



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 564 018 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93200601.8**

51 Int. Cl.⁵: **H01F 41/06**

22 Anmeldetag: **03.03.93**

30 Priorität: **30.03.92 CH 1003/92**
09.12.92 CH 3765/92

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.10.93 Patentblatt 93/40

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR IT LI

71 Anmelder: **METEOR AG**
Moosstrasse 7
CH-8803 Rüschlikon(CH)

72 Erfinder: **Arnold, Ernst**
Nassenwilerstrasse 8
CH-8107 Buchs(CH)
Erfinder: **Sigrist, Hansrudi**
Büchelring 9
CH-8134 Adliswil(CH)

74 Vertreter: **Hrdlicka, Alois, Dipl.-Ing et al**
"FATEXMA"
Postfach 78
Zürcherstrasse 135
CH-8406 Winterthur (CH)

54 **Vorrichtung und Verfahren zur Spannungsregulierung eines fadenförmigen Gutes, vorzugsweise eines Wickeldrahtes für elektrische Spulen.**

57 Zur Regulierung der Drahtspannung an einer Wickelvorrichtung für elektrische Spulen ist ein Drahtspannungsregler (10-1) angeordnet, bei welchem zur Vorbremmung des Wickeldrahtes (25) eine Rückzugsrolle (16) und einer an diese andrückbare Anpressrolle (17) vorgesehen ist. Der Wickeldraht (25) wird nachfolgend über ein Bremsrad (22) um 360° umschlungen, wobei das Bremsrad (22) in Drahtlauf- und Drahrücklauf-Richtung mittels eines Gleichstrommotors (20) antreibbar und zwischen dem Bremsrad (22) und der Wickelvorrichtung ein Dehnungsstreifen (30) angeordnet ist. Der Gleichstrommotor (20) gibt ein Signal (S1) der Rotorposition an eine Motorsteuerung (28) ab, die es einerseits als ein verstärktes Signal (S2) an ein Steuergerät (40) überführt und andererseits ein abgeleitetes Istwert-Drehmoment-Signal (S3) ebenfalls an das Steuergerät (40) gelangt. Dem Steuergerät (40) wird ausserdem ein Sollwert-Drahtspannungs-Signal (S6) der Maschinensteuerung (50) bzw. ein Sollwert-Drahtspannungs-Signal (S6') der Drahtspannungsvorwahl (52) zugeführt und der Sollwert (S6 bzw. S6') der Drahtspannung mit einem Signal (S5) der momentanen Drahtspannung (30, S4, 38, S5, 40) verglichen, wobei das Steuergerät (40) ein Stellgrössen-Signal (S7) an die Motorsteuerung (28) und über diese verstärkt als Energiezufuhr (E) an den Gleichstrommotor (20) abgibt, um die Spannung des Draht-

tes (25) von seinem gegenwärtigen Wert auf den Sollwert zu überführen.

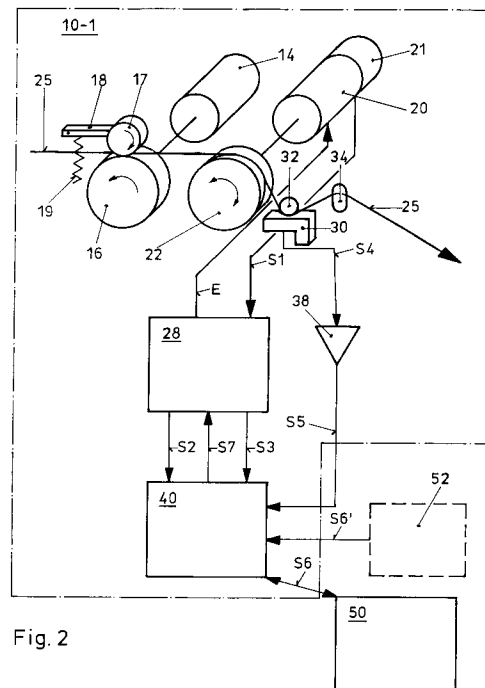


Fig. 2

EP 0 564 018 A2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Regulierung der Drahtspannung an einer Spulen-Wickelvorrichtung gemäss dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 13.

Die Spannkraften für den Wickeldraht in einem Wickelsystem für elektrische Spulen sind in einem vorbestimmten Wert konstant zu halten, indem zwischen einer Drahtvorratsrolle und der Spulen-Wickelvorrichtung ein automatischer Drahtzugregler angeordnet ist. Die Anforderungen an einen derartigen Drahtzugregler sind vielfältig, nachdem die Drahtspannung während des Wickelvorganges schon auf Grund der Spulenform stark schwanken kann, wobei die Spulenform rund, quadratisch, rechteckig, oval u.dgl. ausgebildet sein kann und beim Aufwickeln vom wachsenden Durchmesser der Wicklung beeinflusst wird. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Drahtgeschwindigkeit, beispielsweise bei technologisch bedingten Verfahrensabläufen auch negative Werte annehmen kann. Besonders wichtig ist die schnelle Wirksamkeit des Drahtzugreglers, denn trägheitsbedingte Verzögerungen bringen unkontrollierbare Draht-Spannungsverhältnisse, die die Qualität der fertigen Wicklung stark beeinträchtigen können.

Bei üblichen Drahtzugreglern erfolgt die Spannungsregulierung beispielsweise durch mechanische und/oder elektro-mechanische Mittel, vorzugsweise durch einen Drahtkompensationsarm gegebenenfalls mit einem diesem zugeordneten Potentiometer.

Derartige Vorrichtungen weisen grössere, durch Trägheit verursachte Nachteile auf, insbesondere durch ein Nachlaufen oder ein Abbremsen des Drahtes während einer momentan auftretenden negativen Drahtgeschwindigkeit und durch unerwünschte Schwingungen des Draht-Kompensationsarmes.

Gemäss der DE-OS 40 35 862 ist eine Vorrichtung zur Spannungsregulierung eines Drahtes für das Bewickeln einer elektrischen Spule bekannt, die eine Verbesserung durch eine automatische Regulierung der Drahtspannung und deren Abbremsung vorsieht. Die Vorrichtung besteht aus einer Vorbremse, die auf zwei mit Filz überzogenen Rollen gebildet wird, von denen die eine in Gegenrichtung der Laufrichtung des Drahtes durch einen Synchronmotor permanent angetrieben und die andere als Andruckrolle von der angetriebenen Rolle mitgenommen wird. Der vorgespannte Draht wird über eine Rillenrolle um mindestens 360° herumgeführt, die mittels eines weiteren Motors in Drahtlauf- und Drahtrücklauf-Richtung angetrieben wird. Die Rillenrolle ist mit einem Drehzahlmesser verbunden, der ein Signal abgibt, wodurch der Motor über einen Regler angesteuert wird. Ein Dehnungsmesser liefert ein Signal, das repräsentativ für die Drahtspannung ist, die mit einem Sollwert

verglichen wird. Das resultierende Signal wird dem Signal des Drehzahlmessers überlagert, um über ein Steuersignal den Regler zu beeinflussen. Die Änderung der Drahtspannung beeinflusst das Signal, und die Geschwindigkeit des Motors wird geändert, um diese Spannungsänderung zu unterdrücken. Bei höheren Anzugsgeschwindigkeiten wird die Qualität der gewickelten Spule bei hoher Drahtgeschwindigkeit durch auftretende Spannungsdifferenzen beeinträchtigt. Um den trägheitsbedingten Verzögerungen entgegenzuwirken, wird der Wickeldraht über einen gefederten Schwenkarm geführt. Nachfolgend läuft der Wickeldraht über eine Rolle herum, die mit einer Codescheibe versehen ist, um über ein zusätzliches Steuergerät entsprechende Korrekturen des Dehnungsmessersignals herbeizuführen. Ein Nachteil, der sich insbesondere bei Mehrfachwickelmaschinen auswirkt, besteht darin, dass die Federkraft des Schwenkarmes für jeden durch die Drahtart und Drahtstärke beeinflussten Wickelvorgang individuell für jede Wickelstelle angepasst werden muss.

Eine derartige Spannungsregulierung ist für besonders dünne Wickeldrähte, die mit hohen Abzugsgeschwindigkeiten gewickelt werden und bei welchen lediglich die Reibungskraft allein ausschlaggebend ist, weniger geeignet.

Ausgehend von diesem Stand der Technik, ist es Aufgabe der Erfindung einen Drahtzugregler und ein Verfahren, insbesondere für dünne Wickeldrähte, die mit hohen Anzugsgeschwindigkeiten gewickelt werden, zu entwickeln, bei welchen sich Kompensationselemente, wie Drahtausgleichshebel, Codescheibe und eine Vorbremse mit Filzklemmen mit jeweils zusätzlichen nicht programmierbaren Einstellelementen, die von Hand abgeglichen werden müssen, erübrigen.

Die vorgenannte Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 1 und 13 gelöst. Weitere Ausbildungen der Vorrichtung und Verfahrensschritte sind in abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ein Vorteil besteht in der Drehmomentregelung des bürstenlosen Gleichstrommotors mittels eines digitalen Stromregelkreises, durch welche in vorteilhafter Weise die Drehzahlen des Bremsrades abgeleitet werden.

Dadurch, dass über die Istwerte der verstärkten Rotorposition-Signale eine Störgrössenaufschaltung von Drahtgeschwindigkeit und Drahtbeschleunigung vorgesehen ist, bei der die Istwerte für diese Funktionen aus dem, dem Gleichstrommotor eigenen Kommutierungssystem abgeleitet werden, sind keine zusätzlichen Einrichtungen zur Korrektur der bei hohen Drahtgeschwindigkeiten dünner Wickeldrähte auftretenden Spannungsdifferenzen erforderlich.

Da für die auftretenden Drahtspannungsschwankungen keine mechanischen Kompensationseinrichtungen notwendig sind, kann die Sollwert-Drahtzugregelung auch während des Wickelvorganges unterbrechungslos verändert werden.

Durch die digitale Parametervorgabe und durch digitale Regelkreise wird eine präzise Reproduzierbarkeit des Wickelprozesses erreicht.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sämtliche erforderlichen Steuer- und Regelemente, einschliesslich der Netzgeräte im Drahtzugregler integriert sind, so dass sich zusätzliche Steuergeräte ebenfalls erübrigen.

Dadurch, dass der Drahtbruch durch den beschleunigten Drahrückzug sofort feststellbar und angezeigt wird, entfallen alle sonstigen notwendigen Einrichtungen. Auch zur Ermittlung der Drahtlänge für jede gewickelte Spule sind keine zusätzlichen Einrichtungen erforderlich.

Durch Verwendung einer Zwei-Drahtleitung (Bussystem) können an eine gemeinsame Maschinensteuerung der Wickelvorrichtung mehrere, beispielsweise bis zu 32 Drahtzugregler angeschlossen werden, die individuell programmierbar sind, wobei zusätzlich Statistik- und Betriebsdaten erfasst und registriert werden können.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes schematisch dargestellt.

Es zeigt

Fig.1 eine perspektivisch dargestellte erfindungsgemässe Vorrichtung,

Fig.2 eine Prinzipskizze der Vorrichtung gemäss Fig.1,

Fig.2A ein schematisch dargestellter Anschluss für mehrere Drahtzugregler an eine Maschinensteuerung gemäss Fig.2, und

Fig.3 ein Funktionsschema eines Steuergerätes gemäss Fig.2.

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

Gemäss der Fig.1 und 2 wird ein fadenförmiges Gut, wie beispielsweise Aluminium-, Kupfer-, Wolfram-, Gold- und Platin-Wickeldrähte, aber auch Kunststoff- und Glasfasern, vorzugsweise in Form von Endlosfasern, im weiteren als ein Wickeldraht 25 genannt, von einer nicht dargestellten Vorratsspule in Pfeilrichtung einer als Draht-Spannungsregler 10-1 ausgebildeten Vorrichtung zwischen einer von einem Gleichstrommotor 14 mittels einer Übertragung 15 in Drahrücklauf-Richtung angetriebenen Rückzugsrolle 16 und einer mittels einer Feder 19 andrückbaren Anpressrolle 17 geführt. Die von der Rückzugsrolle 16 mitgenommene Anpressrolle 17 ist gegenüber dieser ausschwenkbar bzw.zustellbar ausgebildet. Je nach Drahtart und Drahtstärke wird die Rückzugsrolle 16 und/oder die Anpressrolle 17 mit entsprechend geeigneten Belä-

gen, beispielsweise aus Filz, Keramik, Metall, Gummi, Vulkolan und/oder aus einem antistatischen Material bestehen, versehen, wobei für dünne Wickeldrähte glatte aus antistatischen Material bestehende Beläger bevorzugt werden. Die Anpresskraft der Anpressrolle 17 kann durch Verstellung der Federlänge 19 je nach Drahtart und -stärke verändert werden. Entsprechend der Drahtgeschwindigkeit variieren die Umdrehungen der Rückzugsrolle 17. Der Wickeldraht wird nachfolgend über ein Bremsrad 22 in dessen Rille um 360° umschlungen, wobei das Bremsrad von einem in vier Quadranten geregelten, bürstenlosen Gleichstrommotor 20 mit Inkrementgeber 21 in Drahtlauf- bzw. in Drahrücklauf-Richtung angetrieben wird. Das Bremsrad 22 ist ebenfalls mit einem flexiblen, vorzugsweise aus Gummi, Vulkolan oder dgl. bestehenden Belag versehen, so dass durch diese Massnahmen eine rutschfreie Drahtführung in Drahtlauf- und Drahrücklauf-Richtung gewährleistet ist.

Die anliegende Spannung des Wickeldrahtes 25 wird nachfolgend durch eine weglose Kraftmesseinrichtung, vorzugsweise einen Dehnungsstreifen 30 laufend ermittelt, indem der Wickeldraht 25 über eine Messrolle 32 und dem Dehnungsstreifen 30 und unter einem konstanten Winkel um eine Drahtumlenkung 34, beispielsweise Oese oder Sauschwanz, zu einer nicht dargestellten Spule einer Wickelvorrichtung gezogen wird.

Zur besseren Einfädelung des Wickeldrahtes 25 zwischen die Rückzugsrolle 16 und die Anpressrolle 17 ist eine Drahtumlenkung 26 sowie im Bereich unterhalb des Bremsrades 22 eine weitere Drahtumlenkung 27 vorgesehen. Ein Ein-/Aus-Schalter 12 und eine Leuchtanzeige 13 "grün/rot-(Störung)" sind ebenfalls auf der Stirnseite des Drahtzugregler-Gehäuses II angeordnet.

Der Gleichstrommotor 20 ist bürstenlos und in vier Quadranten geregelt, so dass auch bei sehr hohen Drahtgeschwindigkeiten von etwa 30m/s eine lange Lebensdauer gewährleistet ist. Von einem Gleichstrommotor 20 an eine Motorsteuerung 28 abgegebenen Rotorposition-Signal S1 wird in der Motorsteuerung 28 einmal ein verstärktes Rotorposition-Signal S2 an ein Steuergerät 40 geliefert und zum anderen ein von einer zum Gleichstrommotor 20 zugeführten Energiezufuhr E abgeleitetes Istwert-Drehmoment-Signal S3 beeinflusst ebenfalls das Steuergerät 40 mittels eines digitalen Stromregelkreises 20,S1,28,S3,40.

Ausserdem wird dem Steuergerät 40 entweder ein in einer Maschinensteuerung 50 programmiertes Sollwert-Drahtspannungs-Signal S6 oder, falls keine Sollwert-Programmierung S6 vorgesehen ist, ein in eine Drahtspannungs-Vorwahl 52 eingegebener Sollwert als Drahtspannungs-Signal S6' übermittelt.

Das Sollwert-Drahtspannungs-Signal S6 bzw. S6' wird mit einem in einem Verstärker 38 verstärkten Signal S5 mit der momentanen Drahtspannung 30, S4, 38, S5, 40 im Steuergerät 40 verglichen, gegebenenfalls korrigiert (Fig.3) als ein Stellgrößen-Signal S7 an die Motorsteuerung 28 und in dieser verstärkt als Energiezufuhr E an den Gleichstrommotor 20 abgegeben, um die Spannung des Drahtes 25 von seinem derzeitigen Istwert auf den Sollwert zu überführen. Die digitale Drahtzugregelung ist der Drehmomentregelung überlagert, wobei der Gleichstrommotor 20 mit der weglosen Kraftmesseinrichtung 30, vorzugsweise dem Dehnungsmessstreifen, einen geschlossenen Regelkreis 30, S4, 38, S5, 40, S7, 28, E, 20 bildet. Der Dehnungsmessstreifen 30 verhindert die beispielsweise bei mechanischen Drahtzugs-Kompensationselementen auftretende Schwingungsneigung des Wickeldrahtes.

Sobald die Drahttreibungskraft die Sollwert-Drahtspannung S6 bzw. S6' der Maschinensteuerung 50 bzw. der Drahtspannungs-Vorwahl 52 übersteigt, geht die Bremsfunktion des Gleichstrommotors 20 in eine Antriebsfunktion über, was insbesondere bei einem dünnen, mit hoher Drahtgeschwindigkeit ablaufenden Wickeldraht 25 eintreten kann.

Die Istwerte der Drahtgeschwindigkeit K1 und der Drahtbeschleunigung K2 werden im Steuergerät 40, wie in Fig.3 noch näher beschrieben wird, von dem verstärkten Rotorposition-Signal S2 aus dem, dem Gleichstrommotor 20 eigenen Kommutierungssystem abgeleitet, wobei zur Messung der Drehzahlen des Gleichstrommotors 20 und zur Messung der Drahtlänge an der Gleichstrommotor-Achse ein Inkrementgeber 21 angeordnet ist.

Bei Wickel-Nebenoperationen, wie beispielsweise bei Verschieben des Drahtführers oder bei Rückwärtsdrehung der Wickelspindeln u.ä., ist ein derartiger technologisch bedingter Drahrückzug durch eine auftretende bzw. bestehende Drahrückzugskraft in der Maschinensteuerung 50 bzw. in der Drahtspannungs-Vorwahl 52 programmierbar. Durch den Drahrückzug wird eine Drahtstraffung herbeigeführt, wobei die Drahtlänge des Drahrückzuges in der Maschinensteuerung 50 ebenfalls programmierbar ist.

Eine Drahtbrucherkenkung, welche aus der Rückzugsfunktion und der Drahtbeschleunigung abgeleitet wird, wird mittels der Leuchtanzeige 13 als Störung rot angezeigt.

In der Regel weist die Wickelmaschine für elektrische Spulen mehrere, beispielsweise bis zu 32 Wickelstellen auf, die mit entsprechenden individuell programmierbaren Drahtzugreglern 10-1...10-32 (Fig.2A) ausgerüstet sind. Durch eine Zwei-Drahtleitung ein sogenanntes Bussystem werden die Drahtzugregler 10-1...10-32 an die Maschinen-

steuerung 50 angeschlossen, wobei ausser der Sollwert-Programmierung, eine Istwert-Uebertragung, eine Toleranzbereich-Programmierung, beispielsweise bei einer Drahtdehnung mit Alarmauslösung, eine Drahtzugregler-Programmierung erfolgen kann. Zusätzlich werden in der Maschinensteuerung 50 Statistik- und Betriebsdaten erfasst und ggf. registriert, wie beispielsweise min/max Drahtzug pro Spule und Motor-, Dehnungsmesser-Betriebsdaten.

Eine digitale Parameter-Vorgabe und digitale Regelkreise ergeben eine einwandfreie Reproduzierbarkeit für die unterschiedlichsten Wickelverfahren.

Im Steuergerät 40 gemäss der Fig.3, wird das von der Motorsteuerung 28 abgegebene verstärkte Rotorposition-Signal S2 einem Zähler C1 zugeführt, dessen Zählerstand Korrektur-Signale K1, K2 für Drahtgeschwindigkeit und Drahtbeschleunigung ableiten. Das Sollwert-Drahtspannungs-Signal S6 bzw. S6' wird mit dem in einem Analog/Digital-Wandler AD2 digitalisierten, mit dem von Dehnungsmessstreifen 30 gelieferten verstärkten Istwert-Drahtspannungs-Signal S5 in einem Vergleich V1 verglichen und das Unterschied-Signal S8 einem Drahtzug-Regler R1 zugeführt, dessen Ausgangs-Signal S9 durch die Korrektur-Signale K1, K2 korrigiert wird. Dieses korrigierte Signal S10 wird mit dem in einem weiteren Analog/Digital-Wandler AD1 digitalisierten Istwert-Drehmoment-Signal S3 in einem entsprechenden Vergleich V2 verglichen und das daraus resultierende Signal S11 an einen Drehmoment-Regler R2 überführt, dessen Ausgangs-Signal S12 dieses über einen Pulsbreiten-Modular PWM (Pulse-Wide-Modular) in ein Stellgrößen-Signal S7 verarbeitet. Wie bereits beschrieben, wird das Stellgrößen-Signal S7 in der Motorsteuerung 28 verstärkt und als Energiezufuhr E dem Gleichstrommotor 20 zugeführt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Spannungsregulierung eines von einer Vorratsrolle zu einer Spule einer Wickelvorrichtung, insbesondere für elektrische Spulen, geführten fadenförmigen Gutes, vorzugsweise eines Wickeldrahtes (25), bestehend aus einer Rückzugsrolle (16) mit einer Anpressrolle (17) sowie einem Bremsrad (22), welches in Drahtlaufund Drahrücklauf-Richtung mittels eines geregelten Gleichstrommotors (20) angetrieben ist und zwischen dem Bremsrad (22) und der Wickelvorrichtung eine weglose Kraftmesseinrichtung, vorzugsweise ein Dehnungsmessstreifen (30) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der geregelte Gleichstrommotor (20) ein Signal (S1) der Rotorposition an eine Motorsteuerung (28) abgibt,

die es einerseits als ein verstärktes Signal (S2) an ein Steuergerät (40) überführt und andererseits ein abgeleitetes Istwert-Drehmoment-Signal (S3) ebenfalls an das Steuergerät (40) gelangt, welchem ausserdem ein Sollwert-Drahtspannungs-Signal (S6) der Maschinensteuerung (50) bzw. ein Sollwert-Drahtspannungs-Signal (S6') der Drahtspannungs-Vorwahl (52) zugeführt wird und der Sollwert (S6 bzw. S6') der Drahtspannung mit einem verstärkten Signal (S5) der momentanen Drahtspannung (30,S4,38,S5,40) verglichen wird und das Steuergerät (40) ein Stellgrössen-Signal (S7) an die Motorsteuerung (28) und über diese verstärkt als Energiezufuhr (E) an den Gleichstrommotor (20) abgibt, um die Spannung des Drahtes (25) von seinem gegenwärtigen Wert auf den Sollwert zu überführen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der geregelte Gleichstrommotor (20) bürstenlos ist und eine Vier-Quadranten-Regelung aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Drehmomentregelung des Gleichstrommotors (20) ein digitaler Stromregelkreis (20,S1,28,S3, 40) vorgesehen ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die digitale Drahtzugregelung der Drehmomentregelung überlagert ist, wobei der Gleichstrommotor (20) mit der weglosen Kraftmesseinrichtung (30) ein geschlossener Regelkreis (30,S4,38,S5,40,S7,28, E,20) ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für die Istwerte der Drahtgeschwindigkeit (K1) und der Drahtbeschleunigung (K2) das Kommutierungssystem des bürstenlosen Gleichstrommotors (20) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Messung der Drehzahlen des Gleichstrommotors (20) und zur Messung der Drahtlänge an der Gleichstrommotor-Achse ein Inkrementgeber (21) angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer gegenüber der Sollwert-Drahtspannung (S6) der Maschinensteuerung (50) bzw. der Sollwert-Drahtspannung (S6') der Drahtspannungs-Vor-

wahl (52) höheren Drahttreibungskraft die Bremsfunktion des Gleichstrommotors (20) eine Antriebsfunktion ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein technologisch bedingter Drahrückzug durch eine geregelte Draht-Rückzugskraft in der Maschinensteuerung (50) bzw. Drahtspannungs-Vorwahl (52) programmierbar ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Festlegung der Drahtlänge des Drahrückzuges in der Maschinensteuerung (50) eine Programmierung vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Drahrückzug mit vorbestimmter Mindest-Drahtbeschleunigung für einen Drahtbruch feststellbar und dazu eine Leuchtanzeige (13) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Umdrehungen der Rückzugsrolle (16) entsprechend der Drahtart und der Drahtstärke variabel ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Beläge für die Rückzugsrolle (16), die Anpressrolle (17) und/oder das Bremsrad (22) entsprechend der Drahtart und der Drahtstärke aus Filz, Kunststoff, Keramik, Metall, Gummi, Vulkolan und/oder elektrisch antistatischen Material bestehen.
13. Verfahren zur Steuerung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Steuergerät (40) das verstärkte Rotorposition-Signal (S2) einem Zähler (C1) zugeführt wird, aus dessen Zählstand Korrektur-Signale (K1,K2) für Drahtgeschwindigkeit (K1) und Drahtbeschleunigung (K2) abgeleitet werden, dass das Sollwert-Drahtspannungs-Signal (S6 bzw. S6') mit dem digitalisierten (AD2), mit von dem von der Kraftmesseinrichtung (30) gelieferten verstärkten Istwert-Drahtspannungs-Signal (S5) verglichen wird (V1) und das Unterschied-Signal (S8) einem Drahtzugregler (R1) zugeführt wird, dessen Ausgangs-Signal (S9) durch die Korrektur-Signale (K1,K2) korrigiert wird, dass dieses korrigierte Signal (S10) mit dem digitalisierten (AD1) Istwert-Drehmoment-Signal (S3) verglichen (V2) wird, und das resultierende Signal (S11) einem Drehmoment-Regler (R2) zuge-

führt wird, dessen Ausgangs-Signal (S12) über einen Pulsbreiten-Modulator (PWM) zu dem Stellgrößen-Signal (S7) verarbeitet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in der Motorsteuerung (28) das Istwert-Drehmoment-Signal (S3) von der zum Gleichstrommotor (20) zugeführten Energie (E) abgeleitet wird.

5

10

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Drahtlänge für die gewickelte Spule von einem Inkrementgeber (21) des Gleichstrommotors (20) und über das verstärkte dem Steuergerät (40) zugeführte Rotorposition-Signal (S2) und dem Zähler (C1) gemessen wird.

15

20

25

30

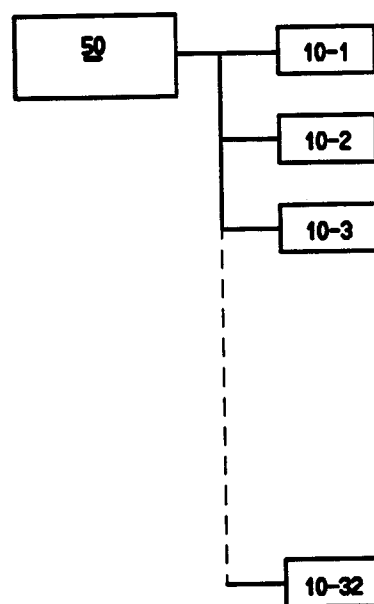
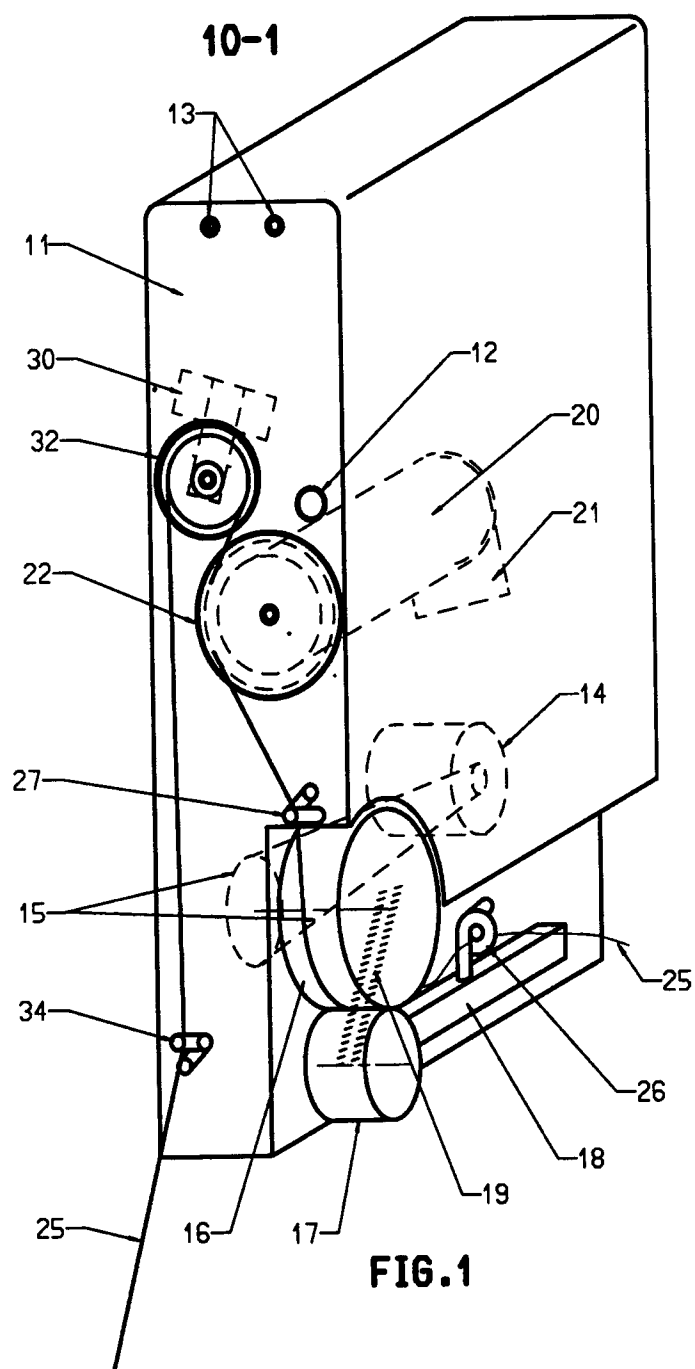
35

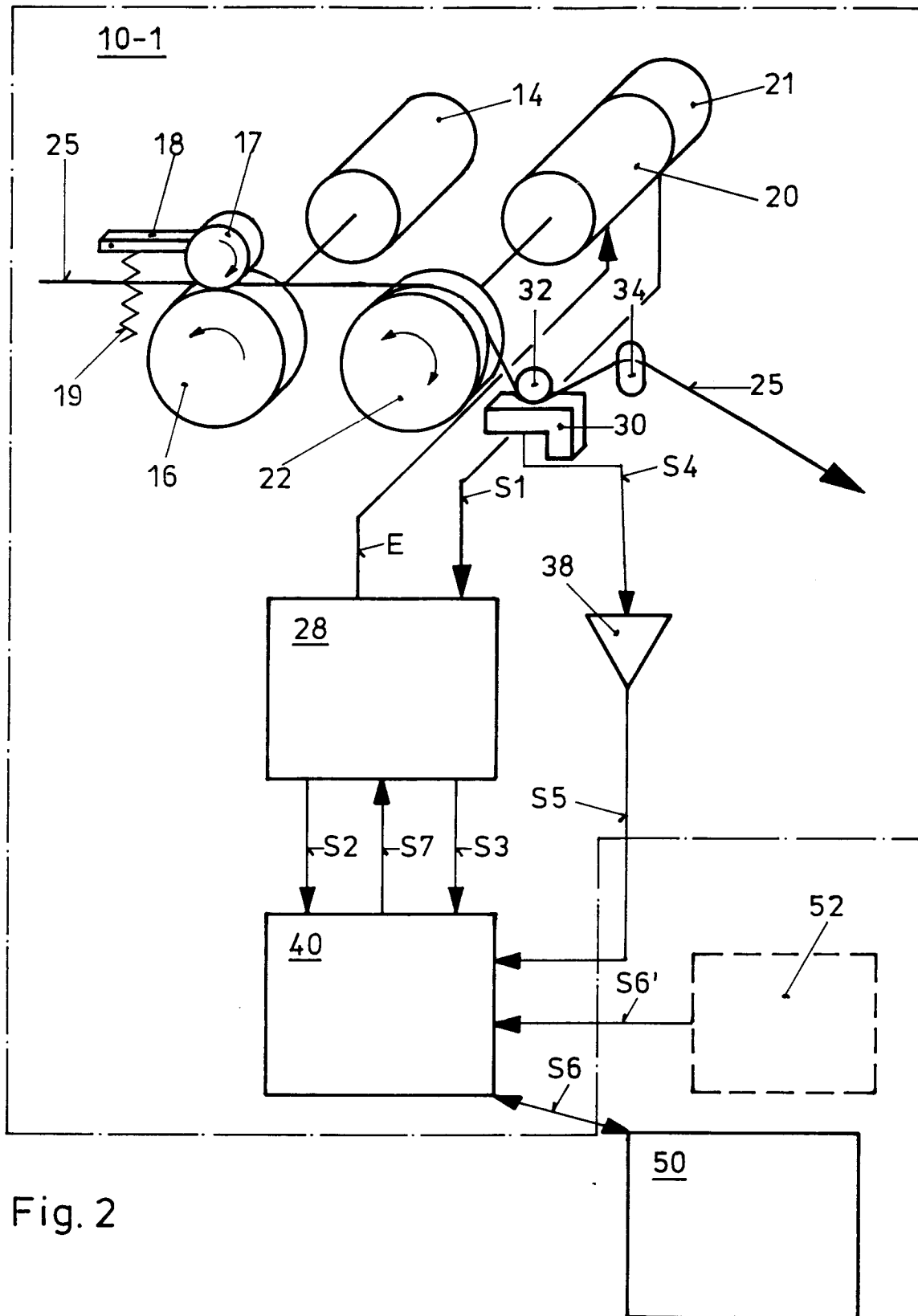
40

45

50

55





40

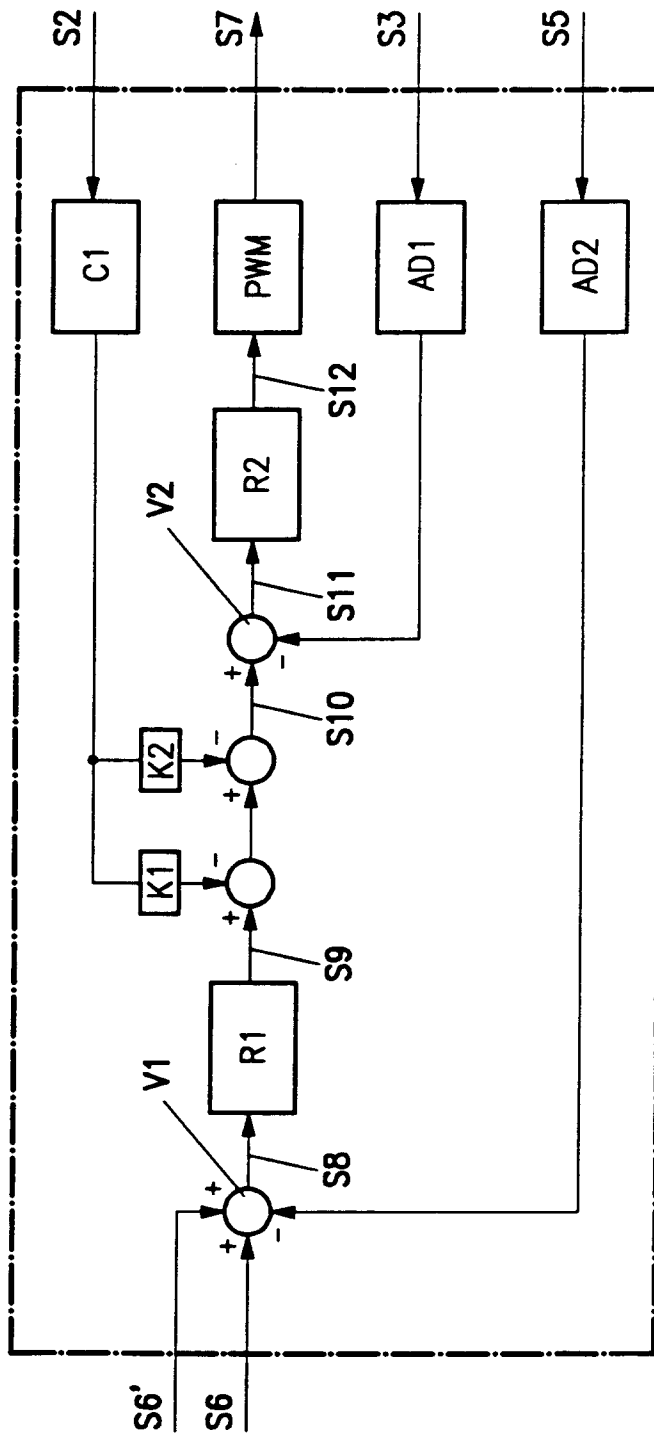


FIG. 3