(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 150 771**
B2

(12) # NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der neuen Patentschrift: **10.10.90**

(51) Int. Cl.[5]: **B 65 H 54/38,** B 65 H 54/08

(21) Anmeldenummer: **85100439.0**

(22) Anmeldetag: **17.01.85**

(54) **Präzisionsspule mit auf eine Spulenhülse aufgewickeltem Garn oder dergleichen, sowie Verfahren und Einrichtung zu deren Herstellung.**

(30) Priorität: **18.01.84 DE 3401530**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.08.85 Patentblatt 85/32

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.05.87 Patenblatt 87/19

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
10.10.90 Patentblatt 90/41

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A-0 055 849
DE-A-3 210 244
DE-A-3 240 484
DE-B-1 059 812
FR-A-2 330 632
JP-A-5 065 628
US-A-3 638 872
US-A-4 394 986

(73) Patentinhaber: **Maag, Fritjof, Dr.-Ing.**
Fasanenstrasse 31
D-6233 Kelkheim (DE)

(72) Erfinder: **Maag, Fritjof, Dr.-Ing.**
Fasanenstrasse 31
D-6233 Kelkheim (DE)

(74) Vertreter: **Zinngrebe, Horst, Dr.rer.nat.**
Saalbaustrasse 11
D-6100 Darmstadt (DE)

EP 0 150 771 B2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Präzisionsspule mit einem auf eine Spulenhülse in Präzisionswicklung aufgewickelten Garn, Draht, Band oder dergleichen Faden, sowie ein Verfahren zum Aufwickeln eines Garnes, Drahtes, Bandes oder dergleichen Fadens auf eine mit konstanter Spulenumfangsgeschwindigkeit antreibbare Spulenhülse, mittels eines länges des Mantels der Spulenhülse changierbaren, angetriebenen Fadenführers in Präzisionswicklung.

Die Präzisionswicklung zeichnet sich gegenüber der wilden Wicklung dadurch aus, daß beim Aufwickeln des Fadens das Verhältnis aus der Drehzahl der Spule und der Changiergeschwindigkeit des Fadens konstant bleibt. Als Maß für die Changiergeschwindigkeit des Fadens wird üblicherweise die Anzahl er Doppelhübe des Fadenführers pro Zeiteinheit verwendet. Ein Doppelhub ist dabei ein Hin- und Hergang des Fadenführers längs des Mantels der Spulenhülse. Das Verhältnis der Spulendrehzahl zur Anzahl der Doppelhübe pro Minute wird als Windungszahl bezeichnet und stellt die Anzahl der Spulennumdrehungen während eines Hin- und Hergangs des Fadenführes dar. Unter Spule wird hier eine mit Faden bewickelte Spulenhülse verstanden.

Wenn die Windungszahl nur über einen Teilbereich des Spulenaufbaus konstant ist und sich von Teilbereich zu Teilbereich in Sprüngen ändert, bezeichnet man einen derartigen Spulenaufbau als gestufte Präzisionswicklung.

Eine Bildwicklung werde hier diejenige Lage des Fadens genannt, bei der die Umkehrschleife an der Stirnseite der Spule winkelmäßig über der Umkehrschleife einer der vorangehenden Fadenlagen liegt. Bie ganzzahligen Windungszahlen findet sich die Bildwicklung über der unmittelbar vorangegangenen Fadenlage, was zu Instabilitäten im Spulenaufbau und Schlingenbildungen beim Abwicklen der Spule führt. Um diesen Nachteil zu vermeiden, werden rationale Dezimalzahlen als Windungszahlen verwendet, so daß zwischen der Bildwicklung und der mit ihr winkelmäßig übereinstimmenden vorhergehenden Fadenlage eine große Anzahl von Zwischenlagen des Fadens vorhanden sind.

Die Windungszahl setzt sich demnach aus einem ganzzahligen Teil und einem Dezimalbruch zusammen, der nachfolgend als Dezimale der Windungszahl bezeichnet wird. Die Dezimale bestimmt winkelmäßig die Lage und die Verteilung der Umkehrschleifen der Fadenlagen an einer Stirnseite der Spule.

Spulen in Präzisionswicklung werden üblicherweise auf Spulmaschinen hergestellt, bei denen die drehende Spulenhülse und der Fadenführer durch ein mechanisches Getriebe miteinander verbunden sind. Das Übersetzungsverhältnis des Getriebes kann feinstufig variiert werden, um die jeweils günstigste Windungszahl einstellen zu können.

In der deutschen Offenlegungschrift 32 10 244 ist ein Verfahren zur Spiegelstörung beim Aufwickeln eines Fadens in wilder Wicklung beschrieben, bei dem eine Änderung des Changiergeschwindigkeit erfolgt, wenn sich die Drehzahl der Spulenhülse einem spiegelgefährdeten Vielfachen der Changiergeschwindigkeit annähert. Eine Sicherheitstabstand zwischen der Spindeldrehzahl und dem spiegelgefährdeten Vielfachen der Changiergeschwindigkeit wird vorgegeben. Der Sicherheitsabstand und die Anderung der Changiergeschwindigkeit stehen in einem vorgegebenen Verhältnis zueinander. Der Sicherheitsabstand und dieses Verhältnis werden so ausgewählt, daß durch Änderung der Changiergeschwindigkeit spiegelgefährdete Vielfache der Changiergeschwindigkeit in möglichst kurzur Zeit durchsprungen werden.

In der DE—AS 19 13 451 ist eine elektronische Steuerschaltung beschrieben, die eine Regelung des Antriebs einer Antriebseinrichtung für den Fadenführer entsprechend der Drehung der Spule erlaubt. Damit laßt sich eine Vielzahl von gewünschten Windungszahlen einstellen, so daß auch während der Spulenreise die Windungszahl bliebig oft geändert werden kann. Eine Änderung der Windungszahl während der Spulenreise kann sich dadurch ergeben, daß die Aufwindegeschwindigkeit des Fadens auf die Spule möglichst konstant gehalten werden soll. Ein heirfür geeignetes Verfahren mit zugehöriger Vorrichtung ist in der Europäischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer 55 849 beschriben worden. Um den Nachteil eines Spulenaufbaus in Präzisionswicklung zu beseitigen, der in einer unerwünschten Zunahme der Aufwindegeschwindigkeit des Fadens bei zunehmendem Spulendurchmesser besteht, wird dort vorgeschlagen, die Windungszahl so zu verändern, daß die Aufwindegeschwindigkeit des Fadens sich um höchstens 3% ändert.

Andererseits beeinflußt die beim Spulenaufbau benutzte Windungszahl die Verteilung der Umkehrschleifen der einzelnen Fadenlagen am Umfang der Spule und damit die Masseverteilung des Fadens. Man erhält auf diese Weise leicht Spulen mit ungleichmäßigem Aufbau, was nicht nur beim Aufwickeln, sondern auch beim Abwickeln nachteilig ist.

Es ist allerdings sehr aufwendig, diejenigen Windungszahlen zu ermitteln, die zu einem gleichmäßgen Spulenaufbau führen. Man hat dazu bisher den Spulenaufbau mittels eines Stroboskops beobachtet und die Ablaufeigenschaften der voll bewickelten Spule untersucht. Die daraus gewonnenen Ergebnisse führten dennoch nicht zu allgemein brauchbaren Resultaten. Im Ausführungsbeispiel der oben genannten Europäischen Patentanmeldung ist die Verbinding zwischen der Spulendrehung und der Changierbewegung des Fadenführers über eine analog arbeitende Steuerschaltung hergestellt, die eine wenn auch geringe Abweichung in der Windungszahl zuläßt. Damit erreicht man zwar im Vergleich zur wilden Wicklung, bei der sich die Windungszhal kontinuierlich ändert, einen wesentlich besseren Spulenaufbau.

Eine Spulenqualität in Präzisionswicklung mit optimaler Windungszahl kann auf diese Weise jedoch nicht erreicht werden.

Ein guter Spulenaufbau erfordert u.a. eine gleichmäßige Verteilung der Fadenmasse in der Spule, Andernfalls treten Dichteunterschiede auf, die nicht nur die optische Erscheinung der fertig bewickelten Spule nachteilig beeinflussen, sondern bereits beim Aufwickeln durch Unwucht und unrunden Lauf der Spulenhülse zu Schwierigkeiten führen und besonders beim Antrieb der Spule an ihrem Umfang durch Friktion stören. Vor allem aber werden durch derartige Dichteschwankungen auch die Ablaufeigenschaften der Spule bei Abziehen des aufgewickelten Fadens ungünstig beeinflusst.

Die geschilderten Nachteile belasten die praktische Anwendung derartiger Einrichtungen so sehr, daß deren Markteinführung bisher nicht möglich war, obwohl die damit erzielbare Spulenqualität wesentlich besser ist als bei herkömmlichem Spulenaufbau in wilder Wicklung oder auch in Präzisionswicklung.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Präzisionsspule mit optimalen Eigenschaften hinsichtlich Spulenaufbau, insbesondere der Masseverteilung des Fadens auf der Spule, und hinsichtlich des Spulenablaufs zu schaffen; ferner soll ein Verfahren zum Bewickeln der Spule mit konstanter Umfangsgeschwindigkeit und eine Einrichtung für das Bewickeln angegeben werden.

Dazu zeichnet sich die eingangs genannte Präzisionsspule erfindungsgemäß dadurch aus, daß bei tausend aufeinander folgenden Umkehrschleifen zwischen zwei aufeinander folgenden Bildwicklungen zu keinem Zeitpunkt die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Abschnitt des Umfangs an einer Spulenstirnfläche acht oder mehr, vorzugsweise vier oder mehr, beträgt, wenn der Umfang in hundert Abschnitte unterteilt ist.

Alternativ zeichnet sich die eingangs genannte Präzisionsspule dadurch aus, daß bei tausend Umkehrschleifen zwischen zwei aufeinander folgenden Bildwicklungen zu keinem Zeitpunkt die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Abschnitt des Umfangs an einer Spulenstirnfläche vier oder mehr, vorzugsweise zwei oder mehr, beträgt, wenn der Umfang in zehn Abschnitte unterteilt ist.

Besonders vorteilhaft ist eine Präzisionsspule, wenn der Kreuzungswinkel zweier übereinanderliegender Fadenlagen um höchstens 10% schwankt.

Eine Präzisionsspule mit besonders guter Eigenschaft ergibt sich, wenn jede der bei der stufenweisen Präzisionswicklung benutzten Windungszahl aus einem ganzzahligen Anteil und einem Dezimalbruch besteht, und die Dezimalbrüche aus einem Vorrat gespeicherter Dezimalbrüche genommen werden und sich über den gesamten Spulenaufbau wiederholen. Die Masseverteilung des Garnes wird besonders gleichmäßig, wenn zwischen einer ersten Umkehrschleife und einer zweiten Umkehrschleife keiner der Abschnitte, bezogen auf die bei der ersten Umkehrschleife vorhandene Verteilung der Umkehrschleifen über den Umfang der Spulenstirnfläche, mehrfach mit Umkehrschleifen besetzt ist, wobei zwischen der ersten und der zweiten Umkehrschleife eine vorgegebene Anzhal, beispielsweise 50, aufeinanderfolgende Umkehrschleifen liegen.

Das eingangs genannte Verfahren kennzeichnet sich dadurch, daß bei tausend aufeinander folgenden Umkehrschleifen zwischen zwei aufeinander folgende Bildwicklungen zu keinem Zeitpunkt die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Abschnitt des Umfangs an einer Spulenstirnfläche acht oder mehr, vorzugsweise vier oder mehr, beträgt, wobei als Abschnitte der hundertste Teil des Umfangs gewählt wird.

Alternativ kann das genannte Verfahren auch so gestaltet werden, daß das Verhältnis der Drehzahl der Spulenhülse 4 zur Anzahl der Doppelhübe des Fadenführers (Windungszahl) so eingestellt wird, daß bei tausend Umkehrschleifen zwischen zwei aufeinander folgenden Bildwicklungen zu keinem Zeitpunkt die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Abschnitt des Umfangs an einer Spulenstirnfläche vier oder mehr, vorzugsweise zwei oder mehr, beträgt, wobei als Abschnitt der zehnte Teil des Umfangs gewählt wird.

Bevorzugte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 8 bis 1 angegeben.

Eingehende Untersuchungen haben ergeben, daß eine gleichmäßige Verteilung der Fadenmasse nur dann zu erreichen ist, wenn vor allem auch die Umkehrschleifen des Fadens bei dem Bewickeln an einer der Stirnseiten der Spule sehr gleichmäßig um den Spulenumfang verteilt werden. Dazu sind besondere Überlegungen nötig. Die Winkellage u der n-ten Umkehrschleife bezüglich der Spulenachse ergibt sich aus der Windungszahl W aus der Relation

$$u = n \cdot W$$

De Dezimalbruch von u, nachfolgend mit Dezimale ud bezeichnet, bestimmt die Lage der jeweiligen Umkehrschleife in Teilen des Spulenumfangs, bezogen auf eine Spule von gleichbleibendem Radius.

Man kann den Spulenumfang in k gleichgroße Abschnitte, Klassen genannt, einteilen und die Verteilung der Dezimalen ud, deren Folge sich aus einer vorgewählten Anzhal z von Changierperioden (Doppelhüben) des Fadenführers ergibt, auf diese Klassen untersuchen. Die Differenz der Anzahl von Dezimalen ud und damit der Anzahl von Umkehrschleifen zwischen der am höchsten mit Dezimalen ud belegten Klass und der am geringsten mit Dezimalen ud belegten Klasse sei als Spannweite S bezeichnet, die die Schwankung der Belegungsdichte der Umkehrschleifen des Fadens längs des Umfangs der Spule an einer Stirnfläche nach Durchlauf der z Changierperioden repräsentiert. Die Spannweite S stellt ein Maß für die Gleichmäßigkeit der Verteilung der z Umkehrschleifen auf die k Klassen und damit auch der

Massenverteilung des Fadens in der Spule dar. Für die Anzahl z wählt man zweckmäßig eine genügend große Anzahl von Doppelhüben zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bildwicklungen.

Beobachtet man für verschiedene Dezimalen wd der Windungszahl den Verlauf der Spannweite S über den gesamten Spulenaufbau, mindestens jedoch über eine genügend große Anzahl z zwischen zwei aufeinanderfolgenden Bildwicklungen, so stellt man fest, daß die Spannweite S entweder immer größer wird oder innerhalb eines bestimmten Bereiches schwankt. Windungszahlen, die zu immer größeren Werten von S führen, sind wegen der sich daraus ergebenden Ungleichmäßigkeit der Verteilung der Umkehrschleifen für den Spulenaufbau nicht geeignet.

Eine eingehende Untersuchung zeigt für das Beispiel von 1 000 aufeinanderfolgenden Umkehrschleifen, daß bei Wahl von 100 gleich großen Klassen die Spannweite S zu keinem Zeitpunkt mehr als 8, vorzugsweise mehr als 4 betragen darf, oder bei Wahl von 10 gleichgroßen Klassen die Spannweite S zu keinem Zeitpunkt mehr als 4, vorzugsweise mehr als 2 betragen darf, um die erwünschte Gleichmäßigkeit der Fadenverteilung in der Spule zu erhalten.

Die Wahl der für einen guten Spulenaufbau zulässigen Grenzwerte für die Spannweite S hängt von dem Wickelgut, d.h. den Eigenschaften des Fadens ab. Für normales Wickelgut genügt die Einhaltung der oberen, vorstehend angegebenen Grenzwert, bei empfindlichem Wickelgut empfiehlt es sich, die unteren der o.g. Grenzwerte für die Spannweite S einzuhalten.

Bei der Prüfung, ob sich mit einer vorgegebenen Windungszahl ein guter Spulenaufbau im Sinne der Erfindung erreichen läßt, ergibt sich ein ergänzender Anhaltspunkt aus einer Untersuchung, ob nach etwa 50 Umkehrschleifen von 100 Klassen eine Klasse bereits doppelt belegt ist. Wenn eine Klasse hierbei doppelt belegt ist, ist kein guter Spulenaufbau zu erwarten.

Mit der Erfindung können für den Spulenaufbau günstige Windungszahlen viel genauer festgestellt werden, als dies mit den bisher üblichen Praxisversuchen möglich war. Mit der Erfindung lassen sich Spulen mit ausgezeichneten Ablaufeigenschaften bewickeln, bei denen das Verhältnis der Durchmesser von vollbewickelter Spule zum Durchmesser der Hülse nicht größer als 3 ist und der mittlere Kreuzungswinkel der Fadenlagen dem Volumen und der Dehnung des Wickelgutes entspricht.

Von besonderer Bedeutung ist der Kreuzungswinkel zweier übereinander liegender Fadenlagen auf der Spule. In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist daher vorgesehen, daß der Kreuzungswinkel zweier übereinander liegender Fadenlagen bestimmt wird und daß die Windungszahl derart eingestellt wird, daß der Kreuzungswinkel zwischen einem vorgegebenen minimalen und einem vorgegebenen maximalen Kreuzungswinkel gehalten wird. Dabei empfiehlt es sich, den Unterschied zwischen minimalen und maximalen Kreuzungswinkeln zu höchstens 10% zu wählen. Je nach Art des Wickelgutes kann es sich empfehlen, den Unterschied nur zu höchstens 5% zu wählen. Da der Kreuzungswinkel sich mit zunehmendem Durchmesser der Spule ändert, müssen die Windungszahlen während der gesamten Spulenreise mehrfach neu ermittelt werden, um die Erfindung in dieser Ausführungsform zu verwirklichen.

Bei der Ermittlung günstiger Werte von Wd stellt man fest, daß selbst eine geringe Abweichung zu einer gravierenden Verschlechterung der Spannweite S führen kann. Daher ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, daß die Zahl der Doppelhübe winkelsynchron zur Drehung der Spulenhülse geändert wird, was beispielsweise durch eine winkelsynchrone Steuerung des Übersetzungsverhältnisses von Spulendrehung und Antriebseinrichtung des Fadenführers erreicht werden kann.

Das Übersetzungsverhältnis bzw. die Windungszahl soll im Mittelwert sehr genau eingehalten werden. Eine Abweichung ist erst in der fünften oder besser noch erst in der sechsten Stelle der Dezimalen zulässig.

Die Integrationszeit zur Bildung dieses Mittelwertes ist dabei von untergeordneter Bedeutung. Sie kann durchaus mehrere Sekunden betragen, wenn die Abweichungen vom Mittelwert statistisch verteilt sind.

Andererseits durfen kurzzeitige Abweichungen in diesem Übersetzungsverhältnis nicht so groß sein, daß aufeinanderfolgende Umkehrschleifen übereinander liegen können. Bei digitaler Erfassung der Drehzahl der Spule sowie der Drehzahl der Antriebseinrichtung des Fadenführers soll deshalb die Anzahl der Impulse pro Umdrehung der Spule bzw. der Antriebseinrichtung für den Fadenführer so hoch gewählt werden, daß die davon abhängige maximal mögliche Abweichung in der augenblicklichen Windungszahl so gering ist, daß der dadurch bedingte Fehler in der Lage zweier aufeinander folgender Umkehrschleifen kleiner ist als der durch die Windungszahl festgelegte, geringete Abstand dieser beiden Umkehrschleifen.

Beim Wechsel von einer Windungszahl zur nächsten vergeht eine gewisse Zeit bis sich die höhere Zahl der Doppelhübe eingestellt hat. Während dieser Zeit erfolgt die Fadenverlegung ungesteuert. Es ist deshalb möglich, daß dabei zufällig zwei nacheinander folgende Windungen teilweise übereinander liegen. Dies kann zu Schwierigkeiten führen.

Die Wahrscheinlichkeit dafür ist abhängig von der Anzahl nicht gesteuerter Doppelhübe während des Wechsels der Changierfrequenz. Deshalb muß dieser Sprung in möglichst kurzer Zeit erfolgen.

Die für die Änderung der Zahl der Doppelhübe benötigte Zeit ist abhängig von der Größe dieser Änderung, von der Masse, die beschleunigt werden muß, und von der zur Verfügung stehenden Antriebskraft. Eine ausreichende Sicherheit gegen das direkte Übereinanderliegen von aufeinanderfolgenden Fadenlagen erreicht man in Weiterbildung der Erfindung, wenn der Übergang von einer ersten Windungszahl zu einer zweiten Windungszahl während weniger als zehn Doppelhüben des Fadenführers ausgeführt wird.

Eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Einrichtung enthält eine mit vorgegebenen Parametern gesteurte Schalteinrichtung, die die Ermittlung eines Übersetzungsverhältnisses durch die

Rechnereinheit auslöst, sowie durch eine Vergleichseinrichtung, die eine von der Rechnereinheit ermittelte Windungszahl mit im konstanten Speicher gespeicherten Windungszhalen vergleicht und den Regler mit einem Übersetzungsverhältnis beaufschlagt, das der nächstgrößeren der gespeicherten Windungszahlen aus dem konstanten Speicher entspricht. Dies bringt den Vorteil, daß bei Stufenpräzisionswicklungen mit nur einigen wenigen Dezimalen von Windungszahlen aufgewickelt zu werden braucht, die im konstanten Speicher neben anderen Parametern bereitgehalten werden können, so daß die vorstehend erläuterte Präzionsspule unabhängig von der Fadenart automatisch hergestellt werden kann. Dabei empfiehlt es sich, eine den Spulenaufbau abfühlende Aufnahmeeinrichtung vorzusehen, die die Schalteinrichtung in Abhängigkeit von vorgegebenen Parametern steuert. Ferner erweist es sich als vorteilhaft, wenn die Rechnereinheit die Abweichung des vom Regler eingestellten Mittelwertes des Übersetzungsverhältnisses von Changierfrequenz zur Spulenumlauffrequenz über eine Indikationszeit von mehreren Sekunden von deren errechnetem Sollwert erfaßt und der Regler diese ausgleicht. Ferner kann eine Multiplizereinrichtung, die den Vielfachen einer Windungszahl entsprechende Signale einer Sortiereinrichtung, zuführt vorgesehen sein, welche die empfangenen Signale mit vorgegebenen Schrankensignalen vergleicht und an Speicherbereiche weiterleitet, die den Schankensignalen zugeordnet sind, wobei eine an die Speicherbereiche angeschlossene, den konstaten Speicher umfassende Auswerteeinrichtung vorgesehen ist. Die Auswerteeinrichtung kann zweckmäßig eine Anzeigeeinrichtung aufweisen, die die Zahl der Belegungen der einzelnen Speicherbereiche anzeigt. Schließlich wird die Einrichtung besonders zweckmäßig dadurch weitergebildet, daß eine weitere Vergleichseinrichtung vorgesehen ist, welche den Unterschied in der Zahl der Belegungen der Speicherbereiche mit einem vorgegebenen weiteren Schrankensignal vergleicht und bei Unterschreiten der dem weiteren Schrankensignal entsprechenden Schranke die Dezimale der in die Multipliziereinrichtung eingegebenen Windungszhal in den konstanten Speicher abspeichert.

Das Übersetzungsverhältnis, das das Verhältnis aus Drehzahl der Welle zur Drehzahl der Spule darstellt, unterscheidet sich von dem Kehrwert der Windungszahl nur durch den Faktor, der angibt, wieviele Doppelhübe (Gangzahl) der Fadenführer pro einer Umdrehung der ihn antriebenden Welle ausführt.

Das Signal zum Übergang von einer Windungszahl zur nächsten kann z.B. durch das Erreichen einer vorgegebenen Drehzahl der Spule oder durch das Erreichen einer vorgegebenen minimalen Drehzahl des Motors für die Welle des Fadenführers, durch das Erreichen eines vorgegebenen Durchmessers der Spule oder auch durch es Erreichen eines minimalen Kreuzungswinkels ausgelöst werden.

Die Rechnereinheit ermittelt aus der vom Inkrementalgeber gemessenen Drehzahl ns der Spule, dem Übersetzungsverhältnis, der Doppelhubzahl g und der Windungszahl W den Sollwert nc der Welle und führt diesen dem Regler zu. Die Regelfunktion für die Drehzahl nc ist

$$nc = ns \cdot (g/W).$$

Der Rechereinheit werden die im Konstantspeicher abgespeicherten Dezimalen Wd der Windungszahl zur Verfügung gestellt, welche die Rechnereinheit zum Zeitpunkt der Umschaltung auf eine neue Windungszahl mit einer Windungszahl W1 vergleicht, die die Rechnereinheit nach vorgegebenen Funktionen, die der aktuellen Spulendrehzahl und dem maximal zulässigen Kreuzungswinkel entsprechen, ermittelt hat. Als neue Windungszahl wird von der Recheneinheit diejenige aus dem Konstantenspeicher verwendet, die die nächstgrößere Windungszahl bezüglich der ermittelten Windungszahl W1 ist.

Die vorprogramierten Funktionen können dabei beispielsweise berücksichtigen, daß der Kreuzungswinkel während des Spulenaufbaus zwischen einem vorgegebenen maximalen und einem vorgegebenen minimalen Kreuzungswinkel verbleibt. Für den fall der EP—A—55 849 nimmt dieses Programme die nachfolgende Form an:

Es soll gelten:

W1 = errechnetes Spulverhältnis
W = korrigiertes Spulverhältnis
h = Changierhub d. Fadenführers
ko = maximaler Kreuzungswinkel
ku = minimaler Kreuzungswinkel
vu = Umfangsgeschwindigkeit d. Spule
ns = Spulendrehzahl
nc = Drehzahl der Kehrgewindewelle
ncs = Schaltdrehzahl d. Kehrgew.welle
g = Gangzahl der Kehrgewindewelle
f = erlaubte Abweichung der Aufwindegeschwindigkeit

Für den minimalen Kreuzungswinkel erhält man dann:

$$ku = \arccos(\cos ko/(1-f))$$

Damit ergibt sich für die Drehzahl, bei der auf eine neue Windungszahl geschaltet wird:

$$ncs = \tan ku \cdot g/(2 \cdot h) \cdot vu$$

Es sei

$$K1 = \tan ku \cdot g/(2 \cdot h)$$

dann ist

$$ncs = K1 \cdot vu$$

Dabei wird die Konstante K1 vom Anwender in die Eingabeeinheit eingegeben. Den Wert dafür entnimmt er z.B. einem Nomogramm bzw. einer Tabelle mit den Parametern ko und f und den Festwerten der Spuleinrichtung h und g. Die Umfangsgeschwindigkeit der Treibwalze vu ermittelt der Rechner aus der gemessenen Drehzahl der Treibwalze und deren Durchmesser.

Das Spulverhältnis W1 wird vom Rechner aus dem folgenden Zusammenhang ermittelt:

$$W1 = (2 \cdot h)/\tan ko \cdot ns/vu$$

Es ist

$$K2 = (2 \cdot h)/\tan ko$$

dann folgt

$$W1 = K2 \cdot ns/vu$$

Die Dezimalen der so errechneten Windungszahl werden durch die nächst höhere der vorausherechneten und einprogrammierten günstigen Dezimalen Wd ersetzt und damit die optimierte Windungszahl W gebildet. Der Wert für K2 wird vom Anwender aus einer Tabelle abgelesen und in die Eingabeeinheit eingegeben. Die Umfangsgeschwindigkeit vu wird aus der vom System ermittelten Drehzahl der Treibwalze und deren Durchmesser errechnet und die Spulendrehzahl ns wird ebenfalls vom System laufend ermittelt.

Damit erhält man für die Regelfunktion der Kehrgewindewelle:

$$nc = g/W \cdot ns$$

Der Mittelwert des Übersetzungsverhältnisses i = g/W muß sehr genau eingehalten werden, damit auch die vorausberechnete günstige Verteilung der Umkehrpunkte erreicht wird. Versuche haben gezeigt, daß dieses Übersetzungsverhältnis dem Regler mit einer Genauigkeit von wenigstens 7 Dekaden vorgegeben werden muß.

Die günstigen Dezimalen Wd werden wie beschrieben ermittelt. Etwa 20 Werte davon, die gleichmäßig über den Spulenumfang verteilt sein sollten, reichen aus, um den Fehler in der Aufwindegeschwindigkeit kleiner als 0.05% halten zu können. Zur Eingabe werden für Wd mindestens drei Dezimalen benötigt, um eine ausreichende Anzahl günstiger Dezimalen Wd bestimmen zu können.

Bei Filamentgarnen ist der Spulenaufbau besonders bei den inneren Lagen günstiger, wenn mit einer Rautenspulung bewickelt wird. Andererseits stehen für eine Rautenspulung mit vernünftiger Verteilung der Umkehrpunkte nur die Dezimalen zwischen 0,18 und 0,42 sowie zwischen 0,58 und 0,82 zur Verfügung. Bei höherem Verkreuzungswinkel und kleiner zulässiger Abweichung in der Aufwindegeschwindigkeit sind aber besonders bei den größeren Spulendurchmessern auch Zwichenwerte notwendig um das Programm durchlaufen zu können.

Damit bei den in dieser Hinsicht weniger problematischen kleinen Durchmessern immer die günstigere Rautenpulung ausgesucht wird, ist es vorteilhaft, die günstigen Dezimalen Wd bei der Eingabe in bevorzugte und weniger bevorzugte Werte zu unterteilen.

Die Erfinding wird nachstehend anhand des in der beifügten Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels im einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 eine Spuleinrichtung zum Aufwickeln eines Kunstoff-Filamentfadens aus einer Spinnmaschine mit konstanter Spinngeschwindigkeit auf eine Spulenhülse, und

Figur 2 ein Schaltungsdiagramm von Teilen der Steuerung der Spuleinrichtung nach Figur 1.

Von einer nicht gezeigten Spinndüse einer nicht dargestellten Spinnmaschine wird der Faden 1, der ein Filamentgarn sein kann, einem Fadenführer 2 zugeführt, der in der Nut einer Kehrgewindewelle 3 geführt ist. Die Kehrgewindewelle 3 wird von einem Motor 7 über ein Getriebe in Drehungen um ihre Achse versetzt. Da der Fadenführer 2 am Mitdrehen mit der Kehrgewindewelle gehindert und die Nut in zur

Wellenachse geneigter Richtung in die Welle eingeschnitten ist, wird der Fadenführer bei Drehung der Kehrgewindewelle 3 längs ihrer Achse parallel zum Mantel der Spulenhülse hin und her bewegt.

Eine Spulenhülse 4 ist auf einem Lagerdorn drehbar so gelagert, daß die Achse der Spulenhülse 4 sich parallel zur Achse der Kehrgewindewelle erstrekt.

Zu Beginn der Bewicklung liegt am Mantel der Spulenhülse 4 eine Treibwalze 5 an, die von einem Motor 6 mit gewünschter Drehzahl angetrieben wird. Mit zunehmender Bewicklung des Fadens auf der Spulenhülse 4 liegt die Treibwalze 5 am Umfang der Spule 15 an und treibt die Spule mit der gewünschten Spulendrehzahl aufgrund des Reibschlusses zwischen der Treibwalze und der Spule mit konstanter Umfangsgeschwindigkeit an. Alternativ kann die Spulenhülse direkt durch einen Motor angetrieben werden, dessen Drehzahl entsprechend der Durchmesserzunahme der Spule während der Spulereise verringert wird.

Zur Erfassung der Drehzahl der Kehrgewindewelle 3 ist an der Kehrgewindewelle 3 ein Inkrementalgeber 8 vorgesehen, dessen Ausgangsimpulse der Drehzahl nc der Kehrgewindewelle 3 entsprechen. Zur Erfassung der Drehzahl der Spule 15 ist an der Spule 15 ein Inkrementalgeber 9 vorgesehen, dessen Ausgangsimpulse der Drehzahl ns der Spule entsprechen. Ein weiterer Inkrementalgeber 10 an der Treibwalze 5 erfasst deren Drehzahl und gibt eine dieser enstprechende Anzahl von Impulsen ab.

Die Steuerung der Spuleinrichtung umfaßt eine Speicher- und Eingabeeinheit 11, in der eine Folge von Dezimalen Wd der Windungszahlen gespeichert sind, welche den erfindungsgemäßen Spulenaufbau ermöglichen. Ferner sind in der Speicher- und Eingabeeinheit 11 die Konstanten K1 u. K2 sowie das Übersetzungsverhältnis zwischen der Umlauffrequenz der Kehrgewindewelle 3 und der Changierfrequenz g des Fadenführers 2 und der Durchmesser der Treibwalze 5 gespeichert.

Eine Rechnereinheit 12 hat über eine Leitung 16 Zugriff zu dem Konstantenspeicher in der Einheit 11. Die Rechnereinheit 12 nimmt über Leitung 17 u. 18 die Ausgangsimpulse der Inkrementalgeber 10 u. 9 auf. Die Rechnereinheit ermittelt aus der Drehzahl der Treibwalze 5 und der Konstanten K1 die Drehzahl ncs der Kehrgewindewelle 3 für das Umschalten der Windungszahl.

Die optimale Windungszahl W, die von der Recheneinheit 12 ermittelt wurde, wird über Leitung 21 einem Regler 13 übergeben, der mit einer Synchronisiereinrichtung ausgerüstet ist, die aktuelle Drehzahl nc der Kehrgewindewelle 3 über Leitung 19 aufnimmt und unter Berücksichtigung der Drehzahl ns der Spule 15, die sie über eine Zweigleitung der Zuleitung 18 erhält, die Drehzahl nc des Antriebsmotors 7 der Kehrgewindewelle 3 winkelsynchron zur Spulendrehzahl ns entsprechend dem aus der Rechnereinheit 12 über Leitung 21 empfangenen Signal steuert. Die Steuerung geschieht über einen dem Regler 13 nachgeschalteten Frequenzumrichter 14, der über Leitung 25 mit dem Motor 7 verbunden ist.

Die Steuerschaltung, die die Eingabeeinheit 11, die Rechnereinheit 12 und den Regler 13 umfaßt, ist in Figur 2 im einzelnen dargestellt. Mittels einer Eingabeeinrichtung 20 werden über eine Leitung 74 einer Multipliziereinrichtung 22 nacheinander gegebenenfalls über einen Zwischenspeicher Windungszahlen eingegeben. Die Multipliziereinrichtung 22 multipliziert jede Windungszahl nacheinander mit der Folge der natürlichen Zahlen und gibt die erhaltenen Ergebnisse über Leitung 80 an eine Sortiereinrichtung 24. Die Sortiereinrichtung 24 vergleicht jedes der aus der Multipliziereinrichtung 22 erhaltenen Zahlensignale, die den Lagen u der Umkehrschleife entsprechen, mit Schrankensignalen, die in einer Einheit 26 über Leitung 76 durch die Eingabe 20 bereit gehalten sind. Je zwei Schrankensignale bestimmen die Größe einer Klasse k. mithin also Abschnitt auf dem normierten Umfang an einer Stirnseite der Spule 15. Je nach dem Vergleichsergebnis speichert die Sortiereinrichtung 24 die Signale ud über Leitung 82, in den zugehörigen Speicherbereich eines Speichers 28, der eine der Zahl der Klassen k entsprechende Anzahl von Speicherbereichen aufweist, von denen die Speicherbereiche 30, 32, 34, 36, 38 in Figur 2 beispeilhaft angegeben sind. Eine Ausgangsleitung 84 aus dem Speicher 28 führt zu einer Anzeigeeinrichtung 40, und eine Zweigleitung 86 von der Leitung 84 führt zu einer ersten Vergleichseinrichtung 42. Die Anzeigeeinrichtung 40 zeigt auf einem nichtdargestellten Display die Belegungszahlen der einzelnen Speicherbereiche, also die Anzahl der in jedem Speicherbereich enthaltenen Zahlsignale, an. Die Vergleichseinrichtung 42 bildet jeweils die Differenz der Belegungszahlen der einzelnen Speicherbereiche des Speichers 28 und vergleicht die Differenz mit einem weiteren Schrankensignal, das die Vergleichseinrichtung 42 über Leitung 41 von der Schrankensignaleinrichtung 26 erhält. Das Schrankensignal kann beispielsweise die Zahl 8 darstellen. Ergibt der von der Vergleichseinrichtung 42 durchgeführte Vergleich der Differenzen mit dem weiteren Schrankensignal, daß die Differenzen unterhalb des weiteren Schrankensignals bleiben, beaufschlagt die Vergleichseinrichtung 42 über Leitung 90 in Gatter 44 in einer Leitung 78, die von der Multipliziereinrichtung 22 zu einem Konstantenspeicher 46 führt. Durch die Beaufschlagung wird das Gatter 44 geöffnet und die in der Multipliziereinrichtung 22 enthaltene Windungszahl in dem Konstantenspeicher 46 abgespeichert. Gleichzeitig kann die abgespeicherte Windungszahl über Leitung 43 auf dem Display der Anzeigeeinrichtung 40 optisch wahrnehmbar dargestellt werden.

Nach Abschluß des Vergleichs durch die Vergleichseinrichtung 42 gibt die Vergleichseinrichtung 42 über Leitung 88 ein Signal an die Multipliziereinrichtung 22, die daraufhin eine neue Windungszahl in der eben erläuterten Weise bearabeitet.

In den Konstantenspeicher 46 können durch die Eingabeeinrichtung 20 über Leitung 72 für die Weiterverarbeitung benötigte Konstanten, wie etwa die Konstanten K1, K2, eingegeben und abgespeichert werden.

Eine Aufnahmeeinrichtung 50 kann eine Videokamera enthalten, mit der der Kreuzungswinkel der auf der Spule aufeinander leigenden Fadenlagen erfaßt werden kann. Alternativ kann die Aufnahmeeinrichtung 50 an den Inkrementalgeber 9 angeschlossen sein und das Erreichen einer vorgegebenen Spulendrehzahl signalisieren. Die Aufnahmeeinrichtung 50 kann auch an den Inkrementalgebar 8 angeschlossen sein und das Erreichen einer vorgegebenen minimalen Drehzahl der Kehrgewindewelle 3 erfassen. Als weitere Möglichkeit der Aufnahemeininrichtung 50 ergibt sich ein Fühler, der den aktuellen Spulendurchmesser erfaßt, wobei die Aufnahmeeinrichtung 50 das Erreichen eines vorbestimmten Spulendurchmessers signalisiert.

Welche Möglichkeit in der Aufnahmeeinrichtung 50 auch im konkreten Ausführungsbeispiel realisiert ist, die Aufnahmeeinrichtung 50 gibt jedenfalls ein Auslösesignal über Leitung 96 an eine Schalteinrichtung 52, die die Rechnereinheit 12 entsprechend auslöst. Jedesmal wenn die Rechnereinheit 12 ein Auslösesignal aus der Schalteinrichtung 52 erhält, ermittelt sie aus der aus dem Konstantenspeicher 46 über Leitung 92 ausgelesenen Konstanten K2 und der über Leitung 18 herangeführten Spulendrehzahl ns die Windungszahl W1 für den maximal erlaubten Kreuzungswinkel, dessen zugehöriges Signal ebenfalls aus dem Konstantenspeicher 46 über Leitung 92 abgerufen wird. Die Dezimalen von W1 gibt die Rechnereinheit 12 über Leitung 102 an eine zweite Vergleichseinrichtung 58 weiter, die über Leitung 94 aus dem Konstantenspeicher 46 die dort abgespeicherten Dezimalen der Windungszahlen abruft und mit der aus der Rechnereinheit 12 erhaltenen Windungszahl W1 vergleicht. Die bezüglich der Windungszahl W1 von der zweiten Vergleichseinrichtung 58 ermittelte nächstgrößere Dezimale Wd wird mit Hilfe der Gangzahl g der Kehrgewindewelle 3, die die Anzahl der vom Fadenführer 2 ausgeführten Doppelhübe pro eine Umdrehung der Kehrgewindwelle 3 repräsentiert, in das Übersetzungsverhältnis i = nc/ns mit einer Genauigkeit von 7 Dekaden umgerechnet und das Ergebnis von der zweiten Vergleichseinrichtung über Leitung 104 in den Regler 13 eingegeben. Der Regler 13 regelt die Drehzahl nc des Motors 7 bzw. der Kehrgewindewelle 3 unter Benutzung des aus dem Inkrementalgeber 9 über Leitung 100 herangeführten, die Drehzahl der Spule repräsentierenden Signals entsprechend dem von der zweiten Vergleichseinrichtung 58 erhaltenen Übersetzungsverhältnis i. Der Aufwickelvorgang wird dann mit der neuen Windungszhal W bzw. der dazugehörigen Übersetzung i forgesetzt, bis die Aufnahmeeinrichtung 50 das Erreichen eines weiteren Grenzwertes etwa in Form des minimalen Kreuzungswinkels der Schalteinrichtung 52 signalisiert. Die Rechnereinheit ermittelt dann eine neue Windungszhal W2 in gleicher Weise wie eben erläutert.

Die Inkrementalgeber 8 u. 9 geben pro Umdrehung der Kehrgewindewelle 3 bzw. der Spule 15 beispielsweise 500 Impulse ab. Damit wird der mögliche Fehler in der Lage zweier benachbarter Umkehrschleifen kleiner als 0,001.

Nachstende Anwendungsbeispiele erläutern den Spulenaufbau beim Aufwickeln eines Poy-Filamentgarnes aus Polyester. Beispiel 1 wurde zum Vergleich mit einer Spuleinrichtung herkömmlicher Art durchgeführt, während die Beispiele 2—4 nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgeführt wurden. Im Beispiel 4 sind in dem mit * bezeichneten Windungszahlen weniger bevorzugte Dezimalen verwendet.

Beispiel 1

Mit einer Spuleinrichtung herkömmlicher Art mit Spindelantrieb für die Spule und Zahnradgetriebe zwischen Spindel und Kehrgewindewelle wurden aus einem ungedrehten Filamentgarn dtex 250 zylindrische Spulen hergestellt. Der Hülsendurchmesser betrug 85 mm, der Durchmesser der vollen Spule etwa 180 mm und der Changierhub 250 mm.

Durch Auswechseln der Zahnräder zwischen Spindel und Kehrgewindewelle konnten die Windungszahlen in kelinen Stufen verändert werden. Es wurden Spulen in Windungszahlen hergestellt, die sich nurin ihren Dezimalstellen unterschieden.

Die Qualität dieser Spulen wurde beurteilt. Dabei wurde besonders auf unterspulte Lagen, Querschläger an den Stirnseiten der Spule und Verhakungen beim Ablaufen geachtet. Die Spulenqualität wurde wie folgt benotet:

1 = einwandfrei
2 = gut
3 = noch ausreichend
4 = mangelhaft

Für jeden Wert der Windungszahl wurde die Lage von 1 000 Umkehrschleifen am Spulennumfang festgestellt. Die einzelnen Werte wurden in 100 Umfangsklassen einsortiert, die Differenz zwischen der Anzahl Werte in der höchstbelegten und der am wenigsten belegten Klasse beobachtet und deren maximaler Wert als Spannweite S (100) festgehalten.

Bei 50, 200 und 1 000 Umkehrschleifen wurde die Spannweite bei nur 10 Umfangsklassen ermittelt und die dabei gefundene maximale Abweichung als S (10) festgehalten.

Außerdem wurde festgehalten, wieviele der 100 Umfangsklassen nach der Erfassung von 50 Umkehrschleifen doppelt bzw. mehrfach belegt waren. Dieser Wert wird mit D (50) bezeichnet.

Folgende Werte Wurden ermittelt:

Wd	S (100)	S (10)	D (50)	Note
0.1297376	4	4	0	2
0.2114179	3	2	0	2
0.3119834	4	4	6	3
0.6880466	4	4	5	3
0.7887154	5	4	0	3
0.9533725	2	3	2	3
0.4703153	3	5	17	4
0.5295031	8	12	3	4

Völlig fehlerfreie Spulen wurden bei diesem Versuch nicht gefunden.

Beispiel 2

An einer Versuchseinrichtung zur Herstellung zylindrischer Kreuzspulen in stufenweiser Präzisionswicklung wird die Spule an ihrem Umfang mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben. Die Spulendrehzahl wird digital erfaßt und danach die Drehzahl der Kehrgewindewelle so geregelt, daß das Übersetzungsverhältnis i zwischen Kehrgewindewelle und Spule während der ganzen Spulreise konstant bleibt. Bei dieser Einrichtung kann i mit einem Digitalpotentiometer auf 4 Dekaden genau eingestellt werden.

Aus der Reihe der für eine Stufenpräzisionswicklung ausgewählten, optimalen Abstufung der Übersetzungsverhältnisse i wurden die zugehörigen Windungszahlen ermittelt. Mit unterschiedlichen Dezimalen dieser Windungszahlen wurden Beispiel 1 entsprechende Spulen hergestellt und beurteilt. Ebenso wurde dür diese Windungszahlen die Verteilung der Umkehrschleifen erfaßt und entsprechend Beispiel 1 ausgewertet. Dabei erhielt man folgende Werte:

Wd	S (100)	S (10)	D (50)	Note
0.25685	2	3	0	1
0.15701	4	2	0	2
0.34170	2	3	1	2
0.78446	3	4	0	2
0.82479	3	2	3	2

Bei den durch die Randbedingungen der Stufenpräzisionswicklung vorgegebenen Abstufung ist es fast unmöglich, mit nur drei zur Einstellung von i zur Verfügung stehenden Dekaden, Windungszahlen zu finden, die zu wirklich fehlerfreiem Spulenaufbau, führen.

Beispiel 3

Die anhand der Figuren 1 u. 2 beschriebenen Spuleinrichtung wird zur Herstellung von einstufigen Präzisionsspulen mit den aus Beispiel 1 bekannten Abmessungen verwendet. Es wurden für diese

Versuche Dezimalen der Windungszahlen mit optimaler Verteilung der Umkehrschleifen ermittelt. Die so hergestellten Spulen wurden wie in Beispiel 1 beurteilt. Man erhält folgendes:

Wd	S (100)	S (10)	D (50)	Note
0.21141	2	2	0	1
0.31089	2	2	0	1
0.38316	3	2	0	1
0.78859	3	3	0	1
0.87026	2	2	0	1
0.95325	2	3	0	1

Die Möglichkeit zur sehr feinstufigen Auswahl des Übersetzungsverhältnisses i gestattet es, auch bei den Randbedingungen der Stufenpräzisionswicklung Windungszahlen auszusuchen, die zu einwandfreien Spulen führen.

Beispiel 4

Mit dem in Beispiel 1 geschilderten Verfahren wurden mit einer Einrichtung wie vorstehend beschrieben 12 Dezimalen der Windungszahl bestimmt, deren Differenzen kleiner als 0,1 sind, die am Umfang möglichst gleichmäßig verteilt sind und die zu einer optimalen Verteilung der Umkehrpunkte führen. Mit diesen Dezimalen, von denen die zwichen 0,2 und 0,4 bzw. 0,6 und 0,8 liegenden als bevorzugte Dezimalen gewertet werden, wird eine Folge von Windungszhalen für die Stufenpräzisionswicklung entwickelt, bei der der Fehler in der Aufwindegeschwindigkeit nicht größer als 0,05% wird und die in den einzelnen Bewicklungsstufen zu einem einwandfreien Spulenaufbau führen.

In der nachfolgenden Tabelle ist diese Reihe für das Aufspulen von einem POY-Fiamentgarn aufgezeichnet:

Gestufte Präzisionswicklung

Verkreuzungswinkel	6.4°
Umfangsgeschwindigkeit der Spule	3 500 m/min
Erlaubte Abweichung der Aufwindegeschwindigkeit	.05%
Gangzahl der KGW	11
Changierhub	250 mm
Hülsendurchmesser	108 mm
Maximaler Spulendurchmesser	370 mm
Minimaler Verkreuzungswinkel	= 6.14°
Schaltdrehzahl der KGW	= 8 286.3 Upm
Minimale Doppelhubzahl	= 753 DH/min
Maximale Doppelhubzahl	= 785 DH/min

Berechnete Werte nach Schaltsprung

	Windungszahl	n-Spule	d-Spule	DH	n-KGW	i = g/W
	13.277	10316	108	777	8546.5	.8285
	12.773	10002	111	783	8613.3	.861192
	12.277	9622	116	784	8621.1	.895984
	11.821	9248	120	782	8606	.930547
	11.367	8905	125	783	8617.3	.967714
	11.277	8563	130	759	8352.5	.975437
	10.821	8495	131	785	8635.5	1.016542
	10.419	8151	137	782	8606	1.055764
	10.277	7849	142	764	8400.8	1.070351
	* 9.919	7742	144	780	8585.4	1.108983
	9.631	7472	149	776	8534.1	1.142145
	9.277	7255	154	782	8602.5	1.185728
	* 8.919	6988	159	784	8618.9	1.233322
	8.631	6719	166	778	8562.8	1.274476
	8.307	6502	171	783	8609.5	1.324184
	8.277	6258	178	756	8316.4	1.328984
	* 8.079	6235	179	772	8489.4	1.361555
	7.773	6086	183	783	8612.5	1.415155
	7.631	5855	190	767	8440.5	1.441489
	7.367	5748	194	780	8583.3	1.493145
	7.277	5550	201	763	8388.8	1.511612
	* 7.079	5482	203	774	8518.1	1.553892
	6.821	5333	209	782	8599.7	1.612667
	6.631	5138	217	775	8523.8	1.658875
	6.367	4995	223	785	8629.9	1.727658
	6.277	4796	232	764	8405.1	1.75243
	* 6.079	4728	236	778	8556.2	1.809508
	* 5.853	4579	243	782	8606.3	1.879378
	5.631	4409	253	783	8613	1.953472
	5.419	4242	263	783	8610.5	2.029895

(Fortsetzung)

Berechnete Werte nach Schaltsprung

	Windungszahl	n-Spule	d-Spule	DH	n-KGW	i = g/W
	5.277	4082	273	774	8509.3	2.084518
*	5.079	3975	280	783	8609.4	2.165781
*	4.919	3826	291	778	8555.9	2.236227
	4.773	3705	301	776	8539.8	2.30463
	4.631	3596	310	776	8540.4	2.375297
*	4.449	3489	319	784	8625.3	2.472466
	4.277	3351	332	784	8619.6	2.571896
*	4.151	3222	346	776	8537.8	2.649964
*	4.079	3127	356	767	8432.6	2.696739
*	3.919	3073	363	784	8624.6	2.806838

Patentansprüche

1. Präzisionsspule mit einem auf eine Spulenhülse (4) in Präzisionswicklung aufgewickelten Garn, Draht, Band oder dergleichen Faden, dadurch gekennzeichnet, daß bei tausend aufeinander folgenden Umkehrschleifen zwischen zwei aufeinander folgenden Bildwicklungen zu keinem Zeitpunkt die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Abschnitt des Umfangs an einer Spulenstirnfläche acht oder mehr, vorzugsweise vier oder mehr, beträgt, wenn der Umfang in hundert Abschnitte unterteilt ist.

2. Präzisionsspule mit einem auf einen Spulenhülse (4) in Präzisionswicklung aufgewickelten Garn, Draht, Band oder dergleichen Faden, dadurch gekennzeichnet, daß bei tausend Umkehrschleifen zwischen zwei aufeinander folgenden Bildwicklungen zu keinem Zeitpunkt die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Abschnitt des Umfangs an einer Spulenstirnfläche vier oder mehr, vorzugsweise zwei oder mehr, beträgt, wenn der Umfang in zehn Abschnitte unterteilt ist.

3. Präzisionsspule nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kreuzungswinkel zweier übereinander liegender Fadenlagen um höchstens 10% schwankt.

4. Präzisionsspule nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jede der bei der stufenweisen Präzisionswicklung benutzten Windungszahlen aus einem ganzzahligen Anteil und einem Dezimalbruch besteht und daß die Dezimalbrüche aus einem Vorrat gespeicherter Dezimalbrüche genommen werden und sich über den gesamten Spulenaufbau wiederholen.

5. Präzisionsspule nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen einer ersten Umkehrschleife und einer zweiten Umkehrschleife keiner der Abschnitte, bezogen auf die bei der ersten Umkehrschleife vorhandene Verteilung der Umkehrschleifen über den Umfang der Spulenstirnfläche, mehrfach mit Umkehrschleifen besetzt ist, wobei zwischen der ersten und der zweiten Umkehrschleife eine vorgegebene Anzahl, beispielsweise fünfzig, aufeinander folgender Umkehrschleifen liegen.

6. Verfahren zum Aufwickeln eines Garnes, Drahtes, Bandes oder dergleichen Fadens (1) auf eine mit konstanter Spulennumfangsgeschwindigkeit antreibbare Spulenhülse (4) mittels eines längs des Mantels der Spulenhülse changierbaren, angetriebenen Fadenführers (2) in Präzisionswicklung zur Herstellung der Präzisionsspulen (15) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Drehzahl der Spulenhülse (4) zur Anzahl der Doppelhübe des Fadenführers (Windungszahl) so eingestellt wird, daß bei tausend aufeinander folgenden Umkehrschleifen zwischen zwei aufeinander folgenden Bildwicklungen zu keinem Zeitpunkt die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Abschnitt des Umfangs an einer Spulenstirnfläche acht oder mehr, vorzugsweise vier oder mehr, beträgt, wobei als Abschnitte der hundertste Teil, des Umfangs gewählt wird.

7. Verfahren zum Aufwickeln eines Garnes, Drahtes, Bandes oder dergleichen Fadens (1) auf eine mit konstanter Spulenumfangsgeschwindigkeit antreibbare Spulenhülse (4) mittels eines längs des Mantels der Spulenhülse changierbaren, angetriebenen Fadenführers (2) in Präzisionswicklung zur Herstellung der

Präzisionsspule (15) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Drehzahl der Spulenhülse (4) zur Anzahl der Doppelhübe des Fadenführers (Windungszahl) so eingestellt wird, daß bei tausend Umkehrschleifen zwischen zwei aufeinander folgenden Bildwicklungen zu keinem Zeitpunkt die Schwankung der Zahl der Umkehrschleifen pro Abschnitt des Umfangs an einer Spulenstirnfläche vier oder mehr, vorzugsweise zwei oder mehr, beträgt, wobei als Abschnitt der zehnte Teil des Umfangs gewählt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kreuzungswinkel zweier übereinander liegender Fadenlagen bestimmt wird und daß die Windungszahl derart eingestellt wird, daß der Kreuzungswinkel zwischen einem vogegebenen minimalen und einem vorgegebenen maximalen Kreuzungswinkel gehalten wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Unterschied zwischen minimalem und maximalem Kreuzungswinkel zu höchstens 10% gewählt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9 mit einer Antriebseinrichtung (3, 7) für den Fadenführer (2), dadurch gekennzeichnet, daß bei Einstellung einer Windungszahl die Antriebseinrichtung zur Änderung der Zahl der Doppelhübe gesteuert wird.

Revendications

1. Bobine de précision garnie d'un fil textile, d'un fil métallique, d'un ruban ou d'un fil similaire enroulé avec précision sur une douille de bobine (4), caractérisée en ce que pour mille boucles d'inversion successives entre deux zones parallèles successives, la variation du nombre de boucles d'inversion par segment de circonférence sur une face frontale de bobine ne s'élève à aucun moment à huit ou plus, de préférence à quatre ou plus, lorsque la circonférence est divisée en cent segments.

2. Bobine de précision garnie d'un fil textile, d'un fil métallique, d'un rub an ou d'un fil similaire enroulé avec précision sur une douille de bobine (4), caractérisée en ce que pour mille boucles d'inversion entre deux zones parallèles successives, la variation du nombre de boucles d'inversion par segment de circonférence sur une face frontale de bobine ne s'élève à aucun moment à quatre ou plus, de préférence à deux ou plus, lorsque la circonférence est divisée en dix segments.

3. Bobine de précision conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'angle de croisement entre deux rangées de fil superposées varie aux maximum de 10%.

4. Bobine de précision conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que chacun des coefficients d'enroulement utilisés lors d'un enroulement de précision étagé est constitué d'une partie entière et d'une fraction décimale, et en ce que les fractions décimales sont prélevées sur une réserve de fractions décimales enregistrées et se répètent tout au long du bobinage.

5. Bobine de précision conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'entre une première boucle d'inversion et une seconde boucle d'inversion, aucun des segments n'est occupé plusieurs fois par des boucles d'inversion, par rapport à la répartition, obtenue pur la première boucle d'inversion, des boucles d'inversion sur la circonférence de la surface frontale de la bobine, un nombre prédéterminé de boucles d'inversion successives, par exemple cinquante, se tourvant entre les premières et secondes boucles d'inversion.

6. Procédé permettant d'enrouler avec précision un fil textile, un fil métallique, un ruban ou un fil similare (1) sur une douille de bobine, pouvant être entraînée à une vitesse circonférentielle de bobine constante, au moyen d'un guide-fil (2) entraîné et défilant le long de la surface latérale de la bobine, pour obtenir des bobines de précision (15) conformes à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rapport entre la vitesse de rotation de la douille de la bobine (4) et le nombre de doubles courses du guide-fil (coefficient d'enroulement) est prévu de façon que pour mille boucles d'inversion successives entre deux zones parallèles successives, la variation du nombre de boucles d'inversion par segment de circonférence sur un surface frontale de bobine ne s'élève à aucun moment à huit ou plus, de préférence à quatre ou plus, lorsqu'un segment correspond à un centième de la circonférence.

7. Procédé permettant d'enrouler avec précision un fil textile, un fil métallique, un ruban ou un fil similaire (1) sur une douille de bobine (4), pouvant être entraînée à une vitesse circonférentielle de bobine constante, au moyen d'un guide-fil (21) entraîné et défilant le long de la surface latérale de la bobine, pour obtenir des bobines (15) conformes à l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rapport entre la vitesse de rotation de la douille de bobine (4) et le nombre de doubles courses du guide-fil (coefficient d'enroulement) est prévu de façon que pour mille boucles d'inversion entre deux zones parallèles successives, la variation du nombre de boucles d'inversion par segment de circonférence sur une surface frontale de bobine ne s'élève à aucun moment à quatre ou plus, de préférence à deux ou plus, lorsqu'un segment correspond à un dixième de la circonférence.

8. Procédé conforme à la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que l'angle de croisement entre deux rangées de fil superposées est défini, et en ce que le coefficient d'enroulement est établi de manière que l'angle de croisement soit maintenu entre des valeurs minimum et maximum prédéfinies.

9. Procédé conforme à la revendication 8, caractérisé en ce que la différence choisie entre l'angle de croisement minimum et maximum est au maximum de 10%.

10. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 6 à 9, comprenant un dispositif

d'entraînement (3, 7) destiné au guide-fil (2), caractérisé en ce que, lors de l'établissement d'un coefficient d'enroulement, le dispositif d'entraînement est commandé pour modifier le nombre de doubles courses.

Claims

1. A precision spool having a yarn, wire, ribbon or like filament wound in precision winding onto a spool tube (4) characterised in that, with a thousand successive reverse loops between two successive constant pattern windings, at no time is the fluctuation in the number of reverse loops per segment of the circumference at one end face of the spool eight or more and preferably four or more if the circumference is subdivided into one hundred segments.

2. A precision spool having a yarn, wire, ribbon or like filament wound in precision winding onto a spool tube (4) characterised in that, with a thousand reverse loops between two successive constant pattern windings, at no time is the fluctuation in the number of reverse loops per segment of the circumference at one end face of the spool four or more and preferably two or more if the circumference is subdivided into ten segments.

3. A precision spool according to one of the preceding claims characterised in that the crossing angle of two superimposed filament layers fluctuates by at most 10%.

4. A precision spool according to one of the preceding claims characterised in that each of the numbers of turns used in the stepped precision winding consists of a whole-number portion and a decimal fraction and that the decimal fractions are taken from a stock of stored decimal fractions and are repeated over the whole build-up of the spool.

5. A precision spool according to one of the preceding claims characterised in that between a first loop and a second reverse loop none of the segments, related to the distribution of the reverse loops over the circumference of the spool end face, which is present in the case of the first reverse loop, is occupied more than once with reverse loops, wherein between the first and the second reverse loops lie a predetermined number, for example fifty, of successive reverse loops.

6. A method of winding a yarn, wire, ribbon or like filament (1) onto a spool tube (4) which can be driven at a constant circumferential speed, by means of a driven filament guide (2) which can be traversed along the surface of the spool tube in precision winding for the production of the preceision spools (15) according to one of the preceding claims, characterised in that the ratio of the rotary speed of the spool tube (4) to the number of double strokes of the filament guide (number of turns) is set so that, with a thousand successive reverse loops between two successive constant pattern windings, at no time is the fluctuation in the number of reverse loops per segment of the circumference at one end face of the spool eight or more, preferably four or more, wherein the hundredth part of the circumference is chosen as segments.

7. A method of winding a yarn, wire, ribbon or like filament (1) onto a spool tube (4) which can be driven at a constant circumferential speed, by means of a driven filament guide (2) which can be traversed along the surface of the spool tube in precision winding for the production of the precision spool (15) according to one of claims 2 to 5 characterised in that the ratio of the rotary speed of the spool tube (4) to the number of double strokes of the filament guide (number of turns) is set so that, with a thousand reverse loops between two successive constant pattern windings, at no time is the fluctation in the number of reverse loops per segment of the circumference at one end face of the spool four or more and preferably two or more, wherein the tenth part of the circumference is chosen as the segment.

8. A method according to Claims 6 or 7, characterised in that the crossing angle of two superimposed filament layers is determined and that the number of turns is set in such a way that the crossing angle is kept between a predetermined minimum and a predetermined maximum crossing angle.

9. A method according to Claim 8, characterised in that the difference between the minimum and maximum crossing angles is chosen to be at most 10%.

10. A method according to one of the Claims 6 to 9, having a driving mechanism (3, 7) for the filament guide (2), characterised in that in setting a number of turns the driving mechanism is controlled for the alteration of the number or double strokes.

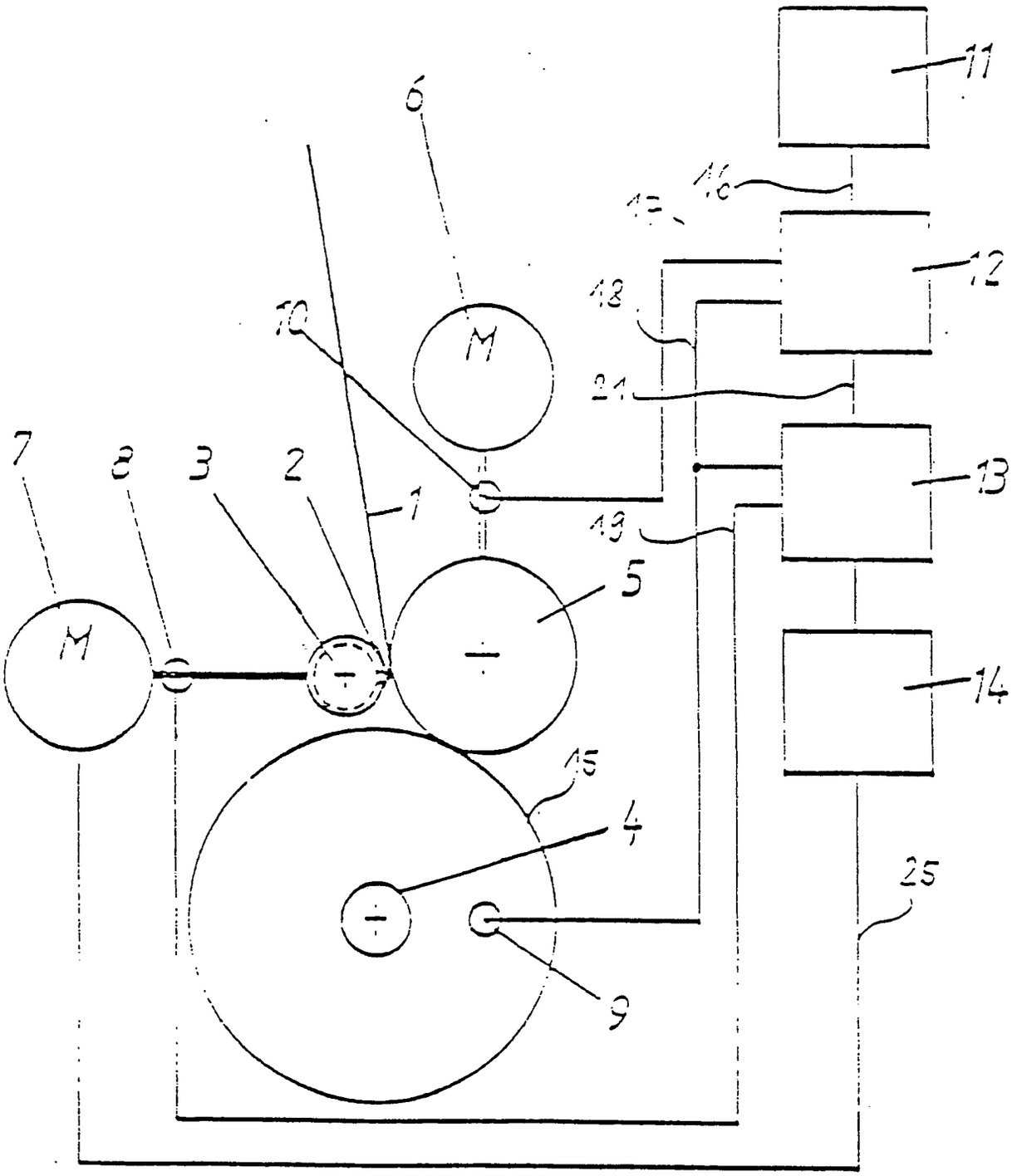


FIG. 1

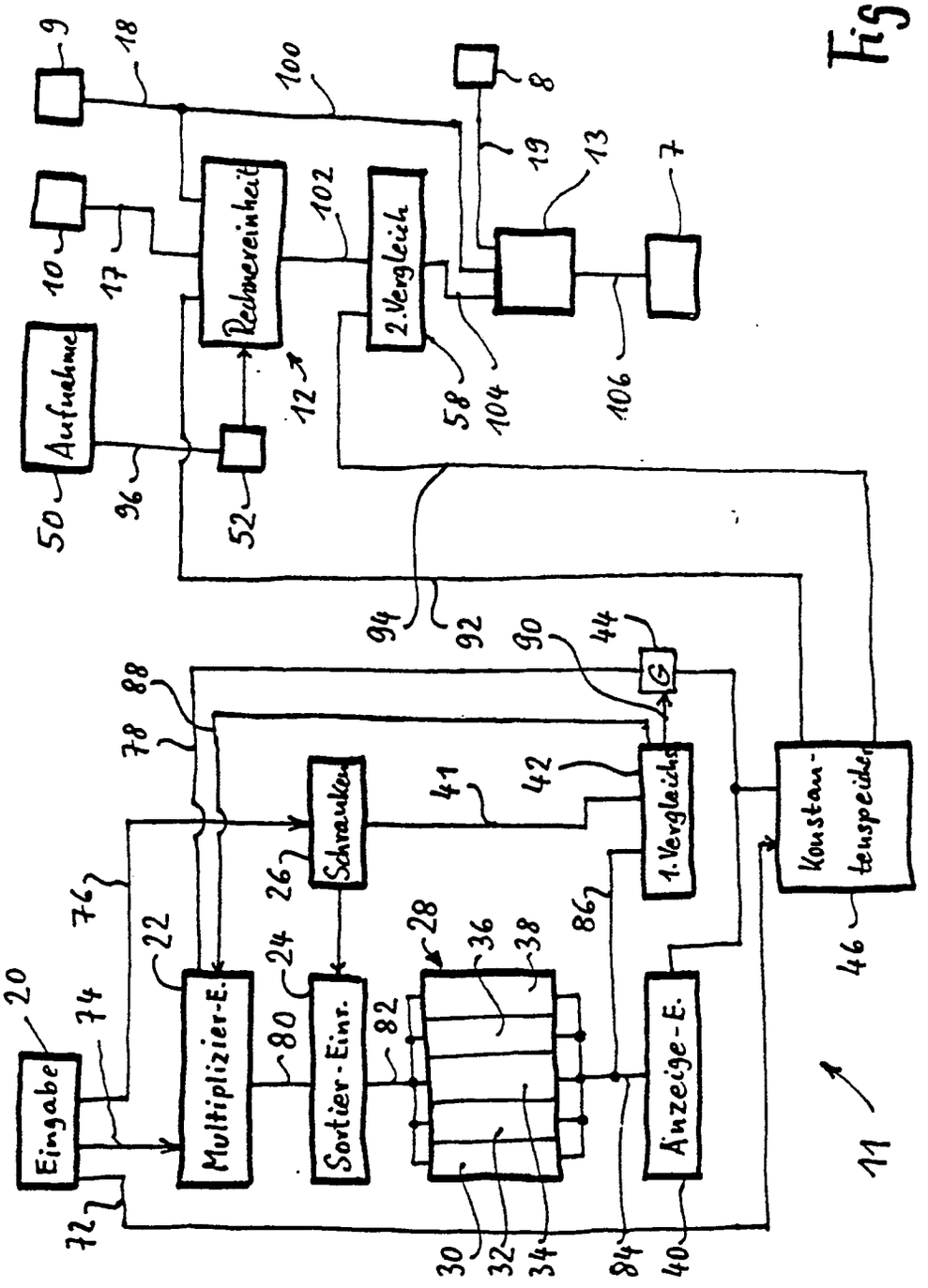

Eingabe
Multiplizier-E.
Sortier-Einr.
Schranken
1. Vergleich
2. Vergleich
Rechnereinheit
Aufnahme
Anzeige-E.
Konstantenspeicher
G
11
12
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
41
42
44
46
50
52
58
72
74
76
78
80
82
84
86
88
90
92
94
96
100
102
104
106
7
8
9
10
13
17
18
19

Fig. 2