



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2021 Patentblatt 2021/31

(51) Int Cl.:
B21B 37/46 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20154128.1**

(22) Anmeldetag: **28.01.2020**

(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:
• **Hofbauer, Josef**
91058 Erlangen (DE)
• **Matschullat, Thomas**
90542 Eckental (DE)

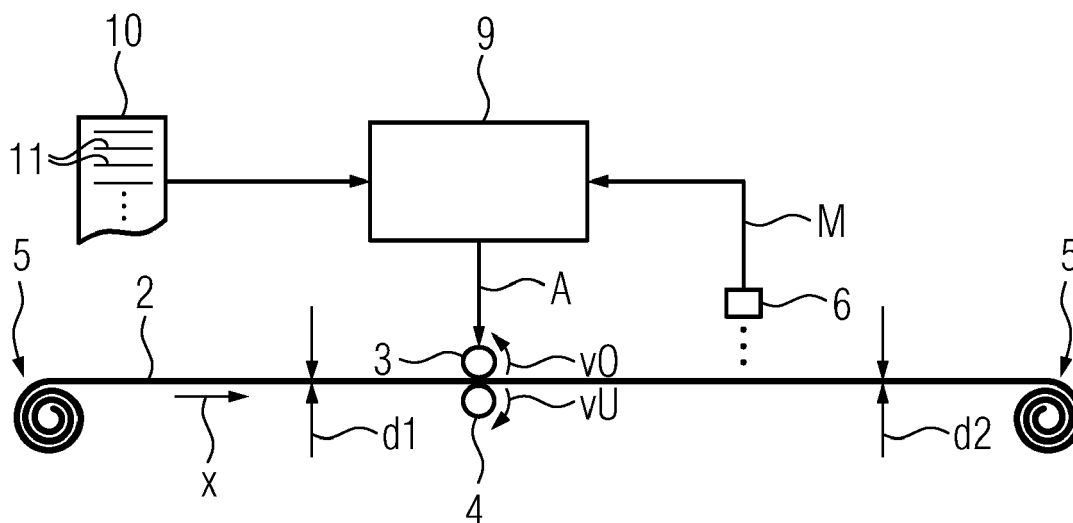
(74) Vertreter: **Metals@Linz**
Primetals Technologies Austria GmbH
Intellectual Property Upstream IP UP
Turmstraße 44
4031 Linz (AT)

(54) **WALZWERK MIT WERKSTOFFEIGENSCHAFTSABHÄNGIGER WALZUNG**

(57) Ein Walzwerk weist ein erstes Walzgerüst (1) auf, in dem ein flaches Walzgut (2) aus Metall gewalzt wird. Vor und/oder hinter dem ersten Walzgerüst (1) ist eine Sensoreinrichtung (6) angeordnet, mittels derer mindestens eine für eine Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts (2) charakteristische Messgröße (M) erfasst wird. Die Werkstoffeigenschaft kann insbesondere eine elektromagnetische Eigenschaft oder eine mechanische Eigenschaft des Walzguts (2) sein. Die Sensor-

einrichtung (6) übermittelt die erfasste Messgröße (M) an eine Steuereinrichtung (9) für das Walzwerk. Die Steuereinrichtung (9) berücksichtigt die übermittelte Messgröße (M) im Rahmen der Ermittlung eines Ansteuerwertes (A) für das erste Walzgerüst (1). Das Ansteuern des ersten Walzgerüsts (1) mit dem Ansteuerwert (A) beeinflusst die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts (2).

FIG 1



Beschreibung

Gebiet der Technik

[0001] Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Walzwerk mit einem ersten Walzgerüst zum Walzen eines flachen Walzguts aus Metall,

- wobei vor und/oder hinter dem ersten Walzgerüst eine Sensoreinrichtung angeordnet ist,
- wobei die Sensoreinrichtung zum Übermitteln der erfassten Messgröße mit einer Steuereinrichtung für das Walzwerk verbunden ist,
- wobei die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass sie die übermittelte Messgröße im Rahmen der Ermittlung eines Ansteuerwertes für das erste Walzgerüst berücksichtigt.

[0002] Der Begriff "erstes Walzgerüst" ist im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht derart gemeint, dass das Walzwerk zwangsweise mehrere Walzgerüste aufweist und das erste Walzgerüst das vorderste, von dem flachen Walzgut zuerst durchlaufene Walzgerüst ist. Vielmehr soll zunächst der Fall mit umfasst sein, dass das Walzwerk nur das erste Walzgerüst aufweist. In diesem Fall ist ausschließlich das erste Walzgerüst vorhanden. Weiterhin dient auch in dem Fall, dass das Walzwerk mehrere Walzgerüste aufweist, der Begriff "erstes Walzgerüst" lediglich der Unterscheidung von den anderen Walzgerüsten des Walzwerks. Hingegen soll keine Reihenfolge impliziert sein. Das erste Walzgerüst kann also auch in diesem Fall in der Abfolge von Walzgerüsten des Walzwerks an beliebiger Stelle angeordnet sein. Wenn also - rein beispielhaft - das flache Walzgut zuerst ein Walzgerüst A, dann ein Walzgerüst B, dann ein Walzgerüst C und schließlich ein Walzgerüst D durchläuft, kann das erste Walzgerüst ein beliebiges der Walzgerüste A bis D sein, während die anderen Walzgerüste zweite Walzgerüste sind.

[0003] Bei der Herstellung eines flachen Walzguts ist man bestrebt, die geometrischen Eigenschaften des flachen Walzguts, also insbesondere dessen Breite und dessen Dicke, mit möglichst hoher Präzision einzustellen. Gleiches gilt auch für das Profil bzw. die Kontur. Auch die Planheit soll eingehalten werden. Zusätzlich zu diesen und gegebenenfalls auch anderen geometrischen Eigenschaften sollen weiterhin auch Werkstoffeigenschaften des flachen Walzguts eingestellt werden. Werkstoffeigenschaften sind Eigenschaften, die das flache Walzgut beim späteren Einsatz aufweisen soll, beispielsweise eine bestimmte Streckgrenze, eine bestimmte Materialhärte oder eine bestimmte Magnetisierbarkeit. Werkstoffeigenschaften sind also Eigenschaften, die das Material unabhängig von seinem konkreten aktuellen Zustand (wie beispielsweise der Temperatur) und auch unabhängig von seinen geometrischen Eigenschaften aufweist. Ursache für bestimmte Werkstoffeigenschaften ist - neben dem Werkstoff als solchem - die Kornstruktur

des Metalls.

[0004] Das Einstellen von Werkstoffeigenschaften kann - zumindest teilweise - beim Walzen des flachen Walzguts erfolgen. Oftmals verbleibt jedoch eine Differenz des tatsächlichen Wertes einer Werkstoffeigenschaft von einem gewünschten Zielwert. In diesem Fall ist es erforderlich, das flache Walzgut nach dem Warmwalzen thermisch zu behandeln. Dies gilt ganz besonders, wenn bei dem Walzgut eine bestimmte sogenannte Goss-Textur eingestellt werden soll. Ähnliche Probleme stellen sich aber auch bei bestimmten Stählen, insbesondere bei AHSS (= advanced high strength steel) sowie martensitischen und bainitischen Güten. Im Falle einer thermischen Behandlung kann das Walzgut zum Einstellen von Werkstoffeigenschaften beispielsweise nach einem Warmwalzen in einer Kühlstrecke in geeigneter Weise gekühlt werden oder im Rahmen des Kaltwalzens in einer Glühe behandelt werden. Diese Behandlung kann alternativ nach dem Kaltwalzen oder zwischen zwei Kaltwalzschritten erfolgen.

Stand der Technik

[0005] Aus dem Fachaufsatz "Umformtechnik für die Elektromobilität" von Gerhard Hirt et al., abgerufen am 21.01.2020 unter <https://publications.rwth-aachen.de/record/762556/files/762556.pdf>, ist bekannt, dass zum Einstellen einer für die Magnetisierung günstigen Textur des Walzguts ein sogenanntes asymmetrisches Walzen von Vorteil sein kann. Beim asymmetrischen Walzen unterscheiden sich die Umfangsgeschwindigkeit einer oberen und einer unteren Arbeitsswalze eines Walzgerüsts voneinander. Auf das flache Walzgut wirken also beim Walzen Scherkräfte in Transportrichtung. Aufgrund der Scherkräfte wird eine Umordnung der Kristallorientierung bewirkt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Möglichkeiten zu schaffen, mittels derer auf einfache und zuverlässige Weise eine Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts gezielt eingestellt werden kann.

[0007] Die Aufgabe wird durch ein Walzwerk mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Walzwerks sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 17.

[0008] Erfindungsgemäß ist bei einem Walzwerk der eingangs genannten Art die Sensoreinrichtung derart ausgebildet, dass mittels der Sensoreinrichtung mindestens eine für eine Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts charakteristische Messgröße erfassbar ist, und beeinflusst das Ansteuern des ersten Walzgerüsts mit dem Ansteuerwert die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts.

[0009] Es wird also eine Messgröße erfasst, anhand derer direkt die entsprechende Werkstoffeigenschaft des

flachen Walzguts zum Zeitpunkt der Messung ermittelt werden kann. Es gibt also einen direkten funktionalen Zusammenhang zwischen der Messgröße einerseits und der Werkstoffeigenschaft andererseits. Hingegen ist es nicht erforderlich, komplizierte Modellrechnungen durchzuführen, mittels derer beispielsweise eine zeitliche Entwicklung modelliert wird.

[0010] Die Formulierung "zum Zeitpunkt der Messung" soll hierbei nicht implizieren, dass sich die Werkstoffeigenschaft im Laufe der Zeit aufgrund der Änderung des Zustands des flachen Walzguts wie beispielsweise dessen Temperatur automatisch laufend ebenfalls ändert. Die Werkstoffeigenschaft kann aber durch eine entsprechende Behandlung des Walzguts - beispielsweise durch das Walzen im ersten Walzgerüst oder ein Walzen in einem anderen Walzgerüst oder durch eine thermische Behandlung zu einem späteren Zeitpunkt auf einen anderen Wert eingestellt werden.

[0011] Es ist möglich, dass das Walzwerk ausschließlich das genannte erste Walzgerüst und demzufolge nur ein einziges Walzgerüst aufweist. In diesem Fall ist die Sensoreinrichtung ganz von selbst unmittelbar vor oder unmittelbar hinter dem Walzgerüst angeordnet. Es ist jedoch ebenso möglich, dass das Walzwerk zusätzlich zum ersten Walzgerüst auch mindestens ein zweites Walzgerüst aufweist. In diesem Fall sind mehrere verschiedene Ausgestaltungen möglich.

[0012] So ist es beispielsweise möglich, dass die zweiten Walzgerüste nicht zwischen der Sensoreinrichtung und dem ersten Walzgerüst angeordnet sind. Diese Ausgestaltung ist beispielsweise dann realisiert, wenn die Sensoreinrichtung vor dem vordersten Walzgerüst einer mehrgerüstigen Walzstraße angeordnet ist und der von der Steuereinrichtung unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelte Ansteuerwert auf das vorderste Walzgerüst wirkt oder umgekehrt die Sensoranordnung hinter dem letzten Walzgerüst einer mehrgerüstigen Walzstraße angeordnet ist und der von der Steuereinrichtung unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelte Ansteuerwert auf das letzte Walzgerüst wirkt. Ebenso ist diese Ausgestaltung beispielsweise dann realisiert, wenn die Sensoranordnung zwischen zwei Walzgerüsten einer mehrgerüstigen Walzstraße angeordnet ist und der von der Steuereinrichtung unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelte Ansteuerwert auf eines dieser beiden Walzgerüste wirkt oder die Steuereinrichtung zwei derartige Ansteuerwerte ermittelt, von denen je einer auf je eines dieser beiden Walzgerüste wirkt.

[0013] Alternativ ist es möglich, dass mindestens eines der zweiten Walzgerüste zwischen der Sensoreinrichtung und dem ersten Walzgerüst angeordnet ist. Diese Ausgestaltung ist beispielsweise dann realisiert, wenn die Sensoreinrichtung vor dem vordersten Walzgerüst einer mehrgerüstigen Walzstraße angeordnet ist und der von der Steuereinrichtung unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelte Ansteuerwert auf ein anderes als das vorderste Walzgerüst wirkt oder umgekehrt die Sensoranordnung hinter dem letzten Walzgerüst einer mehr-

gerüstigen Walzstraße angeordnet ist und der von der Steuereinrichtung unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelte Ansteuerwert auf ein anderes als das letzte Walzgerüst wirkt.

[0014] Natürlich sind auch Kombinationen dieser Vorgehensweisen möglich. So kann beispielsweise die Sensoreinrichtung vor dem vordersten Walzgerüst der mehrgerüstigen Walzstraße angeordnet sein und können weiterhin von der Steuereinrichtung unter Berücksichtigung der Messgröße mehrere Ansteuerwerte ermittelt werden, von denen einer auf das vorderste Walzgerüst und ein anderer auf ein anderes Walzgerüst wirkt. Ebenso kann umgekehrt die Sensoranordnung hinter dem letzten Walzgerüst der mehrgerüstigen Walzstraße angeordnet sein und können weiterhin von der Steuereinrichtung unter Berücksichtigung der Messgröße mehrere Ansteuerwerte ermittelt werden, von denen einer auf das letzte Walzgerüst und ein anderer auf ein anderes Walzgerüst wirkt.

[0015] Das erste Walzgerüst weist eine obere Arbeitswalze und eine untere Arbeitswalze auf. Es ist möglich, dass die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass der unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelte Ansteuerwert ein Verhältnis einer oberen Umfangsgeschwindigkeit, mit welcher die obere Arbeitswalze rotiert, zu einer unteren Umfangsgeschwindigkeit ist, mit welcher die untere Arbeitswalze rotiert. Diese Vorgehensweise kann beispielsweise zum Einstellen elektrischer oder magnetischer Eigenschaften des flachen Walzguts von Vorteil sein. Sie kann aber auch zum Einstellen mechanischer Eigenschaften des flachen Walzguts genutzt werden.

[0016] Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass sie das Verhältnis der oberen Umfangsgeschwindigkeit zur unteren Umfangsgeschwindigkeit derart ermittelt, dass es zwischen 0,5 und 2,0 liegt, insbesondere zwischen 0,9 und 1,1. Dadurch können alle in der Praxis relevanten Fälle abgedeckt werden.

[0017] Um voneinander verschiedene Umfangsgeschwindigkeiten realisieren zu können, ist es möglich, dass die obere Arbeitswalze von einem oberen Antrieb angetrieben wird und die untere Arbeitswalze von einem vom oberen Antrieb verschiedenen unteren Antrieb angetrieben wird. In diesem Fall können die unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten einfach durch eine entsprechende Einstellung der beiden Antriebe auf unterschiedliche Drehzahlen realisiert werden.

[0018] Alternativ ist es möglich, dass die obere Arbeitswalze und die untere Arbeitswalze von einem gemeinsamen Antrieb angetrieben werden. In diesem Fall ist zwischen dem gemeinsamen Antrieb auf der einen Seite und der oberen Arbeitswalze und der unteren Arbeitswalze auf der anderen Seite ein Getriebe angeordnet, mittels dessen ein Verhältnis einer Drehzahl einer mit der oberen Arbeitswalze drehfest verbundenen oberen Ausgangswelle des Getriebes gegenüber einer Drehzahl einer mit der unteren Arbeitswalze drehfest verbundenen unteren Ausgangswelle des Getriebes stufenlos einstell-

bar ist.

[0019] Alternativ oder zusätzlich zu einem Einstellen eines Verhältnisses der Umfangsgeschwindigkeiten zueinander ist es möglich, dass die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass der unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelte Ansteuerwert eine Temperatureinflussung der oberen Arbeitswalze und/oder der unteren Arbeitswalze des ersten Walzgerüsts und/oder des flachen Walzguts vor dem Walzen in dem ersten Walzgerüst ist. Beispielsweise kann durch Aufspritzen von Wasser eine Kühlung oder durch eine Induktionsheizung eine Erwärmung bewirkt werden.

[0020] Sofern die Sensoreinrichtung vor dem ersten Walzgerüst angeordnet ist, ist die Steuereinrichtung vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie den unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelten Ansteuerwert unter Berücksichtigung einer Wegverfolgung des flachen Walzguts von der Sensoreinrichtung zum ersten Walzgerüst an das erste Walzgerüst ausgibt. Die Steuereinrichtung berücksichtigt also beim Ansteuern des ersten Walzgerüsts die Transportzeit, die zwischen dem Erfassen der Messgröße für einen bestimmten Abschnitt des flachen Walzguts und dem Walzen desselben Abschnitts des flachen Walzguts im ersten Walzgerüst vergeht.

[0021] Vorzugsweise umfasst die Steuereinrichtung ein Modell, mittels dessen die Steuereinrichtung unter Berücksichtigung der Messgröße den Ansteuerwert für das erste Walzgerüst ermittelt und weiterhin unter Berücksichtigung des unter Berücksichtigung der Messgröße ermittelten Ansteuerwertes einen Erwartungswert für die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts nach dem Walzen in dem ersten Walzgerüst ermittelt. Weiterhin ist vorzugsweise hinter dem ersten Walzgerüst eine weitere Sensoreinrichtung angeordnet, mittels derer mindestens eine für die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts nach dem Walzen in dem ersten Walzgerüst charakteristische weitere Messgröße erfassbar ist. Die weitere Sensoreinrichtung ist zum Übermitteln der erfassten weiteren Messgröße mit der Steuereinrichtung verbunden. Schließlich ist die Steuereinrichtung vorzugsweise derart ausgebildet, dass sie die weitere Messgröße für einen Zeitpunkt verwertet, den die Steuereinrichtung unter Berücksichtigung einer Wegverfolgung des flachen Walzguts von dem ersten Walzgerüst zur weiteren Sensoreinrichtung ermittelt, und das Modell anhand eines Vergleichs der weiteren Messgröße und des Erwartungswertes der Werkstoffeigenschaft adaptiert. Durch diese Vorgehensweise kann das Modell nach und nach immer besser an das tatsächliche Verhalten des flachen Walzguts angepasst werden.

[0022] Vorzugsweise ist die Steuereinrichtung derart ausgebildet, dass sie bei der Ermittlung des Ansteuerwertes zusätzlich zu der übermittelten Messgröße die Temperatur des flachen Walzguts vor dem Walzen des flachen Walzguts in dem ersten Walzgerüst und/oder die Walzkraft beim Walzen des flachen Walzguts in dem ersten Walzgerüst und/oder die Stichabnahme beim Walzen des flachen Walzguts in dem ersten Walzgerüst berück-

sichtigt. Dadurch kann die gewünschte Werkstoffeigenschaft mit höherer Genauigkeit eingestellt werden. Die erforderlichen Abhängigkeiten können beispielsweise in Form von Kennlinienfeldern in der Steuereinrichtung hinterlegt sein.

[0023] In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst die Sensoreinrichtung ein Anregungselement und ein erstes Sensorelement. Mittels des Anregungselements wird in dem flachen Walzgut ein Basissignal angeregt. Mittels des ersten Sensorelements wird ein auf dem angeregten Basissignal basierendes erstes Sensorsignal erfasst. Es ist möglich, dass die Sensoreinrichtung die übermittelte Messgröße unter Berücksichtigung des ersten Sensorsignals ermittelt. Alternativ ist es möglich, dass die übermittelte Messgröße das erste Sensorsignal umfasst.

[0024] In Einzelfällen kann es möglich sein, dass ausschließlich das erste Sensorsignal erfasst wird. In der Regel umfasst die Sensoreinrichtung jedoch zusätzlich eine Anzahl von zweiten Sensorelementen. In diesem Fall ist vom ersten Sensorelement aus in Transportrichtung gesehen das jeweilige zweite Sensorelement vor oder hinter dem ersten Sensorelement und/oder seitlich versetzt angeordnet. Mittels des jeweiligen zweiten Sensorelements wird ein jeweiliges auf dem angeregten Basissignal basierendes, zum ersten Sensorsignal gleichartiges zweites Sensorsignal erfasst. Es ist möglich, dass die Sensoreinrichtung die übermittelte Messgröße unter Berücksichtigung auch des jeweiligen zweiten Sensorsignals ermittelt. Beispielsweise können die Differenz oder der Quotient der entsprechenden Sensorsignale gebildet werden. Alternativ ist es möglich, dass die übermittelte Messgröße auch das jeweilige zweite Sensorsignal umfasst. In diesem Fall können gleichartige Auswertungen durch die Steuereinrichtung erfolgen.

[0025] Das Basissignal kann beispielsweise ein Wirbelstrom sein. Alternativ kann das Basissignal ein Schallsignal sein, insbesondere ein Ultraschallsignal.

[0026] Vorzugsweise verläuft eine Verbindungslinie vom Anregungselement zum ersten Sensorelement parallel zur Transportrichtung. Dadurch ergibt sich eine besonders zuverlässige Auswertung.

[0027] Die Werkstoffeigenschaft kann, wie bereits erwähnt, eine elektromagnetische Eigenschaft oder eine mechanische Eigenschaft des Walzguts sein.

[0028] In Einzelfällen kann ein Warmwalzen erfolgen. In der Regel erfolgt jedoch ein Kaltwalzen. Damit ist das Walzwerk in der Regel ein Kaltwalzwerk.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0029] 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 ein Walzwerk mit einem ersten Walzgerüst,
 FIG 2 eine Draufsicht auf einen Teil des Walzwerks von FIG 1,
 FIG 3 und 4 Seitenansichten von FIG 3 zu zwei Zeitpunkten,
 FIG 5 ein Ablaufdiagramm,
 FIG 6 eine Draufsicht auf einen Teil des Walzwerks von FIG 1,
 FIG 7 und 8 Seitenansichten von FIG 6 zu zwei Zeitpunkten,
 FIG 9 und 10 jeweils ein weiteres Walzwerk mit einem ersten Walzgerüst,
 FIG 11 ein Ablaufdiagramm,
 FIG 12 und 13 Antriebsstrukturen für Arbeitswalzen,
 FIG 14 ein Walzgerüst und Temperaturbeeinflussungen und
 FIG 15 bis 20 verschiedene Ausgestaltungen von Walzstraßen.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0030] Gemäß FIG 1 weist ein Walzwerk - wie jedes Walzwerk - zumindest ein erstes Walzgerüst 1 auf. Das erste Walzgerüst 1 dient dem Walzen eines flachen Walzguts 2 aus Metall, insbesondere eines Bandes. Das Metall, aus dem das flache Walzgut 2 besteht, kann insbesondere Stahl oder Aluminium sein. Im Falle von Stahl kann es sich bei dem flachen Walzgut insbesondere um ein Elektroblech mit einem relativ hohen Anteil an Silizium (meist zwischen 2 % und 4 %) handeln.

[0031] Das Walzen kann ein Warmwalzen sein. In diesem Fall ist das Walzwerk ein Warmwalzwerk. Im Regelfall handelt es sich jedoch um ein Kaltwalzen. In diesem Fall ist das Walzwerk ein Kaltwalzwerk.

[0032] Von dem ersten Walzgerüst 1 sind in FIG 1 und auch den weiteren FIG nur die obere Arbeitswalze 3 und die untere Arbeitswalze 4 dargestellt. In der Regel weist das erste Walzgerüst 1 jedoch zusätzlich weitere Walzen auf, beispielsweise bei einem Quartogerüst zusätzlich zu den Arbeitswalzen 3, 4 Stützwalzen und bei einem Sextogerüst zusätzlich zu den Arbeitswalzen 3, 4 und den Stützwalzen Zwischenwalzen, die zwischen den Arbeitswalzen 3, 4 und den Stützwalzen angeordnet sind. Auch andere Ausgestaltungen sind möglich, beispielsweise als sogenanntes 20-Rollen-Walzgerüst. Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung rotiert die obere Arbeitswalze 3 mit einer oberen Umfangsgeschwindigkeit v_O , während die untere Arbeitswalze 4 mit einer unteren Umfangsgeschwindigkeit v_U rotiert. Sowohl die obere als auch die untere Umfangsgeschwindigkeit v_O , v_U sind größer als 0.

[0033] Entsprechend der Darstellung in FIG 1 ist das Walzwerk als Reversierwalzwerk ausgebildet. Es weist daher zum Walzen des flachen Walzguts 2 vor und hinter dem ersten Walzgerüst 1 je einen Haspel 5 auf. Die Begriffe "vor" und "hinter" sind in Bezug auf das erste Walzgerüst 1 stets in Verbindung mit der Transportrichtung x

zu sehen, mit welcher das flache Walzgut 2 im ersten Walzgerüst 1 gewalzt wird. Bei einem Reversierwalzwerk sind die Begriffe "vor" und "hinter" daher nur während eines jeweiligen Walzstichs definiert und kehren sich beim jeweils nächsten Walzstich um.

[0034] Hinter dem ersten Walzgerüst 1 ist eine Sensoreinrichtung 6 angeordnet. Mittels der Sensoreinrichtung 6 kann eine Messgröße M erfasst werden. Die erfasste Messgröße M ist für eine Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts 2 charakteristisch. Beispiele derartiger Eigenschaften sind die elektrische Leitfähigkeit, die Permeabilitätszahl und die magnetische Sättigung bzw. allgemein eine elektromagnetische Eigenschaft des Walzguts 2. Weitere Beispiele von Werkstoffeigenschaften sind die Dehngrenze, die Streckgrenze, die Bruchdehnung bzw. allgemein eine mechanische Eigenschaft des Walzguts 2. Die genannten Größen können alternativ richtungsunabhängig (also isotrop) oder richtungsabhängig (also anisotrop) sein. Sie basieren alle auf der Kornstruktur und gegebenenfalls auch Ausrichtung der Körner des Metalls, aus dem das Walzgut 2 besteht.

[0035] Nachstehend wird in Verbindung mit den FIG 2 bis 4 eine mögliche Ausgestaltung der Sensoreinrichtung 6 erläutert. Die vorliegende Erfindung ist aber nicht auf diese Ausgestaltung der Sensoreinrichtung 6 beschränkt.

[0036] Gemäß den FIG 2 bis 4 umfasst die Sensoreinrichtung 6 ein Anregungselement 7. Mittels des Anregungselementes 7 kann in dem flachen Walzgut 2 ein Basissignal angeregt werden. Beispielsweise kann das Anregungselement 7 entsprechend der Darstellung in den FIG 3 und 4 als Spule ausgebildet sein, die intermittierend mit einem Anregungsstrom I_A beaufschlagt wird und dadurch in dem Walzgut 2 als Basissignal einen Wirbelstrom I_W generiert. FIG 3 zeigt die Sensoreinrichtung 4 zu einem Zeitpunkt, zu dem das Anregungselement 7 mit dem Anregungsstrom I_A beaufschlagt wird.

[0037] Die Sensoreinrichtung 6 umfasst weiterhin ein erstes Sensorelement 8a. Mittels des ersten Sensorelements 8a wird ein erstes Sensorsignal I_a erfasst. Das Erfassen des ersten Sensorsignals I_a erfolgt nach dem Anregen des Basissignals, also zu einem anderen, späteren Zeitpunkt. Zu diesem späteren Zeitpunkt wird in der Regel kein Basissignal angeregt. Ein zuvor angeregtes Basissignal ist aber noch nicht vollständig abgeklungen. Das erste Sensorsignal I_a basiert auf dem angeregten Basissignal. Beispielsweise kann das erste Sensorelement 8a entsprechend der Darstellung in den FIG 3 und 4 als Spule ausgebildet sein, so dass in dem ersten Sensorelement 8a aufgrund des Wirbelstroms I_W ein Strom induziert wird, der das erste Sensorsignal I_a bildet.

[0038] Das erste Sensorelement 8a ist in den FIG 2 bis 4 als vom Anregungselement 7 verschiedenes Element dargestellt. Diese Ausgestaltung stellt den Regelfall dar. In diesem Fall ist das erste Sensorelement 8a in Transportrichtung x des Walzguts 2 gesehen hinter dem Anregungselement 7 angeordnet. Eine Verbindungslinie vom Anregungselement 7 zum ersten Sensorelement 8a

verläuft in diesem Fall vorzugsweise parallel zur Transportrichtung x. Im Einzelfall kann das erste Sensorelement 8a jedoch auch mit dem Anregungselement 7 identisch sein. Diese Ausgestaltung kann insbesondere dann möglich sein, wenn ein Zeitraum zwischen dem Anregen des Basissignals und dem Erfassen des angeregten Basissignals hinreichend klein ist.

[0039] Die Sensoreinrichtung 6 ist gemäß FIG 1 mit einer Steuereinrichtung 9 für das Walzwerk verbunden. Aufgrund der Verbindung der Sensoreinrichtung 6 mit der Steuereinrichtung 9 kann insbesondere eine Übermittlung der erfassten Messgröße M an die Steuereinrichtung 9 erfolgen. Es ist möglich, dass die übermittelte Messgröße M das erste Sensorsignal Ia umfasst. Falls die übermittelte Messgröße M keine weiteren Anteile enthält, kann die übermittelte Messgröße M auch mit dem ersten Sensorsignal Ia identisch sein. Alternativ ist es möglich, dass die Sensoreinrichtung 6 zum Ermitteln der Messgröße M zunächst das erste Sensorsignal Ia (und gegebenenfalls weitere Signale) auswertet und dass das Ergebnis dieser Auswertung die Messgröße M ist. Beispielsweise kann die Sensoreinrichtung 6 das erste Sensorsignal Ia in Relation zum Anregungssignal IA setzen und dadurch die Messgröße M ermitteln.

[0040] Oftmals umfasst die Sensoreinrichtung 6 zusätzlich zum ersten Sensorelement 8a eine Anzahl von zweiten Sensorelementen 8b bis 8d. Die zweiten Sensorelemente 8b bis 8d sind vom ersten Sensorelement 8a (und in der Regel auch vom Anregungselement 7) verschiedene Elemente. Vom Anregungselement 7 aus gesehen sind die zweiten Sensorelemente 8b bis 8d in der Regel hinter dem Anregungselement 7 angeordnet, auch wenn hiervon in Einzelfällen abgewichen werden kann. Mittels der zweiten Sensorelemente 8b bis 8d können zweite Sensorsignale Ib bis Id erfasst werden. Die zweiten Sensorsignale Ib bis Id basieren ebenfalls auf dem angeregten Basissignal IW und sind gleichartig zum ersten Sensorsignal Ia. Die zweiten Sensorsignale Ib bis Id werden in der Regel gleichzeitig mit dem ersten Sensorsignal Ia erfasst.

[0041] Wenn zusätzlich auch die zweiten Sensorelemente 8b bis 8d vorhanden ist, kann die Sensoreinrichtung 6 als Messgröße M beispielsweise die Sensorsignale Ia bis Id insgesamt übermitteln, also sowohl das erste Sensorsignal Ia als auch die zweiten Sensorsignale Ib bis Id. Eine entsprechende Auswertung der Sensorsignale Ia bis Id erfolgt in diesem Fall durch die Steuereinrichtung 9. Alternativ kann eine Auswertung der Sensorsignale Ia bis Id (vollständig oder teilweise) bereits durch die Sensoreinrichtung 6 vorgenommen werden und als Messgröße M das Ergebnis dieser Auswertung übermittelt werden.

[0042] Bezüglich der Anordnung der zweiten Sensorelemente 8b bis 8d relativ zum ersten Sensorelement 8a sind verschiedene Anordnungen und Ausgestaltungen möglich.

[0043] Beispielsweise kann die Sensoreinrichtung 6 ein zweites Sensorelement 8b, 8c aufweisen, das vom

ersten Sensorelement 8a aus in Transportrichtung x gesehen seitlich versetzt angeordnet ist. In diesem Fall kann die Sensoreinrichtung 6 das erste Sensorsignal Ia in Relation zum zweiten Sensorsignal Ib, Ic setzen und dadurch die Messgröße M ermitteln. Die Messgröße M kann in diesem Fall insbesondere anhand der Differenz oder des Quotienten der Sensorsignale Ia, Ib, Ic ermittelt werden. Wenn, wie in FIG 2 dargestellt, auf beiden Seiten des ersten Sensorelements 8a je ein zweites Sensorelement 8b, 8c angeordnet ist, kann die Sensoreinrichtung 6 das erste Sensorsignal Ia in Relation zum Mittelwert dieser beiden zweiten Sensorsignale Ib, Ic setzen.

[0044] Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass die Sensoreinrichtung 6 ein zweites Sensorelement 8d aufweist, das vom ersten Sensorelement 8a aus in Transportrichtung x gesehen vor oder hinter dem ersten Sensorelement 8a angeordnet ist. Eine Anordnung hinter dem ersten Sensorelement 8a stellt in diesem Fall den Regelfall dar. Auch bei einer Anordnung des zweiten Sensorelements 8d vor oder hinter dem ersten Sensorelement 8a kann die Sensoreinrichtung 6 das erste Sensorsignal Ia in Relation zum zweiten Sensorsignal 8d setzen und dadurch die Messgröße M ermitteln. Die Messgröße M kann auch in diesem Fall insbesondere anhand der Differenz oder des Quotienten der Sensorsignale Ia, Id ermittelt werden.

[0045] Die Steuereinrichtung 9 nimmt gemäß FIG 5 in einem Schritt S1 die an sie übermittelte Messgröße M entgegen. In einem Schritt S2 ermittelt die Steuereinrichtung 9 einen Ansteuerwert A für das erste Walzgerüst 1. Entsprechend der Darstellung in FIG 5 berücksichtigt die Steuereinrichtung 9 bei der Ermittlung des Ansteuerwertes A zumindest die übermittelte Messgröße M. Oftmals berücksichtigt die Steuereinrichtung 9 bei der Ermittlung des Ansteuerwertes A zusätzlich auch weitere variable Daten wie beispielsweise die Temperatur T des flachen Walzguts 2 vor dem Walzen im ersten Walzgerüst 1 und/oder die Walzkraft F beim Walzen des flachen Walzguts 2 in dem ersten Walzgerüst 1 und/oder die Stichabnahme beim Walzen des flachen Walzguts 2 in dem ersten Walzgerüst 1. Die Temperatur T und die Walzkraft F können mittels entsprechender Sensoren erfasst werden, die Fachleuten allgemein bekannt sind. Die Stichabnahme, also das Verhältnis von auslaufseitiger Dicke d2 des flachen Walzguts 2 zu einlaufseitiger Dicke d1 des flachen Walzguts 2 (siehe FIG 1), kann der Steuereinrichtung 9 beispielsweise aufgrund eines Stichplans bekannt sein. Weiterhin kann die Steuereinrichtung 9 die Geschwindigkeit des flachen Walzguts 2 im Bereich der Sensoreinrichtung 6 berücksichtigen, insbesondere im Rahmen der Auswertung der Messgröße M. Soweit erforderlich, können auch die Positionen des Anregungselement 7 und/oder der Sensorelemente 8a bis 8d mit berücksichtigt werden. In einem Schritt S3 steuert die Steuereinrichtung 9 das erste Walzgerüst 1 entsprechend dem ermittelten Ansteuerwert A an.

[0046] Die Steuereinrichtung 9 führt die Schritte S1 bis S3 iterativ immer wieder aus. Eine Zeitkonstante, mit der

die Wiederholung erfolgt, liegt meist im Bereich zwischen 0,1 s und 1,0 s, insbesondere zwischen 0,2 s und 0,5 s.

[0047] Die Steuereinrichtung 9 ist derart ausgebildet, dass sie die Vorgehensweise von FIG 5 ausführt. Die Steuereinrichtung 9 ist weiterhin entsprechend der Darstellung in FIG 1 in der Regel als softwareprogrammierbare Steuereinrichtung ausgebildet. Die Steuereinrichtung 9 ist in diesem Fall mit einem Steuerprogramm 10 programmiert. Das Steuerprogramm 10 umfasst Programmcode 11, der von der Steuereinrichtung 9 abarbeitbar ist. Im Betrieb arbeitet die Steuereinrichtung 9 den Programmcode 11 ab. Die Abarbeitung des Programmcodes 11 durch die Steuereinrichtung 9 bewirkt, dass die Steuereinrichtung 9 entsprechend ausgebildet ist.

[0048] Obenstehend wurden in Verbindung mit den FIG 1 bis 5 Ausgestaltungen erläutert, bei denen das Basissignal ein Wirbelstrom IW und damit eine elektrische Größe ist. Diese Ausgestaltungen sind insbesondere dann sinnvoll, wenn die Messgröße M für eine elektrische oder magnetische Werkstoffeigenschaft charakteristisch sein soll. Die Ausgestaltungen können aber auch Rückschlüsse auf mechanische Werkstoffeigenschaften ermöglichen.

[0049] Nachstehend wird in Verbindung mit den FIG 6 bis 8 eine weitere Ausgestaltung erläutert. Die FIG 6 bis 8 zeigen hierbei zu den FIG 2 bis 4 völlig analoge Ausgestaltungen. Der Unterschied besteht darin, dass bei den FIG 6 bis 8 das Anregungselement 7 ein Schallsignal abgibt, insbesondere ein Ultraschallsignal. Hiermit korrespondierend sind auch die Sensorelemente 8a bis 8d zur Erfassung eines entsprechenden Schallsignals ausgelegt. Im übrigen sind die Ausführungen zu den FIG 2 bis 4 in analoger Weise anwendbar.

[0050] FIG 9 zeigt eine Modifikation des Walzwerks von FIG 1. Der Unterschied besteht darin, dass bei der Ausgestaltung des Walzwerks gemäß FIG 9 die Sensoreinrichtung 6 nun nicht mehr hinter dem ersten Walzgerüst 1 angeordnet ist, sondern vor dem ersten Walzgerüst 1. Im übrigen sind die Ausführungen zu FIG 1 und auch die darauf aufbauenden Ausführungen zu den FIG 2 bis 8 - beispielsweise die Ausgestaltung der Steuereinrichtung 9 als softwareprogrammierbar - weiterhin anwendbar. Im Rahmen der Ausgestaltung gemäß FIG 9 ist es insbesondere möglich, dass die Steuereinrichtung 9 den Ansteuerwert A, den sie unter Berücksichtigung der Messgröße M ermittelt, unter Berücksichtigung einer Wegverfolgung des flachen Walzguts 2 von der Sensoreinrichtung 6 zum ersten Walzgerüst 1 an das erste Walzgerüst 1 ausgibt. Die Details hierzu werden in Verbindung mit einer weiteren Ausgestaltung erläutert, die nachstehend in Verbindung mit FIG 10 erläutert wird.

[0051] FIG 10 geht aus von FIG 9. Ebenso wie bei FIG 9 ist also bei der Ausgestaltung gemäß FIG 10 die Sensoreinrichtung 6 vor dem ersten Walzgerüst 1 angeordnet. Die Steuereinrichtung 9 umfasst - beispielsweise aufgrund der Ausführung des Programmcodes 11 - ein Modell 12. Weiterhin ist hinter dem ersten Walzgerüst 1

eine weitere Sensoreinrichtung 13 angeordnet. Mittels der weiteren Sensoreinrichtung 13 kann mindestens eine weitere Messgröße M' erfasst werden. Die erfasste weitere Messgröße M' ist für die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts 2 charakteristisch, wie er nach dem Walzen in dem ersten Walzgerüst 1 vorliegt. Die weitere Messgröße M' ist also für dieselbe Werkstoffeigenschaft charakteristisch wie die Messgröße M und damit vom Ansatz her gleichartig zur Messgröße M. Der Unterschied besteht darin, dass die Messgröße M für die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts 2 vor dem Walzen im ersten Walzgerüst 1 charakteristisch ist, während die Messgröße M' für die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts 2 nach dem Walzen im ersten Walzgerüst 1 charakteristisch ist.

[0052] Die weitere Sensoreinrichtung 13 ist ebenfalls mit der Steuereinrichtung 9 für das Walzwerk verbunden. Aufgrund der Verbindung der weiteren Sensoreinrichtung 13 mit der Steuereinrichtung 9 kann insbesondere eine Übermittlung der erfassten weiteren Messgröße M' an die Steuereinrichtung 9 erfolgen.

[0053] Die Betriebsweise des Walzwerks von FIG 10 wird nachstehend in Verbindung mit FIG 11 erläutert. Soweit es die Berücksichtigung der Wegverfolgung des flachen Walzguts 2 von der Sensoreinrichtung 6 zum ersten Walzgerüst 1 an das erste Walzgerüst 1 betrifft, zeigt FIG 11 auch den Betrieb des Walzwerks von FIG 9.

[0054] Gemäß FIG 11 nimmt die Steuereinrichtung 9 in einem Schritt S11 die an sie übermittelte Messgröße M entgegen. Der Schritt S11 korrespondiert 1:1 mit dem Schritt S1 von FIG 2. In einem Schritt S12 ermittelt die Steuereinrichtung 9 den Ansteuerwert A für das erste Walzgerüst 1. Der Schritt S12 korrespondiert im Kern mit dem Schritt S2 von FIG 2. Der Unterschied besteht darin, dass die Steuereinrichtung 9 im Schritt S12 den Ansteuerwert A mittels des Modells 12 ermittelt. In die Ermittlung des Ansteuerwertes A geht unter anderem ein Modellparameter k ein.

[0055] In einem Schritt S13 ermittelt die Steuereinrichtung 9 unter Berücksichtigung dieses Ansteuerwertes A - also des im Schritt S12 ermittelten Ansteuerwertes A - einen Erwartungswert E für die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts 2 nach dem Walzen in dem ersten Walzgerüst 1. Auch diese Ermittlung erfolgt mittels des Modells 12.

[0056] In einem Schritt S14 wartet die Steuereinrichtung 9 eine erste Wartezeit t1 ab. Die erste Wartezeit t1 entspricht derjenigen Zeit, die ein bestimmter Abschnitt des flachen Walzguts 2 benötigt, um ausgehend von der Sensoreinrichtung 6 das erste Walzgerüst 1 zu erreichen. Im wesentlichen implementiert die Steuereinrichtung 9 somit eine Wegverfolgung des flachen Walzguts 2 von der Sensoreinrichtung 6 zum ersten Walzgerüst 1. Im einfachsten Fall entspricht die erste Wartezeit t1 - siehe FIG 10 - dem Abstand a1 von der Sensoreinrichtung 6 zum ersten Walzgerüst 1, dividiert durch die Transportgeschwindigkeit v1 des flachen Walzguts 2 vor dem ersten Walzgerüst 1. Falls zwischen der Sensoreinrich-

tung 6 und dem ersten Walzgerüst 1 weitere Walzgerüste angeordnet sind, muss die erste Wartezeit t_1 gegebenenfalls durch eine Addition von mehreren Zeiten ermittelt werden, wobei jede Zeit für einen bestimmten Abschnitt charakteristisch ist und sich durch die Transportgeschwindigkeit des flachen Walzguts 2 im jeweiligen Abschnitt und die Länge des jeweiligen Abschnitts ergibt.

[0057] In einem Schritt S15 und damit nach Ablauf der ersten Wartezeit t_1 steuert die Steuereinrichtung 9 das erste Walzgerüst 1 entsprechend dem ermittelten Ansteuerwert A an. Der Schritt S15 korrespondiert im wesentlichen mit dem Schritt S3 von FIG 2. Im Ergebnis gibt die Steuereinrichtung 9 somit den Ansteuerwert A unter Berücksichtigung der Wegverfolgung des flachen Walzguts 2 von der Sensoreinrichtung 6 zum ersten Walzgerüst 1 an das erste Walzgerüst 1 aus.

[0058] In einem Schritt S16 wartet die Steuereinrichtung 9 sodann eine zweite Wartezeit t_2 ab. Die zweite Wartezeit t_2 entspricht derjenigen Zeit, die ein bestimmter Abschnitt des flachen Walzguts 2 benötigt, um ausgehend von dem ersten Walzgerüst 1 die weitere Sensoreinrichtung 13 zu erreichen. Im wesentlichen implementiert die Steuereinrichtung 9 somit eine Wegverfolgung des flachen Walzguts 2 von dem ersten Walzgerüst 1 zur weiteren Sensoreinrichtung 13. Im einfachsten Fall t_1 - siehe wieder FIG 10 - entspricht die zweite Wartezeit t_2 dem Abstand a_2 von dem ersten Walzgerüst 1 zur weiteren Sensoreinrichtung 13, dividiert durch die Transportgeschwindigkeit v_2 des flachen Walzguts 2 hinter dem ersten Walzgerüst 1. Falls zwischen dem ersten Walzgerüst 1 und der weiteren Sensoreinrichtung 13 weitere Walzgerüste angeordnet sind, muss die zweite Wartezeit t_2 gegebenenfalls durch eine Addition von mehreren Zeiten ermittelt werden, wobei jede Zeit für einen bestimmten Abschnitt charakteristisch ist und sich durch die Transportgeschwindigkeit des flachen Walzguts 2 im jeweiligen Abschnitt und die Länge des jeweiligen Abschnitts ergibt.

[0059] In einem Schritt S17 und damit nach Ablauf der zweiten Wartezeit t_2 nimmt die Steuereinrichtung 9 von der weiteren Sensoreinrichtung 13 diejenige weitere Messgröße M' entgegen, die von der weiteren Sensoreinrichtung 13 zu diesem Zeitpunkt erfasst wird. In einem Schritt S18 führt die Steuereinrichtung 9 den Modellparameter k anhand eines Vergleichs der weiteren Messgröße M' und des Erwartungswertes E der Werkstoffeigenschaft E nach und adaptiert dadurch das Modell 12. Im Ergebnis verwertet die Steuereinrichtung 9 somit im Rahmen der Adaptierung des Modells 12 die weitere Messgröße M' für einen Zeitpunkt, den die Steuereinrichtung 9 unter Berücksichtigung der Wegverfolgung des flachen Walzguts 2 von dem ersten Walzgerüst 1 zur weiteren Sensoreinrichtung 13 ermittelt hat.

[0060] Die Steuereinrichtung 9 führt die Schritte S11 bis S18 - analog zu den Schritten S1 bis S3 - iterativ immer wieder aus. Die obigen Ausführungen zu den Schritten S1 bis S3 sind analog anwendbar.

[0061] Weiterhin sind die Schritte S11 bis S18 und de-

ren Abfolge in der Praxis geringfügig anders implementiert. Beispielsweise können die Schritte S11 bis S18 mehrfach instanziiert ausgeführt werden. Auch ist es möglich, die Abfolge der Schritte S11 bis S18 in zwei Teile aufzuteilen, die parallel ausgeführt werden. Der erste Teil umfasst in diesem Fall die Schritte S11 bis S15, der zweite Teil die Schritte S16 bis S18.

[0062] Auch ist es möglich, die Schritte S14 und S16 als solche entfallen zu lassen. In diesem Fall kann eine direkte, unsynchronisierte Ausführung der verbleibenden Schritte S11 bis S13, S15, S17 und S18 erfolgen. In diesem Fall können beispielsweise der im Schritt S12 ermittelte jeweilige Ansteuerwert A und der im Schritt S13 ermittelte jeweilige Erwartungswert E in einem Zwischenspeicher (nicht dargestellt) temporär gepuffert werden. Gegebenenfalls kann auch die im Schritt S17 erfasste jeweilige weitere Messgröße M' in dem Zwischenspeicher temporär gepuffert werden. Dem jeweiligen Ansteuerwert A wird in diesem Fall bei der Speicherung ein Ausführungszeitpunkt zugeordnet. In analoger Weise wird in diesem Fall dem jeweiligen Erwartungswert E ein Verwertungszeitpunkt zugeordnet. Gegebenenfalls kann weiterhin auch der jeweiligen weiteren Messgröße M' ein Erfassungszeitpunkt zugeordnet werden. In diesem Fall wird bei der jeweiligen Ausführung des Schrittes S15 derjenige gespeicherte Ansteuerwert A ausgegeben, dessen Ausführungszeitpunkt gerade erreicht ist. In analoger Weise wird bei der jeweiligen Ausführung des Schrittes S18 derjenige gespeicherte Erwartungswert E verwertet, dessen Verwertungszeitpunkt mit der aktuellen Zeit übereinstimmt. Soweit erforderlich, kann in diesem Zusammenhang eine Interpolation von gespeicherten Ansteuerwerten A und von gespeicherten Erwartungswerten E erfolgen. Falls auch die weiteren Messgrößen M' und deren Erfassungszeitpunkte gespeichert werden, gilt dies in analoger Weise auch für die weiteren Messgrößen M' .

[0063] Unabhängig von der konkreten Implementierung kommt es aber darauf an, dass die Adaptierung des Modells 12 des Schrittes S18 auf alle zeitlich nachfolgenden Ausführungen der Schritte S12 und S13 wirkt.

[0064] Die Art des Ansteuerwertes A kann nach Bedarf bestimmt sein. Entscheidend ist, dass das Ansteuern des ersten Walzgerüsts 1 mit dem Ansteuerwert A die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts 2 beeinflusst. Beispielsweise ist es entsprechend der Darstellung in den FIG 12 und 13 möglich, dass die Steuereinrichtung 9 als Ansteuerwert A ein Verhältnis der oberen Umfangsgeschwindigkeit v_O zur unteren Umfangsgeschwindigkeit v_U ermittelt. In diesem Fall erfolgt also ein asymmetrisches Walzen, bei welchem die beiden Arbeitswalzen 3, 4 mit voneinander verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten v_O , v_U rotieren. Der Ansteuerwert A kann beispielsweise entsprechend der Darstellung in den FIG 12 und 13 als Faktor, mit welchem die untere Umfangsgeschwindigkeit v_U (bzw. deren Sollwert v_U^*) multipliziert werden muss, in die Ermittlung der oberen Umfangsgeschwindigkeit v_O (bzw. deren Sollwert v_O^*) eingehen.

[0065] In der Regel liegt das Verhältnis der oberen Umfangsgeschwindigkeit v_O zur unteren Umfangsgeschwindigkeit v_U zwischen 0,5 und 2,0, insbesondere zwischen 0,9 und 1,1. Weiterhin ist in der Regel irrelevant, welche der beiden Arbeitswalzen 3, 4 schneller als die andere Arbeitswalze 4, 3 rotiert.

[0066] FIG 12 zeigt weiterhin eine Ausgestaltung, welche in regelungstechnischer Hinsicht besonders einfach zu realisieren ist. Konkret wird im Rahmen der Ausgestaltung von FIG 12 die obere Arbeitswalze 3 von einem oberen Antrieb 14 angetrieben, während die untere Arbeitswalze 4 von einem unteren Antrieb 15 angetrieben wird. Der untere Antrieb 15 ist im Rahmen der Ausgestaltung gemäß FIG 12 ein vom oberen Antrieb 14 verschiedener Antrieb. In diesem Fall müssen lediglich dem oberen Antrieb 14 und dem unteren Antrieb 15 die entsprechenden Sollwerte v_O^* , v_U^* vorgegeben werden.

[0067] Im Gegensatz hierzu werden die obere Arbeitswalze 3 und die untere Arbeitswalze 4 in der Ausgestaltung von FIG 13 von einem gemeinsamen Antrieb 16 angetrieben. Zwischen dem gemeinsamen Antrieb 16 auf der einen Seite und der oberen Arbeitswalze 3 und der unteren Arbeitswalze 4 auf der anderen Seite ist in diesem Fall ein Getriebe 17 angeordnet. Das Getriebe weist einerseits eine Eingangswelle 18 und andererseits eine obere Ausgangswelle 19 und eine untere Ausgangswelle 20 auf. Die Eingangswelle 18 ist mit dem gemeinsamen Antrieb 16 drehfest verbunden. Die obere Ausgangswelle 19 ist mit der oberen Arbeitswalze 3 drehfest verbunden, die untere Ausgangswelle 20 mit der unteren Arbeitswalze 4. Die Eingangswelle 18 wirkt sowohl auf die obere Ausgangswelle 19 als auch auf die untere Ausgangswelle 20.

[0068] Das Getriebe 17 ist derart ausgestaltet, dass mittels des Getriebes 17 ein Verhältnis einer Drehzahl der oberen Ausgangswelle 19 gegenüber einer Drehzahl der unteren Ausgangswelle 20 stufenlos einstellbar ist. Beispielsweise kann das Getriebe 17 einerseits einen Aufteilungsblock 21 aufweisen, in dem eine Aufteilung des Antriebsstrangs auf die obere und die untere Arbeitswalze 3, 4 erfolgt. Zwischen dem Aufteilungsblock 21 und der oberen Arbeitswalze 3 kann sodann ein Zwischengetriebe 22 angeordnet sein, mittels dessen ein stufenloses Variieren der ausgangsseitigen Drehzahl relativ zur eingangsseitigen Drehzahl des Zwischengetriebes 22 möglich ist. Derartige Zwischengetriebe 22 sind Fachleuten allgemein bekannt. Beispiele sind ein Planetengetriebe und ein Differenzialgetriebe. Alternativ oder zusätzlich zu einer Anordnung zwischen dem Aufteilungsblock 21 und der oberen Arbeitswalze 3 kann auch zwischen dem Aufteilungsblock 21 und der unteren Arbeitswalze 4 ein Zwischengetriebe (nicht dargestellt) angeordnet sein.

[0069] FIG 14 zeigt eine andere Art des Ansteuerwertes A. Gemäß FIG 14 kann der Ansteuerwert A eine Temperaturbeeinflussung der oberen Arbeitswalze 3 sein, die über eine entsprechende Beeinflussungseinrichtung 23 auf die obere Arbeitswalze 3 wirkt. Beispielsweise kann

eine Kühlung der oberen Arbeitswalze 3 durch Aufspritzen von Wasser erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann der Ansteuerwert A eine Temperaturbeeinflussung der unteren Arbeitswalze 4 sein. Beispielsweise kann analog zur oberen Arbeitswalze 3 über eine entsprechende Beeinflussungseinrichtung 23' eine Kühlung der unteren Arbeitswalze 4 durch Aufspritzen von Wasser erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann der Ansteuerwert A eine Temperaturbeeinflussung des flachen Walzguts 2 vor dem Walzen in dem ersten Walzgerüst 1 sein. Beispielsweise kann über eine entsprechende Beeinflussungseinrichtung 23" ein Aufheizen des flachen Walzguts 2 erfolgen, insbesondere ein induktives Aufheizen.

[0070] Vorstehend wurden in Verbindung mit den FIG 1 bis 14 das Grundprinzip und verschiedene mögliche Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung erläutert. Im Rahmen der FIG 1 bis 14 wurde ein Reversierwalzwerk betrachtet, das nur ein einziges Walzgerüst 1 aufweist, also das erste Walzgerüst 1. Völlig analoge Ausgestaltungen sind aber auch möglich, wenn das Walzwerk - mit oder ohne Ausgestaltung als Reversierwalzwerk - zusätzlich weitere Walzgerüste aufweist, nachfolgend als zweite Walzgerüste 24 bezeichnet.

[0071] So ist es beispielsweise entsprechend der Darstellung in den FIG 15 bis 20 möglich, dass das Walzwerk mehrere Walzgerüste 1, 24 aufweist, die von dem Walzgut 2 sequenziell nacheinander durchlaufen werden. In diesem Fall ist das Walzwerk also als mehrgerüstige Walzstraße ausgebildet. Die jeweils dargestellte Anzahl von insgesamt fünf hintereinander angeordneten Walzgerüsten 1, 24 ist jedoch nur rein beispielhaft. Auch von den zweiten Walzgerüsten 24 sind in den FIG 15 bis 20 nur die Arbeitswalzen dargestellt. In der Regel weisen die zweiten Walzgerüste 24 jedoch - analog zum ersten Walzgerüst 1 - weitere Walzen auf. Weiterhin sind in den FIG 15 bis 20 nur die Walzgerüste 1, 24, das Walzgut 2 und die Sensoreinrichtung 6 sowie gegebenenfalls die weitere Sensoreinrichtung 13 dargestellt. Die weiteren Bestandteile des Walzwerks - insbesondere die Steuereinrichtung 9 - sind jedoch vorhanden. Auch wirkt die Steuereinrichtung 9 in der Regel auf alle Walzgerüste 1, 24 des Walzwerks, auch wenn in den FIG 15 bis 20 nur die Ansteuerung des ersten Walzgerüsts 1 mit dem Ansteuerwert A dargestellt ist.

[0072] Die Ausgestaltungen der FIG 15 bis 20 sind weitgehend gleichartig. Sie unterscheiden sich jedoch durch die Anordnung der Sensoreinrichtung 6, durch die Anordnung der zweiten Walzgerüste 24 relativ zur Sensoreinrichtung 6 und zum ersten Walzgerüst 1 und das Vorhandensein oder Fehlen der weiteren Sensoreinrichtung 13.

[0073] Konkret ist bei den Ausgestaltungen der FIG 15 und 16 die Sensoreinrichtung 6 hinter dem letzten Walzgerüst 1, 24 der Walzstraße angeordnet. Bei der Ausgestaltung von FIG 15 wirkt der Ansteuerwert A - also der unter Berücksichtigung der Messgröße M ermittelte Ansteuerwert A - auf das letzte Walzgerüst 1 der Walzstraße. In diesem Fall sind die zweiten Walzgerüste 24 nicht

zwischen der Sensoreinrichtung 6 und dem ersten Walzgerüst 1 angeordnet. Bei der Ausgestaltung von FIG 16 hingegen wirkt der Ansteuerwert A - also der unter Berücksichtigung der Messgröße M ermittelte Ansteuerwert A - auf ein anderes Walzgerüst 1 der Walzstraße, beispielsweise das dem letzten Walzgerüst 24 der Walzstraße unmittelbar vorgeordnete vorletzte Walzgerüst der Walzstraße. In diesem Fall ist mindestens eines der zweiten Walzgerüste 24 - konkret zumindest das letzte Walzgerüst 24 der Walzstraße - zwischen der Sensoreinrichtung 6 und dem ersten Walzgerüst 1 angeordnet.

[0074] Bei den Ausgestaltungen der FIG 17 bis 20 ist die Sensoreinrichtung 6 vor dem vordersten Walzgerüst 1, 24 der Walzstraße angeordnet. Bei den Ausgestaltungen der FIG 17 und 19 wirkt der Ansteuerwert A - also der unter Berücksichtigung der Messgröße M ermittelte Ansteuerwert A - auf das vorderste Walzgerüst 1 der Walzstraße. In diesem Fall sind also die zweiten Walzgerüste 24 nicht zwischen der Sensoreinrichtung 6 und dem ersten Walzgerüst 1 angeordnet. Bei den Ausgestaltungen der FIG 18 und 20 hingegen wirkt der Ansteuerwert A - also der unter Berücksichtigung der Messgröße M ermittelte Ansteuerwert A - auf ein anderes Walzgerüst 1 der Walzstraße, beispielsweise auf das dem vordersten Walzgerüst 24 der Walzstraße unmittelbar nachgeordnete Walzgerüst 1. In diesem Fall ist mindestens eines der zweiten Walzgerüste 24 - konkret zumindest das vorderste Walzgerüst 24 der Walzstraße - zwischen der Sensoreinrichtung 6 und dem ersten Walzgerüst 1 angeordnet.

[0075] Bei den Ausgestaltungen der FIG 19 und 20 ist weiterhin hinter dem letzten Walzgerüst 1, 24 der Walzstraße die weitere Sensoreinrichtung 13 angeordnet, so dass die entsprechende Adaptierung des Modells 12 erfolgen kann. Bei den Ausgestaltungen der FIG 17 und 18 ist die weitere Sensoreinrichtung 13 hingegen nicht vorhanden.

[0076] Die Ausgestaltungen der FIG 15 bis 20 sind nicht die einzig möglichen Ausgestaltungen einer mehrgerüstigen Walzstraße. Beispielsweise ist es möglich, dass zwischen dem ersten Walzgerüst 1 und der Sensoreinrichtung 6 mehrere zweite Walzgerüste 24 angeordnet sind. Im Extremfall kann die Sensoreinrichtung 6 hinter dem letzten Walzgerüst 24 der Walzstraße angeordnet sein und auf das vorderste Walzgerüst 1 der Walzstraße wirken oder umgekehrt vor dem vordersten Walzgerüst 24 der Walzstraße angeordnet sein und auf das letzte Walzgerüst 1 der Walzstraße wirken. Auch ist es möglich, mehrere Sensoreinrichtungen 6 und/oder mehrere weitere Sensoreinrichtungen 13 vorzusehen, beispielsweise vor und/oder hinter jedem einzelnen Walzgerüst 1, 24 der Walzstraße jeweils eine Sensoreinrichtung 6 und/oder eine weitere Sensoreinrichtung 13 anzuordnen. Auch ist es möglich, derartige Anordnungen zwischen einigen Walzgerüsten 1, 24 vorzunehmen, aber nicht bei allen Walzgerüsten 1, 24. Auch ist es möglich, dass die Steuereinrichtung 9 aufgrund der Messgröße M einer einzelnen Sensoreinrichtung mehrere An-

steuerwerte A ermittelt, die jeweils auf ein anderes erstes Walzgerüst 1 wirken. Welche Ausgestaltung konkret ergriffen wird, liegt im Belieben des Fachmanns.

[0077] Unabhängig davon welche Ausgestaltung konkret ergriffen wird, ist die Betriebsweise des jeweiligen Walzwerks der FIG 15 bis 20, soweit es die vorliegende Erfindung betrifft, die gleiche, wie sie obenstehend in Verbindung mit den FIG 1 bis 14 für das Reversierwalzwerk mit einem einzigen Walzgerüst 1 - dem ersten Walzgerüst 1 - erläutert wurde.

[0078] Die vorliegende Erfindung weist viele Vorteile auf. Insbesondere ist eine einfache Integration der erfindungsgemäßen Vorgehensweise in den laufenden Betrieb des Walzwerks möglich. Bei Elektroblechen und auch bei anderen Stahlsorten ist eine Glühbehandlung nach dem Kaltwalzen oder zwischen zwei Kaltwalzschritten oftmals nicht mehr erforderlich oder nur noch in eingeschränktem Umfang erforderlich. Bei AHSS und bei martensitischen und bainitischen Güten kann die Zeiligkeit von Werkstoffeigenschaften, die ihre Ursache in der Kühlung in der Kühlstrecke der Warmwalzstraße hat, verringert oder beseitigt werden. Sofern die Einwirkung auf das flache Walzgut 2 mittels des Ansteuerwertes A in Breitenrichtung des flachen Walzguts 2 ortsaufgelöst erfolgen kann (dies ist insbesondere bei einer thermischen Beeinflussung der Fall), können unter Umständen auch mehrere Sensoreinrichtungen 6 nebeneinander angeordnet sein.

[0079] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Varianten können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

[0080]

1, 24	Walzgerüste
2	flaches Walzgut
3	obere Arbeitswalze
4	untere Arbeitswalze
5	Haspel
6, 13	Sensoreinrichtungen
7	Anregungselement
8a bis 8d	Sensorelemente
9	Steuereinrichtung
10	Steuerprogramm
11	Programmcode
12	Modell
14 bis 16	Antriebe
17	Getriebe
18	Eingangswelle
19, 20	Ausgangswellen
21	Aufteilungsblock
22	Zwischengetriebe
23, 23', 23"	Beeinflussungseinrichtungen

A	Ansteuerwert	
a1, a2	Abstände	
d1, d2	Dicken	
E	Erwartungswert	
F	Walzkraft	5
IA, IW	Ströme	
Ia bis Id	Sensorsignale	
k	Modellparameter	
M, M'	Messgrößen	
S1 bis S18	Schritte	10
t1, t2	Wartezeiten	
T	Temperatur	
v, v1, v2	Transportgeschwindigkeiten	
vO, vU	Umfangsgeschwindigkeiten	
vO*, vU*	Sollwerte	15
x	Transportrichtung	

Patentansprüche

1. Walzwerk mit einem ersten Walzgerüst (1) zum Walzen eines flachen Walzguts (2) aus Metall,

- wobei vor und/oder hinter dem ersten Walzgerüst (1) eine Sensoreinrichtung (6) angeordnet ist, mittels derer mindestens eine für eine Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts (2) charakteristische Messgröße (M) erfassbar ist,

- wobei die Sensoreinrichtung (6) zum Übermitteln der erfassten Messgröße (M) mit einer Steuereinrichtung (9) für das Walzwerk verbunden ist,

- wobei die Steuereinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass sie die übermittelte Messgröße (M) im Rahmen der Ermittlung eines Ansteuerwertes (A) für das erste Walzgerüst (1) berücksichtigt,

- wobei das Ansteuern des ersten Walzgerüsts (1) mit dem Ansteuerwert (A) die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts (2) beeinflusst.

2. Walzwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Walzwerk mindestens ein zweites Walzgerüst (24) aufweist und dass die zweiten Walzgerüste (24) nicht zwischen der Sensoreinrichtung (6) und dem ersten Walzgerüst (1) angeordnet sind.

3. Walzwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Walzwerk mindestens ein zweites Walzgerüst (24) aufweist und dass mindestens eines der zweiten Walzgerüste (24) zwischen der Sensoreinrichtung (6) und dem ersten Walzgerüst (1) angeordnet ist.

4. Walzwerk nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet,**

dass das erste Walzgerüst (1) eine obere Arbeitswalze (3) und eine untere Arbeitswalze (4) aufweist und dass die Steuereinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass der unter Berücksichtigung der Messgröße (M) ermittelte Ansteuerwert (A) ein Verhältnis einer oberen Umfangsgeschwindigkeit (vO), mit welcher die obere Arbeitswalze (3) rotiert, zu einer unteren Umfangsgeschwindigkeit (vU) ist, mit welcher die untere Arbeitswalze (4) rotiert.

5. Walzwerk nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass sie das Verhältnis der oberen Umfangsgeschwindigkeit (vO) zur unteren Umfangsgeschwindigkeit (vU) derart ermittelt, dass es zwischen 0,5 und 2,0 liegt, insbesondere zwischen 0,9 und 1,1.

6. Walzwerk nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Arbeitswalze (3) von einem oberen Antrieb (14) angetrieben wird und die untere Arbeitswalze (4) von einem vom oberen Antrieb (14) verschiedenen unteren Antrieb (15) angetrieben wird.

7. Walzwerk nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Arbeitswalze (3) und die untere Arbeitswalze (4) von einem gemeinsamen Antrieb (16) angetrieben werden und dass zwischen dem gemeinsamen Antrieb (16) auf der einen Seite und der oberen Arbeitswalze (3) und der unteren Arbeitswalze (4) auf der anderen Seite ein Getriebe (17) angeordnet ist, mittels dessen ein Verhältnis einer Drehzahl einer mit der oberen Arbeitswalze (3) drehfest verbundenen oberen Ausgangswelle (19) des Getriebes (17) gegenüber einer Drehzahl einer mit der unteren Arbeitswalze (4) drehfest verbundenen unteren Ausgangswelle (20) des Getriebes (17) stufenlos einstellbar ist.

8. Walzwerk nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Walzgerüst (1) eine obere Arbeitswalze (3) und eine untere Arbeitswalze (4) aufweist und dass die Steuereinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass der unter Berücksichtigung der Messgröße (M) ermittelte Ansteuerwert (A) eine Temperaturbeeinflussung der oberen Arbeitswalze (3) und/oder der unteren Arbeitswalze (4) des ersten Walzgerüsts (1) und/oder des flachen Walzguts (2) vor dem Walzen in dem ersten Walzgerüst (1) ist.

9. Walzwerk nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoreinrichtung (6) vor dem ersten Walzgerüst (1) angeordnet ist und dass die Steuereinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass sie den unter

Berücksichtigung der Messgröße (M) ermittelten Ansteuerwert (A) unter Berücksichtigung einer Wegverfolgung des flachen Walzguts (2) von der Sensoreinrichtung (6) zum ersten Walzgerüst (1) an das erste Walzgerüst (1) aus gibt.

10. Walzwerk nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Steuereinrichtung (9) ein Modell (12) umfasst, mittels dessen die Steuereinrichtung (9) unter Berücksichtigung der Messgröße (M) den Ansteuerwert (A) für das erste Walzgerüst (1) ermittelt und weiterhin unter Berücksichtigung des unter Berücksichtigung der Messgröße (M) ermittelten Ansteuerwertes (A) einen Erwartungswert (E) für die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts (2) nach dem Walzen in dem ersten Walzgerüst (1) ermittelt,
- **dass** hinter dem ersten Walzgerüst (1) eine weitere Sensoreinrichtung (13) angeordnet ist, mittels derer mindestens eine für die Werkstoffeigenschaft des flachen Walzguts (2) nach dem Walzen in dem ersten Walzgerüst (1) charakteristische weitere Messgröße (M') erfassbar ist,
- **dass** die weitere Sensoreinrichtung (13) zum Übermitteln der erfassten weiteren Messgröße (M') mit der Steuereinrichtung (9) verbunden ist,
- **dass** die Steuereinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass sie die weitere Messgröße (M') für einen Zeitpunkt verwertet, den die Steuereinrichtung (9) unter Berücksichtigung einer Wegverfolgung des flachen Walzguts (2) von dem ersten Walzgerüst (1) zur weiteren Sensoreinrichtung (13) ermittelt, und
- **dass** die Steuereinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass sie das Modell (12) anhand eines Vergleichs der weiteren Messgröße (M') und des Erwartungswertes (E) der Werkstoffeigenschaft adaptiert.

11. Walzwerk nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinrichtung (9) derart ausgebildet ist, dass sie bei der Ermittlung des Ansteuerwertes (A) zusätzlich zu der übermittelten Messgröße (M) die Temperatur (T) des flachen Walzguts (2) vor dem Walzen des flachen Walzguts (2) in dem ersten Walzgerüst (1) und/oder die Walzkraft (F) beim Walzen des flachen Walzguts (2) im ersten Walzgerüst (1) und/oder die Stichabnahme beim Walzen des flachen Walzguts (2) in dem ersten Walzgerüst (1) berücksichtigt.

12. Walzwerk nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Sensoreinrichtung (9) ein Anregungs-

element (7) und ein erstes Sensorelement (8a) umfasst,

- **dass** mittels des Anregungselementes (7) in dem flachen Walzgut (2) ein Basissignal angeregt wird,
- **dass** mittels des ersten Sensorelements (8a) ein auf dem angeregten Basissignal basierendes erstes Sensorsignal (1a) erfasst wird und
- **dass** die Sensoreinrichtung (6) die übermittelte Messgröße (M) unter Berücksichtigung des ersten Sensorsignals (1a) ermittelt oder dass die übermittelte Messgröße (M) das erste Sensorsignal (1a) umfasst.

13. Walzwerk nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Sensoreinrichtung (6) zusätzlich eine Anzahl von zweiten Sensorelementen (8b bis 8d) umfasst,
- **dass** vom ersten Sensorelement (8a) aus in Transportrichtung (x) gesehen das jeweilige zweite Sensorelement (8b bis 8d) vor oder hinter dem ersten Sensorelement (8a) und/oder seitlich versetzt angeordnet ist,
- **dass** mittels des jeweiligen zweiten Sensorelements (8b bis 8d) ein jeweiliges auf dem angeregten Basissignal basierendes, zum ersten Sensorsignal (1a) gleichartiges zweites Sensorsignal (1b bis 1d) erfasst wird und
- **dass** die Sensoreinrichtung (6) die übermittelte Messgröße (M) unter Berücksichtigung auch des jeweiligen zweiten Sensorsignals (1b bis 1d) ermittelt oder dass die übermittelte Messgröße (M) auch das jeweilige zweite Sensorsignal (1b bis 1d) umfasst.

14. Walzwerk nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Basissignal ein Wirbelstrom (IW) oder ein Schallsignal ist, insbesondere ein Ultraschallsignal.

15. Walzwerk nach Anspruch 12, 13 oder 14,
dadurch gekennzeichnet,

dass eine Verbindungslinie vom Anregungselement (7) zum ersten Sensorelement (8a) parallel zur Transportrichtung (x) verläuft.

16. Walzwerk nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Werkstoffeigenschaft eine elektromagnetische Eigenschaft oder eine mechanische Eigenschaft des Walzguts (2) ist.

17. Walzwerk nach einem der obigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Walzwerk ein Kaltwalzwerk ist.

FIG 1

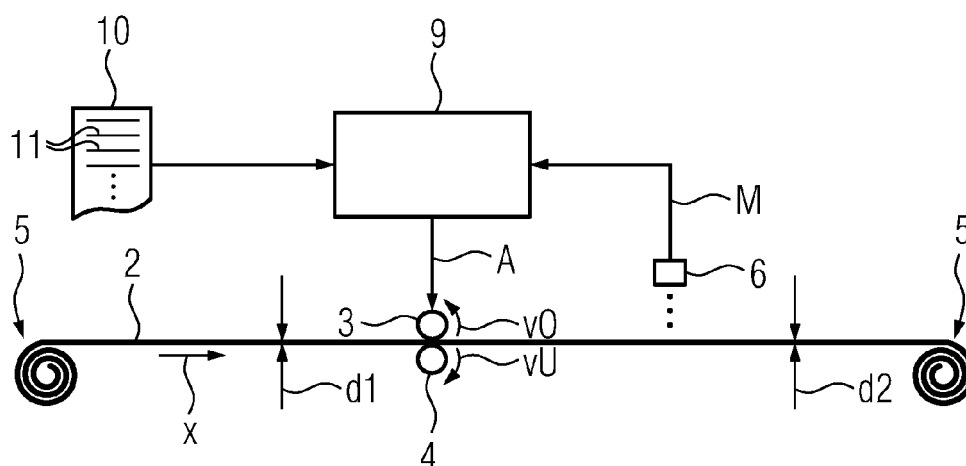


FIG 2

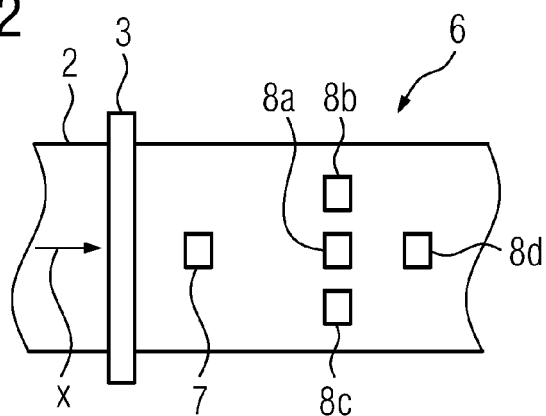


FIG 3

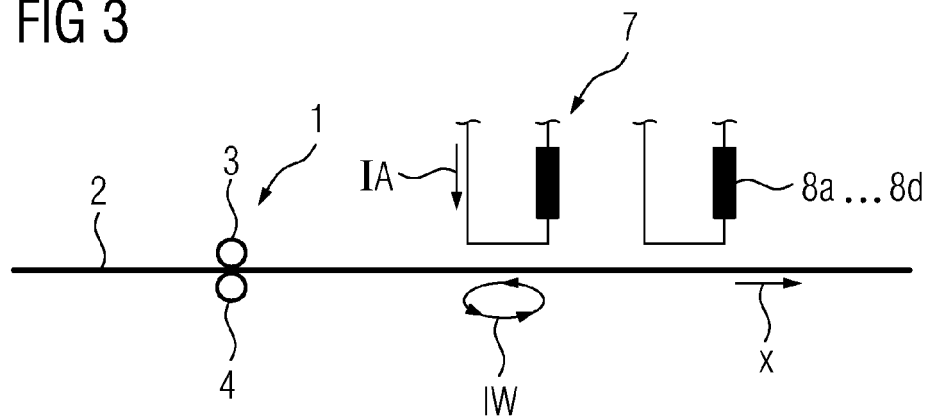


FIG 4

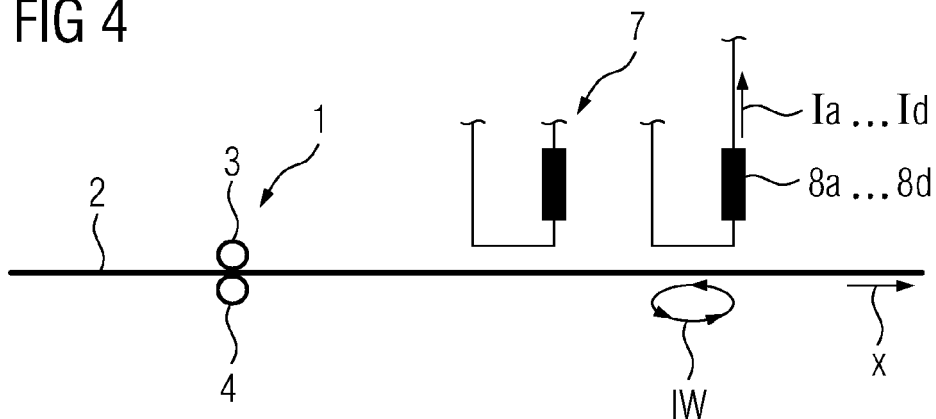


FIG 5

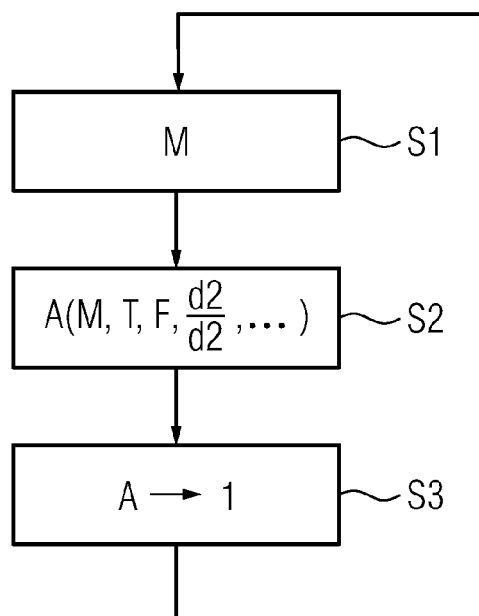


FIG 6

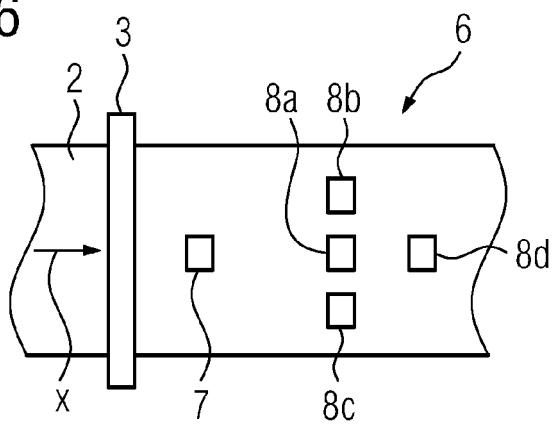


FIG 7

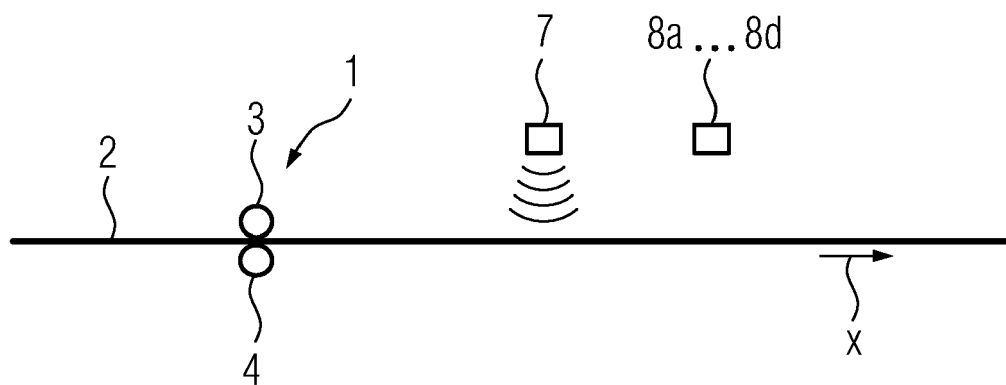


FIG 8

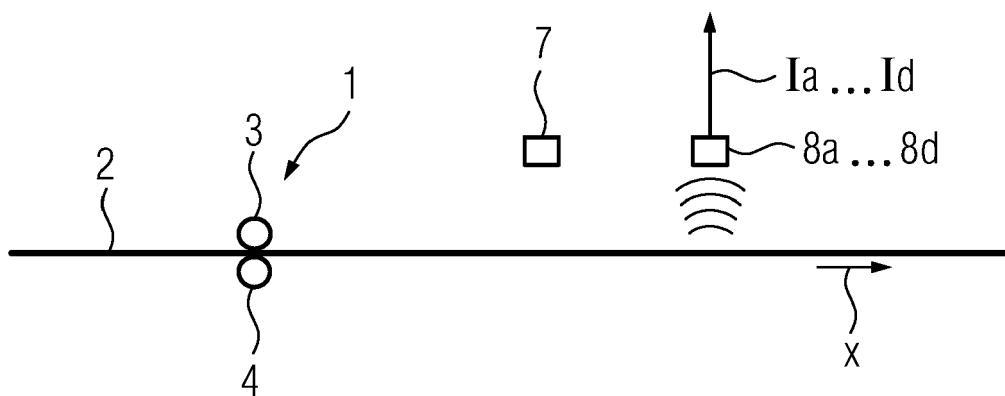


FIG 9

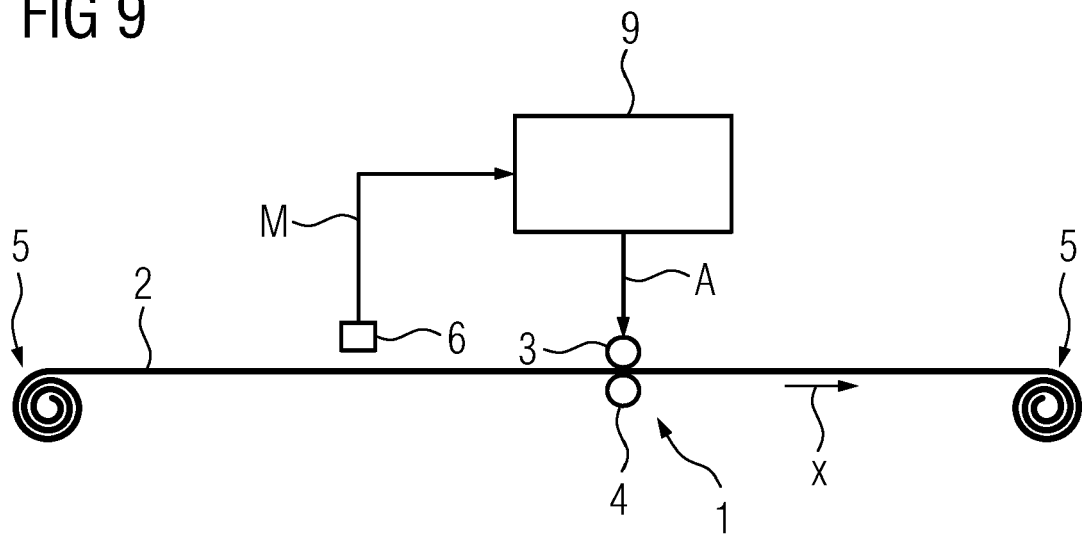


FIG 10

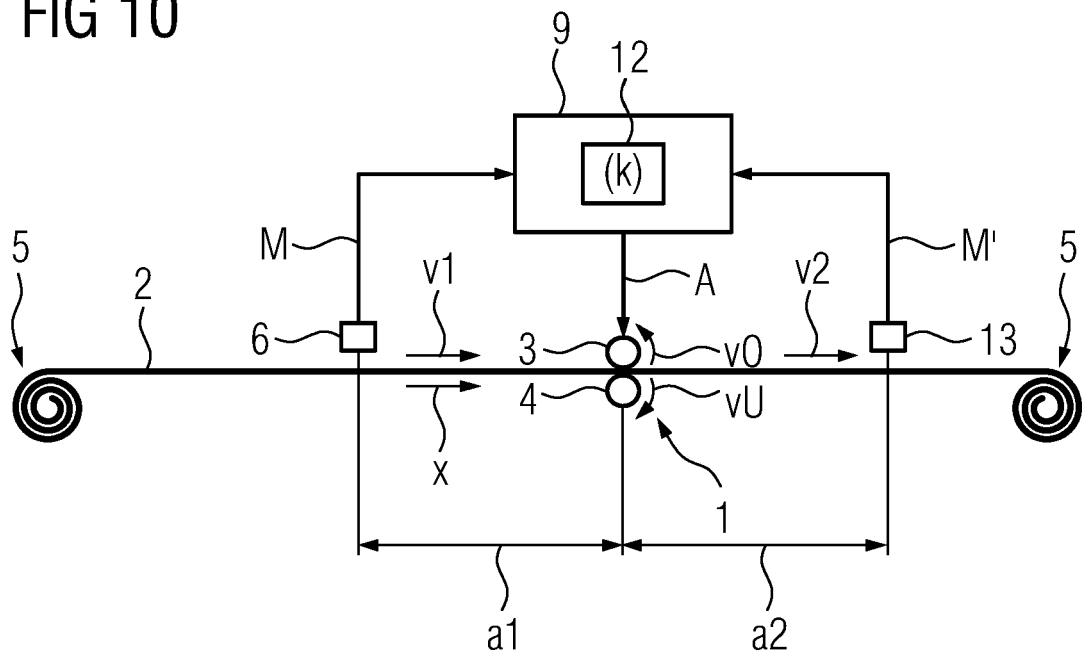


FIG 11

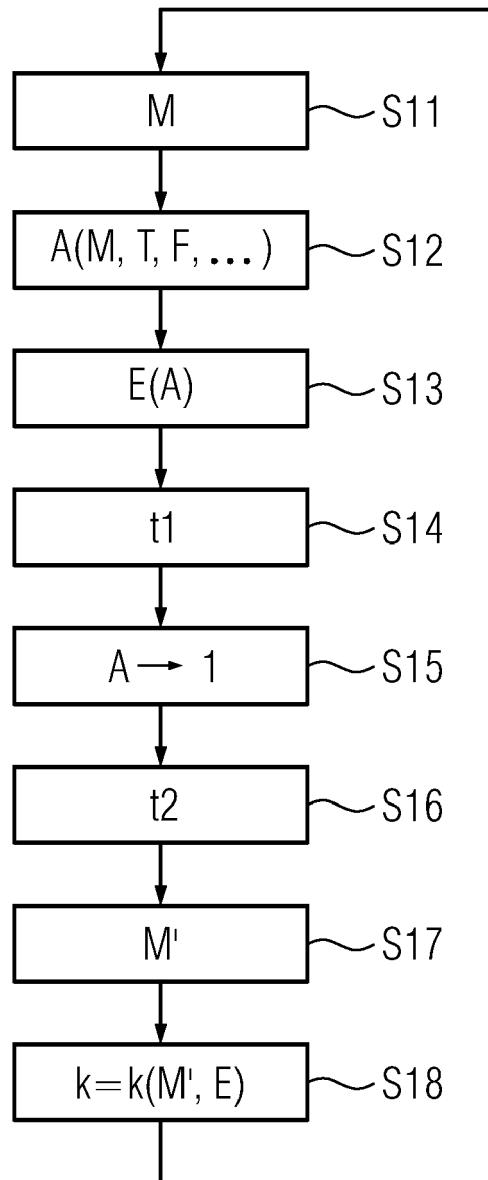


FIG 12

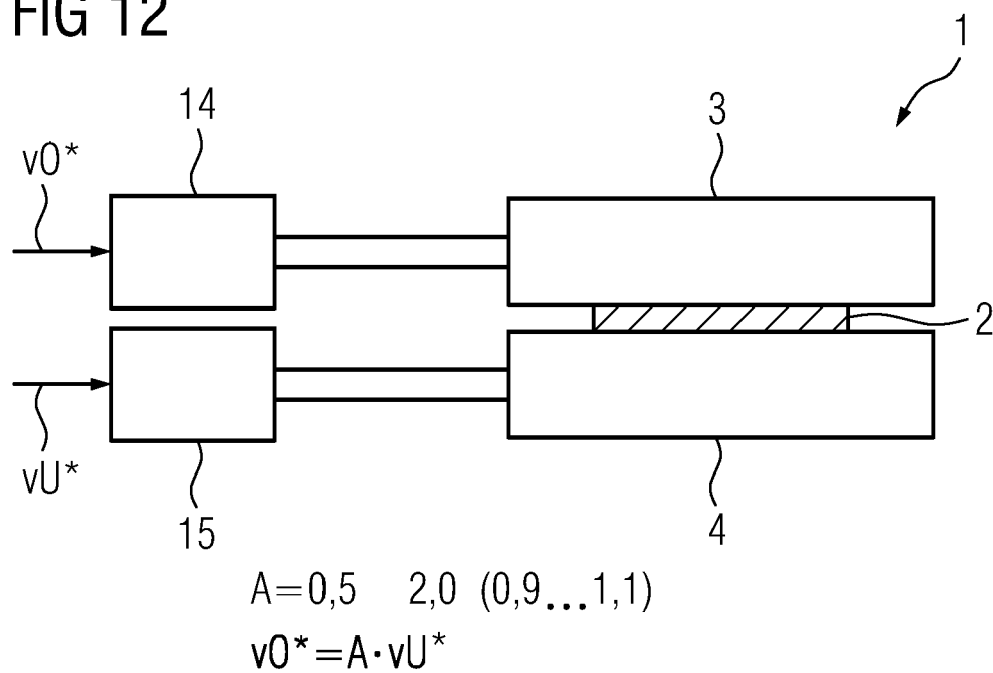


FIG 13

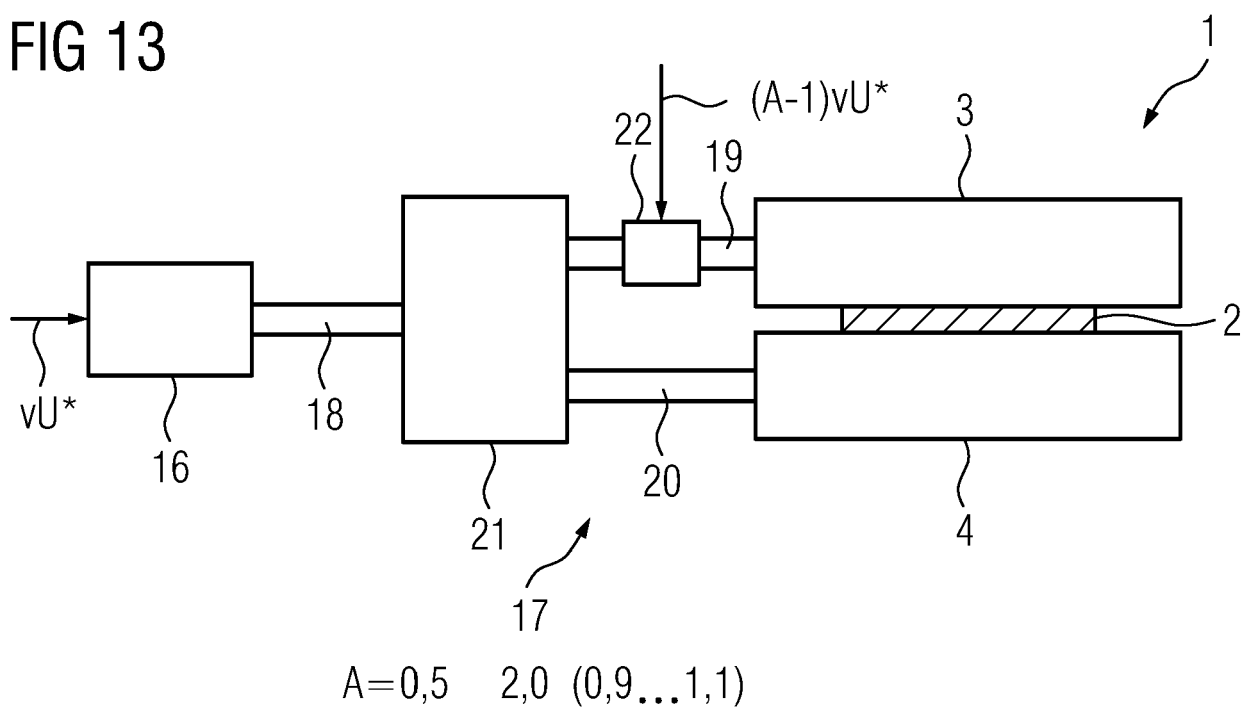


FIG 14

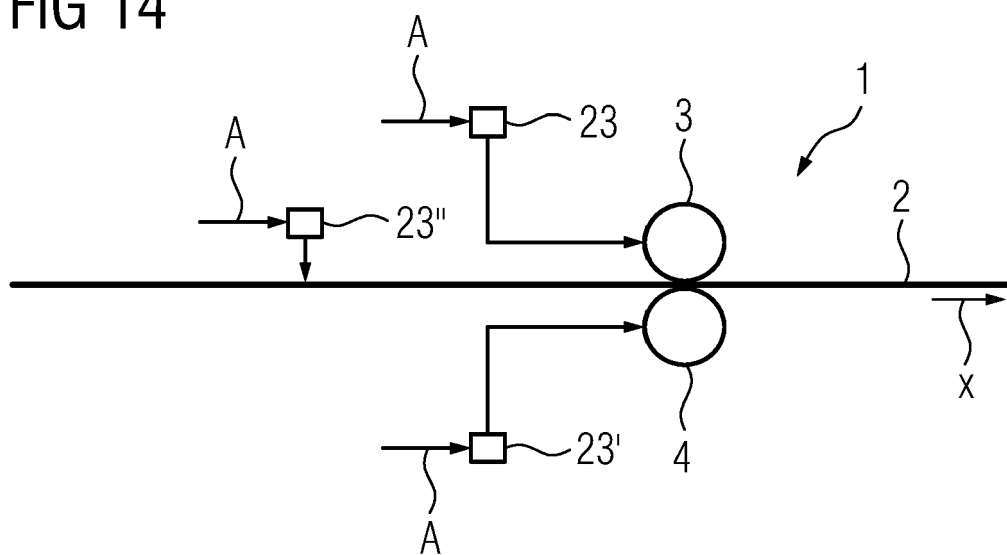


FIG 15

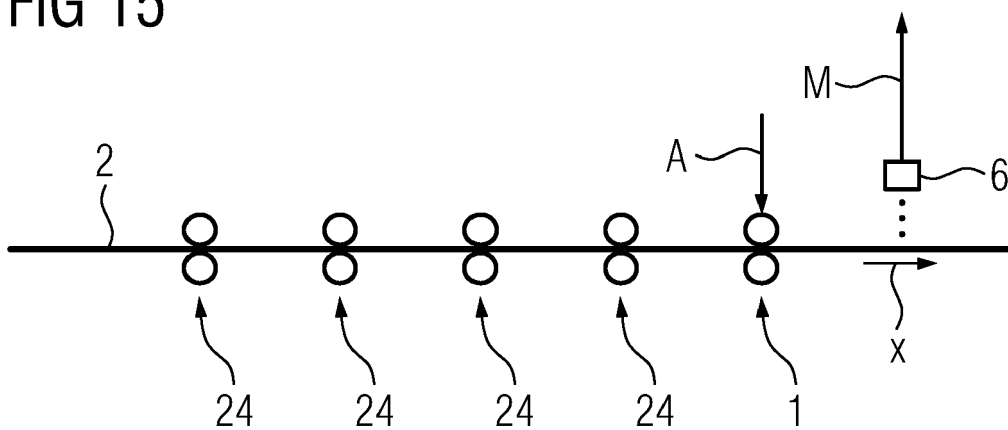


FIG 16

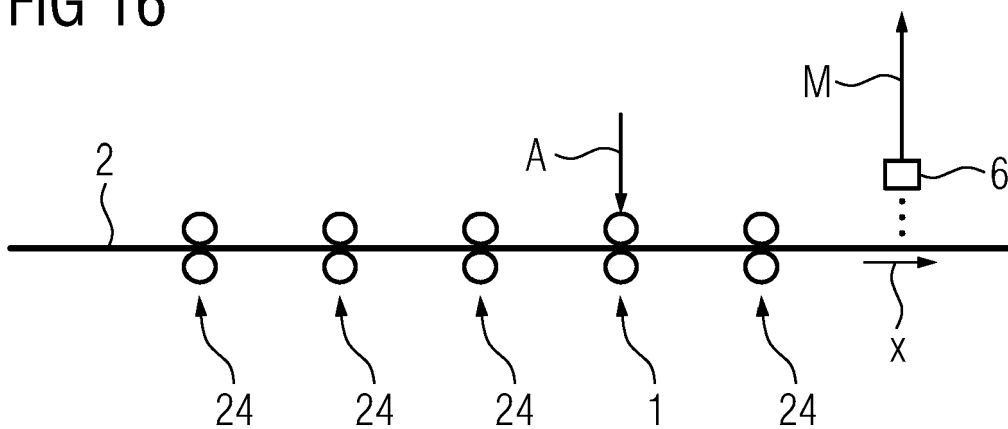


FIG 17

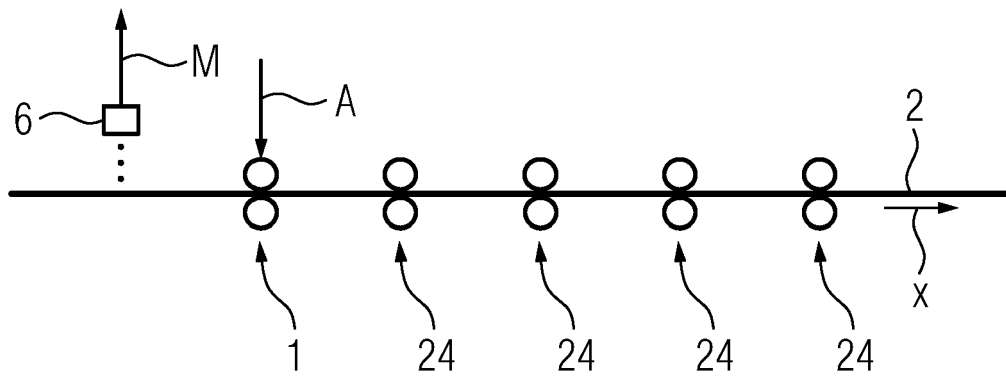


FIG 18

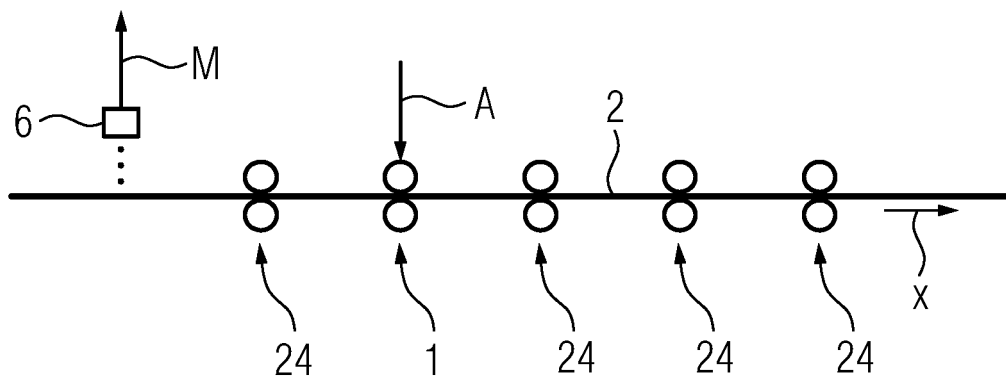


FIG 19

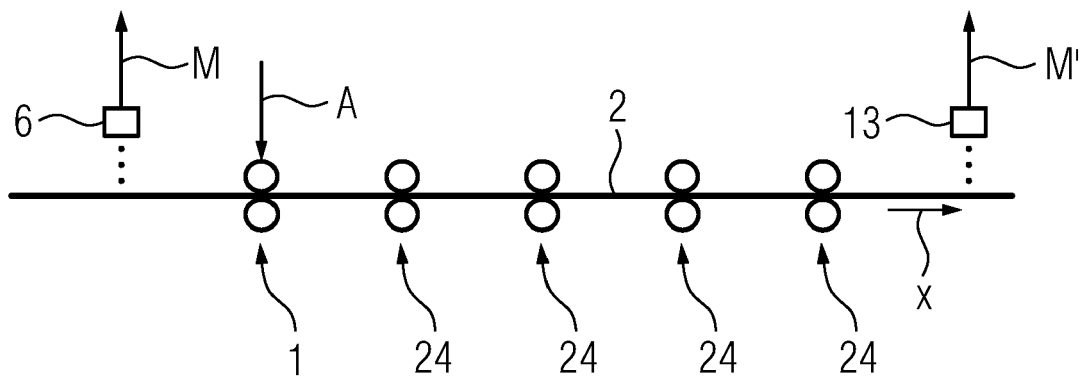
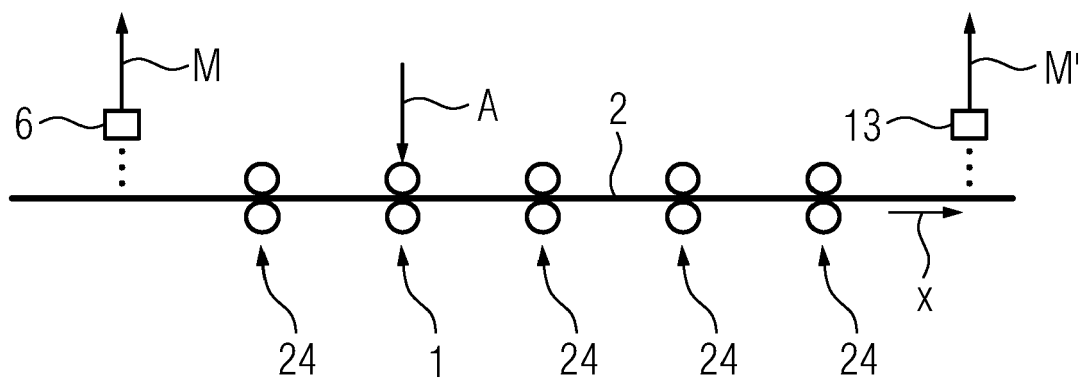


FIG 20





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 15 4128

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2017/157692 A1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 21. September 2017 (2017-09-21)	1-3,8-17	INV. B21B37/46
A	* Ansprüche 1-17; Abbildung 1 *	4-7	
A	----- CN 108 906 887 A (UNIV SHENYANG) 30. November 2018 (2018-11-30)	1-17	
A	* Zusammenfassung; Ansprüche 1-4 *		
A	----- US 2013/031944 A1 (MURALIDHARAN GOVINDARAJAN [US] ET AL) 7. Februar 2013 (2013-02-07)	1-17	
A	* Ansprüche 1-12; Abbildungen 1-10 *		
A	----- EP 2 548 663 A2 (NAT UNIV KANGNUNG WONJU IND AC [KR]) 23. Januar 2013 (2013-01-23)	1-17	
A	* Ansprüche 1-22; Abbildungen 1-14 *		
A	----- "ZERSTOERUNGSFREIE ON-LINE WERKSTOFFPRUEFUNG FUER KALTGEWALZTE UND OBERFLAECHEVEREDELTE STAHLBAENDER", STAHL UND EISEN,, Bd. 120, Nr. 3, 15. März 2000 (2000-03-15) , Seite 54, XP000945578, ISSN: 0340-4803 * Abbildung 1 *	1,12-16	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B21B B21C C21D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		25. Juni 2020	
		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			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 20 15 4128

5 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.

25-06-2020

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2017157692 A1	21-09-2017	CN 108779508 A DE 102016222644 A1 EP 3430175 A1 US 2019071750 A1 WO 2017157692 A1	09-11-2018 28-09-2017 23-01-2019 07-03-2019 21-09-2017
20	CN 108906887 A	30-11-2018	KEINE	
25	US 2013031944 A1	07-02-2013	KEINE	
30	EP 2548663 A2	23-01-2013	CN 103037992 A EP 2548663 A2 JP 5775888 B2 JP 2013525111 A JP 2015134378 A KR 20110105185 A US 2013017118 A1 WO 2011115402 A2	10-04-2013 23-01-2013 09-09-2015 20-06-2013 27-07-2015 26-09-2011 17-01-2013 22-09-2011
35				
40				
45				
50				
55				

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 Nicht-Patentliteratur

- **GERHARD HIRT et al.** *Umformtechnik für die Elektromobilität*, 21. Januar 2020 **[0005]**