

(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
1. November 2007 (01.11.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/121838 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B22D 11/128 (2006.01)

Wuppertal (DE). **TISCHNER, Christoph** [DE/DE]; An der Schleppe 25, 40880 Ratingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/003023

(74) **Anwalt: KLÜPPEL, Walter**; Hemmerich & Kollegen, Hammerstrasse 2, 57072 Siegen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. April 2007 (04.04.2007)

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 018 757.1 22. April 2006 (22.04.2006) DE

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

(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, LV, MC,

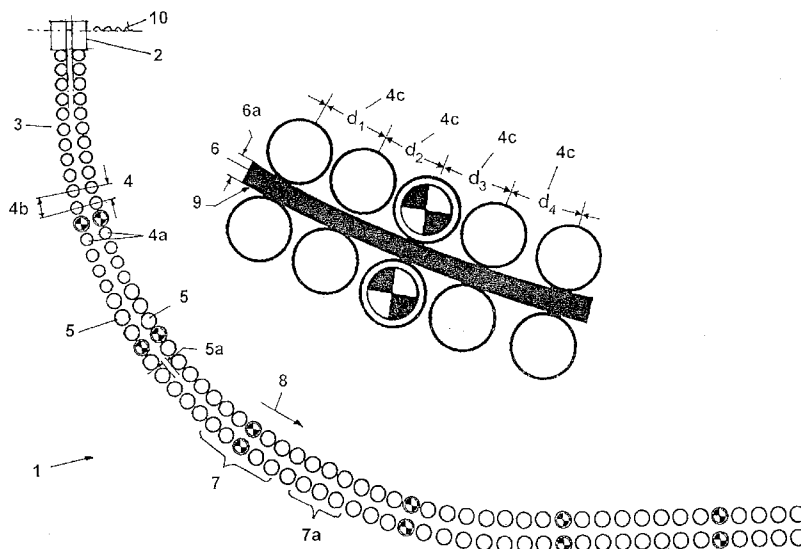
(72) Erfinder; und

(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **STREUBEL, Hans** [DE/DE]; Schlüterstrasse 30, 40699 Erkrath (DE).
WEYER, Axel [DE/DE]; Nachtigallenweg 47, 42349

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** PROCESS AND DEVICE FOR DETERMINING THE DISTANCE BETWEEN THE ROLLERS OF SUPPORT ROLLERS AND THE STRAND GUIDER STRUCTURE OF A CONTINUOUS STRAND CASTING FACILITY

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR DIE BESTIMMUNG DER ROLLENABSTÄNDE VON STÜTZROLLEN UND STRANGFÜHRUNGSGERÜST EINER STRANGGIESSANLAGE



(57) **Abstract:** A process for determining the distance between rollers (4) of support rollers (5) and the corresponding strand guider framework (3) of a continuous strand casting facility (1) for the casting of liquid metals, especially liquid steel materials, is based on the effects of bulging (9) at bath level and suggests that those varying roller distances (4c) that have a total length profile (F) resulting from the individual frequency of each supporting roller (5) be combined, from which an optimal value for a maximum damping of all bulging effects (9) such as, for example, bath level fluctuations (10) is determined, upon which optimal roller distance (4c) is calibrated.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/121838 A1



MT, 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 für die Bestimmung der Rollenabstände (4) von Stützrollen (5) und das zugehörige Strangführungsgerüst (3) einer Stranggießanlage (1) zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, geht von den Wirkungen von Ausbauchungen (9) auf den Badspiegel aus und schlägt vor, dass solche unterschiedlichen Rollenabstände (4c) kombiniert werden, die ein Gesamtstreckenprofil (F) aus Einzelfrequenzen der jeweiligen Stützrolle (5) ergeben, aus dem ein Optimum für eine maximale Dämpfung aller Ausbauchungs-Effekte (9), wie bspw. der Badspiegelschwankungen (10), ermittelt wird, aufgrund dessen optimale Rollenabstände (4c) eingeteilt werden.

VERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR DIE BESTIMMUNG DER ROLLENABSTÄNDE VON STÜTZROLLEN UND STRANGFÜHRUNGSGERÜST EINER STRANGGIESSANLAGE

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für die Bestimmung der Rollenabstände von Stützrollen in einem Strangführungsgerüst einer Stranggießanlage zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, bei dem der in einer stationären, oszillierenden Stranggießkokille gebildete, im Inneren noch flüssige Gießstrang ausgezogen wird und die Ausziehkraft durch paarweise, einzeln angetriebene oder leerlaufende Stützrollen übertragen wird, wobei die jeweilige Maulweite auf die Dicke des weiter erstarrenden Gießstrangs kontinuierlich eingestellt wird, die Abstände der Rollenpaare oder der Rollensegmente in Gießrichtung auf eine instationäre, sich mit veränderbarer Gießgeschwindigkeit bewegendes Ausbauchung eingestellt werden und Badspiegelschwankungen in der Stranggießkokille durch Beeinflussung der hierdurch entstehenden Einzelfrequenz reduziert werden.

15

20

Ein Verfahren für die Bestimmung der Rollenabstände in einem Strangführungsgerüst einer Stranggießanlage ist aus der DE 199 51 262 C1 bekannt. Die gegenüberliegend angeordneten Rollen der jeweiligen Reihen mindestens eines Stützrollensegmentes besitzen solche Abstände, dass sie für eine instationäre, sich mit Gießgeschwindigkeit bewegendes Ausbauchung des Gießstrangs eine Phasenverschiebung Δ gegenüber einer Sinusschwingung mit der Wellenlänge des Rollenabstandes aufweisen. Damit wird der Basisrollenabstand von Δl geändert. Dadurch soll ein Aufschaukeln des Gießspiegels in der stationären Stranggießkokille vermieden werden. Entsprechend dem Rollenplan stellt sich bei einer Stranggießanlage eine definierte Frequenz ein. Diese Frequenz entsteht durch eine Ungleichförmigkeit der Strangschale bei Durchlaufen der Rollenabstände. Die Rollenabstände können bei der Rollenverschiebung sowohl positive als auch negative Werte annehmen. Der Vorschlag versucht daher, Gießspiegelschwankungen, die durch die beschriebenen stranggebundenen Ausbauchungen an vielen Stellen zwischen den Rollen auftreten und hier-

25

30

35

5 bei zu starken Gießspiegelschwankungen führen, durch die eine bestimmte und damit eine gezielte Anzahl von Phasenverschiebungen zu beheben. Darin besteht ein spezieller Weg, den Rollenplan so zu gestalten, dass sich Unregelmäßigkeiten kompensieren.

10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von den an einer Stranggießanlage vorhandenen geometrischen Gestaltungen, der Gießstrangbreite, der Strangdicke und der möglichen Gießgeschwindigkeiten und eventuell weiteren Gießparametern, von den tatsächlich auftretenden Ausbauchungen bei Basisrollenabständen auszugehen und dabei primär die Wirkungen auf den Bad-
15 spiegel als Ausgangspunkt der Überlegungen zu wählen.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass solche unterschiedliche Rollenabstände kombiniert werden, die aufgrund des Basisrollenabstandes und der Gießgeschwindigkeit aus mehreren oder allen Einzelfrequenzen der jeweiligen Stützrolle ein Gesamtstreckenprofil (F) des Strangführungsgerüsts ergeben, aus dem ein Optimum für eine maximale Dämpfung aller
20 Ausbauchungs-Effekte ermittelt wird, aufgrund dessen optimale Rollenabstände eingeteilt werden. Die Vorteile sind eine stärkere Dämpfung der Badspiegelschwankungen und der Ausbauchungen bei unterschiedlichen Gießbedingungen. Dieses Optimum aus geringer Anfangsamplitude, einem kontinuierlichen
25 Abklingverhalten, einer schnellen Dämpfung und einer hohen Gesamtzeitkonstanten bewirkt eine geringe Volumenänderung im Kokillenbadspiegel. Die Störanfälligkeit bzw. das Aufschwingverhalten des Kokillenbadspiegels bei prozessbedingten Parameteränderungen, wie bspw. Änderungen der Gießgeschwindigkeit, der Stahlqualität, Dicken- oder Breitenänderungen, Abkühlungs-
30 änderungen u. dgl. verursachen weniger Ausbauch-Effekte.

Eine Ausgestaltung sieht vor, dass das Optimum der maximalen Dämpfung von Badspiegelschwankungen aus einer Grafik aller Scheitelpunkte der Schwingungen durch eine die Scheitelpunkte weitgehend tangierende Hüllkurve ermittelt
35 wird. Die Messung der Schwingungen des Badspiegels kann bspw. in der

5 Stranggießkokille in Abhängigkeit des Durchlaufs des Gießstrangs zwischen einem Rollenpaar mit optischen Mitteln durchgeführt oder über ein Computerprogramm in Abhängigkeit von Gießparametern berechnet werden.

10 Nach der weiteren Ausgestaltung wird für die Hüllkurve eine logarithmische Kurve ermittelt.

Dabei ist vorgesehen, dass das Gesamtstreckenprofil (F) aus den Einzelfrequenzen nach der Funktion

$$\text{A)} \quad V(t) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i \cdot d_i}{2} \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot v_{\text{gieß}} \cdot t}{d_i} \right) \right)$$

15

berechnet wird, worin bedeuten

20	V	=	Summe der Volumen-Einheiten auf der betrachteten Gießstranglänge
	i	=	Rollenindex, beginnend mit 1 für die 1. Rolle unterhalb der Stranggießkokille, bis zur letzten Rollenposition der Strangführung
	n	=	Anzahl aller Rollen in dem Stützrollengerüst
25	c_i	=	Wertigkeit der Rolle „ i “ (Wirkungsparameter an der n -ten Rollenposition)
	d_i	=	Abstand der Rolle „ i “ zur Unterkante der Stranggießkokille in mm
	$v_{\text{gieß}}$	=	Gießgeschwindigkeit in [mm / sec]
30	t	=	Zeit in [sec]

35 Eine andere Ausgestaltung sieht vor, dass die durch den Scheitelpunkt „1“ und den jeweiligen Scheitelpunkt „ n “ bestimmte logarithmische Hüllkurve gemäß folgender Faktoren ermittelt wird:

$$\text{B)} \quad a_n = \frac{d_n - d_1}{\ln t_n - \ln t_1}$$

und

5

$$c) \quad b_n = d_1 - a_n \cdot \ln t_n$$

worin bedeuten:

10	a_n	=	Dämpfungsfaktor für eine Kurve durch den Scheitelpunkt „n“	[]
	b_n	=	Wende für die Kurve durch den Scheitelpunkt n	[]
	t_1	=	Zeit des ersten Scheitelpunktes	[sec]
	t_n	=	Zeit des n-ten Scheitelpunktes	[sec]
15	d_1	=	Depressionswert des ersten Scheitelwerts	[mm]
	d_n	=	Depressionswert des n-ten Scheitelwertes	[mm]

20 Weiterhin wird vorgeschlagen, dass als geometrisch genaue Kurve, die alle Scheitelpunkte einschließt, die einhüllende Logarithmuskurve gemäß der Funktion „f“ gewählt wird:

$$D) \quad f(t) = a \cdot \ln t + b$$

25

worin bedeuten

	a	=	Dämpfungsfaktor	[]
	b	=	Wendepunkt	[]
30	t	=	Zeit	[sec]

35 Weitere Maßnahmen bestehen darin, dass durch ein gezieltes Kombinieren von unterschiedlichen Stützrollenabständen eine Optimierung gegenüber gleichgroßen Stützrollenabständen in einer weitestgehenden Annäherung eingestellt wird, die aus

$$E) \quad \beta_{opt} \leq 0,9 \cdot \beta_{vorher}$$

40 berechnet werden, worin bedeuten:

	β_{opt}	=	Ausbauch-Index nach der Optimierung	[m / sec]
	β_{vorher}	=	Ausbauch-Index vor der Optimierung	[m / sec]

5 Die Einrichtung zum Stützen und Transportieren eines Gießstrangs in einem Strangführungsgerüst einer Stranggießanlage beim Gießen von flüssigen Metallen,
insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, mit in Strangabzugsrichtung an eine stationäre, oszillierbare Stranggießkokille anschließenden Stützrollenseg-
10 menten bzw. Stützrollengruppen, deren paarweise Stützrollen mit ihrer jeweiligen Maulweite auf die Dicke des erstarrenden Gießstrangs einstellbar sind und die Stützrollenabstände von Rollenpaar zu Rollenpaar auf eine instationäre sich mit Gießgeschwindigkeit bewegende Ausbauchung in dem Sinn abgestimmt sind, dass Badspiegelschwankungen in der Stranggießkokille und dem Strang-
15 führungsgerüst durch Änderung des Basisrollenabstandes reduziert sind.

Ein solches Strangführungsgerüst ist in Gestaltung der Vorrichtung der Erfindung aus Stützrollensegmenten bzw. – gruppen gebildet, deren Rollenpaare mit optimal eingestellten Abständen in Gießrichtung, d.h. mit untereinander un-
20 gleichen Abständen vorgesehen sind, derart, dass mehrere oder alle Einzelfrequenzen der jeweiligen Stützrolle zu einem zusammengefassten Gesamtstreckenprofil des Strangführungsgerüsts ein Optimum für eine maximale Dämpfung aller Ausbauchungs-Effekte ergeben, aufgrund dessen die Rollenabstände optimal eingestellt sind. Die Vorteile sind eine stärkere Dämpfung der Badspiegelschwankungen und der Ausbauchungen bei unterschiedlichen Gießbedin-
25 gungen. Die Volumenänderungen im Badspiegelbereich der Stranggießkokille und damit die Badspiegelschwankungen sind geringer. Die Gestaltung des Rollenteppichs wird auf die Segmentbauweise einer Stranggießanlage bezogen. Der Austausch der Stützrollensegmente kann hierbei berücksichtigt werden. Die
30 Optimierung der Stützrollenabstände in Gießrichtung berücksichtigt auch die geometrischen Parameter der Strangführungselemente, wie bspw. Rollendurchmesser, Rollenabstände, Gitterlängen, Erstarrungswerte (Strangschalendicke, Erstarrungslänge) und eine variable Gießgeschwindigkeit.

5 Eine Ausgestaltung der Vorrichtung besteht noch darin, dass der Basisrollenabstand im Verlauf einzelner Abschnitte des Strangführungsgerüsts auf einen optimal eingestellten Rollenabstand zwischen 5 – 40 mm verkleinert ist.

10 Analog zu der vorstehenden Maßnahme ist noch vorgesehen, dass der Basisrollenabstand im Verlauf einzelner Abschnitte des Strangführungsgerüsts auf einen optimal eingestellten Rollenabstand zwischen 10-50 mm vergrößert ist.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, die nach-
15 stehend näher beschrieben sind.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Bogen-Stranggießanlage mit Stranggießkokille und Strangführungsgerüst,

Fig. 1A einen Ausschnitt aus Fig. 1 in vergrößertem Maßstab,

20 Fig. 2 eine Grafik der Schwingungen, die auf dem Badspiegel der Stranggießkokille auftreten, und

Fig. 3 eine weitere Grafik der Schwingungen, die auf den Badspiegel einwirken, nachdem die Rollenteilung gemäß der Erfindung abgeändert wurde.

25

In einer Stranggießanlage 1 mit einer Stranggießkokille 2 ist ein Strangführungsgerüst 3 zum Abstützen, Transportieren und weiterem Kühlen eines Gießstrangs 6 vorgesehen, wobei die Stützrollenabstände 4 in Gießrichtung 8 durch die Frequenz der Antriebs- und Stützkräfte an den Stützrollen 5 beeinflusst
30 werden. Im Allgemeinen weist unterhalb der Stranggießkokille 2 jedes Rollenpaar 4a einen Basisrollenabstand 4b zur Unterkante der Stranggießkokille 2 auf. Der in der stationären, oszillierten Stranggießkokille 2 gebildete Gießstrang 6 ist im Inneren noch flüssig und die Ausziehungskraft wird auf die Strangschale durch paarweise, einzeln angetriebene oder leerlaufende Stützrollen 5 übertragen,
35 wobei die jeweilige Maulweite 5a auf die Dicke 6a des weiter erstarrenden Gießstrangs 6 kontinuierlich eingestellt wird. Die Rollenpaare 4a bzw. die Stütz-

5 rollen 5 bzw. ganze Rollensegmente 7 oder Stützrollengruppen 7a bewirken in
Gießrichtung 8
instationäre, sich mit veränderbarer Gießgeschwindigkeit bewegende Ausbau-
10 chungen 9, wodurch die schädlichen Badspiegelschwankungen 10 hervorgeru-
fen werden.

10

Es wird aufgrund der Erfindung ein Verfahren für das Bestimmen der Rollenab-
stände 4 der Stützrollen 5, der Rollenpaare 4a bzw. der Stützrollensegmente 7
oder der Stützrollengruppe 7a durch einen optimal eingestellten Rollenabstand
15 4c beschrieben. Dabei werden unterschiedliche Rollenabstände 4c kombiniert,
wobei aus einem Rollenabstand 4 und der Gießgeschwindigkeit mehrere oder
alle Einzelfrequenzen der jeweiligen Stützrolle 5 zu einem Gesamtstreckenprofil
F des Strangführungsgerüsts 3 zusammengefasst werden, aus dem ein Opti-
mum für eine maximale Dämpfung aller Ausbauchungs-Effekte 9 ermittelt wird,
20 aufgrund dessen die Stützrollenabstände 4 in optimale Rollenabstände 4c ein-
gestellt werden. Es ist dabei zu beachten, dass die Dicke und die Breite des
Gießstrangs 6 mit ihrer Veränderung bei unterschiedlichen Gießsträngen 6 in
der Ebene zwar nicht dargestellt sind, jedoch in jedem Einzelfall mit berücksich-
tigt werden müssen:

25

$$\mathbf{A)} \quad V(t) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i \cdot d_i}{2} \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot v_{\text{gie\ss}} \cdot t}{d_i} \right) \right)$$

worin bedeuten

30

35

5	V	=	Summe der Volumen-Einheiten auf der betrachteten Gießstranglänge	
	i	=	Rollenindex, beginnend mit 1 für die 1. Rolle unterhalb der Stranggießkokille, bis zur letzten Rollenposition der Strangführung	
10	n	=	Anzahl aller Rollen in dem Stützrollengerüst	
	c_i	=	Wertigkeit der Rolle „ i “ (Wirkungsparameter an der n -ten Rollenposition)	
	d_i	=	Abstand der Rolle „ i “ zur Unterkante der Stranggießkokille in mm	
15	$V_{gieß}$	=	Gießgeschwindigkeit in	[mm / sec]
	t	=	Zeit in	[sec]

20

Die optimierten Rollenabstände 4c gemäß Fig. 1A (d_1, d_2, d_3, d_4) können in unregelmäßiger Folge vergrößert oder verkleinert und umgekehrt auch verkleinert oder vergrößert sein, wobei durch die Aufeinanderfolge ständig wechselnder Stützrollenabstände die Badspiegelschwankung 10 minimiert oder ganz vermieden werden kann. Die Erfindung ist bspw. für Brammenanlagen im Dickenbereich 150 – 300 mm bei Gießgeschwindigkeit bis 4 m / min, für mittlere Gießstränge im Dickenbereich 100 mm bis 180 mm mit Gießgeschwindigkeit von bis zu 6 m / min und für dünne Gießstränge im Dickenbereich von 40 mm bis 100 mm mit Gießgeschwindigkeiten von 2 bis 12 m / min besonders günstig einzusetzen.

30

Das Optimum der maximalen Dämpfung der Badspiegelschwankungen 10 kann aus einer Grafik 11 aller Scheitelpunkte 12, die durch kleine Kreuze 12a in Fig. 2 sichtbar sind, entnommen werden. Dabei wird die durch den in Gleichung A) beschriebenen mathematischen Zusammenhang ermittelte Hüllkurve 13a aus der Vielzahl der Scheitelpunkte 12 gebildet. Die Scheitelpunkte 12 sind in ihrem absoluten Betrag dargestellt, so dass sich die zugehörigen negativen Scheitelpunkte im positiven Teil des x-y-Koordinatensystems wieder finden. Aus Fig. 2 ist somit die Hüllkurve 13a vor der Optimierung der Stützrollenabstände 4 in Gießrichtung 8 zu ersehen.

40

- 5 In Fig. 3 stellt die Grafik 11 aus Fig. 2 in veränderter Form dar: Neben der Hüllkurve 13a vor der Optimierung, aus den Kreuzen 12a und Wendepunkten 14 gebildet, entsteht die Hüllkurve 13b nach der Optimierung. Für die Hüllkurve 13b kann eine logarithmische Kurve 13c errechnet werden.
- 10 Dabei wird die durch den Scheitelpunkt „1“ und den jeweiligen Scheitelpunkt „n“ bestimmte Hüllkurve 13c gemäß den folgenden Faktoren berechnet:

$$\text{B) } a_n = \frac{d_n - d_1}{\ln t_n - \ln t_1}$$

15 und

$$\text{c) } b_n = d_1 - a_n \cdot \ln t_n$$

worin bedeuten:

20

a_n	=	Dämpfungsfaktor für eine Kurve durch den Scheitelpunkt „n“	
		[]	
b_n	=	Wende für die Kurve durch den Scheitelpunkt n	
		[]	
25 t_1	=	Zeit des ersten Scheitelpunktes	[sec]
t_n	=	Zeit des n-ten Scheitelpunktes	[sec]
d_1	=	Depressionswert des ersten Scheitelwerts	[mm]
d_n	=	Depressionswert des n-ten Scheitelwertes	[mm]

30

Als geometrisch genaue Kurve, die alle Scheitelpunkte 12 einschließt, wird die einhüllende Logarithmuskurve 13c mit der Funktion „f“ bestimmt:

$$\text{D) } f(t) = a \cdot \ln t + b$$

worin bedeuten

5	a	=	Dämpfungsfaktor	[]
	b	=	Wendepunkt	[]
	t	=	Zeit	[sec]

(ln = Logarithmus naturalis; Basis $e = 2,7 \dots$)

10

Die grau schattierte Fläche, die von der Hüllkurve 13b nach der Optimierung eingeschlossen wird, ist ein Maß für die Auswirkung der Strangführung auf den Badspiegel in der Stranggießkokille 2 und wird nachstehend als Ausbauch-
 15 Index β bezeichnet. Die Hüllkurve 13b, die die schattierte Fläche einschließt, wird durch die optimierte logarithmische Hüllkurve 13c gemäß Formel D) dargestellt. Sofern diese ermittelte Kurve unterhalb der ursprünglichen Hüllkurve 13a liegt, wird ein geringer Ausbauch-Index β erzielt und die Auswirkung auf den Badspiegel ist bereits verbessert. Die Optimierung ist erreicht, wenn die nach-
 20 stehende Bedingung erfüllt ist:

$$\text{E)} \quad \beta_{opt} \leq 0,9 \cdot \beta_{vorher}$$

worin bedeuten:

25	β_{opt}	=	Ausbauch-Index nach der Optimierung	[m / sec]
	β_{vorher}	=	Ausbauch-Index vor der Optimierung	[m / sec]

30 Die Einrichtung zum Stützen und Transportieren eines Gießstrangs 6 in einem Strangführungsgerüst 3 der Stranggießanlage 1 geht von einer Stranggießkokille 2 aus, von der alle Bezugsgrößen in Strangabzugsrichtung 8 gemessen werden. An die Stranggießkokille 2 schließen die Rollenpaare 4a mit ihrem Stützrollenabstand 4 an. Der berechnete und / oder aufgrund von Meßgrößen (Fig.2)
 35 ermittelte optimal eingestellte Rollenabstand 4c (auf eine Seite, bspw. die Losseite der Strangführung bezogen) erzeugt eine Einzelfrequenz (Rollenabstand verknüpft mit der Gießgeschwindigkeit) mit einer der dargestellten Amplituden. Die jeweilige Amplitude ist abhängig von dem Rollendurchmesser und der Rollenposition und der jeweils vorliegenden Erstarrung des Gießstrangs 6 an die-

5 ser entsprechenden Position. Die Summe der gegebenen einzelnen Amplituden erzeugt das Gesamtstreckenprofil „F“, wie in den Fig. 2 und 3 gezeigt ist.

Die Gestaltung des Rollenteppichs wird auf die Stützrollensegment-Bauweise der Stranggießanlage 1 bezogen. Ein Austausch von Stützrollensegmenten 7
10 kann berücksichtigt werden.

Die Funktionen der Formeln **A)** bis **E)** sind Teil eines Optimierungsprogramms im Rechenprogramm des Gießprozesses. Das Optimierungsprogramm umfasst
15 die geometrischen Parameter der Strangführungselemente, wie bspw. Rollendurchmesser, Stützrollenabstände (4), Gitterlängen, außerdem die Erstarrungswerte, wie bspw. Strangschalendicke, Erstarrungslänge, und erfasst auch variable Gießgeschwindigkeiten.

20 Die Einrichtung mit dem Strangführungsgerüst 3 bildet eine optimierte Rollenbahn (aus Rollenpaaren 4a, Stützrollensegmenten 7 oder Stützrollengruppen 7a) und weist entsprechend angepasste Lager und Traversen auf.

25

30

35

40

5

Bezugszeichenliste

- 10 1 Stranggießanlage
2 Stranggießkokille
3 Strangführungsgerüst
4 Stützrollenabstand in Gießrichtung
4a Rollenpaar
15 4b Basisrollenabstand
4c optimal eingestellter Rollenabstand
5 Stützrolle
5a Maulweite
6 Gießstrang
20 6a Dicke des Gießstrangs
7 Stützrollensegment
7a Stützrollengruppe
8 Gießrichtung, Strangabzugsrichtung
9 Ausbauchung, Ausbauchungs-Effekt
25 10 Badspiegelschwankung
11 Grafik
12 Scheitelpunkt
12a Kreuz
13a Hüllkurve vor der Optimierung
30 13b Hüllkurve nach der Optimierung
13c logarithmische Hüllkurve
14 Wendepunkt
F Gesamtstreckenprofil
 $d_1 - d_4$ Kombination ungleicher Stützrollenabstände

5 Patentansprüche:

1. Verfahren für die Bestimmung der Rollenabstände (4) von Stützrollen (5) in einem Strangführungsgerüst (3) einer Stranggießanlage (1) zum Gießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, bei dem der in einer stationären, oszillierenden Stranggießkokille (2) gebildete, im Inneren noch flüssige Gießstrang (6) ausgezogen wird und die Ausziehungskraft durch paarweise, einzeln angetriebene oder leerlaufende Stützrollen (5) übertragen wird, wobei die jeweilige Maulweite (5a) auf die Dicke (6a) des weiter erstarrenden Gießstrangs (6) kontinuierlich eingestellt wird, die Abstände (4) der Rollenpaare (4a) oder der Rollensegmente (7) in Gießrichtung (8) auf eine instationäre, sich mit veränderbarer Gießgeschwindigkeit bewegendes Ausbauchung (9) eingestellt werden und Badspiegelschwankungen (10) in der Stranggießkokille (2) durch Beeinflussung der Einzelfrequenz reduziert werden, dadurch gekennzeichnet, dass solche unterschiedliche Rollenabstände (4) kombiniert werden, die aufgrund des Basisrollenabstandes (4b) und der Gießgeschwindigkeit aus mehreren oder allen Einzelfrequenzen der jeweiligen Stützrolle (5) ein Gesamtstreckenprofil (F) des Strangführungsgerüsts (3) ergeben, aus dem ein Optimum für eine maximale Dämpfung aller Ausbauchungseffekte (9) ermittelt wird, aufgrund dessen optimale Rollenabstände (4c) eingeteilt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Optimum der maximalen Dämpfung von Badspiegelschwankungen (10) aus einer Grafik (11) aller Scheitelpunkte (12) der Schwingungen durch eine die Scheitelpunkte (12) weitgehend tangierende Hüllkurve (13b) ermittelt wird.

- 5 3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass für die Hüllkurve (13b) eine logarithmische Kurve (13c) ermittelt
wird.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gesamtstreckenprofil (F) aus den Einzelfrequenzen nach der
Funktion

$$15 \quad \mathbf{A)} \quad V(t) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i \cdot d_i}{2} \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot v_{\text{gie\ss}} \cdot t}{d_i} \right) \right)$$

berechnet wird, worin bedeuten

- 20 V = Summe der Volumen-Einheiten auf der betrachteten Gieß-
stranglänge
- i = Rollenindex, beginnend mit 1 für die 1. Rolle unterhalb der
Stranggießkokille, bis zur letzten Rollenposition der Strang-
führung
- n = Anzahl aller Rollen in dem Stützrollengerüst
- 25 c_i = Wertigkeit der Rolle „i“ (Wirkungsparameter an der n-ten Rollen-
position)
- d_i = Abstand der Rolle „i“ zur Unterkante der Stranggießkokille in
mm
- $v_{\text{gie\ss}}$ = Gießgeschwindigkeit in [mm / sec]
- 30 t = Zeit in [sec]

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3 und 4,
35 dadurch gekennzeichnet,
dass die durch den Scheitelpunkt „1“ und den jeweiligen Scheitelpunkt
„n“ bestimmte logarithmische Hüllkurve (13c) gemäß folgender Faktoren
ermittelt wird:

5

$$\text{B)} \quad a_n = \frac{d_n - d_1}{\ln t_n - \ln t_1}$$

10

und

$$\text{C)} \quad b_n = d_1 - a_n \cdot \ln t_n$$

worin bedeuten:

15	a_n	=	Dämpfungsfaktor für eine Kurve durch den Scheitelpunkt „n“	[]
	b_n	=	Wende für die Kurve durch den Scheitelpunkt n	[]
	t_1	=	Zeit des ersten Scheitelpunktes	[sec]
	t_n	=	Zeit des n-ten Scheitelpunktes	[sec]
	d_1	=	Depressionswert des ersten Scheitelwertes	[mm]
20	d_n	=	Depressionswert des n-ten Scheitelwertes	[mm]

6. Verfahren nach Anspruch 5,

25

dadurch gekennzeichnet,

dass als geometrisch genaue Kurve, die alle Scheitelpunkte (12) einschließt, die einhüllende Logarithmuskurve gemäß der Funktion „f“ gewählt wird:

30

$$\text{D)} \quad f(t) = a \cdot \ln t + b$$

worin bedeuten

	a	=	Dämpfungsfaktor	[]
	b	=	Wendepunkt	[]
35	t	=	Zeit	[sec]

(ln = Logarithmus naturalis; Basis e = 2,7 ...)

- 5 7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch ein gezieltes Kombinieren von unterschiedlichen Stützrollen-
abständen (4c) eine Optimierung gegenüber gleichgroßen Stützrollenab-
ständen (4b) in einer weitestgehenden Annäherung eingestellt wird,
10 die aus

$$\text{E) } \beta_{opt} \leq 0,9 \cdot \beta_{vorher}$$

- 15 berechnet werden, worin bedeuten:

β_{opt} = Ausbauch-Index nach der Optimierung [m / sec]

β_{vorher} = Ausbauch-Index vor der Optimierung [m / sec]

- 20 8. Einrichtung zum Stützen und Transportieren eines Gießstrangs (6) in
einem Strangführungsgerüst (3) einer Stranggießanlage (1) beim Gießen
von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, mit
in Strangabzugsrichtung (8) an eine stationäre, oszillierbare Stranggieß-
kokille (2) anschließenden Stützrollensegmenten (7) bzw. Stützrollen-
gruppen (7a), deren paarweise Stützrollen (5) mit ihrer jeweiligen Maul-
weite (5a) auf die Dicke (6a) des erstarrenden Gießstrangs (6) einstellbar
sind und die Stützrollenabstände (4) von Rollenpaar (4a) zu Rollenpaar
(4a) auf eine instationäre sich mit Gießgeschwindigkeit bewegende Aus-
bauchung (9) in dem Sinn abgestimmt sind, dass Badspiegelschwankun-
gen (10) in der Stranggießkokille (2) und dem Strangführungsgerüst (3)
30 durch Änderung des Basisrollenabstandes (4b) reduziert sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Strangführungsgerüst (3) aus Stützrollensegmenten (7) bzw.
-gruppen (7a) gebildet ist, deren Rollenpaare (4a) mit optimal eingestell-
ten Abständen (4c) in Gießrichtung (8) , d.h. mit untereinander unglei-
chen Abständen (4c) vorgesehen sind, derart, dass mehrere oder alle
35

- 5 Einzelfrequenzen der jeweiligen Stützrolle (5) zu einem zusammenge-
fassten Gesamtstreckenprofil (F) des Strangführungsgerüsts (3) ein Op-
timum für eine maximale Dämpfung aller Ausbauchungs-Effekte (9) er-
geben, aufgrund dessen die Rollenabstände (4c) optimal eingeteilt sind.
- 10 9. Einrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Basisrollenabstand (4b) im Verlauf einzelner Abschnitte des
Strangführungsgerüsts (3) auf einen optimal eingestellten Rollenab-
stand (4c) zwischen 5-40 mm verkleinert ist.
- 15
10. Einrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Basisrollenabstand (4b) im Verlauf einzelner Abschnitte des
Strangführungsgerüsts (3) auf einen optimal eingestellten Rollenab-
stand (4c) zwischen 10 – 50 mm vergrößert ist.
- 20

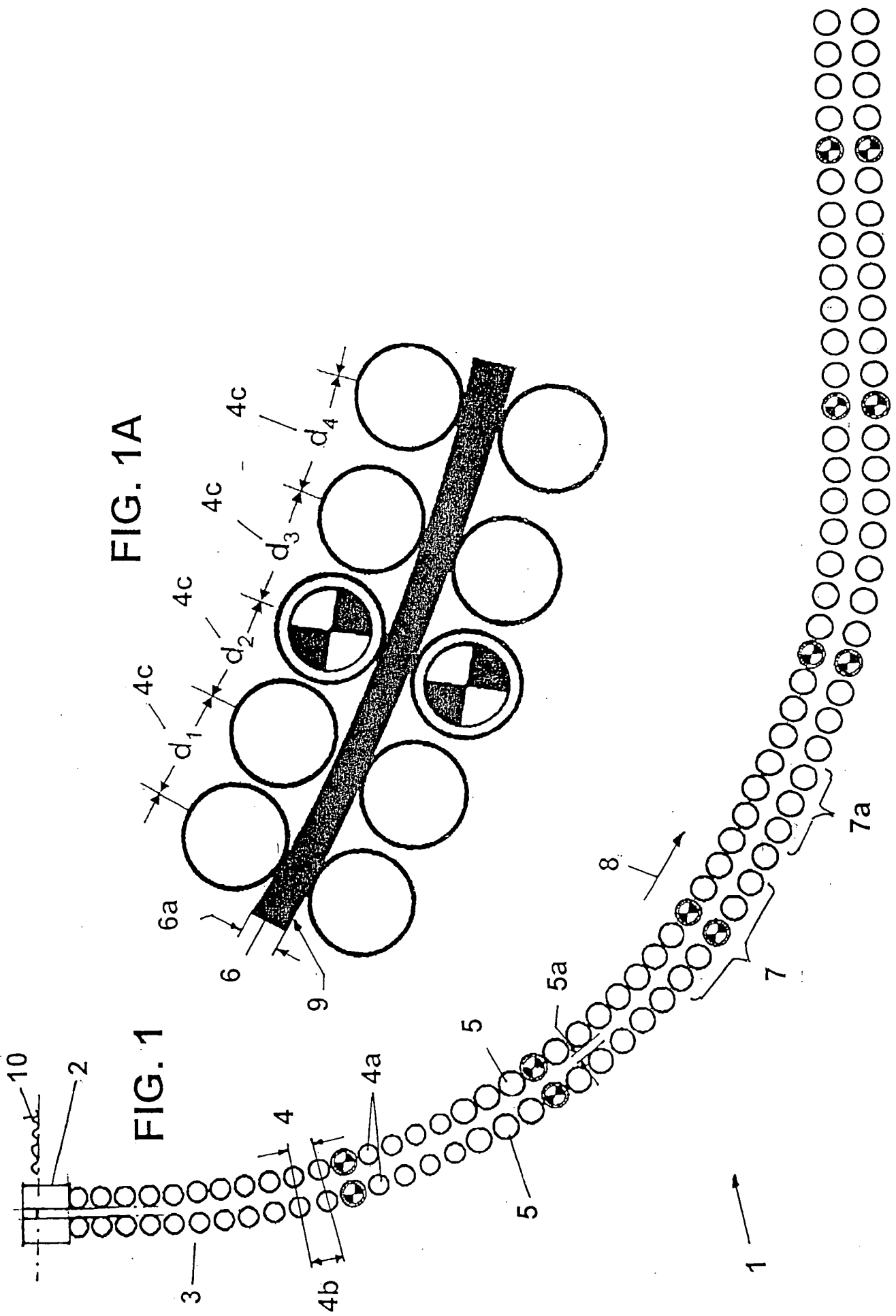


FIG. 1A

FIG. 1

FIG. 2

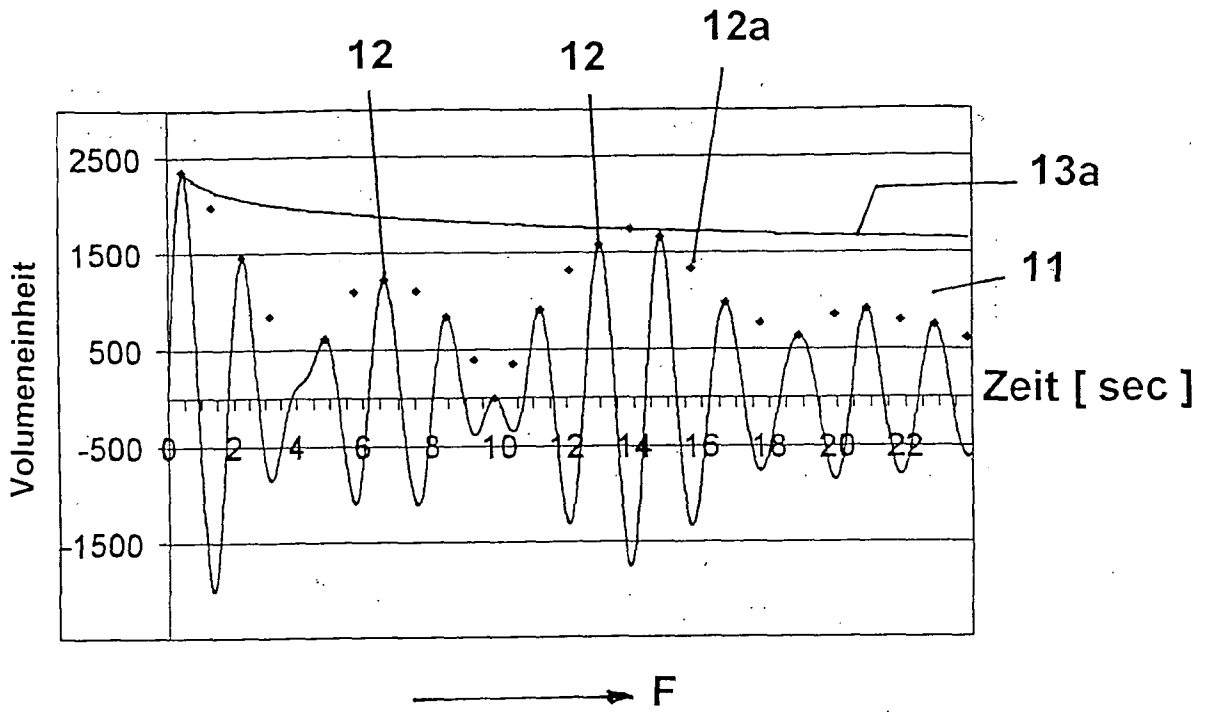
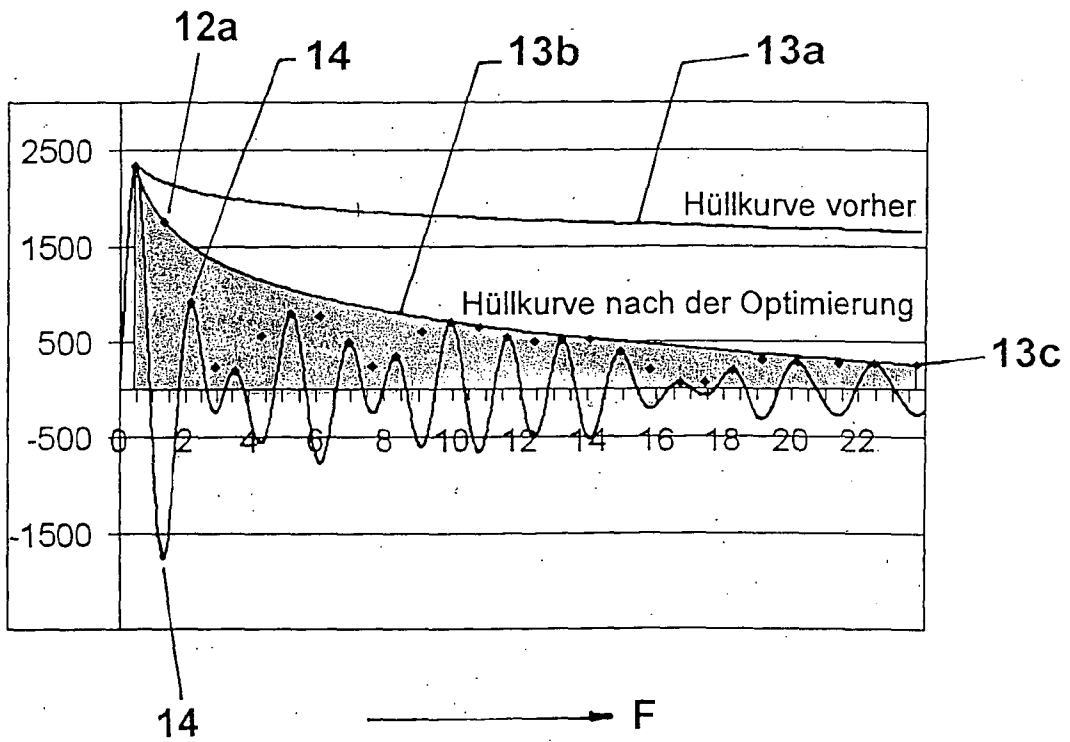


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/003023

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B22D11/128				
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) B22D				
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	US 6 467 533 B1 (MURAKAMI TOSHIHIKO [JP] ET AL) 22 October 2002 (2002-10-22) the whole document	1-10		
A	JP 11 320059 A (SUMITOMO METAL IND; SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 24 November 1999 (1999-11-24) the whole document	1-10		
A	JP 61 150760 A (KAWASAKI STEEL CO) 9 July 1986 (1986-07-09) the whole document	1-10		
A	DE 102 03 078 A1 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]) 1 August 2002 (2002-08-01) the whole document	1-10		
-/--				
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents :				
<table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width:50%; border: none; vertical-align: top;"> *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 </td> <td style="width:50%; border: none; vertical-align: top;"> *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 </td> </tr> </table>			*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
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			
18 July 2007	25/07/2007			
Name and mailing address of the ISA/ 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	Authorized officer Baumgartner, Robin			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/003023

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 51 262 C1 (SMS DEMAG AG [DE]) 5 April 2001 (2001-04-05) cited in the application the whole document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2007/003023

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6467533	B1	22-10-2002	NONE	
JP 11320059	A	24-11-1999	NONE	
JP 61150760	A	09-07-1986	JP 4065742 B	21-10-1992
DE 10203078	A1	01-08-2002	AT 410408 B AT 1552001 A	25-04-2003 15-09-2002
DE 19951262	C1	05-04-2001	AT 273094 T EP 1095720 A1	15-08-2004 02-05-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/003023

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B22D11/128

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B22D

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	US 6 467 533 B1 (MURAKAMI TOSHIHIKO [JP] ET AL) 22. Oktober 2002 (2002-10-22) das ganze Dokument	1-10
A	JP 11 320059 A (SUMITOMO METAL IND; SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES) 24. November 1999 (1999-11-24) das ganze Dokument	1-10
A	JP 61 150760 A (KAWASAKI STEEL CO) 9. Juli 1986 (1986-07-09) das ganze Dokument	1-10
A	DE 102 03 078 A1 (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]) 1. August 2002 (2002-08-01) das ganze Dokument	1-10
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * 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 | <ul style="list-style-type: none"> *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 *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
18. Juli 2007	25/07/2007
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde 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	Bevollmächtigter Bediensteter Baumgartner, Robin

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 51 262 C1 (SMS DEMAG AG [DE]) 5. April 2001 (2001-04-05) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/003023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6467533	B1	22-10-2002	KEINE		
JP 11320059	A	24-11-1999	KEINE		
JP 61150760	A	09-07-1986	JP	4065742 B	21-10-1992
DE 10203078	A1	01-08-2002	AT	410408 B	25-04-2003
			AT	1552001 A	15-09-2002
DE 19951262	C1	05-04-2001	AT	273094 T	15-08-2004
			EP	1095720 A1	02-05-2001