



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.06.2002 Patentblatt 2002/23

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

(21) Anmeldenummer: **01126265.6**

(22) Anmeldetag: **06.11.2001**

(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: **Figge, Dieter, Dipl.-Ing.**
45147 Essen (DE)

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

(30) Priorität: **29.11.2000 DE 10059321**

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

(54) **Konturmesseinrichtung zur Messung der Kontur einer in einem Walzengerüst angeordneten Walze**

(57) Eine Konturmeßeinrichtung (16) zur Messung der Kontur einer an einem Walzengerüst (1) angeordneten Walze (2) mit einer Anzahl von Meßköpfen (18), von denen jeder entlang einer annähernd parallel zur Walzenachse (12) ausgerichteten Längsachse (24) verfahrbar ist, soll eine besonders hohe Genauigkeit bei der Bestimmung der Kontur der Walze (2) ermöglichen. Dazu ist erfindungsgemäß der oder jeder Meßkopf (18)

zur berührungslosen Einhaltung eines vorgebbaren Abstands zur Oberfläche (14) der Walze (2) ausgelegt. Die berührungslose Einhaltung des vorgebbaren Abstands zur Oberfläche (14) der Walze (2) ist dabei vorzugsweise durch die Erzeugung eines Luftkissens zwischen einem in einem Gehäuse (34) des Meßfühlers (18) verschiebbar angeordneten Fühlerfinger (30) und der Oberfläche (14) der Walze (2) bewirkt.

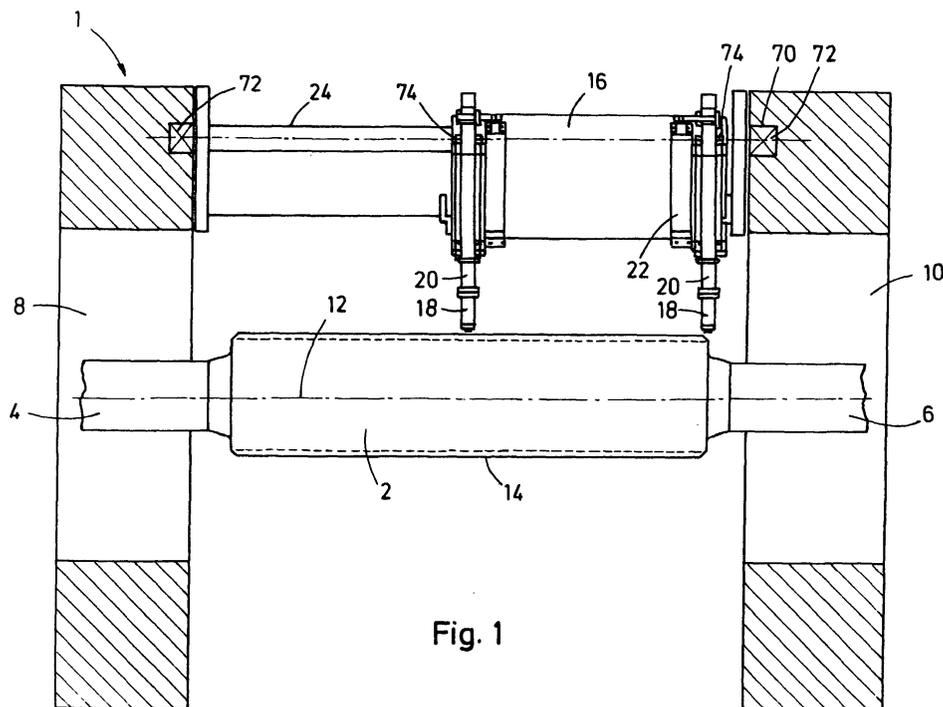


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Konturmeßeinrichtung zur Messung der Kontur einer in einem Walzengerüst angeordneten Walze mit einer Anzahl von Meßköpfen, von denen jeder entlang einer annähernd parallel zur Walzenachse ausgerichteten Längsachse verfahrbar ist.

[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. Prozeßbedingt sind die Walzen beim Betrieb einer derartigen Walzanlage in ihren Oberflächenbereichen einem vergleichsweise starken Verschleiß ausgesetzt. Besonders im Bereich der Kanten des Walzguts können dabei in der Walzenoberfläche lokale Vertiefungen, nämlich sogenannte Verschleißmarken, auftreten.

[0003] Die Qualität des Walzprodukts hängt allerdings in besonderem Maße von der Geometrie der Walzen, beispielsweise von ihrer Planheit, 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. Darüber hinaus kann auch das Profil einer Walze parallel zur Walzenachse, die sogenannte Balligkeit, Einfluß auf die Planheit und das Profil des Walzgutes haben, so daß sich auch eine Konturänderung der Walze infolge von Verschleiß in unerwünschter und nachteiliger Weise auf die Qualität des Walzprodukts auswirkt.

[0004] 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. Zudem kann zum Ausgleich der unerwünschten Verschleißeffekte auf die Walzengeometrie in zyklischen Abständen in der Art einer Wartung eine Ausbesserung der Walzen, beispielsweise durch Nachschleifen, oder auch ein Austausch verschlissener Walzen vorgesehen sein. In beiden Fällen, nämlich für eine ordnungsgemäße Berücksichtigung des Walzenprofils in der Prozeßsteuerung und auch für eine bedarfsgerechte und somit kostengünstige Wartung der Walzen, ist eine möglichst zeitnahe und exakte Kenntnis über die Kontur der jeweiligen Walzen, also insbesondere über deren Balligkeit, von besonderer Bedeutung.

[0005] Zur Bereitstellung entsprechender Meßdaten ist aus der EP 0 779 113 A1 eine Walzenkonturmeßeinrichtung bekannt, die mit einer Anzahl von Ab-

standssensoren oder Meßköpfen zur orts aufgelösten Messung ihres Abstands zur Oberfläche einer zu überwachenden Walze ausgerüstet ist. Die Meßköpfe sind dabei an einem gemeinsamen, parallel zur Walzenachse ausgerichteten Träger angeordnet und jeweils parallel zur Walzenachse verfahrbar. Zur Ermittlung der Kontur der Walze wird bei dieser Meßeinrichtung die Walzenoberfläche durch Verschiebung des Trägers parallel zur Längsachse der Walze in ihrem Profil abgetastet. Diese Meßeinrichtung ist jedoch hinsichtlich ihrer Meßgenauigkeit nur eingeschränkt und somit insbesondere für einen Einsatz in einem Warmwalzwerk mit vergleichsweise hoher Toleranz gegenüber geringsten Konturabweichungen der Walzen ausgelegt.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Konturmeßeinrichtung der oben genannten Art anzugeben, mit der eine besonders hohe Genauigkeit bei der Bestimmung der Kontur einer Walze erreichbar ist, und die somit auch für einen Einsatz in einem Kaltwalzgerüst besonders geeignet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem der oder jeder Meßkopf zur berührungslosen Einhaltung eines vorgebbaren Abstands zur Oberfläche der Walze ausgelegt ist.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, daß eine Bestimmung der Kontur einer Walze mit besonders hoher Genauigkeit durch eine systematische Vermeidung oder Verringerung von wesentlichen Fehlerquellen erreichbar ist. Als eine wesentliche Fehlerquelle bei der Bestimmung der Kontur wurde dabei gerade bei langer Betriebsdauer der Walzanlage die Führung der Abstandssensoren in direktem mechanischen Kontakt zur Walzenoberfläche erkannt. Dabei kann sich nämlich infolge von Ablagerungen oder Abrieb eine andauernde Veränderung der jeweiligen Meßköpfe einstellen, die aus sich heraus nicht erkennbar und somit nicht kompensierbar ist. Zur Vermeidung der dadurch gegebenen Fehlerquelle ist eine berührungslos geführte Abtastung vorgesehen. Diese weist eine besondere Präzision auf, indem jeder Meßkopf zur Einhaltung eines vorgebbaren Abstands zur Oberfläche ausgelegt ist, wobei zur Ermittlung der Kontur orts aufgelöst eine relative Verschiebung des Meßkopfs zu seinem Träger mit hoher Genauigkeit erfaßt werden kann.

[0009] Die Ermittlung der Kontur der Walze kann über lediglich einen einzigen Meßkopf erfolgen, der über die gesamte Länge der Walze an ihrer Oberfläche entlang im wesentlichen parallel zur Walzenachse geführt wird. Für eine besonders kurze Meßzeit bei der Ermittlung der Kontur sind jedoch vorteilhafterweise eine Mehrzahl von Meßköpfen vorgesehen, wobei von jedem Meßkopf lediglich ein Teil des Profils der Walze - gesehen in deren Längsrichtung - abgetastet wird.

[0010] In besonders vorteilhafter Weiterbildung ist die Einhaltung des vorgebbaren Abstands des oder jedes Meßkopfes zur Walzenoberfläche über die Erzeugung

eines Luftkissens zwischen Meßkopf und Walzenoberfläche vorgesehen. Dazu umfaßt der oder jeder Meßkopf zweckmäßigerweise jeweils einen in einem Gehäuse in einer Längsrichtung verschiebbar angeordneten Fühlerfinger, der an seinem Außenende zur Erzeugung des Luftkissens einen Gasauslaß aufweist. Sobald sich dieser in unmittelbarer Nähe einer ausgedehnten Oberfläche, beispielsweise der Walzenoberfläche, befindet, kann durch Einstellung des dem Gasauslaß zugeführten Gasstroms, insbesondere hinsichtlich Volumenstrom und Betriebsdruck, der vorgebbare Abstand eingestellt werden.

[0011] Zur Erfassung der Relativbewegung des jeweiligen Fühlerfingers bezogen auf das Gehäuse oder auf den Träger des jeweiligen Meßkopfs ist dieser in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung jeweils mit einer Spulenanordnung versehen. Dabei kann eine erste Wicklungsanordnung fest mit dem Gehäuse und eine zweite Wicklungsanordnung oder alternativ ein sogenannter Spulenkern fest mit dem Fühlerfinger verbunden sein. Die Wicklungsanordnungen können dann im selben Raumbereich konzentrisch zueinander angeordnet sein. Bei einer Beaufschlagung einer der Wicklungsanordnungen mit einem Meßstrom hängt das in der jeweils anderen Wicklungsanordnung induzierte Signal mit besonderer Empfindlichkeit von der relativen Lage der Wicklungsanordnungen zueinander, gesehen in einer Längsrichtung, ab.

[0012] Eine Einschränkung der Genauigkeit bei der Ermittlung der Kontur der Walze könnte durch eine infolge von Schwingungen oder thermischem Verzug sich verändernde und nur unzureichend bekannte Position der Meßköpfe an sich gegeben sein. Um dem entgegenzuwirken, ist vorteilhafterweise zusätzlich zur Ermittlung des Abstands des jeweiligen Meßkopfs zur Walzenoberfläche in der Art eines zweiten Schrittes die Ermittlung der Position jedes Abstandssensors relativ zu einem Fixpunkt des Walzengerüsts vorgesehen. Dazu weist die Konturmeßeinrichtung vorteilhafterweise ein Meßsystem zur Ermittlung der Position jedes Meßkopfs relativ zu einem Fixpunkt des Walzengerüsts auf. Als wesentliche Komponente des Meßsystems kann dabei insbesondere jeweils ein Richtungslaser pro Meßkopf vorgesehen sein.

[0013] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung ist der oder jeder Meßkopf über ein Halteelement an einem in der Art eines Längsschlittens entlang der Längsachse verfahrbaren Meßkopfträger befestigt. Um dabei eine Einschränkung der Meßgenauigkeit in der Positionsbestimmung des Längsschlittens entlang der Längsachse infolge von Verunreinigungen zu vermeiden, ist die Längsführung für den Meßkopfträger vorteilhafterweise gegen Verunreinigungen durch Wasser, Zunder, Fett und/oder Öl geschützt ausgebildet. Dazu kann der Meßkopfträger über einen Faltenbalg, in dem ein Führungsrohr für den Längsschlitten gegenüber der Umgebung gekapselt geführt ist, mit einem Tragrahmen verbunden sein. Um dabei für eine lange Lebensdauer des

Faltenbalgs an sich diesen von störenden Beeinträchtigungen weitgehend freizuhalten, kann er seinerseits vorteilhafterweise von einem Satz aus teleskopartig gegeneinander verschiebbaren Schutzrohren umgeben sein. Eine derartig doppelt ausgebildete Dichtung für die Längsführung des Meßkopfträgers ermöglicht bei hoher Meßgenauigkeit eine besonders lange Betriebsdauer der Konturmeßeinrichtung.

[0014] Um einerseits eine zuverlässige Ermittlung der Walzenkontur zu ermöglichen, andererseits aber eine Behinderung des Walzprozesses durch störende Einbauten sicher zu verhindern, sind in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung das jeweilige Halteelement und/oder der jeweilige Meßkopfträger aus einer Park- in eine Arbeitsposition verfahrbar oder schwenkbar. Die Parkposition kann dabei derart gewählt sein, daß die Komponenten der Konturmeßeinrichtung während des Betriebs der Walzanlage vollständig aus den möglicherweise störenden Raumbereichen entfernt sind. In der Arbeitsposition hingegen sind die Meßköpfe zur Erfassung der Kontur in unmittelbarer räumlicher Nähe zur Walzenoberfläche angeordnet.

[0015] Vorteilhafterweise ist das jeweilige Halteelement in seiner Arbeitsposition arretierbar. Bei arretiertem Halteelement, also insbesondere bei der Ermittlung der Kontur der Walze, führt somit eine Positionsänderung des Fühlerfingers unmittelbar und unverfälscht zu einer Relativbewegung zum Gehäuse des Meßkopfs.

[0016] Das Halteelement ist zweckmäßigerweise in der Art eines Querstößels als sich entlang einer Hauptachse erstreckender oder ausgedehnter Haltearm ausgebildet. Der Haltearm ist vorteilhafterweise zur Führung in einem Paar von Exzenterbuchsen gelagert, so daß eine motorische Anstellung der Orientierung des Meßkopfs zur Mittelachse der Walze ermöglicht ist.

[0017] Eine besonders hohe Präzision bei der Konturermittlung ist erreichbar, indem jeder Meßkopf jeweils in besonders genauem Maße auf die Haupt- oder Mittelachse der zu überprüfenden Walze hin ausgerichtet ist. Dazu ist zweckmäßigerweise jedem Meßkopf jeweils ein Orientierungsfühler zugeordnet. Um dabei in der Art einer selbststabilisierenden Justierung im wesentlichen ohne andauernde äußere Regeleingriffe eine zuverlässige Ausrichtung auf die Haupt- oder Mittelachse der zu überprüfenden Walze hin zu gewährleisten, weist der Orientierungsfühler zweckmäßigerweise zwei symmetrisch um den Meßkopf herum angeordnete Luftaustrittsdüsen auf.

[0018] Die Luftaustrittsdüsen sind dabei mit Druckluft beaufschlagbar, so daß sie bei gleichmäßiger Beaufschlagung mit Druckluft selbsttätig eine annähernd mittige Ausrichtung des Meßkopfes bewirken.

[0019] Um dabei bei Notwendigkeit, beispielsweise infolge unterschiedlicher Strömungswege oder bei teilweiser Verstopfung oder Verschmutzung der Druckluftkanäle, einen Korrekturingriff zu ermöglichen, ist der Orientierungsfühler in weiterer zweckmäßiger Ausge-

staltung mit zugeordneten Mitteln zum Ermitteln des Staudrucks an den Luftaustrittsdüsen versehen. Dabei kann dann überprüft werden, ob an beiden Luftaustrittsdüsen im wesentlichen der gleiche Staudruck vorliegt, so daß auf annähernd mittige Ausrichtung des Meßkopfs geschlossen werden kann. Zudem ist bei einer derartigen Ausgestaltung in der Art eines aktiven Eingriffs für beide Luftaustrittsdüsen ein annähernd gleicher Staudruck einstellbar, so daß eine zentrierte Ausrichtung des Meßkopfs zuverlässig ermöglicht ist.

[0020] Die Ermittlung des Staudrucks erfolgt dabei in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung unter Verwendung von Ultraschall-Sensoren.

[0021] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß durch die berührungslos arbeitende Konturmeßeinrichtung eine besonders hohe Genauigkeit bei der Bestimmung der Kontur der Walze auch bei vergleichsweise langen Betriebszeiträumen erreichbar ist. Weiterhin ist durch die Ausgestaltung des oder jedes Meßkopfs zur Einhaltung des vorgebbaren Abstands zur Oberfläche der Walze mit vergleichsweise einfachen Mitteln der eigentliche Meßvorgang in einen Bereich im Inneren des Meßkopfs selber, nämlich auf die Ermittlung einer Relativbewegung zwischen einer entlang der Kontur der Walze geführten Komponente und einer ortsfesten Komponente, verlagert. Durch eine derartige Verlagerung sind vergleichsweise hochgenau arbeitende Meßinstrumente einsetzbar, ohne daß diese dem vergleichsweise widrigen Umfeld einer Walzanlage ausgesetzt sein müßten. Im Gegensatz dazu kann der der Walze ausgesetzte Teil des Meßkopfs, nämlich der der Kontur der Walze nachzuführende, auf gleichem Abstand zu dieser zu haltende Fühlerfinger, vergleichsweise robust und unempfindlich ausgeführt sein, so daß die Konturmeßeinrichtung insgesamt bei einfacher Ausführung eine besonders hohe Haltbarkeit und Zuverlässigkeit aufweist.

[0022] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1 einen Ausschnitt eines Walzengerüstes im Längsschnitt mit einer Konturmeßeinrichtung,

Figur 2 im Detail einen Meßkopf der Konturmeßeinrichtung gemäß Figur 1,

Figur 3 einen weiteren Längsschnitt des Walzengerüstes gemäß Figur 1, und

Figur 4 einen Meßkopf der Konturmeßeinrichtung gemäß Figur 1 in Seitenansicht.

[0023] Gleiche Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Das Walzengerüst 1 gemäß Figur 1 umfaßt eine Anzahl von Arbeits- und Stützwalzen, von denen in Figur 1 lediglich eine Walze 2 gezeigt ist. Die Walze 2 ist mit ihren

Enden 4, 6 jeweils in nicht näher dargestellten Einbaustücken in Walzenständern 8, 10 um ihre als Walzenachse 12 bezeichnete Haupt- oder Mittelachse drehbar gelagert.

[0024] Beim Einsatz der Walze 2, insbesondere bei länger anhaltender Betriebsdauer, kann es an ihrer Oberfläche 14 zu Verschleißerscheinungen, beispielsweise durch Materialabtrag, kommen. Infolge derartiger Verschleißerscheinungen kann sich das Oberflächenprofil der Walze 2 derart ändern, daß die Qualität des Walzprodukts darunter leidet. Um dies sicher auszuschließen, ist eine Nachführung der Betriebsparameter der Walze 2 zur Kompensation derartiger Verschleißeffekte über eine nicht näher dargestellte Regeleinrichtung oder auch ein bedarfsweiser Austausch der Walze 2 zum Zweck der Nachbesserung vorgesehen. Um die für derartige Eingriffe erforderlichen Meßparameter bereitzustellen, ist das Walzengerüst 1 mit einer Konturmeßeinrichtung 16 zur Messung der Kontur der Walze 2 ausgerüstet.

[0025] Die Konturmeßeinrichtung 16 ist im Walzengerüst 1 oberhalb der Walze 2 angeordnet und umfaßt eine Anzahl von Meßköpfen 18. Der Meßkopf 18 ist über ein in der Art eines Querstößels in seiner Längsrichtung ausgedehntes Halteelement 20 an einem Meßkopfträger 22 befestigt. Das Halteelement hat dabei im wesentlichen die Form und die Funktion eines Haltearms. Der Meßkopfträger 22 ist dabei in der Art eines Längsschlittens an einer annähernd parallel zur Walzenachse 12 ausgerichteten Längsachse 24 verfahrbar angeordnet.

[0026] Zur Ermittlung der Kontur der Walze 2 ist vorgesehen, den Meßkopfträger 22 derart entlang der Längsachse 24 zu verfahren, daß der gesamte Längsbereich der Kontur der Walze 2 von zumindest einem Meßkopf 18 überstrichen wird. Dabei werden Meßwerte generiert, über deren Auswertung die Kontur der Walze 2 ermittelbar ist. Die Konturmeßeinrichtung 16 könnte dabei mit lediglich einem Meßkopf 18 ausgerüstet sein, der zur Ermittlung der Kontur der Walze 2 über deren gesamte Länge 2 verfahren wird. Für eine Verkürzung der erforderlichen Meßzeit ist jedoch eine Mehrzahl von Meßköpfen 18 beabstandet zueinander am Meßkopfträger 22 angeordnet, wobei bei der Ermittlung der Kontur der Walze 2 jeder Meßkopf 18 lediglich ein Teilstück des Längsprofils der Walze 2 überstreicht. Die Teilstücke sind dabei derart bemessen, daß sie zusammengesetzt den gesamten Längsbereich der Walze 2 überdecken. Im Ausführungsbeispiel sind dazu zwei Meßköpfe 18 vorgesehen.

[0027] Um eine besonders hohe Genauigkeit bei der Ermittlung der Kontur der Walze 2 bei gleichzeitiger besonders langer Lebensdauer der Konturmeßeinrichtung 16 zu ermöglichen, ist jeder Meßkopf 18 zur berührungslosen Einhaltung eines vorgebbaren Abstands zur Oberfläche 14 der Walze 2 während der Ermittlung ihrer Kontur ausgelegt. Dazu umfaßt, wie dies in Figur 2 im Detail gezeigt ist, der am Halteelement 20 angeordnete Meßkopf 18 einen in einer Längsrichtung, also auf die

Oberfläche 14 der Walze 2 zu oder von dieser weg, verschiebbar angeordneten Fühlerfinger 30. Der Fühlerfinger 30 ist dabei über eine Anzahl von Gleitdichtungen 32 verschiebbar in einem Gehäuse 34 angeordnet.

[0028] Zur Einhaltung eines vorgebbaren Abstands zwischen dem der Oberfläche 14 der Walze 2 zugewandten Ende 36 des Fühlerfingers 30 und der Oberfläche 14 ist die Erzeugung eines kontrollierbaren Luftkissens vorgesehen.

[0029] Zur Erzeugung dieses Luftkissens weist der Fühlerfinger 30 an seinem Außenende 36 einen Gasauslaß 38 auf. Der Gasauslaß 38 ist über ein Leitungssystem 40, in dem eine Anzahl von Schlauchstücken 42 als Zu- und Ableitungen geeignet zusammengeschaltet sind, mit einer nicht näher dargestellten Gasversorgung verbunden.

[0030] Über das Leitungssystem 40 steht ein an seinem Zuführstutzen 44 anliegender Arbeitsdruck mit einer innerhalb des Gehäuses 34 angeordneten Referenzkammer 50 in Verbindung. Diese ist an einer ihrer Seiten durch eine im Gehäuse 34 verschiebbar angeordnete, mit dem Fühlerfinger 30 fest verbundene Grenzplatte 52 abgeschlossen. An ihrer von der Referenzkammer 50 abgewandten Seite begrenzt die Grenzplatte 52 eine Kontrollkammer 54. Die Kontrollkammer 54 wiederum ist über eines der Schlauchstücke 42 mit einem innerhalb des Gasauslasses 38 des Fühlerfingers 30 angeordneten Fühlerröhrchen 56 verbunden.

[0031] Der Gasauslaß 38, das Fühlerröhrchen 56, die Referenzkammer 50 und die Kontrollkammer 54 sind dabei, insbesondere im Hinblick auf die Dimensionierung der sonstigen Bauteile wie beispielsweise des Leitungssystems 40, derart dimensioniert, daß sich bei einem vorgebbaren Abstand des Gasauslasses 36 zur ihm zugewandten Oberfläche 14 die Druckverhältnisse derart einstellen, daß der vom Fühlerröhrchen 56 erfaßte und an die Kontrollkammer 54 weitergegebene Staudruck dem Druck in der Referenzkammer 50 gerade gleicht. In diesem Zustand verbleibt somit der Fühlerfinger 30 relativ zum Gehäuse 34 ortsfest. Falls allerdings der Abstand des Gasauslasses 36 von der Oberfläche 14 von dieser Gleichgewichtslage abweicht, resultiert ein Ungleichgewicht im Druck oder ein Druckgefälle zwischen der Referenzkammer 50 und der Kontrollkammer 54. Dieses Ungleichgewicht im Druck bewirkt eine Verschiebung der Grenzplatte 52 und somit auch des damit verbundenen Fühlerfingers 30. Dadurch verschiebt sich auch der Gasauslaß 36 in seiner Lage relativ zur Oberfläche 14. Bei geeigneter Einstellung der Druckverhältnisse erfolgt diese Verschiebung derart, daß sich der ursprünglich vorgegebene Abstand oder Gleichgewichtsabstand zwischen dem Gasauslaß 36 und der Oberfläche 14 wieder einstellt. Der derartig aufgebaute Meßkopf 18 hält somit selbsttätig und berührungslos den vorgegebenen Abstand zur Oberfläche 14 ein.

[0032] Somit schlägt sich die Kontur der Walze 2 bei

deren Abtastung in einer ortsabhängigen Relativbewegung des Fühlerfingers 30 relativ zum Gehäuse 34 nieder. Diese Relativbewegung kann mit hoher Präzision ausgewertet werden, wobei die dazu erforderlichen Komponenten innerhalb des Gehäuses 34 angeordnet und somit gekapselt sind. Zur Ermittlung der Relativbewegung zwischen dem Fühlerfinger 30 und dem Gehäuse 34 weist der Fühlerfinger 30 an seinem im Gehäuse 34 befindlichen Ende 60 einen Spulenkern 62 auf, der von einer im Gehäuse 34 ortsfest angeordneten Spulenanordnung 64 umgeben ist. Eine Verschiebung der Position des Fühlerfingers 30 relativ zum Gehäuse 34 resultiert dabei in einer Veränderung der Positionierung des Spulenkerns 62 innerhalb der Spulenanordnung 64. Diese Positionsänderung ist induktiv und somit elektromagnetisch ermittelbar. Bei geeigneter Bestromung der Spulenanordnung 64 ist somit eine Positionsänderung des Fühlerfingers 30 zum Gehäuse 34 direkt in ein analoges Meßsignal umsetzbar.

[0033] Für eine besondere Genauigkeit bei der Ermittlung der Kontur der Walze 2 ist die Konturmeßeinrichtung 16 weiterhin, wie ebenfalls in Figur 1 ersichtlich, mit einem Meßsystem 70 zur Ermittlung der Position jedes Meßkopfs 18 relativ zu einem Fixpunkt des Walzengerüsts 1 versehen. Damit ist sichergestellt, daß einerseits die Kontur der Walze 2 relativ zur Längsachse 24 der Konturmeßeinrichtung 16 besonders genau ermittelbar ist. Andererseits ist aber auch die relative Lage der Längsachse 24 und somit jedes Meßkopfs 18 bezogen auf einen Fixpunkt im Walzengerüst 1 an sich jederzeit feststellbar. Aus einer Kombination der daraus gewonnenen Meßwerte kann somit sowohl eine über die Kontur der Walze 2 als auch über deren exakte räumliche Anordnung oder Ausrichtung gefunden werden.

[0034] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ist das Meßsystem 70 als optisches System ausgebildet. Dazu umfaßt das Meßsystem 70 für jeden Meßkopf 18 jeweils einen Richtungslaser 72. Der Richtungslaser 72, der ortsfest im Walzengerüst 1 angeordnet ist, sendet dabei einen Laserstrahl in definierter, insbesondere horizontaler, Richtung aus. Dieser wird von einem fest mit dem Meßkopf 18 verbundenen Detektorelement 74 empfangen und ausgewertet. Insbesondere gibt dabei die Intensität des empfangenen Laserstrahls Auskunft über die vertikale Positionierung des Meßkopfs 18.

[0035] Weiterhin ist im Ausführungsbeispiel, wie in Figur 3 dargestellt, das Halteelement 20 jedes Meßkopfs 18 im als Längsstutzen ausgestalteten Meßkopfräger 22 jeweils in zwei Exzenterbuchsen 80 gelagert. Durch diese ist jeweils ein Trägerholm 82 geführt, von denen einer mit der Längsachse 24 übereinstimmt. Die Trägerholme 82 sind endseitig in rotierbaren Arbeitsplatten 84 gelagert. Die Arbeitsplatten 84 sind dabei um eine nicht näher dargestellte Schwenkachse schwenkbar gelagert, so daß über ein Verschwenken der Arbeitsplatten 84 die Meßköpfe 18 von einer Park- in eine Arbeitsposition schwenkbar sind. Die Arbeitsposition ist dabei die-

jenige Position, bei der die Meßköpfe 18 der Oberfläche 14 der Walze 2 zugewandt sind. In dieser Position sind die Halteelemente 20 und mit diesen auch die Meßköpfe 18 arretierbar. In der Parkposition sind die Meßköpfe 18 hingegen räumlich von der Oberfläche 14 der Walze 2 entfernt, so daß sie in dieser Position den eigentlichen Walzprozeß nicht störend beeinflussen.

[0036] Die Trägerholme 82 sind im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 zur Sicherstellung einer besonders hohen Meßgenauigkeit auch bei langer Betriebsdauer gegenüber der Umgebung doppelt gedichtet ausgeführt. Dazu ist jeder Trägerholm 82 jeweils in einem Faltenbalg 85 geführt, über den der Meßkopfträger 22 jeweils mit den entsprechenden Arbeitsplatten 84 verbunden ist. Jeder Faltenbalg 85 dichtet dabei den von ihm jeweils umschlossenen Trägerholm 82 gemeinsam mit dem Meßkopfträger 22 gegenüber der Umgebung vollständig ab, so daß eine Verschmutzung des Trägerholms 82 durch Wasser, Öle, Fette oder sonstige Stoffe selbst in der vergleichsweise widrigen Umgebung eines Walzwerks ausgeschlossen ist.

[0037] Zum Schutz der Faltenbälge 85 und somit für eine noch verbesserte Lebensdauer sind diese ihrerseits jeweils innerhalb einer sie umschließenden Rohranordnung 86 geführt. Jede Rohranordnung 86 umfaßt dabei jeweils ein erstes Rohrstück 87 und ein zweites Rohrstück 88, die in der Art einer teleskopartigen Anordnung teilweise überlappend und koaxial gegeneinander verschiebbar angeordnet sind. Durch die Rohranordnungen 86 sind die Faltenbälge 85 insbesondere auch vor mechanischen Beschädigungen geschützt, die ihrerseits zu Undichtigkeiten führen könnten.

[0038] Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 sind die Meßköpfe 18 zudem in ihrer Ausrichtung auf die Oberfläche 14 der Walze 2 hin justierbar. Dazu sind die zur Lagerung der Halteelemente 20 vorgesehenen Exzenterbuchsen 80 über eine im Meßkopfträger 22 angeordnete, in der Figur durch eine Anzahl von Komponenten schematisch dargestellte mechanische Anordnung in sich verdrehbar. Ein Verdrehen einer Exzenterbuchse 80 bezüglich des durch sie geführten Trägerholms 82 bewirkt dabei, daß sich an dieser Stelle die relative Lage des Halteelements 20 zum Trägerholm 82 entsprechend ändert. Durch eine geeignet abgestimmte Drehung der Exzenterbuchsen 80 eines Halteelements 20 ist somit in der Art einer Verkippung die Orientierung des Halteelements 20 bezüglich der Trägerholme 82 einstellbar. Darüber ist gleichermaßen die Orientierung des Meßkopfs 18 bezogen auf die Walzenachse 12 veränderbar. Durch eine derartige Anordnung ist somit sichergestellt, daß der Meßkopf 18 in geeigneter Weise auf die Walzenachse 12 hin orientiert werden kann, so daß die Messung der Kontur der Walze 2 nicht durch eine falsche Orientierung des Meßkopfs 18 verfälscht ist.

[0039] Zur Unterstützung der Justierung oder mittigen Ausrichtung des jeweiligen Meßkopfs 18 ist jedem Meßkopf 18 ein Orientierungsfühler 90 zugeordnet, wie

er in Figur 4 in Seitenansicht des am Halterelement 20 angeordneten Meßkopfs 18 erkennbar ist. Der Orientierungsfühler 90 umfaßt dabei zwei symmetrisch um den Meßkopf 18 herum angeordnete Positionsarmler 92. In jedem Positionsarmler 92 ist ein mit einer gemeinsamen Luftversorgung verbundener Luftkanal geführt, der jeweils in einer am Ende des Positionsarms 92 angeordneten Luftaustrittsdüse 94 mündet. Die Luftaustrittsdüsen 94 sind dabei über den Luftkanal mit Druckluft beaufschlagbar.

[0040] Dem Orientierungsfühler 90 liegt dabei das Konzept zugrunde, daß bei mittiger Ausrichtung des Meßkopfs 18, also bei dessen Ausrichtung auf die Walzenachse 12 hin, bei symmetrischer Anordnung der Positionsarmler 92 bei gleichartiger Zuführung von Druckluft gleichartige Druckverhältnisse im Bereich der Luftaustrittsdüsen 94 vorliegen sollten. Um dies zu überprüfen, ist jeder Luftaustrittsdüse 94 jeweils als Mittel zum Ermitteln des dort vorliegenden Staudrucks ein Ultraschall-Sensor 96 zugeordnet. Beim Betrieb des Meßkopfs 18 wird dabei überprüft, ob die Ultraschall-Sensoren 96 jeweils den gleichen Staudruck an der ihnen zugeordneten Luftaustrittsdüse 94 ermitteln. Falls dies der Fall ist, kann von einer ordnungsgemäßen, mittigen Ausrichtung des Meßkopfs 18 ausgegangen werden. Weichen dagegen die ermittelten Staudrucke voneinander ab, so kann in der Art eines selbstjustierenden Systems die Orientierung des Meßkopfs 18 über eine entsprechende Veränderung in den Exzenterbuchsen 80 so lange nachgeführt werden, bis sich gleiche Staudrucke an den Luftaustrittsdüsen 94 einstellen.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|---------------|----------------------|
| 35 | [0041] | |
| | 1 | Walzengerüst |
| | 2 | Walze |
| | 4, 6 | Enden |
| 40 | 8, 10 | Walzenständer |
| | 12 | Walzenachse |
| | 14 | Oberfläche |
| | 16 | Konturmeßeinrichtung |
| | 18 | Meßkopf |
| 45 | 20 | Halteelement |
| | 22 | Meßkopfträger |
| | 24 | Längsachse |
| | 30 | Fühlerfinger |
| | 32 | Gleitdichtung |
| 50 | 34 | Gehäuse |
| | 36 | (Außen-) Ende |
| | 38 | Gasauslaß |
| | 40 | Leitungssystem |
| | 42 | Schlauchstück |
| 55 | 44 | Zuführstutzen |
| | 50 | Referenzkammer |
| | 52 | Grenzplatte |
| | 54 | Kontrollkammer |

56 Fühlerröhrchen
 62 Spulenkern
 64 Spulenanordnung
 70 Meßsystem
 72 Richtungslaser
 74 Detektorelement
 80 Exzenterbuchse
 82 Trägerholm
 84 Arbeitsplatten
 90 Orientierungsfühler
 92 Positionsarm
 94 Luftaustrittsdüse
 96 Ultraschall-Sensor

Patentansprüche

1. Konturmeßeinrichtung (16) zur Messung der Kontur einer in einem Walzengerüst (1) angeordneten Walze (2) mit einer Anzahl von Meßköpfen (18), von denen jeder entlang einer annähernd parallel zur Walzenachse (12) ausgerichteten Längsachse (24) verfahrbar ist, wobei der oder jeder Meßkopf (18) zur berührungslosen Einhaltung eines vorgebbaren Abstands zur Oberfläche (14) der Walze (2) ausgelegt ist. 20
2. Konturmeßeinrichtung (16) nach Anspruch 1, bei der zumindest zwei Meßköpfe (18) vorgesehen sind. 30
3. Konturmeßeinrichtung (16) nach Anspruch 1 oder 2, bei der der oder jeder Meßkopf (18) jeweils einen in einem Gehäuse (34) in einer Längsrichtung verschiebbar angeordneten Fühlerfinger (30) umfaßt, der an seinem Außenende (36) zur Erzeugung eines Luftkissens einen Gasauslaß (38) aufweist. 35
4. Konturmeßeinrichtung (16) nach Anspruch 3, deren Meßköpfe (18) jeweils mit einer Spulenanordnung (64) zur Erfassung einer Relativbewegung des jeweiligen Fühlerfingers (30) bezogen auf das Gehäuse (34) versehen sind. 40
5. Konturmeßeinrichtung (16) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, die ein Meßsystem (70) zur Ermittlung der Position jedes Meßkopfs (18) relativ zu einem Fixpunkt des Walzengerüsts (1) aufweist. 45
6. Konturmeßeinrichtung (16) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der der oder jeder Meßkopf (18) über ein Halteelement (20) an einem entlang der Längsachse (24) verfahrbaren Meßkopfträger (22) befestigt ist. 50
7. Konturmeßeinrichtung (16) nach Anspruch 6, bei der das jeweilige Halteelement (20) und/oder der jeweilige Meßkopfträger (22) aus einer Park- in eine Arbeitsposition verfahrbar oder schwenkbar sind. 55
8. Konturmeßeinrichtung (16) nach Anspruch 7, bei der das jeweilige Halteelement (20) in der Arbeitsposition arretierbar ist. 5
9. Konturmeßeinrichtung (16) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei der das Halteelement (20) jedes Meßkopfes (18) jeweils als entlang einer Hauptachse ausgedehnter Haltearm ausgebildet ist, der zur Führung in einem Paar von Exzenterbuchsen (80) gelagert ist. 10
10. Konturmeßeinrichtung (16) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der jedem Meßkopf (18) jeweils ein Orientierungsfühler (90) zugeordnet ist. 15
11. Konturmeßeinrichtung (16) nach Anspruch 10, bei der der oder jeder Orientierungsfühler (90) jeweils zwei symmetrisch zum Meßkopf (18) angeordnete, mit Druckluft beaufschlagbare Luftaustrittsdüsen (94) und zugeordnete Mittel zum Ermitteln des Staudrucks an den Luftaustrittsdüsen (94) aufweist. 20
12. Konturmeßeinrichtung (16) nach Anspruch 11, bei der die Mittel zum Ermitteln des Staudrucks einen Ultraschall-Sensor (96) umfassen. 25

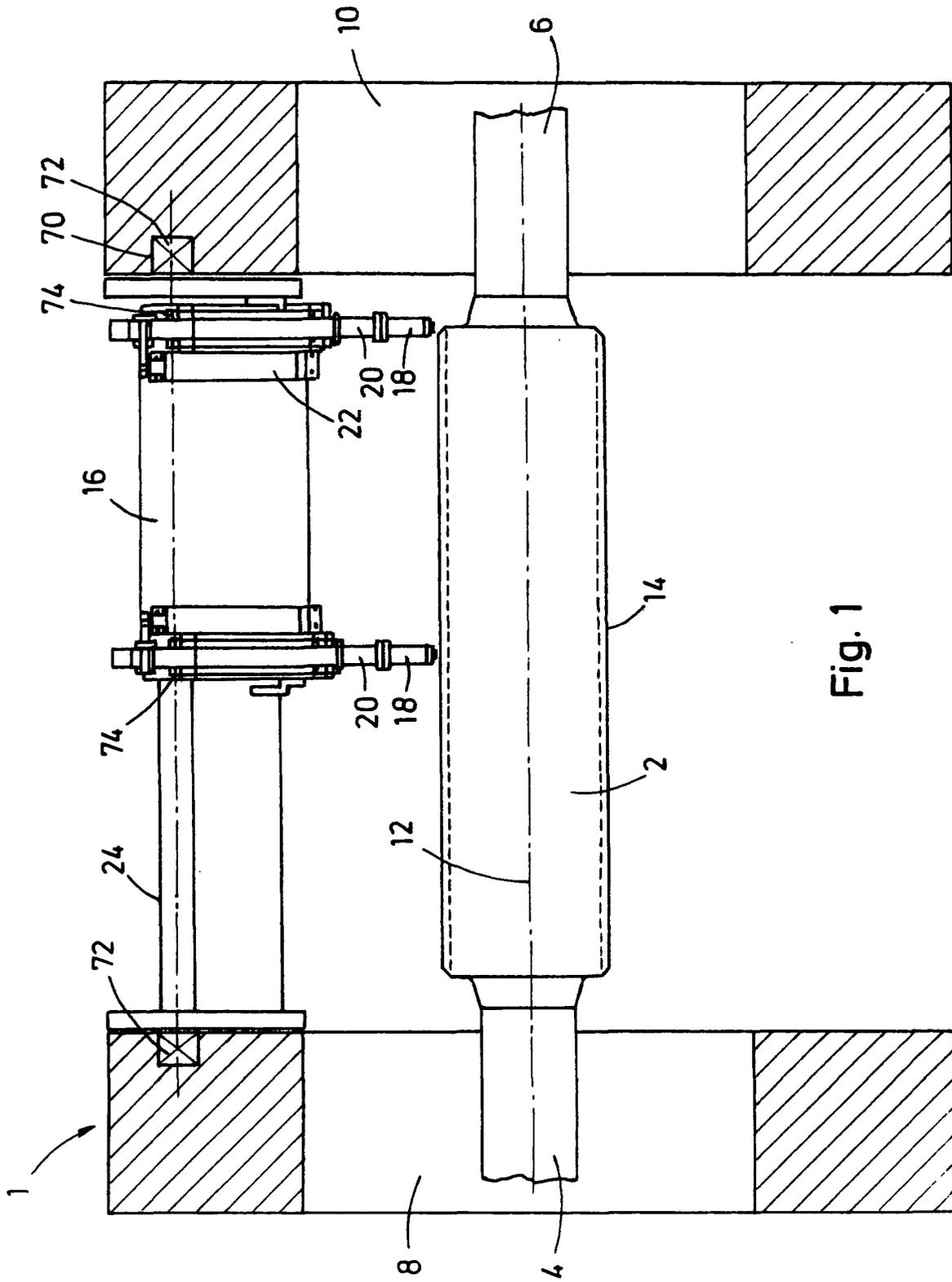
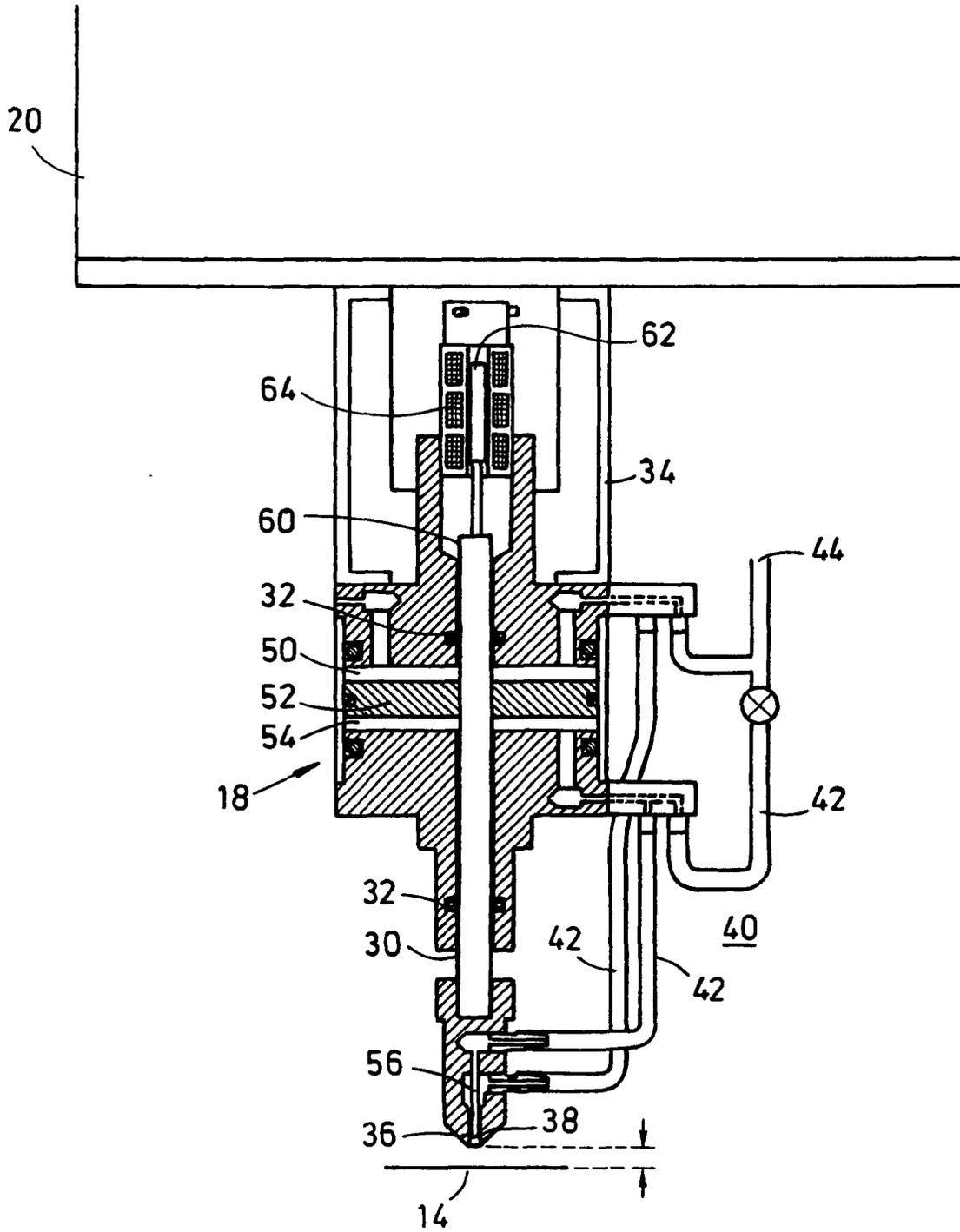


Fig. 2



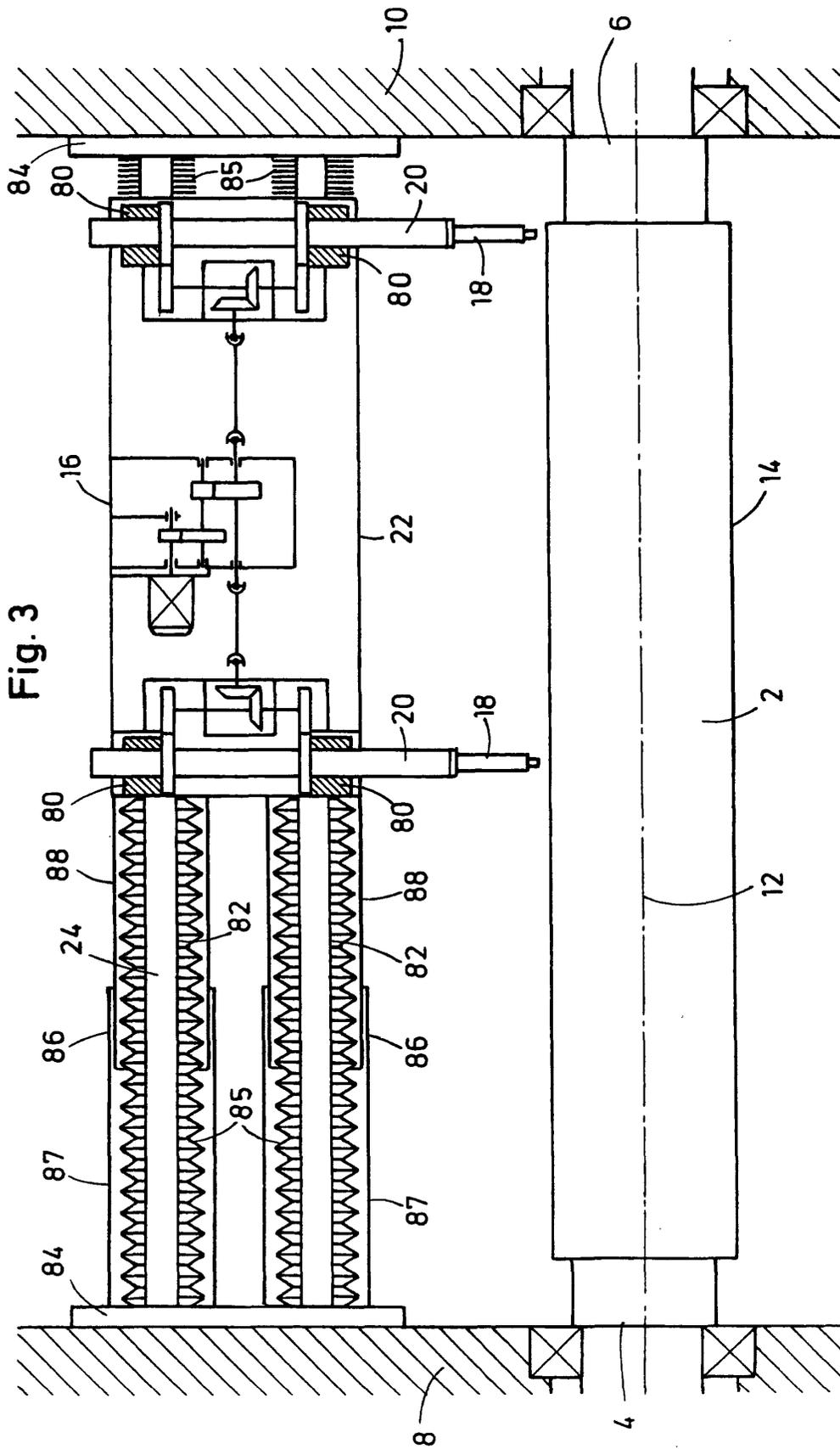


Fig. 3

