

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 594/2009**

(22) Anmeldetag: **17.04.2009**

(43) Veröffentlicht am: **15.12.2009**

(51) Int. Cl.⁸: **D21G 9/00** (2006.01),
D21G 1/02 (2006.01),
G01B 11/14 (2006.01)

(30) Priorität:

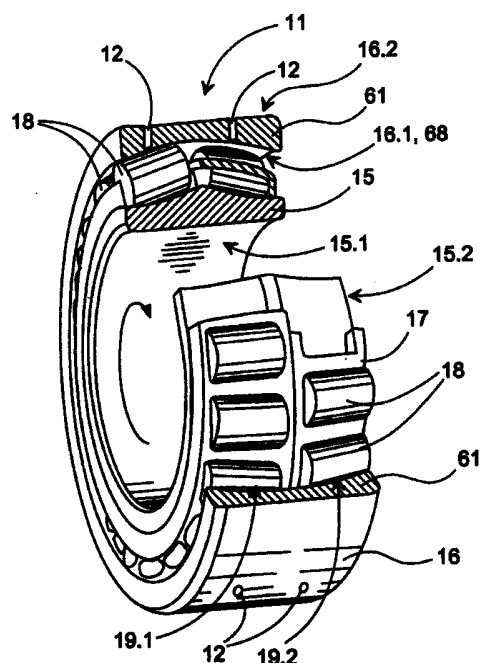
26.05.2008 FI 20085497 beansprucht.

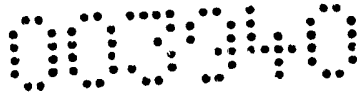
(73) Patentinhaber:

METSO PAPER, INC.
SF-00130 HELSINKI (FI)

(54) **ANORDNUNG, SYSTEM UND VERFAHREN ZUM MESSEN VON BETRIEBSVERHÄLTNISSEN EINES ROTIERENDEN KÖRPERS IN EINER MATERIALBAHNHERSTELLUNGS- ODER -AUSRÜSTUNGSMASCHINE**

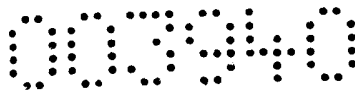
(57) Gegenstand der Erfindung ist eine Anordnung zum Messen von Betriebsverhältnissen eines rotierenden Körpers, wie zum Beispiel einer Walze (10.1-10.5), in einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine. Die Messung erfolgt mit an dem rotierenden Körper angeordneter optischer Sensorik (12). Weiters betrifft die Erfindung ein entsprechendes System und ein entsprechendes Verfahren.



**Zusammenfassung:**

Gegenstand der Erfindung ist eine Anordnung zum Messen von Betriebsverhältnissen eines rotierenden Körpers, wie zum Beispiel einer Walze (10.1-10.5), in einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine. Die Messung erfolgt mit an dem rotierenden Körper angeordneter optischer Sensorik (12). Weiters betrifft die Erfindung ein entsprechendes System und ein entsprechendes Verfahren.

(Fig. 1)

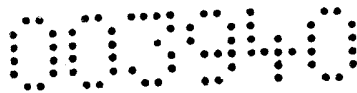


Gegenstand der Erfindung ist eine Anordnung zum Messen von Betriebsverhältnissen eines rotierenden Körpers, wie zum Beispiel einer Walze, in einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine. Weiter betrifft die Erfindung auch ein entsprechendes System und ein entsprechendes Verfahren.

Papier-, Zellstoff-, Tissue- und Kartonmaschinen wie auch Papierausrüstungs- und -verarbeitungsmaschinen enthalten zahlreiche rotierende, zum Beispiel wälzgelagerte Körper. Das Messen von Betriebsverhältnissen wälzgelagerter Körper, wie zum Beispiel Walzen, ist eine höchst anspruchsvolle Aufgabe. Echtzeitdaten über die tatsächlichen Betriebsverhältnisse der Walzen wären im Hinblick sowohl auf zweckmäßigen Betrieb wie auch auf die Zustandsüberwachung der Walze wichtig.

Das gemäß Stand der Technik erfolgende Messen von Betriebsverhältnissen basiert oft auf rechnerischen Verfahren. Diese sind jedoch kaum in der Lage, zum Beispiel sich aus veränderlichen Belastungssituationen ergebende Einflüsse zu berücksichtigen. Bei den bekannten Verfahren wird oft nur eine einzige, in Bezug auf den Betrieb der Walze selbst oft sehr fernliegende Größe gemessen. Auf deren Grundlage lässt sich die eigentliche Betriebsgröße, die von Interesse ist, berechnen bzw. schätzen. Es kann da wirklich nicht die Rede sein von einem in Echtzeit erfolgenden Messen tatsächlicher Betriebsverhältnisse, an Hand deren der Betrieb der Walzen oder überhaupt der Ablauf des Produktionsprozesses aufrechterhalten oder in Echtzeit und rational geregelt werden könnte oder vielleicht sich abzeichnende Probleme oder Schäden sogar voraussagen ließen.

Aus dem Stand der Technik ist die Bestimmung des Schmierzustands von Rollenlagern auf Grund rechnerischer Belastungen und im Voraus geschätzter Umgebungsbedingungen bekannt. In Wirklichkeit ergeben sich jedoch die Betriebsverhältnisse eines Lagerns als Summe mehrerer Teilfaktoren, die von dem im Wesentlichen statischen Berechnungsmodell überhaupt nicht berücksichtigt werden. Solche Faktoren sind zum Beispiel die Umgebungstemperatur, die Luftströmungen im Nahbereich sowie die vom Nip und/oder den Besspannungen/Geweben verursachten Radial- und Axiallasten. Diese Lasten werden wesentlich von der Reibung zwischen Lagergehäuse und Lageraußenring, der Passung und den Deformationen mitbestimmt. Auch Veränderungen bei den Öleigenschaften (z.B. Viskosität) haben Einfluss auf die Schmiersituation.

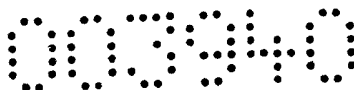


Bedingt durch die oben genannten Faktoren gestaltete sich die Bestimmung des Schmierzustands und der dem Lager zuzuführenden Ölmenge bisher wirklich schwierig und war mit Unsicherheitsfaktoren behaftet. Beim Schmieren hat man die dem Lager zuzuführende Ölmenge verfolgt, die jedoch kein Indikator für die eigentliche Schmiersituation ist.

Eine Besserung der Situation bringt die so genannte selbststeuernde Schmierölregelung, bei der die Schmiersituation an Hand von verschiedenen Berechnungsparametern beurteilt wird. Als Führungsgröße dient der Öldurchsatz, als Regelgröße die Öltemperatur. Für die Regelung werden u.a. die Produktionsgeschwindigkeit, die Öltemperatur und die Maximallast gemessen/bestimmt. Das Schätzen der Maximallast erfolgte auf Grund des groben Walzennip-Belastungswertes, den man wiederum aus dem Druck der zur Belastung des Nips eingesetzten Hydraulik gewann. Die Öltemperatur hat man mit Sensoren gemessen. Hat ein Sensor Anstieg der Öltemperatur festgestellt, wird der Öldurchsatz erhöht.

Neben der Regelung der Schmierung ist auch das Messen der auf das Lager wirkenden Belastungssituation problematisch. Bei hoch belasteten Rollenlagern kommt es zwischen Lageraußenring und Gehäuse zu Mikrobewegung, als deren Folge die Metallflächen schmierig werden (Kaltverschweißung, „Mikrokontaktierung“). Das Lager am freien Ende der Walze kann sich dann in seinem Gehäuse nicht in axialer Richtung bewegen, und es kommt zu einer falschen Belastung des Lagers: Die Last verteilt sich im Lager lediglich auf die eine Rollenreihe, was zu Überlastung und eventuell zu Lagerschäden führt. Die Axialbewegung kann auch durch Tilten des Lagers verhindert sein. Dabei trachtet der Außenring des Lagers, sich im Lagergehäuse zu neigen, wobei sich die Ringkante am Gehäuse „festbeißt“ und den Reibungskoeffizienten verändert.

Bei Lagern mit Wälzkörpern kann auch „Nulllast“ zu einer Problemsituation führen. Infolge der durch das Schmiermittel und den Lagerkäfig verursachten Reibungswiderstände verringert sich die Rotationsgeschwindigkeit der Wälzkörper oder sinkt sogar auf Null, wenn die Belastung des Lagers sehr gering ist. Bei gewissen Walzen kann das Lager in eine solche Nulllastsituation geraten. Durch Gleiten/Schlupf der Wälzkörper kommt es zu einer Verringerung der Dicke des Schmierfilms oder sogar zu einem Versagen des gesamten Schmierfilms. In dem Lager kann es zu einem Metall-Metall-Kontakt kommen mit der Folge einer Oberflächenbeschädigung und eines eventuellen Lagerschadens. Die bekannten Zustandsüberwachungsverfahren zeigen erst an, wenn es bereits zu einer Beschädigung bestimmten Ausmaßes gekommen ist.

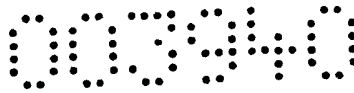


Auch allgemein genommen ist beim Monitoring falscher Belastungssituationen der Stand der Technik durch einen an der Außenfläche des Lagergehäuses angeordneten Temperatursensor repräsentiert. Es handelt sich dabei jedoch um eine stark verzögerte Messung, weil ja die Wärme erst durch den Lagerring dringen muss. Dazu kommt, dass eine so durchgeführte Temperaturmessung auch infolge des durch den Lagerring hindurch dem Lager zuzuführenden Ölstroms verfälscht wird, der ja die Messstelle stärker kühlt als die unter Belastung stehende Abrollbahn (Wälzfläche).

Nicht nur in Materialbahnherstellungsmaschinen, sondern auch in Mehrwalzenkalandern war es schwierig, die Belastungen wälzgelagerter Walzen (Zwischenwalzen und durchbiegungskompensierte/zonengesteuerte Walzen) genau zu messen, wodurch es leicht zu Nulllastsituationen kommt. Auf die neuerdings durch bloße Berechnung zu bestimmenden in Bezug auf das Lager sicheren Betriebsfenster ist kein Verlass, weil in dem Walzenstapel (zum Beispiel in den Hebelmechanismen und in den durchbiegungskompensierten/zonengesteuerten Walzen) unbekannte Reibungskräfte auftreten.

Aus dem Stand der Technik kennt man auch den Einsatz von Dünnfilmsensoren zum Messen von Betriebsverhältnissen. In der finnischen Offenlegungsschrift 20065305 ist der Einsatz eines Dünnfilmsensors in der Papiermaschinenumgebung beschrieben. Mit dem Einsatz von Dünnfilmsensorik ist jedoch das Problem verbunden, dass die Sensorik an der Belastungsfläche angebracht werden muss und sie so hohem Druck und Verschleiß ausgesetzt ist. Das stellt hohe Anforderung an die Verwirklichung des Sensors. Außerdem gestaltet sich die Verdrahtung der Sensorik schwierig, denn auch sie läuft über die Belastungsfläche. Soll zum Beispiel eine bereits eingebaute Walze nachträglich mit solcher Sensorik ausgestattet werden, so muss das gesamte Lager geöffnet werden um Zugang zu den Belastungsflächen zu erlangen.

Aufgabe dieser Erfindung ist es, eine Anordnung zum Messen von Betriebsverhältnissen eines in einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine rotierenden Körpers zu schaffen. Die kennzeichnenden Merkmale der erfindungsgemäßen Anordnung sind in Patentanspruch 1 aufgeführt. Weiter betrifft die Erfindung ein zum Messen von Betriebsverhältnissen in einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine rotierender Körper bestimmtes System und auch ein Verfahren, deren kennzeichnenden Merkmale in den Patentansprüchen 16 und 22 aufgeführt sind.



Bei der erfindungsgemäßen Anordnung ist an dem rotierenden Körper, wie zum Beispiel einer Walze, eine optische Sensorik zum Messen von Betriebsverhältnissen angeordnet. Diese Sensorik bietet in Anbetracht ihrer Abmessungen und Realisierung neue Möglichkeiten zum Messen von Drücken, Kräften und Temperaturen.

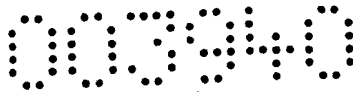
Die optische Sensorik kann an der Walze auf vielerlei Weise angebracht werden. Nach einer Ausführungsform kann die Sensorik zum Beispiel an den Stützlager des rotierenden Körpers, hinter der belasteten Fläche, angeordnet sein. Nach einer Ausführungsform kann das rotierende Teil der Walze zum Beispiel der Walzenmantel sein. Nach einer anderen Ausführungsform kann das rotierende Teil der Walze auch aus der Walzenachse/-welle bestehen. Besonders vorteilhaft gestaltet sich die Erfindung bei Nipwalzen, die axialen und radialen Belastungen ausgesetzt sind.

Nach einer Ausführungsform kann die optische Sensorik zum Beispiel am feststehenden Außenring der Stützlager hinter der belasteten Fläche angeordnet sein. Die Sensorik kann sich dabei zum Beispiel in der hauptsächlichen Belastungszone des Ringes befinden. Besteht das Stützlager aus wenigstens zwei Abrollbahnen, kann für jede Abrollbahn wenigstens ein optischer Sensor vorhanden sein. Die Erfindung kann ebenso gut in Gleitlagern angewendet werden.

Nach einer Ausführungsform kann die optische Sensorik zu einem oder mehreren Zwecken an die Steuerung der Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine geschaltet sein. Ein solcher Zweck besteht zum Beispiel in der Überwachung des Betriebszustandes der Lagermittel. Dabei kann, nach einer Ausgestaltung, die Regelung des Schmieröldurchsatzes der Lagermittel auf Grund der mit der optischen Sensorik durchgeführten Messung gesteuert werden. So lassen sich Reibungsverluste optimieren und sogar a priori eine zu starke Abnahme der Schmierfilmdicke verhindern.

Mit der optischen Sensorik kann auch die auf die Lagermittel wirkende Belastung bestimmt werden. Ein Beispiel dafür ist die problematische Nulllast. Darauf gestützt, ist das gesetzte Kriterium erfüllt, kann das Lager einer Axiallast ausgesetzt werden, die seine Funktionsfähigkeit wieder herstellt.

Weiter kann die optische Sensorik auf die bei laufendem Betrieb erfolgende aktive Regelung von Betriebsverhältnissen angewendet werden. Dabei kann die Sensorik zum Beispiel an den Belastungsmitteln einer Walze angeordnet sein.

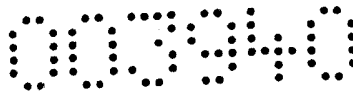


Unter Einsatz der Erfindung kann das Regeln von Betriebsverhältnissen auf der Basis der tatsächlich herrschenden Betriebsverhältnisse, die an Hand mit der optischen Sensorik durchgeführter Messungen ermittelt werden, erfolgen. Durch die Erfindung entfallen nun die auf Schätzung und/oder rechnerischen bzw. theoretischen Betrachtungen basierenden Regelungen. Die durch die Erfindung nun verfügbaren Echtzeitdaten ermöglichen eine präventive Instandhaltung und damit auch die Verhinderung von Schäden.

Die erfindungsgemäße Anordnung ist in Bezug auf Funktion, Montage, Kalibrierung und eventuelle Austauschbarkeit einfach. Außerdem ist die Anordnung sehr robust. Die übrigen Vorteile, die sich mit der erfindungsgemäßen Anordnung sowie dem erfindungsgemäßen System und Verfahren erreichen lassen, gehen aus dem Beschreibungsteil, die kennzeichnenden Merkmale aus den beigefügten Patentansprüchen hervor.

Die Erfindung, die nicht auf die folgend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt ist, wird nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen im Einzelnen erläutert. Es zeigen:

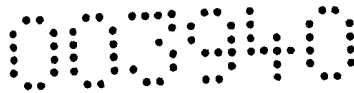
- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Lagers in grober schematischer Darstellung;
- Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Lagers in grober schematischer Darstellung;
- Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Lagers seitlich betrachtet in grober schematischer Darstellung;
- Fig. 4 eine exemplarische grafische Darstellung der optischen Sensorik;
- Fig. 5-7 ein Beispiel des Messprinzips, bei dem Intensitätsmessung zur Anwendung gebracht wird;
- Fig. 8 eine Schemazeichnung der Intensitätsmessung;
- Fig. 9 ein Beispiel der Form der Vertiefung;
- Fig. 10 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung an der Zentralwalze einer Presse;
- Fig. 11 ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung an einer Durchbiegungseinstellwalze;
- Fig. 12 ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung an einer Thermowalze eines Kalanders;



- Fig. 13a ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung in einem Online-Kalander;
- Fig. 13b ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung in einem Mehrwalzenkalander;
- Fig. 13c ein Ausführungsbeispiel des Anordnens der Sensorik an einem Zonenschuh;
- Fig. 13d ein viertes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung an einer gleitgelagerten Walze;
- Fig. 13e ein Ausführungsbeispiel des Anordnens der Sensorik an einem Gleitlagerschuh;
- Fig. 14 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Systems in einer Materialbahnherstellungsmaschine;
- Fig. 15 ein Ausführungsbeispiel der Anwendung der erfindungsgemäßen Sensorik zur Eliminierung der Nulllast;
- Fig. 16 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Anordnung an einer Pressen-Schuhwalze;
- Fig. 17 ein Beispiel eines Lagerschadens und der entsprechenden mit der erfindungsgemäßen Sensorik gewonnenen Messdaten.

In Fig. 1 und 2 sind in grober schematischer Darstellung Beispiele von Lagermitteln 11 gezeigt, an denen die erfindungsgemäße Sensorik 12 zur Anwendung gebracht werden kann. Funktionell gleiche Teile sind jeweils mit gleichen Bezugszeichen belegt. Zum Beispiel in einer Materialbahnherstellungsmaschine oder in einer Ausrüstungsmaschine können ein oder mehrere solche Lager 11 vorhanden sein. Das Lager 11 ermöglicht dem zur Maschine gehörenden Körper 10 oder einem Teil desselben 10 eine rotierende Bewegung. Als Beispiele für Materialbahnherstellungsmaschinen seien die Papier- oder Kartonmaschinen (Fig. 14), die Tissuemaschinen und die Zellstoffmaschinen genannt. Als Beispiele für Ausrüstungsmaschinen können u.a. die Kalander (Fig. 13a und 13b), die Rollenschneider und die Umroller angeführt werden. Die Ausrüstungsmaschine kann eine Komponente der eigentlichen Materialbahnherstellungsmaschine (online) oder eine im Wesentlichen separate Einheit (offline) sein.

Als Beispiele für rotierende Körper seien hier die verschiedenen Walzen, zum Beispiel die Nipwalzen und Zylinder in verschiedenen Sektionen der Maschine genannt. Von den Walzen seien als Beispiele die Saugwalzen, die Presswalzen 10.1 (Fig. 10), die Durchbiegungseinstellwalzen 10.2 (Fig. 11), die Trockenzylinder, die Leitwalzen, die



Kalenderwalzen, die Softkalenderwalzen, die Thermowalzen 10.3 (Fig. 12), die Glättzylinder, die Tambourwalzen und Tragtrommeln und die Schuhwalzen 10.4 (Fig. 16) angeführt.

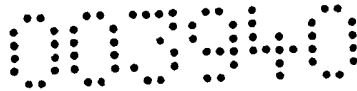
Auch wenn in Fig. 1 und 2 ein Pendelrollenlager gezeigt ist, so ist dies hier lediglich als ein Beispiel der in der Produktions- oder der Ausrüstungsmaschine eingesetzten Lagertypen zu verstehen. Weitere in Frage kommende Lagertypen wären zum Beispiel die Zylinderrollenlager, die Schrägkugellager, die Dreiringlager, die Gleitlager und die Gelenklager.

Das Pendelrollenlager 11 wird in Maschinen zum Beispiel als Stützlager 11.1, 11.2 rotierender Körper (Fig. 10-12) eingesetzt. Das Lager 11 besteht in seiner Grundform im Allgemeinen aus dem Außenring 16, dem Innenring 15 und zwischen diesen befindlich den Wälzkörpern 18 und den Käfigen 17. Die Wälzkörper bestehen in diesem Fall aus Rollen 18, die auf den von den Ringen 15, 16 gebildeten Abrollbahnen 19.1, 19.2 abrollen. Der Käfig 17 kann die Wälzkörper 18 umgeben. Statt als rahmenförmige Konstruktion kann der Käfig auch als Massivkäfig ausgeführt sein.

Die Lagerringe 15, 16 bilden nun zwei in axialer Richtung nebeneinander befindliche Abrollbahnen 19.1, 19.2. Allerdings können in dem Lager 11 auch mehr als zwei Abrollbahnen oder auch nur eine Abrollbahn vorhanden sein. Die als Stützlager 11.1, 11.2 fungierenden Abrollbahnen 19.1, 19.2 befinden sich in einer sphärischen, d.h. kugeligen Anordnung, wobei die Innenfläche 16.1 des Außenringes 16 und die Außenfläche 15.2 des Innenringes 15 in axialer Richtung eine kugelartig gekrümmte Form haben. Die mit sphärischen Rollenlagern (Pendelrollenlagern) 11 verbundene Grundtechnologie ist dem Fachmann wohl bekannt, sodass hier auf sie nicht näher eingegangen zu werden braucht. Die Lagereinheit 11 kann eine bereits umfassend bekannte oder eine noch in der Entwicklung befindliche Technologie repräsentieren; die Erfindung setzt dem keinerlei Grenzen.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 ist in die Lagerkonstruktion 11 in deren Außenring 16 optische Sensorik 12 integriert. Die Sensorik umfasst wenigstens eine aus einer funktionellen Sensorstruktur bestehende Gesamtheit. In Fig. 1 sind insgesamt vier Sensoren 12 sichtbar.

Die Sensoren 12 können in gleichmäßigen Abständen auf beide Abrollbahnen 19.1, 19.2 verteilt sein, wobei auf einer oder auf beiden Abrollbahnen 19.1, 19.2 wenigstens ein Sensor 12 an der Stelle der Wälzrille platziert ist. Durch Anordnung mehrerer Sensoren 12 pro



Abrollbahn 19.1, 19.2 können die ringspezifische Belastung, deren Unregelmäßigkeiten und überhaupt Vorgänge angezeigt werden (Option/oft genügt Belastung).

Bei der Ausführungsform in Fig. 2 sind die Sensoren 12 in den Innenring 15 integriert. Auch hier sind beide Abrollbahnen 19.1, 19.2 mit Sensoren 12 bestückt, deren nun insgesamt fünf sichtbar sind.

Für den Fachmann versteht sich, dass durch das Grundprinzip der Erfindung die Platzierung der Sensoren 12 in einer bestimmten Anordnung an den Lagern und deren Ringen 15, 16 nicht eingeschränkt wird. Die Sensoren 12 können sogar an beiden Ringen 15, 16 angeordnet sein. Außerdem kann die Anzahl der Sensoreinheiten 12 oder deren Anordnung am/im Lager 11 im Rahmen der Grundidee der Erfindung extrem frei, aber natürlich unter Berücksichtigung der durch die jeweilige Anwendung gegebenen Anforderungen, gewählt werden.

Nach einer Ausführungsform der Erfindung können die Sensoren 12 oder zumindest die meisten von ihnen auch lediglich am feststehenden Lagerring 15, 16 des Lagers 11, wie zum Beispiel der in Fig. 10-12 gezeigten Stützlager 11.1, 11.2, hinter einer oder mehreren zu belastenden Flächen 15.2, 16.1 angeordnet werden.

Bei der in Fig. 1 gezeigte Ausführungsform kann der Außenring 16 feststehend und der Innenring 15 rotierbar sein. Beispiele solcher Ausgestaltungen sind in Fig. 10 und 12 gezeigt. Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 wiederum ist der Innenring 15 feststehend und der Außenring 16 rotierbar. Ein Beispiel dieser Ausgestaltung ist in Fig. 11 gezeigt.

Bei der Ausführungsform in Fig. 3 ist das Lager 11 seitlich betrachtet dargestellt. Das Lager 11 befindet sich dabei im Lagerbock 31. Wie gezeigt, ist also auch eine konzentrierte Anordnung der Sensoren 12 an irgendeiner Stelle des Ringes möglich. Die optischen Sensormittel 12 können so in Verbindung mit dem feststehenden Ring 15, 16 des Stützlagers 11 angeordnet sein, dass sie konzentriert in die Belastungszone 30 des Lagers 11.1, 11.2 zu liegen kommen. Die Belastungszone 30 besteht hier aus dem unteren Sektorbereich des Lagers 11, der sogar eine gewisse Elastizität aufweisen kann. Die Belastungszone 30 kann auch dichter mit Sensoren 12 bestückt sein als die anderen Abschnitte des Ringes 16.

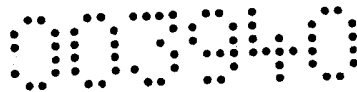


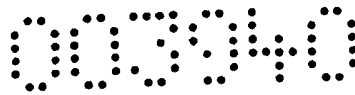
Fig. 4 zeigt eine an einem rotierenden Körper angeordnete Sensorstruktur 12 in stark abstrahierter Form. Die optische Sensorik 12 kann als Teil des Lagers 11 oder der Gleitfläche ausgebildet sein. In den Lagerwerkstoff 61, zum Beispiel in den Außenring 16 des Lagers 11, ist eine Vertiefung 65 eingearbeitet, die sich bis nahe an die in tribologischem Kontakt stehende Fläche 68, die hier also aus der Innenfläche 16.1 des Außenringes 16 des Lagers besteht, erstreckt. Die Vertiefung 65 befindet sich also hinter der zu belastenden Fläche 68. Die Herstellung der Vertiefung kann zum Beispiel durch Ausfunken erfolgen; natürlich kann das Loch 65 auch gebohrt sein. Allgemeiner ausgedrückt: Die Vertiefung 65 ist an einer Stelle des rotierenden Körpers angeordnet, an der es zu Deformationen kommt. Die Deformationen können durch kontinuierliche oder diskontinuierliche Belastung der Fläche 68 oder durch Druck bedingt sein. Die Veränderungen können sich neben der Form auch auf die Temperatur erstrecken.

Die Fläche 68 kann zum Beispiel aus Gleitwerkstoff bestehen und am Außenring als eine Schicht M_1 vorhanden sein, deren Dicke S zum Beispiel 0,02-0,8 mm betragen kann. Auf die Schicht M_1 folgt zum Beispiel eine aus Stahl bestehende Werkstoffschicht M_2 . Die Gesamtdicke H_1 der Schichten M_1 und M_2 kann zum Beispiel etwa 10-80 mm, zum Beispiel 50 mm, betragen.

An ihrem Boden 63 oder wenigstens in dessen Mittenpartie ist die Vertiefung 65 zum Beispiel poliert oder ansonsten so behandelt, dass das Licht ausreichend gut reflektiert wird. Inwieweit Polier- oder sonstiger Oberflächenbehandlungsbedarf besteht, hängt zum Beispiel von der Herstellungsweise des Loches 65 ab; eine besondere Behandlung des Lochbodens 63 ist durchaus nicht immer erforderlich. Im Folgenden wird der besagte Boden auch als Spiegelfläche 63 bezeichnet.

In die Vertiefung 65 ist eine optische Faser 64 eingesetzt, die auf an sich bekannte Weise zum Beispiel aus einem Kern 66 und einem Mantel 67 bestehen kann. Das Einbringen der Faser 64 in die Vertiefung 65 kann zum Beispiel über eine am Lagerbock 31 an der entsprechenden Stelle angebrachte Bohrung erfolgen. Das Ende der Faser 64 befindet sich in einem Abstand von der Spiegelfläche 63, sodass zwischen dem Ende der Faser 64 und der Spiegelfläche ein Beobachtungsraum oder Etalon 62 entsteht. Der Abstand zwischen dem Boden 63 der Vertiefung 65 und der in Kontakt befindlichen Fläche 68 beträgt T .

Die Lichtfaser 64 und die Vertiefung 65 können zum Beispiel zueinander passende Schraubgewinde 86 oder eine andere passende Befestigung haben. Dabei kann dann die

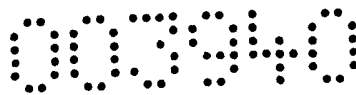


Lichtfaser 64 in der Vertiefung 65 gegen deren Boden 63 in Vorspannung versetzt werden, sodass sie bodenseitig 63 in der Vertiefung 65 immer zuverlässig in dem eingestellten Abstand von der reflektierenden Fläche 63 bleibt, selbst wenn an der Messstelle Wärmeausdehnung auftreten sollte.

Nach einer Ausführungsform kann das Etalon 62 zum Beispiel mit thermochromischem Material gefüllt werden, zum Beispiel mit thermochromischem Polymer, dessen Farbe bei Temperaturänderung umschlägt. Noch spezieller besteht dieses Material aus mit thermochromischem Pigment dotiertem Akryl. Bei der dieser Ausführungsform entsprechenden Lösung kann die Temperatur des Lagers oder einer anderen Fläche durch Messen der von der Spiegelfläche 63 reflektierten Strahlung ermittelt werden. Da die Farbe des thermochromischen Materials bei Temperaturänderung umschlägt, ändert sich auch die Farbe des in die optische Faser 64 reflektierten Lichts, und die Temperatur kann durch Anzeigen der Lichtfarbe detektiert werden. Das Detektieren kann mit Hilfe von Farbfiltern durch Messen der Lichtmenge, die von den jeweils eine andere Farbe durchlassenden Filtern durchgelassen wird, erfolgen. Zum Anzeigen der Temperatur kann auch eine optisch aktive Substanz verwendet werden, deren Polarität sich in Abhängigkeit von der Temperatur ändert, wobei dann die Temperatur mit Hilfe der Polarisationsdrehung angegeben werden kann. Diese Lösung bietet den Vorteil, dass die Temperaturmessung nahe beim zu messenden Objekt erfolgt. Für die optische Faser 64 genügt auch ein viel kleineres Loch (Vertiefung) als zum Beispiel für ein Thermoelement.

In Fig. 5-7 ist ein Prinzip zum Messen des Abstands der Spiegelfläche 63 gezeigt. Es sei angemerkt, dass die Erfindung in keiner Weise auf diese exemplarische Messmethode beschränkt werden soll, sondern dass ebenso gut auch andere taugliche Messmethoden in Frage kommen.

Da sich die am Lagerwerkstoff 61 ausgebildete Spiegelfläche 63 infolge des auf die in Kontakt befindliche Fläche 68 wirkenden Druckes bewegt, kann mit Hilfe der Bewegung der Spiegelfläche 63 zum Beispiel der von den Lagerrollen 18 auf den Außenring 16 des Lagers 11 ausgeübte Druck gemessen werden. Die Bewegung kann zum Beispiel in einer Biegung der Spiegelfläche 63 bestehen. Das Bestimmen der Bewegung der Spiegelfläche 63 kann zum Beispiel durch Messen des Abstands zwischen dem Ende der optischen Faser 64 und der Spiegelfläche 63 erfolgen. Das Ende der optischen Faser 64 kann in einem genau definierten Abstand L von der Spiegelfläche 63 angeordnet werden. Am Ende der Faser 64 befindet sich eine Linse 70, die auf an sich bekannte Weise durch Bearbeitung des Endes

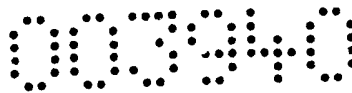


der Faser 64 hergestellt werden kann. So erübrigen sich separate Teile, und die Faser 64 und ihre Linse 70 bilden einen einheitlichen integrierten Körper. Die Faserlinse 70 fokussiert den von der Faser 64 kommenden Lichtstrahl 73 auf den Fokussierpunkt mit der Fokussierweite 71. Die Fokussierweite 71 liegt zwischen dem Ende der Faser 64 und der Spiegelfläche 63.

Nach einer anderen Ausführungsform kann das Ende der Lichtfaser 64 zum Beispiel an einem keramischen Halter befestigt werden, der zwei Löcher für die Lichtfaser haben kann. Das eine Loch dient zum Leiten des Lichts von der Lichtquelle zum Etalon, das andere Loch zum Leiten des reflektierten Lichts aus dem Etalon hin zur Intensitätsmessung. In den gleichen Halter kann auch eine dritte Lichtfaser eingesetzt werden, mit der sich die Temperatur der Fläche 63 messen lässt (z.B. Fot-Hero). Wird am Ende der Lichtfaser eine keramische Standardkomponente eingesetzt, so wird dafür an dieser ein drittes Loch angebracht.

Aus Fig. 6 und 7 ist die Wirkung einer Veränderung des Abstandes zwischen der Spiegelfläche 63 und der Faserlinse 70 ersichtlich. Befindet sich die Spiegelfläche 63 in ihrer Extremstellung weit weg von der Fokussierweite 71, so wird das aus dem Kern 66 der Faser 64 kommende Licht in Form eines breiten Kegels 72 auf die Spiegelfläche 63 geworfen. Nun reflektiert die Spiegelfläche 63 den breiten „Rückkegel“ 74 zum Ende der optischen Faser 64 und zur Linse 70 hin, wobei ein großer Teil des reflektierten Lichts auf den Mantel 67 der Faser 64 trifft und die Intensität des auf den Kern 66 treffenden zurückkehrenden Lichts also gering ist. Rückt die Spiegelfläche 63, wie in Fig. 7 gezeigt, näher an die Fokussierweite heran, trifft ein größerer Teil des reflektierten Lichts 74 auf den Kern 66 der optischen Faser 64. So kann also durch Messen der Intensität des reflektierten Lichts die Veränderung des Abstandes zwischen der Spiegelfläche 63 und dem Ende der optischen Faser 64 ermittelt werden. Wird diese Abstandsänderung für das jeweilige Anwendungsobjekt passend kalibriert, so kann der auf die zu messende Fläche 68 wirkende absolute oder relative Druck detektiert werden.

Im Prinzip kann sich die Spiegelfläche 63 auch zwischen der optischen Faser 64 und der Fokussierweite 71 befinden. Bei Änderung des Abstandes der Spiegelfläche 63 erfolgt eine entsprechende Intensitätsänderung wie im vorangehend beschriebenen Beispiel. Die Intensitätsänderung ist nun allerdings schwächer, sodass man ein besseres Ergebnis erzielt, wenn sich die Spiegelfläche von der Lichtfaser aus betrachtet hinter der Fokussierweite befindet.

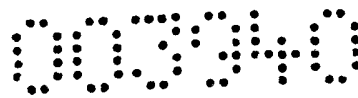


In Fig. 6 sind aus Anschaulichkeitsgründen die zum Lager 11 in Kontakt befindliche Fläche 68 und die im Lager 11 rotierende Rolle 18 dargestellt.

Fig. 8 zeigt in vereinfachter Form eine exemplarische Verwirklichungsweise der oben beschriebenen Abstandsmessung. Von der Lichtquelle 77 wird Licht in die Faser 78 geschickt, das in der Faser 79 weiter in den Sensor 80 geleitet wird. Für die Anzeige des reflektierten Lichts zweigt von der Verbindungsstelle der Faser 78 der Lichtquelle 77 mit der Faser 79 des Sensors 80 eine Detektor-Zweidfaser 81 ab, die zum Intensitätsdetektor 82, allgemeiner gesagt zum Lichtdetektor, führt. Als Lichtquelle 77 kann eine superhelle LED oder eine andere ausreichend starke Lichtquelle eingesetzt werden. Als Detektor sind die herkömmlichen Lichtdetektoren geeignet. Da bei der erfindungsgemäßen Lösung eine starke Intensitätsänderung erfolgt, braucht der Detektor nicht unbedingt eine besonders hohe Sensibilität zu haben.

Ist eine besonders hohe Messgenauigkeit erforderlich, können zum Messen des Abstands der Spiegelfläche von der optischen Faser monochromatisches oder breitbandiges Licht und das Fabry-Perot-Prinzip angewendet werden. Dieses an sich bekannte Messverfahren basiert auf Messung der Interferenz des ausgesandten und des reflektierten Lichts im Etalon. Eine dritte Lösung zur Verwirklichung der Druckmessung besteht in der Messung der Phasenverschiebung des reflektierten Lichts. Das so gewonnene Messergebnis hat eine noch höhere Genauigkeit.

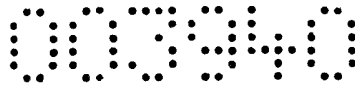
Fig.9 zeigt in Beispielform eine mechanische Lösung zur Herstellung des Sensors: Die ins Lagermetall 61 einzuarbeitende Vertiefung 65 hat einen Absatz 83, gegen den der Mantel 67 der Faser 64 geschoben werden kann. So lässt sich der Abstand zwischen dem Ende der Faser 64 und der Spiegelfläche 63 auf einfache Weise einstellen. Randseitig an der Spiegelfläche 63 wiederum ist eine ringförmige Senkung 84 eingearbeitet, sodass sich an den Seiten der Spiegelfläche 63 schmale Stege 85 in das Lagermetall 61 erstrecken. Die Biegung erfolgt nun an den Stegen 85, während die Spiegelfläche 63 selbst gerade bleibt. Es sei angemerkt, dass die Formen der Vertiefung 65, des Absatzes 83 und der Senkung 84 der Einfachheit halber hier rechtwinklig und scharfkantig dargestellt sind. In der wirklichen Konstruktion können die Winkelstellen natürlich so geformt sein, dass ihre Rissbildungsneigung möglichst gering ist.



Die Bemessung der eigentlichen Sensorkonstruktion 12 hängt teils von den Dimensionen der optischen Faser 64, teils von dem zu messenden Objekt ab. Der Durchmesser des Kerns 66 der optischen Faser 64 beträgt etwa 10-50 μm , der des Mantels 67 etwa 125 μm . Die Faser 64 ist von einer Schutzhülse umgeben, deren Durchmesser etwa 0,5-3 mm beträgt, und der Durchmesser dieser Schutzhülse bestimmt den Durchmesser der in das Lagermetall 61 einzuarbeitenden Vertiefung 65. Die Dicke T der zwischen Spiegelfläche 63 und in Belastungskontakt stehender Fläche 68 befindlichen Membran ist abhängig vom Lagerwerkstoff 61, vom Kontakttyp und vom maximalen Belastungsniveau. Bei gewöhnlichen Gleitlagern zum Beispiel kann die Dicke der Lagermetallmembran mehrere hundert Mikrometer betragen, wobei der maximale Bewegungsweg des Spiegels 63 einige Mikrometer beträgt. Die bei der Intensitätsmessung erzielbare Genauigkeit beträgt etwa ein Hundertstel des Bewegungsweges des Spiegels 63. Wie aus dem Obigen hervorgeht, kann nach einer Ausführungsform die Spiegelfläche 63 einen über die Fokussierweite 71 der Faserlinse 70 hinausgehenden Abstand vom Ende der Faser 64 haben. Passend ist eine Fokussierweite 71 von einigen hundert Mikrometern, und das Fokussieren darf etwas unscharf erfolgen, denn eine punktförmige Fokussierung ist nicht erforderlich. Es ist also nicht unbedingt erforderlich, die genaue Intensität zu messen, sondern vielmehr die Intensitätsänderung. Auch ansonsten ist die Sensorik auf das Einsatzobjekt abzustellen. Dabei müssen eventuell unter anderen das Einlaufen des Lagers 11 und bei langzeitigem Betrieb der Verschleiß des Lagers 11 berücksichtigt werden.

Die Vertiefung 65 für die Sensorik 12 braucht nicht unbedingt als Blindloch der vorangehend beschriebenen Art ausgeführt zu sein. Nach einer Ausführungsform kann das für die Sensorik 12 erforderliche Loch 65 auch durch den Lagerwerkstoff 61 gehend hergestellt und dann durch eine Membran aus einem passenden Material abgedeckt werden. Auch kann die Vertiefung 65 in ein separates Teil eingearbeitet und dieses Teil dann in den Lagerwerkstoff, wie zum Beispiel zwischen dem Außenring 16 des Lagers 11 und den Lagerbock 31, eingesetzt werden (Fig. 3). Die Form und auch die Elastizität der Fläche des Lagers 11 bzw. einer anderen zu messenden Fläche entsprechen dem eigentlichen Lagerwerkstoff 61.

Durch Variieren der Form der Spiegelfläche 63 lassen sich deren Reflexionseigenschaften beeinflussen. Die Fläche kann, je nachdem, ob der auftreffende Strahl bei der Reflexion an der Fläche 63 fokussiert oder zerstreut werden soll, konkav oder konvex gestaltet werden. Werden die Ränder des Bodens 63 der Vertiefung gemäß Fig. 9 geformt, so bleibt die Form der Spiegelfläche 63 im Wesentlichen unverändert, weil die Biegung an den Rändern beträchtlich stärker ist als die des relativ dicken Mittelteils. Allerdings kann der Boden 63 der



Vertiefung 65 auch eben geformt sein, was sich fertigungstechnisch gesehen unter Umständen einfacher gestaltet. Das Einstellen des richtigen Abstandes zwischen dem Ende der optischen Faser 64 und dem Spiegel 63 kann nun dadurch erfolgen, dass man aus dem Mantel 67 der Faser 64 eine Hülse bildet, die sich über das Ende der Faser 64 hinaus erstreckt. So bilden dann also das Ende der Faser 64, das Hülsenloch und die Spiegelfläche die Messkammer, d.h. das Etalon. Für die Messung können Monomode- oder Multimodefasern oder auch zwei Fasern eingesetzt werden, von denen die eine das Licht in das Etalon sendet und die andere das Licht empfängt. Das Licht kann breitbandig, polarisiert, monochromatisch oder ansonsten modifiziert sein, und seine Wellenlänge braucht nicht im Bereich des sichtbaren Lichts zu liegen.

Fig. 10-12 zeigen einige mögliche Ausführungsformen der Erfindung, mit denen sich Betriebsverhältnisse eines rotierenden Körpers, zum Beispiel einer Walze 10.1-10.3 einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine, messen lassen. Mit den besagten Zeichnungen 10-12 wird nicht bezweckt, Walzen-, Lager- und Maschinenkonstruktionen genau im Detail, sondern nur in höchst grober Form und auf sehr prinzipieller Ebene darzustellen. Wie bereits erwähnt, sind den Walzen 10.1-10.3 Lagermittel 11 zugeordnet, die das Rotieren eines oder mehrerer Teile 13, 14 der Walze 10.1-10.3 ermöglichen. Nun sind diese Walzen 10.1-10.3 mit optischen Sensormitteln 12 zum Beispiel der oben beschriebenen Art zum Messen/Steuern von Betriebsverhältnissen der Walze und/oder überhaupt des Herstellungsprozesses ausgerüstet.

Fig. 10 zeigt in grob vereinfachter Form das Beispiel einer Pressenwalze, und zwar speziell einer Pressen-Zentralwalze 10.1. In Fig. 14 ist die Position der Zentralwalze 10.1 in der Pressenpartie 51 einer Papiermaschine gezeigt.

Die in Fig. 1 und 2 gezeigten Lagermittel 11 befinden sich in Lagerböcken 31 und dienen als Stützlager 11.1. Die Achse/Welle 14 der Walze 10.1 ist im Lagerbock 31 gelagert und rotiert gleichzeitig auch den Mantel 13 der Walze. Das rotierende Element besteht hier also aus der Walze 10.1 einschließlich Achse/Welle 14 und Mantel 13 und erstreckt sich über die gesamte Breite der Maschine. Die optischen Sensormittel 12 sind nun zum Beispiel am feststehenden Lagerring der Stützlager 11.1, der hier aus dem Außenring 16 des Lagers 11.1 besteht, angeordnet. Allgemein gesagt können mit den Sensoren 12 unabhängig von der Ausführungsform Betriebsverhältnisse, wie zum Beispiel Temperatur und/oder Druck (Belastungen), gemessen werden.

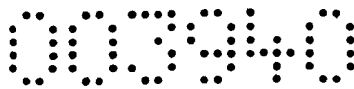


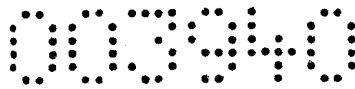
Fig. 11 zeigt ein grob vereinfachtes Beispiel einer Presswalze, genauer gesagt einer Durchbiegungseinstellwalze 10.2 einer Presse. Mit einer solchen durchbiegungskompensierten und zonengesteuerten Walze 10.2 bewirkt man in der Pressenpartie 51 eine gleichmäßige Beschaffenheit des herzustellenden Produkts über die gesamte Bahnbreite. Die durchbiegungskompensierte und zonengesteuerte Walze kann zum Beispiel auch im Kalandrier 53 eingesetzt werden. In Fig. 14 ist die Position der Durchbiegungseinstellwalze 10.2, 10.2' in der Pressenpartie 51 und auch im Online-Kalandrier 53 einer Papiermaschine gezeigt.

Die in Fig. 1 und 2 dargestellten Pendelrollenlager 11 sind nun innerhalb des Mantels 13 der Walze 10.2 angeordnet. Auch in diesem Fall kann man sagen, dass sie als Stützlager 11.2 des Mantels 13 fungieren. Die Durchbiegungseinstellwalze 10.2 wird im Kalandrier 53 auf an sich bekannte Weise gegen die Gegenwalze 10.3 belastet, d.h. gedrückt.

Die Durchbiegungseinstellwalze 10.2 besteht aus einer ortsfesten Achse 14' und einem mit erfindungsgemäßen Lagermitteln 11.2 versehenen rotierenden Walzenmantel 13, der auf erfindungsgemäßen Pendelrollenlagern 11.2 laufend um die Achse 14' rotiert. An der im Inneren des Mantels 13 verlaufenden Achse 14' sind unabhängig voneinander regulierbare Stütz-/Druckelemente 35 angeordnet, die den Mantel 13 hydrostatisch stützen und mit denen die Durchbiegung der Walze 10.2 geregelt wird. Der Mantel 13 wird zum Beispiel der Mantelform der Gegenwalze 10.1, 10.3 entsprechend reguliert.

Die Achse 14 der Walze 10.2 ist zum Beispiel über Gelenklager 33 an die Lagerböcke 34 gekoppelt. Der Walzenmantel 13 ist zum Beispiel über Rollenlager 11.2 an die Achse 14' gekoppelt. Das rotierende Element ist hier also der Mantel 13. Die optischen Sensormittel 12 sind nun zum Beispiel am feststehenden Lagerring der Stützlager 11.2 des Mantels 13 angeordnet, der in diesem Fall aus dem an der Achse 14' befestigten Innenring 15 des Lagers 11.2 besteht. Die Sensorik 12 kann auch am Gelenklager 33 angeordnet sein und zum Beispiel zum Messen der Nip-Gesamtlast dienen. Die Sensorik 12 kann dabei zum Beispiel an der Ölfilmstelle, an der der stärkste Druck herrscht, angeordnet sein.

Fig. 12 zeigt in grob vereinfachter Form ein Beispiel einer Kalandrierwalze, genauer gesagt einer Thermo-Kalandrierwalze 10.3. Aus Fig. 14 geht die Position der Thermowalze 10.3 im Online-Kalandrier 53 einer Papiermaschine hervor, und Fig. 13a und 13b zeigen Anwendungen beim Kalandrieren, bei denen erfindungsgemäße Durchbiegungseinstell- und/oder Thermowalzen 10.2, 10.3 eingesetzt werden können. Die zum Beispiel aus Stahl



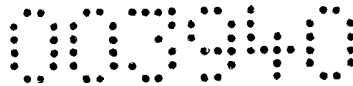
bestehende Thermo-Kalenderwalze kann mit einem passenden Wärmeübertragungsmedium beheizt werden. Die Niplast, d.h. die Anpresskraft bestimmt sich je nach der herzustellenden Papiersorte. In ihrer Grundkonstruktion entspricht die Kalenderwalze 10.3 weitgehend der vorangehend schon beschriebenen Pressen-Zentralwalze 10.1. Auch hier dienen als Lagermittel 11 in den an den Enden der Walze 10.3 angeordneten Lagerböcken 31 befindliche Stützlager 11.1, an denen die optischen Sensormittel 12 angeordnet sind.

Fig. 13a zeigt in schematisierter Form ein Beispiel einer Softkalender-Anwendung. Als Oberwalze kann zum Beispiel eine Thermowalze 10.3, als Unterwalze eine Durchbiegungseinstellwalze 10.2 (etwa eine zonengesteuerter SYM-Walze) eingesetzt werden. Erfindungsgemäße Sensorik 12 kann an beiden Walzen 10.2, 10.3 vorhanden sein, zum Beispiel in deren Lagern 11.1, 11.2 und/oder an den Stützelementen 35.

Fig. 13b zeigt in schematisierter Form ein Beispiel einer Anwendung in einem Mehrwalzenkalender 42. Die oberste Walze 10.2' des auf der rechten Seite der Zeichnung gezeigten Walzenstapels 10' kann eine ortsfeste Durchbiegungseinstellwalze, die unterste Walze 10.2 eine durchbiegungskompensierte und außerdem über die Lager 11.2 belastbare Walze sein. Zwischen der obersten und der untersten Walze 10.2 können zum Beispiel abwechselnd Zwischenwalzen und Thermowalzen 10.3 angeordnet sein.

Die in Fig. 13b genauer gezeigte untere Walze 10.2 kann eine hydraulisch durchbiegungskompensierte, zonengesteuerte Nipwalze (z.B. Walzentyp SYM-Z der Anmelderin) sein. Die Durchbiegungskompensation der Walze 10.2 erreicht man durch hydraulische Stützelemente 35, die an der Achse 14' der Walze 10.2 angeordnet sind und auf den Mantel 13 der Walze 10.2 unter zonenweisem Stützen desselben wirken. Die Stützelemente 35 kompensieren die Durchbiegung der Walze 10.2 in der gewünschten Weise, sodass der angestrebte gleichmäßige Liniendruck erzielt wird. Zusätzlich zur Durchbiegungskompensation bewirkt man mit den Stützelementen 35 auch die gewünschte Profilierung, denn jedes einzelne Element 35 kann entsprechend dem jeweiligen Profilierungsbedarf separat gesteuert werden. Die Sensorik 12 kann an verschiedenen Stellen der Stützelemente 35 angeordnet werden, zum Beispiel hinter der vom Stützelemente 35 belasteten Fläche 164, 87 (Fig. 13c).

Fig. 13c zeigt ein Ausführungsbeispiel zur Anordnung der Sensorik an einem Zonenschuh 35. Die (nun nicht dargestellte) optische Faser kann von außerhalb des Schuhs 35 zum Beispiel an dessen Randpartien geführt werden. Die genaue Stelle der Bohrung 65.1, 65.2

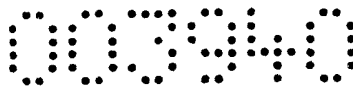


und der an ihrem Ende befindlichen reflektierenden Fläche wird gewählt je nachdem, ob der Druck und/oder die Temperatur der Tasche 164 oder des Gleitstegs 87 gemessen werden soll. Beim Messen des Druckes der Tasche 164 kann sich die reflektierende Fläche hinter der Tasche 164 im entsprechenden Bereich und beim Messen des Druckes des Stegs 87 hinter dem Steg 87 befinden. Wie aus Fig. 13c ersichtlich, kann die Bohrung 65.2 auch wenigstens teilweise waagrecht verlaufen. Die vertikale Bohrung konnte durch die Belastungsfläche 24 der Tasche hindurch geführt werden, und wurde dann durch eine Membran 88 aus einem passenden Werkstoff abgedeckt.

Die Durchbiegungseinstellwalze 10.2 kann eine Walze mit oder ohne Mantelhub sein. Bei der Nipwalze mit Mantelhub (z.B. Walzentyp SYM-ZS der Anmelderin) befinden sich zwischen den Lagern 11.2 des Walzenmantels 13 und der Achse 14' der Walze 10.2 Stützelemente 36. Mit diesen Stützelementen 36 kann der gesamte Mantel 13 in Richtung Nip bewegt werden, während die Achse 14' an der Stelle verharrt. Dabei kann an der Innenfläche 15.1 des Innenringes 15 der Lager 11.2 des Mantels 13 ein an sich bekannter Belastungsring anliegen, der an der Achse 14' der Walze 10.2 abgestützt ist. Bei einer solchen Walze 10.2 mit Mantelhub kann der Mantel 13 der Walze 10.2 in Kontakt zur Gegenwalze gefahren werden.

Sind die Lager 11.2 und/oder der Belastungsring und/oder die hydraulischen Belastungsmittel 36 mit erfindungsgemäßen Sensoren 12 ausgerüstet, so lassen sich mit Hilfe der auf die Lager 11.2 wirkenden Belastung auch die Randbereiche der durch den Kalanders 42 zu führenden Materialbahn besser als bisher unter Kontrolle halten und genauer regulieren. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Sensorik 12 erhält man Aufschluss über die tatsächliche Belastung der Randbereiche der Walze 10.2. Das bedeutet u.a. eine wesentliche Verringerung der Ausschussmenge, weil ja bisher die Bahnränder in den Ausschuss gingen.

Wie bekannt, können die Pendelrollenlager 11.2 an der Stirnseite des Mantels 13 auch durch an sich bekannte Gleitlager 11.3 ersetzt werden. Die erfindungsgemäße Sensorik kann unabhängig von der Walzenposition genauso gut auf Gleitlagerungen 11.3 angewendet werden. Die gleitgelagerte Walze kann eine in ihren Grundfunktionen normale Walze oder eine selbstbelastende Walze mit Mantelhub sein. Fig. 13d zeigt als schematisches Schnittbild ein Ausführungsbeispiel der Gleitlagerung einer Walze 10.5 mit Mantelhub. Die Sensoren 12 können hier zum Beispiel hinter den Gleitflächen und/oder den Taschen/Hohlräumen 161, 162, 164, 165 der Gleitlagerelemente 114, 115 angeordnet sein.

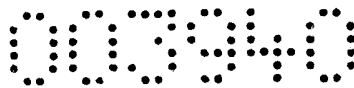


In Fig. 13d sind in Beispielform einige Stellen für die Sensoren 12 und in Fig. 13e ein Ausführungsbeispiel der Anordnung der Sensorik an einem Gleitlagerschuh 117 gezeigt.

Auch in Fig. 13d trägt die Achse der Walze 10.5 die Bezugszahl 14' und der Walzenmantel die Bezugszahl 13. An seiner Innenfläche 13' wird der Walzenmantel 13 durch belastete Gleitlagerelemente 114, 115 gestützt. Weiter haben die Gleitlagerelemente 114, 115 Dichtungen 170, 171 und mit Druck beaufschlagbare Hohlräume 161, 162. Für jedes Gleitlagerelement 114, 115 sind an der Achse 14' der Walze 10.5 Rumpfteile 163, 163a angeordnet, die in die Hohlräume 161, 162 der Gleitlagerelemente 114, 115 eingreifen. Die Gleitlagerelemente 114, 115 können von an sich herkömmlicher Konstruktion mit Öltaschen 164, 165 an ihrer Außenfläche sein. Die Öltaschen stehen über Kapillarbohrungen 166, 167, die durch die Gleitlagerelemente führen, mit den Druckräumen 161, 162 in Verbindung. Die mit der Gleitlagerung von Walzen verbundenen Grundtechnologien sind dem Fachmann an sich bekannt, und die Erfindung setzt da keine besonderen technischen Lösungen voraus. In diesem Zusammenhang sei auf das finnische Patent FI-116538 der Anmelderin verwiesen.

Nach Fig. 13e kann die (in der Zeichnung nicht dargestellte) optische Faser von außerhalb des Schuhs 117 in dessen Randbereiche geführt werden. Die genaue Stelle der Bohrung 65 ergibt sich daraus, ob der Druck der Tasche 164 oder des Gleitstegs 87 gemessen werden soll. Beim Messen des Druckes der Tasche 164 kann sich die reflektierende Fläche hinter der Tasche in deren Bereich, beim Messen des Druckes des Stegs 87 hinter dem Steg 87 oder so in dessen Bereich befinden, dass bei Belastungsänderung sich an der reflektierenden Fläche Bewegung zeigt. Wie aus Fig. 13e ersichtlich, kann die Bohrung 65.2 auch zumindest teilweise waagrecht oder schräg verlaufen. Dabei kann die vertikale Bohrung durch die Fläche hindurch, die von der Tasche 24 belastet wird, geführt und dann durch eine Membran 88 aus passendem Werkstoff abgedeckt sein.

Fig. 14 zeigt als Beispiel eine Materialbahnherstellungsmaschine, in diesem Fall speziell eine Papiermaschine 37. Die Papiermaschine 37 besteht aus mehreren hintereinander angeordneten Teilgesamtheiten (Sektionen), wie zum Beispiel Stoffauflauf 49, Formier-, Pressen- und Trockenpartie 50-52. Vor dem Aufroller 54 kann zum Beispiel eine Kalandertarte 53 angeordnet sein. All das wird mit den Mitteln einer zentralen Rechen- und Steuereinheit (CPU, central processing unit) überwacht und unter Kontrolle gehalten. Insbesondere die CPU-Mittel können als Maschinensteuerungs- und Zustandsüberwachungs-Automation 100-105 verstanden werden.



Die an rotierenden Körpern, wie zum Beispiel Walzen 10.1-10.5 angeordnete erfindungsgemäße Sensorik 12 kann an die zentrale Rechen- und Steuereinheit CPU angeschlossen werden. Zusammen können diese beiden Einheiten ein System zur Überwachung und/oder Steuerung von Betriebsverhältnissen eines rotierenden Körpers, wie zum Beispiel einer Walze 10.1-10.5 einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine 37, 42 bilden. Das Verfahren lässt sich unmittelbar aus dem System ableiten, das nur eine Realisierungsart der Übertragung der Erfindungsidee auf die Praxis darstellt. In der Maschine konnte zumindest ein Teil der Walzen 10.1-10.5, - zum Beispiel deren Lager und/oder Belastungsmittel 11.1-11.3, 114, 115, 35, 36 - mit optischen Sensormitteln 12 ausgerüstet werden, und mit diesen können für die zentrale Rechen- und Steuereinheit CPU echte, d.h. wirkliche Messergebnisse wenigstens einer zu messenden Größe bereitgestellt werden. Als Untermodul kann die Sache dazu benutzt werden, die Funktion des Monitoringmoduls 100 der Sensoren 12 einschließlich Datenübertragungsverbindung 205, die nun aus der optischen Faser besteht, zu übernehmen.

Nach einer ersten Ausführungsform lässt sich mit den Sensormitteln 12 die Zustandsüberwachung von Lagern, wie zum Beispiel der Rollen-/Gleitlager 11.1, 11.2, 11.3 durchführen (Modul 102). Bei der mit optischem Sensor 12 erfolgenden Zustandsüberwachung des Lagers 11.1, 11.2, 11.3 lässt sich eine Problemsituation bereits erkennen bevor sich der eigentliche Schaden zu entwickeln beginnt. Eine ungewöhnliche Belastungsverteilung oder ein ungewöhnliches Last-/Temperaturniveau zeigt ein ungewöhnliches Vorkommnis an und bieten so die Möglichkeit, das Problem zu beheben und das Entstehen von Schäden zu vermeiden oder zu verzögern. Die Sensorik 12 wird über die Automation CPU auf Überwachung des Zustands der Lager 11.1-11.3 geschaltet.

Ein mit der Zustandsüberwachung verbundenes exemplarisches Problem, auf das sich die Erfindung anwenden lässt, kann sich infolge der durch Wärmeausdehnung bedingten Änderung der Walzenlänge ergeben. Die Längenänderung kann zu Störung der Funktion der Lager 11.1 führen sofern der axiale Gleitsitz 43 zwischen dem Außenring 16 des Lagers 11.1 und dem Gehäuse 31 nicht wie geplant funktioniert (Fig. 12). Die Ursache kann zum Beispiel Klebrigwerden infolge der Mikrobewegung der Gleitflächen sein. Als Folge dieser Erscheinung nimmt die Belastung an der einen Abrollbahn des Lagers 11 stark zu, was mit Rücksicht auf die rechnerische Belastung unerwünscht ist. Mit der Sensorik 12 wird solche unerwünschte Belastungsabweichung erkannt, und der Nip kann geöffnet werden. Durch das vorübergehende Senken der Belastung wird die auf den Gleitsitz wirkende Reibungskraft



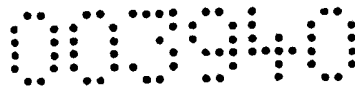
verringert, wobei das Lagergehäuse 31 und der Außenring des Lagers 11 sich relativ zueinander bewegen und das Lager 11 sich wieder „einreguliert“. Danach kann der Nip wieder geschlossen und zur gewünschten Belastung zurückgekehrt werden.

Nach einer anderen Ausführungsform kann die erfindungsgemäße Sensorik 12, 100 zur Optimierung der Schmierung der Lager 11, wie zum Beispiel der Rollenlager 11.1, 11.2 und/oder auch der Gleitlager 11.3, 11.4, 11.5 eingesetzt werden. Bei dem gegenwärtigen sich selbst regelnden Umlaufschmiersystem 101, 300 wird der Sollwert für den Schmieröldurchsatz der Rollenlager 11.1, 11.2 an Hand der rechnerischen Maximallast und der wirklichen Produktionsgeschwindigkeit der Maschine berechnet. Bei Lagern 11.1, 11.2, die mit optischen Sensoren 12 ausgestattet sind, kann die Steuerung der Regelung an Hand tatsächlicher Betriebswerte (Last und/oder Temperatur) erfolgen. Angestrebt wird, die Temperatur der Lager 11.1, 11.2 durch passenden Öldurchsatz innerhalb gewisser Grenzen zu halten.

Dabei kann mit der CPU-Einheit 101 die Regelung (Regelmittel 41) des Öldurchsatzes der Lagermittel 11.1, 11.2 der Walze 10.1-10.5 auf Grund der mit den optischen Sensormitteln 12 durchgeführten Messung gesteuert werden. Ein Versagen des Schmierfilms bewirkt eine Temperatur- und Druckspitze (Belastung). Das lässt sich mit Hilfe der Sensorik 12 in einem frühen Stadium, bevor es zu Schäden kommt, erkennen und anzeigen.

Nach einer dritten Ausführungsform können die optischen Sensormittel 12 auch zur Bestimmung der auf die Lagermittel 11.1, 11.2 wirkenden Belastung eingesetzt werden. Die Belastung erhält man rechnerisch aus dem von der Sensorik 12 gelieferten Druckwert. Eine Anwendung für diese Ausführungsform wäre zum Beispiel das Verhindern von Nulllastsituationen bei Rollenlagern 11.1, 11.2. Für die Belastung kann ein Kriteriumswert gesetzt werden. Mit Erfüllung dieses Kriteriumswertes kann auf die Lagermittel 11.1, 11.2 zum Beispiel eine kleine eingestellte Axiallast zur Wirkung gebracht werden.

Unter Einsatz optischer Sensoren kann das Lager 11 auch mit einem aktiven Belastungssystem 104, 20 ausgestattet werden, mit dem sich ein Entstehen von Überlast verhindern lässt. Mit der optischen Sensorik 12 kann zum Beispiel Überlast an der einen Abrollbahn 19.2 oder sogar eine sich erst abzeichnende Überlastsituation festgestellt werden. Falls die Druckmessung des optischen Sensors 12 ergibt, dass die Last zum Beispiel an der einen Abrollbahn 19.2 auf den kritischen Bereich zu wächst, wird die Position des feststehenden Ringes des Walzenlagers in axialer Richtung verlagert. Die Verlagerung



kann zum Beispiel am freien Ende der Walze erfolgen. Durch die Verlagerung wird die Last wieder gleichmäßig auf beide Abrollbahnen verteilt. Die Rückkoppelung auf die Bewegungssteuerung kann zum Beispiel auf dem Lagerdruck, der mit dem Sensor 12 gemessen wird, basieren.

Fig. 15 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines solchen aktiven Belastungssystems 20, angeordnet an den Lagermitteln 11. Dem freien Ende der Walze können nun Stellglieder (Aktoren) 20 zum axialen Belasten des feststehenden Ringes 16 des Walzenlagers 11 auf Grund mit den optischen Sensormitteln 12 durchgeführter Belastungsbestimmung zugeordnet sein. Die Stellglieder können zum Beispiel aus Hydraulikzylindern 20 oder aus elektrisch angetriebenen Gewindespinden bestehen. Das Stellglied/die Stellglieder 20 kann/können am Lagerring 16 symmetrisch zum Beispiel an drei Stellen angreifen.

Nach einer vierten Ausführungsform kann mit den optischen Sensormitteln 12 auch die Nipkraft (Liniendruck) von Walzenspaltkonstruktionen 45, zum Beispiel in rollen- oder gelenkgelagerten Walzenspaltkonstruktionen 45 (Fig. 13b), gemessen werden. Die Kraftmessungen können zum Beispiel an den feststehenden Ringen 15, 16 der Lagermittel 11.1, 11.2 vorgenommen werden. Der Liniendruck kann über die Abrollbahn, an der Gegenwalze über das Rollen-/Gleitlager gemessen werden. Auf der Basis dieser Messungen kann der Kalandrierprozess mit Hilfe von Zwischen- und Durchbiegungseinstellwalzen (z.B. SYM-Walzentyp der Anmelderin) geregelt und unter Kontrolle gehalten werden. So ermöglicht also die Erfindung in Kalandern 42, 53 einen breiteren Einsatz von rollengelagerten Walzen.

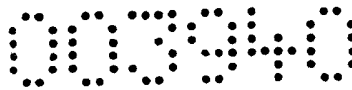
Auch in Mehrwalzenkalandern 42 können mit Hilfe der Erfindung die Belastungen wälzgelagerter Walzen (Zwischenwalzen und durchbiegungskompensierte SYM-Walzen) gemessen/bestimmt werden. Man erhält so genaue Informationen über die jeweils herrschenden Nipkräfte (Liniendrucke) und kann außerdem verhindern, dass die Lagerbelastung in den Nulllastbereich gerät. Bisher konnte der Liniendruck summarisch geschätzt werden, nun kann man sich sogar auch die Nippprofile vornehmen. Profile können nicht nur an den hydraulischen Stützelementen 35, 36, sondern sogar an der Oberfläche des Walzenmantels 13, die gleichfalls mit der erfindungsgemäßen Sensorik 12 bestückt sein kann, gemessen werden. Durch die Erfindung können nun auch die im Walzenstapel 10' auftretenden, bisher unbekannten Reibungskräfte, wie zum Beispiel die Kräfte der Hebelmechanismen und der durchbiegungskompensierten zonengesteuerten Walzen, berücksichtigt werden.



Nach einer fünften Ausführungsform kann die erfindungsgemäße optische Sensorik 12 sogar für Belastungsmessungen an der Schuhwalze 10.4 der Presse 51 hinter den Gleitflächen 38 des Gleitschuhs 39 und/oder hinter den Taschen 38' der Gleitschuhe 39 eingesetzt werden. Diese Anwendung ist in Fig. 16 gezeigt. Innerhalb des rotierenden Mantels 10.4' der Schuhwalze 10.4 sind Stützmittel 40 angeordnet, mit denen der Mantel 10.4' gegen die Gegenwalze belastet, d.h. gedrückt wird. Mit der Anordnung können die wirklichen Belastungsdrücke und/oder Temperaturen gemessen werden. Auch das Messen des Liniendrucks erfolgt nun genauer, wenn die Sensorik zum Beispiel an dem Schuh 39 angeordnet ist. Die Sensorik kann mehrere auf das Stützelement 39 zum Beispiel in gleichmäßigen Abständen verteilte Sensoren 12 umfassen. Auch diese Messung kann an die Automatik/Zustandsüberwachung (Modul 104) der Maschine geschaltet werden.

Nach einer sechsten Ausführungsform lassen sich mit der erfindungsgemäßen optischen Sensorik auch hinter den Gleitflächen der Gleitlager 11.3, 11.4, 11.5 und hinter den Taschen/Hohlräumen 161, 162, 164, 165 der Gleitschuhe die wirklichen Lagerbelastungsdrücke und -temperaturen messen. Auch diese Lösung kann für die Zustandsüberwachung bei Produktionsmaschinen genutzt werden. Bei den Anwendungen auf Gleitlager 11.3, 11.4, 11.5 sind die Flächendrücke kleiner als bei den Wälzlageranwendungen 11.1, 11.2. Bei den Gleitlageranwendungen 11.3, 11.4, 11.5 bilden jedoch die Reibung und der Verschleiß besonders in Störungssituationen ein Problem.

Fig. 17 zeigt das Beispiel eines Pilot-Tests, bei dem die optische Sensorik 12 am Außenring 16 eines Rollenlagers 11 angeordnet ist. Bei dem Lager handelt es sich um ein zylindrisches Rollenlager 11 mit insgesamt 13 Rollen. Das Lager 11 wurde auch mit zwei beschädigten Rollen 18.1, 18.2 getestet; die Ergebnisse dieses Tests sind in das Koordinatensystem im oberen Teil von Fig. 17 eingetragen. Wie daraus ersichtlich, kann die Sensorik 12 auch für die Zustandsüberwachung eingesetzt werden. Die Rollen 18.1, 18.2 des Lagers 11 waren auf verschiedene Weise beschädigt worden: Die Rolle 18.1 hat an ihrem Umfang einen punktförmigen Schaden, die Rolle 18.2 einen sich über ihren gesamten Umfang erstreckenden Schaden. Aus dem Signal-Zeit-Koordinatensystem ist abzulesen, dass die beschädigten Rollen 18.1, 18.2 unvollständige Spitzen (Peaks) lieferten, die sich deutlich von den untereinander weitgehend identischen Signalen der übrigen, einwandfreien Rollen unterscheiden. An den Signalen 18.1, 18.2 ist sogar der Typ des Schadens erkennbar. Mit der erfindungsgemäßen Sensorik lässt sich auch sofort erkennen, wenn bei niedriger



Belastung die Geschwindigkeit der Rollen 18 zu sinken beginnt und erste Schlupferscheinungen auftreten. (Nulllast-Problem, führt zu Beschädigungen).

Mit den auf optischen Sensoren basierenden Mess- und Steuerlösungen erzielt man bei Papiermaschinen mehrere erhebliche Vorteile: Erstens bieten sie zusätzliche Freiheitsgrade beim Arrangieren der Messung. Nun lassen sich auch Druck und Temperatur von Objekten messen, bei denen das bisher aus einem oder mehreren Gründen nicht möglich war. Das Messen der Temperatur und/oder des Druckes kann erfolgen, ohne dass andere Geräte oder das Arbeiten der Maschine durch die Sensorik gestört werden. Die Realisierung des Sensors gestaltet sich höchst einfach. Über die mit der Sensorik 12 durchgeführte Druckmessung erlangt man Aufschluss über Belastungen/Kräfte.

Wie aus dem Obigen hervorgeht, können optischen Sensoren 12 in den verschiedensten Anwendungen in Verbindung mit Materialbahnherstellungs- und -ausrüstungsmaschinen eingesetzt werden. Die erfindungsgemäße Sensoriklösung bietet auch wegen ihrer Abmessungen neue Möglichkeiten für die Druck- und Temperaturmessung.

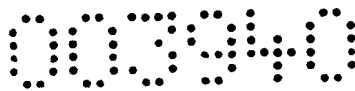
Es versteht sich, dass die obige Beschreibung und die zugehörigen Zeichnungen lediglich der Veranschaulichung der vorliegenden Erfindung dienen sollen. Die Erfindung ist somit nicht auf die oben beschriebenen bzw. in den Patentansprüchen definierten Ausführungsformen beschränkt, sondern der Fachmann erkennt zahlreiche verschiedene Variationen und Modifikationen, die im Rahmen des in den Patentansprüchen definierten Erfindungsgedankens möglich sind.

Innsbruck, am 14. April 2009



Patentansprüche:

1. Anordnung zum Messen von Betriebsverhältnissen eines rotierenden Körpers, wie zum Beispiel einer Walze (10.1-10.5), in einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine (37, 42), dadurch gekennzeichnet, dass an dem besagten rotierenden Körper (10.1-10.5) eine optische Sensorik (12) zum Messen der besagten Betriebsverhältnisse angeordnet ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Sensorik (12) aus
 - einer an dem rotierenden Körper (10.1-10.5) angeordneten lichtreflektierenden Fläche (63),
 - Mitteln (64, 78, 79) zum Leiten des Lichts von der Lichtquelle (77) zu der besagten Fläche (63) und
 - Mitteln (64, 79, 81) zum Leiten des von der Fläche (63) reflektierten Lichts hin zu einem optischen Detektor (82)besteht.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an dem rotierenden Körper (10.1-10.5) eine Vertiefung (65) angebracht ist, an deren Boden (63) sich die besagte lichtreflektierende Fläche (63) befindet.
4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Leiten des Lichts dienenden Mittel (64, 78, 79, 81) aus Lichtfaserleitern bestehen, die zur Kompensation der Wärmeausdehnung in der Vertiefung (65) in Vorspannung versetzt sind.
5. Anordnung nach irgendeinem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung (65) an dem rotierenden Körper (10.1-10.5) an einer Stelle angeordnet ist, an der es zu Deformationen kommt.
6. Anordnung nach irgendeinem der Ansprüche 3 bis 5, wobei an dem rotierenden Körper (10.1-10.5) eine für Belastung eingerichtete Fläche (68) vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung (65) hinter der besagten zu belastenden Fläche (68) angeordnet ist.



7. Anordnung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der besagte rotierende Körper aus einer Presswalze (10.1, 10.2) oder eine Kalanderswalze (10.2, 10.3, 10.5) besteht, die ein mit Lagermitteln (11) versehenes rotierendes Element (13, 14) aufweist, wobei zu den Lagermitteln (11) die Stützlager (11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5) der Walze (10.1-10.3, 10.5) gehören, an denen sich die besagte zu belastende Fläche (68) befindet.
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich die besagte zu belastende Fläche (68) am feststehenden Ring (15, 16) des Stützlagers (11.1, 11.2) befindet.
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich die besagte zu belastende Fläche (68) in der hauptsächlichen Belastungszone (30) des feststehenden Ringes (15, 16) des Stützlagers (11.1, 11.2) befindet.
10. Anordnung nach irgendeinem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützlager (11.1, 11.2) aus wenigstens zwei Abrollbahnen (19.1, 19.2) besteht, wobei jeder Abrollbahn (19.1, 19.2) wenigstens eine optische Sensorik (12) zugeordnet ist.
11. Anordnung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das besagte rotierende Element aus der Achse/Welle (14) der Walze (10.1, 10.3) oder dem Mantel (13) der Walze (10.2, 10.5) besteht.
12. Anordnung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der besagte rotierende Körper aus einer Durchbiegungseinstellwalze (10.2, 10.5) besteht, die außerdem Mittel (35, 36) zum Belasten der Walze 10.2 aufweist, und bei der die besagte optische Sensorik (12) an den besagten Belastungsmitteln (35, 36) angeordnet ist.
13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Belasten der Walze (10.2) dienenden Mittel mehrere Stützelemente (35) umfassen, von denen wenigstens ein Teil mit optischer Sensorik (12) ausgestattet ist.
14. Anordnung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass zu den Lagermitteln Gleitlager (11.3, 11.4, 11.5) gehören, hinter deren Gleitflächen und/oder hinter deren Gleitschuhtaschen und -hohlräumen (161, 162, 164, 165) optische Sensorik (12) zum Messen zum Beispiel von Belastungsdrücken und/oder Temperatur als besagte Betriebsverhältnisse angeordnet ist.



15. Anordnung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das besagte rotierende Element aus einer Schuhwalze (10.4) besteht, hinter deren Gleitschuh-Gleitflächen (38) und/oder hinter deren Gleitschuhtaschen (38') optische Sensorik (12) zum Messen zum Beispiel von Belastungsdrücken und/oder Temperatur als besagte Betriebsverhältnisse angeordnet ist.

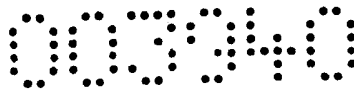
16. Zum Überwachen und/oder Steuern von Betriebsverhältnissen eines rotierende Körpers, wie zum Beispiel einer Walze (10.1-10.5), in einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine (37, 42) dienendes System, das zur Rechen- und Steuereinheit (CPU) gehörende Mittel zum Überwachen und/oder Steuern der Maschine (37, 42) und Sensormittel (12), die dazu eingerichtet sind, diesen Mitteln Messergebnisse zu liefern, umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teil der rotierenden Körper (10.1-10.5) der Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine (37, 42) mit optischer Sensorik (12) bestückt ist, die dazu eingerichtet ist, den besagten Mitteln der Rechen- und Steuereinheit (CPU) besagte Messergebnisse zu liefern.

17. System nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Sensorik (12), um ein die Betriebsverhältnisse wenigstens einer Walze (10.1-10.5) betreffendes Messergebnis für die Mittel der Rechen- und Steuereinheit (CPU) zu liefern, an den Lagermitteln (11.1-11.3, 114, 115) der Walze (10.1-10.5) angeordnet ist.

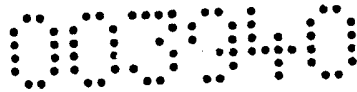
18. System nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel der Rechen- und Steuereinheit (CPU, 101) dazu eingerichtet sind, die Regelung des Schmieröldurchsatzes der Lagermittel (11.1-11.3, 114, 115) der Walze (10.1-10.5) auf Grund der mit der optischen Sensorik (12) durchgeführten Messung zu steuern.

19. System nach irgendeinem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass unter Einsatz optischer Sensorik (12) die auf die Lagermittel (11.1, 11.2) wirkende Belastung bestimmt wird, für die ein Kriteriumswert gesetzt ist, bei dessen Erfüllung auf die Lagermittel (11.1, 11.2) eine eingestellte Axiallast zur Wirkung gebracht wird.

20. System nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass im Stirnseitenbereich der Walze Stellglieder (Aktoren) (20) angeordnet sind, die dazu dienen, auf Grund mit der optischen Sensorik (12) durchgeführter Messung die Position des feststehenden Ringes des Walzenlagers (11) in axialer Richtung zu verlagern.



21. System nach irgendeinem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Sensorik (12) zum Messen der Nipkräfte von Walzenspaltkonstruktionen (45) durch hinter der zu belastenden Fläche (68) erfolgende Kraftmessung an den feststehenden Ringen (15, 16) der Lagermittel (11.1, 11.2) dient, und auf Grund dieser Messung der Kalandrierprozess gesteuert wird.
22. Verfahren zum Messen von Betriebsverhältnissen eines rotierenden Körpers, wie zum Beispiel einer Walze (10.1-10.5), in einer Materialbahnherstellungs- oder -ausrüstungsmaschine (37, 42), dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebsverhältnisse des rotierenden Körpers (10.1-10.5) mit optischer Sensorik (12) gemessen werden.
23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung des Schmieröldurchsatzes der Lagermittel (11.1, 11.2, 11.3, 114, 115) des rotierenden Körpers (10.1-10.5) auf Grund der mit optischer Sensorik (12) durchgeführten Messung gesteuert wird.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass unter Einsatz optischer Sensorik (12) zwecks Steuerns der auf die Lagermittel (11.1, 11.2) zu richtenden Axiallast die auf die Lagermittel (11.1, 11.2) wirkende Belastung bestimmt wird.
25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Position des feststehenden Ringes der Lagermittel (11.1, 11.2) der Walze (10.1-10.3) auf Grund mit der optischen Sensorik (12) durchgeführter Messung in axialer Richtung von der Stirnseite der Walze (10.1-10.3) weg verlagert wird.
26. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass mit der optischen Sensorik (12) Nipkräfte der Walzenspaltkonstruktionen (45) gemessen werden und diese Messung hinter der zu belastenden Fläche (68) des feststehenden Ringes (15, 16) der Lagermittel (11.1, 11.2) erfolgt und der Kalandrierprozess auf Grund dieser Messung gesteuert wird.
27. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass hinter den Gleitflächen der Gleitlager (11.3, 114, 115) und/oder hinter den Taschen/Hohlräumen (161, 162, 164, 165) der Gleitschuhe mit der optischen Sensorik (12)



zum Beispiel Belastungsdrücke und/oder Temperatur als besagte Betriebsverhältnisse des Lagers (11.3) gemessen werden.

28. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 22 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass hinter den Gleitflächen (38) des Gleitschuhs (39) und hinter den Taschen (38') der Gleitschuhe (39) einer Schuhwalze mit der optische Sensorik (12) zum Beispiel Belastungsdrücke und/oder Temperatur als besagte Betriebsverhältnisse gemessen werden.

29. Zur Herstellung oder Wartung eines Lagers (11) für eine Faserstoffbahn-Herstellungsmaschine bestimmtes Verfahren, bei dem das Lager (11) aus einem Innenring (15), einem Außenring (16) und zwischen diesen anzuordnenden Wälzkörpern (18) zusammengestellt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der an seiner Einsatzstelle feststehende Ring des Lagers (11) mit optischer Sensorik (12) versehen wird.

Innsbruck, am 14. April 2009

003940

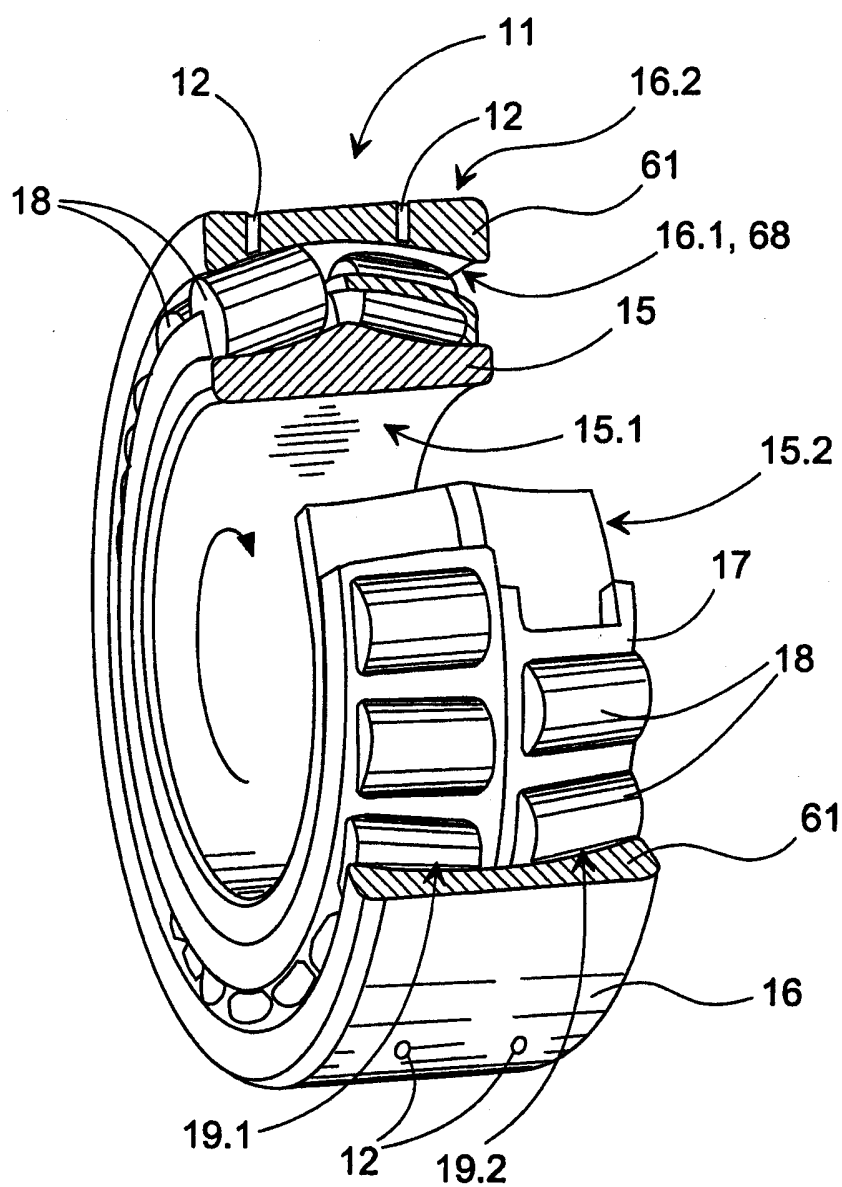


Fig. 1

003940

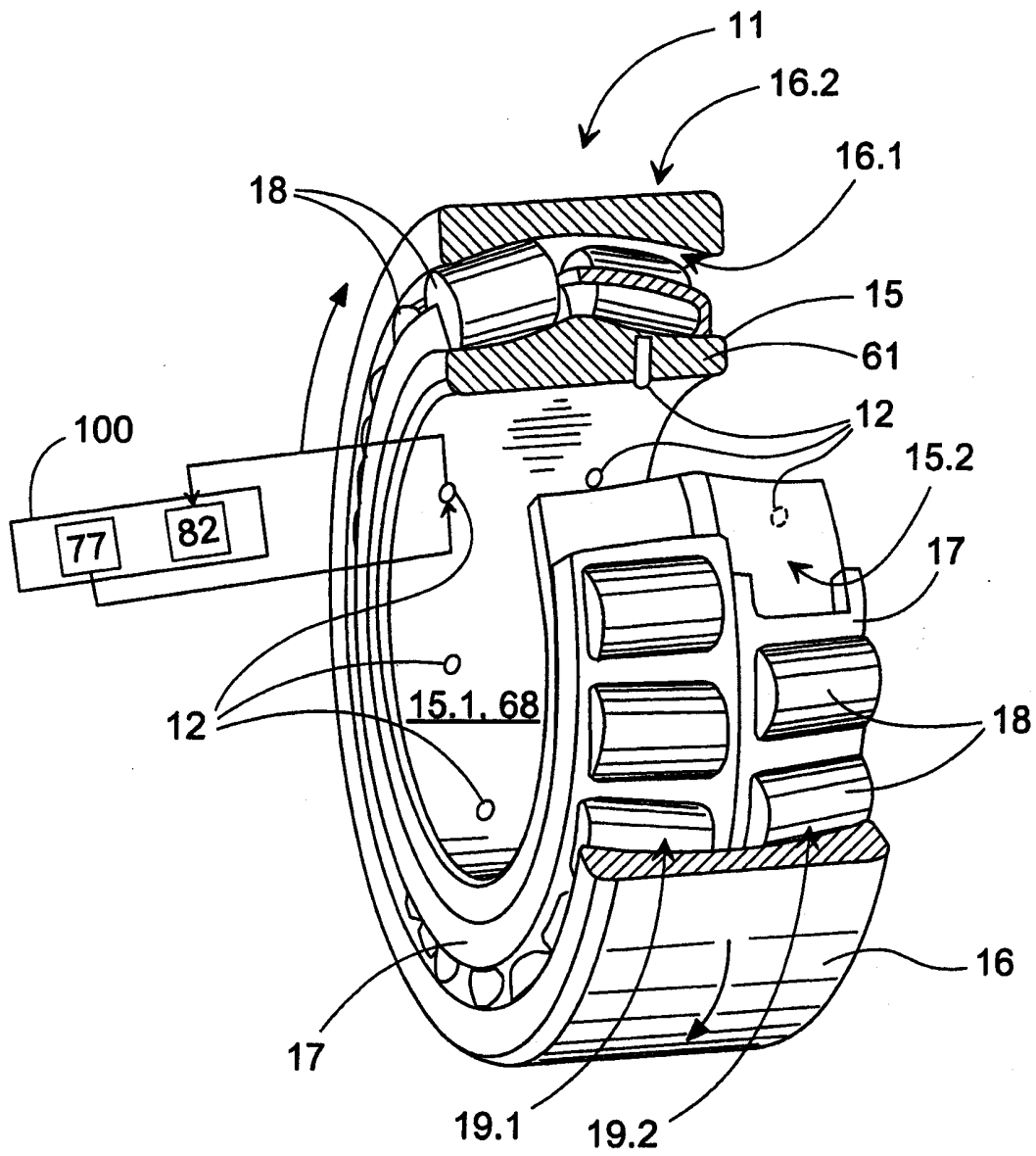
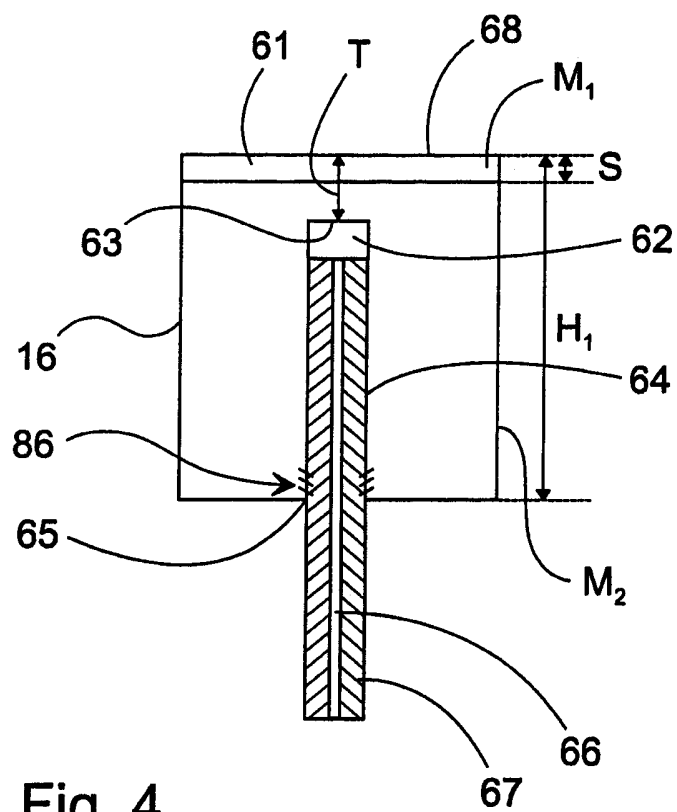


Fig. 2

Fig. 3



003940

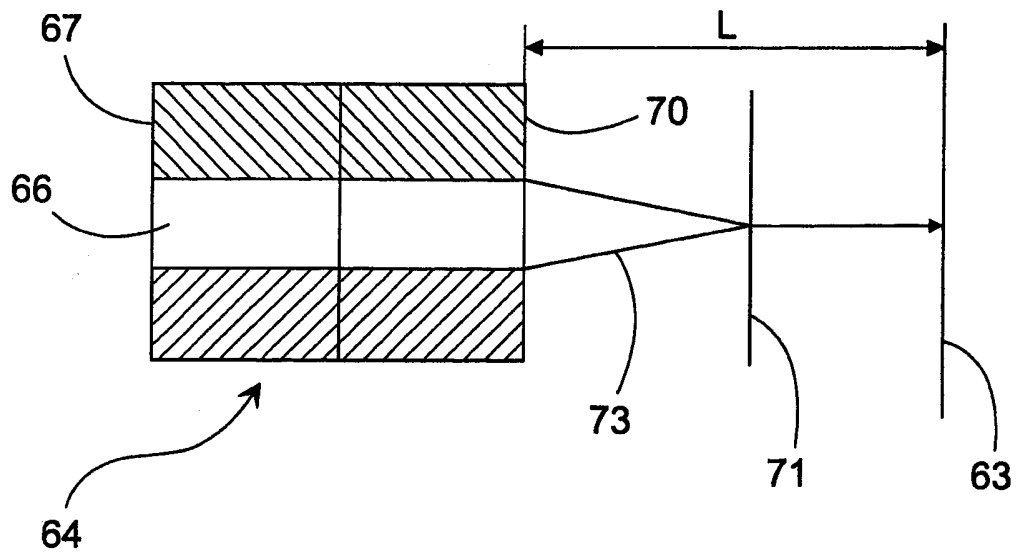


Fig. 5

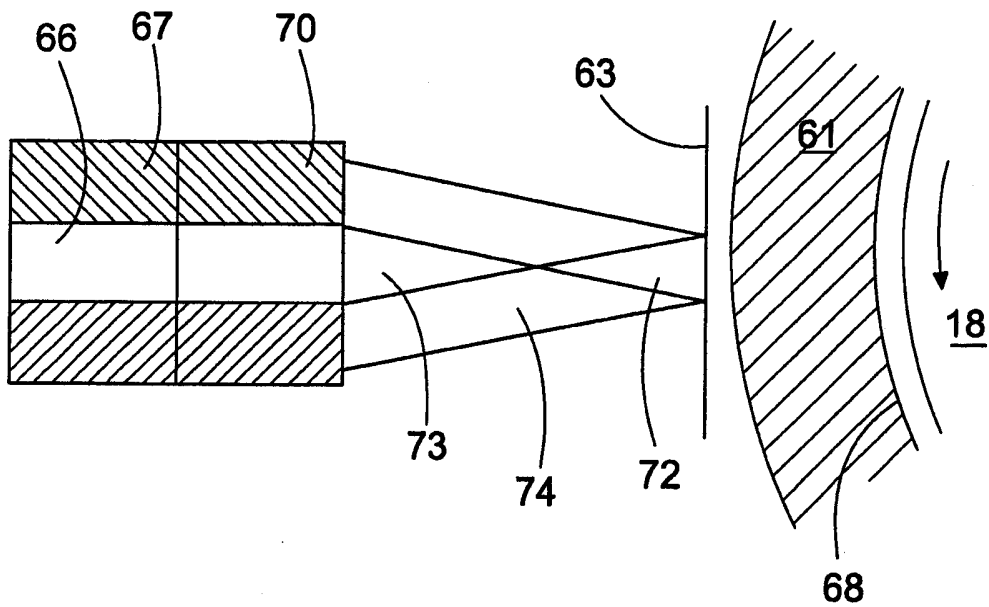


Fig. 6

003940

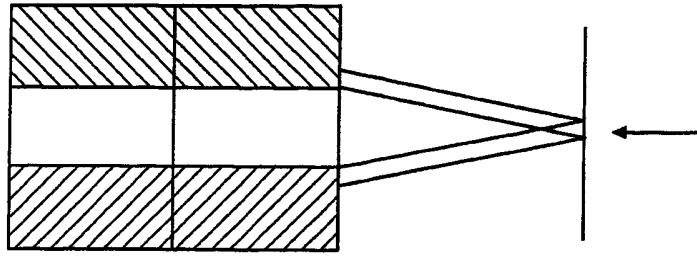


Fig. 7

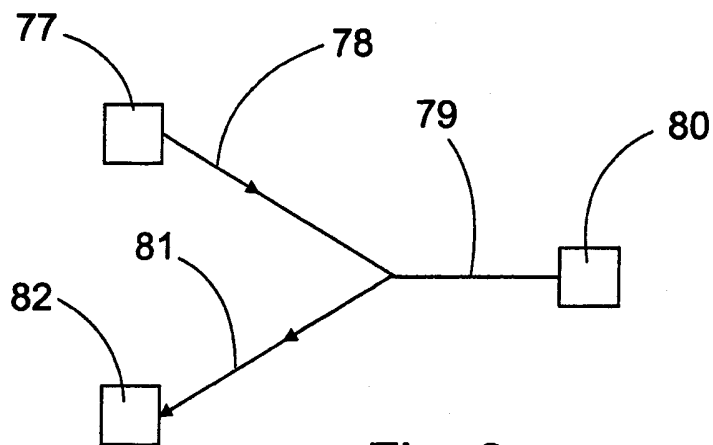


Fig. 8

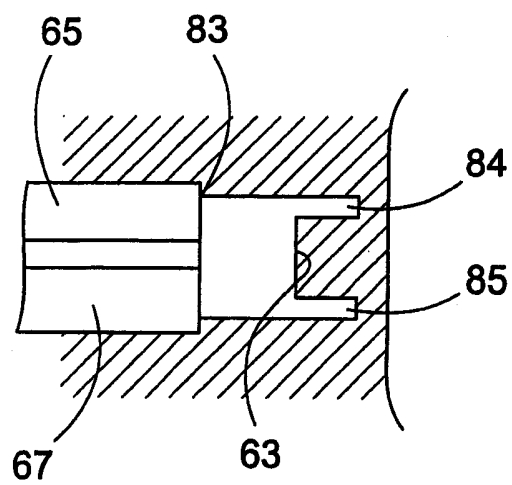


Fig. 9

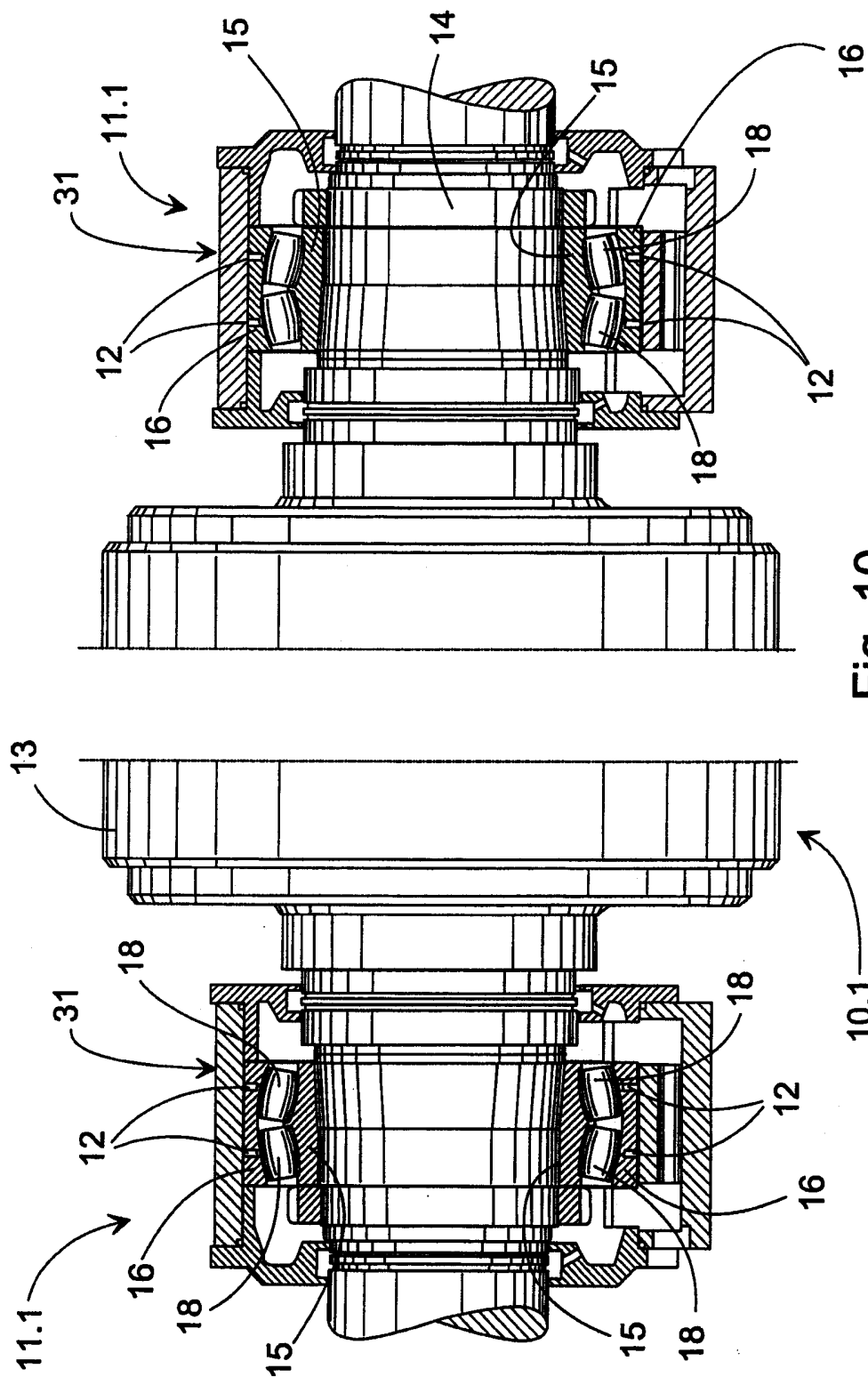


Fig. 10

003940

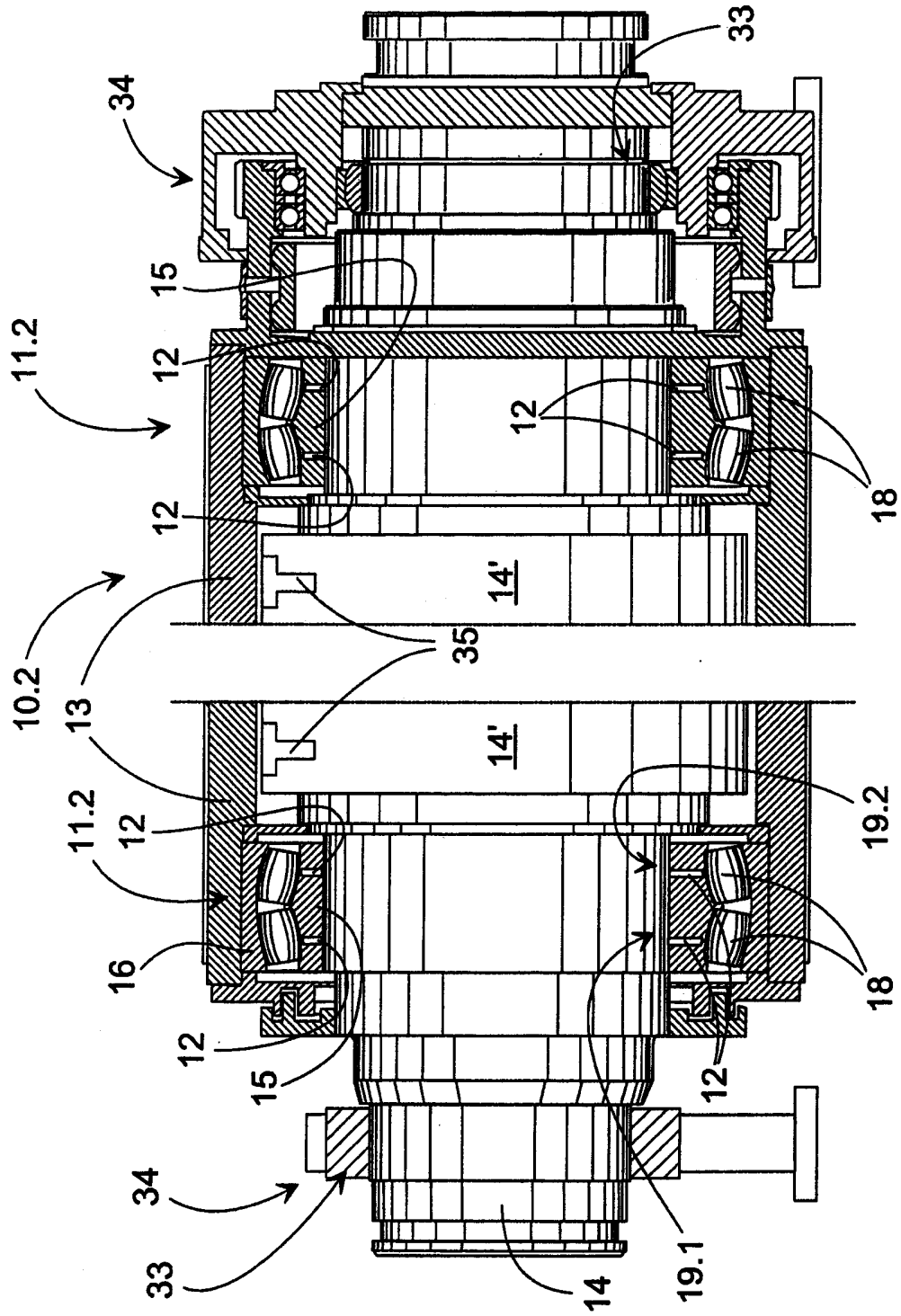


Fig. 11

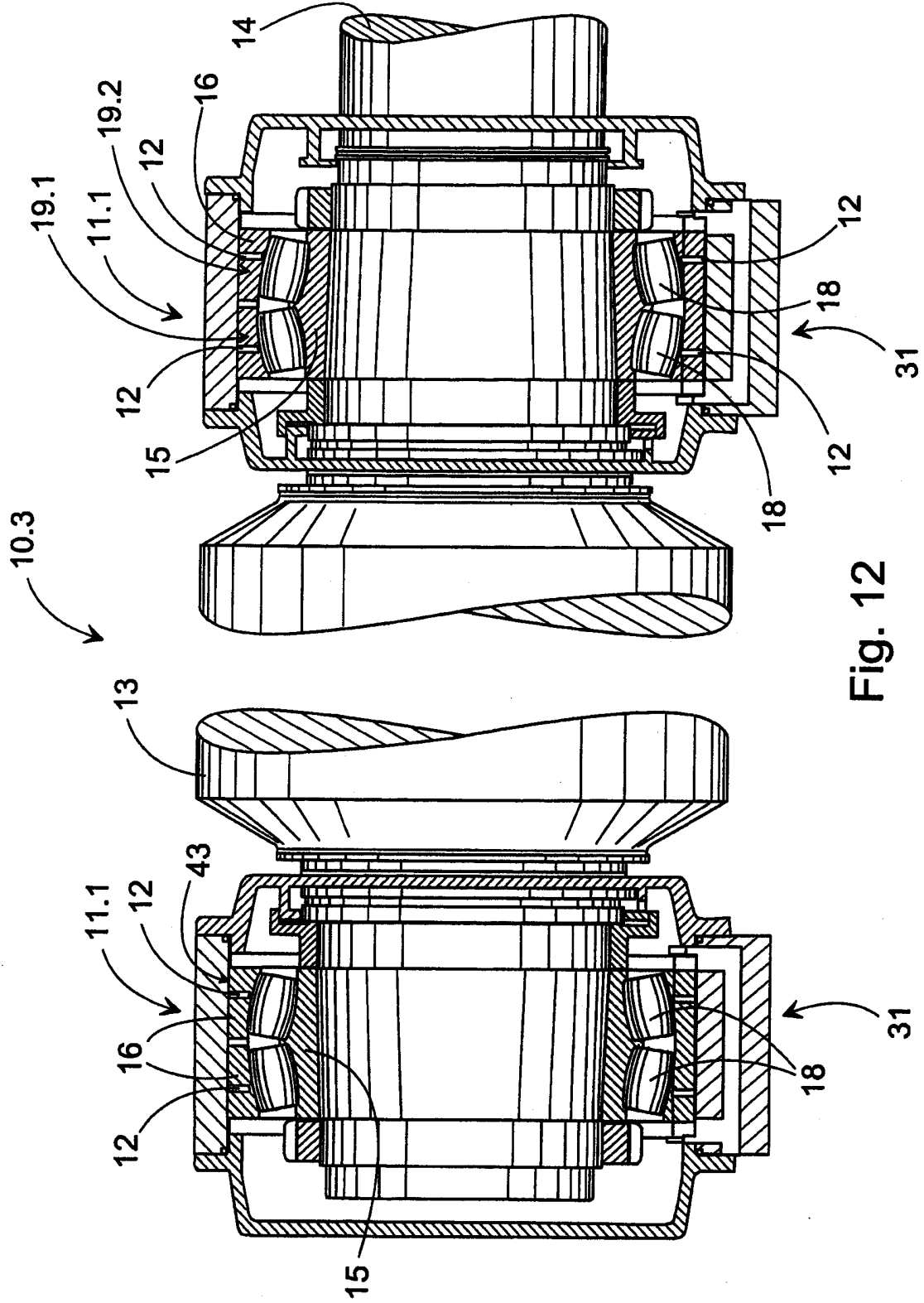
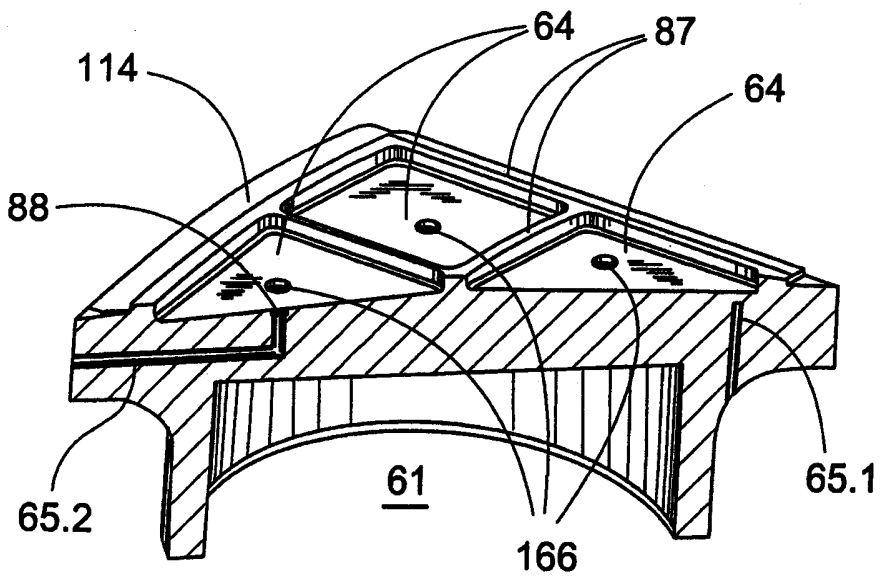
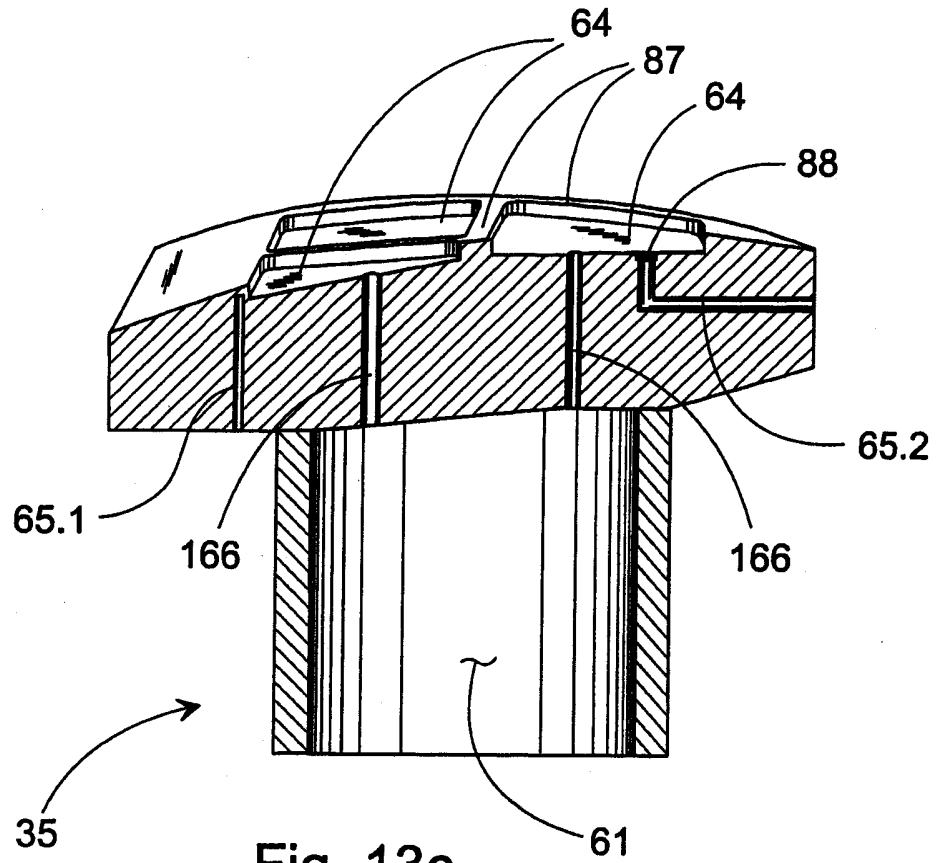


Fig. 12

Fig. 13a is a schematic diagram of a multi-stage mechanical assembly, likely a pump or compressor. It shows a central horizontal shaft (13) passing through a series of stages. Each stage consists of a rotor (12) with multiple lobes, housed within a stator (11.2/11.3). The rotor is mounted on a shaft (14') which is supported by bearings (34). The entire assembly is housed within a casing (33). Arrows indicate the flow of fluid or gas from left to right through the stages.

Fig. 13b is a schematic diagram of a similar multi-stage mechanical assembly. It shows a central horizontal shaft (13) passing through a series of stages. Each stage consists of a rotor (12) with multiple lobes, housed within a stator (11.2/11.3). The rotor is mounted on a shaft (14') which is supported by bearings (34). The entire assembly is housed within a casing (33). Arrows indicate the flow of fluid or gas from left to right through the stages. The diagram also shows a vertical section (10.2') and a horizontal section (10.2) of the assembly, with a vertical shaft (10.3) and a horizontal shaft (10.2) intersecting at a point (45). A vertical arrow (10.2') points upwards from the horizontal shaft (10.2).

003940



003940

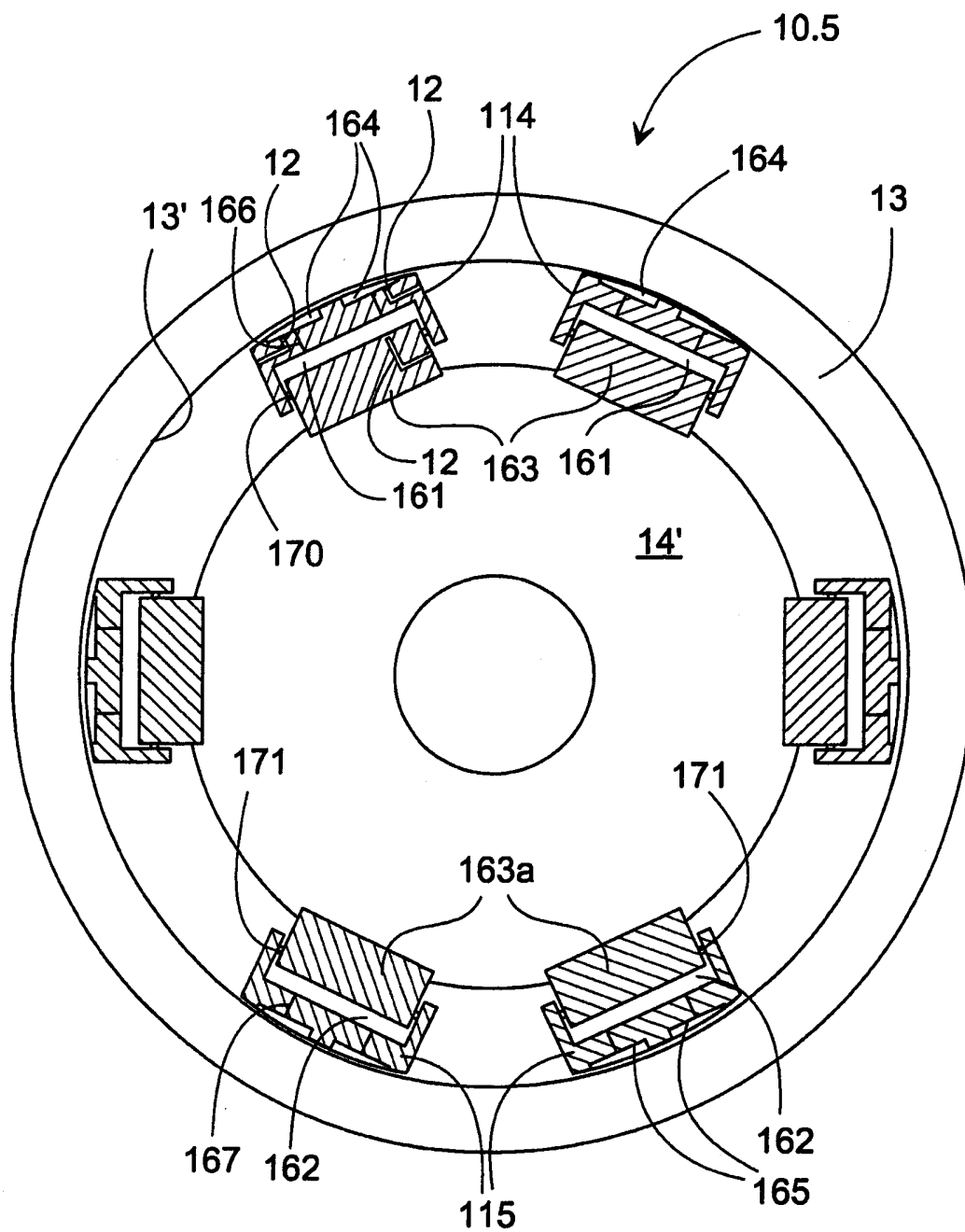


Fig. 13d

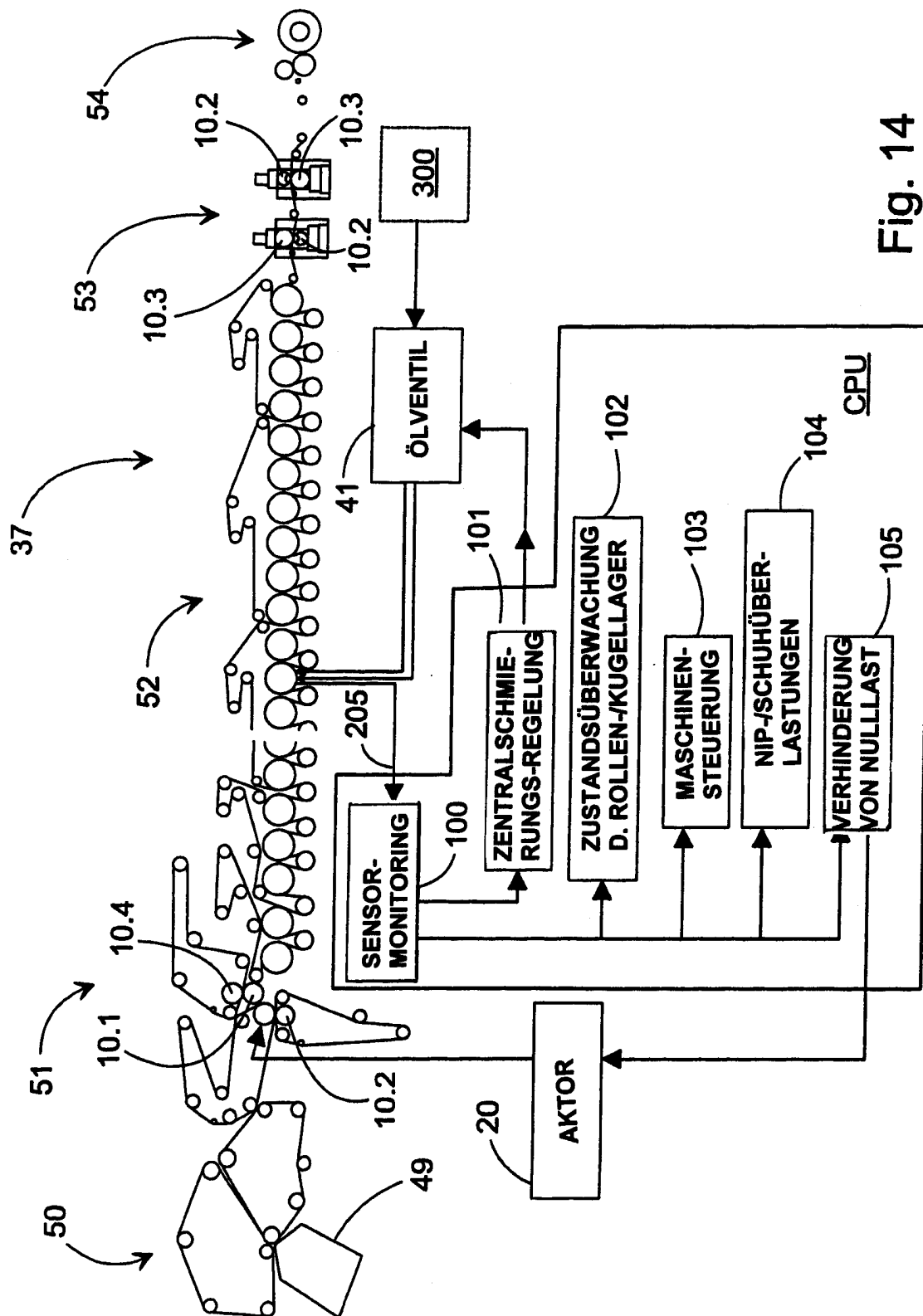
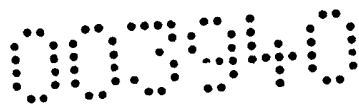


Fig. 14



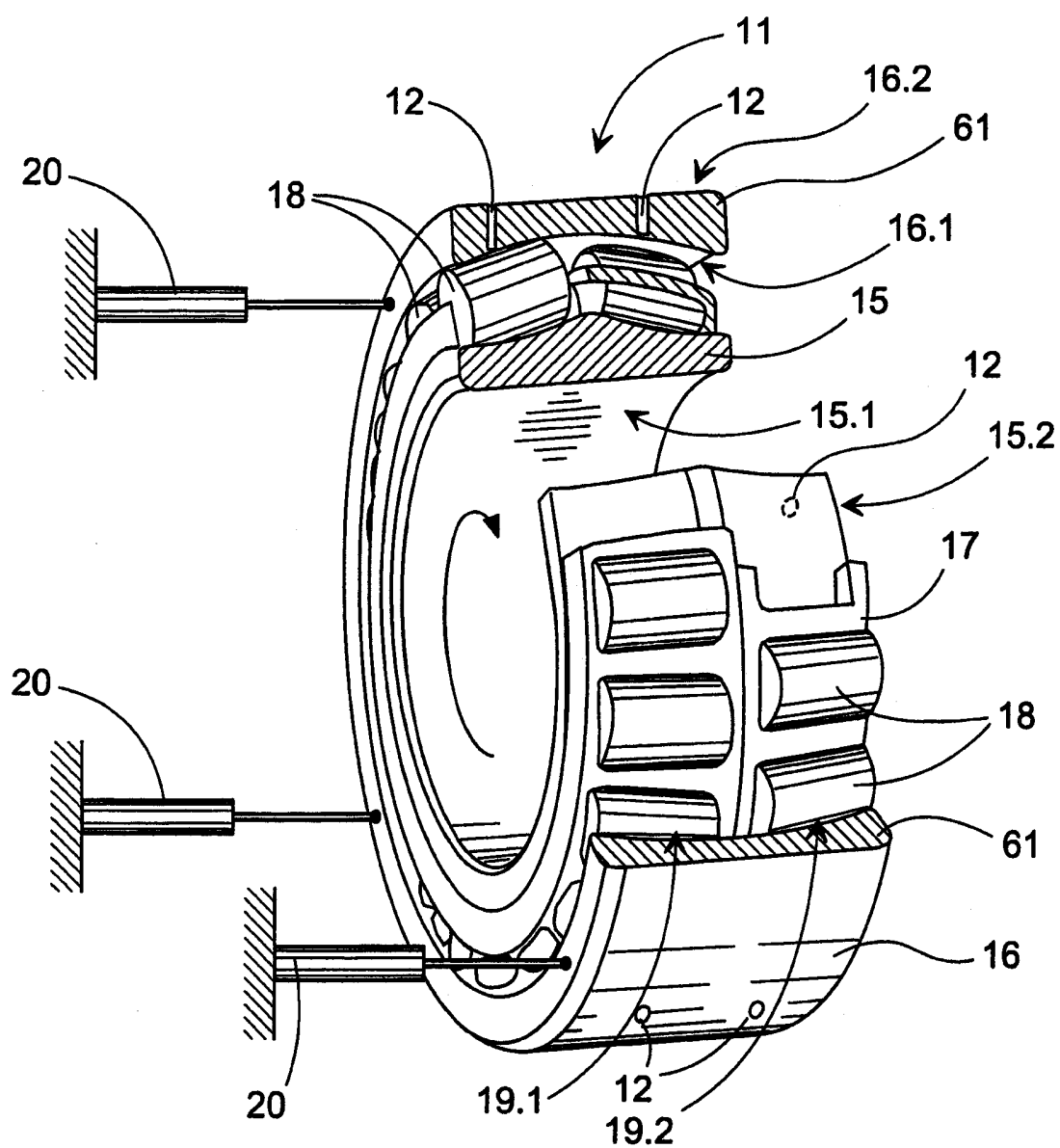


Fig. 15

003940

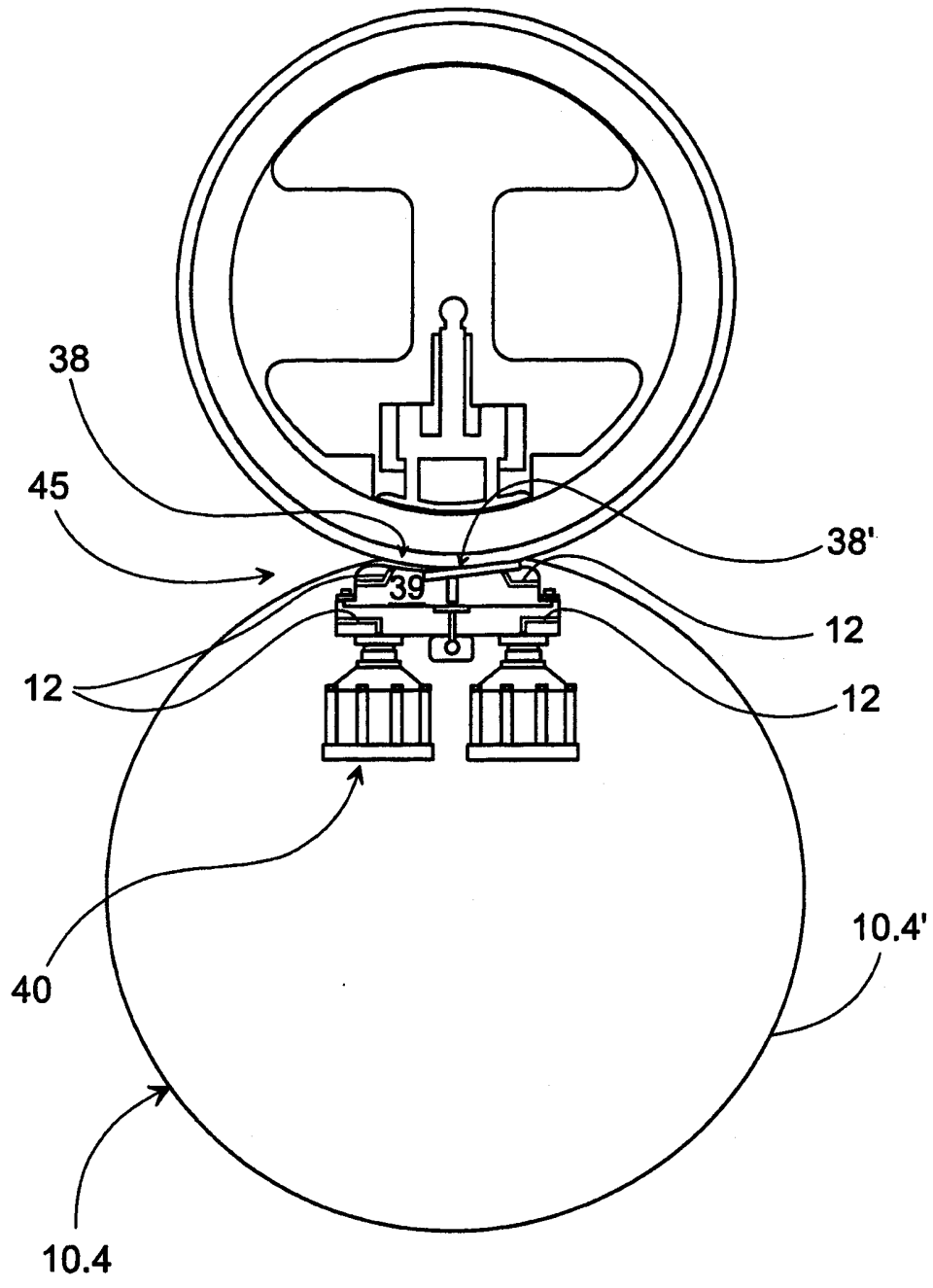


Fig. 16

003940

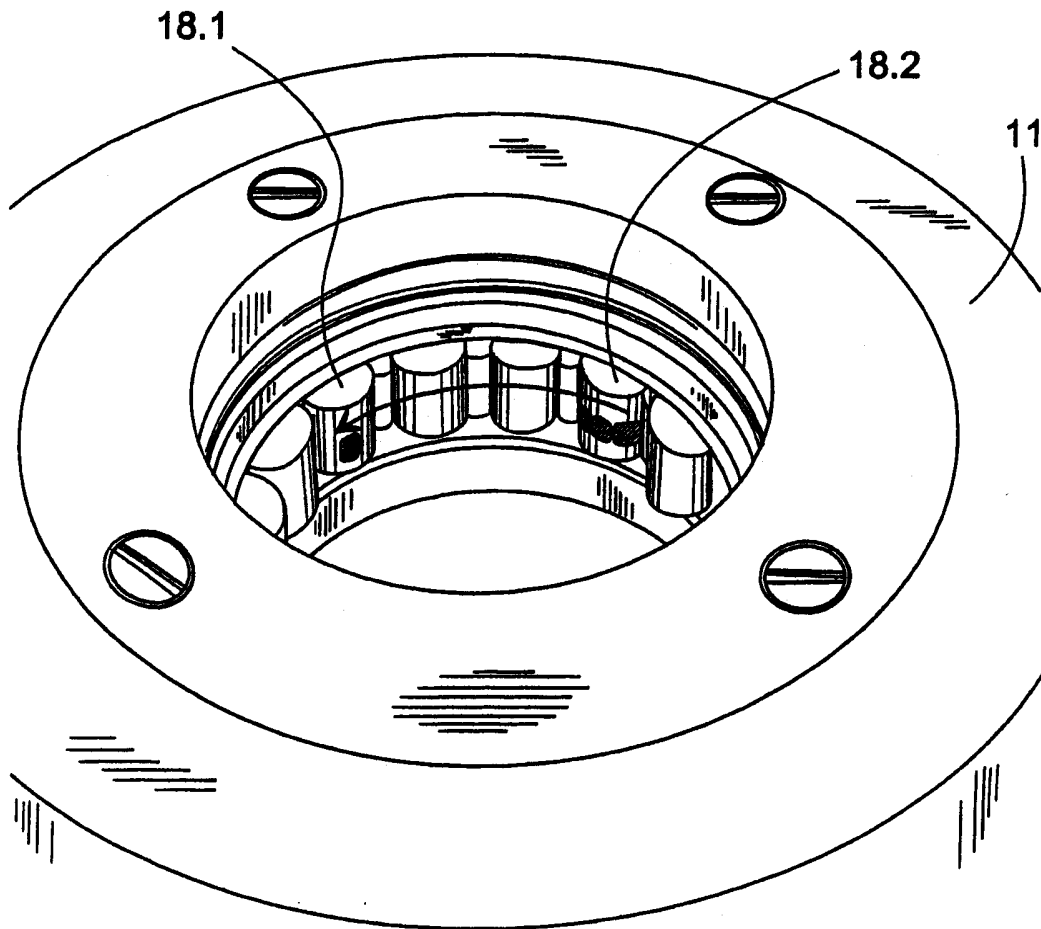
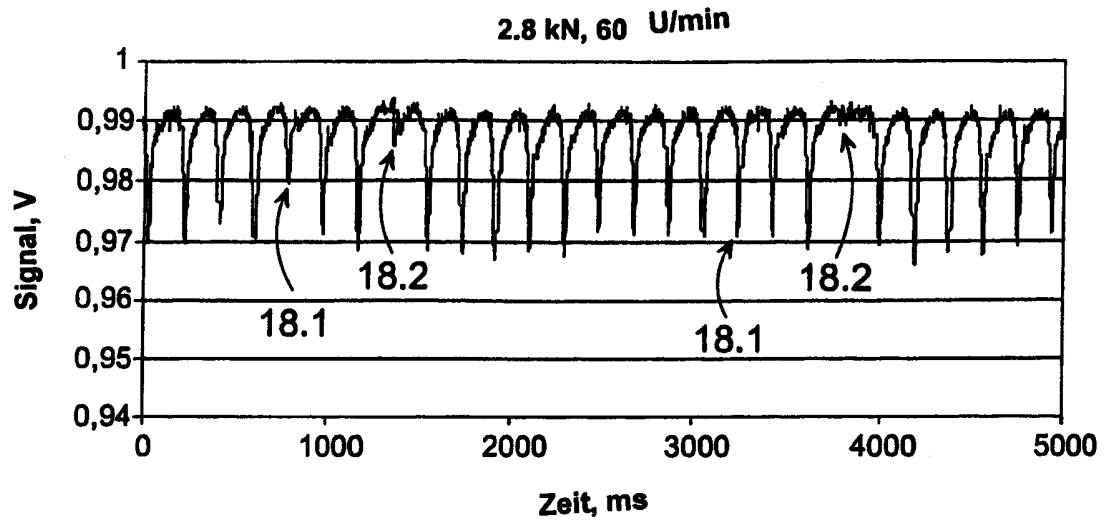


Fig. 17