

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. August 2008 (07.08.2008)

PCT

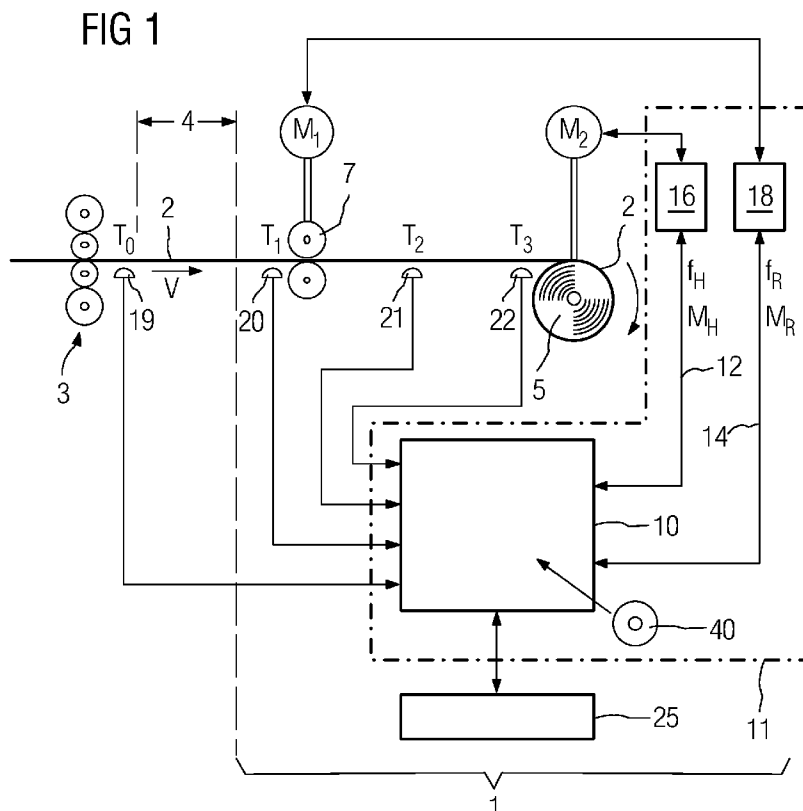
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/092896 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B21C 47/00 (2006.01) **B21C 47/16** (2006.01)
B21C 47/02 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/051132
- (22) Internationales Anmeldedatum:
30. Januar 2008 (30.01.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 005 378.0 2. Februar 2007 (02.02.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHMID, Otto**
[AT/DE]; Dechsendorfer Str. 25 A, 91341 Röttenbach
(DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
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, ME, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE OPERATION OF A COILING DEVICE USED FOR COILING OR UNCOILING A METALLIC STRIP, AND CONTROL DEVICE AND COILING DEVICE THEREFOR

(54) Bezeichnung: BETRIEBSVERFAHREN FÜR EINE HASPELEINRICHTUNG ZUM AUF- ODER ABHASPELN EINES METALLISCHEN BANDES SOWIE STEUEREINRICHTUNG UND HASPELEINRICHTUNG HIERZU



(57) Abstract: Disclosed is a coiling device (1) for coiling or uncoiling a strip (2), comprising at least one coiler (5), an optional drive roll (7) associated with the coiler (5), and a control device (10) for the coiler (5) and the optional drive roll (7). The control device (10) operates the coiling device (1) in such a way that a current strip temperature and/or a current microstructure property of the strip is/are determined by taking measurements or calculating a model, the control device (10) determines a current desired torque value (M_H, M_R) from the actual value or a variable derived therefrom, and the control device (10) operates the coiler (5) and the optional drive roll (7) by means of the current desired torque value (M_H, M_R). Said coiling device (1) has the advantage of improving

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

(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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

the coiling quality as well as the strip quality in terms of the strip thickness and width.

(57) Zusammenfassung: Es ist eine Haspelinrichtung (1) zum Auf- oder Abhaspeln eines Bandes (2) beschrieben, die zumindest einen Haspel (5), optional eine dem Haspel (5) zugeordnete Treibrolle (7), und eine Steuereinrichtung (10) für den Haspel (5) und gegebenenfalls die Treibrolle (7) aufweist. Die Steuereinrichtung (10) betreibt die Haspelinrichtung (1) derart, dass durch Messung oder Modellberechnung eine aktuelle Bandtemperatur und/oder eine aktuelle Mikrostruktur-Eigenschaft des Bandes ermittelt wird, von der Steuereinrichtung (10) aus dem Istwert oder aus einer hieraus abgeleiteten Größe ein aktueller Drehmoment-Sollwert (M_H, M_R) ermittelt wird, und dass die Steuereinrichtung (10) den Haspel (5) und gegebenenfalls die Treibrolle (7) unter Verwendung des aktuellen Drehmoment-Sollwertes (M_H, M_R) betreibt. Der Vorteil liegt in einer verbesserten Wickelqualität und verbesserter Bandqualität hinsichtlich Banddicke und Breite.

Beschreibung

Betriebsverfahren für eine Haspeleinrichtung zum Auf- oder Abhaspeln eines metallischen Bandes sowie Steuereinrichtung
5 und Haspeleinrichtung hierzu

Die Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für eine Haspeleinrichtung zum Aufhaspeln oder Abhaspeln (Aufspulen oder Abspulen) eines metallischen Bandes, die zumindest einen Haspel, optional mindestens eine dem Haspel zugeordnete Treibrolle, und eine Steuereinrichtung für den Haspel und gegebenenfalls für die Treibrolle aufweist.

Die Erfindung bezieht sich außerdem auf eine Steuereinrichtung und ein Steuersystem für eine Haspelanordnung zum Auf- oder Abhaspeln eines metallischen Bandes, wobei die Haspelanordnung einen Haspel und optional mindestens eine dem Haspel zugeordnete Treibrolle aufweist. Außerdem ist Gegenstand der Erfindung eine Haspeleinrichtung zum Aufhaspeln eines metallischen Bandes, die einen Haspel, optional eine dem Haspel zugeordnete Treibrolle, und eine Steuereinrichtung für den Haspel und gegebenenfalls für die Treibrolle aufweist. Die Erfindung betrifft auch einen Datenträger.

25 Haspelanordnungen zum Aufhaspeln eines Bandes sind allgemein bekannt, so z.B. aus EP 0 790 084 B1 für ein Stahlwalzwerk.

Haspelanordnungen werden sowohl beim Warmwalzen als auch beim Kaltwalzen, also auch unterhalb der Rekristallisationstemperatur, verwendet. Beispielsweise wird ein Stahlband zunächst in einer Warmwalzstraße als Rolle oder Spule aufgehaspelt, in dieser Form in ein Kaltwalzwerk geliefert, und dort zum Kaltwalzen wieder abgespult. Im Kaltwalzwerk kann also sowohl ein Abspulhaspel als auch am Streckenende ein Spannhaspel zum
35 Aufwickeln vorhanden sein. Falls im Reversierbetrieb gearbeitet wird, d.h. falls das Band in beiden Richtungen durch die Kaltwalzanlage fährt, kann auch auf beiden Seiten ein Spannhaspel vorhanden sein. Im Zusammenhang mit der Erfindung wird

nachfolgend das Abspulhaspeln und Aufhaspeln unter dem Begriff Aufhaspeln zusammengefasst.

Es ist ferner bekannt, in Walzwerken einen Haspel drehzahl-
5 übersteuert und mit fixer Drehmomentengrenze zu betreiben.
Hierbei gibt eine Steuereinrichtung an den Haspel eine Haspelsolldrehzahl und ein in Bandlaufrichtung wirkendes Haspelgrenzmoment vor. Ebenso gibt die Steuereinrichtung an eine
10 Treibrolle eine Rollensolldrehzahl und sowohl ein in Bandlaufrichtung wirkendes Rollengrenzmoment als auch ein entgegen der Bandlaufrichtung wirkendes Rollengrenzmoment vor, so dass die Steuereinrichtung auch die Treibrolle drehzahlregelt und momentenbegrenzt betreibt.

15 Bei bekannten Haspelanordnungen besteht das Problem, dass Zugschwankungen im Band auftreten. Der erhöhte Zug kann dabei so groß sein, dass er die Streckgrenze des Bandes übersteigt, also zu plastischen Formveränderungen, z.B. Einschnürungen, des Bandes führt. Die Dicke und insbesondere auch die Breite
20 des auf zuhaspelnden Bandes können dadurch variieren. Ein Verlust von konstanter Dicke und Breite des zu wickelnden Bandes stellt einen Qualitätsverlust dar. In AT 408 526 B ist beispielsweise ein Verfahren zur Verringerung von Zugkraftschwankungen beim Haspeln beschrieben, wobei solche Zugkraftschwankungen als von Unrundheiten im Bereich der Haspel her-
25 rührend beschrieben sind. Zur Korrektur wird die jeweils aktuelle Zugkraft und der jeweils aktuelle Verdrehwinkel der Haspel ermittelt.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Wickelqualität und somit die Bandqualität bei einem Bandhaspel weiter zu verbessern.

Diese Aufgabe wird bezogen auf das eingangs genannte Betriebsverfahren gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass
35 a) als Istwert einer aktuellen Eigenschaft des Bandes eine aktuelle Bandtemperatur und/oder eine aktuelle Mikrostruk-

tureigenschaft des Bandes gemessen oder durch Modellberechnung ermittelt wird,

- b) von der Steuereinrichtung aus dem Istwert oder aus einer hieraus abgeleiteten Größe ein in und/oder entgegen der Bandlaufrichtung wirkender aktueller Drehmomentwert ermittelt wird, und
- c) die Steuereinrichtung den Haspel und/oder die Treibrolle unter Verwendung des aktuellen Drehmomentwerts betreibt.

10 Aus dem primären Istwert können rechnerisch andere Istwerte abgeleitet werden, die dann ihrerseits zur Ermittlung des Drehmomentwertes herangezogen werden.

15 Der Drehmomentwert kann als Drehmomentsollwert und/ oder als Drehmomentgrenzwert verwendet werden. Zum Beispiel falls die Antriebe drehzahlübersteuert betrieben werden sind beide Begriffe als inhaltsgleich anzusehen. Die optionale Treibrolle ist dem Haspel insbesondere vorgeordnet.

20 Es ist somit eine dynamische Regelung über das Drehmoment auf aktuelle Bandeigenschaften möglich. Die Erfinder haben erkannt, dass eine wichtige Kenngröße für die Berechnung der Drehmomentengrenzen die aktuelle Steifigkeit des zu wickeln-
25 den Bandes ist, und dass diese Steifigkeit maßgeblich durch die Bandtemperatur und/oder durch die Mikrostruktur des Bandes beeinflusst ist. Durch die aktive Anpassung der Drehmomentenberechnung basierend auf Istwerten der Parameter, welche die Steifigkeit eines Bandes über den gesamten Wickelprozess hinweg bestimmen, ergibt sich ein gleichmäßigeres Wickelmoment, d.h. Moment auf der Materialseite (im Material),
30 und es ergibt sich somit insgesamt eine bessere Wickelqualität und weniger variierende oder konstante Bandzüge (Zugkräfte).

35 Eine Messung des aktuellen Zugkraft oder des aktuellen Verdrehwinkels des Haspels ist bei dem Verfahren nach der Erfindung für die Drehmomentvorgabe nicht obligatorisch, sondern für das erfindungsgemäße Regelkonzept irrelevant, wenngleich

für zusätzliche optionale Regelkonzepte unter Umständen vorteilhaft.

An der Variante der Messung der Bandtemperatur wird der neue
5 Weg, den die Erfinder beschreiten, besonders deutlich. War die bisherige Denkweise bei der Entwicklung von Walzwerken darauf gerichtet, die Temperatur im Band auch beim Haspeln konstant zu halten, so geht die Überlegung der Erfinder dahin, dass die Auswirkungen von Temperaturschwankungen nie
10 ganz vermeidbar sind, und sogar soweit, Temperaturschwankungen bewusst in Kauf zu nehmen. Es wird mit der Erfindung sogar möglich, gezielt Bänder mit über die Bandlänge variierenden Temperaturen, also Temperaturprofilen oder Profilkühlungen, z.B. mit heißem Kopf oder Ende, sehr genau zu walzen,
15 ohne dass Probleme beim Aufhaspeln des Bandes entstehen, weil gerade bei solchen Profilen mit größeren Abweichungen von Soll- zu Istwert der Bandtemperatur gerechnet wird.

Alternativ oder zusätzlich zur Temperaturmessung wird mit
20 Vorteil eine aktuelle Mikrostruktureigenschaft des Bandes gemessen oder durch Modellberechnung ermittelt, insbesondere eine Korngröße, ein Korngefüge, ein Phasenanteil, eine Gibbssche freie Enthalpie oder/und eine Molekular- oder Atomverteilung. Geeignet sind (auch) alle Größen, die sich
25 aufgrund der Phaseneigenschaften des Materials des Bandes, z.B. der Stahl- oder Legierungssorte, ergeben.

An der Variante, bei welcher als Istwert eine Mikrostruktureigenschaft des Bandes aus einer Modellrechnung ermittelt
30 wird, wird der neue Weg, den die Erfinder beschreiten, ebenfalls besonders deutlich. War die bisherige Denkweise bei der Entwicklung von Walzwerken auf die Temperatur im Band und entsprechende Abkühlprozesse gerichtet, so gehen die Erfinder davon aus, dass künftig stärker auf die direkten Materialeigenschaften eingeregelt werden wird. Entsprechende Modellier-
35 verfahren sind z.B. aus EP 1 576 429 B1 oder DE 10 2004 005 919 A1 bekannt. Dabei haben sie erkannt, dass dann beim Haspeln, also Aufwickeln oder Abspulen des Bandes, eine entspre-

chende Steuerung in Abhängigkeit von den die Mikrostruktur betreffenden Materialeigenschaften besonders vorteilhaft ist.

5 Auch der Temperatur-Istwert, der zur Drehmoment-(Soll)wertermittlung verwendet wird, muss nicht gemessen werden, insbesondere nicht unmittelbar im Bereich der Haspeleinrichtung, sondern kann aus einer Modellberechnung ermittelt werden. Dies ist von Vorteil, weil exakte Messungen von Temperatur oder Materialeigenschaften des Bandes wegen der dort herrschenden Umgebungsbedingungen (Hitze, Schmutz) nicht immer
10 ohne großen Aufwand möglich sind. Insbesondere liefern diese Messungen nur einen Punktwert über die Bandbreite, Banddicke, etc. Mit einer Modellberechnung ist es möglich, aus anderen Startparametern beispielsweise einen Temperaturwert oder eine
15 Materialeigenschaft unmittelbar im Bereich der Haspeleinrichtung vorauszurechnen, beispielsweise aus Messwerten oder Daten, die an anderer Stelle im vorgelagerten Walzwerk gewonnen wurden. Die Modellberechnung kann optional (auch) mehrere oder viele Punktwerte räumlich verteilt über die Bandbreite
20 und/oder Banddicke ermitteln.

Das Band ist insbesondere ein Stahlband oder ein Nichteisenband in einem Walzwerk und/oder in einer nachgeschalteten Behandlungslinie beispielsweise in einem Kaltwalzwerk der eingangs genannten Art. Das Verfahren nach der Erfindung ist be-
25 sonders gut auch in einem Warm-Walzwerk einsetzbar. Es ist für Stahlband jeglicher Legierung aber auch für Nichteisen-(NE-)Metall, z.B. Aluminium, einsetzbar.

30 Vorzugsweise ermittelt die Steuereinrichtung fortlaufend Drehmomentwerte derart, dass eine Variation in dem im Band wirkenden Wickelmoment oder Bandzug verringert ist, wobei das Wickelmoment oder der Bandzug im Material vorzugsweise konstant sind. Es ist bedeutsam, dass die Variation im Band verringert ist, denn ein im Band wirkendes Wickelmoment oder
35 Bandzug kann - muss aber nicht - auf der Motorseite bzw. Rollenseite ebenfalls ein konstantes Moment bedingen.

Insbesondere erfolgt die Ermittlung des Istwertes in Echtzeit, online und/oder kontinuierlich, beispielsweise mit einer Rate von mindestens 50 oder 25 Messungen pro Sekunde.

- 5 Die Steuereinrichtung kann den Haspel und/oder die Treibrolle momentenbegrenzt betreiben, also insbesondere mit einem jeweils aktuell berechneten Drehmomentgrenzwert.

Der Ort, an welchem oder zu welchem die Ermittlung des Istwertes erfolgt, liegt vorzugsweise zwischen dem Haspel und der Treibrolle, und/ oder unmittelbar vor der Treibrolle und/oder zwischen dem aus dem Haspel und der optionalen Treibrolle gebildeten Haspelsystem und einem dem Haspelsystem vorgelagerten Walzgerüst, insbesondere unmittelbar nach dem Walzgerüst. Unmittelbar hinter dem letzten Walzgerüst eines Walzwerks ist das Band am weichsten; dort werden Dicke und Breite des Bandes besonders empfindlich beeinflusst, so dass eine Istwertmessung dort besonders vorteilhaft ist. Zwischen dem letzten Walzgerüst und dem Haspelsystem kann eine aktiv oder/ und passiv das Band kühlende Kühlstrecke angeordnet sein.

Vorzugsweise wird aus dem Istwert eine, insbesondere makroskopische, Materialeigenschaft des Bandes ermittelt, insbesondere eine Steifigkeit, eine Zugfestigkeit, eine Oberflächen-
25 güte, eine Temperatur, eine geometrische Abmessung, eine Dehngrenze, eine Zähigkeit oder eine Duktilität.

Außerdem ist es von Vorteil, falls zusätzlich zu den jeweils aktuellen und veränderlichen Werten für Bandtemperatur und Materialeigenschaft auch eine statische Materialeigenschaft des Bandes an die Steuereinrichtung übergeben wird, insbesondere ein Materialtyp, eine Warmfließgrenze als Funktion der
30 Stahlsorte, ein Legierungscode, eine Information über eine chemische Analyse oder Zusammensetzung des Bandmaterials und/oder zugehörige Korrekturfaktoren.

Vorzugsweise gibt die Steuereinrichtung an den Haspel auch eine Haspelsolldrehzahl und/oder gegebenenfalls an die Treibrolle auch eine Rollensolldrehzahl aus, so dass die Steuereinrichtung den Haspel und gegebenenfalls die Treibrolle vorzugsweise drehzahl geregelt betreiben kann. Auch ein drehzahlbegrenzter Betrieb ist möglich.

Die eingangs genannte Aufgabe wird bezogen auf die eingangs genannte Steuereinrichtung gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie den Haspel und gegebenenfalls die Treibrolle gemäß dem vorgenannten Betriebsverfahren betreibt. Für das Betriebsverfahren genannte Vorteile und bevorzugte Ausführungen gelten für die Steuereinrichtung analog.

Hierzu weist die Steuereinrichtung mit besonderem Vorteil einen Sensor zur Messung einer aktuellen Eigenschaft des Bandes auf, insbesondere einen Temperatursensor, und/oder eine Modellberechnungseinheit zur modellbasierten Berechnung einer aktuellen Mikrostruktureigenschaft und/oder einer aktuellen Temperatur des Bandes.

Die eingangs genannte Aufgabe wird bezogen auf das eingangs genannte Steuersystem gemäß der Erfindung gemäß einer ersten Variante dadurch gelöst, dass das Steuersystem folgende Mittel aufweist:

- a) mindestens einen Sensor zur Messung einer aktuellen Temperatur des Bandes,
- b) eine Steuereinrichtung, die Drehmomentberechnungsmittel aufweist, um aus der aktuellen Temperatur des Bandes einen aktuellen Drehmomentwert zu berechnen, und
- c) mindestens eine Antriebsregleinrichtung für den Haspel und/ oder die Treibrolle, der der Drehmomentwert zuführbar ist.

Der Sensor ist insbesondere ein berührungsloser Sensor.

Die Sensordaten werden in der Steuereinrichtung zur Ermittlung des jeweils aktuellen Drehmomentwerts verwendet. Der Drehmomentwert kann als Drehmomentsollwert und/ oder als Drehmomentgrenzwert verwendet werden. Zum Beispiel falls die

5 Antriebe drehzahlübersteuert betrieben werden, sind beide Begriffe als inhaltsgleich anzusehen.

Alternativ oder zusätzlich zu dem Sensor weist die Steuereinrichtung oder das Steuersystem in einer zweiten Variante eine

10 Modellberechnungseinheit auf zur modellbasierten Berechnung einer aktuellen die Mikrostruktur des Bandes kennzeichnenden Eigenschaft des Bandes. Es kommen insbesondere bekannte Modelle für das thermodynamische Verhalten eines Materials, z.B. sog. Microstructure-Modelle und/oder Phasenumwandlungs-

15 modelle, in Betracht. Die Modellberechnungseinheit kann auch die aktuelle Bandtemperatur im Bereich der Haspeleinrichtung ermitteln. Auch bei der zweiten Lösungsvariante weist das Steuersystem eine Steuereinrichtung und mindestens eine Antriebsregleinrichtung auf. Anstelle der gemessenen Temperatur

20 ist aber eine berechnete Temperatur bzw. Mikrostruktureigenschaft an die Steuereinrichtung zuführbar.

Vorteile und bevorzugte Ausgestaltungen, welche im Zusammenhang mit dem Betriebsverfahren genannt wurden, gelten für das

25 Steuersystem analog.

Bezogen auf die eingangs genannte Haspeleinrichtung wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe dadurch gelöst, dass die Steuereinrichtung oder das Steuersystem wie vorstehend

30 beschrieben ausgebildet ist.

Auch ein Datenträger mit einem das Betriebsverfahren abbildenden Programmcode löst die Aufgabe. Gegenstand der Erfindung ist auch ein Walzwerk mit einer Haspeleinrichtung nach

35 vorgenannter Ausgestaltung.

Zwei Ausführungsbeispiele einer Haspeleinrichtung nach der Erfindung samt zugehörigem Betriebsverfahren werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 4 näher erläutert. Es zeigen:

- 5 FIG 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Haspeleinrichtung nach der Erfindung mit mehreren Sensoren,
FIG 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Haspeleinrichtung nach der Erfindung mit einer Modellberechnungseinheit,
FIG 3 Einzelheiten zum Zusammenwirken einer Steuereinheit mit
10 einer Antriebsregleinrichtung am Beispiel des Haspelantriebs der vorgenannten Ausführungsbeispiele (für alternativen Treibrollenantrieb analog), und
FIG 4 eine Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsbeispiele unter Zusammenwirken der Steuereinheit mit einer
15 Kraftregleinrichtung der Treibrolle(n).

Gemäß **FIG 1** ist eine Haspeleinrichtung 1 einer Walzstrasse zum Warmwalzen oder Kaltwalzen eines Stahlbandes 2 nachgeordnet, wobei die Walzstrasse aus Gründen der Übersichtlichkeit
20 nur mit einem in Durchlaufrichtung letzten Walzgerüst 3 und der Haspeleinrichtung 1 dargestellt ist. Das gewalzte Band 2 läuft mit einer Bandgeschwindigkeit V aus dem letzten Walzgerüst 3 aus. Es wird nach Durchlaufen einer z.B. laminar kühlenden Kühlstrecke 4, die ca. 100 m lang sein kann, der Haspeleinrichtung 1 zugeführt und dort aufgehaspelt. Die Länge
25 der Haspeleinrichtung 1 selbst beträgt typisch 5 m.

Die Haspeleinrichtung 1 weist einen Spannhassel oder Haspel 5, eine als Treibrollenpaar ausgebildete Treibrolle 7 und eine Steuereinrichtung 10 auf. Der Haspel 5 weist einen aufspreizbaren Haspeldorn auf. Die Treibrolle 7 ist dem Haspel 5 vorgeordnet, d.h. sie ist zwischen dem Haspel 5 und dem letzten Walzgerüst 3 der Walzstrasse angeordnet. Die Steuereinrichtung 10 steuert den Haspel 5 und die Treibrolle 7 an,
30 legt also deren Betriebsweise und Zusammenwirken fest. Sie ist vorzugsweise als prozessgesteuerte Steuereinrichtung 10 ausgebildet, in welcher bevorzugt eine Prozessoreinrichtung mit einem darin geladenen Computerprogramm arbeitet. In die

Steuereinrichtung 10 ist ein Computerprogramm zur Ausführung des Betriebsverfahrens nach der Erfindung mittels eines Datenträgers 40 ladbar.

- 5 Aufgrund des Computerprogramms betreibt die Steuereinrichtung 10 den Haspel 5 und die Treibrolle 7 auf folgende Weise:

Die Steuereinrichtung 10 steht über Leitungen 12, 14 mit je einer Antriebsregeleinrichtung 16 bzw. 18 für die Antriebs-
10 elemente oder Motoren M_1 , M_2 der Treibrolle 7 bzw. des Haspels 5 in Verbindung. Über die erste Leitung 12 übergibt die Steuereinrichtung 10 an die Antriebsregeleinrichtung 16 für den Haspel 5 eine Haspelsolldrehzahl f_H und einen in Bandlaufrichtung wirkenden aktuellen Haspel-Drehmomentsollwert
15 M_H . Über die zweite Leitung 14 gibt die Steuereinrichtung 10 an die Antriebsregeleinrichtung 18 für die Treibrolle 7 eine Rollensolldrehzahl f_R und einen in Bandlaufrichtung wirkenden Rollen-Drehmomentsollwert M_R . Je nach Betriebsphase des Haspelvorgangs kann der Rollen-Drehmomentsollwert M_R auch gegen
20 die Bandlaufrichtung wirken. Alternativ zu dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel kann entweder nur der Haspel 5 oder nur der „Treiber“, also z.B. die Treibrolle 7 bzw. das Treibrollenpaar, von der Steuereinrichtung 10 unter Verwendung des jeweiligen aktuellen Drehmomentwerts M_H bzw. M_R be-
25 trieben werden.

Die Drehmomentsollwerte M_H , M_R können im dargestellten Ausführungsbeispiel auch als Drehmomentgrenzwerte verstanden werden, weil die Antriebe hierbei drehzahl-übersteuert be-
30 trieben werden, d.h. der Drehzahlregler erreicht nie seine Solldrehzahl, weil das Band nicht schnell genug aus dem Walzwerk kommen kann. Dies gilt für den sog. eingespannten Betrieb des Walzwerks, bei dem das Band beidseitig eingespannt ist. Dieser Normalbetriebsphase vor- bzw. nachgeschaltet ist
35 eine Anwickelphase bzw. eine Ausfädelphase, in welchen die Drehzahlregelung anders erfolgen muss.

Die Steuereinrichtung 10 ermittelt die Drehmomentsollwerte M_H , M_R automatisch, aktiv und kontinuierlich basierend auf jeweils aktuellen Istwerten derjenigen "inneren" Parameter des Bandes, welche die Steifigkeit des Bandes über den gesamten Wickelprozess hin bestimmen. Im gezeichneten Beispiel sind hierzu nach einem optischen Messprinzip, z.B. der Bolometrie, fungierende Temperatursensoren 19, 20, 21, 22 vorhanden, die an verschiedenen Stellen des Bandes, nämlich zwischen dem letzten Walzgerüst 3 und dem aus Treibrolle 7 und Haspel 5 gebildeten Haspelsystem, hierbei bevorzugt unmittelbar nach dem letzten Walzgerüst 3, ferner unmittelbar vor der Treibrolle 7, zwischen der Treibrolle 7 und dem Haspel 5 und unmittelbar vor dem Haspel 5, jeweils online und kontinuierlich Temperaturwerte T_0 , T_1 , T_2 bzw. T_3 messen. Die beiden ersten Temperatursensoren 19, 20 (T_0 bzw. T_1) sind besonders bevorzugt. Aus den jeweils aktuellen Temperaturwerten T_0 , T_1 , T_2 , T_3 ermittelt die Steuereinrichtung 10 jeweils aktuell, in Echtzeit, online und kontinuierlich die Drehmomentsollwerte M_H , M_R derart, dass eine Variation in dem im Band 2 wirkenden Wickelmoment oder ein Bandzug verringert oder vorzugsweise konstant ist. Dabei wird auf an sich bekannte Zusammenhänge abgestellt, z.B. dass die Steifigkeit mit zunehmender Temperatur abnimmt. Bei zunehmender Temperatur wird das Drehmoment verringert. Messung (Istwerterfassung) und Drehmomenterrechnung finden mit einer Wiederholperiode von ca. 8 ms bis 16 ms statt. Es findet also eine dynamische Drehmomentgrenzwertbildung statt.

Alternativ zur Bandtemperatur T_0 , T_1 , T_2 , T_3 kann auch - nicht explizit dargestellt - eine aktuelle Materialeigenschaft des Bandes gemessen werden. Außerdem ist es vom Vorteil, dass zusätzlich zu den dynamisch veränderlichen Temperatur- oder Materialeigenschaftsdaten der Steuereinrichtung 10 von einem übergeordneten Leitrechner 25 Informationen oder Daten über statische Materialeigenschaften des Bandes, beispielsweise dem Materialtyp etc., übergeben werden, also Daten, die nicht online oder fortlaufend während der Bandherstellung verändert werden.

Die Steuereinrichtung 10 zusammen mit den Antriebsregleinrichtungen 16, 18 und den Temperatursensoren 19, 20, 21, 22 bildet ein Steuersystem 11 für die Haspeleinrichtung 1.

5 Das in **FIG 2** dargestellte Ausführungsbeispiel eines Walzwerks W ist mit dem in FIG 1 dargestellten Ausführungsbeispiel identisch mit dem Unterschied, dass an Stelle der Temperatursensoren 19, 20, 21, 22 eine - z.B. in den Leitrechner 25 integrierte - Modellberechnungseinheit 30 gebildet ist, welche
10 Inputdaten vom Leitrechner 25 oder von einer anderen Datenverarbeitungseinheit, Datenerfassungseinheit oder Dateneingabeeinheit 50 erhält, wobei diese Daten Messwerte bezüglich Bandtemperatur oder Bandeigenschaft an anderer Stelle im vorgelagerten Walzwerk sein können. Der Leitrechner 25 bzw. die
15 Modellberechnungseinheit 30 erhalten die aktuell errechneten Drehzahl- und Momentensollwerte über die Steuereinheit 10 zur Adaption mitgeteilt. Die Modellberechnungseinheit 30 berechnet unter Verwendung einschlägiger Wärmeleitgleichungen und Wärmestrahlungsgesetze die Temperaturen T_0 , T_1 , T_2 , T_3 des
20 Bandes 2 im Bereich der Haspeleinrichtung 1 und fingiert auf diese Weise tatsächliche Messwerte. Die Sensoren 19, 20, 21, 22 der FIG 1 sind in diesem Falle nicht unbedingt erforderlich. Die Messparameter gemäß Modell werden an die Steuereinrichtung 10 zur weiteren Berechnung der Drehmomente M_H , M_R
25 gesandt.

Die Modellberechnungseinheit 30 kann alternativ oder zusätzlich Istwerte von makroskopischen Materialeigenschaften, z.B. Steifigkeit, Zähigkeit, Duktilität, Oberfläche, Zugfestigkeit
30 oder von mikroskopischen Materialeigenschaften, z.B. Korngefüge, Korngröße, Verteilung von Phasen, Gibbssche freie Enthalpie etc., an beliebigen Stellen errechnen. Hierbei kann auf die an sich bekannten Modellierverfahren, wie z.B. beschrieben in EP 1 576 429 B1 oder DE 10 2004 005 919 A1, zurückgegriffen werden. Die Modellberechnungseinheit 30 kann
35 dabei in Echtzeit oder zumindest für die Bandregelung ausreichend schnell eine Größe berechnen, welche als Maß für die mit dieser Schnelligkeit nicht unmittelbar erfassbare aktuel-

le Mikrostruktur des Bandes fungiert. Beispielsweise wird für die Steifigkeit des Bandes die Warmfließgrenze („Hot yield point“, abgekürzt HYP) als Maß verwendet, gemessen in N/mm^2 .

- 5 Somit ist auch eine Kombination der Ausführungsbeispiele der Figuren 1 und 2 sinnvoll:
- Messung der Temperaturen T_0 , T_1 , T_2 , T_3 oder von anderen Materialzustandsgrößen an den in Figur 1 gezeigten Stellen durch Sensoren 19, 20, 21, 22 und
 - 10 - Berechnung einer Materialeigenschaft, insbesondere einer Mikrostruktur-Eigenschaft durch die Modellberechnungseinheit 30 an denselben (oder anderen) Stellen.

Die Erfindung beruht auf einer aktiven Anpassung der Drehmomentberechnung basierend auf Istwerten der jeweiligen Parameter, welche die Steifigkeit des Bandes 2 über den gesamten Wickelprozess hinweg bestimmen, nämlich Bandtemperatur und die Mikrostruktur des Bandes widerspiegelnde Materialeigenschaften. Dabei kann als Istwert auch eine aktuelle Modellberechnung, unter anderem auch eine Gefügeberechnung hinsichtlich der Materialeigenschaft, herangezogen werden. Der Vorteil liegt in einem gleichmäßigeren Wickelmoment, d.h. Zugmoment auf der Materialseite (im Material), und führt somit zur besseren Wickelqualität und konstanteren Bandzügen. Gemäß der

15 Die Erfindung wird die Drehmomentberechnung und somit die Drehmomentvorgabe an die Haspelmotore M1, M2 auf Istwerte und aktuelle Bandeigenschaften bezogen, und nicht auf Sollvorgaben, die während des Wickelvorgangs unverändert blieben. Dadurch sind die Nachteile von während des Wickelvorgangs unverändert

20 bleibenden Sollvorgaben, nämlich die sich ergebenden Abweichungen zwischen Soll- und Istwert, die die Wickelqualität negativ beeinflussen, vermieden. Die Qualität des gewickelten Bandes, wie z.B. konstante Dicke und Breite, ist verbessert.

25 Alternativ zu einer Modellberechnung kann der Mikrostruktur-Istwert, z.B. mittels Röntgenbeugung, durch direkte Messung ermittelt werden.

30

35

FIG 3 zeigt Einzelheiten zum Aufbau der Steuereinheit 10 und der Antriebsregleinrichtung 16 des Haspelantriebs sowie deren Zusammenwirken. Für den alternativen oder zusätzlichen Treibrollenantrieb gilt diese Figurenbeschreibung analog.

5 Die Steuereinheit 10 erhält - z.B. vom Leitrechner 25 - die sog. Set-up-Banddaten, insbesondere die gewünschte Banddicke d und Bandbreite b . Ferner erhält sie die Werte, welche die aktuellen Bandeigenschaften widerspiegeln, also z.B. Messwerte für die Temperaturen T_0, T_1, T_2, T_3 oder von der Modellberechnungseinheit 30 berechnete oder simulierte Werte für die Materialeigenschaften oder für die aktuelle Mikrostruktur des Bandes 2. Die Daten und Werte gelangen in ein Drehmomentberechnungsmodul 61, welches den Drehmomentsollwert M_H berechnet.

Ferner berechnet ein Drehzahlberechnungsmodul 62 der Steuereinheit 10 in Abhängigkeit von der vom Leitrechner 25 vorgegebenen Wickelphase die Haspelsolldrehzahl f_H . Wickelphasen für eine zu erzeugende Bandrolle (coil) sind insbesondere „Anwickeln“ (Startphase), „eingespannter Zustand“ (Betriebsphase) und „Ausfädeln“ (Endphase). Die Haspelsolldrehzahl f_H für den Haspelmotor M_2 wird über die Leitung 12 einem Drehzahlregelkreis zugeführt. Typische Werte liegen im Bereich von 500 bis 1000 Umdrehungen pro Minute. Zur Bildung des Regelkreises ist dem Haspelmotor M_2 ein Drehzahlmesser 63 zugeordnet, dessen gemessene aktuelle Drehzahl f_{act} als Regelgröße zur Berechnung der Regeldifferenz „ $f_{act} - f_H$ “ für einen in der Antriebsregleinrichtung 16 gebildeten Drehzahlregler 64 dient. Der Ausgangswert des Drehzahlreglers 64 ist ein Drehmomentwert, der nach Umrechnung über den Motorfluss Φ_E zu einem Haspelsolldmotorstrom i_H wird. Der Haspelsolldmotorstrom i_H dient als Eingangsgröße für einen Stromregler 65, der ebenfalls in der Antriebsregleinrichtung 16 gebildet ist. Dem Stromregler 65 ist als Regelgröße ein von einem Strommesser 66 gemessener aktueller Motorstrom i_{act} eingangsseitig zugeführt. Der Stromregler 65 regelt den Antriebsstrom des Haspelmotors M_2 .

Bestandteil der Antriebsregeleinrichtung 16 ist außerdem ein Drehmomentbegrenzungsmodul 68, welches den vom Drehzahlregler 64 ermittelten Drehmomentwert begrenzt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist durch die beiden Pfeile M- und M+ angedeutet, dass dem Drehmomentbegrenzungsmodul 68 sowohl eine obere Grenze als auch eine untere Grenze, beide dann als Drehmomentsollwert M_H bezeichnet, vom Drehmomentberechnungsmodul 61 übermittelt werden kann (über die Leitung 12). Die obere Grenze wird bevorzugt für den Haspel 5 und die Treibrolle 7, die untere Grenze vorzugsweise nur für die Treibrolle 7 verwendet, deren Ansteuerung und Regelung im Übrigen analog zum Haspel 5 erfolgen kann. Die obere Grenze kommt vorzugsweise im „eingespannten Zustand“ zur Vermeidung einer Überschreitung der Streckgrenze des Bandes 2 zur Anwendung, die untere Grenze in den anderen Wickelphasen.

Die obere Grenze des Drehmomentsollwertes M_H wird im Drehmomentberechnungsmodul 61 aus vier Teilmomenten durch Addition gebildet:

20

$$M_H = M_{H,Z} + M_{H,B} + M_{H,A} + M_{H,R}$$

Die vier rechnerisch ermittelten Teilmomente am Beispiel des Haspeldorns sind:

25

a) ein Zug(dreh)moment $M_{H,Z}$ um das Band 2 straff zu halten:

$$M_{H,Z} = Z \cdot D/2$$

30 mit

$$Z = S_{\text{spec}} \cdot b \cdot d \cdot kt$$

Z: Haspelzug

D: (Aktueller) Rollendurchmesser, Bunddurchmesser

d: Banddicke

35 b: Bandbreite

kt: Korrekturfaktor Haspelzug

S_{spec} : Spezifischer Haspelzug

b) ein Biege(dreh)moment $M_{H,B}$ um das Band 2 auf dem Haspel 5 zu wickeln:

$$M_{H,B} = b \cdot (d^2/4) \cdot S_{\text{spec}} \cdot f_{\text{corr}}$$

5 f_{corr} : Korrekturfaktor

c) ein Beschleunigungsmoment $M_{H,A}$ zur Überwindung von Trägheitskräften:

$$10 \quad M_{H,A} = \left[2 \cdot i \cdot J_{\text{Fix}} \cdot \frac{1}{D} + \frac{b \cdot \pi \cdot \rho}{16 \cdot i} \cdot \left(D^3 - \frac{D_0^4}{D} \right) \right] \cdot dV/dt$$

i : Getriebeverhältnis

J_{Fix} : Trägheitsmoment (Motorseite)

D_0 : Haspeldurchmesser

15 ρ : Spezifische Dichte (von Stahl)

π : 3,14..

dV/dt : Beschleunigung

20 d) ein Reibungsmoment $M_{H,R}$ zur Überwindung von Reibungseinflüssen. Dieses hängt von der Konstruktion der Lager, der Schmierung und der Geschwindigkeit ab und kann während der Inbetriebsetzung ermittelt und später ggf. aktualisiert werden.

25 Der spezifische Haspelzug S_{spec} ändert sich als Funktion der aktuellen Bandeigenschaften. Im Prinzip geht hier die Steifigkeit/Härte des Bandes ein, welche von der Mikrostruktur und auch von der Bandtemperatur abhängig ist.

30 Insbesondere das Zugdrehmoment $M_{H,Z}$ und das Biegemoment $M_{H,B}$ sind außer von der Banddicke d und der Bandbreite b somit stark vom HYP abhängig, somit also von der aktuellen Bandtemperatur T . Je nach Anforderungsfall kann für die in die Berechnung Eingang findende aktuelle Bandtemperatur T genau ei-
 35 ner oder mehrere, z.B. gemittelte, der Temperaturwerte T_0, T_1, T_2, T_3 verwendet werden.

Damit kann die erfindungsgemäße Steuereinrichtung 10 dynamisch auf sich verändernde Bandtemperaturen reagieren und somit bei variierendem Motordrehmoment eine weitgehend konstantes Wickelmoment im Band 2 gewährleisten, also ungewünschte
5 Zugschwankungen und Bandqualitätsverluste vermindern. Es können nicht nur periodische Zugkraftschwankungen etwa durch Unrundheiten im gewickelten Band korrigiert werden, wie wenn ausschließlich auf band-externe Parameter wie dem aktuellen Verstellwinkel korrigiert würde, sondern auch auf unperiodisch auftretende Veränderungen. Vielmehr ist bei dem erfindungsgemäßen Haspelverfahren eine Messung des aktuellen Haspel- und/oder Treibrollen-Verdrehwinkels sowie eine Messung der aktuellen Zugkraft zur Ermittlung des Zug-/Momentensollwertes nicht zwingend erforderlich, weil der Sollwert aus
10 Temperatur und/oder Mikrostruktureigenschaft des Bandes abgeleitet wird. Die dynamische Anpassung der Drehmomentgrenzen unter Berücksichtigung von aktueller Temperatur bzw. Mikrostruktur gewährleistet, dass z.B. die Streckgrenze nicht überschritten und ein gutes Wickelergebnis bei straff gewickeltem Band (Coil) erzielt wird.
20

War es bislang üblich, den spezifischen Haspelzug im Setup, also bevor das Band gewickelt wird, vom Level 2 als starren, wenn auch von Bandeigenschaften (Stahlklasse und Temperatur)
25 abhängigen Wert an die Automatisierung zu senden, so wird demgegenüber bei dem erfindungsgemäßen Beispiel davon ausgegangen, dass die Temperatur und/oder die Stahleigenschaften in der Mikrostruktur während des Wickelns nicht konstant ist/sind. Daher wird kein fixer Wert über die gesamte Bandlänge verwendet, sondern der (fixe) Anfangswert wird durch
30 die gemessene Band-ist-Temperatur und/ oder die modellierten Mikrostrukturen während des Wickelns fortlaufend korrigiert. Dadurch lässt sich z.B. eine Profilkühlung, ein Modus, bei welchem der Bandkopf heißer gefahren wird als der Mittelteil
35 des Bandes, besonders vorteilhaft durchführen. Dabei wird für den Mitteteil (= Hauptteil des Bandes) ein anderes Zugmoment und Biegemoment verwendet als für den Bandkopf.

In **FIG 4** ist eine Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsbeispiele dargestellt, bei der die Steuereinheit 10 mit einer Kraftregelvorrichtung oder Anstellungsverrichtung 80 der Treibrolle(n) 7 zusammenwirkt:

5

Die Drehmomentgrenzen bestimmen das Motordrehmoment M_R , M_H und den Zug im Band. Der Haspel 5 hat mit seinem Dorn quasi eine formschlüssige Verbindung und das Band kann im Regelfall nicht "rutschen".

10

Beim Treibrollenpaar 7, also zwei übereinander angeordnete Rollen, die mit einer Kraft F zusammengepresst werden, gibt es diesen Formschluss nicht und bei zu geringer Treiberkraft F bzw. zu hohem Drehmoment M_R kann die Rolle den Kontakt zum Band 2 verlieren und "durchrutschen". Somit besteht ein Zusammenhang zwischen aufzubringendem Rollen-Drehmomentsollwert M_R („Treiberdrehmoment“) und der Treibersollkraft F_R .

15

Es ist somit vorteilhaft mit der Größe des Drehmomentwertes M_R den Kraftsollwert F_R entsprechend anzupassen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist hierzu in der Steuereinheit 10 ein Kraftberechnungsmodul 81 gebildet, welches aus dem Rollen-Drehmomentsollwert M_R und ggf. weiteren Einflussgrößen die Treibersollkraft F_R berechnet. Die Treibersollkraft F_R ist der Anstellungsverrichtung 80 des Treibers zugeführt, und zwar einem darin gebildeten Kraftregler 82. Zur Bildung des Kraftregelkreises ist eine auf das Rollenpaar 7 wirkende hydraulische Anstellung 83 vorhanden, auf welche der Regler 82 mittels eines angesteuerten Ventils 84 Einfluss nimmt. Die Anstellbewegung ist durch den Doppelpfeil 85 dargestellt. Ein nicht dargestellter Messaufnehmer misst den aktuellen hydraulischen Druck p_{act} . Dieser wird nach Umrechnung in eine aktuelle Treiberkraft F_{act} dem Eingang des Kraftreglers 82 als Regelgröße zugeführt.

35

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für eine Haspeleinrichtung (1) zum Auf- oder Abhaspeln eines metallischen Bandes (2), die zumindest
5 einen Haspel (5), optional mindestens eine dem Haspel (5) zugeordnete Treibrolle (7), und eine Steuereinrichtung (10) für den Haspel (5) und gegebenenfalls für die Treibrolle (7) aufweist, wobei

10 a) als Istwert einer aktuellen Eigenschaft des Bandes (2) eine aktuelle Bandtemperatur (T_0, T_1, T_2, T_3) und/oder eine aktuelle Mikrostruktureigenschaft des Bandes (2) gemessen oder durch Modellberechnung ermittelt wird,

15 b) von der Steuereinrichtung (10) aus dem Istwert oder aus einer hieraus abgeleiteten Größe ein in und/oder entgegen der Bandlaufrichtung wirkender aktueller Drehmomentwert (M_H, M_R) ermittelt wird, und

c) die Steuereinrichtung (10) den Haspel (5) und/ oder die Treibrolle (7) unter Verwendung des aktuellen Drehmomentwerts (M_H, M_R) betreibt.

20 2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, wobei das Band (2) ein Stahlband oder ein Nichteisenband in einem Walzwerk, insbesondere Warmwalzwerk, und/oder in einer nachgeschalteten Behandlungslinie ist.

25 3. Betriebsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuereinrichtung (10) fortlaufend Drehmomentwerte (M_H, M_R) derart ermittelt, dass eine Variation in dem im Band (2) wirkenden Wickelmoment oder Bandzug verringert ist, wobei
30 das Wickelmoment oder der Bandzug vorzugsweise konstant sind.

35 4. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Ermittlung des Istwertes in Echtzeit, online und/ oder kontinuierlich erfolgt, insbesondere mit einer Rate von mindestens 50 Messungen pro Sekunde.

5. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei die Steuereinrichtung (10) den Haspel (5) und/ oder die
Treibrolle (7) momentenbegrenzt betreibt.

5 6. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
wobei die Ermittlung des Istwertes zwischen dem Haspel (5)
und der Treibrolle (7) und/oder unmittelbar vor der Treibrol-
le (7), und/oder zwischen dem aus dem Haspel (5) und der op-
tionalen Treibrolle (7) gebildeten Haspelsystem und einem dem
10 Haspelsystem vorgelagerten Walzgerüst (3), insbesondere un-
mittelbar nach dem Walzgerüst (3), erfolgt.

7. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei als Mikrostruktureigenschaft eine Korngröße, ein Korn-
gefüge, ein Phasenanteil, eine Gibbssche freie Enthalpie
15 und/oder eine Molekular- oder Atomverteilung gemessen bzw.
ermittelt wird.

8. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
20 wobei aus dem Istwert eine aktuelle Materialeigenschaft des
Bandes (2) ermittelt wird, insbesondere eine Steifigkeit, ei-
ne Zugfestigkeit, eine Oberflächengüte, eine Temperatur, eine
geometrische Abmessung, eine Dehngrenze, eine Zähigkeit oder
eine Duktilität.

25 9. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
wobei eine statische Materialeigenschaft des Bandes (2) an
die Steuereinrichtung (10) übergeben wird, insbesondere ein
Materialtyp, ein Legierungscode, eine Information über eine
30 chemische Analyse des Bandmaterials und/oder zugehörige Kor-
rekturfaktoren.

10. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
wobei die Steuereinrichtung (10) an den Haspel (5) eine Has-
35 pelsolldrehzahl (f_H) und gegebenenfalls an die Treibrolle (7)
eine Rollensolldrehzahl (f_R) ausgibt.

11. Betriebsverfahren nach Anspruch 10, wobei die Steuereinrichtung (10) den Haspel (5) und gegebenenfalls die Treibrolle (7) drehzahl geregelt betreibt.

5 12. Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Steuereinrichtung (10) den Haspel (5) und ggf. die Treibrolle drehzahlbegrenzt betreibt.

10 13. Steuereinrichtung (10) für eine Haspelanordnung zum Auf- oder Abhaspeln eines Bandes (2), wobei die Haspelanordnung einen Haspel (5) und optional mindestens eine dem Haspel (5) zugeordnete Treibrolle (7) aufweist, wobei die Steuereinrichtung (10) derart ausgebildet ist, dass sie den Haspel (5) und/ oder gegebenenfalls die Treibrolle (7) gemäß einem Be-
15 tribsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 betreibt.

14. Steuereinrichtung (10) nach Anspruch 13, welche einen Sensor (19,20,21,22) zur Messung einer aktuellen Eigenschaft des Bandes (2) aufweist.

20 15. Steuereinrichtung (10) nach Anspruch 14, wobei der Sensor (19,20,21,22) ein Temperatursensor ist.

16. Steuereinrichtung (10) nach einem der Ansprüche 13 bis
25 15, welche eine Modellberechnungseinheit (30) aufweist zur modellbasierten Berechnung einer aktuellen die Mikrostruktur des Bandes (2) kennzeichnenden Eigenschaft des Bandes (2) und/oder zur Berechnung einer aktuellen Bandtemperatur (T_0, T_1, T_2, T_3).

30 17. Steuersystem (11) für eine Haspelanordnung zum Auf- oder Abhaspeln eines metallischen Bandes (2), wobei die Haspelanordnung einen Haspel (5) und optional mindestens eine dem Haspel (5) zugeordnete Treibrolle (7) aufweist, mit:

- 35 a) mindestens einem Sensor (19,20,21,22) zur Messung einer aktuellen Temperatur (T_0, T_1, T_2, T_3) des Bandes (2),
b) einer Steuereinrichtung (10), die Drehmomentberechnungsmittel aufweist, um aus der aktuellen Temperatur

(T_0, T_1, T_2, T_3) des Bandes (2) einen Drehmomentwert (M_H, M_R) zu berechnen, und

- c) mindestens einer Antriebsregleinrichtung (16,18) für den Haspel (5) und/ oder die Treibrolle (7), der der Drehmomentwert (M_H, M_R) zuführbar ist.

18. Steuersystem (11) für eine Haspelanordnung zum Auf- oder Abhaspeln eines metallischen Bandes (2), wobei die Haspelanordnung einen Haspel (5) und optional mindestens eine dem Haspel (5) zugeordnete Treibrolle (7) aufweist, mit

- a) einer Modellberechnungseinheit (30) zur modellbasierten Berechnung einer aktuellen Temperatur (T_0, T_1, T_2, T_3) und/oder einer aktuellen die Mikrostruktur des Bandes (2) kennzeichnenden Eigenschaft des Bandes (2),
b) einer Steuereinrichtung (10), die Drehmomentberechnungsmittel aufweist, um aus der aktuellen Mikrostruktur-Eigenschaft bzw. Temperatur des Bandes (2) einen Drehmomentwert (M_H, M_R) zu berechnen, und
c) mindestens einer Antriebsregleinrichtung (16,18) für den Haspel (5) und/oder die Treibrolle (7), der dem Drehmomentwert zuführbar ist.

19. Haspeleinrichtung (1) zum Aufhaspeln eines metallischen Bandes (2), die einen Haspel (5), optional eine dem Haspel (5) zugeordnete Treibrolle (7), und eine Steuereinrichtung (10) für den Haspel und gegebenenfalls für die Treibrolle (7) aufweist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Steuereinrichtung (10) nach einem der Ansprüche 13 bis 16 ausgebildet ist.

20. Haspeleinrichtung (1) zum Aufhaspeln eines metallischen Bandes (2), die einen Haspel (5), optional eine dem Haspel (5) zugeordnete Treibrolle (7), und ein Steuersystem (11) für den Haspel und gegebenenfalls für die Treibrolle (7) aufweist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das Steuersystem (11) nach Anspruch 17 oder 18 ausgebildet ist.

21. Datenträger (40) mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm zur Durchführung des Betriebsverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wenn das Betriebsverfahren in die Steuereinrichtung (10) geladen ist.

5

22. Walzwerk (W) zum Walzen eines Stahlbandes (2), insbesondere Warmwalzwerk, mit einer Haspeleinrichtung (1) nach Anspruch 19 oder 20.

10

FIG 3

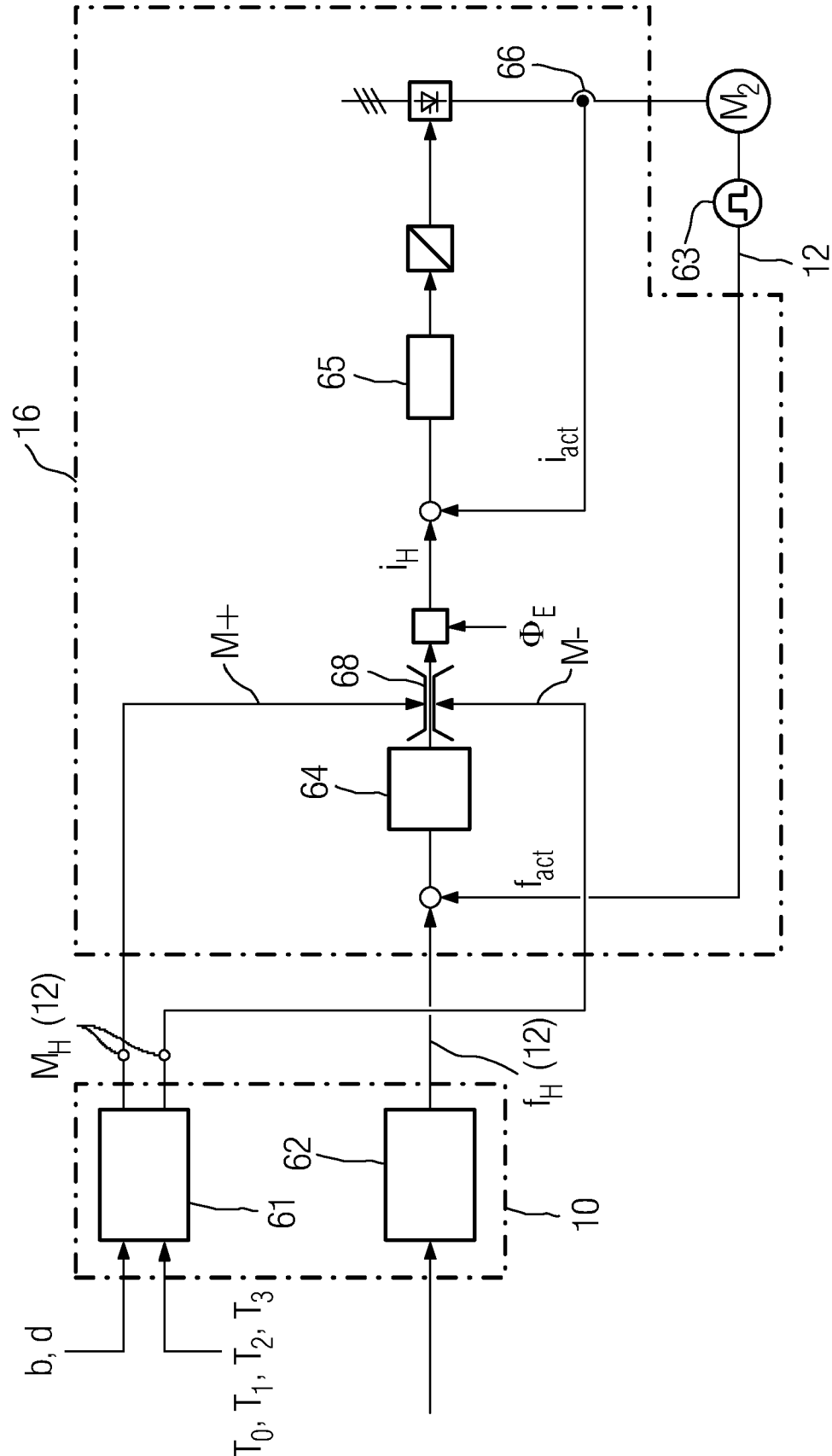
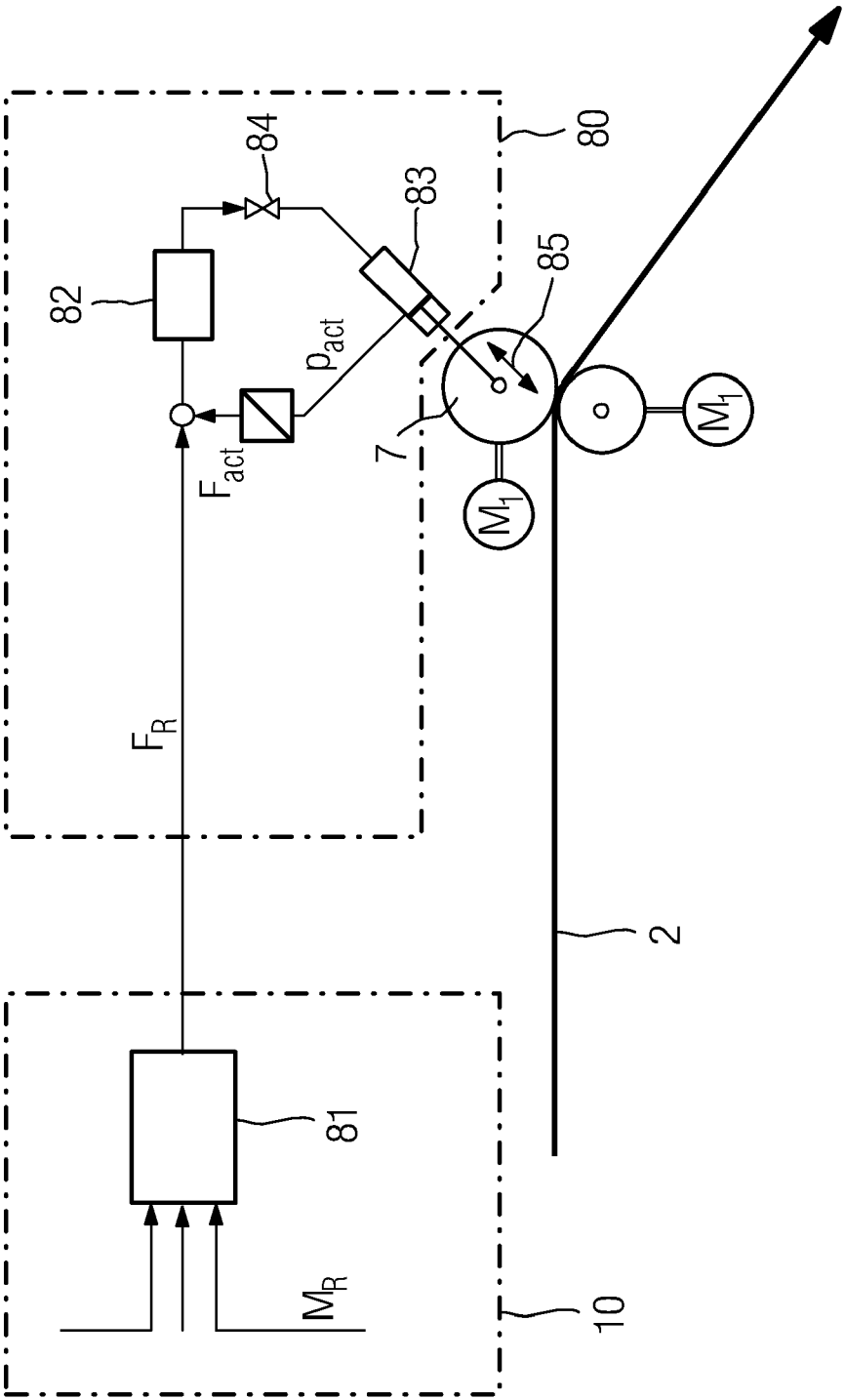


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/051132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B21C47/00 B21C47/02 B21C47/16

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)

B21C 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DATABASE WPI Week 2006 Thomson Scientific, London, GB; AN 370980 XP002483357 "Method for controlling tension of strip on winder" & KR 2005 041 118 A (POSCO) 4 May 2005 (2005-05-04) abstract	1-22
A	EP 1 180 402 A (VAI IND UK LTD [GB]) 20 February 2002 (2002-02-20) column 4, line 1 - line 42 column 7, line 6 - column 8, line 37	1, 13, 19
A	CH 442 483 A (LICENTIA GMBH [DE]) 31 August 1967 (1967-08-31) page 3, line 34 - line 43; claim 1; figure 1	1, 13, 19, 22
	----- -/-- -----	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family 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

9 Juni 2008

Date of mailing of the international search report

18/06/2008

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

Ritter, Florian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/051132

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/002783 A (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]; PEITL WOLFGANG [AT]; RAB ANDREAS [AT]) 12 January 2006 (2006-01-12) page 2, paragraph 5 -----	1,13,19, 22
A	DE 198 18 207 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE]) 28 October 1999 (1999-10-28) the whole document -----	1,13,19, 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/051132

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
KR 2005041118	A		NONE	
EP 1180402	A	20-02-2002	US 2002046588 A1	25-04-2002
CH 442483	A	31-08-1967	BE 675932 A	16-06-1966
			DE 1513252 A1	10-07-1969
			FR 1506281 A	22-12-1967
			NL 6601405 A	08-08-1966
			SE 310021 B	14-04-1969
WO 2006002783	A	12-01-2006	AT 502723 A1	15-05-2007
			BR PI0513148 A	29-04-2008
			CA 2572986 A1	12-01-2006
			CN 1984729 A	20-06-2007
			EP 1763410 A1	21-03-2007
			JP 2008504969 T	21-02-2008
DE 19818207	A1	28-10-1999	AT 218935 T	15-06-2002
			BR 9909865 A	30-10-2001
			CA 2330099 A1	04-11-1999
			CN 1297387 A	30-05-2001
			WO 9955474 A1	04-11-1999
			EP 1073532 A1	07-02-2001
			ES 2178889 T3	01-01-2003
			JP 2002512887 T	08-05-2002
			MX PA00010369 A	15-07-2005
			RU 2220799 C2	10-01-2004
			TW 431917 B	01-05-2001
			US 6378346 B1	30-04-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B21C47/00 B21C47/02 B21C47/16

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B21C 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DATABASE WPI Week 2006 Thomson Scientific, London, GB; AN 370980 XP002483357 "Method for controlling tension of strip on winder" & KR 2005 041 118 A (POSCO) 4. Mai 2005 (2005-05-04) Zusammenfassung	1-22
A	EP 1 180 402 A (VAI IND UK LTD [GB]) 20. Februar 2002 (2002-02-20) Spalte 4, Zeile 1 - Zeile 42 Spalte 7, Zeile 6 - Spalte 8, Zeile 37	1, 13, 19
A	CH 442 483 A (LICENTIA GMBH [DE]) 31. August 1967 (1967-08-31) Seite 3, Zeile 34 - Zeile 43; Anspruch 1; Abbildung 1	1, 13, 19, 22
	----- -/-	

☒ 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

9. Juni 2008

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/06/2008

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

Ritter, Florian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2006/002783 A (VOEST ALPINE IND ANLAGEN [AT]; PEITL WOLFGANG [AT]; RAB ANDREAS [AT]) 12. Januar 2006 (2006-01-12) Seite 2, Absatz 5 -----	1,13,19, 22
A	DE 198 18 207 A1 (SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE]) 28. Oktober 1999 (1999-10-28) das ganze Dokument -----	1,13,19, 22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/051132

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
KR 2005041118 A		KEINE	
EP 1180402 A	20-02-2002	US 2002046588 A1	25-04-2002
CH 442483 A	31-08-1967	BE 675932 A	16-06-1966
		DE 1513252 A1	10-07-1969
		FR 1506281 A	22-12-1967
		NL 6601405 A	08-08-1966
		SE 310021 B	14-04-1969
WO 2006002783 A	12-01-2006	AT 502723 A1	15-05-2007
		BR PI0513148 A	29-04-2008
		CA 2572986 A1	12-01-2006
		CN 1984729 A	20-06-2007
		EP 1763410 A1	21-03-2007
		JP 2008504969 T	21-02-2008
DE 19818207 A1	28-10-1999	AT 218935 T	15-06-2002
		BR 9909865 A	30-10-2001
		CA 2330099 A1	04-11-1999
		CN 1297387 A	30-05-2001
		WO 9955474 A1	04-11-1999
		EP 1073532 A1	07-02-2001
		ES 2178889 T3	01-01-2003
		JP 2002512887 T	08-05-2002
		MX PA00010369 A	15-07-2005
		RU 2220799 C2	10-01-2004
		TW 431917 B	01-05-2001
		US 6378346 B1	30-04-2002