



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 768 271 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.04.1997 Patentblatt 1997/16

(51) Int. Cl.⁶: **B65H 67/048**, B65H 54/52

(21) Anmeldenummer: **96116021.5**

(22) Anmeldetag: **07.10.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **16.10.1995 DE 19538480**

(71) Anmelder: **GEORG SAHM GMBH & CO. KG**
D-37269 Eschwege (DE)

(72) Erfinder:
• **Rom, Jürgen**
37276 Meinhard (DE)
• **Bamberg, Jörg**
37269 Eschwege (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Rehberg + Hüppe**
Am Kirschberge 22
37085 Göttingen (DE)

(54) Spulmaschine für einen kontinuierlich auflaufenden Faden

(57) Eine Spulmaschine für einen kontinuierlich auflaufenden Faden (1) weist eine drehbare Trommel (6) auf, auf der zwei antreibbare Spulspindeln (9, 10) drehbar gelagert sind. Eine Verlegeeinrichtung (4) und einer Kontaktwalze (5) sind der Trommel (6) im Fadenlauf vorgeordnet. Dabei steht die Kontaktwalze (5) in Umfangskontakt mit der Spule (15), die sich auf der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9 oder 10) bildet. Der Abstand zwischen der Achse (13) der Kontaktwalze (5) und der Achse (11) der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9) ist im Sinne einer Vergrößerung entsprechend dem wachsenden Durchmesser der Spule (15) veränderbar. Für die Drehung der Trommel (6) ist eine Regeleinrichtung vorgesehen. Die Spulmaschine (3) weist eine Einrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens (1) und eine Einrichtung zur Ermittlung der Drehzahl der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9) auf. Die Regeleinrichtung weist eine Recheneinheit zur Berechnung des jeweiligen aktuellen Durchmessers der sich auf der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9 oder 10) bildenden Spule (15) und zur Berechnung der jeweiligen aktuellen Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Anfang und dem Ende eines jeden Rechenzyklusses als Regelgrößen für die Drehung der Trommel (6) über die gesamte Spulreise auf.

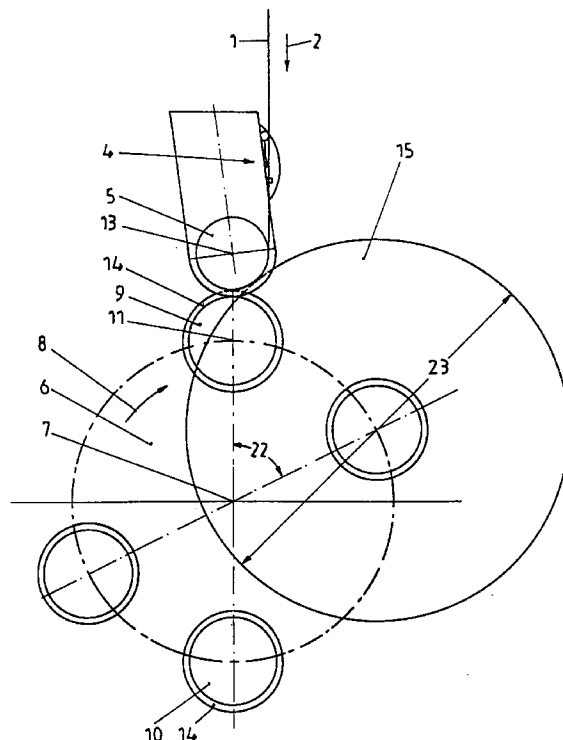


Fig. 3

EP 0 768 271 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Spulmaschine für einen kontinuierlich auflaufenden Faden, mit einer drehbaren Trommel, auf der zwei antreibbare Spulspindeln drehbar gelagert sind, mit einer Verlegeeinrichtung und einer Kontaktwalze, die der Trommel im Fadenlauf vorgeordnet sind, wobei die Kontaktwalze in Umfangskontakt mit der Spule steht, die sich auf der in Betrieb befindlichen Spulspindel bildet, und der Abstand zwischen der Achse der Kontaktwalze und der Achse der in Betrieb befindlichen Spulspindel im Sinne einer Vergrößerung entsprechend dem wachsenden Durchmesser der Spule veränderbar ist. Es wird auch ein Verfahren zur Regelung einer Spulmaschine für einen kontinuierlich auflaufenden Faden beschrieben, bei dem eine Trommel, auf der zwei antreibbare Spulspindeln drehbar gelagert sind, gegenüber einer Kontaktwalze gedreht wird und der Faden mit einer Verlegeeinrichtung über die Kontaktwalze auf die Spule aufgewickelt wird, wobei der Abstand zwischen der Achse der Kontaktwalze und der Achse der in Betrieb befindlichen Spulspindel im Sinne einer Vergrößerung entsprechend dem wachsenden Durchmesser der Spule verändert wird.

Eine Spulmaschine dieser Art ist aus der EP 0 374 536 B1 bekannt. Die dabei eingesetzte Kontaktwalze ist auf einer Schwinge schwenkbar oder in einer Geradführung geradlinig verschiebbar gelagert. Es ist ein Sensor vorgesehen, der die Bewegung der Kontaktwalze relativ zu der Oberfläche der sich auf der in Betrieb befindlichen Spulspindel bildenden Spule erfaßt. Der Sensor gehört zu einer Steuereinrichtung und arbeitet als Zweipunkt-Steuerglied. Wird die Kontaktwalze von dem sich beim Spulvorgang vergrößernden Durchmesser der Spule bei stillstehender Achse der Trommel über das am Sensor eingestellte Maß bewegt, dann wird ein Steuerimpuls auf den Drehantrieb der Trommel gegeben und die Trommel gedreht, so daß die Bewegungsrichtung der Kontaktwalze umgekehrt wird und diese den eingestellten Auslösepunkt an dem Steuerglied wieder unterschreitet. Dann wird der Antrieb der Trommel stillgesetzt. Die Trommel wird also in kleinen Schritten mit jeweils konstanter Winkelgeschwindigkeit angetrieben. Obwohl die bewegte Kontaktwalze nur einen relativ geringen Weg zurücklegt, beispielsweise 2 mm, ist diese Bewegung dennoch notwendige Voraussetzung für die Steuerung des Drehantriebes der Trommel. Durch die Bewegung der Kontaktwalze und die dadurch ausgelöste Steuerung der Trommel entstehen zwischen der Kontaktwalze und dem Umfang der Spule nicht nur unterschiedliche Anpreßkräfte, sondern diese Anpreßkräfte zeigen auch einen unstetigen Verlauf. Durch die Verschiebung der Berührungslinie zwischen Kontaktwalze und dem Umfang der sich bildenden Spule wird die Verlegegenauigkeit nachteilig beeinflusst. Weiterhin ist nachteilig, daß die Schalthäufigkeit dieser Steuereinrichtung mit dem Sensor über der Spulreise abnimmt. Der Schaltweg des Sensors bleibt dagegen

konstant. Durch das Auswandern der Spule bei sich drehender Trommel und durch den zunehmend langsamer wachsenden Spulendurchmesser nimmt die Anzahl der Nachsteuerschritte pro Zeiteinheit ab, d. h. der Wechsel in der Anpreßkraft über die Kontaktwalze verlangsamt sich. Weiterhin ist nachteilig, daß zur Steuerung eine separate aufwendige Steuereinrichtung erforderlich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine weitere Spulmaschine der eingangs beschriebenen Art bereitzustellen, die preiswert herstellbar und wartungsfreundlich ist und darüberhinaus eine kleine Baugröße besitzt.

Erfindungsgemäß wird dies bei einer Spulmaschine der eingangs beschriebenen Art dadurch erreicht, daß für die Drehung der Trommel eine Regeleinrichtung vorgesehen ist, daß die Spulmaschine eine Einrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens und eine Einrichtung zur Ermittlung der Drehzahl der in Betrieb befindlichen Spulspindel aufweist, und daß die Regeleinrichtung eine Recheneinheit zur Berechnung des jeweiligen aktuellen Durchmessers der sich auf der in Betrieb befindlichen Spulspindel bildenden Spule und der jeweiligen aktuellen Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Anfang und dem Ende eines jeden Rechenzyklusses als Regelgrößen für die Drehung der Trommel über die gesamte Spulreise aufweist.

Die Erfindung geht von dem Gedanken aus, zunächst anstelle der bekannten Steuereinrichtung eine Regeleinrichtung vorzusehen, um damit die Drehung der Trommel in einem quasikonstanten Bewegungsablauf zu regeln. Dies kann so gestaltet werden, daß z. B. alle 10 ms ein Rechenzyklus abläuft, an den sich jeweils ein Regelzyklus anschließt. Es entsteht damit gleichsam eine quasistetige Bewegung der Trommel während der Spulreise. Vorteilhaft ist, daß die Spulmaschine für die Regelung keine zusätzlichen Elemente, wie Sensoren o. dgl., erforderlich macht, sondern ohnehin vorhandene Elemente, die für die Steuerung der Fadenspannung an der Spulmaschine vorgesehen sind, nutzt. So wird auf eine Einrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens und auf eine Einrichtung zur Ermittlung der Drehzahl der in Betrieb befindlichen Spulspindel zurückgegriffen. Über die Recheneinheit, die Bestandteil der Regeleinrichtung sein kann, wird aus der Fadengeschwindigkeit und der Drehzahl der in Betrieb befindlichen Spulspindel jeweils der aktuelle Durchmesser der sich bildenden Spule berechnet und die jeweilige aktuelle Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Anfang und dem Ende eines jeden Rechenzyklusses ermittelt. Mit dieser aktuellen Winkelgeschwindigkeit wird die Trommel weitergedreht. Dabei wird aus der Berechnung des jeweiligen aktuellen Durchmessers ein jeweiliger Sollwert des Drehwinkel für die Trommel ermittelt. Aus der gemessenen Zeitspanne, die zwischen dem Anfang und dem Ende eines jeden Rechenzyklusses vergangen ist, und dem jeweiligen Sollwert des Drehwinkels wird die aktuelle Winkelgeschwindigkeit berechnet, mit der die Trommel

weitergedreht wird. Bei dem Sollwert des Drehwinkels handelt es sich um den Winkel zwischen der Achse der Spulspindel am Anfang und am Ende eines jeweiligen Rechenzyklusses über der Achse der Trommel. Vorteilhaft ist dabei, daß keine zusätzlichen Sensoren erforderlich sind, sondern für die Fadenspannungsregelung vorhandene Sensoren genutzt werden. Die Regeleinrichtung ist nicht mehr von einer Bewegung der Kontaktwalze abhängig, d. h. die Kontaktwalze kann völlig frei gestaltet und angeordnet werden. Beispielsweise ist es möglich, über die Kontaktwalze eine solche Anpreßkraft auf den Umfang der sich bildenden Spule auszuüben, die nach von der Regelung unabhängigen Kriterien gestaltet ist, beispielsweise einen stetigen Verlauf aufweist. Hier ist beispielsweise auch eine stetige Abnahme der Anpreßkraft ohne Schwankungen möglich, was sich günstig auf den Spulenaufbau auswirkt.

Als Recheneinheit kann ein Mikroprozessor vorgesehen sein. Ein solcher Mikroprozessor stellt eine geeignete Baueinheit für die Realisierung der Recheneinheit dar. In ihm können die verschiedensten gewünschten Rechenoperationen und -schritte zusammengefaßt sein, wie sie u. a. auch für die Fadenspannungsregelung erforderlich sind.

Die Einrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens kann eine Einrichtung zur Erfassung der Drehzahl der Kontaktwalze aufweisen. Da der Durchmesser der Kontaktwalze und der Auflaufwinkel, in welchem der Faden auf den Umfang der Kontaktwalze schräg aufgelegt wird, bekannt sind, läßt sich daraus in einfacher Weise die Geschwindigkeit des Fadens berechnen. Es kann aber auch jede andere, Einrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens eingesetzt werden, beispielsweise eine separate Einrichtung, die stromauf der Verlegeeinrichtung oder auch an anderer Stelle angeordnet ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Einrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens und die Einrichtung zur Ermittlung der Drehzahl der in Betrieb befindlichen Spulspindel auch als Regeleinrichtung für die Drehung der Trommel ausgebildet sind. Damit werden ohnehin vorhandene Elemente zur Nutzung herangezogen.

Die Kontaktwalze kann relativ zu der Achse der Trommel und damit zu der jeweiligen Spulspindel ausweichbar gelagert sein, wobei eine Einrichtung zur Steuerung einer konstanten oder gesteuert veränderlichen Anpreßkraft der Kontaktwalze auf die in Betrieb befindliche Spulspindel vorgesehen ist. Die ausweichbare Lagerung der Kontaktwalze ist einerseits sinnvoll, um die Trommel mit den beiden Spulspindeln durchdrehen zu können. Da sich die Kontaktwalze jedoch nicht notwendigerweise bewegen muß, kann dennoch eine Bewegung der Kontaktwalze vorgesehen sein, wobei diese aber dann aber einem anderen Zweck dient, nämlich der Aufbringung einer Anpreßkraft bzw. eines Anpreßkraftverlaufes über die Spulreise.

Die Recheneinheit kann einen Speicher zur Aufnahme einer Wertetabelle für den Sollwert des Dreh-

winkels der Trommel in Abhängigkeit vom Durchmesser der Spule aufweisen. Es versteht sich, daß eine solche Wertetabelle, je nach Anwendungsfall, eingegeben werden kann. Es ist aber auch möglich, die Recheneinheit so auszubilden, daß der Sollwert des Drehwinkels in Abhängigkeit vom Durchmesser der Spule errechnet wird. Dabei wird dann zwar der Rechenzyklus etwas länger dauern. In Anbetracht der mechanisch zu bewegenden Teile der Spulmaschine ist dies jedoch ohne nachteilige Folgen.

Das Verfahren zur Regelung einer Spulmaschine kennzeichnet sich erfindungsgemäß dadurch, daß die Trommel kontinuierlich mit sich von Rechenzyklus zu Rechenzyklus ändernden Winkelgeschwindigkeiten gedreht wird.

In verfahrensmäßiger Hinsicht geht die Erfindung von der Vorstellung aus, das abwechselnde Drehen und Stillsetzen der Trommel, wie es im Stand der Technik bekannt ist, zu verlassen und in einen ununterbrochenen kontinuierlichen Drehvorgang der Trommel zu verändern. Dabei kommen sich ändernde Winkelgeschwindigkeiten nacheinander zur Anwendung, d. h. aus einer Winkelgeschwindigkeit heraus wird der Drehantrieb der Trommel in eine andere Winkelgeschwindigkeit umgeschaltet, so daß auf jeden Fall die Trommel eine kontinuierliche Bewegung ausführt, wobei der Verlauf der sich ändernden Winkelgeschwindigkeiten einen hyperbolischen Charakter hat. Im allgemeinen nehmen die benutzten aktuellen Winkelgeschwindigkeiten im Laufe einer Spulreise ab. Je nach den geometrischen Verhältnissen in der Anordnung der Elemente der Spulmaschine können sich am Ende einer Spulreise jedoch auch wieder geringfügig zunehmende Winkelgeschwindigkeiten ergeben. In diesem Bereich ist jedoch die Änderung der Winkelgeschwindigkeit von Regelzyklus zu Regelzyklus nicht sonderlich groß.

Es können vorteilhaft Rechenzyklen Verwendung finden, die in über die Spulreise konstanten Zeitabständen, beispielsweise insbesondere in 10 msec, wiederholt werden. Die Wiederholung der Rechenzyklen in solch kurzen zeitlichen Abständen ist durchaus möglich. Es ist aber nicht schädlich, wenn die Anzahl der Rechenzyklen verkleinert und die zeitlichen Abstände vergrößert werden, da der Antrieb der Trommel ohnehin eine Vielzahl mechanischer Elemente enthält, die sich als vergleichsweise träge erweisen. Es ist auch möglich, unterschiedliche Anzahlen von Rechenzyklen einerseits und Regelzyklen andererseits anzuwenden, Mittelwerte zu bilden oder dergleichen. Im allgemeinen ist dies jedoch nicht erforderlich.

Es ist ein Verfahren möglich, bei dem eine Änderung der aktuellen Winkelgeschwindigkeit der Drehung der Trommel für jeden Regelzyklus in Abhängigkeit eines konstanten Zuwachses des Durchmessers der Spule erfolgt. Pro Zeiteinheit wird der Durchmesser der Spule am Ende der Spulreise vergleichsweise weniger schnell wachsen als zu Beginn einer Spulreise. Umgekehrt werden sich die Winkelgeschwindigkeiten zu

Beginn einer Spulreise wesentlich stärker ändern als zum Ende einer Spulreise. Der Sollwert des Drehwinkels über die Spulreise verbleibt insbesondere im Mittelbereich der Spulreise über einen größeren Bereich konstant.

Die jeweilige aktuelle Winkelgeschwindigkeit der Drehung der Trommel wird aus dem jeweils vorangegangenen Regelzyklus errechnet. Dies stellt zwar einen kleinen Fehler dar. Dieser kann jedoch ohne weiteres in Kauf genommen werden, weil die erforderliche Genauigkeit durch die Vielzahl der Rechenzyklen und Regelzyklen erreicht wird.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen weiter beschrieben und verdeutlicht. Es zeigen:

- Figur 1 den Aufbau einer Spulmaschine in Frontansicht,
- Figur 2 eine schematisierte Seitenansicht der Spulmaschine,
- Figur 3 eine Darstellung der relativen Anordnung zwischen Kontaktwalze und den Spulspindeln auf der Trommel,
- Figur 4 eine bevorzugte Ausführungsform der Regeleinrichtung in Form eines Schaltbildes und
- Figur 5 ein Diagramm des Sollwertes des Drehwinkels und des Verlaufes der Winkelgeschwindigkeit über den wachsenden Durchmesser der Spule bzw. der Zeit.

In Figur 1 ist ein Faden 1 dargestellt, der in Richtung eines Pfeiles 2 von einem Spinnschacht kontinuierlich einer Spulmaschine 3 zuläuft. Der Faden läuft über eine Verlegeeinrichtung 4 auf den Umfang einer Kontaktwalze 5. Im Bereich unterhalb oder seitlich von der Kontaktwalze 5 ist eine Trommel 6 um ihre Achse 7 drehbar bzw. schwenkbar gemäß Pfeil 8 gelagert. Auf der Trommel 6 sind zwei Spulspindeln 9 und 10 drehbar gelagert. In dem dargestellten Beispiel befinden sich die Achsen 11 und 12 der Spulspindeln 9 und 10 unterhalb der Achse 13 der Kontaktwalze 5 vertikal ausgerichtet. Auf der Spulspindel 9 befindet sich eine leere Hülse 14. Diese Spulspindel 9 ist in Arbeitsstellung gezeigt, also zu Beginn eines Aufwickelvorganges bzw. einer Spulreise. Die Spulspindel 10 mit einer darauf befindlichen aufgewickelten Spule 15 befindet sich in der Reservestellung, in der der Spulenwechsel durchgeführt wird.

Aus Figur 2 ist erkennbar, daß die Spulmaschine 3 so ausgebildet ist, daß gleichzeitig zwei Fäden 1 auf zwei Spulen 15 aufgewickelt werden. Die Spulmaschine 3 besitzt einen Motor 16 für den Antrieb der Spulspindel 9 in der Arbeitsstellung und in der Reservestellung. Ein Motor 17 ist für den Antrieb der Spulspindel 10 in der Reservestellung und der Arbeitsstellung vorgesehen.

Ein Motor 18 dient schließlich dem Antrieb der Trommel 6. Ein Getriebe 19 dient der Übertragung des Drehantriebes der beiden Motore 16 und 17 auf die Spulspindeln 9 und 10 trotz deren Verschwenkbarkeit über die Trommel 6. Die Spulmaschine 3 weist eine schematisch dargestellte Regeleinrichtung 20 auf. Eine Recheneinheit 21, beispielsweise in Form eines Mikroprozessors, kann Bestandteil der Regeleinrichtung 20 sein.

Figur 3 verdeutlicht noch einmal die Relativlagen während einer Spulreise. Unterhalb der Kontaktwalze 5 ist die Spulspindel 9 mit ihrer Achse 11 und der leeren Hülse 14 zu Beginn des Wickelvorganges dargestellt. Der Umfang der Kontaktwalze 5 liegt am Umfang der Hülse 14 an. Während der Spulreise bzw. während des Aufspulvorganges wird die Trommel 6 gemäß Pfeil 8 gedreht, so daß die Spulspindel 9, auf der sich die Spule 15 bildet, im Rechtsdreh Sinn ausweicht. Die Verschwenkung bzw. Drehung der Trommel 6 erfolgt dabei über einen Drehwinkel 22. Es versteht sich, daß sich dabei im gleichen Drehsinn die Spulspindel 10 mit der Trommel 6 dreht. Der Drehwinkel 22 vergrößert sich mit anwachsendem Durchmesser der Spule 15. Der Drehwinkel 22 ist der Winkel, der zwischen der Achse 11 der in Betrieb befindlichen Spulspindel 9 zu Beginn des Aufwickelvorganges und nahezu am Ende einer Spulreise über der ortsfesten Achse 7 der Trommel 6 aufgespannt wird. Damit ist erkennbar, daß zu einem bestimmten Durchmesser 23 der Spulspindel 15 ein bestimmter Drehwinkel 22 gehört. Aus Figur 3 ist auch erkennbar, daß die Kontaktwalze 5 mit ihrem Umfang immer am Umfang der sich bildenden Spule 15 anliegt, wobei sich jedoch der Kontaktpunkt verändert. Diese Veränderung richtet sich nach den geometrischen Verhältnissen der Anordnung der Teile zueinander. Im Verlauf einer Spulreise kann der Kontaktpunkt zunächst so wandern, daß sich der Umschlingungswinkel, mit dem der Faden 1 den Umfang der Kontaktwalze 5 umschlingt, zunächst verringert, jedoch gegen Ende einer Spulreise wieder etwas vergrößert. Die Kontaktwalze 5 kann über eine hier nicht dargestellte Lagerung relativ zur Achse 7 der Trommel 6 ausweichbar gelagert sein. Es ist auch möglich, eine Einrichtung zur Steuerung einer konstanten oder gesteuert veränderlichen Anpreßkraft der Kontaktwalze auf den Umfang der Spule 15 vorzusehen, die sich auf deren Betrieb befindlichen Spulspindel bildet.

In Figur 4 sind schematisch wesentliche Elemente der Regeleinrichtung 20 und der Recheneinheit 21 dargestellt. Ein Sensor 24 dient der Erfassung der Drehzahl der Kontaktwalze 5. Ein Sensor 25 dient der Erfassung der Drehzahl der Spulspindel 9. Ein Sensor 26 erfaßt die Drehzahl der Spulspindel 10. Dem Motor 16 für den Antrieb der Spulspindel 9 ist ein Frequenzumrichter 27 zugeordnet. Entsprechend ist im Antrieb der Spulspindel 10 ein Frequenzumrichter 28 vorgesehen. Ein Oderglied 29 dient dem Wechsel der Arbeitsstellung bzw. Reservestellung zwischen den beiden Spulspindeln 9 und 10.

Die Recheneinheit 21 weist einen PID-Regler 30, ein Rechenglied 31, einen Speicher 32, in den eine

Wertetabelle 33 eingebbar ist, einen I-Regler 34 und einen weiteren PID-Regler 35 auf. Zu der Recheneinheit gehört auch ein Timer 36, der zur Erfassung der Zeit dient. Dem Motor 18 für den Antrieb der Trommel 6 ist ein Servoregler 37 vorgeschaltet. Im Motor 18 ist ein Resolver 38 angeordnet. Die einzelnen Elemente der Regeleinrichtung 20 sind so miteinander verbunden, wie dies durch die Linienführungen angedeutet ist. Dabei sind folgende Hinweiszeichen benutzt:

D =	Durchmesser 23 der Spule 15 (veränderlich)
n_S =	Drehzahl der Spulspindel 9 oder 10 (veränderlich)
n_K =	Drehzahl der Kontaktwalze 5 (konstant)
ϕ =	Drehwinkel 22 der Trommel 6 (veränderlich)
f =	Frequenz
T =	Zeit
ω =	Winkelgeschwindigkeit der Drehung der Trommel 6 (veränderlich)

Ein Index "ist" kennzeichnet eine veränderliche Größe in ihrem jeweils aktuellen Wert. Ein Index "soll" kennzeichnet einen berechneten Sollwert. Mit DELTA ist ein Differenzwert bezeichnet.

In Figur 5 ist der Verlauf des Drehwinkels ϕ der Trommel 6 als Funktion des Durchmesserzuwachses der Spule 15 über den Durchmesser D oder auch der Zeit dargestellt. Weiterhin ist der Verlauf der Winkelgeschwindigkeit über der Zeit dargestellt. Diese Kurve verläuft mit hyperbolischem Charakter.

In der Folge werden zwei mögliche Betriebsweisen der Regeleinrichtung 20 der Spulmaschine 3 verdeutlicht:

Bei einer ersten Betriebsweise ist eine Wertetabelle 33 im Speicher 32 der Recheneinheit 21 hinterlegt. In dieser Wertetabelle 33 sind den wachsenden Durchmessern 23 der Spule 15 (z. B. in Spulenzuwachsraten von je 2 mm) bestimmte Drehwinkel 22 (ϕ_{soll}) zugeordnet. Bei Beginn der Spulreise wird mit dem Timer 36 die Zeit gemessen, die zu einem Spulendurchmesserzuwachs von z. B. 2 mm führt. Der jeweils aktuelle Durchmesser 23 (D) der Spule 15 wird aus der Drehzahl n_K der Kontaktwalze und der Drehzahl n_S der Spule 15 bzw. der Spulspindel 9, die sich gerade in Arbeitsstellung befindet, berechnet. Die Umfangsgeschwindigkeit der Kontaktwalze 5 ist eine Funktion der Geschwindigkeit des Fadens 1, die als konstant angenommen wird. Damit ergibt sich das Anwachsen des aktuellen Durchmessers D der Spule 15

$$D = f(n_S, n_K)$$

Ist dieser festgelegte Spulenzuwachs DELTA D (z. B. 2 mm) erreicht, wird aus der Wertetabelle 33 der dazugehörige Sollwert des Drehwinkels 22 (ϕ_{soll}) entnommen. Aus der gemessenen Zeit T und dem Sollwert des Drehwinkels wird die Winkelgeschwindigkeit ω berechnet.

$$\omega = f(\phi_{soll}, T)$$

Mit dieser Winkelgeschwindigkeit ω wird die Trommel 6 weitergedreht, bis der nächste Spulenzuwachs DELTA D erreicht ist. Der dabei erreichte Drehwinkel ϕ_{ist} , geliefert vom Resolver 38 des Motors 18 der Trommel wird als Ist-Wert an den I-Regler 34 der Recheneinheit 21 zurückgeführt und mit dem Sollwert ϕ_{soll} aus der hinterlegten Wertetabelle 33 verglichen. Bei Abweichung wird die Winkelgeschwindigkeit ω vom I-Regler 34 der Regeleinrichtung 20 durch iterative Annäherung korrigiert, so daß die Abweichung zwischen ϕ_{soll} und ϕ_{ist} im Verlauf der Spulreise immer kleiner wird.

Es ist aber auch möglich, die Regeleinrichtung 20 ohne Hinterlegung einer Wertetabelle zu betreiben:

Der jeweils aktuelle Durchmesser 23 der Spule 15 (D) wird, wie oben, auch hier aus der Drehzahl n_K der Kontaktwalze 5 und der Drehzahl n_S der Spulspindel 9 oder 10 mit der Spule 15 berechnet. Die Umfangsgeschwindigkeit der Kontaktwalze 5 ist eine Funktion der Geschwindigkeit des Fadens 1, mit der dieser zugeführt bzw. aufgespult wird.

$$D = f(n_S, n_K)$$

Hieraus und aus einer Konstanten, gebildet aus den geometrischen Daten der Spulmaschine 3, wird der dazugehörige Sollwert des Drehwinkel ϕ_{soll} errechnet.

$$\phi_{soll} = f(D, \text{Konstante})$$

Unter Einbeziehen der gemessenen Zeit T zwischen dem Start zweier Rechenzyklen und dem errechneten Wert des Drehwinkels ϕ_{soll} wird die Winkelgeschwindigkeit ω berechnet.

$$\omega = f(\phi_{soll}, T)$$

Beim Start der Spulreise (beim ersten Rechenzyklus) ist die Zeit $T = 0$, und somit ist auch die Winkelgeschwindigkeit ω gleich 0. Die Trommel 6 steht still bis zum Beginn des zweiten Rechenzyklus. Mit der errechneten Winkelgeschwindigkeit ω (> 0) wird die Trommel 6 weitergedreht bis der nächste Rechenzyklus einen neuen Wert der Winkelgeschwindigkeit ω ergibt.

Der Soll-Wert des Drehwinkels ϕ_{soll} wird mit dem Ist-Wert des Drehwinkels ϕ_{ist} , geliefert vom Resolver 38 des Motors 18 der Trommel 6, verglichen. Bei Abweichungen wird die Winkelgeschwindigkeit ω vom dem I-Regler 34 der Regeleinrichtung 20 durch iterative Annäherung korrigiert, so daß die Abweichung zwischen ϕ_{soll} und ϕ_{ist} im Verlauf der Spulreise immer kleiner wird.

Es ist erkennbar, daß die Trommel 6 während der Spulreise kontinuierlich angetrieben wird. Es gibt keine Stillstandszeiten. Lediglich die Winkelgeschwindigkeit ω wird in Schritten geändert und angepaßt.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	- Faden	
2	- Pfeil	
3	- Spulmaschine	5
4	- Verlegeeinrichtung	
5	- Kontaktwalze	
6	- Trommel	
7	- Achse	
8	- Pfeil	10
9	- Spulspindel	
10	- Spulspindel	
11	- Achse	
12	- Achse	
13	- Achse	15
14	- Hülse	
15	- Spule	
16	- Motor	
17	- Motor	
18	- Motor	20
19	- Getriebe	
20	- Regeleinrichtung	
21	- Recheneinheit	
22	- Drehwinkel	
23	- Durchmesser	25
24	- Sensor	
25	- Sensor	
26	- Sensor	
27	- Frequenzumrichter	
28	- Frequenzumrichter	30
29	- Oderglied	
30	- PID-Regler	
31	- Rechenglied	
32	- Speicher	
33	- Wertetabelle	35
34	- I-Regler	
35	- PID-Regler	
36	- Timer	
37	- Servoregler	
38	- Resolver	40

Patentansprüche

1. Spulmaschine für einen kontinuierlich auflaufenden Faden (1), mit einer drehbaren Trommel (6), auf der zwei antreibbare Spulspindeln (9, 10) drehbar gelagert sind, mit einer Verlegeeinrichtung (4) und einer Kontaktwalze (5), die der Trommel (6) im Fadenlauf vorgeordnet sind, wobei die Kontaktwalze (5) in Umfangskontakt mit der Spule (15) steht, die sich auf der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9 oder 10) bildet, und der Abstand zwischen der Achse (13) der Kontaktwalze (5) und der Achse (11) der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9) im Sinne einer Vergrößerung entsprechend dem wachsenden Durchmesser der Spule (15) veränderbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Drehung der Trommel (6) eine Regeleinrichtung (20) vorgesehen ist, daß die Spulmaschine (3) eine Einrich-

tung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens (1) und eine Einrichtung zur Ermittlung der Drehzahl der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9) aufweist, und daß die Regeleinrichtung (20) eine Recheneinheit (21) zur Berechnung des jeweiligen aktuellen Durchmessers der sich auf der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9 oder 10) bildenden Spule (15) und der jeweiligen aktuellen Winkelgeschwindigkeit zwischen dem Anfang und dem Ende eines jeden Rechenzyklusses als Regelgrößen für die Drehung der Trommel (6) über die gesamte Spulreise aufweist.

2. Spulmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Recheneinheit (21) ein Mikroprozessor vorgesehen ist.

3. Spulmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens (1) eine Einrichtung zur Erfassung der Drehzahl der Kontaktwalze (5) aufweist.

4. Spulmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Einrichtung zur Ermittlung der Geschwindigkeit des Fadens (1) und die Einrichtung zur Ermittlung der Drehzahl der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9 oder 10) auch als Regeleinrichtung (20) für die Drehung der Trommel (6) ausgebildet sind.

5. Spulmaschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kontaktwalze (5) relativ zu der Achse (7) der Trommel (6) und damit zu der jeweiligen Spulspindel (9 oder 10) ausweichbar gelagert ist, und daß eine Einrichtung zur Steuerung einer konstanten oder gesteuert veränderlichen Anpreßkraft der Kontaktwalze (5) auf die in Betrieb befindliche Spulspindel (9 oder 10) vorgesehen ist.

6. Spulmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Recheneinheit (21) einen Speicher zur Aufnahme einer Wertetabelle für den Sollwert des Drehwinkels der Trommel (6) in Abhängigkeit vom Durchmesser der Spule (15) aufweist.

7. Verfahren zur Regelung einer Spulmaschine (3) für einen kontinuierlich auflaufenden Faden (1), bei dem eine Trommel (6), auf der zwei antreibbare Spulspindeln (9, 10) drehbar gelagert sind, gegenüber einer Kontaktwalze (5) gedreht wird und der Faden (1) mit einer Verlegeeinrichtung (4) über die Kontaktwalze (5) auf die Spule (15) aufgewickelt wird, wobei der Abstand zwischen der Achse (13) der Kontaktwalze (5) und der Achse (11 oder 12) der in Betrieb befindlichen Spulspindel (9 oder 10) im Sinne einer Vergrößerung entsprechend dem wachsenden Durchmesser der Spule (15) verän-

dert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Trommel (6) kontinuierlich mit sich von Rechenzyklus zu Rechenzyklus ändernden Winkelgeschwindigkeiten gedreht wird.

5

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß Rechenzyklen Verwendung finden, die in über die Spulreise konstanten Zeitabständen, insbesondere in 10 msec, wiederholt werden.

10

9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Änderung der aktuellen Winkelgeschwindigkeit der Drehung der Trommel (6) für jeden Regelzyklus in Abhängigkeit eines konstanten Zuwachses des Durchmessers der Spule (15) erfolgt.

15

10. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die jeweilige aktuelle Winkelgeschwindigkeit der Drehung der Trommel (6) aus dem jeweils vorangegangenen Regelzyklus errechnet wird.

20

25

30

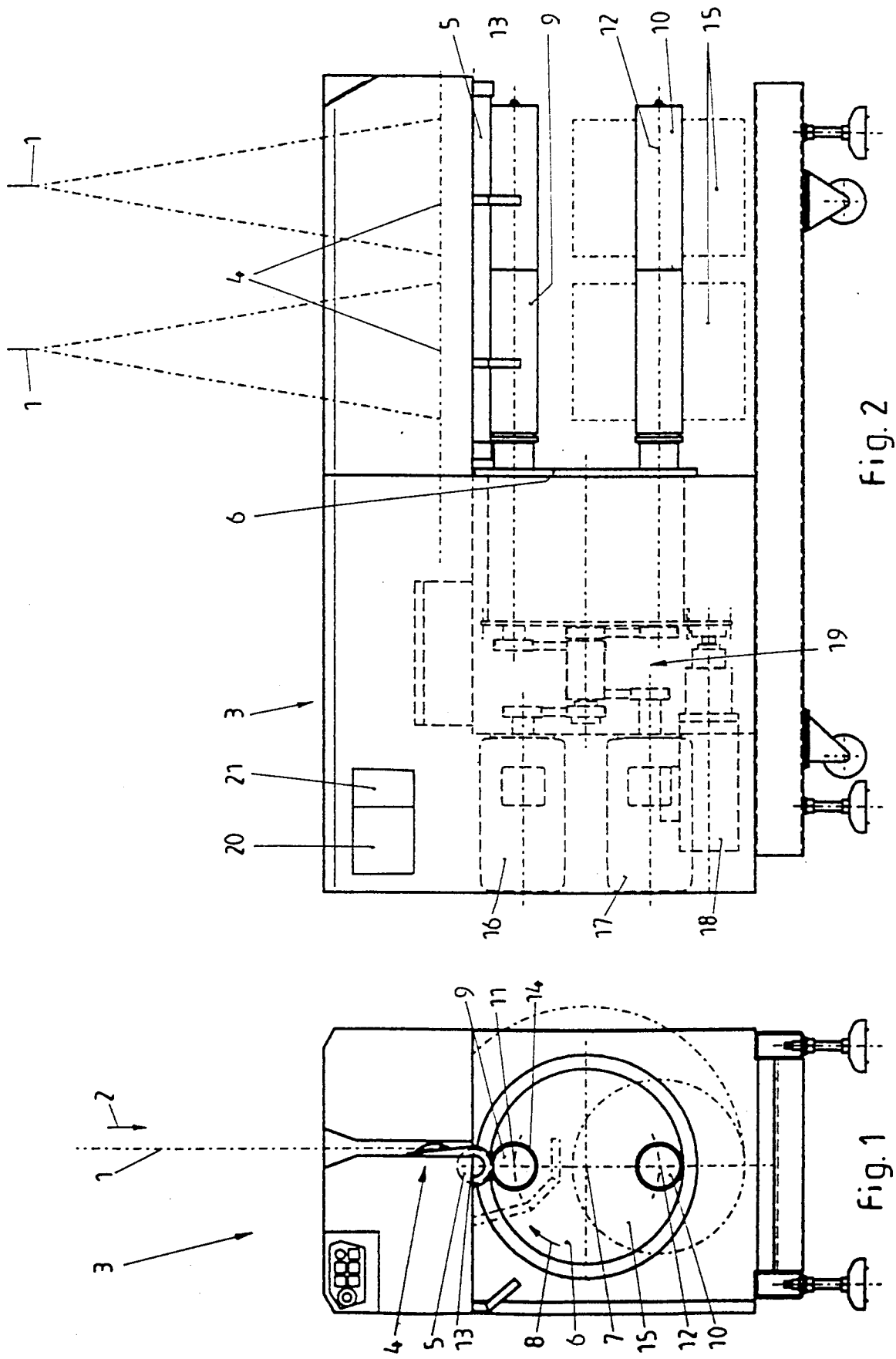
35

40

45

50

55



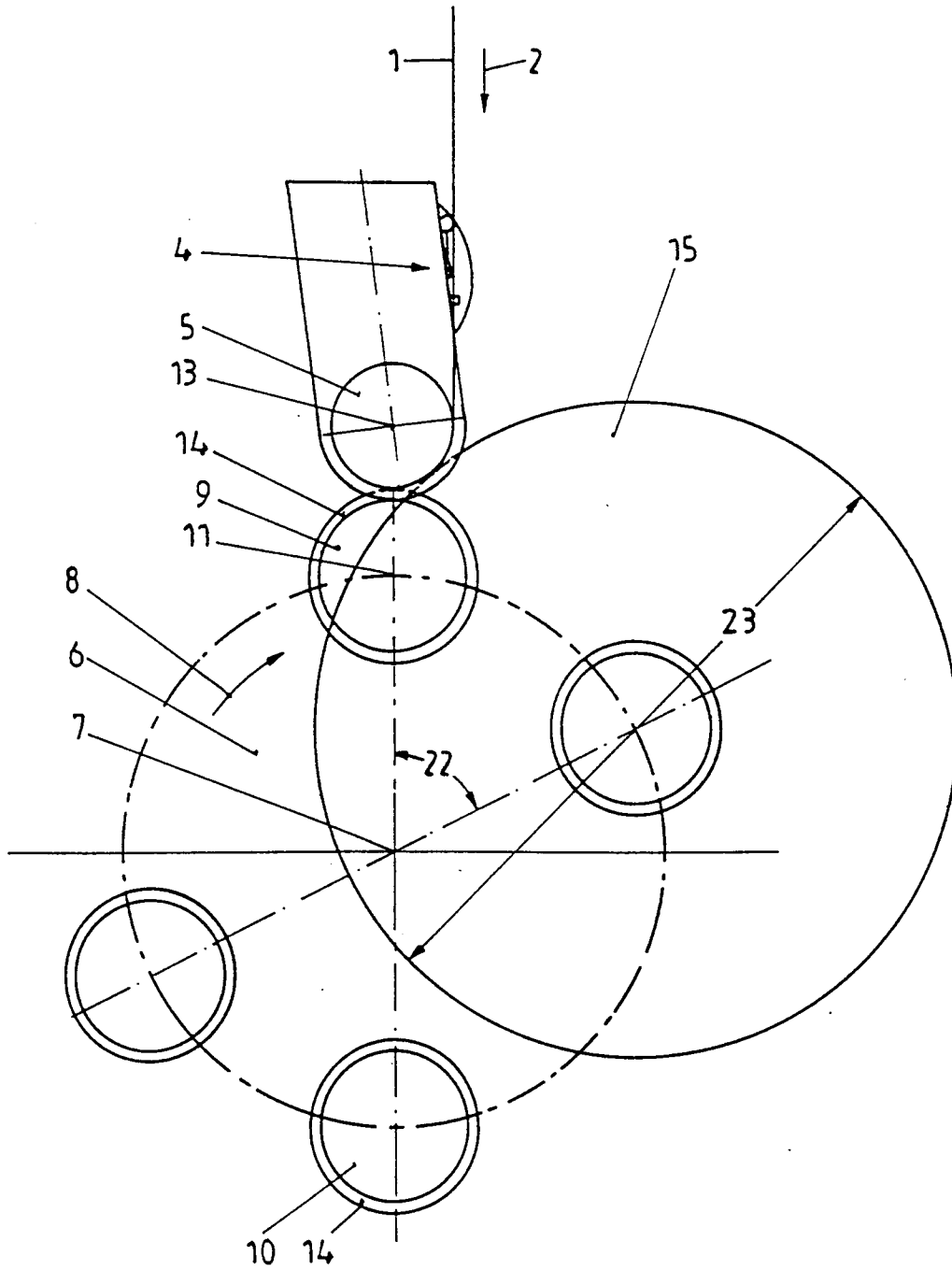
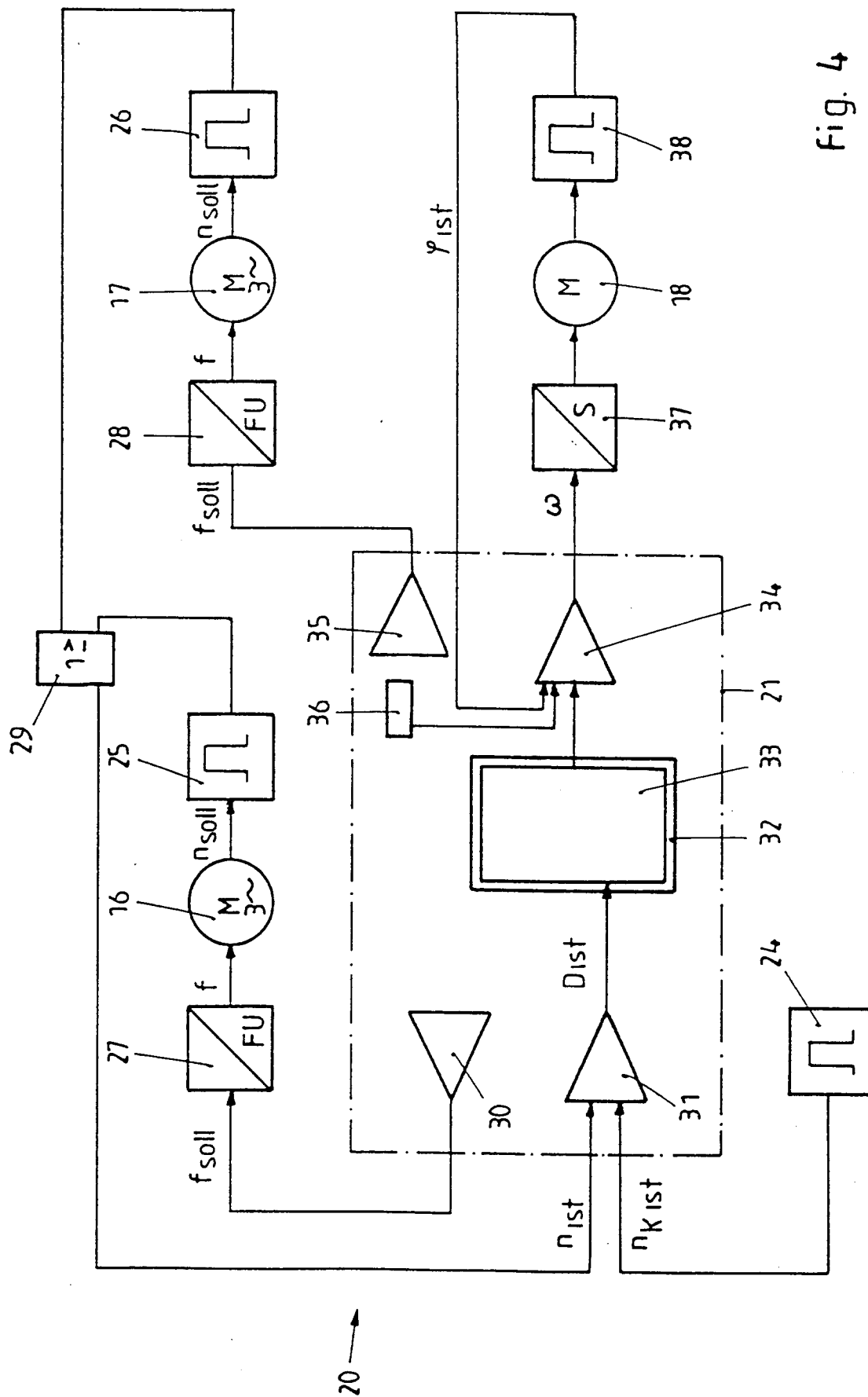


Fig. 3



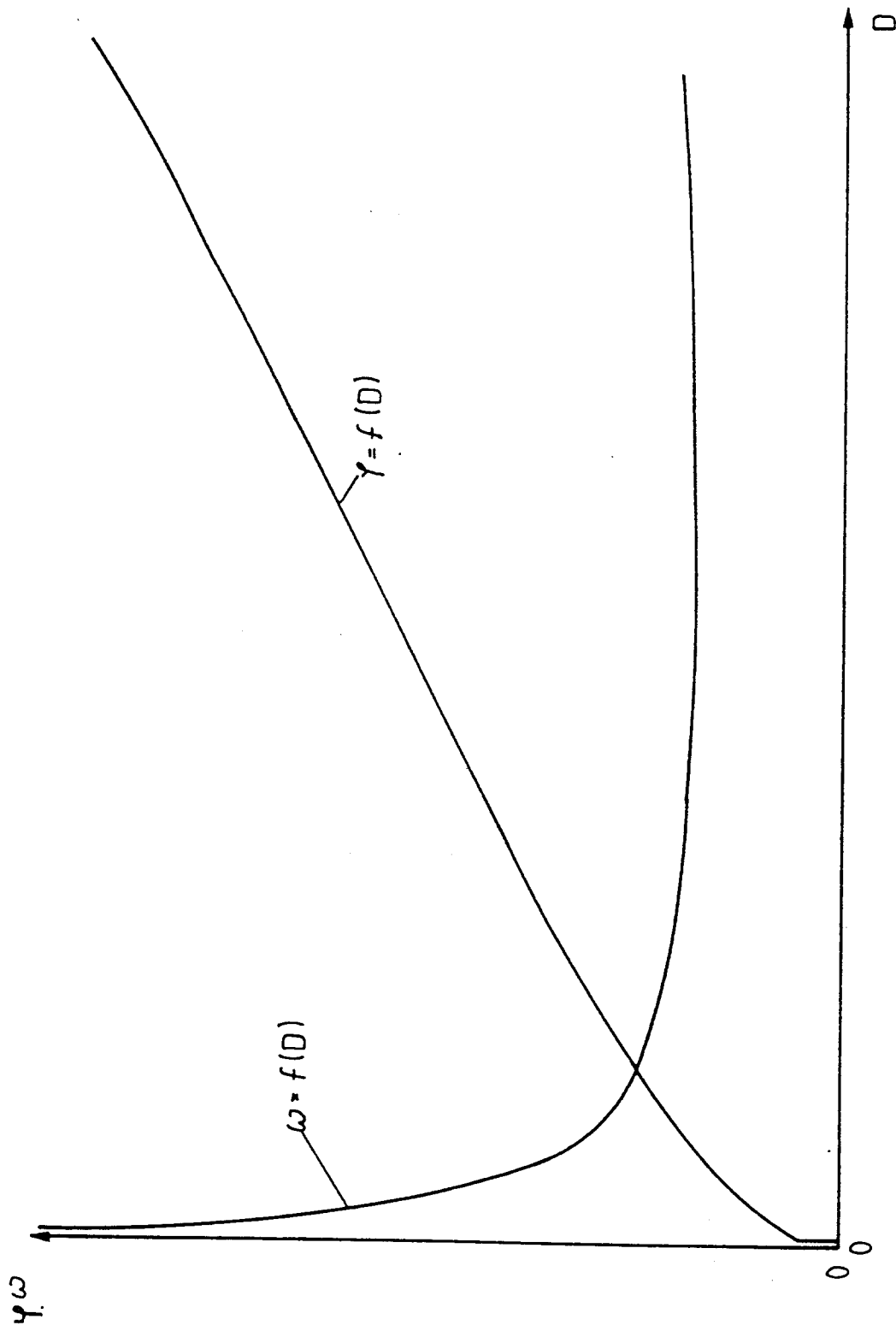


Fig. 5