

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 345 486 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

20.07.2011 Patentblatt 2011/29

(51) Int Cl.:

B21B 37/46 ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **10150823.2**(22) Anmeldetag: **15.01.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

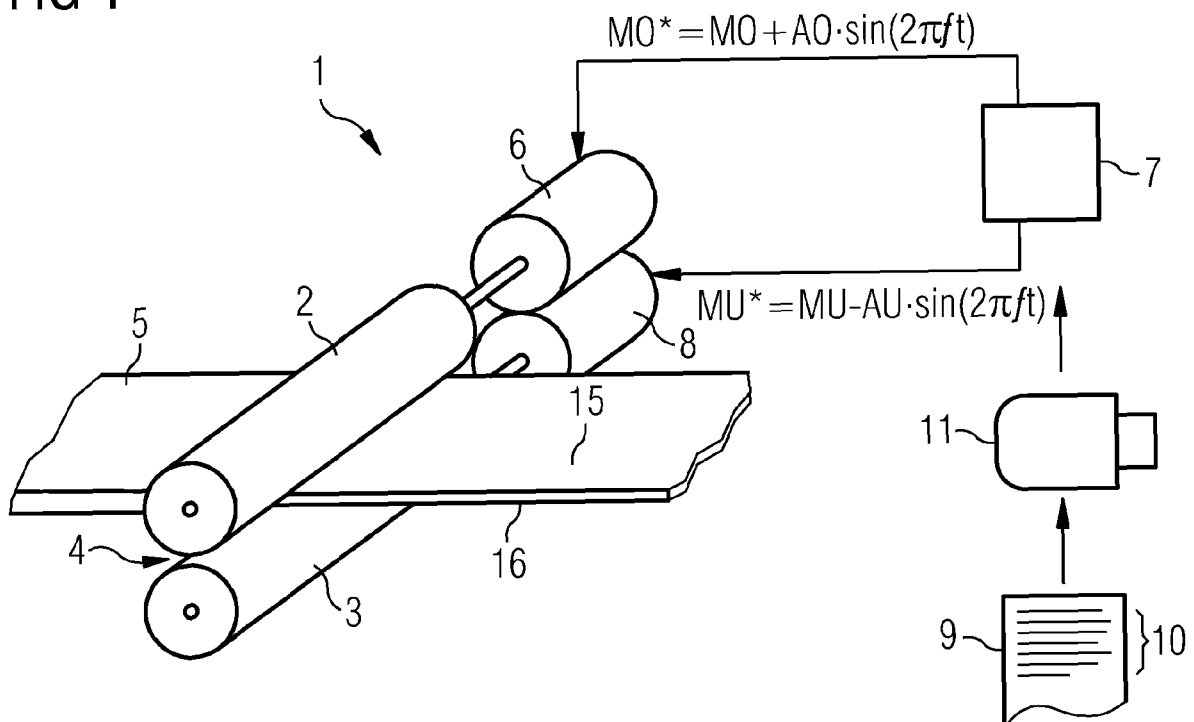
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA RS(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**(72) Erfinder: **Nitschke, Heiko
49356 Diepholz (DE)**(54) **Walzen eines Metallbandes mit oszillierenden Sollmomenten**

(57) Ein Metallband (5) wird zwischen einer oberen und einer unteren Arbeitswalze (2, 3) eines Walzgerüsts (1) in einem von der oberen und der unteren Arbeitswalze (2, 3) miteinander gebildeten Walzspalt (4) gewalzt. Zum Walzen des Metallbandes (5) wird einem die obere Arbeitswalze (2) antreibenden oberen Antrieb (6) des Walzgerüsts (1) von einer Steuereinrichtung (7) für das Walzgerüst (1) ein oberes Sollmoment (MO^*) vorgegeben. Einem die untere Arbeitswalze (3) antreibenden unteren Antrieb (8) des Walzgerüsts (1) wird von der Steuerein-

richtung (7) ein unteres Sollmoment (MU^*) vorgegeben. Das obere Sollmoment (MO^*) oszilliert mit einer Modulationsfrequenz (f) und einer oberen Amplitude (AO) um einen oberen Momentmittelwert (MO). Das untere Sollmoment (MU^*) oszilliert mit der Modulationsfrequenz (f) und einer unteren Amplitude (AU) um einen unteren Momentmittelwert (MU). Die Oszillation des oberen Sollmoments (MO^*) und die Oszillation des unteren Sollmoments (MU^*) sind gegenläufig. Das Metallband (5) kann insbesondere ein Stahlband (5) sein.

FIG 1**EP 2 345 486 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für ein Walzgerüst zum Walzen eines Metallbandes, insbesondere eines Stahlbandes,

- wobei das Metallband zwischen einer oberen und einer unteren Arbeitswalze des Walzgerüsts in einem von der oberen und der unteren Arbeitswalze miteinander gebildeten Walzspalt gewalzt wird,
- wobei zum Walzen des Metallbandes einem die obere Arbeitswalze antreibenden oberen Antrieb des Walzgerüsts von einer Steuereinrichtung für das Walzgerüst ein oberes Sollmoment vorgegeben wird und einem die untere Arbeitswalze antreibenden unteren Antrieb des Walzgerüsts von der Steuereinrichtung ein unteres Sollmoment vorgegeben wird.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin ein Computerprogramm, das Maschinencode umfasst, der von einer Steuereinrichtung für ein Walzgerüst unmittelbar ausführbar ist und dessen Ausführung durch die Steuereinrichtung bewirkt, dass die Steuereinrichtung das Walzgerüst gemäß einem derartigen Betriebsverfahren betreibt.

[0003] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Steuereinrichtung für ein Walzgerüst, die derart ausgebildet ist, dass sie im Betrieb ein Walzgerüst gemäß einem derartigen Betriebsverfahren steuert.

[0004] Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung ein Walzgerüst, das von einer derartigen Steuereinrichtung gesteuert wird.

[0005] Bei der Warmumformung von Stahl und anderen Metallen wird darauf Wert gelegt, eine möglichst hohe Produktqualität zu erreichen. Insbesondere beim Umformen von Stahl sollte bei bestimmten Stahlsorten das noch nicht gewalzte Metallband möglichst kalt sein. Ein kaltes Metallband hat aber den Nachteil, dass nicht alle Dotierungsmaterialien in Lösung gehen. Dadurch können im Endprodukt (d. h. dem gewalzten Metallband) beispielsweise sogenannte Mittendefekte entstehen, welche die Qualität des Metallbandes negativ beeinflussen. Auch beim vorangehenden Gießen des noch zu walzenden Metallbandes können in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern wie beispielsweise Gießgeschwindigkeit, Abkühlrate, chemische Zusammensetzung des Metallbandes usw. Mittendefekte auftreten, die im weiteren Produktionsprozess negative Einflüsse zeigen.

[0006] In Warmwalzgerüsten erfolgt die Materialreduzierung mit Hilfe von Arbeitswalzen. Dabei kann das aus der oberen Arbeitswalze und der unteren Arbeitswalze bestehende Walzenpaket oftmals in der Höhenlage variiert werden. Ein Variieren der Höhenlage hat Einfluss auf die Art und Weise, mit welcher die Dicke des Metallbandes beim Walzen beeinflusst wird.

[0007] Im Stand der Technik wird versucht, die Eigenschaften des gewalzten Metallbandes durch Variieren der stofflichen Zusammensetzung, der Gießbedingungen,

des Walzprogramms und gegebenenfalls auch von Ofenfahrweisen zu optimieren.

[0008] Im Stand der Technik ist bekannt, beim Walzen des Metallbandes im Walzgerüst ein Gesamtmoment, mit dem die obere Arbeitswalze und die untere Arbeitswalze zusammen angetrieben werden, konstant zu halten. Das Gesamtmoment wird im Stand der Technik gleichmäßig auf beide Arbeitswalzen verteilt.

[0009] Alternativ ist bekannt, die Umfangsgeschwindigkeit beider Arbeitswalzen konstant zu halten. Eine Verteilung des gesamten Walzmoments auf die beiden Arbeitswalzen wird bei dieser Vorgehensweise nicht direkt vorgenommen.

[0010] Die Vorgehensweisen des Standes der Technik lösen das Problem nur suboptimal.

[0011] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels derer auf einfache Weise ein Metallband - insbesondere ein Stahlband - derart gewalzt werden kann, dass seine Materialeigenschaften optimal sind. Insbesondere soll beispielsweise die Kerbschlagfestigkeit maximiert werden.

[0012] Die Aufgabe wird durch ein Betriebsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Betriebsverfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 8.

[0013] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, ein Betriebsverfahren der eingangs genannten Art dadurch auszugestalten,

- dass das obere Sollmoment mit einer Modulationsfrequenz und einer oberen Amplitude um einen oberen Momentmittelwert oszilliert und das untere Sollmoment mit der Modulationsfrequenz und einer unteren Amplitude um einen unteren Momentmittelwert oszilliert und
- dass die Oszillation des oberen Sollmoments und die Oszillation des unteren Sollmoments gegenläufig sind.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass der obere Momentmittelwert und der untere Momentmittelwert von der Steuereinrichtung gemäß voneinander verschiedener Ermittlungsvorschriften ermittelt werden. Dadurch sind der obere Momentmittelwert und der untere Momentmittelwert nicht von vorneherein auf den gleichen Wert festgelegt. Natürlich kann es sich ergeben, dass die beiden Werte gleich sind. Die Gleichheit der beiden Werte ist in diesem Fall aber das Resultat der konkreten Berechnung, nicht aber stets und unter allen Umständen gegeben.

[0015] Der obere Momentmittelwert und der untere Momentmittelwert können zwar voneinander verschieden sein. Sie sollten aber nicht zu stark voneinander abweichen. In der Regel sollte gelten, dass ein Verhältnis von oberem Momentmittelwert zu unterem Momentmittelwert zwischen 0,66 und 1,50 liegt. Der größere der

beiden Momentmittelwerte sollte also maximal 50 % größer als der kleinere der beiden Momentmittelwerte sein.

[0016] Die obere und die untere Amplitude können beträchtlich sein. Insbesondere kann jede der beiden Amplituden bis zu 10 % der Summe der beiden Momentmittelwerte betragen.

[0017] Es kann sein, dass die obere Amplitude und die untere Amplitude von der Steuereinrichtung gemäß derselben Ermittlungsvorschrift ermittelt werden. In diesem Fall ist die obere Amplitude stets gleich der unteren Amplitude und folglich die Summe von oberem und unterem Sollmoment konstant gleich der Summe der beiden Momentmittelwerte. Alternativ ist es jedoch möglich, dass die obere und die untere Amplitude von der Steuereinrichtung gemäß voneinander verschiedenen Ermittlungsvorschriften ermittelt werden. In diesem Fall kann die obere Amplitude von der unteren Amplitude abweichen. In der Regel sollte die Abweichung jedoch nur relativ gering sein. Insbesondere sollte im Regelfall die Differenz der beiden Amplituden maximal 1 % der Summe der Momentmittelwerte betragen und der größere Wert das maximal 1,1-fache des kleineren Werts sein.

[0018] Die Modulationsfrequenz liegt in der Regel im einstelligen Hertzbereich, also zwischen einem Hertz und 10 Hertz.

[0019] Das Metallband ist in der Regel während des Walzens vor dem Walzgerüst an einer vorderen Einspannstelle und hinter dem Walzgerüst an einer hinteren Einspannstelle eingespannt. Oftmals ist es möglich, die Lage des Walzspalts in Bezug auf eine Verbindungslinie der vorderen und der hinteren Einspannstelle miteinander einzustellen. In diesem Fall ist vorzugsweise vorgesehen, dass von der Steuereinrichtung in Bezug auf die Verbindungslinie eine Solllage des Walzspaltes ermittelt wird und die obere und die untere Arbeitswalze von der Steuereinrichtung entsprechend der ermittelten Solllage des Walzspaltes in Bezug auf die Verbindungslinie eingestellt werden. Die vorliegende Erfindung wird weiterhin durch ein Computerprogramm der eingangs genannten Art gelöst, wobei die Ausführung des Computerprogramms bewirkt, dass die Steuereinrichtung das Walzgerüst gemäß einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren betreibt. Das Computerprogramm kann beispielsweise auf einem Datenträger in maschinenlesbarer Form gespeichert sein. Der Datenträger kann insbesondere Bestandteil der Steuereinrichtung sein.

[0020] Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Steuereinrichtung für ein Walzgerüst gelöst, die derart ausgebildet ist, dass sie im Betrieb ein Walzgerüst gemäß einem erfindungsgemäßen Betriebsverfahren steuert. Schließlich wird die Aufgabe durch ein Walzwerk gelöst, das von einer erfindungsgemäßen Steuereinrichtung gesteuert wird.

[0021] Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Zeichnungen. Es zeigen in Prinzipdarstellung:

FIG 1 schematisch ein Walzgerüst in perspektivischer Darstellung,
 FIG 2 bis 6 Ablaufdiagramme,
 FIG 7 schematisch eine Seitenansicht einer Walzstraße und
 FIG 8 ein Ablaufdiagramm.

[0022] Gemäß FIG 1 weist ein Walzgerüst 1 eine obere Arbeitswalze 2 und eine untere Arbeitswalze 3 auf. Die obere Arbeitswalze 2 und die untere Arbeitswalze 3 bilden miteinander einen Walzspalt 4. Im Walzspalt 4 wird ein Metallband 5 zwischen der oberen Arbeitswalze 2 und der unteren Arbeitswalze 3 gewalzt. Das Metallband 5 kann ein Stahlband sein. Alternativ kann das Metallband 5 aus einem anderen Metall bestehen, beispielsweise aus Aluminium, Kupfer oder Messing.

[0023] Oftmals weist das Walzgerüst 1 zusätzlich zu den Arbeitswalzen 2, 3 Stützwalzen auf ("4-high"). Manchmal sind zusätzlich zu den Stützwalzen auch Zwischenwalzen vorhanden ("6-high"). Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in FIG 1 weder Stützwalzen noch Zwischenwalzen dargestellt.

[0024] Zum Walzen des Metallbandes 5 wird die obere Arbeitswalze 2 von einem oberen Antrieb 6 des Walzgerüsts 1 mit einem oberen Walzmoment angetrieben. Zu diesem Zweck wird dem oberen Antrieb 6 von einer Steuereinrichtung 7 für das Walzgerüst 1 ein oberes Sollmoment MO^* vorgegeben. Zum Walzen des Metallbandes 5 wird weiterhin die untere Arbeitswalze 3 von einem unteren Antrieb 8 des Walzgerüsts 1 mit einem unteren Walzmoment angetrieben. Zum diesem Zweck wird dem unteren Antrieb 8 von der Steuereinrichtung 7 ein unteres Sollmoment MU^* vorgegeben.

[0025] Entsprechend der Darstellung von FIG 1 weist das obere Sollmoment MO^* zeitlich eine funktionale Beziehung der Form

$$MO^* = MO + AO \cdot \sin(2\pi ft)$$

auf. Das obere Sollmoment MO^* oszilliert also mit einer Modulationsfrequenz f und einer oberen Amplitude AO um einen oberen Momentmittelwert MO .

[0026] Das untere Sollmoment MU^* weist entsprechend der Darstellung von FIG 1 zeitlich eine funktionale Beziehung der Form

$$MU^* = MU - AU \cdot \sin(2\pi ft)$$

auf. Das untere Sollmoment MU^* oszilliert also mit der Modulationsfrequenz f und einer unteren Amplitude AU um einen unteren Momentmittelwert MU . Die Amplituden AO , AU weisen positive Werte auf. Auf Grund des unterschiedlichen Vorzeichens (einmal Plus, einmal Minus) ist die Oszillation des unteren Sollmoments MU^* somit

gegenläufig zur Oszillation des oberen Sollmoments MO^* .

[0027] Das Walzgerüst 1 wird von der Steuereinrichtung 7 gesteuert. Die Steuereinrichtung 7 ist derart ausgebildet, dass sie im Betrieb das Walzgerüst 1 entsprechend der obenstehend erläuterten Vorgehensweise steuert bzw. betreibt. In der Regel ist die Steuereinrichtung 7 zu diesem Zweck als softwareprogrammierbare Einrichtung ausgebildet. Die Wirkungsweise der Steuereinrichtung 7 wird daher in der Regel durch ein Computerprogramm 9 bestimmt, mit dem die Steuereinrichtung 7 programmiert ist. Das Computerprogramm 9 umfasst Maschinencode 10, der von der Steuereinrichtung 7 unmittelbar ausführbar ist. Das Ausführen des Maschinencodes 10 durch die Steuereinrichtung 7 bewirkt die obenstehend erläuterte Betriebsweise des Walzgerüsts 1.

[0028] Das Computerprogramm 9 kann der Steuereinrichtung 7 auf beliebige Weise zugeführt werden. Beispielsweise ist es möglich, das Computerprogramm 9 der Steuereinrichtung 7 über eine Rechner-Rechner-Anbindung zuzuführen. Alternativ ist es möglich, das Computerprogramm 9 der Steuereinrichtung 7 über einen Datenträger 11 zuzuführen, auf dem das Computerprogramm 9 in (ausschließlich) maschinenlesbarer Form gespeichert ist. In FIG 1 ist zu diesem Zweck als Beispiel eines mobilen Datenträgers ein USB-Memorystick ausgebildet dargestellt. Der Datenträger 11 könnte jedoch alternativ auch als andersartiger mobiler Datenträger ausgebildet sein, beispielsweise als CD-ROM oder als SD-Speicherkarte. Auch kann der Datenträger 11 innerhalb der Steuereinrichtung 7 angeordnet sein, beispielsweise im Falle einer Ausbildung als Festplatte oder als Flash-EPROM.

[0029] Die erfindungsgemäße Vorgehensweise wird nachstehend nochmals in Verbindung mit FIG 2 erläutert.

[0030] Gemäß FIG 2 werden der Steuereinrichtung 7 in einem Schritt S1 Daten des Metallbandes 5 vorgegeben. Die Daten können beispielsweise die Temperatur, die chemische Zusammensetzung, die Dicke, die Breite und die Länge des Metallbandes 5 umfassen.

[0031] In einem Schritt S2 werden der Steuereinrichtung 7 Gerüstdaten vorgegeben. Die Gerüstdaten können beispielsweise die Durchmesser der Arbeitswalzen 2, 3 sowie minimale und maximale Leistungsdaten des Walzgerüsts 1 umfassen. Die maximalen Leistungsdaten können beispielsweise die von den Antrieben 6, 8 maximal aufbringbaren Momente umfassen.

[0032] In einem Schritt S3 werden der Steuereinrichtung 7 Zieldaten des Metallbandes 5 vorgegeben, beispielsweise dessen gewünschte Endabmessungen, dessen gewünschte Endwalztemperatur, eine erwünschte Kerbschlagfestigkeit, eine erwünschte Tiefziehfähigkeit usw..

[0033] In einem Schritt S4 ermittelt die Steuereinrichtung 7 Betriebsdaten des Walzgerüsts 1, so dass die Zieldaten des Metallbandes 5 möglichst erreicht werden. Beispielsweise kann im Schritt S4 eine Sollwalzkraft ermittelt werden. Insbesondere werden im Schritt S4 in der

Regel die Momentmittelwerte MO , MU sowie die Amplituden AO , AU ermittelt. Auch die Modulationsfrequenz f kann ermittelt werden.

[0034] In einem Schritt S5 steuert die Steuereinrichtung 7 das Walzgerüst 1 entsprechend den im Schritt S4 ermittelten Größen an. Insbesondere wird dem oberen Antrieb 6 das obere Sollmoment MO^* vorgegeben und wird dem unteren Antrieb 8 das untere Sollmoment MU^* vorgegeben. Die Sollmomente MO^* und MU^* werden so ermittelt, wie dies obenstehend in Verbindung mit FIG 1 erläutert wurde.

[0035] Prinzipiell können die Momentmittelwerte MO , MU unabhängig voneinander ermittelt werden. In aller Regel ist es jedoch erforderlich, dass die Summe der beiden Sollmomente MO^* , MU^* zu jedem Zeitpunkt gleich oder zumindest in etwa gleich einem Gesamtmoment M ist. Das Gesamtmoment M kann gegebenenfalls von der Zeit t abhängen, wobei das Gesamtmoment M jedoch abschnittsweise konstant ist. Die einzelnen Abschnitte sind relativ lang. Insbesondere sind sie erheblich größer als eine Periode der Oszillation der beiden Sollmomente MO^* , MU^* . Der Begriff "erheblich größer" bedeutet mindestens eine Größenordnung, also den Faktor 10.

[0036] Wenn die Summe der beiden Sollmomente MO^* , MU^* gleich dem Gesamtmoment M sein soll, muss auch die Summe der beiden Momentmittelwerte MO , MU gleich dem Gesamtmoment M sein. Von dieser Voraussetzung wird nachfolgend ausgegangen.

[0037] Gemäß FIG 3, die einem Teil des Schrittes S4 von FIG 2 entspricht, ermittelt die Steuereinrichtung 7 in einem Schritt S11 das Gesamtmoment M . In einem Schritt S12 ermittelt die Steuereinrichtung 7 den oberen Momentmittelwert MO . In einem Schritt S13 ermittelt die Steuereinrichtung 7 gemäß der Beziehung

$$MU = M - MO$$

den unteren Momentmittelwert MU . Selbstverständlich wäre auch die umgekehrte Vorgehensweise möglich, also zuerst das Gesamtmoment M und den unteren Momentmittelwert MU zu ermitteln und dann den oberen Momentmittelwert MO durch Differenzbildung zu ermitteln.

[0038] Gemäß der Darstellung von FIG 3 werden der obere Momentmittelwert MO und der untere Momentmittelwert MU gemäß voneinander verschiedener Ermittlungsvorschriften ermittelt. Es ist daher zwar möglich, aber nicht zwingend, dass der obere Momentmittelwert MO gleich dem unteren Momentmittelwert MU ist. Wenn die beiden Momentmittelwerte MO , MU voneinander verschieden sind, ist prinzipiell eine beliebige Aufteilung des Gesamtmoments M auf die beiden Momentmittelwerte MO , MU möglich. In der Regel sollte das Gesamtmoment M jedoch zumindest in etwa gleichmäßig auf die beiden Momentmittelwerte MO , MU aufgeteilt werden. Insbe-

sondere sollte in der Regel jeder der beiden Momentmittelwerte MO, MU zwischen 40 % und 60 % des Gesamtmoments M liegen. Dies entspricht einem Verhältnis des oberen Momentmittelwerts MO zum unteren Momentmittelwert MU, das zwischen 0,66 und 1,50 liegt.

[0039] Um eine Aufteilung des Gesamtmoments M auf die Momentmittelwerte MO, MU innerhalb der oben genannten Grenzen zu gewährleisten, kann beispielsweise entsprechend der Darstellung von FIG 3 zwischen die Schritte S12 und S13 ein Schritt S14 eingeschoben sein. Im Schritt S14 prüft die Steuereinrichtung 7, ob der obere Momentmittelwert MO innerhalb des zulässigen Wertebereichs von 40 % und 60 % des Gesamtmoments M liegt. Wenn der obere Momentmittelwert MO außerhalb des zulässigen Wertebereichs liegt, wird der obere Momentmittelwert MO entsprechend begrenzt, also bei Werten unter 40 % auf 40 % angehoben und bei Werten über 60 % auf 60 % abgesenkt.

[0040] Das Vorhandensein des Schrittes S14 ist bevorzugt, aber nicht zwingend. Aus diesem Grund ist der Schritt S14 in FIG 3 nur gestrichelt dargestellt.

[0041] Alternativ zu einer Ermittlung der Momentmittelwerte MO, MU unabhängig voneinander ist es gemäß FIG 4 möglich, den Schritt S12 (gegebenenfalls einschließlich des Schrittes S14) durch einen Schritt S16 zu ersetzen. Im Schritt S16 wird der obere Momentmittelwert MO gleich der Hälfte des Gesamtmoments M gesetzt. In diesem Fall ergibt sich selbstverständlich im Schritt S13 auch der untere Momentmittelwert MU zur Hälfte des Gesamtmoments M.

[0042] Obenstehend wurden, ausgehend von der Ermittlung des Gesamtmoments M, Möglichkeiten zum Ermitteln der Momentmittelwerte MO, MU erläutert. Nachstehend werden in Verbindung mit FIG 5 Möglichkeiten zur Ermittlung der oberen Amplitude AO und der unteren Amplitude AU erläutert. Auch FIG 5 entspricht einem Teil des Schrittes S4 von FIG 2. Die Ausgestaltung von FIG 5 ist alternativ oder zusätzlich zur Ermittlung der Momentmittelwerte MO, MU möglich.

[0043] Gemäß FIG 5 ermittelt die Steuereinrichtung 7 in einem Schritt S21 das Gesamtmoment M. Der Schritt S21 entspricht dem Schritt S11 der FIG 3 und 4.

[0044] In einem Schritt S22 ermittelt die Steuereinrichtung 7 die obere Amplitude AO.

[0045] Prinzipiell kann die obere Amplitude AO beliebige Werte aufweisen, solange das Ergebnis noch physikalisch sinnvoll ist. Physikalisch sinnvoll ist das Ergebnis, wenn die Summe von oberem Momentmittelwert MO und oberer Amplitude AO das Gesamtmoment M nicht übersteigt und die Differenz von oberem Momentmittelwert MO und oberer Amplitude AO größer als Null bleibt. In der Regel ist jedoch zusätzlich ein Schritt S23 vorhanden. Wenn der Schritt S23 vorhanden ist, wird im Schritt S23 geprüft, ob die obere Amplitude AO größer als 10 % des Gesamtmoments M ist. Wenn dies der Fall ist, wird die obere Amplitude AO auf 10 % des Gesamtmoments M begrenzt.

[0046] Das Vorhandensein des Schrittes S23 ist zwar

bevorzugt, aber nicht zwingend. Aus diesem Grund ist der Schritt S23 in FIG 5 nur gestrichelt dargestellt.

[0047] In analoger Weise ermittelt die Steuereinrichtung 7 in einem Schritt S24 die untere Amplitude AU. Im einfachsten Fall, der in FIG 5 in Klammern dargestellt ist, setzt die Steuereinrichtung 7 die untere Amplitude AU gleich dem Wert der oberen Amplitude AO. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

[0048] Die prinzipiellen Grenzen für die untere Amplitude AU ergeben sich auf analoge Weise wie bei der oberen Amplitude AO: Die Summe von unterem Momentmittelwert MU und unterer Amplitude AU darf das Gesamtmoment M nicht übersteigen, die Differenz der beiden Werte muss größer als Null bleiben.

[0049] In der Regel ist weiterhin ein Schritt S25 vorhanden. Im Schritt S25 wird gegebenenfalls - analog zum Schritt S23 für die obere Amplitude AO - die untere Amplitude AU auf 10 % des Gesamtmoments M begrenzt.

[0050] Das Vorhandensein des Schrittes S25 ist, analog zum Schritt S23, zwar bevorzugt, aber nicht zwingend. Auch der Schritt S25 ist daher in FIG 5 nur gestrichelt dargestellt.

[0051] Wenn die Steuereinrichtung 7 im Schritt S23 die untere Amplitude AU gleich der oberen Amplitude AO setzt, erfolgt die Ermittlung der beiden Amplituden AO, AU im Ergebnis anhand derselben Ermittlungsvorschrift. Im allgemeinen Fall erfolgt die Ermittlung der beiden Amplituden AO, AU jedoch anhand voneinander verschiedener Ermittlungsvorschriften. In diesem Fall kann gemäß FIG 5 ein zusätzlicher Schritt S26 vorhanden sein. Im Schritt S26 prüft die Steuereinrichtung 7, ob die Differenz der beiden Amplituden AO, AU unterhalb einer vorbestimmten Schwelle von beispielsweise einem Prozent des Gesamtmoments M bleibt und/oder ob das Verhältnis der beiden Amplituden AO, AU innerhalb eines vorbestimmten Verhältnisrahmens bleibt, so dass beispielsweise die größere der beiden Amplituden AO, AU maximal 10 % größer als die kleinere der beiden Amplituden AO, AU ist. Gegebenenfalls erfolgt im Schritt S26 ein Anpassen der Amplituden AO, AU. Auch der Schritt S26 ist nur optional und daher in FIG 5 gestrichelt dargestellt.

[0052] Die Modulationsfrequenz f kann fest vorgegeben sein. Alternativ kann sie von der Steuereinrichtung 7 ermittelt werden. Die Modulationsfrequenz f sollte in der Regel zwischen einem Hertz und zehn Hertz liegen. Wenn die Modulationsfrequenz f von der Steuereinrichtung 7 ermittelt wird, kann dies beispielsweise entsprechend der Darstellung von FIG 6 in Schritten S31 bis S35 erfolgen.

[0053] Im Schritt S31 ermittelt die Steuereinrichtung 7 die Modulationsfrequenz f. Im Schritt S32 prüft die Steuereinrichtung, ob die ermittelte Modulationsfrequenz f größer als ein Hertz ist. Wenn dies nicht der Fall ist, hebt die Steuereinrichtung 7 im Schritt S33 die Modulationsfrequenz f auf ein Hertz an. Anderenfalls prüft die Steuereinrichtung 7 im Schritt S34, ob die ermittelte Modulationsfrequenz f größer als zehn Hertz ist. Wenn dies der

Fall ist, senkt die Steuereinrichtung 7 im Schritt S35 die Modulationsfrequenz f auf zehn Hertz ab.

[0054] In der Regel ist das Metallband 5 entsprechend der Darstellung von FIG 7 während des Walzens vor dem Walzgerüst 1 an einer vorderen Einspannstelle 12 eingespannt. Ebenso ist das Metallband 5 in der Regel hinter dem Walzgerüst 1 an einer hinteren Einspannstelle 13 eingespannt. Die Einspannstellen 12, 13 können beispielsweise als weitere Walzgerüste oder als reine Einspannelemente (beispielsweise als Treiber oder als S-Rollensätze) ausgebildet sein. Oftmals werden auch die Einspannelemente 12, 13 von der Steuereinrichtung 7 des Walzgerüsts 1 mit gesteuert. Dies ist in FIG 7 gestrichelt dargestellt. Das in FIG 7 ebenfalls dargestellte Walzgerüst 1 entspricht dem Walzgerüst 1 von FIG 1.

[0055] Der Walzspalt 4 des Walzgerüsts 1 kann entsprechend der Darstellung von FIG 7 eine Lage aufweisen, die oberhalb einer Verbindungslinie 14 der beiden Einspeisestellen 12, 13 miteinander liegt. Alternativ kann der Walzspalt 4 auf der Verbindungslinie 14 oder darunter liegen. In manchen Fällen ist die Lage des Walzspalts 4 in Bezug auf die Verbindungslinie 14 einstellbar. In diesem Fall kann die Vorgehensweise von FIG 2 gemäß FIG 8 modifiziert werden.

[0056] FIG 8 enthält die Schritte S1 bis S3 und S5 von FIG 2. Zu den Schritten S1 bis S3 und S5 wird daher auf die Ausführungen zu FIG 2 verwiesen. Als Ersatz für den Schritt S4 von FIG 2 sind gemäß FIG 8 jedoch zwischen dem Schritt S3 und dem Schritt S5 Schritte S41 bis S43 angeordnet, wobei der Schritt S42 einer Modifikation des Schrittes S4 von FIG 2 entspricht.

[0057] Im Schritt S41 ermittelt die Steuereinrichtung 7 eine Solllage des Walzspalts 4 in Bezug auf die Verbindungslinie 14. Im Schritt S42 ermittelt die Steuereinrichtung 7 - analog zum Schritt S4 von FIG 2 - die Momentmittelwerte MO , MU , die Amplituden AO , AU und gegebenenfalls auch die Modulationsfrequenz f . Im Unterschied zum Schritt S4 von FIG 2 geht in den Schritt S42 jedoch zusätzlich zu den in Verbindung mit dem Schritt S4 von FIG 2 genannten Größen auch die Solllage des Walzspalts 4 ein. Insbesondere wird der untere Momentmittelwert MU angehoben und wird der obere Momentmittelwert MO abgesenkt, wenn die Solllage des Walzspalts 4 entsprechend der Darstellung von FIG 7 oberhalb der Verbindungslinie 14 liegt. Wenn die Solllage unterhalb der Verbindungslinie 14 liegt, ist es umgekehrt. Im Schritt S43 stellt die Steuereinrichtung 7 die obere Arbeitswalze 2 und die untere Arbeitswalze 3 entsprechend der ermittelten Solllage des Walzspalts 4 ein.

[0058] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere lassen sich durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise gezielt Umformungen im mittleren Bereich des Metallbandes 5 erzielen, also in dem Bereich, der sowohl von der Oberseite 15 als auch von der Unterseite 16 des Metallbandes 5 in etwa gleich weit entfernt ist. Durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise kann weiterhin im Falle eines Stahlbandes die Zementitbildung, welche die Materialeigenschaften des gewalz-

ten Metallbandes 5 entscheidend beeinflusst, gezielt gesteuert werden.

[0059] Die obige Beschreibung dient ausschließlich der Erläuterung der vorliegenden Erfindung. Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung soll hingegen ausschließlich durch die beigefügten Ansprüche bestimmt sein.

10 Patentansprüche

1. Betriebsverfahren für ein Walzgerüst (1) zum Walzen eines Metallbandes (5), insbesondere eines Stahlbandes (5),

- wobei das Metallband (5) zwischen einer oberen und einer unteren Arbeitswalze (2, 3) des Walzgerüsts (1) in einem von der oberen und der unteren Arbeitswalze (2, 3) miteinander gebildeten Walzspalt (4) gewalzt wird,
- wobei zum Walzen des Metallbandes (5) einem die obere Arbeitswalze (2) antreibenden oberen Antrieb (6) des Walzgerüsts (1) von einer Steuereinrichtung (7) für das Walzgerüst (1) ein oberes Sollmoment (MO^*) vorgegeben wird und einem die untere Arbeitswalze (3) antreibenden unteren Antrieb (8) des Walzgerüsts (1) von der Steuereinrichtung (7) ein unteres Sollmoment (MU^*) vorgegeben wird,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** das obere Sollmoment (MO^*) mit einer Modulationsfrequenz (f) und einer oberen Amplitude (AO) um einen oberen Momentmittelwert (MO) oszilliert und das untere Sollmoment (MU^*) mit der Modulationsfrequenz (f) und einer unteren Amplitude (AU) um einen unteren Momentmittelwert (MU) oszilliert und
- **dass** die Oszillation des oberen Sollmoments (MO^*) und die Oszillation des unteren Sollmoments (MU^*) gegenläufig sind.

2. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der obere Momentmittelwert (MO) und der untere Momentmittelwert (MU) von der Steuereinrichtung (7) gemäß von einander verschiedener Ermittlungsvorschriften ermittelt werden.
3. Betriebsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verhältnis von oberem Momentmittelwert (MO) zu unterem Momentmittelwert (MU) zwischen 0,66 und 1,50 liegt.
4. Betriebsverfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Amplitude (AO) bis zu 10 % der Summe (M) von oberem

und unterem Momentmittelwert (MO, MU) beträgt.

ereinrichtung (7) nach Anspruch 11 gesteuert wird.

5. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die untere Amplitude (AU) bis zu 10 % der Summe von oberem und unterem Momentmittelwert (MO, MU) beträgt. 5

6. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Amplitude (AO) und die untere Amplitude (AU) von der Steuereinrichtung (7) gemäß derselben Ermittlungsvorschrift oder gemäß voneinander verschiedenen Ermittlungsvorschriften ermittelt werden. 10

7. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Modulationsfrequenz (f) zwischen 1 Hertz und 10 Hertz liegt. 15

8. Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** 20
 - **dass** das Metallband (5) während des Walzens vor dem Walzgerüst (1) an einer vorderen Einspannstelle (12) und hinter dem Walzgerüst (1) an einer hinteren Einspannstelle (13) eingespannt ist, 25
 - **dass** von der Steuereinrichtung (7) in Bezug auf eine Verbindungslinie (14) der vorderen und der hinteren Einspannstelle (12, 13) miteinander eine Solllage des Walzspaltes (4) ermittelt wird und 30
 - **dass** die obere und die untere Arbeitswalze (2, 3) von der Steuereinrichtung (7) entsprechend der ermittelten Solllage des Walzspaltes (4) in Bezug auf die Verbindungslinie (14) eingestellt werden. 35

9. Computerprogramm, das Maschinencode (10) umfasst, der von einer Steuereinrichtung (7) für ein Walzgerüst (1) unmittelbar ausführbar ist und dessen Ausführung durch die Steuereinrichtung (7) bewirkt, dass die Steuereinrichtung (7) das Walzgerüst (1) gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der obigen Ansprüche betreibt. 40
45

10. Computerprogramm nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** es auf einem Datenträger (11) in maschinenlesbarer Form gespeichert ist. 50

11. Steuereinrichtung für ein Walzgerüst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie im Betrieb ein Walzgerüst (1) gemäß einem Betriebsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 steuert. 55

12. Walzgerüst, **dadurch gekennzeichnet, dass** es von einer Steu-

FIG 1

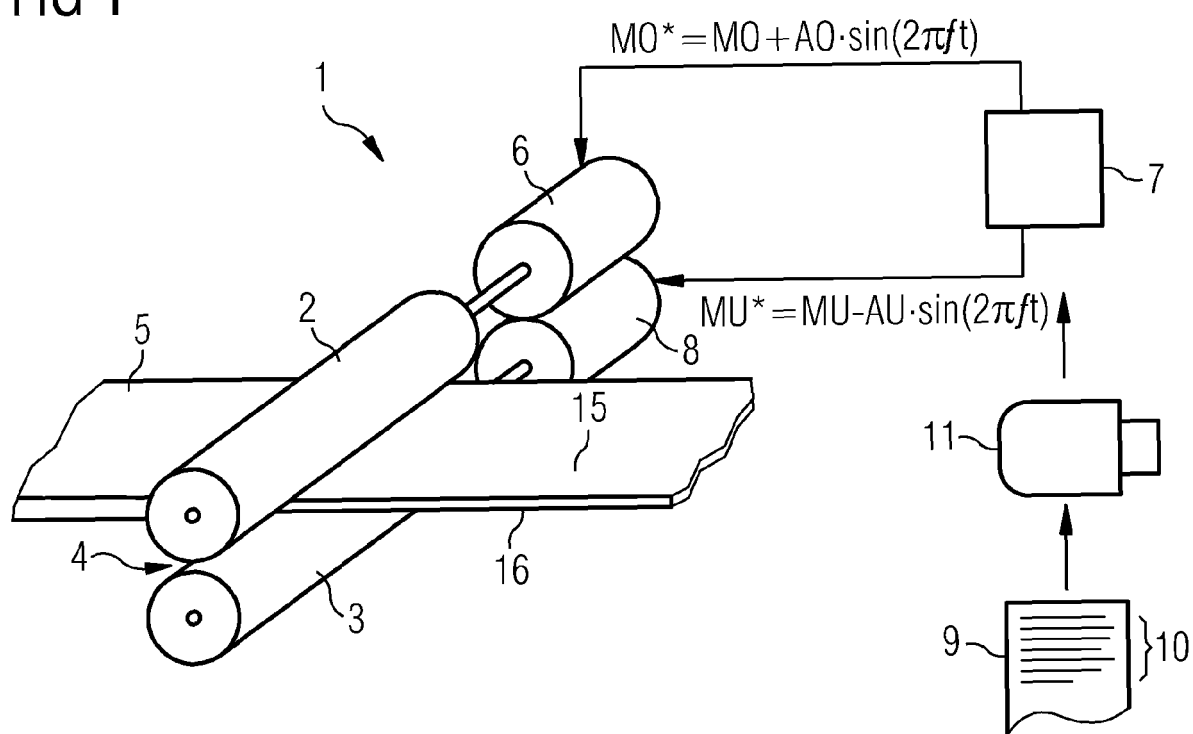


FIG 2

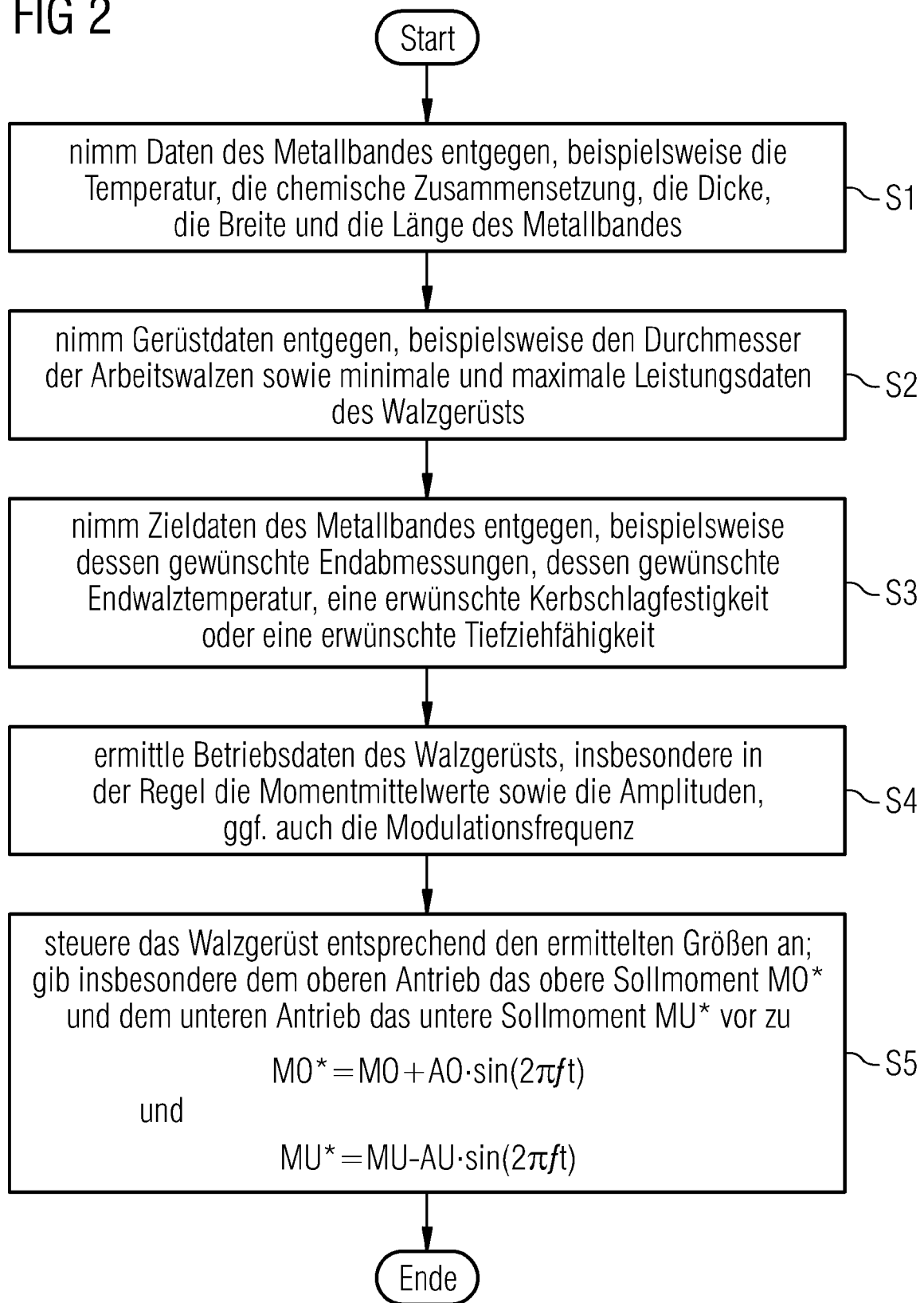


FIG 3

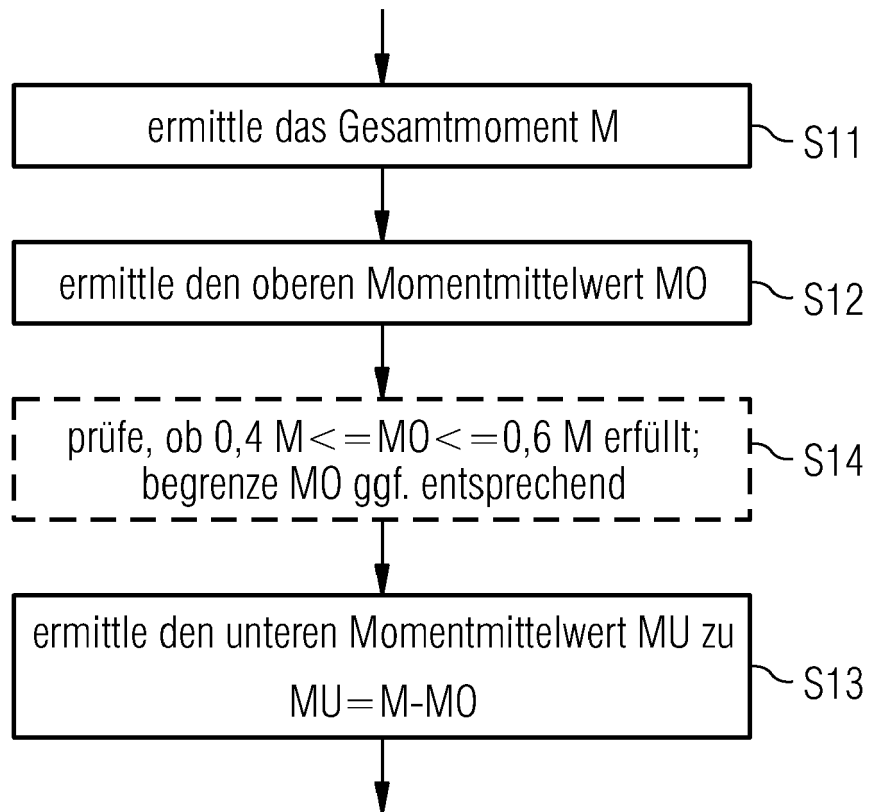


FIG 4

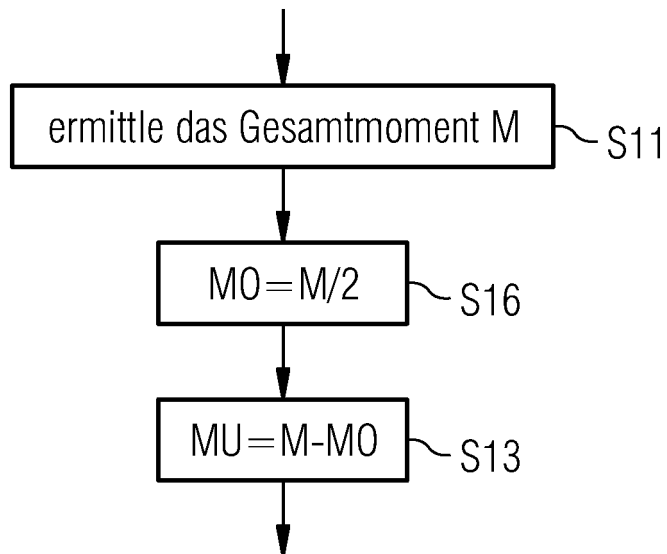


FIG 5

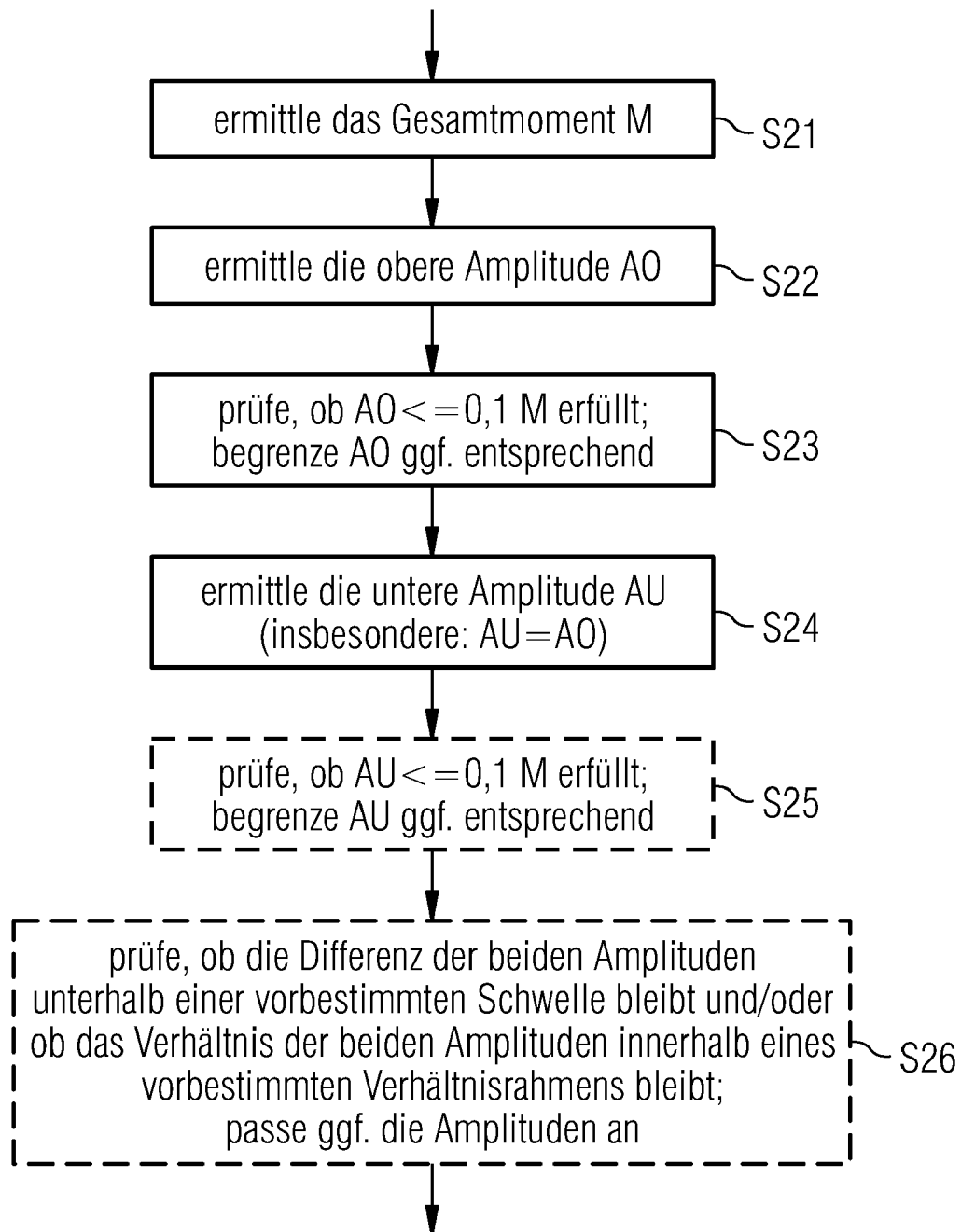


FIG 6

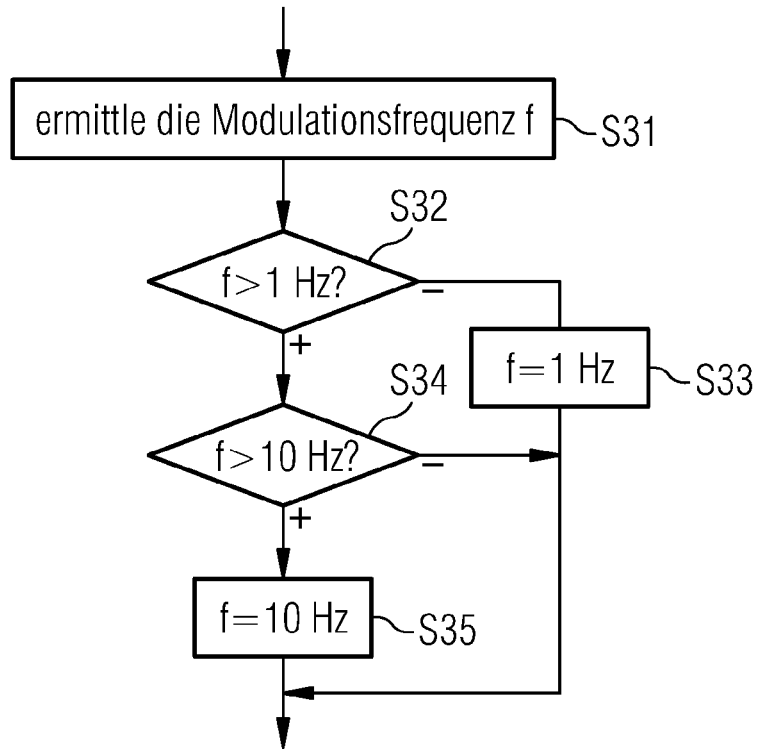


FIG 7

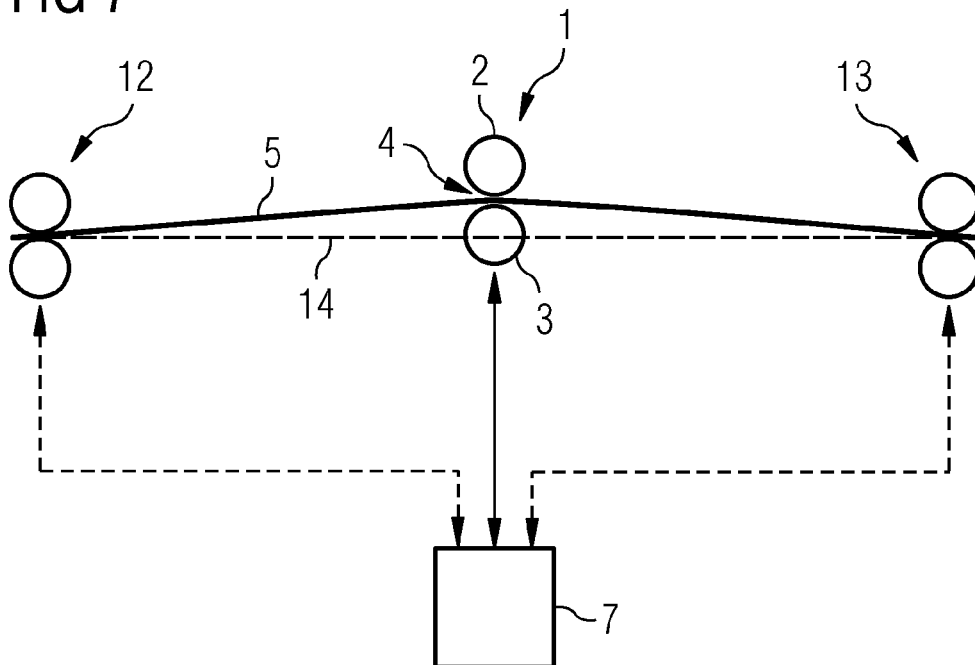
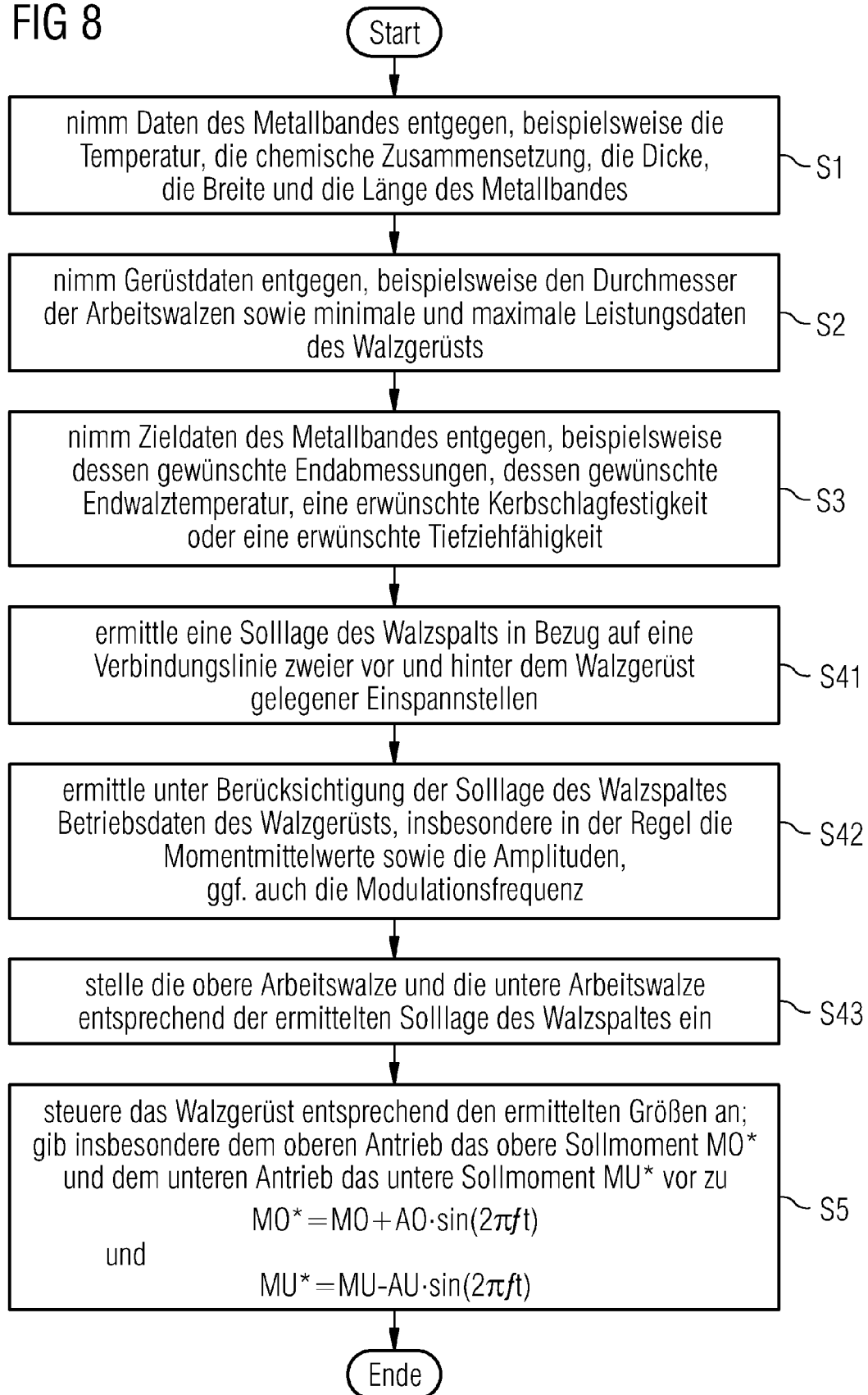


FIG 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 10 15 0823

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	RU 2 312 722 C1 (G OBRAZOVATEL NOE UCHREZHDENIE [RU]) 20. Dezember 2007 (2007-12-20) * Zusammenfassung *	1-12	INV. B21B37/46
A	US 2009/267554 A1 (MORI RYUZO [JP] ET AL) 29. Oktober 2009 (2009-10-29) * Ansprüche 1-2; Abbildung 1 *	1-12	
A	WO 2008/136146 A1 (TOSHIBA MITSUBISHI ELEC INC [JP]; ISHIDA TAKASHI [JP]; MORI RYUZO [JP]) 13. November 2008 (2008-11-13) * Zusammenfassung *	1-12	
A	POVALYAEV V D: "CONTROLLING SPEED ASYMMETRY OF WORKING ROLLS DURING NON-STEADY STATE ROLLING PROCESSES IN STANDS WITH INDIVIDUAL ROLL DRIVE" STEEL IN TRANSLATION, ALLERTON PRESS, NEW YORK, NY, US, Bd. 28, Nr. 9, 1. Januar 1998 (1998-01-01), Seiten 45-48, XP000931640 ISSN: 0967-0912 * das ganze Dokument *	1-12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Juni 2010	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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 15 0823

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.

17-06-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
RU 2312722	C1	20-12-2007	KEINE	
US 2009267554	A1	29-10-2009	WO 2008015747 A1	07-02-2008
WO 2008136146	A1	13-11-2008	CN 101663107 A	03-03-2010
			KR 20090123008 A	01-12-2009

EPO FORM P0461

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