



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.05.2024 Patentblatt 2024/18

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21B 37/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23200699.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
**B21B 37/165; B21B 38/04; B21B 2261/02;
B21B 2275/06**

(22) Anmeldetag: **29.09.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Sieghart, Jörn**
40721 Hilden (DE)
• **Hüper, Thomas**
47441 Moers (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(30) Priorität: **25.10.2022 DE 102022211278**

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(54) **VERFAHREN UND COMPUTERPROGRAMM ZUM ANPASSEN DES SOLL-DICKENWERTES FÜR EINE REGELUNG DER DICKE EINES NEU ZU WALZENDEN BANDES FÜR MINDESTENS EIN WALZGERÜST**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Computerprogramm zum Anpassen des Soll-Dickenwertes für eine Regelung der Dicke eines neu zu walzenden Bandes, insbesondere eines Metallbandes, mit Hilfe mindestens eines Walzgerüsts. Gemäß dem Verfahren wird zunächst der Dickenverlauf von mindestens einem bereits in der Vergangenheit gewalzten Band an einer ersten Breitenposition im Hinblick auf den Maximalwert und/oder den Minimalwert über mindestens einem Längenabschnitt analysiert und es wird ein Mittelwert ermittelt. Damit nach dem Warm- oder Kaltwalzen des neu zu walzenden Bandes ein höherer Ausbringungsanteil mit 1A-Qualität als im Stand der Technik resultiert, wird erfindungsgemäß auf Basis der analysierten und ermit-

telten Werte ein prognostizierter Dickenverlauf DP für das neu zu walzende Band ermittelt. Sodann wird geprüft, ob für den prognostizierten Dickenverlauf DP der Abstand dAct zwischen seinem prognostizierten Maximalwert hpmx und seinem prognostizierten Minimalwert hpmi kleiner ist als der Abstand dRef zwischen einer Soll-Obergrenze Vo und einer Soll-Untergrenze Vu eines vorgegebenen Toleranzbandes ist. Falls ja, wird der Mittelwert hp des prognostizierten Dickenverlaufs entweder in Richtung der Soll-Obergrenze VO angehoben oder in Richtung der Soll-Untergrenze Vu abgesenkt und der so veränderte Mittelwert hpn wird dann als der angepasste Soll-Dickenwert für das neu zu walzende Band über dem Längenabschnitt l' festgelegt.

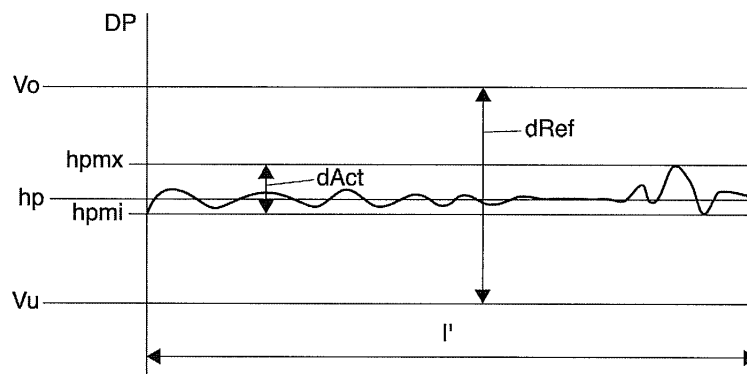


Fig. 1f)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und ein Computerprogramm zum Anpassen des Soll-Dickenwertes für eine Regelung der Dicke eines neu zu walzenden Bandes für mindestens ein Walzgerüst.

Stand der Technik

[0002] Beim Warm- und Kaltwalzen von Band durchläuft das Band verschiedene Prozesssituationen mit unterschiedlicher Produktivität und unterschiedlicher daraus resultierender Qualität für das Band. Bei Prozesssituationen wie Einfädelprozessen oder Produktwechseln kann eine gute Qualität des gewalzten Bandes oftmals nicht gewährleistet werden; die entsprechenden Teile des Bandes müssen dann verschrottet werden. Wenn allerdings ein Warm- oder Kaltwalzwerk einen eingeschwungenen Zustand erreicht hat, in dem der sogenannte Filet-Bereich des Bandes gewalzt wird, kann mit Hilfe der im Stand der Technik bekannten Aktorik, Sensorik und den bekannten Regelsystemen eine sehr gute Produktqualität erreicht werden; insbesondere die Dicke des Bandes kann als Qualitätsparameter sehr genau auf vorbestimmte Zielwerte ausgeregelt werden. Wie genau die Banddicke erreicht wird, hängt von verschiedenen Parametern, wie z.B. der Regelgüte und der Qualität des Vormaterials ab. Wie genau die Dicke des Bandes erreicht werden muss, ist in der Regel durch Vorgabedaten, typischerweise von dem Endkunden, ebenfalls bekannt. In dieser Phase, in der Band mit einer 1A-Qualität gewalzt bzw. erzeugt wird, operiert die Level 1- Regelung und die Level 2-Setzung mit Zieldicken, die meist den Vorgaben des Endkunden spricht. Die Banddickenregelung erfolgt im Stand der Technik meist auf eine Dicke in der Bandbreitenmitte.

[0003] Diese aus dem Stand der Technik bekannte Fahrweise hat den Nachteil, dass ein relativ hoher Anteil des gewalzten Bandes nicht den geforderten Qualitätskriterien genügt und außerdem ist die Produktivität gering. Die mangelnde Qualität zeigt sich teils in Banddicken im Randbereich, die außerhalb der Toleranz des Endkunden liegen. Allerdings können auch deutlich bessere Qualitäten erreicht werden, als vom Endkunden verlangt; in diesem Fall wird das Kalt- oder Warmwalzwerk jedoch strategisch nicht so gefahren, dass es ein für den Walzwerkbetreiber maximales Ausbringen liefert.

[0004] Die chinesische Patentschrift CN 102069094 B offenbart ein System zur Optimierung von wichtigen Prozessparametern für die Steuerung des Profils bzw. der Kontur eines kaltgewalzten Bandes, basierend auf Data Mining. Dabei werden die Prozessparameter für die Profil- bzw. Konturregelung bei laufenden Prozessen erfasst und nach einer vorläufigen Bearbeitung in einer historischen Datenbank gesammelt. Diese historischen Daten werden sodann in weiteren Schritten bearbeitet und sie dienen dann letzten Endes unter Berücksichtigung von bekanntem Wissen über das Kaltwalzen und Warmwalzen von Bändern dazu, optimierte Prozessparameter für zukünftig neu zu walzende Bänder zu generieren.

[0005] Die US-Patentschrift US 2021/0178443 A1 offenbart eine Walzstraße mit mehreren Walzgerüsten zum Walzen eines flachen Walzgutes. Hierbei werden einem Regelsystem vor dem Walzen sowohl Istgrößen des Walzgutes, die das Walzgut vor dem Walzen aufweist, als auch Sollgrößen, die das Walzgut nach dem Walzen haben soll, zugeführt. Das Regelsystem ermittelt auf Basis der Ist- und Sollgrößen in Kombination mit einer Beschreibung der Walzlinie, die von einem Modell der Walzlinie bereitgestellt wird, Werte für Steuer- bzw. Einstellvariable der Walzgerüste.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein bekanntes Verfahren und Computerprogramm zum Anpassen des Soll-Dickenwertes zur Regelung der Dicke eines neu zu walzenden Bandes dahingehend weiterzubilden, dass nach dem Warm- oder Kaltwalzen des Bandes ein höherer Ausbringungsanteil mit 1A-Qualität als im Stand der Technik resultiert, der die Toleranzanforderungen des Endkunden erfüllt.

[0007] Diese Aufgabe wird durch das in Patentanspruch 1 beanspruchte Verfahren gelöst. Es ist gekennzeichnet durch:

d) Generieren eines prognostizierten Dickenverlaufes für das neu zu walzende Band, jeweils an derselben ersten Breitenposition über mindestens einem Längenabschnitt des neu zu walzenden Bandes, auf Basis des in Schritt b) ermittelten Maximalwertes und/oder Minimalwertes und des in Schritt c) ermittelten Mittelwertes, wobei der Längenabschnitt des neu zu walzenden Bandes nach einer gleichen Vorschrift wie der Längenabschnitt des mindestens einen in der Vergangenheit gewalzten Bandes festgelegt wird;

e) Wiederholen der Schritte b) und c) für den prognostizierten Dickenverlauf zum Ermitteln eines prognostizierten Maximalwertes und/oder prognostizierten Minimalwertes und eines prognostizierten Mittelwertes;

f) Prüfen, ob für den prognostizierten Dickenverlauf des neu zu walzenden Bandes der Abstand zwischen dem prognostizierten Maximalwert und dem prognostizierten Minimalwert kleiner ist als der Abstand zwischen einer vorgegebenen Soll-Obergrenze und einer vorgegebenen Soll-Untergrenze ist; falls ja:

g1) Verändern des prognostizierten Mittelwertes an der ersten Breitenposition so, dass das prognostizierte Maximum

des prognostizierten Dickenverlaufs zumindest über dem Längenabschnitt des neu zu walzenden Bandes zumindest bis auf einen vorgegebenen Maximum-Sicherheitsabstand mit der Soll-Obergrenze übereinstimmt, wobei dann der so veränderte prognostizierte Mittelwert als der angepasste Soll-Dickenwert für das neu zu walzende Band über dem Längenabschnitt festgelegt wird; oder

g2) Verändern des prognostizierten Mittelwertes an der ersten Breitenposition so, dass das prognostizierte Minimum des prognostizierten Dickenverlaufs zumindest über dem Längenabschnitt des neu zu walzenden Bandes zumindest bis auf einen vorgegebenen Minimum-Sicherheitsabstand mit der Soll-Untergrenze übereinstimmt, wobei dann der so veränderte prognostizierte Mittelwert als der angepasste Soll-Dickenwert für das neu zu walzende Band über dem Längenabschnitt festgelegt wird.

[0008] Die beanspruchte Alternative gemäß dem Verfahrensschritt 1 g1) empfiehlt sich, wenn das neu zu walzende Band nach Tonnage oder unter dem Aspekt eines minimalen Energieverbrauchs verkauft werden soll. Demgegenüber empfiehlt sich die Alternative gemäß dem beanspruchten Verfahrensschritt 1 g2), wenn das neu zu walzende Band nach Produktlänge verkauft werden soll.

[0009] Der Maximum-Sicherheitsabstand und der Minimum-Sicherheitsabstand sowie das Toleranzband können jeweils - unabhängig voneinander - vorgegeben werden, optional auch zu Null.

[0010] Der "prognostizierte Mittelwert" des prognostizierten Dickenverlaufs des neu zu walzenden Bandes repräsentiert den Achsenabschnitt des prognostizierten Dickenverlaufs in einem Graphen, in dem die Dicke des Bandes über seiner Länge aufgetragen ist.

[0011] Der Begriff "Band" meint insbesondere ein Metallband. Das erfindungsgemäße Verfahren ist aber grundsätzlich auch auf Bänder aus einem beliebigen anderen Material als Metall anwendbar.

[0012] Durch das beanspruchte Verfahren wird erfindungsgemäß sichergestellt, dass beim Walzen des Bandes die Filet-Länge des Bandes, d.h. die Länge bzw. der prozentuale Anteil des gewalzten Bandes, die bzw. der den Toleranzanforderungen des Kunden genügt, vergrößert und vorzugsweise auch qualitativ verbessert wird. Der Filet-Bereich eines Bandes ist typischerweise sein mittlerer Bereich. Nicht dazu gehören der Bandanfang und das Bandende. Die qualitative Optimierung des gewalzten Bandes ist primär im Interesse des Endkunden; die Vergrößerung des qualitativ guten und damit verkauften Anteils des Bandes nach dem Walzen ist im Interesse des Walzwerksbetreibers, weil auf diese Weise weniger Ausschuss produziert wird und deshalb zu geringeren Kosten produziert werden kann.

[0013] Gemäß dem beanspruchten Verfahren erfolgt die Optimierung durch eine Anpassung des vorgegebenen Soll-Dickenwertes für eine Regelung der Dicke eines neu zu walzenden Bandes für einen durchzuführenden Stich an mindestens einem Walzgerüst.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0015] Die oben genannte Aufgabe wird außerdem durch das beanspruchte Computerprogrammprodukt gelöst. Die Vorteile des Computerprogrammproduktes entsprechen den oben mit Bezug auf das beanspruchte Verfahren genannten Vorteilen.

[0016] Der Beschreibung sind 15 Figuren beigelegt, wobei

Fig. 0 ein Band;

Figuren 1a) bis 1g1) bzw. 1g2) die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 a) bis 2c) die Verfahrensschritte gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 eine beispielhafte Vorschrift zur Definition des Längenabschnitts l'; und

Figuren 4a) und 4b) das geeignete Anpassen eines Warmband-Soll-Dickenwertes für eine Dickenregelung eines weiteren neu zu walzenden Bandes beim Warmwalzen an mindestens einer Breitenposition so, dass bei einem nachfolgenden Kaltwalzen desselben Bandes der prognostizierte Maximalwert unterhalb der vorgegebenen Soll-Obergrenze und der prognostizierte Minimalwert oberhalb der vorgegebenen Soll-Untergrenze liegen; veranschaulicht.

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die genannten Figuren in Form von Ausführungsbeispielen detailliert beschrieben. In allen Figuren sind gleiche technische Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0018] Fig. 0 veranschaulicht die nachfolgend verwendeten Bezugszeichen für bestimmte Parameter eines Bandes

20. So bezeichnen die Bezugszeichen B1, B2 verschiedene Breitenpositionen an dem Band. Die Bezugszeichen D, I bezeichnen die Dicke bzw. den Dickenverlauf und die Länge eines Längenabschnitts von in der Vergangenheit gewalztem Band, während die Bezugszeichen DP, I' die Dicke bzw. den Dickenverlauf und die Länge eines Längenabschnitts für neu zu walzendes Band bezeichnen.

[0019] Mit den Verfahrensschritten

- a) Messtechnisches Erfassen des Dickenverlaufes D von mindestens einem bereits in der Vergangenheit gewalzten Band, an mindestens einer ersten Breitenposition B1 über mindestens einem Längenabschnitt I; siehe Fig. 1a);
- b) Analysieren des erfassten Dickenverlaufes D bei dem in der Vergangenheit gewalzten Band im Hinblick auf den Maximalwert hMax und/oder den Minimalwert hMin über dem Längenabschnitt I; siehe Fig. 1b); und
- c) Ermitteln eines Mittelwertes hpa aus dem mindestens einen erfassten Dickenverlauf D über dem Längenabschnitt I oder aus Soll-Dicken-Vorgaben für das mindestens eine in der Vergangenheit bereits gewalzte Band; siehe Fig. 1c)

gemäß dem Oberbegriff des Verfahrensanspruchs 1 schafft die vorliegende Erfindung eine Datenbasis, auf der das erfindungsgemäße Verfahren weiter aufbaut. Die Schaffung dieser Datenbasis erfolgt durch messtechnisches Erfassen und Analysieren der Dickenverläufe von mindestens einem, typischerweise einer Vielzahl von in der Vergangenheit gewalzten Bändern. Insbesondere werden von diesen Bändern die Dickenverläufe an mindestens einer ersten Breitenposition über mindestens einem Längenabschnitt I in Längsrichtung des Bandes erfasst und im Hinblick auf aufgetretene Abweichungen der Soll-Banddicke hin ausgewertet. Konkret erfolgt bei der Analyse der erfassten Dickenverläufe die Ermittlung von deren Maximal- und/oder Minimalwert hMax, hMin über dem Längenabschnitt I. Darüber hinaus sieht das erfindungsgemäße Verfahren in Schritt c) vor, dass die Mittelwerte der erfassten Dickenverläufe über dem Längenabschnitt oder aus Soll-Dicken-Vorgaben für das mindestens eine bereits gewalzte Band ermittelt werden. Zusätzlich können weitere Kenndaten des Bandes gespeichert werden, wie z.B. die zu erzielende Toleranzbreite der Banddicke, die Soll-Banddicke und/oder das Bandprofil. Voraussetzung für die Ermittlung der Kenndaten für das Bandprofil ist die Auswertung des Dickenverlaufs des Bandes an mindestens zwei, typischerweise drei verschiedenen Breitenpositionen (B1, B2), nämlich in der Nähe des linken und des rechten Randes sowie in der Mitte des Bandes. All diese Informationen werden als Massendaten gespeichert und dienen bei dem erfindungsgemäßen Verfahren als Grundlage zur Durchführung der kennzeichnenden Verfahrensschritte d) bis zumindest g1) oder g2), wie oben im allgemeinen Teil der Beschreibung als Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe zitiert.

[0020] Gemäß Verfahrensschritt 1d), wie in Fig. 1d) veranschaulicht, wird ein prognostizierter Dickenverlauf DP für das neu zu walzende Band, jeweils an derselben ersten Breitenposition B1 über einem Längenabschnitt I' des neu zu walzenden Bandes, auf Basis des in Schritt b) ermittelten Maximalwertes hMax und/oder Minimalwertes hMin und des in Schritt c) ermittelten Mittelwertes hpa generiert. Dabei wird der Längenabschnitt I' des neu zu walzenden Bandes 20 nach einer gleichen Vorschrift wie der Längenabschnitt I des mindestens einen in der Vergangenheit gewalzten Bandes 20 festgelegt. Die Vorschrift wird weiter unten unter Bezugnahme auf Fig. 3 näher beschrieben.

[0021] Sodann werden gemäß Schritt 1e), wie in Fig. 1e) veranschaulicht, die Schritte b) und c) für den prognostizierten Dickenverlauf DP über dessen Längenabschnitt I' wiederholt zum Ermitteln eines prognostizierten Maximalwertes hpmx und/oder prognostizierten Minimalwertes hpmi und eines prognostizierten Mittelwertes hp.

[0022] Nachfolgend wird gemäß Fig. 1f) in Schritt 1f) geprüft, ob für den prognostizierten Dickenverlauf DP des neu zu walzenden Bandes 20 über dessen Längenabschnitt I' der Abstand dAct zwischen dem prognostizierten Maximalwert hpmx und dem prognostizierten Minimalwert hpmi kleiner ist als der Abstand dRef zwischen einer vorgegebenen Soll-Obergrenze Vo und einer vorgegebenen Soll-Untergrenze Vu ist. Die Grenzen Vo, Vu definieren ein vom Endkunden vorgegebenes Toleranzband für die Dicke des Bandes. Bei Vo und Vu handelt es sich meist um Level 3-Daten.

[0023] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden die Soll-Dickenwerte für das neu zu walzende Band für das Level 1 und das Level 2 nicht wie im Stand der Technik gemäß der Vorgabe des Endkunden festgelegt, sondern es wird erfindungsgemäß ein Soll-Dickenwert für das neu zu walzende Band derart aktiv angepasst und vorgegeben, dass ein für den Betreiber einer Anlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verbesserter Arbeitspunkt erreicht wird. Falls die Prüfung in Schritt f) bejaht wird, erfolgt dies nachfolgend entweder gemäß Schritt 1g1) oder 1g2): Für Bänder, die üblicherweise nach Tonnen verkauft werden, wird dieser optimierte Arbeitspunkt gemäß Verfahrensschritt 1g1) wie folgt ermittelt, siehe auch Fig. 1g1):

Schritt 1g1): Verändern des prognostizierten Mittelwertes hp an der ersten Breitenposition B1 so, dass das prognostizierte Maximum hpmx des prognostizierten Dickenverlaufs DP zumindest über dem Längenabschnitt I' des neu zu walzenden Bandes 20 zumindest bis auf einen vorgegebenen Maximum-Sicherheitsabstand dsmx mit der Soll-Obergrenze Vo übereinstimmt, wobei dann der so veränderte prognostizierte Mittelwert hpn als der angepasste Soll-Dickenwert für das neu zu walzende Band 20 über dem Längenabschnitt I' festgelegt wird.

[0024] Mit der beanspruchten Verschiebung des prognostizierten Mittelwertes in Richtung der oberen Grenze des Toleranzbandes des Endkunden, d.h. in Richtung der Soll-Obergrenze Vo, wird das neue Band von dem Walzgerüst auf einen - gegenüber dem im Stand der Technik üblichen Mittelwert - etwas vergrößerten Mittelwert hpn gewalzt. Die

Walzung kann vorteilhafterweise schneller und mit geringerem Walzenabrieb bzw. Verschleiß erfolgen. Das geht einher mit einem geringeren Energieaufwand und mit geringerer Wartung. Auf diese Weise kann die Ausbringung des Walzwerks erhöht und es können mehr Tonnen in gleicher Zeit durchgesetzt werden. Oft können die Folgeprozesse das Band schneller bzw. eher behandeln. Für den Betreiber der Walzanlage ist dieses Vorgehen effizienter als das Vorgehen gemäß dem Stand der Technik.

[0025] Verkauft der Betreiber das Band aber beispielsweise abhängig von seiner Länge, so empfiehlt sich der alternative Verfahrensschritt 1g2) gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren, wie in Fig. 1g2) veranschaulicht:

Schritt g2) lautet: Verändern des prognostizierten Mittelwertes h_p an der ersten Breitenposition B1 so, dass das prognostizierte Minimum h_{pmi} des prognostizierten Dickenverlaufs DP zumindest über dem Längenabschnitt l' des neu zu walzenden Bandes 20 zumindest bis auf einen vorgegebenen Minimum-Sicherheitsabstand d_{smi} mit der Soll-Untergrenze V_u übereinstimmt, wobei dann der so veränderte prognostizierte Mittelwert h_{pn} als der angepasste Soll-Dickenwert für das neu zu walzende Band 20 über dem Längenabschnitt festgelegt wird.

[0026] Der gemäß dieser Verfahrensalternative resultierende angepasste Soll-Dickenwert h_{pn} ist an die Soll-Untergrenze V_u des von dem Endkunden vorgegebenen Dicken-Toleranzbandes verschoben. Daraus resultiert ein längeres Coil pro Zeiteinheit und somit eine größere verkaufbare Ausbringungsmenge, d.h. mehr Produktivität.

[0027] Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel sieht das erfindungsgemäße Verfahren vor, dass gemäß einer ersten Alternative die Schritte a) bis g1) oder dass gemäß einer zweiten Alternative die Schritte a) bis f) und g2) jeweils für mindestens eine weitere Breitenposition B2 der Bänder wiederholt werden. Sowohl bei der ersten Alternative wie auch bei der zweiten Alternative resultieren dann zunächst jeweils mindestens zwei unterschiedliche prognostizierte Dickenverläufe DPB1, DPB2 an jeweils unterschiedlichen Breitenpositionen B1 und B2 mit individuellen Dickenmittelwerten h_{pB1} , h_{pB2} ; siehe Fig. 2a.

[0028] Bei Fortführung des Verfahrens gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel resultiert sowohl im Fall der ersten Alternative als auch im Fall der zweiten Alternative ein veränderter prognostizierter Mittelwert h_{pn} für die mindestens eine weitere Breitenposition B2. Die Ermittlung dieses jeweils veränderten prognostizierten Mittelwertes für die Breitenposition B2 erfolgt analog zur Ermittlung an der Breitenposition B1. Im Ergebnis liegen dann pro Band mindestens zwei veränderte prognostizierte Mittelwerte h_{pnB1} , h_{pnB2} an den Breitenpositionen B1 und B2 vor; siehe die Figuren 2b) und 2c).

[0029] Im Fall der ersten Alternative wird sodann ein minimaler Mittelwert h_{pn} aus der Menge der veränderten prognostizierten Mittelwerte an der ersten und an der mindestens einen weiteren Breitenposition B1, B2 ausgewählt und als der angepasste Soll-Dickenwert zum Walzen des neuen Bandes 20 festgelegt. Das erfolgt gemäß der folgenden Formel:

$$h_{pn} = \text{Min} (h_{pnB1}, h_{pnB2}) \quad (1)$$

[0030] Im Fall der zweiten Alternative wird der maximale Mittelwert h_{pn} aus der Menge der veränderten prognostizierten Mittelwerte an der ersten und an der mindestens einen weiteren Breitenposition B2 ausgewählt und als der angepasste Soll-Dickenwert zum Walzen des neuen Bandes 20 festgelegt. Das erfolgt gemäß der folgenden Formel:

$$h_{pn} = \text{Max} (h_{pnB1}, h_{pnB2}) \quad (2)$$

[0031] Durch die Wiederholung der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte an verschiedenen Breitenpositionen des Bandes, einmalig oder kontinuierlich, kann vorteilhafterweise erreicht werden, dass das Band über die gesamte Bandbreite innerhalb der vom Endkunden geforderten Toleranzen gehalten wird. Dies gelingt erfindungsgemäß durch die besagten Prozessanpassungen, die für jedes Band individuell berechnet werden. Durch die Wiederholung der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte an verschiedenen Breitenpositionen des Bandes kann das an einer einzelnen Breitenposition durchgeführte Verfahren weiter nachgeschärft werden, um die Produktivität und Qualität zu optimieren. Zusätzlich bietet die Berücksichtigung der Profile an den verschiedenen Breitenpositionen die Möglichkeit, auch die Maximalzusage von angefragten, engsten Kundentoleranzen über die gesamte Breite des Bandes zu erweitern und somit auch neue und engere Toleranzanforderungen von beispielsweise Automobilherstellern darstellen zu können. Dies wird sich in einem größeren Marktvolumen eines Stahlherstellers niederschlagen sowie je nach Fähigkeit der Marktbegleiter in einer höheren Marge.

[0032] Beispiel 1: Ein Band muss in engen Dickentoleranzen kaltgewalzt werden, die Bombierung, d.h. das Querschnittsprofil, und der Keilanteil des Bandes in dessen Querschnitt sind bekannt. Im Stand der Technik wird die Banddicke rein über die Breitenposition Bandmitte geregelt. Da sich das relative Bandprofil beim Kaltwalzen nahezu nicht ändert, ist der Dickenunterschied zwischen Bandmitte und Bandkante ermittelbar. Mit diesem ermittelten Wert kann der Soll-Dickenwert für die (Breiten-) Mitte des Bandes mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens automatisch so vorgegeben werden, dass sowohl die Dicke am Rand als auch die Dicke in der (Breiten-) Mitte des Bandes in Toleranz gewalzt

werden. Wenn die geforderten Toleranzen es zulassen, ist zusätzlich eine Produktivitätsoptimierung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung möglich.

[0033] Beispiel 2: Ein Band wird in engen Dickentoleranzen warmgewalzt. Da im Kaltwalzprozess der Soll-Dickenwert des Kaltbandes als auch die Bombierung und Keil des Warmbandes bekannt sind, kann auch hier der anzustrebende mittlere Soll-Dickenwert im Kaltwalzprozess so angepasst werden, dass die gesamte Bandbreite innerhalb der Toleranz liegt. Zusätzlich kann aus den Warmwalzdaten vor dem Kaltwalzprozess ermittelt werden, ob die Zieltoleranzen überhaupt erreicht werden können. Dies kann daher vor dem Walzen in der Produktionsplanung berücksichtigt werden und stellt dadurch einen zusätzlichen Mehrwert dar, da ein solches Warmband dann für einen anderen Kaltwalzauftrag mit geringerer Qualitätsanforderung ggf. eingeplant werden kann bei dem die Toleranzen mit dem gegebenen Warmbandprofil zu 100 % erreicht werden. Dies stellt einen erheblichen Mehrwert dar. Dies wird üblicherweise "Predictive Quality" genannt.

[0034] Intelligente Vernetzung verschiedener Mill Produkts zur Steigerung der Gesamtproduktivität, Variante 3.

[0035] Beispielsweise wird das erfindungsgemäße Verfahren für die Bearbeitung des Bandes in einem Warmwalzwerk und in einem Kaltwalzwerk getrennt durchgeführt bzw. berechnet. Für beide Prozesse wird online ihr Einsparungspotential, z.B. monetär, qualitativ und energetisch berechnet. Die kalkulierten Prozessparameter, die unter Berücksichtigung der Enddicken und Toleranzen, am günstigsten für den Betreiber erscheinen, werden gewählt und umgesetzt. Beispielsweise erkennen beide Berechnungen einen Mehrwert darin, dass die mittlere Banddicke im oberen Toleranzbereich liegt. Das bedeutet, dass die mittlere Zieldicke im Warmbandwerk zwar eingehalten wird, aber bei gleichzeitiger Reduzierung der max. Bombierung und des Keils auf einen gewissen Wert. Dadurch muss das Kaltwalzwerk im einfachsten Fall nur auf den ursprünglichen Zielwert (Stand der Technik) fahren.

[0036] Optional könnte das Kaltwalzwerk auch über den Stand der Technik hinaus dem Warmwalzwerk mitteilen, in welchem erweiterten Dickenbereichen es ggf. operieren kann (beispielsweise Zulassung einer höheren Bombierung oder Keil am Warmband, dadurch ergeben sich z.B. Planungsoptimierungen im Warmbandbereich (Wechsel von Walzen) oder andere Energieeinsparungen. Umgekehrt ist dies natürlich auch möglich. Hierzu können sich die Berechnungen für das Warmwalzwerk und für das Kaltwalzwerk optional inhaltlich austauschen, mit dem Ziel, dass das priorisierte System (z.B. das Warmwalzwerk) sogar über die eigenen Toleranzgrenzen hinaus operieren darf, unter Kenntnis und Berücksichtigung, welche Abweichungen und in welcher Größenordnung diese im Downstream Prozess, d.h. dem nachgelagerten Kaltwalzprozess, kompensiert werden kann. Die Kaltwalzanlage und auch der Downstreamprozess sorgen weiterhin für das sichere Erreichen der Zielgrößen des Endkunden unter Berücksichtigung der ggf. abweichenden Hauptparameter aus dem Warmbandwerk. Eine Ausweitung des Austausches der Prozessdaten über das Kaltwalzwerk hinaus, beispielsweise in Beschichtungsanlagen, würde zu weiteren Einsparungen führen. Das könnte z.B. durch Anpassung der Zinkauflagen (Erhöhung oder Erniedrigung der Auflagen im Rahmen der Kundenendtoleranz oder zur Erreichung der Kundenendtoleranz) erfolgen. Auch eine Anpassung der Dressierabnahme im Dressiergerüst wäre denkbar, die mit Blick auf die Toleranzen der mechanischen Werte, möglich ist. Dadurch könnten Bänder, die profil- oder dickenbedingt leicht über oder unter der Toleranzgrenze liegen, noch in den zulässigen Toleranzbereich überführt werden.

[0037] Fig. 3 veranschaulicht beispielhaft eine erfindungsgemäße Vorschrift zur Definition des Längenabschnitts l'. Diese Vorschrift weist folgende Schritte auf:

- Ermitteln des Verlaufes von mindestens einem der folgenden Parameter für das mindestens eine in der Vergangenheit gewalzte Band, wie Materialstreckgrenze, Banddimension, Walzgeschwindigkeit v und/oder Änderung der Walzgeschwindigkeit;
- Definieren des Längenabschnittes l' für das neu zu walzende Band 20 als denjenigen Längenabschnitt in dem der Verlauf des mindestens Parameters in einem vorbestimmten Toleranzband Δ liegt oder eine Änderung erfährt, die oberhalb oder unterhalb mindestens eines vorgegebenen Änderungs-Schwellenwertes liegt.

[0038] Fig. 3 zeigt beispielhaft einen Verlauf für den Parameter Walzgeschwindigkeit v. Nur für die Längenabschnitte l'2, l'7 und l'8 liegt die Walzgeschwindigkeit v innerhalb des Toleranzbandes Δ . Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden nur diese Längenabschnitte, die beispielhaft diese Bedingung erfüllen, als prognostizierte Längenabschnitte in Verfahrensschritt 1d) festgelegt.

[0039] Nach dem Ermitteln des angepassten Soll-Dickenwertes gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Ist-Dicke des neuen Bandes 20 über dem Längenabschnitt l' auf den angepassten Soll-Dickenwert geregelt. Im Rahmen dieser Dickenregelung fungiert der angepasste Soll-Dickenwert als Führungsgröße und das Walzgerüst dient als Stellglied; insbesondere der Walzspalt des Walzgerüsts wird bei der Dickenregelung geeignet variiert.

[0040] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Ermitteln des angepassten Soll-Dickenwertes kann offline zeitlich vor dem Walzen des neu zu walzenden Bandes für den mindestens einen Längenabschnitt l' des neu zu walzenden Bandes durchgeführt werden. Der Begriff "offline" bedeutet hier: "nicht während eines laufenden Walzvorganges".

[0041] Alternativ kann das Verfahren zum Ermitteln des angepassten Soll-Dickenwertes während des Walzens eines

Längenabschnittes des Bandes durchgeführt werden. Der daraus resultierende angepasste Soll-Dickenwert kann dann als Führungsgröße der Dickenregelung mit Hilfe des Walzgerüsts noch während des Walzens des aktuellen Längenabschnittes des Bandes und/oder bei mindestens einem später zu walzenden Längenabschnitt desselben Bandes und/oder bei mindestens einem weiteren neuen Bandes verwendet werden.

[0042] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ermittlung der angepassten Soll-Dickenwerte für eine Dickenregelung kann Anwendung finden, wenn das neu zu walzende Band 20 in einer Warmbandstraße warm und/oder in einem Kaltwalzwerk kalt gewalzt wird.

[0043] Wenn bei Durchführung des Verfahrens vor oder während des Kaltwalzens des Längenabschnitts I' des neu zu walzenden Bandes festgestellt wird, dass das Prüfkriterium gemäß Schritt 1f) für den Längenabschnitt I' beim Kaltwalzen in einem Kaltwalzwerk zwar erfüllt ist, aber der prognostizierte Maximalwert h_{mx} oberhalb von der vorgegebenen Soll-Obergrenze V_o oder der prognostizierte Minimalwert h_{mi} unterhalb von der vorgegebenen Soll-Untergrenze V_u liegt - sieht das Verfahren folgende Vorgehensweise vor:

Für einen Längenabschnitt eines weiteren neuen Bandes 20, das zunächst in einer Warmbandstraße warm und anschließend in einer Kaltwalzstraße kalt gewalzt werden soll, wird ein Warmband-Soll-Dickenwert an mindestens einer Breitenposition als Führungsgröße für eine Dickenregelung mit Hilfe eines Walzgerüsts in der Warmbandstraße so angepasst, dass bei dem nachfolgenden Kaltwalzen des weiteren neuen Bandes 20 der prognostizierte Maximalwert h_{mx}^* unterhalb der vorgegebenen Soll-Obergrenze V_o und der prognostizierte Minimalwert h_{mi}^* oberhalb der vorgegebenen Soll-Untergrenze V_u liegen. Diese Vorgehensweise wird in den Figuren 4a) und 4b) veranschaulicht.

[0044] In beiden Fig. 4a) und 4b) ist die Ausgangssituation dieselbe, nämlich dass der prognostizierte Dickenverlauf für ein weiteres neuerlich kaltzuwalzendes Band den prognostizierten Maximalwert h_{mx} und den prognostizierten Minimalwert h_{mi} aufweisen würde.

[0045] Fig. 4a) zeigt die unerwünschte Situation, dass der prognostizierte Maximalwert h_{mx} über der typischerweise vom Endkunden vorgegebenen Soll-Obergrenze V_o liegen würde. Um diese Situation zu vermeiden, sieht die besagte Vorgehensweise vor, bereits in den dem Kaltwalzen vorgelagerten Warmwalzprozess des weiteren Bandes derart einzugreifen, dass die Enddicke des aus dem letzten Walzgerüsts der Warmbandstraße auslaufenden weiteren neuen Bandes geeignet verringert wird. Dies erfolgt konkret durch eine Absenkung des Warmband-Soll-Dickenwertes an mindestens einer Breitenposition des weiteren neuen Bandes als Führungsgröße für die Dickenregelung des Bandes mit Hilfe eines Walzgerüsts in der Warmbandstraße. Damit ist dann automatisch auch die Einlaufdicke des weiteren neuen Bandes in die nachfolgenden Kaltwalzgerüste geringer und zwar so, dass sein prognostizierter Maximalwert h_{mx} unterhalb der Soll-Obergrenze V_o liegt, nämlich bei h_{mx}^* . Dementsprechend verringert sich der prognostizierte Minimalwert h_{mi} um den gleichen Betrag auf h_{mi}^* . Dabei ist darauf zu achten, dass die Absenkung nur soweit erfolgt, dass immer noch gilt $h_{mi}^* > V_u$. Aufgrund der oben unter Bezugnahme auf Fig. 1f) definierten Bedingung $d_{Act} < d_{Ref}$ ist das möglich.

[0046] Fig. 4b) zeigt eine ähnliche unerwünschte Situation, bei der der prognostizierte Minimalwert h_{mi} unter der typischerweise vom Endkunden vorgegebenen Soll-Untergrenze V_u liegen würde. Um diese Situation zu vermeiden, sieht die besagte Vorgehensweise vor, bereits in den dem Kaltwalzen vorgelagerten Warmwalzprozess des weiteren Bandes derart einzugreifen, dass die Enddicke des aus dem letzten Walzgerüsts der Warmbandstraße auslaufenden weiteren neuen Bandes geeignet vergrößert wird. Dies erfolgt konkret durch eine Anhebung des Warmband-Soll-Dickenwertes an mindestens einer Breitenposition des weiteren neuen Bandes als Führungsgröße für die Dickenregelung des Bandes mit Hilfe eines Walzgerüsts in der Warmbandstraße. Damit ist dann automatisch auch die Einlaufdicke des weiteren neuen Bandes in die nachfolgenden Kaltwalzgerüste vergrößert und zwar so, dass sein prognostizierter Minimalwert h_{mi} oberhalb der Soll-Untergrenze V_u liegt, nämlich bei h_{mi}^* . Dementsprechend vergrößert sich der prognostizierte Maximalwert h_{mx} um den gleichen Betrag auf h_{mx}^* . Dabei ist darauf zu achten, dass die Anhebung nur so weit erfolgt, dass immer noch gilt $h_{mx}^* < V_o$. Aufgrund der oben unter Bezugnahme auf Fig. 1f) definierten Bedingung $d_{Act} < d_{Ref}$ ist das möglich.

[0047] Das soeben unter Bezugnahme auf die Fig. 4a und 4b beschriebene Vorgehen ist insofern ideal, als dass im Warmwalzwerk bereits die Zieldicke des neu zu walzenden Metallbandes verändert wird. Ist das aber nicht möglich, z. B. weil das Band bereits warm gewalzt ist oder der Kunde ausschließlich ein Kaltwalzwerk betreibt, kann auch ausschließlich im Kaltwalzprozess eine Veränderung des Sollwertes für diesen Längenabschnitt erfolgen.

[0048] Vorzugsweise werden die Warmband-Soll-Dickenwerte nicht nur an einer, sondern an zwei oder mehr Breitenpositionen, die beispielsweise ein Profil oder eine Keiligkeit beschreiben, vorgegeben. Die Verfahrensschritte 1g1) oder 1g2) können dann auf das weitere neue Band angewendet werden. In dem Fall, dass Schritt 1f) nicht erfüllt ist, kann eine Meldung abgesetzt werden, dass die Soll-Obergrenze V_o und/oder die Soll-Untergrenze V_u von dem neuen Band 20 voraussichtlich nicht eingehalten werden kann.

[0049] Bei dem Längenabschnitt I' des neu zu walzenden Bandes 20 handelt es sich beispielsweise um einen Abschnitt an dem Bandanfang und/oder einen Abschnitt an dem Bandende des neu zu walzenden Bandes 20.

[0050] Bei der beanspruchten Dickenregelung handelt es sich um eine der folgenden aus dem Stand der Technik bekannten Regelungen: Die Regelung der Banddicke auf einen absoluten Zielwert gemessen an mindestens einer

Bandbreitenposition oder die "Elongationsregelung", die eine konstante Abnahme für das neu zu walzende Band einstellt, wobei die Höhe der Abnahme basierend auf dem angepassten Soll-Dickenwert für dieses neu zu walzende Band so modifiziert wird, das der prognostizierte Maximalwert h_{pmx} unterhalb der vorgegebenen Soll-Obergrenze V_o und/oder der prognostizierte Minimalwert h_{pmi} oberhalb der vorgegebenen Soll-Untergrenze V_u liegen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anpassen des Soll-Dickenwertes für eine Regelung der Dicke eines neu zu walzenden Bandes (20) für mindestens ein Walzgerüst, aufweisend folgende Schritte:

- a) Messtechnisches Erfassen des Dickenverlaufes (D) von mindestens einem bereits in der Vergangenheit gewalzten Band, an einer ersten Breitenposition (B1) über mindestens einem Längenabschnitt (I);
- b) Analysieren des erfassten Dickenverlaufes (D) im Hinblick auf einen Maximalwert (h_{Max}) und/oder einen Minimalwert (h_{Min}) über dem Längenabschnitt (I);
- c) Ermitteln eines Mittelwertes (h_{pa}) aus dem mindestens einen erfassten Dickenverlauf über dem Längenabschnitt (I) oder aus Soll-Dicken-Vorgaben für das mindestens eine bereits gewalzte Band;

gekennzeichnet durch:

- d) Generieren eines prognostizierten Dickenverlaufes (DP) für das neu zu walzende Band, jeweils an derselben ersten Breitenposition (B1) über mindestens einem Längenabschnitt (I') des neu zu walzenden Bandes, auf Basis des in Schritt b) ermittelten Maximalwertes (h_{Max}) und/oder Minimalwertes (h_{Min}) und des in Schritt c) ermittelten Mittelwertes (h_{pa}), wobei der Längenabschnitt (I') des neu zu walzenden Bandes (20) nach einer gleichen Vorschrift wie der Längenabschnitt (I) des mindestens einen in der Vergangenheit gewalzten Bandes (20) festgelegt wird;
- e) Wiederholen der Schritte b) und c) für den prognostizierten Dickenverlauf (DP) zum Ermitteln eines prognostizierten Maximalwertes (h_{pmx}) und/oder prognostizierten Minimalwertes (h_{pmi}) und eines prognostizierten Mittelwertes (h_p);
- f) Prüfen, ob für den prognostizierten Dickenverlauf (DP) des neu zu walzenden Bandes (20) ein Abstand (d_{Act}) zwischen dem prognostizierten Maximalwert (h_{pmx}) und dem prognostizierten Minimalwert (h_{pmi}) kleiner ist als ein Abstand (d_{Ref}) zwischen einer vorgegebenen Soll-Obergrenze (V_o) und einer vorgegebenen Soll-Untergrenze (V_u) ist;

falls ja:

- g1) Verändern des prognostizierten Mittelwertes (h_p) an der ersten Breitenposition (B1) so, dass das prognostizierte Maximum (h_{pmx}) des prognostizierten Dickenverlaufs (DP) zumindest über dem Längenabschnitt (I') des neu zu walzenden Bandes (20) zumindest bis auf einen vorgegebenen Maximum-Sicherheitsabstand (d_{smx}) mit der Soll-Obergrenze (V_o) übereinstimmt, wobei dann ein so veränderter prognostizierter Mittelwert (h_{pn}) als der angepasste Soll-Dickenwert für das neu zu walzende Band (20) über dem Längenabschnitt (I') festgelegt wird; oder
- g2) Verändern des prognostizierten Mittelwertes (h_p) an der ersten Breitenposition (B1) so, dass das prognostizierte Minimum (h_{pmi}) des prognostizierten Dickenverlaufs (DP) zumindest über dem Längenabschnitt (I') des neu zu walzenden Bandes (20) zumindest bis auf einen vorgegebenen Minimum-Sicherheitsabstand (d_{smi}) mit der Soll-Untergrenze (V_u) übereinstimmt, wobei dann ein so veränderter prognostizierter Mittelwert (h_{pn}) als der angepasste Soll-Dickenwert für das neu zu walzende Band (20) über dem Längenabschnitt (I') festgelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass gemäß einer ersten Alternative die Schritte a) bis g1) oder dass gemäß einer zweiten Alternative die Schritte a) bis f) und g2) jeweils für mindestens eine weitere Breitenposition (B2) der Bänder wiederholt werden, **dass** aus der ersten Alternative oder der zweiten Alternative ein veränderter prognostizierter Mittelwert (h_{pn}) für die mindestens eine weitere Breitenposition (B2) resultiert; und **dass** im Fall der ersten Alternative der minimale Mittelwert aus der Menge der veränderten prognostizierten Mittelwerte an der ersten Breitenposition (B1) und an der mindestens einen weiteren Breitenposition (B2) aus-

gewählt und als der angepasste Soll-Dickenwert zum Walzen des neuen Bandes (20) festgelegt wird; oder
dass im Fall der zweiten Alternative der maximale Mittelwert aus der Menge der veränderten prognostizierten Mittelwerte an der ersten Breitenposition (B1) und an der mindestens einen weiteren Breitenposition (B2) ausgewählt und als der angepasste Soll-Dickenwert zum Walzen des neuen Bandes (20) festgelegt wird.

3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Vorschrift zur Definition des Längenabschnitts (l') folgende Schritte aufweist:

- Ermitteln des Verlaufes von mindestens einem der folgenden Parameter für das mindestens eine in der Vergangenheit gewalzte Band, wie Materialstreckgrenze, Banddimension, Walzgeschwindigkeit und/oder Änderung der Walzgeschwindigkeit;

- Definieren des Längenabschnittes (l') für das neu zu walzende Band (20) als denjenigen Längenabschnitt in dem der Verlauf des mindestens Parameters in einem vorbestimmten Toleranzband (Δ) liegt oder eine Änderung erfährt, die oberhalb oder unterhalb mindestens eines vorgegebenen Änderungs-Schwellenwertes liegt.

4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

gekennzeichnet durch

Regeln der Ist-Dicke des neuen Bandes (20) über dem Längenabschnitt (l') auf den angepassten Soll-Dickenwert als Führungsgröße, wobei das Walzgerüst mit seinem variabel einstellbaren Walzspalt als Stellglied dient.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Verfahren offline zeitlich vor dem Walzen des neu zu walzenden Bandes für den mindestens einen Längenabschnitt (l') des neu zu walzenden Bandes durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Verfahren während des Walzens eines Längenabschnittes des Bandes durchgeführt wird, und dass der daraus resultierende angepasste Soll-Dickenwert als Führungsgröße einer Dickenregelung des Bandes mit Hilfe des Walzgerüsts noch während des Walzens des aktuellen Längenabschnitts des Bandes und/oder bei mindestens einem später zu walzenden Längenabschnitt desselben Bandes und/oder bei mindestens einem weiteren neuen Bandes verwendet wird.

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass das neu zu walzende Band (20) in einer Warmbandstraße warm und/oder in einem Kaltwalzwerk kalt gewalzt und dabei mit den erfindungsgemäß ermittelten angepassten Soll-Dickenwerten dickengeregt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass - wenn bei Durchführung des Verfahrens vor oder während des Kaltwalzens des Längenabschnitts (l') des neu zu walzenden Bandes festgestellt wird, dass das Prüfkriterium gemäß Schritt 1f) für den Längenabschnitt (l') beim Kaltwalzen in einem Kaltwalzwerk zwar erfüllt ist, aber der prognostizierte Maximalwert (hpmx) oberhalb von der vorgegebenen Soll-Obergrenze (Vo) oder der prognostizierte Minimalwert (hpmi) unterhalb von der vorgegebenen Soll-Untergrenze (Vu) liegt - das Verfahren folgende Vorgehensweise vorsieht:

Für einen Längenabschnitt eines weiteren neuen Bandes (20), das zunächst warm und anschließend kalt gewalzt werden soll, wird ein Warmband-Soll-Dickenwert an mindestens einer Breitenposition als Führungsgröße für eine Dickenregelung mit Hilfe eines Walzgerüsts in einer Warmbandstraße so angepasst, dass bei dem nachfolgenden Kaltwalzen des weiteren neuen Bandes (20) ein prognostizierter Maximalwert (hpmx*) unterhalb der vorgegebenen Soll-Obergrenze (Vo) und ein prognostizierter Minimalwert (hpmi*) oberhalb der vorgegebenen Soll-Untergrenze (Vu) liegen.

9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass in dem Fall, dass Schritt 1f) nicht erfüllt ist, eine Meldung abgesetzt wird,

dass die Soll-Obergrenze (Vo) und/oder die Soll-Untergrenze (Vu) von dem neuen Band (20) voraussichtlich

nicht eingehalten werden kann.

10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche;

dadurch gekennzeichnet,

dass es sich bei dem Längenabschnitt (l') des neu zu walzenden Bandes (20) um einen Abschnitt an dem Bandanfang und/oder einen Abschnitt an dem Bandende des neu zu walzenden Bandes (20) handelt.

11. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche;

dadurch gekennzeichnet,

dass es sich bei der Dickenregelung entweder um eine Regelung der Banddicke auf einen absoluten Zielwert gemessen an mindestens einer Bandbreitenposition oder um eine "Elongationsregelung" handelt, die eine konstante Abnahme für das neu zu walzende Band einstellt, wobei die Höhe der Abnahme basierend auf dem angepassten Soll-Dickenwert für dieses neu zu walzende Band so modifiziert wird, das der prognostizierte Maximalwert (hpmx) unterhalb der vorgegebenen Soll-Obergrenze (Vo) und/oder der prognostizierte Minimalwert (hpmi) oberhalb der vorgegebenen Soll-Untergrenze (Vu) liegen.

12. Computerprogrammprodukt, das in den internen Speicher eines digitalen Computers geladen werden kann und Softwarecodeabschnitte umfasst, mit denen die Schritte gemäß dem Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche ausgeführt werden, wenn das Computerprogrammprodukt auf dem Computer abläuft.

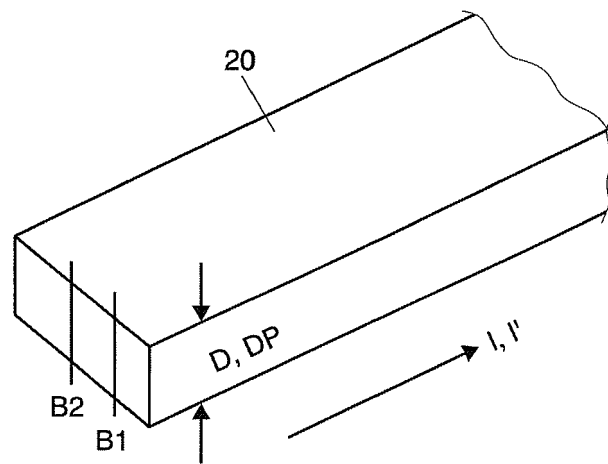


Fig. 0

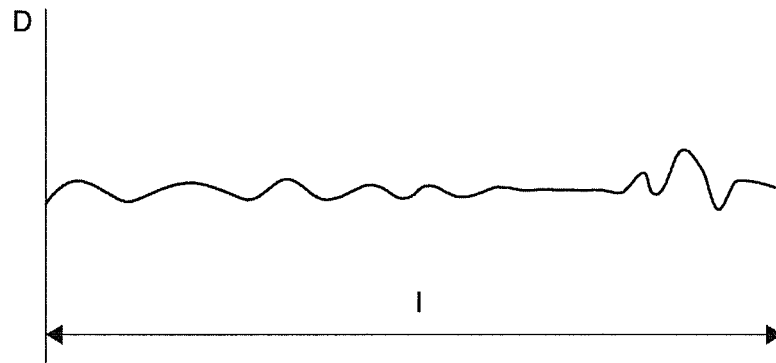


Fig. 1a)

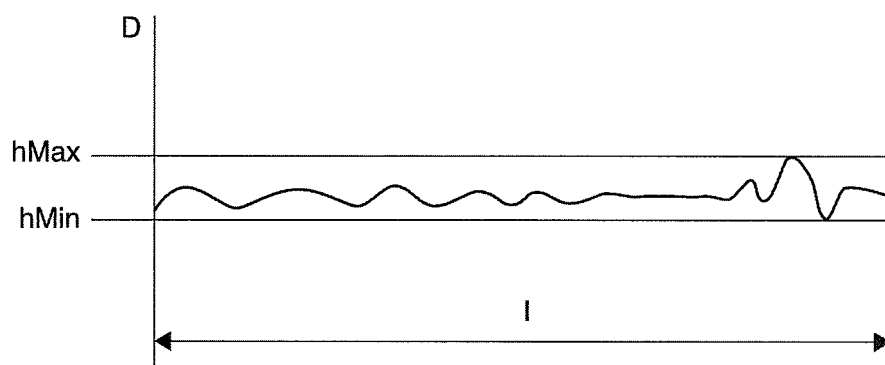


Fig. 1b)

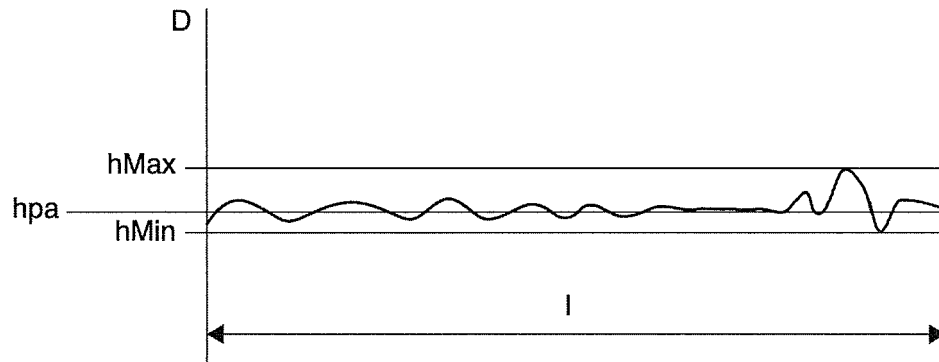


Fig. 1c)

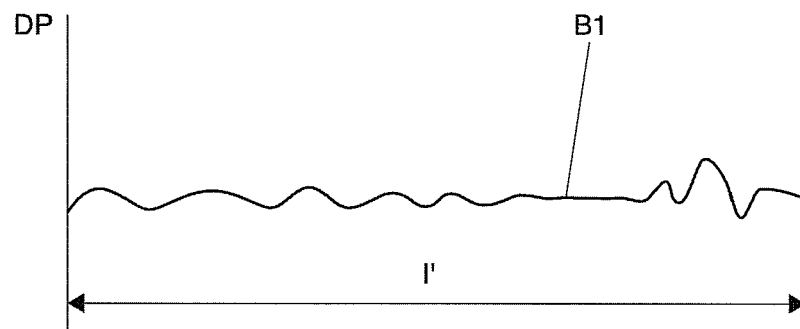


Fig. 1d)

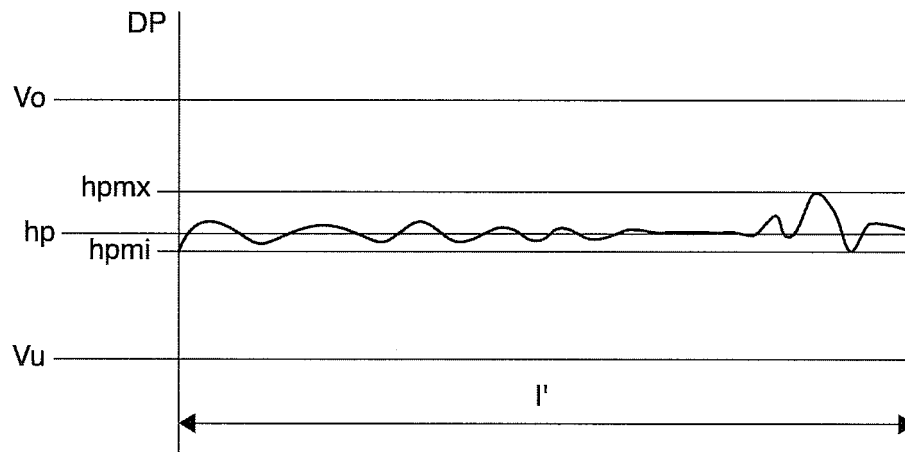


Fig. 1e)

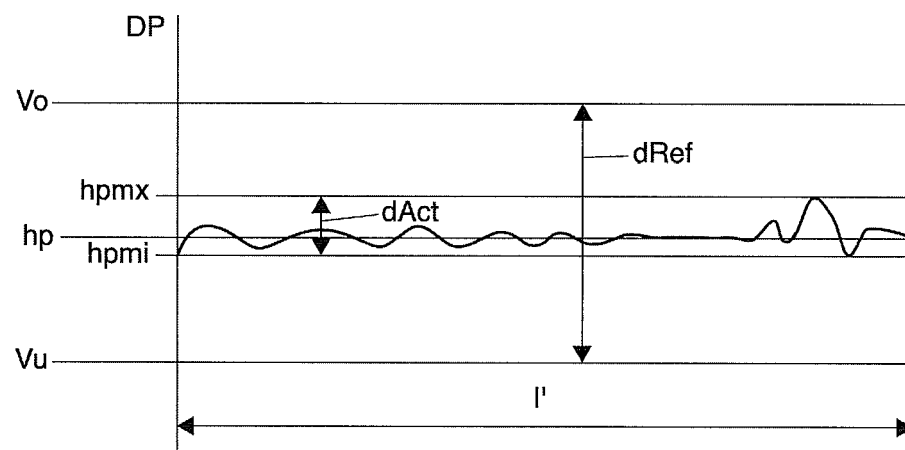


Fig. 1f)

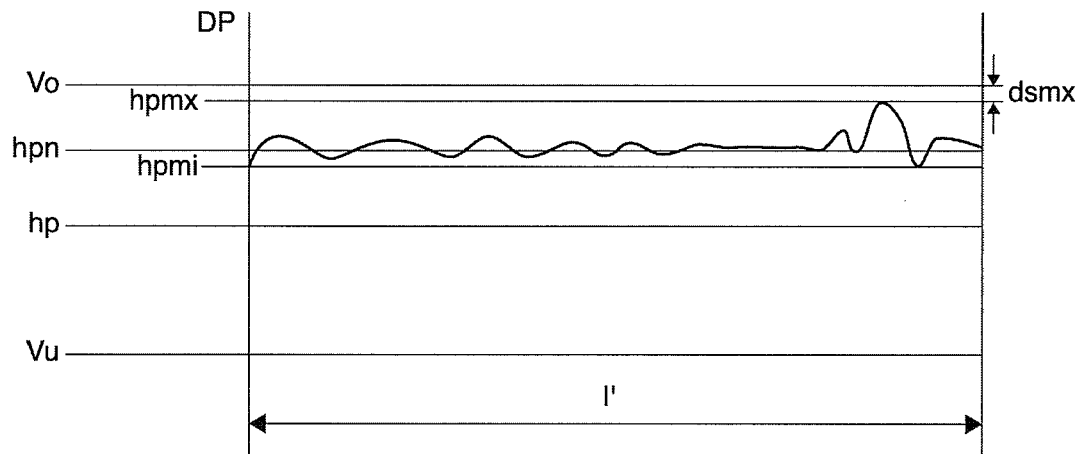


Fig. 1 g1)

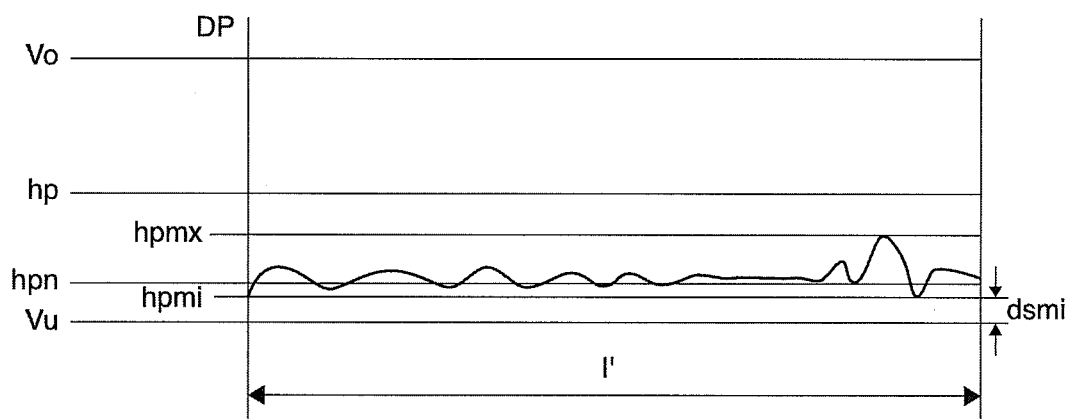


Fig. 1 g2)

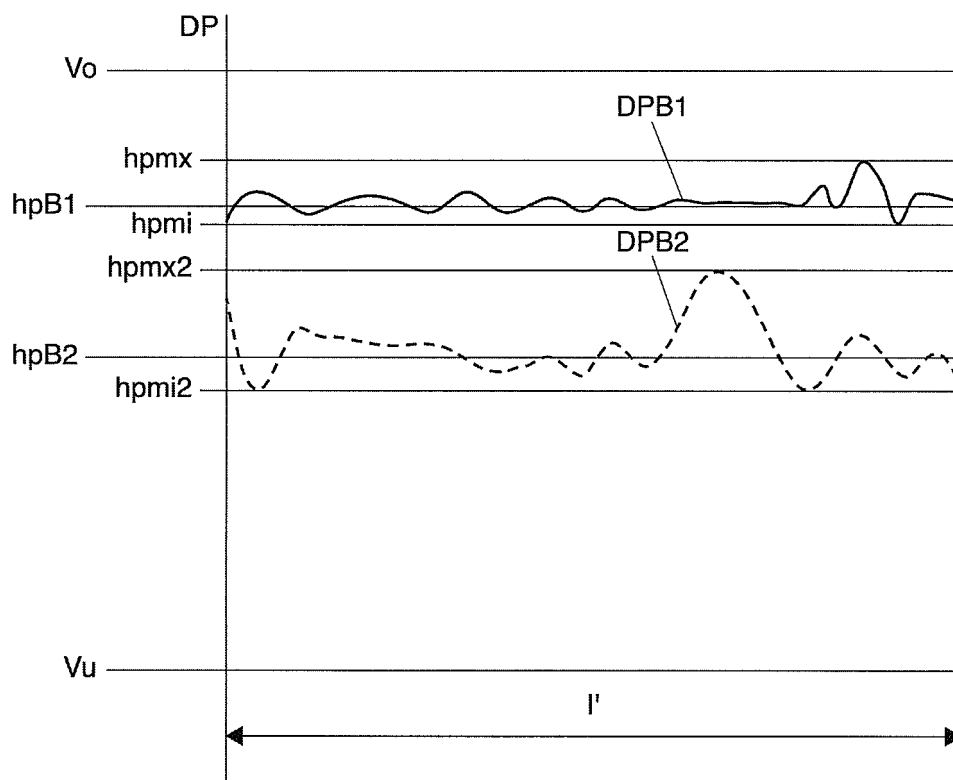


Fig. 2a

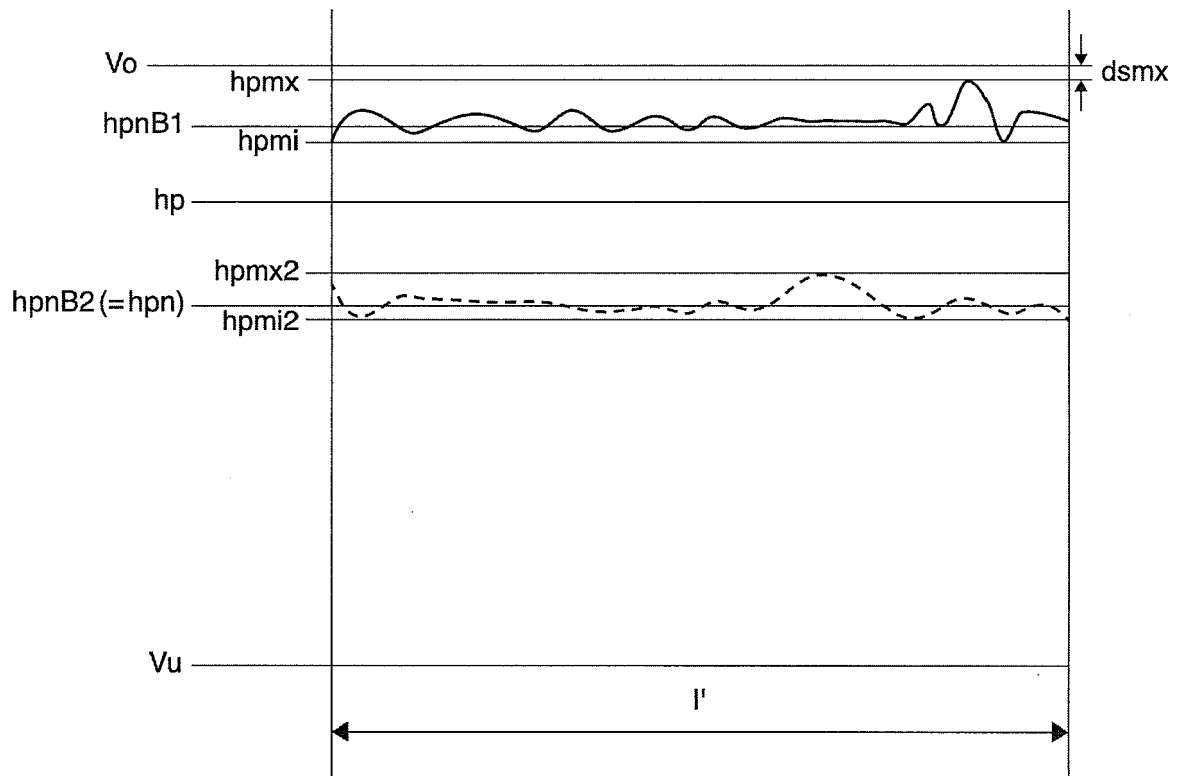


Fig. 2b

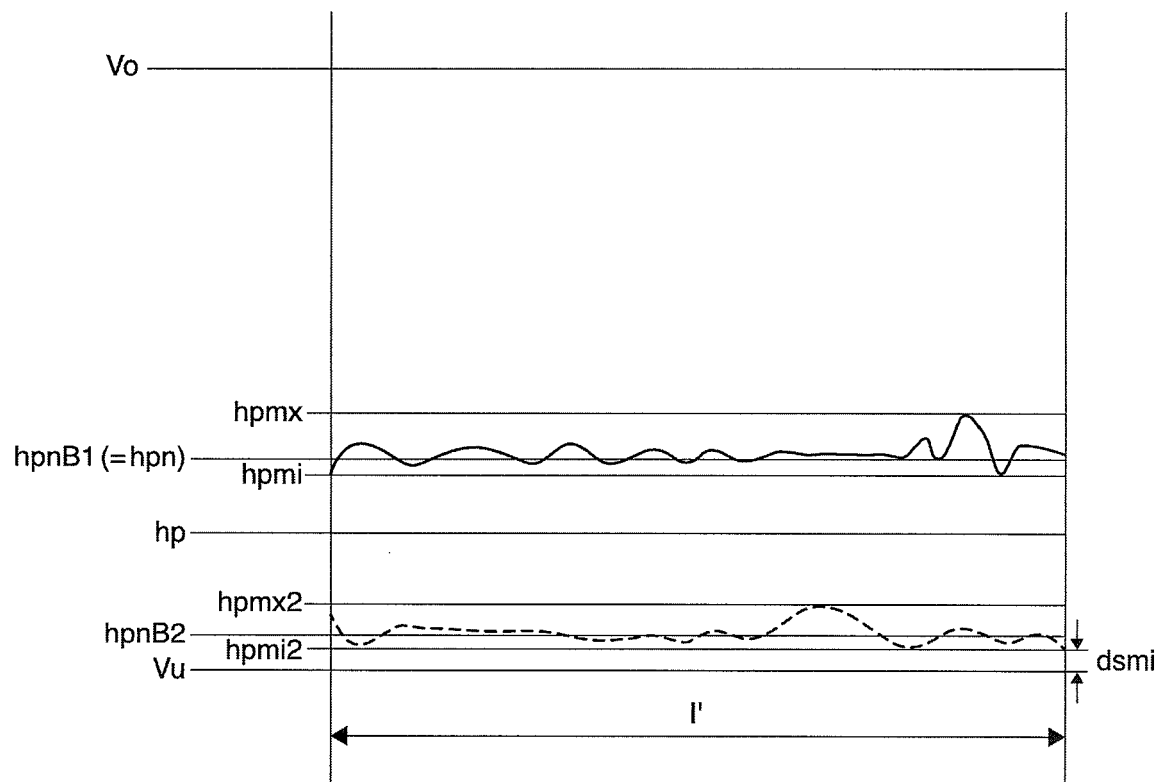


Fig. 2c

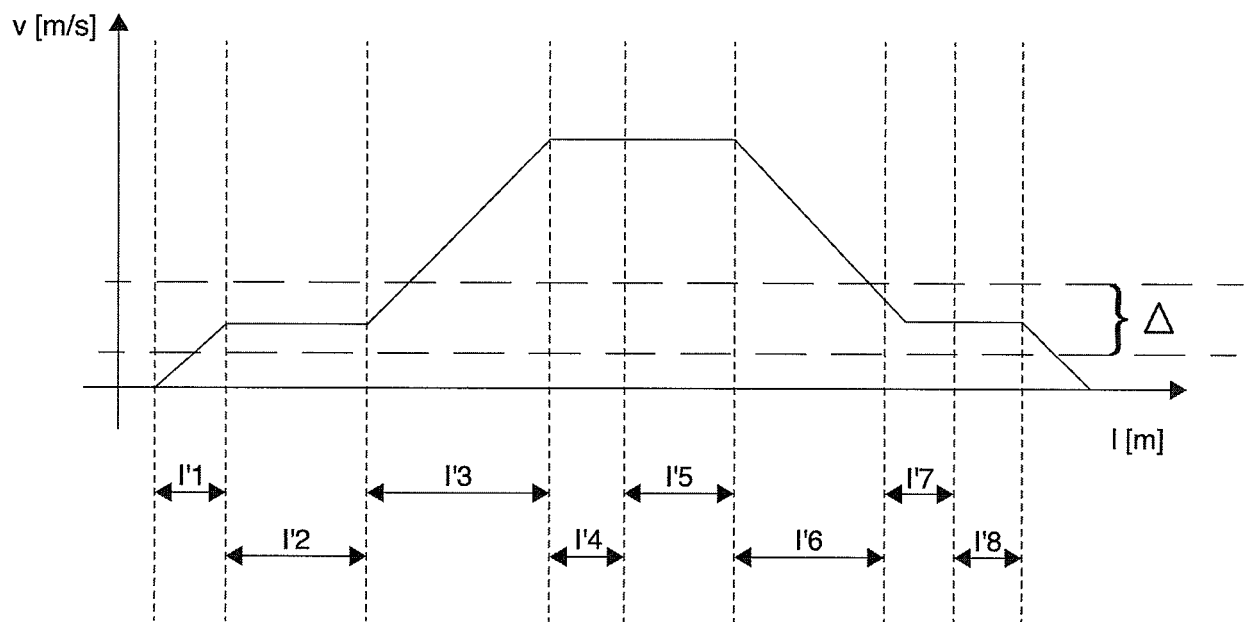


Fig. 3

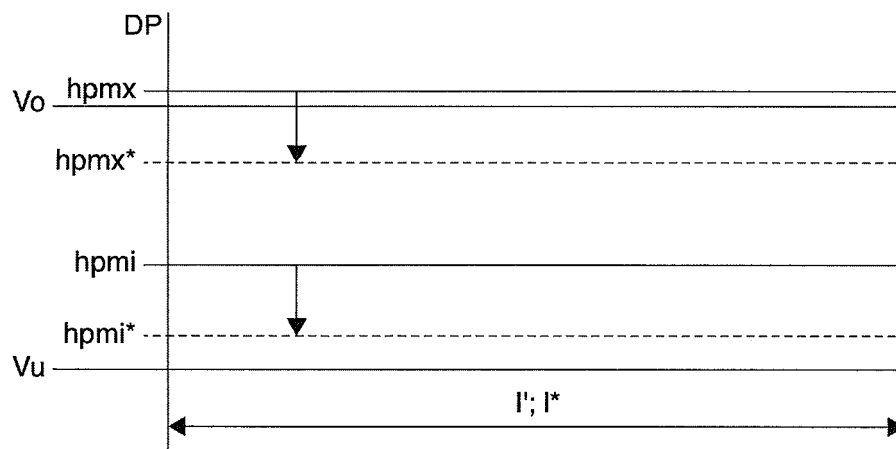


Fig. 4a

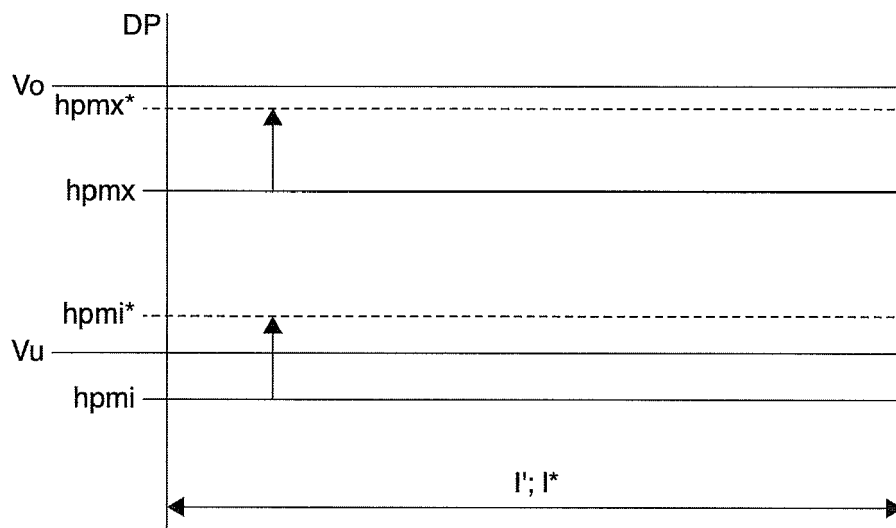


Fig. 4b



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 0699

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A, D	CN 102 069 094 B (BEIJING SHOUGANG AUTOMATION INFORMATION TECHNOLOGY CO LTD) 29. August 2012 (2012-08-29) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-8 *	1-12	INV. B21B37/16
A	KR 100 930 679 B1 (RES INST IND SCIENCE & TECH [KR]; POSCO [KR]) 9. Dezember 2009 (2009-12-09) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-8; Abbildung 1 *	1-12	
A	EP 2 662 158 A1 (SIEMENS AG [DE]) 13. November 2013 (2013-11-13) * Ansprüche 1-8; Abbildungen 1-2 *	1-12	
A	EP 2 298 461 A1 (SIEMENS AG [DE]) 23. März 2011 (2011-03-23) * Ansprüche 1-13; Abbildungen 1-3 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. Januar 2024	Prüfer Forciniti, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 20 0699

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-01-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 102069094 B	29-08-2012	KEINE	
KR 100930679 B1	09-12-2009	KEINE	
EP 2662158 A1	13-11-2013	BR 112014027650 A2	27-06-2017
		CN 104321151 A	28-01-2015
		EP 2662158 A1	13-11-2013
		EP 2828012 A1	28-01-2015
		WO 2013167366 A1	14-11-2013
EP 2298461 A1	23-03-2011	BR 112012006033 A2	24-09-2019
		CN 102481608 A	30-05-2012
		EP 2298461 A1	23-03-2011
		EP 2477763 A1	25-07-2012
		PL 2477763 T3	31-10-2014
		RU 2012111278 A	27-10-2013
		WO 2011032888 A1	24-03-2011

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- CN 102069094 B [0004]
- US 20210178443 A1 [0005]