



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

**0 056 858  
B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: 12.02.86

Int. Cl.<sup>4</sup>: B 65 H 54/28, B 65 H 55/04

Anmeldenummer: 81110196.3

Anmeldetag: 05.12.81

54 Verfahren zum Aufwickeln von fadenförmigem Wickelgut, insbesondere Kabeln.

30 Priorität: 15.01.81 DE 3101126

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
04.08.82 Patentblatt 82/31

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
12.02.86 Patentblatt 86/07

84 Benannte Vertragsstaaten:  
CH FR GB IT LI SE

50 Entgegenhaltungen:  
EP-A-0 017 178  
DE-A-1 574 385  
DE-B-1 199 403  
DE-B-1 262 717  
DE-B-1 295 288  
FR-A-1 505 831  
FR-A-2 166 565  
GB-A- 505 130  
GB-A- 819 273  
JP-A-11 002 181  
US-A-1 456 108

73 Patentinhaber: Weinlich, Leopold  
Industriestrasse 6  
D-6831 Reilingen (DE)

72 Erfinder: Weinlich, Leopold  
Industriestrasse 6  
D-6831 Reilingen (DE)

74 Vertreter: Rüger, Rudolf, Dr.-Ing.  
Webergasse 3 Postfach 348  
D-7300 Esslingen/Neckar (DE)

58 Entgegenhaltungen:  
US-A-1 504 005  
US-A-1 865 236  
US-A-3 272 454  
US-A-3 610 549

PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 1, Nr.  
129, 25. Oktober 1977, Seite 5823E77

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Courier Press, Leamington Spa, England.

EP 0 056 858 B1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufwickeln von fadenförmigem Wickelgut, insbesondere Kabeln, auf einen einen trommelartigen Wickelkern und Endflansche aufweisenden Spulenkörper, bei dem das Wickelgut in einzelne, nebeneinanderliegende Windungen geordnet, jeweils lageweise auf den Wickelkern derart aufgebracht wird, daß das Wickelgut in jeder Windung über den größten Teil des Windungsumfanges mit seiner Mittellinie einer den Wickelkern umschließenden ringförmigen, endlosen Kurve folgend aufgewickelt und sodann in einem vorbestimmten, einen kleinen Teil des Windungsumfanges ausmachenden Übergangsbereich mittels einer zwischen dem umlaufenden Spulenkörper und dem beim Aufwickeln diesem zulaufenden, geführten Wickelgut erzeugten, innerhalb einer Lage immer gleichgerichteten Schrittbewegung entsprechend dem Windungsabstand zu der jeweils danebenliegenden Windung der gleichen Lage übergeleitet wird und das Wickelgut aus der letzten Windung der ersten Lage innerhalb des Übergangsbereiches nach außen in die zweite Lage geführt und dort zu entsprechenden Windungen aufgewickelt wird, die außerhalb ihres Übergangsbereiches jeweils in von je zwei nebeneinanderliegenden Windungen der ersten Lage begrenzten rillenartigen Vertiefungen liegen, worauf nach der Fertigstellung dieser Lage bei weiteren Lagen das Wickelgut aus der jeweils letzten Windung einer Lage innerhalb des Übergangsbereiches in die jeweils nächstfolgende Lage übergeleitet wird.

Ein solches Verfahren ist aus der US—A—1504 005 bekannt, wo es insbesondere zum Wickeln von Transformatorspulen, Erregerspulen und dergl. verwendet wird. Um einen einwandfreien, ungestörten Wicklungsaufbau zu erzielen, müssen die Übergangsbereiche, in denen das Wickelgut von der einen in die nächstfolgende Windung übergeleitet wird, möglichst exakt ausgebildet sein und insbesondere über die gesamte axiale Spulenlänge bei allen nebeneinanderliegenden Windungen genau auf die gleiche kleine Umfangslänge beschränkt sein. Bei dünnem, biegsamem Wickelgut, bspw. lackisolierten Kupferdrähten, wie sie für elektrische Geräte verwendet werden, wird die Ausbildung der exakt definierten Übergangsbereiche dadurch erleichtert, daß sich das Wickelgut benachbarter Windungen aneinander anschmiegt und sich ohne weiteres auch mit verhältnismäßig kleinem Krümmungsradius abbiegen kann. Bei schwerer zu handhabendem Wickelgut, bspw. Kabeln, ist es aber auf die erwähnte Weise nicht mehr möglich, exakt definierte Übergangsbereiche zwischen benachbarten Windungen zu erzeugen. Schon nach wenigen Windungen der ersten Wickellage ist der Übergangsbereich völlig verwischt, so daß die nachfolgenden Windungen in dieser Lage spiralförmig aufgewickelt werden, was gerade vermieden werden muß. Wenn nämlich eine Wickellage einen ungleichmäßigen oder spiralför-

migen Aufbau aufweist, kann die darüberliegende nächstfolgende Wickellage keinen gleichmäßigen Aufbau mehr aufweisen, mit dem Ergebnis, daß es zu einem zickzackförmigen Verlauf der Windungen in den höheren Wickellagen und damit zu einer nachhaltigen Störung des Wickelaufbaus kommt.

Die von einer unkorrekten Ausbildung der Übergangsbereiche beim Aufwickeln des Wickelgutes herrührenden Schwierigkeiten wurden in der FR—A—1505 831, die ein ähnliches Wickelverfahren beschreibt, bereits erkannt. Zur Abhilfe wird aber zu einem besonders gestalteten Spulenkörper Zuflucht genommen, dessen Wickelkern besondere Führungseinrichtungen in Gestalt von zweckentsprechend gestalteten Vertiefungen oder Rippen trägt. Das bedeutet aber, daß normale Spulenkörper, deren Wickelkern eine glatte, zylindrische Oberfläche aufweist, nicht mehr verwendet werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren anzugeben, das es gestattet, auch schwierig zu wickelndes Wickelgut, bspw. Kabel, geordnet derart auf einen Spulenkörper mit glattem Wickelkern aufzubringen, daß die Gefahr des Auftretens von Unregelmäßigkeiten des Spulenaufbaus auf ein Minimum reduziert wird und damit die Notwendigkeit entfällt, den Aufwickelvorgang selbst durch eine eigene Person fortlaufend überwachen und korrigieren zu lassen.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Wickelverfahren erfindungsgemäß derart vorgegangen, daß bei der Bildung des Übergangsbereiches zwischen dem umlaufenden Spulenkörper und dem diesem beim Aufwickeln zulaufenden geführten Wickelgut zusätzlich eine schnelle hin- und hergehende, kurzhubige Bewegung in Spulenkörperlängsachse erzeugt wird.

Zur Erzeugung des Übergangsbereiches wird somit dem Wickelgut zusätzlich zu der innerhalb einer Lage immer gleichgerichteten schrittweisen Bewegung entsprechend dem Windungsabstand zusätzlich die kurzhubige, schnelle, hin- und hergehende Bewegung erteilt. Diese gewährleistet, daß das Wickelgut an definierten Stellen aus der jeweiligen Windung in den Übergangsbereich und aus diesem heraus in die neue Windung gezwungen wird und die dazu erforderlichen Richtungsänderungen ausführt. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Übergangsbereiche, in Umfangsrichtung der Trommel gesehen, exakt definiert ausfallen, so daß auch bei viellagigen Wicklungen ein exakter Wicklungsaufbau gewährleistet ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann derart vorgegangen werden, daß die einzelnen Windungen der ersten Lage, beginnend mit der außerhalb des Übergangsbereiches mit ihrer Mittellinie etwa im Abstand des Durchmessers des Wickelgutes von der benachbarten ersten Endflanschinnenfläche verlaufenden ersten Windung über die Länge des Wickelkernes in einem solchen gegenseitigen Abstand angeord-

net werden, daß die letzte Windung außerhalb des Übergangsbereiches in dem kleinstmöglichen Abstand zu der zweiten Endflanschinnenfläche liegt. Dabei werden die Windungen somit nicht eng aneinander liegend auf den Wickelkern aufgewickelt. Der Abstand zwischen den Mittellinien benachbarter Windungen wird vielmehr so gewählt, daß der Zwischenraum zwischen den Windungen zwar möglichst klein ist, aber der Bedingung genügt, daß die letzte sich bildende Windung der ersten Lage einen möglichst geringen Abstand von der benachbarten Endflanschinnenfläche hat, auf die die sich bildende Lage hinwächst. Damit ist der Ort ausreichend genau vorausbestimmt, an dem das Wickelgut in die zweite Lage ansteigt.

Die erste Lage bildet einen einwandfreien Träger für die darauf aufzubauenden weiteren Lagen, der derart beschaffen ist, daß Störungen des Aufbaus dieser weiteren Lagen weitgehend ausgeschlossen sind. Die Windungen der zweiten Lage sind, jede für sich, durch die zwischen je zwei benachbarten Windungen der ersten Lage begrenzte rillenförmige Vertiefung seitlich geführt, so daß sich eine einwandfreie Fixierung der Windungen ergibt. Dies gilt in gleichem Maße auch für alle weiteren Lagen der Spule.

Die ringförmig geschlossenen Kurven, längs der das Wickelgut in jeder Windung über den größten Teil des Windungsumfanges auf den Wickelkern aufgebracht wird, liegen mit Vorteil in parallelen Ebenen, die ihrerseits parallel zur Innenfläche wenigstens eines der Endflansche verlaufen. Bei einem zylindrischen Wickelkern sind sie Kreise, so daß die einzelnen Windungen außerhalb des Übergangsbereiches jeweils Kreise sind. In Fällen, in denen die Endflanschinnenflächen nicht rechtwinklig zur Drehachse des Spulenkörpers verlaufen oder sonstige Abweichungen, beispielsweise Verformungen, aufweisen, kann derart vorgegangen werden, daß außerhalb des Übergangsbereiches bei jeder der ringförmig geschlossenen Kurven das Verhältnis der Abstände zu den beiden Endflanschinnenflächen längs der Kurve konstant ist.

Abweichend davon kann in den einzelnen Lagen im Bereiche beider Endflansche wenigstens je eine Windung außerhalb des Übergangsbereiches mit konstantem Abstand ihrer Mittellinie zu der jeweils zugeordneten Endflanschinnenfläche verlaufen, während für die dazwischenliegenden Windungen außerhalb des Übergangsbereiches das Verhältnis der Abstände zu den Mittellinien der im konstanten Abstand zu den Endflanschinnenflächen verlaufenden Windungen konstant ist.

Wie bereits erwähnt, werden die Windungen der ersten Lage derart auf den Wickelkern aufgebracht, daß sie nicht eng aneinander angepreßt sind. Der Abstand der Mittellinien benachbarter Windungen der ersten Lage ist jeweils gleich oder größer als der größte in dem Toleranzbereich zu erwartende oder gemessene Außendurchmesser des Wickelgutes.

Die Übergangsbereiche der einzelnen Wind-

ungen liegen jeweils an genau vorausbestimmten Orten. In einer einfachen Ausführungsform kann die Anordnung derart getroffen werden, daß die Übergangsbereiche in einer Lage durch zwei mit der Spulenkörperlängsachse achsparallele Geraden begrenzt sind. Es ist aber auch eine Anordnung denkbar, bei der die Übergangsbereiche in einer Lage durch zwei Schraubenlinien begrenzt sind. Um eine Unrundheit der fertiggewickelten Spule zu vermeiden, können die Übergangsbereiche benachbarter Lagen winkelmäßig gegeneinander versetzt sein.

Um den Beginn der ersten Windung der ersten Lage im Durchmesserabstand der Mittellinie von der Flanschinnenfläche zu erleichtern, können verschiedene Maßnahmen zweckmäßig sein. So kann vor Beginn des Aufwickelns im Bereiche des Anfanges der ersten Windung der ersten Lage eine den Windungsabstand von der benachbarten Endflanschinnenfläche festlegende Halteeinrichtung an dem Spulenkörper angeordnet werden, die beispielsweise in Gestalt eines Klotzes ausgebildet ist. Diese Halteeinrichtung kann auch durch eine Spindel, einen Keil oder eine verstellbare Backe gebildet sein. Denkbar sind auch Klötze, die mit Hilfe einer Schnellbefestigung von außen oder von innen befestigt werden können. Die Einstellbarkeit oder die Schnellwechselbarkeit soll dabei die Anpassung an unterschiedliche Durchmesser des Wickelgutes erleichtern. Wird der Anfang des Wickelgutes durch eine Öffnung in dem Wickelkern zugeführt, so kann eine Zentriereinrichtung, die in der Öffnung angebracht und gegebenenfalls verstellbar ist, den gleichen Zweck erfüllen. Auch kann eine in Spulenkörperlängsrichtung verschiebbare Spannvorrichtung zur Befestigung des Anfanges des Wickelgutes auf dem Mantel des Wickelkernes Verwendung finden.

Schließlich kann im Bereiche der ersten Windung der ersten Lage ein den Zwischenraum zwischen der ersten Windung und der benachbarten Endflanschinnenfläche zumindest teilweise ausfüllendes Stützelement an dem Spulenkörper angeordnet werden. Dieses Stützelement kann axial und/oder radial verstellbar ausgebildet sein, um damit eine Anpassung an unterschiedliche Durchmesser des Wickelgutes zu ermöglichen. Auch ist es denkbar, daß zumindest die erste Windung der ersten Lage und die letzte Windung der zweiten Lage mit unterschiedlicher Zugspannung des Wickelgutes aufgewickelt werden. Indem die Zugspannung bei den infrage kommenden Windungen der zweiten Lage kleiner gewählt wird, wird verhindert, daß die erste Windung der ersten Lage zu der benachbarten Endflanschinnenfläche hin gepreßt wird, was zu einer Unordnung im Aufbau des Spulenwickels führen könnte.

Weitere vorteilhafte Merkmale des neuen Verfahrens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Wie bereits erläutert, unterstützt die auf den Wickelkern aufgewickelte erste Lage die Bildung der zweiten Lage, die nach der gleichen Regel erfolgt. Dies setzt sich durch alle Lagen des

Spulenwickels fort. Schwankungen des Wickelgutaußenmaßes in Richtung der Wickelkernlängsachse können die Bildung des Spulenwickels in keiner Weise beeinflussen. Außerdem ist der Übergang des Wickelgutes von einer Lage in die nächstfolgende genau vorherbestimmt, so daß die Notwendigkeit entfällt, während des Wickelvorganges das Ansteigen des Wickelgutes in die nächstfolgende Lage jeweils gesondert zu erfassen und gegebenenfalls zu korrigieren. Die Gefahr des unbeabsichtigten Ansteigens des Wickelgutes in die nächste Lage, d.h. des sogenannten Kletterns, ist auf ein Minimum verringert, weil das Wickelgut nicht, wie sonst üblich, mit einer verhältnismäßig großen Vorspannung aufgewickelt werden muß, die sonst notwendig ist, um das Auftreten von unkontrollierbaren Lücken zwischen den Windungen zu verhüten.

Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in der Zeichnung veranschaulicht. Es zeigen:

Fig. 1 eine Kabeltrommel mit teilweise aufgewickelter erster Kabellage, in der Draufsicht, unter Veranschaulichung des ringförmigen Teiles der Windungen,

Fig. 2 die Kabeltrommel nach Fig. 1, in einer um 180° weitergedrehten Stellung, unter Veranschaulichung des Übergangsbereiches der letzten und der vorletzten Windung, in einer entsprechenden Darstellung,

Fig. 3 die Kabeltrommel nach Fig. 2, unter Veranschaulichung des Übergangsbereiches der letzten und der vorletzten Windung der ersten Lage, in einer entsprechenden Darstellung,

Fig. 4 eine Abwicklung der ersten Lage der Kabeltrommel nach Fig. 1,

Fig. 5 eine Abwicklung der ersten beiden Lagen der Kabeltrommel nach Fig. 1,

Fig. 6 die Abwicklung nach Fig. 5, geschnitten längs der Linie VI—VI der Fig. 5, in einer Seitenansicht und in schematischer Darstellung,

Fig. 7 eine Abwicklung der ersten Lage einer Kabeltrommel mit unregelmäßigem rechtem Endflansch, und

Fig. 8 eine Abwicklung der in einer abgewandelten Ausführungsform gewickelten ersten Lage einer Kabeltrommel mit einem unregelmäßigen rechten Endflansch.

In den in der Zeichnung veranschaulichten Ausführungsbeispielen ist das Wickelverfahren anhand des Aufwickelns eines Kabels auf eine Kabeltrommel veranschaulicht, die den Spulenkörper bildet. Grundsätzlich kann das Verfahren naturgemäß zum Aufwickeln von beliebigem fadenförmigem Wickelgut verwendet werden, also für Seile, Drähte, Fäden und dergl.

Die in den Fig. 1 bis 3 als Spulenkörper dargestellte Kabeltrommel 1 weist einen trommelartigen zylindrischen Wickelkern 2 auf, auf den endseitig zwei kreisförmige Endflansche 3, 4 in bekannter Weise aufgesetzt sind. Die Anordnung ist derart getroffen, daß die Endflanschinnenflächen in parallelen Ebenen liegen, die rechtwinklig zu der bei 5 angedeuteten Trommellängs- oder -drehachse verlaufen. Die

Abweichungen der Endflanschinnenflächen von dieser rechtwinkligen Anordnung sind klein im Vergleich zu dem Durchmesser des aufzuwickelnden Kabels 6, das in diesem Falle das Wickelgut darstellt.

Beim Aufwickeln des Kabels 6 ist die Kabeltrommel 1 durch nicht weiter dargestellte, an sich bekannte Antriebsmittel angetrieben, so daß sie um ihre Längs- oder Drehachse 5 umläuft, wobei ihrem Wickelkern 2 das Kabel 6 über eine Führungseinrichtung 7 zugeleitet wird, die aus zwei Führungsrollen 8 besteht, welche in entsprechenden, ebenfalls nicht veranschaulichten Lagerteilen der Führungseinrichtung gelagert sind. Während des Aufwickelvorganges wird zwischen der Führungseinrichtung 7 und der Kabeltrommel 1 eine Relativbewegung erzeugt, die derart gesteuert ist, daß die einzelnen Windungen des Kabels 6 in bestimmter Weise nebeneinander auf den Wickelkern 2 bzw. auf die jeweils darunter liegende Lage aufgebracht werden, wie dies im einzelnen noch erläutert werden wird.

Der Aufwickelvorgang beginnt mit dem Aufbringen der ersten Lage 9 auf den Wickelkern 2, was in den Fig. 1 bis 3 veranschaulicht ist. Das Kabel 6 wird dabei derart aufgewickelt, daß sich die aus Fig. 4 ersichtliche Abwicklung ergibt, anhand derer das Wickelverfahren für die erste Lage erläutert werden kann:

Der Anfang 10 des Kabels 6 wird durch eine Öffnung im Wickelkern 2 oder in dem rechten, bei 3 mit seiner Innenfläche strichpunktiert schematisch angedeuteten Endflansch in das Innere der Spulentrommel 1 eingeführt. Das Kabel 6 ist durch seine stark ausgezogene Mittellinie 11 und die beiden die Außenumrisse angegebenden dünnen Linien 6a dargestellt. Durch entsprechende Steuerung der Relativbewegung zwischen der Führungseinrichtung 7 und der Kabeltrommel 1 sind die einzelnen Windungen über den größten Teil ihres Umfangs mit ihrer Mittellinie jeweils einer den Wickelkern 2 umschließenden kreisringförmigen endlosen Kurve 12 folgend aufgewickelt. In einem genau vorausbestimmten Bereich, dem bei 13 angedeuteten Übergangsbereich, ist das Kabel 6 von einer Windung sodann in die benachbarte Windung der gleichen Lage übergeleitet. Die erste Windung 14 der ersten Lage 9 verläuft mit ihrer Mittellinie 11 in einem Abstand 15 von der zugeordneten Endflanschinnenfläche 3 der etwa gleich dem Durchmesser des Kabels 6 ist, was bedeutet, daß sich zwischen der Endflanschinnenfläche 3 und der ersten Windung außerhalb des Übergangsbereiches 13 ein freier Raum 16 ergibt, dessen Breite etwa gleich dem halben Kabeldurchmesser ist. Die geschlossenen Kreisringkurven 12, denen die Mittellinie 11 der einzelnen Windungen außerhalb des Übergangsbereiches 13 folgt, liegen in parallelen Ebenen, die im Abstand zueinander jeweils rechtwinklig zu der Trommellängs- oder -drehachse 5 verlaufen und parallel zu den Endflanschinnenflächen 3, 4 ausgerichtet sind. Die einzelnen Windungen liegen nicht eng aneinander gepreßt nebeneinander; der Abstand zwi-

schen den Mittellinien 11 benachbarter Windungen ist vielmehr derart gewählt, daß er bei möglichst kleinem Zwischenraum zwischen benachbarten Windungen mit Sicherheit größer ist als das größte an dem Kabel innerhalb des Toleranzbereiches zu erwartende oder gemessene Außenmaß ist. Außerdem ist der Abstand der Mittellinien 11 der benachbarten Windungen über die axiale Länge der ersten Lage 9 derart gesteuert, daß die letzte Windung 17 einen möglichst geringen Abstand von der benachbarten Endflanschinnenfläche 4 aufweist, auf die die Lage 9 beim Aufwickeln hingewachsen ist.

Am Ende der letzten Windung 17 der ersten Lage 9 verengt sich innerhalb der Übergangszone 13 der Zwischenraum zwischen der Endflanschinnenfläche 4 und dem Übergang des Kabels aus der vorletzten Windung 18 bei 190 keilförmig. Der Ort, an dem dies geschieht, ist durch die Lage der Übergangsbereiche 13 für die Steuerung der Führungseinrichtung 7 ausreichend genau vorausbestimmt. Ungefähr über die erste Hälfte des Übergangsbereiches 13 wird das Kabel 6 noch auf der Ebene seines ringförmigen Abschnittes geführt, so daß es seine Lage in axialer Richtung noch nicht ändert. Etwa in der Mitte des Übergangsbereiches 13 beginnt sodann der Übergang in den ringförmigen Abschnitt der ersten Windung 19 (Fig. 6) der zweiten Lage 20, die in Fig. 5 dadurch angedeutet ist, daß die Mittellinien 11a der Windungen der zweiten Lage 20 gestrichelt eingezeichnet sind.

Wie aus Fig. 6 zu ersehen, ist die erste Windung 19 der zweiten Lage um den halben Windungsabstand gegenüber der letzten Windung 17 der ersten Lage 9 versetzt, was bedeutet, daß sie sich außerhalb des Übergangsbereiches 13, d.h. über den größten Teil ihres Umfangs, in dem sie wieder mit ihrer Mittellinie einer kreisringförmigen Kurve 12 folgt, in die rinnenartige Vertiefung 21 einlegt, die von der Umfangsfläche der letzten und der vorletzten Windung 17 bzw. 18 der ersten Lage 9 begrenzt ist.

Etwa am Beginn des Übergangssektors 13 der ersten Lage 9 wird das Kabel aus dem ringförmigen Abschnitt der ersten Windung 19 in der gleichen Weise wie bei der ersten Lage 9 in einem Übergangsbereich in den ringförmigen Abschnitt der zweiten Windung 22 der zweiten Lage überführt, worauf die zweite Lage in entsprechender Weise weiter gewickelt wird. Da der Windungsabstand der gleiche ist wie in der ersten Lage, legen sich alle Windungen der zweiten Lage 20—außer der letzten Windung 23—in die rillenförmigen Vertiefungen 21, die auf der Oberfläche der ersten Lage 9 vorhanden sind. Die letzte Windung 23 ist in dem ringförmigen Abschnitt außerhalb des Übergangsbereiches 13 einseitig seitlich durch die Endflanschinnenfläche 3 und die erste Windung 14 der ersten Lage 9 abgestützt, wie dies insbesondere aus Fig. 6 zu ersehen ist.

Innerhalb des Übergangsbereiches 13 wird sodann, ähnlich wie im Bereiche der letzten Windung 17 der ersten Lage 9, das Kabel 6 aus

der letzten Windung 23 der zweiten Lage 20 in die nicht mehr weiter veranschaulichte erste Windung der nächstfolgenden Lage überführt. Dies wird aus Fig. 5 deutlich, wo an der Stelle A die die Mittellinie 11a der letzten Windung 23 der zweiten Lage 20 andeutende gestrichelte Linie in die volle Linie 11 übergeht, welche ab hier nicht nur die Mittellinie des Kabels der ersten Lage 9, sondern auch der dritten, fünften, siebten usw. Lage darstellt. Entsprechend gibt die gestrichelte Linie 11a die Mittellinie der Kabelwindungen in der zweiten, vierten, sechsten usw. Lage an.

In Fig. 5 liegen die Übergangsbereiche 13 der beiden Lagen 9, 20 am Umfang des Spulenwickels der Einfachheit halber übereinander; sie sind durch zwei gerade, achsparallele Linien 24, 25 begrenzt. In der Regel werden die Übergangsbereiche 13 der einzelnen Lagen aber nicht genau übereinander gelegt, sondern winkelmäßig gegen einander versetzt, um damit größere Unrundheiten des Spulenwickels zu vermeiden. An den Übergangsbereichen 13 ist der Lagenabstand nämlich etwas größer als im Bereiche der ringförmigen Abschnitte der Windungen. Durch den winkelmäßigen gegenseitigen Versatz der Übergangsbereiche 13 wird eine Addition dieser Unrundheitsfehler vermieden.

Dabei kann es zweckmäßig sein, abweichend von den Abwicklungen nach den Fig. 4, 5 die Übergangsbereiche nicht durch die zur Horizontalen parallelen Geraden 24, 25, sondern durch zwei Schraubenlinien zu begrenzen, welche in den Fig. 4, 5 dann ebenfalls als zwei parallele Geraden erscheinen würden, die unter einem bestimmten spitzen Winkel schräg zu der Horizontalen sich erstrecken würden.

Das anhand der Fig. 4 bis 6 beschriebene Verfahren setzt voraus, daß etwaige Abweichungen der Trommelflanschinnenflächen 3, 4 von entsprechenden rechtwinklig zur Trommellängs- oder Drehachse 5 verlaufenden Ebenen gering im Verhältnis zum Kabeldurchmesser sind. Wenn diese Voraussetzung nicht mehr zutrifft, kann die Aufwicklung des Kabels 6 in der aus Fig. 7 oder Fig. 8 ersichtlichen Weise erfolgen:

Es sei angenommen, daß die rechte Endflanschinnenfläche 3 in der strichpunktierter angegebenen Weise in der Abwicklung verläuft, während die linke Endflanschinnenfläche 4 wie vorher in einer rechtwinklig zu der Längs- oder Drehachse 5 sich erstreckenden Ebene liegt. Die einzelnen Windungen der veranschaulichten ersten Lage sind jeweils nur durch die Mittellinie 11 des Kabels 6 veranschaulicht.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 7 sind die Windungen derart auf den Wickelkern 2 aufgetragen, daß außerhalb des Übergangsbereiches 13 das Verhältnis der Abstände der Mittellinie zu den Endflanschinnenflächen 3, 4 für jede Windung jeweils konstant ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 8 ist die Anordnung derart getroffen, daß eine bestimmte Anzahl der den beiden Endflanschinnenflächen 3, 4 am nächsten liegenden Windungen der ersten Lage—im vorliegenden Fall die beiden Wind-

ungen 27, 28—außerhalb des Übergangsbereiches 13 mit konstantem, möglichst kleinem Abstand ihrer Mittellinie 11 zu der zugeordneten Endflanschinnenfläche 3 bzw. 4, d.h. dieser folgend, aufgebracht wird, während die dazwischenliegenden Windungen derart aufgewickelt werden, daß außerhalb des Übergangsbereiches 13 das Verhältnis der Abstände ihrer Mittellinien 11 zu den Mittellinien 11 der in konstantem Abstand zu den Endflanschinnenflächen 3, 4 verlaufenden Windungen konstant ist.

Um den Beginn der ersten Windung 14 der ersten Lage 9 (Fig. 4) in dem dem Kabeldurchmesser entsprechenden Abstand 15 ihrer Mittellinie 11 von der Endflanschinnenfläche 3 zu erleichtern, können verschiedene Maßnahmen getroffen sein:

Wenn der Kabelanfang 10 durch eine Öffnung des Endflansches 3 gesteckt ist, kann ein Klotz 30 an dem Wickelkern 2 oder an dem Endflansch 3 befestigt sein, der den Abstand vorgibt. Anstelle eines Klotzes 30 können in dem Raum 16 auch mehrere längs des Umfanges verteilte solche Klötze angeordnet sein. Auch ist es denkbar, eine von der Endflanschaußenseite her durch den Endflansch 3 hindurchgeführte Spindel 31 mit einer Backe 32 vorzusehen, die axial verstellbar ist, um damit eine einfache Anpassung an verschiedene Kabeldurchmesser zu ermöglichen. Der Klotz oder die Klötze 30 kann bzw. können auch mit Schnellwechseleinrichtungen versehen sein, um einen raschen Austausch zu ermöglichen.

Wird der Kabelanfang 10 durch den Wickelkern 2 in das Innere der Spulentrommel 1 geführt, so kann eine Zentriereinrichtung, die in der Durchlaßöffnung angebracht und gegebenenfalls verstellbar ist, zum Einsatz kommen. Schließlich ist es noch denkbar, eine in Trommelachsrichtung verschiebbare Spannvorrichtung zur Befestigung des Kabelanfanges auf der Mantelfläche des Wickelkernes 2 zu verwenden, die im einzelnen nicht weiter dargestellt ist.

Wenn die vorletzte Windung der zweiten Lage 20 (Fig. 6) aufgebracht wird, kann bei hoher Windungsspannung die Gefahr auftreten, daß die erste Windung 14 der unteren Lage 9 nach rechts, d.h. auf die Endflanschinnenfläche 3, zu gedrückt wird und ausweicht. Um dies zu verhüten, kann es zweckmäßig sein, den Zwischenraum 16 zwischen der ersten Windung 14 und der Endflanschinnenfläche 3 durch Klötze 30 oder ein Ringsegmentteil auszufüllen. Dabei können die Klötze 30 bzw. das Ringsegmentteil wiederum axial verstellbar sein. Sollen Kabel 6 mit sehr verschiedenen Durchmessern auf einer Kabeltrommel aufgewickelt werden, so kann die radiale Höhe der Klötze 30 oder des Ringsegmentteiles über dem Wickelkern 2 mit zunehmendem Abstand von der Endflanschinnenfläche 3 größer gemacht werden, da sie bei dünneren Kabeln 6 wesentlich unter dem Kabeldurchmesser bleiben muß, während sie bei dickeren Kabeln 6 nicht unter dem halben Kabeldurchmesser bleiben darf. Dies kann durch Auflage der Klötze 30 auf schiefen

Ebenen oder des Ringsegmentteiles auf einer Kegelfläche erreicht werden.

Eine gleichmäßige axiale Verstellung des Ringsegmentteiles kann durch auf dem Umfang verteilte Schraubensegmente erzwungen werden. In diesem Falle wird das Ringsegmentteil zur Verstellung in Umfangsrichtung auf dem Wickelkern 2 verdreht.

Um die Windungen in der im Vorstehenden erläuterten Weise aufzuwickeln, muß zwischen der Führungseinrichtung 7 und der Kabeltrommel 1 in Trommelachsrichtung, abhängig von der Trommeldrehung, eine Relativbewegung erzeugt werden. Diese Bewegung setzt sich zusammen aus einer innerhalb einer Lage immer gleichgerichteten schrittweisen Bewegung entsprechend dem Windungsabstand und einer schnelleren hin- und hergehenden kurzhubigen Bewegung zur Erzeugung des Übergangsbereiches 13 von einer Windung in die nächste (vergl. Fig. 2), sowie gegebenenfalls einer zusätzlichen Bewegung zum Ausgleich von Kabeltrommelfehlern im Bereiche der Endflansche 3, 4, wie dies anhand der Fig. 7, 8 erläutert wurde.

Grundsätzlich kann die Relativbewegung zwischen der Führungseinrichtung 7 und der Kabeltrommel 1 durch axiale Verschiebung der Kabeltrommel 1 oder der Führungseinrichtung 7 erzeugt werden. Wenn die Führungseinrichtung 7 nicht aus der Mittellinie der vorgeschalteten Kabelzufuhreinrichtung heraus bewegt werden soll, ist es zweckmäßiger, die Kabeltrommel zu verschieben. Je höher aber die Wickelgeschwindigkeit wird, desto schneller müssen auch die Kabeltrommel 1 und die Führungseinrichtung 7 gegen einander bewegt werden, und desto höher werden die durch ungleichförmige Bewegungen erzeugten Massenkkräfte. Bei hohen Wickelgeschwindigkeiten wird deshalb folgendermaßen vorgegangen:

Die immer schwerer werdende Kabeltrommel 1 wird in der Regel schrittweise oder etwa gleichförmig entsprechend dem Fortschritt der sich neu bildenden Windungen axial bewegt. Die Führungseinrichtung 7 führt lediglich die erforderlichen schnellen Hin- und Herbewegungen zur Erzeugung des Übergangsbereiches 13 und gegebenenfalls zum Ausgleich etwaiger Ungenauigkeiten der Endflanschinnenflächen um die Mittellinie der vorgeschalteten Kabelzufuhreinrichtung aus.

Die beschriebenen Bewegungen werden von einer Steuerungseinrichtung gesteuert, welcher zumindest der Abstand der Endflanschinnenflächen und die größte zu erwartende oder gemessene Durchmesserabmessung des Kabels 6 in Kabeltrommelachsrichtung eingegeben werden. Um das Bewegungsprogramm zu errechnen, erhält die Steuerungseinrichtung fortlaufend Informationen zumindest über den ausgeführten Drehwinkel der Kabeltrommel, und zwar beginnend mit der Winkellage des Anfanges der ersten Windung 14 der ersten Lage 9.

Die Steuerungseinrichtung errechnet den kleinstmöglichen Windungsabstand, der sich aus

den beiden Bedingungen ergibt, daß die Mittellinie 11 der ersten Windung im Abstand des Kabeldurchmessers von der ihr benachbarten Endflanschinnenfläche 3 steht, während die letzte Windung 17 der ersten Lage an der ihr benachbarten Endflanschinnenfläche 4 anliegend verläuft. Bei dieser Berechnung ist in der Regel die Vergrößerung der Kabelbreite in Trommelachsrichtung im Übergangsbereich von einer Windung in die nächstfolgende zu beachten.

Anhand dieses Rechenergebnisses wird zusammen mit der Kabelbreite und anderen festen vorgegebenen Parametern, beispielsweise bestimmten physikalischen Eigenschaften des Kabels, von der Steuerungseinrichtung die Länge des Übergangsbereiches 13 in Umfangsrichtung sowie alle daraus sich ergebenden Größen bis zu dem Programm der Relativbewegung zwischen der Kabeltrommel 1 und der Führungseinrichtung 7, abhängig von der Kabeltrommeldrehung, berechnet.

Als wichtige Information für dieses Programm wird der Durchmesser des Wickelkernes 2 der Steuereinrichtung eingegeben, um für die erste Lage 9 die Lage und die Länge des Übergangsbereiches 13 der einzelnen Windungen in Gestalt eines entsprechenden Winkelbereiches zu bestimmen. Für die höheren Wicklungslagen kann die Steuerungseinrichtung den Lagedurchmesser berechnen und gegebenenfalls anhand von Meßergebnissen, beispielsweise für die Kabelgeschwindigkeit und die Kabeltrommeldrehzahl, korrigieren.

Schließlich können zu den eingegebenen Informationen noch Angaben über die Abweichungen der Endflansche 3, 4 von senkrecht auf der Längs- oder Drehachse 5 stehenden Ebenen gehören, die dann in dem Bewegungsprogramm zur Erzielung des Windungsverlaufes entsprechend den Fig. 7, 8 benutzt werden.

Wie aus den Fig. 1, 2 zu ersehen, bereitet das Aufwickeln der ersten Lage keine Schwierigkeiten, solange das zulaufende Kabel 6 nicht von dem Endflansch 3, auf den die Lage hinwächst, behindert wird. Wie aus Fig. 3 zu entnehmen, kann aber zumindest im Übergangsbereich 13 von der vorletzten Windung 18 in die letzte Windung 17 und gegebenenfalls auch schon bei einigen früheren Übergangsbereichen das Kabel 6 wegen des Endflansches 3 nicht in dem für die Ausbildung des Übergangsbereiches 13 erforderlichen Winkel zugeführt werden. Das Aufbringen der letzten Windungen 17, 18 ist aber in der Praxis trotzdem ohne weiteres möglich, weil in diesem Falle die jeweils bereits aufgebrachte vorige Windung die Bildung des Übergangsbereiches 13 unterstützt.

Unter besonders ungünstigen Umständen, insbesondere bei sehr hohen Reibungskoeffizienten der Kabeloberflächen gegeneinander, besteht die Gefahr, daß das Kabel zu früh in die nächste Lage ansteigt. Um dies zu vermeiden, kann es notwendig sein, bei Annäherung des Kabels an einen Endflansch eine zusätzliche Stützeinrichtung zu

benutzen, die in Fig. 3 bei 33 angedeutet und dort bspw. in Gestalt einer Rolle ausgebildet ist.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufwickeln von fadenförmigem Wickelgut, insbesondere Kabeln, auf einen einen trommelartigen Wickelkern (2) und Endflansche (3, 4) aufweisenden Spulenkörper (1), bei dem das Wickelgut (6) in einzelne, nebeneinanderliegende Windungen geordnet, jeweils lageweise auf den Wickelkern derart aufgebracht wird, daß das Wickelgut in jeder Windung über den größten Teil des Windungsumfanges mit seiner Mittellinie (11) einen den Wickelkern umschließenden ringförmigen, endlosen Kurve (12) folgend aufgewickelt und sodann in einem vorbestimmten, einen kleinen Teil des Windungsumfanges ausmachenden Übergangsbereich (13) mittels einer zwischen dem umlaufenden Spulenkörper und dem beim Aufwickeln diesem zulaufenden, geführten Wickelgut erzeugten, innerhalb einer Lage immer gleichgerichteten Schrittbewegung entsprechend dem Windungsabstand zu der jeweils danebenliegenden Windung der gleichen Lage übergeleitet wird und das Wickelgut aus der letzten Windung der ersten Lage (9) innerhalb des Übergangsbereiches nach außen in die zweite Lage (20) geführt und dort zu entsprechenden Windungen aufgewickelt wird, die außerhalb ihres Übergangsbereiches jeweils in von je zwei nebeneinanderliegenden Windungen der ersten Lage begrenzten rillenartigen Vertiefungen (21) liegen, worauf nach der Fertigstellung dieser Lage bei weiteren Lagen das Wickelgut aus der jeweils letzten Windung einer Lage innerhalb des Übergangsbereiches in die jeweils nächstfolgende Lage übergeleitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bildung des Übergangsbereiches (13) zwischen dem umlaufenden Spulenkörper (1) und dem diesem beim Aufwickeln zulaufenden geführten Wickelgut (6) zusätzlich eine schnelle hin- und hergehende, kurzhubige Bewegung in Spulenkörperlängsachse erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Windungen der ersten Lage (9), beginnend mit der außerhalb des Übergangsbereiches (13) mit ihrer Mittellinie (11) etwa im Abstand des Durchmessers des Wickelgutes (6) von der benachbarten ersten Endflanschinnenfläche (3) verlaufenden ersten Windung (14) über die Länge des Wickelkernes (2) in einem solchen gegenseitigen Abstand angeordnet werden, daß die letzte Windung (17) außerhalb des Übergangsbereiches in dem kleinstmöglichen Abstand zu der zweiten Endflanschinnenfläche (4) liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmig geschlossenen Kurven (12) jeweils in parallelen Ebenen liegen, die parallel zur Innenfläche wenigstens eines der Endflansche (3, 4) verlaufen.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß außerhalb des Übergangsbereiches (13) bei jeder der



ringförmigen geschlossenen Kurven (12) das Verhältnis der Abstände der Mittellinie (11) von den beiden Endflanschinnenflächen längs der Kurve konstant ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der ersten Lage (9) anschließend an die beiden Endflansche (3, 4) wenigstens je eine Windung außerhalb des Übergangsbereiches (13) mit konstantem Abstand ihrer Mittellinie (11) zu der jeweils zugeordneten Endflanschinnenfläche verläuft und für die dazwischenliegenden Windungen außerhalb des Übergangsbereiches das Verhältnis der Abstände ihrer Mittellinie zu den Mittellinien der in konstantem Abstand zu den Endflanschinnenflächen verlaufenden Windungen konstant ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Mittellinien (11) benachbarter Windungen der ersten Lage (9) jeweils gleich oder größer ist als der größte in dem Toleranzbereich zu erwartende oder gemessene Außendurchmesser des Wickelgutes.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergangsbereiche (13) in einer Lage durch zwei mit der Spulenkörperlängsachse achsparallele Geraden (24, 25) begrenzt sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergangsbereiche in einer Lage durch zwei Schraubenlinien gebrenzt sind.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Übergangsbereiche (13) benachbarter Lagen (9, 20) winkelmäßig gegeneinander versetzt sind.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor Beginn des Aufwickelns im Bereiche des Anfanges der ersten Windung der ersten Lage (9) eine den Windungsabstand von der benachbarten Endflanschinnenfläche festlegende Halteeinrichtung an dem Spulenkörper angeordnet wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereiche der ersten Windung (14) der ersten Lage (9) ein den Zwischenraum zwischen der ersten Windung und der benachbarten Endflanschinnenfläche zumindest teilweise ausfüllendes Stützelement (30) an dem Spulenkörper (1) angeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Stützelement (30) axial und/oder radial verstellbar ausgebildet ist.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Wickelgut bei der Bildung zumindest der letzten Windung (17) der ersten Lage (9) seitlich durch die vorhergehende, bereits aufgebrauchte Windung und/oder radial mittels eines Führungselementes (7) in unmittelbarer Nähe des Spulenkörpers (1) zwangsweise geführt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der notwendige Abstand der einzelnen Windungen

der ersten Lage (9) während des Aufwickelns aus dem Durchmesser des Wickelgutes (6), dem Abstand der Endflanschinnenflächen (3, 4) der jeweiligen Drehwinkelstellung des Spulenkörpers (1) und anderen für den Aufwickelvorgang kennzeichnenden, gegebenenfalls laufend gemessenen physikalischen Größen fortlaufend errechnet und das Wickelgut (6) entsprechend gesteuert auf den Wickelkern (2) geleitet wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die erste Windung (19) der ersten Lage (9) und die letzte Windung (29) der zweiten Lage (20) mit unterschiedlicher Zugspannung aufgewickelt werden.

## Revendications

1. Procédé pour bobiner des matériaux filiformes, en particulier des câbles, sur un enrouleur (1) comportant un mandrin (2) en forme de tambour et des joues latérales (3, 4), où le matériau à bobiner (6) est disposé en spires distinctes juxtaposées et par couches sur le mandrin, de façon qu'à chaque spire, l'axe (11) du matériau à bobiner suive sur la majeure partie de la circonférence de la spire une courbe (12) continue de forme annulaire contournant le mandrin, puis que, dans une zone de transition (13) prédéfinie, constituant une petite partie de la circonférence de la spire, le matériau à bobiner soit transféré à la spire voisine de la même couche à l'aide d'un mouvement pas à pas correspondant à l'écart entre deux spires et exercé toujours dans le même sens pour toutes les spires d'une même couche entre l'enrouleur qui tourne et le matériau qui lui est amené pour être bobiné, et que le matériau à bobiner de la dernière spire de la première couche (9) soit, dans la zone de transition, guidé vers l'extérieur dans la deuxième couche (20) pour y être bobiné en spires correspondantes, lesquelles, en dehors de leur zone de transition, reposent toujours dans les creux en forme de gorges (21) formés entre deux spires voisines de la première couche, puis que dans les autres couches après la finition de cette couche, le matériau à bobiner formant la dernière spire soit transféré, dans la zone de transition, à la couche immédiatement consécutive, caractérisé par le fait que lors de la formation de la zone de transition (13), un rapide mouvement complémentaire d'aller-retour est produit le long de l'axe longitudinal de l'enrouleur, entre l'enrouleur (1) qui tourne et le matériau (6) qui lui est amené pour être bobiné.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les différentes spires de la première couche (9), à commencer par la première spire (14) -dont l'axe (11) s'étend, en dehors de la zone de transition (13), en étant éloigné de la surface interne de la première joue latérale (3) voisine d'une distance correspondant approximativement au diamètre du matériau à bobiner (6)-, sont disposées sur la longueur du mandrin (2) en étant écartées les unes par rapport aux autres de façon



à ce que la dernière spire (17) soit, en dehors de la zone de transition, située à un écartement de la deuxième joue latérale (4) aussi réduit que possible.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que les courbes annulairement fermées (12) se situent toujours sur des plans parallèles, lesquels s'étendent parallèlement à la surface interne d'au moins une des joues latérales (3, 4) de l'enrouleur.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'en dehors de la zone de transition (13), et pour chacune des courbes annulaires (12) fermées, le rapport des écartements de l'axe (11) par rapport aux surfaces internes des deux joues latérales est constant tout au long de la courbe.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que dans la première couche (9), l'axe (11) d'au moins une des spires voisines des deux joues latérales (3, 4) a, en dehors de la zone de transition (13), un écartement constant par rapport à la surface interne de la joue latérale qui lui est affectée, tandis qu'en ce qui concerne les spires situées entre ces deux extrêmes, le rapport des écartements de leurs axes avec les axes des spires s'étendant à distance constante des surfaces internes des joues latérales est, en dehors de la zone de transition, constant.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'écartement des axes (11) des spires voisines de la première couche (9) est toujours égal ou supérieur au plus grand diamètre extérieur du matériau à bobiner prévu par l'éventail de tolérance ou mesuré.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les zones de transition (13) d'une couche sont délimitées par deux droites (24, 25) parallèles à l'axe longitudinal de l'enrouleur.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que les zones de transition d'une couche sont délimitées par deux hélices.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que les zones de transition de couches voisines (9, 20) sont diagonalement décalées l'une par rapport à l'autre.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'avant le début du bobinage, dans la zone du commencement de la première spire de la première couche (9), un dispositif de maintien de l'écartement de la spire par rapport à la surface interne de la joue latérale voisine est fixé sur l'enrouleur.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que dans la zone de la première spire (14) de la première couche (9), un élément de soutien (30) remplissant au moins partiellement l'interstice

entre la première spire et la surface interne de la joue latérale voisine est fixé sur l'enrouleur (1).

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé par le fait que l'élément de soutien (30) peut être réglé dans le sens axial et/ou dans le sens radial.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le matériau à bobiner est, lors de la formation d'au moins la dernière spire (17) de la première couche (9), repoussé de côté par la spire précédente déjà en place et/ou guidé obligatoirement radialement à l'aide d'un élément de guidage (7) en proximité immédiate de l'enrouleur (1).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'écart nécessaire entre les différentes spires de la première couche (9) durant le bobinage est continuellement calculé à partir du diamètre du matériau à bobiner (6), de l'écartement des surfaces internes des joues latérales (3, 4), de l'écart angulaire momentané de l'enrouleur (1), ainsi que d'autres données physiques caractéristiques du processus de bobinage, éventuellement mesurées en continu, le résultat de ces calculs permettant de commander la bonne disposition du matériau à bobiner (6) sur le mandrin (2).

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait qu'au moins la première spire (19) de la première couche (9) et la dernière spire (29) de la deuxième couche (20) sont bobinées avec un effort de traction différent.

## Claims

1. Method for winding windable material of thread form, especially cables, on to a reel body (1) having a drum-type winding core (2) and end flanges (3, 4), in which the windable material (6), ordered in individual turns lying side by side, is applied in each case by layers upon the winding core in such a way that the windable material in every turn is wound, over the major part of the turn circumference, with its centre line (11) following an annular endless curve (12) enclosing the winding core and then, in a predetermined transition zone (13) constituting a small part of the turn circumference, is transferred by means of a stepping movement, which is always directed in the same direction within one layer and is generated between the rotating reel body and the guided windable material supplied thereto in winding, in accordance with the turn interval, to the turn of the same layer lying therebeside in each case, and the windable material is guided out of the last turn of the first layer (9) within the transition zone outwards into the second layer (20) and there wound into corresponding turns which, outside their transition zone, lie each in channel-type depressions (21) each defined by two turns, lying side by side, of the first layer, whereupon, after the completion of this layer, in further layers the windable material is transferred out of the last turn in each case of one layer within

the transition zone into the next succeeding layer in each case, characterised in that in the formation of the transition zone (13) a rapid, reciprocating, short-stroke movement in the reel body longitudinal axis is additionally generated between the rotating reel body (1) and the guided windable material (6) fed thereto in winding.

2. Method according to Claim 1, characterised in that the individual turns of the first layer (9), beginning with the first turn (14) extending outside the transition zone (13) with its centre line (11) approximately at the distance of the diameter of the windable material (6) from the adjacent first end flange inner face (3), are arranged at such mutual spacing over the length of the winding core (2) that the last turn (17) lies outside the transition zone at the minimum possible distance from the second end flange inner face (4).

3. Method according to Claim 1 or 2, characterised in that the annularly closed curves (12) lie in each case in parallel planes which extend parallel to the inner face of at least one of the end flanges (3, 4).

4. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that outside of the transition zone (13) for each of the annularly closed curves (12) the ratio of the distances of the centre line (11) from the two end flange inner faces is constant along the curve.

5. Method according to one of Claims 1 to 3, characterised in that in the first layer (9), adjoining the two end flanges (3, 4), at least one turn in each case extends outside the transition zone (13) with constant distance of its centre line (11) from the associated end flange inner face in each case, and for the turns lying therebetween outside the transition zone, the ratio of the distances of their centre line to the centre lines of the turns extending at constant distance from the end flange inner faces is constant.

6. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that the distance of the centre lines (11) of adjacent turns of the first layer (9) is in each case equal to or greater than that the maximum external diameter of the windable material measured or to be expected in the tolerance range.

7. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that the transition zones (13) in a layer are defined by two straight lines (24,

25) axially parallel with the longitudinal axis of the reel body.

8. Method according to one of Claims 1 to 6, characterised in that the transition zones in a layer are defined by two helical lines.

9. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that the transition zones (13) of adjacent layers (9, 20) are angularly offset in relation to one another.

10. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that before the commencement of winding a retaining device which fixes the turn distance from the adjacent end flange inner face is arranged on the reel body in the region of the commencement of the first turn of the first layer (9).

11. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that in the region of the first turn (14) of the first layer (9) a support element (30) which at least partially fills out the interspace between the first turn and the adjacent end flange inner face is arranged on the reel body (1).

12. Method according to Claim 11, characterised in that the support element (30) is made axially and/or radially adjustable.

13. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that in the formation of at least the last turn (17) of the first layer (9) the windable material is positively guided laterally by the preceding, already applied turn and/or radially by means of a guide element (7), in the immediate vicinity of the reel body (1).

14. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that the necessary interval of the individual turns of the first layer (9) is continuously calculated during winding from the diameter of the windable material (6), the distance between the end flange inner faces (3, 4), the position in rotation angle of the reel body (1) in each case and other physical values characteristic of the winding operation, which may be continuously measured, and the windable material (6) is conducted on to the winding core (2) under corresponding control.

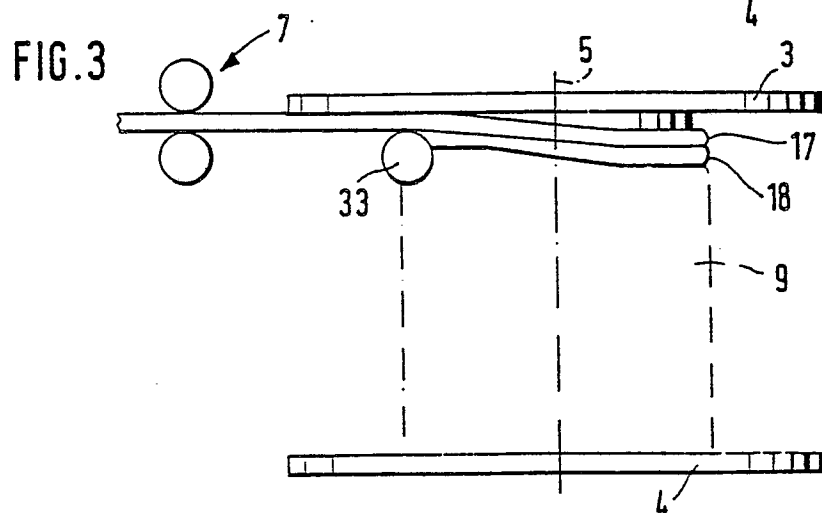
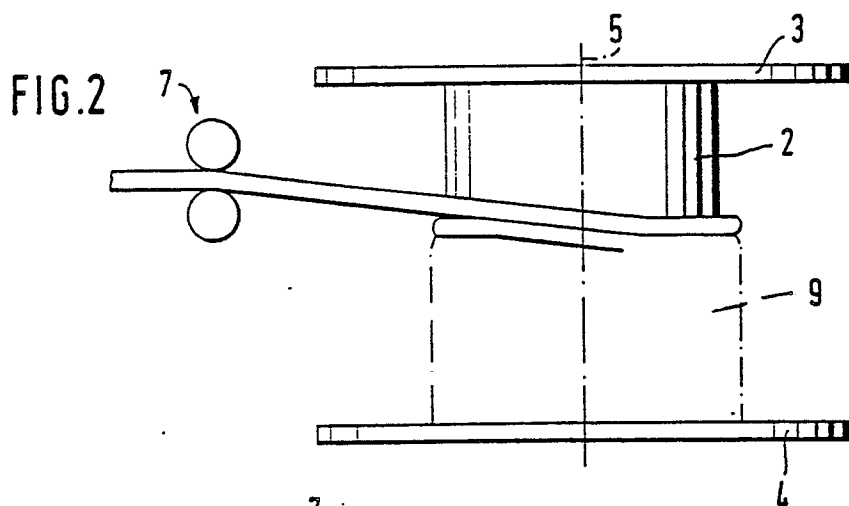
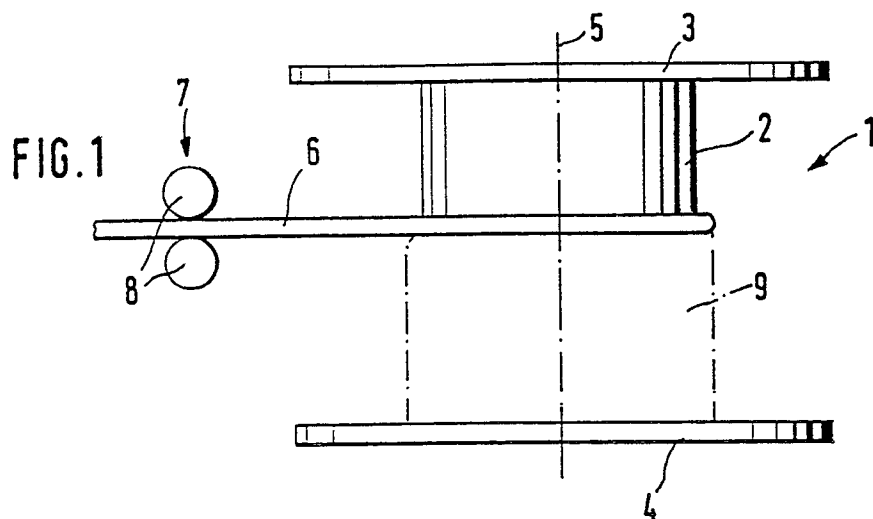
15. Method according to one of the preceding Claims, characterised in that at least the first turn (19) of the first layer (9) and the last turn (29) of the second layer (20) are wound on with different tensions.

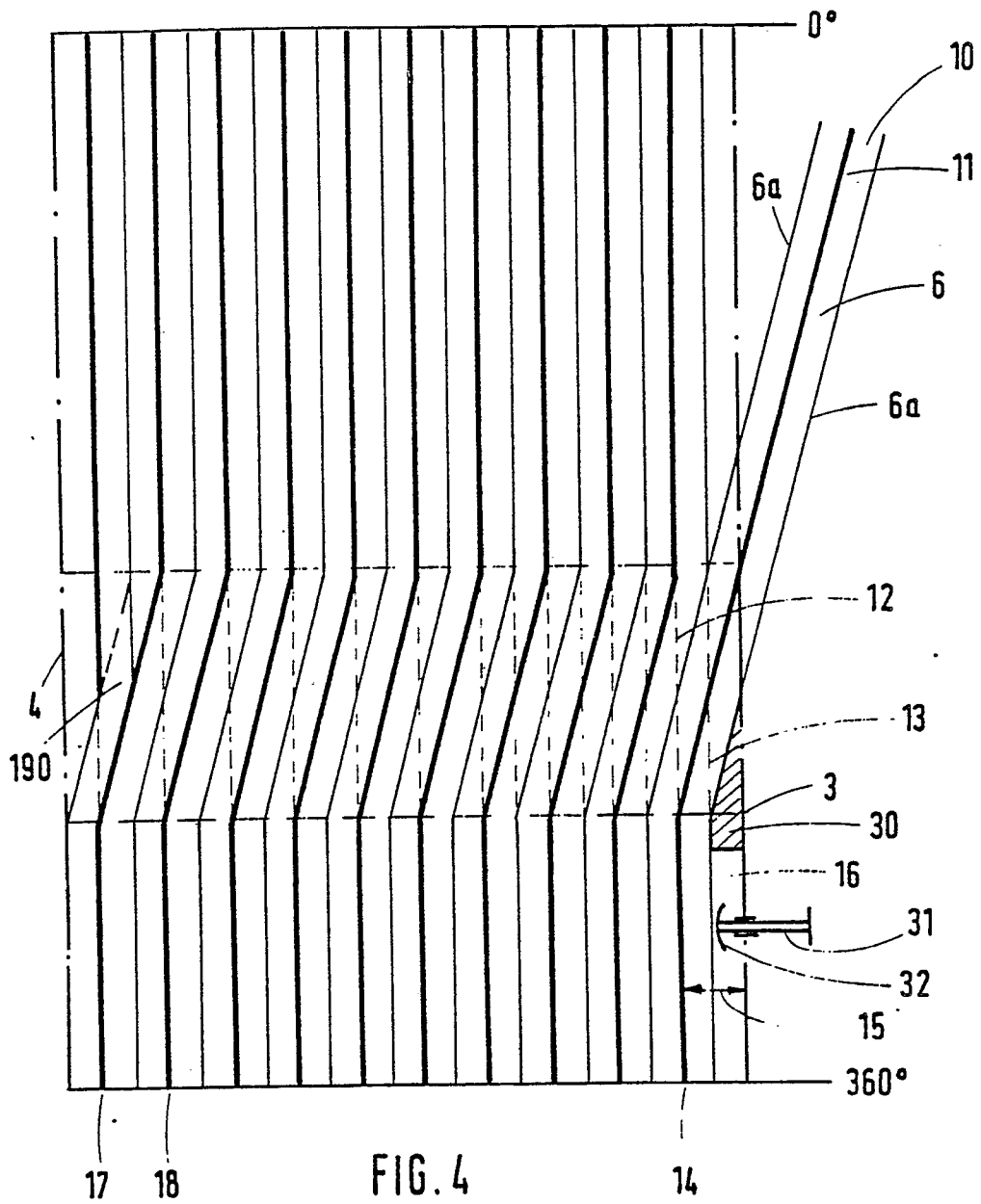
55

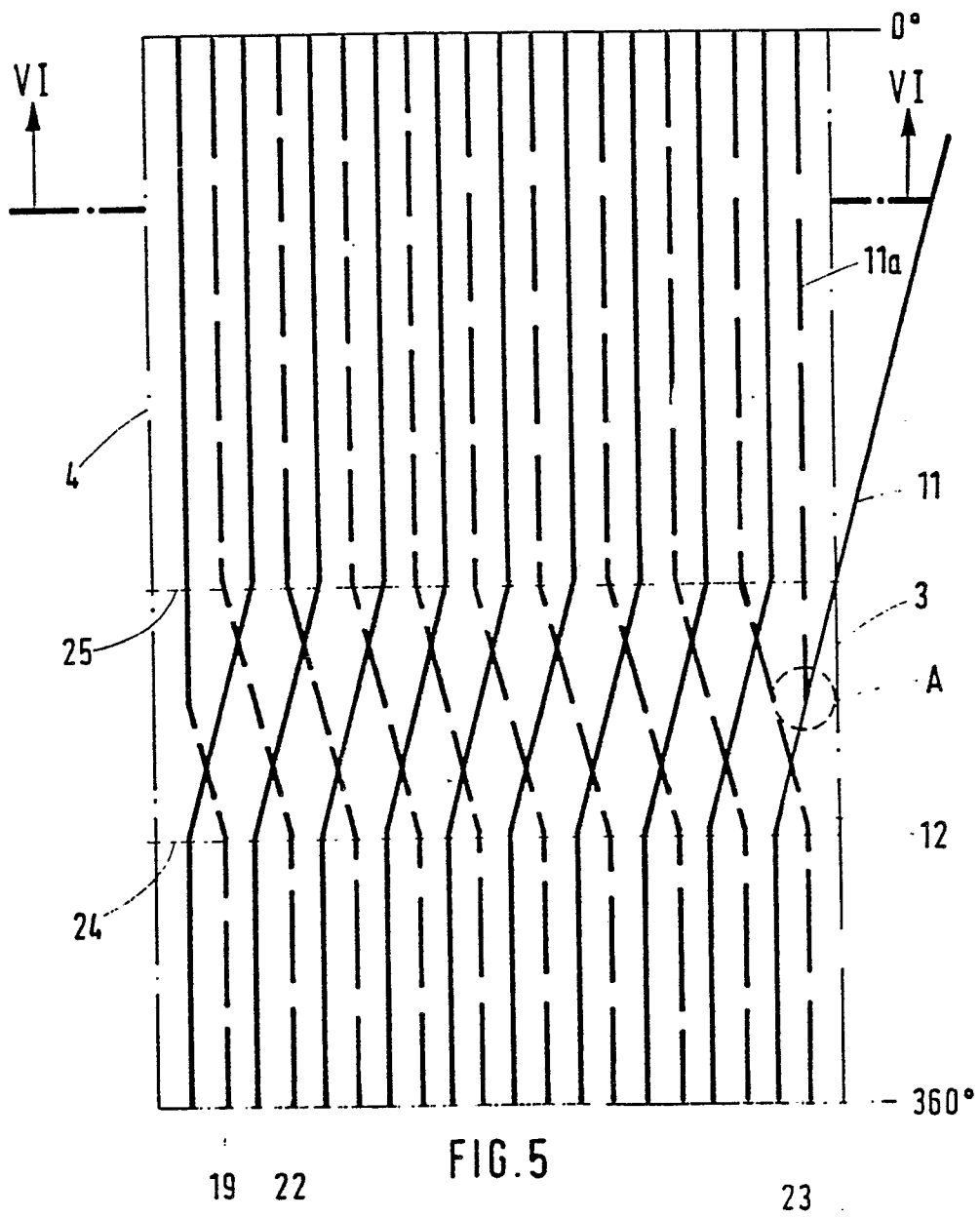
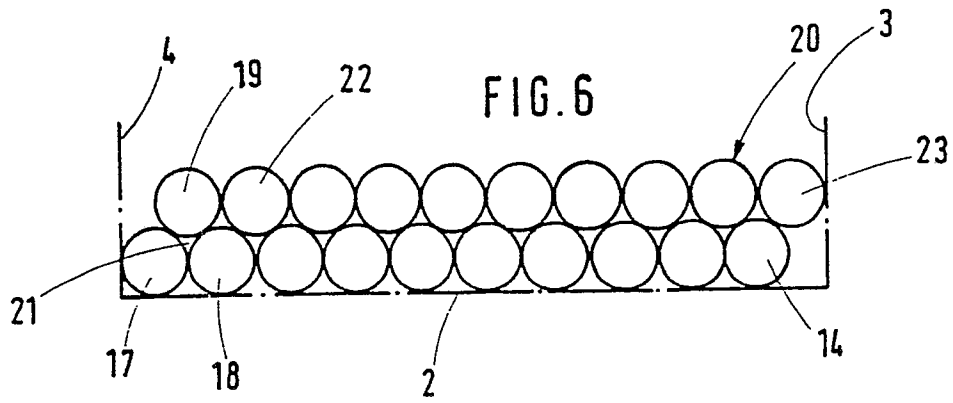
60

65

10







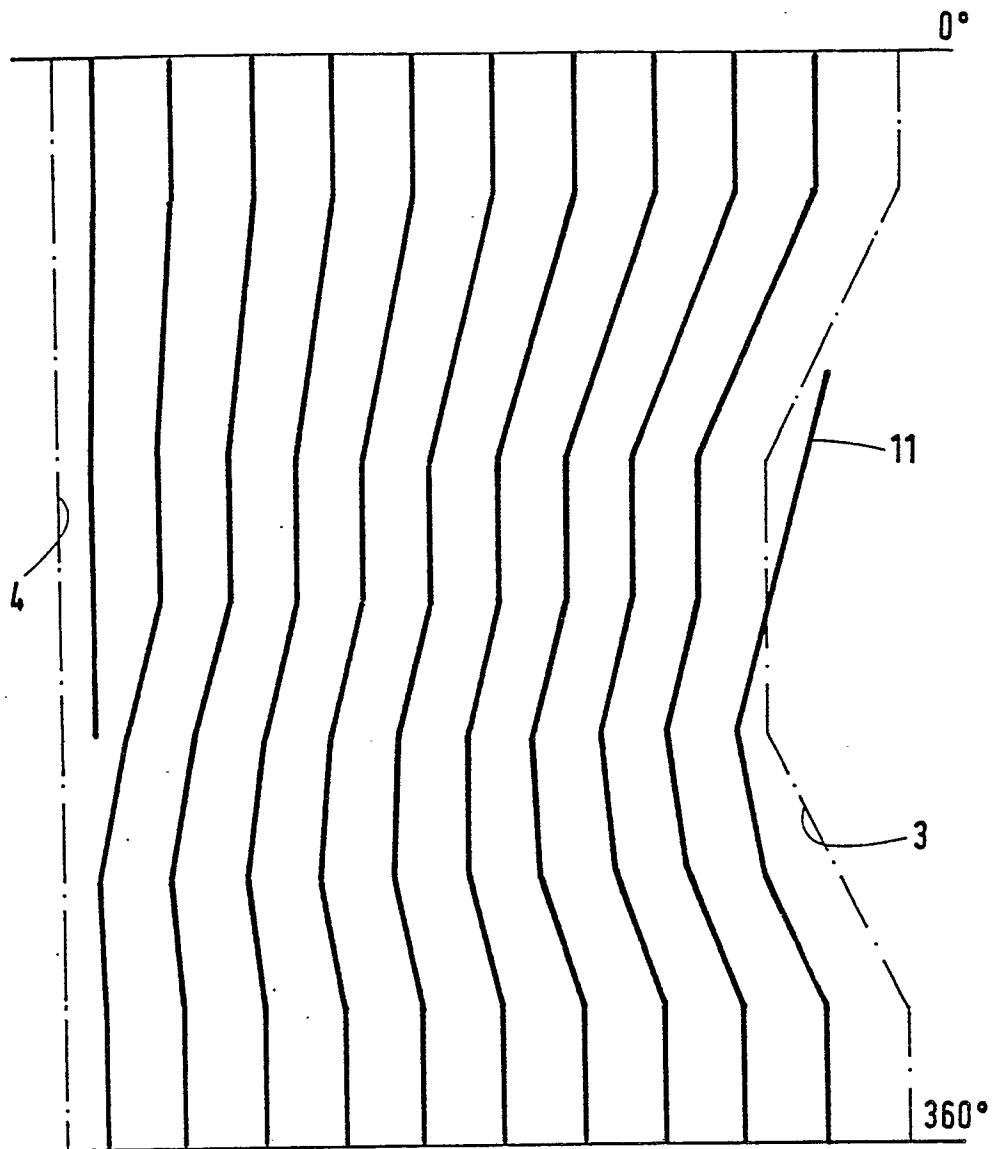


FIG. 7

