



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 24 036 T2** 2004.10.28

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 032 731 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 24 036.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FI98/00850**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 952 765.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/025921**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.11.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **27.05.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.09.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **19.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.10.2004**

(51) Int Cl.7: **D21G 1/00**
G01H 1/00

(30) Unionspriorität:
974255 **17.11.1997** **FI**

(73) Patentinhaber:
Metso Paper, Inc., Helsinki, FI

(74) Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE

(72) Erfinder:
SUOMI, Eero, FIN-13210 Hämeenlinna, FI;
MÄENPÄÄ, Tapio, FIN-00970 Helsinki, FI;
KARJALAINEN, Arto, FIN-87150 Kajaani, FI

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR ERKENNUNG VON VERUNREINIGUNG UND / ODER BESCHÄDIGUNG EINER OBERFLÄCHE BEIM DURCHLAUF IN EINEN PAPIERKALENDER**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erfassen einer Verschmutzung und/oder Beschädigung einer Seite bzw. Fläche, die durch einen Spalt oder durch Spalte bei einem Kalander für Papier läuft, wobei bei diesem Verfahren Schwingungen, die in Verbindung mit dem Aufbau eines Kalenders auftreten, erfasst und verarbeitet werden.

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Kalander für Papier, insbesondere sogenannte weiche Kalander und Superkalander, bei denen weich beschichtete Walzen verwendet werden, die gegenüber Beschädigung besonders anfällig sind.

[0003] Ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf das Überwachen eines Zustands von weich beschichteten Kalanderwalzen im Hinblick auf die Erfassung ihrer Oberflächenbeschädigung bei einer ausreichend frühen Stufe und somit im Hinblick auf ein Ermöglichen eines zuvor erfolgenden Verhinderns einer Beschädigung.

[0004] Wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, haben Kalander zwei oder mehr mit harter Seite und/oder weicher Seite versehene Kalanderwalzen, die einen Kalendrierspalt oder Kalendrierspalte miteinander ausbilden, wobei durch den Spalt/die Spalte die zu behandelnde Papierbahn tritt. Insbesondere Walzen mit weichen Seiten, wie beispielsweise Papierwalzen oder dergleichen bei Superkalandern, und Walzen, die mit weichen Beschichtungen versehen sind, insbesondere Polymerbeschichtungen, bei sogenannten weichen Kalandern sind gegenüber Beschädigung anfällig. Der Grund für die Beschädigung sind häufig die Verschmutzungen wie beispielsweise örtliche Faserstränge, die einen Druckstoß verursachen, wenn sie durch den Spalt treten, wobei der Stoß die weiche Beschichtung an der Kalanderwalze belastet und zunächst deren Erwärmung und bei dem langen Lauf eine dauerhafte Verformung bei der Beschichtung und eine Beschädigung verursachen. Ähnliche Verformungen und eine ähnliche Beschädigung kann außerdem bei metallischen Seiten von Kalanderwalzen und bei den Seiten von Bändern auftreten, die durch Kalendrierspalte laufen.

[0005] Im Hinblick auf die speziellen Probleme, die den Ausgangspunkt der vorliegenden Erfindung bilden, wird das Folgende aufgeführt. Die polymerbeschichteten Walzen bei den Kalandern des Standes der Technik halten eine gleichmäßige Belastung und einen gleichmäßigen Verschleiß gut aus, aber sie werden sehr leicht beschädigt, wenn ein begrenzter sogar kleiner Bereich sogar in einem relativ geringfügigen Maß beispielsweise auf eine Temperatur erwärmt wird, die höher als ihre Umgebung ist. Auf-

grund des hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten und aufgrund der sehr schlechten thermischen Leitfähigkeit von Polymeren dehnt sich ein derartiger sogar geringfügiger Bereich schnell aus und wird weiter auf derart hohe Temperaturen erwärmt, dass er verformt werden kann. Wenn die Beschichtung an der Walze aus sogenannten thermisch aushärtenden Harzen hergestellt ist, verliert sie, indem sie erneut geschmolzen wird, gleichzeitig ihre ursprünglichen Eigenschaften. Eine Erwärmungsreaktion der vorstehend beschriebenen Art kann beispielsweise durch ein geringfügiges Stück Papier, durch einen Faserstrang oder einen „Klumpen“ oder eine Verschmutzung verursacht werden, die sich von der Beschichtung an dem Papier abgetrennt hat, die an der Walzenseite anhaftet und die beim Eintrennen in einen Kalendrierspalt ein örtliches Nachgeben der Beschichtung in stärkerer Weise als bei der Umgebung verursacht, was die Walzenbeschichtung ungleichmäßig erwärmt.

[0006] Das Verhindern einer örtlichen Verschmutzung beispielsweise mittels eines konstanten Rakelns ist in der Regel nicht angemessen, weder im Hinblick auf die Ökonomie noch im Hinblick auf die optimale Qualität des Papiers, da die meisten Polymerbeschichtungen, die angewendet werden, ein Reiben nicht sehr gut tolerieren, wobei in diesem Fall das Schutzreinigen selbst die Beschichtung in einem größeren Maße verschleißén könnte als es das eigentliche Kalendrieren tut.

[0007] Wenn jedoch Verschmutzungen ausreichend früh erfasst werden können, kann beispielsweise eine Reinigungs rakel oder eine andere Vorrichtung, die die Walzenseite reinigt, während kurzer Zeitspannen betätigt werden, ohne die Walzenbeschichtung als ein Ergebnis eines konstanten oder häufig wiederholten Rakelns zu beschädigen. In einem derartigen Fall kann die Lebensdauer der mit der weichen Seite versehenen Kalanderwalze in einem erheblichen Maß verlängert werden.

[0008] Wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, sind zum Überwachen des Zustandes von Kalanderwalzen insbesondere von mit weicher Seite versehenen Walzen Thermometer, die in der Querrichtung der Maschine durchlaufen, angewendet wurden, wobei durch diese die Temperatur der Beschichtung überwacht wird. Bei dieser Temperaturüberwachungsanwendung und bei entsprechenden anderen Systemen des Standes der Technik ergeben sich Probleme aus dem Umstand, dass die elastische Walzenbeschichtung, deren Temperatur überwacht wird, in der Regel zumindest in gewissem Maße elektrisch isolierend ist. Somit entstehen bei dem Teilreibungskontakt zwischen der Bahn und der Beschichtung sehr hohe Aufladungen an statischer Elektrizität bei den Seiten der Walzenbeschichtung und der relativ trockenen Papierbahn. Diese Aufladungen neigen

dazu, entlang der zu Verfügung stehenden Routen mit dem geringsten Widerstand sich zu entladen. Eine Thermographiekamera muss häufig so eingebaut werden, dass sie von ihrem Stützaufbau vorragt, wobei in diesem Fall die Aufladungen der statischen Elektrizität genau die Thermographiekamera als einfachste Entladungsrouten finden, wobei in diesem Zusammenhang das empfindliche elektronische System der Thermographiekamera sehr hohen Spannungen ausgesetzt wird und speziell gegen derartige Spannungen geschützt werden muss.

[0009] Selbst wenn ein Überwachen der Temperatur der Seite einer Kalandervalze üblicherweise ein Erfassen einer örtlich erhöhten Temperatur, die sich aus einer übermäßigen Belastung ergibt, die auf die Beschichtung aufgebracht worden ist, oder die von einer örtlichen inneren Unhomogenität herrührt, bei einer ausreichend frühen Stufe ermöglicht, macht dies einen Einbau einer sehr schweren, kostspieligen und raumeinnehmenden Anlage in der Nähe der zu überwachenden Walze erforderlich. Insbesondere die Überfüllung des Raumes bewirkt große Schwierigkeiten in Verbindung mit Mehrspaltbehandlungsvorrichtungen, bei denen jede Vorrichtung, die nicht bei dem eigentlichen Bahnbehandlungsprozess umfasst ist, die Wartung und die Überwachung der Vorrichtung sehr schwierig gestaltet.

[0010] Wie dies außerdem aus dem Stand der Technik bekannt ist, offenbart die Druckschrift DE 43 40 700 ein Verfahren zum Erfassen einer Verschmutzung oder von Beschädigungen bei einer Kalandervalze durch ein Erfassen von Schwingungen mit Schwingungssensoren. Beschädigte Walzen werden in Übereinstimmung mit der erfassten Information ausgetauscht, um eine weitere Beschädigung bei einem Papierherstellprozess zu beenden.

[0011] Die Druckschrift DE 43 40 700 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Untersuchen von Kalandervalzen. Die Druckschrift behandelt speziell sogenannte gefüllte Walzen. Die Vorrichtung verwendet eine Schwingungserfassungseinrichtung, die ein Signal bei jeder Drehung der Walze ausgibt, die zu untersuchen oder zu überwachen ist. Darüber hinaus sollen die Signale der Schwingungserfassungseinrichtung als eine Funktion der Zeit der Frequenz verarbeitet werden und durch eine Analysiervorrichtung analysiert werden, die die Basisfrequenz und auch die Frequenzen und die Amplituden der Schwingung der Walzen analysiert. Die Schwingungserfassungseinrichtung ist an dem Rahmen der Kalendriermaschine montiert.

[0012] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein neues Verfahren zu schaffen, durch das eine Verschmutzung und/oder Beschädigung bei Seiten von Walzen, die einen Kalendrierspalt oder Kalendrierspalte ausbilden, und/oder bei Seiten von

Bändern, die durch Spalte laufen, effizient und durch relativ einfache Vorrichtungen, die wenig Raum einnehmen, überwacht werden kann.

[0013] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, bei dem die zu steuernden Vorgänge auf der Grundlage des Überwachens der Seite, die durch den Spalt läuft, so schnell eingerichtet werden kann, dass in der Regel eine dauerhafte wesentliche Beschädigung keine Zeit hat, in der betreffenden Seite erzeugt zu werden, bevor Reinigungsvorgänge oder dergleichen begonnen worden sind.

[0014] Diese Aufgabe ist durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann das Reinigen der Seite, die durch den Spalt läuft, ausreichend genau ausdrücklich bei dem Bereich angewendet werden, bei dem eine Verschmutzung beobachtet worden ist, wodurch eine ökonomische Gestaltung im Hinblick auf das Medium und die für das Reinigen verwendete Energie erzielt werden kann. In einigen Fällen kann aufgrund der Erfindung die Reinigungsanlage so dimensioniert werden, dass ihre Leistung geringer als bei dem Stand der Technik ist.

[0016] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist/sind an den Lagergehäusen der Kalandervalzen oder zumindest an einem Teil dieser Lagergehäuse und an den Walzenrahmen zumindest eine Beschleunigungserfassungseinrichtung, die die Schwingung der Kalandervalze misst, oder eine Dehnungsmesserefassungseinrichtung, die die von Schwingungen auftretenden Verformungen misst, oder andere gleichwertige Erfassungseinrichtungen eingesetzt. Die Messsignale von diesen Erfassungseinrichtungen werden so überwacht und analysiert, dass der Abschnitt der Messsignale, der von der Drehung und der Unwucht der Walzen herrührt, „herausgefiltert“ wird, und die Entwicklung des Abschnittes, der von der Geometrie der Walzenseite herrührt, wird überwacht. Wenn das zu überwachende Signal eine vorbestimmte Höhe erreicht oder wenn sein Spektrum innerhalb des Messfensters angeordnet ist, gibt das Steuersystem dies weiter, und es kann etwas unternommen werden, entweder dass die Walze ausgetauscht wird oder dass die Störungsquelle beseitigt wird.

[0017] Mittels des Systems der vorliegenden Erfindung wird den Schwingungen der Seiten der Kalandervalzen, die überwacht werden, in einer gewissen Weise „zugehört“ und bis zu dem erforderlichen Maß wird der Ort des Ursprungs der Schwingungen so lokalisiert, dass effiziente Maßnahmen ausreichend schnell unternommen werden können, um die Ursache der Schwingung zu beseitigen und/oder eine weitere Beschädigung zu verhindern.

[0018] Mittels eines Überwachungssystems, das die vorliegende Erfindung anwendet, ist es möglich, derartige Informationsdatenbanken zu erzeugen, durch die der optimale Augenblick zum Austauschen der Walzen bestimmt werden kann, während die Ernsthaftigkeit der Beschädigung, die sich ergeben hat, bei dem Austauschen einer Walze klassifiziert und in dem Speicher in Verbindung mit dem Austausch von jeder Walze gespeichert worden ist. In einem derartigen Fall ist es mittels der Historiendaten möglich, die Ernsthaftigkeit einer Störung zu identifizieren und eine Maßnahme zur richtigen Zeit durchzuführen.

[0019] Mittels der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die vorstehend erörterten Probleme zu beseitigen, indem eine direkte Messung der Oberflächentemperatur der Walze weggelassen wird, indem die örtlichen Verunreinigungen an den Walzen und die Änderungen bei der Geometrie auf der Grundlage von Schwingungen, die durch diese erzeugt werden, indirekt überwacht werden.

[0020] Die Vorteile der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu der Prozedur nach dem Stand der Technik sind wie folgt:

- Bei dem vorteilhaftesten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die mit der weichen Seite versehene Kalandervalze, insbesondere eine polymerbeschichtete Walze, die verschmutzt oder verformt worden ist, so zu lokalisieren, dass die Walze gereinigt werden kann, beispielsweise gerakelt werden kann, bevor sie beschädigt wird und unbrauchbar wird, oder, falls dies erforderlich ist, eine beschädigte Walze kann so ersetzt werden, dass eine weitere Beschädigung oder längere Unterbrechungen bei der Herstellung vermieden werden kann.
- Die Erfindung ermöglicht ein Überwachen der Kalandervalzen derart, dass in dem Bereich des Walzenrahmens es unnötig ist, eine Messanlage einzubauen, die mit einem separaten Stützaufbau versehen ist, wobei in diesem Fall eine beträchtliche wirtschaftliche Gestaltung des Raumes erzielt wird.
- Die Erfindung ermöglicht außerdem ein Lokalisieren einer Kalandervalze, die eine Störung verursacht hat, oder, sofern dies erforderlich ist, von einem Bereich dieser Walze mittels relativ einfacher Vorrichtungen und Algorithmen.
- Die Erfindung kann als ein Teil des allgemeinen Systems zum Überwachen des Zustandes des Kalenders verbunden werden und die Erfindung kann die Baugruppen der Erfassungseinrichtungen nutzen, die bereits in dem Bereich der Lager zum Zwecke des Überwachens des Zustandes der Lager eingebaut sind, oder alternativ können die Erfassungseinrichtungen, die zum Ausführen der vorliegenden Erfindung im Hinblick auf das Überwachen des Zustandes der Walzenseite ein-

gebaut worden sind, ebenfalls für ein Vorhersagen und/oder Überwachen der Lagerbeschädigung genutzt werden.

– Die Erfindung ist nicht auf das Überwachen einer Störung, die sich aus den Temperaturänderungen in Bezug auf örtliche Oberflächentemperaturen an den Kalandervalzen ergibt, allein beschränkt, sondern das System der vorliegenden Erfindung reagiert bereits bei einer derart frühen Stufe, bei der eine Verschmutzung an der Walzenseite sich angeheftet hat, die später zusätzlich eine örtlich erhöhte Temperatur verursachen würde.

– Des Weiteren kann es als ein Vorteil der Erfindung im Vergleich zu einer Thermographiekamera erachtet werden, dass das erfindungsgemäße System bei Bedarf so aufgebaut sein kann, dass es konstant den Abschnitt der Walze über die gesamte Breite des Behandlungsspaltes überwacht und die Ursache einer Störung sogar sowohl in der axialen Richtung der Walze als auch im vertikalen Querschnitt der Walze in der Richtung ihres Umfangs lokalisiert.

[0021] Wenn das Überwachungssystem der vorliegenden Erfindung bei einem Kalendar mit mehreren Spalten, beispielsweise bei einem Superkalendar, verwendet wird, sind sämtliche Walzen bei dem Kalendar oder zumindest die Walzen, die besonders anfällig gegenüber einer Oberflächenbeschädigung sind, insbesondere mit weicher Seite versehene Walzen, mit einem Erfassungssystem gemäß der vorliegenden Erfindung versehen, wobei in diesem Fall die Quelle von unüblichen Schwingungen exakt bei einer verschmutzten und/oder beschädigten Walze so lokalisiert werden kann, dass es möglich ist, das Beseitigen der Verschmutzungen so zu starten oder den beschädigten Teil so auszutauschen, dass eine weitere Beschädigung und Produktionsverluste vermieden werden.

[0022] Nachstehend ist die vorliegende Erfindung detailliert unter Bezugnahme auf einige Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben, die schematisch in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind, wobei die Erfindung jedoch keineswegs auf die Einzelheiten dieser Ausführungsbeispiele streng begrenzt ist.

[0023] Fig. 1 zeigt eine vereinfachte Blockdarstellung des Überwachungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0024] Fig. 2 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Mehrspaltkalenders mit 10 Spalten als eine bevorzugte Anwendungsumgebung der vorliegenden Erfindung.

[0025] Zunächst ist unter Bezugnahme auf Fig. 2 ein vereinfachtes Ausführungsbeispiel als eine spezi-

elle vorteilhafte Anwendungsumgebung der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0026] Wie dies in **Fig. 2** gezeigt ist, hat der Mehrwalzenkalendar ein Rahmenteil **100**, an dem ein Stapel an Kalendarwalzen montiert ist. Der Stapel an Kalendarwalzen weist zehn Kalendrierspalte $N_1 \dots N_{10}$ auf, die übereinander angeordnet sind, wobei die Spalte mittels an sich bekannten Belastungsvorrichtungen belastet werden. Die zu kalendrierende Papierbahn W gelangt in den Kalendar in der Richtung des Pfeiles W_{in} und geht von dem Kalendar nach dem letzten Spalt N_{10} in der Richtung des Pfeiles W_{out} weg. Geführt durch die Führungswalzen **17** läuft die zu kalendrierende Papierbahn W durch die eigentlichen Kalendrierspalte $N_1 \dots N_{10}$ und durch den Umkehrspalt N_v . Bei dem Kalendar gibt es sechs Metallwalzen **21, 22, 23, 24, 25, 26**, die mit harten und mit glatten Beschichtungen **20** versehen sind, und sechs Walzen **11, 12, 13, 14, 15, 16**, die mit weichen Polymerbeschichtungen **10** versehen sind. Die mit der harten Seite **20** und mit der weichen Seite **10** versehenen Walzen sind in dem Stapel an Walzen abwechselnd so angeordnet, dass zwei weiche Walzen **13, 14** hintereinander sitzen, um die Seite der Papierbahn W umzukehren, die stärker zu kalendrieren ist. Der Zustand der mit den weichen Beschichtungen **10** versehenen Walzen **11 ... 16** wird mittels Schwingungserfassungseinrichtungen **41, 42, 43, 44, 45, 46** überwacht, die an einem der Lagergehäuse **18** von jeder der Walzen sitzen. Durch ein Analysieren der Signale $f_1(t) \dots f_6(t)$, die von den Schwingungserfassungseinrichtungen **41 ... 46** erhalten werden, ist es möglich, eine Beschädigung der weichen Walzenseiten **10** und eine örtliche Verschmutzung M der Walzen **11 ... 16** zu erfassen, bevor die Polymerbeschichtung **10** beschädigt und irreparabel wird.

[0027] Wie dies in **Fig. 2** gezeigt ist, werden die Signale $f_1(t) \dots f_6(t)$, die die Schwingungen repräsentieren und die von den Schwingungserfassungseinrichtungen **41 ... 46** empfangen werden, die in Verbindung mit einer der Lagerstützen **18** von jeder der Walzen **11 ... 16** sitzen, entlang des Busses **31** in das Überwachungssystem **30 ... 35** gebracht, das bei der Erfindung angewendet wird, wobei ein Ausführungsbeispiel dieses Systems nachstehend detaillierter unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben ist.

[0028] In **Fig. 2** ist der sogenannte Umkehrspalt N_v zwischen zwei mit weicher Seite versehenen Walzen **13** und **14** ausgebildet. Da in der Regel die Walzen **13** und **14** verschiedene Durchmesser im Vergleich zueinander haben, kann eine Störung bei einer der Walzen **13/14** lokalisiert werden, indem die Zykluszeit T_r der Störung überwacht wird. In einem derartigen Fall wird eine Schwingungserfassungseinrichtung **43/44** bei einer der Walzen **13/14** lediglich benötigt. Dieses Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann außerdem derart verallgemeinert werden, dass

beispielsweise bei einem Kalendar, bei dem sämtliche Walzen unterschiedliche Durchmesser im Vergleich zueinander haben, es möglich ist, lediglich eine Schwingungserfassungseinrichtung **40** und eine oder mehrere Impulserfassungseinrichtungen **50** anzuwenden, und die Störung kann exakt bei der verschmutzten Walze auf der Grundlage der Zykluszeiten T_r der Schwingungen lokalisiert werden.

[0029] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung von einem derartigen Ausführungsbeispiel des Systems der vorliegenden Erfindung, bei dem Paare an Schwingungserfassungseinrichtungen **41a ... 46a** und **41b ... 46b** an beiden der entgegengesetzt befindlichen Lagerstützen **18** von sämtlichen weichen Kalendarwalzen **11 ... 16** vorhanden sind. Die Bezugszeichen a und b beziehen sich auf die entgegengesetzten Seiten des Kalenders. Somit unterscheidet sich in dieser Hinsicht die Darstellung von **Fig. 1** von der Darstellung von **Fig. 2**, bei der die Schwingungserfassungseinrichtungen **41 ... 46** so gezeigt sind, dass sie in Verbindung mit einer der Lagerstützen **18** lediglich an jeder der weichen Walzen **11 ... 16** sitzen. Sowohl in **Fig. 1** als auch in **Fig. 2** ist eine Impulserfassungseinrichtung **50** gezeigt, von der das Synchronisierungssignal $f_r(t)$ erhalten wird, das in einer Weise genutzt wird, die nachstehend detaillierter beschrieben ist.

[0030] Von den in **Fig. 2** gezeigten Paaren an Schwingungserfassungseinrichtungen **41a, 41b ... 46a, 46b** werden die Signale $fa_1(t) \dots fa_6(t)$ und $fb_1(t) \dots fb_6(t)$ erhalten, die zu der Einheit **30** treten. Außerdem tritt zu der Einheit **30** ein Signal $f_r(t)$ von der Impulserfassungseinrichtung **50**, die in Verbindung mit einer Kalendarwalze angeordnet ist, wobei dieses Signal beispielsweise aus einem kurzen Spannungsimpuls, der bei jeder Umdrehung der Walze kommt, ausgebildet wird, wobei die Zykluszeit T von diesem Impuls die Umfangsgeschwindigkeit der Walzen darstellt. Bei der Einheit **30** ist es außerdem möglich, eine Spektralanalyse der Signale $f_a(t)$ und $f_b(t)$ beispielsweise mittels an sich bekannten Fourier-Analyseeinrichtungen auszuführen. In dieser Weise ist es zusätzlich zu dem Lokalisieren der Störung ebenfalls möglich, Schlussfolgerungen in Bezug auf die Eigenschaft und den Grad der Ernsthaftigkeit der Störung zu ziehen. Das Signal $f_r(t)$ kann für eine Synchronisierung der Messungen und für eine Messung der Drehzahl der Walzen bei dem erfindungsgemäßen Überwachungssystem verwendet werden, das nachstehend detaillierter beschrieben ist.

[0031] Die Schwingungserfassungseinrichtungen **41 ... 46** sind vorzugsweise Beschleunigungserfassungseinrichtungen, jedoch können piezoelektrische Erfassungseinrichtungen oder Übergangserfassungseinrichtungen, wie beispielsweise Spannungsmessungserfassungseinrichtungen, ebenfalls verwendet werden. Mittels dieser Erfassungseinrichtungen wer-

den Druckstöße einer sehr hohen Frequenz, die beispielsweise von Fasersträngen M herrühren, bei dem Satz an Kalandervalzen oder bei einer entsprechenden anderen zu überwachenden Seite, wie beispielsweise die Seite eines Übertragungsriemens oder eines Pressenfilzes, gemessen. Diese Druckstöße erzeugen mechanische Schwingungen, die als eine Longitudinalwellenbewegung vorhanden sind, wobei die wesentliche Energie dieser Schwingungen in der Regel in dem Schallfrequenzbereich ist. Außer durch Verunreinigungen wie beispielsweise örtliche Faserstränge M können die Schwingungen auch durch eine Beschädigung bei den Beschichtungen an den Walzen verursacht werden, wobei diese Beschädigung als örtliche Bereiche einer Diskontinuität oder als Verformungen bei den Walzenflächen, insbesondere bei einer weichen Beschichtung **11**, die gegenüber einer Beschädigung anfällig ist, vorhanden ist. Wenn beispielsweise gemäß der Darstellung von **Fig. 2** ein Faserstrang M an der weichen Polymerbeschichtung **10** an der ersten weichen Walze **11** vorhanden ist und durch den zweiten Spalt N_2 tritt, erzeugt er ein deutlich unterscheidbares Signal $f_1(t)$, das durch den Bus **31** in das System **30** ... **35** übertragen wird, das in **Fig. 1** gezeigt ist.

[0032] Die Signale $f_a(t)$ und $f_b(t)$, die durch die Paare an Erfassungseinrichtungen erfasst werden, werden in der Einheit **30** auf den Durchschnitt gebracht, bei der darüber hinaus die Phasendifferenz φ zwischen den Signalen $f_a(t)$ und $f_b(t)$ gemessen wird. Diese Phasendifferenz φ ist beispielsweise durch die Differenz Δt zwischen den Laufzeiten der Schwingungen dargestellt, die direkt proportional zu φ ist. Eine entsprechende Differenz Δt zwischen den Laufzeiten kann mittels Paaren an Erfassungseinrichtungen erfasst werden. Auf der Grundlage der Differenz Δt zwischen den Laufzeiten gemäß der vorstehend dargelegten Beschreibung kann der Ort des Faserstranges M in der axialen Richtung der Walzen bestimmt werden.

[0033] Auf der Grundlage des Signals $f_r(t)$ der Impulserfassungseinrichtung **50** ist es möglich, den Phasenwinkel α_m , bei dem der Faserstrang M angeordnet ist, von der Referenzebene zu bestimmen, die durch die Impulserfassungseinrichtung **50** bestimmt wird, wobei in der Referenzebene die Mittelachse der Walze angeordnet ist. Die Winkelkoordinate α kann auf der Grundlage der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$\alpha_m = \frac{360^\circ \cdot Tr}{T}$$

[0034] Wobei Tr = die Verzögerungszeit bei dem Erfassen der Schwingung ist, die durch den Faserstrang M bewirkt wird, und T = Umlaufzykluszeit der Walze ist.

[0035] Die vorstehend dargelegte Definition ist auf

den Umstand gegründet, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Schwingungen in den Metallteilen **11** ... **16** der Walzen erheblich höher als v_k = Umfangsgeschwindigkeit der Walzen ist ($c \gg v_k$). Somit ist es möglich, beide Koordinaten der Faserstränge M, das heißt die Koordinaten der Axialrichtung der Walze und die Winkelkoordinate senkrecht zu dieser zu bestimmen.

[0036] Bei der in **Fig. 1** gezeigten Einheit **30** werden der Durchschnitt der Signale $f_a(t)$ und $f_b(t)$ gebildet und ihre Phasendifferenz φ wird gemessen. Bei der Messung der Phasendifferenz φ ist es ebenfalls möglich, das Verfahren der Korrelation der Signale $f_a(t)$ und $f_b(t)$ anzuwenden. Zusätzlich zu der Messung der Phasendifferenz φ ist es bei der Einheit **30** ebenfalls möglich, eine Spektralanalyse der Signale $f_a(t)$ und $f_b(t)$ auszuführen, und auf der Grundlage dieser Analyse ist es möglich, Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Eigenschaft der Störung zu ziehen. Die Einheit **30** kann einen Prozessor (CPU) oder einen Computer haben, dessen Betrieb durch ein Computerprogramm **32** gesteuert wird, das für diesen Zweck vorbereitet worden ist. Von der Einheit **30** wird die Information I erhalten, die zu dem Anzeigemonitor **33** tritt, der die geeigneten Anzeigedaten für den Betriebsüberwacher und mögliche Warnungen, sofern vorhanden, anzeigt. Des weiteren können auf der Grundlage eines von der Einheit **30** empfangenen Signals s die Vorrichtungen **35** für ein Reinigen und Konditionieren der Kalandervalzen so gesteuert werden, dass die Reinigungsvorgänge, beispielsweise ein Rakeln und/oder Wasser- oder Dampfstrahlen, bei der verschmutzten Walze **11** ... **16** oder sogar in der axialen Richtung der Walze ausdrücklich an den Orten der Verunreinigungen angewendet werden, und in dieser Weise kann das Reinigen effizienter und derart gestaltet werden, dass es die Walzenseite weniger verschleißt und weniger Reinigungsmedium und Energie verbraucht wird. Des weiteren kann die Einheit **30** vorzugsweise interaktiv mit dem Rest des Steuer- und Überwachungssystems **34** des Kalenders so verbunden sein, dass sie synergetisch zusammen mit dem System wirkt.

[0037] Bei dem Verfahren der vorliegenden Erfindung können die Messsignale mittels der Drehzahl der Kalandervalzen synchronisiert werden, die mittels des Signals $f_r(t)$ und mittels der Impulserfassungseinrichtung **50** erhalten wird. Das erfindungsgemäße System kann beispielsweise so arbeiten, dass, wenn die Erfassungseinrichtung **50** an dem Auslöserpunkt vorbeiläuft und einen Impuls erteilt, die vorstehend beschriebene Messung der Schwingung gestartet wird, und die für einen Zyklus der Messung verwendete Zeit unveränderlich ist. Nach dem Messzyklus wird das nächste Auslösen der Erfassungseinrichtung **50** abgewartet, und ein neuer Messzyklus wird gestartet. Diese Messzyklen mit unveränderlicher Länge werden als eine ausreichende

Anzahl gespeichert und die durchschnittlichen Werte der Messsignale $f_a(t)$, $f_b(t)$ werden berechnet. Die Messung der Messsignale $f_a(t)$ und $f_b(t)$ und des Synchronisiersignals $f_r(t)$ kann ebenfalls kontinuierlich beispielsweise für eine Periode von ungefähr 1 Minute ausgeführt werden, wobei danach das Programm **32** das Berechnen einer synchronisierten Zeitdurchschnittsbildung ausführt.

[0038] Die von den örtlichen Verunreinigungen wie beispielsweise Faserstränge M herrührenden Druckstöße und die von diesen erfassten Signale $f_a(t)$ und $f_b(t)$ haben in der Regel eine relativ hohe Frequenz. Da Schwingungen, die beispielsweise von der Unwucht von Walzen oder aus entsprechenden anderen Gründen auftreten, eine erheblich niedrigere Frequenz haben, können sie mittels Hochpassfiltern bei der Einheit **30** so herausgefiltert werden, dass sie nicht die Beobachtungen gemäß der vorliegenden Erfindung beeinträchtigen. Durch das Anwenden einer an sich bekannten Einrichtung bei dem Verarbeiten der Signale, wie beispielsweise ein Bandpassfilter oder ein Korrelationsverfahren, ist es möglich, die Effekte des „Rauschens“ zu verringern, die die Messungen gemäß der vorliegenden Erfindung beeinträchtigen.

[0039] Obwohl vorstehend beschrieben ist, dass die Koordinaten des Ortes der Verunreinigungen M an dem Mantel der Walzen sowohl in der axialen Richtung als auch in der Umfangsrichtung gemessen werden, kann die vorliegende Erfindung natürlich auch so angewendet werden, dass nur eine der Koordinaten erfasst wird.

[0040] Der Umfang der vorliegenden Erfindung umfasst auch Anwendungen, bei denen die Koordinaten der Ursache der Schwingung überhaupt nicht bestimmt werden, sondern ausschließlich die Walze bestimmt wird, insbesondere eine mit einer weichen Seite versehene Walze **11** ... **16** und in **Fig. 2** ausdrücklich die erste weiche Walze **11**, in Verbindung mit der die Verschmutzung M vorhanden ist und bei der somit die Reinigungsvorgänge wie beispielsweise das Rakeln mittels Vorrichtungen **35** angewendet werden.

[0041] Für die Vorrichtungen **35** für ein Reinigen und/oder Konditionieren der Walzenseite oder der Seite eines entsprechenden Bandes oder Filzes ist es möglich, an sich bekannte Rakeln und/oder beispielsweise Düsenvorrichtungen der in dem US Patent 5 603 775 beschriebenen Art anzuwenden, die in der axialen Richtung der Walze laufen und die ein Reinigungsmedium sprühen.

[0042] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das in **Fig. 2** skizziert ist, wird der Schaber oder die Rakel so gesteuert, dass ausdrücklich die Walze, die Walze **11** in **Fig. 2**, gerei-

nigt wird, an deren weicher Seite **10** eine Verschmutzung M erfasst worden ist.

[0043] Bei der Einheit **30** ist es möglich, Informationsdatenbanken zu sammeln und zu erzeugen, wobei es dadurch möglich ist, die optimale Austauschzeit der verschiedenen Walzen zu bestimmen beispielsweise durch ein Klassifizieren der Ernsthaftigkeit der Störung und durch, in Verbindung mit dem Austauschen der Walze, ein Speichern der erforderlichen Daten in dem Speicher des Systems **30**. Somit wird ein gefügiges bzw. steuerbares System **30** erzeugt, und die Ernsthaftigkeit einer Störung kann mittels der Historiendaten identifiziert werden, die bei dem System gesammelt werden, und zum richtigen Zeitpunkt kann eine Maßnahme unternommen werden.

[0044] Wenn in Verbindung mit umlaufenden Manteln von Kalandervalzen eingesetzte Erfassungseinrichtungen anstatt von oder zusätzlich zu ortsfesten Schwingungserfassungseinrichtungen angewendet werden, kann die Übertragung der Daten von den beweglichen Erfassungseinrichtungen in an sich bekannten Weisen eingerichtet sein. Für die Übertragung der Messsignale $f_a(t)$, $f_b(t)$ und $f_r(t)$ von umlaufenden Walzen sind eine Anzahl an verschiedenen Lösungen aus dem Stand der Technik bekannt, die in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung angewendet werden können. Diese Lösungen nach dem Stand der Technik umfassen verschiedene Gleitringe und eine Übertragung von Signalen per Funk. Gleitringe sind möglich, aber sie sind häufig gegenüber einer Störung anfällig, und typischerweise machen sie eine Unmenge an Raum an den Walzenachsen erforderlich. Für eine drahtlose Übertragung von Signalen sind im Handel Funkgeräte erhältlich. Die sich auf die Übertragung eines Signals beziehenden Lösungen des Standes der Technik werden in diesem Zusammenhang nicht weiter detailliert beschrieben, jedoch wird in diesem Zusammenhang beispielsweise auf die Patentanmeldung EP-A1-0 075 620 und auf das finnische Patent 92 771 der Anmelderin der vorliegenden Patentanmeldung verwiesen.

[0045] Nachstehend sind die Patentansprüche dargelegt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erfassen einer Verschmutzung und/oder einer Beschädigung einer Seite (**10**), die durch einen Spalt oder Spalte (N_1 ... N_{10}) in einem Kalandrier für Papier mit mit weichen Seiten versehenen Walzen läuft, vorzugsweise mit Polymer beschichtete Walzen, wobei bei diesem Verfahren Schwingungen, die in Verbindung mit dem Aufbau (**18**, **100**) eines Kalandriers auftreten, erfasst und verarbeitet werden, wobei diese Schwingungen mittels zumindest einer Schwingungserfassungseinrichtung (**40**; **41** ... **46**;

41a ... 46a; 41b ... 46b) erfasst werden, die in Verbindung mit den Lagerstützen von Kalandrierwalzen (**11 ... 16**) sitzen, wobei mittels der Schwingungserfassungseinrichtung(en) die Kalandrierwalze(en) (**11 ... 16**) identifiziert wird/werden, von der/denen die Schwingung herrührt, wobei die Schwingungserfassungseinrichtung(en) (**40; 41 ... 46**) in Verbindung mit den Lagerstützen (**18**) der weichen Seite (**10**), vorzugsweise mit Polymer beschichtete Walzen (**11 ... 16**) in einem Stapel an Kalandrierwalzen (**11 ... 16, 21 ... 26**) sitzt/sitzen, wobei dadurch die mit der weichen Seite versehene Kalandrierwalze (**11 ... 16**) bestimmt wird, deren weiche Beschichtung (**10**) verschmutzt und/oder beschädigt worden ist.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Verfahren die Drehung von einigen, vorzugsweise sämtlichen, zu überwachenden Walzen beobachtet wird, und die Schwingung ebenfalls von irgendeinem geeigneten Punkt beispielsweise von dem Rahmen (**100**) der Maschine gemessen wird, und zumindest eine Schwingungserfassungseinrichtung (**40**) angewendet wird, und die Zykluszeit (T_r) des von der Erfassungseinrichtung (den Erfassungseinrichtungen) erhaltenen Schwingungssignal mit der Drehzahl der zu überwachenden Walzen verglichen wird und dadurch die Störungsquelle bestimmt wird und Schritte unternommen werden, um die Störung zu beseitigen.

3. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren bei einem Mehrwalzenkalandrier angewendet wird, bei dem abwechselnd mit harter Seite (**20**) versehene Metallwalzen (**21 ... 26**) und entsprechende mit einer weichen Beschichtung, vorzugsweise mit einer Polymerbeschichtung (**10**) versehene Walzen (**11 ... 16**) vorhanden sind, die übereinander angeordnet sind, wobei die Walzen Kalandrierspalte ($N_1 \dots N_{10}$) miteinander ausbilden, und in Verbindung mit den Lagerstützen (**18**) der mit der weichen Seite (**10**) versehenen Kalandrierwalzen (**11 ... 16**) Schwingungserfassungseinrichtungen (**41 ... 46**) eingesetzt sind, von denen Schwingungssignale ($f_1(t) \dots f_6(t)$) zu den Einheiten (**30 ... 35**) treten, die die Schwingungen behandeln.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren bei einem Kalandrier angewendet wird, bei dem ein sogenannter Umkehrspalt (N_v) vorhanden ist, der durch zwei weiche Kalandrierwalzen (**13, 14**) ausgebildet ist, an jeder der mit der weichen Seite versehenen Walzen (**13, 14**), die vorzugsweise unterschiedliche Durchmesser im Vergleich zueinander haben, eine Erfassungseinrichtung (**50**) vorhanden

ist, die die Drehzahl der Walze überwacht, eine Schwingungserfassungseinrichtung (**43/44**) in Verbindung mit der Lagerstütze von lediglich einer der Walzen (**13, 14**) sitzt und eine Störung als vorhanden an irgendeiner der Walzen (**13, 14**) lokalisiert wird, indem die Zykluszeit (T_r) der Wiederholung der Störung genutzt wird.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Verfahren Schwingungen in dem Walzenrahmen und/oder Walzenlagern einer Walze oder von Walzen, die einen Kalandrierspalt oder Kalandrierspalte ($N_1 \dots N_{10}$) ausbilden/ausbilden, mittels zumindest einem Paar an Erfassungseinrichtungen erfasst werden, und der Ort der Störungsquelle (**11**) in der axialen Richtung der Walze auf der Grundlage der Fasendifferenz (φ) der Schwingungen bestimmt wird, die bei den verschiedenen Erfassungseinrichtungen (**41 ... 46**) bei dem Paar an Erfassungseinrichtungen (**41a, 41b ... 46a, 46b**) eintreffen.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Erfassungseinrichtungen (**41 ... 46**) die in Verbindung mit den Lagerstützen der zu überwachenden Walzen (**11 ... 16**) angeordnet sind, zusätzlich der Zustand der Lager bei dem Kalandrier überwacht wird.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ort der Störungsquelle (M) in der Umfangsrichtung oder Maschinenrichtung der zu überwachenden Seite (**10**) bestimmt wird, indem eine Impulserfassungseinrichtung (**50**) angewendet wird, die die Drehzahlen der zu überwachenden Seite (**10**) aufzeichnet, und indem der Zeitpunkt des Impulses, der von der Erfassungseinrichtung erhalten wird, im Vergleich zu dem Zeitpunkt der Erfassung der Störung (M) verwendet wird.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei diesem Verfahren mittels eines Hochpassfilters und/oder mittels eines Bandpassfilters die Störsignale, die außerhalb des Messfensters angeordnet sind und von der Unwucht der Walzen (**11 ... 16**) Gewebe und/oder Bänder von anderen Schwingungen herrühren, von den Signalen ($f_a(t), f_b(t)$) getrennt werden, die mittels der Schwingungserfassungseinrichtungen erfasst werden.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Verfahren eine bestimmte Menge an Messsignalen in dem Speicher gesammelt werden, wobei von den Signalen der Durchschnittswert ermittelt wird und auf der Grundlage der somit erhaltenen Signale zumindest eine Koordinate der Störungsquelle an der zu über-

wachenden Seite bestimmt wird.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Verfahren die Schwingungssignale und das Signal ($f_r(t)$), das das Vorbeitreten und die Geschwindigkeit des Referenzpunktes an der zu überwachenden Seite (**10**) anzeigt, zu einer Einheit (**30**) oder zu einem Computertreten, der mit einem Programm (**32**) versehen ist, das die Messung steuert und die Messergebnisse analysiert, und von der Einheit (**30**) oder dergleichen die Messergebnisse zu einer Anzeige und/oder einer Warneinrichtung (**33**) treten.

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Grundlage der Koordinaten der Ort der Störungsquellen, wie beispielsweise die Verunreinigungen (M), die Vorrichtungen (**35**), die die zu überwachende Seite (**10**) reinigen, so gesteuert werden, dass sie den Reinigungsvorgang, wie beispielsweise ein Rakeln, bei der verschmutzten Kalandervalze, insbesondere bei einer mit einer weichen Seite versehenen Walze (**11** ... **16**) anwenden.

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die von den Schwingungserfassungseinrichtungen empfangenen Signale einer Spektralanalyse unterworfen werden, auf deren Grundlage Schlussfolgerungen in Bezug auf die Eigenschaft der Störung gezogen werden und/oder Effekte der Außenstörungsquellen verringert werden.

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Einheit (**13**) eine Datenbank gesammelt und erzeugt wird, wobei dadurch die optimalen Austauschzeiten der verschiedenen Walzen bestimmt werden vorzugsweise durch ein Klassifizieren der Ernsthaftigkeit der Störung und durch ein Speichern der erforderlichen Daten in dem Speicher des Systems (**30**) in Verbindung mit jedem Austauschen der Walze.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

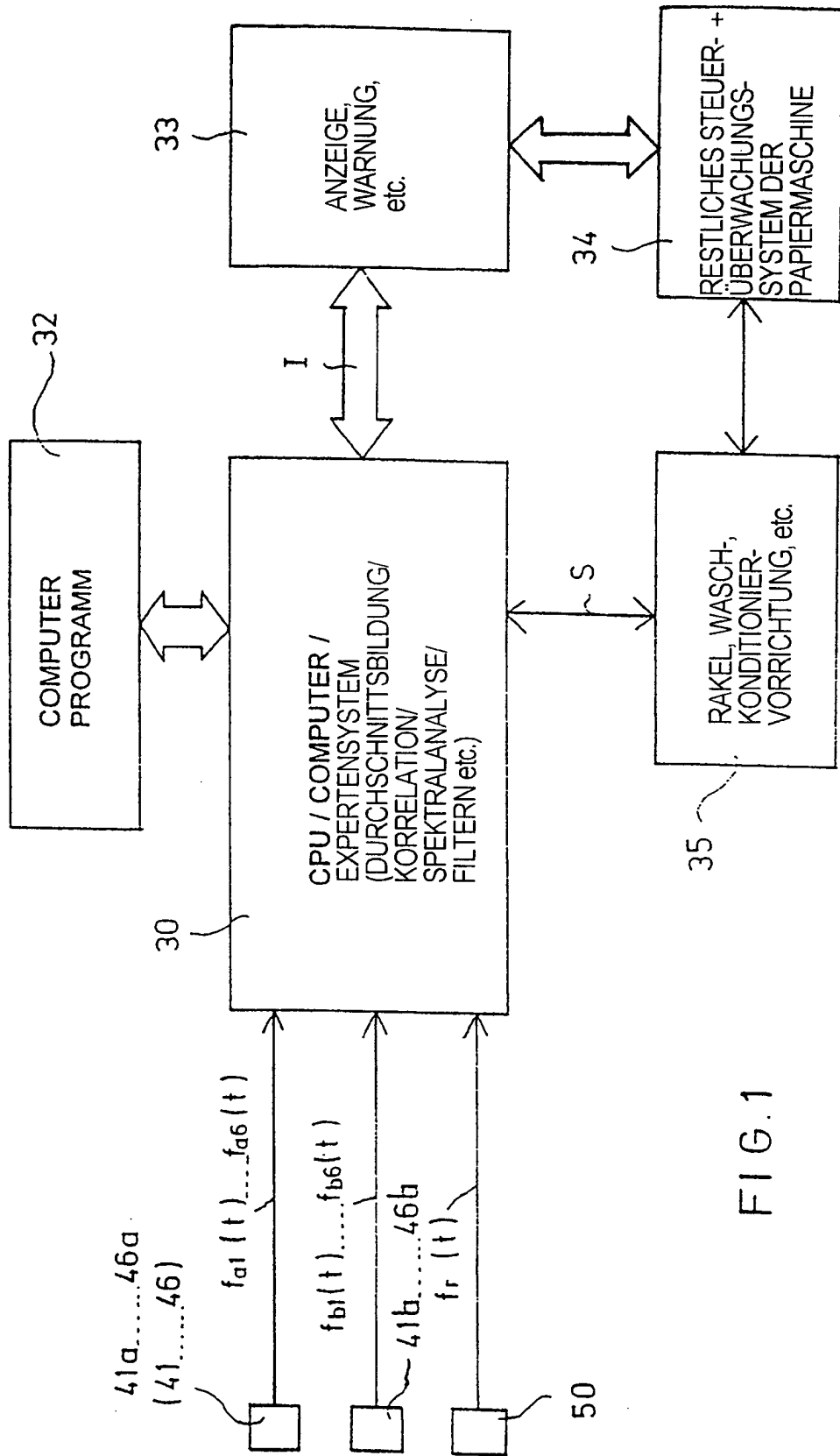


FIG. 1

