(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 272 884 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.11.2023 Patentblatt 2023/45

(21) Anmeldenummer: **22171781.2**

(22) Anmeldetag: **05.05.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B21C 47/34 *(2006.01)* ***B21B 1/00*** *(2006.01)*
B21B 39/14 *(2006.01)* ***B21C 47/18*** *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B21C 47/3408; B21C 47/18; B21C 47/3416; B21C 47/3425; B21B 37/58; B21B 37/68

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Primetals Technologies Germany GmbH**
91058 Erlangen (DE)

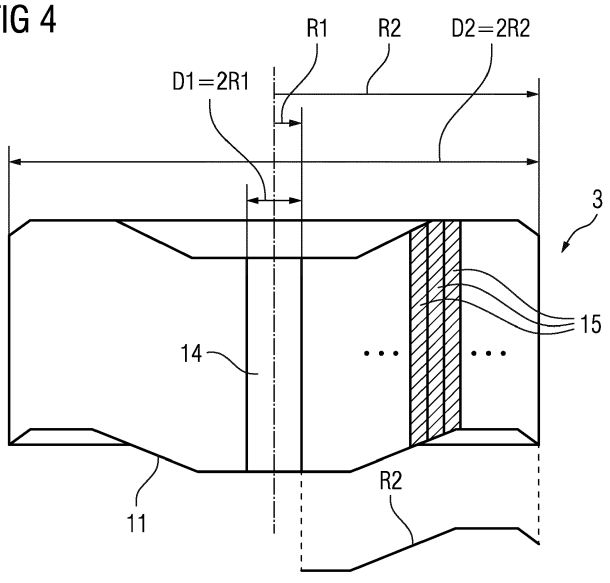
(72) Erfinder: **Loehe, Klaus**
90768 Fürth (DE)

(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(54) **ERMITTLUNG DES SEITLICHEN VERSATZES EINES METALLBANDES ANHAND DER KONTUR EINER STIRNSEITE EINES COILS**

(57) Eine Walzanlage weist zumindest ein Walzgerüst (1) und einen dem Walzgerüst (1) vorgeordneten Abhaspel (2) auf. Von dem Abhaspel (2) wird ein zu einem Coil (3) gehaspeltes Metallband (4) abgehaspelt und von dort aus dem Walzgerüst (1) zugeführt. In dem Walzgerüst (1) wird das Metallband (4) gewalzt. Ein jeweiliger Abschnitt (i) des Metallbandes (4) weist in einem vorbestimmten Abstand vor dem Walzgerüst (1) einen jeweiligen seitlichen Versatz (V) auf. Eine Steuereinrichtung (8) für das Walzgerüst (1) ermittelt unter Verwertung des jeweiligen seitlichen Versatzes (V) für mindestens ein dem Walzgerüst (1) zugeordnetes Stellglied (12) eine jeweilige Stellgröße (C) und steuert das Stellglied (12) entsprechend der ermittelten jeweiligen Stellgröße (C) an. Der Steuereinrichtung (8) wird vor dem Abhaspeln des Metallbandes (4) eine Kontur (K) mindestens einer Stirnseite (11) des Coils (3) bekannt. Die Steuereinrichtung (8) ermittelt den jeweiligen seitlichen Versatz (V) unter Verwertung der Kontur (K) .

FIG 4



EP 4 272 884 A1

Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Betriebsverfahren für eine Walzanlage, die zumindest ein Walzgerüst und einen dem Walzgerüst vorgeordneten Abhaspel aufweist,

- wobei in der Walzanlage ein zu einem Coil gehaspeltes Metallband von dem Abhaspel abgehaspelt wird, von dort aus dem Walzgerüst zugeführt wird und in dem Walzgerüst gewalzt wird,
- wobei eine Steuereinrichtung für das Walzgerüst unter Verwertung eines jeweiligen seitlichen Versatzes, den ein jeweiliger Abschnitt des Metallbandes in einem vorbestimmten Abstand vor dem Walzgerüst aufweist, für mindestens ein dem Walzgerüst zugeordnetes Stellglied eine jeweilige Stellgröße ermittelt und das Stellglied entsprechend der ermittelten jeweiligen Stellgröße ansteuert.

[0002] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einem Steuerprogramm für eine Steuereinrichtung eines Walzgerüsts zum Walzen eines Metallbandes, wobei das Steuerprogramm von der Steuereinrichtung abarbeitbaren Maschinencode umfasst, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes durch die Steuereinrichtung bewirkt, dass die Steuereinrichtung entsprechend einem derartigen Betriebsverfahren betrieben wird.

[0003] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einer Steuereinrichtung für ein Walzgerüst einer Walzanlage, wobei die Steuereinrichtung mit einem derartigen Steuerprogramm programmiert ist, so dass die Steuereinrichtung im Betrieb ein derartiges Steuerprogramm ausführt.

[0004] Die vorliegende Erfindung geht weiterhin aus von einer Walzanlage, die zumindest ein Walzgerüst, einen dem Walzgerüst vorgeordneten Abhaspel und eine Steuereinrichtung für das Walzgerüst aufweist.

Stand der Technik

[0005] Ein derartiges Betriebsverfahren ist beispielsweise aus der DE 34 13 269 C2 bekannt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Beim Walzen eines Metallbandes wandert das gewalzte Metallband oftmals seitlich aus, das heißt es wandert in Breitenrichtung des Metallbandes. Ein derartiges Wandern kann sowohl eingangsseitig eines Walzgerüsts als auch ausgangsseitig eines Walzgerüsts erfolgen. Demzufolge kann es bei einer mehrgerüstigen Walzstraße auch zwischen den einzelnen Gerüsten der Walzstraße erfolgen.

[0007] Kleine seitliche Wanderbewegungen sind oftmals unproblematisch. Bei größeren seitlichen Wanderbewegungen kann es jedoch auftreten, dass das Metallband an eine Seitenführung anstößt und dadurch ein sogenannter Hochgeher auftritt. Weiterhin beeinflussen die seitlichen Wanderbewegungen Qualitätsparameter des gewalzten Metallbandes wie beispielsweise das Profil, die Planheit und auch einen Dickenkeil. Dies gilt auch für kleinere seitliche Wanderbewegungen des Metallbandes.

[0008] Im Stand der Technik ist es bekannt, auslaufseitig des Walzgerüsts - beispielsweise mittels einer Kamera - den seitlichen Versatz des Metallbandes zu erfassen und eine Stellgröße für ein Stellglied des Walzgerüsts in Abhängigkeit von dem auslaufseitig erfassten Versatz einzustellen. Rein beispielhaft kann auf die EP 3 202 502 A1 verwiesen werden.

[0009] Es ist auch schon bekannt, den seitlichen Versatz des Metallbandes einlaufseitig des Walzgerüsts zu erfassen und eine Stellgröße für ein Stellglied des Walzgerüsts in Abhängigkeit von dem einlaufseitig erfassten Versatz einzustellen. Rein beispielhaft kann auf die bereits erwähnte DE 34 13 269 C2 verwiesen werden.

[0010] Bei der DE 34 13 269 C2 wird einlaufseitig des Walzgerüsts jeweils für einen einzelnen Abschnitt der seitliche Versatz dieses Abschnitts des Metallbandes erfasst und im Rahmen einer konventionellen Regelung (beispielsweise einer Proportionalregelung) verwertet.

[0011] Die Vorgehensweise der DE 34 13 269 C2 ist nur praktikabel, wenn das Metallband als flaches Metallband vorliegt, also nicht im gehaspelten Zustand des Metallbandes.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels derer eine Berücksichtigung des seitlichen Versatzes eines jeweiligen Abschnitts des Metallbandes auch dann möglich ist, wenn das Metallband zu einem Coil gehaspelt ist und vor dem Walzen des Metallbandes in dem Walzgerüst abgehaspelt wird.

[0013] Die Aufgabe wird durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 4.

[0014] Erfindungsgemäß wird ein Betriebsverfahren der eingangs genannten Art dadurch ausgestaltet, dass der Steuereinrichtung vor dem Abhaspeln des Metallbandes eine Kontur mindestens einer Stirnseite des Coils bekannt wird und dass die Steuereinrichtung den jeweiligen seitlichen Versatz unter Verwertung der Kontur ermittelt.

[0015] Das Stellglied kann insbesondere ein Stellglied sein, mittels dessen eine asymmetrische Verstellung des Walzspaltes vorgenommen werden kann. Dadurch kann direkt auf den seitlichen Bandlauf Einfluss genommen werden. Ein typisches Beispiel eines derartigen Stellgliedes ist eine Keilanstellung des Walzspaltes. Alternativ oder zusätzlich können aber auch Stellgrößen für andere Stellglieder ermittelt werden, insbesondere für Stellglieder, welche eine nur lokale oder eine zwar globale, aber symmetrische Beeinflussung von Profil und Planheit des

Metallbandes bewirken. Ein typisches Beispiel für ein nur lokal wirksames Stellglied ist eine Kühleinrichtung, die in Breitenrichtung des Metallbandes gesehen nur auf einen einzelnen Abschnitt einer Arbeitswalze wirkt. Ein typisches Beispiel für ein zwar global, aber symmetrisch wirkendes Stellglied ist eine Walzenbiegung. Ein weiteres typisches Beispiel ist eine Walzenverschiebung.

[0016] Im einfachsten Fall erfolgt die Ermittlung der Stellgröße im Sinne einer üblichen Soll-Ist-Regelung, beispielsweise mittels eines P-Reglers, eines PI-Reglers oder eines PID-Reglers. Aufgrund des Umstands, dass durch die Kontur der Stirnseite der Verlauf des seitlichen Versatzes bereits vorab über die gesamte Länge des Metallbandes bekannt ist, sind aber auch komplexere Regelungen möglich, beispielsweise eine modellprädiktive Regelung. Weiterhin ist auch eine anderweitige vorausschauende Berücksichtigung des Verlaufs des seitlichen Versatzes möglich. Beispielsweise kann vorab eine Offline-Optimierung der Stellgröße über die gesamte Bandlänge vorgenommen werden.

[0017] In der Regel wird der Steuereinrichtung nur die Kontur einer einzelnen Stirnseite des Coils bekannt. In diesem Fall kann von der Steuereinrichtung - unter der Annahme, dass die Breite des Metallbandes über die Länge des Metallbandes gesehen konstant ist - nur der seitliche Versatz ermittelt werden. Alternativ ist es jedoch auch möglich, dass der Steuereinrichtung die Konturen beider Stirnseiten des Coils bekannt werden. In diesem Fall kann die Steuereinrichtung nicht nur den jeweiligen seitlichen Versatz ermitteln, sondern beispielsweise auch für die einzelnen Abschnitte des Metallbandes eine jeweilige Breite des Metallbandes ermitteln und bei der Ansteuerung des Walzgerüsts berücksichtigen. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn mittels des Stellgliedes die Breite des Metallbandes beeinflusst werden kann. Insbesondere in diesem Fall kann das Stellglied ein Stellglied des Walzgerüsts als solches sein oder ein dem Walzgerüst zugeordnetes Stellglied, beispielsweise ein dem Walzgerüst vorgeordneter oder nachgeordneter Schlingenheber oder ein dem Walzgerüst vorgeordneter oder nachgeordneter Staucher.

[0018] Prinzipiell kann die Erfassung der Kontur der Stirnseite zu einem beliebigen Zeitpunkt nach dem Aufhaspeln des Metallbandes zu dem Coil erfolgen, insbesondere unmittelbar nach dem Aufhaspeln oder auch zu einem anderen Zeitpunkt zwischen dem Aufhaspeln und dem Zuführen zum Abhaspel. Vorzugsweise wird die Kontur der Stirnseite jedoch mittels einer dem Abhaspel zugeordneten Erfassungseinrichtung erfasst, während sich das Coil bereits in dem Abhaspel befindet, und sodann der Steuereinrichtung zugeführt. Dadurch ist die Ausführung des Betriebsverfahrens in geringerem Umfang an von außen zugeführte bzw. bereitgestellte Daten gebunden.

[0019] Die Erfassungseinrichtung kann beispielsweise eine Wärmebildkamera oder eine mit Licht im sichtbaren Bereich arbeitende Kamera sein, mittels derer konventionelle zweidimensionale Bilder erfasst werden. Auch kann es sich um eine Kamera handeln, mittels derer Tiefenbilder erfasst werden. Auch ist es möglich, die Erfassungseinrichtung als Laserscanner auszubilden, mittels derer die Kontur der Stirnseite abgetastet wird. Auch andere Ausgestaltungen sind möglich. Alle genannten Arten von Erfassungseinrichtungen sind Fachleuten allgemein bekannt.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Betriebsverfahrens wird die Kontur der Stirnseite des Coils der Steuereinrichtung in Form einer, bezogen auf die Stirnseite des Coils, von radial innen nach radial außen verlaufenden Konturlinie bekannt. Die Konturlinie gibt somit die seitliche Lage der erfassten Bandkante als Funktion des Abstands vom Auge des Coils an. In diesem Fall ermittelt die Steuereinrichtung den jeweiligen seitlichen Versatz unter Verwertung der Konturlinie.

[0021] Alternativ ist es möglich, dass die Kontur der Stirnseite des Coils der Steuereinrichtung in Form einer, bezogen auf die Stirnseite des Coils, zweidimensionalen Konturfläche bekannt wird. In diesem Fall ist natürlich eine direkte Verwertung der zweidimensionalen Konturfläche möglich. Vorzugsweise ermittelt die Steuereinrichtung in diesem Fall jedoch anhand der Konturfläche eine, bezogen auf die Stirnseite des Coils, von radial innen nach radial außen verlaufende Konturlinie und ermittelt weiterhin den jeweiligen seitlichen Versatz unter Verwertung der Konturlinie, nicht aber der zweidimensionalen Konturfläche als solcher. Die Konturlinie gibt - wie zuvor - die seitliche Lage der erfassten Bandkante als Funktion des Abstands vom Auge des Coils an.

[0022] Durch die Verwendung der Konturlinie verringert sich der Rechenaufwand zur Ermittlung des jeweiligen seitlichen Versatzes beträchtlich.

[0023] Aufgrund der Konturlinie ist der Steuereinrichtung zunächst der Versatz eines jeweiligen Abschnitts des Metallbandes bei einem aktuellen Coilradius (= aktueller Ort auf der radialen Konturlinie) bekannt. Dieser Ort entspricht in Längsrichtung des Metallbandes gesehen einer Stützstelle. Der Abstand zur nächsten Stützstelle ergibt sich durch den aktuellen Coilradius (multipliziert mit dem Faktor 2π). Der neue Coilradius ergibt sich durch den aktuellen Coilradius und die Dicke des gehaspelten Metallbandes. Bei Arbeitsrichtung von außen nach innen verringert sich der Coilradius, es wird also die Dicke des gehaspelten Metallbandes subtrahiert. Bei Arbeitsrichtung von innen nach außen vergrößert sich der Coilradius, es wird also die Dicke des gehaspelten Metallbandes addiert. Somit ist der Steuereinrichtung nur durch die Konturlinie der Versatz der entsprechenden Abschnitte des Metallbandes an Stützstellen bekannt, die in Längsrichtung des Bandes aufeinander folgen. Die Stützstellen sind zwar nicht äquidistant, da der Coilradius variiert. Dies ist aber von untergeordneter Bedeutung.

[0024] Es ist möglich, dass die Abschnitte des Metallbandes durch die Stützstellen als solche definiert sind, also eine 1:1-Zuordnung vorgenommen wird. Alternativ ist es jedoch auch möglich, nach Bedarf eine Interpolation vorzunehmen. Die Interpolation kann nach Bedarf

linear oder nichtlinear sein.

[0025] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens kann das Metallband in dem Walzgerüst nach Bedarf kalt oder warm gewalzt werden. Insbesondere beim Warmwalzen kann die Walzanlage beispielsweise als Steckelmill ausgebildet sein. Beim Kaltwalzen hingegen kann das Walzgerüst insbesondere das vorderste Walzgerüst einer Tandemstraße sein.

[0026] Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Steuerprogramm mit den Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst. Erfindungsgemäß bewirkt die Abarbeitung des Steuerprogramms durch die Steuereinrichtung,

- dass der Steuereinrichtung vor dem Abhaspeln des Metallbandes von einem dem Walzgerüst vorgeordneten Abhaspel eine Kontur mindestens einer Stirnseite des Coils bekannt wird,
- dass die Steuereinrichtung unter Verwertung der Kontur für Abschnitte des Metallbandes einen jeweiligen seitlichen Versatz ermittelt, den der jeweilige Abschnitt in einem vorbestimmten Abstand vor dem Walzgerüst aufweist, und
- dass die Steuereinrichtung unter Verwertung des jeweiligen seitlichen Versatzes für mindestens ein dem Walzgerüst zugeordnetes Stellglied eine jeweilige Stellgröße ermittelt und das Stellglied entsprechend der ermittelten jeweiligen Stellgröße ansteuert.

[0027] Auch das Steuerprogramm kann auf vorteilhafte Art und Weise ausgestaltet werden. Die Ausgestaltungen des Steuerprogramms korrespondieren mit den vorteilhaften Ausgestaltungen des Betriebsverfahrens. Gleiches gilt für die dadurch erreichten Vorteile.

[0028] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Steuereinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst. Erfindungsgemäß ist die Steuereinrichtung mit einem erfindungsgemäßen Steuerprogramm programmiert, so dass die Steuereinrichtung im Betrieb das erfindungsgemäße Steuerprogramm ausführt.

[0029] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Walzanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Erfindungsgemäß ist bei einer Walzanlage der eingangs genannten Art die Steuereinrichtung als erfindungsgemäße Steuereinrichtung ausgebildet.

[0030] Vorzugsweise ist dem Abhaspel eine Erfassungseinrichtung zugeordnet, mittels derer die Kontur der Stirnseite erfasst wird, während sich das Coil bereits in dem Abhaspel befindet, und sodann der Steuereinrichtung zugeführt wird. Dadurch ist der erfindungsgemäße Betrieb der Walzanlage in geringerem Umfang an von außen zugeführte bzw. bereitgestellte Daten gebunden.

[0031] Das Walzgerüst der Walzanlage kann nach Bedarf als Warmwalzgerüst oder als Kaltwalzgerüst ausgebildet sein. Im erstgenannten Fall kann insbesondere die Walzanlage als Steckelmill ausgebildet sein. Im letztgenannten Fall kann das Walzgerüst insbesondere das vorderste Walzgerüst einer mehrgerüstigen Tandemstraße sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0032] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die in Verbindung mit den Zeichnungen näher erläutert werden. Hierbei zeigen in schematischer Darstellung:

FIG 1 eine Walzanlage,
FIG 2 eine weitere Walzanlage,
FIG 3 ein Ablaufdiagramm,
FIG 4 einen Schnitt längs einer Linie IV-IV in den FIG 1 und 2,
FIG 5 ein Ablaufdiagramm,
FIG 6 eine perspektivische Darstellung einer Stirnfläche eines Coils und
FIG 7 ein Ablaufdiagramm.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0033] Gemäß FIG 1 weist eine Walzanlage ein Walzgerüst 1 auf. Dargestellt sind nur die Arbeitswalzen des Walzgerüsts 1. Bei der Ausgestaltung gemäß FIG 1 ist das Walzgerüst 1 das einzige Walzgerüst der Walzanlage. Dem Walzgerüst 1 ist ein Abhaspel 2 vorgeordnet. Von dem Abhaspel 2 wird ein Coil 3 abgehaspelt, also ein aufgehaspeltes Metallband 4. Das abgehaspelte Metallband 4 wird, ausgehend von dem Abhaspel 2, dem Walzgerüst 1 zugeführt. In dem Walzgerüst 1 wird das Metallband 4 gewalzt. Das Coil 3 kann dem Abhaspel 2 als solches zugeführt worden sein, also als zuvor anderweitig aufgehaspelt des Metallband 4. Alternativ kann das Metallband 4 vor dem Abhaspeln von dem Abhaspel 2 selbst zu dem Coil 3 gehaspelt worden sein.

[0034] In der Ausgestaltung gemäß FIG 1 ist dem Walzgerüst 1 weiterhin ein Aufhaspel 5 nachgeordnet. Von dem Aufhaspel 5 wird das Metallband 4 nach dem Walzen in dem Walzgerüst 1 aufgehaspelt. In der Regel erfolgt der Betrieb einer Walzanlage gemäß FIG 1 derart, dass das Metallband 4 in dem Walzgerüst 1 reversierend gewalzt wird, Endstücke des Metallbandes 4 also nicht mitgewalzt werden. Der Abhaspel 2 und der Aufhaspel 5 wechseln daher bei jedem Walzstich ihre jeweilige Funktionalität. Insbesondere in einer derartigen Ausgestaltung wird das Metallband 4 von ein und demselben Haspel 2, 5 alternierend aufgehaspelt und danach wieder abgehaspelt.

[0035] Die Walzanlage gemäß FIG 1 kann insbesondere als Steckelmill ausgebildet sein. In einer Steckelmill erfolgt ein Warmwalzen des Metallbandes 4. In diesem Fall ist also das Walzgerüst 1 als Warmwalzgerüst ausgebildet. Ein Warmwalzen des Metallbandes 4 ist aber auch bei anderen Ausgestaltungen der Walzanlage mög-

lich. Beispielsweise kann ein Warmwalzen des Metallbandes 4 auch in einer mehrgerüstigen Warmwalzstraße erfolgen, bei welcher der Warmwalzstraße der Abhaspel 2 vorgeordnet ist. Auch kann bei einer Ausgestaltung der Walzstraße wie in FIG 1 dargestellt das Walzgerüst 1 ein Vorgerüst sein.

[0036] FIG 2 zeigt eine alternative Ausgestaltung einer Walzanlage. Gemäß FIG 2 weist die Walzanlage zusätzlich zu dem Walzgerüst 1 weitere Walzgerüste 6 auf. Das Walzgerüst 1 ist in diesem Fall das vorderste Walzgerüst einer mehrgerüstigen Walzstraße. Von den Walzgerüsten 1, 6 sind analog zu FIG 1 nur die Arbeitswalzen dargestellt.

[0037] Auch bei der Ausgestaltung gemäß FIG 2 ist dem Walzgerüst 1 ein Abhaspel 2 vorgeordnet. Dem Abhaspel 2 ein Coil 3 zugeführt, also ein zuvor aufgehaspeltes Metallband 4. Das Metallband 4 wird von dem Abhaspel 2 abgehaspelt und von dort aus dem Walzgerüst 1 (und danach den weiteren Walzgerüsten 6) zugeführt. In dem Walzgerüst 1 (und auch den weiteren Walzgerüsten 6) wird das Metallband 4 gewalzt.

[0038] Wie bereits erwähnt, kann auch bei der Ausgestaltung gemäß FIG 2 ein Warmwalzen des Metallbandes 4 erfolgen. Gemäß FIG 2 ist jedoch zwischen dem Abhaspel 2 und dem Walzgerüst 1 ein S-Rollensatz 7 angeordnet. Eine derartige Ausgestaltung ist insbesondere bei einer mehrgerüstigen Tandemstraße üblich, in welcher ein Kaltwalzen des Metallbandes 4 erfolgt. Ein Kaltwalzen des Metallbandes 4 ist aber auch bei anderen Ausgestaltungen der Walzanlage möglich.

[0039] Sowohl bei der Walzanlage gemäß FIG 1 als auch bei der Walzanlage gemäß FIG 2 wird zumindest das Walzgerüst 1 (in der Regel die gesamte Walzanlage) von einer Steuereinrichtung 8 gesteuert. Die Steuereinrichtung 8 ist mit einem Steuerprogramm 9 programmiert, so dass die Steuereinrichtung 8 im Betrieb das Steuerprogramm 9 ausführt. Das Steuerprogramm 9 umfasst Maschinencode 10, der von der Steuereinrichtung 8 abarbeitbar ist. Die Abarbeitung des Maschinencodes 10 durch die Steuereinrichtung 8 bewirkt, dass die Steuereinrichtung 8 zumindest das Walzgerüst 1 - wie bereits erwähnt: in der Regel die gesamte Walzanlage - gemäß einem Betriebsverfahren betreibt, das nachstehend in Verbindung mit FIG 3 näher erläutert wird.

[0040] Gemäß FIG 3 wird der Steuereinrichtung 8 in einem Schritt S1 eine Kontur K mindestens einer der beiden Stirnseiten 11 des Coils 4 bekannt. Es ist auch möglich, dass der Steuereinrichtung 8 im Schritt S1 die Konturen K beider Stirnseiten 11 des Coils 4 bekannt werden. In aller Regel ist jedoch die Kontur K einer der beiden Stirnseiten 11 ausreichend. Von diesem Fall wird daher nachstehend ausgegangen. Der Schritt S1 wird von der Steuereinrichtung 8 vor dem Abhaspeln des Metallbandes 4 ausgeführt.

[0041] In einem Schritt S2 ermittelt die Steuereinrichtung 8 für Abschnitte i (i = 1, 2, 3, ...) des Metallbandes 4 einen jeweiligen seitlichen Versatz V. Der jeweilige Versatz V kann also über die Abschnitte i hinweg gesehen variieren. Der Versatz V entspricht in Breitenrichtung des Metallbandes 4 gesehen der Abweichung der Mittellinie des Metallbandes 4 von der Mittellinie des Walzgerüsts 1. Der Versatz V des jeweiligen Abschnitts i wird für einen vorbestimmten Abstand bestimmt, den der jeweilige Abschnitt i von dem Walzgerüst 1 aufweist. Er Die Ermittlung des Versatzes V erfolgt unter Verwertung der Kontur K.

[0042] Der vorbestimmte Abstand kann nach Bedarf bestimmt sein. Es kann sich insbesondere um den Ort handeln, an dem das Metallband 4 sich von dem verbleibenden Teil des Coils 3 löst. Diese Festlegung des vorbestimmten Abstands kann insbesondere dann sinnvoll sein, wenn sich zwischen dem Abhaspel 2 und dem Walzgerüst 1 keine Einrichtungen befinden, welche seitliche Bewegungen des Metallbandes 1 beeinflussen oder behindern. Es kann sich aber auch um einen anderen Ort handeln. Beispielsweise im Falle der Ausgestaltung von FIG 2 kann der vorbestimmte Abstand durch den Ort des S-Rollensatzes 7 bestimmt sein. Welcher Ort gewählt wird, hängt von den Umständen des Einzelfalls ab.

[0043] In einem Schritt S3 ermittelt die Steuereinrichtung 8 für mindestens ein Stellglied 12 eine jeweilige Stellgröße C. Das Stellglied 12 kann ein Stellglied des Walzgerüsts 1 als solches sein, beispielsweise lokal oder global auf den Walzspalt wirken. Alternativ kann das Stellglied 12 dem Walzgerüst 1 vorgeordnet oder nachgeordnet sein. Die Ermittlung der jeweiligen Stellgröße C gilt für den jeweiligen Abschnitt i des Metallbandes 4. Die jeweilige Stellgröße C wird von der Steuereinrichtung 8 unter Verwertung des jeweiligen seitlichen Versatzes V ermittelt. Geeignete Stellglieder 12, geeignete Stellgrößen C und geeignete Ermittlungsverfahren sind Fachleuten bekannt. In einem Schritt S4 steuert die Steuereinrichtung 8 das Stellglied 12 entsprechend der ermittelten jeweiligen Stellgröße C an.

[0044] Der Schritt S1 wird nur einmal ausgeführt, nämlich einmal vor dem Zuführen des Metallbandes 4 zum Walzgerüst 1. Der Schritt S4 wird iterativ immer wieder ausgeführt, nämlich jeweils für einen einzelnen Abschnitt i des Metallbandes 4. Die Schritte S2 und S3 können entweder nur einmal oder iterativ immer wieder ausgeführt werden. Welche Vorgehensweise bezüglich der Schritte S2 und S3 ergriffen wird, liegt im Belieben des Fachmanns. Oftmals wird es von Vorteil sein, den Schritt S2 zusammen mit dem Schritt S1 auszuführen, also einmalig vorab, und den Schritt S3 zusammen mit dem Schritt S4 auszuführen, also iterativ immer wieder.

[0045] Die Art und Weise, auf welcher der Steuereinrichtung 8 die Kontur K der Stirnseite 11 bekannt wird, kann nach Bedarf bestimmt sein. Es ist beispielsweise möglich, dass die Kontur K der Steuereinrichtung 8 von einer Bedienperson oder von einer übergeordneten Steuereinrichtung vorgegeben wird. Vorzugsweise ist jedoch dem Abhaspel 2 eine Erfassungseinrichtung 13 zugeordnet, mittels derer die Kontur K der Stirnseite 11 erfasst wird, während sich das Coil 3 bereits im Abhaspel 2 befindet. In diesem Fall führt die Erfassungseinrichtung

13 die erfasste Kontur K der Steuereinrichtung 8 zu. Die Steuereinrichtung 8 nimmt die erfasste Kontur K von der Erfassungseinrichtung 13 entgegen. Auf diese Art und Weise wird die Kontur K der Steuereinrichtung 8 bekannt.

[0046] Nachfolgend wird in Verbindung mit den FIG 4 und 5 eine bevorzugte Art und Weise ermittelt, auf welche die Kontur K der Steuereinrichtung 8 zur Verfügung gestellt werden kann.

[0047] FIG 4 zeigt einen Schnitt längs einer Linie IV-IV in den FIG 1 und 2. Gemäß FIG 4 weist das Coil 3 ein Coilauge 14 auf. Das Coilauge 14 weist einen Durchmesser D1 auf. R1 = D1/2 ist demzufolge der minimale Radius des Coils 3. Das Coil 3 weist weiterhin einen Außendurchmesser D2 auf. R2 = D2/2 ist demzufolge der maximale Radius des Coils 3. Das Metallband 4 weist eine Dicke d auf. Die einzelnen Windungen 15 des Coils 3 sind in Radialrichtung des Coils 3 (also von innen nach außen gesehen oder umgekehrt von außen nach innen gesehen) jeweils um die Dicke d des Metallbandes 4 voneinander beabstandet. Weiterhin sind die einzelnen Windungen 15 des Coils 3 seitlich (also in Breitenrichtung des Metallbandes 4 gesehen) leicht gegeneinander versetzt. Die Konturen K der Stirnseiten 11 folgen dem leichten seitlichen Versatz der Windungen 15. Entlang der Schnittlinie IV-IV (siehe FIG 1 und FIG 2) gesehen ergibt sich somit bezüglich der entsprechenden Stirnseite 11 des Coils 3 eine Konturlinie KL, welche den Versatz der Windungen 15 als Funktion des jeweils aktuellen Coilradius r im Bereich von R1 bis R2 beschreibt, also von radial innen nach radial außen (oder umgekehrt). Eine völlig analoge Konturlinie KL würde sich auch ergeben, wenn die Schnittlinie durch das Coil 3 anders gelegt würde.

[0048] Es ist entsprechend FIG 5 möglich, dass die Steuereinrichtung 8 in einem Schritt S11 die Kontur K der Stirnseite 11 des Coils 3 in Form einer derartigen Konturlinie KL entgegennimmt.

[0049] Der Ort der äußersten Windung 15 entspricht dem Anfang des Metallbandes 4. Der Wert der Konturlinie KL an dieser Stelle entspricht dem Versatz vordersten Abschnitts i=1 des Metallbandes 4. Der Radius r für die nächstinnere Windung 15 kann ohne weiteres durch Subtrahieren der Dicke d des Metallbandes 4 vom Radius r ermittelt werden. An dieser Stelle des Metallbandes 4 kann die Konturlinie KL von der Steuereinrichtung 8 erneut ausgewertet werden. Diese Vorgehensweise kann nach und nach für alle Windungen 15 des Metallbandes 4 wiederholt werden. Somit kann die Steuereinrichtung 8 in einem Schritt S12 nach und nach für alle Windungen 15 und damit für Stützstellen, die um einen Abstand von 2nr (wobei der aktuelle Coilradius r variabel ist) voneinander beabstandet sind, jeweils den seitlichen Versatz des Metallbandes 4 an dieser Stelle ermitteln. Somit ergibt sich ein funktionaler Verlauf für den seitlichen Versatz des Metallbandes 4 über die gesamte Länge des Metallbandes 4. Anhand dieses Versatzes kann ohne weiteres der seitliche Versatz V für die Abschnitte i ermittelt werden.

[0050] Im einfachsten Fall sind die Abschnitte i durch die Stützstellen bestimmt. In diesem Fall sind die Abschnitte i nicht gleich groß. Falls die Abschnitte i gleich groß sein sollen oder einem anderen Kriterium genügen sollen, kann nach Bedarf eine Interpolation zwischen benachbarten Stützstellen erfolgen.

[0051] Die Schritte S11 und S12 entsprechend somit einer möglichen Implementierung der Schritte S1 und S2 von FIG 3.

[0052] Nachfolgend wird in Verbindung mit den FIG 6 und 7 eine weitere bevorzugte Art und Weise ermittelt, auf welche die Kontur K der Steuereinrichtung 8 zur Verfügung gestellt werden kann.

[0053] FIG 6 zeigt eine perspektivische Darstellung einer Stirnseite 11 des Coils 3. Es ist mittels geeigneter Erfassungseinrichtungen 13 ohne weiteres möglich, eine Konturfläche KF zu ermitteln, welche sozusagen das dreidimensionale "Versatzgebirge" über die gesamte Stirnfläche 11 widerspiegelt. Beispielsweise kann, sofern die Erfassungseinrichtung 13 als Laserscanner ausgebildet ist, ein zweidimensionales Abtasten der vollständigen Stirnseite 11 erfolgen. Es sind aber auch andere Vorgehensweisen möglich.

[0054] Es ist entsprechend FIG 7 möglich, dass die Steuereinrichtung 8 in einem Schritt S21 die Kontur K der Stirnseite 11 des Coils 3 in Form einer derartigen Konturfläche KF entgegennimmt. In diesem Fall kann die Steuereinrichtung 8 beispielsweise in einem Schritt S22 anhand der Konturfläche KF eine Konturlinie KL ermitteln. Insbesondere kann die Steuereinrichtung 8 einen schmalen, von radial innen nach radial außen verlaufenden Streifen der Konturfläche KF selektieren und auswerten. In einem Schritt S23 kann die Steuereinrichtung 8 sodann den jeweiligen seitlichen Versatz V der Abschnitte i unter Verwertung der Konturlinie KL ermitteln. Die Konturfläche KF selbst wird für die Ausführung des Schrittes S23 nicht mehr benötigt. Somit kann der Schritt S23 von FIG 7 inhaltlich insbesondere mit dem Schritt S12 von FIG 5 korrespondieren.

[0055] Die Schritte S21 bis S23 entsprechend somit einer weiteren möglichen Implementierung der Schritte S1 und S2 von FIG 3.

[0056] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Durch die Erfassung der Kontur K einer Stirnseite 11 steht auf einfache Weise die Information für den seitlichen Versatz V der Abschnitte i über die gesamte Länge des Metallbandes 4 zur Verfügung. Dadurch können insbesondere überlegene Regelalgorithmen implementiert werden. Durch die Erfassung direkt am Abhaspel 2 erfolgt eine eigenständige Erfassung, die nicht auf externen Eingaben beruht. Weiterhin ist gewährleistet, dass Effekte, die vor dem Abhaspeln auftreten, zuverlässig erkannt und berücksichtigt werden. Die erfindungsgemäßen Lösungen sind einfach, robust und zuverlässig und können weiterhin auch bei bestehenden Walzanlagen nachgerüstet werden.

[0057] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und be-

schrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Varianten können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzumfang der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0058]

1	Walzgerüst
2	Abhaspel
3	Coil
4	Metallband
5	Aufhaspel
6	weitere Walzgerüste
7	S-Rollensatz
8	Steuereinrichtung
9	Steuerprogramm
10	Maschinencode
11	Stirnseiten
12	Stellglied
13	Erfassungseinrichtung
14	Coilauge
15	Windungen

C	Stellgröße
D1, D2	Durchmesser
d	Banddicke
i	Abschnitte des Metallbands
K	Kontur
KF	Konturfläche
KL	Konturlinie
R1, R2, r	Radien
S1 bis S23	Schritte
V	Versatz

Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für eine Walzanlage, die zumindest ein Walzgerüst (1) und einen dem Walzgerüst (1) vorgeordneten Abhaspel (2) aufweist,

- wobei in der Walzanlage ein zu einem Coil (3) gehaspeltes Metallband (4) von dem Abhaspel (2) abgehaspelt wird, von dort aus dem Walzgerüst (1) zugeführt wird und in dem Walzgerüst (1) gewalzt wird,
- wobei eine Steuereinrichtung (8) für das Walzgerüst (1) unter Verwertung eines jeweiligen seitlichen Versatzes (V), den ein jeweiliger Abschnitt (i) des Metallbandes (4) in einem vorbestimmten Abstand vor dem Walzgerüst (1) aufweist, für mindestens ein dem Walzgerüst (1) zugeordnetes Stellglied (12) eine jeweilige Stellgröße (C) ermittelt und das Stellglied (12) entsprechend der ermittelten jeweiligen Stellgröße (C) ansteuert,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Steuereinrichtung (8) vor dem Abhaspeln des Metallbandes (4) eine Kontur (K) mindestens einer Stirnseite (11) des Coils (3) bekannt wird und dass die Steuereinrichtung (8) den jeweiligen seitlichen Versatz (V) unter Verwertung der Kontur (K) ermittelt.

2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kontur (K) der Stirnseite (11) mittels einer dem Abhaspel (2) zugeordneten Erfassungseinrichtung (13) erfasst wird, während sich das Coil (3) bereits in dem Abhaspel (2) befindet, und sodann der Steuereinrichtung (8) zugeführt wird.

3. Betriebsverfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Kontur (K) der Stirnseite (11) des Coils (3) der Steuereinrichtung (8) in Form einer, bezogen auf die Stirnseite (11) des Coils (3), von radial innen nach radial außen verlaufenden Konturlinie (KL) bekannt wird und dass die Steuereinrichtung (8) den jeweiligen seitlichen Versatz (V) unter Verwertung der Konturlinie (KL) ermittelt oder
- **dass** die Kontur (K) der Stirnseite (11) des Coils (3) der Steuereinrichtung (8) in Form einer, bezogen auf die Stirnseite (11) des Coils (3), zweidimensionalen Konturfläche (KF) bekannt wird, dass die Steuereinrichtung (8) anhand der Konturfläche (KF) eine, bezogen auf die Stirnseite (11) des Coils (3), von radial innen nach radial außen verlaufende Konturlinie (KL) ermittelt und dass die Steuereinrichtung (8) den jeweiligen seitlichen Versatz (V) unter Verwertung der Konturlinie (KL), nicht aber der zweidimensionalen Konturfläche (KF) als solcher ermittelt.

4. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Metallband (4) in dem Walzgerüst (1) kalt oder warm gewalzt wird.

5. Steuerprogramm für eine Steuereinrichtung (8) eines Walzgerüsts (1) zum Walzen eines Metallbandes (4), wobei das Steuerprogramm von der Steuereinrichtung (8) abarbeitbaren Maschinencode (10) umfasst, wobei die Abarbeitung des Maschinencodes (10) durch die Steuereinrichtung (8) bewirkt,

- dass der Steuereinrichtung (8) vor dem Abhaspeln des Metallbandes (4) von einem dem Walzgerüst (1) vorgeordneten Abhaspel (2) eine Kontur (K) mindestens einer Stirnseite (11) des Coils (3) bekannt wird,
- dass die Steuereinrichtung (8) unter Verwer-

tung der Kontur (K) für Abschnitte (i) des Metallbandes (4) einen jeweiligen seitlichen Versatz (V) ermittelt, den der jeweilige Abschnitt (i) in einem vorbestimmten Abstand vor dem Walzgerüst (1) aufweist, und
- dass die Steuereinrichtung (8) unter Verwertung des jeweiligen seitlichen Versatzes (V) für mindestens ein dem Walzgerüst (1) zugeordnetes Stellglied (12) eine jeweilige Stellgröße (C) ermittelt und das Stellglied (12) entsprechend der ermittelten jeweiligen Stellgröße (C) ansteuert.

6. Steuerprogramm nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abarbeitung des Maschinencodes (10) durch die Steuereinrichtung (8) bewirkt, dass die Steuereinrichtung (8) die Kontur (K) der Stirnseite (11) von einer dem Abhaspel (2) zugeordneten Erfassungseinrichtung (13) entgegennimmt, während sich das Coil (3) bereits in dem Abhaspel (2) befindet.

7. Steuerprogramm nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abarbeitung des Maschinencodes (10) durch die Steuereinrichtung (8) bewirkt,

- **dass** die Steuereinrichtung (8) die Kontur (K) der Stirnseite (11) des Coils (3) in Form einer, bezogen auf die Stirnseite (11) des Coils (3), von radial innen nach radial außen verlaufenden Konturlinie (KL) entgegennimmt und den jeweiligen seitlichen Versatz (V) unter Verwertung der Konturlinie (KL) ermittelt oder
- **dass** die Steuereinrichtung (8) die Kontur (K) der Stirnseite (11) des Coils (3) in Form einer, bezogen auf die Stirnseite (11) des Coils (3), zweidimensionalen Konturfläche (KF) entgegennimmt und anhand der Konturfläche (KF) eine, bezogen auf die Stirnseite (11) des Coils (3), von radial innen nach radial außen verlaufende Konturlinie (KL) ermittelt und den jeweiligen seitlichen Versatz (V) unter Verwertung der Konturlinie (KL), nicht aber der zweidimensionalen Konturfläche (KF) ermittelt.

8. Steuereinrichtung für ein Walzgerüst (1) einer Walzanlage, wobei die Steuereinrichtung mit einem Steuerprogramm (9) nach Anspruch 5, 6 oder 7 programmiert ist, so dass die Steuereinrichtung im Betrieb das Steuerprogramm (9) ausführt.

9. Walzanlage, die zumindest ein Walzgerüst (1), einen dem Walzgerüst (1) vorgeordneten Abhaspel (2) und eine Steuereinrichtung (8) für das Walzgerüst (1) aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinrichtung (8) als Steuereinrichtung nach Anspruch 8 ausgebildet ist.

10. Walzanlage nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass dem Abhaspel (2) eine Erfassungseinrichtung (13) zugeordnet ist, mittels derer die Kontur (K) der Stirnseite (11) erfasst wird, während sich das Coil (3) bereits in dem Abhaspel (2) befindet, und sodann der Steuereinrichtung (8) zugeführt wird.

11. Walzanlage nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Walzgerüst (1) als Warmwalzgerüst ausgebildet ist, insbesondere die Walzanlage als Steckelmill ausgebildet ist, oder dass das Walzgerüst (1) als Kaltwalzgerüst ausgebildet ist, insbesondere als vorderstes Walzgerüst einer mehrgerüstigen Tandemstraße.

FIG 1

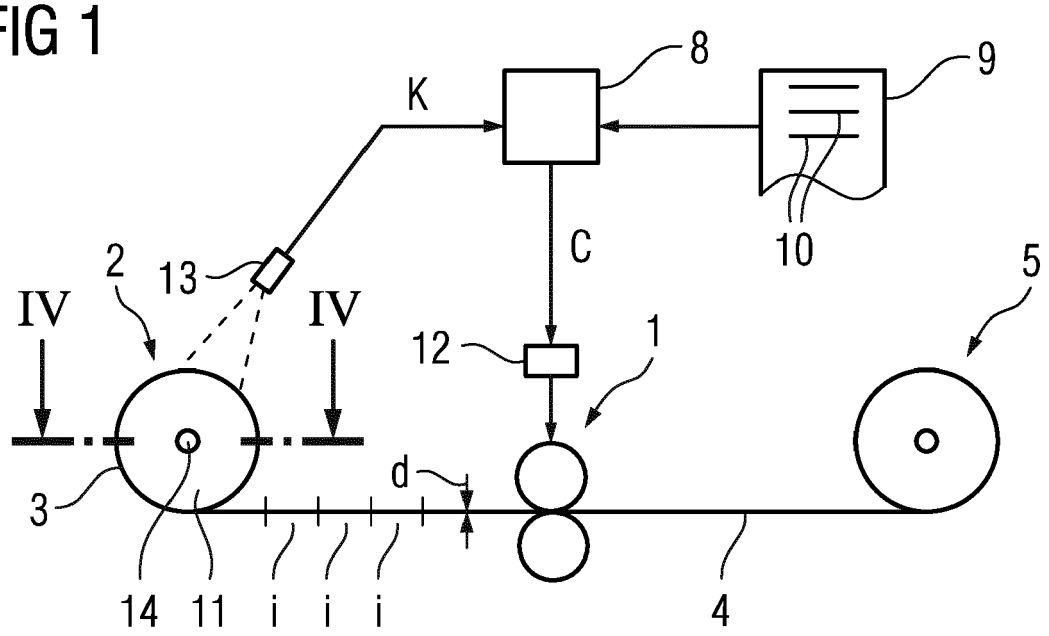

K
8
9
C
10
2
13
IV
IV
12
1
5
d
3
14
11
i
i
i
4

FIG 2

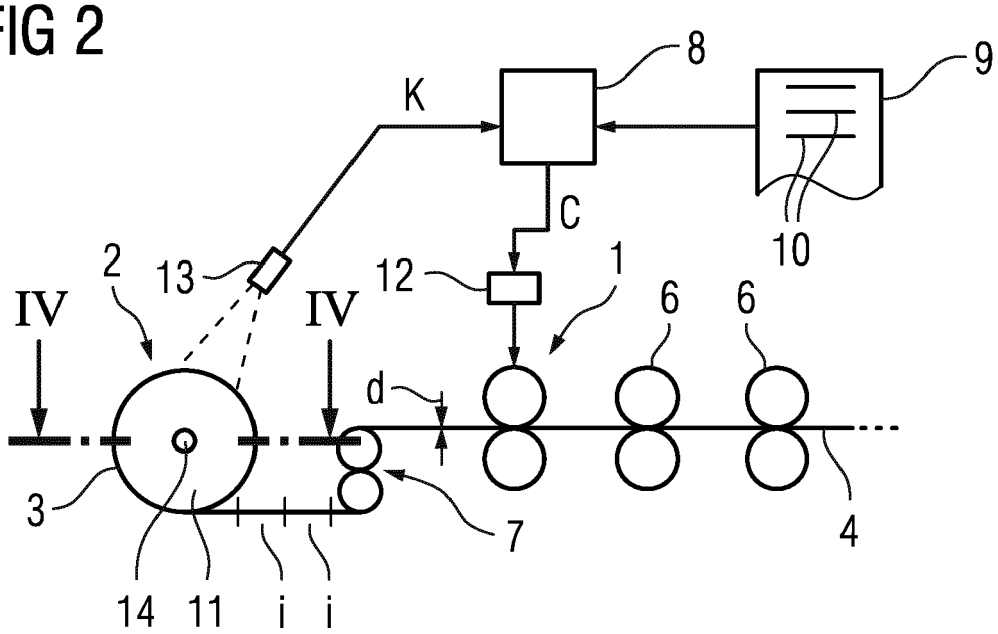

K
8
9
C
10
2
13
12
1
IV
IV
6
6
d
3
7
4
14
11
i
i

FIG 3

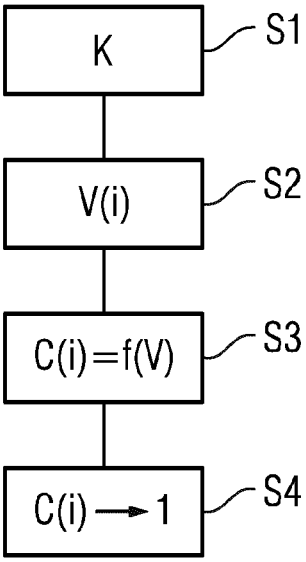


FIG 4

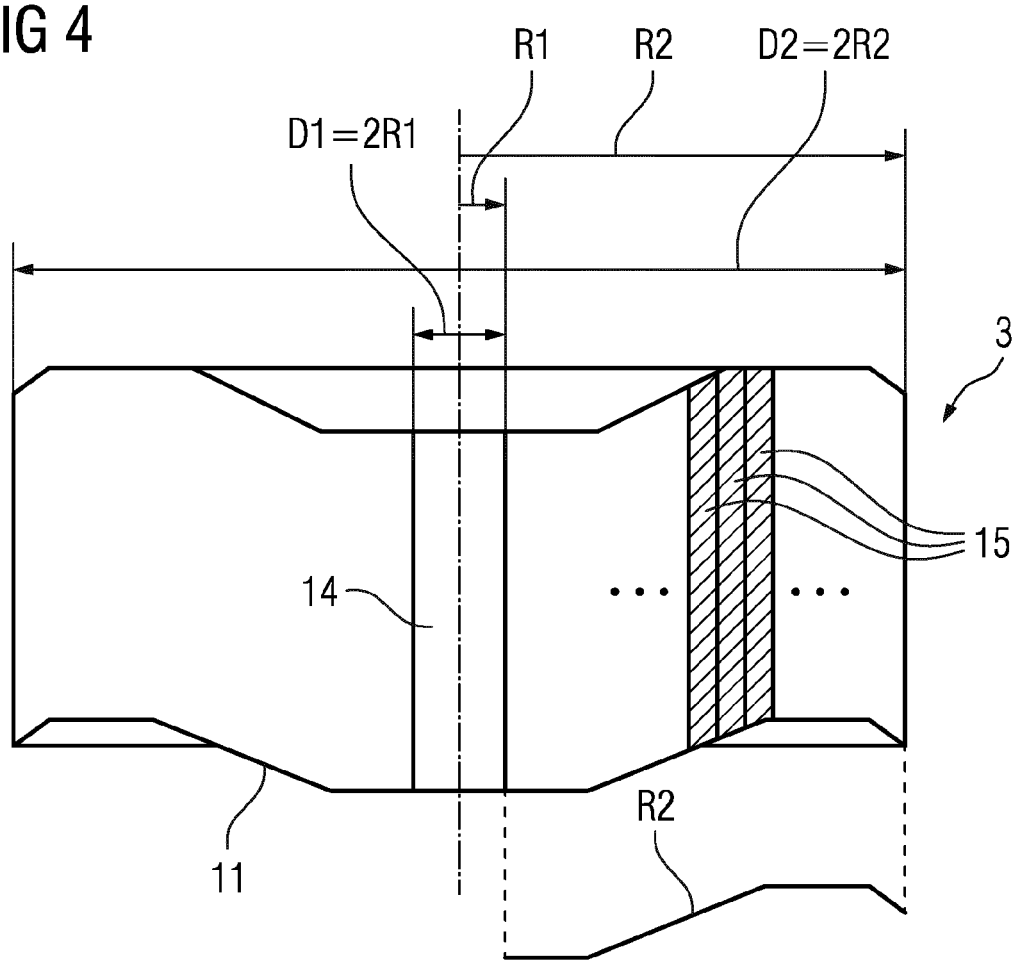


FIG 5

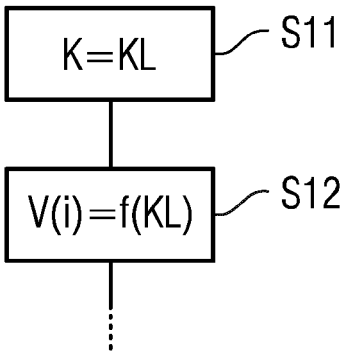


FIG 6

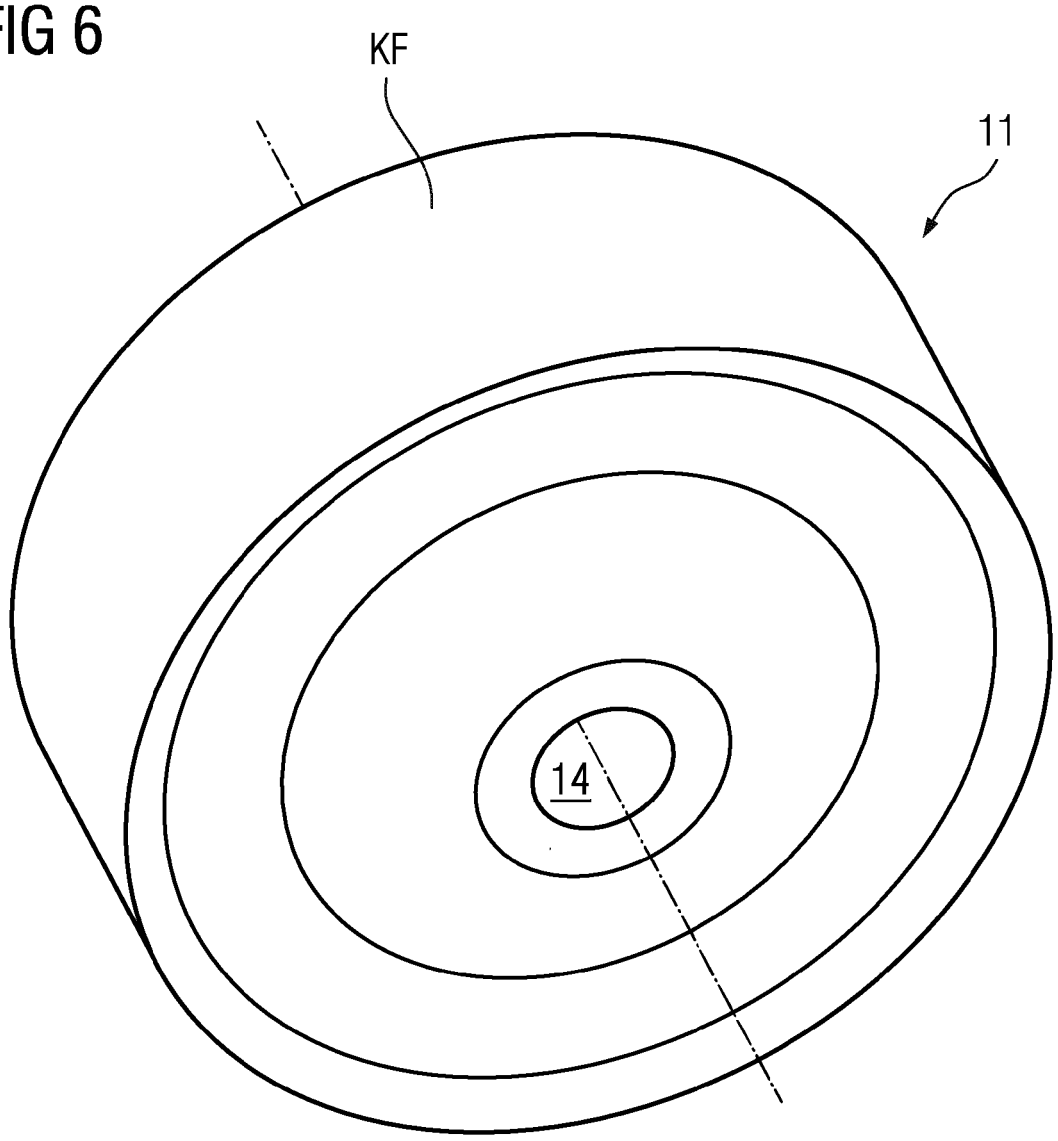
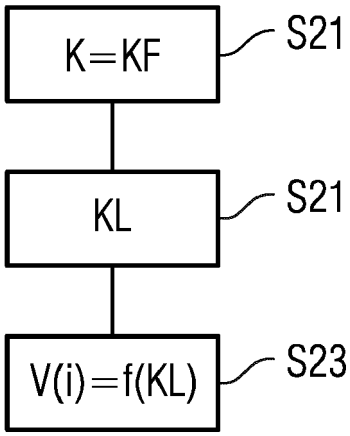


FIG 7



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 22 17 1781

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	EP 3 202 502 A1 (PRIMETALS TECHNOLOGIES GERMANY GMBH [DE]) 9. August 2017 (2017-08-09) * Anspruch 1; Abbildung 2 *	1-11	INV. B21C47/34 B21B1/00 B21B39/14 B21C47/18
A,D	DE 34 13 269 C2 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND [JP]) 14. November 1991 (1991-11-14) * Anspruch 1; Abbildung 3 *	1-11	
Y	JP H08 231097 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 10. September 1996 (1996-09-10) * Absätze [0002], [0004], [0027] - [0031]; Abbildung 4 *	1-11	
A	DE 10 2009 010355 A1 (SOLVING 3D GMBH [DE]) 2. September 2010 (2010-09-02) * Absatz [0026]; Abbildungen 1-5 *	1-11	
A	KR 102 348 501 B1 (N.N.) 6. Januar 2022 (2022-01-06) * Absätze [0010] - [0017], [0026] - [0028]; Abbildungen 1, 5 *	3,7	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

B21C
B21B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	18. Oktober 2022	Augé, Marc

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

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 22 17 1781

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

18-10-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3202502 A1	09-08-2017	BR 112018014961 A2	08-01-2019
		CN 108602100 A	28-09-2018
		EP 3202502 A1	09-08-2017
		EP 3411162 A1	12-12-2018
		KR 20180110031 A	08-10-2018
		US 2019041812 A1	07-02-2019
		WO 2017133814 A1	10-08-2017
DE 3413269 C2	14-11-1991	DE 3413269 A1	25-10-1984
		FR 2544232 A1	19-10-1984
		JP S59189011 A	26-10-1984
		US 4570472 A	18-02-1986
JP H08231097 A	10-09-1996	KEINE	
DE 102009010355 A1	02-09-2010	KEINE	
KR 102348501 B1	06-01-2022	KEINE	

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

- DE 3413269 C2 **[0005] [0009] [0010] [0011]**
- EP 3202502 A1 **[0008]**