(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
4. August 2005 (04.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/070575 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B21B 37/00, 37/16

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/000348

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Januar 2005 (14.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 003 514.8 23. Januar 2004 (23.01.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SMS DEMAG AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Eduard-Schloemann-Strasse 4, 40237 Düsseldorf (DE).

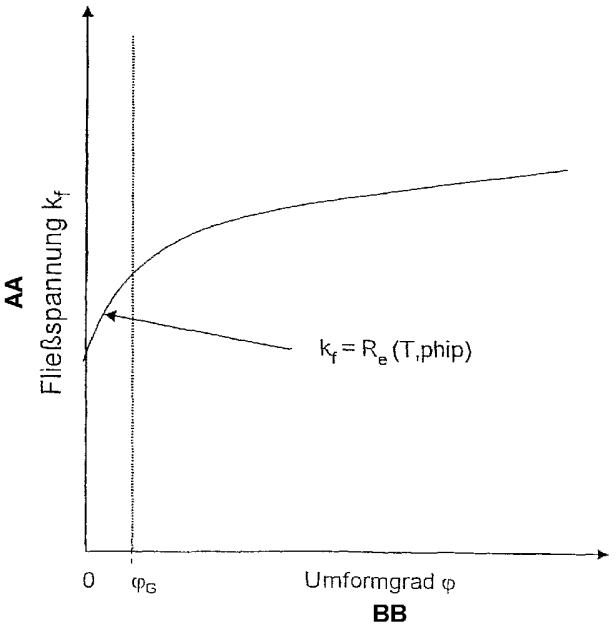
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **LIXFELD, Peter** [DE/DE]; Auf der Hütte 31, 57271 Hilchenbach (DE). **SKODA-DOPP, Ulrich** [DE/DE]; Mainstrasse 55, 47051 Duisburg (DE). **WEHAGE, Harald** [DE/DE]; Harzburger Strasse 31, 38871 Ilsenburg (DE). **GRIMM, Wolfgang** [DE/DE]; Blaue Steinstrasse 18, 38871 Ilsenburg (DE). **BOROWIKOW, Alexander** [DE/DE]; Bernauer Weg 5, 16230 Grüntal (DE). **BLEI, Holger** [DE/DE]; Ella-Kay-Strasse 38, 10405 Berlin (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR INCREASING THE PROCESS STABILITY, PARTICULARLY THE ABSOLUTE THICKNESS PRECISION AND THE INSTALLATION SAFETY DURING THE HOT ROLLING OF STEEL OR NONFERROUS MATERIALS

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM ERHÖHEN DER PROZESSSTABILITÄT, INSBESONDERE DER ABSOLUTEN DICKENGENAUIGKEIT UND DER ANLAGENSICHERHEIT, BEIM WARMWALZEN VON STAHL- DER NE-WERKSTOFFEN



AA ... YIELD STRESS KF
BB ... DEGREE OF DEFORMATION (φ)

(57) Abstract: The invention relates to a method for increasing the process stability, particularly the absolute thickness precision and the installation safety during the hot rolling of steel or nonferrous materials, with small degrees of deformation (*f*) or no reductions while taking the high-temperature limit of elasticity (R_e) into account when calculating the set rolling force (F_W) and the respective setting position (*s*). The process stability can be increased with regard to the precision of the yield stress ($k_{f,R}$) and the set rolling force (F_W) at small degrees of deformation (*f*) or small reductions, during which the high-temperature limit of elasticity (R_e) is determined according to the deformation temperature (*T*) and/or the deformation speed (*phip*) and is integrated into the function of the yield stress (k_f) for determining the set rolling force (F_W) via the relation (2)) $R_e = a + e^{b1 + b2 \cdot T} \cdot phip^C$, in which: R_e represents the high-temperature limit of elasticity; *T* represents the deformation temperature; *phip* represents the deformation speed, and; *a, b, c* represent coefficients.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/070575 A1

(74) **Anwalt: VALENTIN, Ekkehard**; Valentin, Gihske, Grosse, Hammerstrasse 2, 57072 Siegen (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Erhöhen der Prozessstabilität, insbesondere der absoluten Dickengenauigkeit und der Anlagensicherheit, beim Warmwalzen von Stahloder NE-Werkstoffen, mit kleinen Umformgraden (ϕ) oder kleinen Abnahmen unter Berücksichtigung der Warmstreckgrenze *(R_e)* bei der Berechnung der Sollwalzkraft *(Fw)* und der jeweiligen Anstellungsposition (s) kann bezüglich der Genauigkeit der Fließspannung *($k_{f,R}$)* und der Sollwalzkraft *(F_w)* bei kleinen Umformgraden (ϕ) oder kleinen Abnahmen dadurch gesteigert werden, dass die Warmstreckgrenze (R_e) in Abhängigkeit von Umformtemperatur (T) und / oder Umformgeschwindigkeit *(phip)* ermittelt und in die Funktion der Fließspannung *(k_f)* für die Bestimmung der Sollwalzkraft *(F_w)* über die Beziehung *(2)* $R_e = a + e^{b1 + b2 \cdot T} \cdot phip^C$ integriert wird, wobei bedeuten: R_e = Warmstreckgrenze, T = Umform-Temperatur, *phip* = Umform-Geschwindigkeit, a; b; c = Koeffizienten

Verfahren zum Erhöhen der Prozessstabilität, insbesondere der absoluten Dickengenauigkeit und der Anlagensicherheit, beim Warmwalzen von Stahl- oder NE-Werkstoffen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erhöhen der Prozessstabilität, insbesondere der absoluten Dickengenauigkeit und der Anlagensicherheit, beim Warmwalzen von Stahl- oder NE-Werkstoffen mit kleinen Umformgraden oder kleinen Abnahmen unter Berücksichtigung der Warmstreckgrenze bei der Berechnung der Sollwalzkraft und der jeweiligen Anstellungsposition.

In einer Vorveröffentlichung „Kraft- und Arbeitsbedarf bildsamer Formgebungsverfahren" von A. Hensel und T. Spittel, Leipzig 1978, und in einer weiteren Vorveröffentlichung „Rationeller Energieeinsatz bei Umformprozessen" von T. Spittel und A. Hensel, Leipzig 1981, werden verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Sollwalzkraft beim Warmwalzen als Produkt aus Umformwiderstand und gedrückter Fläche beschrieben. Der Umformwiderstand selbst wird als Produkt aus der Fließspannung und einem Faktor zur Berücksichtigung der Walzspaltgeometrie und / oder von Reibungsverhältnissen bestimmt. Die am häufigsten verwendete Methode zur Ermittlung der Fließspannung ist deren Bestimmung über einen Ansatz mit Einflussfaktoren zur Berücksichtigung von Umform-Temperatur, Umformgrad und Umformgeschwindigkeit, die multiplikativ miteinander verbunden werden, bspw. in folgender Form:

$$(1)\quad k_f = k_{f0} \cdot A_1 \cdot e^{m1 \cdot T} \cdot A_2 \cdot phi^{m2} \cdot A_3 \cdot phip^{m3}$$

worin bedeuten:

k_f	= Fließspannung
k_{f0}	= Grundwert der Fließspannung
T	= Umformtemperatur
φ	= Umformgrad

BESTÄTIGUNGSKOPIE

phip = Umform-Geschwindigkeit

A_i, m_i = thermodynamische Koeffizienten.

Für unterschiedliche Materialgruppen wurden die thermodynamischen Koeffizienten ermittelt; die Unterscheidung der Materialien innerhalb einer Gruppe erfolgt über die jeweiligen k_{f0} -Grundwerte.

In dem weiteren Aufsatz „Modellierung des Einflusses der chemischen Zusammensetzung und der Umformbedingungen auf die Fließspannung von Stählen bei der Warmumformung" von M. Spittel und T. Spittel, Freiberg 1996, wird zusätzlich vorgeschlagen, den Grundwert der Fließspannung eines Materials in Abhängigkeit von dessen chemischer Analyse zu ermitteln und die übrigen Parameter zur Berücksichtigung der Temperatur, des Umformgrades und der Umformgeschwindigkeit entsprechend der Materialgruppe zu nutzen. Grundsätzlich jedoch bleibt der multiplikative Charakter des Ansatzes gemäß Gleichung (1) bestehen.

Der Nachteil des multiplikativen Ansatzes zur Ermittlung der Fließspannung besteht darin, dass die Funktion mit kleiner werdenden Umformgraden $\varphi < 0{,}04$ oder Abnahmen gegen eine Fließspannung von Null MPa strebt, d.h. die Funktion hat einen Nulldurchgang (in Fig. 1 zum Stand der Technik gezeigt). Diese Theorie widerspricht jedoch den tatsächlichen Gegebenheiten. Als Folge werden bei kleinen Abnahmen zu geringe Fließspannungswerte und somit zu geringe Sollwalzkräfte bestimmt. Die Setzung des Sollwalzspaltes durch die Dickenregelung ist walzkraftabhängig und somit fehlerbehaftet. Die warmgewalzten Produkte weisen eine größere Istdicke im Vergleich zur gewünschten Zieldicke auf.

Die fehlerbehaftete Sollwalzkraft-Berechnung bei kleinen Umformgraden bzw. Abnahmen stellt eine permanente Anlagengefährdung beim Walzen mit hohen Walzkräften und / oder Walzmomenten nahe den maximal zulässigen Anlagen-

parametern dar, wie sie bspw. beim Walzen mit abgesenkten Temperaturen oder aber auch bei hohen Temperaturen und Walzgutbreiten nahe der anlagentechnisch maximal möglichen Breite auftreten.

Die fehlerbehaftete Sollwalzkraft-Berechnung beeinträchtigt auch die Prozessstabilität insgesamt negativ, da nachgeschaltete Automations-Modelle und –regelungen wie bspw. Profil- und Planheitsmodelle bzw. –regelungen ihre Sollwerte mit Hilfe der Sollwalzkraft ermitteln.

Aus der WO 93 / 11 886 A1 ist ein Walzplan-Berechnungsverfahren zur Einstellung von Sollwalzkraft und Sollwalzspalt eines Walzgerüstes bekannt, das gerüstspezifische und / oder materialspezifische Walzkraft-Anpassungsglieder nutzt. Nachteilig sind gerüstspezifische Anpassungen bei der Sollwalzkraft-Berechnung für die Übertragbarkeit auf andere Anlagen.

Aus der WO 99 / 02 282 A1 geht ein bekanntes Verfahren hervor zur Steuerung bzw. Voreinstellung des Walzgerüstes in Abhängigkeit zumindest einer der Größen Walzkraft, Walzmoment und Voreilung, bei dem die Modellierung der Einflüsse mittels einer auf neuronalen Netzen basierenden Informationsverarbeitung oder mittels eines invertierten Walzmodells über Rückrechnung der Materialhärte im Stich mit Hilfe eines Regressionsmodells erfolgt. Solche Fehler, wie sie bei der Sollwalzkraft-Berechnung nach dem multiplikativen Ansatz im Bereich kleiner Umformgrade oder Abnahmen entstehen, können vermieden werden. Nachteilig ist jedoch, dass zum Trainieren eines neuronalen Netzes bzw. für ein invertiertes Walzmodell erst Walzergebnisse vorliegen müssen. Eine Anwendung des vorgeschlagenen Verfahrens auf noch nicht gewalzte Materialien oder auf Anlagen mit anderen Parametern ist somit nicht ohne weiteres gewährleistet.

Dem geschilderten Stand der Technik ist gemeinsam, dass die Wirkung kleiner Umformgrade oder kleiner Abnahmen auf die Fließspannung beim Warmwalzen von Stahl und NE-Werkstoffen im Rahmen der bekannten Verfahren zur Soll-

walzkraft-Berech-nung und zur Dickenregelung nicht korrekt oder nur unzureichend berücksichtigt wird oder die Übertragbarkeit auf andere Anlagen eingeschränkt ist und somit Risiken für die Prozessstabilität, insbesondere der absoluten Dickengenauigkeit und der Anlagensicherheit bestehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erhöhung der Prozessstabilität, insbesondere der absoluten Dickengenauigkeit und der Anlagensicherheit beim Warmwalzen von Stahl- und NE-Werkstoffen zu schaffen, bei dem die Genauigkeit der Fließspannung und der Sollwalzkraft bei kleinen Umformgraden oder kleinen Abnahmen gesteigert werden kann.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Warmstreckgrenze in Abhängigkeit von Umformtemperatur und / oder Umformgeschwindigkeit ermittelt und in die Funktion der Fließspannung für die Bestimmung der Sollwalzkraft über die Beziehung

$$(2)\ R_e = a + e^{b1 + b2 \cdot T} \cdot phip^{c}$$

integriert wird, wobei bedeuten:

R_e	=	Warmstreckgrenze
T	=	Umform-Temperatur
$phip$	=	Umform-Geschwindigkeit
$a; b; c$	=	Koeffizienten

Der Vorteil bei der Nutzung eines neuen Ansatzes zur Berechnung der Fließspannung liegt darin, die Warmstreckgrenzen für die zu walzenden Materialien aus Messdaten von Walzungen mit Umformgraden kleiner als einem materialspezifischen Grenzumformgrad zu ermitteln, indem die Fließspannungen der betreffenden Stiche in Abhängigkeit von Umformtemperatur und Umformgeschwindigkeit aus gemessenen Walzkräften rückgerechnet und einer Warmstreckgrenze gleichgesetzt werden, wenn sie den aus Warmzugversuchen gemessenen Warmstreckgrenzen gleichen. Die gefundene Abhängigkeit der

Warmstreckgrenze von Umformtemperatur und Umformgeschwindigkeit stellt den Startpunkt der approximierten Warmfließkurve dar.

Nach der weiteren Erfindung wird vorgeschlagen, dass ein multiplikativer Fließkurvenansatz um die Warmstreckgrenze in Abhängigkeit von Umformtemperatur und Umformgeschwindigkeit gemäß der Formel

$$(3)\quad k_{f,R} = a + e^{b1 \cdot b2 \cdot T} \cdot phip^{c} + k_{f0} \cdot A_1 \cdot e^{m1 \cdot T} \cdot A_2 \cdot \varphi^{m2} \cdot A_3 \cdot phip^{m3}$$

bestimmt wird.

Aufgrund der erfindungsgemäßen Berücksichtigung der Warmstreckgrenze in Abhängigkeit von Umformtemperatur und Umformgeschwindigkeit erzielt das Verfahren selbst zu kleinsten Umformgraden hin korrekte Werte. Startwert ist die jeweilige Warmstreckgrenze des zu walzenden Materials in Abhängigkeit von Umformtempe-ratur und Umformgeschwindigkeit.

Nach der weiteren Erfindung wird vorgeschlagen, dass die Fließspannung in die herkömmliche Walzkraftgleichung zur Ermittlung der Sollwalzkraft für die Dickenregelung und auch für Rechen-Modelle und Regelungsverfahren gemäß folgender Gleichung

$$(4)\quad F_w = Q_p \cdot k_{f;R} \cdot B \cdot (R_w \cdot (h_o - h_1))^{1/2}$$

bestimmt wird, wobei bedeuten:

F_w	=	Sollwalzkraft
Q_p	=	Funktion zur Berücksichtigung von Walzspaltgeometrie und Reibungsverhältnissen
$k_{f;R}$	=	Fließspannung, unter Berücksichtigung der Streckgrenze
B	=	Walzgutbreite

R_w = Walzenradius
h_0 = Dicke vor dem Stich
h_1 = Dicke nach dem Stich

In Ausgestaltung der Erfindung ist ferner vorgesehen, dass aufgrund der Sollwalzkraft ein Materialmodul unter Berücksichtigung der Warmstreckgrenze in Abhängigkeit der Umformtemperatur und Umformgeschwindigkeit für Umformgrade kleiner einem materialspezifischen Grenzumformgrad berechnet wird, gemäß der Formel

$$(5) \quad C_M = (F_W - F_m) / dh_1$$

worin bedeuten:

C_M = Materialmodul
F_W = Sollwalzkraft
F_m = gemessene Walzkraft
dh_1 = Änderung der Auslaufdicke

Die Erfindung ist sodann dahingehend ausgestaltet, dass die herkömmliche Gaugemeter-Gleichung in eine Form

$$(6) \quad ds_{AGC} = (1 + C_M / C_G)\, dh_1 = (1 + C_M / C_G) \cdot ((F_W - F_m) / C_G + s - s_{soll})$$

erweitert wird, wobei bedeuten:

ds_{AGC} = Änderung der Walzspalteinstellung
C_M = Materialmodul
C_G = Walzgerüstmodul
dh_1 = Änderung der Auslaufdicke
F_W = Sollwalzkraft
F_m = gemessene Walzkraft

s	=	Anstellung des Walzspaltes
s_{soll}	=	Sollanstellung des Walzspaltes

Dadurch wird nun auch das Materialfließverhalten bei kleinen Umformgraden oder Abnahmen richtig abgebildet.

Auf der Grundlage der Gaugemetergleichung und berechneter Sollwalzkraft wird die Anstellposition der elektromechanischen und / oder der hydraulischen Anstellung zur Gewährleistung der Auslaufdicke des Walzgutes ermittelt.

In der Zeichnung sind Diagramme für die Fließspannung in Abhängigkeit des Umformgrades nach dem Stand der Technik und gemäß der Erfindung gezeigt und werden nachstehend näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisch den Verlauf der Fließspannung k_f, über dem Umformgrad φ beim herkömmlichen multiplikativen Ansatz (Stand der Technik) und

Fig. 2 schematisch den Verlauf der Fließspannung $k_{f,R}$ über dem Umformgrad φ gemäß der Erfindung, wobei unterhalb des Grenzumfanggrades φ_G der multiplikative Ansatz um die Warmstreckgrenze additiv erweitert ist.

Der Nachteil des multiplikativen Ansatzes zur Ermittlung der Fließspannung (Fig. 1) besteht darin, dass die Funktion zu kleinen Umformgraden $\varphi < 0{,}04$ oder kleinen Abnahmen hin gegen eine Fließspannung k_f von Null MPa strebt, d.h. die Funktion hat einen Nulldurchgang, wie gezeichnet.

Die erfindungsgemäße Berücksichtigung (Fig. 2) der Warmstreckgrenze R_e in Abhängigkeit von Umformtemperatur *T* und Umformgeschwindigkeit *phip* erzielt das erfindungsgemäße Verfahren selbst zu kleinsten Umformgraden φ hin korrekte Werte. Startwert ist die jeweilige Warmstreckgrenze R_e des zu walzenden Materials in Abhängigkeit von Umformtemperatur *T* und Umformgeschwindigkeit *phip*.

Bezugszeichenliste

A_i	thermodynamische Koeffizienten
a_i b_i, c	Koeffizienten
B	Walzgutbreite
C_G	Gerüstmodul
C_M	Materialmodul
dh_1	Änderung der Auslaufdicke
ds_{AGC}	Änderung der Walzspalteinstellung
F_m	gemessene Walzkraft
F_W	Sollwalzkraft
h_0	Dicke vor dem Stich
h_1	Dicke nach dem Stich
k_f	Fließspannung
k_{f0}	Grundwert der Fließspannung
$k_{f,R}$	Fließspannung, unter Berücksichtigung der Streckgrenze
m_i	thermodynamische Koeffizienten
φ	Umformgrad
φ_G	Grenzumformgrad
phip	Umformgeschwindigkeit
Q_p	Funktion zur Berücksichtigung von Walzspaltgeometrie und Reibungsverhältnissen
R_e	Warmstreckgrenze
R_w	Walzenradius
s	Anstellung des Walzspaltes
s_{soll}	Sollanstellung des Walzspaltes
T	Umformtemperatur

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erhöhen der Prozessstabilität, insbesondere der absoluten Dickengenauigkeit und der Anlagensicherheit, beim Warmwalzen von Stahl- oder NE-Werkstoffen, mit kleinen Umformgraden (φ) oder kleinen Abnahmen unter Berücksichtigung der Warmstreckgrenze (R_e) bei der Berechnung der Sollwalzkraft (F_W) und der jeweiligen Anstellungsposition (s),
dadurch gekennzeichnet,
dass die Warmstreckgrenze (R_e) in Abhängigkeit von Umformtemperatur (T) und / oder Umformgeschwindigkeit ($phip$) ermittelt und in die Funktion der Fließspannung ($k_{f,R}$) für die Bestimmung der Sollwalzkraft (F_W) über die Beziehung

$$(2)\quad R_e = a + e^{b1 + b2 \cdot T} \cdot phip^{c}$$

integriert wird, wobei bedeuten:

R_e	= Warmstreckgrenze
T	= Umformtemperatur
$phip$	= Umformgeschwindigkeit
$a,; b_i; c$	= Koeffizienten

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein multiplikativer Fließkurvenansatz um die Warmstreckgrenze

(R_e) in Abhängigkeit von Umformtemperatur (T) und Umformgeschwindigkeit ($phip$) gemäß der Formel

$$(3)\quad k_{t;R} = a + e^{b1 \cdot b2 \cdot T} \cdot phip^{\,c} + k_{f0} \cdot A_1 \cdot e^{m1 \cdot T} \cdot A_2 \cdot \varphi^{\,m2} \cdot A_3 \cdot phip^{\,m3}$$

bestimmt wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fließspannung ($k_{f;R}$) in die herkömmliche Walzkraftgleichung zur Ermittlung der Sollwalzkraft (F_W) für die Dickenregelung und auch für Rechen-Modelle und Regelungsverfahren gemäß folgender Gleichung

$$(4)\quad F_w = Q_p \cdot k_{f;R} \cdot B \cdot (R_w \cdot (h_o - h_1))^{1/2}$$

bestimmt wird, wobei bedeuten:

F_W	=	Sollwalzkraft
Q_p	=	Funktion zur Berücksichtigung von Walzspaltgeometrie und Reibungsverhältnissen
$k_{f,R}$	=	Fließspannung, unter Berücksichtigung der Streckgrenze
B	=	Walzgutbreite
R_W	=	Walzenradius
h_0	=	Dicke vor dem Stich
h_1	=	Dicke nach dem Stich

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,

dass aufgrund der Sollwalzkraft (F_W) ein Materialmodul (C_M) unter Berücksichtigung der Warmstreckgrenze (R_e) in Abhängigkeit der Umformtemperatur (T) und Umformgeschwindigkeit ($phip$) für Umformgrade kleiner einem materialspezifischen Grenzumformgrad (φG) berechnet wird, gemäß der Formel

$$(5) \quad C_M = (F_W - F_m) / dh_1,$$

worin bedeuten:

C_M = Materialmodul
F_W = Sollwalzkraft
F_m = gemessene Walzkraft
dh_1 = Änderung der Auslaufdicke

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die herkömmliche Gaugemeter-Gleichung in eine Form

$$(6) \quad ds_{AGC} = (1 + C_M / C_G)\, dh_1 = (1 + C_M / C_G) \cdot ((F_W - F_m) / C_G + s - s_{soll})$$

erweitert wird, wobei bedeuten:

ds_{AGC}	=	Änderung der Walzspalteinstellung
C_M	=	Materialmodul
C_G	=	Walzgerüstmodul
dh_1	=	Änderung der Auslaufdicke
F_W	=	Sollwalzkraft
F_m	=	gemessene Walzkraft

s	=	Anstellung des Walzspaltes
s_{soll}	=	Sollanstellung des Walzspaltes

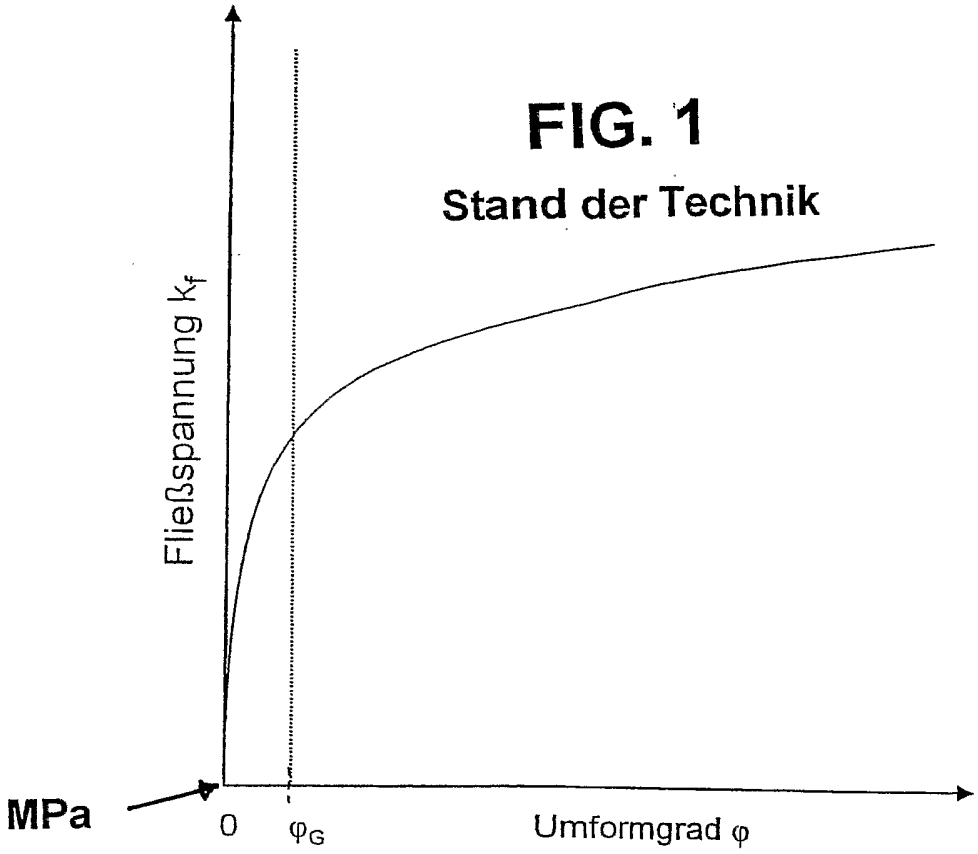


FIG. 1
Stand der Technik

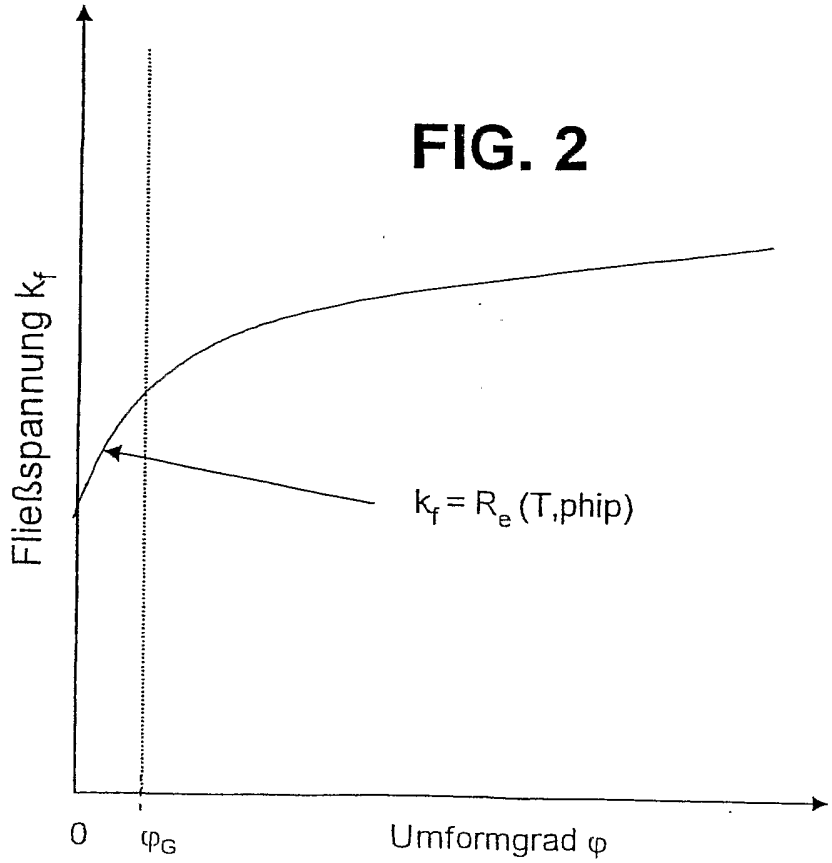


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000348

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B21B37/00 B21B37/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	AUZINGER D ET AL: "NEUE ENTWICKLUNGEN BEI PROZESSMODELLEN FUER WERMBREITBANDSTRASSEN" STAHL UND EISEN, VERLAG STAHLEISEN GMBH. DUSSELDORF, DE, vol. 116, no. 7, 15 July 1996 (1996-07-15), pages 59-65,131, XP000629440 ISSN: 0340-4803 the whole document	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
13 April 2005	22/04/2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Forciniti, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/000348

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B21B37/00 B21B37/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B21B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	AUZINGER D ET AL: "NEUE ENTWICKLUNGEN BEI PROZESSMODELLEN FUER WERMBREITBANDSTRASSEN" STAHL UND EISEN, VERLAG STAHLEISEN GMBH. DUSSELDORF, DE, Bd. 116, Nr. 7, 15. Juli 1996 (1996-07-15), Seiten 59-65,131, XP000629440 ISSN: 0340-4803 das ganze Dokument ----	1-5

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☐ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. April 2005	22/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Forciniti, M