



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.06.2002 Patentblatt 2002/26**

(51) Int Cl.7: **B21B 38/12**

(21) Anmeldenummer: **01128696.0**

(22) Anmeldetag: **01.12.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder: **Schulze, Stefan**  
**40880 Ratingen (DE)**

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing.**  
**Patentanwälte Hemmerich & Kollegen,**  
**Hammerstrasse 2**  
**57072 Siegen (DE)**

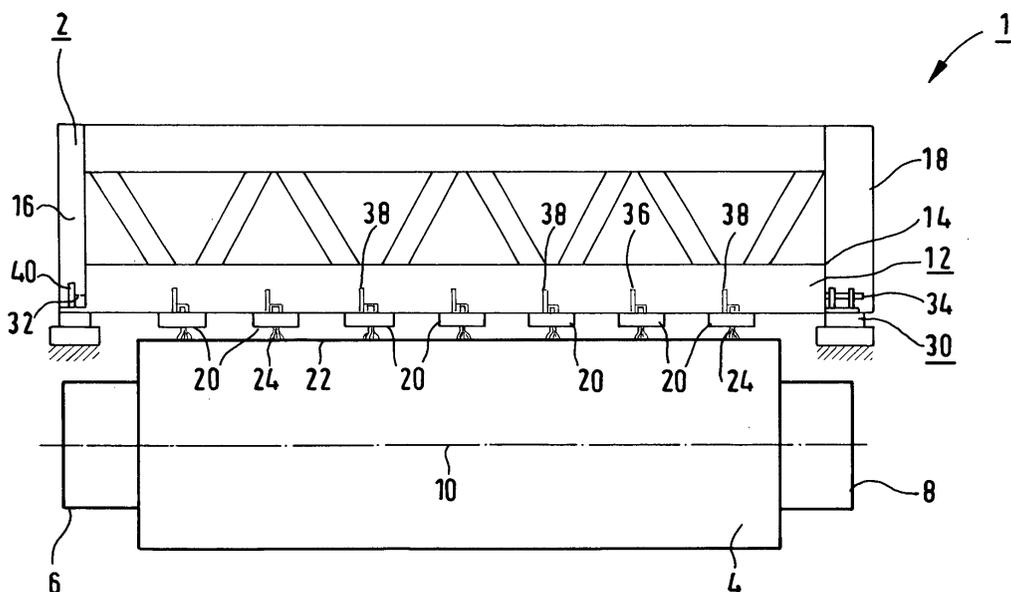
(30) Priorität: **21.12.2000 DE 10063773**

(71) Anmelder: **SMS Demag AG**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

(54) **Konturmesseinrichtung und Verfahren zur Messung einer Kontur**

(57) Eine Konturmesseinrichtung (12) zur Messung der Kontur einer an einem Walzgerüst (2) angeordneten Walze (4) mit einer Anzahl von Abstandssensoren (20), von denen jeder zur Ermittlung seines jeweiligen Abstands zur Oberfläche (22) der Walze (4) ausgelegt ist, soll auch unter vergleichsweise widrigen Bedingungen eine Bestimmung der Kontur der Walze (4) mit besonders hoher Genauigkeit gewährleisten und zudem auch eine Bestimmung der räumlichen Position der Walze (4), insbesondere im Verhältnis zu anderen Walzen, er-

möglichen. Dazu umfaßt die Konturmesseinrichtung (12) erfindungsgemäß ein Meßsystem (30) zur Ermittlung der Position jedes Abstandssensors (20) relativ zu einem Fixpunkt (32) des Walzgerüsts (2). Beim Verfahren zur Ermittlung der Kontur der Walze (4) wird in der Art einer zweikomponentigen Ausgestaltung einerseits für eine Anzahl von Abstandssensoren (20) ihr jeweiliger Abstand zur Oberfläche (22) der Walze (4) ermittelt, wobei andererseits die Position jedes Abstandssensors (20) relativ zum Fixpunkt (32) des Walzgerüsts (2) ermittelt wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Konturmeßeinrichtung zur Messung der Kontur einer in einem Walzengerüst angeordneten Walze mit einer Anzahl von Abstandssensoren, von denen jeder zur Ermittlung seines jeweiligen Abstands zur Oberfläche der Walze ausgelegt ist. Sie betrifft weiter ein Verfahren zur Messung einer derartigen Kontur.

**[0002]** Zum Walzen eines Walzguts, beispielsweise in einer Walzstraße, kann ein Walzengerüst oder eine Walzanlage mit einer Anzahl von Arbeits- und bedarfsweise Stützwalzen zum Einsatz kommen. Das Walzengerüst oder die Walzanlage kann dabei insbesondere zum Walzen von sogenannten Kalt- oder Warmflachprodukten, beispielsweise Metallbändern, vorgesehen sein. Der Walzprozeß hinsichtlich der ihn charakterisierenden Betriebsparameter sowie die Qualität des Walzprodukts hängen dabei in besonderem Maße von der Geometrie der Walzen ab. Im Idealfall sollten die Walzen, auf ihren Umfang bezogen, absolut rund und frei von Exzentrizität sein. Abweichungen davon und insbesondere eine auftretende Exzentrizität der Walzen können durch den Walzprozeß nämlich auf das Produkt übertragen werden und somit unmittelbar zu Qualitätseinbußen beim Walzprodukt führen.

**[0003]** Darüber hinaus kann auch das Profil einer Walze parallel zur Walzenachse, die sogenannte Balligkeit, Einfluß auf die Planheit und das Profil des Walzgutes haben. Für eine besonders günstige Prozeßführung im Hinblick auf besonders hohe Qualitätsanforderungen hinsichtlich des Walzprodukts können in einer Walzstraße oder in einem Walzgerüst daher Steuerungs- und/oder Regelungssysteme zum Einsatz kommen, über die Abweichungen einer oder mehrerer Walzen von der gewünschten Kontur oder vom gewünschten Profil kompensierbar sind. Für eine hinreichend genaue Prozeßführung ist dabei eine möglichst zeitnahe und exakte Kenntnis über die Kontur der jeweiligen Walzen, also insbesondere über deren Balligkeit, von besonderer Bedeutung.

**[0004]** Dazu kann eine Überwachung der oder jeder Walze hinsichtlich einer Veränderung ihrer Geometrie, insbesondere ihrer Balligkeit und ihrer Rundheit in Umfangsrichtung, vorgesehen sein. Diese Überwachung kann auch über einen ausgedehnten Zeitraum hinweg kontinuierlich erfolgen, um somit auch Veränderungen der genannten Parameter, beispielsweise infolge von thermischem Wachstum, Verschleiß oder sogenannten Rattermarken, in der Prozeßführung hinreichend zu berücksichtigen.

**[0005]** Weiterhin kann für eine hohen Qualitätsansprüchen genügende Prozeßführung zusätzlich zur Überwachung der Geometrie der Walzen auch eine Überwachung ihrer Lage relativ zueinander und/oder relativ zum eigentlichen Walzgerüst oder den Walzständen vorgesehen sein. Dabei kann insbesondere die vertikale Schiefstellung und die Durchbiegung einer

oder jeder Walze überwacht werden, über die jeweils gezielt das Profil des Walzgutes beeinflussbar ist.

**[0006]** Um für die genannten Zwecke einem Steuerungs- oder Regelsystem der Walzanlage geeignete Eingangswerte bereitzustellen, kann eine Konturmeßeinrichtung zur Messung der Kontur der jeweiligen Walzen vorgesehen sein. Eine derartige Konturmeßeinrichtung ist beispielsweise aus der DE 195 47 438 A1 bekannt. Diese Konturmeßeinrichtung umfaßt eine Anzahl von an einem in einer Längsrichtung ausgedehnten Träger beabstandet zueinander angeordneten Abstandssensoren, die jeweils den Abstand ihres Meßkopfes zur Oberfläche der jeweiligen Walze ermitteln. Allerdings können bei diesem System infolge auftretender Schwingungen und infolge von thermischem Verzug in der Befestigung der Sensoren die bereitgestellten Meßwerte mit einem vergleichsweise großen Meßfehler behaftet sein, so daß eine hinreichend genaue Prozeßführung nur eingeschränkt möglich ist. Insbesondere eine Entkopplung der Abstandssensoren von auftretenden Bauteilschwingungen ist dabei nicht oder nur mit erheblichem Aufwand möglich.

**[0007]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Konturmeßeinrichtung der oben genannten Art anzugeben, die auch unter vergleichsweise widrigen Bedingungen eine Bestimmung der Kontur einer Walze mit besonders hoher Genauigkeit gewährleistet und zudem auch eine Bestimmung der räumlichen Position der Walze, insbesondere im Verhältnis zu anderen Walzen, ermöglicht. Weiterhin soll ein besonders zuverlässiges und genaues Verfahren zur Messung der Kontur einer in einem Walzengerüst angeordneten Walze angegeben werden.

**[0008]** Bezüglich der Konturmeßeinrichtung wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst mit einem Meßsystem zur Ermittlung der Position jedes Abstandssensors relativ zu einem Fixpunkt des Walzengerüsts.

**[0009]** Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, daß eine Bestimmung der Kontur einer Walze mit hoher Genauigkeit auch bei widrigen Bedingungen, wie sie beispielsweise in einer Walzanlage herrschen können, durch eine systematische Vermeidung oder Verringerung von wesentlichen Fehlerquellen erreichbar ist. Als eine wesentliche Fehlerquelle bei der Bestimmung der Kontur wurde dabei die infolge von Schwingungen oder thermischem Verzug sich verändernde und oftmals nur unzureichend bekannte Position der Abstandssensoren an sich erkannt. Zwar käme hierzu ein Konstanthalten der absoluten Positionen der Abstandssensoren während der Bestimmung der Kontur und - insbesondere bei einer Regelung - über einen ausgedehnten Zeitraum in Betracht; dies ist aber aufgrund der herrschenden Kräfte und Schwingungen und insbesondere wegen thermischer Effekte nur mit eingeschränkter Genauigkeit und mit besonders hohem Aufwand möglich. Statt dessen ist vorliegend ein zweistufiges Konzept vorgesehen, bei dem eine rechnerische Kompensation beispielsweise von störenden Bauteilschwingungen er-

möglich ist. Dazu ist in der Art eines ersten Schrittes einerseits die Ermittlung des Abstands des jeweiligen Abstandssensors zur Walzenoberfläche und in der Art eines zweiten Schrittes andererseits die Ermittlung der Position jedes Abstandssensors relativ zu einem Fixpunkt des Walzengerüsts vorgesehen.

**[0010]** Als Fixpunkt kann dabei beispielsweise die Walzenmitte oder Walzenachse vorgesehen sein, die infolge ihrer endseitigen Lagerung im Walzengerüst eine örtlich hinreichend fixierte Lage aufweist.

**[0011]** Um nachteilige Beeinflussungen der Meßergebnisse durch Veränderungen der Oberflächeneigenschaften der Walze, beispielsweise infolge der Beanspruchung durch den Walzprozeß, auch bei längerem Betrieb sicher auszuschließen, sind die Abstandssensoren vorteilhafterweise als berührungslose Sensoren, bevorzugt als Wirbelstromsensoren, ausgebildet.

**[0012]** Zur Erfassung des Profils der Walze oder ihrer Kontur in im wesentlichen einem einzigen Meßgang ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung eine Mehrzahl der Abstandssensoren vorgesehen, die an einem im wesentlichen parallel zur Walzenachse ausgerichteten Träger beabstandet zueinander angeordnet sind.

**[0013]** Das Meßsystem sollte für eine besonders hohe Zuverlässigkeit gerade im Hinblick auf die beim vorgesehenen Einsatz in einem Walzwerk zu erwartenden hohen Belastungen ausgelegt, andererseits aber mit einem nur begrenzten Aufwand bereitstellbar sein. Dazu ist das Meßsystem vorteilhafterweise als optisches System ausgebildet. Zur Positionsbestimmung weist das Meßsystem dabei in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung eine Quelle zur gerichteten Emission von Licht, insbesondere eine Laserlichtquelle, auf. Dabei ist gerade aufgrund der gerichteten Ausbreitung des Lichts auf besonders einfache Weise eine zuverlässige und an sich berührungslose Positionsbestimmung der Abstandssensoren möglich.

**[0014]** Ergänzend dazu umfaßt das Meßsystem zweckmäßigerweise eine Anzahl von optischen Detektoren, von denen jeder jeweils einem Abstandssensor zugeordnet und mit diesem starr verbunden ist. Bei den optischen Detektoren kann es sich um Fotodetektoren handeln, die ein Ausgangssignal liefern, das von der Intensität des einfallenden Lichts abhängt. Beispielsweise kann dabei eine Sollage des Abstandssensors durch diejenige vertikale Position im Walzengerüst definiert sein, in der der ihm zugeordnete Fotodetektor vom gerichtet emittierten Lichtstrahl oder Laserstrahl voll ausgeleuchtet wird und somit ein maximales Ausgangssignal liefert. Eine Abweichung von der Sollage, beispielsweise aufgrund von thermischen Effekten, ist dann anhand eines Abfalls des Ausgangssignals erkennbar, so daß das vom Abstandssensor gelieferte, für seinen Abstand zur Walzenoberfläche charakteristische Ausgangssignal in einer nachfolgenden Regelungseinrichtung entsprechend kompensiert werden kann.

**[0015]** In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung sind die optischen Detektoren jedoch jeweils als Fotodiodenar-

ray ausgebildet. Dadurch ist orts aufgelöst die Erfassung des gerichtet ausgesandten Lichtstrahls oder Laserstrahls möglich; eine Erfassung einer Abweichung der Position des zugeordneten Abstandssensors aus seiner Sollage ist somit direkt ermittelbar. Insbesondere in Verbindung mit einer vorgeschalteten Linse ist dabei eine Ortsauflösung bis in den Mikrometer- ( $\mu\text{m}$ -) Bereich erreichbar.

**[0016]** Sowohl bei der Verwendung von Fotosensoren als auch bei der Verwendung von Fotodiodenarrays ist eine vergleichsweise einfache und schnelle Auswertung möglich, die eine Berechnung der Positionen der Abstandssensoren mit einer Taktfrequenz von mehr als 500 Hz ermöglicht. Somit kann der Einfluß möglicher Eigenfrequenzen der Halterungen der Abstandssensoren eliminiert werden.

**[0017]** Für eine besondere Widerstandsfähigkeit des Meßsystems auch gegen die vergleichsweise rauen Betriebsbedingungen in einem Walzwerk sind die optischen Detektoren vorteilhafterweise innerhalb eines als Träger vorgesehenen Trägerrohres, beispielsweise eines Vierkantrohres, angeordnet. Bei dieser Ausgestaltung durchdringen die mit jeweils einem Detektor jeweils starr verbundenen Abstandssensoren den Rohrmantel derart, daß ihr jeweiliger Meßkopf oder Meßbereich freiliegt und der Oberfläche der jeweiligen Walze zugewandt ist.

**[0018]** Eine besonders hohe Belastbarkeit ist dabei erreichbar, indem in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung das Trägerrohr unter Überdruck mit einem Füllmedium, insbesondere mit Luft oder Gas, geflutet ist.

**[0019]** Das Meßsystem weist zweckmäßigerweise einen mit dem Walzengerüst starr verbundenen Referenzdetektor auf, der zur Bildung des Fixpunkts dient.

**[0020]** Bezüglich des Verfahrens wird die genannte Aufgabe gelöst, indem einerseits für eine Anzahl von Abstandssensoren ihr jeweiliger Abstand zur Oberfläche der Walze ermittelt wird, wobei andererseits die Position jedes Abstandssensors relativ zu einem Fixpunkt des Walzengerüsts ermittelt wird.

**[0021]** Im Hinblick auf das genannte zweikomponentige Konzept beruht das Verfahren somit auf der Kopplung zweier Meßverfahren, wobei im ersten Meßverfahren der Abstand zwischen dem oder den Abstandssensoren und der Walzenoberfläche bestimmt wird, und wobei im zweiten Meßverfahren die Position des oder der Abstandssensoren relativ zum Walzengerüst oder den Walzenständen bestimmt wird.

**[0022]** Vorteilhafterweise wird der jeweilige Abstand der Abstandssensoren zur Oberfläche dabei berührungslos, insbesondere mittels Wirbelstromsensoren, ermittelt. In weiterer oder alternativer vorteilhafter Weiterbildung wird die Position jedes Abstandssensors relativ zu einem Fixpunkt des Walzengerüsts optisch ermittelt.

**[0023]** Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch das zweistufig oder zweikomponentig ausgebildete Konzept eine beson-

ders hohe Genauigkeit bei der Ermittlung der Kontur einer Walze auch bei den vergleichsweise widrigen Bedingungen in einem Walzwerk gewährleistet ist. Dabei ist durch die zeitlich aktualisierbare oder in Echtzeit durchführbare Messung der Positionen der Abstandssensoren der Meßfehler aufgrund von thermischem Verzug oder aufgrund von Schwingungen des jeweiligen Walzgerüsts besonders gering gehalten. Erst dadurch ist ein im vorliegenden Sinne zufriedenstellender Einsatz der Abstandssensoren, insbesondere der dafür vorgesehenen Wirbelstromsensoren, ermöglicht. Die Ausgestaltung des für die Positionsbestimmung der Abstandssensoren vorgesehenen Meßsystems als optisches System ermöglicht zudem bei besonders einfacher und somit wirtschaftlicher Ausführung eine berührungslose Messung der relevanten Positionen, deren Ergebnisse bei hoher Genauigkeit mit besonders hoher Meßgeschwindigkeit und somit zeitnah zur Verfügung stehen.

**[0024]** Eine dadurch ermöglichte permanente Überprüfung der Rundheit der Walze kann zur rechtzeitigen Einleitung eines möglicherweise erforderlichen Walzenwechsels herangezogen werden, so daß bei unrunder Walze auftretende qualitätschädigende Schwingungen vermeidbar sind. Weiterhin können durch eine vergleichsweise genaue Erfassung einer möglicherweise auftretenden Exzentrizität der Walze über eine dies berücksichtigende Regelung beispielsweise des Anpreßdrucks der Walze an das Walzgut Dickschwankungen im Walzgut eliminiert oder zumindest vermindert werden. Zudem erlaubt eine permanente zeitnahe Erfassung der räumlichen Lage der Walze, qualitätsmindernde und bauteilschädigende Folgen wie beispielsweise das sogenannte Walzen-Crossing oder eine übermäßige Durchbiegung der Walze in horizontaler Richtung besonders gering zu halten.

**[0025]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigt die Figur einen Teil einer Walzstraße mit einer Konturmeßeinrichtung.

**[0026]** Die in der Figur lediglich teilweise gezeigte Walzstraße 1 ist zum Walzen von sogenannten Warmflächprodukten, beispielsweise von Metallbändern, in besonders hoher Qualität vorgesehen. Die Walzstraße 1 umfaßt eine Mehrzahl von in einer Walzrichtung gesehen hintereinander angeordneten Walzgerüsten 2, von denen in der Figur lediglich eines gezeigt ist. In jedem der Walzgerüste 2 ist - seiner Position in der Walzstraße 1 und somit seiner jeweiligen Funktion entsprechend - eine Anzahl von Walzen 4 angeordnet. Die Walzen 4 können dabei - ebenfalls abhängig von der Position des Walzgerüsts 2 in der Walzstraße 1 und somit abhängig von der Funktion des jeweiligen Walzgerüsts 2 - als sogenannte Arbeitswalzen oder als sogenannte Stützwalzen ausgebildet sein. In der Figur ist dabei eine Walze 4 gezeigt, die an ihren Enden 6, 8 in nicht näher dargestellter Weise im zugeordneten Walzgerüst 2 um eine durch die Linie angedeutete Walzenachse 10 in der

Walzenmitte drehbar gelagert ist.

**[0027]** Die Walzstraße 1 ist mit einem in der Figur nicht näher dargestellten Regelungssystem ausgerüstet, über das für jede Walze 4 während eines Walzvorgangs eine Anzahl von Stellparametern wie beispielsweise ein Anpreßdruck an das zu bearbeitende Walzgut vorgebar ist. Zur Bereitstellung von einigen aus einer großen Vielzahl von Eingangsparametern für das Regelungssystem ist am Walzgerüst 2 gemäß der Figur eine Konturmeßeinrichtung 12 zur Messung der Kontur der Walze 4 angeordnet.

**[0028]** Die Konturmeßeinrichtung 12 umfaßt ein im wesentlichen horizontal und parallel zur durch die Linie angedeuteten Walzenachse 10 ausgerichtetes Trägerrohr 14. Das Trägerrohr 14, das im Ausführungsbeispiel als Vierkantrohr ausgebildet ist, ist an seinen Enden jeweils fest mit einer Stützstrebe 16 bzw. 18 des Walzgerüsts 2 verbunden. Am Trägerrohr 14 sind beabstandet zueinander eine Anzahl von Abstandssensoren 20 angeordnet; das Trägerrohr 14 dient somit als gemeinsamer Träger für die Abstandssensoren 20.

**[0029]** Die Abstandssensoren 20 sind jeweils als sogenannte Wirbelstromsensoren ausgebildet und zur Ermittlung des Abstands des jeweiligen Abstandssensors 20 zur Oberfläche 22 der Walze 4 vorgesehen. Dazu umfaßt jeder Abstandssensor 20 jeweils einen Meßkopf 24, über den im Betrieb in der ihm zugewandten Oberfläche 22 der Walze 4 Wirbelströme induziert werden. Diese wiederum erzeugen im jeweiligen Meßkopf 24 ein elektromagnetisches Signal, dessen Intensität vom Abstand der Oberfläche 22 zum Abstandssensor 20 oder dessen Meßkopf 24 abhängt. Hinsichtlich seiner charakteristischen Betriebsparameter ist dabei jeder Abstandssensor 20 derart ausgelegt, daß der Abstand zur Oberfläche 22 der Walze 4 mit einer Genauigkeit von etwa einigen Mikrometern ( $\mu\text{m}$ ) ermittelbar ist.

**[0030]** Die Konturmeßeinrichtung 12 ist für eine zuverlässige Messung der Kontur der Walze 4 auch bei vergleichsweise ungünstigen Bedingungen, wie sie während des Betriebs der Walzstraße 1 herrschen können, ausgelegt. Dabei ist die Konturmeßeinrichtung 12 insbesondere dafür ausgelegt, daß möglicherweise auftretende Bauteilschwingungen im Walzgerüst 2 und auch thermische Ausdehnungen oder Kontraktionen die Genauigkeit der Abstandsmeasureungen nicht wesentlich beeinträchtigen. Dazu umfaßt die Konturmeßeinrichtung 12 ein Meßsystem 30 zur Ermittlung der Position jedes Abstandssensors 20 relativ zu einem Fixpunkt 32 des Walzgerüsts 2.

**[0031]** Das Meßsystem 30 ist als optisches System ausgebildet und umfaßt als Quelle zur gerichteten Emission von Licht eine fest an der Stützstrebe 18 des Walzgerüsts 2 angeordnete Laserlichtquelle 34. Die Laserlichtquelle 34 ist dabei zur Emission eines in einer horizontalen Ebene aufgefächerten Laserstrahls 36 ausgebildet.

**[0032]** Zur Positionsbestimmung und insbesondere zur Ermittlung einer vertikalen Koordinate im Vergleich

zum Fixpunkt 32 ist jedem Abstandssensor 20 als Teil des Meßsystems 30 jeweils ein optischer Detektor 38 zugeordnet, mit dem der jeweilige Abstandssensor 20 starr verbunden ist. Im Ausführungsbeispiel ist dabei als optischer Detektor 38 jeweils ein Fotodiodenarray vor-

gesehen. Dieses liefert, angeregt durch den auftreffenden gefächerten Laserstrahl 36, ein Ausgangssignal, dessen Intensität vom Ort des Auftreffens des Laserstrahls 36 abhängt. Bei geeigneter, im Ausführungsbeispiel insbesondere horizontaler Ausrichtung des Laserstrahls 36 ist das Ausgangssignal des jeweiligen Fotodiodenarrays somit charakteristisch für die vertikale Position des jeweiligen optischen Detektors 38 und somit auch für die Position des damit fest verbundenen Abstandssensors 20.

[0033] Alternativ kann als optischer Detektor 38 auch ein als PSD oder Position Sensing Detector bezeichneter Fotodetektor zum Einsatz kommen.

[0034] Als Referenz und zur überprüfbaren Festlegung des Fixpunkts 32 umfaßt das Meßsystem 30 zudem einen mit der Stützstrebe 16 des Walzgerüsts 2 starr verbundenen Referenzdetektor 40, der in gleicher Weise wie die optischen Detektoren 38 ausgebildet ist. Die durch die Laserlichtquelle 34 und den zentralen Nachweispunkt des Referenzdetektors 40 vorgegebene optische Linie ist dabei im wesentlichen horizontal ausgerichtet und parallel zur Walzenachse 10 geführt. Auf diese Weise ist sichergestellt, daß auch bei aus einer horizontalen Lage verschobenen Positionierung der Walzenachse 10 und des zugeordneten Walzgerüsts 2 zumindest eine in ihrer Kontur von der parallelen Ausrichtung zur Walzenachse 10 abweichende Oberfläche 22 jederzeit sicher und zuverlässig erkennbar ist.

[0035] Das Meßsystem 30 ist in besonders robuster Bauweise ausgeführt. Dazu sind unter anderem die optischen Detektoren 38 innerhalb des als Träger vorgesehenen Trägerrohrs 14 angeordnet. Die Abstandssensoren 20 durchdringen dabei den Rohrmantel des Trägerrohrs 14, so daß die Meßköpfe 24 jeweils im Außenraum des Trägerrohrs 14 angeordnet und der Oberfläche 22 der Walze 4 zugewandt sind. Zudem ist das Trägerrohr 14 mit Luft oder Gas als Füllmedium unter Überdruck geflutet.

[0036] Beim Betrieb der Konturmeßeinrichtung 12 wird einerseits über die Abstandssensoren 20 kontinuierlich und zeitnah ihr jeweiliger Abstand zur Oberfläche 22 der Walze 4 ermittelt. Zusätzlich wird andererseits zeitnah und kontinuierlich über das Meßsystem 30 die Position jedes Abstandshalters 20 relativ zum Fixpunkt 32, insbesondere in vertikaler Richtung, ermittelt. Durch eine geeignete Verrechnung der dabei gewonnenen Parameter mit den Meßergebnissen der jeweiligen Abstandsmessung sind auch bei vergleichsweise widrigen Betriebsbedingungen innerhalb der Walzstraße 1 jederzeit vergleichsweise genaue Meßwerte zur Ermittlung der Kontur der Walze 4 sowie ihrer räumlichen Orientierung bereitstellbar.

[0037] Die optischen Detektoren 38 sind in beiden

Ausführungsformen hinsichtlich ihrer Betriebsparameter derart ausgelegt, daß eine Berechnung der Position der jeweiligen Abstandssensoren 20 mit einer Taktfrequenz von mehr als 500 Hz möglich ist, so daß der Einfluß möglicher Eigenfrequenzen bei der Positionsbestimmung der Abstandssensoren 20 sicher eliminiert ist.

### Bezugszeichenliste

#### 10 [0038]

1	Walzstraße
2	Walzgerüst
4	Walze
15 6, 8	Enden
10	Walzenachse
12	Konturmeßeinrichtung
14	Trägerrohr
16, 18	Stützstreben
20 20	Abstandssensor
22	Oberfläche
24	Meßkopf
30	Meßsystem
32	Fixpunkt
25 34	Laserlichtquelle
36	gefächertes Laserstrahl
38	optischer Detektor
40	Referenzdetektor

30

### Patentansprüche

1. Konturmeßeinrichtung (12) zur Messung der Kontur einer in einem Walzgerüst (2) angeordneten Walze (4) mit einer Anzahl von Abstandssensoren (20), von denen jeder zur Ermittlung seines jeweiligen Abstands zur Oberfläche (22) der Walze (4) ausgelegt ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** diese mit einem Meßsystem (30) zur Ermittlung der Position jedes Abstandssensors (20) relativ zu einem Fixpunkt (32) des Walzgerüsts (2) versehen ist.
- 45 2. Konturmeßeinrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** deren Abstandssensoren (20) als Wirbelstromsensoren ausgebildet sind.
- 50 3. Konturmeßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Mehrzahl der Abstandssensoren (20) an einem im wesentlichen parallel zur Walzenachse (10) ausgerichteten Träger beabstandet zueinander angeordnet sind.
- 55 4. Konturmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

- dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** deren Meßsystem (30) als optisches System ausgebildet ist.
5. Konturmeßeinrichtung nach Anspruch 4, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** deren Meßsystem (30) eine Quelle zur gerichteten Emission von Licht, insbesondere eine Laserlichtquelle (34), aufweist. 10
6. Konturmeßeinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, 15  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** deren Meßsystem (30) eine Anzahl von optischen Detektoren (38) umfaßt, von denen jeder jeweils einem Abstandssensor (20) zugeordnet und mit diesem starr verbunden ist.
7. Konturmeßeinrichtung nach Anspruch 6, 20  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** deren optische Detektoren (38) jeweils als Fotodiodenarray ausgebildet sind.
8. Konturmeßeinrichtung nach Anspruch 6 oder 7, 25  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die optischen Detektoren (38) innerhalb eines als Träger vorgesehenen Trägerrohres (14) angeordnet sind, dessen Rohrmantel die Abstandssensoren (20) durchdringt.
9. Konturmeßeinrichtung nach Anspruch 8, 30  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Trägerrohr (14) unter Überdruck mit einem Füllmedium, insbesondere mit Luft oder Gas, geflutet ist. 35
10. Konturmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, 40  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** deren Meßsystem (30) einen mit dem Walzgerüst (2) starr verbundenen Referenzdetektor (40) aufweist.
11. Verfahren zur Messung der Kontur einer in einem Walzgerüst (2) angeordneten Walze (4), bei dem für eine Anzahl von Abstandssensoren (20) ihr jeweiliger Abstand zur Oberfläche (22) der Walze (4) ermittelt wird, 45  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zusätzlich die Position jedes Abstandssensors (20) relativ zu einem Fixpunkt (32) des Walzgerüsts (2) ermittelt wird. 50
12. Verfahren nach Anspruch 11, 55  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der jeweilige Abstand der Abstandssensoren (20) zur Oberfläche berührungslos, insbesondere mittels Wirbelstromsensoren, ermittelt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Position jedes Abstandssensors (20) relativ zu einem Fixpunkt (32) des Walzgerüsts (2) optisch ermittelt wird.

