

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 907 442 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.05.2001 Patentblatt 2001/22

(51) Int Cl.7: **B22D 11/16**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE97/00732

(21) Anmeldenummer: **97922831.9**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 97/36706 (09.10.1997 Gazette 1997/43)

(22) Anmeldetag: **02.04.1997**

(54) **VERFAHREN ZUR OPTIMIERUNG DER STRANGOBERFLÄCHENQUALITÄT**

PROCESS FOR OPTIMISING SURFACE QUALITY OF CONTINUOUS CASTINGS

PROCEDE POUR OPTIMISER LA QUALITE DE SURFACE DE PIECES MOULEES PAR COULEE CONTINUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE ES FI FR GB IT NL

- **FRANZEN, Hans, Uwe**
D-47269 Duisburg (DE)
- **DEPPE, Gerd-Joachim**
D-47809 Krefeld (DE)

(30) Priorität: **02.04.1996 DE 19614760**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.04.1999 Patentblatt 1999/15

(74) Vertreter: **Presting, Hans-Joachim, Dipl.-Ing. et al**
Meissner & Meissner
Patentanwaltbüro
Hohenzollerndamm 89
14199 Berlin (DE)

(73) Patentinhaber: **SMS Demag AG**
40237 Düsseldorf (DE)

- (72) Erfinder:
- **PLESCHIUTSCHNIGG, Fritz-Peter**
D-47269 Duisburg (DE)
 - **PARSCHAT, Lothar**
D-40885 Ratingen (DE)
 - **THURM, Hans, Günter**
D-47269 Duisburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
AT-A- 367 328 **DE-A- 2 743 579**
DE-A- 3 806 583 **DE-A- 19 515 316**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 216 (M-502), 29.Juli 1986 & JP 61 052973 A (NIPPON KOKAN KK), 15.März 1986,**

EP 0 907 442 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren an einer Gießanlage zur Erzeugung von Strängen, insbesondere von Stahlsträngen.

[0002] Beim Gießen von Stahlsträngen in kontinuierlichen Gießanlagen wird der Strang im allgemeinen mit einer konstanten Abzugsgeschwindigkeit ausgefördert. Das Niveau des Gießspiegels in der Kokille wird durch Regelung des Zulaufes der Schmelze aus dem Verteiler konstant gehalten. Einige Gießanlagen, insbesondere Knüppel- oder Bloomanlagen, gießen mit konstantem Zulauf der Schmelze aus dem Verteiler und regeln das Niveau in der Kokille durch Veränderung der Strangabzugsgeschwindigkeit. Diese beiden Maßnahmen sind dem Fachmann derart geläufig, daß es eines besonderen Literaturnachweises nicht bedarf.

[0003] In beiden vorgenannten Fällen, im ersten etwas einfacher als im zweiten, werden zur Feststellung von Anomalien im Umfeld der Kokille Versuche zur Messung der Reibungsverhältnisse zwischen Strang und Kokille gemacht. Diese Messungen sind so aufgebaut, daß die für die Kokillenbewegung erforderliche Kraft während des Gießens gemessen und den im Leerlauf auftretenden Kräften gegenübergestellt wird. Dabei werden bisher sowohl mechanisch als auch hydraulisch angetriebene Kokillen-Oszillationsantriebe verwendet und untersucht. Für einen mechanischen Kokillenantrieb sind derartige Systeme aus "Concast Standard News", Volume 30, 1/1991, Seite 4 bis 5, bekannt.

[0004] Ein geeignetes hydraulisches Kokillenantriebssystem ist aus der DE 35 43 790 C2 bekannt.

[0005] Hinsichtlich der Ausbildung und Qualität der Strangoberfläche ist es bekannt (s. zum Beispiel "Stahl u. Eisen" 108 (1988) Nr. 3, Seiten 1125 bis 1127), daß bei oszillierenden Stranggießkokillen dem zur Anwendung gelangenden Gießpulver zur Bildung eines Schmierfilms zwischen Kokillenwand und Strangschale eine große Bedeutung zukommt. Man hat daher auch versucht (Stahl u. Eisen 107 (1987) Nr. 14, 15, Seite 673 bis 677) Aufschluß über das Verhalten des Stranges in der Kokille durch Messung der Ausziehungskraft beim Anfahrvorgang zu erhalten. Hierzu wurde eine entsprechend ausgebildete Kraftmeßeinrichtung in den Kaltstrang eingebaut. Dieses Verfahren eignet sich natürlich nur für eine Überprüfung während des Anfahrvorganges. Während der eigentlichen Betriebsphase ist die Anwendung dieser Meßmethode nicht möglich.

[0006] Da für die Ausbildung der Strangoberfläche neben der Art der Schmierung zwischen Kokille und Strangschale auch Veränderungen innerhalb der Kokille, z. B. hervorgerufen durch Oszillationsparameter (Hubhöhe, Hubfrequenz, Kurvenform) sowie die Stahlgüte selbst, die Strangabzugsgeschwindigkeit, die Kühlbedingungen sowie die Stahltemperatur und auch die Art der Strangführung, insbesondere beim Gießwalzen von Bedeutung sind, lassen sich allein aus einem Vergleich der Kokillenoszillationsverläufe im Leerbe-

trieb gegenüber dem Gießbetrieb keine unmittelbaren Schlüsse ziehen, die geeignet wären in den Gießbetrieb unmittelbar einzugreifen.

[0007] Bei all diesen Betrachtungen wird die Stranggeschwindigkeit in der Kokille als gleichförmige Geschwindigkeit angenommen, wahrscheinlich aufgrund der Tatsache, daß auch der Strangabzug mittels gleichförmig umlaufender Walzen bewerkstelligt wird. Die tatsächliche Stranggeschwindigkeit wird jedoch durch die Reibungsverhältnisse in der Kokille wesentlich beeinflusst. Dies ist an einer, zeitweise mit bloßem Auge zu sehenden Auf- und Abbewegung des Stranges erkennbar (s. Stahl u. Eisen (1987), Nr. 14, 15, Seite 673 bis 677. Aus DE 38 06 583 A1 ist es bekannt, den Bewegungsablauf des Stranges in einem Bereich möglichst unmittelbar nach Verlassen der Kokille zu erfassen, wobei die Meßsignale durch eine Diodenzeilenkamera einer Auswerteeinheit oder einer Anzeigeeinheit zugeführt werden. Das aus dieser Schrift bekannte Verfahren dient dazu, Eigenschwingungen des Stranges oder der Anlage zu berücksichtigen und die Fahrweise der gesamten Anlage so einzustellen, daß kritische Bereiche vermieden werden.

[0008] Ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist aus der DE-A-3806583 bekannt. Hierbei wird auch das ermittelte Weg-Zeit-Signal einem Rechner zugeführt und der Sollwert der Stranggeschwindigkeit aus dem Weg-Zeit-Verhalten des Stranges gebildet. Ferner sei noch die DE-A-2743579 erwähnt, aus der es bekannt ist die Gießpulverzusammensetzung zu ändern, und zwar in Abhängigkeit von bestimmten Gießparametern, wie der Kokillenbeschleunigung.

[0009] Die Erfindung verfolgt das Ziel, eine Verbesserung der bekannten Meßmethoden zu finden, die eine unmittelbare Einflußnahme auf steuerbare Betriebsparameter zur Verbesserung der Oberflächenbeschaffenheit erlaubt.

[0010] Die Erfindung erreicht dieses Ziel durch die kennzeichnenden Merkmale der im Hauptanspruch angegebenen Verfahrensschritte. Weiterentwicklungen der erfindungsgemäßen Lösung sind in den Unteransprüchen enthalten.

[0011] Erfindungsgemäß wird der tatsächliche Weg des Stranges und damit der zeitliche Verlauf der Geschwindigkeit mit hoher Genauigkeit gemessen. Die hieraus gewonnene tatsächliche Relativgeschwindigkeit wird dann mit anderen, ebenfalls erfaßten Einflußgrößen verglichen und mit einem geeigneten Korrelationsverfahren, im wesentlichen mit multiplierter Einflußgrößenrechnung, untereinander in Beziehung gebracht. Das Meßverfahren liefert als Urinformation den zeitlichen Verlauf des Strangweges. Durch Differenzbildung mit einem gemittelten Weg wird der zeitliche Verlauf des Relativweges bzw. der Relativgeschwindigkeit zum Nominalweg bzw. zur Nominalgeschwindigkeit gebildet. Aus der Abweichung vom Ist- und Sollwert wird ein Steuersignal zur Änderung der

Gießpulverzusammensetzung im Sinne einer Herabsetzung des Reibungsbeiwertes und/oder der Kokillenoszillation gebildet.

[0012] Durch Verknüpfung mit der Zylinderkraft des Antriebs wird die Reibarbeit bzw. die Reibleistung im Antriebssystem Kokillenhubtisch bestimmt, und Einflußgrößen werden entsprechend den gegebenen Zielgrößen optimiert.

[0013] Durch die One-line-Messung wird unter Verwendung der gefundenen Korrelationsbeziehungen ein geschlossener Regelkreis aufgebaut und Einfluß auf die Zielgröße "Oberflächenkontur" z.B. Gießmarkentiefe und Gießmarkenabstand genommen.

[0014] In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das Signal zur Änderung der Kokillenoszillation einer Steuereinheit des Oszillationsantriebes in der Weise aufgeschaltet, daß der von der Kokille auf den Strang übertragene Bewegungsimpuls möglichst gering ist oder nahe am Wert Null liegt. Als Meßwert wird vorgeschlagen, beim hydraulischen Antrieb den aus dem Differenzdruck im Hydraulikzylinder zwischen Leerlauf und Betriebszustand gebildeten Meßwert zu verwenden. Einer mechanischen Anlage kann dieser Wert durch eine Kraftmeßzelle gewonnen werden.

[0015] Einfluß auf den Reibwert wird im hohen Maße von der Strangschmierung genommen. Erfindungsgemäß soll bei Abweichung des Istwertes vom Sollwert das Gießpulver in der Weise geändert werden, daß der Reibungsbeiwert herabgesetzt wird. Hierzu wird vorgeschlagen, das Mischungsverhältnis verschiedener Gießpulver zueinander zu verändern und ggf. Einfluß auf den Aggregatzustand des Gießpulvers in der Weise zu nehmen, daß es durch Vorwärmung zumindest erweicht und u.U. verflüssigt wird, bevor es der in der Kokille befindenden Schmelze zugeführt wird.

[0016] Ein Beispiel der Erfindung ist in den beigefügten Zeichnung dargelegt. Es zeigt

Fig 1 die prinzipielle Aufschaltung,
 Fig. 2 einen typischen Ausdruck und
 Fig. 3 die Variationen der Wegkurven des Stranges.

[0017] Die Fig. 1 zeigt einen Strang 11, der eine Kokille 12 verlassend von Rollen 14 geführt wird.

[0018] Die Kokille 12 ist mit einer Gießpulverzuführung verbunden, welche über Absperrungen 16 an Gießpulverbehälter 15 angeschlossen ist. Die Gießpulverzuführung 17 ist darüber hinaus durch eine Aufheiz- einrichtung 18 geführt.

[0019] An der Schmalseite des Stranges 11 ist ein Sensor vorgesehen, hier eine Diodenzeilenkamera, die die Diodenzeilen des Stranges erfaßt, wobei die Kamera in ihrer Ausrichtung mit der Gießrichtung übereinstimmt.

[0020] Die Diodenzeilenkamera 21 ist über eine Meßleitung 28 mit der Meßaufnahme 22 für die Strangbewegung bezüglich Strecke 24 und Geschwindigkeit 23 verbunden.

[0021] Die Signale bezüglich der Änderung der Stranggeschwindigkeit und des Strangweges werden einem Rechner 26 und ggf. einem Anzeigegerät 25, ggf. einem Drucker, zugeführt.

[0022] Dem Rechner 26 werden darüber hinaus weitere Parameter 27 aufgeschaltet.

[0023] Auf der Ausgangsseite ist der Rechner 26 über eine Steuerleitung 31 mit einem Steuerbauteil 32 mit Aktuatoren 16 regelmäßig Absperrschieber der Gießpulverbehälter 15 sowie über ein Steuerbauteil 33 mit der Aufheiz- einrichtung 18 für das Gießpulver verbunden.

[0024] Über eine Steuerleitung 34 ist der Rechner 26 auch noch mit einem Steuerbauteil 35 zur Steuerung der Oszillation 13 verknüpft.

[0025] Die Fig. 2 zeigt einen typischen Ausdruck erfaßter Meßsignale. Im oberen Teil ist ein Ausschnitt der mittleren Geschwindigkeit der Kokille aufgezeigt, die im gegebenen Beispiel entsprechend einer Sinuskurve schwingt.

[0026] Darunter ist zum einen die mittlere Stranggeschwindigkeit des Gesamtstranges aufgezeigt und davon überlagert die im Bereich unmittelbar unterhalb der Kokille aufgezeigte Istgeschwindigkeit des Stranges. Deutlich zu erkennen ist das in Abhängigkeit der Reibung und ggf. kurzzeitigen Anklebens der Strangschale an der Innenwandung der Kokille des Stranges in der Nähe der Kokille. Die darunter aufgeführte Sinuskurve zeigt den Istweg der Kokille. Darunter ist der tatsächliche Weg des Stranges in Nähe der Kokille aufgezeigt.

[0027] Sowohl bei der Aufnahme der Stranggeschwindigkeit wie des Strangweges handelt es sich um Meßwerte und nicht um errechnete Werte. Die dargestellte Kurve ist ein Beispiel und zeigt charakteristische Istformen mit auswertbaren Punkten. Aus der Anordnung der Minima, Maxima und der Wendepunkte ist dem Fachmann die Möglichkeit gegeben, Rückschlüsse auf das tatsächliche Verhalten der Strangschale in der Kokille zu ziehen. Zur Beurteilung verwendet er die Position des Stranges zu den - Zeitpunkten T mit den Kurvenformen bei den Punkten A. Die Strecke S ist hierbei die direkte Ableitung der Geschwindigkeit V.

[0028] Die Fig. 3 zeigt Variationen des Strangweges. Zu beachten sind hier die Krümmungsradien der einzelnen Kurven bei den Punkten A sowie ggf. vorhandene Richtungswechsel. Durch Einflußnahme auf die Oszillation der Kokille und das Gießpulver wird Einfluß auf die Ausgestaltung des Istweges des Stranges genommen.

Patentansprüche

1. Verfahren an einer Gießanlage zur Erzeugung von Strängen, insbesondere von Stahlsträngen, bei dem flüssiges Metall in eine Durchlaufkokille eingeführt und im teilerstarrten Zustand aus der Kokille abgezogen wird, der Bewegungsablauf des Stranges in einem Bereich möglichst unmittelbar nach

Verlassen der Kokille erfaßt wird, das Erfassen des Bewegungsablaufs berührungsfrei und verzögerungsfrei durch auf Strahlung ansprechende Sensoren erfolgt und die Sensoren derart ausgelegt und angeordnet sind, daß sie ein auswertbares Meßsignal über das Weg-Zeit-Verhalten des Stranges erzeugen, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte,

a) die Gießspiegeloberfläche wird mit einem eine flüssige Schlacke bildenden Gießpulver zur Erzeugung eines Schmierfilmes zwischen Strangschale und innerer Kokillenwand abgedeckt,

b) ein die Reibung zwischen Strangschale und Kokillenwand charakterisierender Meßwert wird in der Oszillationseinrichtung erfaßt und der als Rechner ausgebildeten Auswerteinheit zugeführt,

c) das das Weg-Zeit-Verhalten des Stranges charakterisierende Meßsignal wird ebenfalls dem Rechner zugeführt,

d) im Rechner werden die Meßwerte bzw. Signale aus dem Weg-Zeit-Verhalten des Stranges und der Reibung des Stranges in der Kokille zu vergleichbaren Größen korreliert und verknüpft und mit einem Sollwert verglichen, wobei

e) der Sollwert als Mittelwert der Stranggeschwindigkeit aus dem Weg-Zeit-Verhalten des Stranges gebildet ist,

f) aus der Abweichung von Ist- und Sollwert wird ein Signal zur Änderung der Gießpulverzusammensetzung im Sinne einer Herabsetzung des Reibungsbeiwertes und/oder der Kokillenoszillation gebildet,

g) wobei das Weg-Zeit-Verhalten des Stranges optisch durch eine seitlich neben dem Strang an seiner Schmalseite angeordnete Diodenzeilenkamera, die in ihrer Ausrichtung mit der Gießrichtung übereinstimmt, erfaßt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal zur Änderung der Kokillenoszillation einer Steuereinheit des Oszillationsantriebes derart aufgeschaltet wird, daß der von der Kokille auf den Strang übertragene Bewegungsimpuls möglichst gering ist oder nahe am Wert Null liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der die Reibung des Stranges in der Kokille charakterisierende Meßwert bei hydraulischem Antrieb der Kokillenoszillationseinrichtung aus dem Differenzdruck im Hydraulikzylinder zwischen Leerlauf und Betriebszustand gebildet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der die Reibung des Stranges in der Kokille charakterisierende Meßwert bei mechanischem Antrieb einer im Oszillationsgestänge angeordneten Kraftmeßzelle entnommen ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Mischungsverhältnis verschiedener Gießpulver zueinander verändert wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 5 oder 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Aggregatzustand des Gießpulvers vor seinem Kontakt mit dem flüssigen Metall in der Kokille verändert wird, z.B. Erweichen oder Verflüssigen durch Zufuhr von Wärmeenergie.

Claims

1. Process in a casting machine for the production of strands, in particular steel strands, in which molten metal is introduced into a continuous-throughput die mould and emerges from the mould in a partially solidified condition, the movement of the strand is detected in an area as immediately as possible after emerging from the mould, the movement sequence is detected without contact and with no delay by sensors that respond to radiation, and the sensors are designed and arranged such that they produce a measurement signal that can be evaluated concerning the displacement-time behaviour of the strand, the said process being characterised by the following process steps,

a. the surface of the cast metal is covered by a casting powder that forms a molten slag to produce a lubricating film between the surface of the strand and the inside wall of the die mould,

b. a measured value that characterises the friction between the strand surface and the mould wall is detected and transmitted to an evaluation unit in the form of a computer,

c. the measurement signal characterising the displacement-time behaviour of the strand is also transmitted to the computer,

d. in the computer the measurement values or signals related to the displacement-time behaviour of the strand and to the strand's friction in the die mould are correlated with comparable magnitudes and associated and compared with a nominal value, such that

e. the said nominal value is formed as an average strand speed value from the displacement-time behaviour of the strand,

f. from the deviation between the actual and

nominal values a signal is generated to change the casting powder composition in the sense of reducing the coefficient of friction and/or the oscillation of the mould,

g. whereby the displacement-time behaviour of the strand is detected optically by a diode line camera positioned adjacent to the strand on its narrow side, the orientation of which matches the casting direction.

2. Process according to Claim 1,
characterised in that

the signal for changing the die mould oscillation is transmitted to a control unit of the oscillation drive such that the movement impulse transferred from the mould to the strand is as small as possible or close to zero.

3. Process according to Claim 1,
characterised in that

in the case of a die mould oscillation mechanism with hydraulic drive, the measurement signal that characterises the friction of the strand in the mould is formed from the pressure difference in the hydraulic cylinder between a blank run and the operating condition.

4. Process according to Claim 1,
characterised in that

in the case of a mechanical drive the measurement signal that characterises the friction of the strand in the mould is taken from a force measurement cell located in the oscillation drive-rod.

5. Process according to Claim 1,
characterised in that

the mixing ratio of various casting powders is changed relative to one another.

6. Process according to Claims 5 or 1,
characterised in that

the state of aggregation of the casting powder is modified before its contact with the molten metal in the mould, for example by softening or melting it by the introduction of heat energy.

Revendications

1. Procédé, relatif à une installation de coulée, pour engendrer des barres, en particulier des barres en acier, dans lequel du métal liquide est introduit dans une coquille continue et est retiré de la coquille dans l'état partiellement solidifié, l'allure du mouvement de la barre étant détectée dans une zone le plus possible directement après avoir quitté la coquille, la détection de l'allure du mouvement est effectuée, sans contact et sans délai, par des capteurs réagis-

sant au rayonnement, et les capteurs sont agencés et dimensionnés de sorte qu'ils engendrent un signal de mesure exploitable sur la courbe trajet-temps de la barre, caractérisé par les étapes de procédé suivantes :

a) la surface du bain de coulée est recouverte par une poudre de coulée formant un laitier liquide pour engendrer un film lubrifiant entre la coque de la barre et la paroi interne de la coquille ;

b) une valeur de mesure caractérisant le frottement entre la coque de la barre et la paroi de la coquille est détectée dans le dispositif d'oscillation et est amenée à l'unité d'exploitation réalisée comme calculateur,

c) le signal de mesure caractérisant la courbe trajet-temps de la barre est amené de même au calculateur,

d) dans le calculateur, les valeurs de mesure ou signaux à partir de la courbe trajet-temps de la barre et du frottement de la barre dans la coquille sont combinées et corrélées en des grandeurs comparables et comparées à une valeur de consigne,

e) la valeur de consigne étant formée comme valeur moyenne de la vitesse de la barre à partir de la courbe trajet-temps de la barre,

f) à partir de l'écart entre la valeur réelle et la valeur de consigne, un signal étant formé pour modifier la composition de la poudre de coulée dans le sens d'une diminution de la valeur de frottement et/ou de l'oscillation de la coquille,

g) la courbe trajet-temps de la barre étant détectée de façon optique par une caméra à lignes de diodes agencée latéralement à côté de la barre sur son côté étroit, caméra dont l'orientation correspond à la direction de coulée.

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que le signal pour modifier l'oscillation de la coquille est amené à une unité de commande du dispositif d'entraînement en oscillation de sorte que l'impulsion de mouvement transmise par la coquille sur la barre est la plus faible possible ou se trouve proche de la valeur zéro.

3. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que la valeur de mesure caractérisant le frottement de la barre dans la coquille, dans le cas d'un entraînement hydraulique du dispositif d'oscillation de la coquille, est formée à partir de la pression différentielle dans le vérin hydraulique entre la marche à vide et l'état de fonctionnement.

4. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que la valeur de mesure caractérisant le frottement de la barre dans la coquille, dans

le cas d'un entraînement mécanique, est prélevée d'une cellule de mesure de force agencée dans la tringlerie d'oscillation.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport de mélangeage de différentes poudres de coulée est modifié. 5
6. Procédé selon les revendications 5 ou 1, caractérisé en ce que l'état d'agrégation de la poudre de coulée avant son contact avec le métal liquide dans la coquille est modifié, par exemple ramollissement ou liquéfaction par amenée d'énergie thermique. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

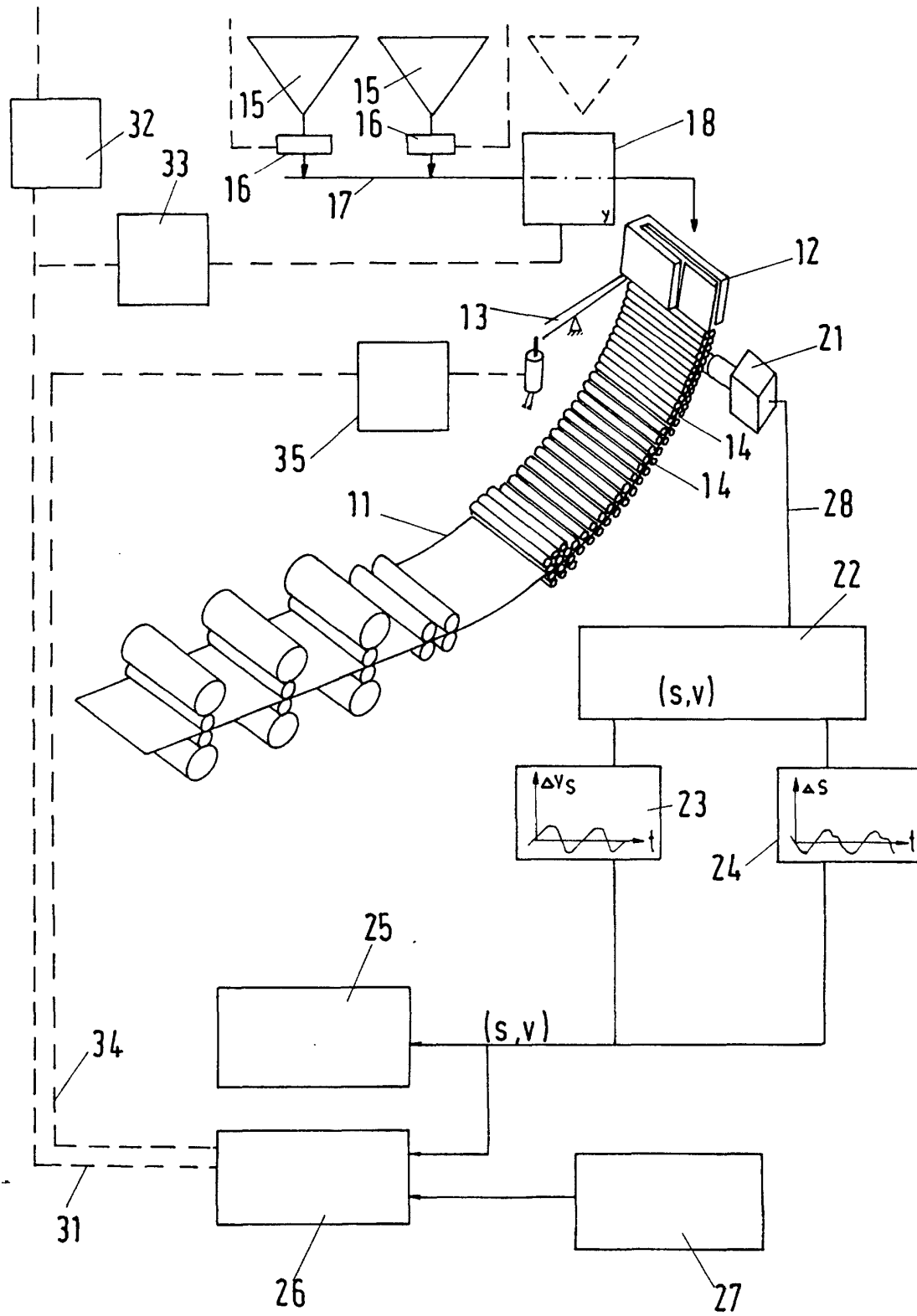


Fig.2

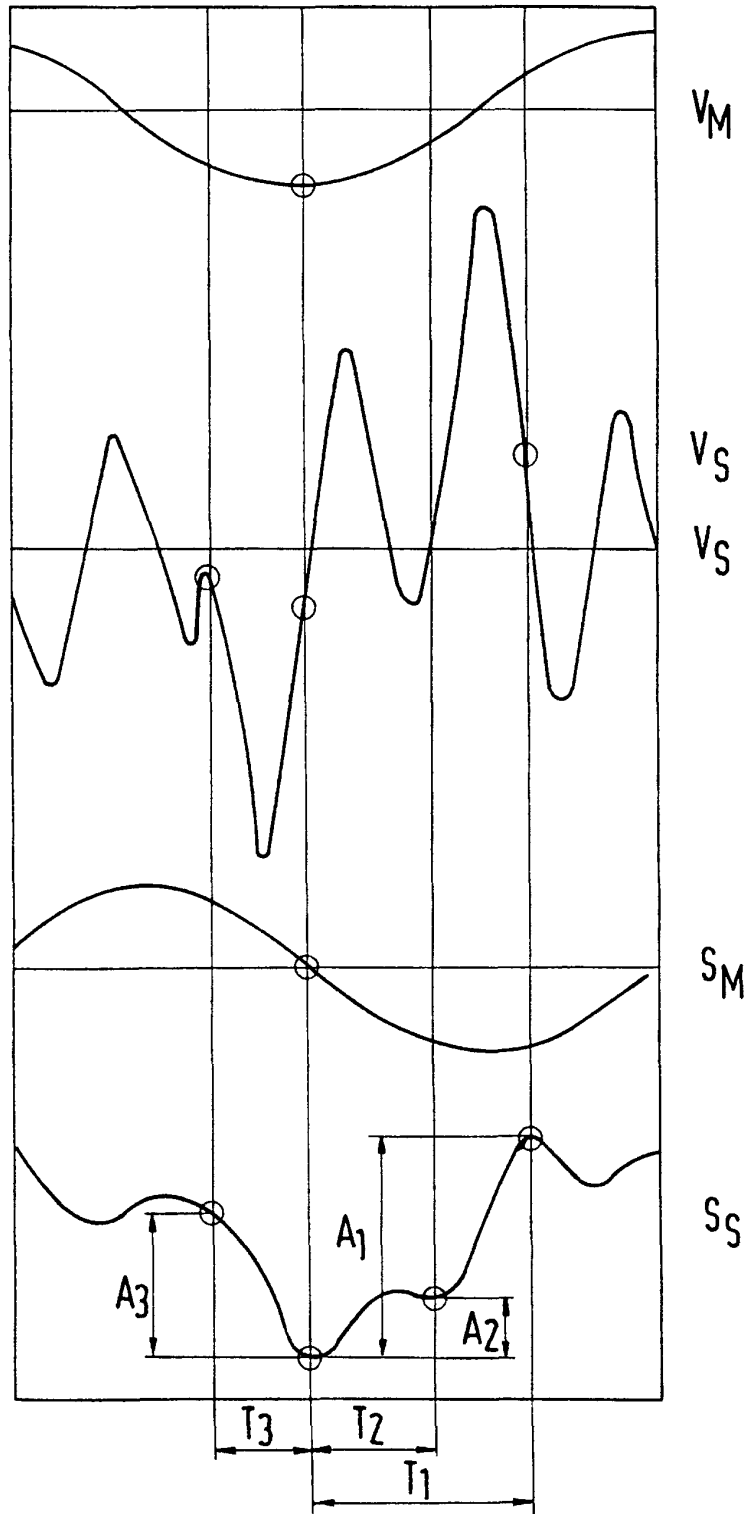


Fig.3

