

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

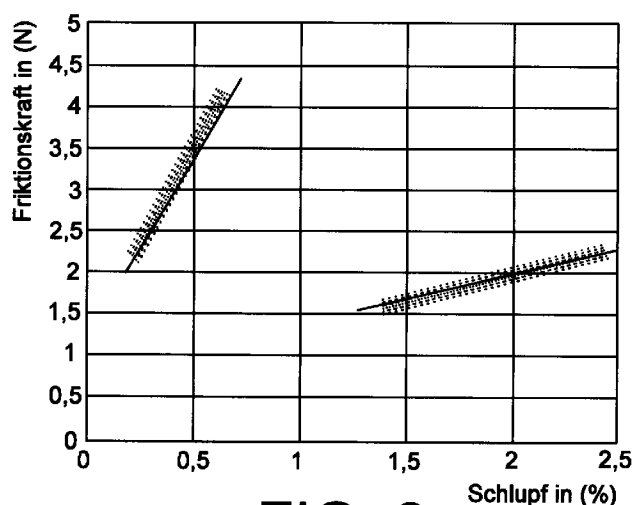
EP 0 943 575 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
22.09.1999 Patentblatt 1999/38(51) Int. Cl.⁶: **B65H 71/00**(21) Anmeldenummer: **98121067.7**(22) Anmeldetag: **06.11.1998**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI(71) Anmelder:
**W. SCHLAFHORST AG & CO.
D-41061 Mönchengladbach (DE)**(72) Erfinder:
• **Hermanns, Ferdinand-Josef Dr.-Ing.**
 41061 Mönchengladbach (DE)
• **Meyer, Urs Prof. Dr.**
 8092 Zürich (CH)(30) Priorität: **20.12.1997 DE 19757009****(54) Verfahren zur Überwachung des Paraffinauftrags auf einen laufenden Faden**

(57) Um die Lauf- und Gleiteigenschaften des Garns bei seiner Weiterverarbeitung, insbesondere beim Wirken und Stricken, zu verbessern, wird es beim Umspulen an Spulmaschinen durch Vorbeiführen an einem Paraffinkörper paraffiniert. Ist der Paraffinkörper aufgebraucht und wird das nicht erkannt, kann das nichtparaffinierte Garn Garnbrüche oder sogar Nadelbrüche verursachen, was zu Produktionsfehlern oder Produktionsausfall führt.

Es wird deshalb vorgeschlagen, an den Spulstellen, an denen zur Vermeidung von Bildwickeln der Antrieb der Friktionstrommel in Intervallen derart ein- und ausgeschaltet wird, daß Beschleunigungsphasen mit Schlupf zwischen Friktionstrommel und Spule und schlupflose Auslaufphasen aufeinanderfolgen, den Schlupf zu überwachen. Fällt bei unveränderter Antriebsleistung der Friktionstrommel in aufeinanderfolgenden Beschleunigungsphasen der Schlupf ab und verbleibt auf einem niedrigeren Niveau, wird das als Ausfall des Paraffinauftrags bewertet.

**FIG. 8****EP 0 943 575 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren entsprechend dem Oberbegriff des ersten Anspruchs.

[0002] Für die Garnverarbeitung kann es erforderlich sein, den Reibwert des Garns herabzusetzen. Ein bekanntes verfahren dazu ist das Paraffinieren. Durch auf das Garn aufgetragene Paraffinpartikel werden die Lauf- und Gleiteigenschaften, insbesondere beim Wirken und Stricken, wesentlich verbessert. Der Paraffinauftrag erfolgt z.B. an Spulmaschinen während des Umspulens des Garns von Hopsen auf Kreuzspulen. Dabei wird der Faden mit einem Paraffinkörper in Kontakt gebracht, der sich durch den Paraffinabtrag verbraucht.

[0003] Ist ein Paraffinkörper aufgebraucht oder dessen Kontakt zum Faden unterbrochen und wird das nicht erkannt, kann das nichtparaffinierte Garn bei der nachfolgenden Verarbeitung Garnbrüche oder an einer Strickmaschine sogar Nadelbrüche verursachen, was zu Produktionsfehlern oder Produktionsausfall führt. Es sind deshalb bereits verschiedene Verfahren und Vorrichtungen vorgeschlagen worden, die eine Überwachung der Paraffinierung des Garns ermöglichen.

[0004] Die meisten Verfahren beruhen darauf, daß der Paraffinkörper selbst überwacht wird und dessen festgestellter Verbrauch signalisiert wird. Nachteilig ist hier, daß der Kontakt des Paraffinkörpers mit dem Faden auch unterbrochen sein kann, ohne daß der Paraffinkörper aufgebraucht, sondern nur verklemmt oder verschmutzt ist.

[0005] In der DE 195 47 870 A1 werden ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben, womit das Ergebnis des Paraffinierens überprüft werden kann. Dazu sind im Fadenlauf vor und hinter der Paraffiniereinrichtung Wärmesensoren angeordnet, die vom laufenden Faden mit Gleitreibung beaufschlagt werden. Jede über einen bestimmten Wert hinausgehende Reibungswärmeerhöhung wird als Defekt an der Paraffiniereinrichtung gedeutet, der zum Abschalten der betreffenden Spulstelle führt.

[0006] Für das bekannte Verfahren und die bekannte Vorrichtung sind zusätzliche Sensoren erforderlich, deren Einsatz in der Regel an einer Spulmaschine nicht vorgesehen ist. Die Signalverarbeitung muß deshalb auf diese Sensoren abgestimmt werden.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Überwachung des Paraffinauftrags auf einen laufenden Faden mit Mitteln durchzuführen, die bereits bei der Überwachung des laufenden Spulbetriebs eingesetzt werden.

[0008] Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit Hilfe der kennzeichnenden Merkmale des ersten Anspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens werden in den abhängigen Ansprüchen beansprucht.

[0009] Laufen Friktionstrommel und Spule mit derselben Winkelgeschwindigkeit um oder stehen die Winkelgeschwindigkeiten in einem starke Bilder verursachenden definierten Verhältnis, z.B. 1:1,5, zueinander, werden die Garlagen übereinander abgelegt. Damit liegen auch die Umkehrpunkte übereinander. Das führt zu den nicht erwünschten Wulstbildungen auf der Oberfläche der Spule, den sogenannten Bildwicklungen. Durch wechselnden Schlupf zwischen Friktionstrommel und Spule kann der Aufbau von Bildwicklungen wirksam gemindert werden. Ein wechselnder Schlupf kann durch intervallweises Beschleunigen der Friktionstrommel erzeugt werden. Bei unveränderter Antriebsleistung ändert sich der Schlupf mit steigendem Spulendurchmesser und damit zunehmender Spulenmasse. Aber nur dann, wenn sich der Ablageversatz auf der Oberfläche der Kreuzspule in aufeinanderfolgenden Beschleunigungsphasen der Kreuzspule merklich ändert, wird erfindungsgemäß auf einen Ausfall des Paraffinauftrags geschlossen.

[0010] Der Antrieb der Spule erfolgt mittels Friktion durch die Friktionstrommel. Beim Beschleunigen der Friktionstrommel bleibt die Spule in ihrer Umfangsgeschwindigkeit schlupfbedingt mehr oder weniger hinter der Umfangsgeschwindigkeit der Friktionstrommel zurück. Mit Hilfe dieses Schlupfes wird die Bildstörung bewirkt. Die Friktionskraft und damit das Antriebsmoment auf die Spule sind abhängig von den spulentechnologischen Parametern wie Auflagekompensation, Garnart, Spulenmasse, Garnpräparation usw.

[0011] An der Friktionstrommel sowie auch an der Kreuzspulenhalterung im Spulenrahmen sind Sensoren angebracht, mit denen der Drehwinkel und damit die Winkelgeschwindigkeit bzw. Umlaufperiodendauer der beiden Rotationskörper ständig bestimmt werden. Dies dient üblicherweise der Ermittlung des sich während der Spulenreise ständig ändernden Durchmessers der Kreuzspule. Diese Sensoren werden im Rahmen der Erfindung auch für die Überwachung des Paraffinauftrages eingesetzt. Dabei geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, daß bei Ausfall der Paraffinierung der durch den Changierhub die Oberfläche der Kreuzspule zunehmend überdeckende Faden schon nach kurzer Zeit das Reibungsverhalten der Kreuzspulenoberfläche signifikant verändert.

[0012] Setzt während einer Spulenreise die Paraffinierung aus, ist ohne weiteres die Veränderung des Reibungsverhaltens der Spulenoberfläche erkennbar. Da jedoch das Reibungsverhalten der aus paraffiniertem Faden gebildeten Spulenoberfläche in Abhängigkeit von der Spulstelle, der Partie und den Spulparametern normalerweise bekannt ist, spätestens jedoch, wenn die Partie eine zeitlang läuft, ist es auch möglich, nach einem Kreuzspulenwechsel zu erkennen, daß das Reibungsverhalten der Kreuzspulenoberfläche außerhalb erwarteter Werte liegt.

[0013] Um zu vermeiden, daß eine längere, nicht paraffinierte Fadenstrecke auf die Kreuzspule aufläuft, ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Spulstelle sofort nach erkanntem Ausfall des Paraffinauftrages stillzusetzen. Allerdings wäre es auch möglich, jedoch mit Verlusten verbunden, wenn die Kreuzspule fertig gewickelt und anschließend als Off-Standard-Spule ausgesondert wird.

[0014] Sinnvoll ist es, mit dem Stillsetzen der Spulstelle auch ein Signal auszusenden, durch welches die Bedienungsperson herbeigerufen wird. Die Bedienungsperson kann dann entsprechende Maßnahmen einleiten, um einen ordnungsgemäßen Paraffinauftrag wiederherzustellen.

[0015] Sollte bezüglich der Weiterverarbeitung des auf die Kreuzspule aufgewundenen Fadens die Forderung bestehen, daß auch kurze Fadenabschnitte ohne Paraffin vermieden werden sollen, kann nach dem Stillsetzen der Spulstelle der nicht paraffinierte Fadenabschnitt mittels der Saugdüse von der rückwärts gedrehten Kreuzspule oder auch von Hand abgezogen werden.

[0016] Ein ganz wesentliches Maß zur Bestimmung des Reibungsverhaltens der Oberfläche der Kreuzspule auf der Friktionstrommel ist die absolute Größe des Schlupfes zwischen Friktionstrommel und Spule, der in den Beschleunigungsphasen während der Bildstörung auftritt. Dieser läßt sich durch die Auswertung der Winkelgeschwindigkeiten bzw. Umlaufperiodendauern der Friktionstrommel und der Kreuzspule bestimmen. Um jedoch diesen Schlupf zu ermitteln, ist der Spulendurchmesser, der sich während der Kreuzspulenreise ständig ändert, wie in bekannter und weiter oben bereits angesprochener Weise zu berechnen. Diese Berechnung kann während der Beschleunigungsphasen nicht durchgeführt werden, da in dieser Zeit durch den Schlupf ein verfälschter Durchmesser ermittelt würde. Aus diesem Grunde wird der Durchmesser der Spule in den beschleunigungsfreien Auslaufphasen berechnet und der Verlauf der Zunahme des Spulendurchmessers unter Zugrundelegung der vorangegangenen Werte für die Beschleunigungsphasen vorausberechnet. Aus der Differenz zwischen dem durch Schlupf verfälschten Spulendurchmesser und dem tatsächlichen Wert des Spulendurchmessers läßt sich die Größe des Schlupfes in den Schlupfphasen quantitativ bestimmen.

[0017] Fällt dann in aufeinanderfolgenden Beschleunigungsphasen bei unveränderter Antriebsleistung der Friktionstrommel der Schlupf ab und verbleibt auf einem niedrigeren Niveau, ist das erfindungsgemäß ein Signal dafür, daß kein Paraffinauftrag auf das Garn erfolgt ist. Der Reibwert des Garnes und damit die Friktionskraft haben sich erhöht. Diese Erhöhung ist so deutlich spürbar, daß die Zuordnung zum Paraffinauftrag ohne weiteres möglich ist.

[0018] Wird zusätzlich die mittels des von der Friktionstrommel auf die Spule übertragenen Antriebsmomentes ermittelte Friktionskraft in die Bewertung einbezogen, lassen sich die Aussagen zum Reibungsverhalten der Oberfläche der Kreuzspule noch deutlicher treffen. Wird dazu in den schlupffreien Auslaufphasen der beiden Rotationskörper im Rahmen der Bildstörung deren Verzögerung ermittelt, sind Reibungs-, Trägheits- und Konvektionsverluste sowie Belastungselemente, letztere hervorgerufen z.B. durch die Fadenzugkraft des auflaufenden Fadens, bestimmbar. Diese liegen aber auch in den Beschleunigungsphasen vor. Auf diese Weise können Parameter eliminiert werden, die in keiner Beziehung zum Reibungsverhalten der Oberfläche der Kreuzspule auf der Friktionstrommel stehen. Dadurch wird das Ausbleiben des Paraffinauftrages noch schneller und deutlicher sichtbar. Vor allem ist es dadurch auch möglich, auch schon zu Beginn der Spulenreise die Lage der Funktion der Friktionskraft in Abhängigkeit vom Schlupf klar nach den Kriterien Paraffinauftrag/kein Paraffinauftrag zu differenzieren.

[0019] Ist an der Spulstelle ein Fadenzugkraftsensor vorhanden, können alternativ dessen Ausgangswerte, die das Belastungsmoment für die beiden Rotationskörper bilden, in die Auswertung einbezogen werden. Dadurch wird zumindest verhindert, daß Schwankungen der Fadenzugkraft das Ergebnis der Schlupfermittlung verfälschen.

[0020] Durch Ermittlung des Ablageversatzes wird nicht nur die jeweils absolute Schlupfgröße in die Auswertung einbezogen, sondern auch das Ergebnis des Schlupfes, wodurch der Schlupfverlauf einschließlich der Dauer des Schlupfes miteinfaßt wird. Die Einbeziehung dieser zusätzlichen Dimension führt ebenfalls zu signifikanteren Abweichungen, hier in der Funktion des Ablageversatzes abhängig vom Schlupf, gegenüber der isolierten Betrachtung des Schlupfes.

[0021] Eine Verbesserung der Aussagefähigkeit hinsichtlich des Paraffinauftrages kann auch dadurch erreicht werden, daß ein Referenzwert durch Mittelung des Reibungsverhaltens der Kreuzspulen an mehreren Spulstellen bestimmt wird, von dem ein bestimmtes Maß einer Abweichung als Ausbleiben des Paraffinauftrages definiert wird.

[0022] Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher erläutert.

[0023] Es zeigen:

Fig. 1 eine Spulvorrichtung mit einer Auswerteeinrichtung zur Bestimmung des Schlupfes,

Fig. 2 in einem Blockdiagramm den Aufbau einer Auswerteeinrichtung,

Fig. 3 ein Diagramm als einen kleinen Ausschnitt aus einer Spulreise zur Erläuterung der vorliegenden Erfindung,

Fig. 4 ein Diagramm über den zwischen einer Friktionstrommel und einer Spule auftretenden Schlupf während des Ausschnittes der Spulreise nach Fig. 3, wobei der Schlupf auf den Durchmesser der Spule skaliert ist,

Fig. 5 den Durchmesser Verlauf in einem BeschleunigungsAuslaufdiagramm einer konischen Spule,

Fig. 6 einen egalisierten Auslaufvorgang einer konischen Spule,

Fig. 7 ein Diagramm, in dem der relative Ablageversatz über den Schlupf aufgetragen ist, jeweils für ein paraffiniertes und ein nichtparaffiniertes Garn, und

Fig. 8 ein Diagramm, in dem die Friktionskraft über den Schlupf aufgetragen ist, jeweils für ein paraffiniertes und ein nichtparaffiniertes Garn.

[0024] Die in Fig. 1 nur schematisch dargestellte Spulvorrichtung, insbesondere die Spulvorrichtung einer Spulmaschine, besitzt eine Friktionstrommel 10, die mittels eines Antriebsmotors 11 angetrieben ist. Die Friktionstrommel 10 ist mit einer Kehrgewindenut 12 versehen, so daß sie gleichzeitig als eine Changiereinrichtung für einen in Pfeilrichtung über einen Fadenzugsensor 13 durch eine Fadenöse 14 zulaufenden Faden 15 dient. Der Faden 15 wird auf eine Spulenhülse 16 als Spule in wilder Wicklung aufgewickelt, so daß eine sogenannten Kreuzspule 17 entsteht. Da die Erfindung sowohl beim Herstellen zylindrischer Kreuzspulen als auch beim Herstellen konischer Kreuzspulen anwendbar ist, ist in Fig. 1 eine zylindrische Kreuzspule 17 und in Fig. 2 eine konische Kreuzspule 17' dargestellt. Wenn im nachstehenden von einem Spulenradius oder Spulendurchmesser gesprochen wird, so ist bei einer konischen Kreuzspule 17' der neutrale Durchmesser oder der sogenannte treibende Durchmesser gemeint. Die Spulenhülse 16 ist mittels zweier Spulenteller 18, 19 gehalten, die jeweils mit einem Konus 20, 21 kraftschlüssig in die offenen Enden der Hülse 16 eingreifen. Die Spulenteller 18, 19, die mit der Hülse 16 und damit mit der Spule 17 rotieren, sind in einem nicht dargestellten Spulenrahmen gelagert, der um eine zur Welle 22 der Friktionstrommel 10 parallele Achse schwenkbar ist.

[0025] Der Welle 22 der Friktionstrommel 10 ist ein Sensor 23 zugeordnet, der beispielsweise als Drehwinkelgeber ausgebildet ist. Mittels dieses Sensors 23 wird die Winkelgeschwindigkeit, Periodendauer oder Drehzahl der Friktionstrommel erfaßt. Dem Spulenteller 18 ist ein Sensor 24 zugeordnet, der ebenfalls als ein Drehwinkelgeber ausgebildet ist. Mittels dieses Sensors werden die entsprechenden Meßwerte der Spule 17 ermittelt. Die Signale der Sensoren 23 und 24 werden in einer Steuer- und Auswerteeinrichtung 25 erfaßt.

[0026] Um Bildwicklungen bei der Herstellung der Spule 17 zu vermeiden, wird eine sogenannte Bildstörung durchgeführt, bei welcher intermittierend Schlupf zwischen der Friktionstrommel 10 und der Spule 17 erzeugt wird. Dies geschieht dadurch, daß der Antriebsmotor 11 der Friktionstrommel 10 abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird. Unterschreitet die Drehzahl der Friktionstrommel 10 nach dem Ausschalten des Antriebsmotors 11 einen vorgegebenen Wert, so wird der Antriebsmotor 11 wieder eingeschaltet, wodurch die Friktionstrommel 10 bis zu einer Maximaldrehzahl beschleunigt wird. Danach wird der Antriebsmotor 11 wieder abgeschaltet, worauf sich das Spiel wiederholt. Aufgrund der Massenträgheit der Spule entsteht während der Beschleunigung der Friktionstrommel 10 ein Schlupf zwischen der Friktionstrommel 10 und der zylindrischen Spule 17.

[0027] Ausgehend von der zunächst leer auf der Friktionstrommel 10 aufliegenden Spulenhülse 16 wächst der Radius oder der Durchmesser der Spule 17 aufgrund des aufgewickelten Fadens 15 an, bis die Spule 17 ihren maximalen Radius oder Durchmesser erreicht hat.

[0028] Der Spulenradius r_{sp} läßt sich aufgrund der Signale der Sensoren 23, 24 nach folgender Formel berechnen:

$$\omega_{sp} \times r_{sp} = \omega_{fw} \times r_{fw} \text{ und daraus } r_{sp} = (\omega_{fw} \times r_{fw}) / \omega_{sp}.$$

darin bedeuten:

ω_{sp} Winkelgeschwindigkeit der Spule
 ω_{fw} Winkelgeschwindigkeit der Friktionstrommel
 r_{sp} Radius der Spule
 r_{fw} Radius der Friktionstrommel.

Wird diese Berechnung in kurzen Zeitabständen laufend durchgeführt, beispielsweise in Zeitabständen von 0,1s, so ergibt sich eine Kurve, wie sie in Fig. 3 als Durchmesser ($2 \times r_{sp}$) über der Zeit dargestellt ist.

[0029] Fig 3 zeigt eine Durchmesserergrößerung von etwa 0,75 mm im Bereich eines Spulendurchmessers von etwa 155,15 bis etwa 155,9mm in einer Zeitspanne von etwa 17 Sekunden. Die unteren Abschnitte 30 dieser Kurve entsprechen den Auslaufphasen, in denen der Antriebsmotor 11 der Friktionstrommel 10 abgeschaltet ist, so daß Friktionstrommel 10 und Spule 17 im Falle einer zylindrischen Spulengeometrie schlupffrei laufen. In diesen Auslaufphasen 30 ist daher die erwähnte Formel anwendbar, so daß der in den Auslaufphasen 30 dargestellte Verlauf der Kurve dem tatsächlichen Verlauf der Zunahme des Spulenradius r_{sp} oder hier des Spulendurchmessers entspricht. In den zwischen den Auslaufphasen 30 liegenden Beschleunigungsphasen 31 hat die Spule 17 eine geringere Umfangsgeschwindigkeit als die Friktionstrommel 10. Die Berechnung des Spulenradius r_{sp} oder des Spulendurchmessers mit der genannten Formel führt dort zu einem fiktiven Spulendurchmesser oder Spulenradius, der durch den auftretenden Schlupf verfälscht ist. Aufgrund des Schlupfes wird eine Zunahme des Spulenradius oder Spulendurchmessers mittels obiger Formel errechnet, die größer als der tatsächliche Verlauf der Zunahme des Spulendurchmessers in der Beschleunigungsphase 31 ist. Für die Spulgeschwindigkeit gilt: $v_{sp} = (1-S) \times v_{tr}$. S steht dabei für den Schlupf.

[0030] Als bekannte Größen im Spulprozeß können die Trommelgeschwindigkeit v_{tr} und der Spulenradius r_{sp} angegeben werden. Somit gilt: $\omega_{sp} \times r_{sp} = (1-S) \times v_{tr}$
oder $S = 1 - (\omega_{sp} \times r_{sp}) / v_{tr}$ und damit

$$S = [v_{tr} - (\omega_{sp} \times r_{sp})] / v_{tr}$$

Mit $v_{tr} = \omega_{sp}|_{s=0} \times r_{sp}$ gilt:

$$S = [(\omega_{sp}|_{s=0} \times r_{sp}) - (\omega_{sp} \times r_{sp})] / (\omega_{sp}|_{s=0} \times r_{sp})$$

Daraus folgt: $S = 1 - (\omega_{sp} / \omega_{sp}|_{s=0})$

Der Spulenradius errechnet sich in den Beschleunigungsphasen als sogenannter verfälschter Spulenradius :

$$r_{sp}|_{r\text{ verf.}} = r_{sp} \times (\omega_{sp}|_{s=0} / \omega_{sp})$$

$\omega_{sp}|_{s=0}$ bedeutet: Unter der Bedingung, daß der Schlupf = 0 ist.

[0031] Für den Schlupf zwischen Trommel und Spule ergibt sich damit folgende Beziehung:

$$S = (r_{sp}|_{r\text{ verf.}} - r_{sp}) / r_{sp}|_{r\text{ verf.}}$$

Unter Berücksichtigung des aus den Meßwerten berechneten Verlaufs der Zunahme des Spulenradius oder Spulendurchmessers in einer oder mehreren vorausgehenden Auslaufphasen 30 läßt sich der (tatsächliche) Verlauf der Zunahme des Spulenradius oder Spulendurchmessers für die jeweils nachfolgende Beschleunigungsphase in Form einer zeitvarianten Ausgleichsgeraden 32 vorausberechnen. Die Differenz zwischen dem aus den Signalen der Sensoren 23, 24 errechneten (verfälschten) Spulenradius oder Durchmesser in den Beschleunigungsphasen 31 und dem vorausberechneten Verlauf der Zunahme des Spulendurchmessers gemäß den Ausgleichsgeraden 32 in den Beschleunigungsphasen 31 ist ein Maß für den in den Beschleunigungsphasen 31 tatsächlichen aufgetretenen Schlupf. In Fig. 4 ist dieser Schlupf in Prozent über der Zeit auf den Durchmesser der Spule 17 skaliert aufgetragen.

[0032] Bei konischen Kreuzspulen verändert sich der angetriebene Durchmesser, bei dem die Umfangsgeschwindigkeiten von Friktionstrommel und Kreuzspule übereinstimmen, fiktiv bei einer Beschleunigung, wie aus Fig 5 ersichtlich. Es erfolgt ein fiktiver Durchmesseranstieg 40. Ab diesem Zeitpunkt 41 erfolgt ein ausschließlich schlupfbehaffeter Antrieb. Der während der Beschleunigungsphase (Durchmesseranstieg 40) berechnete Spulendurchmesser ist verfälscht und ist während der Phase 42 des schlupfbehaffeten Antriebs etwa gleichbleibend. Nach Abschalten der Friktionstrommel erreicht der fiktive Spulendurchmesser die Spule im Punkt 43 wieder, und ein realer, angetriebener Durchmesser wandert, proportional zur abfallenden Drehzahl der Friktionstrommel, auf der Spule vom großen in Richtung auf den kleinen Durchmesser. Dies ist die sogenannte Auslaufphase 44. Gegen Ende der Einlaufphase 44 erreicht der angetriebene Durchmesser aufgrund des beschleunigungsfreien Antriebs eine sogenannte neutrale Durchmesserzone, in der jeweils ein erreichter Durchmesser der konischen Kreuzspule definierbar ist.

[0033] Das Erreichen der neutralen Zone ist von mehreren Einflußfaktoren abhängig, beispielsweise von der Walkarbeit, der Konizität der Spule und der Reibung zwischen Trommel und Spule, was sich störend auf die Durchmesserbestimmung auswirkt. Der Kurvenverlauf zeigt einen zeitlichen Einlauf- oder Einschwingvorgang. Für eine Durchmesserbestimmung der Kreuzspule ist der Einschwingvorgang nicht verwendbar, weil hier der verfälschte Durchmesser mit dem neutralen Spulendurchmesser, nicht übereinstimmt. Da aber bereits für die nächste Beschleunigungsphase kurzfristig ein tatsächlicher Spulendurchmesser vorliegen muß, muß dieser Einschwingvorgang egalisiert werden. Dies geschieht durch Einbringung von Vorabkenntnissen des Einlaufverlaufs in die neutrale Zone. Geht man davon aus, daß während eines Störzyklus sich die oben genannten Einflußfaktoren nicht ändern, dann ist anzunehmen, daß die vorhergehenden Störzyklen einen ähnlichen Verlauf aufweisen wie der aktuelle. Mit dieser Erkenntnis ist es möglich, einen Modellverlauf des aktuellen Einlaufverhaltens zu erstellen. Ist dieser Modellverlauf gefunden, kann eine Vorhersage des neutralen Konusdurchmessers zu jedem Zeitpunkt der Einlaufphase berechnet werden.

[0034] Als Modellverfahren bietet sich die Berechnung eines Ausgleichspolynoms n-ten Grades an. Sind die Modellparameter (Polynomkoeffizienten) der letzten n Einlaufzyklen berechnet, so kann simultan zur aktuellen Einlaufphase eine modellierte Einlaufphase bestimmt werden. Hierzu müssen die n Parametersätze der Einlaufzyklen gemittelt und ein simultaner Verlauf erstellt werden. Dividiert man den gemessenen verfälschten Durchmesserwert mit dem entsprechenden Modelldurchmesserwert, so erhält man einen egalisierten Durchmesserverlauf. Dieser Verlauf wird um den Betrag des aktuell gültigen Konusdurchmessers korrigiert.

[0035] Die Einbindung mehrerer Auslaufzyklen in den Modellauslauf empfiehlt sich, da davon auszugehen ist, daß damit auftretende Unterschiede verschiedener Auslaufzyklen ausgemittelt werden. Diese Methode ist in Fig. 6 darge-

stellt. Aufgrund der Ausläufe (n-2) und (n-1) wird ein Modellauslauf für den Auslauf (n) berechnet und simultan mitgeführt. Gleichzeitig wird der erfaßte verfälschte Durchmesserlauf durch den Modelldurchmesserlauf dividiert, was einen egalisierten Durchmesserlauf in der Auslaufphase ergibt.

[0036] Die Berechnung der zeitvarianten Arnsgeraden 32 und des Schlupfes kann beispielsweise entsprechend einer in Fig. 2 erläuterten Auswerteinrichtung erfolgen. Die von den Sensoren 23, 24 gemessenen Periodendauern und damit auch die Winkelgeschwindigkeit der Spule ω_{sp} und der Friktionstrommel ω_{fw} werden in einen Quotientenbildner 33 eingegeben. Da der Radius r_{fw} der Friktionstrommel 10 konstant ist, ist bereits der Quotient ω_{fw} zu ω_{sp} für den Spulenradius r_{sp} repräsentativ, so daß auf einer Multiplikation mit dem Radius r_{fw} der Friktionstrommel 10 verzichtet werden kann. Dieser Wert ist allerdings noch nicht für eine Schlupfbestimmung einsetzbar, da er durchmesserabhängig ist. Dieser Wert wird deshalb in ein lineares Filter 34, beispielsweise ein Kalman-Filter, eingegeben, dem auch die Winkelgeschwindigkeit ω_{sp} der Spule 17' oder 17 in Fig. 1 und die Winkelgeschwindigkeit ω_{fw} der Friktionstrommel 10 eingegeben werden. Es werden die Durchmesserwerte oder im Falle der konischen Kreuzspule der berechnete egalisierte Verlauf nur in den Auslaufphasen der Bildstörung dem Filter zur Verfügung gestellt. Dieses lineare Filter 34 bildet die zeitvariante Ausgleichsgerade 32. Die Berechnung der Ausgleichsradien findet in den schlupffreien Phasen statt. In den Beschleunigungsphasen erfolgt die Weiterführung des Ausgleichsgeraden aufgrund ihrer vorgegebenen Steigung. Diese Ausgleichsgerade 32 wird zusammen mit dem Signal des Quotientenbildners 33 in eine Subtraktionseinrichtung 35 eingegeben, die dann den drehzahlunabhängigen und durchmesserunabhängigen Schlupf angibt, d.h. den Schlupf, der von dem Spulprozeßzustand unabhängig ist.

[0037] Der so bestimmte Schlupf s bildet die vom Durchmesser unabhängige Berechnungsgrundlage für den Ablageversatz. Für die Geschwindigkeit der Spule gilt: $v_{Spule}(t) = (1 - s(t)) \times v_{Trommel}(t)$.

[0038] Die durch den Schlupf erzeugte Differenzstrecke auf der Spulenoberfläche errechnet sich zu

$$\Delta l = \int_{t_1}^{t_2} s(t) \times v_{Trommel}(t) dt,$$

wobei $t_2 - t_1$ die zu untersuchende Zeitspanne darstellt. Im Falle diskretisierter Schlupf- und Geschwindigkeitsverläufe gilt mit Δt als Abtastzeit:

$$\Delta l = \sum_{i=1}^k s(t) \times v_{Trommel}(i) \times \Delta t.$$

[0039] Die Größe Δl ist der Ablageversatz. Hieraus eine Aussage über die Garnverlegung auf der Spulenoberfläche zu formulieren, gelingt unter Zuhilfenahme der Länge eines Doppelhubs auf der Spulenoberfläche. Diese Länge ist trommelspezifisch und errechnet sich zu $l_{Trommel} = 2 \times gg \times 2 \times \pi \times r_{Trommel}$, mit gg als Trommelgangzahl (Anzahl der Trommelumdrehungen für einen Ablagehub auf der Spulenoberfläche). Wird der Versatz auf einen Doppelhub bezogen, ergibt sich der relative Versatz in Prozent. $\Delta = (\Delta l / l_{Trommel}) \times 100\%$ und damit:

$$\Delta = \left[\left(\sum_{i=1}^k s(t) \times v_{Trommel}(i) \times \Delta t \right) / (2 \times gg \times 2 \times \pi \times r_{Trommel}) \right] \times 100\%$$

[0040] Da keine weiteren Manipulationsmechanismen für die Versatzbildung zur Verfügung stehen, kann nur die Beschleunigung der Friktionstrommel den für die Bildstörung erforderlichen Schlupf und damit den Versatz erzeugen. Ausgehend davon, daß das Antriebsmoment bei jedem Störzyklus unabhängig vom Motorarbeitspunkt immer gleich ist, gibt die Größe des Versatzes während einer Spulenreise auch Auskunft über die Größe des gerade herrschenden Schlupfes.

[0041] Werden während einer Spulenreise nach jedem Störzyklus, das ist eine Aufeinanderfolge von Beschleunigung der Spule und ihrem antriebslosem Auslauf, die Werte für den Schlupf und den Versatz als Punkt in ein Diagramm eingetragen, entstehen eng begrenzte Punktwolken, deren Lage und Ausrichtung Auskunft über die Qualität des jeweiligen Störzyklusses und damit des Schlupfes ergeben. Es ergibt sich eine Zustandsdarstellung der Störzyklen. Mit steigendem Durchmesser der Spule wandert auch die Punktwolke.

[0042] Weil ein paraffiniertes Garn andere Friktionseigenschaften aufweist als ein nichtparaffiniertes, ist der beim Spulen dieser Garne auftretende Schlupf unterschiedlich und folglich auch der Ablageversatz. Das ist deutlich in dem

in Fig. 7 dargestellten Schlupf-Ablageversatzdiagramm zu sehen. Eine Punktwolke, die während einer Spulenreise eines nichtparaffinierten Garns aufgezeichnet wurde, unterscheidet sich hinsichtlich Lage, Ausdehnung und Verlauf deutlich von einer Punktwolke, die während der Spulenreise eines paraffinierten Garns aufgezeichnet wurde. Voraussetzung für diesen Vergleich ist, daß außer der Präparation die Einstellparameter während der beiden Spulenreisen gleich sind.

[0043] Die absolute Lage der Punktwolke kann über die gesamte Maschine oder Partie, also zwischen vielen Einzelaggregaten, verglichen werden. Dadurch werden Abweichungen, die auf nachlassenden oder wegfallenden Paraffinauftrag hinweisen, noch schneller und besser erkannt.

[0044] Es wurden zylindrische Spulen aus Garn der gleichen Garnnummer bei gleichen Spulgeschwindigkeiten gespult. Es war eine mittlere Auflagekompensation eingestellt und es herrschte eine Fadenzugkraft von 30 cN. Die Punktwolke des nichtparaffinierten Garns erstreckt sich in einem Bereich geringen Ablageversatzes und Schlupfes, etwa bis 3,5 % relativen Ablageversatz bei 1,5 % Schlupf, während sich die Punktwolke des paraffinierten Garns, von der vorhergehenden Wolke deutlich abgesetzt, von etwa 4 % relativen Ablageversatz und 1,5% Schlupf bis über 8 % relativen Ablageversatz und über 2,5 % Schlupf erstreckt. Ein Schlupf-Versatzdiagramm ermöglicht es, den paraffinierten und den nichtparaffinierten Zustand eines Garns allein durch die Lage der Schlupf-Versatz-Punkte deutlich zu unterscheiden.

[0045] Schlupf und Friktionskraft stehen ebenfalls in einem proportionalem Zusammenhang. Ein Abfall des Schlupfes kann deshalb über den Verlauf der Friktionskraft ermittelt werden. Die Friktionskraft läßt sich aus dem auf die Spule wirkenden Antriebsmoment berechnen. Während der Beschleunigungsphase der Bildstörung wirkt auf die Spule das Antriebsmoment:

$$m_{\text{Spule}} = m_{\text{Reib}} - m_{\text{Verlust}} - m_{\text{Belastung}}$$

Dieses Moment bewirkt eine Drehzahlsteigerung der Spule innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls. Dabei gilt:

$m_{\text{Spule}} = \ddot{\varphi}_{\text{Spule}} \times J_{\text{Spule}}$. Im Bereich der Auslaufphase von Trommel und Spule ist das Friktionsmoment $m_{\text{Reib}} = 0$ und die Spulendrehzahl reduziert sich aufgrund der Verlust- und Belastungsmomente, die auf das System wirken. Da in dieser Phase das System ohne weitere äußere Einflüsse ist, können diese Momente über die Winkelgeschwindigkeitsverläufe errechnet werden. Eine Entkopplung der Momentenbestimmung zwischen den Rotationskörpern Spule und Trommel wird über die Berechnung der korrespondierenden Leistungen durchgeführt. So gilt für die im Auslauf der Bildstörung erfaßte Verlust- und Belastungsleistung:

$$P_{\text{Verlust,Belastung}} = m_{V,B|Trommel} \times \omega_{Trommel} + m_{V,B|Spule} \times \omega_{Spule}$$

Während es keine Möglichkeit gibt, mit den gegebenen Meßmitteln die Verlustleistung des Trommel-Spulensystems zu messen, kann die Summe der Antriebsverlustleistung und der fadenzugkraftbedingten Belastungsleistung explizit bestimmt werden.

[0046] Die Bestimmung der Reib- und Konvektionsverluste des Trommelantriebs kann mit Hilfe von Auslaufkurven durchgeführt werden. Da die Spulgeschwindigkeit und damit die Trommelwinkelgeschwindigkeit während des Spulbetriebs nur um den eingestellten Bildstörhub variiert (beispielsweise zwischen $\pm 1,5\%$ bis $\pm 6\%$), ist die Bestimmung dieser Verlustleistung auch nur in diesem Arbeitsbereich sinnvoll. Aus diesem Grund kann ein Modellansatz gewählt werden, der die Auslaufsteigung der Trommelgeschwindigkeit im Bereich der Produktionsgeschwindigkeit berücksichtigt. Es gilt somit:

$$m_{V|Trommel} = -J_{Trommel} \times (\Delta\omega_{Trommel} / \Delta t|_{\text{Arbeitspunkt}})$$

$J_{Trommel}$ ist die Trommelträgheit

[0047] Die Messung der Steigung $\Delta\omega_{Trommel} / \Delta t$ ist während des normalen Produktionsbetriebs ohne nennenswerten Produktionsverlust durchführbar. Nach jeder Spulprozeßunterbrechung braucht der Trommelantrieb nur für eine sehr kurze Zeitspanne von der Spule entkoppelt (Abhebung der Kreuzspule) und abgeschaltet zu werden. Nachdem die Anfangssteigung gemessen worden ist, kann der Trommelantrieb aktiv abgebremst werden, um keinen unnötigen Produktionsverlust entstehen zu lassen. Da während einer Spulenreise dieses Verlustmoment konstant ist, brauchen die Auslaufmessungen nur nach jeder prozeßbedingten Spulbetriebsunterbrechung durchgeführt werden.

[0048] Die Bestimmung der Antriebsleistung erfolgt über die gemessenen Beschleunigungsmomente von Trommel und Spule. Für die Berechnung der Gesamtantriebsleistung ergibt sich demnach unter Berücksichtigung der Gleichung $m_{V,B|Spule} = J_{Trommel} \times \ddot{\varphi}_{Trommel} \times (r_{Spule} / r_{Trommel}) + (J_{Spule} \times \ddot{\varphi}_{Spule})$ während der beschleunigungsfreien Phasen:

$$P_{\text{Antrieb}} = m_{Trommel} \times \omega_{Trommel} + m_{Spule} \times \omega_{Spule} + P_{V,B}$$

Wird diese Leistung auf das zugehörige Moment des Trommelantriebs bezogen, gilt:
 $m_{\text{Antrieb|Spule}} = p_{\text{Antrieb}} / \omega_{\text{Trommel}}$. Die Bestimmung des über die Reibkraft erzeugten Friktionsmoments geht von der Gleichung für die Gesamtantriebsleistung aus. Die in dieser Gleichung aufgeführten Leistungen werden jedoch nicht alle über die Friktion aufgebracht. So hat die reine Trommelantriebsleistung, die reine Leistung, um die Trommel zu bewegen, keinen Einfluß auf die Kreuzspule. Ebenso sind die Antriebsverluste der Trommel für das Friktionsmoment ohne Bedeutung. Nach Umformen dieser Gleichung ergibt sich für die Friktions - oder Reibleistung:

$p_{\text{Reib}} = m_{\text{Spule}} \times \omega_{\text{Spule}} + p_{\text{V,B}}$. Hierbei berechnet sich das Friktionsmoment, bezogen auf die Kreuzspule, zu:

$$m_{\text{Reib|Spule}} = p_{\text{Friktion}} / \omega_{\text{Spule}}.$$

[0049] Der Friktionsschlupf erzeugt während der Beschleunigungsphase der Bildstörung unter Berücksichtigung der Reibparameter des Trommel-Spulensystems die Friktionskraft und damit das Antriebsmoment auf die Spule. Es ist eine direkte Abhängigkeit von den spulentechnologischen Parametern wie Auflagekompensation, Garnart, Spulenmasse, Garnpräparation usw. ersichtlich.

[0050] Werden die während der Spulenreise gemessenen und über die Gleichung $v_{\text{Spule}}(t) = (1-s(t)) \times v_{\text{Trommel}}(t)$ beziehungsweise Gleichung $m_{\text{Reib|Spule}} = p_{\text{Friktion}} / \omega_{\text{Spule}}$ berechneten Arbeitspunkte des Schlupfes und die über die Gleichung zur Berechnung des Friktionsmoments berechneten Arbeitspunkte der Friktionskraft in ein Diagramm $f_{\text{Friktion}} = f(s)$ eingezeichnet, ergibt sich eine Punktwolke. In Fig. 8 sind die Punktwolken von zwei Spulenreisen aufgetragen. Es wurden zwei konische Spulen gespult. Außer der Garnpräparation waren alle Einstellparameter gleich, also gleiche Garnnummer, Nm 24, gleiche Spulgeschwindigkeit und gleiche Bildstörung von 6 %. Es war eine mittlere Auflagekompensation eingestellt. Die Punktwolken zeigen eine lineare Abhängigkeit zwischen Friktionskraft und Schlupf. Diese Abhängigkeit ist mit Hilfe einer Geraden approximierbar. Über die zwei Parameter der Geradengleichung kann das Verhalten einer Punktwolke während des Spulprozesses dargestellt werden.

[0051] Um eine genauere Lokalisierung der Punktwolkencharakteristik und damit der Prozeßeigenschaften vornehmen zu können, ist es möglich, bei dieser Darstellung den Schwerpunkt und die Streuung der Punktwolke zu bestimmen und zu verwerten. In der Fig. 8 ist der Einfluß des Paraffinauftrags deutlich zu erkennen. Ohne eine Lokalisierung der Punktwolke vornehmen zu müssen, kann alleine über die Steigung der Punktwolke im Schlupf-Friktionskraftdiagramm die Qualität des Paraffinauftrags festgestellt werden. Die Steigung der Punktwolke des nichtparaffinierten Garns beträgt 4,2 N/%, die des paraffinierten Garns 0,63 N/%. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Überwachung des Paraffinauftrags kann als sehr sicher betrachtet werden, da die Präparation des Garnes, der Paraffinauftrag, direkten Einfluß auf die Reibungszahl μ des Friktionsantriebs ausübt.

[0052] Ist ein Fadenzugkraftsensor 13 an der Spulstelle vorhanden, kann dieser eine Verbindung zur Auswerteeinrichtung 25 besitzen, so daß Änderungen in der Fadenzugkraft bei der Schlupfermittlung berücksichtigt werden können. Dadurch wird einer der wesentlichsten Einflußfaktoren, die keine Beziehung zum Reibwert der Kreuzspule aufweisen, eliminiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung des Paraffinauftrags auf einen laufenden Faden an einer Spulstelle einer Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine, an der die *Kreuzspule* an ihrem Umfang mittels einer Friktionstrommel angetrieben wird, wobei der Antrieb der Friktionstrommel zur Vermeidung von Bildwickeln in Intervallen derart ein - und ausgeschaltet wird, daß Beschleunigungsphasen mit Schlupf zwischen Friktionstrommel und Spule und schlupflose Auslaufphasen aufeinanderfolgen, dadurch gekennzeichnet,

daß das Reibungsverhalten der Oberfläche der Kreuzspule auf der Friktionstrommel während der Spulenreise überwacht wird,

daß dazu zum Reibwert proportionale Größen durch laufendes Ermitteln der Winkelgeschwindigkeiten der Friktionstrommel und der Kreuzspule bestimmt und ausgewertet werden, daß diese Werte mit dem erwarteten Verlauf über die Spulenreise verglichen werden und daß signifikante Abweichungen von diesem Verlauf als Ausfall des Paraffinauftrags bewertet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei erkanntem Ausfall des Paraffinauftrages die Spulstelle stillgesetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein Signal zum Ruf der Bedienperson generiert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als zum Reibwert proportionale Größe der Schlupf zwischen Kreuzspule und Friktionstrommel bestimmt und ausgewertet wird.
- 5 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des von der Friktionstrommel auf die Spule übertragenen Antriebsmomentes die Friktionskraft bestimmt wird, die als Funktion des Schlupfes erfaßt und zur Bewertung des Reibungsverhaltens der Oberfläche der Kreuzspule herangezogen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß auf das Antriebssystem Friktionstrommel/Kreuzspule wirkende Verlust - und Belastungsmomente während der schlupffreien Auslaufphasen gemessen und bei der Bestimmung der Friktionskraft berücksichtigt werden.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fadenzugkraft gemessen wird und die Schlupfgröße von Änderungen der Fadenzugkraft während der Spulenreise bereinigt wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Ablageversatz, der einer Verschiebung eines Umkehrpunktes der Fadenablage auf einer Umfangsline der Spule gegenüber dem vorhergehenden Umkehrpunkt entspricht, als Funktion vom Schlupf ermittelt und zur Bewertung des Reibungsverhaltens der Oberfläche der Kreuzspule auf der Friktionstrommel herangezogen wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Reibungsverhalten der Oberfläche der Kreuzspulen auf den Friktionstrommeln an einer vorgebbaren Anzahl von Spulstellen der Spulmaschine gemittelt wird und als Vergleichsbasis für das Reibungsverhalten an jeder einzelnen Spulstelle dient.

25

30

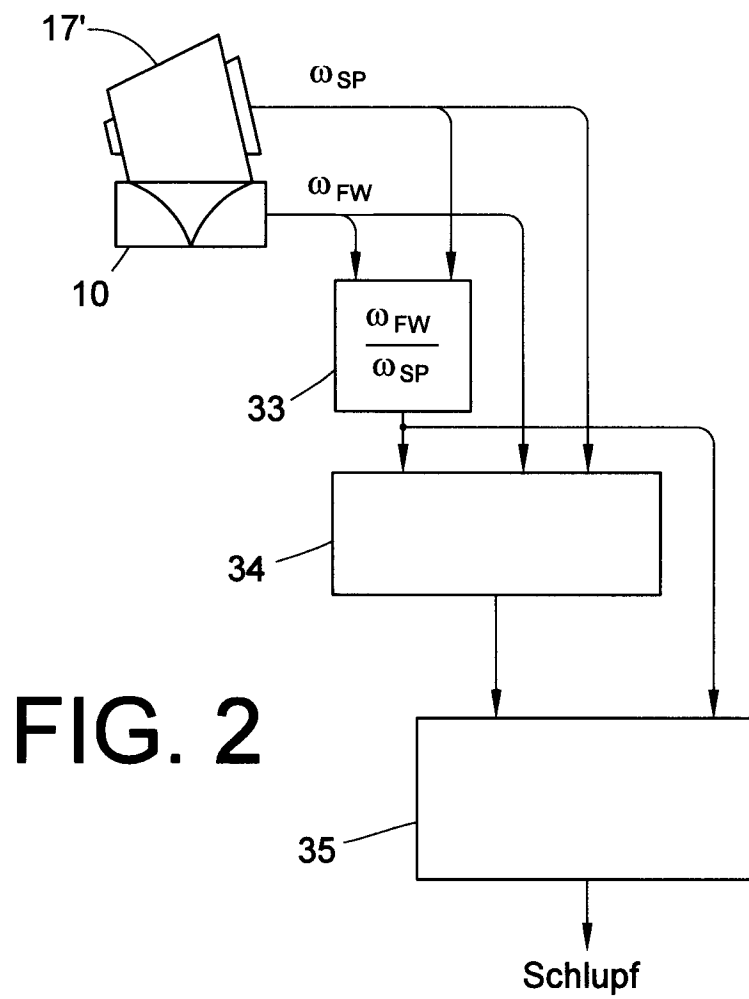
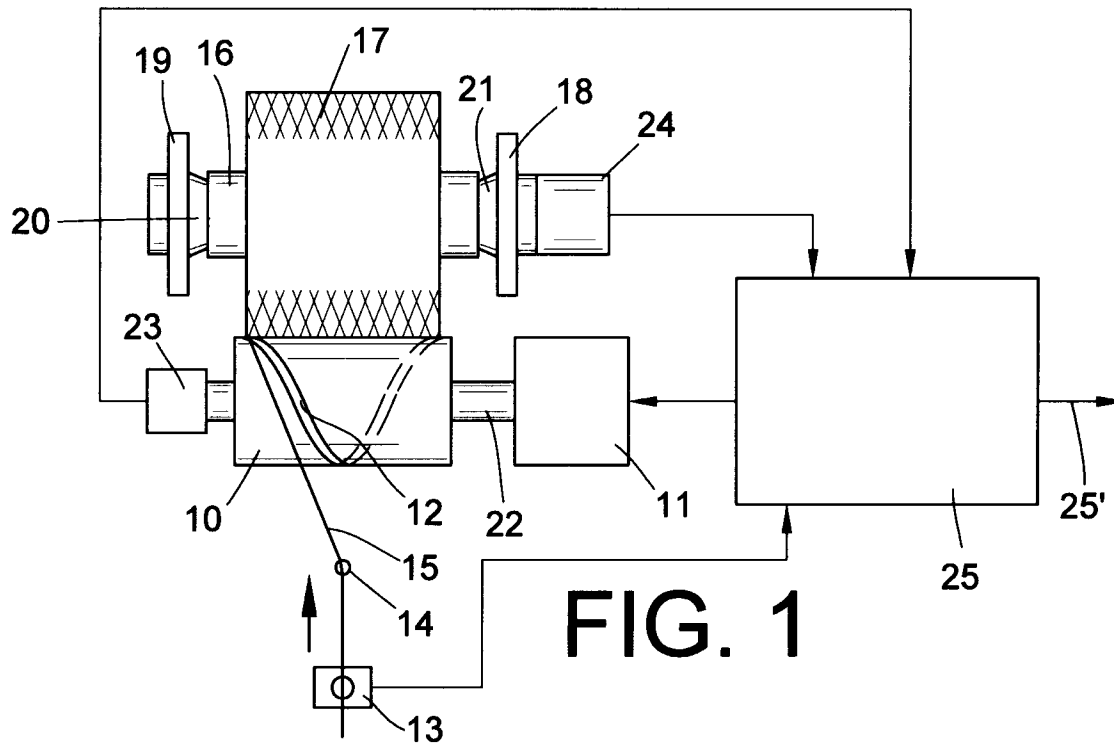
35

40

45

50

55



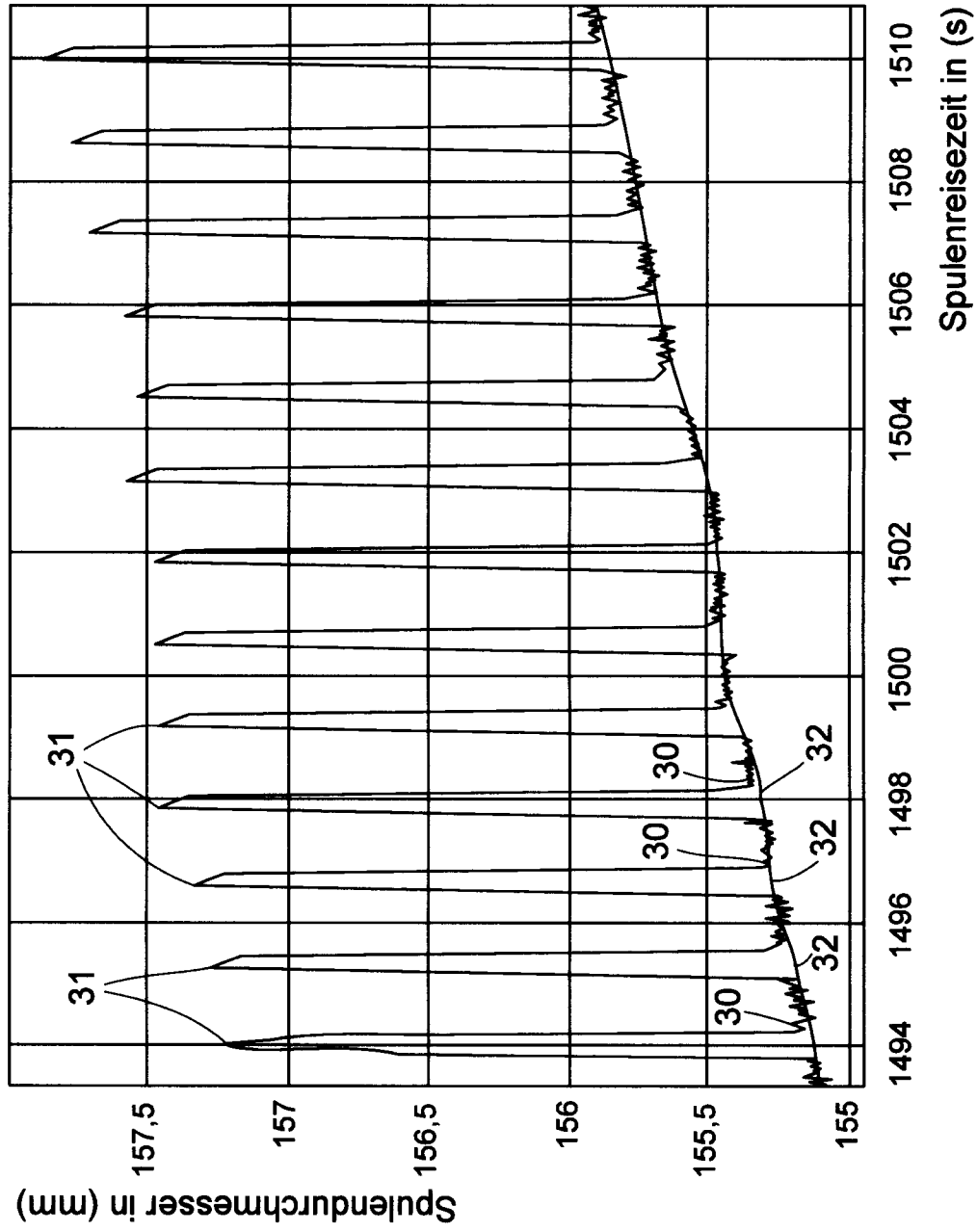


FIG. 3

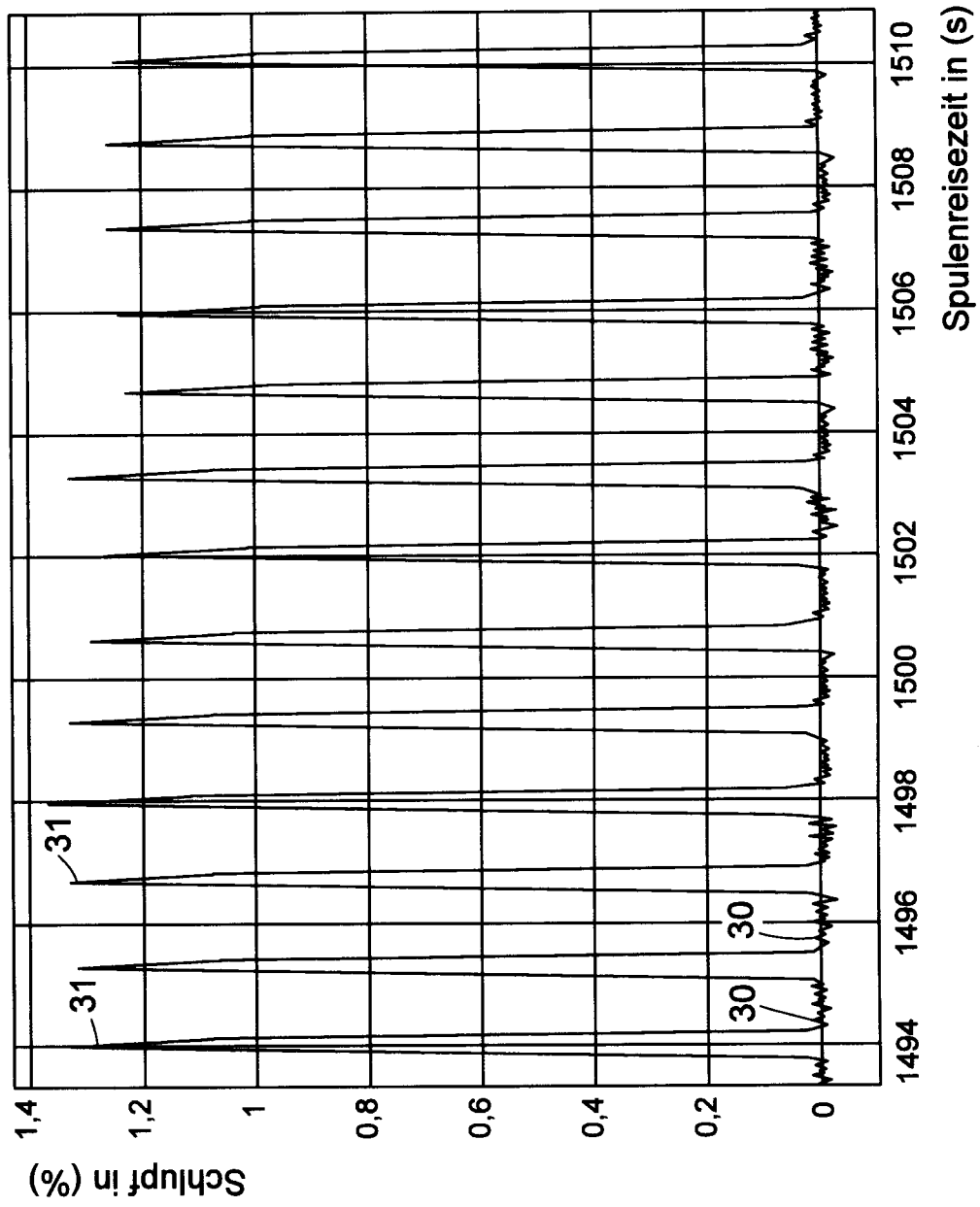


FIG. 4

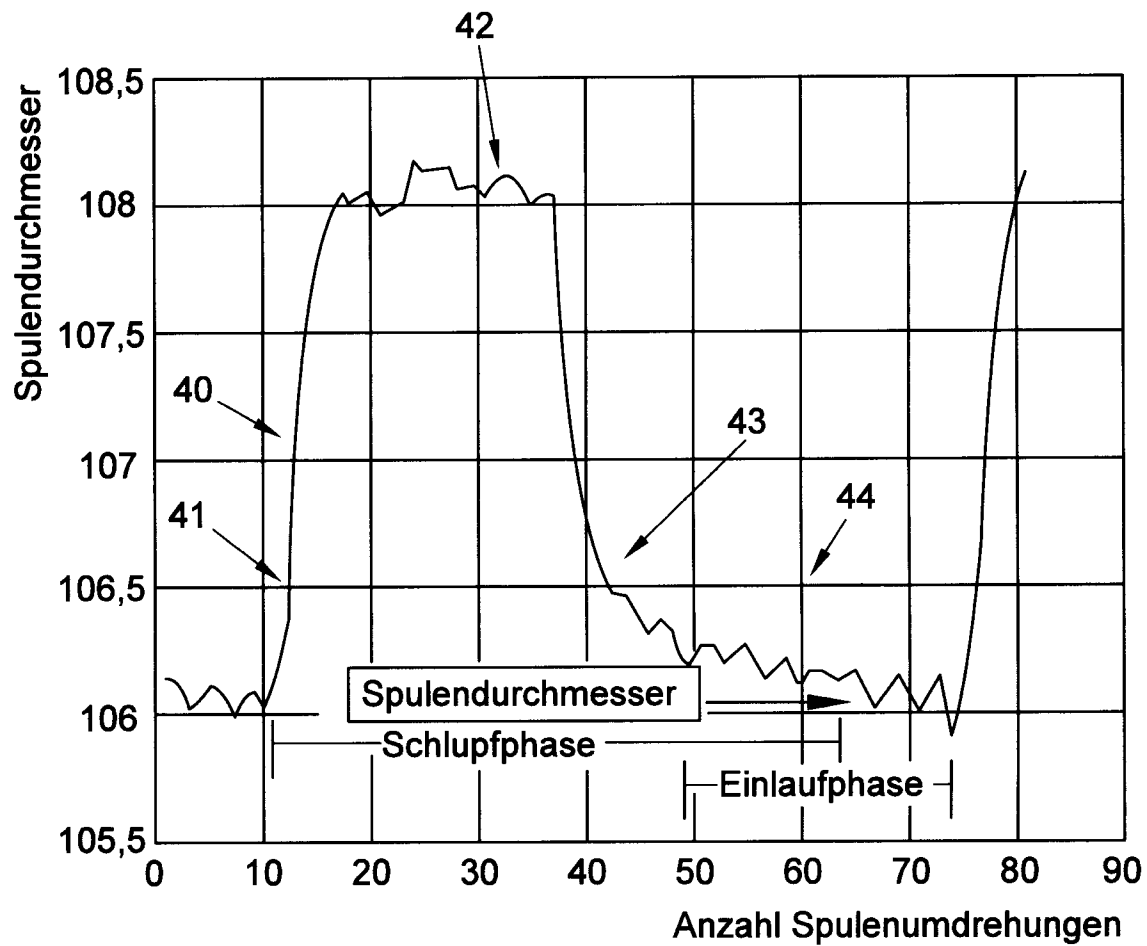


FIG. 5

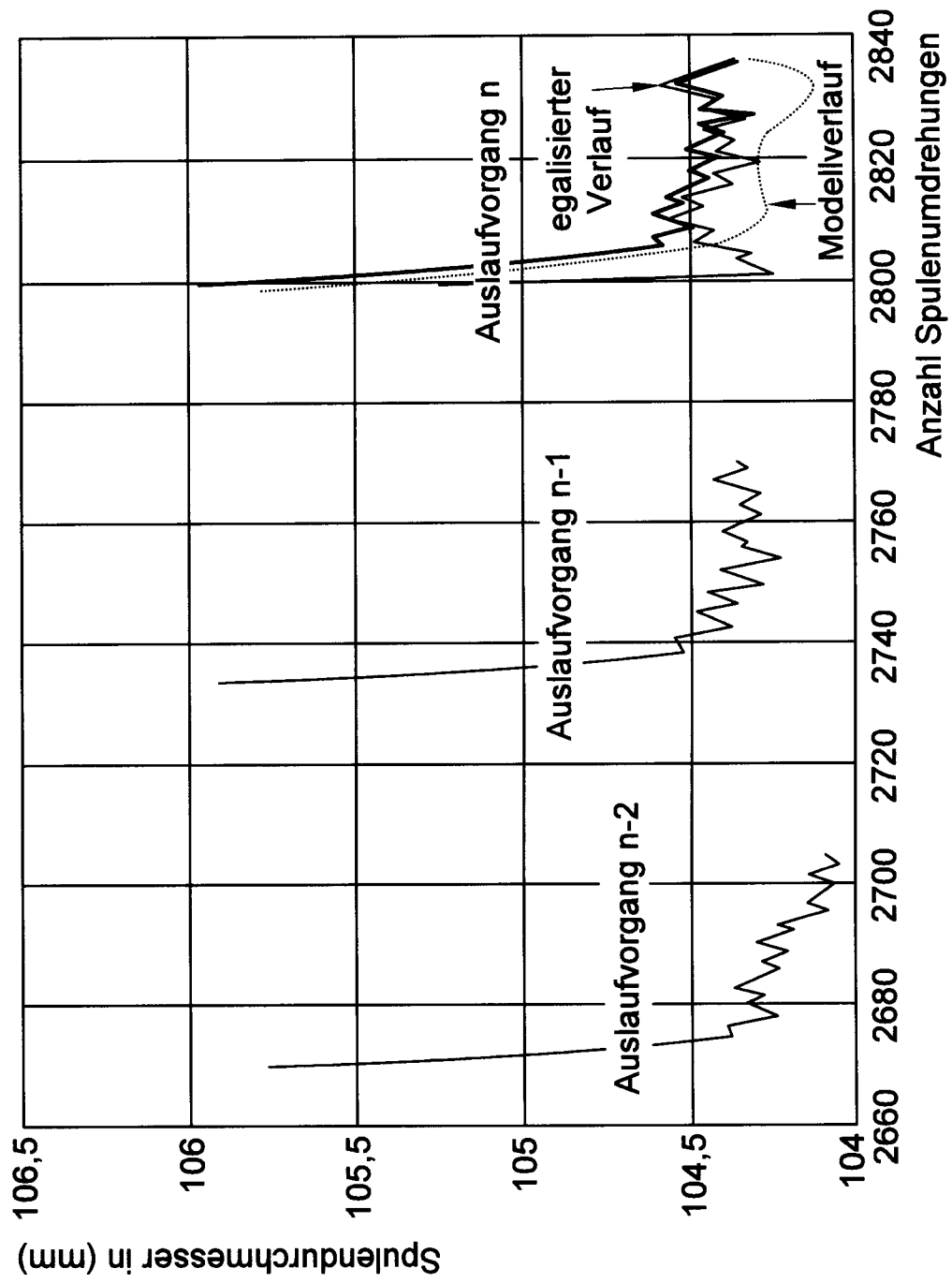


FIG. 6

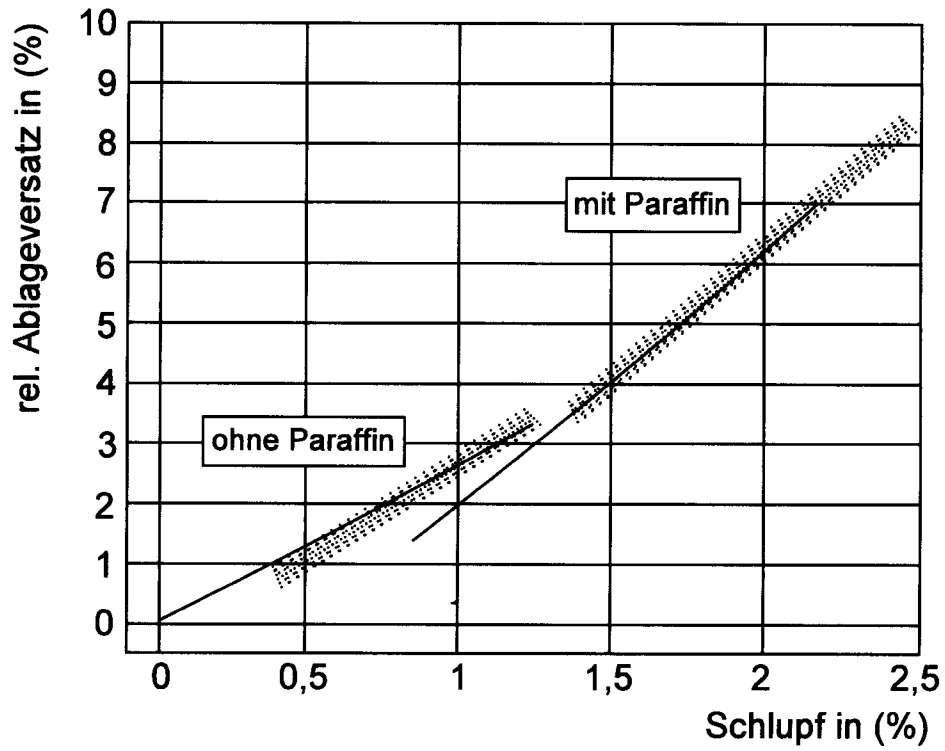


FIG. 7

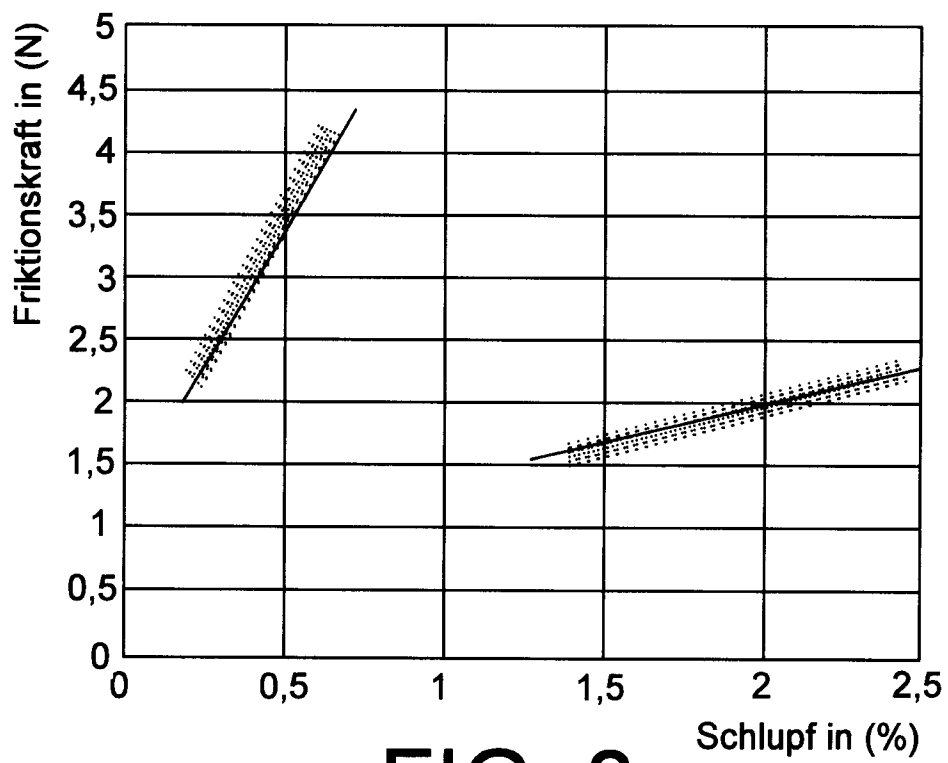


FIG. 8