

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. April 2020 (16.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/074519 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01N 27/20 (2006.01) F16C 17/24 (2006.01)
B21B 38/00 (2006.01) F16D 66/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/077232

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Oktober 2019 (08.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 217 133.5
08. Oktober 2018 (08.10.2018) DE

(71) Anmelder: SMS GROUP GMBH [DE/DE]; Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder: HASCHKE, Thomas; Am Köpfchen 5, 57319 Bad Berleburg (DE). MÜLLER, Torsten; Im Kiel 9, 57223 Kreuztal (DE). ALKEN, Johannes; Morgenstraße 24, 57076 Siegen (DE). HUGE, Thorsten; Ernsdorfstr. 14 a, 57223 Kreuztal (DE). KIPPING, Matthias; Augustastraße 10, 57562 Herdorf (DE).

(74) Anwalt: KLÜPPEL, Walter; HEMMERICH & KOLLEGEN, Hammerstr.2, 57072 Siegen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR MEASURING A STATE OF WEAR OF PLAIN BEARING ELEMENTS OR GUIDE ELEMENTS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM MESSEN EINES VERSCHLEIßZUSTANDS VON GLEITLAGER- ODER FÜHRUNGSELEMENTEN

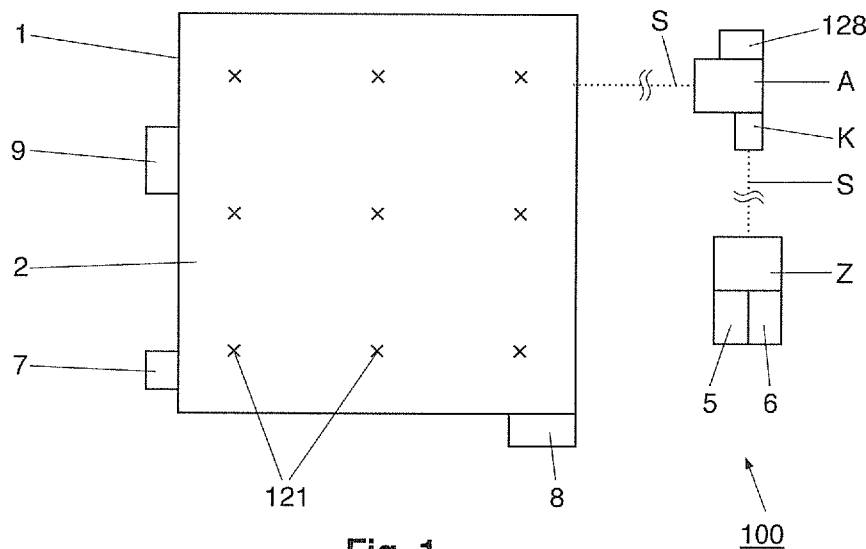


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a device (100) and to a method for measuring a state of wear on the plain bearing surface (2) of a sensor plate (1). The device (100) comprises a measuring apparatus (120), which comprises the wear sensors (121) of a sensor plate (1), which are integrated into the plain bearing surface (2), in order to sense the material removal at the plain bearing surface (2) in the event of wear, and an evaluation apparatus (A), which has at least a signal connection to the wear sensors (121) or measuring sensors (10) and by which the signal values of the sensors and in particular of the individual wear sensors (121) can be received. The evaluation apparatus (A) is designed, with respect to programming, in such a way that a change, in particular an increase, in the ohmic resistance value of the electrical conductor of a certain wear sensor (121) in dependence on its own material removal can be captured



WO 2020/074519 A1

SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

by means of the evaluation apparatus, in order to thereby ensure that the amount of the material removal at the plain bearing surface (2) and/or the remaining thickness of the plain bearing surface (2) at the location of said certain wear sensor (121) can be inferred from the detected change in the resistance value.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (100) und ein Verfahren zum Messen eines Verschleißzustands an der Gleitlagerfläche (2) einer Sensorplatte (1). Die Vorrichtung(100) umfasst eine Messeinrichtung (120), welche die in die Gleitlagerfläche (2) integrierten Verschleißsensoren (121) einer Sensorplatte (1) aufweist, um bei einem Verschleiß den Materialabtrag an der Gleitlagerfläche (2) zu erfassen, und eine mit den Verschleißsensoren (121) bzw. Messsensoren (10) zumindest in Signalverbindung stehende Auswerteeinrichtung (A), von der die Signalwerte der Sensoren und insbesondere der einzelnen Verschleißsensoren (121) empfangen werden können. Die Auswerteeinrichtung (A) ist programmtechnisch derart eingerichtet, dass damit eine Änderung, insbesondere einer Erhöhung, des Ohm-schen Widerstandswertes des elektrischen Leiters eines bestimmten Verschleißsensors (121) in Abhängigkeit seines eigenen Materialabtrags erfasst werden kann, um hierdurch einen Rückschluss von der erkannten Änderung des Widerstand wertes auf die Größe des Materialabtrags an der Gleitlagerfläche (2) und/oder auf die verbleibende Dicke der Gleitlagerfläche (2) an der Stelle dieses bestimmten Verschleißsensors (121) zu gewährleisten.

Vorrichtung und Verfahren zum Messen eines Verschleißzustands von Gleitlager- oder Führungselementen

5

Die Erfindung betrifft ein Gleitlager- oder Führungselement in Form einer Sensorplatte für Walzgerüste nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, und eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Messen eines Verschleißzustands an der Gleitlagerfläche einer Sensorplatte.

10

Nach dem Stand der Technik sind aus DE 10 2017 205 886 A1 eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Bestimmen des Verschleißes an einer Verschleißfläche bekannt. Hierbei kommt ein Verschleißsensor in Form eines elektrischen Widerstands zum Einsatz, welcher bei dem Materialabtrag an der Verschleißfläche selber mechanisch mit abgetragen wird. Zur Gewinnung eines besseren Überblicks über die Verteilung der Verschleißschichtdicke bzw. des Materialabtrags über der Verschleißfläche können in der Verschleißschicht mehrere Verschleißsensoren verteilt angeordnet sein.

15

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Verschleißmessung an einem Gleitlager- oder Führungselement zu optimieren und damit auch die Produktionsplanung beim Einsatz von Walzgerüsten zu verbessern.

25

Diese Aufgabe wird durch eine Sensorplatte mit den Merkmalen von Anspruch 1, durch eine Vorrichtung mit den in Anspruch 13 angegebenen Merkmalen und durch Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 17 bzw. 20 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

30

Eine Sensorplatte nach der vorliegenden Erfindung dient als Gleitlager- oder Führungselement für Walzgerüste, und umfasst mindestens eine mit einem Bauteil in Kontakt bringbare und in einem Betrieb eines Walzgerüsts einem Verschleiß

unterliegende Gleitlagerfläche und zumindest einen Verschleißsensor. Konkret sind eine Mehrzahl von Verschleißsensoren vorgesehen, die in Form einer (m x n)-Matrix in die Gleitlagerfläche integriert angeordnet sind. Die Verschleißsensoren sind zum Erfassen eines Materialabtrags an der Gleitlagerfläche geeignet und umfassen hierzu jeweils einen elektrischen Widerstand, der aus mindestens einem elektrischen Leiter gebildet ist, welcher vorzugsweise abschnittsweise parallel zu der Gleitlagerfläche verlaufend angeordnet ist, wobei die Verschleißsensoren bei einem Materialabtrag an der Gleitlagerfläche selber mechanisch mit abgetragen werden.

10

Die vorliegende Erfindung sieht weiterhin eine Vorrichtung zum Messen eines Verschleißzustands an der Gleitlagerfläche einer Sensorplatte vor, und umfasst eine Messeinrichtung, welche die in die Gleitlagerfläche integrierten Verschleißsensoren der vorstehend genannten Sensorplatte aufweist, um bei einem Verschleiß den Materialabtrag an der Gleitlagerfläche zu erfassen. Des Weiteren umfasst die Vorrichtung eine mit den Verschleißsensoren bzw. Messsensoren zumindest in Signalverbindung stehende Auswerteeinrichtung, von der die Signale der Sensoren und insbesondere der einzelnen Verschleißsensoren empfangbar sind. Hierbei ist die Auswerteeinrichtung programmtechnisch derart eingerichtet, dass damit eine Änderung, insbesondere einer Erhöhung, des Ohm'schen Widerstandswertes des elektrischen Leiters eines bestimmten Verschleißsensors in Abhängigkeit seines eigenen Materialabtrags erfasst werden kann, um hierdurch einen Rückschluss von der erkannten Änderung des Widerstandswertes auf die Größe des Materialabtrags an der Gleitlagerfläche und/oder auf die verbleibende Dicke der Gleitlagerfläche an der Stelle dieses bestimmten Verschleißsensors zu gewährleisten.

15

20

25

Insbesondere unter Verwendung der vorstehend genannten Vorrichtung sieht die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Messen eines Verschleißzustands von Gleitlager- oder Führungselementen im Betrieb eines Walzgerüsts vor, bei

30

dem insbesondere die vorstehend genannte Vorrichtung zum Einsatz kommt. Dieses Verfahren umfasst die Schritte:

- 5 (i) Bestimmen eines Verschleißzustands an einer Sensorplatte nach Anspruch 11 und einer aktuellen Geometrie (Topographie) der zugehörigen Gleitlagerfläche,
- (ii) Bestimmen eines Verschleißzustands an einer Sensorplatte nach Anspruch 12 und einer aktuellen Geometrie (Topographie) der zugehörigen Gleitlagerfläche,
- 10 (iii) Durchführen der Schritte (i) und (ii) für alle Sensorplatten, die an den Einbaustücken von Walzen und an den Walzenständern des Walzgerüsts angebracht sind,
- (iv) Übertragen der Messwerte von Schritt (iii) an ein Zentralsystem mit einer Speicher- und Auswerteeinheit, wobei diese Messwerte jeweils zu einem bestimmten Walzensatz, der aus einer bestimmten Walze, den dafür vorgesehenen Einbaustücken und der daran angebrachten Sensorplatte nach Anspruch 11 besteht, und zu einem bestimmten Walzenständer des Walzgerüsts mit einer Sensorplatte nach Anspruch 12 zugeordnet werden.
- 15

20 Der Erfindung liegt zunächst die wesentliche Erkenntnis zugrunde, dass es mit Hilfe der charakteristischen Integration von mehreren Verschleißsensoren in Form einer (m x n)-Matrix in die Gleitlagerfläche einer Sensorplatte möglich ist, bezüglich des Verschleißes an der Gleitlagerfläche dieser Sensorplatte im Vergleich zum Stand der Technik eine präzisere Information zu gewinnen. Basierend hierauf ist es mit der vorliegenden Erfindung des Weiteren möglich, mittels einer geeigneten Messdaten-Analyse in einem Rechner- bzw. Zentralsystem mit einer Speicher- und Auswerteeinheit sogenannte „matching-partner“ zwischen einerseits bestimmten Walzensätzen (bestehend aus Walzen, den zugehörigen Einbaustücken und den daran befestigten Sensorplatten) und andererseits bestimmten
30 Walzenständern eines Walzgerüsts zu ermitteln, nämlich im Hinblick auf den

Verschleißzustand der zugehörigen Sensorplatten und deren jeweiliger „Topographie“ an deren Gleitoberflächen.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der elektrische Widerstand eines Verschleißsensors aus einer Mehrzahl elektrischer Leiter gebildet ist, welche vorzugsweise zumindest abschnittsweise parallel und in unterschiedlichen Tiefen in Bezug auf die Gleitlagerfläche angeordnet sind. Hiermit ist es möglich, mit preiswerten Mitteln und gleichzeitig einer großen Genauigkeit verschiedene Verschleißgrenzen mit einem einzigen Typ von Verschleißsensor an der Gleitoberfläche einer Sensorplatte zu überwachen.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Sensorplatte nicht nur mit einer Mehrzahl von Verschleißsensoren in deren Gleitoberfläche bestückt ist, sondern dass zusätzlich eine Mehrzahl von Messsensoren vorgesehen sind, die in Form einer (a x b)-Matrix angrenzend zur Gleitlagerfläche angeordnet sind. Hierbei sind diese Messsensoren derart angrenzend zur Gleitoberfläche einer Sensorplatte angeordnet, dass sie einerseits nicht dem Verschleiß an der Gleitlagerfläche unterworfen sind, andererseits jedoch in der Lage sind, die auf die Sensorplatte wirkenden Kräfte und/oder Dehnungen und/oder Verformungen, die in Folge eines Flächen-, Linien- oder Punktkontakts der Sensorplatte mit dem Bauteil entstehen, zu erfassen.

An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass es sich im Sinne der vorliegenden Erfindung bei einem Messsensor um einen Sensor handelt, der in der Lage ist, Kräfte und/oder Dehnungen und/oder Deformationen zu erfassen, die bei bzw. an einem plattenförmigen Element in Form der erfindungsgemäßen Sensorplatte auftreten können, wenn diese Sensorplatte im Betrieb eines Walzgerüsts bzw. einer Walzstraße in Kontakt mit einem anderen Bauteil gelangt.

Die soeben genannten Messsensoren, mit denen eine erfindungsgemäße Sensorplatte zusätzlich ausgerüstet sein kann, sind innerhalb der Sensorplatte und

vorzugsweise angrenzend zu deren Gleitlagerfläche angeordnet. Dies bedeutet, dass damit ein solcher Messsensor geeignet in die Sensorplatte integriert ist. Von Bedeutung hierbei ist, dass dabei der Messsensor nicht unmittelbar an der Gleitlagerfläche der Sensorplatte exponiert angeordnet ist, so dass der Messsensor im Betrieb eines Walzgerüsts, bei dem die Sensorplatte zum Einsatz kommt, bei einem Verschleiß der Gleitlagerfläche keinen Schaden nimmt bzw. nicht zerstört wird

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann eine Anordnung der Messsensoren innerhalb der Sensorplatte dadurch erfolgen, dass in der Sensorplatte eine Mehrzahl von Sacklochbohrungen ausgebildet sind. Die Messsensoren sind dann innerhalb dieser Sacklochbohrungen aufgenommen bzw. eingesetzt. Diesbezüglich versteht sich, dass bei der Herstellung einer solchen Sensorplatte die Sacklochbohrungen in die Sensorplatte von einer der Gleitlagerfläche entgegengesetzten Rückseite her eingebracht werden können. Ergänzend und/ oder alternativ hierzu ist es auch möglich, eine solche Sacklochbohrung von einer seitlichen Randfläche der Sensorplatte her einzubringen. Die Richtung, aus der eine jeweilige Sacklochbohrung für die Aufnahme eines Messsensors in die Sensorplatte im Zuge von deren Herstellung eingebracht wird, ist jeweils von den konkreten Abmessungen einer Sensorplatte und deren Einbau in einem Walzgerüst abhängig.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung können die die Parameter m und n , mit denen die $(m \times n)$ -Matrix für die Anordnung der Verschleißsensoren gebildet ist, und die Parameter a und b , mit denen die $(a \times b)$ -Matrix für die Anordnung der Messsensoren gebildet ist, jeweils aus ganzzahligen Werten bestehen, derart, dass damit die Matrix-Anordnung der Verschleißsensoren bzw. der Messsensoren an die Umfangskontur der Sensorplatte angepasst ist. Diesbezüglich versteht sich, dass ein Bestimmen des Verschleißzustands einer Sensorplatte und deren „Topographie“ in Bezug auf die Abnutzung umso genauer bzw. präziser ist, je größer die Parameter m und n für die Matrix-Anordnung der Verschleißsensoren

gewählt sind. Dies begründet sich mit der größeren Flächenabdeckung an der Gleitlagerfläche durch die darin integrierten Verschleißsensoren. Die korrespondierende Abdeckung der Gleitlagerfläche durch die daran angrenzend angeordneten Messsensoren ermöglicht hierbei ergänzende Messwerte, mit denen die gewonnenen Verschleißwerte der Verschleißsensoren verifiziert werden kann.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung können die Parameter m und n , mit denen die $(m \times n)$ -Matrix für die Anordnung der Verschleißsensoren gebildet ist, und in gleicher Weise auch die Parameter a und b , mit denen die $(a \times b)$ -Matrix für die Anordnung der Messsensoren gebildet ist, jeweils aus ganzzahligen Werten bestehen, die aus dem Zahlenbereich $\{1-100\}$, vorzugsweise aus dem Zahlenbereich $\{1-50\}$, weiter vorzugsweise aus dem Zahlenbereich $\{1-20\}$ gewählt sind. Beispielsweise können die Messsensoren bzw. Verschleißsensoren in Form einer 2×2 -Matrix, in Form einer 3×2 -Matrix, in Form einer 3×1 -Matrix, in Form einer 3×3 -Matrix, in Form einer 4×4 -Matrix, in Form einer 5×5 -Matrix, in Form einer 6×6 -Matrix, in Form einer 6×4 -Matrix, in Form einer 7×7 -Matrix, in Form einer 8×8 -Matrix, in Form einer 9×9 -Matrix, in Form einer 10×10 -Matrix, in Form einer 11×11 -Matrix oder in Form einer 12×12 -Matrix angeordnet sein.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann an der Sensorplatte zumindest ein maschinenlesbarer Datenspeicher angebracht bzw. vorgesehen sein, in dem Signal- bzw. Messwerte der Verschleißsensorengespeichert werden können. In gleicher Weise können in diesem Datenspeicher auch die Messwerte der Messsensoren abgelegt werden, falls solche ergänzend in die Gleitlagerfläche einer Sensorplatte integriert sind.

Zur Übertragung der Messwerte, die beispielsweise in dem vorstehend genannten Datenspeicher abgelegt worden sind, an einen externen Kommunikationspartner ist es zweckmäßig, wenn die Sensorplatte mit einer Sendeeinheit ausgestattet ist, die in jedem Fall mit den Verschleißsensoren, und ggf. auch mit den optional

vorgesehenen Messsensoren, in Signalverbindung steht. Hierbei kann die Übertragung der Messwerte der Sensoren über eine Funkstrecke oder kabelgebunden an eine Auswerteeinrichtung erfolgen.

- 5 Im Hinblick auf eine räumliche Zuordnung der gewonnenen Messwerte insbesondere der Verschleißsensoren ist die Kenntnis zweckmäßig, an welcher Stelle in einem Walzgerüst diese Sensorplatten verbaut bzw. montiert sind, beispielsweise an welchem Walzensatz oder an welchem konkreten Walzenständer. Zu diesem Zweck sieht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor,
- 10 dass die Sensorplatten jeweils mit einem Datenträger mit einer maschinenlesbaren Kennung ausgestattet sind, mittels der die Sensorplatte eindeutig identifizierbar und deren Position im Walzgerüst lokalisierbar ist. Beispielsweise kann ein solcher Datenträger aus einem RFID-Transponder, aus einem NFC (Near-Field-Communication)-Element und/oder aus einem QR-Code gebildet sein.
- 15 In dieser Weise ist für die in einem Walzgerüst verbauten Sensorplatten eine eindeutige Identifizierung in Verbindung mit einer entsprechenden Lokalisierung gewährleistet.

An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass es beispielsweise im

20 Zuge eines Umrüstens eines Walzgerüsts möglich ist, ein Einbaustück von einer Walze zu demontieren und gegen eines anderes Einbaustück auszutauschen. In dieser Hinsicht versteht sich, dass die vorstehend genannte eindeutige Identifizierbarkeit bzw. Lokalisierung für eine Sensorplatte, die dank des Datenträgers mit einer maschinenlesbaren Kennung (z.B. RFID-Transponder, NFC und/oder

25 QR-Code) möglich ist, sich stets auf ein bestimmtes Einbaustück bezieht, an dem eine bestimmte Sensorplatte angebracht bzw. befestigt ist. In der Regel werden nämlich solche Sensorplatten, jedenfalls solange sie funktionieren und nicht übermäßig verschlissen sind, nicht von einem zugeordneten Einbaustück demontiert.

Wie bereits erläutert, kann sich für eine erfindungsgemäße Sensorplatte empfehlen, dass sie an einem Einbaustück einer Walze befestigt ist. Dies ist in gleicher Weise für eine Arbeitswalze und/oder für eine Stützwalze möglich, kurzum für eine beliebige Walze in einem Walzgerüst.

5

Ergänzend und/oder alternativ empfiehlt sich, dass eine erfindungsgemäße Sensorplatte an einem Walzenständer eines Walzgerüsts befestigt ist.

10

In vorteilhafter Weiterbildung kann für die erfindungsgemäße Vorrichtung vorgesehen sein, dass deren Auswerteeinrichtung in Signalverbindung mit einem Zentralsystem mit einer Speicher- und Auswerteeinheit steht. Hierbei können die Daten der Auswerteeinrichtung an das Zentralsystem über eine Signalstrecke übertragen und anschließend darin ausgewertet werden. Zur Realisierung der Datenübertragung ist es zweckmäßig, dass die Auswerteeinrichtung mit einem Kommunikationsmodul ausgestattet ist, mit dem für die Auswerteeinrichtung ein Datenaustausch mit dem Zentralsystem und/oder mit externen Kommunikationspartnern möglich ist.

15

20

Im Hinblick auf eine Auswertung der Daten innerhalb des Zentralsystems ist dessen Auswerteeinheit programmtechnisch derart eingerichtet, dass damit eine Änderung, insbesondere einer Erhöhung, des Ohm'schen Widerstandswertes des elektrischen Leiters eines bestimmten Verschleißsensors in Abhängigkeit seines eigenen Materialabtrags erfasst werden kann, um hierdurch einen Rückschluss von der erkannten Änderung des Widerstandswertes auf die Größe des Materialabtrags an der Gleitlagerfläche und/oder auf die verbleibende Dicke der Gleitlagerfläche an der Stelle dieses bestimmten Verschleißsensors zu gewährleisten.

25

30

In Bezug auf das vorstehend genannte erfindungsgemäßen Verfahren ist es weiterhin zweckmäßig, dass der aktuelle Verschleißzustand bzw. die aktuelle Topographie von Sensorplatten für eine Paarung bestehend aus einem bestimmten Walzensatz und einem bestimmten Walzenständer mit einem ersten

vorbestimmten Grenzwert verglichen wird, wobei bei Überschreiten dieses ersten vorbestimmten Grenzwerts zumindest ein Warnsignal zur Veranlassung einer Überprüfung bzw. Wartung des Walzgerüsts und/oder des Walzensatzes ausgelöst wird. Im Zuge dessen ist auch die Festlegung eines zweiten
5 vorbestimmten Grenzwertes möglich, bei dessen Überschreitung dann zumindest ein Warnsignal für einen Betriebsstopp des Walzgerüsts ausgelöst wird oder ggf. auch automatisch ein Notstopp für die Walzanlage eingeleitet wird.

Die vorliegende Erfindung stellt darauf ab, für ein Walzgerüst eine „intelligente
10 Verschleißmessung“ zu schaffen, mit der praktisch zu jedem Zeitpunkt und „online“, d.h. auch während des laufenden Walzbetriebs bestimmt werden kann, welcher Verschleißzustand bzw. Abnutzungsgrad sich an welcher Sensorplatte aktuell eingestellt hat. Hierbei wird sich die Anordnung der Mehrzahl von Verschleißsensoren in Form einer (m x n)-Matrix vorteilhaft aus, dank der damit
15 möglichen dichten bzw. lückenlosen Anordnung der Verschleißsensoren über den gesamten Bereich der Gleitlagerfläche einer Sensorplatte.

Der Einsatz der vorliegenden Erfindung eignet sich insbesondere bei Grobblechgerüsten, bei Vielwalzengerüsten (z.B. Sendzimir-Gerüste) oder bei Warm- oder
20 Kaltwalzstraßen.

Nachstehend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer schematisch vereinfachten Zeichnung im Detail beschrieben.

25 Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Sensorplatte, und eine Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer solchen Sensorplatte,

Fig. 2 eine Querschnittsansicht eines Teils der Sensorplatte von Fig. 1,

30 Fig. 3-6 weitere Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Sensorplatte, jeweils in Draufsicht,

- Fig. 7-16 weitere Details der erfindungsgemäßen Sensorplatte von Fig. 1,
Fig. 17 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sensorplatte, in Draufsicht,
Fig. 18 eine Querschnittsansicht eines Teils der Sensorplatte von Fig. 17,
5 Fig. 19 einen Walzensatz bestehend aus Stütz- und Arbeitswalzen inklusive Einbaustücken, jeweils in einer Seitenansicht und einer Ansicht von vorne,
Fig. 20 einen Walzenständer, jeweils in einer Perspektivansicht und in einer Seitenansicht, an dem erfindungsgemäße Sensorplatten befestigt sind,
10 und
Fig. 21 die Schrittabfolge eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Nachstehend sind unter Bezugnahme auf die Fig. 1-20 bevorzugte Ausführungsformen einer Sensorplatte 1 und einer Vorrichtung 100 gemäß der vorliegenden
15 Erfindung dargestellt und erläutert, mit der ein Verschleißzustand an der Gleitlagerfläche einer Sensorplatte gemessen werden kann. Des Weiteren verdeutlicht das Flussdiagramm von Fig. 21 den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens. Gleiche Merkmale in der Zeichnung sind jeweils mit gleichen Bezugszeichen versehen. An dieser Stelle wird gesondert darauf hingewiesen, dass die
20 Zeichnung lediglich vereinfacht und insbesondere ohne Maßstab dargestellt ist.

Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Sensorplatte 1. Diese Sensorplatte kann als Gleitlager- oder Führungselement für Walzgerüste dienen. Hierzu weist die Sensorplatte 1 an einer Seite eine Gleitlagerfläche 2 auf. Wenn
25 die Sensorplatte 1 in einem Walzgerüst montiert ist, beispielsweise an dem Einbaustück einer Arbeits- oder Stützwalze oder an einem Walzenständer eines Walzgerüsts, kann die Gleitlagerfläche 2 der Sensorplatte 1 in Kontakt mit einem daran angrenzenden Bauteil gelangen und hierbei einem Verschleiß unterliegen.

30 Die Sensorplatte 1 ist mit einer Mehrzahl von Verschleißsensoren 121 ausgestattet. Diese Verschleißsensoren 121 sind in der Draufsicht von Fig. 1

vereinfachend jeweils mit einem „x“ symbolisiert. Die Verschleißsensoren 121 sind entweder direkt in die Gleitlagerfläche 2 integriert, oder verlaufen angrenzend zur Gleitlagerfläche 2.

- 5 Die Verschleißsensoren 121 sind in Form einer (m x n)-Matrix verteilt über die Gleitlagerfläche 2 angeordnet, wobei der Parameter m die Anzahl der Verschleißsensoren 121 in vertikaler Richtung und der Parameter n die Anzahl der Verschleißsensoren in horizontaler Richtung bestimmt. Die Parameter m und n für die Matrix-Anordnung der Verschleißsensoren 121 können aus dem Zahlenbereich von {1-100} gewählt sein, in beliebiger Kombination miteinander.

Bei der gezeigten Ausführungsform von Fig. 1 sind die Verschleißsensoren in Form einer 3 x 3-Matrix in die Gleitlagerfläche 2 der Sensorplatte 1 integriert.

- 15 In den Fig. 3-6 sind weitere Ausführungsformen für eine Sensorplatte 1 jeweils in Draufsicht gezeigt. In gleicher Weise wie bei der Darstellung von Fig. 3 sind in den Fig. 3-6 die Verschleißsensoren jeweils durch ein „x“ symbolisiert. Fig. 3 verdeutlicht mit den Buchstaben m und n nochmals die Logik einer Matrix-Anordnung für die Verschleißsensoren: Mit dem Parameter „m“ sind die Reihen der Messsensoren 10 in vertikaler Ausrichtung definiert (= „Zeilen“), wobei mit dem Parameter „n“ die Reihen der Messsensoren in horizontaler Ausrichtung (= „Spalten“) definiert sind.

- Bei der Darstellung von Fig. 3 sind die Verschleißsensoren 121 in Form einer 7 x 7-Matrix angeordnet. In Fig. 4 ist eine 8 x 4-Matrix, in Fig. 5 eine 6 x 4-Matrix, und in Fig. 6 eine 11 x 7-Matrix für die Anordnung der Verschleißsensoren 121 gezeigt.

- In Bezug auf die Sensorplatten 1 gemäß der Fig. 5 und 6 wird hervorgehoben, dass diese im Unterschied zu den Ausführungsformen von Fig. 1, 3 und 4 nicht quadratisch, sondern rechteckig ausgebildet sind. Jedenfalls wird anhand der gezeigten Beispiele für die Matrix-Anordnung bei den Ausführungsformen der

Fig. 5 und 6 deutlich, dass mit dem größeren Wert für den Parameter m als im Vergleich zum Parameter n erreicht wird, dass die resultierende Matrix-Anordnung der Verschleißsensoren 121 an die (rechteckige) Umfangskontur der der Sensorplatte 1 angepasst ist.

5

An dieser Stelle wird hervorgehoben, dass es sich bei den hier gezeigten Ausführungsformen gemäß Fig. 1 und der Fig. 3-6 für die Matrix-Anordnungen der Verschleißsensoren 121 nur um Beispiele handelt. Insbesondere verhält es sich so, dass die mögliche Anzahl von Verschleißsensoren 121 in vertikaler Richtung (= Parameter m) bzw. in horizontaler Richtung (= Parameter n) wesentlich größer als die Beispiele der Fig. 1 und Fig. 3-6 sein kann, wenn von dem verfügbaren Zahlenbereich, der bis zum Wert 100 reicht, Gebrauch gemacht wird.

10

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 100 ist in Zusammenschau mit der Sensorplatte 1 ebenfalls in Fig. 1 gezeigt. Die Vorrichtung 20 umfasst eine Auswerteeinrichtung A, die über eine Signalstrecke S mit den Verschleißsensoren 121 in Signalverbindung steht. Entsprechend können die Signalwerte der einzelnen Messsensoren von der Auswerteeinrichtung A empfangen werden.

15

Die Auswerteeinrichtung A ist mit einem Kommunikationsmodul K ausgerüstet. Hierdurch ist es möglich, die von der Auswerteeinrichtung A empfangenen Daten über einen weitere Signalstrecke S an ein zentrales Rechnersystem, nachfolgend Zentralsystem Z genannt, zu senden, das eine Speichereinheit 5 und eine Auswerteeinheit 6 umfasst. In der Fig. 1 sind die genannten Signalstrecken S jeweils mit punktierten Linien symbolisiert.

20

25

Die Sensorplatte 1 kann mit einem maschinenlesbaren Datenspeicher 7 ausgestattet sein, in dem die Messwerte insbesondere der Verschleißsensoren 121 (zwischen-)gespeichert werden können. Des Weiteren kann die Sensorplatte 1 mit einer Sendeeinheit 8 ausgerüstet sein, beispielsweise um die in dem Datenspeicher 7 gespeicherten Messwerte der Verschleißsensoren 121 an die Aus-

30

werteinrichtung A zu senden. Alternativ hierzu kann die Sendeeinheit 8 unmittelbar mit den Verschleißsensoren 121 in Signalverbindung stehen, wobei dann im Walzbetrieb die Mess- bzw. Signalwerte der Messsensoren 10 von der Sendeeinheit 8 unmittelbar an die Auswerteeinrichtung A versendet werden.

5

Die Sensorplatte 1 kann mit einem Datenträger 9 mit maschinenlesbarer Kennung ausgerüstet sein. Mittels eines solchen Datenträgers 9 ist es möglich, die Sensorplatte 1 in einem Walzgerüst sowohl eindeutig zu identifizieren als auch deren Position innerhalb des Walzgerüsts entsprechend zu lokalisieren.

10

Nachfolgend sind unter Bezugnahme auf die Fig. 7-16 weitere Details bezüglich der Verschleißsensoren 121 und deren Funktionsweise erläutert:

Fig. 7 zeigt den unteren Bereich der Sensorplatte 1 von Fig. 2. Hierbei ist zu erkennen, dass ein elektrischer Leiter 122 (in Form einer geschlossenen Leiterbahn) des Verschleißsensors 121 nicht bis zur Gleitlagerfläche 2 geführt ist, sondern an einer vorbestimmten Verschleißgrenze endet, hier vereinfacht durch eine gestrichelte Linie symbolisiert und parallel zur Gleitlagerfläche 2 verlaufend. Der elektrische Leiter 122 steht wie erläutert in Signalverbindung mit der Auswerteeinrichtung A.

20

Das längliche Rechteck, in dem bei der Ausführungsform von Fig. 7 der elektrische Leiter 121 innerhalb der Sensorplatte 1 verläuft, stellt eine Sensoreinheit dar. Das Grundmaterial der Sensoreinheit ist so ausgeführt, dass es mindestens die gleiche Härte wie die Sensorplatte 1 besitzt, idealerweise aber weicher ist, so dass es sich mindestens im gleichen Maße wie die Sensorplatte 1 abgenutzt, wenn es an deren Gleitlagerfläche 2 im Walzbetrieb zu einem Materialabtrag kommt. Die Position der Leiterbahn bzw. des elektrischen Leiters 122 in der Sensoreinheit ist möglichst exakt definiert, da hierüber u. a. die Auflösung des Verschleißes der Sensorplatte 1 bestimmt wird, und muss

30

zumindest teilweise möglichst parallel zu der zu messenden Oberfläche in Form der Gleitlagerfläche 2 ausgerichtet sein.

Die Querschnittsansicht der Sensorplatte 1 gemäß Fig. 8 verdeutlicht die gleich-
5mäßige bzw. regelmäßige Anordnung von zwei Sensoreinheiten mit den Verschleißsensoren 121.

Fig. 9 zeigt die erfindungsgemäße Vorrichtung 100 in einer weiteren prinzipiellen
Darstellung. Sie umfasst eine Messeinrichtung 120, die bei der hier gezeigten
10 Ausführungsform in einen Hohlraum innerhalb der Sensorplatte 1 integriert
aufgenommen ist. Die Messeinrichtung 120 weist die bereits genannten
Verschleißsensoren 121 auf, die in die Gleitlagerfläche 2 der Sensorplatte 1
integriert sind, um bei einem Verschleiß den Materialabtrag an der Gleitlagerfläche
zu erfassen. Weiterhin umfasst die Messeinrichtung 120 die Auswerteeinrichtung
15 A, die mit den Verschleißsensoren 121 in Signalverbindung steht. Entsprechend
können die Signal- bzw. Messwerte der Verschleißsensoren 121 von der
Auswerteeinrichtung A empfangen werden.

Darüber hinaus kann die Messeinrichtung 120 optional noch ein Modul 129 (vgl.
20 Fig. 9) zur vorzugsweise kabellosen Übertragung von Messdaten oder von
Auswertedaten, die von der Auswerteeinrichtung A erzeugt worden sind, an einen
entfernten Ort zur Weiterverarbeitung der Daten aufweisen.

In Fig. 9 ist ferner verdeutlicht, dass der elektrische Widerstand bzw. Leiter 122
25 aus einer Mehrzahl N von elektrischen Leitern 122-n mit $1 \leq n \leq N$ gebildet ist,
welche abschnittsweise parallel zueinander und parallel zu der Verschleißfläche in
Form der Gleitlagerfläche 2 angeordnet sind. Der Abstand der einzelnen Leiter
122-n zu der ursprünglichen Verschleißfläche ist mit dem Buchstaben a
bezeichnet. Das Bezugszeichen d bezeichnet hier den Abstand zweier
30 benachbarter Leiter zueinander. Je geringer dieser Abstand ist, desto genauer ist

die Auflösung, mit welcher ein Materialabtrag an der Verschleißfläche in Form der Gleitlagerfläche 2 erfasst werden kann.

5 Für die Funktionsweise der Verschleißsensoren 121 ist es von Bedeutung, dass der elektrische Leiter 122 stets in die abzutragende Verschleißfläche integriert ist, um selber mit abgetragen zu werden und um auf diese Weise selber eine Änderung seines Ohm'schen Widerstandswerte zu erfahren.

10 Die Ausgestaltung des elektrischen Leiters 122 gemäß Fig. 9 sieht vor, dass die elektrischen Leiter 122-n lediglich im Bereich der Gleitlagerfläche 2 parallel zu dieser und parallel zueinander ausgebildet sind.

15 Im Zusammenhang mit den Verschleißsensoren 121 wird durch die Fig. 10 veranschaulicht, dass die Leiter bzw. Bahnbereiche 122-n des elektrischen Leiters 122, alternativ zur Ausführungsform von Fig. 9, auch U-förmig parallel zueinander angeordnet sein können.

20 Die Anordnung einer Mehrzahl von Verschleißsensoren 121 in Form einer (n x m)-Matrix, beispielsweise in Form einer 7 x 7-Matrix bei der Sensorplatte 1 gemäß Fig. 3, ist in Fig. 11 nochmals in einer Querschnittsansicht gezeigt. Hierbei ist es möglich, dass jedem der einzelnen Widerstände 122-k mit $1 \leq k \leq K = 7$ eine eigene Messeinrichtung 120 zugeordnet ist. Alternativ, und wie in Fig. 11 gezeigt, ist es jedoch auch möglich, dass die einzelnen elektrische Widerstände 122-k jeweils über Kabelverbindungen an eine zentrale Messeinrichtung 120 und
25 insbesondere an die zentrale Auswerteeinrichtung A (vgl. Fig. 1, Fig. 9, Fig. 10) angeschlossen sind.

Die Fig. 12 zeigt einen Teil der Sensorplatte 1 in einer Querschnittsansicht. Hieraus ist ersichtlich, dass die elektrischen Leiter 122 in Form von Leiterbahnen
30 jeweils in verschiedenen Tiefen bzw. in einem unterschiedlichen Abstand zur Gleitlagerfläche 2 in die Sensorplatte 1 integriert aufgenommen sind. Mit den

vertikal verlaufenden gestrichelten Linien sind in der Darstellung von Fig. 12 verschiedene Verschleißgrenzen für die Gleitlagerfläche 2 symbolisiert. An diese verschiedenen Verschleißgrenzen sind die unterschiedlichen Tiefen, in denen die Leiterbahnen 122 jeweils in der Sensorplatte 1 aufgenommen sind, angepasst.

5

Zum Bestimmen eines Materialabtrags an der Gleitlagerfläche 2 in Bezug auf unterschiedliche Verschleißgrenzen kann auch vorgesehen sein, dass ein einziger Verschleißsensor 121 mit mehreren Leiterbahnen in jeweils unterschiedlichen „Tiefen“, d.h. parallel verlaufenden Abständen zur Gleitlagerfläche bestückt ist. Ein solcher Typ eines Verschleißsensors ist vereinfacht in Fig. 13 gezeigt, der im Prinzip dem Verschleißsensor von Fig. 9 entspricht.

10

In Fig. 14 ist eine Messeinrichtung 120 mit einem Verschleißsensor 121 vom Typ der Ausführungsform von Fig. 13 gezeigt, hier jedoch in Form einer integrierten Einheit, die direkt die Auswerteeinrichtung A umfasst, die in Signalverbindung mit dem Kommunikationsmodul K steht. Bei der Ausführungsform von Fig. 14 kann auch vorgesehen sein, dass in der integrierten Einheit auch die Stromversorgung für die Leiterbahnen 122 des Verschleißsensors 121 untergebracht ist, so dass damit eine autarke mehrstufige Verschleißmessung ermöglicht wird.

20

Bei einer Weiterbildung dieser Ausführungsform der Messeinrichtung 120 können die soeben genannten Komponenten – ausweislich der Darstellung in Fig. 15 – beispielsweise in einem länglichen Stift integriert sein, der entlang seiner Längserstreckung mit einem Außengewinde versehen ist, das von einem Außen-sechskant in Form eines Mutterkopfs abgeschlossen wird.

25

Fig. 16 zeigt eine weitere Ausführungsform für die Messeinrichtung 120 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 100, bei der die Auswerteeinrichtung A mit zwei Sensoreinheiten (in Fig. 16 jeweils links und rechts der mittig gezeigten Auswerteeinrichtung A) verbunden ist. Hierdurch ist es möglich, den Verschleiß an mehreren Seiten der Sensorplatte 1 zu überwachen. Mit den vertikal verlaufenden

30

gestrichelten Linien sind in der Darstellung von Fig. 16 verschiedene Verschleißgrenzen angedeutet, die jeweils einen unterschiedlichen Abstand zur Verschleißfläche in Form der Gleitlagerfläche 2 aufweisen.

- 5 Des Weiteren ist es auch denkbar, dass bei der Ausführungsform von Fig. 16 mehr als zwei Verschleißsensoren 121 mit der Auswerteeinrichtung A verbunden sind.

10 Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann eine Sensorplatte 1 neben den Verschleißsensoren 121 auch mit Messsensoren 10 ausgestattet sein, die innerhalb der Sensorplatte 1 jeweils angrenzend zur Gleitlagerfläche 2 aufgenommen sind. Eine solche Ausführungsform ist in der Darstellung von Fig. 7 gezeigt, wobei die Messsensoren 10 hier jeweils mit kleinen Kreisen symbolisiert sind.

15

In Bezug auf die Messsensoren 10 ist hervorzuheben, dass diese nicht unmittelbar an der Gleitlagerfläche 2 der Sensorplatte 1 exponiert sind, wie nachfolgend noch erläutert ist.

20 Ausweislich der Draufsicht von Fig. 17 sind diese Messsensoren 10 bei dieser Ausführungsform in Form einer 7 x 7-Matrix angeordnet, nämlich angrenzend zur Gleitlagerfläche 2, und in dieser Weise versetzt zu den Verschleißsensoren 121 positioniert, die hier in Form einer 6 x 6-Matrix in die Gleitlagerfläche 2 integriert sind. Wichtig hierbei ist, dass die Messsensoren 10 nicht unmittelbar an der
25 Gleitlagerfläche 2 exponiert sind, was zur Folge hat, dass bei einem Materialabtrag von der Gleitlagerfläche 2 im Walzbetrieb die Messsensoren 10 nicht geschädigt bzw. zerstört werden. Insoweit sind die Kreise, mit denen in der Darstellung von Fig. 17 die Messsensoren 10 in Form der Anordnung einer 6 x 6-Matrix symbolisiert sind, lediglich vereinfachend zu verstehen und sollen lediglich
30 die Position dieser Messsensoren 10 angrenzend zur Gleitlagerfläche 2 veranschaulicht.

Die Anbringung der Messsensoren 10 an bzw. innerhalb der Sensorplatte 1 kann durch Sacklochbohrungen 11 erfolgen, die – ausweislich des oberen Bereichs der Querschnittsansicht von Fig. 18 – von einer der Gleitlagerfläche entgegengesetzten Rückseite 3 der Sensorplatte 1 darin eingebracht wird. Des Weiteren entspricht die Aufnahme der Leiterbahnen 122, die in der Querschnittsansicht von Fig. 18 mittig und im unteren Bereich der Sensorplatte 1 gezeigt sind, der Darstellung von Fig. 1, so dass zur Vermeidung von Wiederholungen darauf verwiesen werden darf.

10

Ein Messsensor 10 kann einen Dehnungsmessstreifen aufweisen, auch als DMS-Element bekannt, oder in Form eines solchen DMS-Elements 12 ausgebildet sein. Für diesen Fall kann ein DMS-Element 12 an der Stirnseite einer Sacklochbohrung 11 und/oder an der Innenumfangsfläche einer solchen Sacklochbohrung 11 befestigt sein. Jedenfalls ist es mit einem Messsensor 10 möglich, Kräfte und/oder Dehnungen und/oder Verformungen zu detektieren, die auf die Sensorplatte 1 im Walzbetrieb einwirken.

15

Bei allen der vorstehend genannten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 20 kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinrichtung mit einer Energiequelle 128 ausgerüstet ist (vgl. Fig. 1, Fig. 11, Fig. 12). Eine solche Energiequelle 128 kann z.B. herkömmlich durch Batterien oder Akkus oder beispielsweise kabelgebunden ausgebildet sein. Alternativ hierzu ist es auch möglich, die Energiequelle als Energy-Harvesting-Einheit auszubilden, mit der Energie entweder thermisch und/oder mechanisch gewonnen werden kann.

25

Ungeachtet des Typs der Energiequelle 128 besteht eine weitere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung darin, dass mit dieser Energiequelle 128 nicht nur die Auswerteeinrichtung A gespeist wird, sondern auch die verschiedenen Sensoren der Sensorplatte 1, d.h. die Verschleißsensoren 121 und ggf. auch die Messsensoren 10, und des Weiteren auch die verschiedenen elektrische Bauelemente,

30

die an einer Sensorplatte 1 vorgesehen oder daran angebracht sein können, beispielsweise der maschinenlesbare Datenspeicher 7, die Sendeeinheit 8 und/oder der Datenträger 9 mit maschinenlesbarer Kennung zur eindeutigen Identifikation der Sensorplatte 1. In dieser Weise handelt es sich dann bei der
5 erfindungsgemäßen Vorrichtung 20 um ein energieautarkes System, das nicht auf eine externe separate Energiequelle angewiesen ist.

In Bezug auf die Energiequelle 128 kann nach einer weiteren (nicht gezeigten) Variante vorgesehen sein, dass die Energy-Harvesting-Einheit die ange-
10 schlossenen Systeme (Auswerteeinrichtung A und/oder Sensoreinheit mit den Verschleißsensoren 121) erst dann „zum Leben“ erweckt, wenn ausreichend Energie für den Betrieb des Systems bzw. der Systeme zur Verfügung steht. Gerade für sehr langsam verschleißende Bauteile kann diese Vorgehensweise angewendet werden.

15

Fig. 19 zeigt ein Walzgerüst 200, mit zwei Arbeitswalzen 202 und zwei Stützwalzen 204 inklusive der zugehörigen Einbaustücke E. Durch die Vielzahl der einzelnen Pfeile, die in Fig. 19 (im linken Bild) jeweils in Richtung des Walzgerüsts gerichtet sind, sind die Positionen veranschaulicht, wo jeweils die Sensorplatten 1
20 vorgesehen bzw. an den zugeordneten Einbaustücken E angebracht sind.

Das rechte Bild von Fig. 19 zeigt das Walzgerüst 200 in vereinfachter perspektivischer Ansicht, wobei hier ein Walzensatz mit „212“ bezeichnet ist. Des Weiteren sind im rechten Bild von Fig. 19 einige der hier vorgesehenen Platten mit
25 „1“ angezogen, wobei die an der Rückseite des Walzgerüsts hier nicht zu erkennen sind.

Fig. 20 zeigt einen Walzenständer 208, der für ein Walzgerüst 200 von Fig. 19 vorgesehen ist, jeweils in perspektivischer Ansicht (linkes Bild) und in einer
30 Frontalansicht (rechtes Bild). In gleicher Weise wie bei Fig. 19 sind hier in Fig. 20

durch die Pfeile die Stellen angedeutet, an denen die Platten 1 an den Ständerholmen 210 des Walzenständers 208 befestigt sind.

Bei den Sensorplatten 1, deren Befestigungsstellen in Fig. 19 und Fig. 20 mit den
5 einzelnen Pfeilen angedeutet sind, kann es sich um die Sensorplatten 1 nach einem der Ausführungsformen gemäß der Fig. 1-6 bzw. Fig. 17 handeln.

Die Fig. 21 zeigt ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines erfindungsgemäßen Verfahrens mit seinen Schritten (i) bis (iv), bei dem vorzugsweise die
10 vorstehend erläuterte erfindungsgemäße Vorrichtung 100 eingesetzt wird. Dank der Verschleißsensoren 121, die wie erläutert in die Gleitlagerfläche 2 einer Sensorplatte 1 integriert sind, kann der Verschleiß an der Gleitlagerfläche 2 der jeweiligen Sensorplatten 1 „online“, d.h. im laufenden Walzbetrieb ermittelt bzw. gemessen werden. Die zugehörigen Verfahrensschritte (i) bis (iv) bestimmen sich
15 wie folgt:

- (i) Bestimmen eines Verschleißzustands an einer Sensorplatte 1, die an einem Einbaustück E einer Walze 202, 204 eines Walzgerüsts 200 befestigt ist, und einer aktuellen Geometrie (Topographie) der zugehörigen Gleitlagerfläche 2,
20
- (ii) Bestimmen eines Verschleißzustands an einer Sensorplatte 1, die an einem Walzenständer 208 eines Walzgerüsts befestigt ist, und einer aktuellen Geometrie (Topographie) der zugehörigen Gleitlagerfläche,
- (iii) Durchführen der Schritte (i) und (ii) für alle Sensorplatten 1, die an
25 den Einbaustücken E von Walzen und an den Walzenständern 208 des Walzgerüsts 200 angebracht sind, und
- (iv) Übertragen der Messwerte von Schritt (iii) an ein Zentralsystem Z mit einer Speicher- und Auswerteeinheit (5, 6), wobei diese Messwerte jeweils zu einem bestimmten Walzensatz, der aus einer bestimmten
30 Walze, den dafür vorgesehenen Einbaustücken und der daran angebrachten Sensorplatte nach Anspruch 10 besteht, und zu einem

bestimmten Walzenständer des Walzgerüsts mit einer Sensorplatte nach Anspruch 11 zugeordnet werden.

Der wesentliche Vorteil des soeben genannten ergänzenden Verfahrens zur
5 Bestimmung des Verschleißzustandes an den Gleitlagerflächen 2 der Sensor-
platten 1 liegt u.a. darin, dass der aktuelle Verschleißzustand bzw. die aktuelle
Topographie von Sensorplatten für eine Paarung eines bestimmten Walzensatzes
und eines bestimmten Walzenständers mit einem ersten vorbestimmten
Grenzwert verglichen werden kann, noch während des Walzbetriebs. Falls hierbei
10 dieser erste vorbestimmte Grenzwert überschritten wird, kann zumindest ein
Warnsignal zur Veranlassung einer Überprüfung des Walzgerüsts und/oder des
Walzensatzes ausgelöst werden. Im Zuge dessen ist auch die Festlegung eines
zweiten vorbestimmten Grenzwertes möglich, bei dessen Überschreitung dann
zumindest ein Warnsignal für einen Betriebsstopp des Walzgerüsts ausgelöst wird
15 oder ggf. auch automatisch ein Notstopp für die Walzanlage eingeleitet wird.

An dieser Stelle wird nochmals darauf hingewiesen, dass es sich bei dem
Merkmal „Walzensatz“ handeln kann um:

- eine Einheit gebildet aus Walzen, Einbaustücken und daran befestigten
20 Sensorplatten,
- eine Einheit gebildet aus Arbeits-, Stütz- und Zwischenwalze sowie die
zugehörigen Einbaustücke und daran befestigter Sensorplatten, und/oder
- Vielwalzen-Gerüste.

25 Ebenfalls wird darauf hingewiesen, dass Walzensätze, beispielsweise bei einem
Umrüsten eines Walzgerüsts während einer Produktionsunterbrechung, mit neuen
bzw. anderen Einbaustücken versehen werden können. Anders ausgedrückt, ist
es beispielsweise bei einem Umrüsten möglich, die vorstehend genannten
Beispiele von Walzensätzen jeweils neu zusammenzustellen bzw. zu
30 konfigurieren, nämlich durch die Montage von anderen Einbaustücken mit den
daran angebrachten Sensorplatten an einer bestimmten Walze.

Die Durchführung des vorstehend genannten Verfahrens und dessen Schritt (iv) empfehlen sich insbesondere dann, wenn ein Betrieb des Walzgerüsts 200 zur Vorbereitung eines Umrüstens gestoppt wird. Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist mit einem „Umrüsten“ beispielsweise der Austausch von Walzensätzen (= Walzen plus Einbaustücke E inklusive der daran befestigten Sensorplatten 1) gemeint, um geänderte Produktionsbedingungen zu realisieren. Jedenfalls können damit dann Verschleißdaten für den Gleitlagerflächen 2 der einzelnen Sensorplatten 1 generiert werden, die den aktuellen Zustand bzw. „letzten Stand der Dinge“ der Sensorplatten 1 vor dem Betriebsstopp darstellen.

Schließlich können unter Berücksichtigung dessen, dass wie soeben erläutert mittels der Verschleißsensoren 121 Verschleißdaten in Bezug auf die Gleitlagerflächen 2 der Sensorplatten 1 gewonnen werden können, geeignete Maßnahmen zur Produktionsplanung für zumindest ein Walzgerüst oder für eine Mehrzahl von Walzgerüsten, insbesondere in Form von Grobblechgerüsten, Vielwalzen-Gerüsten oder in Form einer Warm- oder Kaltwalzstraße getroffen werden, nämlich durch die Abfolge von folgenden Schritten:

20

- (i) Bereitstellen von Messwerten in Bezug auf den Verschleißzustand von Sensorplatten 1 und der resultierenden Topographie an deren Gleitlagerflächen 2, welche Messwerte bestimmten Walzensätzen 212 und bestimmten Walzenständern 208 einer Walzstraße zugeordnet sind und in der Speichereinheit 5 des Zentralsystems Z insbesondere mit dem Verfahren nach Anspruch 20 gespeichert worden sind, durch die Auswerteeinheit 6 des Zentralsystems Z (vgl. Fig. 1),
- (ii) Auslesen der Messwerte von Schritt (i) durch die Auswerteeinheit 6 des Zentralsystems Z,

30

- (iii) Vergleichen der Topographie bzw. aktuellen Geometrie der Gleitlagerflächen 2 einerseits von bestimmten Einbaustücken (E) und andererseits von bestimmten Walzenständern 208 eines Walzgerüsts 200, und
- 5 (iv) Zuweisen eines bestimmten Walzensatzes, der insbesondere aus einer Walze (202; 204), den dafür vorgesehenen Einbaustücken (E) sowie den daran angebrachten Sensorplatten (1) besteht, zu einem bestimmten Walzenständer in Abhängigkeit von den geplanten neuen Produktionsbedingungen und in Abhängigkeit davon, dass in
- 10 Schritt (iii) eine Übereinstimmung der Topographie der Gleitlagerflächen einerseits der Sensorplatte eines bestimmten Einbaustücks und andererseits eines bestimmten Walzenständers (208) einer Walzstraße festgestellt worden ist.
- 15 In Bezug auf die Schritte (iii) und (iv) des soeben genannten Verfahrens darf erläuternd hervorgehoben werden, dass es im Zuge der Produktionsplanung, wenn ein Walzgerüst mit neuen bzw. anderen Walzen bestückt werden soll, auch möglich ist, Einbaustücke in Verbindung mit den daran angebrachten
- 20 Sensorplatten von den Walzen zu demontieren. Im Anschluss daran kann geprüft werden, welche Einbaustücke für welchen Typ bzw. welche Größe von Walze geeignet bzw. zulässig sind, wobei sodann, auf Grundlage des Schritts (iii), ermittelt wird, ob für ein solch zulässiges Einbaustück E und die daran befestigte Sensorplatte 1 auch ein passender „matching partner“ in Form einer an einem
- 25 Walzenständer 208 befestigten anderen Sensorplatte 1 existiert, sofern die Gleitlagerflächen der jeweiligen Sensorplatten mit ihren (Verschleiß-)Topographien zueinander passen. Falls sich solche „matching partner“ in Bezug auf die Sensorplatten 1 finden, dann kann ein Einbaustück mit der daran angebrachten passenden Sensorplatte an der geplanten Walze montiert und zu einem Walzensatz komplettiert werden, der dann gemäß Schritt (iv) des hier zur
- 30 Diskussion stehenden Verfahrens zu einem bestimmten Walzenständer mit der daran passenden Sensorplatte zugewiesen wird.

Der Schritt (iv) des soeben genannten Verfahrens bzw. der Schrittabfolge für die Produktionsplanung wird mit dem Ziel durchgeführt, durch die definierten Paarungen von Walzenständen und Walzensätzen, bezüglich derer die Topographie der Gleitlagerflächen 2 der zugehörigen Sensorplatten 1 übereinstimmen, möglichst optimale Produktionsbedingungen herzustellen bzw. zu erreichen. Falls es gelingt, zueinander passende Paarungen von Walzenständen und Walzensätzen aufzufinden, kann zum einen ein ansonsten kostspieliges Überarbeiten oder gar Austauschen von Sensorplatten 1 zumindest aufgeschoben werden. Zum anderen werden so bestmögliche Produktionsbedingungen durch den Einsatz der genannten „matching-partner“ geschaffen.

Bezugszeichenliste

	1	Sensorplatte
	2	Gleitlagerfläche (= Verschleißfläche)
5	3	Rückseite (der Sensorplatte 1)
	4	seitliche Randfläche (der Sensorplatte 1)
	5	Speichereinheit
	6	Auswerteeinheit
	7	maschinenlesbarer Datenspeicher
10	8	Sendeeinheit
	9	Datenträger mit maschinenlesbarer Kennung, zur eindeutigen Identifikation einer Sensorplatte 1
	10	Messsensor(en)
	11	Sacklochbohrung
15	12	DMS-Element
	20	Vorrichtung zum Bestimmen der Lage und/oder der Position einer Walze in einem Walzgerüst
	100	Vorrichtung zum Messen eines Verschleißzustands
	120	Messeinrichtung
20	121	Verschleißsensor(en)
	122	elektrische(r) Leiter
	128	Energiequelle
	129	Modul zur Datenübertragung
	200	Walzgerüst
25	202	Arbeitswalze(n)
	204	Stützwalze(n)
	208	Walzenständer
	210	Ständerholm
	212	Walzensatz
30	a, b	ganzzahlige Parameter aus dem Bereich {1-100}
	m, n	ganzzahlige Parameter aus dem Bereich {1-100}

- A Auswerteeinrichtung
- E Einbaustück
- K Kommunikationsmodul
- S Signalstrecke
- 5 V₁ erste Verschleißgrenze
- V₂ zweite Verschleißgrenze
- Z Zentralsystem
- α (möglicher) Winkel zwischen zwei Walzenachsen 206

Patentansprüche

- 5 1. Sensorplatte (1), die als Gleitlager- oder Führungselement für Walzgerüste (200) dient, umfassend mindestens eine mit einem Bauteil in Kontakt bringbare und in einem Betrieb eines Walzgerüsts (200) einem Verschleiß unterliegende Gleitlagerfläche (2) und zumindest einen Verschleißsensor (121),
- 10 **gekennzeichnet durch** eine Mehrzahl von Verschleißsensoren (121), die in Form einer (m x n)-Matrix in die Gleitlagerfläche (2) integriert angeordnet sind, wobei die Verschleißsensoren (121) zum Erfassen eines Materialabtrags an der Gleitlagerfläche (2) geeignet sind und hierzu jeweils einen elektrischen Widerstand umfassen, der aus mindestens einem
- 15 elektrischen Leiter (122) gebildet ist, welcher vorzugsweise abschnittsweise parallel zu der Gleitlagerfläche (2) verlaufend angeordnet ist, wobei die Verschleißsensoren (121) bei einem Materialabtrag an der Gleitlagerfläche (2) selber mechanisch mit abgetragen werden.
- 20 2. Sensorplatte (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Widerstand eines Verschleißsensors (121) aus einer Mehrzahl elektrischer Leiter (122) gebildet ist, welche vorzugsweise zumindest abschnittsweise parallel und in unterschiedlichen Tiefen in Bezug auf die Gleitlagerfläche (2) angeordnet sind.
- 25 3. Sensorplatte (1) nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von Messsensoren (10), die in Form einer (a x b)-Matrix angrenzend zur Gleitlagerfläche (2) angeordnet sind, derart, dass die Messsensoren (10) einerseits nicht dem Verschleiß an der Gleitlagerfläche (2) unterworfen sind und andererseits in der Lage sind, die auf die Sensorplatte (1) wirkenden Kräfte und/oder Dehnungen und/oder Verformungen , die in
- 30

Folge eines Flächen-, Linien- oder Punktkontakts der Sensorplatte (1) mit dem Bauteil entstehen, zu erfassen.

4. Sensorplatte (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsensoren (10) in die Sensorplatte (1) integriert aufgenommen sind.
5. Sensorplatte (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Sensorplatte (1) eine Mehrzahl von Sacklochbohrungen (11) ausgebildet sind, die in die Sensorplatte (1) von einer der Gleitlagerfläche (2) entgegengesetzten Hauptfläche (3) her und/oder von einer seitlichen Randfläche (4) her eingebracht sind, wobei die Messsensoren (10) in den jeweiligen Sacklochbohrungen (11) eingesetzt sind.
6. Sensorplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter m und n , mit denen die $(m \times n)$ -Matrix für die Anordnung der Verschleißsensoren (121) gebildet ist, und die Parameter a und b , mit denen die $(a \times b)$ -Matrix für die Anordnung der Messsensoren (10) gebildet ist, jeweils aus ganzzahligen Werten bestehen, derart, dass damit die Matrix-Anordnung der Verschleißsensoren (121) bzw. Messsensoren (10) an die Umfangskontur der Sensorplatte (1) angepasst ist.
7. Sensorplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter m und n , mit denen die $(m \times n)$ -Matrix für die Anordnung der Sensoren gebildet ist, und die Parameter a und b , mit denen die $(a \times b)$ -Matrix für die Anordnung der Messsensoren (10) gebildet ist, jeweils aus ganzzahligen Werten bestehen, die aus dem Zahlenbereich $\{1-100\}$, vorzugsweise aus dem Zahlenbereich $\{1-50\}$, weiter vorzugsweise aus dem Zahlenbereich $\{1-20\}$ gewählt sind, vorzugsweise, dass die Verschleißsensoren (121) bzw. Messsensoren (10) in Form einer 2×2 -Matrix, in Form einer 3×2 -Matrix, in Form einer 3×1 -Matrix, in Form einer

- 3 x 3-Matrix, in Form einer 4 x 4-Matrix, in Form einer 5 x 5-Matrix, in Form einer 6 x 6-Matrix, in Form einer 6 x 4-Matrix, in Form einer 7 x 7-Matrix, in Form einer 8 x 8-Matrix, in Form einer 9 x 9-Matrix, in Form einer 10 x 10-Matrix, in Form einer 11 x 11-Matrix oder in Form einer 12 x 12-Matrix angeordnet sind.
- 5
8. Sensorplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zumindest einen maschinenlesbaren Datenspeicher (7), in dem Signal- bzw. Messwerte der Verschleißsensoren (121) bzw. Messsensoren (10) speicherbar sind.
- 10
9. Sensorplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Datenträger (9) mit einer maschinenlesbaren Kennung, mittels der die Sensorplatte (1) eindeutig identifizierbar ist, vorzugsweise, dass der Datenträger (9) aus einem RFID-Transponder, aus einem NFC (Near-Field-Communication)-Element und/oder aus einem QR-Code gebildet ist.
- 15
10. Sensorplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit den Verschleißsensoren (121) bzw. Messsensoren (10) in Signalverbindung stehende Sendeeinheit (8) vorgesehen ist, mittels der die Messwerte der Sensoren über eine Funkstrecke oder kabelgebunden an eine Auswerteinrichtung (A) übertragbar sind.
- 20
11. Sensorplatte (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie an einem Einbaustück (E) einer Walze (202; 204) eines Walzgerüsts (200) befestigt ist.
- 25
12. Sensorplatte (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie an einem Walzenständer (208) eines Walzgerüsts (200) befestigt ist.
- 30

13. Vorrichtung (100) zum Messen eines Verschleißzustands an der Gleitlagerfläche (2) einer Sensorplatte (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, umfassend

5 eine Messeinrichtung (120), welche die in die Gleitlagerfläche (2) integrierten Verschleißsensoren (121) einer Sensorplatte (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 aufweist, um bei einem Verschleiß den Materialabtrag an der Gleitlagerfläche (2) zu erfassen, und

10 eine mit den Verschleißsensoren (121) bzw. Messsensoren (10) zumindest in Signalverbindung stehende Auswerteeinrichtung (A), von der die Signalwerte der Sensoren und insbesondere der einzelnen Verschleißsensoren (121) empfangbar sind,

wobei die Auswerteeinrichtung (A) programmtechnisch derart eingerichtet ist, dass damit eine Änderung, insbesondere einer Erhöhung, des Ohm'schen Widerstandswertes des elektrischen Leiters (122) eines bestimmten Verschleißsensors (121) in Abhängigkeit seines eigenen Materialabtrags erfassbar ist, um hierdurch einen Rückschluss von der erkannten Änderung des Widerstandswertes auf die Größe des Materialabtrags an der Gleitlagerfläche (2) und/oder auf die verbleibende Dicke der
15 Gleitlagerfläche (2) an der Stelle dieses bestimmten Verschleißsensors (121) zu gewährleisten.

14. Vorrichtung (100) nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch ein mit der Auswerteeinrichtung (A) in Signalverbindung stehendes Zentralsystem (Z)
25 mit einer Speichereinheit (5) und Auswerteeinheit (6), wobei die Daten der Auswerteeinrichtung (A) an das Zentralsystem (Z) über eine Signalstrecke (S) übertragbar und darin auswertbar sind, vorzugsweise, dass die Auswerteeinrichtung (A) mit einem Kommunikationsmodul (K) ausgestattet ist, mit dem für die Auswerteeinrichtung (A) ein Datenaustausch mit dem
30 Zentralsystem (Z) und/oder mit externen Kommunikationspartnern möglich ist.

15. Vorrichtung (100) nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (A) mit einer Energiequelle (128) ausgerüstet ist, wobei die Auswerteeinrichtung (A) zumindest mit den Sensoren und insbesondere den Verschleißsensoren (121) derart verbunden ist, dass die Verschleißsensoren (121) über die Energiequelle (128) mit Energie versorgt werden, vorzugsweise, dass die Energiequelle (128) weitere elektrische Bauelemente (7; 8; 9), die an einer Sensorplatte (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10 vorgesehen oder daran angebracht sind, mit Energie versorgt.
16. Vorrichtung (100) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Energiequelle (128) in Form einer Energy-Harvesting-Einheit ausgebildet ist, vorzugsweise, dass die Energy-Harvesting-Einheit Energie thermisch und/oder mechanisch gewinnt.
17. Verfahren zum Messen eines Verschleißzustands von Gleitlager- oder Führungselementen im Betrieb eines Walzgerüsts (200), bei dem insbesondere eine Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 13 bis 16 eingesetzt wird, mit den Schritten:
- (i) Bestimmen eines Verschleißzustands an einer Sensorplatte (1) nach Anspruch 11 und einer aktuellen Geometrie (Topographie) der zugehörigen Gleitlagerfläche (2),
 - (ii) Bestimmen eines Verschleißzustands an einer Sensorplatte (1) nach Anspruch 12 und einer aktuellen Geometrie (Topographie) der zugehörigen Gleitlagerfläche (2),
 - (iii) Durchführen der Schritte (i) und (ii) für alle Sensorplatten (1), die an den Einbaustücken (E) von Walzen und an den Walzenständern (208) des Walzgerüsts (200) angebracht sind,
 - (iv) Übertragen der Messwerte von Schritt (iii) an ein Zentralsystem (Z) mit einer Speicher- und Auswerteeinheit (6), wobei diese Messwerte

jeweils zu einem bestimmten Walzensatz (212), der aus einer bestimmten Walze (202; 204), den dafür vorgesehenen Einbaustücken (E) und der daran angebrachten Sensorplatte (1) nach Anspruch 11 besteht, und zu einem bestimmten Walzenständer (208) des Walzgerüsts (200) mit einer Sensorplatte (1) nach Anspruch 12 zugeordnet werden.

5

10

15

20

25

30

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt (iv) durchgeführt wird, bevor der Betrieb des Walzgerüsts (200) zur Vorbereitung eines Umrüstens gestoppt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass der aktuelle Verschleißzustand bzw. die aktuelle Topographie von Sensorplatten (1) für eine Paarung bestehend aus einem bestimmten Walzensatz (212) und einem bestimmten Walzenständer (208) mit einem ersten vorbestimmten Grenzwert verglichen wird, wobei bei Überschreiten dieses ersten vorbestimmten Grenzwerts ein Warnsignal zur Veranlassung einer Überprüfung bzw. Wartung des Walzgerüsts (200) und/oder des Walzensatzes (212) ausgelöst wird, vorzugsweise, dass bei Überschreiten eines zweiten vorbestimmten Grenzwerts ein Warnsignal für einen Betriebsstopp des Walzgerüsts (200) ausgelöst wird.
20. Verfahren zur Produktionsplanung für zumindest ein Walzgerüst (200) oder für eine Mehrzahl von Walzgerüsten (200), insbesondere in Form von Grobblechgerüsten, Vielwalzen-Gerüsten oder einer Warm- oder Kaltwalzstraße, mit den Schritten:
 - (i) Bereitstellen von Messwerten in Bezug auf den Verschleißzustand von Sensorplatten (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und der resultierenden Topographie an deren Gleitlagerflächen (2), welche Messwerte bestimmten Walzensätzen (212) und bestimmten Walzenständern (208) einer Walzstraße zugeordnet sind und in der

Speichereinheit (5) eines Zentralsystems (Z) insbesondere mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19 gespeichert worden sind,

5 (ii) Auslesen der Messwerte von Schritt (i) durch eine Auswerteeinheit (6) des Zentralsystems (Z),

(iii) Vergleichen der Topographie bzw. aktuellen Geometrie der Gleitlagerflächen (2) einerseits von bestimmten Einbaustücken (E) und andererseits von bestimmten Walzenständern (208) eines Walzgerüsts (200), und

10 (iv) Zuweisen eines bestimmten Walzensatzes (212), der insbesondere aus einer Walze (202; 204), den dafür vorgesehenen Einbaustücken (E) sowie den daran angebrachten Sensorplatten (1) besteht, zu einem bestimmten Walzenständern (208) in Abhängigkeit von den geplanten neuen Produktionsbedingungen und in Abhängigkeit
15 davon, dass in Schritt (iii) eine Übereinstimmung der Topographie der Gleitlagerflächen (2) einerseits der Sensorplatte (1) eines bestimmten Einbaustücks (E) und andererseits eines bestimmten Walzenständers (208) einer Walzstraße festgestellt worden ist.

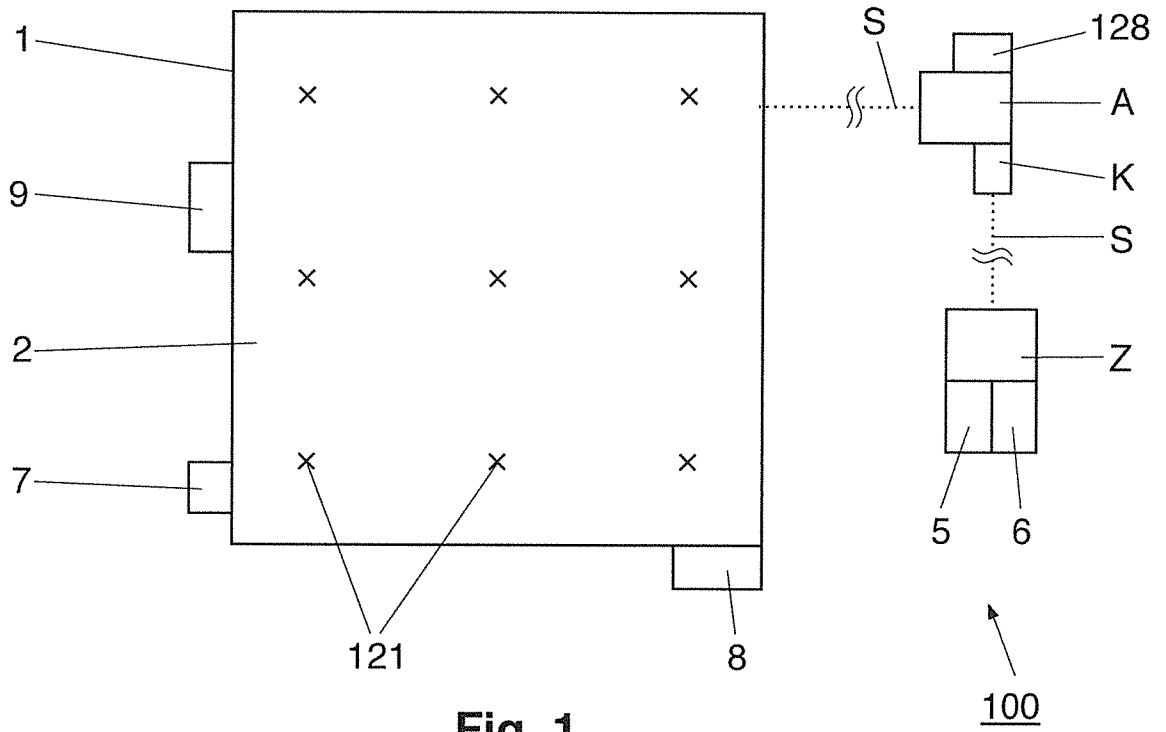


Fig. 1

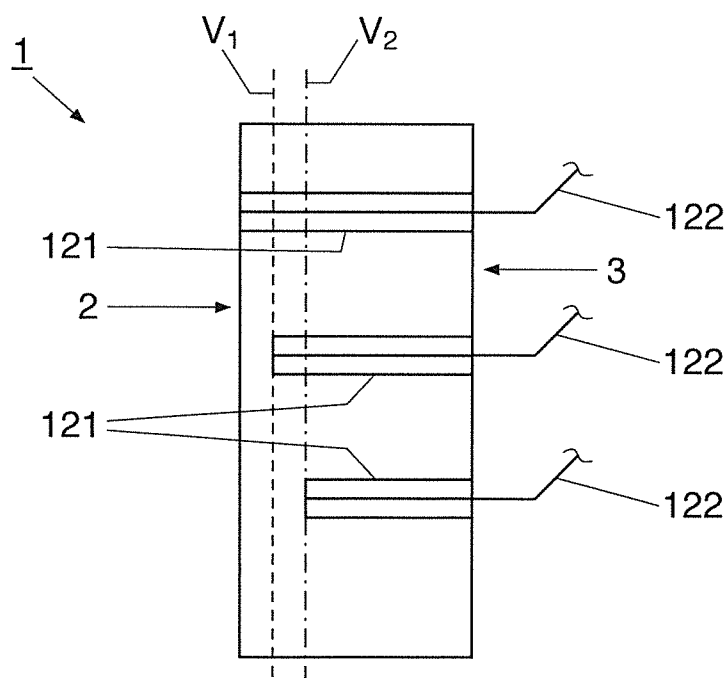


Fig. 2

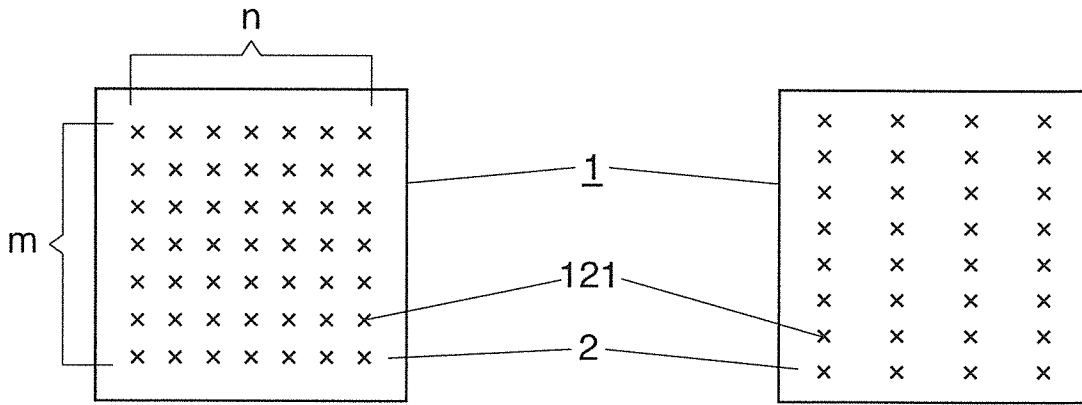


Fig. 3

Fig. 4

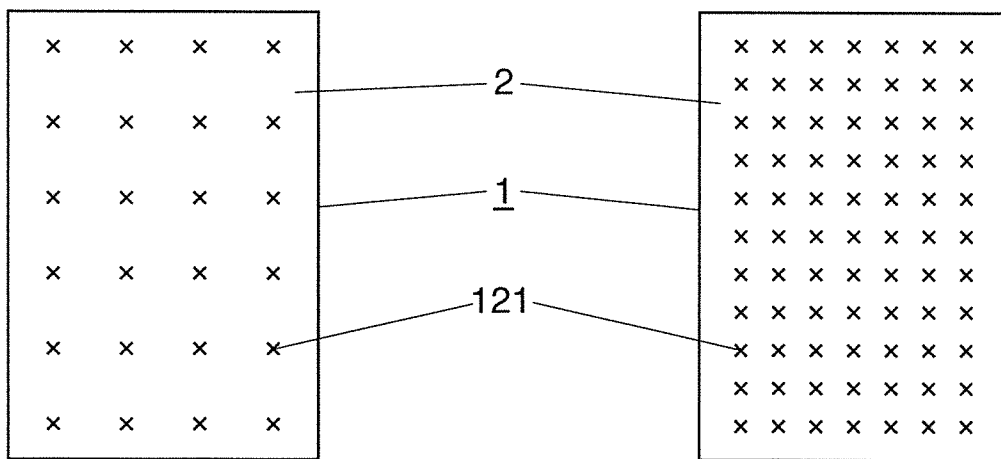


Fig. 5

Fig. 6

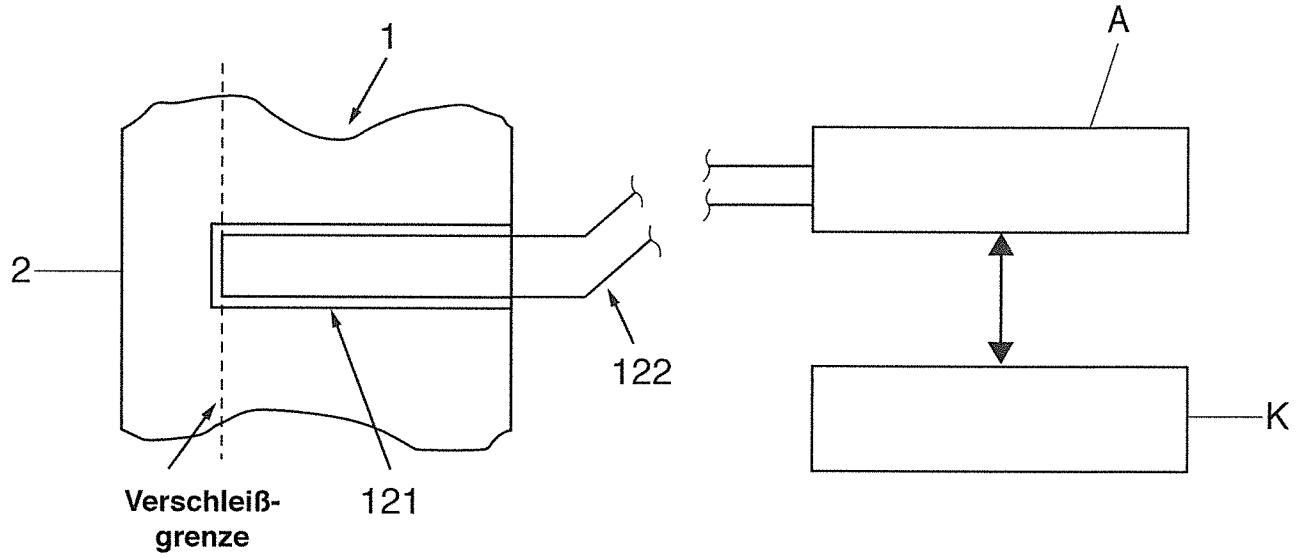


Fig. 7

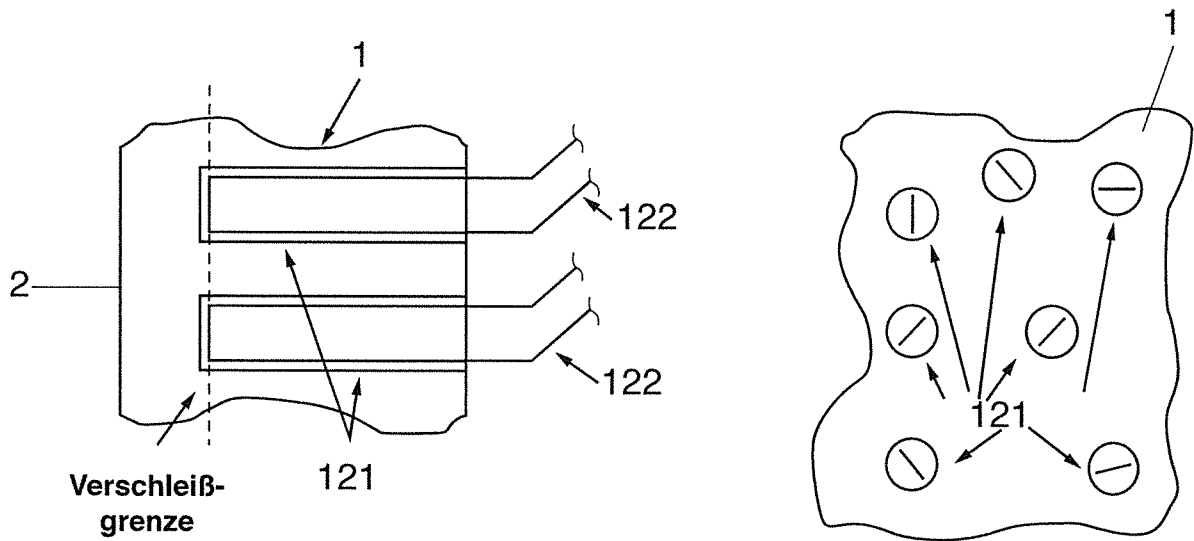


Fig. 8

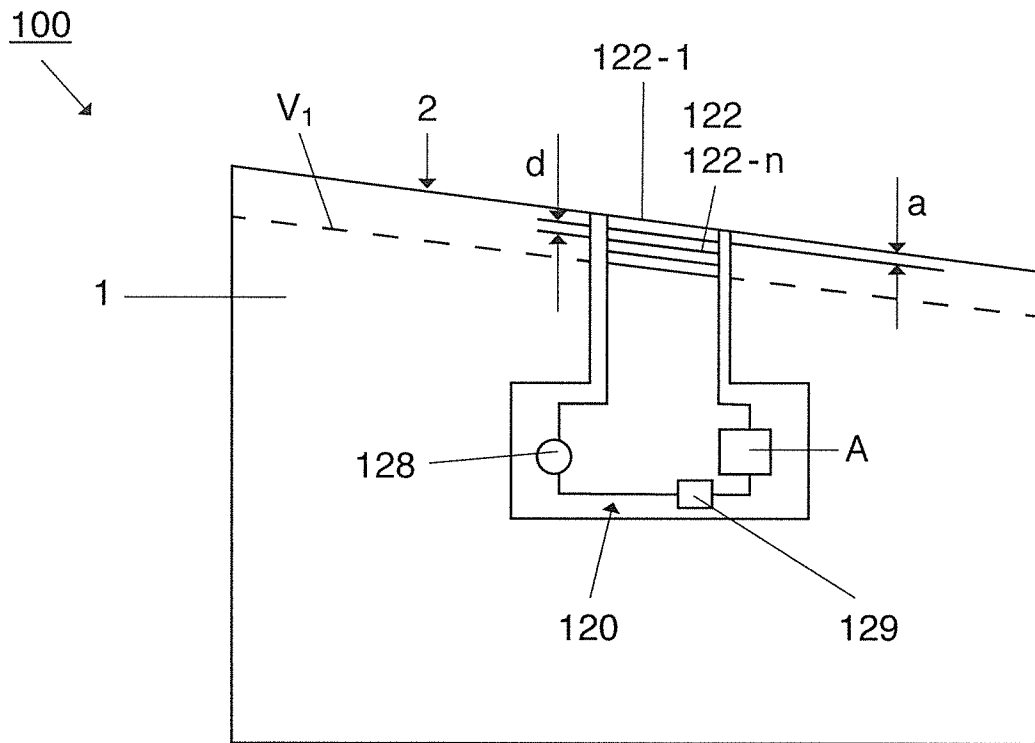


Fig. 9

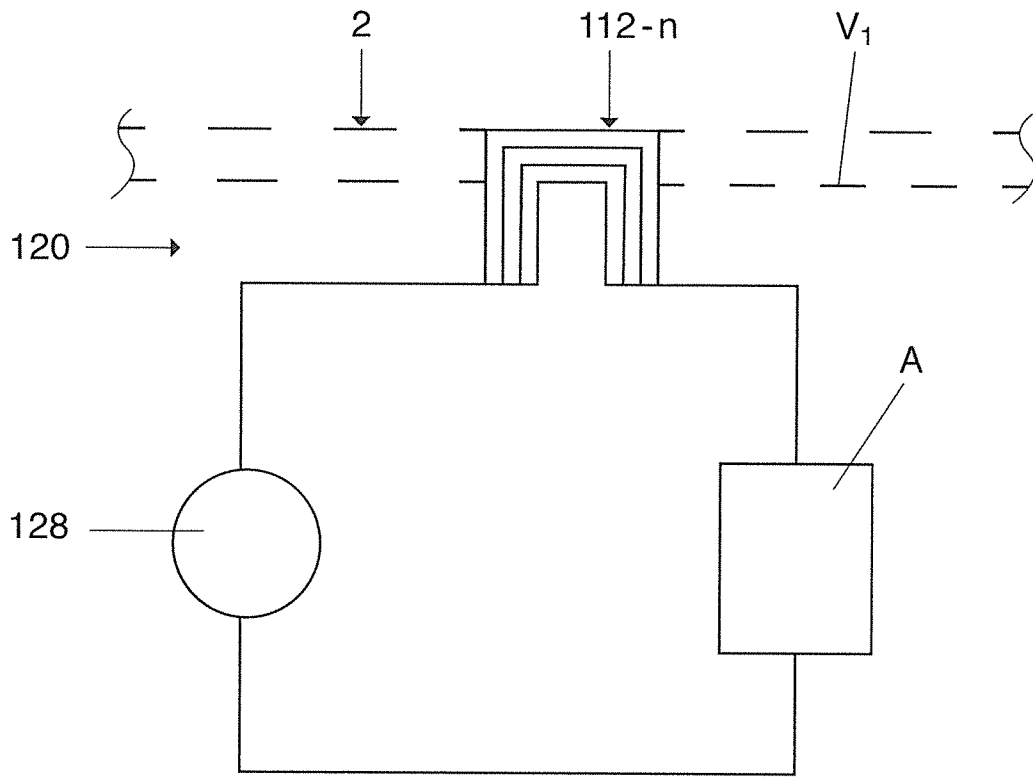


Fig. 10

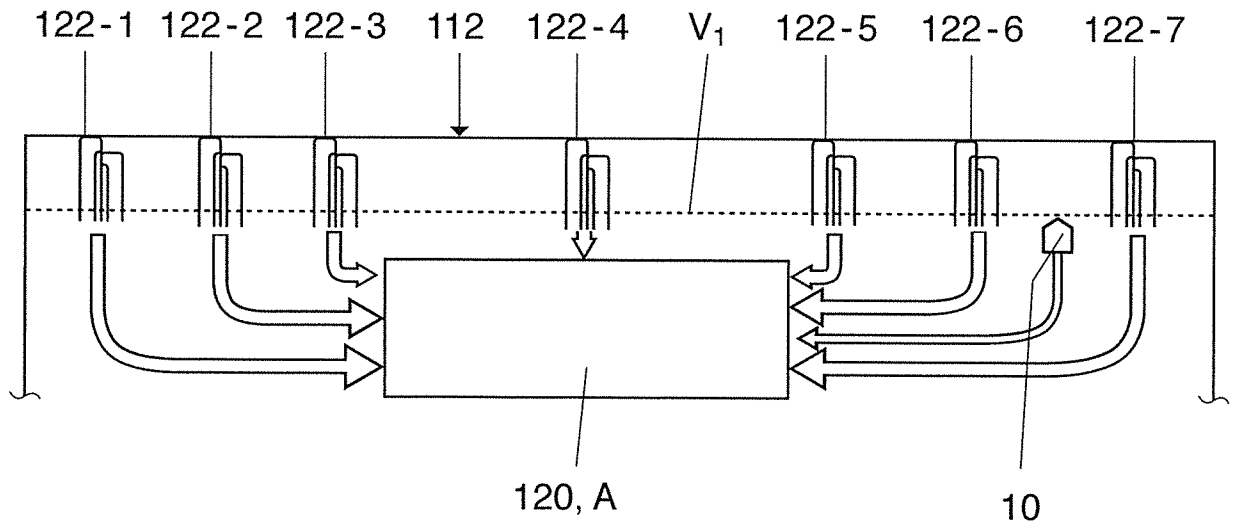


Fig. 11

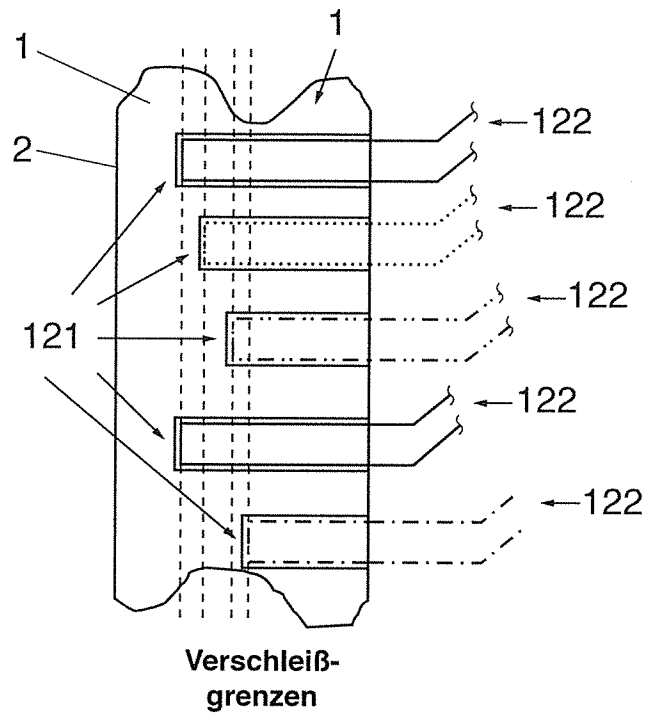


Fig. 12

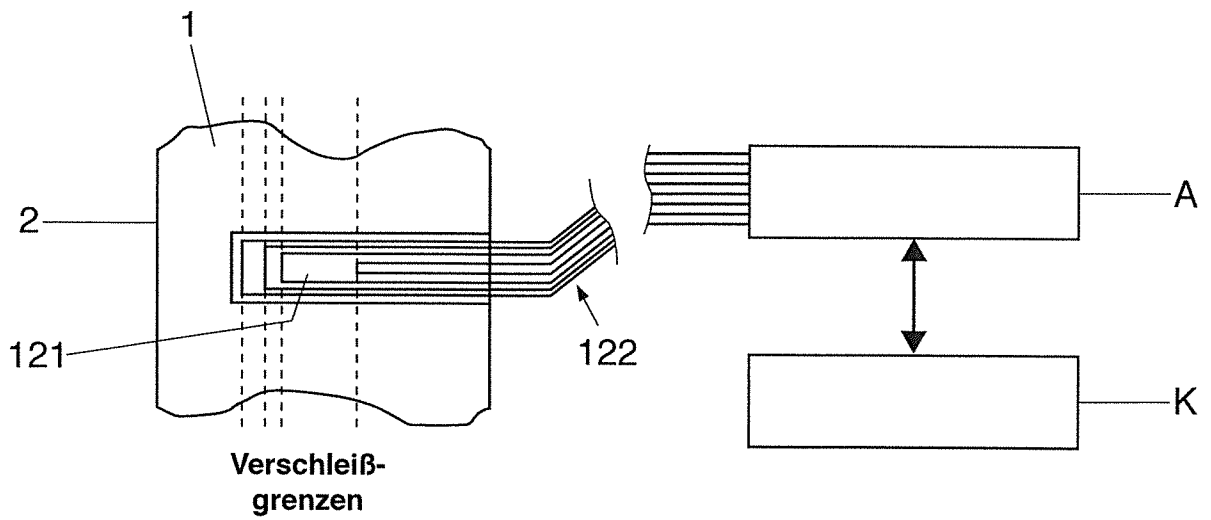


Fig. 13

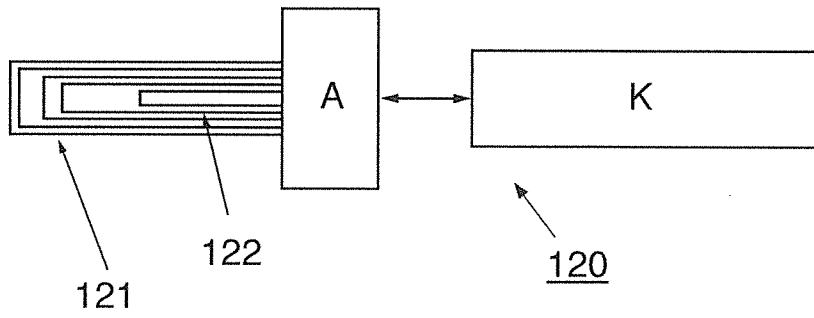


Fig. 14

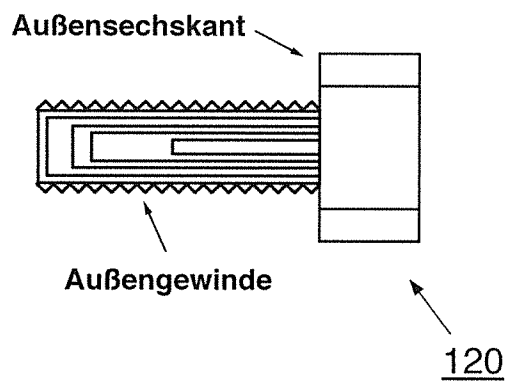


Fig. 15

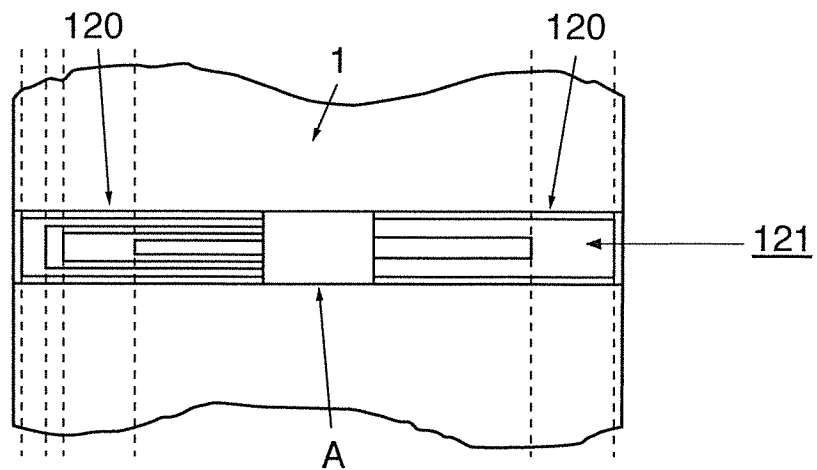


Fig. 16

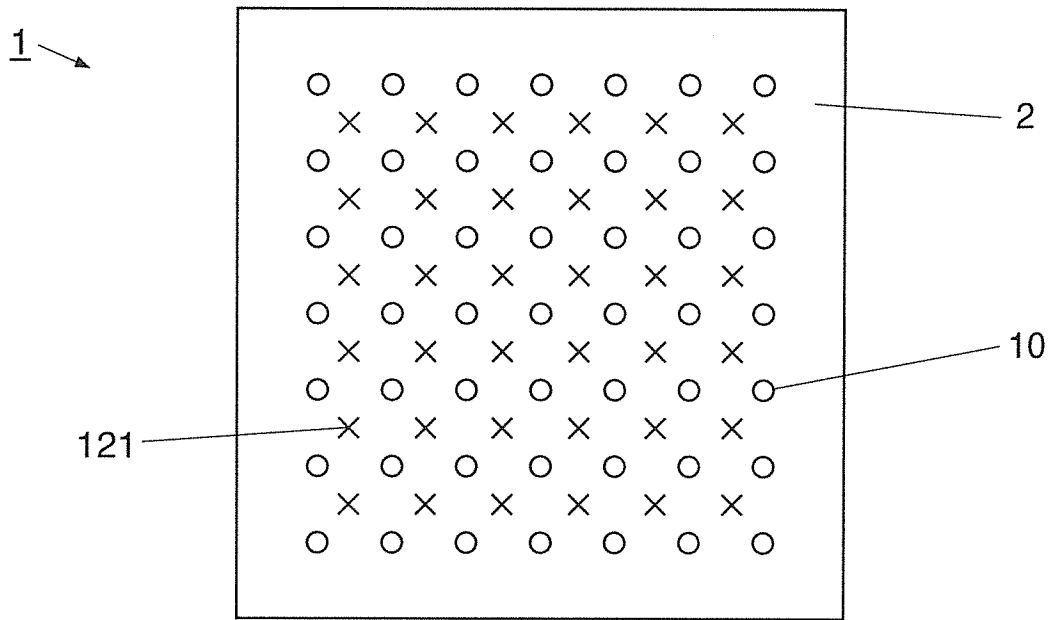


Fig. 17

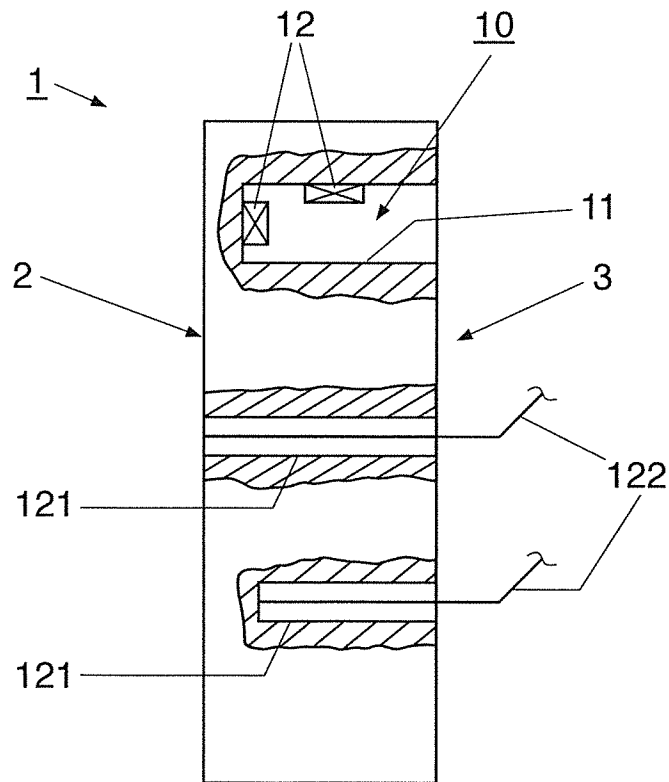


Fig. 18

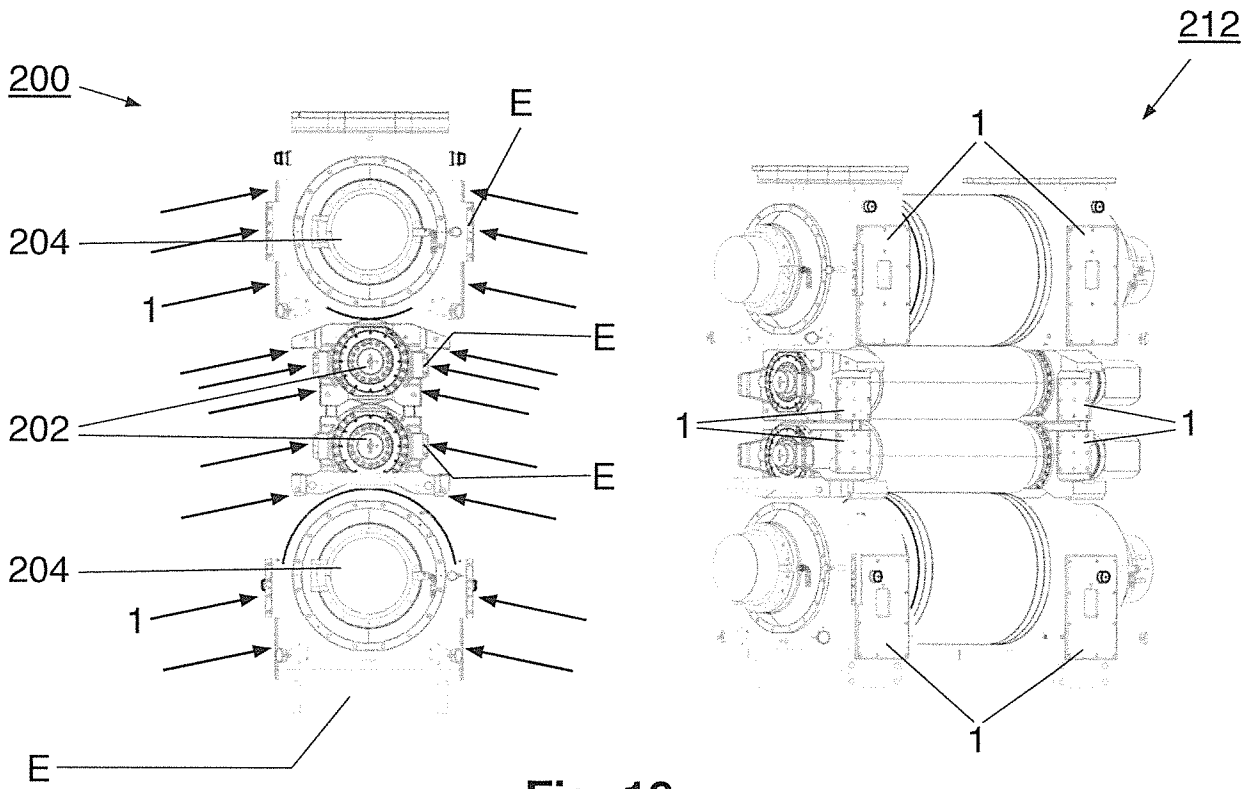


Fig. 19

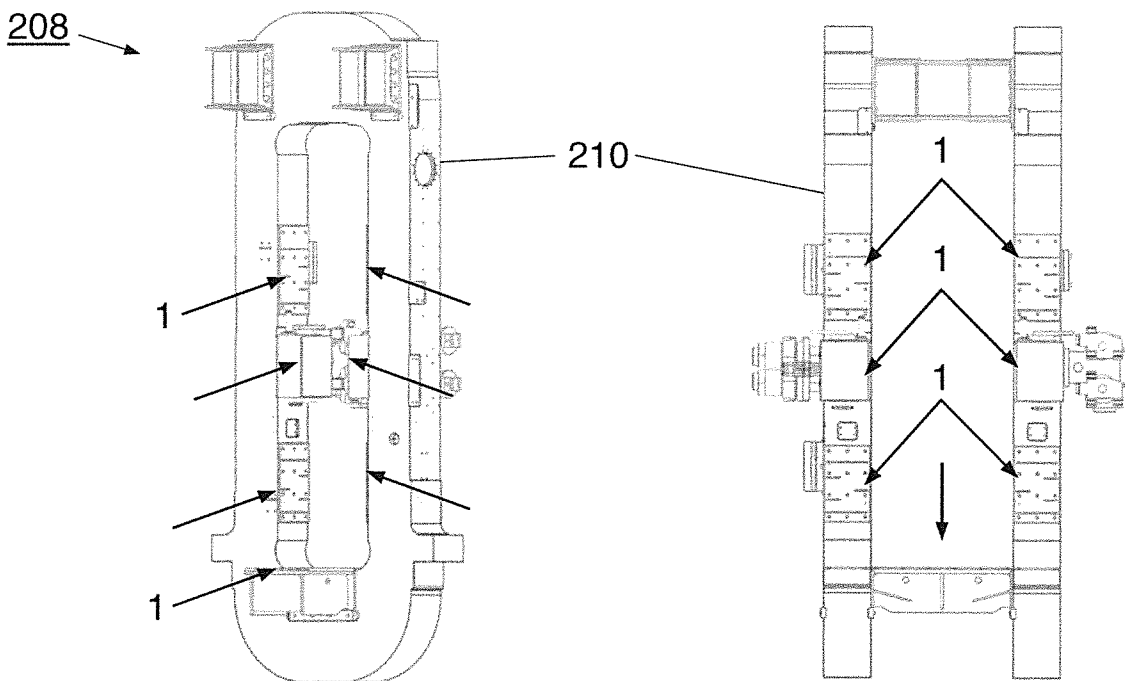


Fig. 20

10/10

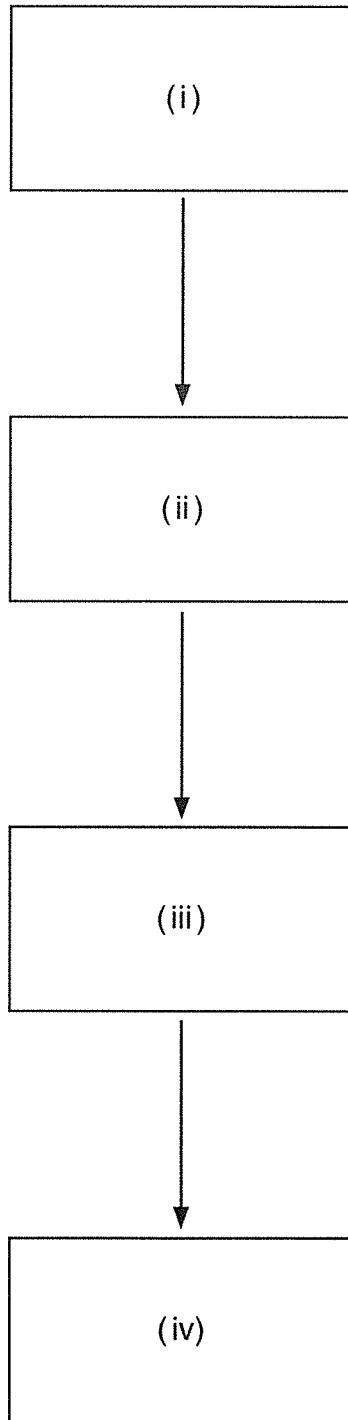


Fig. 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/077232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01N 27/20</i> (2006.01)i; <i>B21B 38/00</i> (2006.01)i; <i>F16C 17/24</i> (2006.01)i; <i>F16D 66/02</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N; B21B; F16C; F16D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013088173 A (IHI CORP; UNIV FUKUI) 13 May 2013 (2013-05-13) figures 1-8 paragraph [0017] - paragraph [0071]	1, 2, 6-20 3-5
Y A	WO 02075271 A1 (CORTS JOCHEN [DE]) 26 September 2002 (2002-09-26) figures 5, 6 page 10 - page 12 page 8	3-5 8-10, 14, 20
A	JOSEPH DAVIDSON ET AL. "Recent Advances in Energy Harvesting Technologies for Structural Health Monitoring Applications" <i>SMART MATERIALS RESEARCH</i> , Vol. 2014, 13 April 2014 (2014-04-13), pages 1-14 DOI: 10.1155/2014/410316 ISSN: 2090-3561, XP055654212 abstract; page 1	16
A	DE 2115506 A1 (KLOECKNER WERKE AG) 05 October 1972 (1972-10-05) page 2, paragraph 1 - page 7, paragraph 1	17-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 December 2019		Date of mailing of the international search report 14 January 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Melzer, Katharina Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/077232

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2013088173	A	13 May 2013	NONE			
WO	02075271	A1	26 September 2002	DE	20104695	U1	20 September 2001
				WO	02075271	A1	26 September 2002
DE	2115506	A1	05 October 1972	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01N27/20 B21B38/00 F16C17/24 F16D66/02
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01N B21B F16C F16D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2013 088173 A (IHI CORP; UNIV FUKUI) 13. Mai 2013 (2013-05-13)	1,2,6-20
Y	Abbildungen 1-8 Absatz [0017] - Absatz [0071]	3-5
Y	----- WO 02/075271 A1 (CORTS JOCHEN [DE]) 26. September 2002 (2002-09-26)	3-5
A	Abbildungen 5, 6 Seite 10 - Seite 12 Seite 8 ----- -/--	8-10,14, 20

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19. Dezember 2019	14/01/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Melzer, Katharina
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>JOSEPH DAVIDSON ET AL: "Recent Advances in Energy Harvesting Technologies for Structural Health Monitoring Applications", SMART MATERIALS RESEARCH, Bd. 2014, 13. April 2014 (2014-04-13), Seiten 1-14, XP055654212, ISSN: 2090-3561, DOI: 10.1155/2014/410316 Abstract; Seite 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	16
A	<p>DE 21 15 506 A1 (KLOECKNER WERKE AG) 5. Oktober 1972 (1972-10-05) Seite 2, Absatz 1 - Seite 7, Absatz 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	17-19

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/077232

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2013088173	A	13-05-2013	KEINE	
WO 02075271	A1	26-09-2002	DE 20104695 U1 WO 02075271 A1	20-09-2001 26-09-2002
DE 2115506	A1	05-10-1972	KEINE	