



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 27 639 T2** 2004.05.27

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 809 570 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 27 639.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/02656**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 908 544.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 96/025288**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.02.1996**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **22.08.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.12.1997**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **23.04.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.05.2004**

(51) Int Cl.7: **B30B 3/04**

**G01L 5/00, G01K 13/04, D21G 1/00,  
G01K 13/08**

(30) Unionspriorität:

**390408 16.02.1995 US**

(73) Patentinhaber:

**Stowe Woodward, LLC, Wilmington, Del., US**

(74) Vertreter:

**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, DE, FR, GB, IT, SE**

(72) Erfinder:

**MOORE, H., Robert, Winchester, US**

(54) Bezeichnung: **SENSORSYSTEM ZUM MESSEN VON DYNAMISCHEN DRUCK IN EINEM SPALT ZWISCHEN ZWEI WALZEN**

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**

## GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf eine Walze zur Verwendung im Quetschwalzenabschnitt einer Papiermaschine oder einer verwandten Maschine, wobei eine solche Walze Fühler aufweist, um Druck oder Temperatur über die Länge der Walze zu erfassen

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Im Prozess der Papierherstellung sind viele Stufen nötig, um im Stoffauflaufkasten vorhandenen Vorrat in Papier umzuwandeln. Die Anfangsstufe ist das Aufbringen des im Stoffauflaufkasten vorhandenen Vorrats auf das Papiermaschinensieb oder -gewebe. Nach dem Aufbringen läuft das Weißwasser, das einen Teil des Vorrats bildet, durch die Zwischenräume des Gewebes ab und hinterlässt darauf ein Gemisch aus Wasser und Fasern. Das Gewebe trägt dann das Gemisch und leitet es durch verschiedene Entwässerungsstufen, so dass darauf nur eine Faserbahn oder -matte übrigbleibt.

[0003] Eine der Entwässerungsstufen findet im Quetschwalzenabschnitt des Papierherstellungsprozesses statt. Im Quetschwalzenabschnitt pressen zwei oder mehr zusammenwirkende Walzen die Faserbahn zusammen, wenn sie auf dem Gewebe zwischen den Walzen hindurchläuft. Indem die Walzen eine große Kraft auf das Gewebe ausüben, verursachen sie eine Abflachung der über sie hinweglaufenden Bahn, wodurch eine feuchte Fasermatte erzielt wird. Die feuchte Matte wird dann durch mehrere Vakuum- und Entwässerungsstufen geleitet.

[0004] Der Druckbetrag, mit dem die Bahn während der Quetschwalzenstufe beaufschlagt wird, ist beim Erzielen gleichmäßiger Charakteristika des Flächenkörpers wichtig. Schwankungen im Walzenspaltdruck können den Feuchtigkeitsgehalt und die Eigenschaften des Flächenkörpers beeinträchtigen. Übermäßiger Druck kann ein Zerschneiden der Fasern sowie Löcher im sich ergebenden Papierprodukt verursachen. Herkömmliche Verfahren zur Lösung dieses Problem waren nicht erfolgreich, und das Problem besteht immer noch als solches in der Quetschwalzenstufe und führt oftmals zu qualitativ schlechtem Papier mit ungleichen Oberflächencharakteristika.

[0005] Walzendurchbiegung, die gemeinhin auf ein Durchhängen oder eine Walzenspaltbelastung zurückzuführen ist, war eine Ursache ungleichmäßiger Druckverteilung. Um eine solche Durchbiegung auszugleichen wurden Walzen entwickelt, welche die Walzenballigkeit überwachen und verändern. Solche Walzen weisen für gewöhnlich ein schwimmendes Gehäuse auf, welches einen feststehenden Kern umgibt. Unterhalb des schwimmenden Gehäuses befinden sich Druckregler, die Druckunterschiede erfassen und, wenn nötig, dem schwimmenden Gehäuse

einen höheren Druck zuführen.

[0006] Eine solche Walze ist im US-Patent Nr. 4,509,237 beschrieben. Diese Walze weist Positionsfühler auf, die eine ungleichmäßige Anordnung des Walzengehäuses bestimmen sollen. Die Signale aus den Fühlern aktivieren Trage- oder Druckelemente unterhalb des Walzengehäuses, wodurch jegliche ungleichmäßige Positionierung ausgeglichen wird, die aufgrund von Druckschwankungen bestehen könnte. Die Druckelemente umfassen herkömmliche hydrostatische Traglager, die von einer Zufuhrleitung mit unter Druck stehendem Öl versorgt werden. Eine ähnliche Walze ist im US-Patent Nr. 4,729,153 offenbart. Diese Walze mit gesteuerter Durchbiegung weist darüber hinaus Fühler auf, um Walzenoberflächentemperatur in einem schmalen Band über der Walzenfläche zu regulieren. Weitere Walzen mit gesteuerter Durchbiegung, wie diejenige des US-Patents Nr. 4,233,011, beruhen auf den Wärmedehnungseigenschaften des Walzenmaterials, um eine angemessene Durchbiegung der Walze zu erzielen. Solche durchbiegungskompensierte Walzen sind wirksam bei der Veränderung der Walzenballigkeit. Somit können solche Walzen bei einer Belastung von 100 Pfund pro Zoll genauso wirksam arbeiten wie bei 500 Pfund pro Zoll, wohingegen Walzen ohne solche Fähigkeiten nur bei einer einzigen speziellen Belastung richtig arbeiten können.

[0007] Obwohl sich der Stand der Technik des Problems der Messung von Walzendurchbiegung angenommen hat, schweigt er sich über Verfahren aus, die die Belastung über die Walzenfläche messen, während die Walze in Betrieb ist. Belastung ist die Kraft, die die Walze in einem Walzenspalt an eine Faserbahn anlegt. Wie vorstehend festgestellt, ist der Druckbetrag oftmals ungleichmäßig verteilt. Falls beispielsweise die Walzenbelastung auf 200 Pfund pro Zoll eingestellt ist, können es tatsächlich 300 Pfund pro Zoll an den Rändern und 100 Pfund pro Zoll in der Mitte sein.

[0008] Herkömmliche Verfahren zur Bestimmung des Vorhandenseins solcher Diskrepanzen im angelegten Druck erfordern es, dass die Walze angehalten und ein langes Stück Kohlepapier, Folienpapier oder druckempfindlicher Film in den Walzenspalt eingelegt wird. Es ist bekannt, dass mit dieser Vorgehensweise ein Walzenspaltabdruck genommen wird. Obwohl diese Vorgehensweise nützlich ist, kann sie nicht eingesetzt werden, solange die Quetschwalze in Betrieb ist. Darüber hinaus sind solche Verfahren nicht wiederverwendbar, da sie nur ein einzelnes Ereignis wie den höchsten Druck oder die Kontaktbreite messen. Zusätzlich müssen solche Messwertabmessungen, um von Nutzen zu sein, wiederholt vorgenommen und ihr Durchschnitt ermittelt werden, ein Vorgang, der zu erhöhten Abschaltzeiten zum Ent- und erneuten Beladen des Papiers führt. Schließlich können Temperatur und andere damit zusammenhängende Veränderungen, welche die Gleichmäßigkeit des Drucks des Walzenspalts beeinträchtigen

könnten, nicht mit einbezogen werden.

[0009] Bei der im US-Patent Nr. 4,898,012 beschriebenen Walze hat man versucht, sich dieses Problems anzunehmen, indem Fühler auf der Walze eingebaut wurden, um den Normalmaßverlauf eines Walzenspalts zu bestimmen. Diese Walze ist jedoch mit mehreren Problemen behaftet. Der Aufbau dieser Walze erfordert einen feststehenden Mittenträger und würde somit nicht für alle Walzentypen sondern nur für Walzen mit einem schwimmenden Walzengehäuse, wie Walzen mit gesteuerter Durchbiegung ausgelegt sein. Deshalb konnte dieser Lösungsansatz nicht auf bestehende Walzen mit nichtgesteuerter Durchbiegung angewandt werden. Das Verfahren würde eine signifikante Kalibrierung erfordern, da die Messungen auf der Durchbiegung des Innendurchmessers des schwimmenden Gehäuses beruhen und nicht auf der tatsächlichen Walzenspaltbelastung.

[0010] Herkömmliche Walzensysteme aus dem Stand der Technik haben bei der Bereitstellung von Messungen der Druckschwankungen während sich die Walze in einem Walzenspalt dreht, versagt. Die vorliegende Erfindung misst solche Schwankungen und setzt den Bediener sofort über solche Druckschwankungen in Kenntnis, wodurch es diesem möglich ist, Unregelmäßigkeiten im Druck, der an die Bahn angelegt wird, zu diagnostizieren und unverzüglich Korrekturmaßnahmen einzuleiten.

[0011] Die Druckschrift US-A-5048353 bezieht sich auf eine Walze, welche eine spiralförmige Anordnung piezoelektrischer Kristalle auf einem Streifen umfasst, die gleichmäßig über den Umfang verteilt sind.

[0012] Die Druckschrift WO-A-9311404 bezieht sich auf eine Walze zur Messung der Oberflächenflachheit eines streifenartigen Materials, das mit der Walze in Druckkontakt ist.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0013] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, über die Maschinenbreite gleichmäßige Flächenkörperqualität und -charakteristika bereitzustellen.

[0014] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, den Druck an verschiedenen Stellen entlang der Walze zu messen.

[0015] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, das dynamische Druckprofil der Walze anzuzeigen.

[0016] Noch eine Aufgabe der Erfindung ist es, den Druck an jeder beliebigen Stelle der Walze zu bestimmen.

[0017] Noch eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, gemessene Druckwerte in Balligkeitskorrekturdaten zu übersetzen.

[0018] Noch eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, Korrekturmaßnahmen einzuleiten, um Gleichmäßigkeit im Belastungsdruck bereitzustellen.

[0019] Und es ist noch eine weitere Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Bestimmung des Druckprofils entlang der Walze bereitzustellen.

[0020] Diese und weitere Aufgaben der Erfindung werden durch ein System zum Messen der dynamischen Druckverteilung der Walzen in einer Quetschwalze gelöst. Das System umfasst eine Walze, die so ausgelegt ist, dass sie in mindestens einem Walzenspalt drehend mit mindestens einer weiteren Walze in Berührung ist, einen oder mehrere Fühler auf sich aufweist, um den Walzenspaltdruck an mehreren Stellen entlang der Walzenlänge zu messen, bei der die von den Fühlern erhaltenen Messwerte an einen Computer und ein Display übertragen werden, um numerische sowie graphische Darstellungen des Drucks an einer oder mehreren Stellen auf der Walze zu erhalten. Optional kann ein Steuersystem in das System eingebaut sein, um die Druckverteilung entlang der Walze zu bestimmen und Korrekturmaßnahme einzuleiten. Das System der vorliegenden Erfindung kann darüber hinaus, falls gewünscht, Temperaturschwankungen messen, da Wärmefühler auf der Messwalze verwendet werden können, oder das computerisierte Korrelationsschema kann Fühlerablesungen sowohl mit Temperatur als auch Druck in Bezug setzen. Die Erläuterung, die nun folgen soll, konzentriert sich aber primär auf die Fähigkeit des Systems, Druckschwankungen entlang der Walzenlänge zu messen.

[0021] Die vorliegende Erfindung ist durch die Ansprüche 1 bis 4 definiert und bezieht sich auf ein System zur Bestimmung des Druckprofils in einem Walzenspalt, das folgendes umfasst: eine erste Walze, die so ausgelegt ist, dass sie mit mindestens einer weiteren Walze einen Walzenspalt bildet, die erste Walze umfasst mehrere Fühler, die um die Walze an verstreuten umfänglichen und axialen Stellen angeordnet sind, um die Druckbeaufschlagung auf die erste Walze zu erfassen, wenn die erste Walze sich drehend gegen die mindestens eine weitere Walze gepresst wird, wobei die Fühler Drucksignale liefern, die repräsentativ für den Druck sind, der von jedem der Fühler erfasst wird; ein Computer mit einem Mikroprozessor ist vorhanden, um Messwerte des von mindestens einem der Fühler erfassten Drucks aus den Drucksignalen zu berechnen; und ein Display, das mit dem Computer verbunden ist, um eine visuelle Darstellung der Druckmesswerte bereitzustellen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0022] **Fig. 1** zeigt eine Draufsicht des Systems der vorliegenden Erfindung.

[0023] **Fig. 2A** zeigt eine Ausführungsform der Walze, die Fühler an gleichmäßig beabstandeten Stellen entlang der Walze aufweist.

[0024] **Fig. 2B** zeigt eine alternative Ausführungsform der Walze, die Fühler an beabstandeten Stellen in der Mitte und an den Enden der Walze aufweist.

[0025] **Fig. 2C** zeigt eine alternative Ausführungsform der Walze, die zwei Reihen von Fühlern aufweist, die an derselben axialen Stelle aber an einer unterschiedlichen umfänglichen Stelle auf der Walze

angeordnet sind.

[0026] **Fig. 2D** zeigt eine Seitenansicht einer alternativen Ausführungsform der Walze, die mehrere Fühler aufweist, die an derselben axialen Stelle aber an unterschiedlichen umfänglichen Stellen der Walze angeordnet sind und die zur Ausbildung von mehr als einem Walzenspalt verwendet wird.

[0027] **Fig. 2E** zeigt eine Ausführungsform der Walze der vorliegenden Erfindung, die Fühler an verstreuten umfänglichen und axialen Stellen aufweist.

[0028] **Fig. 3A** zeigt einen auf der Walzenoberfläche angebrachten Fühler.

[0029] **Fig. 3B** zeigt Fühler, die unterhalb eines Walzenmantels angebracht sind.

[0030] **Fig. 4A** zeigt eine Ausführungsform der Walze der vorliegenden Erfindung, die faseroptische Fühler einsetzt.

[0031] **Fig. 4A** zeigt eine alternative Ausführungsform der Walze der vorliegenden Erfindung, die faseroptische Fühler einsetzt.

[0032] **Fig. 5A** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der entlang der Länge der Walze der **Fig. 2A, 2C** und **2E** hinsichtlich der Stelle auf der Walze gegenüber dem gemessenen Druck erfasst wird.

[0033] **Fig. 5B** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der entlang der Länge der Walze von **Fig. 2B** hinsichtlich der Stelle auf der Walze gegenüber dem gemessenen Druck erfasst wird.

[0034] **Fig. 6A** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der an jeder Position entlang der Länge der Walzen der **Fig. 2A** und **2B** hinsichtlich der Winkelposition des Fühlers erfasst wird.

[0035] **Fig. 6B** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der entlang der Länge der Walze von **Fig. 2C** hinsichtlich der Winkelposition des Fühlers erfasst wird.

[0036] **Fig. 6C** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der entlang der Länge der Walze von **Fig. 2D** hinsichtlich der Position der Fühler erfasst wird.

[0037] **Fig. 6D** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der entlang der Länge der Walze von **Fig. 2E** hinsichtlich der Position der Fühler erfasst wird.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0038] **Fig. 1** zeigt eine Draufsicht des Systems **1** der vorliegenden Erfindung. Die Walze **2** mit darauf angebrachten Fühlern **4** befindet sich in einer Walzenspaltanordnung mit einer weiteren Walze **6**. Gewebe **8**, das eine Bahn **10** Fasermaterial trägt, liegt zwischen den beiden Walzen **2** und **6**, wodurch die Bahn dazwischen zusammengedrückt wird.

[0039] In elektrischer Verbindung mit den Fühlern **4** steht eine Elektronik **24**, die dazu beiträgt, das Fühlerausgangssignal in einen Druckwert umzuwandeln. Auf einen auf der Walze angebrachten Multiplexer **12**

greift der Computer **18** zu, um die Fühler **4** zyklisch zu durchlaufen, um Ausgangssignale zu erhalten, die für den gemessenen Druck stehen. Der Multiplexer **12** ist darüber hinaus in elektrischer Verbindung mit einem bidirektionalen Sender **14**, der einen Telemetriesender, Schleifringe oder einen Drehtransformator umfassen kann. Der Sender **14** überträgt die Signale aus dem Multiplexer **12** an einen Signalaufbereiter **16**, der wiederum aufbereitete Signale an den Computer **18** liefert, die für den erfassten Druck stehen. Ein bevorzugter Telemetriesender wird von Microstrain, Burlington, Vermont, hergestellt. Dieser Telemetriesender überträgt über eine Einkanal-FM-Brücke, die ferngesteuert ein- und ausgeschaltet werden kann, um Energie zu sparen. Solch ein Merkmal ist wichtig für nicht balligkeitgesteuerte Walzen, bei denen die ständige Erfassung von Druckverteilungen nicht gewünscht ist. Ein alternativer Sender wird von Physical Measurement Devices, Melbourne, Florida hergestellt. Das Modell PAM-15 umfasst 15 Kanäle über eine Funkverbindung.

[0040] Der Computer **18** besitzt einen Mikroprozessor, um zu bestimmten Zeiten oder auf Abruf auf die Ergebnisse des Multiplexkanals zuzugreifen.

[0041] Abgerufene Übertragungen werden durch eine Bedieneringabe über die Tastatur des Computers erhalten. Es gibt viele Wege festzustellen, welcher Kanal gerade sendet, beispielsweise könnte ein Zweiwege-telemetriesystem oder ein Zweiwegeschleifring den Multiplexer steuern. Alternativ könnte ein Trigger verwendet werden, um das Multiplexieren mit einer vorbestimmten, durch den Computer **18** eingestellten Verzögerungsrate anlaufen zu lassen. Eine andere Alternative besteht darin, den Multiplexer einen übersprungenen Kanal oder ein übersprungenes Signal aussenden zu lassen, um den gegenwärtigen Status anzuzeigen. Alternativ könnte ein Kanal des Multiplexers einen „Fingerabdruck“ wie ein an Masse gelegtes oder offenes Signal aufweisen, also unverwechselbar gekennzeichnet sein. Es könnte auch eine sich wiederholende Sequenz wie ein Signalbündel verwendet werden, so dass der Startpunkt leicht zu erfassen wäre. Sollten Glasfasersensoren verwendet werden wie ein Bragg-Beugungsgitter, intrinsische Fabry-Perot-Sensoren, extrinsische Fabry-Perot-Sensoren oder zwischengeschaltete Etalonfasersensoren, können die ausgegebenen Lichtsignale auf derselben Glasfaser multiplexiert werden. Das sich ergebende Ausgangssignal würde eine Anzahl an eigenständigen Phasenverschiebungen bei verschiedenen Frequenzen mit sich bringen, die der Anzahl an Sensoren entsprechen.

[0042] Wenn der Computer **18** die Signale aus den Fühlern erhalten und einen Druckwert berechnet hat, kann das Display **20** den Druck zahlenmäßig, graphisch oder auf irgendeine andere gewünschte Art je nach den Bedürfnissen des Bedieners anzeigen. Es können Druckprofile über die ganze Maschine sowie über die Walzenspaltprofile angezeigt werden. Der Computer **18** kann darüber hinaus die Druckmess-

werte in Spaltbreiten sowie Daten zur Balligkeitskorrektur umwandeln.

[0043] Ein optionales Steuersystem **22** kann an den Computer **18** und den Signalaufbereiter **16** angeschlossen werden. Das Steuersystem **22** dient dazu, alle erfassten Druckunregelmäßigkeiten zu korrigieren, indem es die Kraft, mit der die Walze beaufschlagt wird, erhöht oder senkt. Das Steuersystem **22** besitzt einen internen Mikroprozessor **26**, um Benutzereingaben im Ansprechen auf die Interpretation des erfassten Drucks zu empfangen, oder um direkte Druckmesswerte aus dem Signalaufbereiter zu empfangen. Nach dem Empfang solcher Signale leitet der Mikroprozessor **26** Korrekturmaßnahmen ein, um Einstellungen an den Lagerzapfenkräften, die zwischen den Walzen **2** und **6** angelegt werden, oder an den Flächenpressungen oder Balligkeitseinstellungen vorzunehmen, wenn das System als Teil eines gesteuerten Balligkeitsregelsystems verwendet wird.

[0044] **Fig. 2A** zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Walze **2** der vorliegenden Erfindung mit Fühlern **4** an gleichmäßig beabstandeten Stellen entlang der Walze **2**. Es ist festzuhalten, dass die Fühler **4** über die Walze gleichmäßig beabstandet sind. Der Abstand stimmt mit der für Balligkeitskorrekturmaßnahmen üblichen Praxis überein. Obwohl die Fühler **4** linear über die Walze **2** verteilt gezeigt sind, ist dies nicht wesentlich, da die Fühler ungleichmäßig verstreut oder spiralförmig um die Walze erscheinen könnten. Festzuhalten ist, dass die Erfindung nicht auf die hierin erläuterten Fühleranordnungen beschränkt werden soll, da die Anordnung der Fühler auf der Walze auch in anderen Konfigurationen erscheinen kann. Darüber hinaus können die Fühler wie in **Fig. 2B** gezeigt angeordnet sein. Solch eine Konfiguration ist wünschenswert, falls der Bediener Wert auf die Druckerfassung in bestimmten Bereichen der Walze legen möchte. Beispielsweise ist die Kraft, die die Walze aufweist, an den Enden der Walze oftmals größer als in deren Mitte. Angesichts dieser Tendenz können die Fühler vorteilhafter Weise, wie in **Fig. 2B** gezeigt, gruppenweise in der Mitte **7** der Walze **2** sowie an den Enden der Walze **2** angeordnet sein. Zusätzlich können die Fühler an derselben axialen Stelle entlang der Walze beabstandet sein, aber an einer unterschiedlichen umfänglichen Stelle auf der Walze, wie in **Fig. 2C** gezeigt ist. Indem die Walze mit dieser Konfiguration verwendet wird, wird sich nur einer der umfänglich angeordneten Fühler zu einer bestimmten Zeit im Spalt befinden. Da viele Fühler empfänglich für Wirkungen sind, reflektieren Messwerte oftmals Veränderungen der Temperatur und andere Wirkungen. Diese Problem wird abgeschwächt, wenn zwei umfänglich angeordnete Fühler an verschiedenen Stellen verwendet werden, wie in **Fig. 2C** gezeigt, die Ausgänge aus den Fühlern können in eine Brückenschaltung konfiguriert werden, derart, dass die externen Bedingungen davon abgezogen werden können, so dass die Fühler die Auswirkungen des Walzenspaltendrucks im und au-

ßerhalb des Spalts messen würden. Die Subtraktion könnte auch digital erfolgen. Darüber hinaus kann in einem Einzelfühlersystem das Fühlersignal außerhalb des Walzenspalts vom Signal innerhalb des Walzenspalts abgezogen werden.

[0045] Die Sensorkonfigurationen würden auch bei Mehrspaltbedingungen funktionieren. Jeder Fühler würde, wie in **Fig. 2D** gezeigt, während jeder Drehung jeden Walzenspalt durchlaufen. In Mehrspaltkonfigurationen könnten genauso auch mehrere Sensoren verwendet werden. Die Sensoren wären dann so angeordnet, dass immer nur ein Walzenspaltdruck auf einmal gemessen würde. Falls mehrere Messungen gleichzeitig gewünscht werden, würden die Fühler so in Winkeln, die den Winkeln der verschiedenen Walzenspalte entsprechen, angeordnet werden. Die Ausgleichslehren könnten auch veretzt sein.

[0046] Auf ähnliche Weise könnten, wie in **Fig. 2D** gezeigt, die Fühler **4**  $30^\circ$  voneinander entfernt auf der Walze angeordnet sein. Eine solche Walze **2** mit derart angeordneten Fühlern **4** ist von Nutzen, wenn die Walze **2** mit weiteren Walzen **6**, **16** ausgelegt ist, um zwei Walzenspalte zu bilden, da mehrfache Druckmesswerte gleichzeitig an den verschiedenen Winkelpositionen erhalten werden können. Dies wird im Hinblick auf **Fig. 6C** noch weiter erörtert.

[0047] **Fig. 2E** stellt eine alternative Ausführungsform der Walze **2** der vorliegenden Erfindung dar, die Sensoren **4** an verstreuten umfänglichen und axialen Stellen aufweist. Die Sensoren könnten durch ein Verbindungsteil **25** elektrisch verbunden und räumlich so ausgelegt sein, dass immer nur ein Sensor in den Walzenspalt eintritt. Somit würde während einer einzelnen Drehung der Walzenspaltdruck an jeder axialen Stelle individuell erfasst werden, und es bestünde kein Bedarf nach einem Multiplexer. Eine solche Anordnung würde Belastungsprofile über die ganze Quermaschinenrichtung zusätzlich zu den Spaltprofilen in der Maschinenlaufrichtung an jeder axialen Stelle bereitstellen. Es könnten auch mehrere Sätze verstreuter und verbundenen Fühler verwendet werden.

[0048] Im Hinblick auf die Fühleranordnungen, die in den **Fig. 2A** bis **2D** gezeigt sind, ist die Anbringung solcher Fühler in den **Fig. 3A** und **3B** gezeigt. Die Fühler **4** können auf der Walzenoberfläche wie in **Fig. 3A** gezeigt angebracht sein. Aufgrund der Tatsache, dass die Walzen oft aus mehreren Schichten bestehen, können die Sensoren **4**, wie in **Fig. 3B** gezeigt, in einem Walzenmantel **5** eingebettet sein. Es ist festzuhalten, dass je nach der Anzahl der Schichten, die Fühler in jeder radialen Position zwischen Innenschichten einer Walze eingebettet werden können.

[0049] Die Fühler **4** in jeder der zuvor genannten **Fig. 2A**, **2B**, **2C**, können piezoelektrische, piezoresistive, dehnungsmessende oder faseroptische Fühler sein, um nur einige zu nennen. Zusätzliche Sensoranordnungen, die für Glasfasern speziell sind, werden

später noch im Hinblick auf die **Fig. 4A** und **4B** beschrieben. Im Hinblick auf die zuvor beschriebenen Fühler hängt die auf der Walze **2** verwendete Elektronik **24**, die zum Umwandeln des Sensorausgangssignals in einen Druckwert beiträgt, vom Typ des verwendeten Sensors ab. Werden piezoelektrische oder piezoresistive Fühler eingesetzt, würde die Elektronik **24** somit ladungsgekoppelte Verstärker umfassen. Werden dehnungsmessende Fühler verwendet, würde die Elektronik **24** Wheatstonebrücken umfassen. Werden Glasfaserfühler verwendet, würde die Elektronik **24** einen optischen Phasenmodulator umfassen.

[0050] Im Falle piezoelektrischer oder piezoresistiver Fühler sind solche Fühler vorzugsweise aus Dünnschichten aufgebaut und so auf oder in der Walze angeordnet, dass der Radialdruck gemessen wird. Oftmals schließen Temperatureinschränkungen solcher Fühler die eingebettete Anwendung von **Fig. 2C** aus. Alternativ können Fühler mit Dehnungsmesseinrichtungen verwendet werden, um den Druck entlang der Walze zu messen. Werden Dehnungsmessfühler verwendet, wird eine indirekte Messung des Radialdrucks erhalten, welche im Computer **18** interpretiert wird. Alternativ können faseroptische Sensoren verwendet werden, da solche Sensoren bei der Messung von Dehnung in jeder Richtung von Nutzen sind. Im Hinblick auf die Messung von Umfangsspannung können ein Bragg-Beugungsgitter, intrinsische Fabry-Perot-Sensoren, extrinsische Fabry-Perot-Sensoren oder zwischengeschaltete Etalonfasersensoren verwendet werden. Diese Fühler sind in der Lage, Temperatureinflüsse aufzulösen, sind absolut und sind nicht leitungsempfindlich. Darüber hinaus können solche Fühler hermetisch versiegelt werden, um feuchtigkeitsbeständig zu sein, wodurch deren Lebensdauer verlängert wird. Zusätzlich sind solche Fühler im Allgemeinen klein und werden als solches das Dehnungsfeld nicht nennenswert verändern, da die geringe Größe die Entstehung großer Stellen, von denen Schaden ausgeht, verhindert.

[0051] Weitere Fühlerkonfigurationen sind in den **Fig. 4A** und **4B** gezeigt. Die Fühler in diesen Figuren verwenden insbesondere Faseroptik. Obwohl faseroptische Fühler in mehreren Ausrichtungen angeordnet sein könnten (d. h. in Spiralen, Wellen, verstreut, in geraden Linien, etc.), zeigt die bevorzugte Ausführungsform von **Fig. 4A** eine optische Faser, die über der gesamten Länge der Walze parallel zur Walzenachse angebracht ist. Diese Anordnung ermöglicht die Messung der axialen Verformung der Faser im Ansprechen auf Druck. Die Lichtwellen, die die optische Faser durchlaufen, erfahren eine Ablenkung und Reflexion, welche unter Verwendung der Impulsreflektometrie eine Druckangabe im Computer **18** bereitstellen können.

[0052] **Fig. 4B** zeigt eine weitere Optikfaserkonfiguration auf der Walze. In dieser Figur ist das Lichtwellenleiterkabel **4** mit damit ausgerichtetem Gummiüberzug **5** um die Walze gewickelt. **Fig. 4C** ist eine de-

tailliertere Ansicht der Konfiguration von **Fig. 4B** und zeigt einen Lichtwellenleitermessbereich, der mit dem Umwicklungswinkel für Gummiüberzüge **5** ausgerichtet ist. Mit dieser Konfiguration kann im Gegensatz zum Radialdruck die Winkelbelastung gemessen werden, wobei die Belastungsmesswerte später im Computer **18** konfiguriert werden, um Druckschwankungen über die Maschinenquerrichtung zu bestimmen.

[0053] **Fig. 4D** zeigt eine alternative Anbringung der optischen Fühler. Fühler **4** können auf Saugwalzen **29** an Stellen angebracht werden, die von den Öffnungen **28** im Mantel **5** entfernt sind, und Optikfasern **4** mit Messbereichen **27** können zwischen den Öffnungen verlegt werden.

[0054] **Fig. 5A** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der entlang der Walzenlänge im Hinblick auf die Stelle auf der Walze erfasst wird, die auf der X-Achse gegenüber dem erfassten Druck und/oder der erfassten Temperatur aufgetragen ist, der/die auf der Y-Achse aufgetragen ist. Dieser Graph stellt ein aus der Walze von den **Fig. 2A**, **2C** und **2E** erhaltenes Ausgangssignal dar, wenn der Druck entlang der Gesamtlänge der Walze gleichmäßig erfasst wird. Ähnlich stellt **Fig. 5B** den Druck dar, der entlang der Länge der Walze erfasst wird, allerdings stellt dieser Graph ein Ausgangssignal aus der Walze von **Fig. 2B** dar, wenn der Druck in der Mitte und an den Enden der Walze erfasst wird.

[0055] **Fig. 6A** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der entlang der Länge der Walze erfasst wird, hinsichtlich Fühlerposition im Hinblick auf die Walzenkonfiguration der **Fig. 2A** und **2B**. Es ist festzuhalten, dass, da die Fühler jeweils linear entlang der Walze angeordnet sind, Messwerte bei einer Winkelposition der Walzendrehung erhalten werden, die in dieser Figur mit  $90^\circ$  gezeigt sind. **Fig. 6B** zeigt eine graphische Darstellung des Drucks, der entlang derselben axialen Stelle entlang der Walze erfasst wird, aber an einer anderen umfanglichen Stelle auf der Walze, wie bei der Walze von **Fig. 2C** gezeigt ist. Somit werden die Druckmesswerte bei  $90^\circ$  und  $270^\circ$  erhalten. Im Hinblick auf **Fig. 6C**, wenn die Walze **2** von **Fig. 2D**, wobei das die Walze ist, die mit zwei Fühlern ausgestattet ist, die um  $30$  Winkelgrad getrennt sind, mit weiteren Rollen **6**, **16** ausgelegt ist, um zwei Walzenspalte auszubilden, können Mehrfachspaltdruckmesswerte während einer Umdrehung der damit ausgestatteten Walze erhalten werden. Natürlich können verschiedene Trennwinkel einschließlich Winkeln verwendet werden, die es ermöglichen würden, beide Walzenspalte gleichzeitig zu erfassen. Somit werden ein Druckmesswert von Walzenspalt **1** sowie ein Druckmesswert von Walzenspalt **2** bei unterschiedlichen Winkelpositionen angezeigt, so dass der Bediener beide Walzenspalte gleichzeitig überwachen kann.

[0056] Im Hinblick auf **Fig. 6D**, wenn die Walze von **Fig. 2E**, wobei das die Walze ist, die mit einem verbundenen Satz verstreuter Fühler ausgestattet ist,

mit einer weiteren Walze ausgelegt ist, um einen Walzenspalt zu bilden, werden mehrfach Druckmesswerte während einer Umdrehung erhalten. Somit würde sich ein wie in **Fig. 6D** gezeigter Druckmesswert ergeben. Die räumliche Anordnung der verstreuten Fühler wäre der Computersoftware bekannt, und es würden sich Druckprofile in der Maschinenquerrichtung ergeben, wie dasjenige, das in **Fig. 5A** gezeigt ist.

[0057] Noch einmal mit Bezug auf **Fig. 1** ist die allgemeine Betriebsweise der Erfindung wie folgt. Walzen **2** und **6**, die in einer Quetschwalzenkonfiguration angeordnet sind, drücken drehend die Bahn **10** aus Fasermaterial zwischen sich zusammen. Zu einem vorbestimmten Zeitpunkt oder zu einer bedienerabgefragten Zeit, kommuniziert der Computer **18** mit dem bidirektionalen Sender **14**, welcher mit dem Multiplexer **12** in Verbindung steht. Der Multiplexer **12** durchläuft dann zyklisch die Fühler **4**, erhält Signale über die zugeordnete Elektronik **24**, die für den Druck stehen, der von den Fühlern **4** erfasst wird. Der Multiplexer **12** kommuniziert dann mit dem Sender **14**, um die Signale an den Signalaufbereiter **16** zur Rücklieferung an den Computer **18** zu schicken, wo die Bestimmung der Druckwerte stattfindet. Der Computer **18** veranlasst dann, dass eine zahlenmäßige oder graphische Ausgabe auf dem Display **20** erscheint, die den Bediener über die Druckverteilung im dynamischen Walzenspalt in Kenntnis setzt. Optional kann der Computer **18** und/oder der Sender **14** dem Steuersystem **22** druckbezogene Signale mitteilen. Im Ansprechen auf solche Signale kann das Steuersystem **22** dann eine Balligkeitskorrektur einleiten, um jegliche Unregelmäßigkeiten im erfassten Druck zu beheben.

[0058] Das System der vorliegenden Erfindung stellt dem Bediener die Möglichkeit zur Verfügung, das Druckprofil einer Walze in einem Walzenspalt oder mehreren Walzenspalten zu bestimmen, um das Vorhandensein ungleich angelegter Walzenkräfte zu diagnostizieren. Die verschiedenen graphischen Darstellungen ermöglichen es dem Bediener, den angelegten Druck, die Stelle auf der Walze, und ob dieser abnormal ist oder nicht, unverzüglich zu bestimmen. Zusätzlich stellt das System der vorliegenden Erfindung Korrekturmaßnahmen bereit, die im Ansprechen auf solche ungleichmäßig angelegten Kräfte eingeleitet werden.

[0059] Obwohl die Erfindung insbesondere mit Bezug auf die vorgenannten Ausführungsformen aufgezeigt und beschrieben wurde, wird dem Fachmann klar sein, dass verschiedene Änderungen in der Form und im Detail daran vorgenommen werden können, ohne dass dabei vom Wortlaut der Ansprüche abgewichen würde. Somit liegt jede Abänderung der Gestalt, Konfiguration und Zusammenstellung der Elemente, aus denen die Erfindung besteht, innerhalb des Wortlauts der vorliegenden Erfindung. Ferner ist selbstverständlich die vorliegende Erfindung keinesfalls auf die besonderen Auslegungen und Verfahren

beschränkt, die hierin offenbart und/oder in den Zeichnungen aufgezeigt sind, sondern umfasst auch alle Abänderungen und Entsprechungen, die im Rahmen der Ansprüche liegen.

## Patentansprüche

1. System **(1)** zur Bestimmung des Druckprofils in einem Walzenspalt, das folgendes umfasst: eine erste Walze **(6)**, die so ausgelegt ist, dass sie mit mindestens einer weiteren Walze **(2)** einen Walzenspalt bildet, wobei die erste Walze **dadurch gekennzeichnet** ist, dass mehrere Fühler **(4)** um die Walze an verstreuten umfänglichen und axialen Stellen angeordnet sind, um die Druckbeaufschlagung auf die erste Walze **(6)** zu erfassen, wenn die erste Walze sich drehend gegen die mindestens eine weitere Walze **(2)** gepresst wird, wobei die Fühler **(4)** Drucksignale liefern, die repräsentativ für den Druck sind, der von jedem der Fühler **(4)** erfasst wird; ein Computer **(18)** mit einem Mikroprozessor **(26)** vorhanden ist, um Messwerte des von mindestens einem der Fühler **(4)** erfassten Drucks aus den Drucksignalen zu berechnen; und ein Display **(20)**, das mit dem Computer **(18)** verbunden ist, um eine visuelle Darstellung der Druckmesswerte bereitzustellen.

2. System **(1)** nach Anspruch 1 zur Bestimmung des Druckprofils, bei dem der Fühler **(4)** faseroptisch ist, und bei dem der mindestens eine faseroptische Fühler eine optische Faser umfasst, die entlang der Länge der ersten Walze und parallel zur Achse der Walze **(6)** angebracht ist.

3. System **(1)** nach Anspruch 2 zur Bestimmung des Druckprofils in einem Walzenspalt, bei dem der mindestens eine faseroptische Fühler eine optische Faser umfasst, die um die Walze gewickelt ist.

4. System **(1)** nach Anspruch 2 zur Bestimmung des Druckprofils in einem Walzenspalt, bei dem die erste Walze **(6)** eine Saugwalze **(29)** ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

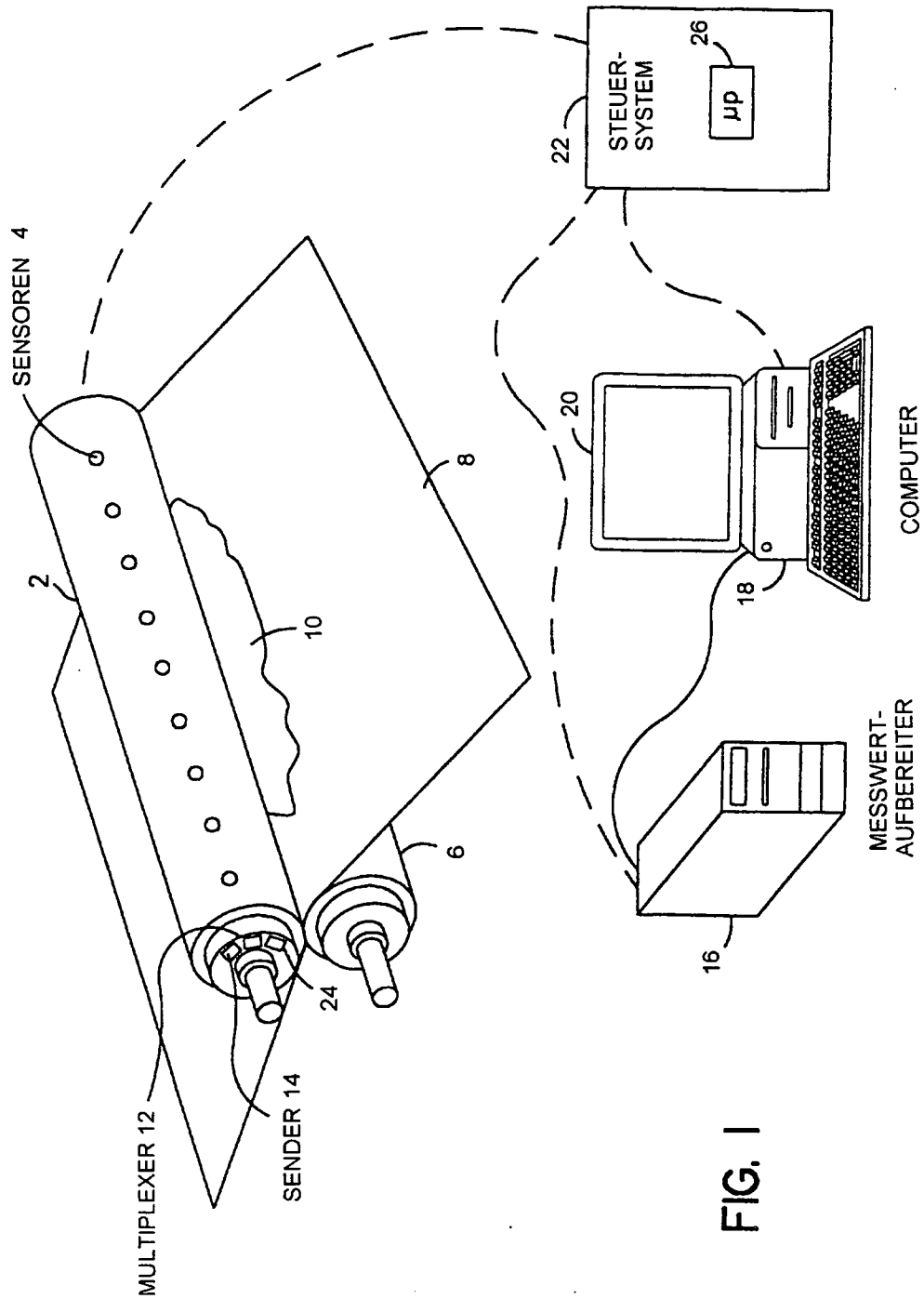
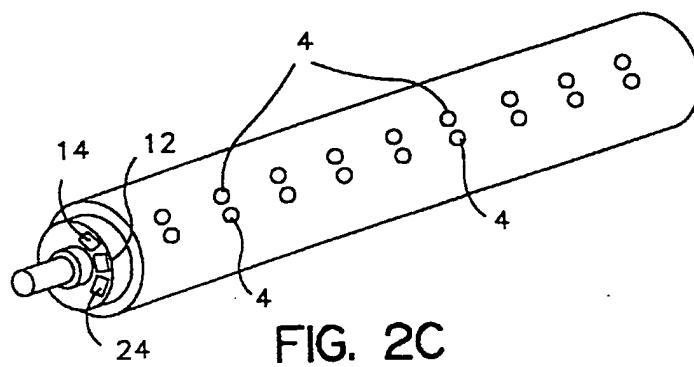
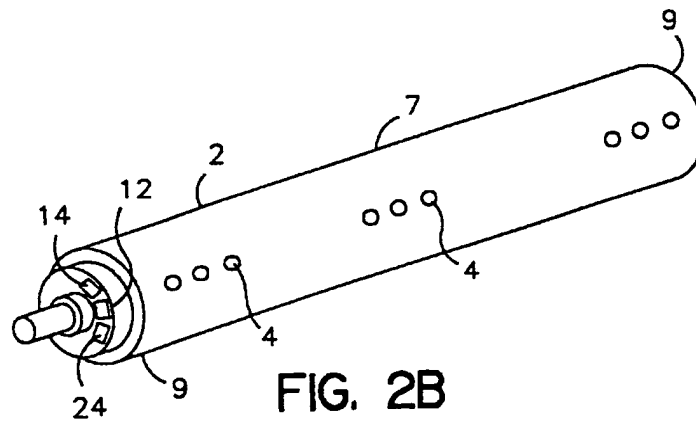
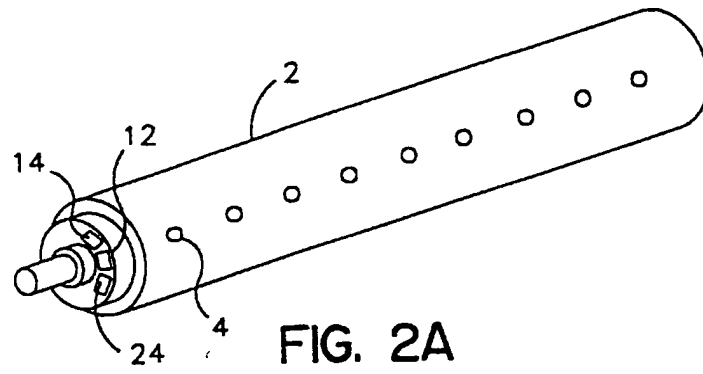
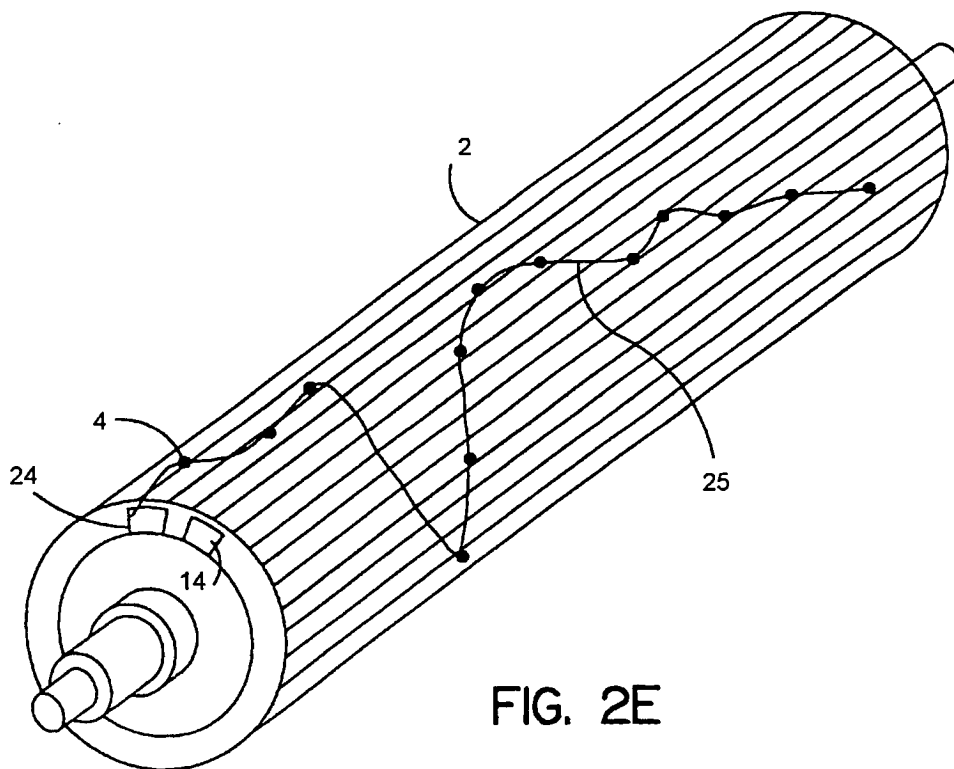
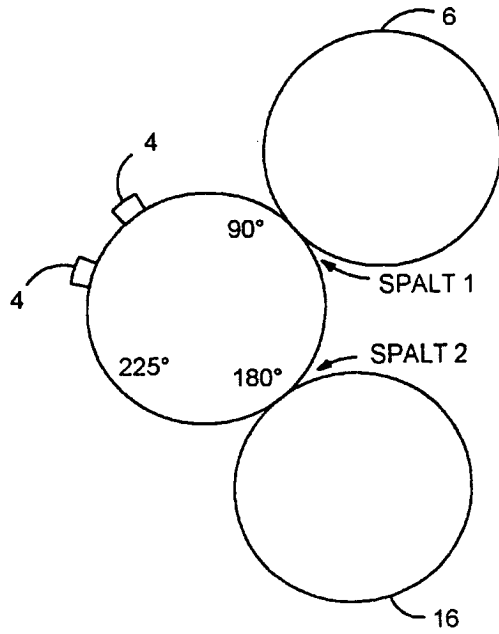


FIG. 1







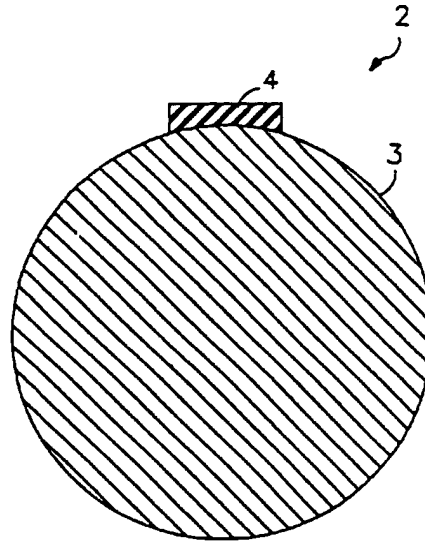


FIG. 3A

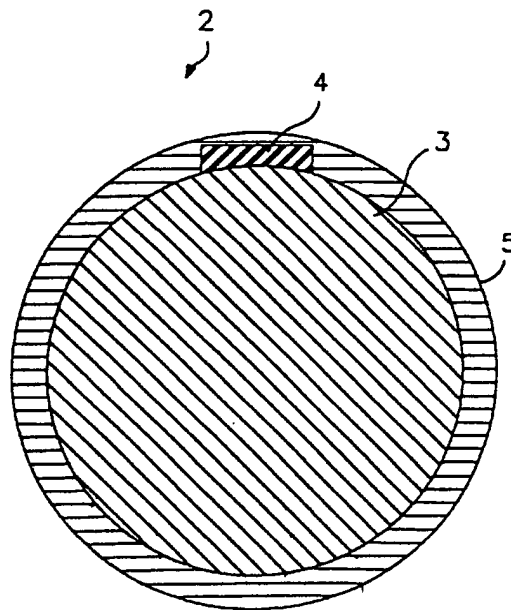


FIG. 3B

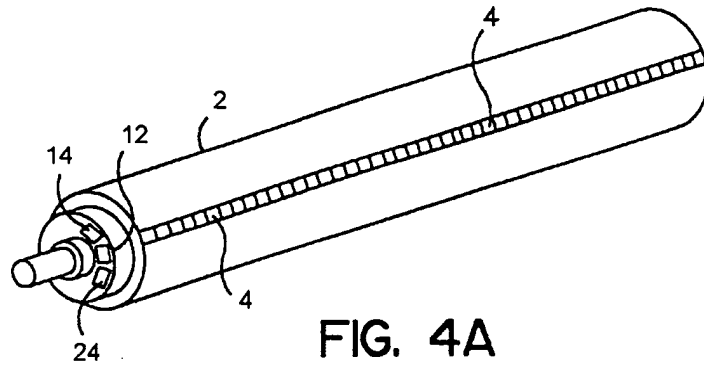


FIG. 4A

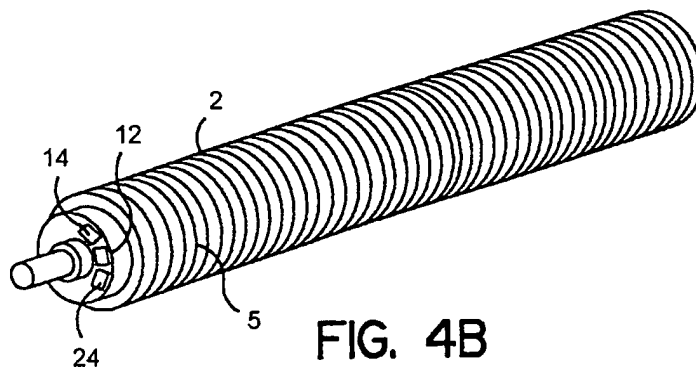


FIG. 4B

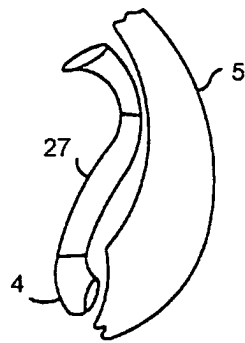


FIG. 4C

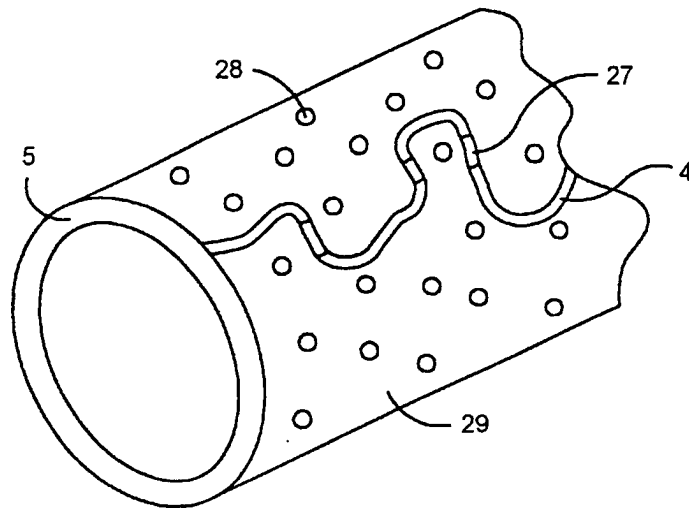


FIG. 4D

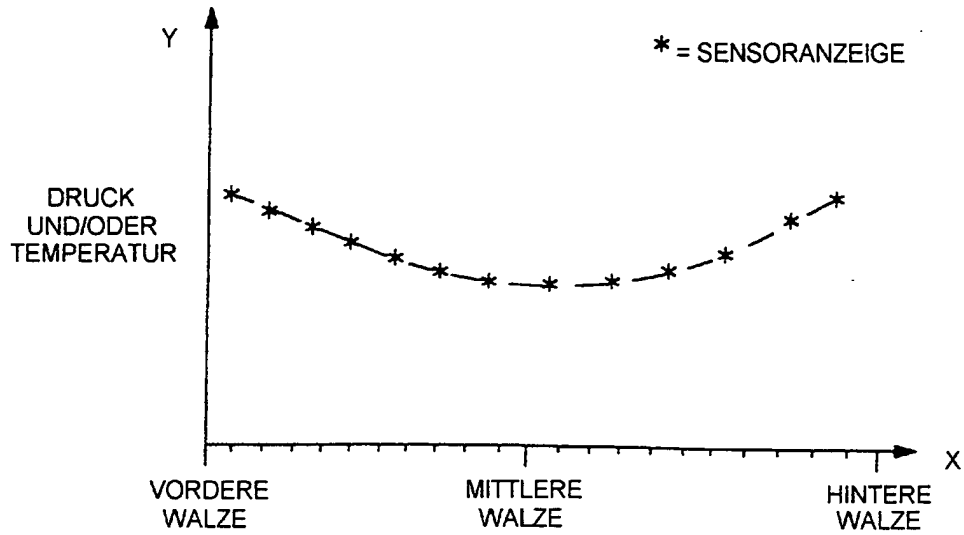


FIG. 5A

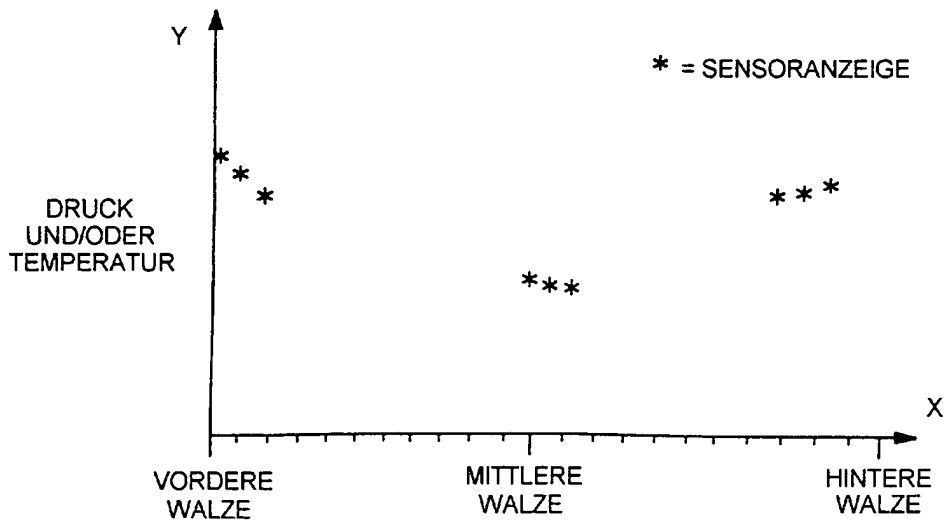


FIG. 5B

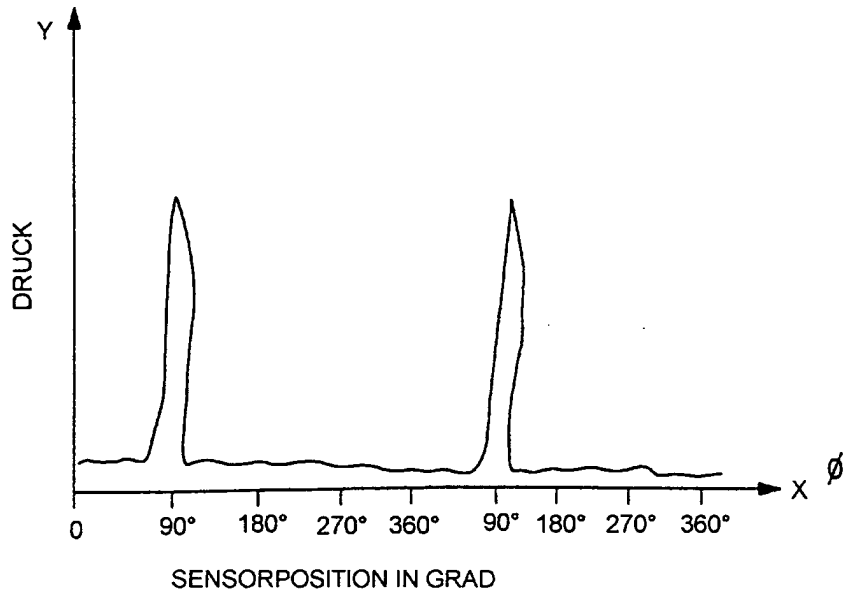


FIG. 6A

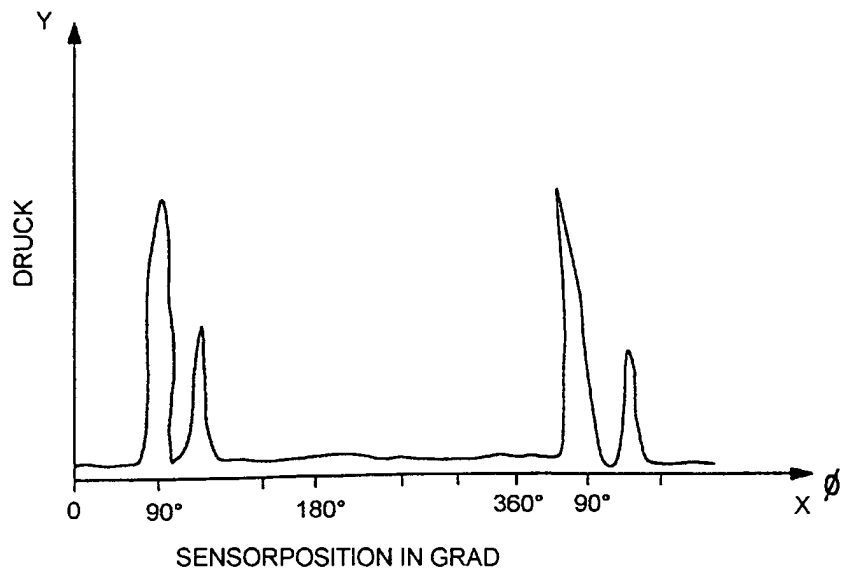


FIG. 6B

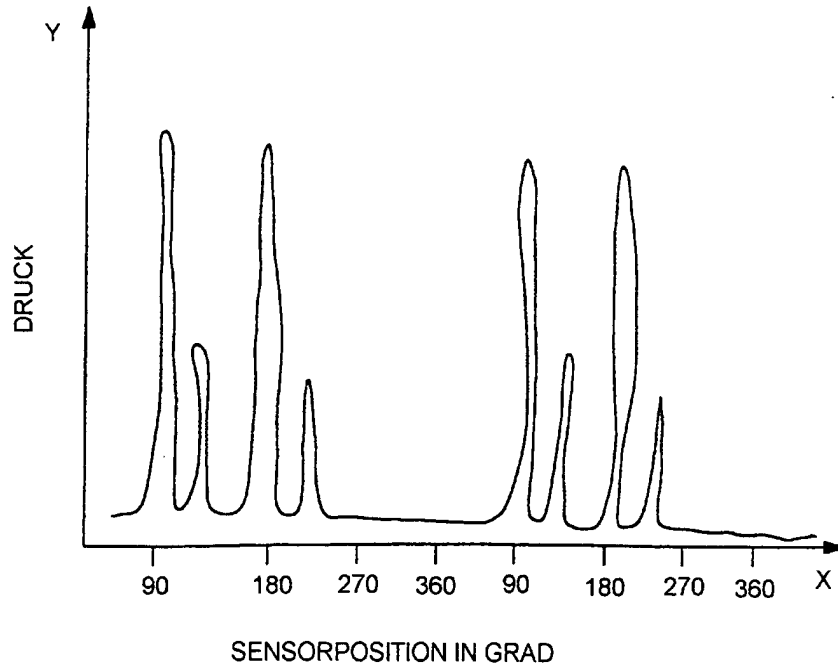


FIG. 6C

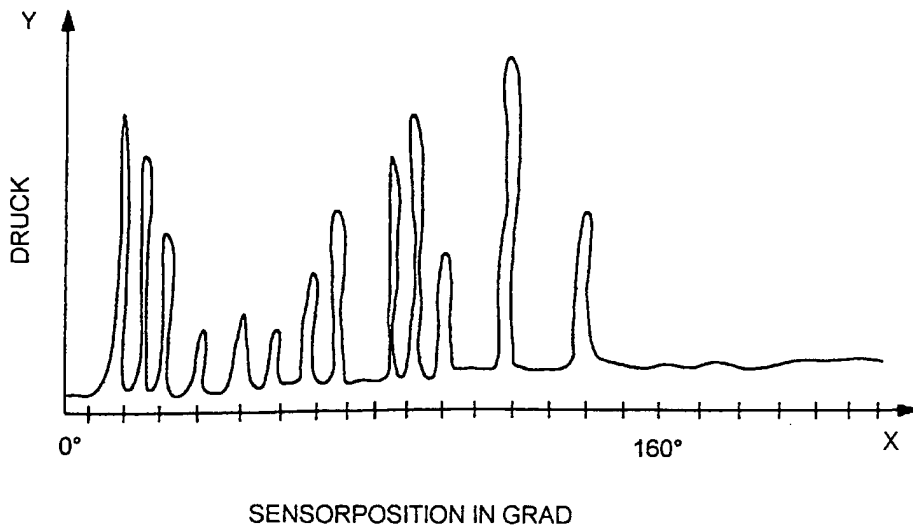


FIG. 6D