

(19)



(11)

**EP 4 004 263 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.12.2024 Patentblatt 2024/50**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**D04C 1/12** <sup>(2006.01)</sup>      **D04C 3/42** <sup>(2006.01)</sup>  
**D04C 3/48** <sup>(2006.01)</sup>      **D07B 7/14** <sup>(2006.01)</sup>  
**D07B 7/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **20737414.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**D04C 1/12; D04C 3/42; D04C 3/48; D07B 7/022;**  
**D07B 7/14; D07B 2201/2089; D07B 2201/209;**  
**D07B 2501/406**

(22) Anmeldetag: **03.07.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2020/068771**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2021/013500 (28.01.2021 Gazette 2021/04)**

(54) **FLECHT-, WICKEL- ODER SPIRALISIERMASCHINE UND VERFAHREN ZU DEREN BETRIEB**  
BRAIDING, WINDING OR SPIRALLING MACHINE, AND METHOD FOR OPERATING SAME  
MACHINE À TRESSER, À ENROULER OU À SPIRALISER ET PROCÉDÉ POUR LA FAIRE  
FONCTIONNER

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **GORGELS, Stephan**  
**91126 Schwabach (DE)**
- **RAAB, Markus**  
**91639 Wolframs-Eschenbach (DE)**

(30) Priorität: **25.07.2019 DE 102019211030**

(74) Vertreter: **Wallinger, Michael**  
**Wallinger Ricker Schlotter Tostmann**  
**Patent- und Rechtsanwälte Partnerschaft mbB**  
**Zweibrückenstrasse 5-7**  
**80331 München (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**01.06.2022 Patentblatt 2022/22**

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik NIEHOFF GmbH**  
**& Co. KG**  
**91126 Schwabach (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-2017/022418 JP-A- S6 266 922**  
**US-A- 3 808 078**

(72) Erfinder:  
• **FALKNER, Thomas**  
**91126 Schwabach (DE)**

**EP 4 004 263 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine und ein Verfahren zu deren Betrieb.

**[0002]** Flechtmaschinen, insbesondere Rotationsflechtmaschinen, können zur Herstellung von hohlen Schlauchgeflechten aus einem zu verarbeitenden Stranggut verwendet werden.

**[0003]** Unter einem Stranggut wird dabei ein langgestrecktes, strangförmiges, vorzugsweise in nahezu beliebiger Länge zur Verfügung stehendes Material verstanden. Ein Strang des Strangguts kann aus einer oder aus mehreren einzelnen Stranggutfasern bestehen. Eine Stranggutfaser kann insbesondere, aber nicht ausschließlich, ein Draht sein, der Eisen enthalten kann, bevorzugt aber aus Nicht-Eisen-Metallen besteht, oder eine Textilfaser, eine Kohlenstofffaser oder ein anderes strangförmiges Carbonmaterial. Eine Stranggutfaser kann somit insbesondere ein Metalldraht, ein Garn oder eine Kunststofffaser sein. Die Anzahl der in einem Stranggutstrang enthaltenen Stranggutfasern bezeichnet man auch als Fachung. Ein Strang aus 10 einzelnen Drähten hat beispielsweise die Fachung 10.

**[0004]** Eine Anwendung für derartige hohle Schlauchgeflechte sind medizinische Geflechte für Gefäßimplantate, beispielsweise Stents oder Gefäßprothesen.

**[0005]** Flechtmaschinen können aber auch zum Umflechten eines ebenfalls strangförmigen Materials mit einem Stranggut verwendet werden, beispielsweise zum Umflechten eines Kabels mit einem Drahtgeflecht. Das strangförmige Material hat dabei vorzugsweise einen Querschnitt im Wesentlichen senkrecht zu seiner Längsachse, welcher im Wesentlichen rund ist.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung betrifft diese zweite Anwendung von Flechtmaschinen des Umflechtens eines strangförmigen Materials.

**[0007]** Einsatzgebiete für derartig hergestellte umflochtene strangförmige Materialien sind beispielsweise mit Abschirmungen gegen elektromagnetische Felder versehene elektrische Kabel, mit Schutzhüllungen gegen mechanische Belastungen versehene Kabel oder Schläuche oder mit Kohlenstofffasern oder anderen strangförmigen Carbonmaterialien umflochtene Formkörper, welche ggf. nach dem Aushärten des Carbonmaterials wieder entfernt werden, zur Herstellung von Bauteilen geringer Masse, insbesondere im Leichtbau.

**[0008]** Im Betrieb einer Flechtmaschine werden mehrere Stränge des zu verflechtenden Strangguts in entgegengesetzten Richtungen in einem bestimmten Winkel um das zu umflechtende strangförmige Material, herumgewickelt, dabei nach einem bestimmten Muster überkreuzt und dadurch miteinander verwoben, während sich das strangförmige Material weiterbewegt. Auf diese Weise bildet sich auf der Oberfläche des strangförmigen Materials das gewünschte Geflecht. Vorzugsweise wird das umflochtene strangförmige Material auf eine Scheibe mit einer umlaufenden Rille in der Stirnfläche, die sogenannte Abzugscheibe, geleitet und von dieser aus der Flecht-

maschine abgezogen.

**[0009]** Der genannte Winkel, der sogenannte Flechtwinkel, ist definiert als ein Winkel zwischen einer zur Längsachse des strangförmigen Materials parallelen und entgegen der Bewegungsrichtung des strangförmigen Materials verlaufenden Halbgeraden durch den Auflaufpunkt des Strangguts auf das strangförmige Material und dem auf dem strangförmigen Material auflaufenden Stranggut. Der Flechtwinkel kann beispielsweise einen Wert von 50 Grad haben.

**[0010]** Wickelmaschinen ähneln von ihrer Funktion her den Flechtmaschinen, mit dem Unterschied, dass die Stränge des zu verarbeitenden Strangguts nicht miteinander verwoben werden, sondern lose aufeinander bzw. auf dem zu umwickelnden strangförmigen Material liegen. Wickelmaschinen können eine oder auch mehrere Wickellagen auf das zu umwickelnde strangförmige Material aufbringen.

**[0011]** Wickelmaschinen werden beispielsweise eingesetzt, um Schnüre oder Seile, Abschirmungen für Schläuche oder Kabel oder Verstärkungen für Druckschläuche herzustellen.

**[0012]** Spiralisiermaschinen entsprechen von ihrer Funktion her weitgehend den Wickelmaschinen, wobei das zu verarbeitende Stranggut vorzugsweise plastisch verformbar ist und daher bei der Wicklung um das zu umwickelnde strangförmige Material eine selbsttragende Spirale bildet. Spiralisiermaschinen werden beispielsweise zur Ummantelung von Kabeln mit Kupferdrähten oder weichen Stahldrähten in Form einer Wendel eingesetzt.

**[0013]** Allen betrachteten Maschinen ist gemeinsam, dass während ihres Betriebs wenigstens ein Stranggutstrang um die Längsachse des strangförmigen Materials wiederholt herumgeführt wird und das strangförmige Material gleichzeitig im Wesentlichen in Richtung seiner Längsachse stets in dieselbe Richtung bewegt wird. Auf diese Weise nimmt der wenigstens eine Stranggutstrang die Form einer um das strangförmige Material herumführenden Spirale an.

**[0014]** Die Erfindung wird nachfolgend am Beispiel einer Flechtmaschine für Draht als dem zu verflechtenden Stranggut und einem Kabel als dem zu umflechtenden strangförmigen Material, d. h. zur Herstellung eines von einem Drahtgeflecht umgebenen Kabels, beschrieben. Dies stellt jedoch keine Einschränkung dar; die Erfindung kann für eine Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine zum Umflechten eines beliebigen strangförmigen Materials durch ein beliebiges Stranggut eingesetzt werden.

**[0015]** Flechtmaschinen der beschriebenen Art sind aus dem Stand der Technik bekannt. Aus der DE 21 62 170 A1 ist beispielsweise eine Schnellflechtmaschine zum Umflechten von strangförmigem Material mittels eines fadenförmigen Stranggutes in Form von Drähten oder Bändern aus organischem oder nichtorganischem Material unter Verwendung von Spulenträgern, die in zwei parallelen Ebenen gegeneinander rotieren, bekannt.

**[0016]** Die JP S62 66922 A betrifft eine Flechtmaschine und ein Flechtverfahren, wobei der Flechtwinkel eines Verstärkungsmaterials, welches um ein strangförmiges Material herumgeflochten wird - beispielsweise ein Fasermaterial oder ein Metalldraht, das bzw. der zur Erhöhung der Druckfestigkeit eines Gummischlauchs um diesen herumgeflochten wird -, genau reguliert werden kann. Dabei soll der Flechtwinkel konstant gehalten werden, damit die Stabilität des umflochtenen strangförmigen Materials, beispielsweise des Gummischlauchs, sich nicht verschlechtert.

**[0017]** Beim Betrieb einer Flechtmaschine tritt das Problem auf, dass das zu umflechtende strangförmige Material in seiner Beschaffenheit aufgrund von Fehlern oder unvermeidlichen Toleranzen bei seiner Herstellung nicht vollkommen homogen ist. Insbesondere ist der Durchmesser des strangförmigen Materials, über dessen Längserstreckung gesehen, Schwankungen unterworfen. Mit "Durchmesser" ist dabei stets ein Durchmesser eines Querschnitts des strangförmigen Materials im Wesentlichen senkrecht zu dessen Längsachse gemeint.

**[0018]** Ein Problem, das sich aus einem schwankenden Durchmesser des strangförmigen Materials ergeben kann, ist ein ebenso schwankender Überdeckungsgrad des strangförmigen Materials durch das Stranggut.

**[0019]** Der Überdeckungsgrad (auch als "Überdeckungskoeffizient" bezeichnet) ist definiert als ein Verhältnis der bezüglich des strangförmigen Materials nach radial außen weisenden Gesamtoberfläche aller Stranggutstränge, die das strangförmige Material in einem bestimmten Abschnitt des strangförmigen Materials überdecken, zur Oberfläche des strangförmigen Materials in diesem Abschnitt. Dabei wird angenommen, dass, falls ein Stranggutstrang aus mehreren Stranggutfasern besteht, die einzelnen Stranggutfasern nebeneinander und ohne Abstand zueinander auf dem strangförmigen Material abgelegt werden, sodass der Stranggutstrang im geflochtenen Zustand auf der Oberfläche des strangförmigen Materials ein "Band" mit einer bestimmten Breite bildet. Die Breite dieses Bandes entspricht dabei der Anzahl der Stranggutfasern in dem Stranggutstrang, d. h. der Fachung, multipliziert mit dem Durchmesser der einzelnen Stranggutfasern. Weiterhin wird angenommen, dass alle Stranggutfasern in einem Stranggutstrang denselben Durchmesser aufweisen, insbesondere sogar identisch sind.

**[0020]** Der so definierte Überdeckungsgrad gibt an, wie viele Stranggutstränge in dem fertigen Produkt, d. h. dem umflochtenen strangförmigen Material, an einer bestimmten Stelle auf dessen Oberfläche im Mittel übereinanderliegen.

**[0021]** Ggf. kann für den Überdeckungsgrad auch nur ein bestimmter Teil der geflochtenen Stranggutstränge berücksichtigt werden. Beispielsweise rotiert in einer Flechtmaschine im Allgemeinen jeweils die gleiche Anzahl von Spulen, von denen das strangförmige Material abgewickelt wird, in zueinander gegenläufigen Richtungen. Für den Überdeckungsgrad können dann beispiels-

weise nur die in einer der beiden Richtungen rotierenden Spulen berücksichtigt werden, d. h. nur die halbe Anzahl der insgesamt eingesetzten Spulen und damit auch nur die halbe Anzahl der insgesamt geflochtenen Stranggutstränge.

**[0022]** Ein Überdeckungsgrad von 1 bedeutet somit, dass in dem umflochtenen strangförmigen Material die Windungen der einzelnen Stranggutstränge insgesamt (im Mittel) lückenlos nebeneinander auf der Oberfläche des strangförmigen Materials liegen. Ein Überdeckungsgrad von 0,85 bedeutet dagegen, dass in dem umflochtenen strangförmigen Material zwischen den Windungen der einzelnen Stranggutstränge Zwischenräume vorhanden sind, deren Breite im Mittel dem 0,15-fachen der Breite eines Stranggutstrangs entspricht. Ein Überdeckungsgrad von 1,15 bedeutet wiederum, dass sich in dem umflochtenen strangförmigen Material die Windungen der einzelnen Stranggutstränge im Mittel auf dem 0,15-fachen ihrer Breite überlappen.

**[0023]** Für ein zu fertigendes Produkt ist im Allgemeinen ein bestimmter Überdeckungsgrad vorgegeben, welcher von den geforderten mechanischen, elektrischen oder sonstigen physikalischen Eigenschaften oder auch vom geforderten Erscheinungsbild des gewünschten Produkts, etwa dessen Abschirmungseigenschaften oder dessen Druckfestigkeit, abhängt. Hat der tatsächliche Überdeckungsgrad des Produkts einen geringeren als den vorgegebenen Wert, so kann dies dazu führen, dass die geforderten Eigenschaften des Produkts und damit die geforderte Produktqualität nicht erreicht werden. Hat der tatsächliche Überdeckungsgrad des Produkts dagegen einen höheren als den vorgegebenen Wert, so kann dies ebenfalls zu Qualitätsproblemen führen, insbesondere jedoch auch dazu, dass bei der Herstellung mehr strangförmiges Material als erforderlich verbraucht wird und somit die Herstellungskosten des Produkts höher sind als nötig.

**[0024]** Bei den Flechtmaschinen aus dem Stand der Technik besteht jedoch keine Möglichkeit, Änderungen des Durchmessers des strangförmigen Materials beim Umflechten desselben zu berücksichtigen. Insbesondere Abweichungen des Überdeckungsgrades des umflochtenen strangförmigen Materials gegenüber einem vorgegebenen Überdeckungsgrad müssen bei Flechtmaschinen aus dem Stand der Technik hingenommen werden.

**[0025]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb einer Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine und eine entsprechende Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine anzugeben, bei dem Änderungen des Durchmessers des strangförmigen Materials berücksichtigt werden können.

**[0026]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Betrieb einer Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine gemäß Anspruch 1 bzw. durch eine Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine gemäß Anspruch 6. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten.

**[0027]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb einer Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine zum Umflechten, Umwickeln bzw. Spiralisieren eines strangförmigen Materials, insbesondere eines Kabels, mit wenigstens einem Stranggutstrang aus wenigstens einer Stranggutfaser, insbesondere aus wenigstens einem Draht, wird der wenigstens eine Stranggutstrang an wenigstens einer Stelle drehfest an dem strangförmigen Material befestigt. Dann wird der wenigstens eine Stranggutstrang um die Längsachse des strangförmigen Materials wiederholt herumgeführt und das strangförmige Material gleichzeitig im Wesentlichen in Richtung seiner Längsachse stets in dieselbe Richtung bewegt. Auf diese Weise nimmt der wenigstens eine Stranggutstrang die Form einer um das strangförmige Material herumführenden Spirale an.

**[0028]** Erfindungsgemäß wird ein Durchmesser eines Querschnitts des strangförmigen Materials im Wesentlichen senkrecht zu dessen Längsachse gemessen. In Abhängigkeit des gemessenen Durchmessers werden dann eine Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials und/oder eine Drehzahl, mit der sich der wenigstens eine Stranggutstrang um die Längsachse des strangförmigen Materials herumbewegt, gesteuert oder geregelt. Die Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials ist dabei die Geschwindigkeit, mit der das strangförmige Material im Wesentlichen in Richtung seiner Längsachse stets in dieselbe Richtung bewegt wird.

**[0029]** Die Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials und die Drehzahl des wenigstens einen Stranggutstrangs haben sich als die am besten geeigneten Betriebsparameter der Flechtmaschine erwiesen, über deren Steuerung oder Regelung Änderungen des Durchmessers des strangförmigen Materials geeignet berücksichtigt werden können.

**[0030]** Beispielsweise muss bei einer Vergrößerung des Durchmessers des strangförmigen Materials bei einer einzelnen Umdrehung des Stranggutstrangs auch eine größere Länge des Strangguts zur Verfügung gestellt werden. Dies bedeutet, dass auch die Spulen, von denen das Stranggut abgewickelt wird, schneller rotieren müssen. Dies kann zu Problemen führen, wenn die Abwickelgeschwindigkeit des Strangguts von den Spulen zu hoch wird, sodass das Stranggut reißen kann. In diesem Fall erlaubt es die Erfindung, die Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials und/oder die Drehzahl des wenigstens einen Stranggutstrangs soweit zu reduzieren, dass die Gefahr von Stranggutrisen vermieden wird.

**[0031]** Erfindungsgemäß wird eine relative Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials in Abhängigkeit des gemessenen Durchmessers des Querschnitts des strangförmigen Materials derart gesteuert oder geregelt, dass ein Überdeckungsgrad des strangförmigen Materials durch den wenigstens einem Stranggutstrang im Wesentlichen einem vorgegebenen Wert entspricht. Dadurch können vorgegebene Qualitätsanforderungen an das herzustellende Produkt erfüllt wer-

den, während gleichzeitig nicht mehr Stranggut verbraucht wird als nötig.

**[0032]** Dabei ist die relative Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials definiert als eine Strecke, um die sich das strangförmige Material bei einer vollständigen Umdrehung des wenigstens einen Stranggutstrangs um die Längsachse des strangförmigen Materials bewegt. Diese Strecke wird auch als Steigung oder Schlaglänge bezeichnet.

**[0033]** Der Überdeckungsgrad des strangförmigen Materials durch den wenigstens einem Stranggutstrang wurde bereits oben definiert.

**[0034]** Bei dieser Ausführung der Erfindung werden somit die beiden Antriebsgeschwindigkeiten der Flechtmaschine nicht unabhängig voneinander gesteuert oder geregelt, sondern nur im Verhältnis zueinander, wodurch eine bestimmte relative Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials erzielt wird. Dies kann etwa dadurch geschehen, dass beide Antriebsgeschwindigkeiten auf bestimmte, vorgegebene Werte gesteuert oder geregelt werden, deren Verhältnis die gewünschte Relativgeschwindigkeit ergibt. Die vorgegebenen Werte der beiden Antriebsgeschwindigkeiten werden dabei vorzugsweise derart gewählt, dass keine der beiden Antriebsgeschwindigkeiten die jeweilige zulässige Höchstgeschwindigkeit überschreitet. Die gewünschte Relativgeschwindigkeit kann aber auch dadurch erzielt werden, dass der aktuelle Wert einer der beiden Antriebsgeschwindigkeiten beibehalten wird und der Wert der anderen Antriebsgeschwindigkeit soweit verändert wird, bis das Verhältnis der beiden Antriebsgeschwindigkeiten die gewünschte Relativgeschwindigkeit ergibt.

**[0035]** Diese Ausführung der Erfindung basiert auf der Beobachtung, dass sich der Überdeckungsgrad gerade durch die genannte Relativgeschwindigkeit und den Durchmesser des strangförmigen Materials (sowie mehrere konstante Faktoren) ausdrücken lässt.

**[0036]** Diese Beziehung wird im Folgenden mathematisch hergeleitet. Dabei bezeichnet:

- h die relative Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials,
- D den Durchmesser des strangförmigen Materials,
- k den Überdeckungsgrad,
- f die Anzahl der Stranggutfasern in einem Stranggutstrang (die Fachung),
- d den Durchmesser einer Stranggutfaser,
- X die Anzahl der für den Überdeckungsgrad zu berücksichtigenden Stranggutstränge,
- b die Breite des durch einen Stranggutstrang gebildeten "Bandes" und
- S die Länge eines Abschnitts eines Stranggutstrangs, welcher eine Umdrehung auf der Oberfläche des strangförmigen Materials bildet.

**[0037]** Mit Bezug auf Fig. 1 wird eine "Abwicklung" der Oberfläche des strangförmigen Materials 7 auf einem Abschnitt betrachtet, welcher eine Länge entsprechend der

Strecke aufweist, um die sich das strangförmige Material bei einer Umdrehung des Stranggutstrangs um das strangförmige Material 9 herum weiterbewegt, d. h. eine rechteckförmige Abwicklung der Oberfläche des strangförmigen Materials (in Fig. 1 stark umrandet) mit der Höhe  $h$ , der Breite  $\pi \cdot D$  und damit der Fläche  $h \cdot \pi D$ .

**[0038]** Auf diese rechteckförmige Abwicklung des strangförmigen Materials wird im Betrieb der Flechtmaschine eine ebenfalls rechteckförmige Fläche eines Abschnitts des durch einen Stranggutstrang 9 gebildeten "Bandes" mit einer Breite  $S$  und einer Höhe  $b$  und damit der Fläche  $b \cdot S$  aufgewickelt. Dabei kommt die rechteckförmige Fläche des Stranggutstrangs 9 nicht genau auf der rechteckförmigen Abwicklung des strangförmigen Materials zu liegen, sondern die beiden rechteckförmigen Flächen überlappen sich gegenseitig. Diese Überlappungen gleichen sich jedoch gegenseitig aus, so dass das den Überdeckungsgrad definierende Verhältnis gerade dem Verhältnis der Flächeninhalte der beiden rechteckförmigen Flächen entspricht.

**[0039]** Die Breite  $S$  der rechteckförmigen Fläche des Stranggutstrangs 9 bildet die Diagonale der rechteckförmigen Abwicklung des strangförmigen Materials 7, d. h. nach dem Satz des Pythagoras gilt:

$$S = \sqrt{h^2 + (\pi D)^2}.$$

**[0040]** In Fig. 1 ist die Breite  $b$  des von dem Stranggutstrang 9 gebildeten Bandes gerade so groß gewählt, dass sich die Bänder aufeinanderfolgender Umdrehungen lückenlos aneinander anschließen, d. h. der Überdeckungsgrad ergibt sich in Fig. 1 zu  $k = 1$ .

**[0041]** Wie oben erwähnt, entspricht die Breite  $b$  des von dem Stranggutstrang gebildeten Bandes der Anzahl der Stranggutfasern in dem Stranggutstrang multipliziert mit dem Durchmesser der einzelnen Stranggutfasern (vgl. Fig. 1), also  $b = f \cdot d$ .

**[0042]** Der Überdeckungsgrad ergibt sich dann als das Verhältnis der beiden genannten rechteckförmigen Flächen, multipliziert mit der Anzahl  $X$  der zu berücksichtigenden Stranggutstränge, d. h.

$$k = \frac{X \cdot b \cdot S}{h \cdot \pi D} = \frac{X \cdot f \cdot d \cdot \sqrt{h^2 + (\pi D)^2}}{h \cdot \pi D}.$$

**[0043]** Löst man diese Gleichung nach  $h$  auf, so erhält man:

$$h = \frac{\pi D}{\sqrt{\left(\frac{k \pi D}{f X d}\right)^2 - 1}}$$

oder, durch weitere Umformung:

$$h = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{k}{f X d}\right)^2 - \frac{1}{(\pi D)^2}}}.$$

**[0044]** In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung wird daher zur Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials die soeben genannte Beziehung verwendet. Hierbei sind der gemessene Durchmesser  $D$ , der vorgegebene Überdeckungsgrad  $k$  sowie die Konstanten  $f$ ,  $X$  und  $d$  bekannt, woraus die relative Vorschubgeschwindigkeit  $h$  des strangförmigen Materials berechnet und als Sollgröße für die Steuerung oder Regelung der Flechtmaschine verwendet werden kann. Auf diese Weise ist - abgesehen von Fehlern bei der Messung des Durchmessers  $D$  und der Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit  $h$  - sichergestellt, dass das gefertigte Produkt den gegebenen Überdeckungsgrad  $k$  aufweist.

**[0045]** An dem zweiten oben angegebenen Ausdruck für  $h$  ist weiterhin zu erkennen, dass  $h$  mit wachsendem  $D$  streng monoton fällt, d. h. wenn  $D$  größer wird, so wird  $h$  kleiner, und wenn  $D$  kleiner wird, so wird  $h$  größer.

**[0046]** In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung wird zusätzlich der oben definierte Flechtwinkel gemessen und zur Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials verwendet. Die Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials kann dabei derart erfolgen, dass eine Sollgröße für den Flechtwinkel bestimmt und durch Veränderung der relativen Vorschubgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Messung des Flechtwinkels der Flechtwinkel ebenfalls verändert wird, bis er seine Sollgröße erreicht hat.

**[0047]** Im Folgenden bezeichnet  $\alpha$  den Flechtwinkel. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, gilt:

$$\tan \alpha = \frac{\pi D}{h}$$

und damit mit dem ersten oben angegebenen Ausdruck für  $h$ :

$$\alpha = \tan^{-1} \sqrt{\left(\frac{k \pi D}{f X d}\right)^2 - 1}.$$

**[0048]** In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung wird daher zur Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials die soeben genannte Beziehung verwendet. Hierbei sind der gemessene Durchmesser  $D$ , der vorgegebene Überdeckungsgrad  $k$  sowie die Konstanten  $f$ ,  $X$  und  $d$  bekannt, woraus der Flechtwinkel  $\alpha$  berechnet

und als Sollgröße für die Steuerung oder Regelung der Flechtmaschine verwendet werden kann. Auf diese Weise ist - abgesehen von Fehlern bei der Messung des Durchmessers  $D$  und der Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit  $h$  unter Verwendung des Flechtwinkels  $\alpha$  - sichergestellt, dass das gefertigte Produkt den gegebenen Überdeckungsgrad  $k$  aufweist.

**[0049]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine, die dazu eingerichtet ist, nach einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Umflechten, Umwickeln bzw. Spiralisieren eines strangförmigen Materials, insbesondere eines Kabels, mit wenigstens einem Stranggutstrang aus wenigstens einer Stranggutfaser, insbesondere aus wenigstens einem Draht, betrieben zu werden und die dazu eingerichtet ist, den wenigstens einen Stranggutstrang um die Längsachse des strangförmigen Materials wiederholt herumzuführen und das strangförmige Material gleichzeitig im Wesentlichen in Richtung seiner Längsachse stets in dieselbe Richtung zu bewegen.

**[0050]** Die erfindungsgemäße Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine weist auf eine Messvorrichtung für einen Durchmesser eines Querschnitts des strangförmigen Materials im Wesentlichen senkrecht zu dessen Längsachse und eine Steuerungs- oder Regelungsvorrichtung zum Steuern oder Regeln einer relativen Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials, definiert als eine Strecke, um die sich das strangförmige Material bei einer vollständigen Umdrehung des wenigstens einen Stranggutstrangs um die Längsachse des strangförmigen Materials bewegt, in Abhängigkeit dieses gemessenen Durchmessers derart, dass der Überdeckungsgrad des strangförmigen Materials durch den wenigstens einem Stranggutstrang im Wesentlichen einem vorgegebenen Wert entspricht.

**[0051]** In einer bevorzugten Ausführung ist die erfindungsgemäße Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine dazu eingerichtet, nach einem erfindungsgemäßen Verfahren unter Verwendung des Flechtwinkels zur Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials betrieben zu werden, und weist hierzu weiterhin eine Messvorrichtung für den Flechtwinkel auf.

**[0052]** Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren.

**[0053]** Es zeigen:

Fig. 1: eine Skizze einer rechteckförmigen "Abwicklung" der Oberfläche des strangförmigen Materials;

Fig. 2: einen schematischen Aufbau einer Flechtmaschine der betrachteten Art.

**[0054]** Fig. 1 wurde bereits oben erläutert.

**[0055]** Fig. 2 zeigt das Funktionsprinzip einer erfindungsgemäßen Flechtmaschine 1 anhand einer sche-

matischen Zeichnung.

**[0056]** Die Flechtmaschine 1 weist eine Anzahl, beispielsweise 8, 12 oder 16, von oberen Flechtspulen 2 auf, auf welchen jeweils ein oberer Faden 9 (der sogenannte Schussfaden) aufgewickelt ist. Bei dem oberen Faden 9 kann es sich insbesondere um einen Textilfaden, einen Draht oder ein Bündel aus mehreren solcher Textilfäden oder Drähten handeln. Die oberen Flechtspulen 2 sind auf Spulenträgern (nicht dargestellt) angebracht, welche voneinander getrennt auf Zahnrädern auf einem auf einem unteren Spulentisch 4 montierten Zahnkranz (beides nicht dargestellt) umlaufen und sich alle in dieselbe Richtung drehen, beispielsweise gegen den Uhrzeigersinn (angedeutet durch den oberen umlaufenden Pfeil 17).

**[0057]** Außerdem weist die Flechtmaschine 1 eine Anzahl, beispielsweise ebenfalls 8, 12 oder 16, von unteren Flechtspulen 3 auf, auf welchen jeweils ein unterer Faden 10 (der sogenannte Kettfaden) aufgewickelt ist. Die Anzahl der unteren Flechtspulen 3 ist dabei vorzugsweise dieselbe wie die Anzahl der oberen Flechtspulen 2. Bei dem unteren Faden 10 handelt es sich vorzugsweise um den gleichen Faden wie den oberen Faden 9. Die unteren Flechtspulen 3 sind auf einem gemeinsamen unteren Spulentisch 4 montiert, welcher sich in eine gegenüber den oberen Flechtspulen 2 entgegengesetzte Richtung, beispielsweise im Uhrzeigersinn, dreht (angedeutet durch den unteren umlaufenden Pfeil 18).

**[0058]** Die Achse, um die sich die oberen Flechtspulen 2 und die unteren Flechtspulen 3 jeweils gemeinsam, aber in entgegengesetzten Richtungen drehen, fällt mit der sogenannten Flechtachse 5 zusammen. Entlang der Flechtachse 5 wird ein - hier noch ungeschirmtes - Kabel 6 von unten in die Flechtmaschine 1 eingeführt und läuft am oberen Ende der Flechtmaschine 1 wieder aus dieser heraus.

**[0059]** Die von den oberen Flechtspulen 2 ablaufenden oberen Fäden 9 und die von den unteren Flechtspulen 3 ablaufenden unteren Fäden 10 laufen im Flecht- punkt 8 auf der Flechtachse 5 zusammen und umflechten dort das ungeschirmte Kabel 6, welches sodann am oberen Ende der Flechtmaschine 1 von dieser durch eine (nicht dargestellte) Abzugscheibe als geschirmtes Kabel 7 abgezogen wird.

**[0060]** Damit sich die oberen Fäden 9 und die unteren Fäden 10 am Flecht- punkt 8 überkreuzen und dadurch verflochten werden, werden die unteren Fäden 10, welche sich mit den unteren Flechtspulen 3 in umgekehrter Richtung als die oberen Fäden 9 mit den oberen Flechtspulen 2 um die Flechtachse 5 drehen, abwechselnd über eine oder über mehrere benachbarte obere Flechtspulen 2 hinweg und unter einer oder unter mehreren benachbarten oberen Flechtspulen 2 hindurch geführt, beispielsweise jeweils über bzw. unter zwei benachbarten oberen Flechtspulen 2. Jeder untere Faden 10 taucht bei seiner Auf- und Abbewegung in vertikale Schlitze in einem oberen inneren Gehäuse 19 ein.

**[0061]** Der untere Faden 10 läuft über eine Rolle an

einem Ende eines Flechthebels 11 und wird vor dem Passieren einer "entgegenkommenden" oberen Spule 2 von dem Flechthebel 11 abwechselnd hochgehoben oder niedergedrückt und somit über der oberen Flechtspule 2 hinweg bzw. unter der oberen Flechtspule 2 hindurch geführt. Jedem unteren Faden 10 ist zu diesem Zweck ein eigener Flechthebel 11 zugeordnet, welcher jeweils um ein Drehlager 12 drehbar ist, welches an einer mit dem unteren Spulentisch 4 verbundenen Halterung 13 befestigt ist.

**[0062]** Jeder Flechthebel 11 ist über ein Gestänge 14 steuerbar, dessen oberes Ende mit dem Flechthebel 11 drehbar verbunden ist und dessen unteres Ende in einer feststehenden, umlaufenden Kurvenbahn einer Kurvensteuerung 15 läuft. Die Wellenform der Kurvenbahn der Kurvensteuerung 15 führt zu einer Auf- und Ab-Schiebewegung des Gestänges 14 und damit zu der gewünschten Auf- und Ab-Schwenkbewegung des Flechthebels 11, welche mit der Bewegung der oberen Flechtspulen 2 synchronisiert ist. Der Flechthebel 11 kann alternativ jedoch auch direkt in der Kurvenbahn der Kurvensteuerung 15 geführt werden.

**[0063]** An einer beliebigen Stelle entlang der Flechtachse 5, an der das Kabel 6 noch nicht umflochten und damit noch ungeschirmt ist, ist eine Durchmessermeßeinrichtung 16 angeordnet, welche den Durchmesser eines Querschnitts des Kabels 6 im Wesentlichen senkrecht zur Flechtachse 5 misst. Die Durchmessermessung erfolgt dabei vorzugsweise kontinuierlich, kann aber auch periodisch mit einer bestimmten Frequenz erfolgen.

**[0064]** Die Durchmessermessung erfolgt mittels eines geeigneten Messmittels, vorzugsweise mechanisch, etwa durch zwei federnd gelagerte Rollen, welche von außen an zwei gegenüberliegenden Seiten an das Kabel 6 federnd angedrückt werden. Der Abstand der beiden Rollen voneinander und damit der Durchmesser des Kabels 6 kann beispielsweise über die Federspannung, mit der die beiden Rollen auseinandergedrückt werden, oder auch durch einen optischen oder sonstigen Messweggeber bestimmt werden. Weiter bevorzugt kann die Durchmessermessung auch auf rein optischem Wege erfolgen, etwa mittels eines Lasersensors, alternativ auch mittels einer Kamera, welche das durchlaufende Kabel 6 kontinuierlich filmt und deren Kamerabilder ausgewertet werden.

**[0065]** Zusätzlich kann die Flechtmaschine 1 auch eine (nicht dargestellte) Messeinrichtung für den Flechtwinkel  $\alpha$  aufweisen.

**[0066]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist vorzugsweise in Form einer Steuerungssoftware in einer Steuereinrichtung der Flechtmaschine 1 hinterlegt. Der Bediener der Flechtmaschine 1 gibt zu Beginn des Betriebs einen Sollwert für den Überdeckungsgrad  $k$  in die Steuerung ein. Auch der Durchmesser  $D$  des Kabels 6 kann als Sollwert in die Steuerung eingegeben werden. Alternativ kann auch der gemessene Durchmesser  $D$  in die Steuerung übernommen werden.

**[0067]** Daraus wird - vorzugsweise über die oben angegebene mathematische Beziehung - ein Sollwert  $h_{\text{Soll}}$  für die relative Vorschubgeschwindigkeit  $h$  des Kabels 6, d. h. die Strecke, um die sich das Kabel 6 bei einer vollständigen Umdrehung der oberen Flechtspulen 2 oder der unteren Flechtspulen 3 um die Flechtachse 5 weiterbewegt, errechnet. Aus dem Sollwert  $h_{\text{Soll}}$  werden ein Sollwert  $v_{\text{Soll},1}$  für die Drehzahl der Rotation der oberen Flechtspulen 2 bzw. der unteren Flechtspulen 3 um die Flechtachse 5 sowie ein Sollwert  $v_{\text{Soll},2}$  für die Abzugsgeschwindigkeit des umflochtenen, geschirmten Kabels 7 bestimmt. Dazu wird vorzugsweise zunächst  $v_{\text{Soll},1}$  auf die maximal zulässige Drehzahl und dann  $v_{\text{Soll},2} = h_{\text{Soll}} \cdot v_{\text{Soll},1}$  gesetzt, so dass gilt:  $h_{\text{Soll}} = v_{\text{Soll},2} / v_{\text{Soll},1}$ . Falls  $v_{\text{Soll},2}$  dann die maximal zulässige Abzugsgeschwindigkeit überschreitet, werden sowohl  $v_{\text{Soll},1}$  als auch  $v_{\text{Soll},2}$  im gleichen Verhältnis herabgesetzt, bis auch  $v_{\text{Soll},2}$  im zulässigen Bereich liegt.

**[0068]** Die so bestimmten Werte für  $v_{\text{Soll},1}$  und  $v_{\text{Soll},2}$  werden der jeweiligen Steuerung für die Drehzahl der Flechtspulen 2, 3 bzw. der Abzugsgeschwindigkeit als Sollwerte übergeben. Die jeweilige Steuerung steuert oder regelt dann die Drehzahl bzw. die Abzugsgeschwindigkeit auf den Wert  $v_{\text{Soll},1}$  bzw.  $v_{\text{Soll},2}$ . Auf diese Weise ist sichergestellt, dass das umflochtene Kabel 7 im Wesentlichen den vorgegebenen Überdeckungsgrad  $k$  aufweist.

**[0069]** Falls die Flechtmaschine 1 eine Messeinrichtung für den Flechtwinkel  $\alpha$  aufweist, kann - vorzugsweise über die oben angegebene mathematische Beziehung - ein Sollwert  $\alpha_{\text{Soll}}$  für den Flechtwinkel  $\alpha$  berechnet werden. Daraufhin kann beispielsweise bei konstanter Abzugsgeschwindigkeit des umflochtenen Kabels 7 die Drehzahl der Flechtspulen 2, 3 verändert und gleichzeitig der Flechtwinkel  $\alpha$  gemessen werden, bis der Flechtwinkel  $\alpha$  den Sollwert  $\alpha_{\text{Soll}}$  angenommen hat. Auch auf diese Weise ist sichergestellt, dass das umflochtene Kabel 7 im Wesentlichen den vorgegebenen Überdeckungsgrad  $k$  aufweist.

#### Bezugszeichenliste

##### [0070]

- |    |    |   |
|----|----|---|
| 45 | 1  | Flechtmaschine                          |
|    | 2  | Obere Flechtspule                       |
|    | 3  | Untere Flechtspule                      |
|    | 4  | Unterer Spulentisch                     |
|    | 5  | Flechtachse                             |
| 50 | 6  | Ungeschirmtes Kabel                     |
|    | 7  | Geschirmtes Kabel                       |
|    | 8  | Flechtpunkt                             |
|    | 9  | Oberer Faden (Schussfaden)              |
|    | 10 | Unterer Faden (Kettfaden)               |
| 55 | 11 | Flechthebel                             |
|    | 12 | Drehlager des Flechthebels              |
|    | 13 | Halterung des Flechthebels              |
|    | 14 | Gestänge zur Steuerung des Flechthebels |

- 15 Kurvensteuerung für die Flechthebel
- 16 Durchmessermeßeinrichtung
- 17 Drehrichtung der oberen Flechtspulen
- 18 Drehrichtung der unteren Flechtspulen
- 19 Oberes inneres Gehäuse
- 20 Unteres inneres Gehäuse

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine (1) zum Umflechten, Umwickeln bzw. Spiralisieren eines strangförmigen Materials (6) mit wenigstens einem Stranggutstrang (9, 10) aus wenigstens einer Stranggutfaser wobei der wenigstens eine Stranggutstrang (9, 10) an wenigstens einer Stelle drehfest an dem strangförmigen Material (6) befestigt wird, der wenigstens eine Stranggutstrang (9, 10) um die Längsachse des strangförmigen Materials (6) wiederholt herumgeführt wird und das strangförmige Material (6) gleichzeitig im Wesentlichen in Richtung seiner Längsachse (5) stets in dieselbe Richtung bewegt wird, so dass der wenigstens eine Stranggutstrang (9, 10) die Form einer um das strangförmige Material (6) herumführenden Spirale annimmt,

wobei ein Durchmesser (D) eines Querschnitts des strangförmigen Materials (6) im Wesentlichen senkrecht zu dessen Längsachse (5) gemessen wird und eine Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials (6) und/oder eine Drehzahl, mit der sich der wenigstens einen Stranggutstrang (9, 10) um die Längsachse (5) des strangförmigen Materials (6) herumbewegt, in Abhängigkeit dieses gemessenen Durchmessers (D) gesteuert oder geregelt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass**

eine relative Vorschubgeschwindigkeit (h) des strangförmigen Materials (6), definiert als eine Strecke, um die sich das strangförmige Material (6) bei einer vollständigen Umdrehung des wenigstens einen Stranggutstrangs (9, 10) um die Längsachse (5) des strangförmigen Materials (6) bewegt, in Abhängigkeit des gemessenen Durchmessers (D) des Querschnitts des strangförmigen Materials (6) derart gesteuert oder geregelt wird, dass ein Überdeckungsgrad (k) des strangförmigen Materials (6) durch den wenigstens einem Stranggutstrang (9, 10), definiert als ein Verhältnis der bezüglich des strangförmigen Materials (6) nach radial außen weisenden Gesamtoberfläche aller Stranggutstränge (9, 10), die das strangförmige Material (6) in einem bestimmten Abschnitt des strangförmigen Materials (6) überdecken, zur Oberfläche des strangförmigen Materials (6) in diesem Abschnitt, im Wesentlichen einem vorgegebenen Wert ent-

spricht.

2. Verfahren zum Betrieb einer Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das strangförmige Material (6) ein Kabel ist und/oder dass die Stranggutfaser ein Draht ist.

3. Verfahren zum Betrieb einer Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit (h) des strangförmigen Materials (6) die Beziehung

$$h = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{k}{fXd}\right)^2 - \frac{1}{(\pi D)^2}}}$$

verwendet wird, wobei

h die relative Vorschubgeschwindigkeit des strangförmigen Materials (6),

D der Durchmesser eines Querschnitts des strangförmigen Materials (6) im Wesentlichen senkrecht zu dessen Längsachse (5),

k der Überdeckungsgrad des strangförmigen Materials (6) durch den wenigstens einem Stranggutstrang (9, 10),

f die Anzahl der Stranggutfasern in dem wenigstens einen Stranggutstrang (9, 10),

d der Durchmesser eines Querschnitts einer Stranggutfaser im Wesentlichen senkrecht zu deren Längsachse und

X die Anzahl der für den Überdeckungsgrad berücksichtigten Stranggutstränge (9, 10)

ist.

4. Verfahren zum Betrieb einer Flecht-, Wickel- oder Spiralisiermaschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Flechtwinkel ( $\alpha$ ), definiert als ein Winkel zwischen einer zur Längsachse (5) des strangförmigen Materials (6) parallelen und entgegen der Bewegungsrichtung des strangförmigen Materials (6) verlaufenden Halbgeraden durch den Auflaufpunkt des wenigstens einen Stranggutstrangs (9, 10) auf das strangförmige Material (6) und dem auf dem strangförmigen Material (6) auflaufenden wenigstens einen Stranggutstrang (9, 10), gemessen und zur Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit (h) des strangförmigen Materials (6) verwendet wird.

5. Verfahren zum Betrieb einer Flecht-, Wickel- oder

Spiralisierungsmaschine (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Steuerung oder Regelung der relativen Vorschubgeschwindigkeit (h) des strangförmigen Materials (6) unter Verwendung des Flechtwinkels ( $\alpha$ ) die Beziehung

$$\alpha = \tan^{-1} \sqrt{\left(\frac{k\pi D}{fXd}\right)^2 - 1}$$

verwendet wird, wobei

$\alpha$  der Flechtwinkel,

D der Durchmesser eines Querschnitts des strangförmigen Materials (6) im Wesentlichen senkrecht zu dessen Längsachse (5),

k der Überdeckungsgrad des strangförmigen Materials (6) durch den wenigstens einem Stranggutstrang (9, 10),

f die Anzahl der Strangutfasern in dem wenigstens einen Stranggutstrang (9, 10),

d der Durchmesser eines Querschnitts einer Strangutfaser im Wesentlichen senkrecht zu deren Längsachse und

X die Anzahl der für den Überdeckungsgrad berücksichtigten Stranggutstränge (9, 10)

ist.

6. Flecht-, Wickel- oder Spiralisierungsmaschine (1), die dazu eingerichtet ist, nach einem Verfahren zum Umflechten, Umwickeln bzw. Spiralisieren eines strangförmigen Materials (6) mit wenigstens einem Stranggutstrang (9, 10) aus wenigstens einer Strangutfaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche betrieben zu werden und die dazu eingerichtet ist, den wenigstens einen Stranggutstrang (9, 10) um die Längsachse (5) des strangförmigen Materials (6) wiederholt herumzuführen und das strangförmige Material (6) gleichzeitig im Wesentlichen in Richtung seiner Längsachse (5) stets in dieselbe Richtung zu bewegen, **gekennzeichnet durch** eine Messvorrichtung (16) für einen Durchmesser (D) eines Querschnitts des strangförmigen Materials (6) im Wesentlichen senkrecht zu dessen Längsachse (5) und eine Steuerungs- oder Regelungsvorrichtung zum Steuern oder Regeln einer relativen Vorschubgeschwindigkeit (h) des strangförmigen Materials (6), definiert als eine Strecke, um die sich das strangförmige Material (6) bei einer vollständigen Umdrehung des wenigstens einen Stranggutstrangs (9, 10) um die Längsachse (5) des strangförmigen Materials (6) bewegt, in Abhängigkeit dieses gemessenen Durchmessers (D) derart, dass der Überdeckungsgrad (k) des strangförmigen Materials (6) durch den wenigstens einen Stranggutstrang (9, 10) im Wesentlichen einem vorgegebenen Wert entspricht.

7. Flecht-, Wickel- oder Spiralisierungsmaschine (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das strangförmige Material (6) ein Kabel ist und/oder dass die Strangutfaser ein Draht ist.

8. Flecht-, Wickel- oder Spiralisierungsmaschine (1) nach Anspruch 6 oder 7, **gekennzeichnet durch** eine Messvorrichtung für den Flechtwinkel ( $\alpha$ ).

#### Claims

1. Method for operating a braiding, winding or spiraling machine (1) for braiding, winding or spiraling a strand-shaped material (6) with at least one strand (9, 10) of at least one strand fibre, wherein the at least one strand (9, 10) is fastened to the strand-shaped material (6) at at least one point in a rotationally fixed manner, the at least one strand (9, 10) is repeatedly guided around the longitudinal axis of the strand-shaped material (6) and the strand-shaped material (6) is simultaneously moved always in the same direction substantially in the direction of its longitudinal axis (5), so that the at least one strand (9, 10) assumes the shape of a spiral running around the strand-shaped material (6),

wherein a diameter (D) of a cross-section of the strand-shaped material (6) is measured substantially in a direction perpendicular to the longitudinal axis (5) thereof and a feeding speed of the strand-shaped material (6) and/or a rotational speed at which the at least one strand (9, 10) moves around the longitudinal axis (5) of the strand-shaped material (6) are controlled or regulated as a function of this measured diameter (D),

#### characterised in that

a relative feeding speed (h) of the strand-shaped material (6), defined as a distance by which the strand-shaped material (6) moves during a complete rotation of the at least one strand (9, 10) about the longitudinal axis (5) of the strand-shaped material (6), is controlled or regulated as a function of the measured diameter (D) of the cross-section of the strand-shaped material (6) in such a way that a degree of coverage (k) of the strand-shaped material (6) by the at least one strand (9, 10), defined as a ratio of the total surface area pointing radially outwards with respect to the strand-shaped material (6) of all strands (9, 10) which cover the strand-shaped material (6) in a specific section of the strand-shaped material (6) to the surface area of the strand-shaped material (6) in this section, substantially corresponds to a predetermined value.

2. Method for operating a braiding, winding or spiraling

ing machine (1) according to claim 1, **characterised in that** the strand-shaped material (6) is a cable and/or that the strand fibre is a wire.

3. Method for operating a braiding, winding or spiralling machine (1) according to one of the preceding claims, **characterised in that**, for controlling or regulating the relative feeding speed (h) of the strand-shaped material (6), the relationship

$$h = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{k}{fXd}\right)^2 - \frac{1}{(\pi D)^2}}}$$

is used, where

h is the relative feeding speed of the strand-shaped material (6),

D is the diameter of a cross-section of the strand-shaped material (6) substantially perpendicular to the longitudinal axis (5) thereof,

k is the degree of coverage of the strand-shaped material (6) by the at least one strand (9, 10),

f is the number of strand fibres in the at least one strand (9, 10),

d is the diameter of a cross-section of a strand fibre substantially perpendicular to the longitudinal axis thereof and

X is the number of strands (9, 10) taken into account for the degree of coverage.

4. Method for operating a braiding, winding or spiralling machine (1) according to one of the preceding claims, **characterised in that** a braiding angle ( $\alpha$ ), defined as an angle between a half-line parallel to the longitudinal axis (5) of the strand-shaped material (6) and running opposite to the direction of movement of the strand-shaped material (6) through the point of contact of the at least one strand (9, 10) and the strand-shaped material (6) and the at least one strand (9, 10) running onto the strand-shaped material (6), is measured and used to control or regulate the relative feeding speed (h) of the strand-shaped material (6).

5. Method for operating a braiding, winding or spiralling machine (1) according to claim 4, **characterised in that**, for controlling or regulating the relative feeding speed (h) of the strand-shaped material (6) using the braiding angle ( $\alpha$ ), the relationship

$$\alpha = \tan^{-1} \sqrt{\left(\frac{k\pi D}{fXd}\right)^2 - 1}$$

is used, where

$\alpha$  is the braiding angle,

D is the diameter of a cross-section of the strand-shaped material (6) substantially perpendicular to the longitudinal axis (5) thereof,

k is the degree of coverage of the strand-shaped material (6) by the at least one strand (9, 10),

f is the number of strand fibres in the at least one strand (9, 10),

d is the diameter of a cross-section of a strand fibre substantially perpendicular to the longitudinal axis thereof and

X is the number of strands taken into account for the degree of coverage (9, 10).

6. Braiding, winding or spiralling machine (1) which is adapted to be operated according to a method for braiding, winding or spiralling, respectively, at least one strand (9, 10) of at least one strand fibre around a strand-shaped material (6) according to one of the preceding claims and which is adapted to repeatedly guide the at least one strand (9, 10) around the longitudinal axis (5) of the strand-shaped material (6) and to simultaneously move the strand-shaped material (6) substantially in the direction of the longitudinal axis (5) thereof always in the same direction, **characterised by** a measuring device (16) for a diameter (D) of a cross-section of the strand-shaped material (6) substantially perpendicular to the longitudinal axis (5) thereof and a control or regulating device for controlling or regulating a relative feeding speed (h) of the strand-shaped material (6), defined as a distance by which the strand-shaped material (6) moves during a complete rotation of the at least one strand (9, 10) about the longitudinal axis (5) of the strand-shaped material (6), as a function of this measured diameter (D) in such a way that the degree of coverage (k) of the strand-shaped material (6) by the at least one strand (9, 10) substantially corresponds to a predetermined value.

7. Braiding, winding or spiralling machine (1) according to claim 6, **characterised in that** the strand-shaped material (6) is a cable and/or that the strand fibre is a wire.

8. Braiding, winding or spiralling machine (1) according to claim 6 or 7, **characterised by** a measuring device for the braiding angle ( $\alpha$ ).

#### Revendications

1. Procédé d'exploitation d'une machine à tresser, enrouler ou spiraler (1) pour le tressage, l'enroulement ou le spirilage d'un matériau (6) filiforme avec au moins un brin d'écheveau (9, 10) constitué d'au

moins une fibre d'écheveau, dans lequel le au moins un brin d'écheveau (9, 10) est fixé en au moins un emplacement contre le matériau (6) filiforme de façon à être bloqué en rotation, le au moins un brin d'écheveau (9, 10) est guidé de façon répétée autour de l'axe longitudinal du matériau (6) filiforme et le matériau (6) filiforme est simultanément déplacé essentiellement dans la direction de son axe longitudinal (5) et toujours dans la même direction, de sorte que le au moins un brin d'écheveau (9, 10) prenne la forme d'une spirale menant autour du matériau (6) filiforme,

dans lequel un diamètre (D) d'une section transversale du matériau (6) filiforme est mesuré essentiellement à la perpendiculaire de l'axe longitudinal (5) de celui-ci et une vitesse d'avancement du matériau (6) filiforme et/ou une vitesse de rotation à laquelle le au moins un brin d'écheveau (9, 10) se déplace autour de l'axe longitudinal (5) du matériau (6) filiforme sont commandées ou régulées en fonction de ce diamètre (D) mesuré,

**caractérisé en ce que**

une vitesse d'avancement (h) relative du matériau (6) filiforme, définie en tant que distance autour de laquelle le matériau (6) filiforme se déplace lors d'une rotation complète du au moins un brin d'écheveau (9, 10) autour de l'axe longitudinal (5) du matériau (6) filiforme, est commandée ou régulée en fonction du diamètre (D) mesuré de la section transversale du matériau (6) filiforme, de sorte qu'un degré de recouvrement (k) du matériau (6) filiforme par le au moins un brin d'écheveau (9, 10) corresponde essentiellement à une valeur prédéfinie, ledit degré de recouvrement étant défini en tant que rapport entre d'une part la surface totale, radialement orientée vers l'extérieur, de tous les brins d'écheveau (9, 10) qui recouvrent le matériau (6) filiforme dans une section déterminée du matériau (6) filiforme et d'autre part la surface du matériau (6) filiforme dans cette section.

2. Procédé d'exploitation d'une machine à tresser, enrouler ou spiraler (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau (6) filiforme est un câble et/ou **en ce que** la fibre d'écheveau est un fil.
3. Procédé d'exploitation d'une machine à tresser, enrouler ou spiraler (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pour la commande ou la régulation de la vitesse d'avancement (h) relative du matériau (6) filiforme, est utilisée la relation

$$h = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{k}{fXd}\right)^2 - \frac{1}{(\pi D)^2}}$$

dans lequel

h est la vitesse d'avancement relative du matériau (6) filiforme,

D est le diamètre d'une section transversale du matériau (6) filiforme essentiellement à la perpendiculaire de l'axe longitudinal (5) de celui-ci, k est le degré de recouvrement du matériau (6) filiforme par le au moins un brin d'écheveau (9, 10),

f est le nombre de fibres d'écheveau dans le au moins un brin d'écheveau (9, 10),

d est le diamètre d'une section transversale d'une fibre d'écheveau essentiellement à la perpendiculaire de l'axe longitudinal de celle-ci et X est le nombre des brins d'écheveau (9, 10) pris en compte pour le degré de recouvrement.

4. Procédé d'exploitation d'une machine à tresser, enrouler ou spiraler (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** angle de tressage ( $\alpha$ ) est mesuré et utilisé pour la commande ou la régulation de la vitesse d'avancement (h) relative du matériau (6) filiforme, ledit angle de tressage étant défini en tant qu'angle entre d'une part une demi-droite parallèle à l'axe longitudinal (5) du matériau (6) filiforme et passant à l'opposé de la direction de déplacement du matériau (6) filiforme par le point de dépôt du au moins un brin d'écheveau (9, 10) sur le matériau (6) filiforme et d'autre part le au moins un brin d'écheveau (9, 10) se déposant sur le matériau (6) filiforme.
5. Procédé d'exploitation d'une machine à tresser, enrouler ou spiraler (1) selon la revendication 4, **caractérisé en ce que**, pour la commande ou la régulation de la vitesse d'avancement (h) relative du matériau (6) filiforme et en utilisant l'angle de tressage ( $\alpha$ ), est utilisée la relation

$$\alpha = \tan^{-1} \sqrt{\left(\frac{k\pi D}{fXd}\right)^2 - 1}$$

dans lequel

$\alpha$  est l'angle de tressage,

D est le diamètre d'une section transversale du matériau (6) filiforme essentiellement à la perpendiculaire de l'axe longitudinal (5) de celui-ci,

- k est le degré de recouvrement du matériau (6) filiforme par le au moins un brin d'écheveau (9, 10),  
 f est le nombre de fibres d'écheveau dans le au moins un brin d'écheveau (9, 10),  
 d est le diamètre d'une section transversale d'une fibre d'écheveau essentiellement à la perpendiculaire de l'axe longitudinal de celle-ci et  
 X est le nombre des brins d'écheveau (9, 10) pris en compte pour le degré de recouvrement.
- 5  
10
6. Machine à tresser, enrouler ou spiraler (1) qui est conçue pour être exploitée selon un procédé de tressage, d'enroulement ou de spiralage d'un matériau (6) filiforme avec au moins un brin d'écheveau (9, 10) constitué d'au moins une fibre d'écheveau selon l'une des revendications précédentes, et qui est conçue pour guider de façon répétée le au moins un brin d'écheveau (9, 10) autour de l'axe longitudinal (5) du matériau (6) filiforme et simultanément déplacer le matériau (6) filiforme essentiellement dans la direction de son axe longitudinal (5) et toujours dans la même direction, **caractérisée par** un dispositif de mesure (16) pour un diamètre (D) d'une section transversale du matériau (6) filiforme essentiellement à la perpendiculaire de l'axe longitudinal (5) de celui-ci et un dispositif de commande ou de régulation pour la commande ou la régulation en fonction de ce diamètre (D) mesuré d'une vitesse d'avancement (h) relative du matériau (6) filiforme, de sorte que le degré de recouvrement (k) du matériau (6) filiforme par le au moins un brin d'écheveau (9, 10) corresponde essentiellement à une valeur prédéfinie, ladite vitesse d'avancement étant définie en tant que distance autour de laquelle le matériau (6) filiforme se déplace lors d'une rotation complète du au moins un brin d'écheveau (9, 10) autour de l'axe longitudinal (5) du matériau (6) filiforme.
- 15  
20  
25  
30  
35
7. Machine à tresser, enrouler ou spiraler (1) selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** le matériau (6) filiforme est un câble et/ou **en ce que** la fibre d'écheveau est un fil.
- 40
8. Machine à tresser, enrouler ou spiraler (1) selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée par** un dispositif de mesure pour l'angle de tressage ( $\alpha$ ).
- 45

50

55

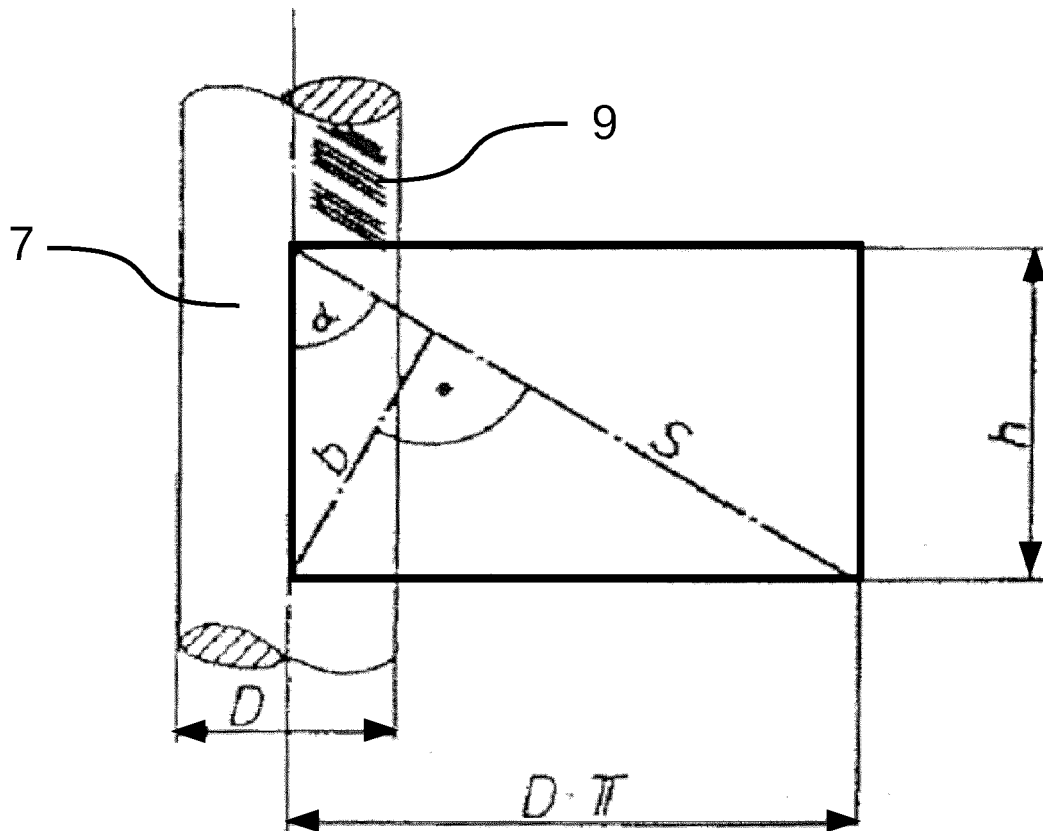


Fig. 1

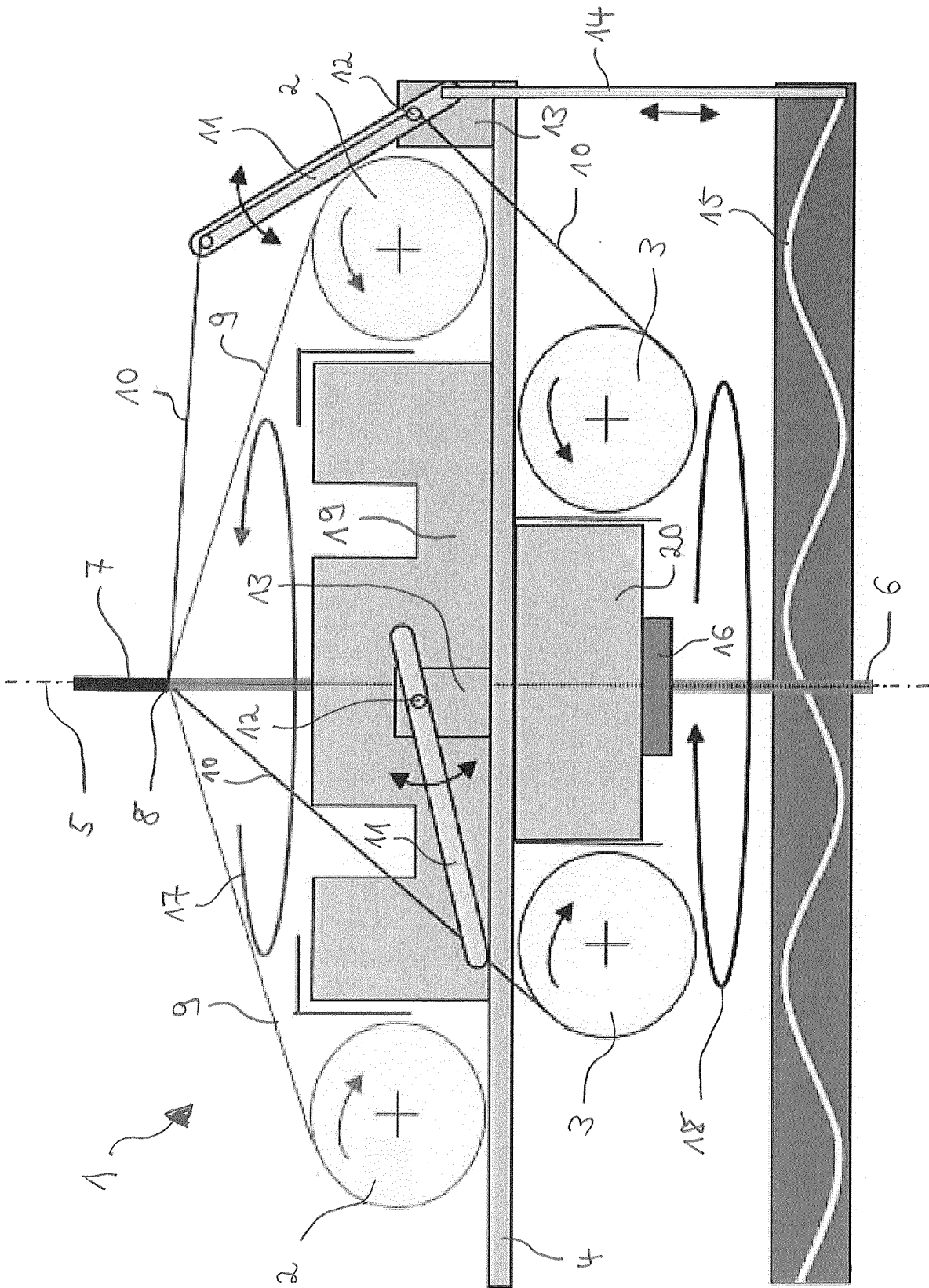


Fig. 2

**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 2162170 A1 [0015]
- JP 62066922 A [0016]