



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


 Anmeldenummer: 86106158.8


 Int. Cl.: **B 22 D 37/00, B 22 D 41/06**


 Anmeldetag: 06.05.86


 Priorität: 12.07.85 DE 3524858


 Anmelder: **Leybold-Heraeus GmbH, Bonner Strasse 496 Postfach 51 07 60, D-5000 Köln 51 (DE)**


 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **21.01.87**
Patentblatt 87/4

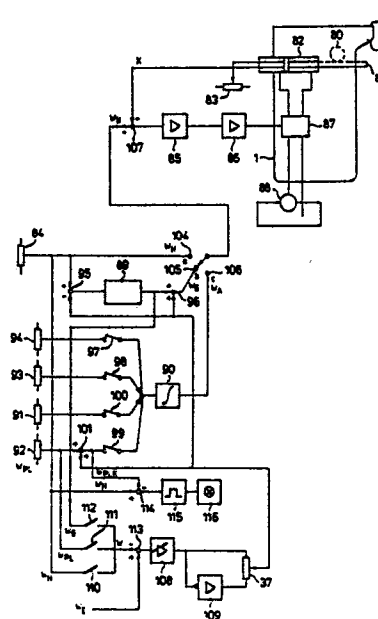

 Erfinder: **Thomas, Friedrich-Werner, Dr., Schwarzwaldweg 2, D-6460 Geinhausen - 2 (DE)**
 Erfinder: **Bruch, Jürgen, Adolf-Reichwein-Strasse 14-16, D-6458 Rodenbach - 1 (DE)**


 Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB IT**


 Vertreter: **Schickedanz, Willi, Langener Strasse 70, D-6050 Offenbach/Main (DE)**

Anordnung für die Steuerung des Kippvorgangs eines Schmelztiegels.


 Beim automatischen Schmelztiegelkippen ist es von Bedeutung, daß der Schmelztiegel (1) von einer bestimmten Winkellage aus nach einem vorgegebenen Muster bis zum Entleeren gekippt wird. Dieses Muster kann beispielsweise durch das sogenannte Teach-In-Verfahren gewonnen und in einem analogen oder digitalen Speicher (89) abgelegt werden. Damit eine abrupte Bewegung des Tiegels (1) verhindert wird, wenn das Schmelzgut bei Erreichen des Pour-Lip-Winkels die Ausgießlippe des Tiegels (1) berührt, ist erfindungsgemäß eine Korrekturanordnung (108, 109, 37) vorgesehen, die auch bei unterschiedlichen Pour-Lip-Winkeln den Kippvorgang stetig und ohne abrupte Bewegung ablaufen läßt.



ANORDNUNG FÜR DIE STEUERUNG DES KIPP- VORGANGS EINES SCHMELZTIEGELS

Die Erfindung betrifft eine Anordnung für die Steuerung des Kippvorgangs eines Schmelztiegels, mit einer in einem Speicher abgelegten Gießkurve, welche den Gießvorgang wenigstens vom Beginn des Ausgießens, wenn der Schmelztiegel die Pour-Lip-Winkelstellung α_{PL} einnimmt, bis
05 zum vollständigen Entleeren des Schmelztiegels nach Maßgabe einer auf bestimmte geometrische Verhältnisse des Schmelztiegels und/oder des Schmelzguts bezogenen Funktion $\alpha = f(t)$ steuert, wobei α der Kippwinkel des Schmelztiegels und t die Zeit bedeuten.

10 Bei der Herstellung von Präzisionsgußteilen ist es erforderlich, den Gießvorgang innerhalb einer sehr kurzen Zeit abzuwickeln, damit das flüssige Schmelzgut in der Gießform möglichst gleichzeitig dem Erstarrungsprozeß unterworfen wird. Wird zu langsam gegossen, so ist das zuerst in die Gießform gegebene Schmelzgut bereits abgekühlt und erstarrt, wenn das
15 später ausgegossene Schmelzgut in die Gießform gelangt. Die auf diese Weise gegossenen Teile entsprechen hinsichtlich ihrer Festigkeit nicht den angestrebten Werten.

Um ein schnelles und reproduzierbares Ausgießen des Schmelzguts aus
20 einem Tiegel in eine Gießform zu gewährleisten, muß man den Gießvorgang automatisieren. Besonders vorteilhaft ist hierbei die sogenannte Teach-in-Methode. Bei dieser Methode werden z. B. verschiedene Probe-gießvorgänge durchgeführt und die jeweiligen Gießkurven, d. h. die Kurven, welche den Kippwinkel des Tiegels in Abhängigkeit von der Zeit dar-

stellen, direkt in Speichern abgelegt. Diejenige Gießkurve, welche das beste Gießergebnis bringt, wird für die folgenden Gießvorgänge als Muster verwendet. Der Speicher, der die optimale Gießkurve enthält, ist somit der "Master"-Speicher für alle zukünftigen Gießvorgänge. Er steuert automatisch den Gießvorgang vom Anfang bis zum Ende und gewährleistet auf diese Weise dessen Reproduzierbarkeit von Charge zu Charge.

Der eigentliche Ausgießvorgang des Schmelzgutes beginnt im allgemeinen erst bei einem Kippwinkel des Tiegels von ca. 30° , wenn das geschmolzene Material gerade die Ausgießlippe des Tiegels berührt, aber noch nicht ausläuft. Der Endpunkt des Ausgießvorgangs liegt anlagenabhängig z. B. bei 115° . Zwischen diesen beiden Winkelstellungen des Tiegels geschieht das automatische Ausgießen mittels dieser Teach-In-Methode.

Bliebe die Geometrie des Tiegels unveränderlich und würde stets die gleiche Menge von zu schmelzendem Material in den Tiegel gegeben, so könnte man jedesmal exakt bei der 30° -Stellung des Tiegels mit dem Gießvorgang beginnen. In der Praxis berührt das geschmolzene Material die Ausgießlippe des Tiegels jedoch nicht immer bei einer Stellung von 30° , weil sich entweder die Geometrie des Tiegels durch Abbrand verändert oder weil die zugeführte Menge des zu schmelzenden Materials nicht stets die gleiche ist. Die hierdurch verursachten Abweichungen von der Winkelstellung 30° betragen in der Praxis max. $\pm 10^\circ$.

Das Einschmelzen des Materials geschieht immer bei der Winkelstellung 0° . Wird das Abgießen mittels Teach-In von 30° eingeleitet, so muß der Tiegel entsprechend der jeweiligen Schmelzbad-Spiegelhöhe aus obigen Gründen jeweils in die entsprechende Ausgießposition von $30^\circ \pm 10^\circ$ gebracht werden. Diese Bewegung geschieht entweder von Hand durch Beobachtung des Standes der Schmelze durch den Bediener oder durch automatische Steuerung über ein Füllstandsmeßgerät.

Wird unter diesen Voraussetzungen der Tiegel so weit gekippt, daß das geschmolzene Material die Ausgießlippe des Tiegels berührt, so kann der

Kippwinkel einmal mehr und einmal weniger als 30° betragen. Wird nun in dieser Position der Vorgang des automatischen Abgießens mittels der Teach-In-Methode eingeleitet, so würde ohne eine geeignete Korrektur der Tiegel zunächst in die gespeicherte Anfangsposition gebracht und
05 dann entsprechend den Befehlen des Masterspeichers gekippt, bis der Gießvorgang beendet ist.

Da Tiegelkippantriebe große Kräfte entfalten, wird der Tiegel schlagartig von der Position, an welcher das Schmelzgut die Ausgießlippen des
10 Tiegels berührt, in die gespeicherte Startposition bewegt. Durch diese ruckartige Bewegung kann das Schmelzgut aus dem Tiegel schwappen und Schäden verursachen. Dieses ruckartige Verhalten würde also immer dann auftreten, wenn die über das Teach-In-Verfahren abgespeicherte Pour-Lip-Position sich von der tatsächlich manuell oder mittels op-
15 tischem Niveau-Meßgerät eingestellten unterscheidet.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, bei einer Steuereinrichtung für einen Schmelztiegel, die diesen Schmelztiegel von einer bestimmten Winkellage aus automatisch nach einem vorgegebenen Muster
20 bis zum Entleeren kippt, eine Korrekturanordnung vorzusehen, welche diese abrupten Bewegungen verhindert.

Diese Aufgabe wird durch eine Korrekturschaltung gelöst, die unter Berücksichtigung eines veränderten Pour-Lip-Winkels α'_{PL} die stetige
25 Funktion $\alpha = f(t)$ in eine andere stetige Funktion umwandelt, die zu Beginn des Gießvorgangs im Zeitpunkt t_A einen Kippwinkel α'_{PL} hat, der vom Kippwinkel α_{PL} abweicht, und die am Ende des Gießvorgangs zum Zeitpunkt t_E einen Kippwinkel α' hat, der mit dem Kippwinkel α im Zeitpunkt t_E identisch ist.

30

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht insbesondere darin, daß die Vorteile des automatischen Gießens auch dann genutzt werden können, wenn sich der Kippwinkel, bei dem die Ausgießlippen des Schmelztiegels berührt werden, von Charge zu Charge um einen Betrag von max.

$\pm 10\%$ verändert.

Die Erfindung ist sowohl bei automatischen Steuerungen aus einer 30° -Position des Tiegels als auch bei automatischen Steuerungen aus beliebigen anderen Winkeln des Tiegels einsetzbar. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Gießtiegel mit verschiedenen eingezeichneten Winkelpositionen der vertikalen Tiegelachse;
10

- Fig. 2 den Kippwinkel α des Tiegels in Abhängigkeit von der Zeit t bei verschiedenen Kippvorgängen mit gleicher Kippzeit;

- Fig. 3 eine Prinzipdarstellung der automatischen Tiegelkippeinrichtung mit manueller Korrektur der Pour-Lip-Position;
15

- Fig. 4a eine analoge Schaltungsanordnung zur manuellen Einstellung einer Korrekturfunktion für eine vorgegebene Gießfunktion $\alpha = f(t)$, wobei die automatische Steuerung des Tiegels aus der Stellung $\alpha'_{PL} = 30^\circ \pm 10^\circ$ heraus erfolgt;
20

- Fig. 4b verschiedene Kennlinien von Korrekturwerten K in Abhängigkeit vom Sollwert W , die mit einer Schaltungsanordnung gemäß Fig. 4a erzeugt werden können;
25

- Fig. 5 eine Prinzipdarstellung der automatischen Tiegelkippeinrichtung mit automatischer Korrektur der Pour-Lip-Position;

- Fig. 6a eine analoge Schaltungsanordnung zur automatischen Erzeugung einer Korrekturfunktion für eine vorgegebene Gießfunktion $\alpha = f(t)$, wobei die automatische Steuerung des Tiegels aus der Stellung $\alpha'_{PL} = 30^\circ \pm 10^\circ$ heraus erfolgt;
30

Fig. 6b ein zur Schaltungsanordnung der Fig. 6a gehörendes Kennlinienfeld für den Teach-In-Vorgang;

05 Fig. 6c ein zur Schaltungsanordnung der Fig. 6a gehörendes Kennlinienfeld für den Gießvorgang;

In der Fig. 1 ist ein Tiegel 1 eines Induktionsofens dargestellt, der eine Gießschnauze 2 mit Gießlippen 3 aufweist. Die vertikale Achse dieses Tiegels 1 ist mit 4 bezeichnet und ist hier mit dem Kippwinkel $\alpha = 0^\circ$ 10 identisch. In der Stellung $\alpha = 0^\circ$ kann eingeschmolzen oder chargiert werden. Auch die notwendigen Verfahrensmessungen werden in dieser Position durchgeführt. In der Praxis liegt die Kippachse in der Nähe der Gießlippe.

15 Wird der Tiegel 1 z. B. durch manuelle Steuerung im Gegenuhrzeigersinn gekippt, so nimmt er schließlich den Winkel $\alpha = -15^\circ$ ein. In dieser Position können die notwendigen Schlackenarbeiten vorgenommen werden.

Beim Kippen des Tiegels 1 im Uhrzeigersinn nimmt seine Längsachse 4 20 nach einer bestimmten Zeit die Position $\alpha_{PL} = 30^\circ$ ein, in welcher im Normalfall der Ausgießvorgang eingeleitet wird. Wünschenswert ist, daß bei $\alpha_{PL} = 30^\circ$ das geschmolzene Material gerade die Ausgießlippen berührt, aber noch nicht ausläuft. Dieser Idealzustand trifft indessen nicht 25 für jeden Gießvorgang zu, weil der Pegel des Schmelzguts im Tiegel 1 aufgrund verschieden großer Rohmaterialbarren, die in den Tiegel 1 zum Schmelzen gegeben werden, oder aufgrund eines Tiegelabbrands variieren kann. In der Praxis ergeben sich hierbei Schwankungen des sog. "Pour-Lip-Winkels" α_{PL} von $\pm 10^\circ$.

30 Der eigentliche Auskip- oder Ausgießvorgang geschieht bei einer Stellung der Achse 4 des Tiegels 1 zwischen 30° und 115° .

Nach dem Ausgießen kann, sofern erforderlich, der Tiegel 1 in eine Position $\alpha = 90^\circ$ zum Zwecke des Tiegelaustauschs oder Neuchargierens ge-

fahren werden.

Die für die vorliegende Erfindung wichtige Winkelposition der Tiegelachse ist die 30°-Position, die am Beginn des Gießvorgangs steht. Wie
05 bereits erwähnt, ist diese Position in einem Speicher, vorzugsweise einem
Digitalspeicher, abgelegt, der den weiteren Ablauf des Gießvorgangs
nach Maßgabe der einprogrammierten Optimal-Kurve $\alpha = f(t)$ steuert.
Durch Betätigen einer Taste oder eines anderen Schaltmittels werden
die in dem Speicher gespeicherten Informationen abgerufen und in Tie-
10 gelpositionen umgesetzt.

Ist der Pegel des Schmelzguts im Tiegel höher als er bei dem einprogrammierten Ideal-Gießvorgang war, und steuert die Bedienungsperson
per Hand oder ein optisches Niveaumeßgerät automatisch den Tiegel 1
15 in diejenige Position, in welcher das Schmelzgut gerade die Gießlippe 3
berührt, so beträgt der zugehörige Winkel weniger als 30°, beispielsweise
nur 20°. Würde die Bedienungsperson nun die Taste drücken, welche den
automatischen Gießvorgang einleitet, so würde der Tiegel-Antrieb den
Tiegel 1 aus der 20°-Stellung schlagartig in die 30°-Stellung bringen,
20 wodurch große Mengen des Schmelzguts aus dem Tiegel 1 herausschwap-
pen würden. Ist der Pegel im Tiegel 1 niedriger als bei dem Ideal-Gieß-
vorgang, so reicht das Schmelzgut in der 30°-Stellung noch nicht bis zur
Ausgießlippe 3. Die Bedienungsperson oder das automatische Niveaumeß-
gerät werden deshalb den Tiegel 1 weiterkippen, bis das Schmelzgut die
25 Ausgießlippe 3 berührt, z. B. bis zu einem Winkel von $\alpha = 40^\circ$. Drückt
sie nun auf die Taste, die den automatischen Gießvorgang einleitet, so
wird der Tiegel 1 schlagartig in die 30°-Stellung zurückgekippt und be-
ginnt dann erst wieder mit dem Ausgießvorgang, bei dem zunächst aller-
dings gar nicht gegossen wird, weil das Schmelzgut erst erneut an die
30 Ausgießlippe 3 gelangen muß. Ist es schließlich an die Ausgießlippe ge-
langt, so wird es mit einer Geschwindigkeit ausgekippt, die nicht der
idealen Geschwindigkeit entspricht.
Dies alles sind Nachteile, welche das ansonsten vorteilhafte Teach-In-
Verfahren negativ beeinflussen.

Man kann jedoch, um diesen Nachteil zu vermeiden, für zahlreiche Winkel α'_{PL} , bei denen das Schmelzgut die Gießlippen des Tiegels berührt, eine besondere ideale Gießkurve über das Teach-In-Verfahren speichern. Der jeweilige Winkel α'_{PL} kann automatisch durch Sensoren erfaßt werden. Allerdings bedeutet dies einen relativ hohen Aufwand.

Um den Vorteil des automatischen Tiegelkippens mittels der Teach-In-Methode auch dann mit geringem Aufwand beizubehalten, wenn der Winkel, bei dem das Schmelzgut die Ausgießlippe 3 des Tiegels 1 berührt, nicht konstant ist, sondern um einen bestimmten Wert streut, wird erfindungsgemäß eine besondere Korrektur der Kippwinkelfunktion vorgenommen. Einige korrigierte Kippwinkelfunktionen sind in der Figur 2 dargestellt, in welcher die Kippwinkel jeweils über der Zeit aufgetragen sind.

Die Gerade 5, welche den automatischen Gießvorgang repräsentiert, stellt in dieser Fig. 2 einen linearen Zusammenhang zwischen dem Kippwinkel und der Zeit dar, d. h. in gleichen Zeitabständen wird der Tiegel 1 um gleiche Winkelbeträge gekippt. Im Zeitpunkt t_E ist der automatische Gießvorgang beendet. Die Gerade 5 setzt im Punkt 6 an, wo der Tiegel bereits einen Kippwinkel α_{PL} von 30° hat. Der Punkt 6 markiert somit den Zustand, bei dem das Schmelzgut exakt die Ausgießlippe 3 berührt. Die gestrichelte Linie 7 kennzeichnet den Bereich der manuellen Steuerung oder der automatischen Steuerung über ein optisches Niveaumeßgerät bei idealem Schmelzgut-Pegel. Ist der Schmelzgut-Pegel im Tiegel 1 höher als er sein sollte, so wird die Ausgießlippe bereits bei weniger als 30° , beispielsweise bei 20° in Punkt 8 erreicht. Der Bereich der Handsteuerung oder der Steuerung mittels optischem Niveaumeßgerät ist hierbei durch die Gerade 9 gekennzeichnet. Damit auch in diesem der automatische Gießvorgang im Zeitpunkt t_E beendet ist, muß schneller automatisch gegossen werden, weshalb die Steilheit der Geraden 10 größer ist als die Steilheit der Geraden 5. Umgekehrte Verhältnisse treten auf, wenn der Pegel des Schmelzguts im Tiegel 1 unterhalb des Idealwerts liegt. In diesem Fall muß der Tiegel 1 beispielsweise bis in die 40° -Position 11 gekippt werden, damit das Schmelzgut die Aus-

gießlippe 3 berührt. Soll der automatische Gießvorgang auch hier nach der Zeit t_E beendet sein, so muß langsamer gegossen werden, was durch die geringere Steilheit der Geraden 12 zum Ausdruck kommt.

- 05 Die ideale Gießkurve muß nicht eine Gerade 5, sondern kann auch eine nicht-lineare Kurve 13 sein, die in der Fig. 2 gestrichelt eingezeichnet ist. In diesem Fall stellt die ebenfalls gestrichelt gezeichnete Kurve 14 die zugehörige nicht-lineare, korrigierte Kurve dar, die bei einem zu geringen Pegel des Schmelzguts die gleiche Gießzeit $t_E - t_A$ gewährleistet,
10 wie sie bei idealem Pegel des Schmelzguts gegeben ist.

Erfindungsgemäß wird aus einem Positionssollwert der idealen Gießkurve ein Korrekturwert abgeleitet, der den idealen Positionssollwert derart korrigiert, daß sich, abhängig von der Position, aus der unkorrigierten
15 idealen Kurve 5 die korrigierten Kurven 10 bzw. 12 ergeben.

In der Fig. 3 ist der Einsatz der Erfindung beim automatischen Tiegelkippen mit Korrektur durch ein Prinzip-Blockschaltbild dargestellt. Man erkennt hierbei wieder den Tiegel 1 mit der Ausgießschnauze 2 und
20 der Gießlippe 3. Der Tiegel 1 ist drehbar gelagert und kann durch Drehen eines mit ihm verbundenen Zahnrads 80 im Uhrzeiger- und Gegenuhrzeigersinn geschwenkt werden. Das Zahnrad 80 greift in eine Zahnstange 81 ein, die beispielsweise von einem hydraulischen Stellzylinder 82 betätigt werden kann. Mit diesem Stellzylinder 82 ist ein Positions-
25 Istwertgeber 83 verbunden, der die jeweiligen Ist-Positionen des Tiegels 1 in elektrische Signale umwandelt. Ein hydraulisches Stellventil 87 wird über einen Servoverstärker 86 von einem Positionsregler 85 angesteuert. Das Stellventil 87 bewirkt eine mehr oder weniger starke Zufuhr eines hydraulischen Mediums aus einer Hydraulikversorgung 88 zum Stellzylinder
30 der 82. Erwähnt sei hier, daß natürlich jedes andere Stellelement, z. B. Antriebe, Magnete etc. angewendet werden kann. Dem Positionsregler 85 wird sowohl der Positions-Istwert des Positions-Istwertgebers 83 als auch ein Wert über eine Additionsstelle 107 zugeführt, der an einem der Anschlußpunkte 104,105,106 eines Betriebswahlschalters ansteht. An dem

- Anschlußpunkt 104 steht der Positions-Handsollwert an, der an dem Widerstand 84 abgegriffen wird. Dem Anschlußpunkt 105 wird ein Signal zugeführt, das durch die Additionsstelle 96 gebildet wird. Diese Additionsstelle 96 erhält ein Signal aus einem Programmspeicher 89 und vom
- 05 Korrekturpotentiometer 37. An den Anschlußpunkt 106 gelangt ein Signal aus einem Integrator 90, dessen Eingang wahlweise über Schalter 97-100 mit verschiedenen Sollwertgebern verbindbar ist. Über den Schalter 97 gelangt der Sollwert "Kippstellung -15° " zu dem Integrator, der an einem Widerstand 94 abgegriffen wird. In entsprechender Weise gelangt
- 10 der Sollwert "Kippstellung 0° " eines anderen Sollwertgebers 93 über den Schalter 98 an den Integrator 90. Gleiches gilt für die Kippstellungen " 30° " und " 90° ", die von den Sollwertgebern 92,91 kommen und über Schalter 99,100 dem Integrator 90 zugeführt werden können.
- 15 Das Korrektursignal, welches am Potentiometer 37 abgegriffen wird, wird mit den Verstärkerschaltungen 108,109 erzeugt, denen über die Additionsstelle 113 der " 115° "-Sollwert W_E sowie wahlweise über den Schalter 110 der Positions-Handsollwert W_H , über den Schalter 111 der " 30° "-Sollwert sowie über den Schalter 112 der Sollwert aus dem Teach-
- 20 In-Programmspeicher zugeführt wird.

- Vom Potentiometer 37 gelangt der Korrekturwert auch noch auf eine Additionsstelle 101, die sich zwischen dem Schalter 99 und dem Widerstand 92 befindet. Der Schaltungsteil 114,115,116 dient zur optischen
- 25 Anzeige, daß die Korrekturfunktion richtig eingestellt ist.

- Mit dem Betriebsartenwahlschalter, der in die Stellungen 104,105,106 gebracht werden kann, ist es möglich, verschiedene Betriebsarten auszuwählen. In der Stellung 104 ist eine reine Handsteuerung möglich. Da-
- 30 gegen wird in der Stellung 105 gemäß den Befehlen des Programmspeichers 89 der automatische Kippvorgang durchgeführt, und zwar mit der erfindungsgemäßen $\pm 10^{\circ}$ -Korrektur. In der Stellung 106 findet das automatische Kippen auf Festpositionen statt.

In der Fig. 4a ist die Korrekturschaltung 108,109,113 gemäß Fig. 3 ausführlich dargestellt. Selbstverständlich sind auch alternativ digitale Korrekturen mit Hilfe eines Rechners oder dergleichen möglich.

- 05 Das zur Schaltungsanordnung der Fig. 4a gehörige Kennlinienfeld ist in der Fig. 4b dargestellt.

Die Endposition des Tiegels bei 115° wird beispielsweise mit -10 V am Punkt 20 festgelegt. Diese -10 V werden über einen Widerstand 21 einem Eingang 19 eines Verstärkers 22 zugeführt. Der Positionssollwert W des Tiegels, der am Punkt 23 ansteht, gelangt ebenfalls über einen Widerstand 24 auf den Eingang 19 des Verstärkers 22. Der invertierende Verstärker 22 mit dem einstellbaren Rückkopplungswiderstand 25 liefert an seinem Ausgang die negative Summe der an den Punkten 20 und 23 anliegenden Spannungen, multipliziert mit dem durch die Widerstände 21, 24 und 25 gegebenen Verstärkungsfaktor.

Um die Korrektur-Kennlinien für beide Polaritäten einspeisen zu können, ist ein Umkehrverstärker 33 vorgesehen, dessen Eingang über einen Widerstand 34 mit dem Ausgang 26 des Verstärkers 22 verbunden ist und der einen Rückkopplungswiderstand 35 aufweist. Zwischen den Ausgängen 26,36 der beiden Verstärker 22,33 ist ein Potentiometer 37 gelegt, mit dem verschiedene Korrektur-Kennlinien gemäß Fig. 4b eingestellt werden können.

25

In der Fig. 4b sind die Korrekturwerte K, die am Abgriff des Potentiometers 37 anstehen, in Abhängigkeit vom idealen Positionssollwert angegeben. Diese Korrekturwerte K hängen außer vom Positionssollwert W auch noch vom jeweils eingestellten Verstärkungsfaktor des Verstärkers 22 ab und von der Einstellung des Korrekturpotentiometers 37. Jede einzelne Kennlinie 27-32 ist somit einer bestimmten Einstellung des Potentiometers 37 zugeordnet.

30

Die Korrekturschaltung ist so ausgelegt, daß bei einem Sollwert W von

30° am Ausgang des Verstärkers 22 eine Spannung liegt, die einem Winkel von + 10° entspricht. Am Ausgang des Inverters 33 liegt somit eine Spannung, die - 10° entspricht. Diese beiden Werte liegen an beiden Seiten des Potentiometers 37, so daß bei einem Sollwert W von 30° der Korrekturwert K zwischen + 10° und - 10° eingestellt werden kann. Bei Annäherung des Sollwertes an die Endposition 115° ($\cong$ 10 V) geht die Ausgangsspannung des Verstärkers 22 gegen Null, d. h. die eingestellte Korrektur wird immer weniger wirksam und beim Erreichen der Endposition ist die korrigierte Kurve und die Originalkurve identisch (siehe Kurven 5,10,12 in Fig. 2).

Beim Teach-In-Vorgang wird die Korrekturfunktion so berücksichtigt, daß im Programmspeicher eine normierte Gießkurve abgelegt wird, d. h. eine Gießkurve, die exakt bei 30° beginnt. Dazu wird vom Handsollwert W_H der Korrekturwert K an der Additionsstelle 95 subtrahiert. Beim Gießvorgang wird das Korrektursignal K an der Additionsstelle 96 zu der vom Programmspeicher ausgegebenen normierten Gießkurve addiert.

Die Korrektureinstellung kann in der Praxis z. B. in der Weise erfolgen, daß der Bediener manuell mittels des Potentiometers 84 den Tiegel 1 soweit kippt, daß die Schmelze gerade die Ausgießlippe 3 berührt. Das Korrekturpotentiometer 37 wird soweit verstellt, bis die Anzeige 116 die richtige Einstellung signalisiert. Danach kann der automatische Abgießvorgang eingeleitet werden, wobei aufgrund der Korrekturschaltung ein ruckfreier Übergang vom Handbetrieb zum automatischen Gießen gewährleistet ist.

In Fig. 5 ist in einem Prinzip-Blockschaltbild der Einsatz der Erfindung beim automatischen Tiegelkippen dargestellt. Es wird im folgenden nur der Teil der Figur erläutert, der von Fig. 3 abweicht.

Zu Beginn des Teach-In-Vorgangs bzw. des Gieß-Vorgangs wird der Schalter 512 geöffnet und der zu diesem Zeitpunkt vorliegende Handsollwert, der der tatsächlichen Pour-Lip-Position α'_{PL} entspricht, im Ana-

logspeicher 513,501 gespeichert. Aus der Differenz zum exakten Pour-Lip-Wert 30° , aus dem Endwert W_E (115°) und dem aktuellen Sollwert W_G oder W_H wird in der analogen Rechenschaltung 502 bis 509 eine geeignete Korrekturfunktion gebildet.

05

In Fig. 6a ist die Korrekturschaltung 501 bis 516 gemäß Figur 5 ausführlich dargestellt. Selbstverständlich sind alternativ auch digitale Korrekturen mit Hilfe eines Rechners oder dergleichen möglich.

- 10 Das zur Schaltung Fig. 6a gehörende Kennlinienfeld ist in Fig. 6b für den Teach-In-Vorgang und in Fig. 6c für den Gießvorgang dargestellt.

Am Ausgang des Verstärkers 601 liegt der Handsollwert W_H , solange der Schalter 512 geschlossen ist. Wenn bei Gießbeginn oder Teach-In-
 15 Beginn der Schalter 512 geöffnet wird, wird der zuletzt vorhandene Handsollwert W_H als Startwert W_{St} gespeichert. Dieser entspricht immer der jeweiligen Pour-Lip-Position α'_{PL} . Der Verstärker 604 bildet die Differenz aus dem exakten Pour-Lip-Wert W_{PL} und dem Startwert W_{St} . Der Verstärker 603 bildet beim Teach-In-Vorgang die Differenz aus dem Endwert W_E und dem Startwert W_{St} , beim Gießvorgang die Differenz aus dem Endwert W_E und dem exakten Pour-Lip-Wert W_{PL} . Am Ausgang des Dividierers 605 liegt der Quotient aus den Differenzen $(W_{PL}-W_{St})/(W_E-W_{PL})$ beim Gießvorgang bzw. $(W_{PL}-W_{St})/(W_E-W_{St})$ beim Teach-In-Vorgang. Der Quotient wird mit der Differenz aus dem Endwert W_E und
 20 dem aktuellen Sollwert W , die von dem Verstärker 602 gebildet wird, durch den Baustein 606 multipliziert. Als aktueller Sollwert W wird mit dem Schalter 510 der Programmsollwert W_G beim Gießen und mit dem Schalter 511 der Handsollwert W_H beim Teach-In ausgewählt. Die unterschiedlichen Korrekturfunktionen werden durch den Umschalter 514 ermöglicht. Beim Teach-In wird die erzeugte Korrektur K_T zum Handsollwert addiert 95, um die zum Abspeichern notwendige Normkurve zu erhalten; beim Gießen wird die erzeugte Korrektur K_G zum Programmsollwert addiert, um aus der Normkurve die aktuelle Gießkurve zu erhalten. Die in Fig. 6a in Klammern angegebenen Beziehungen gelten, wenn der
 25 30

0208854

-13-

Umschalter 514 in Position Teach-In steht.

Patentansprüche

1. Anordnung für die Steuerung des Kippvorgangs eines Schmelzriegels (1), mit einer in einem Speicher (89) abgelegten Gießkurve, welche den Gießvorgang wenigstens vom Beginn des Ausgießens, wenn der Schmelzriegel (1) die Pour-Lip-Winkelstellung α_{PL} einnimmt, bis zum vollständigen Entleeren des Schmelzriegels (1) nach Maßgabe einer auf bestimmte geometrische Verhältnisse des Schmelzriegels (1) und/oder des Schmelzguts bezogenen Funktion $\alpha = f(t)$ steuert, wobei α der Kippwinkel des Schmelzriegels (1) und t die Zeit bedeuten, gekennzeichnet durch eine Korrekturschaltung (108,109,37;506,507,508;22,33;602,603,604,605, 606), die unter Berücksichtigung eines veränderten Pour-Lip-Winkels α'_{PL} die stetige Funktion $\alpha = f(t)$ in eine andere stetige Funktion umwandelt, die zu Beginn des Gießvorgangs im Zeitpunkt t_A einen Kippwinkel α'_{PL} hat, der vom Kippwinkel α_{PL} abweicht, und die am Ende des Gießvorgangs zum Zeitpunkt t_E einen Kippwinkel α' hat, der mit dem Kippwinkel im Zeitpunkt t_E identisch ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung des Schmelzriegels (1) vom Kippwinkel $\alpha = 0^\circ$ bis zum Pour-Lip-Winkel α_{PL} bzw. α'_{PL} manuell erfolgt.
3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung des Schmelzriegels (1) vom Kippwinkel $\alpha = 0^\circ$ bis zum Pour-Lip-Winkel α_{PL} bzw. α'_{PL} automatisch erfolgt.
4. Anordnung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß $\alpha = f(t)$ und $\alpha' = f(t)$ lineare oder nichtlineare Funktionen sind.
5. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturschaltung analog oder digital aufgebaut ist.
6. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in dem Speicher (89) gespeicherte Gießkurve nach dem Teach-In-Verfahren ge-

wonnen ist.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß von Hand aus einer Startposition von $\alpha = 0^\circ$ oder $\alpha = \alpha_{PL}$ ein Abguß durchgeführt und die durchfahrenen Winkelpositionen auf einem festen Zeiraster digitalisiert und in einem Digitalspeicher abgelegt werden.

8. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturschaltung einen regelbaren Verstärker (22) aufweist, dem sowohl eine der Endposition des Schmelzriegels (1) zum Zeitpunkt t_E entsprechende elektrische Größe (-10 V) als auch eine dem fortlaufenden Sollwert der Kurve $\alpha = f(t)$ entsprechende elektrische Größe (W) zugeführt ist, daß der Ausgang dieses Verstärkers (22) auf einen Widerstand (37) mit Korrekturabgriff geschaltet ist, ferner, daß das Ausgangssignal des Verstärkers (22) auf den Eingang eines Inverters (33) gegeben ist und der Ausgang dieses Inverters ebenfalls an dem Widerstand (37) liegt, dessen Abgriff das Korrektursignal K darstellt.

9. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwert K automatisch erzeugt wird, indem die vor Gießbeginn bestehende Tiegelposition gespeichert wird und aus der Differenz zum exakten 30° -Wert und der jeweiligen Tiegelposition durch eine Rechenschaltung (601 bis 607) die Korrekturgröße K ermittelt wird.

10. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß manuell betätigbare Sollwertgeber vorgesehen sind, wobei bei Betätigung des ersten Sollwertgebers (94) der Schmelzriegel (1) in eine Position $\alpha = -15^\circ$ geführt wird, während er bei Betätigung des zweiten Sollwertgebers (93) in die Position $\alpha = 0^\circ$, bei Betätigung des dritten Sollwertgebers (91) in die Position $\alpha = 90^\circ$ und bei Betätigung des vierten Sollwertgebers (92) in die Position $\alpha = 30^\circ$ geführt wird.

11. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Betriebsartenwahlschalter vorgesehen ist, der eine Einstellung auf manuell

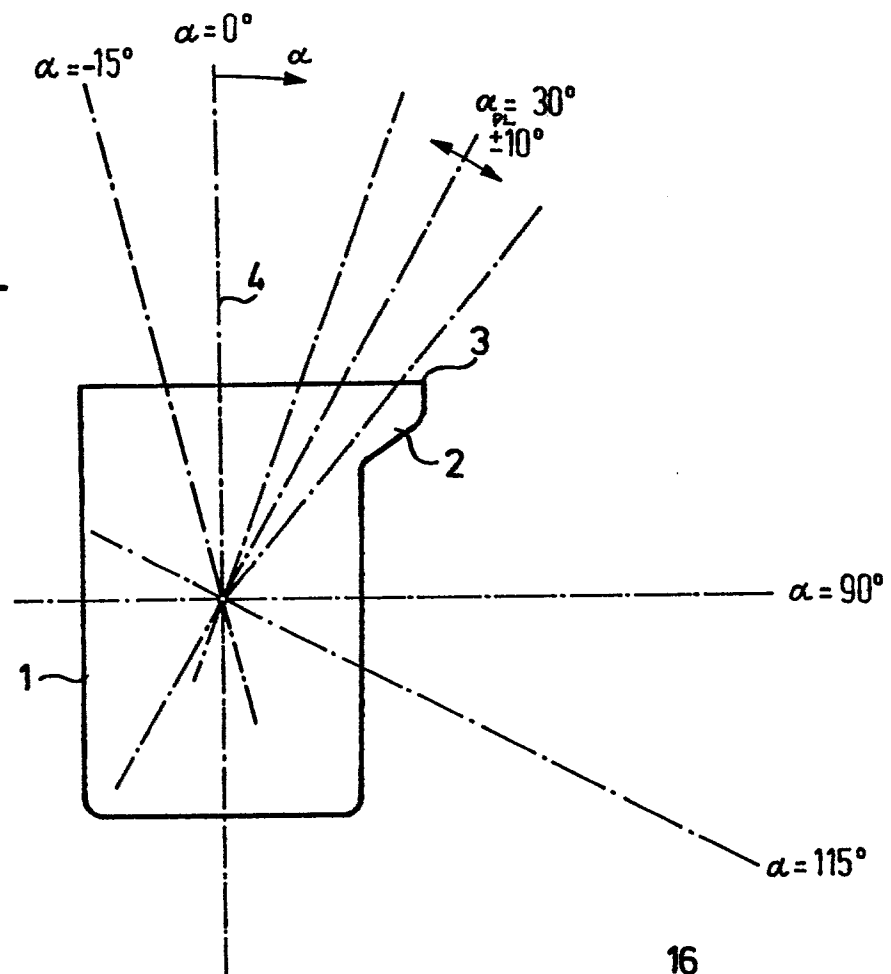
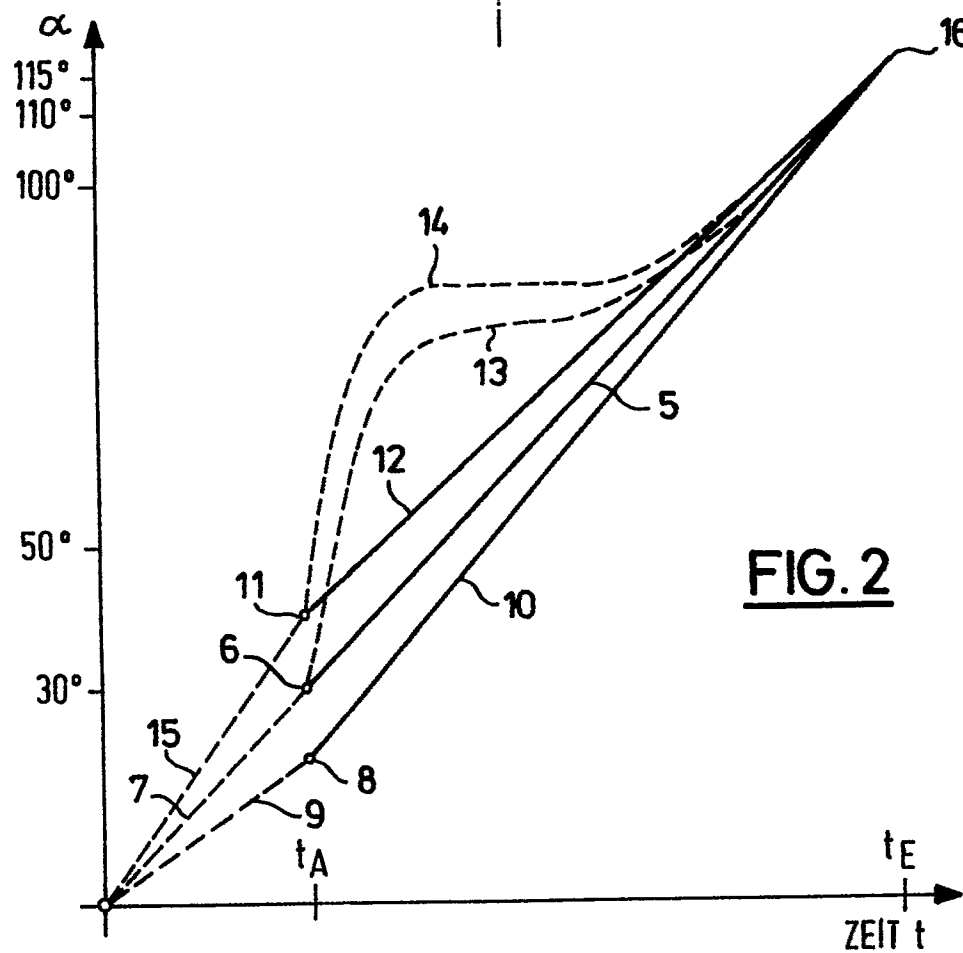
gesteuertes Kippen und korrigiert-programmgesteuertes Kippen des Schmelztiegels (1) gestattet.

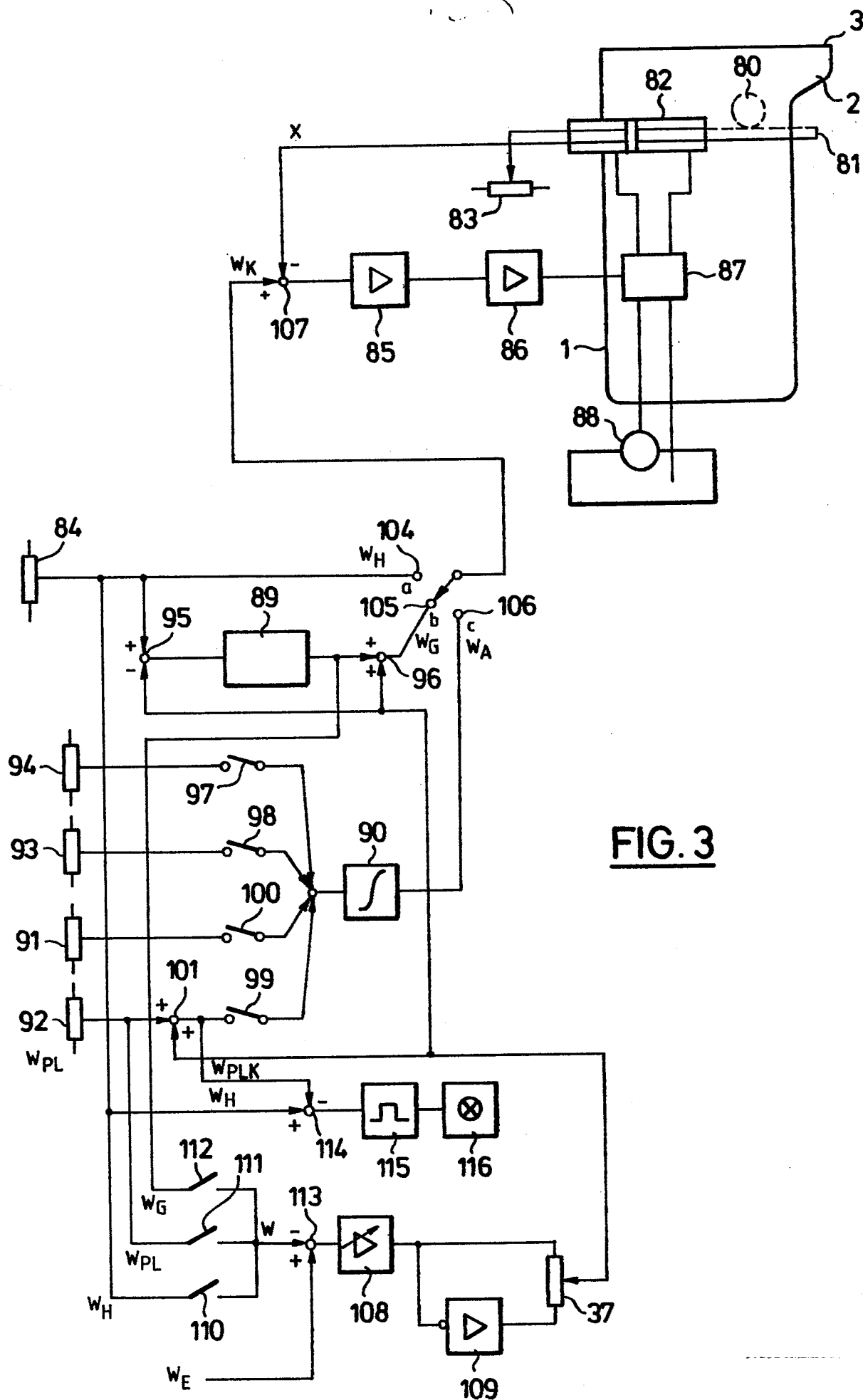
05 12. Anordnung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Positions-Istwertgeber (83) vorgesehen ist, der einen Positions-Istwert (X) abgibt, welcher von einem Positions-Sollwert (W) subtrahiert und einem PID-Regler (85) zugeführt wird, der ein Hydraulik-Ventil (87) steuert, das die Hydraulikversorgung eines Stellzylinders (82) beeinflusst, der mit einer Zahnstange (81) verbunden ist, die über ein Zahnrad (80) den Schmelztiegel (1) kippt.
10

13. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Positions-Sollwert (W) ein Hand-Sollwert (W_H), ein Gieß-Sollwert (W_G) oder ein Automatic-Sollwert (W_A) je nach Betriebsart ist.
15

14. Anordnung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Speicher für mehrere verschiedene Winkel α'_{PL} , bei denen das Schmelzgut die Gießlippe des Schmelztiegels (1) berührt, eine besondere ideale Gießkurve abgelegt ist.
20

15. Anordnung nach einem oder nach mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sensor vorgesehen ist, der den jeweiligen Winkel α'_{PL} , bei dem das Schmelzgut die Gießlippe berührt, automatisch erfaßt und einer zugeordneten Steuereinheit zuführt.

FIG. 1WINKEL-
POSITION



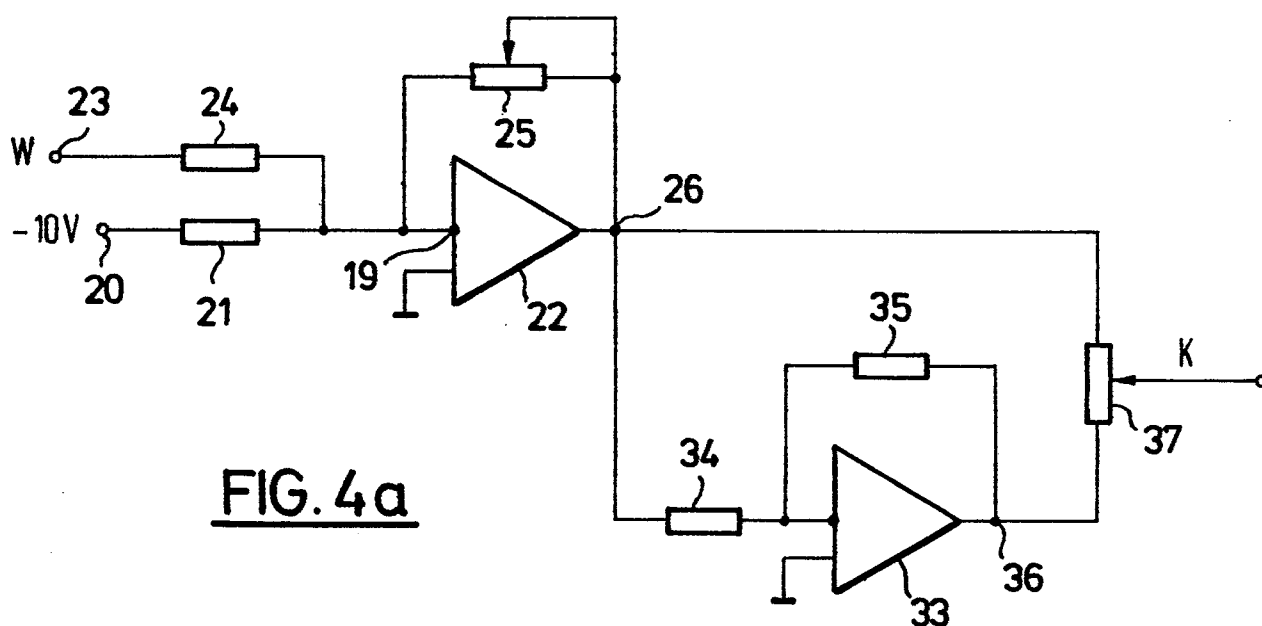


FIG. 4a

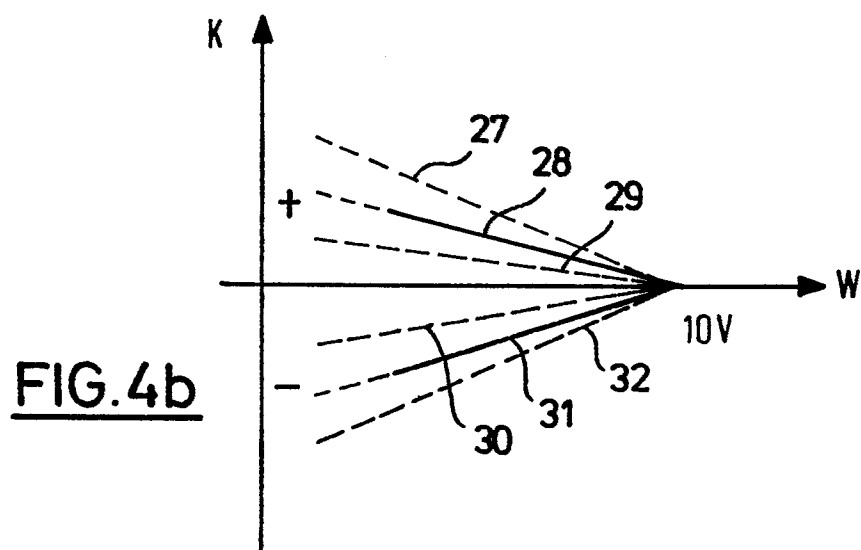


FIG. 4b

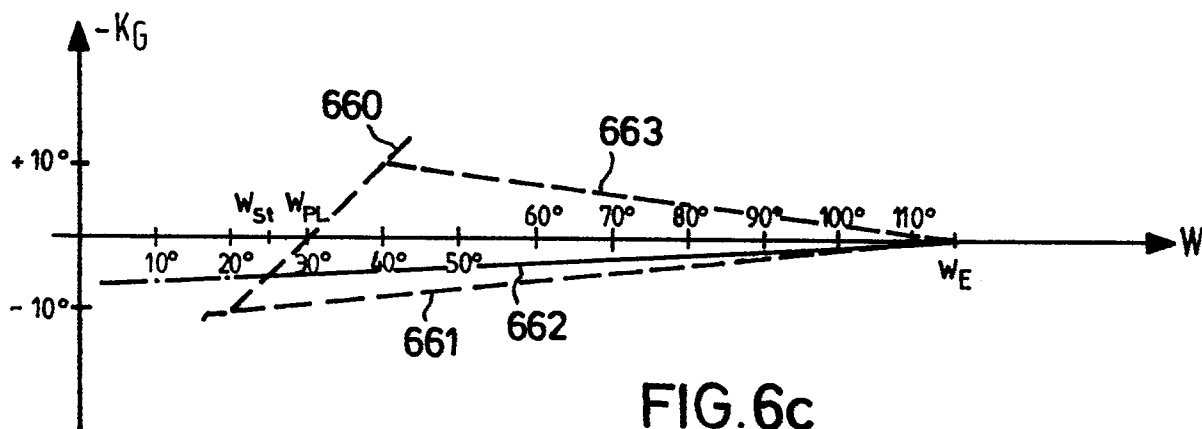


FIG. 6c

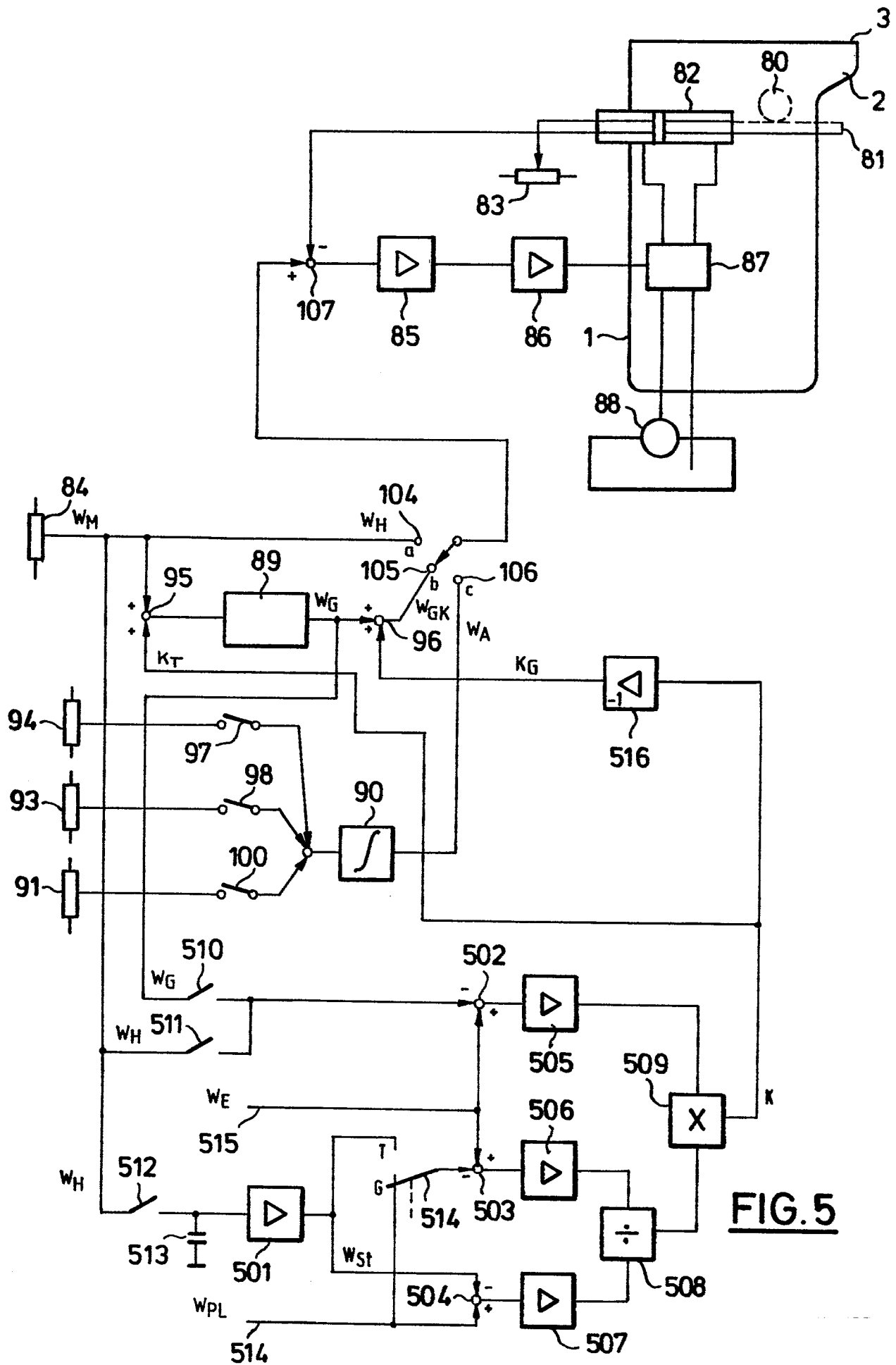


FIG. 5

FIG. 6a

FIG. 6b