eigenschaften:

1. Die Regelstrecke 91 ist ein Chargenprozess. Jede Charge besitzt unterschiedliche Prozesseigenschaften und erfordert damit unterschiedliche Reglerparameter.
2. Die Prozesseigenschaften einer Charge verändern sich mit der Laufzeit der Charge. Die Reglerparameter müssen damit on-line an den Prozess angepasst werden.
3. Auf die Regelstrecke 91 wirken an einem Prozesseingang zwei Störgrößen ein. Die erste Störung ist eine statistische Störung mit langsam veränderlicher Amplitude. Die zweite Störung besteht aus sprungförmigen Störungen großer Amplitude und kleiner Frequenz.

Die Parameter des Reglers 92 werden durch einen Online-Optimierer 96 an die sich verändernden Parameter der Regelstrecke 91 angepasst. Aufgabe des Online-Optimierers 96 ist es, den Regler 92 zu jedem Zeitpunkt so einzustellen, dass die Regelabweichung minimiert wird. Die Regelabweichung ist dann minimal, wenn der zeitliche Mittelwert der quadrierten Regelabweichung (Standardabweichung σ) minimal ist.

Der Online-Optimierer 96 löst dieses Problem wie folgt:

1. Für die Minimierung der Regelabweichung wird nur die Auswirkung der statistischen Störung

betrachtet, da die sprungförmigen Störungen den Optimierungsalgorithmus in seinem Ablauf verfälschen würden. Aus dem Signal 'Regelabweichung' werden dazu die sprungförmigen Störungen herausgefiltert. Diese Vorgehensweise gewährleistet auch die Minimierung der Auswirkungen sprungförmiger Störungen.

- 5 2. Mit jeder neuen Charge wird die Optimierung gestartet und die Optimierung berechnet optimale Reglerparameter 99.
3. Nach einer signifikanten Verschlechterung des Regelergebnisses, dies entspricht einer Veränderung der Prozessparameter, wird die Optimierung neu gestartet. Es werden dann neue optimale Reglerparameter 99 berechnet.
- 10 Der Optimierungsalgorithmus arbeitet wie folgt:
 1. Die Regelung startet mit einem Startsatz für die Reglerparameter und es wird die Standardabweichung σ durch einen Standardabweichungsberechner 98 berechnet.
 2. Von dem Startwert ausgehend werden die Reglerparameter 99 in eine Richtung hin verändert und es wird die neue Standardabweichung σ berechnet.
 - 15 3. Die Reglerparameter 99 werden dann weiter im Sinne einer Minimierung der Standardabweichung σ verändert.
 4. Für die Online-Optimierung wird die Standardabweichung σ gefiltert. Die zeitliche Filterung der Standardabweichung σ wird durch die Einführung eines Differenzwertes für die Standardabweichung σ bewirkt. Erst wenn sich die Standardabweichung σ um diesen Differenzwert verändert hat, ist eine signifikante Veränderung der Standardabweichung σ eingetreten. Die Filterung der Standardabweichung σ in Abhängigkeit der Reglerparameter 99 wird durch die Berücksichtigung mindestens dreier verschiedener Reglereinstellungen zur Berechnung der Veränderung der Standardabweichung σ in Abhängigkeit der Reglerparameter 99 erreicht.
 - 20 5. Die Verstellung der Reglerparameter am Beispiel des Parameters K_p zeigt FIG. 8:
 - 25 I: Die Standardabweichung σ nimmt mit steigendem K_p ab. K_p wird bis zu einer oberen Grenze erhöht.
 - II: Die Standardabweichung σ nimmt mit steigendem K_p zu. K_p wird bis zu einer unteren Grenze erniedrigt.
 - 30 III: Die Standardabweichung σ verändert sich bei einer Änderung von K_p nicht. Die Schrittweite bei der Veränderung von K_p wird bis zu einer oberen Grenze erhöht.
 - IV: Zwischen drei verschiedenen Reglereinstellungen liegt ein Minimum der Standardabweichung σ . Die Schrittweite wird bis zu einer unteren Grenze erniedrigt, um so das genaue Minimum der Standardabweichung zu finden.

FIG. 9 zeigt die Reibkompensation in detaillierter Form. Die Reibungskompensation generiert ein Vorsteuersignal 100 für den Positionsregelkreis des Stopfens 8 und beschleunigt so den Positionsregelkreis. Dies wiederum wirkt sich derart aus, dass die Differenzen zwischen dem Soll- 107 und Istwert 105 des Gießspiegels abnehmen. Der Positionsregelkreis besteht aus dem Positionsregler 103, hier ein P-Regler, und der Hydraulik 104 für die Stopfenverstellung. Das Vorsteuersignal 100 wird in einem Modellregelkreis gebildet, der die reale Strecke nachbildet. Der Modellregelkreis besteht aus dem Modellregler 101 und einem Modell 102 der Hydraulik. Die Reibung in der realen Hydraulik 104 bewirkt einen zeitweiligen Stillstand (Haften) der Stopfenposition. Der Zustand des Haftens wird durch die Bildung 106 der Ableitung der Stopfenposition ermittelt. Haftet die reale Hydraulik 104, so wird auch die Geschwindigkeit der Hydraulik im Modellregelkreis auf Null gesetzt. Dies bewirkt eine verstärkte Ansteuerung der Hydraulik 104 durch das Vorsteuersignal und damit ein verringertes Haften der realen Hydraulik 104.

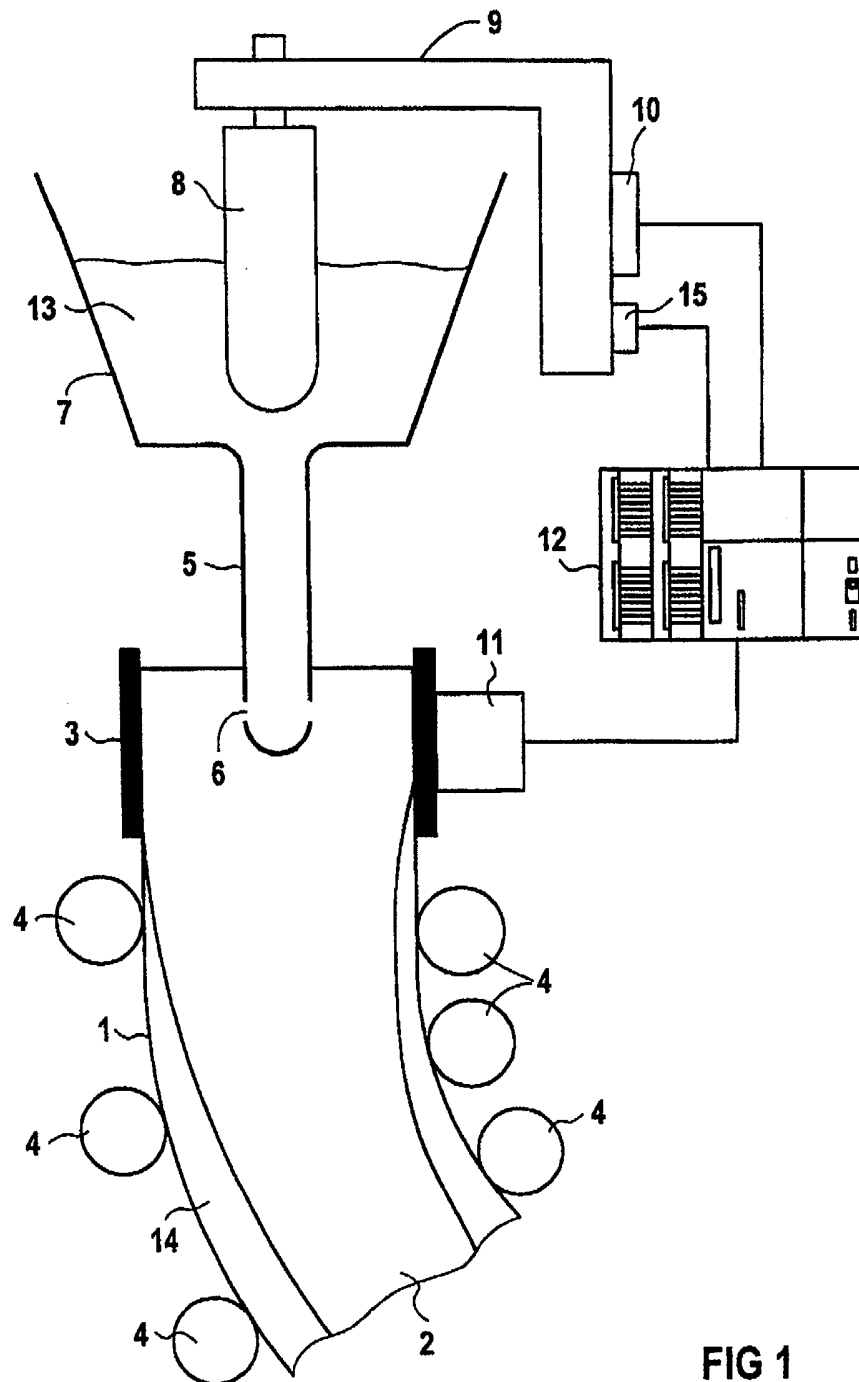
PATENTANSPRÜCHE:

- 50 1. Verfahren zum Gießen eines Stranges (1) aus flüssigen Metall (13), das in eine Kokille (3) gegossen und als Strang mit erstarrter Hülle (14) und Sumpfspitze, d.h. flüssigem Kern (2), aus der Kokille (3) herausgezogen wird, wobei der Gießspiegel, d.h. der Stand des flüssigen Metalls (13) in der Kokille (3), durch eine Bestimmung des Gießspiegels und eine Beeinflussung des Zuflusses flüssigen Metalls (13) in die Kokille (3) mittels eines Reglers geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass dessen Reglerparameter on-line
- 55

mittels Fuzzy-techniken an eine Veränderung der Parameter der Regelstrecke (28, 43), d.h. an der Gießapparatur und der Kokille (3), angepasst werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Reglerparameter mittels eines Fuzzyeinstellers (23, 47) gebildet werden, dessen Eingangsgröße zumindest eine der Größen Ist-Wert des Gießspiegels, Regelabweichung des Gießspiegels (51), d.h. Differenz zwischen Soll- und Ist-Wert des Gießspiegels, oder relativer Regelabweichung des Gießspiegels, d.h. Quotient aus Differenz zwischen Soll- und Ist-Wert des Gießspiegels und Sollwert des Gießspiegels, gebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugehörigkeitsfunktion (60, 61, 62, 63, 64) für die Eingangsgrößen des Fuzzyeinstellers (23, 47) on-line optimiert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zugehörigkeitsfunktionen (60, 61, 62, 63, 64) der Eingangsgrößen des Fuzzyeinstellers (23, 47) derart an periodische bzw. quasiperiodische Störgrößen der Regelstrecke (28, 43) angepasst werden, dass der Bereich der Zugehörigkeit mit zunehmender Amplitude der periodischen bzw. quasiperiodischen Störungen zunimmt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler im Hinblick auf periodische bzw. quasiperiodische Störungen durch einen Online-Optimierer (21) optimiert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Regler eine Reibkraftkompensation (26) aufweist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fuzzyeinsteller (23, 47) die Reglerparameter nur bei großen bzw. sprungartigen Veränderungen der Regelstrecke (28, 43) verändert.
8. Einrichtung zum Gießen eines Stranges (1) aus Flüssigmetall (13), das in eine Kokille (3) gegossen und als Strang (1) mit erstarrter Hülle (14) und Sumpfspitze, d.h. flüssigen Kern (2) aus der Kokille (3) herausgezogen wird, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Gießspiegel, d.h. der Stand des flüssigen Metalls (13) in der Kokille (3), durch eine Bestimmung des Gießspiegels und eine Beeinflussung des Zuflusses flüssigen Metalls (13) in die Kokille (3) mittels eines Reglers geregelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass dessen Reglerparameter online mittels Fuzzytechniken an eine Veränderung der Parameter der Regelstrecke (28, 43), d.h. an der Gießapparatur und der Kokille (3), angepasst werden.

HIEZU 8 BLATT ZEICHNUNGEN



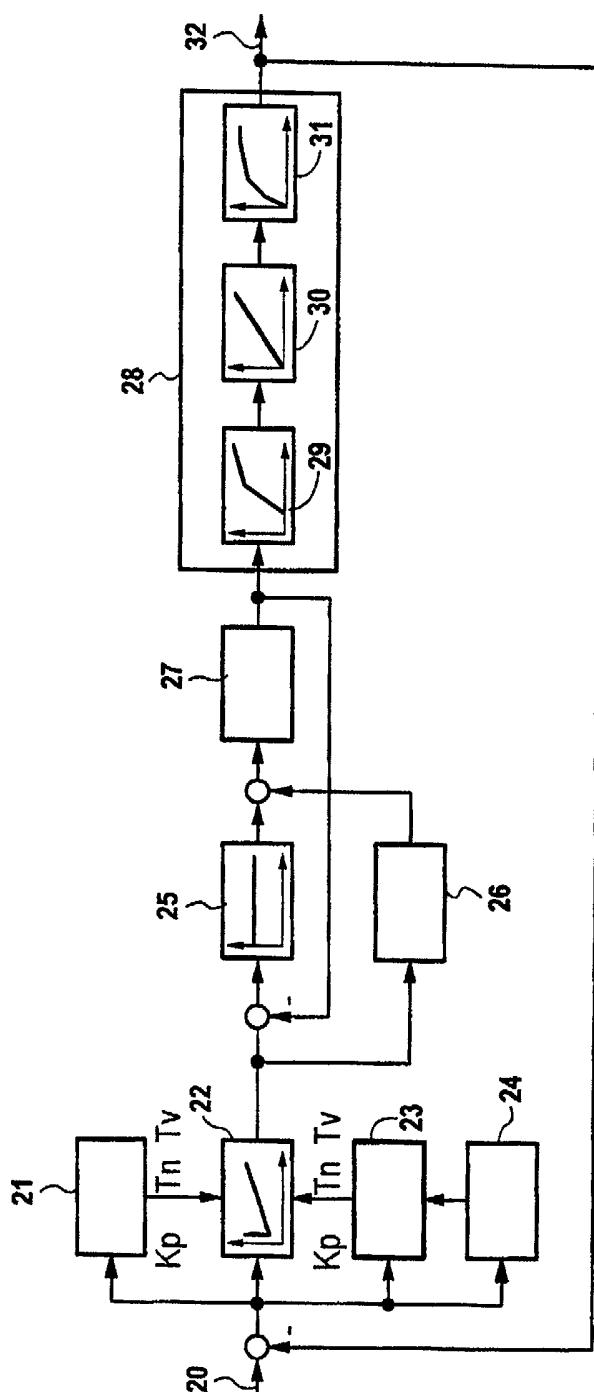


FIG 2

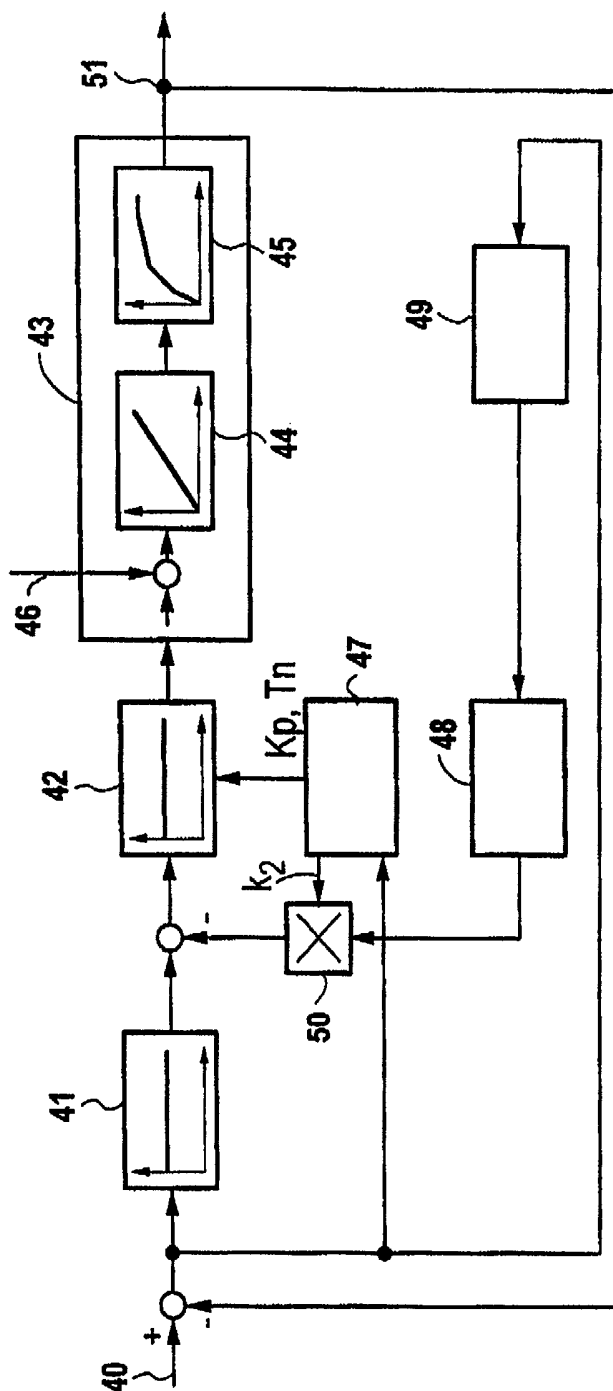


FIG 3

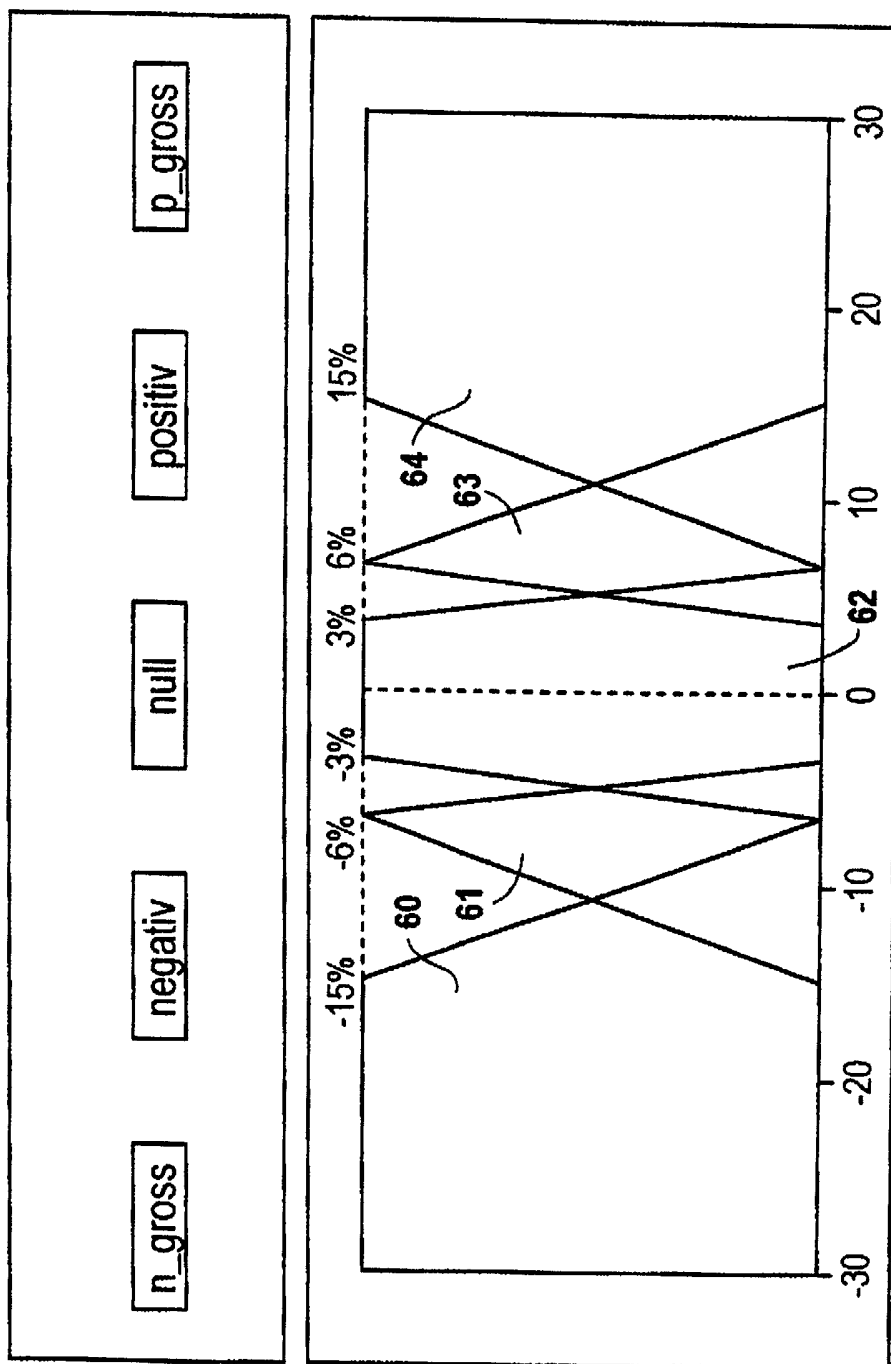


FIG 4

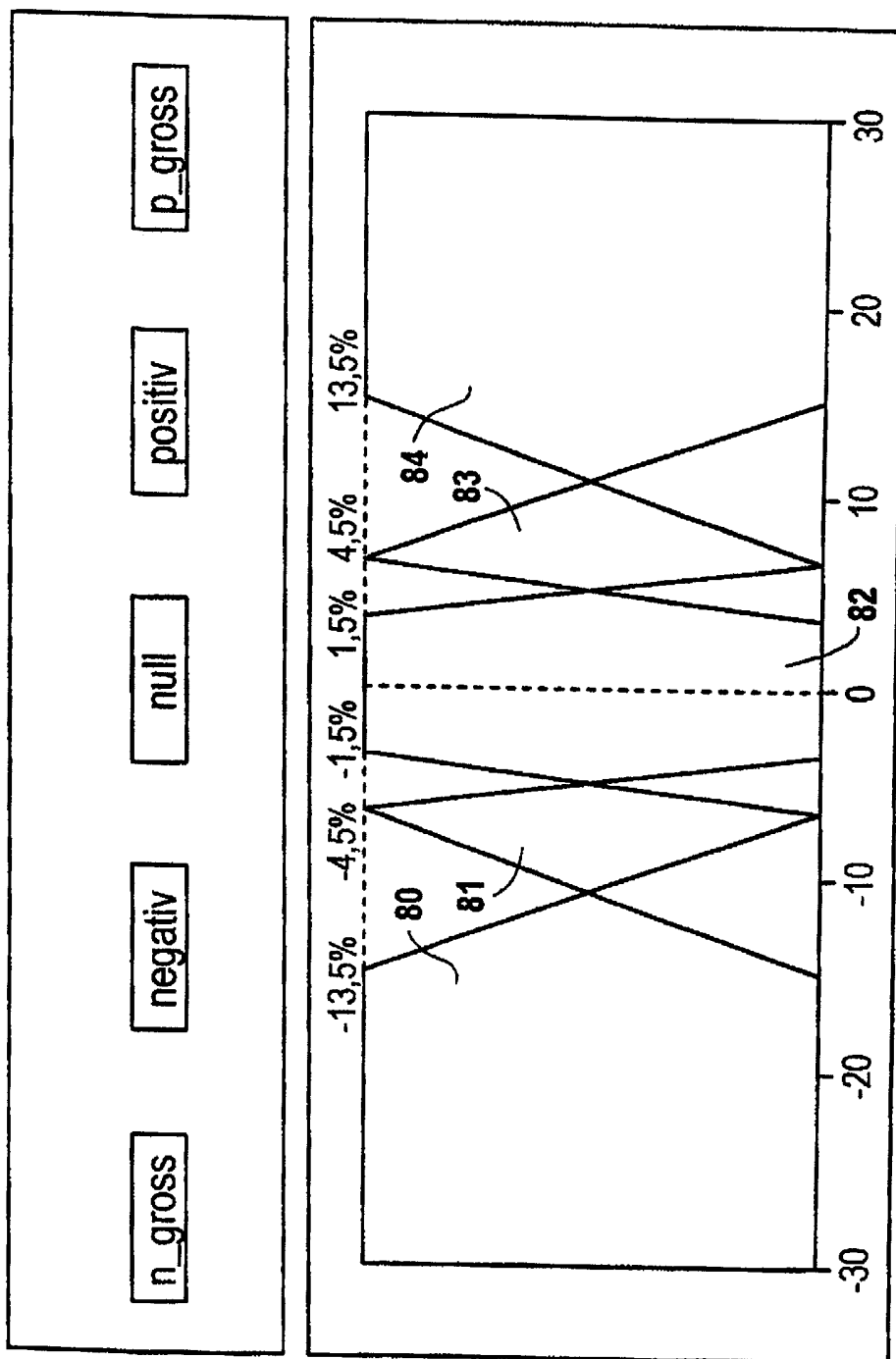
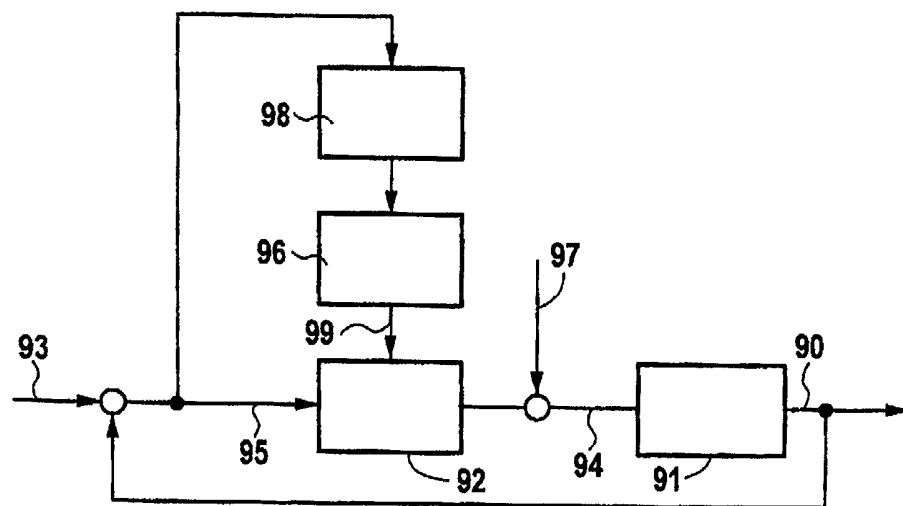
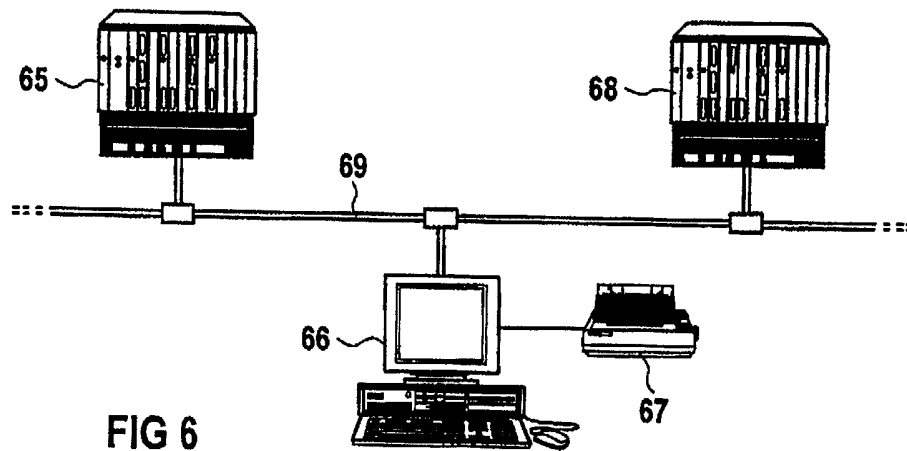


FIG 5



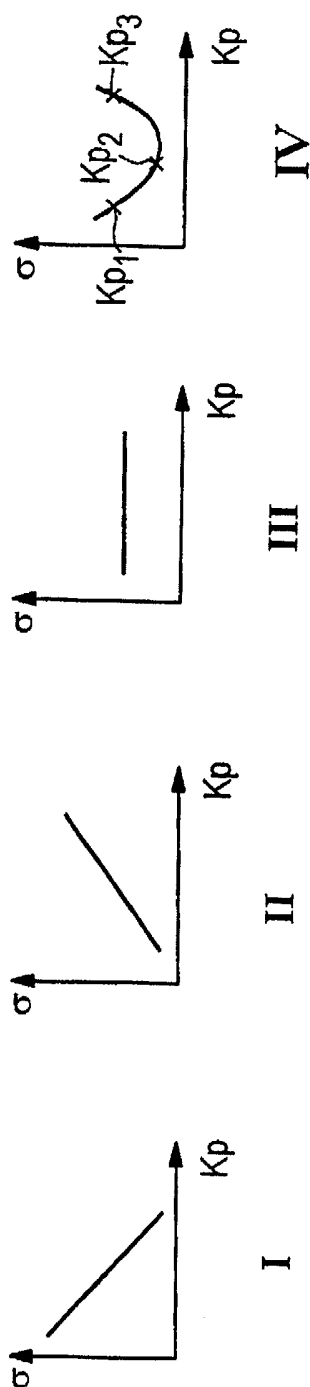


FIG 8

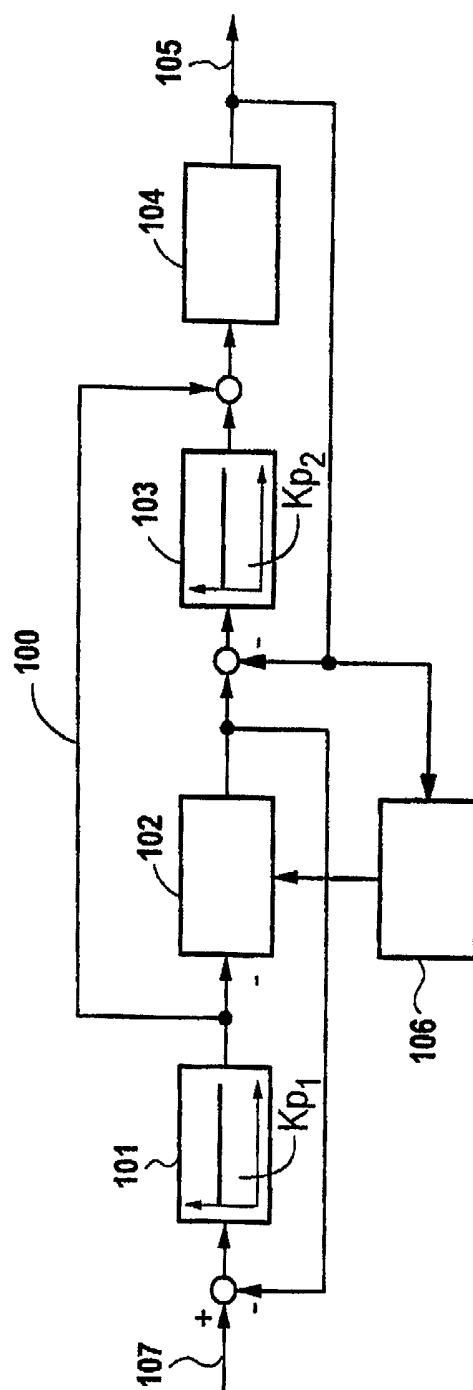


FIG 9