

(19)



(11)

EP 1 625 091 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
07.09.2011 Patentblatt 2011/36

(51) Int Cl.:
B65H 54/38 (2006.01) **B65H 54/78** (2006.01)
B65H 54/74 (2006.01) **B65H 54/28** (2006.01)
B65H 54/42 (2006.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
22.10.2008 Patentblatt 2008/43

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/AT2004/000162

(21) Anmeldenummer: **04731851.4**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/101415 (25.11.2004 Gazette 2004/48)

(22) Anmeldetag: **10.05.2004**

(54) **BANDAUFWICKELVERFAHREN**

STRIP WINDING METHOD

PROCEDE DE BOBINAGE DE BANDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **19.05.2003 AT 7702003**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.02.2006 Patentblatt 2006/07

(60) Teilanmeldung:
08013213.7 / 1 982 942

(73) Patentinhaber: **STARLINGER & CO.
GESELLSCHAFT MBH
1060 Wien (AT)**

(72) Erfinder: **SCHMALHOLZ, Peter
A-2331 Vösendorf (AT)**

(74) Vertreter: **Margotti, Herwig Franz et al
Schwarz & Partner
Patentanwälte
Wipplingerstrasse 30
1010 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 194 524 EP-A- 0 561 188
EP-A1- 0 578 966 DE-A- 3 920 374
DE-A1- 2 649 780 DE-A1- 3 918 846
US-A- 4 394 986 US-A- 4 504 021
US-A- 6 027 060 US-B1- 6 311 920**

EP 1 625 091 B2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufwickeln eines kontinuierlich zugeführten Bandes auf eine Spule unter Drehung der Spule und Hin- und Herbewegen des Bandes mittels einer Changiereinrichtung über die gesamte Länge der Spule in einem Verlegewinkel, wobei jedesmal, wenn der Spulendurchmesser um einen bestimmten Wert zugenommen hat, das Verlegeverhältnis, das ist das Verhältnis zwischen Spulendrehzahl und Hin- und Herbewegung (Doppelhub) der Changiereinrichtung, stufenweise geändert wird.

[0002] Ein solches Verfahren zum Aufwickeln eines kontinuierlich zugeführten Bandes wird in Fachkreisen als "gestufte Präzisionswicklung" bezeichnet und ist beispielsweise aus der DE 41 12 768 A, der DE 42 23 271 C1 und der EP 0 561 188 bekannt, wobei letztere einen ausführlichen Überblick über unterschiedlichste Arten von Spulenformen gibt.

[0003] Das Aufspulen des Bandes erfolgt in Spulmaschinen auf zylindrische oder konische Spulenkerne, wobei die Zufuhrgeschwindigkeit des Bandes auf den Spulenkern relativ konstant ist, da von der Spulmaschine vorgeschalteten Banderzeugungsmaschinen vorgegeben.

[0004] Das Aussehen, die Festigkeit und Qualität der Spulen wird wesentlich durch die folgenden Parameter beeinflusst:

1) Der Verlegewinkel α , das ist jener Winkel zwischen einer Normalen auf die Spulen- Drehachse und der Längsrichtung des auf die Spule zugeführten Bandes.

2) Das Verlegeverhältnis V, das ist die Anzahl an Spulenumdrehungen pro Changiereinrichtungs-Doppelhub.

[0005] Aus dem gewählten Verlegeverhältnis V stellt sich der Verlegewinkel α ein.

[0006] Eine gestufte Präzisionswicklung ist eine Mischform aus zwei grundlegenden Wickelverfahren, wie das zugeführte Band auf einen Spulenkern gewickelt werden kann, nämlich der "Wilden Wicklung" (Zufallswicklung) und der "Präzisionswicklung".

[0007] Das Kennzeichen der Wilden Wicklung ist ein konstanter Verlegewinkel α , dafür ein variables Verhältnis zwischen Spulendrehzahl und Changiergeschwindigkeit (=variables Verlegeverhältnis V). Im Verlegeverhältnis/Spulendurchmesser-Diagramm von Fig. 2 sind drei Graphen für Wilde Wicklungen mit den Verlegewinkeln $\alpha = 4^\circ, 5^\circ, 6^\circ$ eingetragen. Vorteilhaft an der Wilden Wicklung ist der einfache Aufbau der zu ihrer Erzeugung notwendigen Spulmaschine, die in Fig. 3 in Seitenansicht und Draufsicht dargestellt ist. Diese kann im einfachsten Fall einen Motor 10 umfassen, der eine Treibwalze 11 antreibt, die wiederum am Umfang der Spule 12 angreift und diese mit konstanter Umfangsgeschwindigkeit antreibt, so dass das Band 19 mit konstanter Lineargeschwindigkeit aufgespult wird. Die Spulspindel 18 der Spule 12 kann freilaufend ausgebildet sein. Der Motor 10 treibt über ein Übersetzungsgetriebe, bestehend aus Riemenscheiben 15, 16 und einem über die beiden Riemenscheiben laufenden Riemen 17 eine Changiereinrichtung 13 so an, dass sich der Changierbandführer 14, durch den das Band 19 läuft, mit konstanter Hubgeschwindigkeit (Changierungshub) hin- und herbewegt. Somit besteht ein festes Übersetzungsverhältnis zwischen der Umfangsgeschwindigkeit der Spule 12 und dem Changierungshub des Changierbandführers 14, das in einem konstanten Verlegewinkel des Bandes 19 auf der Spule 12 resultiert. Das bedeutet, dass der Verlegewinkel zu Beginn des Wickelvorgangs auf einen leeren Spulenkern derselbe ist wie am Ende des Wickelvorgangs, wenn die Spule ihren größten Durchmesser erreicht hat. Nachteiligerweise nimmt dadurch die Anzahl der Windungen pro Wickellage mit zunehmendem Spulendurchmesser stetig ab, so dass eine Spule mit unterschiedlicher Packungsdichte des Bandmaterials bei jedem Spulendurchmesser entsteht. Ein weiterer unangenehmer Effekt beim Aufspulen, der als "Bildwicklung" bezeichnet wird, tritt bei bestimmten Verhältnissen von Spulendurchmessern und Changiergeschwindigkeiten auf, indem bei diesen Verhältnissen mehrere Bändchen-Lagen fast genau übereinander zu liegen kommen, wodurch der Wickel instabil wird. Daher ist es erforderlich, Maßnahmen zur "Bildstörung" zu ergreifen, z.B. Wobbelung.

[0008] Die Präzisionswicklung wiederum zeichnet sich durch ein konstantes Verlegeverhältnis über den gesamten anwachsenden Spulendurchmesser aus, was wiederum bedeutet, dass der Verlegewinkel mit zunehmendem Spulendurchmesser abnimmt. Im Diagramm von Fig. 2 ist eine Präzisionswicklung mit einem Verlegeverhältnis $V = 35$ als Gerade eingetragen. Der Vorteil der Präzisionswicklung liegt in der Erzielung einer Spule mit konstanter Packungsdichte des Bandmaterials auf der Spule unabhängig vom Spulendurchmesser. Der Nachteil der Präzisionswicklung liegt darin, dass - ausgehend von einem Anfangsverlegewinkel bei Beginn des Aufwickelns des Bandmaterials auf einen leeren Spulenkern - der Verlegewinkel mit zunehmendem Spulen-Durchmesser immer geringer und schließlich so klein wird (er geht theoretisch gegen Null), dass der Wickel instabil wird. Der Aufbau einer Spulmaschine zur Erzeugung einer Präzisionswicklung ist in Fig. 4 in Seitenansicht und Draufsicht dargestellt. Diese Spulmaschine umfasst einen Motor 20, der eine Spulspindel 21 dreht. Auf der Spulspindel 21 sitzt drehfest ein Spulenkern 26, auf den ein Band 27 zu einer Spule 22 aufgespult wird. Eine Changiereinrichtung 23 ist über ein Stirnradgetriebe 25 mit der Spulspindel 21 verbunden. Die Changiereinrichtung 23 verfügt über nicht dargestellte Rotations/Translations-Übersetzungsmittel, um den Changierbandführer 24 in Changierungshüben hin- und herzubewegen. Durch den direkten Drehantrieb der Spulspindel 21

muss die Drehzahl des Motors 20 mit zunehmendem Durchmesser der sich bildenden Spule 22 stetig verringert werden, da das aufzuspulende Band von einer Banderzeugungseinrichtung mit konstanter Lineargeschwindigkeit zugeführt wird.

[0009] Um die jeweiligen Nachteile der Wilden Wicklung und der Präzisionswicklung zu mildern und um ihre Vorteile zu kombinieren, wurde in der Vergangenheit die "gestufte Präzisionswicklung" vorgeschlagen. Diesem Wickelverfahren liegt der Gedanke zugrunde, dass das Verlegeverhältnis zwischen vordefinierten Grenzdurchmessern einer Spule konstant gehalten wird und bei Erreichen eines jeweiligen Grenzdurchmessers stufenweise auf einen anderen Wert verändert wird, wobei die Werte der Verlegeverhältnisse so gewählt werden, dass ein Graph des Verlegeverhältnisses über den Spulendurchmesser ungefähr dem Graph einer Wilden Wicklung für einen bestimmten Verlegewinkel folgt. Der Vorteil der gestuften Präzisionswicklung liegt darin, dass einerseits "Bildwicklungen" vermieden werden, da das sprunghafte Ändern des Verlegeverhältnisses eine "Bildstörungsmaßnahme" darstellt.

[0010] Andererseits wird der Verlegewinkel auch bei wachsendem Spulendurchmesser nicht wesentlich kleiner als der Anfangsverlegewinkel.

[0011] Während die gestufte Präzisionswicklung für die Herstellung von Garn- und Fadenspulen das erwartete gute Ergebnis liefert, werden bei der Herstellung von Bandspulen mit gestufter Präzisionswicklung oftmals überraschend schlechte Ergebnisse erzielt. Die Unzulänglichkeiten dieser Bandspulen reichen von unansehnlichem, weil unregelmäßigem optischen Erscheinungsbild über Spulen mit variierendem, z.B. welligem Durchmesser über ihre Länge, über unregelmäßige Stirnflächen der Spule, bis hin zu instabilem Wicklungsaufbau.

[0012] Da solche Spulen meist in schnelllaufenden Maschinen, wie Rundwebstühlen, Verwendung finden, kann jede Unregelmäßigkeit des Spulenaufbaues fatale Folgen haben, die als geringste Auswirkung zum Bruch des Bandes beim Abziehen von der Spule führen, im schlechtesten Fall die Zerstörung eines Teils der Maschine nach sich ziehen. Herbeigeführt werden solche Schäden durch Unwucht an unregelmäßigen Spulen, durch Vibrieren der Bänder beim Abziehen, das sich sukzessive aufschauelt, etc. Weiters erwärmen sich unregelmäßige Spulen beim schnellen Abziehen der Bänder rasch und führen dadurch zur Ermüdung und Schwächung des Bandmaterials, insbesondere wenn es sich dabei um gereckte Kunststoffbändchen handelt.

[0013] Aus diesem Grund besteht in der Industrie ein starkes Bedürfnis nach einem verbesserten gestuften Präzisionswickelverfahren.

[0014] Die vorliegende Erfindung stellt ein solches verbessertes gestuftes Präzisionswickelverfahren bereit, das sich dadurch auszeichnet, dass bei der stufenweisen Änderung des Verlegeverhältnisses dieses um im Wesentlichen ganzzahlige Schritte geändert wird. Die Erfinder haben nämlich erkannt, dass der Grund für einen unzufriedenstellenden Aufbau von Spulen in gestufter Präzisionswicklung die sich durch die stufenweise Änderung des Verlegeverhältnisses ergebende plötzliche Veränderung des Lagenbilds der Bänder ist, die eine Unstetigkeitsstelle für den Gesamtaufbau der Spule darstellt. Im ungünstigen Fall akkumulieren sich diese veränderten Lagenbilder und führen zu den erwähnten Unregelmäßigkeiten oder ungleicher Packungsdichte. Durch die erfindungsgemäße Maßnahme jedoch bleibt auch nach der stufenweisen Änderung des Verlegeverhältnisses das Lagenbild im Wesentlichen unverändert, so dass sich eine Spule mit hervorragendem Aufbau, d.h. regelmäßigem Erscheinungsbild und hoher Packungsdichte ergibt. Stufenweise Änderung des Verlegeverhältnisses um im Wesentlichen ganzzahlige Schritte ist so zu verstehen, dass sich der Nachkommaanteil des Verlegeverhältnisses bei jeder Änderung höchstens um 0,1, bevorzugt höchstens um 0,03, noch bevorzugter um höchstens 0,01 verändert.

[0015] Gemäß der Erfindung wird bei einer jeden Änderung des Verlegeverhältnisses der Nachkommaanteil dieses Verhältnisses in dem Ausmaß verändert, dass sich eine konstante Teilüberdeckung mit einer darunter liegenden Bandspur ergibt. Man erzielt dadurch einen sehr stabilen Spulenaufbau.

[0016] Bei einem ganzzahligen Verlegeverhältnis, d.h. einem Verlegeverhältnis ohne Kommaanteil stellen sich Bildwicklungen auf der Spule ein. Um solche den Spulenaufbau instabil machenden Bildwicklungen auszuschließen, wird erfindungsgemäß weiters vorgeschlagen, die Verlegeverhältnisse so zu wählen, dass ihr Nachkommaanteil zumindest zweistellig ist. Weiters ist es für Spulen mit Kunststoffbändchen bevorzugt, die Verlegeverhältnisse nahe 0 oder 0,50 oder 0,33 oder 0,25 zu wählen, wodurch die Umkehrpunkte des Bandes an der Stirnseite der Spule nach ein, zwei, drei bzw. vier Doppelhüben des Changierbandführers wieder nahe beieinander zu liegen kommen. In Abhängigkeit von der Breite der aufzuspulenden Bänder kann das Verlegeverhältnis jeweils so geändert werden, dass sich eine vor- oder rückwärtslaufende Bandverlegung ergibt bzw. beibehalten wird.

[0017] Weiters lassen sich empirisch für jeweilige Breiten der Bänder und ihre Materialeigenschaften bestimmte Verlegewinkelbereiche angeben, die für einen optimalen Aufbau der Spule sorgen. Um diesen optimalen Spulenaufbau zu erreichen, ist vorgesehen, dass das Verlegeverhältnis so geändert wird, dass der resultierende Verlegewinkel innerhalb dieses vorbestimmten Bereichs bleibt. Für gereckte Kunststoffbändchen mit einer Breite zwischen 2 und 10 mm hat sich beispielsweise ein Verlegewinkelbereich von 4 bis 6° als vorteilhaft erwiesen.

[0018] Um die erfindungsgemäßen Verlegeverhältnisse mit der erforderlichen Genauigkeit einstellen zu können, wird die Spule von einem eigenen Motor und die Changiereinrichtung ebenfalls von einem eigenen Motor angetrieben und die Änderung des Verlegeverhältnisses erfolgt elektronisch durch stufenweise Änderung des Verhältnisses der Geschwindigkeiten der beiden Motoren zueinander wobei bei der stufenweisen Änderung des Verhältnisses der Geschwin-

digkeiten der beiden Motoren das Verlegeverhältnis um im Wesentlichen ganzzahlige Schritte geändert wird, so dass der Nachkommanteil des Verlegeverhältnisses bei jeder Änderung höchstens um 0,1 verändert wird. Besonders gut steuern lassen sich Motoren, die als Drehstromantriebe mit Frequenzumrichter, oder als Gleichstromantriebe aufgebaut sind.

5 **[0019]** Mit hoher Präzision lässt sich weiters der momentane Spulendurchmesser aus einem Soll/Ist-Vergleich von Bandlineargeschwindigkeit und Spulendrehzahl errechnen.

[0020] Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

10 Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer Spulmaschine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
 Fig. 2 ein Diagramm, in dem Graphen des Verlegeverhältnisses über dem Spulendurchmesser für drei Wilde Wicklungen mit Verlegewinkeln $\alpha = 4^\circ$, $\alpha = 5^\circ$ und $\alpha = 6^\circ$, für eine Präzisionswicklung $V = 35$ und für eine gestufte Präzisionswicklung SPW eingetragen sind;
 Fig. 3 die eingangs erklärte Spulmaschine nach dem Stand der Technik zur Erzeugung einer Wilden Wicklung;
 15 Fig. 4 die eingangs erklärte Spulmaschine nach dem Stand der Technik zur Erzeugung einer Präzisionswicklung;
 Fig. 5 zeigt die Lage von Umkehrpunkten des Bandmaterials an der Stirnseite einer Spule;
 Fig. 6 bis Fig. 9 zeigen verschiedene Konfigurationen übereinanderliegender Bandspulen; und
 Fig. 10 und Fig. 11 zeigen eine vorwärtslaufende bzw. rückwärtslaufende Bandgutverlegung.

20 **[0021]** Eine Spulmaschine zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, die in Fig. 1 vereinfacht dargestellt ist, weist zumindest eine, in der Regel aber eine Vielzahl von antreibbaren Spulspindeln 1 in einer Drehlagerung auf. Auf die Spulspindel 1 wird drehfest ein nicht dargestellter Spulenkern aufgesteckt, auf den Bandmaterial 5 aufgespult wird. Das Bandmaterial 5 wird mit im Wesentlichen konstanter Lineargeschwindigkeit von einer Banderzeugungseinrichtung zugeführt. Solche Banderzeugungseinrichtungen sind für sich bekannt und nicht Teil der Erfindung, so dass
 25 keine nähere Erläuterung erforderlich ist. Jede Spulspindel 1 bzw. die sich auf dem Spulenkern aufbauende Bandspule 2 wird von einer um die eigene Achse drehbaren und mit der Spule 2 in Umfangskontakt befindlichen Kontaktwalze 3, die von einem Motor M1 angetrieben wird, gedreht. Weiters ist eine über die Länge der Spulspindel hin- und herbewegliche Changiereinrichtung 4 vorgesehen, die einen ösenförmigen Changierbandführer 6 aufweist, durch den das Band 5 hindurchläuft und der das Band 5 in einem Verlegewinkel α auf die Spule 2 zuführt. Der Verlegewinkel α ist dabei als
 30 der Winkel zwischen dem zugeführten Band 5 und einer Normalen S auf die Spulenachse A definiert. Die Bewicklungslänge L ist jene axiale Länge, in der die Spulspindel 1 mit dem Band 5 bewickelt wird. In anderen Worten entspricht die Bewicklungslänge L der Spulenlänge und zwei Bewicklungslängen stellen die Länge eines Doppelhubes der Changiereinrichtung 4 dar.

[0022] Die Spulmaschine wird in einem gestuften Präzisionswickelverfahren betrieben. Das heißt, dass ausgehend
 35 von einem Start-Verlegewinkel beim Aufspulen des Bandes auf einen Spulenkern zunächst ein bestimmtes Verlegeverhältnis beibehalten wird (wodurch sich der Verlegewinkel ändert). Erreicht der Durchmesser der Spule einen vorbestimmten Wert, so wird das Verlegeverhältnis stufenweise auf einen neuen Wert eingestellt, und dieser wiederum beibehalten, bis der Spulendurchmesser auf einen weiteren vorgegebenen Wert angewachsen ist, woraufhin das Verlegeverhältnis wiederum stufenweise auf einen neuen Wert eingestellt wird.

40 **[0023]** Die Anpassung des Verlegeverhältnisses erfolgt durch ein "elektronisches Getriebe", d.h. eine elektronische Regelung des Verhältnisses der Geschwindigkeiten des die Spule 2 antreibenden Motors M1 und eines die Changiereinrichtung 4 hin und her bewegendes Motors M2. Das virtuelle "Übersetzungsverhältnis" der beiden Motoren wird elektronisch bei Erreichen eines bestimmten Durchmessers immer wieder stufenweise geändert, indem dem Changierantrieb M2 eine geänderte Geschwindigkeit verliehen wird. Die Antriebe M1, M2 sind vorzugsweise Drehstromantriebe
 45 mit Frequenzumrichter, oder Gleichstromantriebe.

[0024] Der momentane Spulendurchmesser wird beispielsweise aus einem Soll/Ist-Vergleich von Fadenlineargeschwindigkeit und Spulendrehzahl errechnet.

[0025] Im Diagramm von Fig. 2 zeigt der Graph SPW den stufenförmigen Verlauf bei der Stufenpräzisionswicklung, wobei erfindungsgemäß das Verlegeverhältnis stufenweise um im Wesentlichen ganzzahlige Schritte geändert wird.
 50 Ausgehend vom Beginn des Aufwickelns eines Bandes auf einen Spulenkern mit 45 mm Durchmesser wird zunächst ein voreingestelltes Verlegeverhältnis $V = 30,557$ beibehalten, bis der Spulendurchmesser 50 mm erreicht, woraufhin das Verlegeverhältnis V auf 27,551 eingestellt wird, bis der Spulendurchmesser 55 mm erreicht, woraufhin das Verlegeverhältnis V zu 24,546 geändert wird. Diese stufenweise Änderung des Verlegeverhältnisses erfolgt bei jeder Spulendurchmesserzunahme um 5 mm, bis zu einem Durchmesser von 95 mm ($V = 13,525$). Ab dann erfolgt die Änderung
 55 des Verlegeverhältnisses nur mehr nach jeweils 10 mm Spulendurchmesserzunahme, ab 125 mm Spulendurchmesser nur mehr alle 15 mm Spulendurchmesserzunahme, und ab 155 mm Spulendurchmesser schließlich nur mehr alle 20 mm Spulendurchmesserzunahme. Man erkennt aus dem Diagramm von Fig. 2, dass der gesamte Verlauf des Graphs SPW innerhalb der durch die Graphen der Wilden Wicklungen mit den Verlegewinkeln $\alpha = 4^\circ$ bzw. $\alpha = 6^\circ$ vorgegebenen

Grenzen bleibt, d.h. der Verlegewinkel schwankt zwar bei der Stufenpräzisionswicklung, jedoch nur innerhalb der geringen Bandbreite zwischen 4 und 6°. Tatsächlich folgt der Verlauf des Graphs SPW angenähert jenem einer Wilden Wicklung mit $\alpha = 5^\circ$, ohne aber auch nur abschnittsweise mit diesem Graph zusammenzufallen oder parallel zu laufen, da in einem solchen Abschnitt dann die Spule die Eigenschaften einer Wilden Wicklung mit der damit verbunden Problemen von "Bildwicklungen" hätte. Tabelle 1 zeigt die Wickelverhältnisse des Graphs SPW, wobei in Spalte 1 die jeweiligen Spulendurchmesser angegeben sind, bei denen eine Änderung des Verlegeverhältnisses auf die in Spalte 2 stehenden Werte erfolgt. Spalte 3 zeigt den Vorkommaanteil des Verlegeverhältnisses, der angibt, wie viele ganze Umdrehungen die Spule pro Doppelhub der Changiereinrichtung vollführt. Spalte 4 zeigt den Nachkommaanteil des Verlegeverhältnisses, aus dem sich der in Spalte 6 gezeigte Versatzwinkel errechnen lässt, der angibt, um wie viele Winkelgrade der Umkehrpunkt des Bandes nach einem Doppelhub der Changiereinrichtung gegenüber dem vorigen Umkehrpunkt versetzt ist. Spalte 5 wiederum zeigt die Nachkomma-Differenz zwischen aufeinanderfolgenden Verlegeverhältnissen. Man erkennt, dass diese Nachkomma-Differenz im Tausendstel-Bereich liegt, d.h., dass die Änderungen des Verlegeverhältnisses im Wesentlichen ganzzahlig erfolgen.

Tabelle 1

Spulendurchmesser[mm]	Verlegeverhältnis	Vorkommaanteil	Nachkommaanteil	Nachkomma-Differenz	Versatzwinkel [°]
45	30,557	30	0,557		200,52
50	27,551	27	0,551	0,006	198,36
55	24,546	24	0,546	0,005	196,56
60	22,542	22	0,542	0,004	195,12
65	20,538	20	0,538	0,004	193,68
70	18,534	18	0,534	0,004	192,24
75	17,533	17	0,533	0,001	191,88
80	16,531	16	0,531	0,002	191,16
85	15,529	15	0,529	0,004	190,44
90	14,527	14	0,527	0,002	189,72
95	13,525	13	0,525	0,002	189
105	12,523	12	0,523	0,002	188,28
115	11,522	11	0,522	0,001	187,92
125	10,52	10	0,52	0,002	187,2
140	9,518	9	0,518	0,002	186,48
155	8,516	8	0,516	0,002	185,76
175	7,514	7	0,514	0,002	185,04

[0026] Um "Bildwicklungen" auszuschließen wurde der Nachkommaanteil aller Verlegeverhältnisse so gewählt, dass jeweils mindestens zwei Kommastellen vorgesehen sind; tatsächlich weisen die Verlegeverhältnisse mit Ausnahme im Bereich des Spulendurchmessers von 125 mm sogar drei Kommastellen auf. Der Nachkommaanteil liegt nahe 0,5 (tatsächlich zwischen 0,557 und 0,514), so dass nach zwei Doppelhüben der Changiereinrichtung der Umkehrpunkt des Bandes wieder nahe dem vorherigen Umkehrpunkt zu liegen kommt. Weitere bevorzugte Wertebereiche für den Nachkommaanteil des Verlegeverhältnisses befinden sich nahe 0 oder 0,33 oder 0,25. Allerdings sollte keiner dieser Werte selbst Verwendung finden, da sonst Bildwicklungen bei jedem Doppelhub bzw. nach drei oder vier Doppelhüben der Changiereinrichtung entstehen würden. Zum besseren Verständnis des Zusammenhangs zwischen dem Nachkommaanteil des Verlegeverhältnisses und dem Versatzwinkel ist in Fig. 5 schematisch eine Spule 2 von der Stirnseite dargestellt, die aus Bandmaterial besteht, das auf einen Spulenkern 8 mit einem Verlegeverhältnis aufgewickelt ist, das einen Nachkommaanteil von etwas mehr als 0,25, z.B. 0,26 aufweist. Daraus lässt sich ein Versatzwinkel von etwas mehr als 90° errechnen. Ausgehend von Punkt 30, der einen Umkehrpunkt einer Bandwindung repräsentiert, wird das Bandmaterial bei jedem Doppelhub der Changiereinrichtung so auf der Spule abgelegt, dass sich der Umkehrpunkt um ca. 90° auf dem Spulenumfang verschiebt, wodurch sich eine Abfolge der Umkehrpunkte 30 → 31 → 32 → 33 → 34 ergibt, wie durch die strichlierten Pfeile dargestellt. Man erkennt, dass der Umkehrpunkt 34 nahe dem Umkehrpunkt 30 liegt, d.h. dass nach vier Doppelhüben der Changiereinrichtung die Bandlagen nebeneinander zu liegen kommen.

[0027] Weiters ist es bevorzugt, das Verlegeverhältnis jeweils so einzustellen, dass sich eine konstante Teilüberdeckung des aufzuwickelnden Bandes mit einer darunter liegenden Bandspur ergibt. Beim Aufwickeln von Bändern auf Spulen können sich die folgenden Konfigurationen übereinanderliegender Bandspuren ergeben, die in den Figuren 6 bis 9 dargestellt sind. Diese Konfigurationen hängen außer vom Verlegeverhältnis vom Verlegewinkel α , der Breite b der Bänder 5 und ihrem axialen Versatz d ab. In Fig. 6 liegen die Bänder exakt Kante an Kante. In Fig. 7 liegen die Bänder mit einem Abstand dazwischen. In Fig. 8 und Fig. 9 überdecken sich die Bandspuren teilweise, wie dies erfindungsgemäß bevorzugt ist. Dabei ergibt sich in Fig. 8 eine rückwärtslaufende Bandgutverlegung und in Fig. 9 eine vorwärtslaufende Bandgutverlegung.

[0028] Im erfindungsgemäßen Wickelverfahren wird bei einer jeden Änderung des Verlegeverhältnisses der Nachkommaanteil dieses Verhältnisses in dem Ausmaß verändert, dass sich eine konstante Teilüberdeckung mit einer darunter liegenden Bandspur ergibt. Das Verhältnis zwischen dem axialen Versatz d und dem Verlegeverhältnis V lässt sich aus der nachfolgenden Formel bestimmen:

$$V = \frac{n_a \times 2L \times (V_z + 1/n_a)}{n_a \times 2L - d}$$

wobei gilt:

V = Verlegeverhältnis (z.B. auf vier Kommastellen gerundet)

V_z = Verlegeverhältniszahl (ganzzahlig, gewählter Vorkommaanteil des Verlegeverhältnisses V)

n_a = Abbindungszahl (ganzzahlig, jene Anzahl Doppelhübe bei der es zu dem definierten Versatz d kommen soll)

L = Bewicklungslänge der Spule in mm ($2L \rightarrow$ Doppelhub)

d = Versatz in mm (entlang der Wickelachse)

[0029] Mit obiger Formel kann der Fachmann aus einem gewünschten Versatz d das dazu notwendige Verlegeverhältnis V bestimmen. In der Praxis hat es sich für einen Aufbau einer Spule mit hervorragender Stabilität bewährt, den Versatz d so zu wählen, dass sich eine Überdeckung der Bändchen von ca. einer $\frac{1}{2}$ Bändchenbreite b einstellt (siehe Fig. 8 und Fig. 9). Ein negatives Vorzeichen des Versatzes bedeutet "vorwärtslaufende" Verlegung.

[0030] Bei einer "vorwärtslaufenden" Bandgutverlegung wird das auf die Spule 2 auflaufende Band 5 vor dem auf der sich in Pfeilrichtung 9 drehenden Spule 2 befindlichen Bandgut 5a abgelegt, wie in Fig. 10 dargestellt. Bei einer "rückwärtslaufenden" Bandgutverlegung wird das auf die Spule 2 auflaufende Band 5 hinter dem auf der sich in Pfeilrichtung 9 drehenden Spule 2 befindlichen Bandgut 5a abgelegt, wie in Fig. 11 dargestellt. Vorwärts- und rückwärtslaufende Bandgutverlegung betrifft aber nicht nur benachbarte Lagen. Gemäß der Erfindung ist es auch bevorzugt, das Verlegeverhältnis beim Erreichen einer Durchmessergränze stets so zu ändern, dass sich bei dieser stufenweisen Veränderung ebenfalls eine vor- oder rückwärtslaufende Bandverlegung ergibt oder beibehalten wird. Dies bedeutet auch, dass die Änderung des Versatzwinkels so erfolgt, dass der Versatzwinkel entweder immer größer oder - wie in Tabelle 1 angerührt - immer kleiner wird, was zu einem besonders regelmäßigen Aufbau der Spule beiträgt.

[0031] Die obige Formel lässt sich auch so umformulieren, dass in Kenntnis des Verlegeverhältnisses der Versatz d

errechnet werden kann:

$$d = n_a \times 2L - \frac{n_a \times 2L \times (V_z + 1/n_a)}{V}$$

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufwickeln eines kontinuierlich zugeführten Bandes (5) auf eine Spule (2) unter Drehung der Spule (2) und Hin- und Herbewegen des Bandes (5) mittels einer Changiereinrichtung (4) über die gesamte Länge der Spule (2) in einem Verlegewinkel (α), wobei jedesmal, wenn der Spulendurchmesser um einen bestimmten Wert zugenommen hat, das Verlegeverhältnis, das ist das Verhältnis zwischen Spulendrehzahl und Hin- und Herbewegung (Doppelhub) der Changiereinrichtung, stufenweise geändert wird, wobei die Spule (2) von einem eigenen Motor (M1) und die Changiereinrichtung (4) ebenfalls von einem eigenen Motor (M2) angetrieben wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Änderung des Verlegeverhältnisses elektronisch durch stufenweise Änderung des Verhältnisses der Geschwindigkeiten der beiden Motoren zueinander erfolgt, und dass bei der stufenweisen Änderung das Verlegeverhältnis um im Wesentlichen ganzzahlige Schritte geändert wird, so dass sich der Nachkommaanteil des Verlegeverhältnisses bei jeder Änderung höchstens um 0,1, bevorzugt höchstens um 0,03, noch bevorzugter um höchstens 0,01 verändert und dass bei einer jeden Änderung des Verlegeverhältnisses der Nachkommaanteil dieses Verhältnisses in dem Ausmaß verändert wird, dass sich eine konstante Teilüberdeckung mit einer darunter liegenden Bandspur ergibt, wobei ein axialer Versatz d im Ausmaß der gewünschten konstanten Teilüberdeckung gewählt wird und das Verlegeverhältnis aus folgender Formel errechnet wird:

$$V = \frac{n_a \times 2L \times (V_z + 1/n_a)}{n_a \times 2L - d}$$

wobei gilt:

V = Verlegeverhältnis (z.B. auf vier Kommastellen gerundet)

V_z = Verlegeverhältniszahl (ganzzahlig, gewählter Vorkommaanteil des Verlegeverhältnisses V)

n_a = Abbindungszahl (ganzzahlig, jene Anzahl Doppelhübe, bei der es zu dem definierten Versatz d kommen soll)

L = Bewicklungslänge der Spule in mm ($2L \rightarrow$ Doppelhub)

d = Versatz in mm (entlang der Wickelachse).

2. Aufwickel-Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Nachkommaanteil des Verlegeverhältnisses zumindest zweistellig ist und vorzugsweise in der Nähe von entweder 0 oder 0,50 oder 0,33 oder 0,25 liegt.
3. Aufwickel-Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verlegeverhältnis so geändert wird, dass sich eine vor- oder rückwärtslaufende Bandverlegung ergibt.
4. Aufwickel-Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verlegeverhältnis so geändert wird, dass der resultierende Verlegewinkel (α) innerhalb einer vorbestimmten Bandbreite bleibt.
5. Aufwickel-Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Motoren (M1, M2) Drehstromantriebe mit Frequenzumrichter oder Gleichstromantriebe sind.
6. Aufwickel-Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der momentane Spulendurchmesser aus einem Soll/Ist-Vergleich von Bandlineargeschwindigkeit und Spulendrehzahl errechnet wird.

7. Aufwickel-Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Versatz d in Abhängigkeit vom Verlegewinkel (α) so gewählt wird, dass sich eine Überdeckung der Bänder von ca. einer $\frac{1}{2}$ Bändchenbreite b einstellt.

Claims

1. A process for winding a continuously supplied band (5) onto a bobbin (2), with the bobbin (2) being rotated and the band (5) being reciprocated along the entire length of the bobbin (2) at a winding angle (α) by means of a cross-winding device (4), wherein each time the bobbin diameter has increased by a particular value, the winding ratio, i.e. the ratio between the number of bobbin rotations and the reciprocating motion (to-and-fro stroke) of the cross-winding device, is changed in steps, with the bobbin (2) being driven by a separate motor (M1) and the cross-winding device (4) also being driven by a separate motor (M2), **characterized in that** the change in the winding ratio is performed electronically by stepwisely changing the ratio of the speeds of the two motors and that, with the stepwise change, the winding ratio is changed in essentially integral steps so that, with each change, the post-decimal point part of the winding ratio will change by 0.1 at the most, preferably 0.03 at the most, more preferably 0.01 at the most, and that, with each change in the winding ratio, the post-decimal point part of said ratio is changed to such a degree that a constant partial overlap with an underlying band track will result, wherein an axial shift d to the extent of the desired constant partial overlap is selected and the winding ratio is calculated from the following formula:

$$V = \frac{n_a \times 2L \times (V_z + 1/n_a)}{n_a \times 2L - d}$$

wherein the following applies:

V = winding ratio (f.i. rounded to four decimal places)

V_z winding-ratio number (integral, selected pre-decimal point part of winding ratio V)

n_a = tie number (integral, number of to-and-fro strokes at which the defined shift d is supposed to occur)

L = winding length of the bobbin in mm ($2L \rightarrow$ to-and-fro stroke)

d = shift in mm (along the winding axis)

2. A winding process according to claim 1, **characterized in that** the post-decimal point part of the winding ratio is at least two-digit and preferably is close to 0 or 0.50 or 0.33 or 0.25.
3. A winding process according to claim 1 or 2, **characterized in that** the winding ratio is changed such that a forward or backward-moving band winding is created.
4. A winding process according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the winding ratio is changed such that the resulting winding angle (α) will stay within a predetermined band width.
5. A winding process according to claim 1, **characterized in that** the motors (M1, M2) are rotary-current drives with frequency converters or direct-current drives.
6. A winding process according to any of the preceding claims, **characterized in that** the instantaneous bobbin diameter is calculated from a variance comparison of the linear band speed and the number of bobbin rotations.
7. A winding process according to claim 1, **characterized in that**, depending on the winding angle (α), the shift d is selected such that an overlap of bands of appx. $\frac{1}{2}$ a bandlet width b emerges.

Revendications

1. Procédé pour embobiner une bande (5) amenée en continu sur une bobine (2) en faisant tourner la bobine (2) et en déplaçant la bande (5) en va-et-vient au moyen d'un système d'ensouplage croisé (4) sur la totalité de la longueur de la bobine (2) sous un angle de dépose (α), dans lequel, quand le diamètre de la bobine a augmenté d'une valeur déterminée, le rapport de dépose, c'est-à-dire le rapport entre la vitesse de rotation de la bobine et le mouvement

de va-et-vient (course double) du système d'ensouplage, est modifié par gradins, dans lequel la bobine (2) est entraînée par un propre moteur (M1) et le système d'ensouplage (4) est également entraîné par un propre moteur (M2), **caractérisé en ce que** la modification du rapport de dépose a lieu par voie électronique par modification par gradins du rapport des vitesses des deux moteurs l'un par rapport à l'autre, et **en ce que** lors de la modification par gradins le rapport de dépose est modifié essentiellement à raison de pas égaux à des nombres entiers, de sorte que la proportion inférieure à l'unité du rapport de dépose à chaque variation se modifie au maximum de 0,1, de préférence au maximum de 0,03, de façon encore plus préférée au maximum de 0,01, et **en ce que**, lors de chaque modification du rapport de dépose, la proportion inférieure à l'unité de ce rapport est modifiée dans la mesure où il en résulte un recouvrement partiel constant avec une couche de bande sous-jacente, dans lequel on choisit un déport axial d dans la mesure du recouvrement partiel constant souhaité et le rapport de dépose est calculé à partir de la formule suivante :

$$V = [n_a \times 2L \times (V_z + 1/n_a)] / [n_a \times 2L - d]$$

dans laquelle :

V = rapport de dépose (par exemple arrondi au quatrième chiffre après la virgule)

V_z = part entière du rapport de dépose (nombre entier choisi pour la part entière du rapport de dépose V)

n_a = nombre de consolidation (nombre entier, égal au nombre de courses doubles pour lequel doit se produire le décalage d désiré)

L = longueur d'enroulement de la bobine en mm (2L → double course)

d = décalage en mm (le long de l'axe d'enroulement).

2. Procédé d'embobinage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la part non entière du rapport de dépose comporte au moins deux chiffres et tombe de préférence au voisinage de 0, ou de 0,5, ou de 0,33, ou de 0,25.
3. Procédé d'embobinage selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le rapport de dépose est modifié de telle façon qu'il en résulte une dépose de bande qui se déplace vers l'avant ou vers l'arrière.
4. Procédé d'embobinage selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le rapport de dépose est modifié de telle façon que l'angle de dépose résultant (α) reste à l'intérieur d'une largeur de bande prédéterminée.
5. Procédé d'embobinage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moteurs (M1, M2) sont des entraînements triphasés avec convertisseur de fréquence ou des entraînements à courant continu.
6. Procédé d'embobinage selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le diamètre momentané de la bobine est calculé à partir d'une comparaison valeur de consigne/valeur réelle de la vitesse linéaire de la bande et de la vitesse de rotation de la bobine.
7. Procédé d'embobinage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le décalage d est choisi en fonction de l'angle de dépose (α) de telle façon qu'il s'établisse un recouvrement des bandes égal à environ la moitié d'une largeur de bande b.

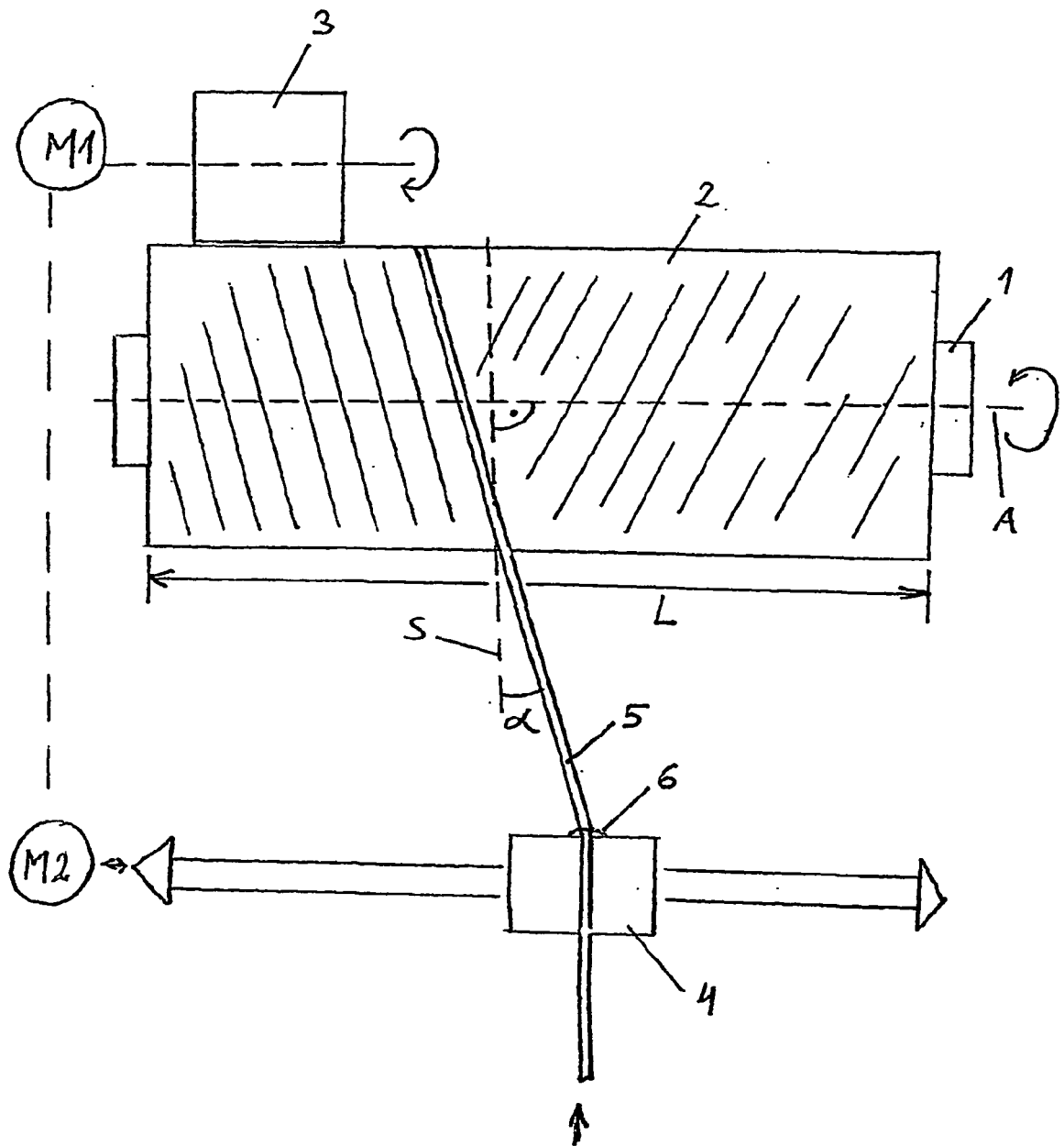
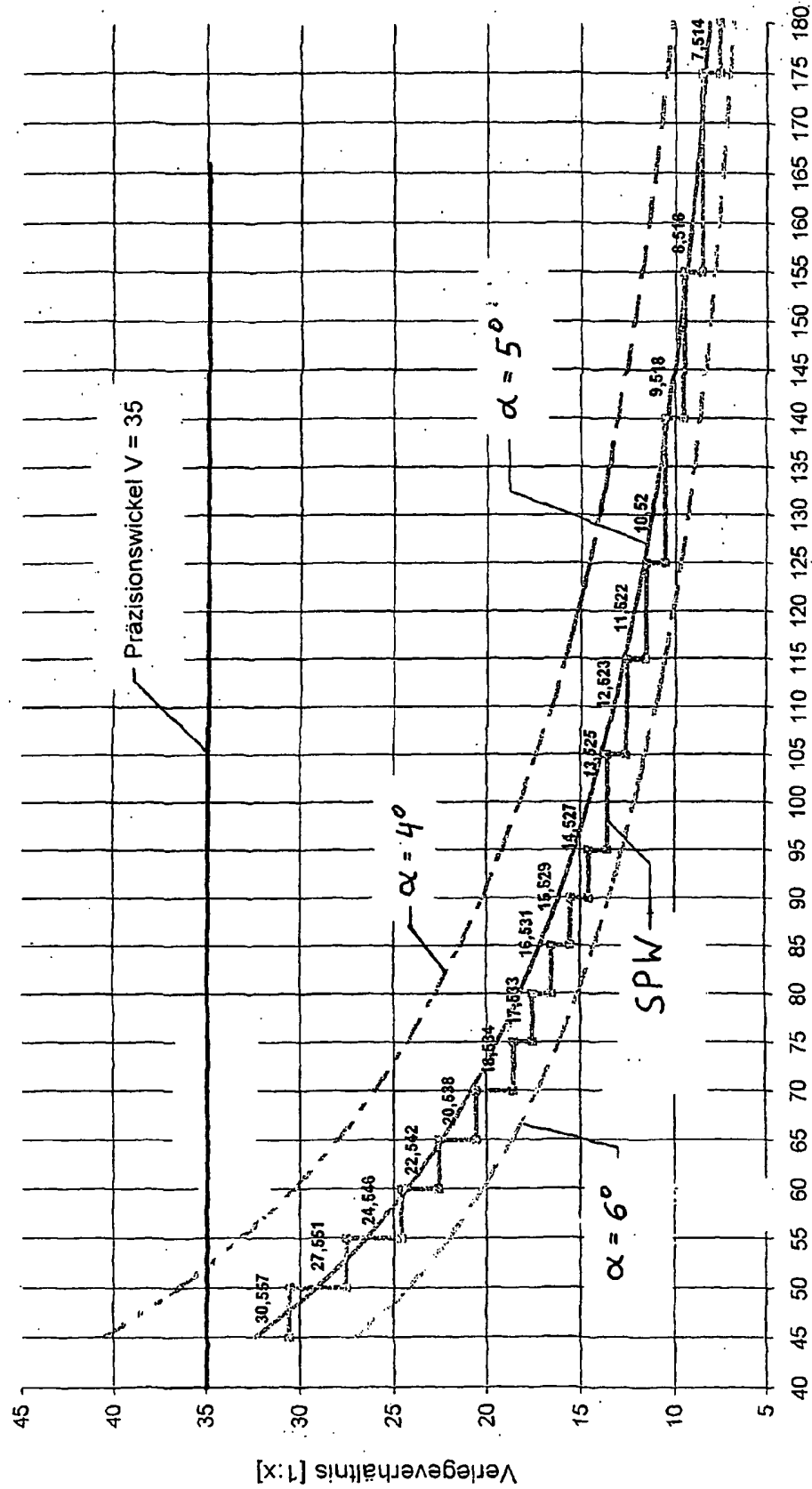


Fig. 1

Wickelverhältnisse im Grenz-Verlegewinkelbereich zwischen 4° und 6°



Durchmesser der Spule [mm]

Fig. 2

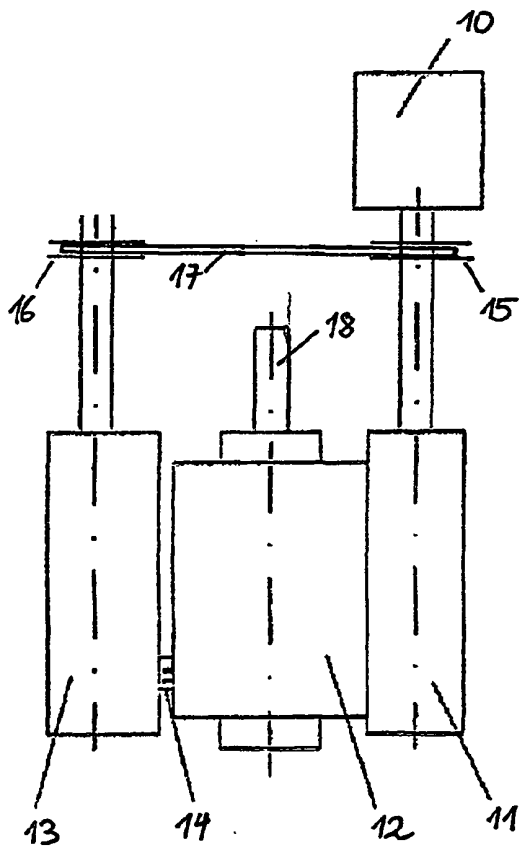
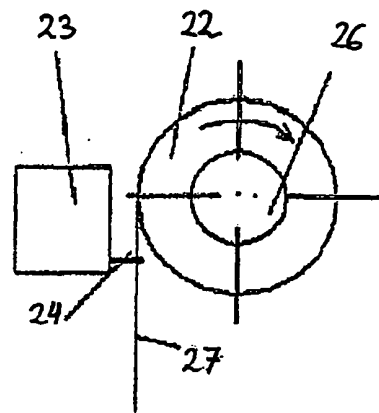
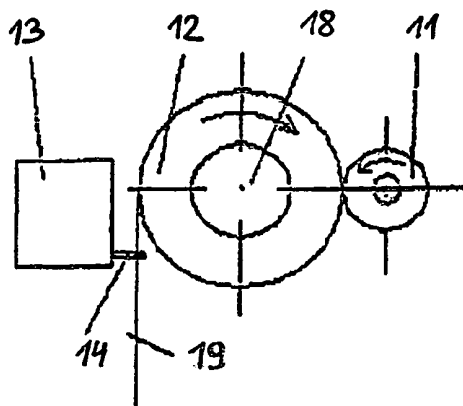


Fig. 3

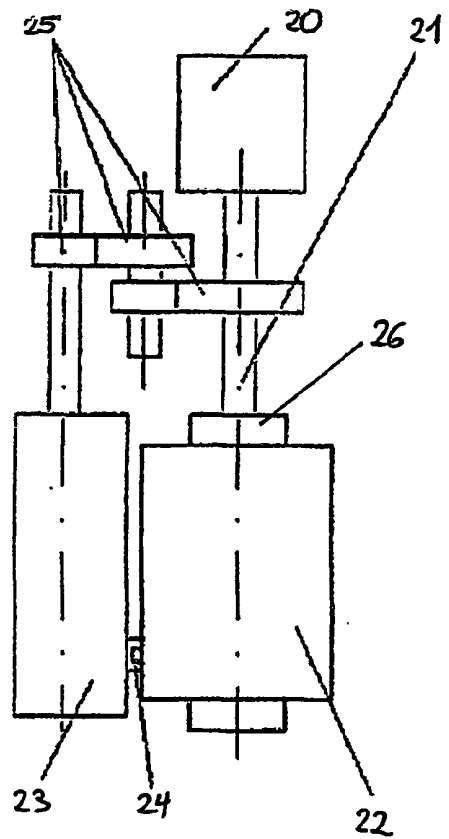


Fig. 4

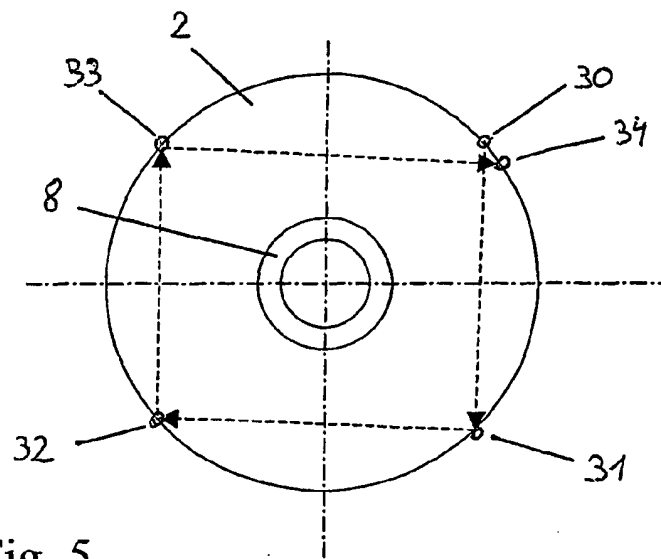


Fig. 5

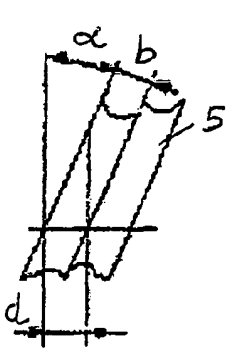


Fig. 6

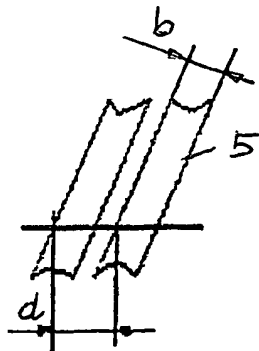


Fig. 7

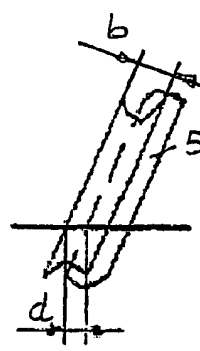


Fig. 8

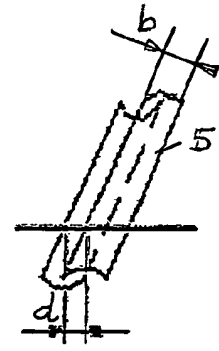


Fig. 9

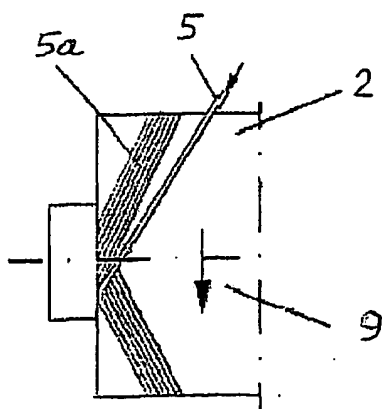


Fig. 10

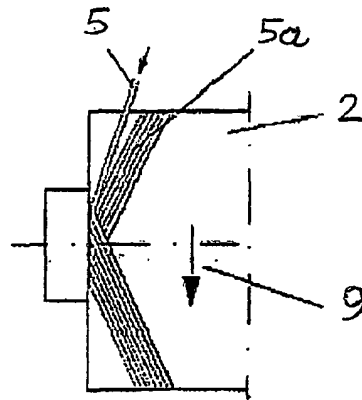


Fig. 11

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4112768 A [0002]
- DE 4223271 C1 [0002]
- EP 0561188 A [0002]