

(19)



(11)

EP 2 042 654 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

01.04.2009 Patentblatt 2009/14

(51) Int Cl.:

D21G 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08164625.9**

(22) Anmeldetag: **18.09.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

(30) Priorität: **26.09.2007 DE 102007045895**

(71) Anmelder: **Voith Patent GmbH**

89522 Heidenheim (DE)

(72) Erfinder:

- **Cramer, Dirk**
47259 Duisburg (DE)
- **Feichtinger, Manfred**
3100 St. Pölten (AT)

• **Karner, Norbert**

3375 Krumnussbaum (AT)

• **Moser, Johann**

89518 Heidenheim (DE)

• **Niemann, Jochen, Dr.**

47804 Krefeld (DE)

• **Rheims, Dr., Jörg**

47803 Krefeld (DE)

• **Rothfuss, Ulrich**

47929 Grefrath (DE)

• **Schnyder, Eugen**

5622 Waltenschwil (CH)

• **Zimmermann, Lothar, Dr.**

47807 Krefeld (DE)

• **Steininger, Hans-Peter**

31832 Springe (DE)

• **Rönchen, Michael**

42799 Leichlingen (DE)

(54) **Bandkalandervorrichtung und Verfahren zum Betrieb einer Bandkalandervorrichtung**

(57) Bei bisherigen Bandkalandern (1) kann es zu einer Gefährdung des Kalanders sowie des Bedienpersonals durch herumfliegende Teile des Kalanders (8) nach einem Kalandersbandriss kommen.

Um diese Gefährdung zu verringern, wird vorgeschlagen, dass die Eigenschaften des Kalandersbands (8) im laufenden Betrieb der Bandkalandervorrichtung überprüft (14, 15, 16, 17, 20) werden.

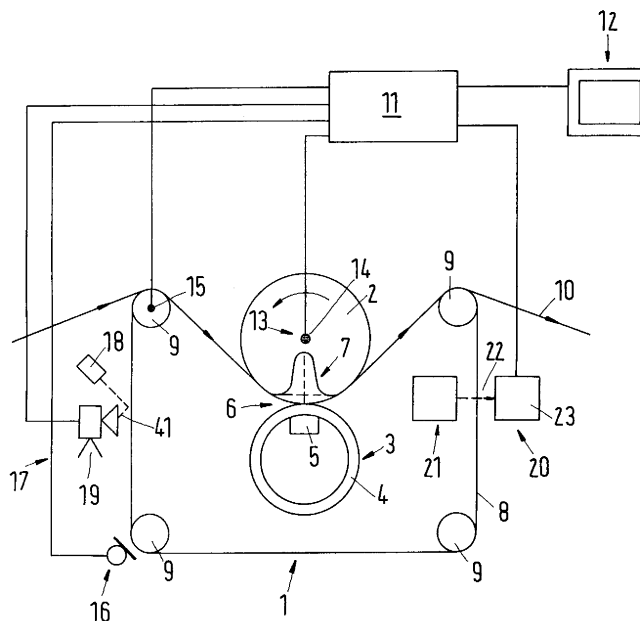


Fig.1

EP 2 042 654 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Bandkalandervorrichtung mit einem umlaufenden Kalandersband zur zumindest einseitigen Abstützung einer in einem Nip der Bandkalandervorrichtung zu kalandrierenden Materialbahn. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Bandkalandervorrichtung mit einem umlaufenden Kalandersband zur zumindest einseitigen Abstützung einer in einem Nip der Bandkalandervorrichtung zu kalandrierenden Materialbahn.

[0002] Bei der Herstellung und Bearbeitung von flächigen Produkten, wie beispielsweise bei der Herstellung und Bearbeitung von Folien und insbesondere in der Papierindustrie bei der Herstellung und Bearbeitung von Kartonwaren und Papier, durchlaufen die entsprechenden flächigen Materialien eine Vielzahl unterschiedlicher Maschinen.

[0003] Für die Glättung und Oberflächenbehandlung flächiger Materialien haben sich sogenannte Kalanders durchgesetzt. Bei derartigen Kalandern wird die zu bearbeitende Materialbahn durch einen zwischen zwei Walzen befindlichen Spalt, einen sogenannten Nip, hindurchgeführt. Im Nip erfährt die zu bearbeitende Materialbahn eine entsprechende, von außen auf diese einwirkende Kraft. Die auf die Materialbahn einwirkende Kraft bewirkt insbesondere eine Verdichtung und Oberflächenglättung der entsprechenden Materialbahn.

[0004] Weitere Parameter, welche die Stärke der Verdichtung bzw. die Güte der sich ergebenden Oberfläche beeinflussen, sind Temperatur und (Rest-)Feuchte der zu bearbeitenden Materialbahn.

[0005] Um beispielsweise bei Papier eine ausreichende Verdichtung bzw. Güte der Oberfläche der Papierrohbahn zu erzielen, reicht ein einzelner Nip eines Walzenkalenders in aller Regel nicht aus. Dementsprechend wird die Papierbahn durch eine Mehrzahl von Kalandernips geführt. Da es sich bei Kalandern um kostenträchtige Anlagen handelt, die darüber hinaus eine nicht unerhebliche Aufstellfläche benötigen, wurde bereits versucht, die erforderliche Glättung bzw. Verdichtung der Materialbahn auf andere Weise zu erzielen. So wurden beispielsweise sogenannte Multinipkalender vorgeschlagen (auch als Superkalender oder Januskalender bekannt), bei denen mehrere Walzen übereinander angeordnet sind, wobei jeweils zwei Walzen einen Nip aufweisen. Eine derartige Übereinanderstapelung mehrerer Walzen reduziert die Kosten jedoch nicht im erwünschten Ausmaß. Darüber hinaus zeigt ein Multinipkalender auch Probleme, insbesondere dahingehend, dass sich die einzelnen Walzenmassen und damit die im Nip vorherrschenden Andruckkräfte von oben nach unten aufaddieren. Um dies auszugleichen, sind aufwändige Druckkompensationsvorrichtungen nötig.

[0006] Eine andere Möglichkeit zur Verringerung der erforderlichen Anzahl an Nips besteht darin, dass die Verweildauer der Papierbahn in einem einzelnen Nip vergrößert wird. Dies bewerkstelligen sogenannte Breitnip-

kalender. Bei diesen ist eine der Kalanderswalzen mit einer elastischen Oberfläche versehen. Dadurch wird die entsprechende Walzenoberfläche von der korrespondierenden Kalanderswalze im Nipbereich konkav verformt, so dass ein Nip mit größerer Bearbeitungslänge entsteht. Ein Nachteil derartiger Breitnipkalender ist, dass bezüglich der Walzenoberfläche gewisse Einschränkungen hinsichtlich der Materialauswahl bestehen. Darüber hinaus setzt die elastische Verformbarkeit der einen Kalanderswalze der Drehzahl der Walzen gewisse Grenzen.

[0007] Um die Einschränkungen hinsichtlich der Materialbeschaffenheit der Kalanderswalzenoberflächen zu beseitigen, wurde bereits vorgeschlagen, die zu kalandrierende Papierbahn zumindest auf der Seite, die der elastisch verformbaren Walze zugewandt ist, mit einem dünnwandigen metallischen Endlosband zu unterstützen. Dieses Endlosband dient quasi als Ersatz für eine metallische Walzenoberfläche.

[0008] Ein weiterer Vorschlag, die Bearbeitungslänge eines Kalenders zu erhöhen, besteht darin, dass anstelle einer elastisch verformbaren Walze ein konkav geformter Andruckschuh vorgesehen wird, der gegen eine dazu korrespondierende Walzenoberfläche gepresst wird. Zwischen dem Gegenschuh und der zu kalandrierenden Papierbahn befindet sich ein dünnwandiges Endlosband aus Metall, das die zu kalandrierende Papierbahn im Bereich des Gegenschuhs unterstützt und sich mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Papierbahn bewegt. Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise in WO 03/064761 A1 offenbart.

[0009] Trotz der großen Vorteile derartiger Bandkalender, weisen diese beim praktischen Einsatz durchaus noch Probleme auf.

[0010] Ein Problem beruht auf der Verwendung eines dünnwandigen Metallbands als solchem. Das dünnwandige Metallband reagiert aufgrund seiner nur geringen Dicke empfindlich auf einen Verschleiß durch Abrieb der Oberfläche. Darüber hinaus wird das dünnwandige Metallband im Laufe eines Durchlaufs durch den Bandkalender meist mehrfach hin und her gebogen. Auch dies führt zu einem entsprechenden Verschleiß des dünnwandigen Metallbands und kann schlussendlich zu einem Sprödigkeitsbruch des Metallbands führen.

[0011] Ein derartiger Bruch des dünnwandigen, aus Metall bestehenden Kalandersbands ist unerwünscht. Unabhängig von den Kosten für ein neues Metallband, kann ein unkontrollierter, nicht vorhergesehener Bruch des dünnwandigen Kalandersbands zu Lieferproblemen zur Unzeit führen. Ein vorsorglicher Austausch des dünnwandigen Kalandersbands nach einer gewissen Betriebszeit ist ebenfalls wenig wünschenswert, da hierdurch gegebenenfalls unnötige Kosten verursacht werden, weil ein an sich noch brauchbares Band unnötig früh gewechselt wird.

[0012] Ein noch viel größeres Problem stellt jedoch das Gefährdungspotential dar, das einem derartigen Bruch des Kalandersbands innewohnt.

[0013] So kann es bei einem Reißen des Kalanders-

bands leicht zu einem Lagerschaden an einer Walze kommen. Denn das Metall- oder Kompositband könnte nach einem Riss des Bandes - ähnlich zur Papierbahn - sogenannte Batzen bilden, die, wenn sie durch den Nip hindurchgezogen werden, die Lagerstellen der Walze, die Walzen selbst, bzw. die Walzenoberflächen beschädigen können. Dies hat entsprechende Ausfallzeiten und Kosten zur Folge.

[0014] Weiterhin besteht bei einem Riss des Metallbandes bei den heute üblichen Maschinengeschwindigkeiten im Bereich von 100 m/min bis 3000 m/min die Gefahr, dass Stücke des dünnwandigen Kalanders abgeschert und durch die Luft geschleudert werden. Derartige herumfliegende Materialteile stellen jedoch eine erhebliche Gefährdung für das Betriebspersonal dar.

[0015] In WO 03/064761 A1 wird daher erwähnt, dass man den Bandkalanders mit einer Haube umschließen kann, die im Fehlerfalle als Schutzschild dienen kann. Dadurch wird zwar das Gefährdungspotential für das Betriebspersonal verringert. Das Gefährdungspotential für die Maschine und die sonstigen Probleme werden durch eine derartige Haube jedoch nicht angegangen.

[0016] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren zum Betrieb eines Bandkalenders vorzuschlagen, bei dem ein geringeres Risiko von unvorhergesehenen Bandbeschädigungen auftritt. Darüber hinaus besteht die Aufgabe der Erfindung darin, einen dafür geeigneten Bandkalanders vorzuschlagen.

[0017] Ein Verfahren zum Betrieb einer Bandkalandersvorrichtung gemäß Anspruch 1 bzw. eine Bandkalandersvorrichtung gemäß Anspruch 19 löst diese Aufgabe.

[0018] Es wird vorgeschlagen, dass bei einem Verfahren gemäß der vorstehenden Art die Eigenschaften des Kalanders im laufenden Betrieb der Bandkalandersvorrichtung überprüft werden.

[0019] Durch eine derartige, fortlaufende Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders kann es in aller Regel nicht mehr zu einem unerwarteten Bruch des Kalanders kommen. Dennoch kann sichergestellt werden, dass das Kalanders jeweils optimal ausgenutzt wird, bevor es ausgetauscht wird. Es kann daher vermieden werden, dass beispielsweise ein Kalanders, das noch einige Betriebsstunden verwendet werden könnte, ausgetauscht werden muss, weil ein unabhängig vom tatsächlichen Verschleiß definiertes Wartungsintervall erreicht wurde. Dadurch können nicht nur Kosten für die Neubeschaffung von Kalandersbändern reduziert werden, sondern es können insbesondere auch Maschinenstillstandszeiten vermieden werden. Da die Überprüfung kontinuierlich im laufenden Betrieb der Bandkalandersvorrichtung erfolgen kann, ist es auch nicht erforderlich, den Produktionsprozess kurzfristig zu unterbrechen, um eine (manuelle) Inspektion des Kalanders durchzuführen. Unter einer kontinuierlichen Überprüfung im laufenden Betrieb kann selbstverständlich auch verstanden werden, dass die Überprüfung in regelmäßigen Zeitabständen erfolgt. Insbesondere ist es möglich, dass bestimmte Bereiche des Kalanders jeweils nur zu ge-

wissen Zeitpunkten untersucht werden. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang an Systeme zu denken, die längs der Breite des Kalanders verfahren werden, und auf diese Weise in periodischen Abständen den entsprechenden Bereich des Kalanders untersuchen.

[0020] Bevorzugt ist es, wenn die Eigenschaften des Kalanders hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit eines Bruchs des Kalanders überprüft werden. Auf diese Weise kann ein besonders effektiver Schutz von Maschine und Bedienpersonal der Maschine erzielt werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass bei Sprödigkeitsbrüchen, wie sie als Folge des Verschleißes und der Durchbiegung des Kalanders auftreten können, üblicherweise nur statistische Aussagen über das Auftreten eines Bruchs bzw. eines Reißens des Kalanders getroffen werden können. Eine derartige auf Messungen beruhende Wahrscheinlichkeitsaussage ist jedoch in aller Regel sinnvoller, als eine Wahrscheinlichkeitsaussage für das Auftreten eines Bruchs des Kalanders, welche sich beispielsweise ausschließlich an der Betriebszeit des Kalanders bemisst.

[0021] Vorzugsweise werden die Eigenschaften des Kalanders hinsichtlich des Vorhandenseins von Rissen und Fehlstellen im Kalanders überprüft. Derartige Risse und Fehlstellen sind üblicherweise ein besonderes Indiz dafür, dass es bald zu einem Bruch des Kalanders kommen kann. Dies gilt zumindest ab einer gewissen Größe bzw. Häufigkeit von Rissen (z.B. makroskopische Risse). Darüber hinaus ist darauf hinzuweisen, dass Risse und Fehlstellen im Kalanders nicht nur einen kommenden Bruch des Kalanders ankündigen können. Vielmehr können derartige Risse und Fehlstellen im Kalanders auch zu entsprechenden Mustern und Fehlstellen in der bearbeiteten Materialbahn führen. Auch in dieser Hinsicht kann sich eine fortlaufende Überprüfung der Eigenschaften, insbesondere der Oberflächeneigenschaften des Kalanders im laufenden Betrieb des Bandkalenders als besonders sinnvoll erweisen.

[0022] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Eigenschaften des Kalanders hinsichtlich seiner Dicke und seiner Oberflächenstruktur überprüft werden. Auch besonders große Schwankungen in der Dicke bzw. in der Oberflächenstruktur des Kalanders können einen nahenden Bruch des Kalanders andeuten. Darüber hinaus können derartige größere Schwankungen in der Dicke des Kalanders bzw. in der Oberflächenstruktur des Kalanders entsprechende Schwankungen bei der bearbeiteten Papierbahn hervorrufen, die bis hin zu einem Ausschuss führen können. Gerade Dickenänderungen des Kalanders können auch zu (unerwünschten) Schwingungen des Bandkalenders bzw. seiner Kalanderswalzen führen. Auch die Dicke als solche kann selbstverständlich ein Indiz für einen nahenden Bruch des Kalanders darstellen. Ist beispielsweise das Kalanders durch Verschleiß im Betrieb sehr dünn geworden, so kann ein Austausch des Kalanders empfehlenswert sein.

[0023] Ein weiteres vorteilhaftes Verfahren ergibt sich, wenn die Eigenschaften des Kalanders des Kalanders hinsichtlich seines Oberflächenzustands überprüft werden. In diesem Zusammenhang ist insbesondere an Verfärbungen und/oder Schmutzanhaftungen auf der Oberfläche des Kalanders zu denken. Auch derartige Effekte können einen Verschleiß des Kalanders, und damit auch einen kommenden Bruch des Kalanders, andeuten. Darüber hinaus können sich derartige Verschmutzungen bzw. Verfärbungen auch nachteilig auf die bearbeitete Materialbahn auswirken. Gegebenenfalls ist es auch denkbar, dass mit einer automatischen Reinigungsvorrichtung ein Reinigungsvorgang des Kalanders durchgeführt wird, wenn eine Verschmutzung der Oberfläche des Kalanders festgestellt wird. Als Reinigungsvorrichtung könnte beispielsweise eine Bürsteinrichtung, ein Trockeneisstrahlen, ein Sandstrahlen, ein Glasperlstrahlen, der Einsatz eines rotierenden Schleifsteins, eine Diamantscheibe usw. eingesetzt werden. Die entsprechende Reinigungsvorrichtung kann entweder über die gesamte Breite des Kalanders hinweg erfolgen, oder es kann ein gezielter Einsatz im entsprechenden Oberflächenbereich bzw. im entsprechenden Breitenbereich des Kalanders in Abhängigkeit vom Messergebnis der Kalandereigenschaftsmessung erfolgen.

[0024] Grundsätzlich ist es möglich, dass das Ergebnis der Eigenschaftsüberprüfung kontinuierlich ausgegeben wird. Bevorzugt ist es, wenn bei Überschreiten bestimmter Grenzwerte eine Warnmeldung ausgegeben wird. Beispielsweise könnte es sich um eine Warnmeldung handeln, dass ein kritischer Zustand erreicht ist, bzw. noch eine Restbetriebsdauer von z.B. 10 Stunden verbleibt, bevor ein derartiger kritischer Zustand erreicht wird. In letzterem Fall kann die Produktion entsprechend disponiert werden. Denkbar wäre es beispielsweise, dass in Kürze ohnehin ein Wechsel des herzustellenden bzw. zu bearbeitenden Produkts erfolgt, so dass bei einer ohnehin notwendigen Umrüstphase auch ein Wechsel des Kalanders erfolgen kann. Die Warnmeldung kann selbstverständlich auch ein Warnsignal umfassen. Hier ist beispielsweise an optische Warnsignale (Warnlampen, Rundumleuchten usw.) oder akustische Warnsignale (Alarmklingel, Hupe usw.) zu denken.

[0025] Besonders vorteilhaft kann es auch sein, wenn die Bandkalandervorrichtung bei Überschreiten bestimmter Grenzwerte gestoppt wird. Insbesondere wenn ein kritischer Grenzwert detektiert wird, also beispielsweise der Bruch eines Kalanders unmittelbar bevorsteht, kann eine derartige automatische Schutzabschaltung Unfälle effektiv verhindern. Eine Fehlbedienung der entsprechenden Anlage kann dadurch weitestgehend verhindert werden.

[0026] Möglich ist es, dass die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders mittels einer Beschleunigungsmessung im Bereich zumindest einer Lagerstelle des Kalanders erfolgt. Insbesondere makroskopische Risse bzw. Fehlstellen im Kalanders können

über eine Beschleunigungsmessung (Schwingungsmessung) im Bereich der jeweiligen Lagerstellen der Walzen, über die das Kalanders geführt wird, sicher erkannt werden. Eine derartige Beschleunigungsmessung kann darüber hinaus auch Lagerschäden, aber auch die Drehzahl der Walzen - und damit die Maschinengeschwindigkeit - erfassen.

[0027] Möglich ist es auch, dass die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders mittels einer Wegemessung, insbesondere im Bereich zumindest einer Lagerstelle des Kalanders, erfolgt. Wenn beispielsweise durch eine verschiebbare Lagerwalze bzw. Leitwalze des Kalanders die Spannung des Kalanders im Wesentlichen konstant gehalten wird, kann über eine Wegemessung der entsprechenden Lagerwalze die Dehnung des Kalanders aufgrund des Betriebs erfasst werden. Eine (übermäßige) Dehnung des Kalanders kann jedoch ein Indiz für die Eigenschaften des Kalanders sein und insbesondere einen bevorstehenden Bruch desselben andeuten.

[0028] Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders durch eine akustische Messung erfolgt. So können beispielsweise Mikrofone das Klangverhalten eines Kalanders im Bereich des Nips oder im Bereich einer Biegestelle (z.B. Führungswalze) erfassen und z.B. in Bezug auf das akustische Spektrum auswerten. Mit Hilfe eines derartigen Klangbildes kann auch ein Rückschluss auf die Eigenschaften des Kalanders gemacht werden.

[0029] Weiterhin kann es sich als vorteilhaft erweisen, wenn die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders durch zumindest eine Zugmessung erfolgt. Die Zugmessung kann insbesondere führer- und/oder triebseitig vor bzw. hinter dem Nip an den Leitwalzen des Kalanders durchgeführt werden. Über eine derartige Zugmessung kann insbesondere der Kalanderslauf erfasst werden und insbesondere kann eine Schiefstellung des Kalanders (mit) erfasst werden. Weiterhin können auch Risse und Fehlstellen mittels dieses Messverfahrens gut erkannt werden. In jedem Fall ist ein Rückschluss auf die Eigenschaften des Kalanders möglich.

[0030] Ein weiteres vorteilhaftes Verfahren ergibt sich, wenn die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders mittels einer Messung unter Verwendung radioaktiver Strahlung erfolgt. Eine derartige Messung kann beispielsweise mittels eines Geigerzählers und einem radioaktiven Isotop oder einer Röntgenröhre erfolgen. Vorteilhaft ist bei derartigen Messverfahren, dass diese ohne Kontakt mit dem Kalanders durchgeführt werden können, und derartige Verfahren insbesondere für metallische Werkstoffe besonders geeignet sind. Speziell können Risse und Fehlstellen, aber auch die Dicke des Kalanders erfasst werden.

[0031] Ein weiteres vorteilhaftes Verfahren kann sich ergeben, wenn die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders mittels einer elektromagnetischen, insbesondere einer induktiven Messung erfolgt. Ein derar-

tiges Verfahren bietet sich insbesondere bei metallischen Kalanderbändern bzw. bei Komposit-Kalanderbändern, die zumindest einen gewissen metallischen Anteil aufweisen, an. Besonders effektiv können dadurch Risse und Fehlstellen, aber auch beispielsweise die Dicke des Kalanderbands ermittelt werden. Auch auf diese Weise ist folglich ein Rückschluss auf die Eigenschaften des Kalanderbands möglich.

[0032] Ein weiteres vorteilhaftes Verfahren kann sich ergeben, wenn die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanderbands durch zumindest ein optisches Messverfahren erfolgt. Optische Messverfahren sind inzwischen weit entwickelt und können auch weitgehend automatisiert werden. Auch hier besteht ein großer Vorteil darin, dass derartige optische Messverfahren kontaktlos durchgeführt werden können. Optische Messverfahren bieten sich insbesondere für die Überprüfung der Oberflächenstruktur und der Oberflächenqualität des Kalanderbands an. Insbesondere durch interferometrische Verfahren können aber auch Dicke und gegebenenfalls auch Risse und Fehlstellen sowie weitere Eigenschaften des Kalanderbands gemessen werden.

[0033] Das optische Messverfahren kann mit Hilfe einer Kameraeinrichtung, insbesondere einer Flächenkamera und/oder einer Zellenkamera, durchgeführt werden. Derartige Systeme sind relativ kostengünstig erhältlich. Soweit erforderlich, können diese auch mit einer geeigneten Beleuchtungseinheit versehen werden. Ebenso kann eine entsprechende Optik vorgesehen werden, beispielsweise eine telezentrische Optik. Mit einer solchen telezentrischen Optik kann eine längentreue Abbildung des Fehlers, aber auch eine Vergrößerung eingestellt werden, die unabhängig von dem Abstand zwischen Optik und Kalandersband ist. Das derart erhaltene optische Signal kann beispielsweise durch Bildbearbeitungseinrichtungen oder aber auch durch digitale Rechengерäte bearbeitet werden.

[0034] Als vorteilhaft kann es sich auch erweisen, wenn das optische Messverfahren mittels einer Lasermesseinrichtung erfolgt. Ganz speziell zur Messung von Rissen, Dickenänderungen, aber auch Oberflächenqualität und Oberflächenstruktur des Kalanderbands können Lichtquellen in Form eines Lasers sinnvoll sein. Aufgrund der großen Kohärenzwellenlänge von Laserlicht sind darüber hinaus interferometrische Verfahren besonders gut durchzuführen. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang an Lasertriangulationssysteme zu denken.

[0035] Besonders vorteilhaft ist es, wenn zumindest eine Messung, die zur Überprüfung der Eigenschaften des Kalanderbands verwendet wird, unter Anwendung einer Fehlerkompensation durchgeführt wird. Hier ist beispielsweise an aktive und/oder passive Dämpfungssysteme zu denken, die temperaturbedingte Änderungen (z.B. Durchbiegung) der Befestigungsvorrichtung für einen entsprechenden Messsensor kompensieren. Natürlich kann dies auch für eine gegebenenfalls erforderliche Quelle (Lichtquelle, Quelle für radioaktive Strahlung

usw.) gelten. Auch können aktive und/oder passive Systeme zur Dämpfung von Schwingungen für die entsprechenden Sensoren bzw. Quellen vorgesehen werden. Zu denken ist hier beispielsweise an Temperaturscanner für einen Befestigungsbalken eines Sensors oder aber auch an Dehnungsmessstreifen, die sich auf einem Befestigungsbalken des Sensors befinden, die Längenänderung des Balkens explizit messen und anschließend bei der Messung berücksichtigen können. Als aktive Schwingungsdämpfungssysteme können beispielsweise piezoaktuatorische Schwingungsauslöschungssysteme verwendet werden.

[0036] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanderbands unter Verwendung einer Mittelung von Messwerten erfolgt. Eine Mittelung von Messwerten kann sich dabei auf eine Mehrzahl von zeitlich beabstandeten Messwerten eines einzelnen Messverfahrens bzw. eines einzelnen Messsensors beziehen. Durch eine derartige zeitliche Mittelung können kurzfristige, statistisch auftretende Fluktuationen ("Spikes") geglättet werden, was zu einem verbesserten Messergebnis führen kann. Ebenso ist aber auch an eine Mittelung der Messwerte unterschiedlicher Sensoren bzw. unterschiedlicher Messverfahren zu denken. Auf diese Weise können die Eigenschaften des Kalanderbands besonders genau ermittelt werden. Sollte ein bestimmtes Messverfahren von einer Mehrzahl von Messsensoren aufgenommen werden (z.B. Schwingungsmessung an jeder Lagerwalze), so ist es selbstverständlich ebenfalls möglich, dass die Mehrzahl dieser Messwerte (gewichtet) gemittelt wird.

[0037] Es ist darauf hinzuweisen, dass sämtliche vorab beschriebenen Verfahren und Weiterbildungen nicht nur einzeln, sondern auch in Kombination miteinander angewandt werden können.

[0038] Eine weitere Lösung der Aufgabe ergibt sich, wenn bei einer Bandkalandervorrichtung der vorab beschriebenen Art wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung, welche im laufenden Betrieb der Bandkalandervorrichtung die Eigenschaften des Kalanderbands überprüft, vorgesehen ist.

[0039] Eine derartige Bandkalandervorrichtung weist die bereits vorab beschriebenen Vorteile in analoger Weise auf. Eine derartige Bandkalandervorrichtung kann darüber hinaus im Sinne der entsprechenden Unteransprüche und/oder im Sinne der vorab beschriebenen Verfahrensweiterbildungen ausgebildet werden. Derart weitergebildete Bandkalandervorrichtungen weisen die bereits beschriebenen Vorteile und Eigenschaften in analoger Weise auf.

[0040] Die Erfindung wird im Folgenden durch die Beschreibung exemplarisch herausgegriffener Ausführungsbeispiele und unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Bandkalanders mit mehreren Messvorrichtungen in schematischer Ansicht;

- Fig. 2 eine optische Detektorvorrichtung;
- Fig. 3 eine Detektorvorrichtung, die radioaktive Strahlung nutzt;
- Fig. 4 eine Zellenkamera zur Oberflächeninspektion in schematischer Ansicht; und
- Fig. 5 ein Lasertriangulationssystem in schematischer Ansicht.

[0041] In Fig. 1 ist schematisch ein Breitnipp-Bandkalanders 1 dargestellt. Der Breitnipp-Bandkalanders weist zwei einander gegenüberliegende Walzen 2, 3 auf. Die obere der in Fig. 1 dargestellten Walzen ist eine metallische Zylinderwalze 2. Die untere der in Fig. 1 dargestellten Walzen ist eine Hohlzylinderwalze 3. Die Hohlzylinderwalze 3 weist einen Zylindermantel 4 auf, der an einem Abstützbalken 5 abgestützt ist. Der Zylindermantel 4 kann dabei auf entsprechenden Gleitelementen des Abstützbalkens 5 gleiten, die vorliegend aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht näher dargestellt sind.

[0042] Die Zylinderwalze 2 und die dieser gegenüberliegende Hohlzylinderwalze 3 bilden einen Nip 6. Während die Zylinderwalze 2 starr aus Metall gefertigt ist, ist der Zylindermantel 4 der Hohlzylinderwalze 3 elastisch ausgebildet. Dadurch handelt es sich bei dem Nip 6 um einen sogenannten Breitnipp. Der Kraftverlauf 7 des Nips 6 ist in Fig. 1 schematisch angedeutet.

[0043] Weiterhin weist der Breitnipp-Bandkalanders 1 ein Kalandersband 8 auf, das durch den Nip 6 hindurchgeführt ist. Zusätzlich sind Umlenkwalzen 9 vorgesehen, die das Kalandersband 8 entsprechend führen.

[0044] Das Kalandersband 8 stützt die zu kalandrierende Papierbahn 10 während des Durchlaufs durch den Breitnipp-Bandkalanders 1 ab. Insbesondere stützt das Kalandersband 8 die zu kalandrierende Papierbahn 10 im Bereich des Nips 6 zum Zylindermantel 4 hin ab.

[0045] Bei dem Kalandersband 8 kann es sich insbesondere um ein dünnwandiges Metallband, aber auch um ein Kompositband handeln. Das Kalandersband 8 wird während des Umlaufs durch den Breitnipp-Bandkalanders 1 auf unterschiedliche Weise belastet. Beispielsweise erfolgt durch das Verbiegen im Bereich der Umlenkwalzen 9 sowie im Bereich der Walzen 2, 3 eine wiederholte Biegung des Kalandersbands 8 in unterschiedliche Richtungen. Darüber hinaus kommt es zu einem Verschleiß des Kalandersbandes 8 durch Reibung. Ein weiterer Effekt kann auftreten, wenn ein Lager der Umlenkwalzen 9 und/oder der Walzen 2, 3 einen Schaden hat bzw. leicht verzogen ist. Durch einen derartigen Fehler kann es zu einem Verziehen des Kalandersbands 8 kommen, was sehr schnell zu einem Reißen des Kalandersbands 8 führen kann.

[0046] Um einem unerwarteten Reißen des Kalandersbands 8 vorzubeugen und die restliche noch verbleibende Betriebsdauer des Kalandersbands 8 abschätzen zu können, ohne den laufenden Produktionsprozess unter-

brechen zu müssen, wird während des laufenden Betriebs des Breitnipp-Bandkalenders 1 eine kontinuierliche Überprüfung der Eigenschaften (Güte) des Kalandersbands 8 durchgeführt.

[0047] Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 sind dabei fünf unterschiedliche Messvorrichtungen vorgesehen. Selbstverständlich kann die Anzahl an Messvorrichtungen je nach Anwendungsfall vergrößert oder verkleinert werden. Auch können bestimmte Messvorrichtungen doppelt oder noch häufiger vorgesehen werden. Eine elektronische Steuerung 11 nimmt die Messsignale der einzelnen Sensorvorrichtungen auf und mittelt diese sowohl in zeitlicher Hinsicht, als auch hinsichtlich der Quelle. Es kann auch eine gewichtete Mittelung erfolgen. Beispielsweise kann das Messsignal einer Messvorrichtung 20, die radioaktive Strahlen verwendet, höher gewichtet werden als die Schwingungssignale einer Lagerbuchse 9.

[0048] Basierend auf diesen gemittelten Sensorsignalen wird an den Benutzer eine Information über die mit dem Kalandersband 8 noch erzielbare Betriebsdauer ausgegeben. Hierzu dient beispielsweise ein in Fig. 1 nur schematisch dargestellter Bildschirm 12. Überschreitet der Verschleiß des Kalandersbands 8 einen gewissen Grenzwert, so wird auf dem Bildschirm 12 zusätzlich eine Warnung ausgegeben, dass sich die nutzbare Lebensdauer des Kalandersbands ihrem Ende nähert und daher geeignete Maßnahmen zu ergreifen sind. Diese Information kann genutzt werden, um den Produktionsfluss geeignet zu steuern. Wenn beispielsweise eine Restlebensdauer des Kalandersbands 8 mit zehn Stunden angegeben wird, in fünf Stunden jedoch ohnehin eine Unterbrechung der Produktion erfolgen muss, da beispielsweise ein Produktwechsel durchgeführt wird, ist es erwägenswert, das Kalandersband 8 bereits "vorzeitig" auszutauschen, um eine nochmalige Unterbrechung des Produktionsprozesses zu vermeiden.

[0049] Wenn die Steuerung 11 ermittelt, dass gewisse kritische Grenzwerte überschritten sind, so wird die Breitnipp-Bandkalandervorrichtung vollautomatisch angehalten, so dass ein Unfall durch eine Unachtsamkeit bzw. eine Fehlbedienung vermieden wird.

[0050] Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel eines Breitnipp-Bandkalenders 1 wird, neben anderen noch zu beschreibenden Messverfahren, eine Beschleunigungsmessung durchgeführt. Dazu ist an der Lagerstelle 13 der Zylinderwalze 2 ein vorliegend nicht näher dargestellter Beschleunigungsmesssensor 14 dargestellt. Der Beschleunigungsmesssensor 14 misst Schwingungen der Zylinderwalze 2 im Bereich der Lagerachse 13. Derartige Schwingungen können beispielsweise durch unterschiedliche Dicken bzw. (makroskopische) Risse im Kalandersband 8 entstehen. Selbstverständlich können derartige Schwingungen auch durch ein schadhaftes Lager entstehen.

[0051] Die Charakteristik der entstehenden Schwingungen ist üblicherweise etwas unterschiedlich, so dass aufgrund des vom Beschleunigungsmesssensor 14 auf-

genommenen Schwingungsspektrums eine Unterscheidung hinsichtlich der Art des Fehlers getroffen werden kann.

[0052] Dass der Beschleunigungsmesssensor 14 nicht nur Unregelmäßigkeiten des Kalanders 8, sondern darüber hinaus auch schadhafte Lager und ähnliche Fehler erkennen kann, ist nicht von Nachteil, sondern im Gegenteil von Vorteil. Denn auch solche Fehler können sich nachteilig auf die Sicherheit des Breitnipp-Bandkalenders 1 bzw. auf die Qualität der von diesem bearbeiteten Papierbahn 10 auswirken.

[0053] Weiterhin ist bei einer der Umlenkwalzen 9 eine Zugmessdose 15 vorgesehen. Mit der Zugmessdose 15 wird die Kraft gemessen, die von den Zylinderwalzen 2, 3 unter Vermittlung des Kalanders 8 auf die entsprechende Umlenkwalze 9 ausgeübt wird. Die Zylinderwalze 2 ist aktiv angetrieben, wohingegen die Hohlzylinderwalze 3 sowie die Umlenkwalzen 9 passiv mitlaufen. Je nachdem, ob das Kalanders 8 Fehlstellen bzw. makroskopische Brüche aufweist oder nicht, wird von der Zugmessdose 15 ein unterschiedliches Signal aufgenommen. Das Signal der Zugmessdose 15 wird, ebenso wie das Signal des Beschleunigungsmessers 14, an die Steuerung 11 gesendet. Diese verarbeitet das Signal gemeinsam mit den verbleibenden, noch zu erläuternden Signalen entsprechend.

[0054] Ein weiterer Messsensor liegt in Form eines Mikrofons 16 im Bereich einer der Umlenkwalzen 9 vor. Die Durchbiegung (von gerade auf gekrümmt und von gekrümmt zurück auf gerade) erzeugt ein charakteristisches akustisches Signal, das vom Mikrophon 16 aufgenommen wird. Das entsprechende akustische Spektrum, das vom Kalanders 8 erzeugt wird, ist ein Indiz für die Eigenschaften des Kalanders 8, insbesondere in Bezug darauf, ob makroskopische Risse bzw. Fehlstellen im Kalanders 8 vorhanden sind.

[0055] Eine weitere Sensoranordnung liegt in Form eines Lasermesssystems 17 vor. Das Lasermesssystem 17 weist einen Laser 18 und eine dazugehörige Kamera, die vorliegend in Form einer CCD-Kamera 19 ausgebildet ist, auf. Der Laser 18 sendet einen Laserstrahl 41 in Richtung des Kalanders 8 ab. Um einen größeren Bereich des Kalanders 8 aufnehmen zu können, kann der Laserstrahl 41 beispielsweise mit Hilfe von Strahlteilern, Strahlaufweitern und ähnlichen optischen Einrichtungen aufgeweitet werden.

[0056] Das vom Kalanders 8 reflektierte Licht 41 weist ein entsprechendes Interferenzmuster auf (z.B. Speckle-Interferometrie), welchem Informationen über die Oberflächengenauigkeit bzw. -ungenauigkeit, über makroskopische Risse und über Verschmutzungen des Kalanders 8 sowie weitere Informationen entnommen werden können. Das reflektierte, interferierte Laserlicht 41 wird von der CCD-Kamera 19 aufgenommen, und die so gewonnenen, digitalen Signale werden an die Steuerung 11 weitergegeben. In der Steuerung 11 können diese mit einer geeigneten Bilderkennungssoftware oder auf ähnliche Weise ausgewertet werden.

[0057] Schließlich ist beim Breitnipp-Bandkalanders 1 noch eine radioaktive Durchleuchtungseinrichtung 20 vorgesehen. Die radioaktive Durchleuchtungseinrichtung 20 weist eine Quelle 21 radioaktiver Strahlung 20 auf. Hierzu kann beispielsweise ein radioaktives Isotop verwendet werden. Ebenso ist es möglich, dass, wie vorliegend der Fall, eine Röntgenröhre 21 verwendet wird. Die von der Röntgenröhre 21 ausgehende Röntgenstrahlung 22 durchtritt das Kalanders 8 und wird vom Röntgendetektor 23 aufgenommen. Die vom Röntgendetektor 23 gewonnenen Signale werden ebenfalls an die Steuerung 11 weitergeleitet und von dieser geeignet ausgewertet.

[0058] Bei einigen der in Fig. 1 gezeigten Sensoren, insbesondere beim Mikrophon 16, beim Lasermesssystem 17 sowie bei der radioaktiven Durchleuchtungseinheit 20, tritt das Problem auf, dass diese nur einen gewissen Oberflächenbereich des Kalanders 8 (bezogen auf die Breite des Kalanders 8) überprüfen können. Bei heute üblichen Breiten von Kalandern 1, die oftmals im Bereich von bis zu 10 bis 15 m liegen, reicht ein einzelner, feststehender Sensor nicht aus, um die gesamte Breite des Kalanders 8 zu überprüfen.

[0059] Da die Genauigkeit der Überprüfung erheblich erhöht wird, wenn die Eigenschaften des Kalanders 8 über seine gesamte Breite hinweg überprüft werden, müssen daher geeignete Verfahren bzw. Vorrichtungen vorgesehen werden, um trotz einer eingeschränkten Detektionsfläche des entsprechenden Sensors die gesamte Breite des Kalanders 8 überprüfen zu können. Dazu bietet sich einerseits an, eine entsprechend große Anzahl von einzelnen Sensoren vorzusehen, die zusammen die gesamte Breite des Kalanders 8 abdecken. Diese Möglichkeit wird im Zusammenhang mit Fig. 2 näher erläutert.

[0060] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die entsprechenden Sensorelemente auf einer Schiene verfahrbar anzuordnen, so dass diese durch eine Verfahrbewegung ebenfalls die gesamte Breite des Kalanders 8 überprüfen können. Dies ist in Zusammenhang mit dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel näher erläutert.

[0061] In Fig. 2 ist eine optische Anordnung mehrerer CCD-Zeilencameras 25 dargestellt. Die CCD-Zeilencameras 25 sind auf einem Träger 26 angeordnet. Die CCD-Zeilencameras 25 weisen jeweils einen Sensorbereich 27 auf, in dem das optische Signal (das Bild) empfangen wird. Weiterhin weisen die CCD-Zeilencameras 25 eine integrierte Beleuchtungseinheit 28 auf, so dass auch bei ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen bzw. bei einer entsprechend problematischen Einbaulage der CCD-Zeilencameras 25 eine für die Sensoren 27 der CCD-Zeilencameras 25 ausreichende Beleuchtung sichergestellt werden kann.

[0062] Wie Fig. 2 entnommen werden kann, sind die einzelnen CCD-Zeilencameras 25 zueinander versetzt angeordnet, so dass sich jeweils in den Endbereichen 29 der CCD-Zeilencameras 25 Überlappungsbereiche 29 ergeben. Durch diese Überlappungsbereiche 29 kann

eine vollständige Überprüfung des Kalanders 8 sichergestellt werden. Selbstverständlich ist die Größe der Überlappungsbereiche 29 aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus nicht zu groß zu wählen. Im Übrigen können die CCD-Zeilencameras 25 auch in einem Winkel zur Bewegungsrichtung des Kalanders 8 angeordnet werden.

[0063] Gerade interferometrische Messverfahren, aber auch andere Messverfahren, können empfindlich auf Schwingungen bzw. auf (z.B. thermisch bedingte) Durchbiegungen des Trägers 26 reagieren. Bei Schwingungen ist es gegebenenfalls noch möglich, die Eigenschaften des erzeugten Messsignals durch eine zeitliche Mittelung des Messwerts zu verbessern. Bei Durchbiegungen des Trägers 26 ist dies jedoch nicht möglich. Gerade bei Papiermaschinen können jedoch zum Teil nicht unerhebliche massebedingte Durchbiegungen der Träger 26 auftreten. Darüber hinaus können sich auch thermische Durchbiegungen ergeben, da Kalanders 8, wie bereits erwähnt, oftmals auch beheizt sind. Eine Kompensation der auftretenden Messfehler ist dann nur möglich, wenn das Ausmaß der Durchbiegung bekannt ist.

[0064] Um eine Information über die Durchbiegung des Trägers 26 zu erhalten, ist beim in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ein Dehnungsmessstreifen 30 vorgesehen. Die von diesem gewonnenen Messwerte werden ebenfalls der Steuerung 11 zugeführt, die diese bei der Auswertung des Signals der CCD-Zeilencameras 25 entsprechend berücksichtigt. Selbstverständlich sind hier auch andere Messverfahren möglich, wie beispielsweise eine optisch-interferometrische Messung, ein Temperaturscanner mit Schwingungsspiegel, ein Linienscanner, usw.

[0065] Auch ist es denkbar, dass aktive Durchbiegungsdämpfungssysteme und/oder aktive Schwingungsdämpfungssysteme vorgesehen werden.

[0066] Die Verwendung einer größeren Anzahl von Sensoren, so wie dies bei der optischen Anordnung 24 gemäß Fig. 2 der Fall ist, bietet sich insbesondere dann an, wenn die einzelnen Sensoren relativ kostengünstig sind. Auf diese Weise kann auf bewegte mechanische Teile verzichtet werden, was eine entsprechende Kostenreduktion zur Folge haben kann. Insbesondere können sich die Wartungskosten einer derartigen Anordnung verringern. Weiterhin können die Eigenschaften des Kalanders 8 kontinuierlich über die gesamte Breite hinweg gemessen werden. Somit liegt jeweils nach einem Umlauf des Kalanders 8 eine vollständige Information über die gesamte Oberfläche des Kalanders 8 vor. Dadurch können beispielsweise Schadereignisse deutlich schneller registriert werden.

[0067] Eine andere Möglichkeit, eine Information über die gesamte Breite des Kalanders 8 hinweg zu erhalten, ist in Fig. 3 dargestellt. Hier ist die Sensoranordnung 20 (beispielsweise die radioaktive Durchleuchtungseinheit aus Fig. 1) an einer Halteschiene 31, 32 verschiebbar angeordnet.

[0068] Da die radioaktive Durchleuchtungseinheit 20 zwei voneinander getrennt ausgebildete Einheiten, nämlich eine Röntgenröhre 21 und einen Röntgendetektor 23 aufweist, die jeweils auf einander entgegengesetzten Seiten des Kalanders 8 angeordnet sind, sind dementsprechend zwei Halteschienen 31, 32 vorgesehen. Die Bewegung der Röntgenröhre 21 und des Röntgendetektors 23 (durch die Doppelpfeile angedeutet) entlang der entsprechenden Halteschiene 31, 32 ist derart aufeinander abgestimmt, dass sich Röntgenröhre 21 und Röntgendetektor 23 synchron zueinander bewegen. Dadurch kann die von der Röntgenröhre 21 ausgehende Röntgenstrahlung 22 zu jeder Zeit vom Röntgendetektor 23 erfasst werden.

[0069] Der Aufbau mit einer beweglichen Anordnung bietet sich insbesondere für Detektoranordnungen an, bei denen die Quelle und/oder der Sensor teuer in der Anschaffung und/oder im Betrieb sind. Dies ist bei radioaktiven Beschleunigungseinheiten 20 üblicherweise der Fall.

[0070] Durch die verschiebbare Anordnung der entsprechenden Detektoreinheit 20 ist es möglich, mit einer einzigen Detektoreinheit 20 die gesamte Breite des Kalanders 8 zu erfassen. Da jeweils nur ein gewisser Breitenbereich des Kalanders 8 gemessen werden kann, ist hierzu selbstverständlich eine entsprechend große Anzahl an Umläufen des Kalanders 8 erforderlich, bis eine Information über die gesamte Oberfläche des Kalanders 8 vorliegt.

[0071] Diese Zeitdauer ist jedoch bei üblichen Betriebszeiten von Kalanders 8 ausreichend klein, so dass dies kein Problem darstellt. Wenn darüber hinaus zusätzlich zur radioaktiven Durchleuchtungseinheit 20 weitere Detektoren (wie beispielsweise die optische Anordnung 24 gemäß Fig. 2) vorgesehen sind, kann auf schnell eintretende, unvorhergesehene Ereignisse dennoch sehr schnell reagiert werden.

[0072] Eine weitere Möglichkeit, um die Zeitdauer zu verringern, die erforderlich ist, bis das gesamte Kalanders 8 vermessen ist, besteht darin, dass zwei radioaktive Durchleuchtungseinheiten 20 vorgesehen sind. Die beiden Detektoreinheiten vermessen dann jeweils einen Teilbereich (bei zwei Detektoreinheiten, die Hälfte) des Kalanders 8. Die Zeitdauer, die erforderlich ist, um die gesamte Oberfläche des Kalanders 8 zu vermessen, verringert sich dementsprechend (bei zwei Detektoreinheiten halbiert sich diese).

[0073] In Fig. 4 ist eine für die Realisierung der Erfindung besonders geeignete Sensoranordnung schematisch dargestellt. In Fig. 4 ist eine Zellenkamera 35 zu sehen, die in einem Arbeitsabstand d vom Kalanders 8 angeordnet ist, und die Oberfläche des Kalanders 8 überprüft.

[0074] Die Zellenkamera 35 besteht aus einer Vielzahl von einzelnen Leuchtdioden 34. Das von den Leuchtdioden 34 abgestrahlte Licht wird von der Oberfläche des Kalanders 8 reflektiert. Das reflektierte Licht tritt in eine der Mikrolinsen 33 ein, die eine größere Längsaus-

dehnung ("senkrecht" zur Zeichenebene) haben. Die Mikrolinsen 33 sind somit als eine Art von "Zylinderlinse" ausgebildet. Das von den Mikrolinsen 33 fokussierte Licht fällt auf eine der jeweiligen Mikrolinsen 33 zugeordnete Photodiodenzeile 36.

[0075] Eine derartige Zellenkamera 35 ist insbesondere für interferometrische Verfahren besonders geeignet. Sie bietet sich daher auch speziell für eine Verwendung im Zusammenhang mit einer Überprüfung des Kalanders 8 eines Breitnipp-Bandkalenders 1 (siehe Fig. 1) gemäß der vorliegenden Erfindung an.

[0076] In Fig. 5 ist schließlich ein weiteres vorteilhaftes Sensorsystem gezeigt, das für die Realisierung der Erfindung besonders geeignet ist. Und zwar handelt es sich dabei um ein Lasertriangulationssystem 37.

[0077] Beim Lasertriangulationssystem 37 wird von einem Laser 38 ein Laserstrahl 41 auf einen gewissen Oberflächenpunkt 40 auf der Oberfläche des Kalanders 8 abgestrahlt. Der Oberflächenpunkt 40 reflektiert in Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit und der Oberflächenstruktur sowie der Lage des Kalanders 8 den im Oberflächenpunkt 40 eintreffenden Laserstrahl 41. Die abgestrahlte Lichtintensität ist dabei je nach Abstrahlrichtung unterschiedlich.

[0078] Das vom Oberflächenpunkt 40 abgestrahlte Licht 41 wird in Abhängigkeit des Raumwinkels von einer entsprechenden Anzahl von Lichtempfängern 39 empfangen. Selbstverständlich ist es nicht erforderlich, dass der gesamte Halbraum über dem Kalanders 8 erfasst wird. Üblicherweise erweist sich eine Anzahl von drei, vier, fünf oder sechs Lichtempfängern 39 als ausreichend, um eine hinreichende Messgenauigkeit zu erzielen.

[0079] Die von den Lichtempfängern 39 empfangenen Signale werden geeignet miteinander korreliert und ausgewertet. Auf diese Weise kann eine Information über die Eigenschaften des Kalanders 8 erhalten werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Bandkalandervorrichtung (1) mit einem umlaufenden Kalanders 8 zur zumindest einseitigen Abstützung einer in einem Nip (6) der Bandkalandervorrichtung (1) zu kalandrierenden Materialbahn (10), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenschaften des Kalanders 8 im laufenden Betrieb der Bandkalandervorrichtung (1) überprüft werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenschaften des Kalanders 8 hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit eines Bruchs des Kalanders 8 überprüft werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenschaften des Kalanders

8 hinsichtlich des Vorhandenseins von Rissen und Fehlstellen im Kalanders 8 überprüft werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenschaften des Kalanders 8 hinsichtlich seiner Dicke und seiner Oberflächenstruktur überprüft werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eigenschaften des Kalanders 8 hinsichtlich seines Oberflächenzustands überprüft werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Überschreiten bestimmter Grenzwerte eine Warnmeldung ausgegeben wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bandkalandervorrichtung (1) bei Überschreiten bestimmter Grenzwerte gestoppt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders 8 mittels einer Beschleunigungsmessung (13) im Bereich zumindest einer Lagerstelle (2, 14) des Kalanders 8 erfolgt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders 8 mittels einer Wegemessung (9), insbesondere im Bereich zumindest einer Lagerstelle (15) des Kalanders 8, erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders 8 durch eine akustische Messung (16) erfolgt.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders 8 durch zumindest eine Zugmessung (9) erfolgt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders 8 mittels einer Messung (20) unter Verwendung radioaktiver Strahlung (22) erfolgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders 8 mittels einer elektromagnetischen, insbesondere induktiven,

Messung erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Überprüfung der Eigenschaften des Kalanders (8) durch zumindest ein optisches Messverfahren (17) erfolgt.
15. Bandkalandervorrichtung (1) mit einem umlaufenden Kalanders (8) zur zumindest einseitigen Abstützung einer in einem Nip (6) der Bandkalandervorrichtung (1) zu kalandrierenden Materialbahn (10), **gekennzeichnet durch** wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung (14, 15, 16, 17, 20), welche im laufenden Betrieb der Bandkalandervorrichtung (1) die Eigenschaften des Kalanders (8) überprüft.
16. Bandkalandervorrichtung nach Anspruch 15, **gekennzeichnet durch** wenigstens eine Bruchwahrscheinlichkeitsbewertungseinrichtung (11).
17. Bandkalandervorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung (14, 15, 16, 17, 20) Risse und Fehlstellen des Kalanders (8) detektiert.
18. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung (14, 15, 16, 17, 20) die Dicke und/oder Oberflächenstruktur des Kalanders (8) detektiert.
19. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung (14, 15, 16, 17, 20) den Oberflächenzustand des Kalanders (8) detektiert.
20. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung einen Beschleunigungsmesser (14) und/oder Wegesensor (15) aufweist.
21. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung eine akustische Messeinrichtung (16) aufweist.
22. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung eine Zugmesseinrichtung (15) aufweist.
23. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** we-

nigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung eine radioaktive Strahlung (22) verwendende Messeinrichtung (20) aufweist.

24. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung eine elektromagnetische Detektionsvorrichtung, insbesondere einen Wirbelstrommesssensor, aufweist.
25. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung eine optische Messeinrichtung (17) aufweist.
26. Bandkalandervorrichtung nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine optische Messeinrichtung (17) eine Flächenkamera und/oder Zellenkamera (35) aufweist.
27. Bandkalandervorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine optische Messeinrichtung (17) eine Lasermesseinrichtung (18) aufweist.
28. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Eigenschaftsüberprüfungsvorrichtung zumindest eine Messfehlerkompensationsvorrichtung aufweist.
29. Bandkalandervorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 28, **gekennzeichnet durch** zumindest eine Mittelungseinrichtung.

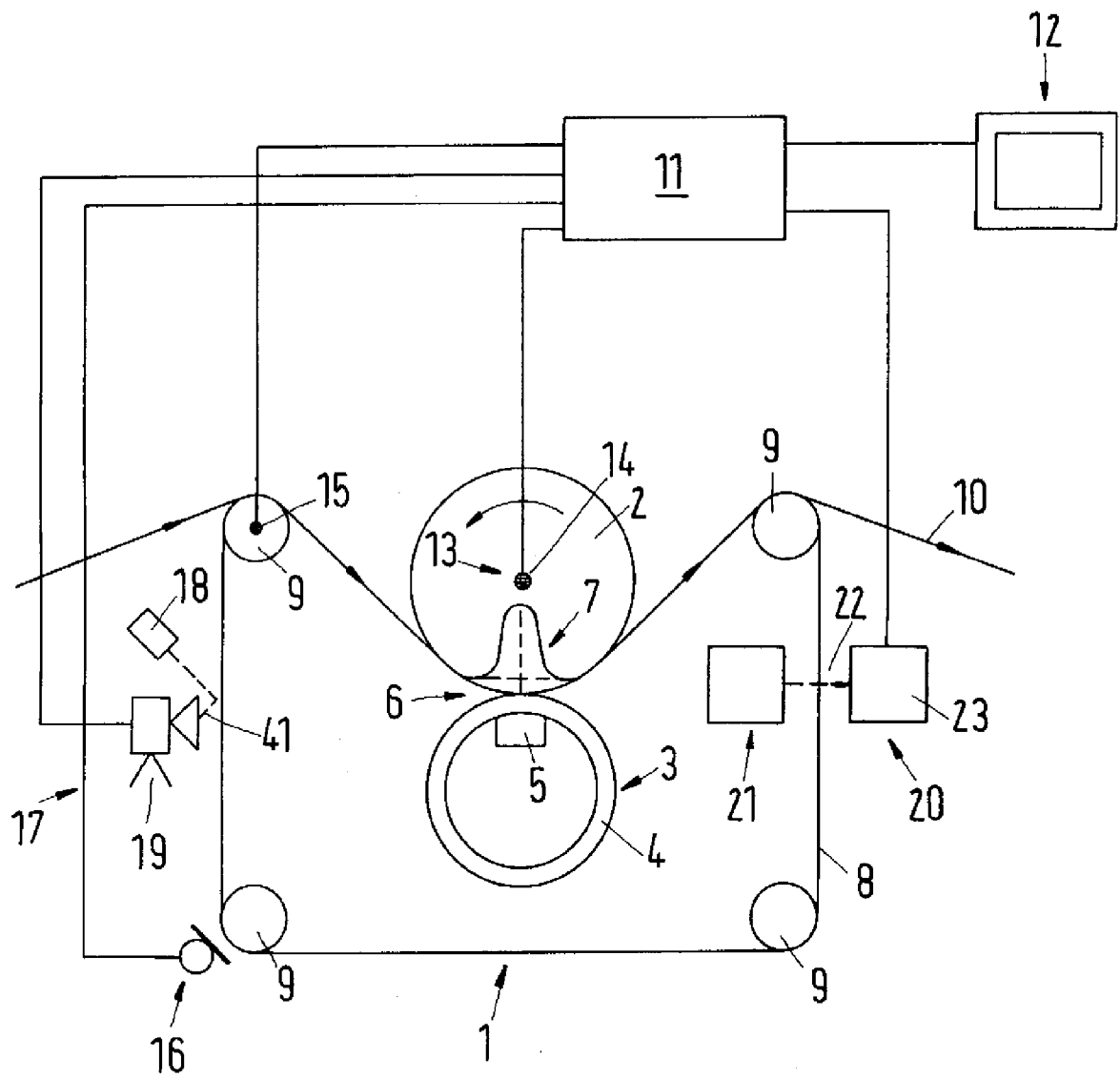


Fig.1

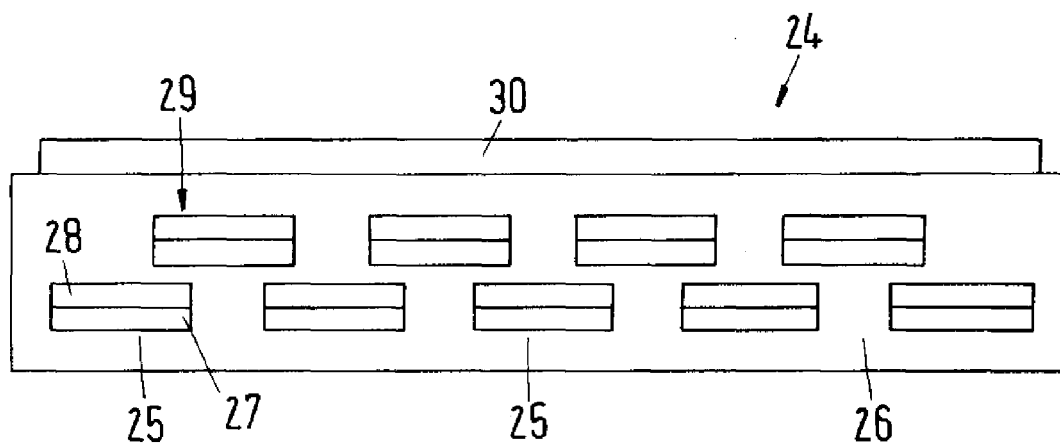


Fig.2

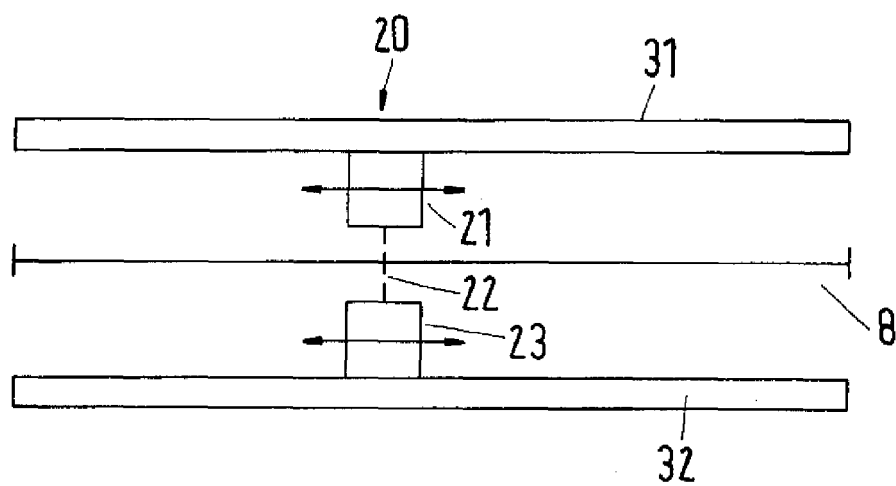


Fig.3

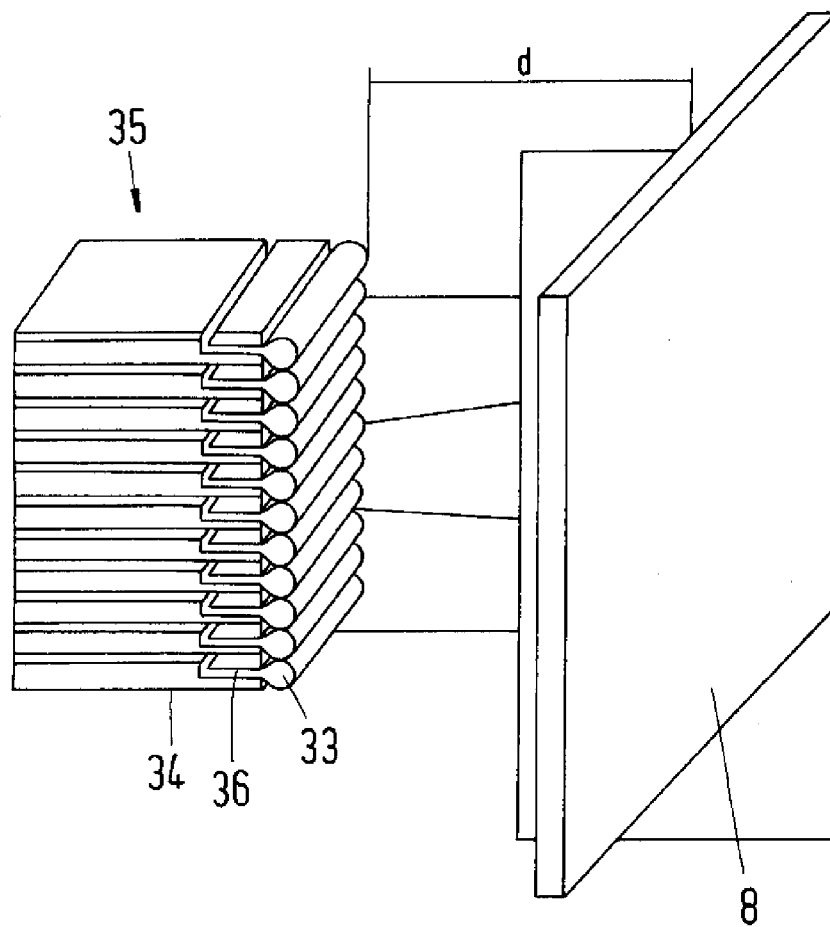


Fig.4

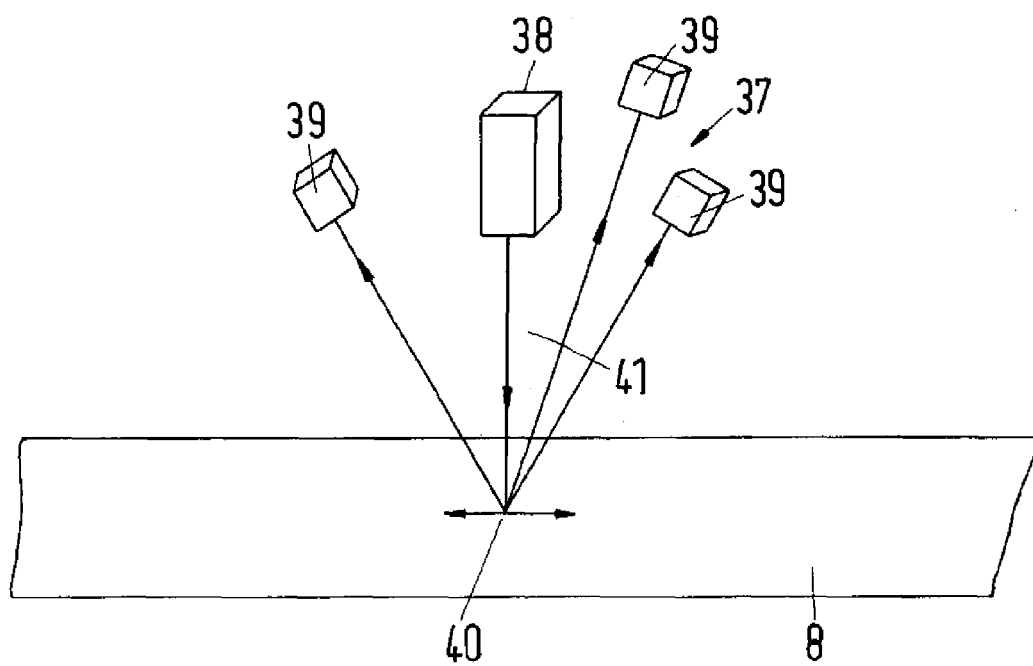


Fig.5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 03064761 A1 [0008] [0015]