(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
22. Dezember 2005 (22.12.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/120747 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B22D 11/22

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/004568

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. April 2005 (28.04.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 1007/2004 11. Juni 2004 (11.06.2004) AT

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH & CO** [AT/AT]; Turmstrasse 44, A-4031 Linz (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **CHIMANI, Christian** [AT/AT]; Frischaufstrasse 6, A-4540 Pfarrkirchen (AT). **MÖRWALD, Karl** [AT/AT]; Im Aichetfeld 17, A-4490 St. Florian (AT). **SHAN, Guoxin** [AT/AT]; Am Bindermichl 61, A-4020 Linz (AT).

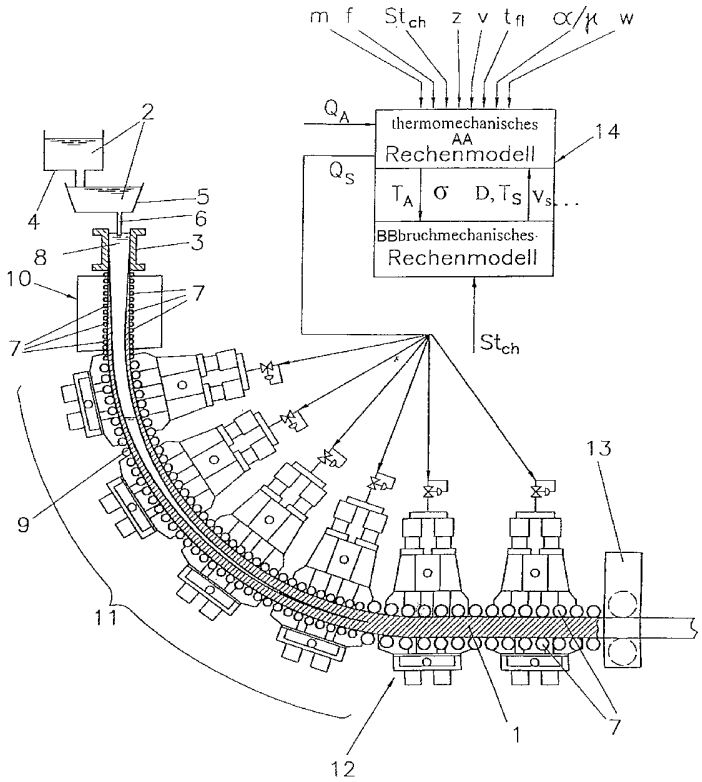
(74) Anwalt: **VA TECH PATENTE GMBH & CO**; Zusammenschluss Nr.169, Stahlstrasse 21a, A-4031 Linz (AT).

(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, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMPUTER-CONTROLLED METHOD FOR THE CONTINUOUS CASTING OF A METAL BAR

(54) Bezeichnung: COMPUTER-GESTEUERTES VERFAHREN ZUM STRANGGIESSEN EINES METALLSTRANGES



AA.. THERMO-MECHANICAL COMPUTER MODEL
BB.. FRACTURE MECHANICAL COMPUTER MODEL

(57) Abstract: The invention relates to a method for the continuous casting of a metal bar, whereby a bar (1) is removed from a cooled continuous mould (3), supported in a bar support device (7, 11) that is located downstream of the continuous mould (3), cooled by means of a coolant and optionally reduced in viscosity. To form a specific structure in the cast bar, the continuous casting process is carried out on the basis of a thermo-mechanical computer model that describes the stress on the metal during the casting process and during the solidification process, said model permitting the stress condition of the bar to be calculated online and the variables of the continuous casting process that affect the stress on the material, such as for example the specific quantity of coolant that is provided for cooling the bar, to be set dynamically online, i.e. during the casting process To form a specific structure that is devoid of cracks, the invention uses a computer model that describes the susceptibility of the structure to cracks and the crack-forming energy that is stored in the structure.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/120747 A1

PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, 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*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

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: Bei einem Verfahren zum Stranggießen eines Metallstranges, wobei ein Strang (1) aus einer gekühlten Durchlaufkokille (3) ausgezogen, in einer der Durchlaufkokille (3) nachgeordneten Strangstützeinrichtung (7, 11) gestützt und mit Kühlmittel gekühlt sowie gegebenenfalls dickenreduziert wird, wobei zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Strang das Stranggießen unter Zugrundelegung eines die Belastung des Metalls während des Gießens und während des dabei stattfindenden Erstarrungsprozesses beschreibendes thermomechanisches Rechenmodell, mit dem on-line der Belastungszustand des Stranges berechnet wird, durchgeführt wird und die Werkstoffbelastung beinflussende Variable des Stranggießverfahrens, wie zum Beispiel die zur Kühlung des Stranges vorgesehene spezifische Kühlmittelmenge, on-line-dynamisch, d.h. während des laufenden Gießens, eingestellt werden, wird zur Ausbildung eines bestimmten rissfreien Gefüges ein die Rissempfindlichkeit des Gefüges und die in der Struktur des Gefüges gespeicherte Rissbildungsenergie beschreibendes Rechenmodell eingesetzt.

COMPUTER-GESTEUERTES VERFAHREN ZUM STRANGGIESSEN EINES METALLSTRANGES

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stranggießen eines Metallstranges, insbesondere eines Stahlstranges, wobei ein Strang aus einer gekühlten Durchlaufkokille ausgezogen, in einer der Durchlaufkokille nachgeordneten Strangstützeinrichtung gestützt und mit Kühlmittel gekühlt sowie gegebenenfalls dickenreduziert wird, wobei zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Strang das Stranggießen unter Zugrundelegung eines die Belastung des Metalls während des Gießens und während des dabei stattfindenden Erstarrungsprozesses beschreibendes thermomechanisches Rechenmodell, mit dem on-line der Belastungszustand des Stranges berechnet wird, durchgeführt wird und die Werkstoffbelastung beinflussende Variable des Stranggießverfahrens, wie zum Beispiel die zur Kühlung des Stranges vorgesehene spezifische Kühlmittelmenge, on-line-dynamisch, d.h. während des laufenden Gießens, eingestellt werden.

Ein Verfahren dieser Art ist aus der AT 409.352 B bekannt. Mit diesem Verfahren ist es möglich, als Zielvorgabe die Ausbildung eines gewünschten Gefüges des Metalls vorgeben zu können, und zwar für Metalle unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung sowie beim Stahlstranggießen für sämtliche zu gießende Stahlqualitäten bzw. Stahlgüten. Insbesondere ist es möglich, eine bestimmte Ferrit-Perlit-Struktur einzustellen und/oder Ausscheidungen, wie Aluminiumnitrid, an den Korngrenzen zu vermeiden.

In der Arbeit von K. Schwertfeger; Rissanfälligkeit von Stählen beim Stranggießen und Warmumformen, Stahl und Eisen, 1994 wird dargestellt, dass bei der Rissbildung in Stranggießprodukten im wesentlichen zwei Rissformen dominieren. Ein interdendritisch verlaufender Riss und ein im Austenitgefüge interkristallin verlaufender Riss.

In der Arbeit von Chimani et.al.; Micromechanical Investigation of the Hot Ductility Behavior of Steel, ISIJ Int. Vol. 39, No. 11, 1999, wird gezeigt, dass für den interkristallinen Risstyp nur eine sehr stark lokalisierte plastische Derfomation des Werkstoffs vor und bei der Rissentstehung vorliegt. Dies bildet die Grundlage dafür, dass bei einer bruchmechanischen Beschreibung der Rissentstehung von einem Kleinbereichsfließen ausgegangen werden kann, siehe z.B. J. Lemaitre; A Course on Damage Mechanics, Springer-Verlag, 1992

Bisher entspricht es dem Stand der Technik, dass für die Bewertung der produzierten Produktqualität, wie z.B. für die Bewertung einer Bildung von Oberflächenrissen, nur der statistische Einfluss von Prozessparametern genutzt wird.

Die Erfindung bezweckt eine Weiterentwicklung eines Verfahrens gemäß der AT 409.352 B, nämlich dahingehend, dass es möglich ist, als Zielvorgabe die Unterdrückung einer Rissentstehung vorgeben zu können bzw. die Entstehung von Rissen zu identifizieren, und zwar für Metalle unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung beim Stranggießen, insbesondere für sämtliche strangzugießende Stahlqualitäten bzw. Stahlgüten. Weiters soll es möglich sein, eine bestimmte Struktur einzustellen und eine Überlagerung von kritischen Belastungen und rissempfindlichen Gefügezuständen zu vermeiden.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs beschriebenen Art dadurch gelöst, dass zur Ausbildung eines bestimmten rissfreien Gefüges ein die Rissempfindlichkeit des Gefüges und die in der Struktur des Gefüges gespeicherte Rissbildungsenergie beschreibendes Rechenmodell eingesetzt wird.

Somit werden on-line-dynamisch die örtlich und zeitlich variierenden, auf den Werkstoff wirkenden thermomechanischen Lasten mitgerechnet und daraus die bei Risswachstum freiwerdende Energiefreisetzungsrate G bestimmt. Die berechnete Energiefreisetzungsrate wird mit dem für den gegebenenWerkstoff und dessen Gefügestruktur charakteristischen Risswiderstand R des Werkstoffs verglichen und somit eine lokale Schädigung vorhergesagt. Wird eine kritische Energiefreisetzungsrate errechnet, kann durch Anpassung von z.B. der Kühlung und/oder des Gefüges und/oder der mechanischen Lasten dynamisch reagiert werden. Diese Maßnahmen können zusätzlich zu den Maßnahmen, die gemäß der AT 409.352 B gesetzt werden, ergriffen werden.

Ein bevorzugtes Verfahren zum Stranggießen eines Metallstranges, insbesondere eines Stahlstranges, wobei ein Strang aus einer gekühlten Durchlaufkokille ausgezogen, in einer der Durchlaufkokille nachgeordneten Strangstützeinrichtung gestützt und mit Kühlmittel gekühlt sowie gegebenenfalls dickenreduziert wird, wobei zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Strang das Stranggießen unter on-line Berechnung unter Zugrundelegung eines die Ausbildung des bestimmten Gefüges des Metalles beschreibenden thermomechanischen und metallurgischen Rechenmodells durchgeführt wird und die Werkstoffbelastung und die Gefügeausbildung beinflussende Variable des Stranggießverfahrens, wie zum Beispiel die zur Kühlung des Stranges vorgesehene spezifische Kühlmittelmenge, on-line-dynamisch, d.h. während des laufenden Gießens, eingestellt werden, ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung eines bestimmten rissfreien Gefüges ein die Rissempfindlichkeit des Gefüges und die in der Struktur des Gefüges gespeicherte Rissbildungsenergie beschreibendes Rechenmodell eingesetzt wird.

Vorzugsweise ist in das Rechenmodell ein auf der Bruchmechanik von Metallen basierendes Modell, insbesondere ein Modell für Risswachstum unter Kleinbereichsfließen, integriert.

Mit dem Konzept des Kleinbereichsfließens beschreibt man in allgemeiner Form ein Risswachstum, bei dem nur ein geringer Volumsanteil um die Rissufer plastisch verformt wird. Durch die Berücksichtigung der aus diesem Konzept stammenden Gleichungen können die für ein Risswachstum bestimmenden Triebkräfte, nämlich die Energiefreisetzungsrate, aus den thermomechanischen Belastungen bestimmt werden. Der der Energiefreisetzungsrate entgegenstehende Risswiderstand ist ein vom Werkstoffgefüge, den mechanischen Eigenschaften und den Phasenanteilen abhängiger Werkstoffparameter, der sich aus der stereographischen Auswertung von Bruchoberflächen bestimmen lässt. Durch die Verwendung dieses Modells kann man beim Erreichen einer kritischen Energiefreisetzungsrate entsprechend auf den Gießprozess reagieren und entweder durch eine Reduktion der mechanischen Lasten oder durch die Einstellung eines Gefüges mit höherem Risswiderstand eine Rissbildung vermeiden. Bei einer Überschreitung der kritischen Energiefreisetzungsrate kann der Ort der Rissausbreitung bestimmt und an ein Qualitätskontrollsystem weitergeleitet werden.

Mit dem erfindungsgemäß zu verwendenden Rechenmodell lassen sich aufgrund einer vorgegebenen Stahlanalyse, der Phasenvolumensanteile, der aufgebrachten Deformation und der Temperaturgeschichte, die zur Beschreibung einer Rissbildung notwendigen Größen, wie die Energiefreisetzungsrate und der Risswiderstand, berechnen.

Hierfür werden zweckmäßig zunächst aus den aufgebrachten Lasten die Spannungs-Dehnungszustände an der Oberfläche des Strangs und im Stranginneren berechnet. Mit grundlegenden kontinuumsmechanischen Methoden lässt sich für Kleinbereichsfließen eine Grundgleichung für die Energiefreisetzungsrate bei Risswachstum abschätzen:

$$G = Y\frac{\sigma^2 \cdot a}{E}$$

worin G die Energiefreisetzungsrate, E der Elastizitätsmodul und a eine vorhandene Defektgröße bedeuten. σ ist die größte Hauptnormalspannung und Y ist ein Parameter, der den Einfluss eines mehrachsigen Spannungszustandes und der Bauteilgeometrie berücksichtigt.

Der Widerstand, den der Werkstoff der Rissausbreitung entgegenhält, kann mit folgender Gleichung ermittelt werden:

$$R = 2\gamma_O + 2\gamma_{pl},$$

worin R der Risswiderstand ist, γ_O die spezifische Oberflächenenergie und γ_{pl} die zur Erzeugung einer Rissoberfläche notwendige spezifische plastische Verformungsarbeit sind.

Die Bedingung für die Rissbildung ergibt sich daraus als

$$G \geq R$$

Bestimmender Faktor für den Risswiderstand sind die Phasenvolumsanteile.

Die spezifische plastische Verformungsarbeit γ_{pl} ist im wesentlichen vom Werkstoff abhängig und lässt sich aus der experimentellen Untersuchung von Bruchoberflächen ermitteln. Dabei werden die für den bei Kleinbereichsfließen gebildeten Riss charakteristischen Dimpelbruchflächen vermessen und daraus die spezifische Verformungsarbeit berechnet.

$$\gamma_{pl} \cong 2S \cdot \sigma_m \cdot h$$

wobei σ_m die mittlere Fließspannung des Werkstoffs, S ein Parameter, der sich aus der Dimpelform ergibt, und h die Dimpeltiefe sind. Somit ist es möglich, den Risswiderstand auch rein experimentell zu bestimmen.

Da γ_O gegenüber γ_{pl} vernachlässigt werden kann, ist damit der Risswiderstand R bestimmt.

Die Veränderungen des Risswiderstands des Werkstoffs durch wechselnde Phasenvolumsanteile von z.B. Austenit und Ferrit, Temperaturunterschiede und Mengen an Ausscheidungen können vorteilhaft zur Abschätzung der Dimpelhöhe und der Fließspannung verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform werden mit dem Rechenmodell thermodynamische Zustandsänderungen des gesamten Stranges, wie Änderungen der Oberflächentemperatur, der Mittentemperatur, der Schalenstärke durch Lösen der Wärmeleitungsgleichung und Lösen von einer die Phasen-Umwandlungskinetik beschreibenden Gleichung ständig mitgerechnet und wird die Kühlung des Stranges in Abhängigkeit des errechneten Wertes mindestens einer der thermodynamischen Zustandsgrößen eingestellt, wobei für die Simulation die Strangdicke und die chemische Analyse des Metalles sowie die ständig gemessene Gießgeschwindigkeit berücksichtigt werden.

Durch die erfindungsgemäße Koppelung der Berechnung der Temperatur des Stranges mit dem Rechenmodell, das die Ausbildung eines bestimmten zeit- und temperaturabhängigen Gefüges des Metalles beinhaltet, ist es möglich, die Variablen des Stranggießverfahrens, die die Gefügeausbildung beeinflussen, wie z.B. die auf die Strangoberfläche aufzubringende Kühlmittelmenge, der chemischen Analyse des Metalles sowie der örtlichen Temperaturgeschichte des Stranges anzupassen. Hierdurch kann gezielt eine gewünschte Gefügestruktur im weitesten Sinn (Korngröße, Phasenausbildung, Ausscheidungen) im oberflächennahen Bereich des Stranges erreicht werden.

Vorzugsweise ist in das Rechenmodell ein kontinuierliches Phasen-Umwandlungsmodell des Metalles integriert, insbesondere nach Avrami.

Die Avrami-Gleichung beschreibt in ihrer allgemeinen Form alle diffusionsgesteuerten Umwandlungsvorgänge für die jeweilige Temperatur unter isothermen Bedingungen. Durch Berücksichtigung dieser Gleichung im Rechenmodell können ganz gezielt beim Stahl-Stranggießen Ferrit-, Perlit- und Bainit-Anteile eingestellt werden, u.zw. auch unter Berücksichtigung einer Haltezeit bei bestimmter Temperatur.

Vorzugsweise ist das Verfahren dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Rechenmodell thermische Zustandsänderungen des gesamten Stranges, wie Änderungen der Oberflächentemperatur, der Mittentemperatur, der Schalenstärke, durch Lösen der Wärmeleitungsgleichung und Lösen einer die Ausscheidungskinetik, insbesondere nichtmetallischer und intermetallischer Ausscheidungen, beschreibenden Gleichung ständig mitgerechnet werden und die Kühlung des Stranges in Abhängigkeit des errechneten Wertes mindestens einer der thermodynamischen Zustandsgrößen eingestellt wird, wobei für die Simulation die Strangdicke und die chemische Analyse des Metalles sowie die ständig gemessene Gießgeschwindigkeit berücksichtigt werden, wobei vorteilhaft die Ausscheidungskinetik aufgrund freier Phasenenergie und Keimbildung und Verwendung thermodynamischer Grundgrößen, insbesondere der Gibb'schen Energie, und das Keimwachstum nach Zener in das Rechenmodell integriert ist.

Zweckmäßig werden auch Gefügemengenverhältnisse in Gleichgewichtszuständen gemäß Mehrstoffsystem-Diagrammen, insbesondere gemäß Fe-C-Diagramm, in das Rechenmodell integriert.

Vorzugsweise sind in das Rechenmodell Kornwachstumseigenschaften, insbesondere unter Berücksichtigung von Rekristallisation des Metalles, integriert. Hierbei kann eine

dynamische und/oder verzögerte und/oder eine post-Rekristallisation, d.h. eine Rekristallisation, die später in einem Ofen stattfindet, im Rechenmodell berücksichtigt werden.

Vorzugsweise wird als die Gefügeausbildung beeinflussende Variable des Stranggießens eine während des Ausförderns des Stranges stattfindende Dickenreduktion vor und/oder nach Durcherstarrung des Stranges zusätzlich zur den Strang beaufschlagenden spezifischen Kühlmittelmenge on-line eingestellt, so daß auch während des Stranggießens stattfindende thermodynamische Walzungen, beispielsweise Hochtemperatur-thermodynamische Walzungen bei einer Oberflächentemperatur größer A_{c3} berücksichtigt werden können.

Weiters wird vorzugsweise mit dem Rechenmodell auch der mechanische Zustand, wie das Verformungsverhalten, durch Lösen weiterer Modellgleichungen, insbesondere durch Lösen der Wärmeleitgleichung ständig mitgerechnet.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß mengenmäßig definierte Phasenanteile durch Aufbringen on-line errechneter spezifischer Strang-Kühlmittelmengen vor und/oder nach der Durcherstarrung des Stranges eingestellt werden.

Weiters wird zweckmäßig ein definiertes Gefüge durch Aufbringen einer on-line errechneten Strangverformung vor und/oder nach der Durcherstarrung des Stranges, welche eine Rekristallisation des Gefüges bewirkt, eingestellt.

Eine vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß die zur das Stranggießen abschließende Phasenumwandlung mit Einstellung eines mengenmäßig definierten Phasenanteiles des Stranges errechnete spezifische Strang-Kühlmittelmenge nach Durcherstarrung des Stranges im Endbereich einer Sekundärkühlzone in einer eine verstärkte Kühlung bewirkenden Kühlzone eingestellt wird.

Die Erfindung ist nachfolgend für das Stahlstranggießen näher erläutert. Eine Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens für andere Metalle kann analog zu den nachstehenden Ausführungen vorgenommen werden.

Das erfindungsgemäß zu verwendende Rechenmodell läßt aufgrund einer vorgegebenen chemischen Analyse des Stahls, der Austenitkorngröße und der Temperaturgeschichte des Stranges sämtliche Umwandlungstemperaturen und -daten, die zur Vorhersage und

Beschreibung der Umwandlungsvorgänge für die Phasenanteile Ferrit, Perlit, Bainit und Martensit notwendig sind, berechnen.

Hierfür wird zunächst ein Kohlenstoffäquivalent für die einzelnen Legierungsbestandteile errechnet. Daraus ergeben sich analysenabhängige Starttemperaturen für die Ferritumwandlung, für die Perlitumwandlung, die Bainitbildung und die Martensitbildung (aufgrund des Eisen/Kohlenstoff-Diagramms).

Aufgrund der Avrami-Gleichung, die in ihrer allgemeinen Form alle diffusionsgesteuerten Umwandlungsvorgänge für die jeweilige Temperatur unter isothermen Bedingungen beschreibt, lassen sich Grundgleichungen für die Umwandlungskurven ermitteln.

$$X = 1 - \exp(-b \cdot t^n)$$

worin X der Mengenanteil der umgewandelten Phase und b und n Parameter bedeuten, die abhängig sind von der Keimbildung und dem Wachstum der gebildeten Phase. Diese Parameter b und n sind analysenabhängig und können durch Dilatometer-Versuche bestimmt werden. Im Zusammenhang mit ZTU-Diagrammen lassen sich mit Hilfe der Avrami-Gleichung sowohl die Start- und die Endzeit als auch die Temperatur für die Ferrit-, Perlit- und Bainit-Umwandlung unter isothermischen Bedingungen berechnen.

Um nicht-isothermische Umwandlungen zu berücksichtigen, also die in der Stranggießanlage stattfindende - gegebenenfalls auch ungleichmäßig stattfindende - Kühlung des Stranges voll berücksichtigen zu können, wird aufgrund der im Rechner gespeicherten ZTU-Schaubilder und der Abhängigkeit der Temperatur als eine Funktion der Zeit der Anteil an umgewandeltem Material berechnet, u.zw. durch eine Integration der Avrami-Gleichung über die Kühlzeit des Stranges (vgl. T.T. Pham, E.B. Hawbolt, J.K. Brimacombe: "Preciding the onset of transformation under non continuous cooling conditions. II Application to austenite - pearlite transformation", Met. Mat. Trans. A, 26A, pp. 1993-2000, 1995).

$$X(t) = \int_{s(T)} [1-\exp(-b \cdot t^n)] \cdot dt$$

wobei $t_s(T)$ eine virtuelle Beginnzeit der Umwandlung bei einer Temperatur T in Übereinstimmung zur tatsächlich umgewandelten Menge bedeutet.

Für diesen Berechnungsalgorithmus wird die Temperatur als Funktion der Zeit definiert. Da der berechnete Umwandlungs- bzw. Ausscheidungsanteil nach Avrami keine Auskunft über

die tatsächlichen Gefüge/Mengen-Verhältnisse gibt, sondern lediglich erkennen läßt, ob und wie der Gleichgewichtszustand erreicht wird, werden zur Bestimmung des Gefügeanteils die Umwandlungsanteile auf die Gleichgewichtslinien aus dem Eisen/Kohlenstoff-Diagramm bezogen und ebenfalls im Rechenmodell berücksichtigt.

Keimbildungsvorgänge werden aufgrund der chemischen Gibb'schen Energie bzw. Phasenenergie im Rechenmodell berücksichtigt (nachstehend für Aluminiumnitride gezeigt).

$$\Delta G_{chem} = \Delta G^0_{AlN} - R \cdot T \cdot (\ln X^{\infty}_{Al} + \ln X^{\infty}_{N})$$

wobei G^0_{AlN} die Standard Gibb'sche Energie für die Bildung von AlN, X^{∞}_{Al} der Molanteil von Aluminium im Austenitvolumen und X^{∞}_{N} der Durchschnittsstickstoffgehalt bedeuten. Die Keimbildungsrate läßt sich wie folgt berechnen:

$$I = S \cdot D_{Al} \cdot X_{Al} \cdot \exp\left(\frac{\Delta G_{crit}}{k_b \cdot T}\right)$$

worin S die Dichte der Keimbildung im Austenit bedeutet.

$$\Delta G_{crit} = \frac{16 \cdot \pi}{3} \cdot \frac{\sigma^3}{\left(\frac{\Delta G_{chem}}{V_{AlN}}\right)^2}$$

gibt die Bedingung für die Keimbildung wieder. Hierin ist σ die Austenit/AlN-Grenzflächenenergie. k_B ist die Boltzmannkonstante und D_{Al} das Ausbreitungsvermögen von Aluminium in Austenit.

Das Keimwachstum wird nach Zener berücksichtigt (z.B. abgehandelt in J.S. Kirkaldy, "Diffusion in the condensed state", The Universities Press, Belfast, 1985).

Das Rechenverfahren geht in zwei Hauptstufen vor sich. In der ersten Stufe wird die Anzahl der aktuell gebildeten Keime bestimmt und in der zweiten Stufe wird das Wachstum aller vorhergehend gebildeten Ausscheidungen berechnet.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung dienen die beiliegenden Figuren 1 und 2.

Gemäß Fig. 1 wird ein Stahlstrang 1 aus einer Stahlschmelze 2 mit einer bestimmten chemischen Zusammensetzung durch Gießen in einer Durchlaufkokille 3 gebildet. Die Stahlschmelze 2 wird aus einer Gießpfanne 4 über ein Zwischengefäß 5 und ein vom Zwischengefäß 5 mittels eines unter den in der Durchlaufkokille 3 gebildeten Gießspiegel reichenden Gießrohres 6 in die Durchlaufkokille 3 gegossen. Unterhalb der Durchlaufkokille 3 sind Strangführungsrollen 7 zur Abstützung des Stahlstranges 1 vorgesehen, der noch einen flüssigen Kern 8 und zunächst eine nur sehr dünne Strangschale 9 aufweist.

Der aus der Durchlaufkokille mit gerader Achse austretende Stahlstrang 1 wird in einer Biegezone 10 in eine Kreisbogenbahn 11 umgelenkt und in dieser ebenfalls durch Strangführungsrollen 7 gestützt. In einer der Kreisbogenbahn 11 nachfolgenden Richtzone 12 wird der Stahlstrang 1 wiederum geradegerichtet und über einen Auslaufrollgang ausgefördert oder direkt on-line dickenreduziert, z.B. mittels eines on-line angeordneten Walzgerüstes 13.

Zur Kühlung des Stahlstranges 1 wird dieser direkt oder indirekt - über mit einer Innenkühlung versehene Strangführungsrollen 7 - gekühlt, wodurch an seiner Oberfläche bis in einen gewissen Tiefenbereich eine bestimmte Temperatur eingestellt werden kann.

Die Versorgung des Stahlstranges 1 mit der für das gewünschte Gefüge des Stahlstranges 1 notwendigen Kühlmittelmenge erfolgt über einen geschlossenen oder offenen Regelkreis mittels eines Rechners 14. In den Rechner 14 werden Maschinendaten m, das Format f des Stahlstranges 1, Materialdaten, wie die chemische Analyse St_{ch} der Stahlschmelze 2, der Gießzustand z, die Gießgeschwindigkeit v, die Flüssigstahltemperatur t_{fl}, mit der die Stahlschmelze 2 in die Durchlaufkokille 3 eintritt, sowie das gewünschte Gefüge α/γ und gegebenenfalls eine Verformung w des Stahlstranges 1, die am Wege der Strangführung durchgeführt wird, eingegeben. Diese Verformung kann z.B. auch durch das Geraderichten des Stahlstranges 1 in der Richtzone 12 gegeben sein.

In dem Rechner 14 wird anhand eines bruchmechanischen Rechenmodells, das die Rissempfindlichkeit des Gefüges und die in der Struktur des Gefüges gespeicherte Rissbildungsenergie berücksichtigt, und anhand eines thermo-mechanischen Rechenmodells, das die Temperaturanalyse aufgrund der Lösung der Wärmeleitungsgleichung ermöglicht, eine Soll-Wassermenge Q_s errechnet, u.zw. aufgrund der aktuellen, bereits aufgebrachten Wassermenge Q_A, die ebenfalls in den Rechner eingegeben wird. Die vom thermo-mechanischen Rechenmodell errechnete aktuelle Temperatur T_A und das errechnete aktuelle

Spannungsfeld G werden dem bruchmechanischen Rechenmodell zugeführt und dieses errechnet laufend die Soll-Temperatur T_S, einen Rissbildungsindikator D, die gewünschte Gießgeschwindigkeit v_s, sowie ggf. gewünschte weitere, das Stranggießen beeinflussende Werte.

Eine Lösung der Wärmeleitungsgleichung mittels eines Prozeßrechners ist Stand der Technik und z.B. in der DE-C2 - 44 17 808 für das Stranggießen ausführlich abgehandelt. Als eine Möglichkeit zur Lösung der Wärmeleitungsgleichung ist das Finite Differenzen Verfahren mit Lagrangescher Beschreibungsweise angegeben.

Gemäß der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform wird zusätzlich ein metallurgisches Rechenmodell für den Rechner 14 herangezogen, das die Phasenumwandlungskinetik und Keimbildungskinetik berücksichtigt. Weiters berücksichtigt das metallurgische Rechenmodell die aktuelle Stahlanalyse St_{ch}, um unterschiedlichem Werkstoffverhalten gerecht zu werden. Die durch das thermo-mechanische Rechenmodell errechnete aktuelle Temperatur T_A wird on-line dem bruchmechanischen Rechenmodell zugeführt, und dieses errechnet laufend die gewünschten Phasenanteile α_s, γ_s für das metallurgische Rechenmodell, das die Soll-Temperatur T_S errechnet, aufgrund der das thermo-mechanische Rechenmodell die Soll-Wassermenge Q_s für die einzelnen Strangkühlungsabschnitte errechnet und automatisch einstellt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Stranggießen eines Metallstranges, insbesondere eines Stahlstranges (1), wobei ein Strang (1) aus einer gekühlten Durchlaufkokille (3) ausgezogen, in einer der Durchlaufkokille (3) nachgeordneten Strangstützeinrichtung (7, 11) gestützt und mit Kühlmittel gekühlt sowie gegebenenfalls dickenreduziert wird, wobei zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Strang das Stranggießen unter Zugrundelegung eines die Belastung des Metalls während des Gießens und während des dabei stattfindenden Erstarrungsprozesses beschreibendes thermomechanisches Rechenmodell, mit dem on-line der Belastungszustand des Stranges berechnet wird, durchgeführt wird und die Werkstoffbelastung beinflussende Variable des Stranggießverfahrens, wie zum Beispiel die zur Kühlung des Stranges vorgesehene spezifische Kühlmittelmenge, on-line-dynamisch, d.h. während des laufenden Gießens, eingestellt werden, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung eines bestimmten rissfreien Gefüges ein die Rissempfindlichkeit des Gefüges und die in der Struktur des Gefüges gespeicherte Rissbildungsenergie beschreibendes Rechenmodell eingesetzt wird.

2. Verfahren zum Stranggießen eines Metallstranges, insbesondere eines Stahlstranges (1), wobei ein Strang (1) aus einer gekühlten Durchlaufkokille (3) ausgezogen, in einer der Durchlaufkokille (3) nachgeordneten Strangstützeinrichtung (7, 11) gestützt und mit Kühlmittel gekühlt sowie gegebenenfalls dickenreduziert wird, wobei zur Ausbildung eines bestimmten Gefüges im gegossenen Strang das Stranggießen unter on-line Berechnung unter Zugrundelegung eines die Ausbildung des bestimmten Gefüges des Metalles beschreibenden thermomechanischen und metallurgischen Rechenmodells durchgeführt wird und die Werkstoffbelastung und die Gefügeausbildung beinflussende Variable des Stranggießverfahrens, wie zum Beispiel die zur Kühlung des Stranges vorgesehene spezifische Kühlmittelmenge, on-line-dynamisch, d.h. während des laufenden Gießens, eingestellt werden, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausbildung eines bestimmten rissfreien Gefüges ein die Rissempfindlichkeit des Gefüges und die in der Struktur des Gefüges gespeicherte Rissbildungsenergie beschreibendes Rechenmodell eingesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in das Rechenmodell ein auf der Bruchmechanik von Metallen basierendes Modell, insbesondere ein Modell für Risswachstum unter Kleinbereichsfließen, integriert ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Rechenmodell aufgrund einer vorgegebenen Metallanalyse, vorzugsweise Stahlanalyse,

sowie aufgrund der Phasenvolumsanteile, der aufgebrachten Deformationen und der Temperaturgeschichte, die zur Bechreibung einer Rissbildung notwendigen Größen, wie die Energiefreisetzungsrate und der Risswiderstand, berechnet werden.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Rechenmodell zunächst aus auf den Strang von außen aufgebrachten Lasten die Spannungs-Dehnungszustände an der Oberfläche des Stranges und im Stranginneren berechnet werden, worauf mit Hilfe einer Grundgleichung für die Energiefreisetzungsrate bei Risswachstum mit Kleinbereichsfließen abgeschätzt wird, wobei die Grundgleichung lautet:

$$G = Y\frac{\sigma^2 \cdot a}{E}$$

hierin ist:
G die Energiefreisetzungsrate,
E der Elastizitätsmodul,
a eine vorhandene Defektgröße
σ die größte Hauptnormalspannung und
Y ein Parameter, der den Einfluss eines mehrachsigen Spannungszustandes und die Bauterilgeometrie berücksichtigt;
dass weiters der Widerstand, den das Metall der Rissausbreitung entgegenhält, gemäß der Gleichung

$$R = 2\gamma_O + 2\gamma_{pl}$$

bestimmt wird, worin
R der Risswiderstand
γ_O die spezifische Oberflächenenergie und
γ_{pl} die zur Erzeugung einer Rissoberfläche notwendige spezifische plastische Verformungsarbeit sind,
worauf G mit R verglichen wird und bei Überschreiten des R Wertes durch den G Wert oder bei Gleichheit dieser Werte korrigierend in das Stranggießverfahren eingegriffen wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der spezifischen plastischen Verformungsarbeit γ_{pl} experimentelle Untersuchungen von Dimpel-Bruchoberflächen durch Vermessen von bei Kleinbereichsfließen gebildeten Rissen herangezogen werden, u.zw. gemäß der Gleichung

$$\gamma_{pl} \cong 2S \cdot \sigma_m \cdot h$$

wobei σ_m die mittlere Fließspannung des Werkstoffs, S ein Parameter, der sich aus der Dimpelform ergibt, und h die Dimpeltiefe sind.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Dimpeltiefe aufgrund von wechselnden Phasenvolumsanteilen von z.B. Austenit und Ferrit, aufgrund von Temperaturunterschieden und aufgrund von Ausscheidungsmengen abgeschätzt wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Rechenmodell thermodynamische Zustandsänderungen des gesamten Stranges, wie Änderungen der Oberflächentemperatur, der Mittentemperatur, der Schalenstärke durch Lösen der Wärmeleitungsgleichung und Lösen von einer die Phasen-Umwandlungskinetik beschreibenden Gleichung ständig mitgerechnet werden und die Kühlung des Stranges in Abhängigkeit des errechneten Wertes mindestens einer der thermodynamischen Zustandsgrößen eingestellt wird, wobei für die Simulation die Strangdicke und die chemische Analyse des Metalles sowie die ständig gemessene Gießgeschwindigkeit berücksichtigt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in das Rechenmodell ein kontinuierliches Phasen-Umwandlungsmodell des Metalles integriert ist, insbesondere nach Avrami.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Rechenmodell thermische Zustandsänderungen des gesamten Stranges, wie Änderungen der Oberflächentemperatur, der Mittentemperatur, der Schalenstärke, durch Lösen der Wärmeleitungsgleichung und Lösen einer die Ausscheidungskinetik, insbesondere nichtmetallischer und intermetallischer Ausscheidungen, beschreibenden Gleichung ständig mitgerechnet werden und die Kühlung des Stranges in Abhängigkeit des errechneten Wertes mindestens einer der thermodynamischen Zustandsgrößen eingestellt wird, wobei für die Simulation die Strangdicke und die chemische Analyse des Metalles sowie die ständig gemessene Gießgeschwindigkeit berücksichtigt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausscheidungskinetik aufgrund freier Phasenenergie und Keimbildung und Verwendung thermodynamischer

Grundgrößen, insbesondere der Gibb'schen Energie, und das Keimwachstum nach Zener in das Rechenmodell integriert sind.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß auch Gefügemengenverhältnisse in Gleichgewichtszuständen gemäß Mehrstoffsystem-Diagrammen, insbesondere gemäß Fe-C-Diagramm, in das Rechenmodell integriert sind.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in das Rechenmodell Kornwachstumseigenschaften, insbesondere unter Berücksichtigung von Rekristallisation des Metalles, integriert sind.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß als die Gefügeausbildung beeinflussende Variable des Stranggießens eine während des Ausförderns des Stranges stattfindende Dickenreduktion vor und/oder nach Durcherstarrung des Stranges zusätzlich zur den Strang beaufschlagenden spezifischen Kühlmittelmenge on-line eingestellt wird.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Rechenmodell auch der mechanische Zustand, wie das Verformungsverhalten, durch Lösen weiterer Modellgleichungen, insbesondere durch Lösen der Wärmeleitgleichung, ständig mitgerechnet wird.

16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß mengenmäßig definierte Phasenanteile durch Aufbringen on-line errechneter spezifischer Strang-Kühlmittelmengen vor und/oder nach der Durcherstarrung des Stranges eingestellt werden.

17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein definiertes Gefüge durch Aufbringen einer on-line errechneten Strangverformung vor und/oder nach der Durcherstarrung des Stranges, welche eine Rekristallisation des Gefüges bewirkt, eingestellt wird.

18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine abschließende Phasenumwandlung, gegebenenfalls unter Berücksichtigung einer nachfolgenden Rückumwandlung, nach Durcherstarrung des Stranges in einer eine verstärkte Kühlung bewirkenden Kühlzone eingestellt wird.

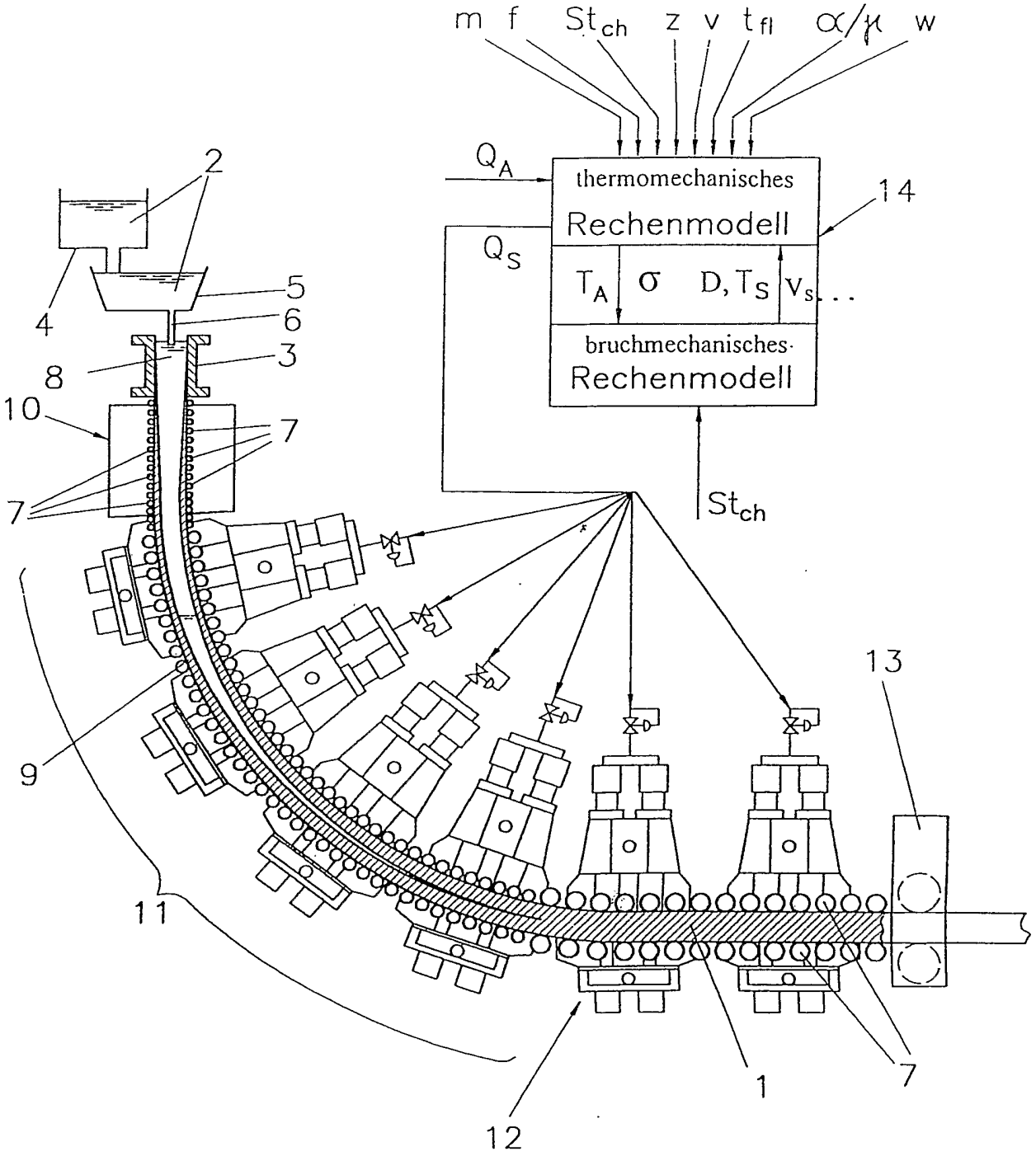

m f St_{ch} z v t_{fl} α/μ w
Q_A
thermomechanisches
Rechenmodell
14
Q_S
T_A σ D, T_S v_s . . .
bruchmechanisches
Rechenmodell
St_{ch}
2
4
5
6
3
8
10
7
7
9
11
12
1
7
13

FIG. 1

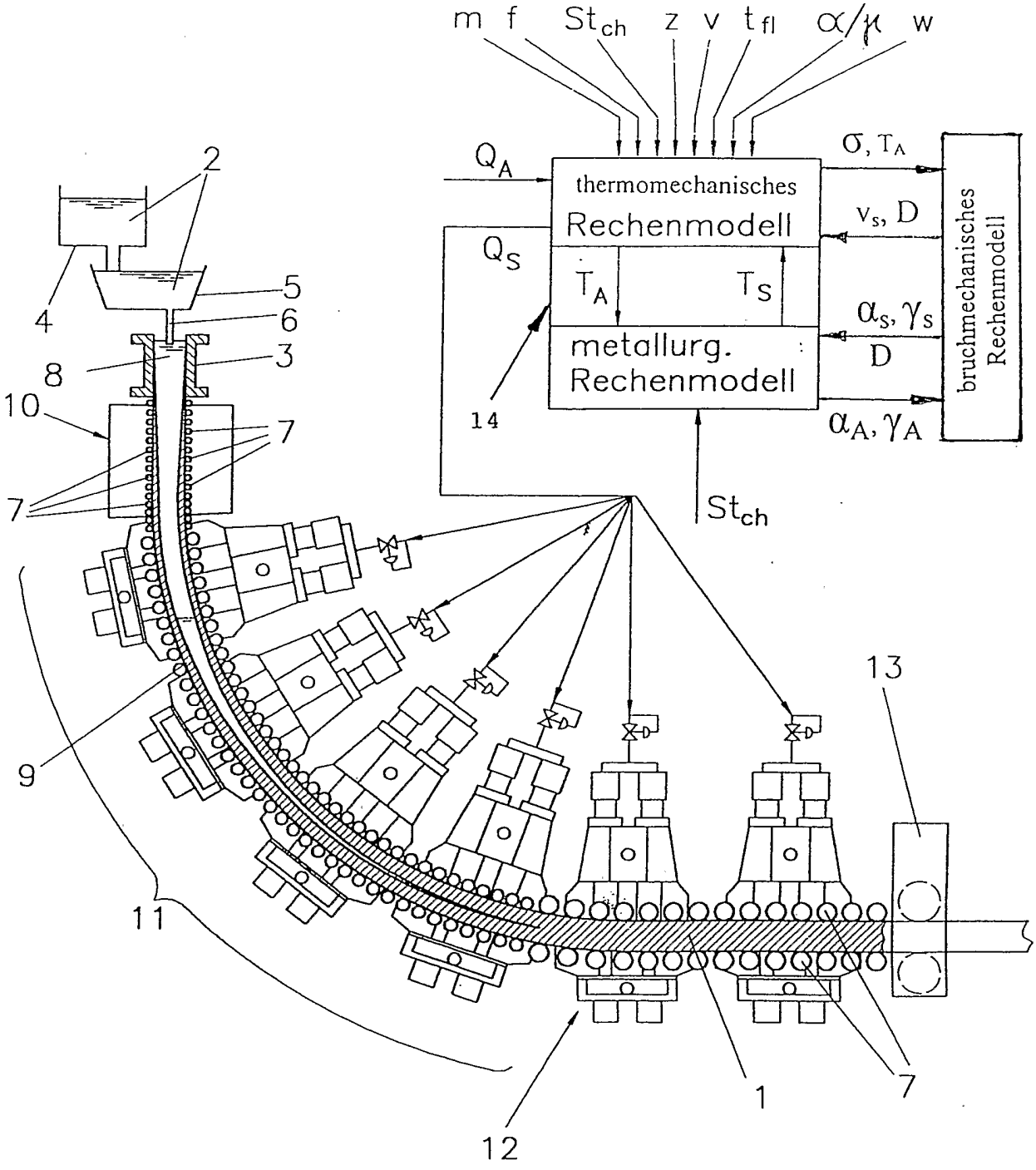

m f St$_{ch}$ z v t$_{fl}$ α/μ w
Q$_A$
Q$_S$
thermomechanisches Rechenmodell
T$_A$
T$_S$
metallurg. Rechenmodell
14
σ, T$_A$
v$_s$, D
α$_s$, γ$_s$
D
α$_A$, γ$_A$
bruchmechanisches Rechenmodell
St$_{ch}$
2
4
5
6
3
8
10
7
7
9
11
12
1
7
13

Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/004568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B22D11/22

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 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, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	AT 409 352 B (VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH & CO) 25 July 2002 (2002-07-25) cited in the application the whole document	1-18
Y	'Online! XP002351970 Retrieved from the Internet: URL:http://www.sv.vt.edu/classes/MSE2094_NoteBook/97ClassProj/anal/yue/energy.html> 'retrieved on 1997-04-05! the whole document	1-18
Y	'Online! XP002351971 Retrieved from the Internet: URL:http://www.eng.uc.edu/{gbeaucag/Classes/MechanicsofMaterials/Quizes/Quiz5.pdf> 'retrieved on 2004-03-01! the whole document	1-18

☐ 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
7 November 2005	18/11/2005

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	Scheid, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/004568

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
AT 409352 B	25-07-2002	WO 0191943 A1	06-12-2001
		AT 9722000 A	15-12-2001
		EP 1289691 A1	12-03-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/004568

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B22D11/22

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 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, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	AT 409 352 B (VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH & CO) 25. Juli 2002 (2002-07-25) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-18
Y	'Online! XP002351970 Gefunden im Internet: URL:http://www.sv.vt.edu/classes/MSE2094_NoteBook/97ClassProj/anal/yue/energy.html> 'gefunden am 1997-04-05! das ganze Dokument	1-18
Y	'Online! XP002351971 Gefunden im Internet: URL:http://www.eng.uc.edu/{gbeaucag/Classes/MechanicsofMaterials/Quizes/Quiz5.pdf> 'gefunden am 2004-03-01! das ganze Dokument	1-18

☐ *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
7. November 2005	18/11/2005

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	Scheid, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/004568

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
AT 409352 B	25-07-2002	WO 0191943 A1	06-12-2001
		AT 9722000 A	15-12-2001
		EP 1289691 A1	12-03-2003